DrumRobot

다음에 의해 생성됨 : Doxygen 1.10.0

Chapter 1

계통도 색인

1.1 클래스 계통도

이 상속 목록은 완전하진 않지만 알파벳순으로 대략적으로 정렬되어있습니다.:

Chapter 2

클래스 색인

2.1 클래스 목록

다음은 클래스, 구조체, 공용체 그리고 인터페이스들입니다. (간략한 설명만을 보여줍니다) :

Chapter 3

파일 색인

3.1 파일 목록

다음은 문서화된 모든 파일에 대한 목록입니다. (간략한 설명만을 보여줍니다) :

Chapter 4

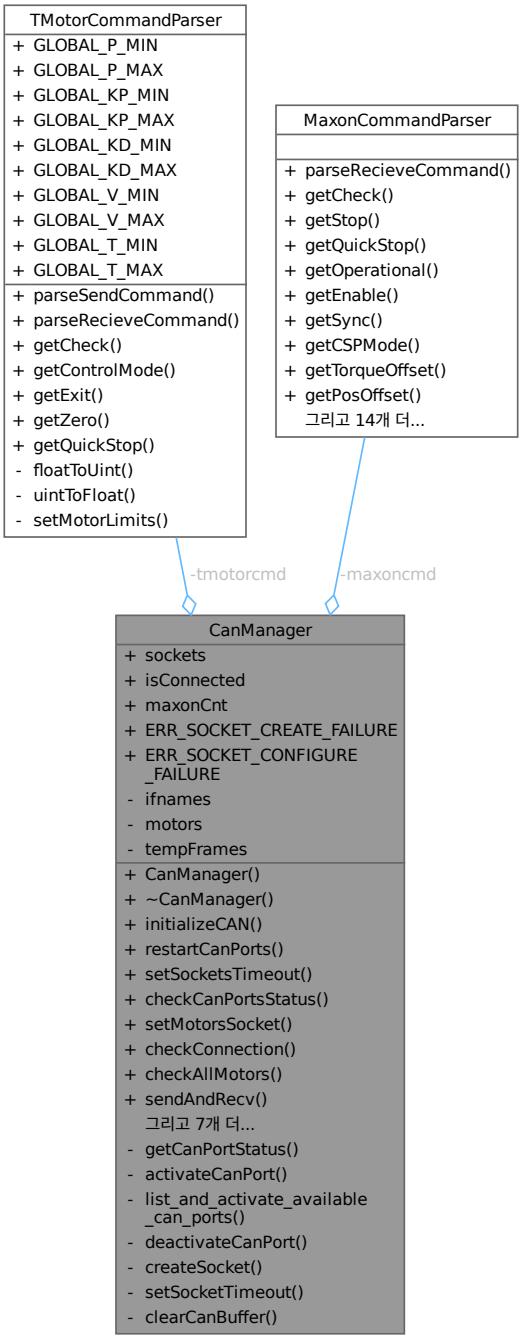
클래스 문서화

4.1 CanManager 클래스 참조

CAN 통신을 통해 모터와의 연결을 관리하고, 데이터 송수신 및 명령 실행을 담당하는 클래스입니다.

`#include <CanManager.hpp>`

CanManager에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- CanManager (std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > &motorsRef)
  CanManager 클래스의 생성자.
- ~CanManager ()
  CanManager 클래스의 소멸자.
- void initializeCAN ()

CAN 포트를 초기화하고, 모터와의 통신을 준비합니다.

- void restartCanPorts ()
  모든 CAN 포트를 재시작합니다.
- void setSocketsTimeout (int sec, int usec)
  소켓의 타임아웃을 설정합니다.
- void checkCanPortsStatus ()
  모든 CAN 포트의 상태를 확인하고, 연결 상태를 업데이트합니다.
- void setMotorsSocket ()
  모터와의 통신을 위한 소켓을 설정합니다.
- bool checkConnection (std::shared_ptr< GenericMotor > motor)
  지정된 모터와의 연결 상태를 확인합니다.
- bool checkAllMotors ()
  모든 모터와의 연결 상태를 확인합니다.
- bool sendAndRecv (std::shared_ptr< GenericMotor > &motor, struct can_frame &frame)
  지정된 모터로 데이터를 송신하고 응답을 수신합니다.
- bool sendFromBuff (std::shared_ptr< GenericMotor > &motor)
  지정된 모터의 송신 버퍼에서 데이터를 송신합니다.
- bool recvToBuff (std::shared_ptr< GenericMotor > &motor, int readCount)
  지정된 모터의 수신 버퍼로 데이터를 수신합니다.
- bool txFrame (std::shared_ptr< GenericMotor > &motor, struct can_frame &frame)
  모터로 데이터 프레임을 송신합니다.
- bool rxFrame (std::shared_ptr< GenericMotor > &motor, struct can_frame &frame)
  모터로부터 데이터 프레임을 수신합니다.
- void readFramesFromAllSockets ()
  모든 소켓에서 CAN 프레임을 읽습니다.
- void distributeFramesToMotors ()
  수신된 CAN 프레임을 적절한 모터에 분배합니다.
- void clearReadBuffers ()
  읽기 버퍼를 비웁니다.

Public 속성

- std::map< std::string, int > sockets
  모터와 통신하는 소켓의 맵.
- std::map< std::string, bool > isConnected
  모터의 연결 상태를 나타내는 맵.
- int maxonCnt =0
  연결된 Maxon 모터의 수.

정적 Public 속성

- static const int ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE = -1
  소켓 생성 실패시 반환되는 오류 코드입니다.
- static const int ERR_SOCKET_CONFIGURE_FAILURE = -2
  소켓 설정 실패시 반환되는 오류 코드입니다.

Private 멤버 함수

- bool getCanPortStatus (const char *port)
  특정 CAN 포트의 상태를 반환합니다.
- void activateCanPort (const char *port)
  특정 CAN 포트를 활성화합니다.
- void list_and_activate_available_can_ports ()
  사용 가능한 모든 CAN 포트를 활성화합니다.
- void deactivateCanPort (const char *port)
  특정 CAN 포트를 비활성화합니다.
- int createSocket (const std::string &ifname)
  특정 인터페이스에 대한 소켓을 생성합니다.
- int setSocketTimeout (int socket, int sec, int usec)
  소켓의 타임아웃을 설정합니다.
- void clearCanBuffer (int canSocket)
  특정 CAN 소켓의 버퍼를 비웁니다.

Private 속성

- std::vector< std::string > ifnames
  사용 가능한 인터페이스 이름 목록.
- std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors
  연결된 모터들의 참조를 저장하는 맵.
- TMotorCommandParser tmotorcmd
  T 모터 명령 파서.
- MaxonCommandParser maxoncmd
  Maxon 모터 명령 파서.
- std::map< int, std::vector< can_frame > > tempFrames
  임시 프레임 저장소.

4.1.1 상세한 설명

CAN 통신을 통해 모터와의 연결을 관리하고, 데이터 송수신 및 명령 실행을 담당하는 클래스입니다.

이 클래스는 모터와의 통신을 위한 소켓 설정, 연결 상태 확인, 데이터 송수신 등의 기능을 제공합니다. 모터 제어 명령을 생성하고, CAN 프레임을 통해 모터로 전송하는 역할을 합니다.

CanManager.hpp 파일의 38 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.1.2.1 CanManager()

```
CanManager::CanManager (
            std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motorsRef )
```

CanManager 클래스의 생성자.

매개변수

motorsRef	모터 객체들의 참조를 저장하는 맵. 키는 모터의 이름, 값은 모터 객체에 대한 shared_ptr입니다.

CanManager.cpp 파일의 2 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00003     : motors(motorsRef)
00004 {
00005 }
```

4.1.2.2 ~CanManager()

```
CanManager::~CanManager ( )
```

CanManager 클래스의 소멸자.

CanManager.cpp 파일의 7 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00008 {
00009     // 모든 소켓 닫기
00010     for (const auto &socketPair : sockets)
00011     {
00012         if (socketPair.second >= 0)
00013         {
00014             close(socketPair.second);
00015         }
00016     }
00017     sockets.clear();
00018 }
```

4.1.3 멤버 함수 문서화

4.1.3.1 activateCanPort()

```
void CanManager::activateCanPort (
            const char * port )  [private]
```

특정 CAN 포트를 활성화합니다.

CanManager.cpp 파일의 179 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00180 {
00181     char command1[100], command2[100];
00182     snprintf(command1, sizeof(command1), "sudo ip link set %s type can bitrate 1000000 sample-point
      0.850", port);
00183     snprintf(command2, sizeof(command2), "sudo ip link set %s up", port);
00184
00185     int ret1 = system(command1);
00186     int ret2 = system(command2);
00187
00188     if (ret1 != 0 || ret2 != 0)
00189     {
00190         fprintf(stderr, "Failed to activate port: %s\n", port);
00191         exit(1); // 또는 다른 에러 처리
00192     }
00193 }
```

4.1.3.2 checkAllMotors()

```
bool CanManager::checkAllMotors ( )
```

모든 모터와의 연결 상태를 확인합니다.

반환값

모든 모터와의 연결이 성공적이면 true, 하나라도 실패하면 false를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 564 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00565 {
00566     bool allMotorsChecked = true;
00567     for (auto &motorPair : motors)
00568     {
00569         std::string name = motorPair.first;
00570         auto &motor = motorPair.second;
00571 
00572         if (!checkConnection(motor))
00573         {
00574             allMotorsChecked = false;
00575         }
00576     }
00577     return allMotorsChecked;
00578 }
```

4.1.3.3 checkCanPortsStatus()

```
void CanManager::checkCanPortsStatus ( )
```

모든 CAN 포트의 상태를 확인하고, 연결 상태를 업데이트합니다.

CanManager.cpp 파일의 91 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00092 {
00093 
00094     for (const auto &ifname : this->ifnames)
00095     {
00096         isConnected[ifname] = getCanPortStatus(ifname.c_str());
00097 
00098         if (!isConnected[ifname])
00099         {
00100             std::cout « "Port " « ifname « " is NOT CONNECTED" « std::endl;
00101         }
00102     }
00103 
00104     // 모든 포트가 연결된 경우 1, 아니면 0 반환
00105 }
```

4.1.3.4 checkConnection()

```
bool CanManager::checkConnection (
            std::shared_ptr< GenericMotor > motor )
```

지정된 모터와의 연결 상태를 확인합니다.

매개변수

motor	연결 상태를 확인할 모터의 shared_ptr.

반환값

연결이 성공적이면 true, 실패하면 false를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 514 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00515 {
00516     struct can_frame frame;
00517     setSocketsTimeout(0, 5000 /*5ms*/);
00518     clearReadBuffers();
00519 
00520     if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00521     {
00522         tmotorcmd.getControlMode(*tMotor, &frame);
00523         if (sendAndRecv(motor, frame))
00524         {
00525             std::tuple<int, float, float, float> parsedData = tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor,
      &frame);
00526             motor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00527             motor->currentVel = std::get<2>(parsedData);
00528             motor->currentTor = std::get<3>(parsedData);
00529             motor->isConected = true;
00530         }
00531         else
00532         {
00533             return false;
00534         }
00535     }
00536     else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00537     {
00538         maxoncmd.getSync(&frame);
00539         txFrame(motor, frame);
00540         motor->clearReceiveBuffer();
00541         if (recvToBuff(motor, maxonCnt))
00542         {
00543             while (!motor->recieveBuffer.empty())
00544             {
00545                 frame = motor->recieveBuffer.front();
00546                 if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00547                 {
00548                     std::tuple<int, float, float> parsedData =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
00549                     motor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00550                     motor->currentTor = std::get<2>(parsedData);
00551                     motor->isConected = true;
00552                 }
00553                 motor->recieveBuffer.pop();
00554             }
00555         }
00556         else
00557         {
00558             return false;
00559         }
00560     }
00561     return true;
00562 }
```

4.1.3.5 clearCanBuffer()

```
void CanManager::clearCanBuffer (
            int canSocket )  [private]
```

특정 CAN 소켓의 버퍼를 비웁니다.

CanManager.cpp 파일의 273 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00274 {
00275     struct can_frame frame;
00276     fd_set readSet;
00277     struct timeval timeout;
00278 
00279     // 수신 대기 시간 설정
00280     timeout.tv_sec = 0;
00281     timeout.tv_usec = 0; // 즉시 반환
00282 
00283     while (true)
00284     {
00285         FD_ZERO(&readSet);
00286         FD_SET(canSocket, &readSet);
00287 
```

```
00288         // 소켓에서 읽을 데이터가 있는지 확인
00289         int selectRes = select(canSocket + 1, &readSet, NULL, NULL, &timeout);
00290
00291         if (selectRes > 0)
00292         {
00293             // 수신 버퍼에서 데이터 읽기
00294             ssize_t nbytes = read(canSocket, &frame, sizeof(struct can_frame));
00295
00296             if (nbytes <= 0)
00297             {
00298                 // 읽기 실패하거나 더 이상 읽을 데이터가 없음
00299                 break;
00300             }
00301         }
00302         else
00303         {
00304             // 읽을 데이터가 없음
00305             break;
00306         }
00307     }
00308 }
```

4.1.3.6 clearReadBuffers()

```
void CanManager::clearReadBuffers ( )
```

읽기 버퍼를 비웁니다.

CanManager.cpp 파일의 264 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00265 {
00266     for (const auto &socketPair : sockets)
00267     {
00268         int socket_fd = socketPair.second;
00269         clearCanBuffer(socket_fd);
00270     }
00271 }
```

4.1.3.7 createSocket()

```
int CanManager::createSocket (
            const std::string & ifname )  [private]
```

특정 인터페이스에 대한 소켓을 생성합니다.

CanManager.cpp 파일의 144 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00145 {
00146     int result;
00147     struct sockaddr_can addr;
00148     struct ifreq ifr;
00149
00150     int localSocket = socket(PF_CAN, SOCK_RAW, CAN_RAW); // 지역 변수로 소켓 생성
00151     if (localSocket < 0)
00152     {
00153         return ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE;
00154     }
00155
00156     memset(&ifr, 0, sizeof(struct ifreq));
00157     memset(&addr, 0, sizeof(struct sockaddr_can));
00158
00159     strcpy(ifr.ifr_name, ifname.c_str());
00160     result = ioctl(localSocket, SIOCGIFINDEX, &ifr);
00161     if (result < 0)
00162     {
00163         close(localSocket);
00164         return ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE;
00165     }
00166
00167     addr.can_ifindex = ifr.ifr_ifindex;
00168     addr.can_family = AF_CAN;
00169
00170     if (bind(localSocket, (struct sockaddr *)&addr, sizeof(addr)) < 0)
00171     {
00172         close(localSocket);
00173         return ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE;
00174     }
00175
00176     return localSocket; // 생성된 소켓 디스크립터 반환
00177 }
```

4.1.3.8 deactivateCanPort()

```
void CanManager::deactivateCanPort (
            const char * port )  [private]
```

특정 CAN 포트를 비활성화합니다.

CanManager.cpp 파일의 253 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00254 {
00255     char command[100];
00256     snprintf(command, sizeof(command), "sudo ip link set %s down", port);
00257     int ret = system(command);
00258     if (ret != 0)
00259     {
00260         fprintf(stderr, "Failed to down port: %s\n", port);
00261     }
00262 }
```

4.1.3.9 distributeFramesToMotors()

```
void CanManager::distributeFramesToMotors ( )
```

수신된 CAN 프레임을 적절한 모터에 분배합니다.

CanManager.cpp 파일의 475 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00476 {
00477     for (auto &motor_pair : motors)
00478     {
00479         auto &motor = motor_pair.second;
00480 
00481         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00482         {
00483             // TMotor 처리
00484             for (auto &frame : tempFrames[motor->socket])
00485             {
00486                 if (frame.data[0] == tMotor->nodeId)
00487                 {
00488                     std::tuple<int, float, float, float> parsedData =
      tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
00489                     tMotor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00490                     tMotor->currentVel = std::get<2>(parsedData);
00491                     tMotor->currentTor = std::get<3>(parsedData);
00492                     tMotor->recieveBuffer.push(frame);
00493                 }
00494             }
00495         }
00496         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00497         {
00498             // MaxonMotor 처리
00499             for (auto &frame : tempFrames[motor->socket])
00500             {
00501                 if (frame.can_id == maxonMotor->txPdoIds[0])
00502                 {
00503                     std::tuple<int, float, float> parsedData =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
00504                     maxonMotor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00505                     maxonMotor->currentTor = std::get<2>(parsedData);
00506                     maxonMotor->recieveBuffer.push(frame);
00507                 }
00508             }
00509         }
00510     }
00511     tempFrames.clear(); // 프레임 분배 후 임시 배열 비우기
00512 }
```

4.1.3.10 getCanPortStatus()

```
bool CanManager::getCanPortStatus (
            const char * port )  [private]
```

특정 CAN 포트의 상태를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 111 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00112 {
00113     char command[50];
00114     snprintf(command, sizeof(command), "ip link show %s", port);
00115 
00116     FILE *fp = popen(command, "r");
00117     if (fp == NULL)
00118     {
00119         perror("Error opening pipe");
00120         return false;
00121     }
00122 
00123     char output[1024];
00124     while (fgets(output, sizeof(output) - 1, fp) != NULL)
00125     {
00126         if (strstr(output, "DOWN") || strstr(output, "does not exist"))
00127         {
00128             pclose(fp);
00129             return false;
00130         }
00131         else if (strstr(output, "UP"))
00132         {
00133             pclose(fp);
00134             return true;
00135         }
00136     }
00137 
00138     perror("fgets failed");
00139     printf("Errno: %d\n", errno); // errno 값을 출력
00140     pclose(fp);
00141     return false;
00142 }
```

4.1.3.11 initializeCAN()

```
void CanManager::initializeCAN ( )
```

CAN 포트를 초기화하고, 모터와의 통신을 준비합니다.

CanManager.cpp 파일의 24 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00025 {
00026 
00027     list_and_activate_available_can_ports();
00028     for (const auto &ifname : this->ifnames)
00029     {
00030         std::cout « "Processing interface: " « ifname « std::endl;
00031         int hsocket = createSocket(ifname);
00032         if (hsocket < 0)
00033         {
00034             std::cerr « "Socket creation error for interface: " « ifname « std::endl;
00035             exit(EXIT_FAILURE);
00036         }
00037         sockets[ifname] = hsocket;
00038         isConnected[ifname] = true;
00039         std::cout « "Socket created for " « ifname « ": " « hsocket « std::endl;
00040     }
00041 }
```

4.1.3.12 list_and_activate_available_can_ports()

```
void CanManager::list_and_activate_available_can_ports ( )  [private]
```

사용 가능한 모든 CAN 포트를 활성화합니다.

CanManager.cpp 파일의 195 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00196 {
00197     int portCount = 0; // CAN 포트 수를 세기 위한 변수
00198
00199     FILE *fp = popen("ip link show | grep can", "r");
00200     if (fp == nullptr)
00201     {
00202         perror("No available CAN port");
00203         exit(1);
00204     }
00205
00206     char output[1024];
00207     while (fgets(output, sizeof(output) - 1, fp) != nullptr)
00208     {
00209         std::string line(output);
00210         std::istringstream iss(line);
00211         std::string skip, port;
00212         iss >> skip >> port;
00213
00214         // 콜론 제거
00215         if (!port.empty() && port.back() == ':')
00216         {
00217             port.pop_back();
00218         }
00219
00220         // 포트 이름이 유효한지 확인
00221         if (!port.empty() && port.find("can") == 0)
00222         {
00223             portCount++;
00224             if (!getCanPortStatus(port.c_str()))
00225             {
00226                 printf("%s is DOWN, activating...\n", port.c_str());
00227                 activateCanPort(port.c_str());
00228             }
00229             else
00230             {
00231                 printf("%s is already UP\n", port.c_str());
00232             }
00233
00234             this->ifnames.push_back(port); // 포트 이름을 ifnames 벡터에 추가
00235         }
00236     }
00237
00238     if (feof(fp) == 0)
00239     {
00240         perror("fgets failed");
00241         printf("Errno: %d\n", errno);
00242     }
00243
00244     pclose(fp);
00245
00246     if (portCount == 0)
00247     {
00248         printf("No CAN port found. Exiting...\n");
00249         exit(1);
00250     }
00251 }
```

4.1.3.13 readFramesFromAllSockets()

```
void CanManager::readFramesFromAllSockets ( )
```

모든 소켓에서 CAN 프레임을 읽습니다.

CanManager.cpp 파일의 455 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00456 {
00457     struct can_frame frame;
00458     int framesRead = 0; // 읽은 프레임의 수를 저장할 변수
00459
00460     for (const auto &socketPair : sockets)
00461     {
```

```
00462         int socket_fd = socketPair.second;
00463         while (read(socket_fd, &frame, sizeof(frame)) == sizeof(frame))
00464         {
00465             tempFrames[socket_fd].push_back(frame);
00466             framesRead++; // 프레임을 하나 읽을 때마다 카운트 증가
00467         }
00468     }
00469
00470     // 읽은 프레임의 총 개수를 출력
00471     cout « "Read " « framesRead « " frames from CAN sockets." « endl;
00472 }
```

4.1.3.14 recvToBuff()

```
bool CanManager::recvToBuff (
            std::shared_ptr< GenericMotor > & motor,
            int readCount )
```

지정된 모터의 수신 버퍼로 데이터를 수신합니다.

매개변수

motor	데이터를 수신할 모터의 shared_ptr.
readCount	읽을 데이터 프레임의 수.

반환값

데이터 수신이 성공적이면 true, 실패하면 false를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 371 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00372 {
00373     struct can_frame frame;
00374     for (int i = 0; i < readCount; i++)
00375     {
00376         if (rxFrame(motor, frame))
00377         {
00378             motor->recieveBuffer.push(frame);
00379         }
00380         else
00381         {
00382             return false;
00383         }
00384     }
00385     return true;
00386 }
```

4.1.3.15 restartCanPorts()

```
void CanManager::restartCanPorts ( )
```

모든 CAN 포트를 재시작합니다.

CanManager.cpp 파일의 43 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00044 {
00045     // 먼저 모든 포트를 down 시킵니다.
00046     for (const auto &port : ifnames)
00047     {
00048         deactivateCanPort(port.c_str());
00049
00050         int socket_fd = sockets[port];
00051         if (socket_fd >= 0)
00052         {
00053             close(socket_fd);    // 기존 소켓을 닫습니다.
00054             sockets[port] = -1; // 소켓 디스크립터 값을 초기화합니다.
```

```
00055         }
00056     }
00057
00058     // 각 포트에 대해 새로운 소켓을 생성하고 디스크립터를 업데이트합니다.
00059     for (const auto &port : ifnames)
00060     {
00061         usleep(100000); // 100ms 대기
00062         activateCanPort(port.c_str());
00063
00064         int new_socket_fd = createSocket(port);
00065         if (new_socket_fd < 0)
00066         {
00067             // 새로운 소켓 생성에 실패한 경우 처리
00068             fprintf(stderr, "Failed to create a new socket for port: %s\n", port.c_str());
00069         }
00070         else
00071         {
00072             sockets[port] = new_socket_fd; // 소켓 디스크립터 값을 업데이트합니다.
00073         }
00074     }
00075
00076     setMotorsSocket();
00077 }
```

4.1.3.16 rxFrame()

```
bool CanManager::rxFrame (
            std::shared_ptr< GenericMotor > & motor,
            struct can_frame & frame )
```

모터로부터 데이터 프레임을 수신합니다.

매개변수

motor	데이터 프레임을 수신할 모터의 shared_ptr.
frame	수신할 CAN 프레임.

반환값

데이터 프레임 수신이 성공적이면 true, 실패하면 false를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 339 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00340 {
00341
00342     if (read(motor->socket, &frame, sizeof(frame)) != sizeof(frame))
00343     {
00344         // perror("CAN read error");
00345         return false;
00346     }
00347     return true;
00348 }
```

4.1.3.17 sendAndRecv()

```
bool CanManager::sendAndRecv (
            std::shared_ptr< GenericMotor > & motor,
            struct can_frame & frame )
```

지정된 모터로 데이터를 송신하고 응답을 수신합니다.

매개변수

motor	데이터 송수신할 모터의 shared_ptr.
frame	송신할 CAN 프레임.

반환값

데이터 송수신이 성공적이면 true, 실패하면 false를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 350 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00351 {
00352     if (!txFrame(motor, frame) || !rxFrame(motor, frame))
00353     {
00354         // perror("Send and receive error");
00355         return false;
00356     }
00357     return true;
00358 }
```

4.1.3.18 sendFromBuff()

```
bool CanManager::sendFromBuff (
            std::shared_ptr< GenericMotor > & motor )
```

지정된 모터의 송신 버퍼에서 데이터를 송신합니다.

매개변수

motor	데이터를 송신할 모터의 shared_ptr.

반환값

데이터 송신이 성공적이면 true, 실패하면 false를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 360 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00361 {
00362     if (!motor->sendBuffer.empty())
00363     {
00364         struct can_frame frame = motor->sendBuffer.front();
00365         motor->sendBuffer.pop();
00366         return txFrame(motor, frame);
00367     }
00368     return false;
00369 }
```

4.1.3.19 setMotorsSocket()

```
void CanManager::setMotorsSocket ( )
```

모터와의 통신을 위한 소켓을 설정합니다.

CanManager.cpp 파일의 388 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00389 {
00390     struct can_frame frame;
00391     setSocketsTimeout(0, 10000);
00392
```

```
00393     // 모든 소켓에 대해 각 모터에 명령을 보내고 응답을 확인
00394     for (const auto &socketPair : sockets)
00395     {
00396         int socket_fd = socketPair.second;
00397 
00398         for (auto &motor_pair : motors)
00399         {
00400             auto &motor = motor_pair.second;
00401             clearReadBuffers();
00402 
00403             // TMotor 및 MaxonMotor에 대해 적절한 명령 설정
00404             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00405             {
00406                 tmotorcmd.getCheck(*tMotor, &frame);
00407             }
00408             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00409             {
00410                 maxoncmd.getCheck(*maxonMotor, &frame);
00411             }
00412             usleep(10000);
00413             // 모터의 현재 소켓을 임시 소켓으로 설정
00414             int original_socket = motor->socket;
00415             motor->socket = socket_fd;
00416             usleep(10000);
00417             // 소켓에 CAN 프레임 보내고 응답 확인
00418             if (sendAndRecv(motor, frame))
00419             {
00420                 motor->isConected = true;
00421             }
00422             else
00423             {
00424                 motor->socket = original_socket;
00425             }
00426         }
00427     }
00428 
00429     // 모든 소켓에 대한 검사가 완료된 후, 모터 연결 상태 확인 및 삭제
00430     for (auto it = motors.begin(); it != motors.end();)
00431     {
00432         std::string name = it->first;
00433         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = it->second;
00434         if (motor->isConected)
00435         {
00436             std::cerr << "---------------> Motor [" << name << "] is Connected." << std::endl;
00437             ++it;
00438         }
00439         else
00440         {
00441             std::cerr << "Motor [" << name << "] Not Connected." << std::endl;
00442             it = motors.erase(it);
00443         }
00444     }
00445 
00446     for (auto &motor_pair : motors)
00447     {
00448         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00449         {
00450             maxonCnt++;
00451         }
00452     }
00453 }
```

4.1.3.20 setSocketsTimeout()

```
void CanManager::setSocketsTimeout (
            int sec,
            int usec )
```

소켓의 타임아웃을 설정합니다.

매개변수

sec	초 단위의 타임아웃 시간.
usec	마이크로초 단위의 타임아웃 시간.

CanManager.cpp 파일의 79 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00080 {
00081     for (const auto &socketPair : sockets)
00082     {
00083         int socket_fd = socketPair.second;
00084         if (setSocketTimeout(socket_fd, sec, usec) != 0)
00085         {
00086             std::cerr « "Failed to set socket timeout for " « socketPair.first « std::endl;
00087         }
00088     }
00089 }
```

4.1.3.21 setSocketTimeout()

```
int CanManager::setSocketTimeout (
            int socket,
            int sec,
            int usec )  [private]
```

소켓의 타임아웃을 설정합니다.

CanManager.cpp 파일의 310 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00311 {
00312     struct timeval timeout;
00313     timeout.tv_sec = sec;
00314     timeout.tv_usec = usec;
00315
00316     if (setsockopt(socket, SOL_SOCKET, SO_RCVTIMEO, (char *)&timeout, sizeof(timeout)) < 0)
00317     {
00318         perror("setsockopt failed");
00319         return -1;
00320     }
00321
00322     return 0;
00323 }
```

4.1.3.22 txFrame()

```
bool CanManager::txFrame (
            std::shared_ptr< GenericMotor > & motor,
            struct can_frame & frame )
```

모터로 데이터 프레임을 송신합니다.

매개변수

motor	데이터 프레임을 송신할 모터의 shared_ptr.
frame	송신할 CAN 프레임.

반환값

데이터 프레임 송신이 성공적이면 true, 실패하면 false를 반환합니다.

CanManager.cpp 파일의 329 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00330 {
00331     if (write(motor->socket, &frame, sizeof(frame)) != sizeof(frame))
00332     {
00333         // perror("CAN write error");
00334         return false;
00335     }
00336     return true;
00337 }
```

4.1.4 멤버 데이터 문서화

4.1.4.1 ERR_SOCKET_CONFIGURE_FAILURE

```
const int CanManager::ERR_SOCKET_CONFIGURE_FAILURE = -2  [static]
```

소켓 설정 실패시 반환되는 오류 코드입니다.

CanManager.hpp 파일의 42 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.2 ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE

```
const int CanManager::ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE = -1  [static]
```

소켓 생성 실패시 반환되는 오류 코드입니다.

CanManager.hpp 파일의 41 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.3 ifnames

```
std::vector<std::string> CanManager::ifnames  [private]
```

사용 가능한 인터페이스 이름 목록.

CanManager.hpp 파일의 154 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.4 isConnected

```
std::map<std::string, bool> CanManager::isConnected
```

모터의 연결 상태를 나타내는 맵.

CanManager.hpp 파일의 150 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.5 maxoncmd

```
MaxonCommandParser CanManager::maxoncmd  [private]
```

Maxon 모터 명령 파서.

CanManager.hpp 파일의 158 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.6 maxonCnt

```
int CanManager::maxonCnt =0
```

연결된 Maxon 모터의 수.

CanManager.hpp 파일의 151 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.7 motors

```
std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor> >& CanManager::motors  [private]
```

연결된 모터들의 참조를 저장하는 맵.

CanManager.hpp 파일의 155 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.8 sockets

```
std::map<std::string, int> CanManager::sockets
```

모터와 통신하는 소켓의 맵.

CanManager.hpp 파일의 149 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.9 tempFrames

```
std::map<int, std::vector<can_frame> > CanManager::tempFrames  [private]
```

임시 프레임 저장소.

CanManager.hpp 파일의 160 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.1.4.10 tmotorcmd

```
TMotorCommandParser CanManager::tmotorcmd  [private]
```

T 모터 명령 파서.

CanManager.hpp 파일의 157 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

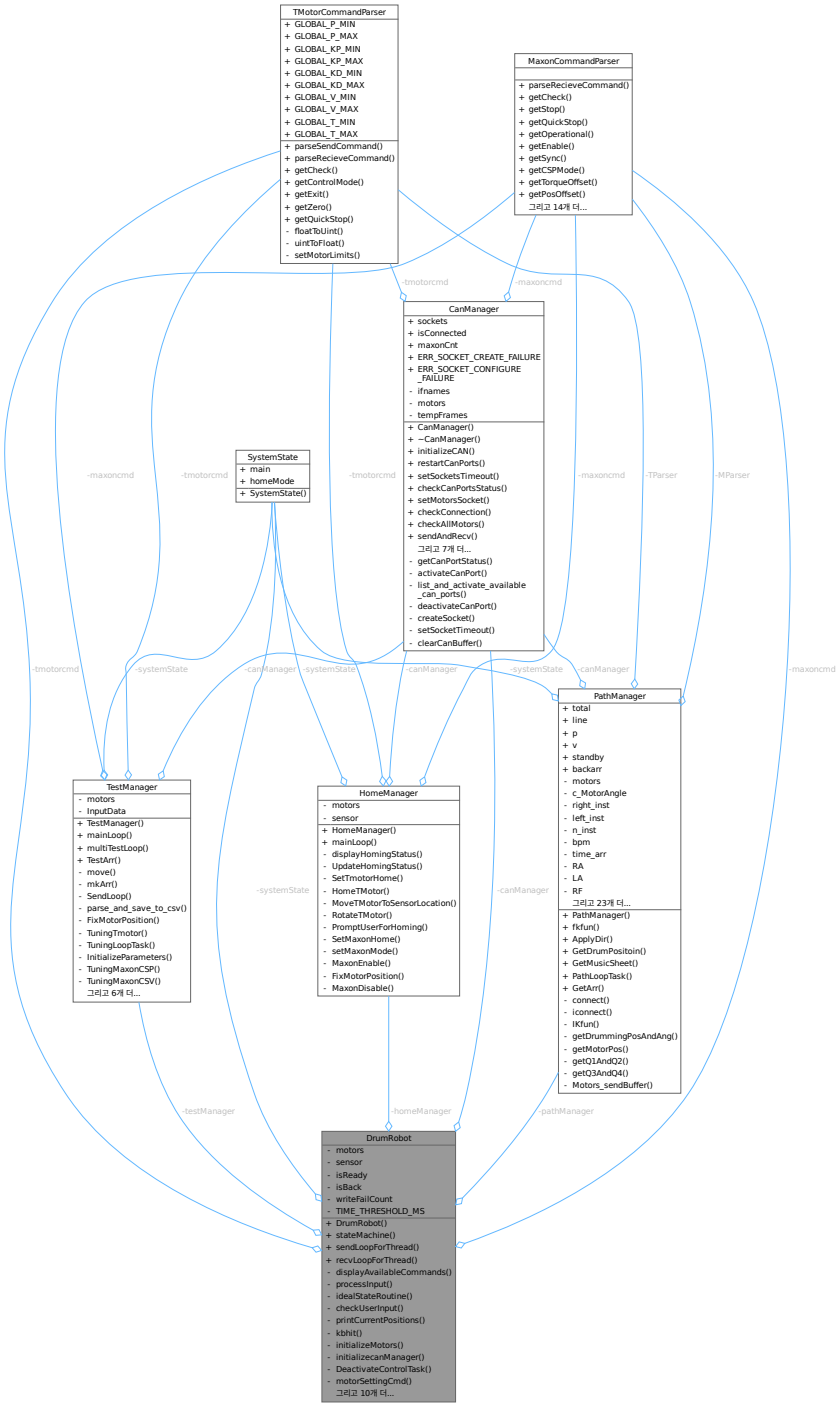
- include/managers/CanManager.hpp
- src/CanManager.cpp

4.2 DrumRobot 클래스 참조

드럼 로봇의 메인 제어 클래스.

`#include <DrumRobot.hpp>`

DrumRobot에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- DrumRobot (SystemState &systemStateRef, CanManager &canManagerRef, PathManager &pathManagerRef, HomeManager &homeManagerRef, TestManager &testManagerRef, std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > &motorsRef)
  DrumRobot 클래스의 생성자.
- void stateMachine ()
  상태 머신을 실행하는 메소드.
- void sendLoopForThread ()
  송신 루프를 별도의 스레드로 실행하는 메소드.
- void recvLoopForThread ()
  수신 루프를 별도의 스레드로 실행하는 메소드.

Private 멤버 함수

- void displayAvailableCommands () const
  사용 가능한 명령어를 표시하는 메소드.
- bool processInput (const std::string &input)
  사용자 입력을 처리하는 메소드.
- void idealStateRoutine ()
  이상 상태 루틴을 실행하는 메소드.
- void checkUserInput ()
  사용자 입력을 확인하는 메소드.
- void printCurrentPositions ()
  현재 모터 위치를 출력하는 메소드.
- int kbhit ()
  키보드 입력이 있는지 확인하는 메소드.
- void initializeMotors ()
  모터 초기화 메소드.
- void initializecanManager ()
  CAN 매니저 초기화 메소드.
- void DeactivateControlTask ()
  제어 태스크 비활성화 메소드.
- void motorSettingCmd ()
  모터 설정 명령어 메소드.
- void setMaxonMode (std::string targetMode)
  Maxon 모드 설정 메소드.
- void MaxonEnable ()
  Maxon 모터 활성화 메소드.
- void MaxonDisable ()
  Maxon 모터 비활성화 메소드.
- void SendLoop ()
  송신 루프 메소드.
- void save_to_txt_inputData (const string &csv_file_name)
  입력 데이터를 txt 파일로 저장하는 메소드.
- void SendReadyLoop ()
  준비 상태 송신 루프 메소드.
- void initializePathManager ()
  경로 매니저 초기화 메소드.
- void clearMotorsSendBuffer ()
  모터 송신 버퍼 클리어 메소드.
- void RecieveLoop ()
  수신 루프 메소드.
- void parse_and_save_to_csv (const std::string &csv_file_name)
  파싱 후 CSV 파일로 저장하는 메소드.

Private 속성

- SystemState & systemState
  시스템 상태 참조.
- CanManager & canManager
  CAN 매니저 참조.
- PathManager & pathManager
  경로 매니저 참조.
- HomeManager & homeManager
  홈 매니저 참조.
- TestManager & testManager
  테스트 매니저 참조.
- std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors
  모터 객체들의 맵 참조.
- TMotorCommandParser tmotorcmd
  T 모터 명령 파서.
- MaxonCommandParser maxoncmd
  Maxon 명령 파서.
- Sensor sensor
  센서 객체.
- bool isReady
  준비 상태 플래그.
- bool isBack
  되돌아가기 플래그.
- int writeFailCount
  송신 실패 카운트.
- const int TIME_THRESHOLD_MS = 5
  시간 임계값.

4.2.1 상세한 설명

드럼 로봇의 메인 제어 클래스.

이 클래스는 드럼 로봇 시스템의 메인 제어 로직을 포함하며, 다양한 매니저 클래스와 상태를 관리합니다.

DrumRobot.hpp 파일의 43 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.2.2.1 DrumRobot()

```
DrumRobot::DrumRobot (
            SystemState & systemStateRef,
            CanManager & canManagerRef,
            PathManager & pathManagerRef,
            HomeManager & homeManagerRef,
            TestManager & testManagerRef,
            std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motorsRef )
```

DrumRobot 클래스의 생성자.

매개변수

systemStateRef	시스템 상태에 대한 참조.
canManagerRef	CAN 매니저에 대한 참조.
pathManagerRef	경로 매니저에 대한 참조.
homeManagerRef	홈 매니저에 대한 참조.
testManagerRef	테스트 매니저에 대한 참조.
motorsRef	모터 객체들의 맵 참조.

DrumRobot.cpp 파일의 4 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00010     : systemState(systemStateRef),
00011       canManager(canManagerRef),
00012       pathManager(pathManagerRef),
00013       homeManager(homeManagerRef),
00014       testManager(testManagerRef),
00015       motors(motorsRef)
00016 {
00017 }
```

4.2.3 멤버 함수 문서화

4.2.3.1 checkUserInput()

```
void DrumRobot::checkUserInput ( )  [private]
```

사용자 입력을 확인하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 257 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00258 {
00259     if (kbhit())
00260     {
00261         char input = getchar();
00262         if (input == 'q')
00263             systemState.main = Main::Pause;
00264         else if (input == 'e')
00265         {
00266             isReady = false;
00267             systemState.main = Main::Ready;
00268             pathManager.line = 0;
00269         }
00270         else if (input == 'r')
00271             systemState.main = Main::Perform;
00272     }
00273     usleep(500000);
00274 }
```

4.2.3.2 clearMotorsSendBuffer()

```
void DrumRobot::clearMotorsSendBuffer ( )  [private]
```

모터 송신 버퍼 클리어 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 955 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00956 {
00957     for (auto motor_pair : motors)
00958         motor_pair.second->clearSendBuffer();
00959 }
```

4.2.3.3 DeactivateControlTask()

```
void DrumRobot::DeactivateControlTask ( )  [private]
```

제어 태스크 비활성화 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 456 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00457 {
00458     struct can_frame frame;
00459 
00460     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00461 
00462     for (auto &motorPair : motors)
00463     {
00464         std::string name = motorPair.first;
00465         auto &motor = motorPair.second;
00466 
00467         // 타입에 따라 적절한 캐스팅과 초기화 수행
00468         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00469         {
00470             tmotorcmd.getCheck(*tMotor, &frame);
00471             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00472 
00473             tmotorcmd.getExit(*tMotor, &frame);
00474             if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00475                 std::cout << "Exiting for motor [" << name << "]" << std::endl;
00476             else
00477                 std::cerr << "Failed to exit control mode for motor [" << name << "]." << std::endl;
00478         }
00479         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00480         {
00481             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00482             canManager.txFrame(motor, frame);
00483 
00484             maxoncmd.getSync(&frame);
00485             canManager.txFrame(motor, frame);
00486             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00487             {
00488                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00489                 {
00490                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00491                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00492                     {
00493                         std::cout << "Exiting for motor [" << name << "]" << std::endl;
00494                         break;
00495                     }
00496                     motor->recieveBuffer.pop();
00497                 }
00498             }
00499             else
00500                 std::cerr << "Failed to exit for motor [" << name << "]." << std::endl;
00501         }
00502     }
00503 }
```

4.2.3.4 displayAvailableCommands()

```
void DrumRobot::displayAvailableCommands ( ) const  [private]
```

사용 가능한 명령어를 표시하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 148 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00149 {
00150     std::cout << "Available Commands:\n";
00151 
00152     if (systemState.main == Main::Ideal)
00153     {
00154         if (systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00155         {
00156             std::cout << "- h : Start Homing Mode\n";
00157             std::cout << "- x : Make home state by user\n";
00158         }
00159         else if (systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00160         {
00161             std::cout << "- r : Move to Ready Position\n";
00162             std::cout << "- t : Start tuning\n";
```

```
00163         }
00164     }
00165     else if (systemState.main == Main::Ready)
00166     {
00167         std::cout « "- p : Start Perform\n";
00168         std::cout « "- t : Start tuning\n";
00169     }
00170     std::cout « "- s : Shut down the system\n";
00171     std::cout « "- c : Check Motors position\n";
00172 }
```

4.2.3.5 idealStateRoutine()

```
void DrumRobot::idealStateRoutine ( )  [private]
```

이상 상태 루틴을 실행하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 239 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00240 {
00241     int ret = system("clear");
00242     if (ret == -1)
00243         cout « "system clear error" « endl;
00244 
00245     displayAvailableCommands();
00246 
00247     std::string input;
00248     std::cout « "Enter command: ";
00249     std::getline(std::cin, input);
00250 
00251     if (!processInput(input))
00252         std::cout « "Invalid command or not allowed in current state!\n";
00253 
00254     usleep(2000);
00255 }
```

4.2.3.6 initializecanManager()

```
void DrumRobot::initializecanManager ( )  [private]
```

CAN 매니저 초기화 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 449 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00450 {
00451     canManager.initializeCAN();
00452     canManager.checkCanPortsStatus();
00453     canManager.setMotorsSocket();
00454 }
```

4.2.3.7 initializeMotors()

```
void DrumRobot::initializeMotors ( )  [private]
```

모터 초기화 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 306 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00307 {
00308     motors["waist"] = make_shared<TMotor>(0x007, "AK10_9");
00309     motors["R_arm1"] = make_shared<TMotor>(0x001, "AK70_10");
00310     motors["L_arm1"] = make_shared<TMotor>(0x002, "AK70_10");
00311     motors["R_arm2"] = make_shared<TMotor>(0x003, "AK70_10");
00312     motors["R_arm3"] = make_shared<TMotor>(0x004, "AK70_10");
00313     motors["L_arm2"] = make_shared<TMotor>(0x005, "AK70_10");
00314     motors["L_arm3"] = make_shared<TMotor>(0x006, "AK70_10");
00315     motors["L_wrist"] = make_shared<MaxonMotor>(0x009);
00316     motors["R_wrist"] = make_shared<MaxonMotor>(0x008);
00317     motors["maxonForTest"] = make_shared<MaxonMotor>(0x00A);
00318 
```

```
00319     for (auto &motor_pair : motors)
00320     {
00321         auto &motor = motor_pair.second;
00322 
00323         // 타입에 따라 적절한 캐스팅과 초기화 수행
00324         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00325         {
00326             // 각 모터 이름에 따른 멤버 변수 설정
00327             if (motor_pair.first == "waist")
00328             {
00329                 tMotor->cwDir = 1.0f;
00330                 tMotor->rMin = -M_PI / 2.0f; // -90deg
00331                 tMotor->rMax = M_PI / 2.0f;  // 90deg
00332                 tMotor->Kp = 400;
00333                 tMotor->Kd = 3.5;
00334                 tMotor->isHomed = true;
00335                 tMotor->interFaceName = "can0";
00336             }
00337             else if (motor_pair.first == "R_arm1")
00338             {
00339                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00340                 tMotor->sensorBit = 3;
00341                 tMotor->rMin = -M_PI; // -180deg
00342                 tMotor->rMax = 0.0f;  // 0deg
00343                 tMotor->Kp = 200;
00344                 tMotor->Kd = 2.5;
00345                 tMotor->isHomed = false;
00346                 tMotor->interFaceName = "can1";
00347             }
00348             else if (motor_pair.first == "L_arm1")
00349             {
00350                 tMotor->cwDir = 1.0f;
00351                 tMotor->sensorBit = 0;
00352                 tMotor->rMin = 0.0f; // 0deg
00353                 tMotor->rMax = M_PI; // 180deg
00354                 tMotor->Kp = 200;
00355                 tMotor->Kd = 2.5;
00356                 tMotor->isHomed = false;
00357                 tMotor->interFaceName = "can0";
00358             }
00359             else if (motor_pair.first == "R_arm2")
00360             {
00361                 tMotor->cwDir = 1.0f;
00362                 tMotor->sensorBit = 4;
00363                 tMotor->rMin = -M_PI / 4.0f; // -45deg
00364                 tMotor->rMax = M_PI / 2.0f;  // 90deg
00365                 tMotor->Kp = 350;
00366                 tMotor->Kd = 3.5;
00367                 tMotor->isHomed = false;
00368                 tMotor->interFaceName = "can1";
00369             }
00370             else if (motor_pair.first == "R_arm3")
00371             {
00372                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00373                 tMotor->sensorBit = 5;
00374                 tMotor->rMin = -M_PI * 0.75f; // -135deg
00375                 tMotor->rMax = 0.0f;          // 0deg
00376                 tMotor->Kp = 250;
00377                 tMotor->Kd = 3.5;
00378                 tMotor->isHomed = false;
00379                 tMotor->interFaceName = "can1";
00380             }
00381             else if (motor_pair.first == "L_arm2")
00382             {
00383                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00384                 tMotor->sensorBit = 1;
00385                 tMotor->rMin = -M_PI / 2.0f; // -90deg
00386                 tMotor->rMax = M_PI / 4.0f;  // 45deg
00387                 tMotor->Kp = 350;
00388                 tMotor->Kd = 3.5;
00389                 tMotor->isHomed = false;
00390                 tMotor->interFaceName = "can0";
00391             }
00392             else if (motor_pair.first == "L_arm3")
00393             {
00394                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00395                 tMotor->sensorBit = 2;
00396                 tMotor->rMin = -M_PI * 0.75f; // -135deg
00397                 tMotor->rMax = 0.0f;          // 0deg
00398                 tMotor->Kp = 250;
00399                 tMotor->Kd = 3.5;
00400                 tMotor->isHomed = false;
00401                 tMotor->interFaceName = "can0";
00402             }
00403         }
00404         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
```

```
00405         {
00406             // 각 모터 이름에 따른 멤버 변수 설정
00407             if (motor_pair.first == "L_wrist")
00408             {
00409                 maxonMotor->cwDir = -1.0f;
00410                 maxonMotor->rMin = -M_PI * 0.75f; // -120deg
00411                 maxonMotor->rMax = M_PI / 2.0f;   // 90deg
00412                 maxonMotor->isHomed = false;
00413                 maxonMotor->txPdoIds[0] = 0x209; // Controlword
00414                 maxonMotor->txPdoIds[1] = 0x309; // TargetPosition
00415                 maxonMotor->txPdoIds[2] = 0x409; // TargetVelocity
00416                 maxonMotor->txPdoIds[3] = 0x509; // TargetTorque
00417                 maxonMotor->rxPdoIds[0] = 0x189; // Statusword, ActualPosition, ActualTorque
00418                 maxonMotor->interFaceName = "can2";
00419             }
00420             else if (motor_pair.first == "R_wrist")
00421             {
00422                 maxonMotor->cwDir = 1.0f;
00423                 maxonMotor->rMin = 0.0f; // 0deg
00424                 maxonMotor->rMax = M_PI; // 180deg
00425                 maxonMotor->isHomed = false;
00426                 maxonMotor->txPdoIds[0] = 0x208; // Controlword
00427                 maxonMotor->txPdoIds[1] = 0x308; // TargetPosition
00428                 maxonMotor->txPdoIds[2] = 0x408; // TargetVelocity
00429                 maxonMotor->txPdoIds[3] = 0x508; // TargetTorque
00430                 maxonMotor->rxPdoIds[0] = 0x188; // Statusword, ActualPosition, ActualTorque
00431                 maxonMotor->interFaceName = "can2";
00432             }
00433             else if (motor_pair.first == "maxonForTest")
00434             {
00435                 maxonMotor->cwDir = 1.0f;
00436                 maxonMotor->rMin = 0.0f; // 0deg
00437                 maxonMotor->rMax = M_PI; // 180deg
00438                 maxonMotor->isHomed = false;
00439                 maxonMotor->txPdoIds[0] = 0x20A; // Controlword
00440                 maxonMotor->txPdoIds[1] = 0x30A; // TargetPosition
00441                 maxonMotor->txPdoIds[2] = 0x40A; // TargetVelocity
00442                 maxonMotor->txPdoIds[3] = 0x50A; // TargetTorque
00443                 maxonMotor->rxPdoIds[0] = 0x18A; // Statusword, ActualPosition, ActualTorque
00444             }
00445         }
00446     }
00447 };
```

4.2.3.8 initializePathManager()

```
void DrumRobot::initializePathManager ( )  [private]
```

경로 매니저 초기화 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 948 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00949 {
00950     pathManager.ApplyDir();
00951     pathManager.GetDrumPositoin();
00952     pathManager.GetMusicSheet();
00953 }
```

4.2.3.9 kbhit()

```
int DrumRobot::kbhit ( )  [private]
```

키보드 입력이 있는지 확인하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 276 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00277 {
00278     struct termios oldt, newt;
00279     int ch;
00280     int oldf;
00281
00282     tcgetattr(STDIN_FILENO, &oldt);
00283     newt = oldt;
00284     newt.c_lflag &= ~(ICANON | ECHO);
00285     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &newt);
00286     oldf = fcntl(STDIN_FILENO, F_GETFL, 0);
```

```
00287     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf | O_NONBLOCK);
00288
00289     ch = getchar();
00290
00291     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &oldt);
00292     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf);
00293
00294     if (ch != EOF)
00295     {
00296         ungetc(ch, stdin);
00297         return 1;
00298     }
00299
00300     return 0;
00301 }
```

4.2.3.10 MaxonDisable()

```
void DrumRobot::MaxonDisable ( )  [private]
```

Maxon 모터 비활성화 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 726 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00727 {
00728     struct can_frame frame;
00729
00730     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00731
00732     for (auto &motorPair : motors)
00733     {
00734         std::string name = motorPair.first;
00735         auto &motor = motorPair.second;
00736
00737         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00738         {
00739             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00740             canManager.txFrame(motor, frame);
00741
00742             maxoncmd.getSync(&frame);
00743             canManager.txFrame(motor, frame);
00744             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00745             {
00746                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00747                 {
00748                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00749                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00750                         break;
00751                     motor->recieveBuffer.pop();
00752                 }
00753             }
00754             else
00755                 std::cerr « "Failed to exit for motor [" « name « "]." « std::endl;
00756         }
00757     }
00758 }
```

4.2.3.11 MaxonEnable()

```
void DrumRobot::MaxonEnable ( )  [private]
```

Maxon 모터 활성화 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 648 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00649 {
00650     struct can_frame frame;
00651     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00652
00653     int maxonMotorCount = 0;
00654     for (const auto &motor_pair : motors)
00655     {
00656         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00657         if (std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00658             maxonMotorCount++;
00659     }
```

```
00660
00661     // 제어 모드 설정
00662     for (const auto &motorPair : motors)
00663     {
00664         std::string name = motorPair.first;
00665         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00666         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00667         {
00668
00669             maxoncmd.getOperational(*maxonMotor, &frame);
00670             canManager.txFrame(motor, frame);
00671
00672             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00673             canManager.txFrame(motor, frame);
00674
00675             maxoncmd.getSync(&frame);
00676             canManager.txFrame(motor, frame);
00677
00678             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00679             {
00680                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00681                 {
00682                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00683                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00684                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00685                     motor->recieveBuffer.pop();
00686                 }
00687             }
00688
00689             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00690             canManager.txFrame(motor, frame);
00691
00692             maxoncmd.getSync(&frame);
00693             canManager.txFrame(motor, frame);
00694
00695             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00696             {
00697                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00698                 {
00699                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00700                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00701                         std::cout « "Maxon Quick Stopped\n";
00702                     motor->recieveBuffer.pop();
00703                 }
00704             }
00705
00706             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00707             canManager.txFrame(motor, frame);
00708
00709             maxoncmd.getSync(&frame);
00710             canManager.txFrame(motor, frame);
00711
00712             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00713             {
00714                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00715                 {
00716                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00717                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00718                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00719                     motor->recieveBuffer.pop();
00720                 }
00721             }
00722         }
00723     }
00724 };
```

4.2.3.12 motorSettingCmd()

```
void DrumRobot::motorSettingCmd ( )  [private]
```

모터 설정 명령어 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 558 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00559 {
00560     struct can_frame frame;
00561     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00562     for (const auto &motorPair : motors)
00563     {
00564         std::string name = motorPair.first;
00565         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
```

```
00566         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
00567         {
00568
00569             // CSP Settings
00570             maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00571             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00572
00573             maxoncmd.getPosOffset(*maxonMotor, &frame);
00574             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00575
00576             maxoncmd.getTorqueOffset(*maxonMotor, &frame);
00577             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00578
00579             // CSV Settings
00580             maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00581             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00582
00583             maxoncmd.getVelOffset(*maxonMotor, &frame);
00584             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00585
00586             // CST Settings
00587             maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
00588             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00589
00590             maxoncmd.getTorqueOffset(*maxonMotor, &frame);
00591             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00592
00593             // HMM Settigns
00594             maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
00595             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00596
00597             if (name == "L_wrist")
00598             {
00599                 maxoncmd.getHomingMethodL(*maxonMotor, &frame);
00600                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00601
00602                 maxoncmd.getHomeoffsetDistance(*maxonMotor, &frame, 0);
00603                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00604
00605                 maxoncmd.getHomePosition(*maxonMotor, &frame, -95);
00606                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00607             }
00608             else if (name == "R_wrist")
00609             {
00610                 maxoncmd.getHomingMethodR(*maxonMotor, &frame);
00611                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00612
00613                 maxoncmd.getHomeoffsetDistance(*maxonMotor, &frame, 0);
00614                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00615
00616                 maxoncmd.getHomePosition(*maxonMotor, &frame, -95);
00617                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00618             }
00619             else if (name == "maxonForTest")
00620             {
00621                 maxoncmd.getHomingMethodL(*maxonMotor, &frame);
00622                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00623
00624                 maxoncmd.getHomeoffsetDistance(*maxonMotor, &frame, 20);
00625                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00626
00627                 maxoncmd.getHomePosition(*maxonMotor, &frame, 90);
00628                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00629             }
00630
00631             maxoncmd.getCurrentThreshold(*maxonMotor, &frame);
00632             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00633         }
00634         else if (std::shared_ptr<TMotor> tmotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motorPair.second))
00635         {
00636             if (name == "waist")
00637             {
00638                 tmotorcmd.getZero(*tmotor, &frame);
00639                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00640             }
00641             usleep(5000);
00642             tmotorcmd.getControlMode(*tmotor, &frame);
00643             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00644         }
00645     }
00646 }
```

4.2.3.13 parse_and_save_to_csv()

```
void DrumRobot::parse_and_save_to_csv (
            const std::string & csv_file_name )  [private]
```

파싱 후 CSV 파일로 저장하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 1000 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01001 {
01002     // CSV 파일 열기. 파일이 없으면 새로 생성됩니다.
01003     std::ofstream ofs(csv_file_name, std::ios::app);
01004     if (!ofs.is_open())
01005     {
01006         std::cerr << "Failed to open or create the CSV file: " << csv_file_name << std::endl;
01007         return;
01008     }
01009
01010     // 파일이 새로 생성되었으면 CSV 헤더를 추가
01011     ofs.seekp(0, std::ios::end);
01012     if (ofs.tellp() == 0)
01013         ofs << "CAN_ID,p_act,tff_des,tff_act\n";
01014
01015     // 각 모터에 대한 처리
01016     for (const auto &pair : motors)
01017     {
01018         auto &motor = pair.second;
01019         if (!motor->recieveBuffer.empty())
01020         {
01021             can_frame frame = motor->recieveBuffer.front();
01022             motor->recieveBuffer.pop();
01023
01024             int id = motor->nodeId;
01025             float position, speed, torque;
01026
01027             // TMotor 또는 MaxonMotor에 따른 데이터 파싱 및 출력
01028             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
01029             {
01030                 std::tuple<int, float, float, float> parsedData =
      tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
01031                 position = std::get<1>(parsedData);
01032                 speed = std::get<2>(parsedData);
01033                 torque = std::get<3>(parsedData);
01034             }
01035             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
01036             {
01037                 std::tuple<int, float, float> parsedData = maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor,
      &frame);
01038                 position = std::get<1>(parsedData);
01039                 torque = std::get<2>(parsedData);
01040                 speed = 0.0;
01041             }
01042
01043             // 데이터 CSV 파일에 쓰기
01044             ofs << "0x" << std::hex << std::setw(4) << std::setfill('0') << id << ","
01045                 << std::dec << position << "," << speed << "," << torque << "\n";
01046         }
01047     }
01048
01049     ofs.close();
01050     std::cout << "연주 txt_OutData 파일이 생성되었습니다: " << csv_file_name << std::endl;
01051 }
```

4.2.3.14 printCurrentPositions()

```
void DrumRobot::printCurrentPositions ( )  [private]
```

현재 모터 위치를 출력하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 505 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00506 {
00507     for (auto &motorPair : motors)
00508     {
00509         std::string name = motorPair.first;
00510         auto &motor = motorPair.second;
00511         std::cout << "[" << std::hex << motor->nodeId << std::dec << "] ";
```

```
00512         std::cout « name « " : " « motor->currentPos « endl;
00513     }
00514
00515     vector<double> P(6);
00516     P = pathManager.fkfun();
00517
00518     cout « "Right Hand Position : { " « P[0] « " , " « P[1] « " , " « P[2] « " }\n";
00519     cout « "Left Hand Position : { " « P[3] « " , " « P[4] « " , " « P[5] « " }\n";
00520     printf("Print Enter to Go Home\n");
00521     getchar();
00522 }
```

4.2.3.15 processInput()

```
bool DrumRobot::processInput (
            const std::string & input )  [private]
```

사용자 입력을 처리하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 174 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00175 {
00176     if (systemState.main == Main::Ideal)
00177     {
00178         if (input == "h" && systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00179         {
00180             systemState.main = Main::Homing;
00181             return true;
00182         }
00183         else if (input == "t" && systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00184         {
00185             systemState.main = Main::Tune;
00186             return true;
00187         }
00188         else if (input == "r" && systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00189         {
00190             systemState.main = Main::Ready;
00191             return true;
00192         }
00193         else if (input == "x" && systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00194         {
00195             systemState.homeMode = HomeMode::HomeDone;
00196             return true;
00197         }
00198         else if (input == "c")
00199         {
00200             systemState.main = Main::Check;
00201             return true;
00202         }
00203         else if (input == "s")
00204         {
00205             if (systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00206                 systemState.main = Main::Shutdown;
00207             else if (systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00208                 systemState.main = Main::Back;
00209             return true;
00210         }
00211     }
00212     else if (systemState.main == Main::Ready)
00213     {
00214         if (input == "p")
00215         {
00216             systemState.main = Main::Perform;
00217             return true;
00218         }
00219         else if (input == "s")
00220         {
00221             systemState.main = Main::Back;
00222             return true;
00223         }
00224         else if (input == "t")
00225         {
00226             systemState.main = Main::Tune;
00227             return true;
00228         }
00229         else if (input == "c")
00230         {
00231             systemState.main = Main::Check;
00232             return true;
00233         }
00234     }
00235
00236     return false;
00237 }
```

4.2.3.16 RecieveLoop()

```
void DrumRobot::RecieveLoop ( )  [private]
```

수신 루프 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 965 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00966 {
00967     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00968 
00969     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00970     canManager.clearReadBuffers();
00971 
00972     sensor.connect();
00973     if (!sensor.connected)
00974         cout « "Sensor initialization failed. Skipping sensor related logic." « endl;
00975 
00976     while (systemState.main == Main::Perform || systemState.main == Main::Pause)
00977     {
00978         if (systemState.main == Main::Pause)
00979             continue;
00980 
00981         /*if (sensor.connected && (sensor.ReadVal() & 1) != 0)
00982         {
00983             cout « "Motors at Sensor Location please check!!!\n";
00984             systemState.runMode = RunMode::Pause;
00985         }*/
00986 
00987         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00988         chrono::milliseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::milliseconds>(internal -
    external);
00989         if (elapsed_time.count() >= TIME_THRESHOLD_MS)
00990         {
00991             external = std::chrono::system_clock::now();
00992             canManager.readFramesFromAllSockets();
00993             canManager.distributeFramesToMotors();
00994         }
00995     }
00996 
00997     parse_and_save_to_csv("../../READ/DrumData_out.txt");
00998 }
```

4.2.3.17 recvLoopForThread()

```
void DrumRobot::recvLoopForThread ( )
```

수신 루프를 별도의 스레드로 실행하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 125 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00126 {
00127 
00128     while (systemState.main != Main::Shutdown)
00129     {
00130         usleep(50000);
00131         if (systemState.main == Main::Ideal)
00132         {
00133             canManager.checkCanPortsStatus();
00134             canManager.checkAllMotors();
00135             sleep(3);
00136         }
00137         else if (systemState.main == Main::Perform)
00138         {
00139             canManager.clearReadBuffers();
00140             RecieveLoop();
00141         }
00142     }
00143 }
```

4.2.3.18 save_to_txt_inputData()

```
void DrumRobot::save_to_txt_inputData (
            const string & csv_file_name )  [private]
```

입력 데이터를 txt 파일로 저장하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 858 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00859 {
00860     // CSV 파일 열기
00861     std::ofstream csvFile(csv_file_name);
00862
00863     if (!csvFile.is_open())
00864         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
00865
00866     // 헤더 추가
00867     csvFile « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
00868
00869     // 2차원 벡터의 데이터를 CSV 파일로 쓰기
00870     for (const auto &row : pathManager.p)
00871     {
00872         for (const double cell : row)
00873         {
00874             csvFile « std::fixed « std::setprecision(5) « cell;
00875             if (&cell != &row.back())
00876                 csvFile « ","; // 쉼표로 셀 구분
00877         }
00878         csvFile « "\n"; // 다음 행으로 이동
00879     }
00880
00881     // CSV 파일 닫기
00882     csvFile.close();
00883
00884     std::cout « "연주 DrumData_in 파일이 생성되었습니다: " « csv_file_name « std::endl;
00885
00886     std::cout « "SendLoop terminated\n";
00887 }
```

4.2.3.19 SendLoop()

```
void DrumRobot::SendLoop ( )  [private]
```

송신 루프 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 763 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00764 {
00765     struct can_frame frameToProcess;
00766     std::string maxonCanInterface;
00767     std::shared_ptr<GenericMotor> virtualMaxonMotor;
00768
00769     int maxonMotorCount = 0;
00770     for (const auto &motor_pair : motors)
00771     {
00772         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00773         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00774         {
00775             maxonMotorCount++;
00776             maxonCanInterface = maxonMotor->interFaceName;
00777             virtualMaxonMotor = motor_pair.second;
00778         }
00779     }
00780     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00781
00782     while (systemState.main == Main::Perform || systemState.main == Main::Pause)
00783     {
00784
00785         if (systemState.main == Main::Pause)
00786             continue;
00787
00788         bool isAnyBufferLessThanTen = false;
00789         for (const auto &motor_pair : motors)
00790         {
00791             if (motor_pair.second->sendBuffer.size() < 10)
00792             {
00793                 isAnyBufferLessThanTen = true;
```

```
00794                 break;
00795             }
00796         }
00797         if (isAnyBufferLessThanTen)
00798         {
00799             if (pathManager.line < pathManager.total)
00800             {
00801                 std::cout « "line : " « pathManager.line « ", total : " « pathManager.total « "\n";
00802                 pathManager.PathLoopTask();
00803                 pathManager.line++;
00804             }
00805             else if (pathManager.line == pathManager.total)
00806             {
00807                 std::cout « "Perform Done\n";
00808                 systemState.main = Main::Ready;
00809                 pathManager.line = 0;
00810             }
00811         }
00812 
00813         bool allBuffersEmpty = true;
00814         for (const auto &motor_pair : motors)
00815         {
00816             if (!motor_pair.second->sendBuffer.empty())
00817             {
00818                 allBuffersEmpty = false;
00819                 break;
00820             }
00821         }
00822 
00823         // 모든 모터의 sendBuffer가 비었을 때 성능 종료 로직 실행
00824         if (allBuffersEmpty)
00825         {
00826             std::cout « "Performance is Over\n";
00827             systemState.main = Main::Ideal;
00828         }
00829 
00830         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00831         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
    external);
00832 
00833         if (elapsed_time.count() >= 5000) // 5ms
00834         {
00835             external = std::chrono::system_clock::now();
00836 
00837             for (auto &motor_pair : motors)
00838             {
00839                 shared_ptr<GenericMotor> motor = motor_pair.second;
00840                 canManager.sendFromBuff(motor);
00841             }
00842 
00843             if (maxonMotorCount != 0)
00844             {
00845                 maxoncmd.getSync(&frameToProcess);
00846                 canManager.txFrame(virtualMaxonMotor, frameToProcess);
00847             }
00848         }
00849     }
00850 
00851     // CSV 파일명 설정
00852     std::string csvFileName = "../../READ/DrumData_in.txt";
00853 
00854     // input 파일 저장
00855     save_to_txt_inputData(csvFileName);
00856 }
```

4.2.3.20 sendLoopForThread()

```
void DrumRobot::sendLoopForThread ( )
```

송신 루프를 별도의 스레드로 실행하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 109 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00110 {
00111     initializePathManager();
00112     while (systemState.main != Main::Shutdown)
00113     {
00114         usleep(50000);
00115         if (systemState.main == Main::Perform)
00116         {
00117             if (canManager.checkAllMotors())
```

```
00118             {
00119                 SendLoop();
00120             }
00121         }
00122     }
00123 }
```

4.2.3.21 SendReadyLoop()

```
void DrumRobot::SendReadyLoop ( )  [private]
```

준비 상태 송신 루프 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 889 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00890 {
00891     cout « "Settig...\n";
00892     struct can_frame frameToProcess;
00893     std::string maxonCanInterface;
00894     std::shared_ptr<GenericMotor> virtualMaxonMotor;
00895 
00896     int maxonMotorCount = 0;
00897     for (const auto &motor_pair : motors)
00898     {
00899         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00900         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00901         {
00902             maxonMotorCount++;
00903             maxonCanInterface = maxonMotor->interFaceName;
00904             virtualMaxonMotor = motor_pair.second;
00905         }
00906     }
00907     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00908 
00909     bool allBuffersEmpty;
00910     do
00911     {
00912         allBuffersEmpty = true;
00913         for (const auto &motor_pair : motors)
00914         {
00915             if (!motor_pair.second->sendBuffer.empty())
00916             {
00917                 allBuffersEmpty = false;
00918                 break;
00919             }
00920         }
00921 
00922         if (!allBuffersEmpty)
00923         {
00924             chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00925             chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
00926 
00927             if (elapsed_time.count() >= 5000) // 5ms
00928             {
00929                 external = std::chrono::system_clock::now();
00930 
00931                 for (auto &motor_pair : motors)
00932                 {
00933                     shared_ptr<GenericMotor> motor = motor_pair.second;
00934                     canManager.sendFromBuff(motor);
00935                 }
00936 
00937                 if (maxonMotorCount != 0)
00938                 {
00939                     maxoncmd.getSync(&frameToProcess);
00940                     canManager.txFrame(virtualMaxonMotor, frameToProcess);
00941                 }
00942             }
00943         }
00944     } while (!allBuffersEmpty);
00945     canManager.clearReadBuffers();
00946 }
```

4.2.3.22 setMaxonMode()

```
void DrumRobot::setMaxonMode (
            std::string targetMode )  [private]
```

Maxon 모드 설정 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 524 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00525 {
00526     struct can_frame frame;
00527     canManager.setSocketsTimeout(0, 10000);
00528     for (const auto &motorPair : motors)
00529     {
00530         std::string name = motorPair.first;
00531         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00532         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
00533         {
00534             if (targetMode == "CSV")
00535             {
00536                 maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00537                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00538             }
00539             else if (targetMode == "CST")
00540             {
00541                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
00542                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00543             }
00544             else if (targetMode == "HMM")
00545             {
00546                 maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
00547                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00548             }
00549             else if (targetMode == "CSP")
00550             {
00551                 maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
00552                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00553             }
00554         }
00555     }
00556 }
```

4.2.3.23 stateMachine()

```
void DrumRobot::stateMachine ( )
```

상태 머신을 실행하는 메소드.

DrumRobot.cpp 파일의 23 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00024 {
00025
00026     while (systemState.main != Main::Shutdown)
00027     {
00028         switch (systemState.main.load())
00029         {
00030         case Main::SystemInit:
00031             initializeMotors();
00032             initializecanManager();
00033             motorSettingCmd();
00034             std::cout « "System Initialize Complete [ Press Enter ]\n";
00035             getchar();
00036             systemState.main = Main::Ideal;
00037             break;
00038
00039         case Main::Ideal:
00040             idealStateRoutine();
00041             break;
00042
00043         case Main::Homing:
00044             homeManager.mainLoop();
00045             break;
00046
00047         case Main::Perform:
00048             checkUserInput();
00049             break;
00050
```

```
00051         case Main::Check:
00052             canManager.checkAllMotors();
00053             printCurrentPositions();
00054             systemState.main = Main::Ideal;
00055             break;
00056 
00057         case Main::Tune:
00058             MaxonEnable();
00059             testManager.mainLoop();
00060             MaxonDisable();
00061             break;
00062 
00063         case Main::Shutdown:
00064             break;
00065 
00066         case Main::Ready:
00067             if (!isReady)
00068             {
00069                 if (canManager.checkAllMotors())
00070                 {
00071                     MaxonEnable();
00072                     setMaxonMode("CSP");
00073                     cout « "Get Ready...\n";
00074                     clearMotorsSendBuffer();
00075                     pathManager.GetArr(pathManager.standby);
00076                     SendReadyLoop();
00077                     isReady = true;
00078                 }
00079             }
00080             else
00081                 idealStateRoutine();
00082             break;
00083 
00084         case Main::Back:
00085             if (!isBack)
00086             {
00087                 if (canManager.checkAllMotors())
00088                 {
00089                     cout « "Get Back...\n";
00090                     clearMotorsSendBuffer();
00091                     pathManager.GetArr(pathManager.backarr);
00092                     SendReadyLoop();
00093                     isBack = true;
00094                 }
00095             }
00096             else
00097             {
00098                 systemState.main = Main::Shutdown;
00099                 DeactivateControlTask();
00100             }
00101             break;
00102         case Main::Pause:
00103             checkUserInput();
00104             break;
00105         }
00106     }
00107 }
```

4.2.4 멤버 데이터 문서화

4.2.4.1 canManager

```
CanManager& DrumRobot::canManager  [private]
```

CAN 매니저 참조.

DrumRobot.hpp 파일의 68 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.2 homeManager

```
HomeManager& DrumRobot::homeManager  [private]
```

홈 매니저 참조.

DrumRobot.hpp 파일의 70 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.3 isBack

```
bool DrumRobot::isBack  [private]
```

되돌아가기 플래그.

DrumRobot.hpp 파일의 87 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.4 isReady

```
bool DrumRobot::isReady  [private]
```

준비 상태 플래그.

DrumRobot.hpp 파일의 86 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.5 maxoncmd

```
MaxonCommandParser DrumRobot::maxoncmd  [private]
```

Maxon 명령 파서.

DrumRobot.hpp 파일의 75 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.6 motors

```
std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor> >& DrumRobot::motors  [private]
```

모터 객체들의 맵 참조.

DrumRobot.hpp 파일의 72 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.7 pathManager

```
PathManager& DrumRobot::pathManager  [private]
```

경로 매니저 참조.

DrumRobot.hpp 파일의 69 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.8 sensor

```
Sensor DrumRobot::sensor  [private]
```

센서 객체.

DrumRobot.hpp 파일의 76 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.9 systemState

```
SystemState& DrumRobot::systemState  [private]
```

시스템 상태 참조.

DrumRobot.hpp 파일의 67 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.10 testManager

```
TestManager& DrumRobot::testManager  [private]
```

테스트 매니저 참조.

DrumRobot.hpp 파일의 71 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.11 TIME_THRESHOLD_MS

```
const int DrumRobot::TIME_THRESHOLD_MS = 5  [private]
```

시간 임계값.

DrumRobot.hpp 파일의 107 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.12 tmotorcmd

```
TMotorCommandParser DrumRobot::tmotorcmd  [private]
```

T 모터 명령 파서.

DrumRobot.hpp 파일의 74 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.2.4.13 writeFailCount

```
int DrumRobot::writeFailCount  [private]
```

송신 실패 카운트.

DrumRobot.hpp 파일의 102 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

- include/tasks/DrumRobot.hpp
- src/DrumRobot.cpp

4.3 GenericMotor 클래스 참조

모든 모터 타입의 기본이 되는 범용 모터 클래스입니다.

`#include <Motor.hpp>`

GenericMotor에 대한 협력 다이어그램:

Public 멤버 함수

- GenericMotor (uint32_t nodeId, const std::string &interFaceName)
- void clearSendBuffer ()
  송신 버퍼를 클리어합니다.
- void clearReceiveBuffer ()
  수신 버퍼를 클리어합니다.

Public 속성

- uint32_t nodeId
  모터의 노드 ID.
- std::string interFaceName
  모터가 연결된 인터페이스의 이름.
- float desPos
- float desVel

- float desTor
  목표 위치, 속도, 토크.
- float currentPos
- float currentVel
- float currentTor
  현재 위치, 속도, 토크.
- float cwDir
  시계 방향 회전을 나타내는 방향 값.
- bool isHomed
- bool isConected
  홈 위치에 있는지, 연결되어 있는지의 상태.
- float rMin
- float rMax
  회전 범위의 최소, 최대 값.
- int socket
  모터가 연결된 소켓의 식별자.
- int Kp
  비례 제어 게인.
- double Kd
  미분 제어 게인.
- std::queue< can_frame > sendBuffer
  송신 버퍼.
- std::queue< can_frame > recieveBuffer
  수신 버퍼.

4.3.1 상세한 설명

모든 모터 타입의 기본이 되는 범용 모터 클래스입니다.

이 클래스는 모터의 기본 속성과 기능을 정의합니다. 모든 특정 모터 타입 클래스는 이 클래스를 상속받습니다.

Motor.hpp 파일의 24 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.2 멤버 함수 문서화

4.3.2.1 clearReceiveBuffer()

```
void GenericMotor::clearReceiveBuffer ( )
```

수신 버퍼를 클리어합니다.

Motor.cpp 파일의 16 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00017 {
00018     while (!recieveBuffer.empty())
00019     {
00020         recieveBuffer.pop();
00021     }
00022 }
```

4.3.2.2 clearSendBuffer()

```
void GenericMotor::clearSendBuffer ( )
```

송신 버퍼를 클리어합니다.

Motor.cpp 파일의 8 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00009 {
00010     while (!sendBuffer.empty())
00011     {
00012         sendBuffer.pop();
00013     }
00014 }
```

4.3.3 멤버 데이터 문서화

4.3.3.1 currentPos

```
float GenericMotor::currentPos
```

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.2 currentTor

```
float GenericMotor::currentTor
```

현재 위치, 속도, 토크.

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.3 currentVel

```
float GenericMotor::currentVel
```

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.4 cwDir

```
float GenericMotor::cwDir
```

시계 방향 회전을 나타내는 방향 값.

Motor.hpp 파일의 31 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.5 desPos

```
float GenericMotor::desPos
```

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.6 desTor

```
float GenericMotor::desTor
```

목표 위치, 속도, 토크.

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.7 desVel

```
float GenericMotor::desVel
```

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.8 interFaceName

```
std::string GenericMotor::interFaceName
```

모터가 연결된 인터페이스의 이름.

Motor.hpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.9 isConected

```
bool GenericMotor::isConected
```

홈 위치에 있는지, 연결되어 있는지의 상태.

Motor.hpp 파일의 32 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.10 isHomed

```
bool GenericMotor::isHomed
```

Motor.hpp 파일의 32 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.11 Kd

```
double GenericMotor::Kd
```

미분 제어 게인.

Motor.hpp 파일의 36 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.12 Kp

```
int GenericMotor::Kp
```

비례 제어 게인.

Motor.hpp 파일의 35 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.13 nodeId

```
uint32_t GenericMotor::nodeId
```

모터의 노드 ID.

Motor.hpp 파일의 27 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.14 recieveBuffer

```
std::queue<can_frame> GenericMotor::recieveBuffer
```

수신 버퍼.

Motor.hpp 파일의 38 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.15 rMax

```
float GenericMotor::rMax
```

회전 범위의 최소, 최대 값.

Motor.hpp 파일의 33 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.16 rMin

```
float GenericMotor::rMin
```

Motor.hpp 파일의 33 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.17 sendBuffer

```
std::queue<can_frame> GenericMotor::sendBuffer
```

송신 버퍼.

Motor.hpp 파일의 37 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.3.3.18 socket

```
int GenericMotor::socket
```

모터가 연결된 소켓의 식별자.

Motor.hpp 파일의 34 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

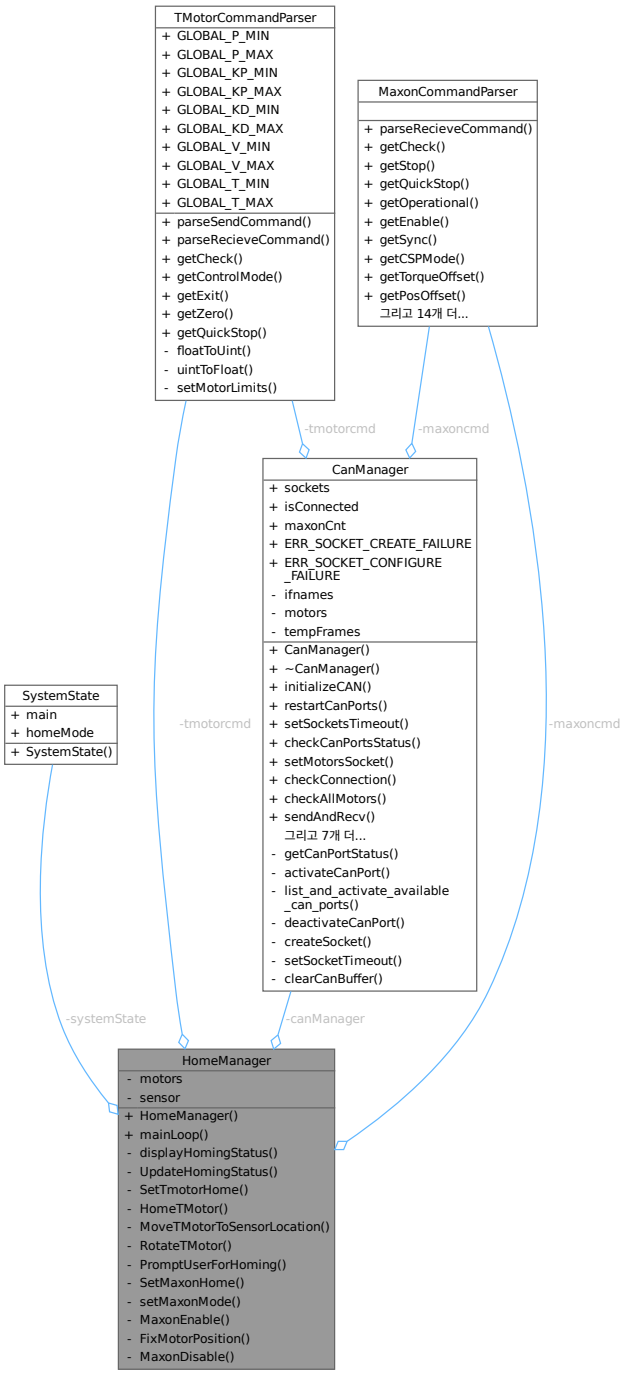
- include/motors/Motor.hpp
- src/Motor.cpp

4.4 HomeManager 클래스 참조

모터의 홈 위치 설정 및 관리를 담당하는 클래스입니다.

```
#include <HomeManager.hpp>
```

HomeManager에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- HomeManager (SystemState &systemStateRef, CanManager &canManagerRef, std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > &motorsRef)

  HomeManager 클래스의 생성자입니다.
- void mainLoop ()

  모터 홈 위치 설정의 메인 루프를 실행합니다.

Private 멤버 함수

- void displayHomingStatus ()
  모터의 홈 위치 설정 상태를 표시합니다.
- void UpdateHomingStatus ()
  모터의 홈 위치 설정 상태를 업데이트합니다.
- void SetTmotorHome (vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > &motors, vector< std::string > &motorNames)
  T모터를 홈 위치로 설정합니다.
- void HomeTMotor (vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > &motors, vector< std::string > &motorNames)
  T모터의 홈 위치를 설정하는 작업을 수행합니다.
- vector< float > MoveTMotorToSensorLocation (vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > &motors, vector< std::string > &motorNames, vector< int > &sensorsBit)
  T모터를 센서 위치로 이동시킵니다.
- void RotateTMotor (vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > &motors, vector< std::string > &motorNames, vector< double > &directions, vector< double > &degrees, vector< float > &midpoints)
  T모터를 회전시킵니다.
- bool PromptUserForHoming (const std::string &motorName)
  사용자에게 홈 위치 설정을 위한 확인을 요청합니다.
- void SetMaxonHome (vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > &motors)
  Maxon 모터를 홈 위치로 설정합니다.
- void setMaxonMode (std::string targetMode)
  Maxon 모터의 작동 모드를 설정합니다.
- void MaxonEnable ()
  Maxon 모터를 활성화합니다.
- void FixMotorPosition (std::shared_ptr< GenericMotor > &motor)
  모터의 위치를 수정합니다.
- void MaxonDisable ()
  Maxon 모터를 비활성화합니다.

Private 속성

- SystemState & systemState
- CanManager & canManager
- std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors
- TMotorCommandParser tmotorcmd
- MaxonCommandParser maxoncmd
- Sensor sensor

4.4.1 상세한 설명

모터의 홈 위치 설정 및 관리를 담당하는 클래스입니다.

이 클래스는 모터의 홈 위치를 설정하고, 모터와 관련된 다양한 작업을 관리합니다.

HomeManager.hpp 파일의 39 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.4.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.4.2.1 HomeManager()

```
HomeManager::HomeManager (
            SystemState & systemStateRef,
            CanManager & canManagerRef,
            std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motorsRef )
```

HomeManager 클래스의 생성자입니다.

매개변수

systemStateRef	시스템 상태에 대한 참조입니다.
canManagerRef	CAN 통신 관리자에 대한 참조입니다.
motorsRef	모터 객체에 대한 참조를 매핑합니다.

HomeManager.cpp 파일의 3 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00006     : systemState(systemStateRef), canManager(canManagerRef), motors(motorsRef)
00007 {
00008 }
```

4.4.3 멤버 함수 문서화

4.4.3.1 displayHomingStatus()

```
void HomeManager::displayHomingStatus ( )  [private]
```

모터의 홈 위치 설정 상태를 표시합니다.

HomeManager.cpp 파일의 405 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00406 {
00407     std::cout « "Homing Status of Motors:\n";
00408     for (const auto &motor_pair : motors)
00409     {
00410         std::cout « motor_pair.first « ": "
00411                   « (motor_pair.second->isHomed ? "Homed" : "Not Homed") « std::endl;
00412     }
00413 }
```

4.4.3.2 FixMotorPosition()

```
void HomeManager::FixMotorPosition (
            std::shared_ptr< GenericMotor > & motor )  [private]
```

모터의 위치를 수정합니다.

매개변수

motor	모터 객체에 대한 참조입니다.

HomeManager.cpp 파일의 597 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00598 {
00599     struct can_frame frame;
00600 
00601     canManager.checkConnection(motor);
00602 
00603     if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00604     {
00605         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, motor->nodeId, 8, motor->currentPos, 0, 450, 1,
      0);
00606         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00607         {
00608             std::cout « "Position fixed for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00609         }
00610         else
00611         {
00612             std::cerr « "Failed to fix position for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00613         }
00614     }
00615     else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00616     {
00617         maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, motor->currentPos);
00618         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00619         {
00620             std::cout « "Position fixed for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00621         }
00622         else
00623         {
00624             std::cerr « "Failed to fix position for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00625         }
00626     }
00627 }
```

4.4.3.3 HomeTMotor()

```
void HomeManager::HomeTMotor (
            vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors,
            vector< std::string > & motorNames )  [private]
```

T모터의 홈 위치를 설정하는 작업을 수행합니다.

매개변수

motors	모터 객체 목록입니다.
motorNames	모터 이름 목록입니다.

HomeManager.cpp 파일의 106 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00107 { // arm2 모터는 -30도, 나머지 모터는 +90도에 센서 위치함.
00108     struct can_frame frameToProcess;
00109     vector<shared_ptr<TMotor» tMotors;
00110     vector<int> sensorsBit;
00111 
00112     // 속도 제어 - 센서 방향으로 이동
00113     for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00114     {
00115         cout « "« Homing for " « motorNames[i] « " »\n";
00116         tMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[i]));
00117 
00118         double initialDirection;
00119         if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2")
00120             initialDirection = (-0.2) * motors[i]->cwDir;
00121         else
00122             initialDirection = 0.2 * motors[i]->cwDir;
00123 
00124         double additionalTorque = 0.0;
00125         if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2")
00126             additionalTorque = motors[i]->cwDir * (-3.0);
00127         else if (motorNames[i] == "L_arm3" || motorNames[i] == "R_arm3")
00128             additionalTorque = motors[i]->cwDir * (2.1);
00129 
00130         sensorsBit.push_back(tMotors[i]->sensorBit);
00131 
00132         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8, 0,
      initialDirection, 0, 4.5, additionalTorque);
00133         canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
```

```
00134     }
00135
00136     vector<float> midpoints = MoveTMotorToSensorLocation(motors, motorNames, sensorsBit);
00137
00138     vector<double> directions, degrees;
00139     for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00140     {
00141         if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2")
00142         {
00143             degrees.push_back(-30.0);
00144             midpoints[i] = midpoints[i] * (-1);
00145         }
00146         else
00147         {
00148             degrees.push_back(90.0);
00149         }
00150         directions.push_back(-motors[i]->cwDir);
00151     }
00152
00153     RotateTMotor(motors, motorNames, directions, degrees, midpoints);
00154
00155     cout << "----------------------moved 90 degree (Anti clock wise) ---------------------------------
      \n";
00156
00157     for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00158     {
00159         // 모터를 멈추는 신호를 보냄
00160         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8, 0, 0, 0, 5, 0);
00161         if (canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess))
00162             cout << "Set " << motorNames[i] << " speed Zero.\n";
00163
00164         canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00165         // 현재 position을 0으로 인식하는 명령을 보냄
00166         tmotorcmd.getZero(*tMotors[i], &frameToProcess);
00167         if (canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess))
00168             cout << "Set Zero.\n";
00169         if (canManager.checkConnection(motors[i]))
00170             cout << motorNames[i] << " Position : " << motors[i]->currentPos;
00171
00172         degrees[i] = 0.0;
00173         directions[i] = motors[i]->cwDir;
00174         midpoints[i] = 0.0;
00175         if (motorNames[i] == "L_arm1" || motorNames[i] == "R_arm1")
00176         {
00177             degrees[i] = 90.0;
00178         }
00179         /*if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2"){
00180             degrees[i] = -30.0;
00181         }*/
00182         if (motorNames[i] == "L_arm3" || motorNames[i] == "R_arm3")
00183         {
00184             degrees[i] = 90.0;
00185         }
00186     }
00187
00188     RotateTMotor(motors, motorNames, directions, degrees, midpoints);
00189 }
```

4.4.3.4 mainLoop()

```
void HomeManager::mainLoop ( )
```

모터 홈 위치 설정의 메인 루프를 실행합니다.

HomeManager.cpp 파일의 10 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00011 {
00012     while (systemState.main == Main::Homing)
00013     {
00014         displayHomingStatus();
00015
00016         std::string motorName;
00017         std::cout << "Enter the name of the motor to home, or 'all' to home all motors: ";
00018         std::cin >> motorName;
00019
00020         if (motorName == "all") // 차례행로 동시실행
00021         {
00022             // 우선순위가 높은 순서대로 먼저 홈
00023             vector<vector<string>> Priority = {{"L_arm1", "R_arm1"}, {"L_arm2", "R_arm2"}, {"L_arm3",
      "R_arm3"}};
00024             for (auto &PmotorNames : Priority)
```

```
00025             {
00026                 vector<shared_ptr<GenericMotor» Pmotors;
00027                 vector<string> Pnames;
00028                 for (const auto &pmotorName : PmotorNames)
00029                 {
00030                     if (motors.find(pmotorName) != motors.end() && !motors[pmotorName]->isHomed)
00031                     {
00032                         Pmotors.push_back(motors[pmotorName]);
00033                         Pnames.push_back(pmotorName);
00034                     }
00035                 }
00036                 if (!Pmotors.empty())
00037                     SetTmotorHome(Pmotors, Pnames);
00038                 Pmotors.clear();
00039                 Pnames.clear();
00040             }
00041 
00042             vector<string> PmotorNames = {"L_wrist", "R_wrist", "maxonForTest"};
00043             vector<shared_ptr<GenericMotor» Pmotors;
00044             for (const auto &pmotorName : PmotorNames)
00045             {
00046                 if (motors.find(pmotorName) != motors.end() && !motors[pmotorName]->isHomed)
00047                     Pmotors.push_back(motors[pmotorName]);
00048             }
00049             if (!Pmotors.empty())
00050                 SetMaxonHome(Pmotors);
00051         }
00052         else if (motors.find(motorName) != motors.end() && !motors[motorName]->isHomed)
00053         { // 원하는 하나의 모터 실행
00054             vector<shared_ptr<GenericMotor» Pmotor;
00055             vector<string> Pnames;
00056             // 타입에 따라 적절한 캐스팅과 초기화 수행
00057             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[motorName]))
00058             {
00059                 Pmotor.push_back(motors[motorName]);
00060                 Pnames.push_back(motorName);
00061                 SetTmotorHome(Pmotor, Pnames);
00062             }
00063             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[motorName]))
00064             {
00065                 Pmotor.push_back(motors[motorName]);
00066                 SetMaxonHome(Pmotor);
00067             }
00068         }
00069         else
00070         {
00071             std::cout « "Motor not found or already homed: " « motorName « std::endl;
00072         }
00073         UpdateHomingStatus();
00074     }
00075 }
```

4.4.3.5 MaxonDisable()

```
void HomeManager::MaxonDisable ( )  [private]
```

Maxon 모터를 비활성화합니다.

HomeManager.cpp 파일의 524 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00525 {
00526     struct can_frame frame;
00527 
00528     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00529 
00530     for (auto &motorPair : motors)
00531     {
00532         std::string name = motorPair.first;
00533         auto &motor = motorPair.second;
00534 
00535         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00536         {
00537             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00538             canManager.txFrame(motor, frame);
00539 
00540             maxoncmd.getSync(&frame);
00541             canManager.txFrame(motor, frame);
00542             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00543             {
00544                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
```

```
00545                 {
00546                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00547                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00548                     {
00549 
00550                         break;
00551                     }
00552                     motor->recieveBuffer.pop();
00553                 }
00554             }
00555             else
00556             {
00557                 std::cerr « "Failed to exit for motor [" « name « "]." « std::endl;
00558             }
00559         }
00560     }
00561 }
```

4.4.3.6 MaxonEnable()

```
void HomeManager::MaxonEnable ( )  [private]
```

Maxon 모터를 활성화합니다.

HomeManager.cpp 파일의 438 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00439 {
00440     struct can_frame frame;
00441     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00442 
00443     int maxonMotorCount = 0;
00444     for (const auto &motor_pair : motors)
00445     {
00446         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00447         if (std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00448         {
00449             maxonMotorCount++;
00450         }
00451     }
00452 
00453     // 제어 모드 설정
00454     for (const auto &motorPair : motors)
00455     {
00456         std::string name = motorPair.first;
00457         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00458         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00459         {
00460 
00461             maxoncmd.getOperational(*maxonMotor, &frame);
00462             canManager.txFrame(motor, frame);
00463 
00464             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00465             canManager.txFrame(motor, frame);
00466 
00467             maxoncmd.getSync(&frame);
00468             canManager.txFrame(motor, frame);
00469 
00470             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00471             {
00472                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00473                 {
00474                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00475                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00476                     {
00477                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00478                     }
00479                     motor->recieveBuffer.pop();
00480                 }
00481             }
00482 
00483             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00484             canManager.txFrame(motor, frame);
00485 
00486             maxoncmd.getSync(&frame);
00487             canManager.txFrame(motor, frame);
00488 
00489             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00490             {
00491                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00492                 {
00493                     frame = motor->recieveBuffer.front();
```

```
00494                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00495                     {
00496                         std::cout « "Maxon Quick Stopped\n";
00497                     }
00498                     motor->recieveBuffer.pop();
00499                 }
00500             }
00501 
00502             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00503             canManager.txFrame(motor, frame);
00504 
00505             maxoncmd.getSync(&frame);
00506             canManager.txFrame(motor, frame);
00507 
00508             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00509             {
00510                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00511                 {
00512                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00513                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00514                     {
00515                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00516                     }
00517                     motor->recieveBuffer.pop();
00518                 }
00519             }
00520         }
00521     }
00522 };
```

4.4.3.7 MoveTMotorToSensorLocation()

```
vector< float > HomeManager::MoveTMotorToSensorLocation (
            vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors,
            vector< std::string > & motorNames,
            vector< int > & sensorsBit )  [private]
```

T모터를 센서 위치로 이동시킵니다.

매개변수

motors	모터 객체 목록입니다.
motorNames	모터 이름 목록입니다.
sensorsBit	센서 비트 값 목록입니다.

반환값

vector<float> 각 모터의 중간 위치를 나타내는 벡터입니다.

HomeManager.cpp 파일의 191 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00192 {
00193     struct can_frame frameToProcess;
00194     vector<shared_ptr<TMotor» tMotors;
00195     vector<float> firstPosition, secondPosition, positionDifference;
00196     vector<bool> firstSensorTriggered, TriggeredDone;
00197 
00198     for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
00199     {
00200         tMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[i]));
00201         firstPosition.push_back(0.0f);
00202         secondPosition.push_back(0.0f);
00203         firstSensorTriggered.push_back(false);
00204         TriggeredDone.push_back(false);
00205 
00206         cout « "Moving " « motorNames[i] « " to sensor location.\n";
00207     }
00208 
00209     while (true)
00210     {
```

```
00211         // 모든 모터 센싱 완료 시 break
00212         bool done = true;
00213         for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
00214         {
00215             if (!TriggeredDone[i])
00216                 done = false;
00217         }
00218         if (done)
00219             break;
00220 
00221         for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
00222         {
00223             if (!TriggeredDone[i])
00224             {
00225                 bool sensorTriggered = ((sensor.ReadVal() » sensorsBit[i]) & 1) != 0;
00226 
00227                 if (!firstSensorTriggered[i] && sensorTriggered)
00228                 {
00229                     // 첫 번째 센서 인식
00230                     firstSensorTriggered[i] = true;
00231                     canManager.checkConnection(motors[i]);
00232                     firstPosition[i] = motors[i]->currentPos;
00233                     std::cout « motorNames[i] « " first sensor position: " « firstPosition[i] « endl;
00234                 }
00235                 else if (firstSensorTriggered[i] && !sensorTriggered)
00236                 {
00237                     // 센서 인식 해제
00238                     canManager.checkConnection(motors[i]);
00239                     secondPosition[i] = motors[i]->currentPos;
00240                     std::cout « motorNames[i] « " second sensor position: " « secondPosition[i] «
      endl;
00241 
00242                     TriggeredDone[i] = true;
00243                 }
00244             }
00245             else
00246             {
00247                 tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8,
      secondPosition[i], 0, motors[i]->Kp, 2.5, 0);
00248                 canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
00249             }
00250         }
00251     }
00252 
00253     for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
00254     {
00255         positionDifference.push_back(abs((secondPosition[i] - firstPosition[i]) / 2.0f));
00256         cout « motorNames[i] « " midpoint position: " « positionDifference[i] « endl;
00257     }
00258 
00259     return positionDifference;
00260 }
```

4.4.3.8 PromptUserForHoming()

```
bool HomeManager::PromptUserForHoming (
            const std::string & motorName )  [private]
```

사용자에게 홈 위치 설정을 위한 확인을 요청합니다.

매개변수

motorName	모터의 이름입니다.

반환값

bool 사용자가 홈 위치 설정을 진행할지 여부를 반환합니다.

HomeManager.cpp 파일의 77 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00078 {
00079     char userResponse;
00080     std::cout « "Would you like to start homing mode for motor [" « motorName « "]? (y/n): ";
00081     std::cin » userResponse;
00082     return userResponse == 'y';
00083 }
```

4.4.3.9 RotateTMotor()

```
void HomeManager::RotateTMotor (
            vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors,
            vector< std::string > & motorNames,
            vector< double > & directions,
            vector< double > & degrees,
            vector< float > & midpoints )  [private]
```

T모터를 회전시킵니다.

매개변수

motors	모터 객체 목록입니다.
motorNames	모터 이름 목록입니다.
directions	회전 방향 목록입니다.
degrees	회전 각도 목록입니다.
midpoints	모터의 중간 위치 목록입니다.

HomeManager.cpp 파일의 262 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00263 {
00264
00265     struct can_frame frameToProcess;
00266     vector<shared_ptr<TMotor» tMotors;
00267     vector<double> targetRadians;
00268     for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00269     {
00270         if (degrees[i] == 0.0)
00271             return;
00272         tMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[i]));
00273         targetRadians.push_back((degrees[i] * M_PI / 180.0 + midpoints[i]) * directions[i]);
00274     }
00275
00276     chrono::system_clock::time_point startTime = std::chrono::system_clock::now();
00277     int totalSteps = 4000 / 5; // 4초 동안 이동 - 5ms 간격으로 나누기
00278     for (int step = 1; step <= totalSteps; ++step)
00279     {
00280         while (1)
00281         {
00282             chrono::system_clock::time_point currentTime = std::chrono::system_clock::now();
00283             if (chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(currentTime - startTime).count() > 5000)
00284                 break;
00285         }
00286
00287         startTime = std::chrono::system_clock::now();
00288
00289         // 5ms마다 목표 위치 계산 및 프레임 전송
00290         for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00291         {
00292             double targetPosition = targetRadians[i] * (static_cast<double>(step) / totalSteps) +
      motors[i]->currentPos;
00293             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8,
      targetPosition, 0, motors[i]->Kp, motors[i]->Kd, 0);
00294             canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
00295         }
00296     }
00297
00298     totalSteps = 500 / 5;
00299     for (int step = 1; step <= totalSteps; ++step)
00300     {
00301         while (1)
00302         {
00303             chrono::system_clock::time_point currentTime = std::chrono::system_clock::now();
00304             if (chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(currentTime - startTime).count() > 5000)
00305                 break;
00306         }
00307
00308         startTime = std::chrono::system_clock::now();
00309
00310         // 5ms마다 목표 위치 계산 및 프레임 전송
00311         for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00312         {
00313             double targetPosition = targetRadians[i] + motors[i]->currentPos;
```

```
00314             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8,
      targetPosition, 0, motors[i]->Kp, motors[i]->Kd, 0);
00315             canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
00316         }
00317     }
00318
00319     for (auto &motor : motors)
00320     {
00321         canManager.checkConnection(motor);
00322     }
00323 }
```

4.4.3.10 SetMaxonHome()

```
void HomeManager::SetMaxonHome (
            vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors )  [private]
```

Maxon 모터를 홈 위치로 설정합니다.

매개변수

motors	모터 객체 목록입니다.

HomeManager.cpp 파일의 325 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00326 {
00327
00328     setMaxonMode("HMM");
00329     MaxonEnable();
00330     struct can_frame frame;
00331
00332     canManager.clearReadBuffers();
00333     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00334     vector<shared_ptr<MaxonMotor>> maxonMotors;
00335     for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00336     {
00337         maxonMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[i]));
00338
00339         // Start to Move by homing method (일단은 PDO)
00340
00341         maxoncmd.getStartHoming(*maxonMotors[i], &frame);
00342         canManager.txFrame(motors[i], frame);
00343         usleep(50000);
00344     }
00345
00346     maxoncmd.getSync(&frame);
00347     canManager.txFrame(motors[0], frame);
00348     if (canManager.recvToBuff(motors[0], canManager.maxonCnt))
00349     {
00350         while (!motors[0]->recieveBuffer.empty())
00351         {
00352             frame = motors[0]->recieveBuffer.front();
00353             for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00354             {
00355                 if (frame.can_id == maxonMotors[i]->rxPdoIds[0])
00356                 {
00357                     cout << "\nMaxon Homing Start!!\n";
00358                 }
00359             }
00360             motors[0]->recieveBuffer.pop();
00361         }
00362     }
00363
00364     sleep(5);
00365     // 홈 위치에 도달할 때까지 반복
00366     bool done = false;
00367     while (!done)
00368     {
00369         done = true;
00370         for (auto &motor : motors)
00371         {
00372             if (!motor->isHomed)
00373                 done = false;
00374         }
00375
00376         maxoncmd.getSync(&frame);
```

```
00377         canManager.txFrame(motors[0], frame);
00378         if (canManager.recvToBuff(motors[0], canManager.maxonCnt))
00379         {
00380             while (!motors[0]->recieveBuffer.empty())
00381             {
00382                 frame = motors[0]->recieveBuffer.front();
00383                 for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00384                 {
00385                     if (frame.can_id == maxonMotors[i]->rxPdoIds[0])
00386                     {
00387                         if (frame.data[1] & 0x80) // 비트 15 확인
00388                         {
00389                             motors[i]->isHomed = true; // MaxonMotor 객체의 isHomed 속성을 true로 설정
00390                                                        // 'this'를 사용하여 멤버 함수 호출
00391                         }
00392                     }
00393                 }
00394                 motors[0]->recieveBuffer.pop();
00395             }
00396         }
00397         canManager.clearReadBuffers();
00398 
00399         sleep(1); // 100ms 대기
00400     }
00401     setMaxonMode("CSP");
00402     MaxonDisable();
00403 }
```

4.4.3.11 setMaxonMode()

```
void HomeManager::setMaxonMode (
            std::string targetMode )  [private]
```

Maxon 모터의 작동 모드를 설정합니다.

매개변수

targetMode	목표 모드입니다.

HomeManager.cpp 파일의 563 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00564 {
00565     struct can_frame frame;
00566     canManager.setSocketsTimeout(0, 10000);
00567     for (const auto &motorPair : motors)
00568     {
00569         std::string name = motorPair.first;
00570         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00571         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
00572         {
00573             if (targetMode == "CSV")
00574             {
00575                 maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00576                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00577             }
00578             else if (targetMode == "CST")
00579             {
00580                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
00581                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00582             }
00583             else if (targetMode == "HMM")
00584             {
00585                 maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
00586                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00587             }
00588             else if (targetMode == "CSP")
00589             {
00590                 maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
00591                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00592             }
00593         }
00594     }
00595 }
```

4.4.3.12 SetTmotorHome()

```
void HomeManager::SetTmotorHome (
            vector< std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors,
            vector< std::string > & motorNames )  [private]
```

T모터를 홈 위치로 설정합니다.

매개변수

motors	모터 객체 목록입니다.
motorNames	모터 이름 목록입니다.

HomeManager.cpp 파일의 85 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00086 {
00087     sensor.OpenDeviceUntilSuccess();
00088     canManager.setSocketsTimeout(5, 0);
00089
00090     HomeTMotor(motors, motorNames);
00091     for (auto &motor : motors)
00092     {
00093         motor->isHomed = true; // 홈잉 상태 업데이트
00094         sleep(2);
00095         FixMotorPosition(motor);
00096     }
00097
00098     for (auto &motorname : motorNames)
00099     {
00100         cout « "-- Homing completed for " « motorname « " --\n\n";
00101     }
00102
00103     sensor.closeDevice();
00104 }
```

4.4.3.13 UpdateHomingStatus()

```
void HomeManager::UpdateHomingStatus ( )  [private]
```

모터의 홈 위치 설정 상태를 업데이트합니다.

HomeManager.cpp 파일의 415 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00416 {
00417     bool allMotorsHomed = true;
00418     for (const auto &motor_pair : motors)
00419     {
00420         if (!motor_pair.second->isHomed)
00421         {
00422             allMotorsHomed = false;
00423             break;
00424         }
00425     }
00426
00427     if (allMotorsHomed)
00428     {
00429         systemState.homeMode = HomeMode::HomeDone;
00430         systemState.main = Main::Ideal;
00431     }
00432     else
00433     {
00434         systemState.homeMode = HomeMode::NotHome;
00435     }
00436 }
```

4.4.4 멤버 데이터 문서화

4.4.4.1 canManager

```
CanManager& HomeManager::canManager  [private]
```

HomeManager.hpp 파일의 59 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.4.4.2 maxoncmd

```
MaxonCommandParser HomeManager::maxoncmd  [private]
```

HomeManager.hpp 파일의 63 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.4.4.3 motors

```
std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor> >& HomeManager::motors  [private]
```

HomeManager.hpp 파일의 60 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.4.4.4 sensor

```
Sensor HomeManager::sensor  [private]
```

HomeManager.hpp 파일의 64 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.4.4.5 systemState

```
SystemState& HomeManager::systemState  [private]
```

HomeManager.hpp 파일의 58 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.4.4.6 tmotorcmd

```
TMotorCommandParser HomeManager::tmotorcmd  [private]
```

HomeManager.hpp 파일의 62 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

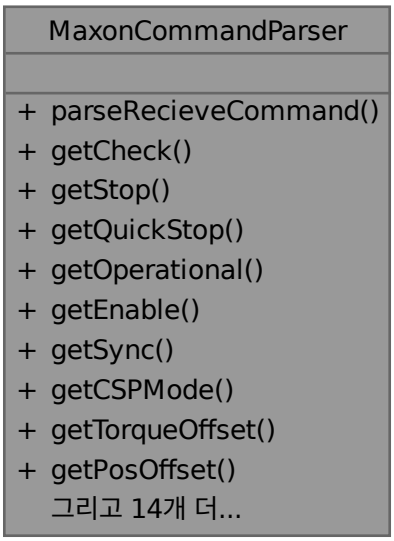
- include/managers/HomeManager.hpp
- src/HomeManager.cpp

4.5 MaxonCommandParser 클래스 참조

Maxon 모터 명령어를 파싱하는 클래스입니다.

`#include <CommandParser.hpp>`

MaxonCommandParser에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- std::tuple< int, float, float > parseRecieveCommand (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getCheck (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getStop (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getQuickStop (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getOperational (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getEnable (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getSync (struct can_frame *frame)
- void getCSPMode (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getTorqueOffset (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getPosOffset (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getTargetPosition (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, float p_des_radians)
- void getHomeMode (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getFlowingErrorWindow (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getHomeoffsetDistance (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int degree)
- void getHomePosition (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int degree)
- void getHomingMethodL (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getHomingMethodR (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getStartHoming (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getCurrentThreshold (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)

- void getCSVMode (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getVelOffset (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getTargetVelocity (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int targetVelocity)
- void getCSTMode (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getTargetTorque (MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int targetTorque)

4.5.1 상세한 설명

Maxon 모터 명령어를 파싱하는 클래스입니다.

Maxon 모터에 대한 명령어 송수신 및 해석을 담당합니다. 이 클래스는 Maxon 모터 명령 구성 및 응답 파싱을 위한 메서드를 제공합니다.

CommandParser.hpp 파일의 75 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.5.2 멤버 함수 문서화

4.5.2.1 getCheck()

```
void MaxonCommandParser::getCheck (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 261 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00262 {
00263
00264     frame->can_id = motor.canSendId;
00265     frame->can_dlc = 8;
00266     frame->data[0] = 0x00;
00267     frame->data[1] = 0x00;
00268     frame->data[2] = 0x00;
00269     frame->data[3] = 0x00;
00270     frame->data[4] = 0x00;
00271     frame->data[5] = 0x00;
00272     frame->data[6] = 0x00;
00273     frame->data[7] = 0x00;
00274 }
```

4.5.2.2 getCSPMode()

```
void MaxonCommandParser::getCSPMode (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 339 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00340 {
00341     frame->can_id = motor.canSendId;
00342     frame->can_dlc = 8;
00343     frame->data[0] = 0x22;
00344     frame->data[1] = 0x60;
00345     frame->data[2] = 0x60;
00346     frame->data[3] = 0x00;
00347     frame->data[4] = 0x08;
00348     frame->data[5] = 0x00;
00349     frame->data[6] = 0x00;
00350     frame->data[7] = 0x00;
00351 }
```

4.5.2.3 getCSTMode()

```
void MaxonCommandParser::getCSTMode (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 587 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00588 {
00589     frame->can_id = motor.canSendId;
00590     frame->can_dlc = 8;
00591     frame->data[0] = 0x22;
00592     frame->data[1] = 0x60;
00593     frame->data[2] = 0x60;
00594     frame->data[3] = 0x00;
00595     frame->data[4] = 0x0A;
00596     frame->data[5] = 0x00;
00597     frame->data[6] = 0x00;
00598     frame->data[7] = 0x00;
00599 }
```

4.5.2.4 getCSVMode()

```
void MaxonCommandParser::getCSVMode (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 536 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00537 {
00538     frame->can_id = motor.canSendId;
00539     frame->can_dlc = 8;
00540     frame->data[0] = 0x22;
00541     frame->data[1] = 0x60;
00542     frame->data[2] = 0x60;
00543     frame->data[3] = 0x00;
00544     frame->data[4] = 0x09;
00545     frame->data[5] = 0x00;
00546     frame->data[6] = 0x00;
00547     frame->data[7] = 0x00;
00548 }
```

4.5.2.5 getCurrentThreshold()

```
void MaxonCommandParser::getCurrentThreshold (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 519 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00520 {
00521     // 1000 = 3E8
00522     // 500 = 01F4
00523     frame->can_id = motor.canSendId;
00524     frame->can_dlc = 8;
00525     frame->data[0] = 0x23;
00526     frame->data[1] = 0xB2;
00527     frame->data[2] = 0x30;
00528     frame->data[3] = 0x00;
00529     frame->data[4] = 0xF4;
00530     frame->data[5] = 0x01;
00531     frame->data[6] = 0x00;
00532     frame->data[7] = 0x00;
00533 }
```

4.5.2.6 getEnable()

```
void MaxonCommandParser::getEnable (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 318 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00319 {
00320     frame->can_id = motor.txPdoIds[0];
00321     frame->can_dlc = 8;
00322     frame->data[0] = 0x0F;
00323     frame->data[1] = 0x00;
00324     frame->data[2] = 0x00;
00325     frame->data[3] = 0x00;
00326     frame->data[4] = 0x00;
00327     frame->data[5] = 0x00;
00328     frame->data[6] = 0x00;
00329     frame->data[7] = 0x00;
00330 }
```

4.5.2.7 getFlowingErrorWindow()

```
void MaxonCommandParser::getFlowingErrorWindow (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 422 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00423 {
00424     frame->can_id = motor.canSendId;
00425     frame->can_dlc = 8;
00426     frame->data[0] = 0x22;
00427     frame->data[1] = 0x65;
00428     frame->data[2] = 0x60;
00429     frame->data[3] = 0x00;
00430     frame->data[4] = 0x00;
00431     frame->data[5] = 0x00;
00432     frame->data[6] = 0x00;
00433     frame->data[7] = 0x00;
00434 }
```

4.5.2.8 getHomeMode()

```
void MaxonCommandParser::getHomeMode (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 408 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00409 {
00410     frame->can_id = motor.canSendId;
00411     frame->can_dlc = 8;
00412     frame->data[0] = 0x22;
00413     frame->data[1] = 0x60;
00414     frame->data[2] = 0x60;
00415     frame->data[3] = 0x00;
00416     frame->data[4] = 0x06;
00417     frame->data[5] = 0x00;
00418     frame->data[6] = 0x00;
00419     frame->data[7] = 0x00;
00420 }
```

4.5.2.9 getHomeoffsetDistance()

```
void MaxonCommandParser::getHomeoffsetDistance (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame,
            int degree )
```

CommandParser.cpp 파일의 436 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00437 {
00438     // 1도당 값
00439     float value_per_degree = 398.22;
00440
00441     // 입력된 각도에 대한 값을 계산
00442     int value = static_cast<int>(degree * value_per_degree);
00443
00444     frame->can_id = motor.canSendId;
00445     frame->can_dlc = 8;
00446     frame->data[0] = 0x22;
00447     frame->data[1] = 0xB1;
00448     frame->data[2] = 0x30;
00449     frame->data[3] = 0x00;
00450     // 계산된 값의 리틀 엔디언 형식으로 분할하여 할당
00451     frame->data[4] = value & 0xFF;         // 하위 바이트
00452     frame->data[5] = (value » 8) & 0xFF; // 상위 바이트
00453     frame->data[6] = 0x00;
00454     frame->data[7] = 0x00;
00455 }
```

4.5.2.10 getHomePosition()

```
void MaxonCommandParser::getHomePosition (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame,
            int degree )
```

CommandParser.cpp 파일의 457 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00458 {
00459     float value_per_degree = 398.22*motor.cwDir;
00460     // int 대신 int32_t 사용하여 플랫폼 독립적인 크기 보장
00461     int32_t value = static_cast<int32_t>(degree * value_per_degree);
00462
00463     frame->can_id = motor.canSendId;
00464     frame->can_dlc = 8;
00465     frame->data[0] = 0x22;
00466     frame->data[1] = 0xB0;
00467     frame->data[2] = 0x30;
00468     frame->data[3] = 0x00;
00469     // 음수 값을 포함하여 value를 올바르게 바이트로 변환
00470     frame->data[4] = value & 0xFF;                // 가장 낮은 바이트
00471     frame->data[5] = (value » 8) & 0xFF;         // 다음 낮은 바이트
00472     frame->data[6] = (value » 16) & 0xFF;        // 다음 높은 바이트
00473     frame->data[7] = (value » 24) & 0xFF;        // 가장 높은 바이트
00474 }
```

4.5.2.11 getHomingMethodL()

```
void MaxonCommandParser::getHomingMethodL (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 477 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00478 {
00479     frame->can_id = motor.canSendId;
00480     frame->can_dlc = 8;
00481     frame->data[0] = 0x22;
00482     frame->data[1] = 0x98;
00483     frame->data[2] = 0x60;
00484     frame->data[3] = 0x00;
00485     frame->data[4] = 0xFD;
00486     frame->data[5] = 0xFF;
00487     frame->data[6] = 0xFF;
00488     frame->data[7] = 0xFF;
00489 }
```

4.5.2.12 getHomingMethodR()

```
void MaxonCommandParser::getHomingMethodR (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 491 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00492 {
00493     frame->can_id = motor.canSendId;
00494     frame->can_dlc = 8;
00495     frame->data[0] = 0x22;
00496     frame->data[1] = 0x98;
00497     frame->data[2] = 0x60;
00498     frame->data[3] = 0x00;
00499     frame->data[4] = 0xFC;
00500     frame->data[5] = 0xFF;
00501     frame->data[6] = 0xFF;
00502     frame->data[7] = 0xFF;
00503 }
```

4.5.2.13 getOperational()

```
void MaxonCommandParser::getOperational (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 304 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00305 {
00306     frame->can_id = 0x00;
00307     frame->can_dlc = 8;
00308     frame->data[0] = 0x01;
00309     frame->data[1] = motor.nodeId;
00310     frame->data[2] = 0x00;
00311     frame->data[3] = 0x00;
00312     frame->data[4] = 0x00;
00313     frame->data[5] = 0x00;
00314     frame->data[6] = 0x00;
00315     frame->data[7] = 0x00;
00316 }
```

4.5.2.14 getPosOffset()

```
void MaxonCommandParser::getPosOffset (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 367 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00368 {
00369     frame->can_id = motor.canSendId;
00370     frame->can_dlc = 8;
00371     frame->data[0] = 0x22;
00372     frame->data[1] = 0xB0;
00373     frame->data[2] = 0x60;
00374     frame->data[3] = 0x00;
00375     frame->data[4] = 0x00;
00376     frame->data[5] = 0x00;
00377     frame->data[6] = 0x00;
00378     frame->data[7] = 0x00;
00379 }
```

4.5.2.15 getQuickStop()

```
void MaxonCommandParser::getQuickStop (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 290 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00291 {
00292     frame->can_id = motor.txPdoIds[0];
00293     frame->can_dlc = 8;
00294     frame->data[0] = 0x06;
00295     frame->data[1] = 0x00;
00296     frame->data[2] = 0x00;
00297     frame->data[3] = 0x00;
00298     frame->data[4] = 0x00;
00299     frame->data[5] = 0x00;
00300     frame->data[6] = 0x00;
00301     frame->data[7] = 0x00;
00302 }
```

4.5.2.16 getStartHoming()

```
void MaxonCommandParser::getStartHoming (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 505 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00506 {
00507     frame->can_id = motor.txPdoIds[0];
00508     frame->can_dlc = 8;
00509     frame->data[0] = 0x1F;
00510     frame->data[1] = 0x00;
00511     frame->data[2] = 0x00;
00512     frame->data[3] = 0x00;
00513     frame->data[4] = 0x00;
00514     frame->data[5] = 0x00;
00515     frame->data[6] = 0x00;
00516     frame->data[7] = 0x00;
00517 }
```

4.5.2.17 getStop()

```
void MaxonCommandParser::getStop (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 276 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00277 {
00278     frame->can_id = 0x00;
00279     frame->can_dlc = 8;
00280     frame->data[0] = 0x02;
00281     frame->data[1] = motor.nodeId;
00282     frame->data[2] = 0x00;
00283     frame->data[3] = 0x00;
00284     frame->data[4] = 0x00;
00285     frame->data[5] = 0x00;
00286     frame->data[6] = 0x00;
00287     frame->data[7] = 0x00;
00288 }
```

4.5.2.18 getSync()

```
void MaxonCommandParser::getSync (
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 332 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00333 {
00334     frame->can_id = 0x80;
00335     frame->can_dlc = 0;
00336 }
```

4.5.2.19 getTargetPosition()

```
void MaxonCommandParser::getTargetPosition (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame,
            float p_des_radians )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 381 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00382 {
00383     // 라디안 값을 인코더 값으로 변환
00384     float p_des_degrees = p_des_radians * (180.0f / M_PI);                          // 라디안을 도로 변환
00385     int p_des_enc = static_cast<int>(p_des_degrees * (35.0f * 4096.0f) / 360.0f); // 도를 인코더 값으로 변
      환
00386
00387     unsigned char posByte0 = p_des_enc & 0xFF;          // 하위 8비트
00388     unsigned char posByte1 = (p_des_enc » 8) & 0xFF;  // 다음 8비트
00389     unsigned char posByte2 = (p_des_enc » 16) & 0xFF; // 다음 8비트
00390     unsigned char posByte3 = (p_des_enc » 24) & 0xFF; // 최상위 8비트
00391
00392     // Set CAN frame id and data length code
00393     frame->can_id = motor.txPdoIds[1];
00394     frame->can_dlc = 4;
00395
00397     frame->data[0] = posByte0;
00398     frame->data[1] = posByte1;
00399     frame->data[2] = posByte2;
00400     frame->data[3] = posByte3;
00401     frame->data[4] = 0x00;
00402     frame->data[5] = 0x00;
00403     frame->data[6] = 0x00;
00404     frame->data[7] = 0x00;
00405 }
```

4.5.2.20 getTargetTorque()

```
void MaxonCommandParser::getTargetTorque (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame,
            int targetTorque )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 601 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00602 {
00603     unsigned char torByte0 = targetTorque & 0xFF;         // 하위 8비트
00604     unsigned char torByte1 = (targetTorque » 8) & 0xFF; // 다음 8비트
00605
00606     // Set CAN frame id and data length code
00607     frame->can_id = motor.txPdoIds[3];
00608     frame->can_dlc = 2;
00609
00611     frame->data[0] = torByte0;
00612     frame->data[1] = torByte1;
00613     frame->data[2] = 0x00;
00614     frame->data[3] = 0x00;
00615     frame->data[4] = 0x00;
00616     frame->data[5] = 0x00;
00617     frame->data[6] = 0x00;
00618     frame->data[7] = 0x00;
00619 }
```

4.5.2.21 getTargetVelocity()

```
void MaxonCommandParser::getTargetVelocity (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame,
            int targetVelocity )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 564 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00565 {
00566     unsigned char velByte0 = targetVelocity & 0xFF;          // 하위 8비트
00567     unsigned char velByte1 = (targetVelocity >> 8) & 0xFF;   // 다음 8비트
00568     unsigned char velByte2 = (targetVelocity >> 16) & 0xFF; // 다음 8비트
00569     unsigned char velByte3 = (targetVelocity >> 24) & 0xFF; // 최상위 8비트
00570
00571     // Set CAN frame id and data length code
00572     frame->can_id = motor.txPdoIds[2];
00573     frame->can_dlc = 4;
00574
00576     frame->data[0] = velByte0;
00577     frame->data[1] = velByte1;
00578     frame->data[2] = velByte2;
00579     frame->data[3] = velByte3;
00580     frame->data[4] = 0x00;
00581     frame->data[5] = 0x00;
00582     frame->data[6] = 0x00;
00583     frame->data[7] = 0x00;
00584 }
```

4.5.2.22 getTorqueOffset()

```
void MaxonCommandParser::getTorqueOffset (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 353 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00354 {
00355     frame->can_id = motor.canSendId;
00356     frame->can_dlc = 8;
00357     frame->data[0] = 0x22;
00358     frame->data[1] = 0xB2;
00359     frame->data[2] = 0x60;
00360     frame->data[3] = 0x00;
00361     frame->data[4] = 0x00;
00362     frame->data[5] = 0x00;
00363     frame->data[6] = 0x00;
00364     frame->data[7] = 0x00;
00365 }
```

4.5.2.23 getVelOffset()

```
void MaxonCommandParser::getVelOffset (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 550 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00551 {
00552     frame->can_id = motor.canSendId;
00553     frame->can_dlc = 8;
00554     frame->data[0] = 0x22;
00555     frame->data[1] = 0xB1;
00556     frame->data[2] = 0x60;
00557     frame->data[3] = 0x00;
00558     frame->data[4] = 0x00;
00559     frame->data[5] = 0x00;
00560     frame->data[6] = 0x00;
00561     frame->data[7] = 0x00;
00562 }
```

4.5.2.24 parseRecieveCommand()

```
std::tuple< int, float, float > MaxonCommandParser::parseRecieveCommand (
            MaxonMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

CommandParser.cpp 파일의 230 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00231 {
00232     int id = frame->can_id;
00233
00234     int32_t currentPosition = 0;
00235     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[2]);
00236     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[3]) << 8;
00237     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[4]) << 16;
00238     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[5]) << 24;
00239
00240     int16_t torqueActualValue = 0;
00241     torqueActualValue |= static_cast<uint8_t>(frame->data[6]);
00242     torqueActualValue |= static_cast<uint8_t>(frame->data[7]) << 8;
00243
00244     // Motor rated torque 값을 N·m 단위로 변환 (mNm -> N·m)
00245     const float motorRatedTorquemNm = 31.052; //
00246
00247     // 실제 토크 값을 N·m 단위로 계산
00248     // Torque actual value는 천분의 일 단위이므로, 실제 토크 값은 (torqueActualValue / 1000) * motorRatedTorqueNm
00249     float currentTorqueNm = (static_cast<float>(torqueActualValue) / 1000.0f) * motorRatedTorquemNm;
00250
00251     float currentPositionDegrees = (static_cast<float>(currentPosition) / (35.0f * 4096.0f)) * 360.0f;
00252     float currentPositionRadians = currentPositionDegrees * (M_PI / 180.0f);
00253
00254     motor.currentPos = currentPositionRadians;
00255     motor.currentTor = currentTorqueNm;
00256
00257     return std::make_tuple(id, currentPositionRadians, currentTorqueNm);
00258 }
```

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

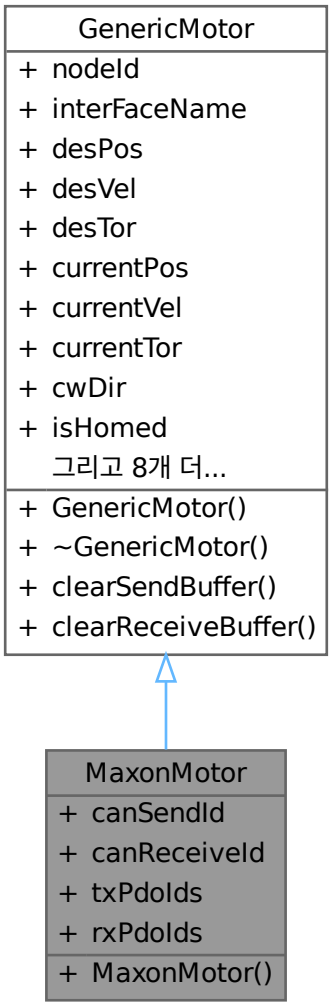
- include/motors/CommandParser.hpp
- src/CommandParser.cpp

4.6 MaxonMotor 클래스 참조

Maxon 모터를 위한 클래스입니다. GenericMotor를 상속받습니다.

```
#include <Motor.hpp>
```

MaxonMotor에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- MaxonMotor (uint32_t nodeId)
- void clearSendBuffer ()
  송신 버퍼를 클리어합니다.
- void clearReceiveBuffer ()
  수신 버퍼를 클리어합니다.

Public 속성

- uint32_t canSendId
  CAN 송신 ID.
- uint32_t canReceiveId

CAN 수신 ID.

- uint32_t txPdoIds [4]

  TX PDO 식별자 배열.

- uint32_t rxPdoIds [4]

  RX PDO 식별자 배열.

- uint32_t nodeId

  모터의 노드 ID.

- std::string interFaceName

  모터가 연결된 인터페이스의 이름.

- float desPos
- float desVel
- float desTor

  목표 위치, 속도, 토크.

- float currentPos
- float currentVel
- float currentTor

  현재 위치, 속도, 토크.

- float cwDir

  시계 방향 회전을 나타내는 방향 값.

- bool isHomed
- bool isConected

  홈 위치에 있는지, 연결되어 있는지의 상태.

- float rMin
- float rMax

  회전 범위의 최소, 최대 값.

- int socket

  모터가 연결된 소켓의 식별자.

- int Kp

  비례 제어 게인.

- double Kd

  미분 제어 게인.

- std::queue< can_frame > sendBuffer

  송신 버퍼.

- std::queue< can_frame > recieveBuffer

  수신 버퍼.

4.6.1 상세한 설명

Maxon 모터를 위한 클래스입니다. GenericMotor를 상속받습니다.

Maxon 모터 특화된 기능과 속성을 정의합니다.

Motor.hpp 파일의 70 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.6.2.1 MaxonMotor()

```
MaxonMotor::MaxonMotor (
            uint32_t nodeId )
```

Motor.cpp 파일의 42 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00043     : GenericMotor(nodeId, interFaceName)
00044 {
00045     // canId 값 설정
00046     canSendId = 0x600 + nodeId;
00047     canReceiveId = 0x580 + nodeId;
00048 }
```

4.6.3 멤버 함수 문서화

4.6.3.1 clearReceiveBuffer()

```
void GenericMotor::clearReceiveBuffer ( )  [inherited]
```

수신 버퍼를 클리어합니다.

Motor.cpp 파일의 16 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00017 {
00018     while (!recieveBuffer.empty())
00019     {
00020         recieveBuffer.pop();
00021     }
00022 }
```

4.6.3.2 clearSendBuffer()

```
void GenericMotor::clearSendBuffer ( )  [inherited]
```

송신 버퍼를 클리어합니다.

Motor.cpp 파일의 8 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00009 {
00010     while (!sendBuffer.empty())
00011     {
00012         sendBuffer.pop();
00013     }
00014 }
```

4.6.4 멤버 데이터 문서화

4.6.4.1 canReceiveId

```
uint32_t MaxonMotor::canReceiveId
```

CAN 수신 ID.

Motor.hpp 파일의 76 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.2 canSendId

```
uint32_t MaxonMotor::canSendId
```

CAN 송신 ID.

Motor.hpp 파일의 75 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.3 currentPos

```
float GenericMotor::currentPos  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.4 currentTor

```
float GenericMotor::currentTor  [inherited]
```

현재 위치, 속도, 토크.

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.5 currentVel

```
float GenericMotor::currentVel  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.6 cwDir

```
float GenericMotor::cwDir  [inherited]
```

시계 방향 회전을 나타내는 방향 값.

Motor.hpp 파일의 31 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.7 desPos

```
float GenericMotor::desPos  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.8 desTor

```
float GenericMotor::desTor  [inherited]
```

목표 위치, 속도, 토크.

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.9 desVel

```
float GenericMotor::desVel  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.10 interFaceName

```
std::string GenericMotor::interFaceName  [inherited]
```

모터가 연결된 인터페이스의 이름.

Motor.hpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.11 isConected

```
bool GenericMotor::isConected  [inherited]
```

홈 위치에 있는지, 연결되어 있는지의 상태.

Motor.hpp 파일의 32 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.12 isHomed

```
bool GenericMotor::isHomed  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 32 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.13 Kd

```
double GenericMotor::Kd  [inherited]
```

미분 제어 게인.

Motor.hpp 파일의 36 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.14 Kp

```
int GenericMotor::Kp  [inherited]
```

비례 제어 게인.

Motor.hpp 파일의 35 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.15 nodeId

```
uint32_t GenericMotor::nodeId  [inherited]
```

모터의 노드 ID.

Motor.hpp 파일의 27 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.16 recieveBuffer

```
std::queue<can_frame> GenericMotor::recieveBuffer  [inherited]
```

수신 버퍼.

Motor.hpp 파일의 38 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.17 rMax

```
float GenericMotor::rMax  [inherited]
```

회전 범위의 최소, 최대 값.

Motor.hpp 파일의 33 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.18 rMin

```
float GenericMotor::rMin  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 33 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.19 rxPdoIds

```
uint32_t MaxonMotor::rxPdoIds[4]
```

RX PDO 식별자 배열.

Motor.hpp 파일의 79 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.20 sendBuffer

```
std::queue<can_frame> GenericMotor::sendBuffer  [inherited]
```

송신 버퍼.

Motor.hpp 파일의 37 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.21 socket

```
int GenericMotor::socket  [inherited]
```

모터가 연결된 소켓의 식별자.

Motor.hpp 파일의 34 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.6.4.22 txPdoIds

```
uint32_t MaxonMotor::txPdoIds[4]
```

TX PDO 식별자 배열.

Motor.hpp 파일의 78 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

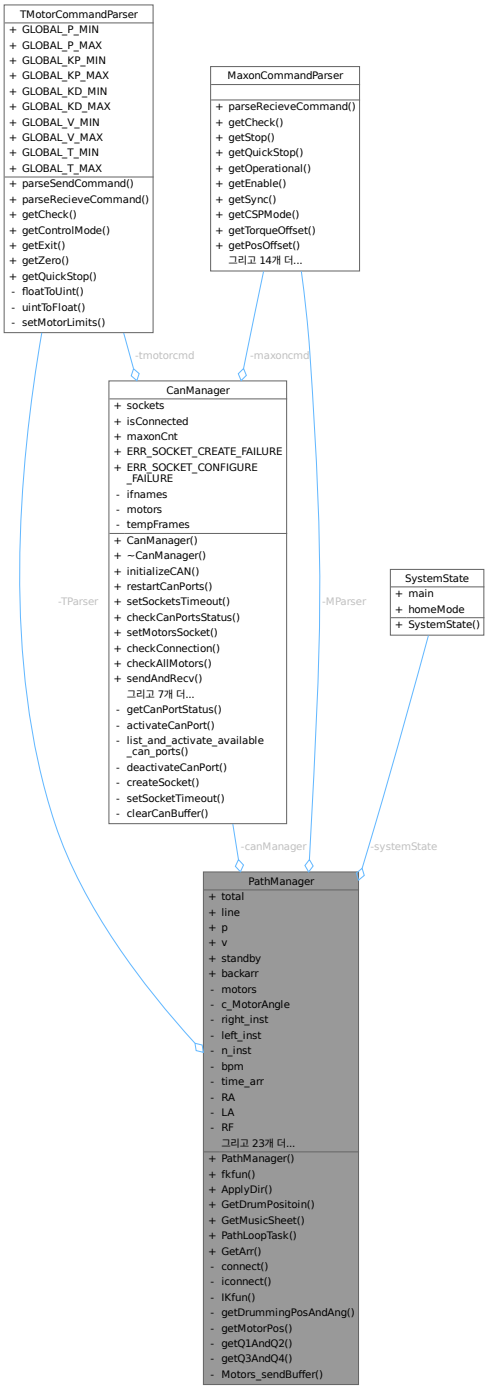
- include/motors/Motor.hpp
- src/Motor.cpp

4.7 PathManager 클래스 참조

드럼 로봇의 연주 경로를 생성하는 부분을 담당하는 클래스입니다.

```
#include <PathManager.hpp>
```

PathManager에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- PathManager (SystemState &systemStateRef, CanManager &canManagerRef, std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > &motorsRef)

  PathManager 클래스의 생성자입니다.
- vector< double > fkfun ()

  각 모터의 각도값을 불러와 스틱 끝 좌표를 계산하는 Foward Kinematics을 진행합니다.

- void ApplyDir ()
  각 모터의 회전방향에 따라 경로 방향을 적용시킵니다.
- void GetDrumPositoin ()
  rT.txt ᄋ에 저장되어 있는 드럼의 위치정보를 불러옵니다.
- void GetMusicSheet ()
  codeConfession.txt ᄋ에 저장되어 있는 악보 정보를 불러옵니다.
- void PathLoopTask ()
  연주를 진행하고 있는 line에 대한 연주 경로를 생성합니다.
- void GetArr (vector< double > &arr)
  현재 위치부터 원하는 위치까지 이동시키는 경로를 생성합니다.

Public 속성

- int total = 0
  악보의 전체 줄 수.
- int line = 0
  연주를 진행하고 있는 줄.
- vector< vector< double > > p
  위치 경로 벡터
- vector< vector< double > > v
  속도 경로 벡터
- vector< double > standby = {0, M_PI / 2, M_PI / 2, M_PI / 4, M_PI / 2.4, M_PI / 4, M_PI / 2.4, 0, 0}
- vector< double > backarr = {0, M_PI / 2, M_PI / 2, 0, 0, 0, 0, M_PI / 3, M_PI / 3}

Private 멤버 함수

- vector< double > connect (vector< double > &Q1, vector< double > &Q2, int k, int n)
  두 위치를 (1-cos) 함수로 연결합니다.
- void iconnect (vector< double > &P0, vector< double > &P1, vector< double > &P2, vector< double > &V0, double t1, double t2, double t)
  두 위치를 5차함수로 연결합니다.
- vector< double > IKfun (vector< double > &P1, vector< double > &P2)
  오른팔 / 왼팔의 좌표에 따라 Inverse Kinematics을 진행합니다.
- void getDrummingPosAndAng ()
  현재 line에서 연주하는 악기에 따른 오른팔 / 왼팔의 좌표를 불러옵니다.
- void getMotorPos ()
  각 모터의 현재위치 값을 불러옵니다.
- void getQ1AndQ2 ()
  처음 시작하는 line인 경우, 위치벡터 Q1 / Q2 벡터를 생성합니다.
- void getQ3AndQ4 ()
  line이 진행됨에 따라 Q3 / Q4 벡터를 생성합니다.
- void Motors_sendBuffer ()
  생성한 경로를 각 모터의 버퍼에 쌓아줍니다.

Private 속성

- TMotorCommandParser TParser
  T 모터 명령어 파서.
- MaxonCommandParser MParser
  Maxon 모터 명령어 파서
- SystemState & systemState
  시스템의 현재 상태입니다.
- CanManager & canManager
  CAN 통신을 통한 모터 제어를 담당합니다.
- std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors
  연결된 모터들의 정보입니다.
- vector< double > c_MotorAngle = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
  경로 생성 시 사용되는 현재 모터 위치 값.
- vector< vector< double > > right_inst
  오른팔의 각 악기별 위치 좌표 벡터.
- vector< vector< double > > left_inst
  왼팔의 각 악기별 위치 좌표 벡터.
- int n_inst = 10
  총 악기의 수.
- double bpm = 10
- vector< double > time_arr
  악보의 BPM 정보.
- vector< vector< int > > RA
- vector< vector< int > > LA
  오른팔 / 왼팔이 치는 악기.
- vector< int > RF
- vector< int > LF
  오른발 / 왼발이 치는 악기.;
- double p_R = 0
  오른손 이전 악기 유무.
- double p_L = 0
  왼손 이전 악기 유무.
- double c_R = 0
  오른손 현재 악기 유무.
- double c_L = 0
  왼손 현재 악기 유무.
- double r_wrist = 0.0
  오른손목 각도.
- double l_wrist = 0.0
  왼손목 각도.
- vector< double > P1 = {0.3, 0.94344, 1.16582}
  오른팔 준비자세 좌표.
- vector< double > P2 = {-0.3, 0.94344, 1.16582}
  왼팔 준비자세 좌표.
- vector< double > R = {0.363, 0.793, 0.363, 0.793}
  [오른팔 상완, 오른팔 하완+스틱, 왼팔 상완, 왼팔 하완+스틱]의 길이.
- double s = 0.600
  허리 길이.
- double z0 = 1.026
  바닥부터 허리까지의 높이.

- vector< double > Q1
- vector< double > Q2
- vector< double > Q3
- vector< double > Q4

  Q1, Q3 : 악기를 연주하기 전 들어올린 상태 / Q2 : 이번에 치는 악기 위치 / Q4 : 다음에 치는 악기 위치
- double ElbowAngle_ready = M_PI / 36

  -0.5일 때 들어올리는 팔꿈치 각도 : 5deg
- double ElbowAngle_hit = M_PI / 18

  -1일 때 들어올리는 팔꿈치 각도 : 10deg
- double WristAngle_ready = M_PI / 4

  -0.5일 때 들어올리는 손목 각도 : 45deg
- double WristAngle_hit = M_PI / 2

  -1일 때 들어올리는 손목 각도 : 90deg
- vector< double > wrist = {0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0}

  각 악기별 치는 손목 각도
- map< std::string, int > motor_mapping
- map< int, int > motor_dir

4.7.1 상세한 설명

드럼 로봇의 연주 경로를 생성하는 부분을 담당하는 클래스입니다.

이 클래스는 주어진 악보를 분석하여 정해진 알고리즘을 따라 알맞은 경로를 생성하도록 합니다.

PathManager.hpp 파일의 40 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.7.2.1 PathManager()

```
PathManager::PathManager (
            SystemState & systemStateRef,
            CanManager & canManagerRef,
            std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motorsRef )
```

PathManager 클래스의 생성자입니다.

매개변수

systemStateRef	시스템 상태에 대한 참조입니다.
canManagerRef	CAN 통신 관리자에 대한 참조입니다.
motorsRef	모터 객체에 대한 참조를 매핑합니다.

PathManager.cpp 파일의 3 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00006     : systemState(systemStateRef), canManager(canManagerRef), motors(motorsRef)
00007 {
00008 }
```

4.7.3 멤버 함수 문서화

4.7.3.1 ApplyDir()

```
void PathManager::ApplyDir ( )
```

각 모터의 회전방향에 따라 경로 방향을 적용시킵니다.

PathManager.cpp 파일의 47 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00048 { // CW / CCW에 따른 방향 적용
00049     for (auto &entry : motors)
00050     {
00051         shared_ptr<GenericMotor> motor = entry.second;
00052         standby[motor_mapping[entry.first]] *= motor->cwDir;
00053         backarr[motor_mapping[entry.first]] *= motor->cwDir;
00054         motor_dir[motor_mapping[entry.first]] = motor->cwDir;
00055     }
00056 }
```

4.7.3.2 connect()

```
vector< double > PathManager::connect (
            vector< double > & Q1,
            vector< double > & Q2,
            int k,
            int n )  [private]
```

두 위치를 (1-cos) 함수로 연결합니다.

매개변수

Q1	현재 위치 벡터입니다.
Q2	이동하려는 위치 벡터입니다.
k	벡터의 인덱스 값입니다.
n	연결하는데 사용되는 총 벡터 수입니다.

반환값

vector<double> 총 n개의 벡터 중 k번째 벡터를 나타냅니다.

PathManager.cpp 파일의 58 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00059 {
00060     vector<double> Qi;
00061     std::vector<double> A, B;
00062 
00063     // Compute A and Bk
00064     for (long unsigned int i = 0; i < Q1.size(); ++i)
00065     {
00066         A.push_back(0.5 * (Q1[i] - Q2[i]));
00067         B.push_back(0.5 * (Q1[i] + Q2[i]));
00068     }
00069 
00070     // Compute Qi using the provided formula
00071     for (long unsigned int i = 0; i < Q1.size(); ++i)
00072     {
00073         double val = A[i] * cos(M_PI * k / n) + B[i];
00074         Qi.push_back(val);
00075     }
00076 
00077     return Qi;
00078 }
```

4.7.3.3 fkfun()

```
vector< double > PathManager::fkfun ( )
```

각 모터의 각도값을 불러와 스틱 끝 좌표를 계산하는 Foward Kinematics을 진행합니다.

반환값

vector<double> 왼팔 / 오른팔의 스틱 끝 좌표를 나타내는 벡터입니다.

PathManager.cpp 파일의 170 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00171 {
00172     vector<double> P;
00173     vector<double> theta(7);
00174     for (auto &motorPair : motors)
00175     {
00176         auto &name = motorPair.first;
00177         auto &motor = motorPair.second;
00178         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00179         {
00180             theta[motor_mapping[name]] = tMotor->currentPos * tMotor->cwDir;
00181         }
00182     }
00183     double r1 = R[0], r2 = R[1], l1 = R[2], l2 = R[3];
00184     double r, l;
00185     r = r1 * sin(theta[3]) + r2 * sin(theta[3] + theta[4]);
00186     l = l1 * sin(theta[5]) + l2 * sin(theta[5] + theta[6]);
00187
00188     P.push_back(0.5 * s * cos(theta[0]) + r * cos(theta[0] + theta[1]));
00189     P.push_back(0.5 * s * sin(theta[0]) + r * sin(theta[0] + theta[1]));
00190     P.push_back(z0 - r1 * cos(theta[3]) - r2 * cos(theta[3] + theta[4]));
00191     P.push_back(0.5 * s * cos(theta[0] + M_PI) + l * cos(theta[0] + theta[2]));
00192     P.push_back(0.5 * s * sin(theta[0] + M_PI) + l * sin(theta[0] + theta[2]));
00193     P.push_back(z0 - l1 * cos(theta[5]) - l2 * cos(theta[5] + theta[6]));
00194
00195     return P;
00196 }
```

4.7.3.4 GetArr()

```
void PathManager::GetArr (
            vector< double > & arr )
```

현재 위치부터 원하는 위치까지 이동시키는 경로를 생성합니다.

매개변수

arr	이동하고자하는 위치 정보값입니다.

PathManager.cpp 파일의 648 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00649 {
00650     cout « "Get Array...\n";
00651     struct can_frame frame;
00652
00653     vector<double> Qi;
00654     vector<vector<double» q_setting;
00655
00656     getMotorPos();
00657
00658     int n = 800;
00659     for (int k = 0; k < n; ++k)
00660     {
00661         // Make GetBack Array
00662         Qi = connect(c_MotorAngle, arr, k, n);
00663         q_setting.push_back(Qi);
00664
00665         // Send to Buffer
```

```
00666         for (auto &entry : motors)
00667         {
00668             if (std::shared_ptr<TMotor> motor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(entry.second))
00669             {
00670                 float p_des = Qi[motor_mapping[entry.first]];
00671                 TParser.parseSendCommand(*motor, &frame, motor->nodeId, 8, p_des, 0, motor->Kp,
      motor->Kd, 0.0);
00672                 entry.second->sendBuffer.push(frame);
00673             }
00674             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> motor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(entry.second))
00675             {
00676                 float p_des = Qi[motor_mapping[entry.first]];
00677                 MParser.getTargetPosition(*motor, &frame, p_des);
00678                 entry.second->sendBuffer.push(frame);
00679             }
00680         }
00681     }
00682
00683     c_MotorAngle = Qi;
00684 }
```

4.7.3.5 getDrummingPosAndAng()

```
void PathManager::getDrummingPosAndAng ( )  [private]
```

현재 line에서 연주하는 악기에 따른 오른팔 / 왼팔의 좌표를 불러옵니다.

PathManager.cpp 파일의 331 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00332 {
00333     for (int j = 0; j < n_inst; ++j)
00334     { // 악기에 맞는 오/왼 손목 위치 및 손목 각도
00335         if (RA[line][j] != 0)
00336         {
00337             P1 = right_inst[j];
00338             r_wrist = wrist[j];
00339             c_R = 1;
00340         }
00341         if (LA[line][j] != 0)
00342         {
00343             P2 = left_inst[j];
00344             l_wrist = wrist[j];
00345             c_L = 1;
00346         }
00347     }
00348 }
```

4.7.3.6 GetDrumPositoin()

```
void PathManager::GetDrumPositoin ( )
```

rT.txt ㅇ에 저장되어 있는 드럼의 위치정보를 불러옵니다.

PathManager.cpp 파일의 468 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00469 {
00470     getMotorPos();
00471
00472     ifstream inputFile("../include/managers/rT.txt");
00473
00474     if (!inputFile.is_open())
00475     {
00476         cerr « "Failed to open the file."
00477              « "\n";
00478     }
00479
00480     // Read data into a 2D vector
00481     vector<vector<double» inst_xyz(6, vector<double>(8, 0));
00482
00483     for (int i = 0; i < 6; ++i)
00484     {
00485         for (int j = 0; j < 8; ++j)
00486         {
00487             inputFile » inst_xyz[i][j];
00488             if (i == 1 || i == 4)
```

```
00489                 inst_xyz[i][j] = inst_xyz[i][j] * 1.0;
00490         }
00491     }
00492
00493     // Extract the desired elements
00494     vector<double> right_B = {0, 0, 0};
00495     vector<double> right_S;
00496     vector<double> right_FT;
00497     vector<double> right_MT;
00498     vector<double> right_HT;
00499     vector<double> right_HH;
00500     vector<double> right_R;
00501     vector<double> right_RC;
00502     vector<double> right_LC;
00503
00504     for (int i = 0; i < 3; ++i)
00505     {
00506         right_S.push_back(inst_xyz[i][0]);
00507         right_FT.push_back(inst_xyz[i][1]);
00508         right_MT.push_back(inst_xyz[i][2]);
00509         right_HT.push_back(inst_xyz[i][3]);
00510         right_HH.push_back(inst_xyz[i][4]);
00511         right_R.push_back(inst_xyz[i][5]);
00512         right_RC.push_back(inst_xyz[i][6]);
00513         right_LC.push_back(inst_xyz[i][7]);
00514     }
00515
00516     vector<double> left_B = {0, 0, 0};
00517     vector<double> left_S;
00518     vector<double> left_FT;
00519     vector<double> left_MT;
00520     vector<double> left_HT;
00521     vector<double> left_HH;
00522     vector<double> left_R;
00523     vector<double> left_RC;
00524     vector<double> left_LC;
00525
00526     for (int i = 3; i < 6; ++i)
00527     {
00528         left_S.push_back(inst_xyz[i][0]);
00529         left_FT.push_back(inst_xyz[i][1]);
00530         left_MT.push_back(inst_xyz[i][2]);
00531         left_HT.push_back(inst_xyz[i][3]);
00532         left_HH.push_back(inst_xyz[i][4]);
00533         left_R.push_back(inst_xyz[i][5]);
00534         left_RC.push_back(inst_xyz[i][6]);
00535         left_LC.push_back(inst_xyz[i][7]);
00536     }
00537
00538     // Combine the elements into right_inst and left_inst
00539     right_inst = {right_B, right_RC, right_R, right_S, right_HH, right_HH, right_FT, right_MT,
      right_LC, right_HT};
00540     left_inst = {left_B, left_RC, left_R, left_S, left_HH, left_HH, left_FT, left_MT, left_LC,
      left_HT};
00541 }
```

4.7.3.7 getMotorPos()

```
void PathManager::getMotorPos ( )  [private]
```

각 모터의 현재위치 값을 불러옵니다.

PathManager.cpp 파일의 80 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00081 {
00082     // 각 모터의 현재위치 값 불러오기 ** CheckMotorPosition 이후에 해야함(변수값을 불러오기만 해서 갱신 필요)
00083     for (auto &entry : motors)
00084     {
00085         c_MotorAngle[motor_mapping[entry.first]] = entry.second->currentPos;
00086         // 각 모터의 현재 위치 출력
00087         cout « "Motor " « entry.first « " current position: " « entry.second->currentPos « "\n";
00088     }
00089 }
```

4.7.3.8 GetMusicSheet()

```
void PathManager::GetMusicSheet ( )
```

codeConfession.txt 에 저장되어 있는 악보 정보를 불러옵니다.

PathManager.cpp 파일의 543 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00544 {
00546     map<string, int> instrument_mapping = {
00547         {"0", 10}, {"1", 3}, {"2", 6}, {"3", 7}, {"4", 9}, {"5", 4}, {"6", 2}, {"7", 1}, {"8", 8},
      {"11", 3}, {"51", 3}, {"61", 3}, {"71", 3}, {"81", 3}, {"91", 3}};
00548
00549     string score_path = "../include/managers/codeConfession.txt";
00550
00551     ifstream file(score_path);
00552     if (!file.is_open())
00553         cerr « "Error opening file." « endl;
00554
00555     string line;
00556     int lineIndex = 0;
00557     while (getline(file, line))
00558     {
00559         istringstream iss(line);
00560         string item;
00561         vector<string> columns;
00562         while (getline(iss, item, '\t'))
00563         {
00564             item = trimWhitespace(item);
00565             columns.push_back(item);
00566         }
00567
00568         if (lineIndex == 0)
00569         { // 첫번째 행엔 bpm에 대한 정보
00570             bpm = stod(columns[0].substr(4));
00571             cout « "bpm = " « bpm « "\n";
00572         }
00573         else
00574         {
00575             vector<int> inst_arr_R(10, 0), inst_arr_L(10, 0);
00576             time_arr.push_back(stod(columns[1]) * 100 / bpm);
00577
00578             if (columns[2] != "0")
00579                 inst_arr_R[instrument_mapping[columns[2]]] = 1;
00580             if (columns[3] != "0")
00581                 inst_arr_L[instrument_mapping[columns[3]]] = 1;
00582
00583             RF.push_back(stoi(columns[6]) == 1 ? 1 : 0);
00584             LF.push_back(stoi(columns[7]) == 2 ? 1 : 0);
00585
00586             RA.push_back(inst_arr_R);
00587             LA.push_back(inst_arr_L);
00588         }
00589
00590         lineIndex++;
00591     }
00592
00593     file.close();
00594
00595     total = RF.size();
00596 }
```

4.7.3.9 getQ1AndQ2()

```
void PathManager::getQ1AndQ2 ( )  [private]
```

처음 시작하는 line인 경우, 위치벡터 Q1 / Q2 벡터를 생성합니다.

PathManager.cpp 파일의 350 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00351 {
00352     if (c_R == 0 && c_L == 0)
00353     { // 왼손 & 오른손 안침
00354         Q1 = c_MotorAngle;
00355         if (p_R == 1)
00356         {
00357             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00358             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00359         }
00360         if (p_L == 1)
00361         {
00362             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00363             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00364         }
00365         Q2 = Q1;
```

```
00366     }
00367     else
00368     {
00369         Q1 = IKfun(P1, P2);
00370         Q1.push_back(r_wrist);
00371         Q1.push_back(l_wrist);
00372         Q2 = Q1;
00373         if (c_R != 0 && c_L != 0)
00374         { // 왼손 & 오른손 침
00375             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00376             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00377             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
00378             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00379         }
00380         else if (c_L != 0)
00381         { // 왼손만 침
00382             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00383             Q2[4] = Q2[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00384             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00385             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00386             Q2[7] = Q2[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00387             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00388         }
00389         else if (c_R != 0)
00390         { // 오른손만 침
00391             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00392             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00393             Q2[6] = Q2[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00394             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
00395             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00396             Q2[8] = Q2[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00397         }
00398         // waist & Arm1 & Arm2는 Q1 ~ Q2 동안 계속 이동
00399         Q1[0] = (Q2[0] + c_MotorAngle[0]) / 2.0;
00400         Q1[1] = (Q2[1] + c_MotorAngle[1]) / 2.0;
00401         Q1[2] = (Q2[2] + c_MotorAngle[2]) / 2.0;
00402         Q1[3] = (Q2[3] + c_MotorAngle[3]) / 2.0;
00403         Q1[5] = (Q2[5] + c_MotorAngle[5]) / 2.0;
00404     }
00405 }
```

4.7.3.10 getQ3AndQ4()

```
void PathManager::getQ3AndQ4 ( )  [private]
```

line이 진행됨에 따라 Q3 / Q4 벡터를 생성합니다.

PathManager.cpp 파일의 407 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00408 {
00409     if (c_R == 0 && c_L == 0)
00410     { // 왼손 & 오른손 안침
00411         Q3 = Q2;
00412         if (p_R == 1)
00413         {
00414             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00415             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00416         }
00417         if (p_L == 1)
00418         {
00419             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00420             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00421         }
00422         Q4 = Q3;
00423     }
00424     else
00425     {
00426         Q3 = IKfun(P1, P2);
00427         Q3.push_back(r_wrist);
00428         Q3.push_back(l_wrist);
00429         Q4 = Q3;
00430         if (c_R != 0 && c_L != 0)
00431         { // 왼손 & 오른손 침
00432             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00433             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00434             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
00435             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00436         }
00437         else if (c_L != 0)
00438         { // 왼손만 침
00439             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
```

```
00440             Q4[4] = Q4[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00441             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00442             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00443             Q4[7] = Q4[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00444             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00445         }
00446         else if (c_R != 0)
00447         { // 오른손만 침
00448             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00449             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00450             Q4[6] = Q4[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00451             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
00452             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00453             Q4[8] = Q4[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00454         }
00455         // waist & Arm1 & Arm2는 Q3 ~ Q4 동안 계속 이동
00456         Q3[0] = (Q4[0] + Q2[0]) / 2.0;
00457         Q3[1] = (Q4[1] + Q2[1]) / 2.0;
00458         Q3[2] = (Q4[2] + Q2[2]) / 2.0;
00459         Q3[3] = (Q4[3] + Q2[3]) / 2.0;
00460         Q3[5] = (Q4[5] + Q2[5]) / 2.0;
00461     }
00462 }
```

4.7.3.11 iconnect()

```
void PathManager::iconnect (
            vector< double > & P0,
            vector< double > & P1,
            vector< double > & P2,
            vector< double > & V0,
            double t1,
            double t2,
            double t )  [private]
```

두 위치를 5차함수로 연결합니다.

매개변수

P0	현재 위치 벡터입니다.
P1	첫번째 위치 벡터입니다.
P2	두번째 위치 벡터입니다.
V0	현재 속도 벡터입니다.
t1	첫번재 시간간격입니다.
t2	두번째 시간간격입니다.
t	시간 인덱스입니다.

PathManager.cpp 파일의 123 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00124 {
00125     vector<double> V1;
00126     vector<double> p_out;
00127     vector<double> v_out;
00128     for (size_t i = 0; i < P0.size(); ++i)
00129     {
00130         if ((P1[i] - P0[i]) / (P2[i] - P1[i]) > 0)
00131             V1.push_back((P2[i] - P0[i]) / t2);
00132         else
00133             V1.push_back(0);
00134 
00135         double f = P0[i];
00136         double d = 0;
00137         double e = V0[i];
00138 
00139         double M[3][3] = {
00140             {20.0 * pow(t1, 2), 12.0 * t1, 6.0},
00141             {5.0 * pow(t1, 4), 4.0 * pow(t1, 3), 3.0 * pow(t1, 2)},
00142             {pow(t1, 5), pow(t1, 4), pow(t1, 3)}};
```

```
00143         double ANS[3] = {0, V1[i] - V0[i], P1[i] - P0[i] - V0[i] * t1};
00144
00145         double invM[3][3];
00146         inverseMatrix(M, invM);
00147         // Multiply the inverse of T with ANS
00148         double tem[3];
00149         for (size_t j = 0; j < 3; ++j)
00150         {
00151             tem[j] = 0;
00152             for (size_t k = 0; k < 3; ++k)
00153             {
00154                 tem[j] += invM[j][k] * ANS[k];
00155             }
00156         }
00157
00158         double a = tem[0];
00159         double b = tem[1];
00160         double c = tem[2];
00161
00162         p_out.push_back(a * pow(t, 5) + b * pow(t, 4) + c * pow(t, 3) + d * pow(t, 2) + e * t + f);
00163         v_out.push_back(5 * a * pow(t, 4) + 4 * b * pow(t, 3) + 3 * c * pow(t, 2) + 3 * d * t + e);
00164     }
00165
00166     p.push_back(p_out);
00167     v.push_back(v_out);
00168 }
```

4.7.3.12 IKfun()

```
vector< double > PathManager::IKfun (
            vector< double > & P1,
            vector< double > & P2 )  [private]
```

오른팔 / 왼팔의 좌표에 따라 Inverse Kinematics을 진행합니다.

매개변수

P1	오른팔 스틱 끝의 좌표입니다.
P2	왼팔 스틱 끝의 좌표입니다.

반환값

vector<double> 해당 좌표에 알맞는 각 모터의 위치 벡터입니다.

PathManager.cpp 파일의 198 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00199 {
00200     // 드럼위치의 중점 각도
00201     double direction = 0.0 * M_PI; //-M_PI / 3.0;
00202
00203     // 몸통과 팔이 부딪히지 않을 각도 => 36deg
00204     double differ = M_PI / 5.0;
00205
00206     vector<double> Qf(7);
00207
00208     double X1 = P1[0], Y1 = P1[1], z1 = P1[2];
00209     double X2 = P2[0], Y2 = P2[1], z2 = P2[2];
00210     double r1 = R[0], r2 = R[1], r3 = R[2], r4 = R[3];
00211
00212     vector<double> the3(1801);
00213     for (int i = 0; i < 1801; i++)
00214     { // 오른팔 들어올리는 각도 범위 : -90deg ~ 90deg
00215         the3[i] = -M_PI / 2 + (M_PI * i) / 1800;
00216     }
00217
00218     double zeta = z0 - z2;
00219
00220     double det_the0, det_the1, det_the2, det_the4, det_the5, det_the6;
00221     double the0_f, the0, the1, the2, the34, the4, the5, the6;
00222     double r, L, Lp, T;
00223     double sol;
```

```
00224     double alpha;
00225     bool first = true;
00226 
00227     for (long unsigned int i = 0; i < the3.size(); i++)
00228     {
00229         det_the4 = (z0 - z1 - r1 * cos(the3[i])) / r2;
00230 
00231         if (det_the4 < 1 && det_the4 > -1)
00232         {
00233             the34 = acos((z0 - z1 - r1 * cos(the3[i])) / r2);
00234             the4 = the34 - the3[i];
00235             if (the4 > 0 && the4 < M_PI * 0.75)
00236             { // 오른팔꿈치 각도 범위 : 0 ~ 135deg
00237                 r = r1 * sin(the3[i]) + r2 * sin(the34);
00238 
00239                 det_the1 = (X1 * X1 + Y1 * Y1 - r * r - s * s / 4) / (s * r);
00240                 if (det_the1 < 1 && det_the1 > -1)
00241                 {
00242                     the1 = acos(det_the1);
00243                     if (the1 > 0 && the1 < (M_PI - differ))
00244                     { // 오른팔 돌리는 각도 범위 : 0 ~ 150deg
00245                         alpha = asin(X1 / sqrt(X1 * X1 + Y1 * Y1));
00246                         det_the0 = (s / 4 + (X1 * X1 + Y1 * Y1 - r * r) / s) / sqrt(X1 * X1 + Y1 *
    Y1);
00247                         if (det_the0 < 1 && det_the0 > -1)
00248                         {
00249                             the0 = asin(det_the0) - alpha;
00250 
00251                             L = sqrt(pow(X2 - 0.5 * s * cos(the0 + M_PI), 2) +
00252                                      pow(Y2 - 0.5 * s * sin(the0 + M_PI), 2));
00253                             det_the2 = (X2 + 0.5 * s * cos(the0)) / L;
00254 
00255                             if (det_the2 < 1 && det_the2 > -1)
00256                             {
00257                                 the2 = acos(det_the2) - the0;
00258                                 if (the2 > differ && the2 < M_PI)
00259                                 { // 왼팔 돌리는 각도 범위 : 30deg ~ 180deg
00260                                     Lp = sqrt(L * L + zeta * zeta);
00261                                     det_the6 = (Lp * Lp - r3 * r3 - r4 * r4) / (2 * r3 * r4);
00262                                     if (det_the6 < 1 && det_the6 > -1)
00263                                     {
00264                                         the6 = acos(det_the6);
00265                                         if (the6 > 0 && the6 < M_PI * 0.75)
00266                                         { // 왼팔꿈치 각도 범위 : 0 ~ 135deg
00267                                             T = (zeta * zeta + L * L + r3 * r3 - r4 * r4) / (r3 * 2);
00268                                             det_the5 = L * L + zeta * zeta - T * T;
00269 
00270                                             if (det_the5 > 0)
00271                                             {
00272                                                 sol = T * L - zeta * sqrt(L * L + zeta * zeta - T *
    T);
00273                                                 sol /= (L * L + zeta * zeta);
00274                                                 the5 = asin(sol);
00275                                                 if (the5 > -M_PI / 4 && the5 < M_PI / 2)
00276                                                 { // 왼팔 들어올리는 각도 범위 : -45deg ~ 90deg
00277 
00278                                                     if (first || abs(the0 - direction) < abs(the0_f -
    direction))
00279                                                     {
00280                                                         the0_f = the0;
00281                                                         Qf[0] = the0;
00282                                                         Qf[1] = the1;
00283                                                         Qf[2] = the2;
00284                                                         Qf[3] = the3[i];
00285                                                         Qf[4] = the4;
00286                                                         Qf[5] = the5;
00287                                                         Qf[6] = the6;
00288 
00289                                                         first = false;
00290                                                     }
00291                                                 }
00292                                             }
00293                                         }
00294                                     }
00295                                 }
00296                             }
00297                         }
00298                     }
00299                 }
00300             }
00301         }
00302     }
00303 
00304     if(first){
00305         std::cout << "IKfun Not Solved!!\n";
00306         systemState.main = Main::Pause;
00307     }
```

```
00308
00309     for (auto &entry : motors)
00310     {
00311         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(entry.second))
00312         {
00313             Qf[motor_mapping[entry.first]] *= tMotor->cwDir;
00314         }
00315     }
00316
00317     return Qf;
00318 }
```

4.7.3.13 Motors_sendBuffer()

```
void PathManager::Motors_sendBuffer ( )  [private]
```

생성한 경로를 각 모터의 버퍼에 쌓아줍니다.

PathManager.cpp 파일의 14 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00015 {
00016     struct can_frame frame;
00017
00018     vector<double> Pi;
00019     vector<double> Vi;
00020
00021     Pi = p.back();
00022     Vi = v.back();
00023
00024     for (auto &entry : motors)
00025     {
00026         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(entry.second))
00027         {
00028             float p_des = Pi[motor_mapping[entry.first]];
00029             float v_des = Vi[motor_mapping[entry.first]];
00030
00031             TParser.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, p_des, v_des, tMotor->Kp,
    tMotor->Kd, 0.0);
00032             entry.second->sendBuffer.push(frame);
00033         }
00034         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
    std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(entry.second))
00035         {
00036             float p_des = Pi[motor_mapping[entry.first]];
00037             MParser.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, p_des);
00038             entry.second->sendBuffer.push(frame);
00039         }
00040     }
00041 }
```

4.7.3.14 PathLoopTask()

```
void PathManager::PathLoopTask ( )
```

연주를 진행하고 있는 line에 대한 연주 경로를 생성합니다.

PathManager.cpp 파일의 598 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00599 {
00600     // 연주 처음 시작할 때 Q1, Q2 계산
00601     if (line == 0)
00602     {
00603         c_R = 0;
00604         c_L = 0;
00605
00606         getDrummingPosAndAng();
00607         getQ1AndQ2();
00608
00609         p_R = c_R;
00610         p_L = c_L;
00611
00612         line++;
00613
00614         p.push_back(c_MotorAngle);
00615         v.push_back({0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0});
00616     }
```

```
00617
00618     c_R = 0;
00619     c_L = 0;
00620
00621     getDrummingPosAndAng();
00622     getQ3AndQ4();
00623
00624     p_R = c_R;
00625     p_L = c_L;
00626
00627     double t1 = time_arr[line - 1];
00628     double t2 = time_arr[line];
00629     double t = 0.005;
00630     int n = round((t1 / 2) / t);
00631     vector<double> V0 = v.back();
00632     for (int i = 0; i < n; i++)
00633     {
00634         iconnect(c_MotorAngle, Q1, Q2, V0, t1 / 2, t1, t * i);
00635         Motors_sendBuffer();
00636     }
00637     V0 = v.back();
00638     for (int i = 0; i < n; i++)
00639     {
00640         iconnect(Q1, Q2, Q3, V0, t1 / 2, (t1 + t2) / 2, t * i);
00641         Motors_sendBuffer();
00642     }
00643     c_MotorAngle = p.back();
00644     Q1 = Q3;
00645     Q2 = Q4;
00646 }
```

4.7.4 멤버 데이터 문서화

4.7.4.1 backarr

```
vector<double> PathManager::backarr = {0, M_PI / 2, M_PI / 2, 0, 0, 0, 0, M_PI / 3, M_PI / 3}
```

PathManager.hpp 파일의 101 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00101 {0, M_PI / 2, M_PI / 2, 0, 0, 0, 0, M_PI / 3, M_PI / 3};
```

4.7.4.2 bpm

```
double PathManager::bpm = 10  [private]
```

PathManager.hpp 파일의 117 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.3 c_L

```
double PathManager::c_L = 0  [private]
```

왼손 현재 악기 유무.

PathManager.hpp 파일의 125 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.4 c_MotorAngle

```
vector<double> PathManager::c_MotorAngle = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}  [private]
```

경로 생성 시 사용되는 현재 모터 위치 값.

PathManager.hpp 파일의 112 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00112 {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0};
```

4.7.4.5 c_R

```
double PathManager::c_R = 0  [private]
```

오른손 현재 악기 유무.

PathManager.hpp 파일의 124 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.6 canManager

```
CanManager& PathManager::canManager  [private]
```

CAN 통신을 통한 모터 제어를 담당합니다.

PathManager.hpp 파일의 108 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.7 ElbowAngle_hit

```
double PathManager::ElbowAngle_hit = M_PI / 18  [private]
```

-1일 때 들어올리는 팔꿈치 각도 : 10deg

PathManager.hpp 파일의 140 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.8 ElbowAngle_ready

```
double PathManager::ElbowAngle_ready = M_PI / 36  [private]
```

-0.5일 때 들어올리는 팔꿈치 각도 : 5deg

PathManager.hpp 파일의 139 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.9 l_wrist

```
double PathManager::l_wrist = 0.0  [private]
```

왼손목 각도.

PathManager.hpp 파일의 128 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.10 LA

```
vector<vector<int> > PathManager::LA  [private]
```

오른팔 / 왼팔이 치는 악기.

PathManager.hpp 파일의 119 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.11 left_inst

```
vector<vector<double> > PathManager::left_inst  [private]
```

왼팔의 각 악기별 위치 좌표 벡터.

PathManager.hpp 파일의 114 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.12 LF

```
vector<int> PathManager::LF  [private]
```

오른발 / 왼발이 치는 악기.;

PathManager.hpp 파일의 120 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.13 line

```
int PathManager::line = 0
```

연주를 진행하고 있는 줄.

PathManager.hpp 파일의 89 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.14 motor_dir

```
map<int, int> PathManager::motor_dir  [private]
```

초기값:

```
= {
        {0, 1},
        {1, 1},
        {2, 1},
        {3, 1},
        {4, 1},
        {5, 1},
        {6, 1},
        {7, 1},
        {8, 1}}
```

PathManager.hpp 파일의 149 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00149                                   {
00150         {0, 1},
00151         {1, 1},
00152         {2, 1},
00153         {3, 1},
00154         {4, 1},
00155         {5, 1},
00156         {6, 1},
00157         {7, 1},
00158         {8, 1}};
```

4.7.4.15 motor_mapping

```
map<std::string, int> PathManager::motor_mapping  [private]
```

초기값:

```
= {
        {"waist", 0}, {"R_arm1", 1}, {"L_arm1", 2}, {"R_arm2", 3}, {"R_arm3", 4}, {"L_arm2", 5}, {"L_arm3",
      6}, {"R_wrist", 7}, {"L_wrist", 8}}
```

PathManager.hpp 파일의 146 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00146                                   {
00147         {"waist", 0}, {"R_arm1", 1}, {"L_arm1", 2}, {"R_arm2", 3}, {"R_arm3", 4}, {"L_arm2", 5},
      {"L_arm3", 6}, {"R_wrist", 7}, {"L_wrist", 8}};
```

4.7.4.16 motors

```
std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor> >& PathManager::motors  [private]
```

연결된 모터들의 정보입니다.

PathManager.hpp 파일의 109 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.17 MParser

```
MaxonCommandParser PathManager::MParser  [private]
```

Maxon 모터 명령어 파서

PathManager.hpp 파일의 105 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.18 n_inst

```
int PathManager::n_inst = 10  [private]
```

총 악기의 수.

PathManager.hpp 파일의 116 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.19 p

```
vector<vector<double> > PathManager::p
```

위치 경로 벡터

PathManager.hpp 파일의 92 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.20 P1

```
vector<double> PathManager::P1 = {0.3, 0.94344, 1.16582}  [private]
```

오른팔 준비자세 좌표.

PathManager.hpp 파일의 131 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00131 {0.3, 0.94344, 1.16582};
```

4.7.4.21 P2

```
vector<double> PathManager::P2 = {-0.3, 0.94344, 1.16582}  [private]
```

왼팔 준비자세 좌표.

PathManager.hpp 파일의 132 번째 라인에서 정의되었습니다.
```
00132 {-0.3, 0.94344, 1.16582};
```

4.7.4.22 p_L

```
double PathManager::p_L = 0  [private]
```

왼손 이전 악기 유무.

PathManager.hpp 파일의 123 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.23 p_R

```
double PathManager::p_R = 0  [private]
```

오른손 이전 악기 유무.

PathManager.hpp 파일의 122 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.24 Q1

```
vector<double> PathManager::Q1  [private]
```

PathManager.hpp 파일의 137 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.25 Q2

```
vector<double> PathManager::Q2  [private]
```

PathManager.hpp 파일의 137 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.26 Q3

```
vector<double> PathManager::Q3  [private]
```

PathManager.hpp 파일의 137 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.27 Q4

```
vector<double> PathManager::Q4  [private]
```

Q1, Q3 : 악기를 연주하기 전 들어올린 상태 / Q2 : 이번에 치는 악기 위치 / Q4 : 다음에 치는 악기 위치

PathManager.hpp 파일의 137 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.28 R

```
vector<double> PathManager::R = {0.363, 0.793, 0.363, 0.793}  [private]
```

[오른팔 상완, 오른팔 하완+스틱, 왼팔 상완, 왼팔 하완+스틱]의 길이.

PathManager.hpp 파일의 133 번째 라인에서 정의되었습니다.
00133 {0.363, 0.793, 0.363, 0.793};

4.7.4.29 r_wrist

```
double PathManager::r_wrist = 0.0  [private]
```

오른손목 각도.

PathManager.hpp 파일의 127 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.30 RA

```
vector<vector<int> > PathManager::RA  [private]
```

PathManager.hpp 파일의 119 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.31 RF

```
vector<int> PathManager::RF  [private]
```

PathManager.hpp 파일의 120 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.32 right_inst

```
vector<vector<double> > PathManager::right_inst  [private]
```

오른팔의 각 악기별 위치 좌표 벡터.

PathManager.hpp 파일의 113 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.33 s

```
double PathManager::s = 0.600  [private]
```

허리 길이.

PathManager.hpp 파일의 134 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.34 standby

```
vector<double> PathManager::standby = {0, M_PI / 2, M_PI / 2, M_PI / 4, M_PI / 2.4, M_PI / 4,
M_PI / 2.4, 0, 0}
```

PathManager.hpp 파일의 97 번째 라인에서 정의되었습니다.
00097 {0, M_PI / 2, M_PI / 2, M_PI / 4, M_PI / 2.4, M_PI / 4, M_PI / 2.4, 0, 0};

4.7.4.35 systemState

```
SystemState& PathManager::systemState  [private]
```

시스템의 현재 상태입니다.

PathManager.hpp 파일의 107 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.36 time_arr

```
vector<double> PathManager::time_arr  [private]
```

악보의 BPM 정보.

악보의 시간간격 정보.

PathManager.hpp 파일의 118 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.37 total

```
int PathManager::total = 0
```

악보의 전체 줄 수.

PathManager.hpp 파일의 88 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.38 TParser

```
TMotorCommandParser PathManager::TParser  [private]
```

T 모터 명령어 파서.

PathManager.hpp 파일의 104 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.39 v

```
vector<vector<double> > PathManager::v
```

속도 경로 벡터

PathManager.hpp 파일의 93 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.40 wrist

```
vector<double> PathManager::wrist = {0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0}  [private]
```

각 악기별 치는 손목 각도

PathManager.hpp 파일의 144 번째 라인에서 정의되었습니다.
```
00144 {0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0};
```

4.7.4.41 WristAngle_hit

```
double PathManager::WristAngle_hit = M_PI / 2  [private]
```

-1일 때 들어올리는 손목 각도 : 90deg

PathManager.hpp 파일의 142 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.42 WristAngle_ready

```
double PathManager::WristAngle_ready = M_PI / 4  [private]
```

-0.5일 때 들어올리는 손목 각도 : 45deg

PathManager.hpp 파일의 141 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.7.4.43 z0

```
double PathManager::z0 = 1.026  [private]
```

바닥부터 허리까지의 높이.

PathManager.hpp 파일의 135 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

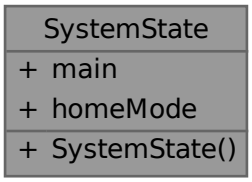
- include/managers/PathManager.hpp
- src/PathManager.cpp

4.8 SystemState 구조체 참조

시스템의 전반적인 상태를 관리합니다.

`#include <SystemState.hpp>`

SystemState에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- SystemState ()
  SystemState의 기본 생성자.

Public 속성

- std::atomic< Main > main
  시스템의 주 상태.
- std::atomic< HomeMode > homeMode
  홈 모드의 상태.

4.8.1 상세한 설명

시스템의 전반적인 상태를 관리합니다.

이 구조체는 시스템의 주 상태(Main)와 홈 모드 상태(HomeMode)를 관리합니다. 각 상태는 std::atomic을 사용하여 멀티스레딩 환경에서 안전하게 접근됩니다.

SystemState.hpp 파일의 41 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.8.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.8.2.1 SystemState()

```
SystemState::SystemState ( )  [inline]
```

SystemState의 기본 생성자.

시스템을 시작 상태(SystemInit)와 홈 모드를 미완료 상태(NotHome)로 초기화합니다.

SystemState.hpp 파일의 51 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00051                   : main(Main::SystemInit),
00052                     homeMode(HomeMode::NotHome) {}
```

4.8.3 멤버 데이터 문서화

4.8.3.1 homeMode

```
std::atomic<HomeMode> SystemState::homeMode
```

홈 모드의 상태.

SystemState.hpp 파일의 44 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.8.3.2 main

```
std::atomic<Main> SystemState::main
```

시스템의 주 상태.

SystemState.hpp 파일의 43 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 구조체에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일로부터 생성되었습니다.:

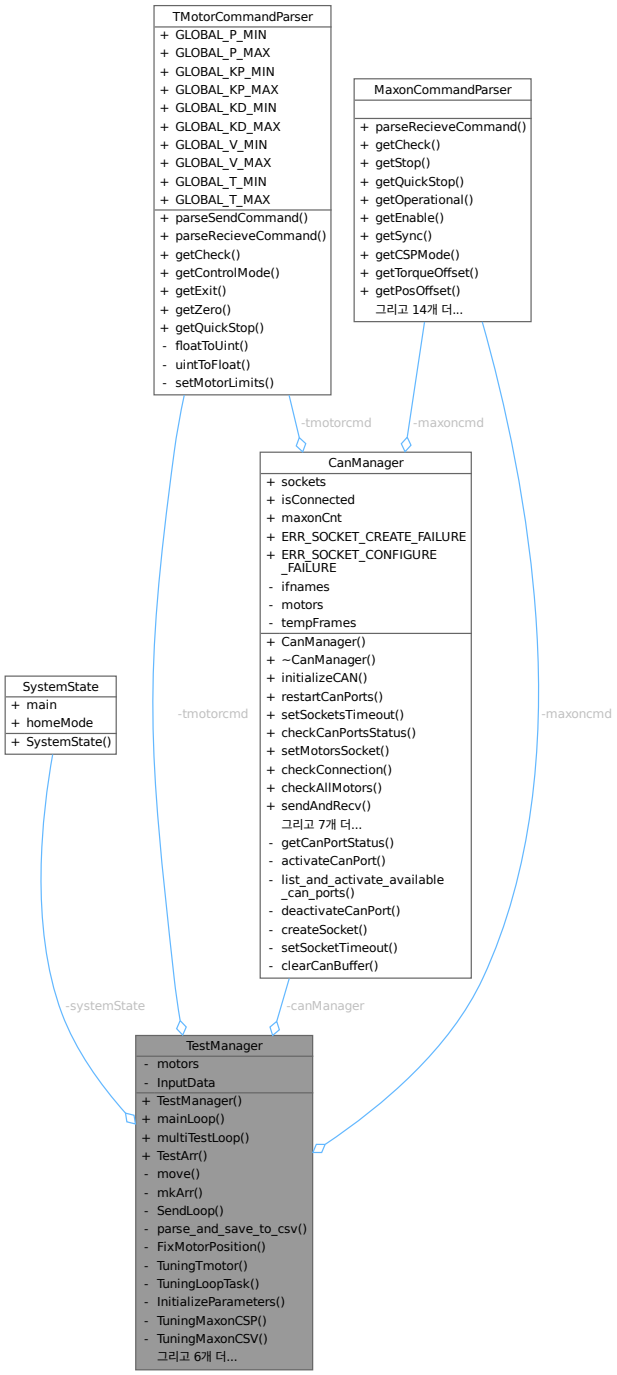
- include/tasks/SystemState.hpp

4.9 TestManager 클래스 참조

모터의 성능 테스트 및 파라미터 튜닝을 위한 클래스입니다.

```
#include <TestManager.hpp>
```

TestManager에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- TestManager (SystemState &systemStateRef, CanManager &canManagerRef, std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > &motorsRef)

  TestManager 클래스의 생성자.
- void mainLoop ()

  테스트 매니저의 메인 루프를 실행하는 함수입니다. 주요 테스트 루틴을 실행하고 결과를 분석합니다.

- void multiTestLoop ()

  다중 테스트 루프를 실행하는 함수입니다. 여러 테스트 케이스를 동시에 실행하여 모터의 동작을 평가합니다.
- void TestArr (double t, int cycles, int type, int LnR, double amp[])

  테스트 배열을 생성하고 실행하는 함수입니다.

Private 멤버 함수

- void move ()

  모터를 이동시키는 함수입니다. 지정된 명령에 따라 모터를 이동시킵니다.
- void mkArr (vector< string > &motorName, int time, int cycles, int LnR, double amp)

  테스트 배열을 생성하는 함수입니다.
- void SendLoop ()

  생성된 배열을 모터에 전송하는 루프를 실행하는 함수입니다. 설정된 파라미터에 따라 모터에 명령을 전송합니다.
- void parse_and_save_to_csv (const std::string &csv_file_name)

  테스트 결과를 CSV 파일로 파싱하고 저장하는 함수입니다.
- void FixMotorPosition (std::shared_ptr< GenericMotor > &motor)

  단일 모터의 위치를 고정하는 함수입니다.
- void TuningTmotor (float kp, float kd, float sine_t, const std::string selectedMotor, int cycles, float peakAngle, int pathType)

  T 모터의 파라미터를 튜닝하는 함수입니다.
- void TuningLoopTask ()

  튜닝 루프 작업을 실행하는 함수입니다. 사용자에게 입력을 받아 모터의 튜닝 과정을 관리합니다.
- void InitializeParameters (const std::string selectedMotor, float &kp, float &kd, float &peakAngle, int &pathType, int &controlType, int &des_vel, int &des_tff, int &direction)

  선택된 모터와 테스트 파라미터를 초기화하는 함수입니다.
- void TuningMaxonCSP (float sine_t, const std::string selectedMotor, int cycles, float peakAngle, int pathType)

  Maxon 모터의 CSP 모드를 튜닝하는 함수입니다.
- void TuningMaxonCSV (const std::string selectedMotor, int des_vel, int direction)

  Maxon 모터의 CSV 모드를 튜닝하는 함수입니다.
- void TuningMaxonCST (const std::string selectedMotor, int des_tff, int direction)

  Maxon 모터의 CST 모드를 튜닝하는 함수입니다.
- void setMaxonMode (std::string targetMode)

  Maxon 모터의 작동 모드를 설정하는 함수입니다.
- int kbhit ()

  키보드 입력이 있는지 확인하는 함수입니다. 사용자로부터의 입력을 비동기적으로 확인하기 위해 사용됩니다.
- void TestStickLoop ()

  스틱 모드 테스트 루프를 실행하는 함수입니다. 스틱 모드의 성능을 테스트하기 위해 사용됩니다.
- void TestStick (const std::string selectedMotor, int des_tff, float tffThreshold, float posThreshold, int backTorqueUnit)

  특정 모터에 대한 스틱 모드 테스트를 실행하는 함수입니다.
- bool dct_fun (float positions[], float vel_th)

  위치와 속도 임계값을 기반으로 DCT(Discrete Cosine Transform) 함수를 실행하는 함수입니다.

Private 속성

- SystemState & systemState
  시스템의 현재 상태입니다.
- CanManager & canManager
  CAN 통신을 통한 모터 제어를 담당합니다.
- std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motors
  연결된 모터들의 정보입니다.
- TMotorCommandParser tmotorcmd
  T 모터 명령어 파서입니다.
- MaxonCommandParser maxoncmd
  Maxon 모터 명령어 파서입니다.
- vector< string > InputData
  테스트 입력 데이터입니다.

4.9.1 상세한 설명

모터의 성능 테스트 및 파라미터 튜닝을 위한 클래스입니다.

TestManager 클래스는 다양한 테스트 시나리오를 실행하여 모터의 성능을 평가하고, 최적의 운영 파라미터를 결정하기 위한 메서드를 제공합니다.

TestManager.hpp 파일의 39 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.9.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.9.2.1 TestManager()

```
TestManager::TestManager (
            SystemState & systemStateRef,
            CanManager & canManagerRef,
            std::map< std::string, std::shared_ptr< GenericMotor > > & motorsRef )
```

TestManager 클래스의 생성자.

매개변수

systemStateRef	시스템 상태에 대한 참조입니다.
canManagerRef	CAN 통신을 관리하는 CanManager 클래스의 참조입니다.
motorsRef	연결된 모터들의 정보를 담고 있는 맵입니다.

TestManager.cpp 파일의 5 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00006     : systemState(systemStateRef), canManager(canManagerRef), motors(motorsRef)
00007 {
00008 }
```

4.9.3 멤버 함수 문서화

4.9.3.1 dct_fun()

```
bool TestManager::dct_fun (
            float positions[],
            float vel_th )  [private]
```

위치와 속도 임계값을 기반으로 DCT(Discrete Cosine Transform) 함수를 실행하는 함수입니다.

매개변수

positions	모터 위치 데이터 배열입니다.
vel_th	속도 임계값입니다. 위치와 속도 데이터를 분석하여 모터의 동작 품질을 평가합니다.

반환값

분석 결과에 따라 true 또는 false를 반환합니다.

TestManager.cpp 파일의 1731 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01732 {
01733     // 포지션 배열에서 각각의 값을 추출합니다.
01734     float the_k = positions[3]; // 가장 최신 값
01735     float the_k_1 = positions[2];
01736     float the_k_2 = positions[1];
01737     float the_k_3 = positions[0]; // 가장 오래된 값
01738
01739     float ang_k = (the_k + the_k_1) / 2;
01740     float ang_k_1 = (the_k_1 + the_k_2) / 2;
01741     float ang_k_2 = (the_k_2 + the_k_3) / 2;
01742     float vel_k = ang_k - ang_k_1;
01743     float vel_k_1 = ang_k_1 - ang_k_2;
01744
01745     if (vel_k > vel_k_1 && vel_k > vel_th && ang_k < 0.1 * M_PI)
01746         return true;
01747     else if (ang_k < -0.25 * M_PI)
01748         return true;
01749     else
01750         return false;
01751 }
```

4.9.3.2 FixMotorPosition()

```
void TestManager::FixMotorPosition (
            std::shared_ptr< GenericMotor > & motor )  [private]
```

단일 모터의 위치를 고정하는 함수입니다.

매개변수

motor	모터 객체의 공유 포인터입니다. 모터를 고정된 위치에 정확하게 유지하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 631 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00632 {
00633     struct can_frame frame;
00634
00635     canManager.checkConnection(motor);
00636
00637     if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
```

```
00638     {
00639         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, motor->nodeId, 8, motor->currentPos, 0, 250, 1,
      0);
00640         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00641         {
00642             std::cout « "Position fixed for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00643         }
00644         else
00645         {
00646             std::cerr « "Failed to fix position for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00647         }
00648     }
00649     else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00650     {
00651         maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, motor->currentPos);
00652         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00653         {
00654             std::cout « "Position fixed for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00655         }
00656         else
00657         {
00658             std::cerr « "Failed to fix position for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00659         }
00660     }
00661 }
```

4.9.3.3 InitializeParameters()

```
void TestManager::InitializeParameters (
              const std::string selectedMotor,
              float & kp,
              float & kd,
              float & peakAngle,
              int & pathType,
              int & controlType,
              int & des_vel,
              int & des_tff,
              int & direction )  [private]
```

선택된 모터와 테스트 파라미터를 초기화하는 함수입니다.

매개변수

selectedMotor	선택된 모터의 이름입니다.
kp	비례 제어 계수입니다.
kd	미분 제어 계수입니다.
peakAngle	최대 회전 각도입니다.
pathType	경로 유형입니다.
controlType	제어 유형입니다.
des_vel	목표 속도입니다.
des_tff	목표 토크 피드포워드 값입니다.
direction	회전 방향입니다. 튜닝 과정에서 사용될 파라미터를 사용자로부터 받아 설정합니다.

TestManager.cpp 파일의 1151 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01152 {
01153     if (selectedMotor == "waist")
01154     {
01155         kp = 200.0;
01156         kd = 1.0;
01157         peakAngle = 30;
01158         pathType = 2;
01159         des_vel = 0;
01160         des_tff = 0;
01161     }
```

```
01162     else if (selectedMotor == "R_arm1" || selectedMotor == "L_arm1" ||
01163              selectedMotor == "R_arm2" || selectedMotor == "R_arm3" ||
01164              selectedMotor == "L_arm2" || selectedMotor == "L_arm3")
01165     {
01166         kp = 50.0; // 예시 값, 실제 필요한 값으로 조정
01167         kd = 1.0;  // 예시 값, 실제 필요한 값으로 조정
01168         peakAngle = 90;
01169         pathType = 1;
01170         des_vel = 0;
01171         des_tff = 0;
01172     }
01173     else if (selectedMotor == "L_wrist" || selectedMotor == "R_wrist" || selectedMotor ==
      "maxonForTest")
01174     {
01175         peakAngle = 90;
01176         pathType = 1;
01177         controlType = 1;
01178         direction = 1;
01179         des_vel = 0;
01180         des_tff = 0;
01181     }
01182     else if (selectedMotor == "maxonForTest")
01183     {
01184         peakAngle = 90;
01185         pathType = 1;
01186         controlType = 3;
01187         direction = -1;
01188         des_vel = 0;
01189         des_tff = 500;
01190     }
01191 }
```

4.9.3.4 kbhit()

```
int TestManager::kbhit ( )  [private]
```

키보드 입력이 있는지 확인하는 함수입니다. 사용자로부터의 입력을 비동기적으로 확인하기 위해 사용됩니다.

반환값

키보드 입력이 있으면 1, 없으면 0을 반환합니다.

TestManager.cpp 파일의 1481 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01482 {
01483     struct termios oldt, newt;
01484     int ch;
01485     int oldf;
01486
01487     tcgetattr(STDIN_FILENO, &oldt);
01488     newt = oldt;
01489     newt.c_lflag &= ~(ICANON | ECHO);
01490     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &newt);
01491     oldf = fcntl(STDIN_FILENO, F_GETFL, 0);
01492     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf | O_NONBLOCK);
01493
01494     ch = getchar();
01495
01496     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &oldt);
01497     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf);
01498
01499     if (ch != EOF)
01500     {
01501         ungetc(ch, stdin);
01502         return 1;
01503     }
01504
01505     return 0;
01506 }
```

4.9.3.5 mainLoop()

```
void TestManager::mainLoop ( )
```

테스트 매니저의 메인 루프를 실행하는 함수입니다. 주요 테스트 루틴을 실행하고 결과를 분석합니다.

TestManager.cpp 파일의 10 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00011 {
00012     int choice;
00013     canManager.checkAllMotors();
00014     setMaxonMode("CSP");
00015     while (systemState.main == Main::Tune)
00016     {
00017         // 사용자에게 선택지 제공
00018         std::cout << "1: MultiMode\n2: SingleMode\n3: StickMode\n4: Exit\n";
00019         std::cout << "Select mode (1-4): ";
00020         std::cin >> choice;
00021 
00022         // 선택에 따라 testMode 설정
00023         switch (choice)
00024         {
00025         case 1:
00026             multiTestLoop();
00027             break;
00028         case 2:
00029             TuningLoopTask();
00030             break;
00031         case 3:
00032             TestStickLoop();
00033             break;
00034         case 4:
00035             systemState.main = Main::Ideal;
00036             break;
00037         default:
00038             std::cout << "Invalid choice. Please try again.\n";
00039             continue;
00040         }
00041     }
00042 }
```

4.9.3.6 mkArr()

```
void TestManager::mkArr (
            vector< string > & motorName,
            int time,
            int cycles,
            int LnR,
            double amp )  [private]
```

테스트 배열을 생성하는 함수입니다.

매개변수

motorName	모터의 이름입니다.
time	시간 주기입니다.
cycles	반복 횟수입니다.
LnR	왼쪽 또는 오른쪽 모터를 선택합니다.
amp	진폭입니다.

TestManager.cpp 파일의 48 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00049 {
00050     struct can_frame frame;
00051 
00052     int Kp_fixed = 450;
00053     double Kd_fixed = 4.5;
```

```
00054     map<string, bool> TestMotor;
00055     if (LnR == 0) // 양쪽 다 고정
00056     {
00057         for (auto &motorname : motorName)
00058         {
00059             TestMotor[motorname] = false;
00060         }
00061     }
00062     else if (LnR == 1) // 오른쪽만 Test
00063     {
00064         for (auto &motorname : motorName)
00065         {
00066             if (motorname[0] == 'L')
00067                 TestMotor[motorname] = false;
00068             else
00069                 TestMotor[motorname] = true;
00070         }
00071     }
00072     else if (LnR == 2) // 왼쪽만 Test
00073     {
00074         for (auto &motorname : motorName)
00075         {
00076             if (motorname[0] == 'R')
00077                 TestMotor[motorname] = false;
00078             else
00079                 TestMotor[motorname] = true;
00080         }
00081     }
00082     else if (LnR == 3) // 양쪽 다 Test
00083     {
00084         for (auto &motorname : motorName)
00085         {
00086             TestMotor[motorname] = true;
00087         }
00088     }
00089
00090     amp = amp / 180.0 * M_PI; // Degree -> Radian 변경
00091     for (const auto &motorname : motorName)
00092     {
00093         if (motors.find(motorname) != motors.end())
00094         {
00095             std::cout « motorname « " ";
00096             if (TestMotor[motorname])
00097             { // Test 하는 모터
00098                 std::cout « "Move\n";
00099                 InputData[0] += motorname + ",";
00100                 if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[motorname]))
00101                 {
00102                     int kp = tMotor->Kp;
00103                     double kd = tMotor->Kd;
00104
00105                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00106                     {
00107                         for (int i = 0; i < time; i++)
00108                         {
00109                             float val = tMotor->currentPos + (1.0 - cos(2.0 * M_PI * i / time)) / 2 *
      amp * tMotor->cwDir;
00110                             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, val, 0, kp,
      kd, 0.0);
00111                             tMotor->sendBuffer.push(frame);
00112                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00113                         }
00114                     }
00115                 }
00116                 else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[motorname]))
00117                 {
00118                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00119                     {
00120                         for (int i = 0; i < time; i++)
00121                         {
00122                             float val = maxonMotor->currentPos + (1.0 - cos(2.0 * M_PI * i / time)) /
      2 * amp * maxonMotor->cwDir;
00123                             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, val);
00124                             maxonMotor->sendBuffer.push(frame);
00125                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00126                         }
00127                     }
00128                 }
00129             }
00130             else
00131             { // Fixed 하는 모터
00132                 std::cout « "Fixed\n";
00133                 InputData[0] += motorname + ",";
00134                 if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[motorname]))
```

```
00135                 {
00136                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00137                     {
00138                         for (int i = 0; i < time; i++)
00139                         {
00140                             float val = tMotor->currentPos;
00141                             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, val, 0,
      Kp_fixed, Kd_fixed, 0.0);
00142                             tMotor->sendBuffer.push(frame);
00143                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00144                         }
00145                     }
00146                 }
00147                 else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[motorname]))
00148                 {
00149                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00150                     {
00151                         for (int i = 0; i < time; i++)
00152                         {
00153                             float val = maxonMotor->currentPos;
00154                             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, val);
00155                             maxonMotor->sendBuffer.push(frame);
00156                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00157                         }
00158                     }
00159                 }
00160             }
00161         }
00162     }
00163 }
```

4.9.3.7 move()

```
void TestManager::move ( )  [private]
```

모터를 이동시키는 함수입니다. 지정된 명령에 따라 모터를 이동시킵니다.

4.9.3.8 multiTestLoop()

```
void TestManager::multiTestLoop ( )
```

다중 테스트 루프를 실행하는 함수입니다. 여러 테스트 케이스를 동시에 실행하여 모터의 동작을 평가합니다.

TestManager.cpp 파일의 227 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00228 {
00229     string userInput;
00230     vector<double> c_deg;
00231     double t = 4.0;
00232     int cycles = 1;
00233     int type = 0b00001;
00234     int LnR = 1;
00235     double amplitude[5] = {30.0, 30.0, 30.0, 30.0, 30.0};
00236 
00237     while (systemState.main == Main::Tune)
00238     {
00239         int result = system("clear");
00240         if (result != 0)
00241         {
00242             cerr « "Error during clear screen" « std::endl;
00243         }
00244 
00245         string typeDescription;
00246         if ((type | 0b11110) == 0b11111)
00247         {
00248             typeDescription += "Arm3 Turn, ";
00249         }
00250         if ((type | 0b11101) == 0b11111)
00251         {
00252             typeDescription += "Arm2 Turn, ";
00253         }
00254         if ((type | 0b11011) == 0b11111)
00255         {
```

```
00256             typeDescription += "Arm1 Turn, ";
00257         }
00258         if ((type | 0b10111) == 0b11111)
00259         {
00260             typeDescription += "Waist Turn, ";
00261         }
00262         if ((type | 0b01111) == 0b11111)
00263         {
00264             typeDescription += "Wrist Turn, ";
00265         }
00266 
00267         std::string LeftAndRight;
00268         if (LnR == 1)
00269         {
00270             LeftAndRight = "« Right move »\n";
00271         }
00272         else if (LnR == 2)
00273         {
00274             LeftAndRight = "« Left move »\n";
00275         }
00276         else if (LnR == 3)
00277         {
00278             LeftAndRight = "« Left and Right move »\n";
00279         }
00280 
00281         std::cout «
      "-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------\n";
00282         std::cout « "< Current Position >\n";
00283         for (auto &motor : motors)
00284         {
00285             c_deg.push_back(motor.second->currentPos * motor.second->cwDir / M_PI * 180);
00286             std::cout « motor.first « " : " « motor.second->currentPos * motor.second->cwDir / M_PI *
      180 « "deg\n";
00287         }
00288         std::cout « "\n"
00289                   « LeftAndRight;
00290         std::cout « "Type : " « typeDescription « "\n";
00291         std::cout « "Period : " « t « "\n";
00292         std::cout « "Cycles : " « cycles « "\n";
00293         std::cout « "\nAmplitude :\n";
00294         std::cout « "1) Arm3 = " « amplitude[0] « "\n";
00295         std::cout « "2) Arm2 = " « amplitude[1] « "\n";
00296         std::cout « "3) Arm1 = " « amplitude[2] « "\n";
00297         std::cout « "4) Waist = " « amplitude[3] « "\n";
00298         std::cout « "5) Wrist = " « amplitude[4] « "\n";
00299         std::cout «
      "-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------\n";
00300 
00301         std::cout « "[Commands]\n";
00302         std::cout « "[d] : Left and Right | [t] : Type | [p] : Period | [c] : Cycles\n"
00303                   « "[a] : Amplitude | [kp] : Kp | [kd] : Kd | [m] : move | [r] : run | [e] : Exit\n";
00304         std::cout « "Enter Command: ";
00305         std::cin » userInput;
00306 
00307         if (userInput[0] == 'e')
00308         {
00309             systemState.main = Main::Ideal;
00310             break;
00311         }
00312         else if (userInput[0] == 'd')
00313         {
00314             std::cout « "\n[Enter Desired Direction]\n";
00315             std::cout « "1: Right Move\n";
00316             std::cout « "2: Left Move\n";
00317             std::cout « "3: Left and Right Move\n";
00318             std::cout « "\nEnter Path Type (1 or 2 or 3): ";
00319             std::cin » LnR;
00320         }
00321         else if (userInput[0] == 't')
00322         {
00323             int num;
00324             std::cout « "\n[Enter Desired Type]\n";
00325             std::cout « "1: Arm3 Turn ON/OFF\n";
00326             std::cout « "2: Arm2 Turn ON/OFF\n";
00327             std::cout « "3: Arm1 Turn ON/OFF\n";
00328             std::cout « "4: Waist Turn ON/OFF\n";
00329             std::cout « "5: Wrist Turn ON/OFF\n";
00330             std::cout « "\nEnter Path Type (1 or 2 or 3 or 4 or 5): ";
00331             std::cin » num;
00332 
00333             if (num == 1)
00334             {
00335                 type = type ^ 0b00001;
00336             }
00337             else if (num == 2)
00338             {
00339                 type = type ^ 0b00010;
```

```
00340             }
00341             else if (num == 3)
00342             {
00343                 type = type ^ 0b00100;
00344             }
00345             else if (num == 4)
00346             {
00347                 type = type ^ 0b01000;
00348             }
00349             else if (num == 5)
00350             {
00351                 type = type ^ 0b10000;
00352             }
00353         }
00354         else if (userInput[0] == 'p')
00355         {
00356             std::cout << "\nEnter Desired Period : ";
00357             std::cin >> t;
00358         }
00359         else if (userInput[0] == 'c')
00360         {
00361             std::cout << "\nEnter Desired Cycles : ";
00362             std::cin >> cycles;
00363         }
00364         else if (userInput[0] == 'a')
00365         {
00366             int input;
00367             std::cout << "\n[Select Motor]\n";
00368             std::cout << "1: Arm3\n";
00369             std::cout << "2: Arm2\n";
00370             std::cout << "3: Arm1\n";
00371             std::cout << "4: Waist\n";
00372             std::cout << "5: Wrist\n";
00373             std::cout << "\nEnter Desired Motor : ";
00374             std::cin >> input;
00375 
00376             std::cout << "\nEnter Desired Amplitude(degree) : ";
00377             std::cin >> amplitude[input - 1];
00378         }
00379         else if (userInput == "kp")
00380         {
00381             char input;
00382             int kp;
00383             std::cout << "\n[Select Motor]\n";
00384             std::cout << "1: Arm3\n";
00385             std::cout << "2: Arm2\n";
00386             std::cout << "3: Arm1\n";
00387             std::cout << "4: Waist\n";
00388             std::cout << "\nEnter Desired Motor : ";
00389             std::cin >> input;
00390 
00391             if (input == '1')
00392             {
00393                 std::cout << "Arm3's Kp : " << motors["R_arm3"]->Kp << "\n";
00394                 std::cout << "Enter Arm3's Desired Kp : ";
00395                 std::cin >> kp;
00396                 motors["R_arm3"]->Kp = kp;
00397                 // motors["L_arm3"]->Kp = kp;
00398             }
00399             else if (input == '2')
00400             {
00401                 std::cout << "Arm2's Kp : " << motors["R_arm2"]->Kp << "\n";
00402                 std::cout << "Enter Arm2's Desired Kp : ";
00403                 std::cin >> kp;
00404                 motors["R_arm2"]->Kp = kp;
00405                 motors["L_arm2"]->Kp = kp;
00406             }
00407             else if (input == '3')
00408             {
00409                 std::cout << "Arm1's Kp : " << motors["R_arm1"]->Kp << "\n";
00410                 std::cout << "Enter Arm1's Desired Kp : ";
00411                 std::cin >> kp;
00412                 motors["R_arm1"]->Kp = kp;
00413                 motors["L_arm1"]->Kp = kp;
00414             }
00415             else if (input == '4')
00416             {
00417                 std::cout << "Waist's Kp : " << motors["waist"]->Kp << "\n";
00418                 std::cout << "Enter Waist's Desired Kp : ";
00419                 std::cin >> kp;
00420                 motors["waist"]->Kp = kp;
00421             }
00422         }
00423         else if (userInput == "kd")
00424         {
00425             char input;
00426             int kd;
```

```
00427             std::cout « "\n[Select Motor]\n";
00428             std::cout « "1: Arm3\n";
00429             std::cout « "2: Arm2\n";
00430             std::cout « "3: Arm1\n";
00431             std::cout « "4: Waist\n";
00432             std::cout « "\nEnter Desired Motor : ";
00433             std::cin » input;
00434 
00435             if (input == '1')
00436             {
00437                 std::cout « "Arm3's Kd : " « motors["R_arm3"]->Kd « "\n";
00438                 std::cout « "Enter Arm3's Desired Kd : ";
00439                 std::cin » kd;
00440                 motors["R_arm3"]->Kd = kd;
00441                 // motors["L_arm3"]->Kd = kd;
00442             }
00443             else if (input == '2')
00444             {
00445                 std::cout « "Arm2's Kd : " « motors["R_arm2"]->Kd « "\n";
00446                 std::cout « "Enter Arm2's Desired Kd : ";
00447                 std::cin » kd;
00448                 motors["R_arm2"]->Kd = kd;
00449                 motors["L_arm2"]->Kd = kd;
00450             }
00451             else if (input == '3')
00452             {
00453                 std::cout « "Arm1's Kd : " « motors["R_arm1"]->Kd « "\n";
00454                 std::cout « "Enter Arm1's Desired Kd : ";
00455                 std::cin » kd;
00456                 motors["R_arm1"]->Kd = kd;
00457                 motors["L_arm1"]->Kd = kd;
00458             }
00459             else if (input == '4')
00460             {
00461                 std::cout « "Waist's Kd : " « motors["waist"]->Kd « "\n";
00462                 std::cout « "Enter Waist's Desired Kd : ";
00463                 std::cin » kd;
00464                 motors["waist"]->Kd = kd;
00465             }
00466         } /*
00467          else if (userInput[0] == 'm')
00468          {
00469              while (true)
00470              {
00471                  string input;
00472                  double deg;
00473                  cout « "\n[Move to]\n";
00474                  int i = 0;
00475                  for (auto &motor : motors)
00476                  {
00477                      cout « i + 1 « " - " « motor.first « " : " « c_deg[i] « "deg\n";
00478                      i++;
00479                  }
00480                  cout « "m - Move\n";
00481                  cout « "e - Exit\n";
00482                  cout « "\nEnter Desired Option : ";
00483                  cin » input;
00484 
00485                  if (input[0] == 'e')
00486                  {
00487                      break;
00488                  }
00489                  else if (input[0] == 'm')
00490                  {
00491                      // 움직이는 함수 작성
00492                      // 나중에 이동할 위치 값 : c_deg * motor.second->cwDir / 180 * M_PI
00493                      break;
00494                  }
00495                  else
00496                  {
00497                      cout « "\nEnter Desired Degree : ";
00498                      cin » deg;
00499                      c_deg[stoi(input) - 1] = deg;
00500                  }
00501              }
00502          }*/
00503         else if (userInput[0] == 'r')
00504         {
00505             TestArr(t, cycles, type, LnR, amplitude);
00506         }
00507     }
00508 }
```

4.9.3.9 parse_and_save_to_csv()

```
void TestManager::parse_and_save_to_csv (
            const std::string & csv_file_name )  [private]
```

테스트 결과를 CSV 파일로 파싱하고 저장하는 함수입니다.

매개변수

csv_file_↩ name	저장할 CSV 파일의 이름입니다.

TestManager.cpp 파일의 572 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00573 {
00574     // CSV 파일 열기. 파일이 없으면 새로 생성됩니다.
00575     std::ofstream ofs(csv_file_name, std::ios::app);
00576     if (!ofs.is_open())
00577     {
00578         std::cerr « "Failed to open or create the CSV file: " « csv_file_name « std::endl;
00579         return;
00580     }
00581
00582     // 파일이 새로 생성되었으면 CSV 헤더를 추가
00583     ofs.seekp(0, std::ios::end);
00584     if (ofs.tellp() == 0)
00585     {
00586         ofs « "CAN_ID,p_act,tff_des,tff_act\n";
00587     }
00588
00589     // 각 모터에 대한 처리
00590     for (const auto &pair : motors)
00591     {
00592         auto &motor = pair.second;
00593         if (!motor->recieveBuffer.empty())
00594         {
00595             can_frame frame = motor->recieveBuffer.front();
00596             motor->recieveBuffer.pop();
00597
00598             int id = motor->nodeId;
00599             float position, speed, torque;
00600
00601             // TMotor 또는 MaxonMotor에 따른 데이터 파싱 및 출력
00602             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00603             {
00604                 std::tuple<int, float, float, float> parsedData =
      tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
00605                 position = std::get<1>(parsedData);
00606                 speed = std::get<2>(parsedData);
00607                 torque = std::get<3>(parsedData);
00608             }
00609             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00610             {
00611                 std::tuple<int, float, float> parsedData = maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor,
      &frame);
00612                 position = std::get<1>(parsedData);
00613                 torque = std::get<2>(parsedData);
00614                 speed = 0.0;
00615             }
00616
00617             // 데이터 CSV 파일에 쓰기
00618             ofs « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « id « ","
00619                 « std::dec « position « "," « speed « "," « torque « "\n";
00620         }
00621     }
00622
00623     ofs.close();
00624     std::cout « "연주 txt_OutData 파일이 생성되었습니다: " « csv_file_name « std::endl;
00625 }
```

4.9.3.10 SendLoop()

```
void TestManager::SendLoop ( )  [private]
```

생성된 배열을 모터에 전송하는 루프를 실행하는 함수입니다. 설정된 파라미터에 따라 모터에 명령을 전송합니다.

TestManager.cpp 파일의 165 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00166 {
00167     std::cout « "Settig...\n";
00168     struct can_frame frameToProcess;
00169     std::string maxonCanInterface;
00170     std::shared_ptr<GenericMotor> virtualMaxonMotor;
00171 
00172     int maxonMotorCount = 0;
00173     for (const auto &motor_pair : motors)
00174     {
00175         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00176         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00177         {
00178             maxonMotorCount++;
00179             maxonCanInterface = maxonMotor->interFaceName;
00180             virtualMaxonMotor = motor_pair.second;
00181         }
00182     }
00183     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00184 
00185     bool allBuffersEmpty;
00186     do
00187     {
00188         allBuffersEmpty = true;
00189         for (const auto &motor_pair : motors)
00190         {
00191             if (!motor_pair.second->sendBuffer.empty())
00192             {
00193                 allBuffersEmpty = false;
00194                 break;
00195             }
00196         }
00197 
00198         if (!allBuffersEmpty)
00199         {
00200             chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00201             chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
00202 
00203             if (elapsed_time.count() >= 5000) // 5ms
00204             {
00205                 external = std::chrono::system_clock::now();
00206 
00207                 for (auto &motor_pair : motors)
00208                 {
00209                     shared_ptr<GenericMotor> motor = motor_pair.second;
00210                     canManager.sendFromBuff(motor);
00211                 }
00212 
00213                 if (maxonMotorCount != 0)
00214                 {
00215                     maxoncmd.getSync(&frameToProcess);
00216                     canManager.txFrame(virtualMaxonMotor, frameToProcess);
00217                 }
00218 
00219                 // canManager.readFramesFromAllSockets();
00220                 // canManager.distributeFramesToMotors();
00221             }
00222         }
00223     } while (!allBuffersEmpty);
00224     canManager.clearReadBuffers();
00225 }
```

4.9.3.11 setMaxonMode()

```
void TestManager::setMaxonMode (
            std::string targetMode )  [private]
```

Maxon 모터의 작동 모드를 설정하는 함수입니다.

매개변수

targetMode	설정할 모드의 이름입니다. 모터의 작동 모드를 변경하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 1447 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01448 {
01449     struct can_frame frame;
01450     canManager.setSocketsTimeout(0, 10000);
01451     for (const auto &motorPair : motors)
01452     {
01453         std::string name = motorPair.first;
01454         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
01455         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
01456         {
01457             if (targetMode == "CSV")
01458             {
01459                 maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
01460                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01461             }
01462             else if (targetMode == "CST")
01463             {
01464                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
01465                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01466             }
01467             else if (targetMode == "HMM")
01468             {
01469                 maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
01470                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01471             }
01472             else if (targetMode == "CSP")
01473             {
01474                 maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
01475                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01476             }
01477         }
01478     }
01479 }
```

4.9.3.12 TestArr()

```
void TestManager::TestArr (
              double t,
              int cycles,
              int type,
              int LnR,
              double amp[] )
```

테스트 배열을 생성하고 실행하는 함수입니다.

매개변수

t	시간 주기입니다.
cycles	반복 횟수입니다.
type	테스트 유형입니다.
LnR	왼쪽 또는 오른쪽 모터를 선택합니다.
amp	진폭 배열입니다.

TestManager.cpp 파일의 510 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00511 {
00512     std::cout « "Test Start!!\n";
00513
00514     int time = t / 0.005;
00515     std::vector<std::string> SmotorName;
00516     InputData.clear();
00517     InputData.resize(time * cycles + 1);
00518
00519     SmotorName = {"waist"};
00520     if ((type | 0b10111) == 0b11111) // Turn Waist
00521         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[3]);
00522     else
00523         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00524
00525     SmotorName = {"R_arm1", "L_arm1"};
```

```
00526     if ((type | 0b11011) == 0b11111) // Turn Arm1
00527         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[2]);
00528     else
00529         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00530 
00531     SmotorName = {"R_arm2", "L_arm2"};
00532     if ((type | 0b11101) == 0b11111) // Turn Arm2
00533         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[1]);
00534     else
00535         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00536 
00537     SmotorName = {"R_arm3", "L_arm3"};
00538     if ((type | 0b11110) == 0b11111) // Turn Arm3
00539         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[0]);
00540     else
00541         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00542 
00543     SmotorName = {"R_wrist", "L_wrist", "maxonForTest"};
00544     if ((type | 0b01111) == 0b11111) // Turn Wrist
00545         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[4]);
00546     else
00547         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00548 
00549     // TXT 파일 열기
00550     string FileNamein = "../../READ/test_in.txt";
00551     ofstream csvFileIn(FileNamein);
00552     if (!csvFileIn.is_open())
00553     {
00554         std::cerr << "Error opening TXT file." << std::endl;
00555     }
00556 
00557     // TXT 파일 입력
00558     for (auto &data : InputData)
00559     {
00560         csvFileIn << data << "\n";
00561     }
00562 
00563     // CSV 파일 닫기
00564     csvFileIn.close();
00565     std::cout << "연주 txt_InData 파일이 생성되었습니다: " << FileNamein << std::endl;
00566 
00567     SendLoop();
00568 
00569     parse_and_save_to_csv("../../READ/test_out.txt");
00570 }
```

4.9.3.13 TestStick()

```
void TestManager::TestStick (
            const std::string selectedMotor,
            int des_tff,
            float tffThreshold,
            float posThreshold,
            int backTorqueUnit )  [private]
```

특정 모터에 대한 스틱 모드 테스트를 실행하는 함수입니다.

매개변수

selectedMotor	선택된 모터의 이름입니다.
des_tff	목표 토크 피드포워드 값입니다.
tffThreshold	토크 피드포워드 임계값입니다.
posThreshold	위치 임계값입니다.
backTorque↩ Unit	역토크 단위입니다. 모터의 스틱 모드 성능을 평가하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 1598 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01599 {
01600 
```

```
01601     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
01602     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_in.txt";
01603
01604     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
01605
01606     if (!csvFileIn.is_open())
01607     {
01608         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01609     }
01610
01611     // Input File
01612     csvFileIn « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
01613     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_out.txt";
01614     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
01615
01616     if (!csvFileOut.is_open())
01617     {
01618         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01619     }
01620     csvFileOut « "CAN_ID,pos_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
01621
01622     struct can_frame frame;
01623
01624     float p_act, tff_act;
01625
01626     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
01627
01628     for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
01629     {
01630         csvFileIn « "0,";
01631     }
01632     csvFileIn « std::dec « des_tff « ",";
01633     for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
01634     {
01635         csvFileIn « "0,";
01636     }
01637     bool reachedDrum = false;
01638     bool motorFixed = false;
01639
01640     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
01641     bool motorModeSet = false;
01642
01643     float positionValues[4] = {0}; // 포지션 값 저장을 위한 정적 배열
01644     int posIndex = 0;              // 현재 포지션 값 인덱스
01645
01646     while (1)
01647     {
01648
01649         if (!motorModeSet)
01650         {
01651             maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
01652             canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01653             motorModeSet = true; // 모터 모드 설정 완료
01654         }
01655         if (motorFixed)
01656         {
01657             break;
01658         }
01659
01660         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
01661         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
01662         if (elapsed_time.count() >= 5000)
01663         {
01664
01665             maxoncmd.getTargetTorque(*maxonMotor, &frame, des_tff);
01666             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01667
01668             maxoncmd.getSync(&frame);
01669             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01670
01671             if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01672             {
01673                 while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01674                 {
01675                     frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01676                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01677                     {
01678                         std::tuple<int, float, float> result =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
01679
01680                         p_act = std::get<1>(result);
01681                         tff_act = std::get<2>(result);
01682                         csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') «
      maxonMotor->nodeId;
01683                         csvFileOut « ',' « std::dec « p_act « "," « tff_act « '\n';
```

```
01684
01685                           positionValues[posIndex % 4] = p_act;
01686                           posIndex++;
01687
01688                           if (!reachedDrum && dct_fun(positionValues, 0))
01689                           {
01690                               des_tff = backTorqueUnit;
01691                               reachedDrum = true;
01692                           }
01693
01694                           // 특정 각도에 도달했는지 확인하는 조건
01695                           if (p_act > posThreshold && reachedDrum)
01696                           {
01697                               maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
01698                               canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01699
01700                               maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, p_act);
01701                               canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01702                               maxoncmd.getSync(&frame);
01703                               canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01704                               if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01705                               {
01706                                   while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01707                                   {
01708                                       frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01709                                       if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01710                                       {
01711                                           motorFixed = true;
01712                                       }
01713                                       motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01714                                   }
01715                               }
01716                           }
01717                       }
01718                       if (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01719                       {
01720                           motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01721                       }
01722                   }
01723               }
01724           }
01725       }
01726
01727       csvFileIn.close();
01728       csvFileOut.close();
01729   }
```

4.9.3.14 TestStickLoop()

```
void TestManager::TestStickLoop ( )  [private]
```

스틱 모드 테스트 루프를 실행하는 함수입니다. 스틱 모드의 성능을 테스트하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 1512 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01513 {
01514
01515       std::string userInput;
01516       std::string selectedMotor = "maxonForTest";
01517       float des_tff = 0;
01518       float posThreshold = 1.57; // 위치 임계값 초기화
01519       float tffThreshold = 18;   // 토크 임계값 초기화
01520       int backTorqueUnit = 150;
01521       for (auto motor_pair : motors)
01522       {
01523           FixMotorPosition(motor_pair.second);
01524       }
01525
01526       while (true)
01527       {
01528
01529           int result = system("clear");
01530           if (result != 0)
01531           {
01532               std::cerr << "Error during clear screen" << std::endl;
01533           }
01534
01535           std::cout << "================ Tuning Menu ================\n";
01536           std::cout << "Available Motors for Stick Mode:\n";
01537           for (const auto &motor_pair : motors)
01538           {
```

```
01539             if (motor_pair.first == "maxonForTest")
01540                 std::cout « " - " « motor_pair.first « "\n";
01541         }
01542
01543         bool isMaxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]) != nullptr;
01544         if (!isMaxonMotor)
01545             break;
01546
01547         std::cout « "-----------------------------------------\n";
01548         std::cout « "Selected Motor: " « selectedMotor « "\n";
01549
01550         std::cout « "Des Torque: " « des_tff * 31.052 / 1000 « "[mNm]\n";
01551         std::cout « "Torque Threshold: " « tffThreshold « " [mNm]\n"; // 현재 토크 임계값 출력
01552         std::cout « "Position Threshold: " « posThreshold « " [rad]\n";
01553         std::cout « "Back Torque: " « backTorqueUnit * 31.052 / 1000 « " [mNm]\n";
01554         std::cout « "\nCommands:\n";
01555         std::cout « "[a]: des_tff | [b]: Direction | [c]: Back Torque\n";
01556         std::cout « "[d]: Set Torque Threshold [e]: Set Position Threshold \n";
01557         std::cout « "[f]: Run | [g]: Exit\n";
01558         std::cout « "=========================================\n";
01559         std::cout « "Enter Command: ";
01560         std::cin » userInput;
01561         std::transform(userInput.begin(), userInput.end(), userInput.begin(), ::tolower);
01562
01563         if (userInput[0] == 'g')
01564         {
01565             break;
01566         }
01567
01568         else if (userInput == "c")
01569         {
01570             std::cout « "Enter Desired [Back] Torque In Unit: ";
01571             std::cout « "100 [unit] = 3.1052 [mNm]\n";
01572             std::cin » backTorqueUnit;
01573         }
01574         else if (userInput == "a" && isMaxonMotor)
01575         {
01576             std::cout « "Enter Desired Torque In Unit: ";
01577             std::cout « "-100 [unit] = -3.1052 [mNm]\n";
01578             std::cin » des_tff;
01579         }
01580         else if (userInput == "d" && isMaxonMotor)
01581         {
01582             std::cout « "Enter Desired Torque Threshold: ";
01583             std::cout « "-100 [unit] = -3.1052 [mNm]\n";
01584             std::cin » tffThreshold;
01585         }
01586         else if (userInput == "e" && isMaxonMotor)
01587         {
01588             std::cout « "Enter Desired Position Threshold: ";
01589             std::cin » posThreshold;
01590         }
01591         else if (userInput[0] == 'f' && isMaxonMotor)
01592         {
01593             TestStick(selectedMotor, des_tff, tffThreshold, posThreshold, backTorqueUnit);
01594         }
01595     }
01596 }
```

4.9.3.15 TuningLoopTask()

```
void TestManager::TuningLoopTask ( )  [private]
```

튜닝 루프 작업을 실행하는 함수입니다. 사용자에게 입력을 받아 모터의 튜닝 과정을 관리합니다.

TestManager.cpp 파일의 897 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00898 {
00899     for (auto motor_pair : motors)
00900     {
00901         FixMotorPosition(motor_pair.second);
00902     }
00903
00904     std::string userInput, selectedMotor, fileName;
00905     float kp, kd, peakAngle;
00906     float sine_t = 4.0;
00907     int cycles = 2, pathType, controlType, des_vel, des_tff, direction;
00908
00909     selectedMotor = motors.begin()->first;
00910
00911     InitializeParameters(selectedMotor, kp, kd, peakAngle, pathType, controlType, des_vel, des_tff,
      direction);
```

```
00912     while (true)
00913     {
00914         int result = system("clear");
00915         if (result != 0)
00916         {
00917             std::cerr « "Error during clear screen" « std::endl;
00918         }
00919 
00920         std::string pathTypeDescription;
00921         if (pathType == 1)
00922         {
00923             pathTypeDescription = "1: 1 - cos (0 -> peak -> 0)";
00924         }
00925         else if (pathType == 2)
00926         {
00927             pathTypeDescription = "2: 1 - cos & cos - 1 (0 -> peak -> 0 -> -peak -> 0)";
00928         }
00929 
00930         std::string controlTypeDescription;
00931         if (controlType == 1)
00932         {
00933             controlTypeDescription = "CSP";
00934 
00935             setMaxonMode("CSP");
00936         }
00937         else if (controlType == 2)
00938         {
00939             controlTypeDescription = "CSV";
00940 
00941             setMaxonMode("CSV");
00942         }
00943         else if (controlType == 3)
00944         {
00945             controlTypeDescription = "CST";
00946 
00947             setMaxonMode("CST");
00948         }
00949         else if (controlType == 4)
00950         {
00951             controlTypeDescription = "Drum Test";
00952         }
00953 
00954         std::string directionDescription;
00955         if (direction == 1)
00956         {
00957             directionDescription = "CW";
00958         }
00959         else if (direction == 2)
00960         {
00961             directionDescription = "CCW";
00962         }
00963 
00964         std::cout « "================ Tuning Menu ================\n";
00965         std::cout « "Available Motors:\n";
00966 
00967         for (const auto &motor_pair : motors)
00968         {
00969             std::cout « " - " « motor_pair.first « "\n";
00970         }
00971         bool isMaxonMotor;
00972         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]))
00973         {
00974             isMaxonMotor = true;
00975         }
00976         else
00977         {
00978             isMaxonMotor = false;
00979         }
00980 
00981         std::cout « "-------------------------------------------\n";
00982         std::cout « "Selected Motor: " « selectedMotor « "\n";
00983         if (!isMaxonMotor)
00984         {
00985             std::cout « "Kp: " « kp « " | Kd: " « kd « "\n";
00986         }
00987         else
00988         {
00989             std::cout « "Control Type : " « controlTypeDescription;
00990             std::cout « " | Vel [rpm]: " « des_vel « " | Des Torque: " « des_tff * 31.052 / 1000 «
      "[mNm]"
00991                       « "\n";
00992         };
00993         std::cout « "Sine Period: " « sine_t « " | Cycles: " « cycles « " | Hz: " « 1 / sine_t « "\n";
00994         std::cout « "Peak Angle: " « peakAngle « " | Path Type [Pos]: " « pathTypeDescription « "\n";
00995         std::cout « "Direction: " « directionDescription « "\n";
00996         std::cout « "\nCommands:\n";
```

```
00997         if (!isMaxonMotor)
00998         {
00999             std::cout « "[a]: kp | [b]: kd |";
01000         }
01001         else
01002         {
01003             std::cout « "[a]: des_vel | [b]: des_tff | [c]: Control |\n";
01004         }
01005         std::cout « "[d]: Select Motor | [e]: Peak | [f]: Path\n";
01006         std::cout « "[g]: Period | [h]: Cycles | [i]: Run \n";
01007         if (isMaxonMotor)
01008         {
01009             std::cout « "[k]: Direction | ";
01010         }
01011         std::cout « "[j]: Exit\n";
01012         std::cout « "=============================================\n";
01013         std::cout « "Enter Command: ";
01014         std::cin » userInput;
01015         std::transform(userInput.begin(), userInput.end(), userInput.begin(), ::tolower);
01016 
01017         if (userInput[0] == 'j')
01018         {
01019             break;
01020         }
01021         else if (userInput[0] == 'd')
01022         {
01023             while (true)
01024             {
01025                 std::cout « "Enter the name of the motor to tune: ";
01026                 std::cin » selectedMotor;
01027                 if (motors.find(selectedMotor) != motors.end())
01028                 {
01029                     InitializeParameters(selectedMotor, kp, kd, peakAngle, pathType, controlType,
      des_vel, des_tff, direction);
01030                     break;
01031                 }
01032                 else
01033                 {
01034                     std::cout « "Invalid motor name. Please enter a valid motor name.\n";
01035                 }
01036             }
01037         }
01038         else if (userInput == "k" && isMaxonMotor)
01039         {
01040             std::cout « "Enter Desired Direction: ";
01041             std::cout « "1: Clock Wise\n";
01042             std::cout « "2: Counter Clock Wise\n";
01043             std::cout « "Enter Path Type (1 or 2): ";
01044             std::cin » direction;
01045 
01046             if (direction != 1 && direction != 2)
01047             {
01048                 std::cout « "Invalid direction type. Please enter 1 or 2.\n";
01049                 pathType = 1;
01050             }
01051 
01052             std::cin » direction;
01053         }
01054         else if (userInput == "a" && !isMaxonMotor)
01055         {
01056             std::cout « "Enter Desired Kp: ";
01057             std::cin » kp;
01058         }
01059         else if (userInput == "b" && !isMaxonMotor)
01060         {
01061             std::cout « "Enter Desired Kd: ";
01062             std::cin » kd;
01063         }
01064         else if (userInput == "a" && isMaxonMotor)
01065         {
01066             std::cout « "Enter Desired Velocity: ";
01067             std::cin » des_vel;
01068         }
01069         else if (userInput == "b" && isMaxonMotor)
01070         {
01071             std::cout « "Enter Desired Torque: ";
01072             std::cout « "-100 [unit] = -3.1052 [mNm]\n";
01073             std::cin » des_tff;
01074         }
01075         else if (userInput == "e")
01076         {
01077             std::cout « "Enter Desired Peak Angle: ";
01078             std::cin » peakAngle;
01079         }
01080         else if (userInput == "f")
01081         {
01082             std::cout « "Select Path Type:\n";
```

```
01083             std::cout « "1: 1 - cos (0 -> peak -> 0)\n";
01084             std::cout « "2: 1 - cos & cos - 1 (0 -> peak -> 0 -> -peak -> 0)\n";
01085             std::cout « "Enter Path Type (1 or 2): ";
01086             std::cin » pathType;
01087 
01088             if (pathType != 1 && pathType != 2)
01089             {
01090                 std::cout « "Invalid path type. Please enter 1 or 2.\n";
01091                 pathType = 1;
01092             }
01093         }
01094         else if (userInput[0] == 'g')
01095         {
01096             std::cout « "Enter Desired Sine Period: ";
01097             std::cin » sine_t;
01098         }
01099         else if (userInput[0] == 'h')
01100         {
01101             std::cout « "Enter Desired Cycles: ";
01102             std::cin » cycles;
01103         }
01104         else if (userInput == "c" && isMaxonMotor)
01105         {
01106             std::cout « "Select Control Type:\n";
01107             std::cout « "1: Cyclic Synchronous Position Mode (CSP)\n";
01108             std::cout « "2: Cyclic Synchronous Velocity Mode (CSV)\n";
01109             std::cout « "3: Cyclic Synchronous Torque Mode (CST)\n";
01110             std::cout « "4: Maxon Drum Test (CSP)\n";
01111             std::cout « "Enter Path Type (1 or 2 or 3 or 4): ";
01112             std::cin » controlType;
01113 
01114             if (controlType != 1 && controlType != 2 && controlType != 3 && controlType != 4)
01115             {
01116                 std::cout « "Invalid path type. Please enter 1 or 2 or 3 or 4.\n";
01117                 controlType = 1;
01118             }
01119         }
01120         else if (userInput[0] == 'i')
01121         {
01122             if (!isMaxonMotor) // Tmotor일 경우
01123             {
01124                 TuningTmotor(kp, kd, sine_t, selectedMotor, cycles, peakAngle, pathType);
01125             }
01126             else // MaxonMotor일 경우
01127             {
01128                 if (controlType == 1)
01129                 {
01130 
01131                     TuningMaxonCSP(sine_t, selectedMotor, cycles, peakAngle, pathType);
01132                 }
01133                 else if (controlType == 2)
01134                 {
01135                     TuningMaxonCSV(selectedMotor, des_vel, direction);
01136                 }
01137                 else if (controlType == 3)
01138                 {
01139 
01140                     TuningMaxonCST(selectedMotor, des_tff, direction);
01141                 }
01142                 else if (controlType == 4)
01143                 {
01144                     //
01145                 }
01146             }
01147         }
01148     }
01149 }
```

4.9.3.16 TuningMaxonCSP()

```
void TestManager::TuningMaxonCSP (
            float sine_t,
            const std::string selectedMotor,
            int cycles,
            float peakAngle,
            int pathType )  [private]
```

Maxon 모터의 CSP 모드를 튜닝하는 함수입니다.

매개변수

sine_t	사인 파형의 주기입니다.
selectedMotor	선택된 모터의 이름입니다.
cycles	실행할 사이클 수입니다.
peakAngle	최대 회전 각도입니다.
pathType	경로 유형입니다. Maxon 모터의 위치 제어 성능을 최적화하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 778 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00779 {
00780
00781     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00782     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_in.txt";
00783
00784     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
00785
00786     if (!csvFileIn.is_open())
00787     {
00788         std::cerr << "Error opening CSV file." << std::endl;
00789     }
00790
00791     // 헤더 추가
00792     csvFileIn << "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
00793
00794     // CSV 파일명 설정
00795     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_out.txt";
00796
00797     // CSV 파일 열기
00798     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
00799
00800     if (!csvFileOut.is_open())
00801     {
00802         std::cerr << "Error opening CSV file." << std::endl;
00803     }
00804     csvFileOut << "CAN_ID,p_act,v_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
00805
00806     struct can_frame frame;
00807
00808     float peakRadian = peakAngle * M_PI / 180.0; // 피크 각도를 라디안으로 변환
00809     float amplitude = peakRadian;
00810
00811     float sample_time = 0.005;
00812     int max_samples = static_cast<int>(sine_t / sample_time);
00813     float p_des = 0;
00814     float p_act;
00815     // float tff_des = 0,v_des = 0;
00816     float tff_act;
00817
00818     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
00819     for (int cycle = 0; cycle < cycles; cycle++)
00820     {
00821         for (int i = 0; i < max_samples; i++)
00822         {
00823             float time = i * sample_time;
00824
00825             for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
00826             {
00827                 csvFileIn << "0,";
00828             }
00829             csvFileIn << std::dec << p_des << ",";
00830             for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
00831             {
00832                 csvFileIn << "0,";
00833             }
00834
00835             float local_time = std::fmod(time, sine_t);
00836             if (pathType == 1) // 1-cos 경로
00837             {
00838                 p_des = amplitude * (1 - cosf(2 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00839             }
00840             else if (pathType == 2) // 1-cos 및 -1+cos 결합 경로
00841             {
00842                 if (local_time < sine_t / 2)
00843                     p_des = amplitude * (1 - cosf(4 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00844                 else
00845                     p_des = amplitude * (-1 + cosf(4 * M_PI * (local_time - sine_t / 2) / sine_t)) /
      2;
00846             }
```

```
00847
00848             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, p_des);
00849             csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « maxonMotor->nodeId;
00850
00851             chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00852             while (1)
00853             {
00854                 chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00855                 chrono::microseconds elapsed_time =
      chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal - external);
00856                 if (elapsed_time.count() >= 5000)
00857                 {
00858
00859                     ssize_t bytesWritten = write(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName),
      &frame, sizeof(struct can_frame));
00860                     if (bytesWritten == -1)
00861                     {
00862                         std::cerr « "Failed to write to socket for interface: " «
      maxonMotor->interFaceName « std::endl;
00863                         std::cerr « "Error: " « strerror(errno) « " (errno: " « errno « ")" «
      std::endl;
00864                     }
00865                     canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
00866
00867                     maxoncmd.getSync(&frame);
00868                     canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
00869
00870                     if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
00871                     {
00872                         while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
00873                         {
00874                             frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
00875                             if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00876                             {
00877                                 std::tuple<int, float, float> result =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
00878
00879                                 p_act = std::get<1>(result);
00880                                 tff_act = std::get<2>(result);
00881                                 // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
00882                                 csvFileOut « ',' « std::dec « p_act « ", ," « tff_act « '\n';
00883                                 break;
00884                             }
00885                             motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
00886                         }
00887                     }
00888                 }
00889             }
00890             csvFileIn « "\n";
00891         }
00892     }
00893     csvFileIn.close();
00894     csvFileOut.close();
00895 }
```

4.9.3.17 TuningMaxonCST()

```
void TestManager::TuningMaxonCST (
            const std::string selectedMotor,
            int des_tff,
            int direction )  [private]
```

Maxon 모터의 CST 모드를 튜닝하는 함수입니다.

매개변수

selectedMotor	선택된 모터의 이름입니다.
des_tff	목표 토크 피드포워드 값입니다.
direction	회전 방향입니다. 토크 제어 성능을 평가하고 최적화하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 1303 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01304 {
01305     if (direction == 1)
```

```
01306         des_tff *= 1;
01307     else
01308         des_tff *= -1;
01309 
01310     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
01311     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_in.txt";
01312 
01313     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
01314 
01315     if (!csvFileIn.is_open())
01316     {
01317         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01318     }
01319 
01320     // 헤더 추가
01321     csvFileIn « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
01322 
01323     // CSV 파일명 설정
01324     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_out.txt";
01325 
01326     // CSV 파일 열기
01327     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
01328 
01329     if (!csvFileOut.is_open())
01330     {
01331         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01332     }
01333     csvFileOut « "CAN_ID,pos_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
01334 
01335     struct can_frame frame;
01336 
01337     float p_act, tff_act;
01338     char input = 'a';
01339     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
01340 
01341     for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
01342     {
01343         csvFileIn « "0,";
01344     }
01345     csvFileIn « std::dec « des_tff « ",";
01346     for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
01347     {
01348         csvFileIn « "0,";
01349     }
01350     bool reachedDrum = false;
01351     bool waitForEInput = false;
01352     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
01353     while (1)
01354     {
01355 
01356         if (kbhit())
01357         {
01358             input = getchar();
01359             if (input == 'e' && waitForEInput) // waitForEInput이 true일 때만 'e' 입력 처리
01360             {
01361                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
01362                 canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01363                 break;
01364             }
01365         }
01366 
01367         if (waitForEInput)
01368         {
01369             // 'e' 입력을 기다리는 동안 다른 작업을 하지 않음
01370             continue;
01371         }
01372 
01373         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
01374         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
01375         if (elapsed_time.count() >= 5000)
01376         {
01377 
01378             maxoncmd.getTargetTorque(*maxonMotor, &frame, des_tff);
01379             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01380 
01381             maxoncmd.getSync(&frame);
01382             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01383 
01384             if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01385             {
01386                 while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01387                 {
01388                     frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01389                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01390                     {
```

```
01391                         std::tuple<int, float, float> result =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
01392
01393                         p_act = std::get<1>(result);
01394                         tff_act = std::get<2>(result);
01395                         // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
01396                         csvFileOut << "0x" << std::hex << std::setw(4) << std::setfill('0') <<
      maxonMotor->nodeId;
01397                         csvFileOut << ',' << std::dec << p_act << "," << tff_act << '\n';
01398
01399                         // 임계 토크 값을 체크하고, 조건을 충족하면 반대 방향으로 토크 주기
01400                         if (abs(tff_act) > 18)
01401                         {
01402                             des_tff = 100;
01403                             reachedDrum = true;
01404                         }
01405
01406                         // 특정 각도에 도달했는지 확인하는 조건
01407                         if (p_act > -0.5 && reachedDrum)
01408                         {
01409                             maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
01410                             canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01411
01412                             canManager.checkConnection(motors[selectedMotor]);
01413                             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame,
      motors[selectedMotor]->currentPos);
01414                             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01415                             maxoncmd.getSync(&frame);
01416                             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01417                             if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01418                             {
01419                                 while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01420                                 {
01421                                     frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01422                                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01423                                     {
01424                                         std::cout << "This is My stick!! \n";
01425                                     }
01426                                     motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01427                                 }
01428                             }
01429
01430                             waitForEInput = true; // 'e' 입력 대기 상태로 전환
01431                             std::cout << "Waiting for 'e' input...\n";
01432                         }
01433                     }
01434                     if (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01435                     {
01436                         motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01437                     }
01438                 }
01439             }
01440         }
01441     }
01442
01443     csvFileIn.close();
01444     csvFileOut.close();
01445 }
```

4.9.3.18 TuningMaxonCSV()

```
void TestManager::TuningMaxonCSV (
            const std::string selectedMotor,
            int des_vel,
            int direction )  [private]
```

Maxon 모터의 CSV 모드를 튜닝하는 함수입니다.

매개변수

selectedMotor	선택된 모터의 이름입니다.
des_vel	목표 속도입니다.
direction	회전 방향입니다. 속도 제어 성능을 평가하고 최적화하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 1193 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
01194 {
01195     des_vel = des_vel * 35;
01196 
01197     if (direction == 1)
01198         des_vel *= 1;
01199     else
01200         des_vel *= -1;
01201 
01202     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
01203     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_csv_in.txt";
01204 
01205     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
01206 
01207     if (!csvFileIn.is_open())
01208     {
01209         std::cerr << "Error opening CSV file." << std::endl;
01210     }
01211 
01212     // 헤더 추가
01213     csvFileIn << "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
01214 
01215     // CSV 파일명 설정
01216     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_csv_out.txt";
01217 
01218     // CSV 파일 열기
01219     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
01220 
01221     if (!csvFileOut.is_open())
01222     {
01223         std::cerr << "Error opening CSV file." << std::endl;
01224     }
01225     csvFileOut << "CAN_ID,pos_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
01226 
01227     struct can_frame frame;
01228 
01229     float p_act, tff_act;
01230     char input = 'a';
01231     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
01232 
01233     for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
01234     {
01235         csvFileIn << "0,";
01236     }
01237     csvFileIn << std::dec << des_vel << ",";
01238     for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
01239     {
01240         csvFileIn << "0,";
01241     }
01242 
01243     maxoncmd.getTargetVelocity(*maxonMotor, &frame, des_vel);
01244 
01245     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
01246     while (1)
01247     {
01248 
01249         if (kbhit())
01250         {
01251             input = getchar();
01252         }
01253 
01254         if (input == 'q')
01255             continue;
01256         else if (input == 'e')
01257             break;
01258 
01259         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
01260         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
01261         if (elapsed_time.count() >= 5000)
01262         {
01263 
01264             ssize_t bytesWritten = write(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName), &frame,
      sizeof(struct can_frame));
01265             if (bytesWritten == -1)
01266             {
01267                 std::cerr << "Failed to write to socket for interface: " << maxonMotor->interFaceName <<
      std::endl;
01268                 std::cerr << "Error: " << strerror(errno) << " (errno: " << errno << ")" << std::endl;
01269             }
01270 
01271             maxoncmd.getSync(&frame);
01272             bytesWritten = write(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName), &frame,
      sizeof(struct can_frame));
01273             if (bytesWritten == -1)
01274             {
```

```
01275                 std::cerr « "Failed to write to socket for interface: " « maxonMotor->interFaceName «
      std::endl;
01276                 std::cerr « "Error: " « strerror(errno) « " (errno: " « errno « ")" « std::endl;
01277             }
01278             ssize_t bytesRead = read(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName), &frame,
      sizeof(struct can_frame));
01279
01280             if (bytesRead == -1)
01281             {
01282                 std::cerr « "Failed to read from socket for interface: " « maxonMotor->interFaceName «
      std::endl;
01283                 return;
01284             }
01285             else
01286             {
01287
01288                 std::tuple<int, float, float> result = maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor,
      &frame);
01289
01290                 p_act = std::get<1>(result);
01291                 tff_act = std::get<2>(result);
01292                 // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
01293                 csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « maxonMotor->nodeId;
01294                 csvFileOut « ',' « std::dec « p_act « ", ," « tff_act « '\n';
01295             }
01296         }
01297     }
01298
01299     csvFileIn.close();
01300     csvFileOut.close();
01301 }
```

4.9.3.19 TuningTmotor()

```
void TestManager::TuningTmotor (
            float kp,
            float kd,
            float sine_t,
            const std::string selectedMotor,
            int cycles,
            float peakAngle,
            int pathType )  [private]
```

T 모터의 파라미터를 튜닝하는 함수입니다.

매개변수

kp	비례 제어 계수입니다.
kd	미분 제어 계수입니다.
sine_t	사인 파형의 주기입니다.
selectedMotor	선택된 모터의 이름입니다.
cycles	실행할 사이클 수입니다.
peakAngle	최대 회전 각도입니다.
pathType	경로 유형입니다. T 모터의 응답성과 정확도를 개선하기 위해 사용됩니다.

TestManager.cpp 파일의 663 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00664 {
00665     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00666
00667     std::stringstream ss;
00668     ss « std::fixed « std::setprecision(2); // 소수점 둘째 자리까지만
00669     ss « "kp_" « kp « "_kd_" « kd « "_Hz_" « 1 / sine_t;
00670     std::string parameter = ss.str();
00671
00672     // CSV 파일명 설정
00673     std::string FileName1 = "../../READ/" + parameter + "_in.txt";
00674
```

```
00675     // CSV 파일 열기
00676     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
00677 
00678     if (!csvFileIn.is_open())
00679     {
00680         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
00681     }
00682 
00683     // 헤더 추가
00684     csvFileIn « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
00685 
00686     // CSV 파일명 설정
00687     std::string FileName2 = "../../READ/" + parameter + "_out.txt";
00688 
00689     // CSV 파일 열기
00690     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
00691 
00692     if (!csvFileOut.is_open())
00693     {
00694         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
00695     }
00696 
00697     // 헤더 추가
00698     csvFileOut « "CAN_ID,p_act,v_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
00699 
00700     struct can_frame frame;
00701 
00702     float peakRadian = peakAngle * M_PI / 180.0; // 피크 각도를 라디안으로 변환
00703     float amplitude = peakRadian;
00704 
00705     float sample_time = 0.005;
00706     int max_samples = static_cast<int>(sine_t / sample_time);
00707     float v_des = 0, p_des = 0;
00708     float tff_des = 0;
00709     float p_act, v_act, tff_act;
00710     std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[selectedMotor]);
00711     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00712     for (int cycle = 0; cycle < cycles; cycle++)
00713     {
00714         for (int i = 0; i < max_samples; i++)
00715         {
00716             float time = i * sample_time;
00717 
00718             if ((int)tMotor->nodeId == 7)
00719             {
00720                 csvFileIn « std::dec « p_des « "0,0,0,0,0,0,0,0";
00721             }
00722             else
00723             {
00724                 for (int i = 0; i < (int)tMotor->nodeId; i++)
00725                 {
00726                     csvFileIn « "0,";
00727                 }
00728                 csvFileIn « std::dec « p_des « ",";
00729                 for (int i = 0; i < (8 - (int)tMotor->nodeId); i++)
00730                 {
00731                     csvFileIn « "0,";
00732                 }
00733             }
00734 
00735             float local_time = std::fmod(time, sine_t);
00736             if (pathType == 1) // 1-cos 경로
00737             {
00738                 p_des = amplitude * (1 - cosf(2 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00739             }
00740             else if (pathType == 2) // 1-cos 및 -1+cos 결합 경로
00741             {
00742                 if (local_time < sine_t / 2)
00743                     p_des = amplitude * (1 - cosf(4 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00744                 else
00745                     p_des = amplitude * (-1 + cosf(4 * M_PI * (local_time - sine_t / 2) / sine_t)) /
      2;
00746             }
00747 
00748             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, p_des, v_des, kp, kd,
      tff_des);
00749             csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « tMotor->nodeId;
00750 
00751             while (1)
00752             {
00753                 chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00754                 chrono::microseconds elapsed_time =
      chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal - external);
00755                 if (elapsed_time.count() >= 5000)
00756                 {
00757                     external = std::chrono::system_clock::now();
00758                     if (canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame))
```

```
00759                     {
00760                         std::tuple<int, float, float, float> result =
    tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
00761
00762                         p_act = std::get<1>(result);
00763                         v_act = std::get<2>(result);
00764                         tff_act = std::get<3>(result);
00765                         // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
00766                         csvFileOut << ',' << std::dec << p_act << ',' << v_act << ',' << tff_act << '\n';
00767                         break;
00768                     }
00769                 }
00770             }
00771             csvFileIn << "\n";
00772         }
00773     }
00774     csvFileIn.close();
00775     csvFileOut.close();
00776 }
```

4.9.4 멤버 데이터 문서화

4.9.4.1 canManager

```
CanManager& TestManager::canManager  [private]
```

CAN 통신을 통한 모터 제어를 담당합니다.

TestManager.hpp 파일의 74 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.9.4.2 InputData

```
vector<string> TestManager::InputData  [private]
```

테스트 입력 데이터입니다.

TestManager.hpp 파일의 80 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.9.4.3 maxoncmd

```
MaxonCommandParser TestManager::maxoncmd  [private]
```

Maxon 모터 명령어 파서입니다.

TestManager.hpp 파일의 78 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.9.4.4 motors

```
std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor> >& TestManager::motors  [private]
```

연결된 모터들의 정보입니다.

TestManager.hpp 파일의 75 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.9.4.5 systemState

```
SystemState& TestManager::systemState  [private]
```

시스템의 현재 상태입니다.

TestManager.hpp 파일의 73 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.9.4.6 tmotorcmd

```
TMotorCommandParser TestManager::tmotorcmd  [private]
```

T 모터 명령어 파서입니다.

TestManager.hpp 파일의 77 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

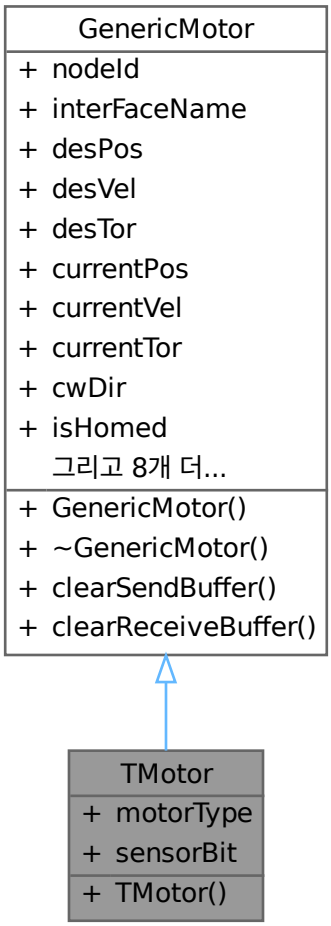
- include/managers/TestManager.hpp
- src/TestManager.cpp

4.10 TMotor 클래스 참조

TMotor를 위한 클래스입니다. GenericMotor를 상속받습니다.

```
#include <Motor.hpp>
```

TMotor에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- TMotor (uint32_t nodeId, const std::string &motorType)
- void clearSendBuffer ()
  송신 버퍼를 클리어합니다.
- void clearReceiveBuffer ()
  수신 버퍼를 클리어합니다.

Public 속성

- std::string motorType
  모터의 타입.
- int sensorBit
  센서 비트.
- uint32_t nodeId

모터의 노드 ID.

- std::string interFaceName

  모터가 연결된 인터페이스의 이름.

- float desPos
- float desVel
- float desTor

  목표 위치, 속도, 토크.

- float currentPos
- float currentVel
- float currentTor

  현재 위치, 속도, 토크.

- float cwDir

  시계 방향 회전을 나타내는 방향 값.

- bool isHomed
- bool isConected

  홈 위치에 있는지, 연결되어 있는지의 상태.

- float rMin
- float rMax

  회전 범위의 최소, 최대 값.

- int socket

  모터가 연결된 소켓의 식별자.

- int Kp

  비례 제어 게인.

- double Kd

  미분 제어 게인.

- std::queue< can_frame > sendBuffer

  송신 버퍼.

- std::queue< can_frame > recieveBuffer

  수신 버퍼.

4.10.1 상세한 설명

TMotor를 위한 클래스입니다. GenericMotor를 상속받습니다.

TMotor 특화된 기능과 속성을 정의합니다.

Motor.hpp 파일의 53 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.2 생성자 & 소멸자 문서화

4.10.2.1 TMotor()

```
TMotor::TMotor (
            uint32_t nodeId,
            const std::string & motorType )
```

Motor.cpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00029     : GenericMotor(nodeId, interFaceName), motorType(motorType)
00030 {
00031 }
```

4.10.3 멤버 함수 문서화

4.10.3.1 clearReceiveBuffer()

```
void GenericMotor::clearReceiveBuffer ( )  [inherited]
```

수신 버퍼를 클리어합니다.

Motor.cpp 파일의 16 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00017 {
00018     while (!recieveBuffer.empty())
00019     {
00020         recieveBuffer.pop();
00021     }
00022 }
```

4.10.3.2 clearSendBuffer()

```
void GenericMotor::clearSendBuffer ( )  [inherited]
```

송신 버퍼를 클리어합니다.

Motor.cpp 파일의 8 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00009 {
00010     while (!sendBuffer.empty())
00011     {
00012         sendBuffer.pop();
00013     }
00014 }
```

4.10.4 멤버 데이터 문서화

4.10.4.1 currentPos

```
float GenericMotor::currentPos  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.2 currentTor

```
float GenericMotor::currentTor  [inherited]
```

현재 위치, 속도, 토크.

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.3 currentVel

```
float GenericMotor::currentVel  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 30 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.4 cwDir

```
float GenericMotor::cwDir  [inherited]
```

시계 방향 회전을 나타내는 방향 값.

Motor.hpp 파일의 31 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.5 desPos

```
float GenericMotor::desPos  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.6 desTor

```
float GenericMotor::desTor  [inherited]
```

목표 위치, 속도, 토크.

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.7 desVel

```
float GenericMotor::desVel  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 29 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.8 interFaceName

```
std::string GenericMotor::interFaceName  [inherited]
```

모터가 연결된 인터페이스의 이름.

Motor.hpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.9 isConected

```
bool GenericMotor::isConected  [inherited]
```

홈 위치에 있는지, 연결되어 있는지의 상태.

Motor.hpp 파일의 32 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.10 isHomed

```
bool GenericMotor::isHomed  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 32 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.11 Kd

```
double GenericMotor::Kd  [inherited]
```

미분 제어 게인.

Motor.hpp 파일의 36 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.12 Kp

```
int GenericMotor::Kp  [inherited]
```

비례 제어 게인.

Motor.hpp 파일의 35 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.13 motorType

```
std::string TMotor::motorType
```

모터의 타입.

Motor.hpp 파일의 57 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.14 nodeId

```
uint32_t GenericMotor::nodeId  [inherited]
```

모터의 노드 ID.

Motor.hpp 파일의 27 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.15 recieveBuffer

```
std::queue<can_frame> GenericMotor::recieveBuffer  [inherited]
```

수신 버퍼.

Motor.hpp 파일의 38 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.16 rMax

```
float GenericMotor::rMax  [inherited]
```

회전 범위의 최소, 최대 값.

Motor.hpp 파일의 33 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.17 rMin

```
float GenericMotor::rMin  [inherited]
```

Motor.hpp 파일의 33 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.18 sendBuffer

```
std::queue<can_frame> GenericMotor::sendBuffer  [inherited]
```

송신 버퍼.

Motor.hpp 파일의 37 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.19 sensorBit

```
int TMotor::sensorBit
```

센서 비트.

Motor.hpp 파일의 59 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.10.4.20 socket

```
int GenericMotor::socket  [inherited]
```

모터가 연결된 소켓의 식별자.

Motor.hpp 파일의 34 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

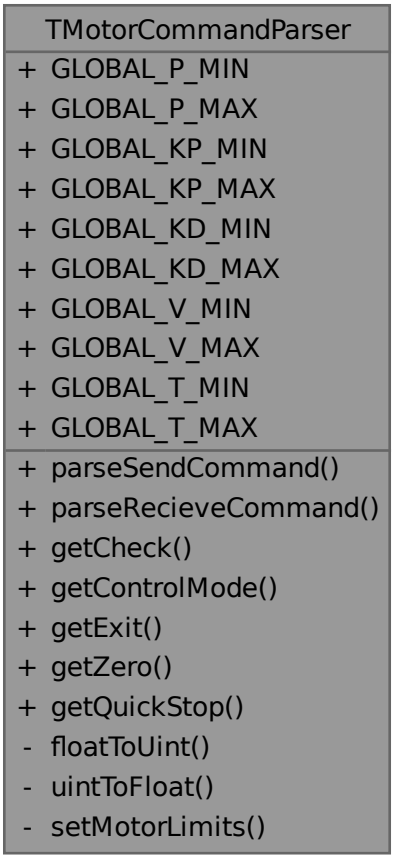
- include/motors/Motor.hpp
- src/Motor.cpp

4.11 TMotorCommandParser 클래스 참조

TMotor 명령어를 파싱하는 클래스입니다.

`#include <CommandParser.hpp>`

TMotorCommandParser에 대한 협력 다이어그램:



Public 멤버 함수

- void parseSendCommand (TMotor &motor, struct can_frame *frame, int canId, int dlc, float p_des, float v_des, float kp, float kd, float t_ff)

  TMotor로 송신할 명령을 파싱합니다.
- std::tuple< int, float, float, float > parseRecieveCommand (TMotor &motor, struct can_frame *frame)

  TMotor로부터 수신된 명령을 파싱합니다.
- void getCheck (TMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getControlMode (TMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getExit (TMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getZero (TMotor &motor, struct can_frame *frame)
- void getQuickStop (TMotor &motor, struct can_frame *frame)

Public 속성

- float GLOBAL_P_MIN = -12.5
  최소 위치 제한.
- float GLOBAL_P_MAX = 12.5
  최대 위치 제한.
- float GLOBAL_KP_MIN = 0
  최소 비례 게인 제한.
- float GLOBAL_KP_MAX = 500
  최대 비례 게인 제한.
- float GLOBAL_KD_MIN = 0
  최소 미분 게인 제한.
- float GLOBAL_KD_MAX = 5
  최대 미분 게인 제한.
- float GLOBAL_V_MIN
- float GLOBAL_V_MAX
- float GLOBAL_T_MIN
- float GLOBAL_T_MAX
  속도 및 토크 제한.

Private 멤버 함수

- int floatToUint (float x, float x_min, float x_max, unsigned int bits)
- float uintToFloat (int x_int, float x_min, float x_max, int bits)
- void setMotorLimits (TMotor &motor)

4.11.1 상세한 설명

TMotor 명령어를 파싱하는 클래스입니다.

TMotor에 대한 명령어 송수신 및 해석을 담당합니다. 이 클래스는 TMotor 명령 구성 및 응답 파싱을 위한 메서드를 제공합니다.

CommandParser.hpp 파일의 19 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.2 멤버 함수 문서화

4.11.2.1 floatToUint()

```
int TMotorCommandParser::floatToUint (
            float x,
            float x_min,
            float x_max,
            unsigned int bits )  [private]
```

CommandParser.cpp 파일의 124 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00125 {
00126     float span = x_max - x_min;
00127     if (x < x_min)
00128         x = x_min;
00129     else if (x > x_max)
00130         x = x_max;
00131     return (int)((x - x_min) * ((float)((1 << bits) / span)));
00132 };
```

4.11.2.2 getCheck()

```
void TMotorCommandParser::getCheck (
            TMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 141 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00142 {
00143     // Set CAN frame id and data length code
00144     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00145     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00146
00148     frame->data[0] = 0x80;
00149     frame->data[1] = 0x00;
00150     frame->data[2] = 0x80;
00151     frame->data[3] = 0x00;
00152     frame->data[4] = 0x00;
00153     frame->data[5] = 0x00;
00154     frame->data[6] = 0x08;
00155     frame->data[7] = 0x00;
00156 }
```

4.11.2.3 getControlMode()

```
void TMotorCommandParser::getControlMode (
            TMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 158 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00159 {
00160     // Set CAN frame id and data length code
00161     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00162     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00163
00165     frame->data[0] = 0xFF;
00166     frame->data[1] = 0xFF;
00167     frame->data[2] = 0xFF;
00168     frame->data[3] = 0xFF;
00169     frame->data[4] = 0xFF;
00170     frame->data[5] = 0xFF;
00171     frame->data[6] = 0xFF;
00172     frame->data[7] = 0xFC;
00173 }
```

4.11.2.4 getExit()

```
void TMotorCommandParser::getExit (
            TMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 175 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00176 {
00177     // Set CAN frame id and data length code
00178     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00179     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00180
00182     frame->data[0] = 0xFF;
00183     frame->data[1] = 0xFF;
00184     frame->data[2] = 0xFF;
00185     frame->data[3] = 0xFF;
00186     frame->data[4] = 0xFF;
00187     frame->data[5] = 0xFF;
00188     frame->data[6] = 0xFF;
00189     frame->data[7] = 0xFD;
00190 }
```

4.11.2.5 getQuickStop()

```
void TMotorCommandParser::getQuickStop (
            TMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 209 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00210 {
00211     // Set CAN frame id and data length code
00212     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00213     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00214
00216     frame->data[0] = 0x80;
00217     frame->data[1] = 0x00;
00218     frame->data[2] = 0x80;
00219     frame->data[3] = 0x00;
00220     frame->data[4] = 0x00;
00221     frame->data[5] = 0x00;
00222     frame->data[6] = 0x08;
00223     frame->data[7] = 0x00;
00224 }
```

4.11.2.6 getZero()

```
void TMotorCommandParser::getZero (
            TMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 192 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00193 {
00194     // Set CAN frame id and data length code
00195     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00196     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00197
00199     frame->data[0] = 0xFF;
00200     frame->data[1] = 0xFF;
00201     frame->data[2] = 0xFF;
00202     frame->data[3] = 0xFF;
00203     frame->data[4] = 0xFF;
00204     frame->data[5] = 0xFF;
00205     frame->data[6] = 0xFF;
00206     frame->data[7] = 0xFE;
00207 }
```

4.11.2.7 parseRecieveCommand()

```
std::tuple< int, float, float, float > TMotorCommandParser::parseRecieveCommand (
            TMotor & motor,
            struct can_frame * frame )
```

TMotor로부터 수신된 명령을 파싱합니다.

매개변수

motor	명령을 수신한 TMotor 객체.
frame	수신한 CAN 프레임.

반환값

명령 코드, 위치, 속도, 토크의 튜플.

unpack ints from can buffer ///

convert ints to floats ///

CommandParser.cpp 파일의 101 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00102 {
00103     int id;
00104     float position, speed, torque;
00105     setMotorLimits(motor);
00107     id = frame->data[0];
00108     int p_int = (frame->data[1] « 8) | frame->data[2];
00109     int v_int = (frame->data[3] « 4) | (frame->data[4] » 4);
00110     int i_int = ((frame->data[4] & 0xF) « 8) | frame->data[5];
00111
00113     position = uintToFloat(p_int, GLOBAL_P_MIN, GLOBAL_P_MAX, 16);
00114     speed = uintToFloat(v_int, GLOBAL_V_MIN, GLOBAL_V_MAX, 12);
00115     torque = uintToFloat(i_int, GLOBAL_T_MIN, GLOBAL_T_MAX, 12);
00116
00117     motor.currentPos = position;
00118     motor.currentVel = speed;
00119     motor.currentTor = torque;
00120
00121     return std::make_tuple(id, position, speed, torque);
00122 }
```

4.11.2.8 parseSendCommand()

```
void TMotorCommandParser::parseSendCommand (
            TMotor & motor,
            struct can_frame * frame,
            int canId,
            int dlc,
            float p_des,
            float v_des,
            float kp,
            float kd,
            float t_ff )
```

TMotor로 송신할 명령을 파싱합니다.

매개변수

motor	명령을 송신할 TMotor 객체.
frame	송신할 CAN 프레임.
canId	CAN ID.
dlc	데이터 길이 코드.
p_des	목표 위치.
v_des	목표 속도.
kp	비례 게인.
kd	미분 게인.
t_ff	피드포워드 토크.

pack ints into the can buffer ///

CommandParser.cpp 파일의 7 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00008 {
00009     // 모터 타입에 따른 제한값 설정
00010     setMotorLimits(motor);
00011
00012     // 기존 변수를 계산
00013     p_des = fminf(fmaxf(GLOBAL_P_MIN, p_des), GLOBAL_P_MAX);
00014     v_des = fminf(fmaxf(GLOBAL_V_MIN, v_des), GLOBAL_V_MAX);
00015     kp = fminf(fmaxf(GLOBAL_KP_MIN, kp), GLOBAL_KP_MAX);
00016     kd = fminf(fmaxf(GLOBAL_KD_MIN, kd), GLOBAL_KD_MAX);
00017     t_ff = fminf(fmaxf(GLOBAL_T_MIN, t_ff), GLOBAL_T_MAX);
00018
00019     motor.desPos = p_des;
00020     motor.desVel = v_des;
00021     motor.desTor = t_ff;
00022
00023     // 계산된 변수를 이용하여 unsigned int로 변환
00024     int p_int = floatToUint(p_des, GLOBAL_P_MIN, GLOBAL_P_MAX, 16);
00025     int v_int = floatToUint(v_des, GLOBAL_V_MIN, GLOBAL_V_MAX, 12);
00026     int kp_int = floatToUint(kp, GLOBAL_KP_MIN, GLOBAL_KP_MAX, 12);
00027     int kd_int = floatToUint(kd, GLOBAL_KD_MIN, GLOBAL_KD_MAX, 12);
00028     int t_int = floatToUint(t_ff, GLOBAL_T_MIN, GLOBAL_T_MAX, 12);
00029     // Set CAN frame id and data length code
00030     frame->can_id = canId & CAN_SFF_MASK; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00031     frame->can_dlc = dlc;                 // Data Length Code is set to maximum allowed length
00032
00034     frame->data[0] = p_int » 8;                            // Position 8 higher
00035     frame->data[1] = p_int & 0xFF;                          // Position 8 lower
00036     frame->data[2] = v_int » 4;                            // Speed 8 higher
00037     frame->data[3] = ((v_int & 0xF) « 4) | (kp_int » 8); // Speed 4 bit lower KP 4bit higher
00038     frame->data[4] = kp_int & 0xFF;                         // KP 8 bit lower
00039     frame->data[5] = kd_int » 4;                           // Kd 8 bit higher
00040     frame->data[6] = ((kd_int & 0xF) « 4) | (t_int » 8); // KP 4 bit lower torque 4 bit higher
00041     frame->data[7] = t_int & 0xff;                          // torque 4 bit lower
00042 }
```

4.11.2.9 setMotorLimits()

```
void TMotorCommandParser::setMotorLimits (
            TMotor & motor )  [private]
```

CommandParser.cpp 파일의 44 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00045 {
00046     if (motor.motorType == "AK10_9")
00047     {
00048         GLOBAL_V_MIN = -50;
00049         GLOBAL_V_MAX = 50;
00050         GLOBAL_T_MIN = -65;
00051         GLOBAL_T_MAX = 65;
00052     }
00053     else if (motor.motorType == "AK70_10")
00054     {
00055         GLOBAL_V_MIN = -50;
00056         GLOBAL_V_MAX = 50;
00057         GLOBAL_T_MIN = -25;
00058         GLOBAL_T_MAX = 25;
00059     }
00060     else if (motor.motorType == "AK60_6")
00061     {
00062         GLOBAL_V_MIN = -45;
00063         GLOBAL_V_MAX = 45;
00064         GLOBAL_T_MIN = -15;
00065         GLOBAL_T_MAX = 15;
00066     }
00067     else if (motor.motorType == "AK80_6")
00068     {
00069         GLOBAL_V_MIN = -76;
00070         GLOBAL_V_MAX = 76;
00071         GLOBAL_T_MIN = -12;
00072         GLOBAL_T_MAX = 12;
00073     }
00074     else if (motor.motorType == "AK80_9")
00075     {
00076         GLOBAL_V_MIN = -50;
00077         GLOBAL_V_MAX = 50;
00078         GLOBAL_T_MIN = -18;
00079         GLOBAL_T_MAX = 18;
00080     }
00081     else if (motor.motorType == "AK80_80" || motor.motorType == "AK80_64")
00082     {
00083         GLOBAL_V_MIN = -8;
00084         GLOBAL_V_MAX = 8;
```

```
00085         GLOBAL_T_MIN = -144;
00086         GLOBAL_T_MAX = 144;
00087     }
00088     else if (motor.motorType == "AK80_8")
00089     {
00090         GLOBAL_V_MIN = -37.5;
00091         GLOBAL_V_MAX = 37.5;
00092         GLOBAL_T_MIN = -32;
00093         GLOBAL_T_MAX = 32;
00094     }
00095     else
00096     {
00097         std::cout « "Error: Invalid motor motorType entered!" « std::endl;
00098     }
00099 }
```

4.11.2.10 uintToFloat()

```
float TMotorCommandParser::uintToFloat (
            int x_int,
            float x_min,
            float x_max,
            int bits )  [private]
```

CommandParser.cpp 파일의 134 번째 라인에서 정의되었습니다.

```
00135 {
00136     float span = x_max - x_min;
00137     float offset = x_min;
00138     return ((float)x_int) * span / ((float)((1 « bits) - 1)) + offset;
00139 }
```

4.11.3 멤버 데이터 문서화

4.11.3.1 GLOBAL_KD_MAX

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_KD_MAX = 5
```

최대 미분 게인 제한.

CommandParser.hpp 파일의 27 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.2 GLOBAL_KD_MIN

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_KD_MIN = 0
```

최소 미분 게인 제한.

CommandParser.hpp 파일의 26 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.3 GLOBAL_KP_MAX

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_KP_MAX = 500
```

최대 비례 게인 제한.

CommandParser.hpp 파일의 25 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.4 GLOBAL_KP_MIN

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_KP_MIN = 0
```

최소 비례 게인 제한.

CommandParser.hpp 파일의 24 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.5 GLOBAL_P_MAX

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_P_MAX = 12.5
```

최대 위치 제한.

CommandParser.hpp 파일의 23 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.6 GLOBAL_P_MIN

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_P_MIN = -12.5
```

최소 위치 제한.

CommandParser.hpp 파일의 22 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.7 GLOBAL_T_MAX

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_T_MAX
```

속도 및 토크 제한.

CommandParser.hpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.8 GLOBAL_T_MIN

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_T_MIN
```

CommandParser.hpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.9 GLOBAL_V_MAX

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_V_MAX
```

CommandParser.hpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

4.11.3.10 GLOBAL_V_MIN

```
float TMotorCommandParser::GLOBAL_V_MIN
```

CommandParser.hpp 파일의 28 번째 라인에서 정의되었습니다.

이 클래스에 대한 문서화 페이지는 다음의 파일들로부터 생성되었습니다.:

- include/motors/CommandParser.hpp
- src/CommandParser.cpp

Chapter 5

파일 문서화

5.1 CanManager.hpp

```
00001 #ifndef CAN_SOCKET_UTILS_H
00002 #define CAN_SOCKET_UTILS_H
00003
00004 #include <linux/can.h>
00005 #include <math.h>
00006 #include <stdio.h>
00007 #include <termios.h>
00008 #include <fcntl.h>
00009 #include <unistd.h>
00010 #include <sys/socket.h>
00011 #include <time.h>
00012 #include <stdlib.h>
00013 #include <string.h>
00014 #include <linux/if.h>
00015 #include <sys/ioctl.h>
00016 #include <bits/types.h>
00017 #include <linux/can/raw.h>
00018 #include <sys/time.h>
00019 #include <vector>
00020 #include <string>
00021 #include <sstream>
00022 #include <iostream>
00023 #include <map>
00024 #include <queue>
00025 #include <memory>
00026 #include "Motor.hpp"
00027 #include "CommandParser.hpp"
00028
00029 using namespace std;
00030
00038 class CanManager
00039 {
00040 public:
00041     static const int ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE = -1;
00042     static const int ERR_SOCKET_CONFIGURE_FAILURE = -2;
00043
00048     CanManager(std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef);
00049
00053     ~CanManager();
00054
00058     void initializeCAN();
00059
00063     void restartCanPorts();
00064
00070     void setSocketsTimeout(int sec, int usec);
00071
00075     void checkCanPortsStatus();
00076
00080     void setMotorsSocket();
00081
00087     bool checkConnection(std::shared_ptr<GenericMotor> motor);
00088
00093     bool checkAllMotors();
00094
00101     bool sendAndRecv(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, struct can_frame &frame);
00102
00108     bool sendFromBuff(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor);
```

```
00109
00116     bool recvToBuff(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, int readCount);
00117
00124     bool txFrame(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, struct can_frame &frame);
00125
00132     bool rxFrame(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, struct can_frame &frame);
00133
00137     void readFramesFromAllSockets();
00138
00142     void distributeFramesToMotors();
00143
00147     void clearReadBuffers();
00148
00149     std::map<std::string, int> sockets;
00150     std::map<std::string, bool> isConnected;
00151     int maxonCnt=0;
00152
00153 private:
00154     std::vector<std::string> ifnames;
00155     std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor» &motors;
00156
00157     TMotorCommandParser tmotorcmd;
00158     MaxonCommandParser maxoncmd;
00159
00160     std::map<int, std::vector<can_frame» tempFrames;
00161
00162     bool getCanPortStatus(const char *port);
00163     void activateCanPort(const char *port);
00164     void list_and_activate_available_can_ports();
00165     void deactivateCanPort(const char *port);
00166
00167     int createSocket(const std::string &ifname);
00168     int setSocketTimeout(int socket, int sec, int usec);
00169
00170     void clearCanBuffer(int canSocket);
00171 };
00172
00173 #endif // CAN_SOCKET_UTILS_H
```

5.2 HomeManager.hpp

```
00001 #pragma once
00002
00003 #include <stdio.h>
00004 #include "../include/managers/CanManager.hpp"
00005 #include "../include/motors/CommandParser.hpp"
00006 #include "../include/motors/Motor.hpp"
00007 #include "../include/tasks/SystemState.hpp"
00008 #include "../include/usbio/SenSor.hpp"
00009 #include <map>
00010 #include <memory>
00011 #include <string>
00012 #include <functional>
00013 #include <queue>
00014 #include <algorithm>
00015 #include <thread>
00016 #include <cerrno>
00017 #include <cstring>
00018 #include <sstream>
00019 #include <iomanip>
00020 #include <filesystem>
00021 #include <iostream>
00022 #include <vector>
00023 #include <limits>
00024 #include <ctime>
00025 #include <fstream>
00026 #include <atomic>
00027 #include <cmath>
00028 #include <chrono>
00029 #include <set>
00030
00031 using namespace std;
00032
00039 class HomeManager
00040 {
00041 public:
00048     HomeManager(SystemState &systemStateRef,
00049                 CanManager &canManagerRef,
00050                 std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor» &motorsRef);
00051
00055     void mainLoop();
00056
00057 private:
```

```
00058     SystemState &systemState;
00059     CanManager &canManager;
00060     std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor» &motors;
00061 
00062     TMotorCommandParser tmotorcmd;
00063     MaxonCommandParser maxoncmd;
00064     Sensor sensor;
00065 
00066     // 홈
00070     void displayHomingStatus();
00071 
00075     void UpdateHomingStatus();
00076 
00077     /* Tmotor */
00083     void SetTmotorHome(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors, vector<std::string> &motorNames);
00084 
00090     void HomeTMotor(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors, vector<std::string> &motorNames);
00091 
00099     vector<float> MoveTMotorToSensorLocation(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors,
      vector<std::string> &motorNames, vector<int> &sensorsBit);
00100 
00109     void RotateTMotor(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors, vector<std::string> &motorNames,
      vector<double> &directions, vector<double> &degrees, vector<float> &midpoints);
00110 
00116     bool PromptUserForHoming(const std::string &motorName);
00117 
00118     /* Maxon */
00123     void SetMaxonHome(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors);
00124 
00129     void setMaxonMode(std::string targetMode);
00130 
00134     void MaxonEnable();
00135 
00140     void FixMotorPosition(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor);
00141 
00145     void MaxonDisable();
00146 };
```

5.3 PathManager.hpp

```
00001 #pragma once
00002 
00003 #include <stdio.h>
00004 #include "../include/managers/CanManager.hpp"
00005 #include "../include/motors/CommandParser.hpp"
00006 #include "../include/motors/Motor.hpp"
00007 #include "../include/tasks/SystemState.hpp"
00008 
00009 #include <map>
00010 #include <memory>
00011 #include <string>
00012 #include <functional>
00013 #include <queue>
00014 #include <algorithm>
00015 #include <thread>
00016 #include <cerrno>  // errno
00017 #include <cstring> // strerror
00018 #include <sstream>
00019 #include <iomanip>
00020 #include <filesystem>
00021 #include <iostream>
00022 #include <vector>
00023 #include <limits>
00024 #include <ctime>
00025 #include <fstream>
00026 #include <atomic>
00027 #include <cmath>
00028 #include <chrono>
00029 #include <set>
00030 
00031 using namespace std;
00032 
00040 class PathManager
00041 {
00042 
00043 public:
00050     PathManager(SystemState &systemStateRef,
00051                 CanManager &canManagerRef,
00052                 std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor» &motorsRef);
00053 
00054     // 드럼 위치 확인
00059     vector<double> fkfun();
00060 
```

```
00064     void ApplyDir();
00065
00069     void GetDrumPositoin();
00070
00074     void GetMusicSheet();
00075
00079     void PathLoopTask();
00080
00085     void GetArr(vector<double> &arr);
00086
00087
00088     int total = 0;
00089     int line = 0;
00090
00091     // 악보에 따른 position & velocity 값 저장 (5ms 단위)
00092     vector<vector<double» p;
00093     vector<vector<double» v;
00094
00095     //     Ready Array      : waist, R_arm1, L_arm1, R_arm2, R_arm3, L_arm2, L_arm3, R_wrist, L_wrist
00096     //                        0    , 90    , 90    , 45    , 75    , 45    , 75    , 0      , 0
      [deg]
00097     vector<double> standby = {0, M_PI / 2, M_PI / 2, M_PI / 4, M_PI / 2.4, M_PI / 4, M_PI / 2.4, 0,
      0};
00098
00099     //     Back Array      : waist, R_arm1, L_arm1, R_arm2, R_arm3, L_arm2, L_arm3, R_wrist, L_wrist
00100     //                        0    , 90    , 90    , 0     , 0     , 0     , 0     , 60     , 60
      [deg]
00101     vector<double> backarr = {0, M_PI / 2, M_PI / 2, 0, 0, 0, 0, M_PI / 3, M_PI / 3};
00102
00103 private:
00104     TMotorCommandParser TParser;
00105     MaxonCommandParser MParser;
00106
00107     SystemState &systemState;
00108     CanManager &canManager;
00109     std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor» &motors;
00110
00111     // Functions for DrumRobot PathGenerating
00112     vector<double> c_MotorAngle = {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0};
00113     vector<vector<double» right_inst;
00114     vector<vector<double» left_inst;
00115
00116     int n_inst = 10;
00117     double bpm = 10;
00118     vector<double> time_arr;
00119     vector<vector<int» RA, LA;
00120     vector<int> RF, LF;
00121
00122     double p_R = 0;
00123     double p_L = 0;
00124     double c_R = 0;
00125     double c_L = 0;
00126
00127     double r_wrist = 0.0;
00128     double l_wrist = 0.0;
00129
00130     /* 실측값 */
00131     vector<double> P1 = {0.3, 0.94344, 1.16582};
00132     vector<double> P2 = {-0.3, 0.94344, 1.16582};
00133     vector<double> R = {0.363, 0.793, 0.363, 0.793};
00134     double s = 0.600;
00135     double z0 = 1.026;
00136
00137     vector<double> Q1, Q2, Q3, Q4;
00138
00139     double ElbowAngle_ready = M_PI / 36;
00140     double ElbowAngle_hit = M_PI / 18;
00141     double WristAngle_ready = M_PI / 4;
00142     double WristAngle_hit = M_PI / 2;
00143
00144     vector<double> wrist = {0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0};
00145
00146     map<std::string, int> motor_mapping = {
00147         {"waist", 0}, {"R_arm1", 1}, {"L_arm1", 2}, {"R_arm2", 3}, {"R_arm3", 4}, {"L_arm2", 5},
      {"L_arm3", 6}, {"R_wrist", 7}, {"L_wrist", 8}};
00148
00149     map<int, int> motor_dir = {
00150         {0, 1},
00151         {1, 1},
00152         {2, 1},
00153         {3, 1},
00154         {4, 1},
00155         {5, 1},
00156         {6, 1},
00157         {7, 1},
00158         {8, 1}};
00159
```

```
00168     vector<double> connect(vector<double> &Q1, vector<double> &Q2, int k, int n);
00169
00180     void iconnect(vector<double> &P0, vector<double> &P1, vector<double> &P2, vector<double> &V0,
      double t1, double t2, double t);
00181
00188     vector<double> IKfun(vector<double> &P1, vector<double> &P2);
00189
00193     void getDrummingPosAndAng();
00194
00198     void getMotorPos();
00199
00203     void getQ1AndQ2();
00204
00208     void getQ3AndQ4();
00209
00213     void Motors_sendBuffer();
00214 };
```

5.4 TestManager.hpp

```
00001 #pragma once
00002
00003 #include <stdio.h>
00004 #include "../include/managers/CanManager.hpp"
00005 #include "../include/motors/CommandParser.hpp"
00006 #include "../include/motors/Motor.hpp"
00007 #include "../include/tasks/SystemState.hpp"
00008 #include <map>
00009 #include <memory>
00010 #include <string>
00011 #include <functional>
00012 #include <queue>
00013 #include <algorithm>
00014 #include <thread>
00015 #include <cerrno>  // errno
00016 #include <cstring> // strerror
00017 #include <sstream>
00018 #include <iomanip>
00019 #include <filesystem>
00020 #include <iostream>
00021 #include <vector>
00022 #include <limits>
00023 #include <ctime>
00024 #include <fstream>
00025 #include <atomic>
00026 #include <cmath>
00027 #include <chrono>
00028 #include <set>
00029
00030 using namespace std;
00031
00039 class TestManager
00040 {
00041 public:
00048     TestManager(SystemState &systemStateRef, CanManager &canManagerRef, std::map<std::string,
      std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef);
00049
00054     void mainLoop();
00055
00060     void multiTestLoop();
00061
00070     void TestArr(double t, int cycles, int type, int LnR, double amp[]);
00071
00072 private:
00073     SystemState &systemState;
00074     CanManager &canManager;
00075     std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motors;
00076
00077     TMotorCommandParser tmotorcmd;
00078     MaxonCommandParser maxoncmd;
00079
00080     vector<string> InputData;
00081
00086     void move();
00087
00096     void mkArr(vector<string> &motorName, int time, int cycles, int LnR, double amp);
00097
00102     void SendLoop();
00103
00108     void parse_and_save_to_csv(const std::string &csv_file_name);
00109
00110         // Single Mode Test
00116     void FixMotorPosition(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor);
```

```
00117
00129     void TuningTmotor(float kp, float kd, float sine_t, const std::string selectedMotor, int cycles,
      float peakAngle, int pathType);
00130
00135     void TuningLoopTask();
00136
00150     void InitializeParameters(const std::string selectedMotor, float &kp, float &kd, float &peakAngle,
      int &pathType, int &controlType, int &des_vel, int &des_tff, int &direction);
00151
00161     void TuningMaxonCSP(float sine_t, const std::string selectedMotor, int cycles, float peakAngle,
      int pathType);
00162
00170     void TuningMaxonCSV(const std::string selectedMotor, int des_vel, int direction);
00171
00179     void TuningMaxonCST(const std::string selectedMotor, int des_tff, int direction);
00180
00186     void setMaxonMode(std::string targetMode);
00187
00193     int kbhit();
00194
00195     // Stick Mode Test
00200     void TestStickLoop();
00201
00211     void TestStick(const std::string selectedMotor, int des_tff, float tffThreshold, float
      posThreshold, int backTorqueUnit);
00212
00220     bool dct_fun(float positions[], float vel_th);
00221
00222 };
```

5.5 CommandParser.hpp

```
00001 #ifndef COMMANDPARSER_H
00002 #define COMMANDPARSER_H
00003
00004 #include "Motor.hpp"
00005 #include <linux/can.h>
00006 #include <cmath>
00007 #include <tuple>
00008 #include <iostream>
00009
00010 using namespace std;
00011
00019 class TMotorCommandParser
00020 {
00021 public:
00022     float GLOBAL_P_MIN = -12.5;
00023     float GLOBAL_P_MAX = 12.5;
00024     float GLOBAL_KP_MIN = 0;
00025     float GLOBAL_KP_MAX = 500;
00026     float GLOBAL_KD_MIN = 0;
00027     float GLOBAL_KD_MAX = 5;
00028     float GLOBAL_V_MIN, GLOBAL_V_MAX, GLOBAL_T_MIN, GLOBAL_T_MAX;
00029
00042     void parseSendCommand(TMotor &motor, struct can_frame *frame, int canId, int dlc, float p_des,
      float v_des, float kp, float kd, float t_ff);
00043
00050     std::tuple<int, float, float, float> parseRecieveCommand(TMotor &motor, struct can_frame *frame);
00051
00052     // 이하 메서드들은 TMotor의 특정 상태 또는 모드를 요청하는 명령을 구성합니다.
00053     // 각 메서드에 대한 자세한 설명은 생략하나, 실제 코드에는 해당 명령의 목적과 사용 방법에 대해 설명을 추가해야 합니다.
00054     void getCheck(TMotor &motor, struct can_frame *frame);
00055     void getControlMode(TMotor &motor, struct can_frame *frame);
00056     void getExit(TMotor &motor, struct can_frame *frame);
00057     void getZero(TMotor &motor, struct can_frame *frame);
00058     void getQuickStop(TMotor &motor, struct can_frame *frame);
00059
00060 private:
00061     // 내부적으로 사용되는 유틸리티 메서드들입니다. 이러한 메서드들은 클래스의 공개 인터페이스의 일부가 아니며, 주로 데이터 변
      환에 사용됩니다.
00062     int floatToUint(float x, float x_min, float x_max, unsigned int bits);
00063     float uintToFloat(int x_int, float x_min, float x_max, int bits);
00064
00065     void setMotorLimits(TMotor &motor);
00066 };
00067
00075 class MaxonCommandParser
00076 {
00077 public:
00078     // Maxon 모터로부터 수신된 명령을 파싱하는 메서드입니다. 반환된 튜플은 명령 코드, 위치, 속도를 포함합니다.
00079     std::tuple<int, float, float> parseRecieveCommand(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00080
00081     // 이하 메서드들은 Maxon 모터의 특정 상태 또는 모드를 요청하는 명령을 구성합니다.
```

```
00082     // 각 메서드에 대한 자세한 설명은 생략하나, 실제 코드에는 해당 명령의 목적과 사용 방법에 대해 설명을 추가해야 합니다.
00083     void getCheck(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00084     void getStop(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00085     void getQuickStop(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00086     void getOperational(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00087     void getEnable(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00088     void getSync(struct can_frame *frame);
00089 
00090     // CSP 모드 관련 명령 구성 메서드.
00091     void getCSPMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00092     void getTorqueOffset(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00093     void getPosOffset(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00094     void getTargetPosition(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, float p_des_radians);
00095 
00096     // HMM 모드 관련 명령 구성 메서드.
00097     void getHomeMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00098     void getFlowingErrorWindow(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00099     void getHomeoffsetDistance(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int degree);
00100     void getHomePosition(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int degree);
00101     void getHomingMethodL(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00102     void getHomingMethodR(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00103     void getStartHoming(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00104     void getCurrentThreshold(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00105 
00106     // CSV 모드 관련 명령 구성 메서드.
00107     void getCSVMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00108     void getVelOffset(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00109     void getTargetVelocity(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int targetVelocity);
00110 
00111     // CST 모드 관련 명령 구성 메서드.
00112     void getCSTMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame);
00113     void getTargetTorque(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame,int targetTorque);
00114 };
00115 
00116 #endif // COMMANDPARSER_H
```

5.6 Motor.hpp

```
00001 #ifndef MOTOR_H
00002 #define MOTOR_H
00003 
00004 #include <stdio.h>
00005 #include <stdlib.h>
00006 #include <string.h>
00007 #include <float.h>
00008 #include <stdlib.h>
00009 #include <array>
00010 #include <cstdint>
00011 #include <string>
00012 #include <vector>
00013 #include <queue>
00014 #include <linux/can/raw.h>
00015 #include <iostream>
00016 using namespace std;
00017 
00024 class GenericMotor
00025 {
00026 public:
00027     uint32_t nodeId;
00028     std::string interFaceName;
00029     float desPos, desVel, desTor;
00030     float currentPos, currentVel, currentTor;
00031     float cwDir;
00032     bool isHomed, isConected;
00033     float rMin, rMax;
00034     int socket;
00035     int Kp;
00036     double Kd;
00037     std::queue<can_frame> sendBuffer;
00038     std::queue<can_frame> recieveBuffer;
00039 
00040     GenericMotor(uint32_t nodeId, const std::string &interFaceName);
00041     virtual ~GenericMotor() = default;
00042 
00043     void clearSendBuffer();
00044     void clearReceiveBuffer();
00045 };
00046 
00053 class TMotor : public GenericMotor
00054 {
00055 public:
00056     TMotor(uint32_t nodeId, const std::string &motorType);
00057     std::string motorType;
```

```
00058
00059     int sensorBit;
00060
00061 private:
00062 };
00063
00070 class MaxonMotor : public GenericMotor
00071 {
00072 public:
00073     MaxonMotor(uint32_t nodeId);
00074
00075     uint32_t canSendId;
00076     uint32_t canReceiveId;
00077
00078     uint32_t txPdoIds[4];
00079     uint32_t rxPdoIds[4];
00080 };
00081
00082 #endif // MOTOR_H
```

5.7 DrumRobot.hpp

```
00001 #pragma once
00002
00003 #include <stdio.h>
00004 #include <map>
00005 #include <memory>
00006 #include <string>
00007 #include <functional>
00008 #include <queue>
00009 #include <algorithm>
00010 #include <thread>
00011 #include <cerrno>  // errno
00012 #include <cstring> // strerror
00013 #include <sstream>
00014 #include <iomanip>
00015 #include <filesystem>
00016 #include <iostream>
00017 #include <vector>
00018 #include <limits>
00019 #include <ctime>
00020 #include <fstream>
00021 #include <atomic>
00022 #include <cmath>
00023 #include <chrono>
00024 #include <set>
00025
00026 #include "SystemState.hpp"
00027 #include "../include/usbio/SenSor.hpp"
00028 #include "../include/managers/CanManager.hpp"
00029 #include "../include/managers/PathManager.hpp"
00030 #include "../include/motors/CommandParser.hpp"
00031 #include "../include/motors/Motor.hpp"
00032 #include "../include/managers/TestManager.hpp"
00033 #include "../include/managers/HomeManager.hpp"
00034
00035 using namespace std;
00036
00043 class DrumRobot
00044 {
00045 public:
00055     DrumRobot(SystemState &systemStateRef,
00056               CanManager &canManagerRef,
00057               PathManager &pathManagerRef,
00058               HomeManager &homeManagerRef,
00059               TestManager &testManagerRef,
00060               std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef);
00061
00062     void stateMachine();
00063     void sendLoopForThread();
00064     void recvLoopForThread();
00065
00066 private:
00067     SystemState &systemState;
00068     CanManager &canManager;
00069     PathManager &pathManager;
00070     HomeManager &homeManager;
00071     TestManager &testManager;
00072     std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motors;
00073
00074     TMotorCommandParser tmotorcmd;
00075     MaxonCommandParser maxoncmd;
00076     Sensor sensor;
```

```
00077
00078     // State Utility 메소드들
00079     void displayAvailableCommands() const;
00080     bool processInput(const std::string &input);
00081     void idealStateRoutine();
00082     void checkUserInput();
00083     void printCurrentPositions();
00084     int kbhit();
00085
00086     bool isReady;
00087     bool isBack;
00088
00089     // System Initialize 메소드들
00090     void initializeMotors();
00091     void initializecanManager();
00092     void DeactivateControlTask();
00093     void motorSettingCmd();
00094     void setMaxonMode(std::string targetMode);
00095     void MaxonEnable();
00096     void MaxonDisable();
00097
00098     // Send Thread Loop 메소드들
00099     void SendLoop();
00100     void save_to_txt_inputData(const string &csv_file_name);
00101     void SendReadyLoop();
00102     int writeFailCount;
00103     void initializePathManager();
00104     void clearMotorsSendBuffer();
00105
00106     // Receive Thread Loop 메소드들
00107     const int TIME_THRESHOLD_MS = 5;
00108
00109     void RecieveLoop();
00110     void parse_and_save_to_csv(const std::string &csv_file_name);
00111 };
```

5.8 SystemState.hpp

```
00001 #pragma once
00002
00003 #include <atomic>
00004
00009 enum class Main
00010 {
00011     SystemInit,
00012     Ideal,
00013     Homing,
00014     Tune,
00015     Perform,
00016     Check,
00017     Shutdown,
00018     Ready,
00019     Back,
00020     Pause
00021 };
00022
00027 enum class HomeMode
00028 {
00029     NotHome,
00030     HomeDone,
00031     HomeError
00032 };
00033
00041 struct SystemState
00042 {
00043     std::atomic<Main> main;
00044     std::atomic<HomeMode> homeMode;
00045
00051     SystemState() : main(Main::SystemInit),
00052                     homeMode(HomeMode::NotHome) {}
00053 };
```

5.9 CanManager.cpp

```
00001 #include "../include/managers/CanManager.hpp"
00002 CanManager::CanManager(std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef)
00003     : motors(motorsRef)
00004 {
```

```
00005 }
00006
00007 CanManager::~CanManager()
00008 {
00009     // 모든 소켓 닫기
00010     for (const auto &socketPair : sockets)
00011     {
00012         if (socketPair.second >= 0)
00013         {
00014             close(socketPair.second);
00015         }
00016     }
00017     sockets.clear();
00018 }
00019
00021 /*                                Settign Functions [Public]                                */
00023
00024 void CanManager::initializeCAN()
00025 {
00026
00027     list_and_activate_available_can_ports();
00028     for (const auto &ifname : this->ifnames)
00029     {
00030         std::cout « "Processing interface: " « ifname « std::endl;
00031         int hsocket = createSocket(ifname);
00032         if (hsocket < 0)
00033         {
00034             std::cerr « "Socket creation error for interface: " « ifname « std::endl;
00035             exit(EXIT_FAILURE);
00036         }
00037         sockets[ifname] = hsocket;
00038         isConnected[ifname] = true;
00039         std::cout « "Socket created for " « ifname « ": " « hsocket « std::endl;
00040     }
00041 }
00042
00043 void CanManager::restartCanPorts()
00044 {
00045     // 먼저 모든 포트를 down 시킵니다.
00046     for (const auto &port : ifnames)
00047     {
00048         deactivateCanPort(port.c_str());
00049
00050         int socket_fd = sockets[port];
00051         if (socket_fd >= 0)
00052         {
00053             close(socket_fd);   // 기존 소켓을 닫습니다.
00054             sockets[port] = -1; // 소켓 디스크립터 값을 초기화합니다.
00055         }
00056     }
00057
00058     // 각 포트에 대해 새로운 소켓을 생성하고 디스크립터를 업데이트합니다.
00059     for (const auto &port : ifnames)
00060     {
00061         usleep(100000); // 100ms 대기
00062         activateCanPort(port.c_str());
00063
00064         int new_socket_fd = createSocket(port);
00065         if (new_socket_fd < 0)
00066         {
00067             // 새로운 소켓 생성에 실패한 경우 처리
00068             fprintf(stderr, "Failed to create a new socket for port: %s\n", port.c_str());
00069         }
00070         else
00071         {
00072             sockets[port] = new_socket_fd; // 소켓 디스크립터 값을 업데이트합니다.
00073         }
00074     }
00075
00076     setMotorsSocket();
00077 }
00078
00079 void CanManager::setSocketsTimeout(int sec, int usec)
00080 {
00081     for (const auto &socketPair : sockets)
00082     {
00083         int socket_fd = socketPair.second;
00084         if (setSocketTimeout(socket_fd, sec, usec) != 0)
00085         {
00086             std::cerr « "Failed to set socket timeout for " « socketPair.first « std::endl;
00087         }
00088     }
00089 }
00090
00091 void CanManager::checkCanPortsStatus()
00092 {
00093
```

```
00094     for (const auto &ifname : this->ifnames)
00095     {
00096         isConnected[ifname] = getCanPortStatus(ifname.c_str());
00097 
00098         if (!isConnected[ifname])
00099         {
00100             std::cout « "Port " « ifname « " is NOT CONNECTED" « std::endl;
00101         }
00102     }
00103 
00104     // 모든 포트가 연결된 경우 1, 아니면 0 반환
00105 }
00106 
00108 /*                                Settign Functions [Private]                                */
00110 
00111 bool CanManager::getCanPortStatus(const char *port)
00112 {
00113     char command[50];
00114     snprintf(command, sizeof(command), "ip link show %s", port);
00115 
00116     FILE *fp = popen(command, "r");
00117     if (fp == NULL)
00118     {
00119         perror("Error opening pipe");
00120         return false;
00121     }
00122 
00123     char output[1024];
00124     while (fgets(output, sizeof(output) - 1, fp) != NULL)
00125     {
00126         if (strstr(output, "DOWN") || strstr(output, "does not exist"))
00127         {
00128             pclose(fp);
00129             return false;
00130         }
00131         else if (strstr(output, "UP"))
00132         {
00133             pclose(fp);
00134             return true;
00135         }
00136     }
00137 
00138     perror("fgets failed");
00139     printf("Errno: %d\n", errno); // errno 값을 출력
00140     pclose(fp);
00141     return false;
00142 }
00143 
00144 int CanManager::createSocket(const std::string &ifname)
00145 {
00146     int result;
00147     struct sockaddr_can addr;
00148     struct ifreq ifr;
00149 
00150     int localSocket = socket(PF_CAN, SOCK_RAW, CAN_RAW); // 지역 변수로 소켓 생성
00151     if (localSocket < 0)
00152     {
00153         return ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE;
00154     }
00155 
00156     memset(&ifr, 0, sizeof(struct ifreq));
00157     memset(&addr, 0, sizeof(struct sockaddr_can));
00158 
00159     strcpy(ifr.ifr_name, ifname.c_str());
00160     result = ioctl(localSocket, SIOCGIFINDEX, &ifr);
00161     if (result < 0)
00162     {
00163         close(localSocket);
00164         return ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE;
00165     }
00166 
00167     addr.can_ifindex = ifr.ifr_ifindex;
00168     addr.can_family = AF_CAN;
00169 
00170     if (bind(localSocket, (struct sockaddr *)&addr, sizeof(addr)) < 0)
00171     {
00172         close(localSocket);
00173         return ERR_SOCKET_CREATE_FAILURE;
00174     }
00175 
00176     return localSocket; // 생성된 소켓 디스크립터 반환
00177 }
00178 
00179 void CanManager::activateCanPort(const char *port)
00180 {
00181     char command1[100], command2[100];
00182     snprintf(command1, sizeof(command1), "sudo ip link set %s type can bitrate 1000000 sample-point
```

```
    0.850", port);
00183     snprintf(command2, sizeof(command2), "sudo ip link set %s up", port);
00184
00185     int ret1 = system(command1);
00186     int ret2 = system(command2);
00187
00188     if (ret1 != 0 || ret2 != 0)
00189     {
00190         fprintf(stderr, "Failed to activate port: %s\n", port);
00191         exit(1); // 또는 다른 에러 처리
00192     }
00193 }
00194
00195 void CanManager::list_and_activate_available_can_ports()
00196 {
00197     int portCount = 0; // CAN 포트 수를 세기 위한 변수
00198
00199     FILE *fp = popen("ip link show | grep can", "r");
00200     if (fp == nullptr)
00201     {
00202         perror("No available CAN port");
00203         exit(1);
00204     }
00205
00206     char output[1024];
00207     while (fgets(output, sizeof(output) - 1, fp) != nullptr)
00208     {
00209         std::string line(output);
00210         std::istringstream iss(line);
00211         std::string skip, port;
00212         iss » skip » port;
00213
00214         // 콜론 제거
00215         if (!port.empty() && port.back() == ':')
00216         {
00217             port.pop_back();
00218         }
00219
00220         // 포트 이름이 유효한지 확인
00221         if (!port.empty() && port.find("can") == 0)
00222         {
00223             portCount++;
00224             if (!getCanPortStatus(port.c_str()))
00225             {
00226                 printf("%s is DOWN, activating...\n", port.c_str());
00227                 activateCanPort(port.c_str());
00228             }
00229             else
00230             {
00231                 printf("%s is already UP\n", port.c_str());
00232             }
00233
00234             this->ifnames.push_back(port); // 포트 이름을 ifnames 벡터에 추가
00235         }
00236     }
00237
00238     if (feof(fp) == 0)
00239     {
00240         perror("fgets failed");
00241         printf("Errno: %d\n", errno);
00242     }
00243
00244     pclose(fp);
00245
00246     if (portCount == 0)
00247     {
00248         printf("No CAN port found. Exiting...\n");
00249         exit(1);
00250     }
00251 }
00252
00253 void CanManager::deactivateCanPort(const char *port)
00254 {
00255     char command[100];
00256     snprintf(command, sizeof(command), "sudo ip link set %s down", port);
00257     int ret = system(command);
00258     if (ret != 0)
00259     {
00260         fprintf(stderr, "Failed to down port: %s\n", port);
00261     }
00262 }
00263
00264 void CanManager::clearReadBuffers()
00265 {
00266     for (const auto &socketPair : sockets)
00267     {
00268         int socket_fd = socketPair.second;
```

```
00269         clearCanBuffer(socket_fd);
00270     }
00271 }
00272
00273 void CanManager::clearCanBuffer(int canSocket)
00274 {
00275     struct can_frame frame;
00276     fd_set readSet;
00277     struct timeval timeout;
00278
00279     // 수신 대기 시간 설정
00280     timeout.tv_sec = 0;
00281     timeout.tv_usec = 0; // 즉시 반환
00282
00283     while (true)
00284     {
00285         FD_ZERO(&readSet);
00286         FD_SET(canSocket, &readSet);
00287
00288         // 소켓에서 읽을 데이터가 있는지 확인
00289         int selectRes = select(canSocket + 1, &readSet, NULL, NULL, &timeout);
00290
00291         if (selectRes > 0)
00292         {
00293             // 수신 버퍼에서 데이터 읽기
00294             ssize_t nbytes = read(canSocket, &frame, sizeof(struct can_frame));
00295
00296             if (nbytes <= 0)
00297             {
00298                 // 읽기 실패하거나 더 이상 읽을 데이터가 없음
00299                 break;
00300             }
00301         }
00302         else
00303         {
00304             // 읽을 데이터가 없음
00305             break;
00306         }
00307     }
00308 }
00309
00310 int CanManager::setSocketTimeout(int socket, int sec, int usec)
00311 {
00312     struct timeval timeout;
00313     timeout.tv_sec = sec;
00314     timeout.tv_usec = usec;
00315
00316     if (setsockopt(socket, SOL_SOCKET, SO_RCVTIMEO, (char *)&timeout, sizeof(timeout)) < 0)
00317     {
00318         perror("setsockopt failed");
00319         return -1;
00320     }
00321
00322     return 0;
00323 }
00324
00326 /*                                Utility Functions                                        */
00328
00329 bool CanManager::txFrame(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, struct can_frame &frame)
00330 {
00331     if (write(motor->socket, &frame, sizeof(frame)) != sizeof(frame))
00332     {
00333         // perror("CAN write error");
00334         return false;
00335     }
00336     return true;
00337 }
00338
00339 bool CanManager::rxFrame(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, struct can_frame &frame)
00340 {
00341
00342     if (read(motor->socket, &frame, sizeof(frame)) != sizeof(frame))
00343     {
00344         // perror("CAN read error");
00345         return false;
00346     }
00347     return true;
00348 }
00349
00350 bool CanManager::sendAndRecv(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, struct can_frame &frame)
00351 {
00352     if (!txFrame(motor, frame) || !rxFrame(motor, frame))
00353     {
00354         // perror("Send and receive error");
00355         return false;
00356     }
00357     return true;
```

```
00358 }
00359
00360 bool CanManager::sendFromBuff(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor)
00361 {
00362     if (!motor->sendBuffer.empty())
00363     {
00364         struct can_frame frame = motor->sendBuffer.front();
00365         motor->sendBuffer.pop();
00366         return txFrame(motor, frame);
00367     }
00368     return false;
00369 }
00370
00371 bool CanManager::recvToBuff(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor, int readCount)
00372 {
00373     struct can_frame frame;
00374     for (int i = 0; i < readCount; i++)
00375     {
00376         if (rxFrame(motor, frame))
00377         {
00378             motor->recieveBuffer.push(frame);
00379         }
00380         else
00381         {
00382             return false;
00383         }
00384     }
00385     return true;
00386 }
00387
00388 void CanManager::setMotorsSocket()
00389 {
00390     struct can_frame frame;
00391     setSocketsTimeout(0, 10000);
00392
00393     // 모든 소켓에 대해 각 모터에 명령을 보내고 응답을 확인
00394     for (const auto &socketPair : sockets)
00395     {
00396         int socket_fd = socketPair.second;
00397
00398         for (auto &motor_pair : motors)
00399         {
00400             auto &motor = motor_pair.second;
00401             clearReadBuffers();
00402
00403             // TMotor 및 MaxonMotor에 대해 적절한 명령 설정
00404             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00405             {
00406                 tmotorcmd.getCheck(*tMotor, &frame);
00407             }
00408             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00409             {
00410                 maxoncmd.getCheck(*maxonMotor, &frame);
00411             }
00412             usleep(10000);
00413             // 모터의 현재 소켓을 임시 소켓으로 설정
00414             int original_socket = motor->socket;
00415             motor->socket = socket_fd;
00416             usleep(10000);
00417             // 소켓에 CAN 프레임 보내고 응답 확인
00418             if (sendAndRecv(motor, frame))
00419             {
00420                 motor->isConected = true;
00421             }
00422             else
00423             {
00424                 motor->socket = original_socket;
00425             }
00426         }
00427     }
00428
00429     // 모든 소켓에 대한 검사가 완료된 후, 모터 연결 상태 확인 및 삭제
00430     for (auto it = motors.begin(); it != motors.end();)
00431     {
00432         std::string name = it->first;
00433         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = it->second;
00434         if (motor->isConected)
00435         {
00436             std::cerr << "---------------> Motor [" << name << "] is Connected." << std::endl;
00437             ++it;
00438         }
00439         else
00440         {
00441             std::cerr << "Motor [" << name << "] Not Connected." << std::endl;
00442             it = motors.erase(it);
00443         }
```

```
00444     }
00445
00446     for (auto &motor_pair : motors)
00447     {
00448         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00449         {
00450             maxonCnt++;
00451         }
00452     }
00453 }
00454
00455 void CanManager::readFramesFromAllSockets()
00456 {
00457     struct can_frame frame;
00458     int framesRead = 0; // 읽은 프레임의 수를 저장할 변수
00459
00460     for (const auto &socketPair : sockets)
00461     {
00462         int socket_fd = socketPair.second;
00463         while (read(socket_fd, &frame, sizeof(frame)) == sizeof(frame))
00464         {
00465             tempFrames[socket_fd].push_back(frame);
00466             framesRead++; // 프레임을 하나 읽을 때마다 카운트 증가
00467         }
00468     }
00469
00470     // 읽은 프레임의 총 개수를 출력
00471     cout « "Read " « framesRead « " frames from CAN sockets." « endl;
00472 }
00473
00474
00475 void CanManager::distributeFramesToMotors()
00476 {
00477     for (auto &motor_pair : motors)
00478     {
00479         auto &motor = motor_pair.second;
00480
00481         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00482         {
00483             // TMotor 처리
00484             for (auto &frame : tempFrames[motor->socket])
00485             {
00486                 if (frame.data[0] == tMotor->nodeId)
00487                 {
00488                     std::tuple<int, float, float, float> parsedData =
      tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
00489                     tMotor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00490                     tMotor->currentVel = std::get<2>(parsedData);
00491                     tMotor->currentTor = std::get<3>(parsedData);
00492                     tMotor->recieveBuffer.push(frame);
00493                 }
00494             }
00495         }
00496         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00497         {
00498             // MaxonMotor 처리
00499             for (auto &frame : tempFrames[motor->socket])
00500             {
00501                 if (frame.can_id == maxonMotor->txPdoIds[0])
00502                 {
00503                     std::tuple<int, float, float> parsedData =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
00504                     maxonMotor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00505                     maxonMotor->currentTor = std::get<2>(parsedData);
00506                     maxonMotor->recieveBuffer.push(frame);
00507                 }
00508             }
00509         }
00510     }
00511     tempFrames.clear(); // 프레임 분배 후 임시 배열 비우기
00512 }
00513
00514 bool CanManager::checkConnection(std::shared_ptr<GenericMotor> motor)
00515 {
00516     struct can_frame frame;
00517     setSocketsTimeout(0, 5000 /*5ms*/);
00518     clearReadBuffers();
00519
00520     if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00521     {
00522         tmotorcmd.getControlMode(*tMotor, &frame);
00523         if (sendAndRecv(motor, frame))
00524         {
00525             std::tuple<int, float, float, float> parsedData = tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor,
      &frame);
```

```
00526             motor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00527             motor->currentVel = std::get<2>(parsedData);
00528             motor->currentTor = std::get<3>(parsedData);
00529             motor->isConected = true;
00530         }
00531         else
00532         {
00533             return false;
00534         }
00535     }
00536     else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00537     {
00538         maxoncmd.getSync(&frame);
00539         txFrame(motor, frame);
00540         motor->clearReceiveBuffer();
00541         if (recvToBuff(motor, maxonCnt))
00542         {
00543             while (!motor->recieveBuffer.empty())
00544             {
00545                 frame = motor->recieveBuffer.front();
00546                 if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00547                 {
00548                     std::tuple<int, float, float> parsedData =
    maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
00549                     motor->currentPos = std::get<1>(parsedData);
00550                     motor->currentTor = std::get<2>(parsedData);
00551                     motor->isConected = true;
00552                 }
00553                 motor->recieveBuffer.pop();
00554             }
00555         }
00556         else
00557         {
00558             return false;
00559         }
00560     }
00561     return true;
00562 }
00563
00564 bool CanManager::checkAllMotors()
00565 {
00566     bool allMotorsChecked = true;
00567     for (auto &motorPair : motors)
00568     {
00569         std::string name = motorPair.first;
00570         auto &motor = motorPair.second;
00571
00572         if (!checkConnection(motor))
00573         {
00574             allMotorsChecked = false;
00575         }
00576     }
00577     return allMotorsChecked;
00578 }
```

5.10 CommandParser.cpp

```
00001 #include "../include/motors/CommandParser.hpp"
00002
00004 /*                                                    Tmotor Parser definition
      */
00006
00007 void TMotorCommandParser::parseSendCommand(TMotor &motor, struct can_frame *frame, int canId, int dlc,
      float p_des, float v_des, float kp, float kd, float t_ff)
00008 {
00009     // 모터 타입에 따른 제한값 설정
00010     setMotorLimits(motor);
00011
00012     // 기존 변수를 계산
00013     p_des = fminf(fmaxf(GLOBAL_P_MIN, p_des), GLOBAL_P_MAX);
00014     v_des = fminf(fmaxf(GLOBAL_V_MIN, v_des), GLOBAL_V_MAX);
00015     kp = fminf(fmaxf(GLOBAL_KP_MIN, kp), GLOBAL_KP_MAX);
00016     kd = fminf(fmaxf(GLOBAL_KD_MIN, kd), GLOBAL_KD_MAX);
00017     t_ff = fminf(fmaxf(GLOBAL_T_MIN, t_ff), GLOBAL_T_MAX);
00018
00019     motor.desPos = p_des;
00020     motor.desVel = v_des;
00021     motor.desTor = t_ff;
00022
00023     // 계산된 변수를 이용하여 unsigned int로 변환
00024     int p_int = floatToUint(p_des, GLOBAL_P_MIN, GLOBAL_P_MAX, 16);
00025     int v_int = floatToUint(v_des, GLOBAL_V_MIN, GLOBAL_V_MAX, 12);
00026     int kp_int = floatToUint(kp, GLOBAL_KP_MIN, GLOBAL_KP_MAX, 12);
```

```
00027     int kd_int = floatToUint(kd, GLOBAL_KD_MIN, GLOBAL_KD_MAX, 12);
00028     int t_int = floatToUint(t_ff, GLOBAL_T_MIN, GLOBAL_T_MAX, 12);
00029     // Set CAN frame id and data length code
00030     frame->can_id = canId & CAN_SFF_MASK; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00031     frame->can_dlc = dlc;                 // Data Length Code is set to maximum allowed length
00032
00034     frame->data[0] = p_int » 8;                            // Position 8 higher
00035     frame->data[1] = p_int & 0xFF;                          // Position 8 lower
00036     frame->data[2] = v_int » 4;                            // Speed 8 higher
00037     frame->data[3] = ((v_int & 0xF) « 4) | (kp_int » 8); // Speed 4 bit lower KP 4bit higher
00038     frame->data[4] = kp_int & 0xFF;                         // KP 8 bit lower
00039     frame->data[5] = kd_int » 4;                           // Kd 8 bit higher
00040     frame->data[6] = ((kd_int & 0xF) « 4) | (t_int » 8); // KP 4 bit lower torque 4 bit higher
00041     frame->data[7] = t_int & 0xff;                          // torque 4 bit lower
00042 }
00043
00044 void TMotorCommandParser::setMotorLimits(TMotor &motor)
00045 {
00046     if (motor.motorType == "AK10_9")
00047     {
00048         GLOBAL_V_MIN = -50;
00049         GLOBAL_V_MAX = 50;
00050         GLOBAL_T_MIN = -65;
00051         GLOBAL_T_MAX = 65;
00052     }
00053     else if (motor.motorType == "AK70_10")
00054     {
00055         GLOBAL_V_MIN = -50;
00056         GLOBAL_V_MAX = 50;
00057         GLOBAL_T_MIN = -25;
00058         GLOBAL_T_MAX = 25;
00059     }
00060     else if (motor.motorType == "AK60_6")
00061     {
00062         GLOBAL_V_MIN = -45;
00063         GLOBAL_V_MAX = 45;
00064         GLOBAL_T_MIN = -15;
00065         GLOBAL_T_MAX = 15;
00066     }
00067     else if (motor.motorType == "AK80_6")
00068     {
00069         GLOBAL_V_MIN = -76;
00070         GLOBAL_V_MAX = 76;
00071         GLOBAL_T_MIN = -12;
00072         GLOBAL_T_MAX = 12;
00073     }
00074     else if (motor.motorType == "AK80_9")
00075     {
00076         GLOBAL_V_MIN = -50;
00077         GLOBAL_V_MAX = 50;
00078         GLOBAL_T_MIN = -18;
00079         GLOBAL_T_MAX = 18;
00080     }
00081     else if (motor.motorType == "AK80_80" || motor.motorType == "AK80_64")
00082     {
00083         GLOBAL_V_MIN = -8;
00084         GLOBAL_V_MAX = 8;
00085         GLOBAL_T_MIN = -144;
00086         GLOBAL_T_MAX = 144;
00087     }
00088     else if (motor.motorType == "AK80_8")
00089     {
00090         GLOBAL_V_MIN = -37.5;
00091         GLOBAL_V_MAX = 37.5;
00092         GLOBAL_T_MIN = -32;
00093         GLOBAL_T_MAX = 32;
00094     }
00095     else
00096     {
00097         std::cout « "Error: Invalid motor motorType entered!" « std::endl;
00098     }
00099 }
00100
00101 std::tuple<int, float, float, float> TMotorCommandParser::parseRecieveCommand(TMotor &motor, struct
      can_frame *frame)
00102 {
00103     int id;
00104     float position, speed, torque;
00105     setMotorLimits(motor);
00107     id = frame->data[0];
00108     int p_int = (frame->data[1] « 8) | frame->data[2];
00109     int v_int = (frame->data[3] « 4) | (frame->data[4] » 4);
00110     int i_int = ((frame->data[4] & 0xF) « 8) | frame->data[5];
00111
00113     position = uintToFloat(p_int, GLOBAL_P_MIN, GLOBAL_P_MAX, 16);
00114     speed = uintToFloat(v_int, GLOBAL_V_MIN, GLOBAL_V_MAX, 12);
00115     torque = uintToFloat(i_int, GLOBAL_T_MIN, GLOBAL_T_MAX, 12);
```

```
00116
00117     motor.currentPos = position;
00118     motor.currentVel = speed;
00119     motor.currentTor = torque;
00120
00121     return std::make_tuple(id, position, speed, torque);
00122 }
00123
00124 int TMotorCommandParser::floatToUint(float x, float x_min, float x_max, unsigned int bits)
00125 {
00126     float span = x_max - x_min;
00127     if (x < x_min)
00128         x = x_min;
00129     else if (x > x_max)
00130         x = x_max;
00131     return (int)((x - x_min) * ((float)((1 << bits) / span)));
00132 };
00133
00134 float TMotorCommandParser::uintToFloat(int x_int, float x_min, float x_max, int bits)
00135 {
00136     float span = x_max - x_min;
00137     float offset = x_min;
00138     return ((float)x_int) * span / ((float)((1 << bits) - 1)) + offset;
00139 }
00140
00141 void TMotorCommandParser::getCheck(TMotor &motor, struct can_frame *frame)
00142 {
00143     // Set CAN frame id and data length code
00144     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00145     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00146
00148     frame->data[0] = 0x80;
00149     frame->data[1] = 0x00;
00150     frame->data[2] = 0x80;
00151     frame->data[3] = 0x00;
00152     frame->data[4] = 0x00;
00153     frame->data[5] = 0x00;
00154     frame->data[6] = 0x08;
00155     frame->data[7] = 0x00;
00156 }
00157
00158 void TMotorCommandParser::getControlMode(TMotor &motor, struct can_frame *frame)
00159 {
00160     // Set CAN frame id and data length code
00161     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00162     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00163
00165     frame->data[0] = 0xFF;
00166     frame->data[1] = 0xFF;
00167     frame->data[2] = 0xFF;
00168     frame->data[3] = 0xFF;
00169     frame->data[4] = 0xFF;
00170     frame->data[5] = 0xFF;
00171     frame->data[6] = 0xFF;
00172     frame->data[7] = 0xFC;
00173 }
00174
00175 void TMotorCommandParser::getExit(TMotor &motor, struct can_frame *frame)
00176 {
00177     // Set CAN frame id and data length code
00178     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00179     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00180
00182     frame->data[0] = 0xFF;
00183     frame->data[1] = 0xFF;
00184     frame->data[2] = 0xFF;
00185     frame->data[3] = 0xFF;
00186     frame->data[4] = 0xFF;
00187     frame->data[5] = 0xFF;
00188     frame->data[6] = 0xFF;
00189     frame->data[7] = 0xFD;
00190 }
00191
00192 void TMotorCommandParser::getZero(TMotor &motor, struct can_frame *frame)
00193 {
00194     // Set CAN frame id and data length code
00195     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00196     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00197
00199     frame->data[0] = 0xFF;
00200     frame->data[1] = 0xFF;
00201     frame->data[2] = 0xFF;
00202     frame->data[3] = 0xFF;
00203     frame->data[4] = 0xFF;
00204     frame->data[5] = 0xFF;
00205     frame->data[6] = 0xFF;
00206     frame->data[7] = 0xFE;
```

```
00207 }
00208
00209 void TMotorCommandParser::getQuickStop(TMotor &motor, struct can_frame *frame)
00210 {
00211     // Set CAN frame id and data length code
00212     frame->can_id = motor.nodeId; // Replace YOUR_CAN_ID with the appropriate id
00213     frame->can_dlc = 8;           // Data Length Code is set to maximum allowed length
00214
00216     frame->data[0] = 0x80;
00217     frame->data[1] = 0x00;
00218     frame->data[2] = 0x80;
00219     frame->data[3] = 0x00;
00220     frame->data[4] = 0x00;
00221     frame->data[5] = 0x00;
00222     frame->data[6] = 0x08;
00223     frame->data[7] = 0x00;
00224 }
00225
00227 /*                                                    Maxon Parser definition
      */
00229
00230 std::tuple<int, float, float> MaxonCommandParser::parseRecieveCommand(MaxonMotor &motor, struct
      can_frame *frame)
00231 {
00232     int id = frame->can_id;
00233
00234     int32_t currentPosition = 0;
00235     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[2]);
00236     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[3]) << 8;
00237     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[4]) << 16;
00238     currentPosition |= static_cast<uint8_t>(frame->data[5]) << 24;
00239
00240     int16_t torqueActualValue = 0;
00241     torqueActualValue |= static_cast<uint8_t>(frame->data[6]);
00242     torqueActualValue |= static_cast<uint8_t>(frame->data[7]) << 8;
00243
00244     // Motor rated torque 값을 N·m 단위로 변환 (mNm -> N·m)
00245     const float motorRatedTorquemNm = 31.052; //
00246
00247     // 실제 토크 값을 N·m 단위로 계산
00248     // Torque actual value는 천분의 일 단위이므로, 실제 토크 값은 (torqueActualValue / 1000) * motorRatedTorqueNm
00249     float currentTorqueNm = (static_cast<float>(torqueActualValue) / 1000.0f) * motorRatedTorquemNm;
00250
00251     float currentPositionDegrees = (static_cast<float>(currentPosition) / (35.0f * 4096.0f)) * 360.0f;
00252     float currentPositionRadians = currentPositionDegrees * (M_PI / 180.0f);
00253
00254     motor.currentPos = currentPositionRadians;
00255     motor.currentTor = currentTorqueNm;
00256
00257     return std::make_tuple(id, currentPositionRadians, currentTorqueNm);
00258 }
00259
00260 // System
00261 void MaxonCommandParser::getCheck(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00262 {
00263
00264     frame->can_id = motor.canSendId;
00265     frame->can_dlc = 8;
00266     frame->data[0] = 0x00;
00267     frame->data[1] = 0x00;
00268     frame->data[2] = 0x00;
00269     frame->data[3] = 0x00;
00270     frame->data[4] = 0x00;
00271     frame->data[5] = 0x00;
00272     frame->data[6] = 0x00;
00273     frame->data[7] = 0x00;
00274 }
00275
00276 void MaxonCommandParser::getStop(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00277 {
00278     frame->can_id = 0x00;
00279     frame->can_dlc = 8;
00280     frame->data[0] = 0x02;
00281     frame->data[1] = motor.nodeId;
00282     frame->data[2] = 0x00;
00283     frame->data[3] = 0x00;
00284     frame->data[4] = 0x00;
00285     frame->data[5] = 0x00;
00286     frame->data[6] = 0x00;
00287     frame->data[7] = 0x00;
00288 }
00289
00290 void MaxonCommandParser::getQuickStop(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00291 {
00292     frame->can_id = motor.txPdoIds[0];
00293     frame->can_dlc = 8;
00294     frame->data[0] = 0x06;
```

```
00295     frame->data[1] = 0x00;
00296     frame->data[2] = 0x00;
00297     frame->data[3] = 0x00;
00298     frame->data[4] = 0x00;
00299     frame->data[5] = 0x00;
00300     frame->data[6] = 0x00;
00301     frame->data[7] = 0x00;
00302 }
00303
00304 void MaxonCommandParser::getOperational(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00305 {
00306     frame->can_id = 0x00;
00307     frame->can_dlc = 8;
00308     frame->data[0] = 0x01;
00309     frame->data[1] = motor.nodeId;
00310     frame->data[2] = 0x00;
00311     frame->data[3] = 0x00;
00312     frame->data[4] = 0x00;
00313     frame->data[5] = 0x00;
00314     frame->data[6] = 0x00;
00315     frame->data[7] = 0x00;
00316 }
00317
00318 void MaxonCommandParser::getEnable(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00319 {
00320     frame->can_id = motor.txPdoIds[0];
00321     frame->can_dlc = 8;
00322     frame->data[0] = 0x0F;
00323     frame->data[1] = 0x00;
00324     frame->data[2] = 0x00;
00325     frame->data[3] = 0x00;
00326     frame->data[4] = 0x00;
00327     frame->data[5] = 0x00;
00328     frame->data[6] = 0x00;
00329     frame->data[7] = 0x00;
00330 }
00331
00332 void MaxonCommandParser::getSync(struct can_frame *frame)
00333 {
00334     frame->can_id = 0x80;
00335     frame->can_dlc = 0;
00336 }
00337
00338 // CSP
00339 void MaxonCommandParser::getCSPMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00340 {
00341     frame->can_id = motor.canSendId;
00342     frame->can_dlc = 8;
00343     frame->data[0] = 0x22;
00344     frame->data[1] = 0x60;
00345     frame->data[2] = 0x60;
00346     frame->data[3] = 0x00;
00347     frame->data[4] = 0x08;
00348     frame->data[5] = 0x00;
00349     frame->data[6] = 0x00;
00350     frame->data[7] = 0x00;
00351 }
00352
00353 void MaxonCommandParser::getTorqueOffset(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00354 {
00355     frame->can_id = motor.canSendId;
00356     frame->can_dlc = 8;
00357     frame->data[0] = 0x22;
00358     frame->data[1] = 0xB2;
00359     frame->data[2] = 0x60;
00360     frame->data[3] = 0x00;
00361     frame->data[4] = 0x00;
00362     frame->data[5] = 0x00;
00363     frame->data[6] = 0x00;
00364     frame->data[7] = 0x00;
00365 }
00366
00367 void MaxonCommandParser::getPosOffset(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00368 {
00369     frame->can_id = motor.canSendId;
00370     frame->can_dlc = 8;
00371     frame->data[0] = 0x22;
00372     frame->data[1] = 0xB0;
00373     frame->data[2] = 0x60;
00374     frame->data[3] = 0x00;
00375     frame->data[4] = 0x00;
00376     frame->data[5] = 0x00;
00377     frame->data[6] = 0x00;
00378     frame->data[7] = 0x00;
00379 }
00380
00381 void MaxonCommandParser::getTargetPosition(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, float
```

```
    p_des_radians)
00382 {
00383     // 라디안 값을 인코더 값으로 변환
00384     float p_des_degrees = p_des_radians * (180.0f / M_PI);                          // 라디안을 도로 변환
00385     int p_des_enc = static_cast<int>(p_des_degrees * (35.0f * 4096.0f) / 360.0f); // 도를 인코더 값으로 변
    환
00386
00387     unsigned char posByte0 = p_des_enc & 0xFF;          // 하위 8비트
00388     unsigned char posByte1 = (p_des_enc >> 8) & 0xFF;   // 다음 8비트
00389     unsigned char posByte2 = (p_des_enc >> 16) & 0xFF; // 다음 8비트
00390     unsigned char posByte3 = (p_des_enc >> 24) & 0xFF; // 최상위 8비트
00391
00392     // Set CAN frame id and data length code
00393     frame->can_id = motor.txPdoIds[1];
00394     frame->can_dlc = 4;
00395
00397     frame->data[0] = posByte0;
00398     frame->data[1] = posByte1;
00399     frame->data[2] = posByte2;
00400     frame->data[3] = posByte3;
00401     frame->data[4] = 0x00;
00402     frame->data[5] = 0x00;
00403     frame->data[6] = 0x00;
00404     frame->data[7] = 0x00;
00405 }
00406
00407 // HMM
00408 void MaxonCommandParser::getHomeMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00409 {
00410     frame->can_id = motor.canSendId;
00411     frame->can_dlc = 8;
00412     frame->data[0] = 0x22;
00413     frame->data[1] = 0x60;
00414     frame->data[2] = 0x60;
00415     frame->data[3] = 0x00;
00416     frame->data[4] = 0x06;
00417     frame->data[5] = 0x00;
00418     frame->data[6] = 0x00;
00419     frame->data[7] = 0x00;
00420 }
00421
00422 void MaxonCommandParser::getFlowingErrorWindow(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00423 {
00424     frame->can_id = motor.canSendId;
00425     frame->can_dlc = 8;
00426     frame->data[0] = 0x22;
00427     frame->data[1] = 0x65;
00428     frame->data[2] = 0x60;
00429     frame->data[3] = 0x00;
00430     frame->data[4] = 0x00;
00431     frame->data[5] = 0x00;
00432     frame->data[6] = 0x00;
00433     frame->data[7] = 0x00;
00434 }
00435
00436 void MaxonCommandParser::getHomeoffsetDistance(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int degree)
00437 {
00438     // 1도당 값
00439     float value_per_degree = 398.22;
00440
00441     // 입력된 각도에 대한 값을 계산
00442     int value = static_cast<int>(degree * value_per_degree);
00443
00444     frame->can_id = motor.canSendId;
00445     frame->can_dlc = 8;
00446     frame->data[0] = 0x22;
00447     frame->data[1] = 0xB1;
00448     frame->data[2] = 0x30;
00449     frame->data[3] = 0x00;
00450     // 계산된 값의 리틀 엔디언 형식으로 분할하여 할당
00451     frame->data[4] = value & 0xFF;          // 하위 바이트
00452     frame->data[5] = (value >> 8) & 0xFF; // 상위 바이트
00453     frame->data[6] = 0x00;
00454     frame->data[7] = 0x00;
00455 }
00456
00457 void MaxonCommandParser::getHomePosition(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int degree)
00458 {
00459     float value_per_degree = 398.22*motor.cwDir;
00460     // int 대신 int32_t 사용하여 플랫폼 독립적인 크기 보장
00461     int32_t value = static_cast<int32_t>(degree * value_per_degree);
00462
00463     frame->can_id = motor.canSendId;
00464     frame->can_dlc = 8;
00465     frame->data[0] = 0x22;
00466     frame->data[1] = 0xB0;
00467     frame->data[2] = 0x30;
```

```
00468     frame->data[3] = 0x00;
00469     // 음수 값을 포함하여 value를 올바르게 바이트로 변환
00470     frame->data[4] = value & 0xFF;                // 가장 낮은 바이트
00471     frame->data[5] = (value » 8) & 0xFF;          // 다음 낮은 바이트
00472     frame->data[6] = (value » 16) & 0xFF;         // 다음 높은 바이트
00473     frame->data[7] = (value » 24) & 0xFF;         // 가장 높은 바이트
00474 }
00475
00476
00477 void MaxonCommandParser::getHomingMethodL(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00478 {
00479     frame->can_id = motor.canSendId;
00480     frame->can_dlc = 8;
00481     frame->data[0] = 0x22;
00482     frame->data[1] = 0x98;
00483     frame->data[2] = 0x60;
00484     frame->data[3] = 0x00;
00485     frame->data[4] = 0xFD;
00486     frame->data[5] = 0xFF;
00487     frame->data[6] = 0xFF;
00488     frame->data[7] = 0xFF;
00489 }
00490
00491 void MaxonCommandParser::getHomingMethodR(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00492 {
00493     frame->can_id = motor.canSendId;
00494     frame->can_dlc = 8;
00495     frame->data[0] = 0x22;
00496     frame->data[1] = 0x98;
00497     frame->data[2] = 0x60;
00498     frame->data[3] = 0x00;
00499     frame->data[4] = 0xFC;
00500     frame->data[5] = 0xFF;
00501     frame->data[6] = 0xFF;
00502     frame->data[7] = 0xFF;
00503 }
00504
00505 void MaxonCommandParser::getStartHoming(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00506 {
00507     frame->can_id = motor.txPdoIds[0];
00508     frame->can_dlc = 8;
00509     frame->data[0] = 0x1F;
00510     frame->data[1] = 0x00;
00511     frame->data[2] = 0x00;
00512     frame->data[3] = 0x00;
00513     frame->data[4] = 0x00;
00514     frame->data[5] = 0x00;
00515     frame->data[6] = 0x00;
00516     frame->data[7] = 0x00;
00517 }
00518
00519 void MaxonCommandParser::getCurrentThreshold(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00520 {
00521     // 1000 = 3E8
00522     // 500 = 01F4
00523     frame->can_id = motor.canSendId;
00524     frame->can_dlc = 8;
00525     frame->data[0] = 0x23;
00526     frame->data[1] = 0xB2;
00527     frame->data[2] = 0x30;
00528     frame->data[3] = 0x00;
00529     frame->data[4] = 0xF4;
00530     frame->data[5] = 0x01;
00531     frame->data[6] = 0x00;
00532     frame->data[7] = 0x00;
00533 }
00534
00535 // CSV
00536 void MaxonCommandParser::getCSVMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00537 {
00538     frame->can_id = motor.canSendId;
00539     frame->can_dlc = 8;
00540     frame->data[0] = 0x22;
00541     frame->data[1] = 0x60;
00542     frame->data[2] = 0x60;
00543     frame->data[3] = 0x00;
00544     frame->data[4] = 0x09;
00545     frame->data[5] = 0x00;
00546     frame->data[6] = 0x00;
00547     frame->data[7] = 0x00;
00548 }
00549
00550 void MaxonCommandParser::getVelOffset(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00551 {
00552     frame->can_id = motor.canSendId;
00553     frame->can_dlc = 8;
00554     frame->data[0] = 0x22;
```

```
00555     frame->data[1] = 0xB1;
00556     frame->data[2] = 0x60;
00557     frame->data[3] = 0x00;
00558     frame->data[4] = 0x00;
00559     frame->data[5] = 0x00;
00560     frame->data[6] = 0x00;
00561     frame->data[7] = 0x00;
00562 }
00563
00564 void MaxonCommandParser::getTargetVelocity(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int
      targetVelocity)
00565 {
00566     unsigned char velByte0 = targetVelocity & 0xFF;          // 하위 8비트
00567     unsigned char velByte1 = (targetVelocity >> 8) & 0xFF;  // 다음 8비트
00568     unsigned char velByte2 = (targetVelocity >> 16) & 0xFF; // 다음 8비트
00569     unsigned char velByte3 = (targetVelocity >> 24) & 0xFF; // 최상위 8비트
00570
00571     // Set CAN frame id and data length code
00572     frame->can_id = motor.txPdoIds[2];
00573     frame->can_dlc = 4;
00574
00576     frame->data[0] = velByte0;
00577     frame->data[1] = velByte1;
00578     frame->data[2] = velByte2;
00579     frame->data[3] = velByte3;
00580     frame->data[4] = 0x00;
00581     frame->data[5] = 0x00;
00582     frame->data[6] = 0x00;
00583     frame->data[7] = 0x00;
00584 }
00585
00586 // CST
00587 void MaxonCommandParser::getCSTMode(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame)
00588 {
00589     frame->can_id = motor.canSendId;
00590     frame->can_dlc = 8;
00591     frame->data[0] = 0x22;
00592     frame->data[1] = 0x60;
00593     frame->data[2] = 0x60;
00594     frame->data[3] = 0x00;
00595     frame->data[4] = 0x0A;
00596     frame->data[5] = 0x00;
00597     frame->data[6] = 0x00;
00598     frame->data[7] = 0x00;
00599 }
00600
00601 void MaxonCommandParser::getTargetTorque(MaxonMotor &motor, struct can_frame *frame, int targetTorque)
00602 {
00603     unsigned char torByte0 = targetTorque & 0xFF;        // 하위 8비트
00604     unsigned char torByte1 = (targetTorque >> 8) & 0xFF; // 다음 8비트
00605
00606     // Set CAN frame id and data length code
00607     frame->can_id = motor.txPdoIds[3];
00608     frame->can_dlc = 2;
00609
00611     frame->data[0] = torByte0;
00612     frame->data[1] = torByte1;
00613     frame->data[2] = 0x00;
00614     frame->data[3] = 0x00;
00615     frame->data[4] = 0x00;
00616     frame->data[5] = 0x00;
00617     frame->data[6] = 0x00;
00618     frame->data[7] = 0x00;
00619 }
```

5.11 DrumRobot.cpp

```
00001 #include "../include/tasks/DrumRobot.hpp"
00002
00003 // DrumRobot 클래스의 생성자
00004 DrumRobot::DrumRobot(SystemState &systemStateRef,
00005                      CanManager &canManagerRef,
00006                      PathManager &pathManagerRef,
00007                      HomeManager &homeManagerRef,
00008                      TestManager &testManagerRef,
00009                      std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef)
00010     : systemState(systemStateRef),
00011       canManager(canManagerRef),
00012       pathManager(pathManagerRef),
00013       homeManager(homeManagerRef),
00014       testManager(testManagerRef),
00015       motors(motorsRef)
00016 {
```

```
00017 }
00018
00020 /*                                SYSTEM LOOPS                                */
00022
00023 void DrumRobot::stateMachine()
00024 {
00025
00026     while (systemState.main != Main::Shutdown)
00027     {
00028         switch (systemState.main.load())
00029         {
00030         case Main::SystemInit:
00031             initializeMotors();
00032             initializecanManager();
00033             motorSettingCmd();
00034             std::cout << "System Initialize Complete [ Press Enter ]\n";
00035             getchar();
00036             systemState.main = Main::Ideal;
00037             break;
00038
00039         case Main::Ideal:
00040             idealStateRoutine();
00041             break;
00042
00043         case Main::Homing:
00044             homeManager.mainLoop();
00045             break;
00046
00047         case Main::Perform:
00048             checkUserInput();
00049             break;
00050
00051         case Main::Check:
00052             canManager.checkAllMotors();
00053             printCurrentPositions();
00054             systemState.main = Main::Ideal;
00055             break;
00056
00057         case Main::Tune:
00058             MaxonEnable();
00059             testManager.mainLoop();
00060             MaxonDisable();
00061             break;
00062
00063         case Main::Shutdown:
00064             break;
00065
00066         case Main::Ready:
00067             if (!isReady)
00068             {
00069                 if (canManager.checkAllMotors())
00070                 {
00071                     MaxonEnable();
00072                     setMaxonMode("CSP");
00073                     cout << "Get Ready...\n";
00074                     clearMotorsSendBuffer();
00075                     pathManager.GetArr(pathManager.standby);
00076                     SendReadyLoop();
00077                     isReady = true;
00078                 }
00079             }
00080             else
00081                 idealStateRoutine();
00082             break;
00083
00084         case Main::Back:
00085             if (!isBack)
00086             {
00087                 if (canManager.checkAllMotors())
00088                 {
00089                     cout << "Get Back...\n";
00090                     clearMotorsSendBuffer();
00091                     pathManager.GetArr(pathManager.backarr);
00092                     SendReadyLoop();
00093                     isBack = true;
00094                 }
00095             }
00096             else
00097             {
00098                 systemState.main = Main::Shutdown;
00099                 DeactivateControlTask();
00100             }
00101             break;
00102         case Main::Pause:
00103             checkUserInput();
00104             break;
00105         }
```

```
00106     }
00107 }
00108
00109 void DrumRobot::sendLoopForThread()
00110 {
00111     initializePathManager();
00112     while (systemState.main != Main::Shutdown)
00113     {
00114         usleep(50000);
00115         if (systemState.main == Main::Perform)
00116         {
00117             if (canManager.checkAllMotors())
00118             {
00119                 SendLoop();
00120             }
00121         }
00122     }
00123 }
00124
00125 void DrumRobot::recvLoopForThread()
00126 {
00127
00128     while (systemState.main != Main::Shutdown)
00129     {
00130         usleep(50000);
00131         if (systemState.main == Main::Ideal)
00132         {
00133             canManager.checkCanPortsStatus();
00134             canManager.checkAllMotors();
00135             sleep(3);
00136         }
00137         else if (systemState.main == Main::Perform)
00138         {
00139             canManager.clearReadBuffers();
00140             RecieveLoop();
00141         }
00142     }
00143 }
00145 /*                                STATE UTILITY                                */
00147
00148 void DrumRobot::displayAvailableCommands() const
00149 {
00150     std::cout << "Available Commands:\n";
00151
00152     if (systemState.main == Main::Ideal)
00153     {
00154         if (systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00155         {
00156             std::cout << "- h : Start Homing Mode\n";
00157             std::cout << "- x : Make home state by user\n";
00158         }
00159         else if (systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00160         {
00161             std::cout << "- r : Move to Ready Position\n";
00162             std::cout << "- t : Start tuning\n";
00163         }
00164     }
00165     else if (systemState.main == Main::Ready)
00166     {
00167         std::cout << "- p : Start Perform\n";
00168         std::cout << "- t : Start tuning\n";
00169     }
00170     std::cout << "- s : Shut down the system\n";
00171     std::cout << "- c : Check Motors position\n";
00172 }
00173
00174 bool DrumRobot::processInput(const std::string &input)
00175 {
00176     if (systemState.main == Main::Ideal)
00177     {
00178         if (input == "h" && systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00179         {
00180             systemState.main = Main::Homing;
00181             return true;
00182         }
00183         else if (input == "t" && systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00184         {
00185             systemState.main = Main::Tune;
00186             return true;
00187         }
00188         else if (input == "r" && systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00189         {
00190             systemState.main = Main::Ready;
00191             return true;
00192         }
00193         else if (input == "x" && systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00194         {
```

```
00195             systemState.homeMode = HomeMode::HomeDone;
00196             return true;
00197         }
00198         else if (input == "c")
00199         {
00200             systemState.main = Main::Check;
00201             return true;
00202         }
00203         else if (input == "s")
00204         {
00205             if (systemState.homeMode == HomeMode::NotHome)
00206                 systemState.main = Main::Shutdown;
00207             else if (systemState.homeMode == HomeMode::HomeDone)
00208                 systemState.main = Main::Back;
00209             return true;
00210         }
00211     }
00212     else if (systemState.main == Main::Ready)
00213     {
00214         if (input == "p")
00215         {
00216             systemState.main = Main::Perform;
00217             return true;
00218         }
00219         else if (input == "s")
00220         {
00221             systemState.main = Main::Back;
00222             return true;
00223         }
00224         else if (input == "t")
00225         {
00226             systemState.main = Main::Tune;
00227             return true;
00228         }
00229         else if (input == "c")
00230         {
00231             systemState.main = Main::Check;
00232             return true;
00233         }
00234     }
00235
00236     return false;
00237 }
00238
00239 void DrumRobot::idealStateRoutine()
00240 {
00241     int ret = system("clear");
00242     if (ret == -1)
00243         cout « "system clear error" « endl;
00244
00245     displayAvailableCommands();
00246
00247     std::string input;
00248     std::cout « "Enter command: ";
00249     std::getline(std::cin, input);
00250
00251     if (!processInput(input))
00252         std::cout « "Invalid command or not allowed in current state!\n";
00253
00254     usleep(2000);
00255 }
00256
00257 void DrumRobot::checkUserInput()
00258 {
00259     if (kbhit())
00260     {
00261         char input = getchar();
00262         if (input == 'q')
00263             systemState.main = Main::Pause;
00264         else if (input == 'e')
00265         {
00266             isReady = false;
00267             systemState.main = Main::Ready;
00268             pathManager.line = 0;
00269         }
00270         else if (input == 'r')
00271             systemState.main = Main::Perform;
00272     }
00273     usleep(500000);
00274 }
00275
00276 int DrumRobot::kbhit()
00277 {
00278     struct termios oldt, newt;
00279     int ch;
00280     int oldf;
00281
```

```
00282     tcgetattr(STDIN_FILENO, &oldt);
00283     newt = oldt;
00284     newt.c_lflag &= ~(ICANON | ECHO);
00285     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &newt);
00286     oldf = fcntl(STDIN_FILENO, F_GETFL, 0);
00287     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf | O_NONBLOCK);
00288
00289     ch = getchar();
00290
00291     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &oldt);
00292     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf);
00293
00294     if (ch != EOF)
00295     {
00296         ungetc(ch, stdin);
00297         return 1;
00298     }
00299
00300     return 0;
00301 }
00303 /*                                  SYSTEM                                      */
00305
00306 void DrumRobot::initializeMotors()
00307 {
00308     motors["waist"] = make_shared<TMotor>(0x007, "AK10_9");
00309     motors["R_arm1"] = make_shared<TMotor>(0x001, "AK70_10");
00310     motors["L_arm1"] = make_shared<TMotor>(0x002, "AK70_10");
00311     motors["R_arm2"] = make_shared<TMotor>(0x003, "AK70_10");
00312     motors["R_arm3"] = make_shared<TMotor>(0x004, "AK70_10");
00313     motors["L_arm2"] = make_shared<TMotor>(0x005, "AK70_10");
00314     motors["L_arm3"] = make_shared<TMotor>(0x006, "AK70_10");
00315     motors["L_wrist"] = make_shared<MaxonMotor>(0x009);
00316     motors["R_wrist"] = make_shared<MaxonMotor>(0x008);
00317     motors["maxonForTest"] = make_shared<MaxonMotor>(0x00A);
00318
00319     for (auto &motor_pair : motors)
00320     {
00321         auto &motor = motor_pair.second;
00322
00323         // 타입에 따라 적절한 캐스팅과 초기화 수행
00324         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00325         {
00326             // 각 모터 이름에 따른 멤버 변수 설정
00327             if (motor_pair.first == "waist")
00328             {
00329                 tMotor->cwDir = 1.0f;
00330                 tMotor->rMin = -M_PI / 2.0f; // -90deg
00331                 tMotor->rMax = M_PI / 2.0f;  // 90deg
00332                 tMotor->Kp = 400;
00333                 tMotor->Kd = 3.5;
00334                 tMotor->isHomed = true;
00335                 tMotor->interFaceName = "can0";
00336             }
00337             else if (motor_pair.first == "R_arm1")
00338             {
00339                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00340                 tMotor->sensorBit = 3;
00341                 tMotor->rMin = -M_PI; // -180deg
00342                 tMotor->rMax = 0.0f;  // 0deg
00343                 tMotor->Kp = 200;
00344                 tMotor->Kd = 2.5;
00345                 tMotor->isHomed = false;
00346                 tMotor->interFaceName = "can1";
00347             }
00348             else if (motor_pair.first == "L_arm1")
00349             {
00350                 tMotor->cwDir = 1.0f;
00351                 tMotor->sensorBit = 0;
00352                 tMotor->rMin = 0.0f; // 0deg
00353                 tMotor->rMax = M_PI; // 180deg
00354                 tMotor->Kp = 200;
00355                 tMotor->Kd = 2.5;
00356                 tMotor->isHomed = false;
00357                 tMotor->interFaceName = "can0";
00358             }
00359             else if (motor_pair.first == "R_arm2")
00360             {
00361                 tMotor->cwDir = 1.0f;
00362                 tMotor->sensorBit = 4;
00363                 tMotor->rMin = -M_PI / 4.0f; // -45deg
00364                 tMotor->rMax = M_PI / 2.0f;  // 90deg
00365                 tMotor->Kp = 350;
00366                 tMotor->Kd = 3.5;
00367                 tMotor->isHomed = false;
00368                 tMotor->interFaceName = "can1";
00369             }
00370             else if (motor_pair.first == "R_arm3")
```

```
00371             {
00372                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00373                 tMotor->sensorBit = 5;
00374                 tMotor->rMin = -M_PI * 0.75f; // -135deg
00375                 tMotor->rMax = 0.0f;          // 0deg
00376                 tMotor->Kp = 250;
00377                 tMotor->Kd = 3.5;
00378                 tMotor->isHomed = false;
00379                 tMotor->interFaceName = "can1";
00380             }
00381             else if (motor_pair.first == "L_arm2")
00382             {
00383                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00384                 tMotor->sensorBit = 1;
00385                 tMotor->rMin = -M_PI / 2.0f; // -90deg
00386                 tMotor->rMax = M_PI / 4.0f;  // 45deg
00387                 tMotor->Kp = 350;
00388                 tMotor->Kd = 3.5;
00389                 tMotor->isHomed = false;
00390                 tMotor->interFaceName = "can0";
00391             }
00392             else if (motor_pair.first == "L_arm3")
00393             {
00394                 tMotor->cwDir = -1.0f;
00395                 tMotor->sensorBit = 2;
00396                 tMotor->rMin = -M_PI * 0.75f; // -135deg
00397                 tMotor->rMax = 0.0f;          // 0deg
00398                 tMotor->Kp = 250;
00399                 tMotor->Kd = 3.5;
00400                 tMotor->isHomed = false;
00401                 tMotor->interFaceName = "can0";
00402             }
00403         }
00404         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00405         {
00406             // 각 모터 이름에 따른 멤버 변수 설정
00407             if (motor_pair.first == "L_wrist")
00408             {
00409                 maxonMotor->cwDir = -1.0f;
00410                 maxonMotor->rMin = -M_PI * 0.75f; // -120deg
00411                 maxonMotor->rMax = M_PI / 2.0f;   // 90deg
00412                 maxonMotor->isHomed = false;
00413                 maxonMotor->txPdoIds[0] = 0x209; // Controlword
00414                 maxonMotor->txPdoIds[1] = 0x309; // TargetPosition
00415                 maxonMotor->txPdoIds[2] = 0x409; // TargetVelocity
00416                 maxonMotor->txPdoIds[3] = 0x509; // TargetTorque
00417                 maxonMotor->rxPdoIds[0] = 0x189; // Statusword, ActualPosition, ActualTorque
00418                 maxonMotor->interFaceName = "can2";
00419             }
00420             else if (motor_pair.first == "R_wrist")
00421             {
00422                 maxonMotor->cwDir = 1.0f;
00423                 maxonMotor->rMin = 0.0f; // 0deg
00424                 maxonMotor->rMax = M_PI; // 180deg
00425                 maxonMotor->isHomed = false;
00426                 maxonMotor->txPdoIds[0] = 0x208; // Controlword
00427                 maxonMotor->txPdoIds[1] = 0x308; // TargetPosition
00428                 maxonMotor->txPdoIds[2] = 0x408; // TargetVelocity
00429                 maxonMotor->txPdoIds[3] = 0x508; // TargetTorque
00430                 maxonMotor->rxPdoIds[0] = 0x188; // Statusword, ActualPosition, ActualTorque
00431                 maxonMotor->interFaceName = "can2";
00432             }
00433             else if (motor_pair.first == "maxonForTest")
00434             {
00435                 maxonMotor->cwDir = 1.0f;
00436                 maxonMotor->rMin = 0.0f; // 0deg
00437                 maxonMotor->rMax = M_PI; // 180deg
00438                 maxonMotor->isHomed = false;
00439                 maxonMotor->txPdoIds[0] = 0x20A; // Controlword
00440                 maxonMotor->txPdoIds[1] = 0x30A; // TargetPosition
00441                 maxonMotor->txPdoIds[2] = 0x40A; // TargetVelocity
00442                 maxonMotor->txPdoIds[3] = 0x50A; // TargetTorque
00443                 maxonMotor->rxPdoIds[0] = 0x18A; // Statusword, ActualPosition, ActualTorque
00444             }
00445         }
00446     }
00447 };
00448
00449 void DrumRobot::initializecanManager()
00450 {
00451     canManager.initializeCAN();
00452     canManager.checkCanPortsStatus();
00453     canManager.setMotorsSocket();
00454 }
00455
00456 void DrumRobot::DeactivateControlTask()
```

```
00457 {
00458     struct can_frame frame;
00459 
00460     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00461 
00462     for (auto &motorPair : motors)
00463     {
00464         std::string name = motorPair.first;
00465         auto &motor = motorPair.second;
00466 
00467         // 타입에 따라 적절한 캐스팅과 초기화 수행
00468         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00469         {
00470             tmotorcmd.getCheck(*tMotor, &frame);
00471             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00472 
00473             tmotorcmd.getExit(*tMotor, &frame);
00474             if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00475                 std::cout << "Exiting for motor [" << name << "]" << std::endl;
00476             else
00477                 std::cerr << "Failed to exit control mode for motor [" << name << "]." << std::endl;
00478         }
00479         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
    std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00480         {
00481             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00482             canManager.txFrame(motor, frame);
00483 
00484             maxoncmd.getSync(&frame);
00485             canManager.txFrame(motor, frame);
00486             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00487             {
00488                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00489                 {
00490                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00491                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00492                     {
00493                         std::cout << "Exiting for motor [" << name << "]" << std::endl;
00494                         break;
00495                     }
00496                     motor->recieveBuffer.pop();
00497                 }
00498             }
00499             else
00500                 std::cerr << "Failed to exit for motor [" << name << "]." << std::endl;
00501         }
00502     }
00503 }
00504 
00505 void DrumRobot::printCurrentPositions()
00506 {
00507     for (auto &motorPair : motors)
00508     {
00509         std::string name = motorPair.first;
00510         auto &motor = motorPair.second;
00511         std::cout << "[" << std::hex << motor->nodeId << std::dec << "] ";
00512         std::cout << name << " : " << motor->currentPos << endl;
00513     }
00514 
00515     vector<double> P(6);
00516     P = pathManager.fkfun();
00517 
00518     cout << "Right Hand Position : { " << P[0] << " , " << P[1] << " , " << P[2] << " }\n";
00519     cout << "Left Hand Position : { " << P[3] << " , " << P[4] << " , " << P[5] << " }\n";
00520     printf("Print Enter to Go Home\n");
00521     getchar();
00522 }
00523 
00524 void DrumRobot::setMaxonMode(std::string targetMode)
00525 {
00526     struct can_frame frame;
00527     canManager.setSocketsTimeout(0, 10000);
00528     for (const auto &motorPair : motors)
00529     {
00530         std::string name = motorPair.first;
00531         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00532         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
    std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
00533         {
00534             if (targetMode == "CSV")
00535             {
00536                 maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00537                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00538             }
00539             else if (targetMode == "CST")
00540             {
00541                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
```

```
00542                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00543             }
00544             else if (targetMode == "HMM")
00545             {
00546                 maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
00547                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00548             }
00549             else if (targetMode == "CSP")
00550             {
00551                 maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
00552                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00553             }
00554         }
00555     }
00556 }
00557
00558 void DrumRobot::motorSettingCmd()
00559 {
00560     struct can_frame frame;
00561     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00562     for (const auto &motorPair : motors)
00563     {
00564         std::string name = motorPair.first;
00565         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00566         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
00567         {
00568
00569             // CSP Settings
00570             maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00571             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00572
00573             maxoncmd.getPosOffset(*maxonMotor, &frame);
00574             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00575
00576             maxoncmd.getTorqueOffset(*maxonMotor, &frame);
00577             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00578
00579             // CSV Settings
00580             maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00581             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00582
00583             maxoncmd.getVelOffset(*maxonMotor, &frame);
00584             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00585
00586             // CST Settings
00587             maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
00588             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00589
00590             maxoncmd.getTorqueOffset(*maxonMotor, &frame);
00591             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00592
00593             // HMM Settigns
00594             maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
00595             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00596
00597             if (name == "L_wrist")
00598             {
00599                 maxoncmd.getHomingMethodL(*maxonMotor, &frame);
00600                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00601
00602                 maxoncmd.getHomeoffsetDistance(*maxonMotor, &frame, 0);
00603                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00604
00605                 maxoncmd.getHomePosition(*maxonMotor, &frame, -95);
00606                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00607             }
00608             else if (name == "R_wrist")
00609             {
00610                 maxoncmd.getHomingMethodR(*maxonMotor, &frame);
00611                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00612
00613                 maxoncmd.getHomeoffsetDistance(*maxonMotor, &frame, 0);
00614                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00615
00616                 maxoncmd.getHomePosition(*maxonMotor, &frame, -95);
00617                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00618             }
00619             else if (name == "maxonForTest")
00620             {
00621                 maxoncmd.getHomingMethodL(*maxonMotor, &frame);
00622                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00623
00624                 maxoncmd.getHomeoffsetDistance(*maxonMotor, &frame, 20);
00625                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00626
00627                 maxoncmd.getHomePosition(*maxonMotor, &frame, 90);
```

```
00628                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00629             }
00630 
00631             maxoncmd.getCurrentThreshold(*maxonMotor, &frame);
00632             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00633         }
00634         else if (std::shared_ptr<TMotor> tmotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motorPair.second))
00635         {
00636             if (name == "waist")
00637             {
00638                 tmotorcmd.getZero(*tmotor, &frame);
00639                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00640             }
00641             usleep(5000);
00642             tmotorcmd.getControlMode(*tmotor, &frame);
00643             canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00644         }
00645     }
00646 }
00647 
00648 void DrumRobot::MaxonEnable()
00649 {
00650     struct can_frame frame;
00651     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00652 
00653     int maxonMotorCount = 0;
00654     for (const auto &motor_pair : motors)
00655     {
00656         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00657         if (std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00658             maxonMotorCount++;
00659     }
00660 
00661     // 제어 모드 설정
00662     for (const auto &motorPair : motors)
00663     {
00664         std::string name = motorPair.first;
00665         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00666         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00667         {
00668 
00669             maxoncmd.getOperational(*maxonMotor, &frame);
00670             canManager.txFrame(motor, frame);
00671 
00672             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00673             canManager.txFrame(motor, frame);
00674 
00675             maxoncmd.getSync(&frame);
00676             canManager.txFrame(motor, frame);
00677 
00678             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00679             {
00680                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00681                 {
00682                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00683                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00684                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00685                     motor->recieveBuffer.pop();
00686                 }
00687             }
00688 
00689             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00690             canManager.txFrame(motor, frame);
00691 
00692             maxoncmd.getSync(&frame);
00693             canManager.txFrame(motor, frame);
00694 
00695             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00696             {
00697                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00698                 {
00699                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00700                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00701                         std::cout « "Maxon Quick Stopped\n";
00702                     motor->recieveBuffer.pop();
00703                 }
00704             }
00705 
00706             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00707             canManager.txFrame(motor, frame);
00708 
00709             maxoncmd.getSync(&frame);
00710             canManager.txFrame(motor, frame);
00711 
00712             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00713             {
00714                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
```

```
00715                 {
00716                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00717                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00718                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00719                     motor->recieveBuffer.pop();
00720                 }
00721             }
00722         }
00723     }
00724 };
00725
00726 void DrumRobot::MaxonDisable()
00727 {
00728     struct can_frame frame;
00729
00730     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00731
00732     for (auto &motorPair : motors)
00733     {
00734         std::string name = motorPair.first;
00735         auto &motor = motorPair.second;
00736
00737         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00738         {
00739             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00740             canManager.txFrame(motor, frame);
00741
00742             maxoncmd.getSync(&frame);
00743             canManager.txFrame(motor, frame);
00744             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00745             {
00746                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00747                 {
00748                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00749                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00750                         break;
00751                     motor->recieveBuffer.pop();
00752                 }
00753             }
00754             else
00755                 std::cerr « "Failed to exit for motor [" « name « "]." « std::endl;
00756         }
00757     }
00758 }
00760 /*                                  Send Thread Loop                                */
00762
00763 void DrumRobot::SendLoop()
00764 {
00765     struct can_frame frameToProcess;
00766     std::string maxonCanInterface;
00767     std::shared_ptr<GenericMotor> virtualMaxonMotor;
00768
00769     int maxonMotorCount = 0;
00770     for (const auto &motor_pair : motors)
00771     {
00772         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00773         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00774         {
00775             maxonMotorCount++;
00776             maxonCanInterface = maxonMotor->interFaceName;
00777             virtualMaxonMotor = motor_pair.second;
00778         }
00779     }
00780     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00781
00782     while (systemState.main == Main::Perform || systemState.main == Main::Pause)
00783     {
00784
00785         if (systemState.main == Main::Pause)
00786             continue;
00787
00788         bool isAnyBufferLessThanTen = false;
00789         for (const auto &motor_pair : motors)
00790         {
00791             if (motor_pair.second->sendBuffer.size() < 10)
00792             {
00793                 isAnyBufferLessThanTen = true;
00794                 break;
00795             }
00796         }
00797         if (isAnyBufferLessThanTen)
00798         {
00799             if (pathManager.line < pathManager.total)
00800             {
00801                 std::cout « "line : " « pathManager.line « ", total : " « pathManager.total « "\n";
00802                 pathManager.PathLoopTask();
```

```
00803                 pathManager.line++;
00804             }
00805             else if (pathManager.line == pathManager.total)
00806             {
00807                 std::cout « "Perform Done\n";
00808                 systemState.main = Main::Ready;
00809                 pathManager.line = 0;
00810             }
00811         }
00812 
00813         bool allBuffersEmpty = true;
00814         for (const auto &motor_pair : motors)
00815         {
00816             if (!motor_pair.second->sendBuffer.empty())
00817             {
00818                 allBuffersEmpty = false;
00819                 break;
00820             }
00821         }
00822 
00823         // 모든 모터의 sendBuffer가 비었을 때 성능 종료 로직 실행
00824         if (allBuffersEmpty)
00825         {
00826             std::cout « "Performance is Over\n";
00827             systemState.main = Main::Ideal;
00828         }
00829 
00830         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00831         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
    external);
00832 
00833         if (elapsed_time.count() >= 5000) // 5ms
00834         {
00835             external = std::chrono::system_clock::now();
00836 
00837             for (auto &motor_pair : motors)
00838             {
00839                 shared_ptr<GenericMotor> motor = motor_pair.second;
00840                 canManager.sendFromBuff(motor);
00841             }
00842 
00843             if (maxonMotorCount != 0)
00844             {
00845                 maxoncmd.getSync(&frameToProcess);
00846                 canManager.txFrame(virtualMaxonMotor, frameToProcess);
00847             }
00848         }
00849     }
00850 
00851     // CSV 파일명 설정
00852     std::string csvFileName = "../../READ/DrumData_in.txt";
00853 
00854     // input 파일 저장
00855     save_to_txt_inputData(csvFileName);
00856 }
00857 
00858 void DrumRobot::save_to_txt_inputData(const string &csv_file_name)
00859 {
00860     // CSV 파일 열기
00861     std::ofstream csvFile(csv_file_name);
00862 
00863     if (!csvFile.is_open())
00864         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
00865 
00866     // 헤더 추가
00867     csvFile « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
00868 
00869     // 2차원 벡터의 데이터를 CSV 파일로 쓰기
00870     for (const auto &row : pathManager.p)
00871     {
00872         for (const double cell : row)
00873         {
00874             csvFile « std::fixed « std::setprecision(5) « cell;
00875             if (&cell != &row.back())
00876                 csvFile « ","; // 쉼표로 셀 구분
00877         }
00878         csvFile « "\n"; // 다음 행으로 이동
00879     }
00880 
00881     // CSV 파일 닫기
00882     csvFile.close();
00883 
00884     std::cout « "연주 DrumData_in 파일이 생성되었습니다: " « csv_file_name « std::endl;
00885 
00886     std::cout « "SendLoop terminated\n";
00887 }
00888 
```

```
00889 void DrumRobot::SendReadyLoop()
00890 {
00891     cout « "Settig...\n";
00892     struct can_frame frameToProcess;
00893     std::string maxonCanInterface;
00894     std::shared_ptr<GenericMotor> virtualMaxonMotor;
00895 
00896     int maxonMotorCount = 0;
00897     for (const auto &motor_pair : motors)
00898     {
00899         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00900         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00901         {
00902             maxonMotorCount++;
00903             maxonCanInterface = maxonMotor->interFaceName;
00904             virtualMaxonMotor = motor_pair.second;
00905         }
00906     }
00907     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00908 
00909     bool allBuffersEmpty;
00910     do
00911     {
00912         allBuffersEmpty = true;
00913         for (const auto &motor_pair : motors)
00914         {
00915             if (!motor_pair.second->sendBuffer.empty())
00916             {
00917                 allBuffersEmpty = false;
00918                 break;
00919             }
00920         }
00921 
00922         if (!allBuffersEmpty)
00923         {
00924             chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00925             chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
00926 
00927             if (elapsed_time.count() >= 5000) // 5ms
00928             {
00929                 external = std::chrono::system_clock::now();
00930 
00931                 for (auto &motor_pair : motors)
00932                 {
00933                     shared_ptr<GenericMotor> motor = motor_pair.second;
00934                     canManager.sendFromBuff(motor);
00935                 }
00936 
00937                 if (maxonMotorCount != 0)
00938                 {
00939                     maxoncmd.getSync(&frameToProcess);
00940                     canManager.txFrame(virtualMaxonMotor, frameToProcess);
00941                 }
00942             }
00943         }
00944     } while (!allBuffersEmpty);
00945     canManager.clearReadBuffers();
00946 }
00947 
00948 void DrumRobot::initializePathManager()
00949 {
00950     pathManager.ApplyDir();
00951     pathManager.GetDrumPositoin();
00952     pathManager.GetMusicSheet();
00953 }
00954 
00955 void DrumRobot::clearMotorsSendBuffer()
00956 {
00957     for (auto motor_pair : motors)
00958         motor_pair.second->clearSendBuffer();
00959 }
00960 
00962 /*                                Recive Thread Loop                          */
00964 
00965 void DrumRobot::RecieveLoop()
00966 {
00967     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00968 
00969     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00970     canManager.clearReadBuffers();
00971 
00972     sensor.connect();
00973     if (!sensor.connected)
00974         cout « "Sensor initialization failed. Skipping sensor related logic." « endl;
00975 
```

```
00976     while (systemState.main == Main::Perform || systemState.main == Main::Pause)
00977     {
00978         if (systemState.main == Main::Pause)
00979             continue;
00980 
00981         /*if (sensor.connected && (sensor.ReadVal() & 1) != 0)
00982         {
00983             cout « "Motors at Sensor Location please check!!!\n";
00984             systemState.runMode = RunMode::Pause;
00985         }*/
00986 
00987         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00988         chrono::milliseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::milliseconds>(internal -
      external);
00989         if (elapsed_time.count() >= TIME_THRESHOLD_MS)
00990         {
00991             external = std::chrono::system_clock::now();
00992             canManager.readFramesFromAllSockets();
00993             canManager.distributeFramesToMotors();
00994         }
00995     }
00996 
00997     parse_and_save_to_csv("../../READ/DrumData_out.txt");
00998 }
00999 
01000 void DrumRobot::parse_and_save_to_csv(const std::string &csv_file_name)
01001 {
01002     // CSV 파일 열기. 파일이 없으면 새로 생성됩니다.
01003     std::ofstream ofs(csv_file_name, std::ios::app);
01004     if (!ofs.is_open())
01005     {
01006         std::cerr « "Failed to open or create the CSV file: " « csv_file_name « std::endl;
01007         return;
01008     }
01009 
01010     // 파일이 새로 생성되었으면 CSV 헤더를 추가
01011     ofs.seekp(0, std::ios::end);
01012     if (ofs.tellp() == 0)
01013         ofs « "CAN_ID,p_act,tff_des,tff_act\n";
01014 
01015     // 각 모터에 대한 처리
01016     for (const auto &pair : motors)
01017     {
01018         auto &motor = pair.second;
01019         if (!motor->recieveBuffer.empty())
01020         {
01021             can_frame frame = motor->recieveBuffer.front();
01022             motor->recieveBuffer.pop();
01023 
01024             int id = motor->nodeId;
01025             float position, speed, torque;
01026 
01027             // TMotor 또는 MaxonMotor에 따른 데이터 파싱 및 출력
01028             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
01029             {
01030                 std::tuple<int, float, float, float> parsedData =
      tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
01031                 position = std::get<1>(parsedData);
01032                 speed = std::get<2>(parsedData);
01033                 torque = std::get<3>(parsedData);
01034             }
01035             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
01036             {
01037                 std::tuple<int, float, float> parsedData = maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor,
      &frame);
01038                 position = std::get<1>(parsedData);
01039                 torque = std::get<2>(parsedData);
01040                 speed = 0.0;
01041             }
01042 
01043             // 데이터 CSV 파일에 쓰기
01044             ofs « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « id « ","
01045                 « std::dec « position « "," « speed « "," « torque « "\n";
01046         }
01047     }
01048 
01049     ofs.close();
01050     std::cout « "연주 txt_OutData 파일이 생성되었습니다: " « csv_file_name « std::endl;
01051 }
```

5.12 HomeManager.cpp

```
00001 #include "../include/managers/HomeManager.hpp"
```

```
00002
00003 HomeManager::HomeManager(SystemState &systemStateRef,
00004                          CanManager &canManagerRef,
00005                          std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef)
00006     : systemState(systemStateRef), canManager(canManagerRef), motors(motorsRef)
00007 {
00008 }
00009
00010 void HomeManager::mainLoop()
00011 {
00012     while (systemState.main == Main::Homing)
00013     {
00014         displayHomingStatus();
00015
00016         std::string motorName;
00017         std::cout << "Enter the name of the motor to home, or 'all' to home all motors: ";
00018         std::cin >> motorName;
00019
00020         if (motorName == "all") // 차례행로 동시실행
00021         {
00022             // 우선순위가 높은 순서대로 먼저 홈
00023             vector<vector<string>> Priority = {{"L_arm1", "R_arm1"}, {"L_arm2", "R_arm2"}, {"L_arm3",
      "R_arm3"}};
00024             for (auto &PmotorNames : Priority)
00025             {
00026                 vector<shared_ptr<GenericMotor>> Pmotors;
00027                 vector<string> Pnames;
00028                 for (const auto &pmotorName : PmotorNames)
00029                 {
00030                     if (motors.find(pmotorName) != motors.end() && !motors[pmotorName]->isHomed)
00031                     {
00032                         Pmotors.push_back(motors[pmotorName]);
00033                         Pnames.push_back(pmotorName);
00034                     }
00035                 }
00036                 if (!Pmotors.empty())
00037                     SetTmotorHome(Pmotors, Pnames);
00038                 Pmotors.clear();
00039                 Pnames.clear();
00040             }
00041
00042             vector<string> PmotorNames = {"L_wrist", "R_wrist", "maxonForTest"};
00043             vector<shared_ptr<GenericMotor>> Pmotors;
00044             for (const auto &pmotorName : PmotorNames)
00045             {
00046                 if (motors.find(pmotorName) != motors.end() && !motors[pmotorName]->isHomed)
00047                     Pmotors.push_back(motors[pmotorName]);
00048             }
00049             if (!Pmotors.empty())
00050                 SetMaxonHome(Pmotors);
00051         }
00052         else if (motors.find(motorName) != motors.end() && !motors[motorName]->isHomed)
00053         { // 원하는 하나의 모터 실행
00054             vector<shared_ptr<GenericMotor>> Pmotor;
00055             vector<string> Pnames;
00056             // 타입에 따라 적절한 캐스팅과 초기화 수행
00057             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[motorName]))
00058             {
00059                 Pmotor.push_back(motors[motorName]);
00060                 Pnames.push_back(motorName);
00061                 SetTmotorHome(Pmotor, Pnames);
00062             }
00063             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[motorName]))
00064             {
00065                 Pmotor.push_back(motors[motorName]);
00066                 SetMaxonHome(Pmotor);
00067             }
00068         }
00069         else
00070         {
00071             std::cout << "Motor not found or already homed: " << motorName << std::endl;
00072         }
00073         UpdateHomingStatus();
00074     }
00075 }
00076
00077 bool HomeManager::PromptUserForHoming(const std::string &motorName)
00078 {
00079     char userResponse;
00080     std::cout << "Would you like to start homing mode for motor [" << motorName << "]? (y/n): ";
00081     std::cin >> userResponse;
00082     return userResponse == 'y';
00083 }
00084
00085 void HomeManager::SetTmotorHome(vector<std::shared_ptr<GenericMotor>> &motors, vector<std::string>
      &motorNames)
```

```
00086 {
00087     sensor.OpenDeviceUntilSuccess();
00088     canManager.setSocketsTimeout(5, 0);
00089 
00090     HomeTMotor(motors, motorNames);
00091     for (auto &motor : motors)
00092     {
00093         motor->isHomed = true; // 홈잉 상태 업데이트
00094         sleep(2);
00095         FixMotorPosition(motor);
00096     }
00097 
00098     for (auto &motorname : motorNames)
00099     {
00100         cout « "-- Homing completed for " « motorname « " --\n\n";
00101     }
00102 
00103     sensor.closeDevice();
00104 }
00105 
00106 void HomeManager::HomeTMotor(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors, vector<std::string>
    &motorNames)
00107 { // arm2 모터는 -30도, 나머지 모터는 +90도에 센서 위치함.
00108     struct can_frame frameToProcess;
00109     vector<shared_ptr<TMotor» tMotors;
00110     vector<int> sensorsBit;
00111 
00112     // 속도 제어 - 센서 방향으로 이동
00113     for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00114     {
00115         cout « "« Homing for " « motorNames[i] « " »\n";
00116         tMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[i]));
00117 
00118         double initialDirection;
00119         if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2")
00120             initialDirection = (-0.2) * motors[i]->cwDir;
00121         else
00122             initialDirection = 0.2 * motors[i]->cwDir;
00123 
00124         double additionalTorque = 0.0;
00125         if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2")
00126             additionalTorque = motors[i]->cwDir * (-3.0);
00127         else if (motorNames[i] == "L_arm3" || motorNames[i] == "R_arm3")
00128             additionalTorque = motors[i]->cwDir * (2.1);
00129 
00130         sensorsBit.push_back(tMotors[i]->sensorBit);
00131 
00132         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8, 0,
    initialDirection, 0, 4.5, additionalTorque);
00133         canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
00134     }
00135 
00136     vector<float> midpoints = MoveTMotorToSensorLocation(motors, motorNames, sensorsBit);
00137 
00138     vector<double> directions, degrees;
00139     for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00140     {
00141         if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2")
00142         {
00143             degrees.push_back(-30.0);
00144             midpoints[i] = midpoints[i] * (-1);
00145         }
00146         else
00147         {
00148             degrees.push_back(90.0);
00149         }
00150         directions.push_back(-motors[i]->cwDir);
00151     }
00152 
00153     RotateTMotor(motors, motorNames, directions, degrees, midpoints);
00154 
00155     cout « "----------------------moved 90 degree (Anti clock wise) ----------------------------------
    \n";
00156 
00157     for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00158     {
00159         // 모터를 멈추는 신호를 보냄
00160         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8, 0, 0, 0, 5, 0);
00161         if (canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess))
00162             cout « "Set " « motorNames[i] « " speed Zero.\n";
00163 
00164         canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00165         // 현재 position을 0으로 인식하는 명령을 보냄
00166         tmotorcmd.getZero(*tMotors[i], &frameToProcess);
00167         if (canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess))
00168             cout « "Set Zero.\n";
00169         if (canManager.checkConnection(motors[i]))
```

```
00170             cout « motorNames[i] « " Position : " « motors[i]->currentPos;
00171
00172         degrees[i] = 0.0;
00173         directions[i] = motors[i]->cwDir;
00174         midpoints[i] = 0.0;
00175         if (motorNames[i] == "L_arm1" || motorNames[i] == "R_arm1")
00176         {
00177             degrees[i] = 90.0;
00178         }
00179         /*if (motorNames[i] == "L_arm2" || motorNames[i] == "R_arm2"){
00180             degrees[i] = -30.0;
00181         }*/
00182         if (motorNames[i] == "L_arm3" || motorNames[i] == "R_arm3")
00183         {
00184             degrees[i] = 90.0;
00185         }
00186     }
00187
00188     RotateTMotor(motors, motorNames, directions, degrees, midpoints);
00189 }
00190
00191 vector<float> HomeManager::MoveTMotorToSensorLocation(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors,
    vector<std::string> &motorNames, vector<int> &sensorsBit)
00192 {
00193     struct can_frame frameToProcess;
00194     vector<shared_ptr<TMotor» tMotors;
00195     vector<float> firstPosition, secondPosition, positionDifference;
00196     vector<bool> firstSensorTriggered, TriggeredDone;
00197
00198     for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
00199     {
00200         tMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[i]));
00201         firstPosition.push_back(0.0f);
00202         secondPosition.push_back(0.0f);
00203         firstSensorTriggered.push_back(false);
00204         TriggeredDone.push_back(false);
00205
00206         cout « "Moving " « motorNames[i] « " to sensor location.\n";
00207     }
00208
00209     while (true)
00210     {
00211         // 모든 모터 센싱 완료 시 break
00212         bool done = true;
00213         for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
00214         {
00215             if (!TriggeredDone[i])
00216                 done = false;
00217         }
00218         if (done)
00219             break;
00220
00221         for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
00222         {
00223             if (!TriggeredDone[i])
00224             {
00225                 bool sensorTriggered = ((sensor.ReadVal() » sensorsBit[i]) & 1) != 0;
00226
00227                 if (!firstSensorTriggered[i] && sensorTriggered)
00228                 {
00229                     // 첫 번째 센서 인식
00230                     firstSensorTriggered[i] = true;
00231                     canManager.checkConnection(motors[i]);
00232                     firstPosition[i] = motors[i]->currentPos;
00233                     std::cout « motorNames[i] « " first sensor position: " « firstPosition[i] « endl;
00234                 }
00235                 else if (firstSensorTriggered[i] && !sensorTriggered)
00236                 {
00237                     // 센서 인식 해제
00238                     canManager.checkConnection(motors[i]);
00239                     secondPosition[i] = motors[i]->currentPos;
00240                     std::cout « motorNames[i] « " second sensor position: " « secondPosition[i] «
    endl;
00241
00242                     TriggeredDone[i] = true;
00243                 }
00244             }
00245             else
00246             {
00247                 tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8,
    secondPosition[i], 0, motors[i]->Kp, 2.5, 0);
00248                 canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
00249             }
00250         }
00251     }
00252
00253     for (long unsigned int i = 0; i < sensorsBit.size(); i++)
```

```
00254     {
00255         positionDifference.push_back(abs((secondPosition[i] - firstPosition[i]) / 2.0f));
00256         cout « motorNames[i] « " midpoint position: " « positionDifference[i] « endl;
00257     }
00258
00259     return positionDifference;
00260 }
00261
00262 void HomeManager::RotateTMotor(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors, vector<std::string>
      &motorNames, vector<double> &directions, vector<double> &degrees, vector<float> &midpoints)
00263 {
00264
00265     struct can_frame frameToProcess;
00266     vector<shared_ptr<TMotor» tMotors;
00267     vector<double> targetRadians;
00268     for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00269     {
00270         if (degrees[i] == 0.0)
00271             return;
00272         tMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[i]));
00273         targetRadians.push_back((degrees[i] * M_PI / 180.0 + midpoints[i]) * directions[i]);
00274     }
00275
00276     chrono::system_clock::time_point startTime = std::chrono::system_clock::now();
00277     int totalSteps = 4000 / 5; // 4초 동안 이동 - 5ms 간격으로 나누기
00278     for (int step = 1; step <= totalSteps; ++step)
00279     {
00280         while (1)
00281         {
00282             chrono::system_clock::time_point currentTime = std::chrono::system_clock::now();
00283             if (chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(currentTime - startTime).count() > 5000)
00284                 break;
00285         }
00286
00287         startTime = std::chrono::system_clock::now();
00288
00289         // 5ms마다 목표 위치 계산 및 프레임 전송
00290         for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00291         {
00292             double targetPosition = targetRadians[i] * (static_cast<double>(step) / totalSteps) +
      motors[i]->currentPos;
00293             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8,
      targetPosition, 0, motors[i]->Kp, motors[i]->Kd, 0);
00294             canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
00295         }
00296     }
00297
00298     totalSteps = 500 / 5;
00299     for (int step = 1; step <= totalSteps; ++step)
00300     {
00301         while (1)
00302         {
00303             chrono::system_clock::time_point currentTime = std::chrono::system_clock::now();
00304             if (chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(currentTime - startTime).count() > 5000)
00305                 break;
00306         }
00307
00308         startTime = std::chrono::system_clock::now();
00309
00310         // 5ms마다 목표 위치 계산 및 프레임 전송
00311         for (long unsigned int i = 0; i < motorNames.size(); i++)
00312         {
00313             double targetPosition = targetRadians[i] + motors[i]->currentPos;
00314             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotors[i], &frameToProcess, motors[i]->nodeId, 8,
      targetPosition, 0, motors[i]->Kp, motors[i]->Kd, 0);
00315             canManager.sendAndRecv(motors[i], frameToProcess);
00316         }
00317     }
00318
00319     for (auto &motor : motors)
00320     {
00321         canManager.checkConnection(motor);
00322     }
00323 }
00324
00325 void HomeManager::SetMaxonHome(vector<std::shared_ptr<GenericMotor» &motors)
00326 {
00327
00328     setMaxonMode("HMM");
00329     MaxonEnable();
00330     struct can_frame frame;
00331
00332     canManager.clearReadBuffers();
00333     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00334     vector<shared_ptr<MaxonMotor» maxonMotors;
00335     for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00336     {
```

```
00337         maxonMotors.push_back(dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[i]));
00338
00339         // Start to Move by homing method (일단은 PDO)
00340
00341         maxoncmd.getStartHoming(*maxonMotors[i], &frame);
00342         canManager.txFrame(motors[i], frame);
00343         usleep(50000);
00344     }
00345
00346     maxoncmd.getSync(&frame);
00347     canManager.txFrame(motors[0], frame);
00348     if (canManager.recvToBuff(motors[0], canManager.maxonCnt))
00349     {
00350         while (!motors[0]->recieveBuffer.empty())
00351         {
00352             frame = motors[0]->recieveBuffer.front();
00353             for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00354             {
00355                 if (frame.can_id == maxonMotors[i]->rxPdoIds[0])
00356                 {
00357                     cout « "\nMaxon Homing Start!!\n";
00358                 }
00359             }
00360             motors[0]->recieveBuffer.pop();
00361         }
00362     }
00363
00364     sleep(5);
00365     // 홈 위치에 도달할 때까지 반복
00366     bool done = false;
00367     while (!done)
00368     {
00369         done = true;
00370         for (auto &motor : motors)
00371         {
00372             if (!motor->isHomed)
00373                 done = false;
00374         }
00375
00376         maxoncmd.getSync(&frame);
00377         canManager.txFrame(motors[0], frame);
00378         if (canManager.recvToBuff(motors[0], canManager.maxonCnt))
00379         {
00380             while (!motors[0]->recieveBuffer.empty())
00381             {
00382                 frame = motors[0]->recieveBuffer.front();
00383                 for (long unsigned int i = 0; i < motors.size(); i++)
00384                 {
00385                     if (frame.can_id == maxonMotors[i]->rxPdoIds[0])
00386                     {
00387                         if (frame.data[1] & 0x80) // 비트 15 확인
00388                         {
00389                             motors[i]->isHomed = true; // MaxonMotor 객체의 isHomed 속성을 true로 설정
00390                                                        // 'this'를 사용하여 멤버 함수 호출
00391                         }
00392                     }
00393                 }
00394                 motors[0]->recieveBuffer.pop();
00395             }
00396         }
00397         canManager.clearReadBuffers();
00398
00399         sleep(1); // 100ms 대기
00400     }
00401     setMaxonMode("CSP");
00402     MaxonDisable();
00403 }
00404
00405 void HomeManager::displayHomingStatus()
00406 {
00407     std::cout « "Homing Status of Motors:\n";
00408     for (const auto &motor_pair : motors)
00409     {
00410         std::cout « motor_pair.first « ": "
00411                   « (motor_pair.second->isHomed ? "Homed" : "Not Homed") « std::endl;
00412     }
00413 }
00414
00415 void HomeManager::UpdateHomingStatus()
00416 {
00417     bool allMotorsHomed = true;
00418     for (const auto &motor_pair : motors)
00419     {
00420         if (!motor_pair.second->isHomed)
00421         {
00422             allMotorsHomed = false;
00423             break;
```

```
00424         }
00425     }
00426
00427     if (allMotorsHomed)
00428     {
00429         systemState.homeMode = HomeMode::HomeDone;
00430         systemState.main = Main::Ideal;
00431     }
00432     else
00433     {
00434         systemState.homeMode = HomeMode::NotHome;
00435     }
00436 }
00437
00438 void HomeManager::MaxonEnable()
00439 {
00440     struct can_frame frame;
00441     canManager.setSocketsTimeout(2, 0);
00442
00443     int maxonMotorCount = 0;
00444     for (const auto &motor_pair : motors)
00445     {
00446         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00447         if (std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00448         {
00449             maxonMotorCount++;
00450         }
00451     }
00452
00453     // 제어 모드 설정
00454     for (const auto &motorPair : motors)
00455     {
00456         std::string name = motorPair.first;
00457         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00458         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00459         {
00460
00461             maxoncmd.getOperational(*maxonMotor, &frame);
00462             canManager.txFrame(motor, frame);
00463
00464             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00465             canManager.txFrame(motor, frame);
00466
00467             maxoncmd.getSync(&frame);
00468             canManager.txFrame(motor, frame);
00469
00470             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00471             {
00472                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00473                 {
00474                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00475                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00476                     {
00477                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00478                     }
00479                     motor->recieveBuffer.pop();
00480                 }
00481             }
00482
00483             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00484             canManager.txFrame(motor, frame);
00485
00486             maxoncmd.getSync(&frame);
00487             canManager.txFrame(motor, frame);
00488
00489             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00490             {
00491                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00492                 {
00493                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00494                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00495                     {
00496                         std::cout « "Maxon Quick Stopped\n";
00497                     }
00498                     motor->recieveBuffer.pop();
00499                 }
00500             }
00501
00502             maxoncmd.getEnable(*maxonMotor, &frame);
00503             canManager.txFrame(motor, frame);
00504
00505             maxoncmd.getSync(&frame);
00506             canManager.txFrame(motor, frame);
00507
00508             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00509             {
00510                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
```

```
00511                 {
00512                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00513                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00514                     {
00515                         std::cout « "Maxon Enabled \n";
00516                     }
00517                     motor->recieveBuffer.pop();
00518                 }
00519             }
00520         }
00521     }
00522 };
00523
00524 void HomeManager::MaxonDisable()
00525 {
00526     struct can_frame frame;
00527
00528     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00529
00530     for (auto &motorPair : motors)
00531     {
00532         std::string name = motorPair.first;
00533         auto &motor = motorPair.second;
00534
00535         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00536         {
00537             maxoncmd.getQuickStop(*maxonMotor, &frame);
00538             canManager.txFrame(motor, frame);
00539
00540             maxoncmd.getSync(&frame);
00541             canManager.txFrame(motor, frame);
00542             if (canManager.recvToBuff(motor, canManager.maxonCnt))
00543             {
00544                 while (!motor->recieveBuffer.empty())
00545                 {
00546                     frame = motor->recieveBuffer.front();
00547                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00548                     {
00549
00550                         break;
00551                     }
00552                     motor->recieveBuffer.pop();
00553                 }
00554             }
00555             else
00556             {
00557                 std::cerr « "Failed to exit for motor [" « name « "]." « std::endl;
00558             }
00559         }
00560     }
00561 }
00562
00563 void HomeManager::setMaxonMode(std::string targetMode)
00564 {
00565     struct can_frame frame;
00566     canManager.setSocketsTimeout(0, 10000);
00567     for (const auto &motorPair : motors)
00568     {
00569         std::string name = motorPair.first;
00570         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
00571         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
00572         {
00573             if (targetMode == "CSV")
00574             {
00575                 maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
00576                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00577             }
00578             else if (targetMode == "CST")
00579             {
00580                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
00581                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00582             }
00583             else if (targetMode == "HMM")
00584             {
00585                 maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
00586                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00587             }
00588             else if (targetMode == "CSP")
00589             {
00590                 maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
00591                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
00592             }
00593         }
00594     }
00595 }
00596
```

```
00597 void HomeManager::FixMotorPosition(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor)
00598 {
00599     struct can_frame frame;
00600 
00601     canManager.checkConnection(motor);
00602 
00603     if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00604     {
00605         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, motor->nodeId, 8, motor->currentPos, 0, 450, 1,
      0);
00606         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00607         {
00608             std::cout « "Position fixed for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00609         }
00610         else
00611         {
00612             std::cerr « "Failed to fix position for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00613         }
00614     }
00615     else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00616     {
00617         maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, motor->currentPos);
00618         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00619         {
00620             std::cout « "Position fixed for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00621         }
00622         else
00623         {
00624             std::cerr « "Failed to fix position for motor [" « motor->nodeId « "]." « std::endl;
00625         }
00626     }
00627 }
```

5.13 main.cpp

```
00001 #include <thread>
00002 #include <vector>
00003 #include <iostream>
00004 #include <algorithm>
00005 #include <cctype>
00006 #include <memory>
00007 #include <map>
00008 #include <atomic>
00009 
00010 #include "../include/motors/Motor.hpp"
00011 #include "../include/managers/PathManager.hpp"
00012 #include "../include/managers/CanManager.hpp"
00013 #include "../include/managers/TestManager.hpp"
00014 #include "../include/managers/HomeManager.hpp"
00015 #include "../include/tasks/DrumRobot.hpp"
00016 #include "../include/tasks/SystemState.hpp"
00017 
00018 
00019 using namespace std;
00020 
00021 // 스레드 우선순위 설정 함수
00022 bool setThreadPriority(std::thread &th, int priority, int policy = SCHED_FIFO)
00023 {
00024     sched_param sch_params;
00025     sch_params.sched_priority = priority;
00026     if (pthread_setschedparam(th.native_handle(), policy, &sch_params))
00027     {
00028         std::cerr « "Failed to set Thread scheduling : " « std::strerror(errno) « std::endl;
00029         return false;
00030     }
00031     return true;
00032 }
00033 
00034 int main(int argc, char *argv[])
00035 {
00036 
00037     // Create Share Resource
00038     SystemState systemState;
00039     std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor» motors;
00040 
00041     CanManager canManager(motors);
00042     PathManager pathManager(systemState, canManager, motors);
00043     TestManager testManager(systemState, canManager, motors);
00044     HomeManager homeManager(systemState, canManager, motors);
00045 
00046     DrumRobot drumRobot(systemState, canManager, pathManager, homeManager, testManager, motors);
00047 
00048     // Create Threads
```

```
00049     std::thread stateThread(&DrumRobot::stateMachine, &drumRobot);
00050     std::thread sendThread(&DrumRobot::sendLoopForThread, &drumRobot);
00051     std::thread receiveThread(&DrumRobot::recvLoopForThread, &drumRobot);
00052 
00053     // Threads Priority Settings
00054     if (!setThreadPriority(sendThread, 3))
00055     {
00056         std::cerr << "Error setting priority for sendCanFrame" << std::endl;
00057         return -1;
00058     }
00059     if (!setThreadPriority(receiveThread, 2))
00060     {
00061         std::cerr << "Error setting priority for receiveCanFrame" << std::endl;
00062         return -1;
00063     }
00064     if (!setThreadPriority(stateThread, 1))
00065     {
00066         std::cerr << "Error setting priority for stateMachine" << std::endl;
00067         return -1;
00068     }
00069 
00070     // Wait Threads
00071     stateThread.join();
00072     sendThread.join();
00073     receiveThread.join();
00074 }
```

5.14 Motor.cpp

```
00001 
00002 #include "../include/motors/Motor.hpp" // Include header file
00003 
00005 // GenericMotor
00007 
00008 void GenericMotor::clearSendBuffer()
00009 {
00010     while (!sendBuffer.empty())
00011     {
00012         sendBuffer.pop();
00013     }
00014 }
00015 
00016 void GenericMotor::clearReceiveBuffer()
00017 {
00018     while (!recieveBuffer.empty())
00019     {
00020         recieveBuffer.pop();
00021     }
00022 }
00023 
00025 // TMotor
00027 
00028 TMotor::TMotor(uint32_t nodeId, const std::string &motorType)
00029     : GenericMotor(nodeId, interFaceName), motorType(motorType)
00030 {
00031 }
00032 
00033 /*void TMotor::addTMotorData(float position, float velocity, float kp, float kd, float torqueOffset)
00034 {
00035     sendBuffer.push(TMotorData(position, velocity, kp, kd, torqueOffset));
00036 }*/
00037 
00039 // maxonMotor
00041 
00042 MaxonMotor::MaxonMotor(uint32_t nodeId)
00043     : GenericMotor(nodeId, interFaceName)
00044 {
00045     // canId 값 설정
00046     canSendId = 0x600 + nodeId;
00047     canReceiveId = 0x580 + nodeId;
00048 }
00049 
00050 /*void MaxonMotor::addMaxonMotorData(int position){
00051     sendBuffer.push(MaxonMotorData(position));
00052 }*/
```

5.15 PathManager.cpp

```
00001 #include "../include/managers/PathManager.hpp" // 적절한 경로로 변경하세요.
```

```
00002
00003 PathManager::PathManager(SystemState &systemStateRef,
00004                          CanManager &canManagerRef,
00005                          std::map<std::string, std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef)
00006     : systemState(systemStateRef), canManager(canManagerRef), motors(motorsRef)
00007 {
00008 }
00009
00011 /*                            SEND BUFFER TO MOTOR                              */
00013
00014 void PathManager::Motors_sendBuffer()
00015 {
00016     struct can_frame frame;
00017
00018     vector<double> Pi;
00019     vector<double> Vi;
00020
00021     Pi = p.back();
00022     Vi = v.back();
00023
00024     for (auto &entry : motors)
00025     {
00026         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(entry.second))
00027         {
00028             float p_des = Pi[motor_mapping[entry.first]];
00029             float v_des = Vi[motor_mapping[entry.first]];
00030
00031             TParser.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, p_des, v_des, tMotor->Kp,
      tMotor->Kd, 0.0);
00032             entry.second->sendBuffer.push(frame);
00033         }
00034         else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(entry.second))
00035         {
00036             float p_des = Pi[motor_mapping[entry.first]];
00037             MParser.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, p_des);
00038             entry.second->sendBuffer.push(frame);
00039         }
00040     }
00041 }
00042
00044 /*                              SYSTEM FUNCTION                                 */
00046
00047 void PathManager::ApplyDir()
00048 { // CW / CCW에 따른 방향 적용
00049     for (auto &entry : motors)
00050     {
00051         shared_ptr<GenericMotor> motor = entry.second;
00052         standby[motor_mapping[entry.first]] *= motor->cwDir;
00053         backarr[motor_mapping[entry.first]] *= motor->cwDir;
00054         motor_dir[motor_mapping[entry.first]] = motor->cwDir;
00055     }
00056 }
00057
00058 vector<double> PathManager::connect(vector<double> &Q1, vector<double> &Q2, int k, int n)
00059 {
00060     vector<double> Qi;
00061     std::vector<double> A, B;
00062
00063     // Compute A and Bk
00064     for (long unsigned int i = 0; i < Q1.size(); ++i)
00065     {
00066         A.push_back(0.5 * (Q1[i] - Q2[i]));
00067         B.push_back(0.5 * (Q1[i] + Q2[i]));
00068     }
00069
00070     // Compute Qi using the provided formula
00071     for (long unsigned int i = 0; i < Q1.size(); ++i)
00072     {
00073         double val = A[i] * cos(M_PI * k / n) + B[i];
00074         Qi.push_back(val);
00075     }
00076
00077     return Qi;
00078 }
00079
00080 void PathManager::getMotorPos()
00081 {
00082     // 각 모터의 현재위치 값 불러오기 ** CheckMotorPosition 이후에 해야함(변수값을 불러오기만 해서 갱신 필요)
00083     for (auto &entry : motors)
00084     {
00085         c_MotorAngle[motor_mapping[entry.first]] = entry.second->currentPos;
00086         // 각 모터의 현재 위치 출력
00087         cout « "Motor " « entry.first « " current position: " « entry.second->currentPos « "\n";
00088     }
00089 }
00090
```

```
00091 double determinant(double mat[3][3])
00092 { // 행렬의 determinant 계산 함수
00093     return mat[0][0] * (mat[1][1] * mat[2][2] - mat[2][1] * mat[1][2]) -
00094            mat[0][1] * (mat[1][0] * mat[2][2] - mat[2][0] * mat[1][2]) +
00095            mat[0][2] * (mat[1][0] * mat[2][1] - mat[2][0] * mat[1][1]);
00096 }
00097
00098 void inverseMatrix(double mat[3][3], double inv[3][3])
00099 { // 역행렬 계산 함수
00100     double det = determinant(mat);
00101
00102     if (det == 0)
00103     {
00104         std::cerr << "역행렬이 존재하지 않습니다." << std::endl;
00105         return;
00106     }
00107
00108     double invDet = 1.0 / det;
00109
00110     inv[0][0] = (mat[1][1] * mat[2][2] - mat[2][1] * mat[1][2]) * invDet;
00111     inv[0][1] = (mat[0][2] * mat[2][1] - mat[0][1] * mat[2][2]) * invDet;
00112     inv[0][2] = (mat[0][1] * mat[1][2] - mat[0][2] * mat[1][1]) * invDet;
00113
00114     inv[1][0] = (mat[1][2] * mat[2][0] - mat[1][0] * mat[2][2]) * invDet;
00115     inv[1][1] = (mat[0][0] * mat[2][2] - mat[0][2] * mat[2][0]) * invDet;
00116     inv[1][2] = (mat[1][0] * mat[0][2] - mat[0][0] * mat[1][2]) * invDet;
00117
00118     inv[2][0] = (mat[1][0] * mat[2][1] - mat[2][0] * mat[1][1]) * invDet;
00119     inv[2][1] = (mat[2][0] * mat[0][1] - mat[0][0] * mat[2][1]) * invDet;
00120     inv[2][2] = (mat[0][0] * mat[1][1] - mat[1][0] * mat[0][1]) * invDet;
00121 }
00122
00123 void PathManager::iconnect(vector<double> &P0, vector<double> &P1, vector<double> &P2, vector<double>
      &V0, double t1, double t2, double t)
00124 {
00125     vector<double> V1;
00126     vector<double> p_out;
00127     vector<double> v_out;
00128     for (size_t i = 0; i < P0.size(); ++i)
00129     {
00130         if ((P1[i] - P0[i]) / (P2[i] - P1[i]) > 0)
00131             V1.push_back((P2[i] - P0[i]) / t2);
00132         else
00133             V1.push_back(0);
00134
00135         double f = P0[i];
00136         double d = 0;
00137         double e = V0[i];
00138
00139         double M[3][3] = {
00140             {20.0 * pow(t1, 2), 12.0 * t1, 6.0},
00141             {5.0 * pow(t1, 4), 4.0 * pow(t1, 3), 3.0 * pow(t1, 2)},
00142             {pow(t1, 5), pow(t1, 4), pow(t1, 3)}};
00143         double ANS[3] = {0, V1[i] - V0[i], P1[i] - P0[i] - V0[i] * t1};
00144
00145         double invM[3][3];
00146         inverseMatrix(M, invM);
00147         // Multiply the inverse of T with ANS
00148         double tem[3];
00149         for (size_t j = 0; j < 3; ++j)
00150         {
00151             tem[j] = 0;
00152             for (size_t k = 0; k < 3; ++k)
00153             {
00154                 tem[j] += invM[j][k] * ANS[k];
00155             }
00156         }
00157
00158         double a = tem[0];
00159         double b = tem[1];
00160         double c = tem[2];
00161
00162         p_out.push_back(a * pow(t, 5) + b * pow(t, 4) + c * pow(t, 3) + d * pow(t, 2) + e * t + f);
00163         v_out.push_back(5 * a * pow(t, 4) + 4 * b * pow(t, 3) + 3 * c * pow(t, 2) + 3 * d * t + e);
00164     }
00165
00166     p.push_back(p_out);
00167     v.push_back(v_out);
00168 }
00169
00170 vector<double> PathManager::fkfun()
00171 {
00172     vector<double> P;
00173     vector<double> theta(7);
00174     for (auto &motorPair : motors)
00175     {
00176         auto &name = motorPair.first;
```

```
00177         auto &motor = motorPair.second;
00178         if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00179         {
00180             theta[motor_mapping[name]] = tMotor->currentPos * tMotor->cwDir;
00181         }
00182     }
00183     double r1 = R[0], r2 = R[1], l1 = R[2], l2 = R[3];
00184     double r, l;
00185     r = r1 * sin(theta[3]) + r2 * sin(theta[3] + theta[4]);
00186     l = l1 * sin(theta[5]) + l2 * sin(theta[5] + theta[6]);
00187 
00188     P.push_back(0.5 * s * cos(theta[0]) + r * cos(theta[0] + theta[1]));
00189     P.push_back(0.5 * s * sin(theta[0]) + r * sin(theta[0] + theta[1]));
00190     P.push_back(z0 - r1 * cos(theta[3]) - r2 * cos(theta[3] + theta[4]));
00191     P.push_back(0.5 * s * cos(theta[0] + M_PI) + l * cos(theta[0] + theta[2]));
00192     P.push_back(0.5 * s * sin(theta[0] + M_PI) + l * sin(theta[0] + theta[2]));
00193     P.push_back(z0 - l1 * cos(theta[5]) - l2 * cos(theta[5] + theta[6]));
00194 
00195     return P;
00196 }
00197 
00198 vector<double> PathManager::IKfun(vector<double> &P1, vector<double> &P2)
00199 {
00200     // 드럼위치의 중점 각도
00201     double direction = 0.0 * M_PI; //-M_PI / 3.0;
00202 
00203     // 몸통과 팔이 부딪히지 않을 각도 => 36deg
00204     double differ = M_PI / 5.0;
00205 
00206     vector<double> Qf(7);
00207 
00208     double X1 = P1[0], Y1 = P1[1], z1 = P1[2];
00209     double X2 = P2[0], Y2 = P2[1], z2 = P2[2];
00210     double r1 = R[0], r2 = R[1], r3 = R[2], r4 = R[3];
00211 
00212     vector<double> the3(1801);
00213     for (int i = 0; i < 1801; i++)
00214     { // 오른팔 들어올리는 각도 범위 : -90deg ~ 90deg
00215         the3[i] = -M_PI / 2 + (M_PI * i) / 1800;
00216     }
00217 
00218     double zeta = z0 - z2;
00219 
00220     double det_the0, det_the1, det_the2, det_the4, det_the5, det_the6;
00221     double the0_f, the0, the1, the2, the34, the4, the5, the6;
00222     double r, L, Lp, T;
00223     double sol;
00224     double alpha;
00225     bool first = true;
00226 
00227     for (long unsigned int i = 0; i < the3.size(); i++)
00228     {
00229         det_the4 = (z0 - z1 - r1 * cos(the3[i])) / r2;
00230 
00231         if (det_the4 < 1 && det_the4 > -1)
00232         {
00233             the34 = acos((z0 - z1 - r1 * cos(the3[i])) / r2);
00234             the4 = the34 - the3[i];
00235             if (the4 > 0 && the4 < M_PI * 0.75)
00236             { // 오른팔꿈치 각도 범위 : 0 ~ 135deg
00237                 r = r1 * sin(the3[i]) + r2 * sin(the34);
00238 
00239                 det_the1 = (X1 * X1 + Y1 * Y1 - r * r - s * s / 4) / (s * r);
00240                 if (det_the1 < 1 && det_the1 > -1)
00241                 {
00242                     the1 = acos(det_the1);
00243                     if (the1 > 0 && the1 < (M_PI - differ))
00244                     { // 오른팔 돌리는 각도 범위 : 0 ~ 150deg
00245                         alpha = asin(X1 / sqrt(X1 * X1 + Y1 * Y1));
00246                         det_the0 = (s / 4 + (X1 * X1 + Y1 * Y1 - r * r) / s) / sqrt(X1 * X1 + Y1 *
    Y1);
00247                         if (det_the0 < 1 && det_the0 > -1)
00248                         {
00249                             the0 = asin(det_the0) - alpha;
00250 
00251                             L = sqrt(pow(X2 - 0.5 * s * cos(the0 + M_PI), 2) +
00252                                      pow(Y2 - 0.5 * s * sin(the0 + M_PI), 2));
00253                             det_the2 = (X2 + 0.5 * s * cos(the0)) / L;
00254 
00255                             if (det_the2 < 1 && det_the2 > -1)
00256                             {
00257                                 the2 = acos(det_the2) - the0;
00258                                 if (the2 > differ && the2 < M_PI)
00259                                 { // 왼팔 돌리는 각도 범위 : 30deg ~ 180deg
00260                                     Lp = sqrt(L * L + zeta * zeta);
00261                                     det_the6 = (Lp * Lp - r3 * r3 - r4 * r4) / (2 * r3 * r4);
00262                                     if (det_the6 < 1 && det_the6 > -1)
```

```
00263                                       {
00264                                           the6 = acos(det_the6);
00265                                           if (the6 > 0 && the6 < M_PI * 0.75)
00266                                           { // 왼팔꿈치 각도 범위 : 0 ~ 135deg
00267                                               T = (zeta * zeta + L * L + r3 * r3 - r4 * r4) / (r3 * 2);
00268                                               det_the5 = L * L + zeta * zeta - T * T;
00269
00270                                               if (det_the5 > 0)
00271                                               {
00272                                                   sol = T * L - zeta * sqrt(L * L + zeta * zeta - T *
      T);
00273                                                   sol /= (L * L + zeta * zeta);
00274                                                   the5 = asin(sol);
00275                                                   if (the5 > -M_PI / 4 && the5 < M_PI / 2)
00276                                                   { // 왼팔 들어올리는 각도 범위 : -45deg ~ 90deg
00277
00278                                                       if (first || abs(the0 - direction) < abs(the0_f -
      direction))
00279                                                       {
00280                                                           the0_f = the0;
00281                                                           Qf[0] = the0;
00282                                                           Qf[1] = the1;
00283                                                           Qf[2] = the2;
00284                                                           Qf[3] = the3[i];
00285                                                           Qf[4] = the4;
00286                                                           Qf[5] = the5;
00287                                                           Qf[6] = the6;
00288
00289                                                           first = false;
00290                                                       }
00291                                                   }
00292                                               }
00293                                           }
00294                                       }
00295                                   }
00296                               }
00297                           }
00298                       }
00299                   }
00300               }
00301           }
00302       }
00303
00304       if(first){
00305           std::cout « "IKfun Not Solved!!\n";
00306           systemState.main = Main::Pause;
00307       }
00308
00309       for (auto &entry : motors)
00310       {
00311           if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(entry.second))
00312           {
00313               Qf[motor_mapping[entry.first]] *= tMotor->cwDir;
00314           }
00315       }
00316
00317       return Qf;
00318   }
00319
00320   string trimWhitespace(const std::string &str)
00321   {
00322       size_t first = str.find_first_not_of(" \t");
00323       if (std::string::npos == first)
00324       {
00325           return str;
00326       }
00327       size_t last = str.find_last_not_of(" \t");
00328       return str.substr(first, (last - first + 1));
00329   }
00330
00331   void PathManager::getDrummingPosAndAng()
00332   {
00333       for (int j = 0; j < n_inst; ++j)
00334       { // 악기에 맞는 오/왼 손목 위치 및 손목 각도
00335           if (RA[line][j] != 0)
00336           {
00337               P1 = right_inst[j];
00338               r_wrist = wrist[j];
00339               c_R = 1;
00340           }
00341           if (LA[line][j] != 0)
00342           {
00343               P2 = left_inst[j];
00344               l_wrist = wrist[j];
00345               c_L = 1;
00346           }
00347       }
```

```
00348 }
00349
00350 void PathManager::getQ1AndQ2()
00351 {
00352     if (c_R == 0 && c_L == 0)
00353     { // 왼손 & 오른손 안침
00354         Q1 = c_MotorAngle;
00355         if (p_R == 1)
00356         {
00357             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00358             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00359         }
00360         if (p_L == 1)
00361         {
00362             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00363             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00364         }
00365         Q2 = Q1;
00366     }
00367     else
00368     {
00369         Q1 = IKfun(P1, P2);
00370         Q1.push_back(r_wrist);
00371         Q1.push_back(l_wrist);
00372         Q2 = Q1;
00373         if (c_R != 0 && c_L != 0)
00374         { // 왼손 & 오른손 침
00375             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00376             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00377             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
00378             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00379         }
00380         else if (c_L != 0)
00381         { // 왼손만 침
00382             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00383             Q2[4] = Q2[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00384             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00385             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00386             Q2[7] = Q2[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00387             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00388         }
00389         else if (c_R != 0)
00390         { // 오른손만 침
00391             Q1[4] = Q1[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00392             Q1[6] = Q1[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00393             Q2[6] = Q2[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00394             Q1[7] = Q1[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
00395             Q1[8] = Q1[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00396             Q2[8] = Q2[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00397         }
00398         // waist & Arm1 & Arm2는 Q1 ~ Q2 동안 계속 이동
00399         Q1[0] = (Q2[0] + c_MotorAngle[0]) / 2.0;
00400         Q1[1] = (Q2[1] + c_MotorAngle[1]) / 2.0;
00401         Q1[2] = (Q2[2] + c_MotorAngle[2]) / 2.0;
00402         Q1[3] = (Q2[3] + c_MotorAngle[3]) / 2.0;
00403         Q1[5] = (Q2[5] + c_MotorAngle[5]) / 2.0;
00404     }
00405 }
00406
00407 void PathManager::getQ3AndQ4()
00408 {
00409     if (c_R == 0 && c_L == 0)
00410     { // 왼손 & 오른손 안침
00411         Q3 = Q2;
00412         if (p_R == 1)
00413         {
00414             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00415             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00416         }
00417         if (p_L == 1)
00418         {
00419             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00420             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00421         }
00422         Q4 = Q3;
00423     }
00424     else
00425     {
00426         Q3 = IKfun(P1, P2);
00427         Q3.push_back(r_wrist);
00428         Q3.push_back(l_wrist);
00429         Q4 = Q3;
00430         if (c_R != 0 && c_L != 0)
00431         { // 왼손 & 오른손 침
00432             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00433             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00434             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
```

```
00435             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00436         }
00437         else if (c_L != 0)
00438         { // 왼손만 침
00439             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00440             Q4[4] = Q4[4] + ElbowAngle_ready * motor_dir[4];
00441             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_hit * motor_dir[6];
00442             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00443             Q4[7] = Q4[7] + WristAngle_ready * motor_dir[7];
00444             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_hit * motor_dir[8];
00445         }
00446         else if (c_R != 0)
00447         { // 오른손만 침
00448             Q3[4] = Q3[4] + ElbowAngle_hit * motor_dir[4];
00449             Q3[6] = Q3[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00450             Q4[6] = Q4[6] + ElbowAngle_ready * motor_dir[6];
00451             Q3[7] = Q3[7] + WristAngle_hit * motor_dir[7];
00452             Q3[8] = Q3[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00453             Q4[8] = Q4[8] + WristAngle_ready * motor_dir[8];
00454         }
00455         // waist & Arm1 & Arm2는 Q3 ~ Q4 동안 계속 이동
00456         Q3[0] = (Q4[0] + Q2[0]) / 2.0;
00457         Q3[1] = (Q4[1] + Q2[1]) / 2.0;
00458         Q3[2] = (Q4[2] + Q2[2]) / 2.0;
00459         Q3[3] = (Q4[3] + Q2[3]) / 2.0;
00460         Q3[5] = (Q4[5] + Q2[5]) / 2.0;
00461     }
00462 }
00463
00465 /*                                  MAKE PATH                                  */
00467
00468 void PathManager::GetDrumPositoin()
00469 {
00470     getMotorPos();
00471
00472     ifstream inputFile("../include/managers/rT.txt");
00473
00474     if (!inputFile.is_open())
00475     {
00476         cerr « "Failed to open the file."
00477              « "\n";
00478     }
00479
00480     // Read data into a 2D vector
00481     vector<vector<double» inst_xyz(6, vector<double>(8, 0));
00482
00483     for (int i = 0; i < 6; ++i)
00484     {
00485         for (int j = 0; j < 8; ++j)
00486         {
00487             inputFile » inst_xyz[i][j];
00488             if (i == 1 || i == 4)
00489                 inst_xyz[i][j] = inst_xyz[i][j] * 1.0;
00490         }
00491     }
00492
00493     // Extract the desired elements
00494     vector<double> right_B = {0, 0, 0};
00495     vector<double> right_S;
00496     vector<double> right_FT;
00497     vector<double> right_MT;
00498     vector<double> right_HT;
00499     vector<double> right_HH;
00500     vector<double> right_R;
00501     vector<double> right_RC;
00502     vector<double> right_LC;
00503
00504     for (int i = 0; i < 3; ++i)
00505     {
00506         right_S.push_back(inst_xyz[i][0]);
00507         right_FT.push_back(inst_xyz[i][1]);
00508         right_MT.push_back(inst_xyz[i][2]);
00509         right_HT.push_back(inst_xyz[i][3]);
00510         right_HH.push_back(inst_xyz[i][4]);
00511         right_R.push_back(inst_xyz[i][5]);
00512         right_RC.push_back(inst_xyz[i][6]);
00513         right_LC.push_back(inst_xyz[i][7]);
00514     }
00515
00516     vector<double> left_B = {0, 0, 0};
00517     vector<double> left_S;
00518     vector<double> left_FT;
00519     vector<double> left_MT;
00520     vector<double> left_HT;
00521     vector<double> left_HH;
00522     vector<double> left_R;
00523     vector<double> left_RC;
```

```
00524     vector<double> left_LC;
00525
00526     for (int i = 3; i < 6; ++i)
00527     {
00528         left_S.push_back(inst_xyz[i][0]);
00529         left_FT.push_back(inst_xyz[i][1]);
00530         left_MT.push_back(inst_xyz[i][2]);
00531         left_HT.push_back(inst_xyz[i][3]);
00532         left_HH.push_back(inst_xyz[i][4]);
00533         left_R.push_back(inst_xyz[i][5]);
00534         left_RC.push_back(inst_xyz[i][6]);
00535         left_LC.push_back(inst_xyz[i][7]);
00536     }
00537
00538     // Combine the elements into right_inst and left_inst
00539     right_inst = {right_B, right_RC, right_R, right_S, right_HH, right_HH, right_FT, right_MT,
      right_LC, right_HT};
00540     left_inst = {left_B, left_RC, left_R, left_S, left_HH, left_HH, left_FT, left_MT, left_LC,
      left_HT};
00541 }
00542
00543 void PathManager::GetMusicSheet()
00544 {
00546     map<string, int> instrument_mapping = {
00547         {"0", 10}, {"1", 3}, {"2", 6}, {"3", 7}, {"4", 9}, {"5", 4}, {"6", 2}, {"7", 1}, {"8", 8},
      {"11", 3}, {"51", 3}, {"61", 3}, {"71", 3}, {"81", 3}, {"91", 3}};
00548
00549     string score_path = "../include/managers/codeConfession.txt";
00550
00551     ifstream file(score_path);
00552     if (!file.is_open())
00553         cerr « "Error opening file." « endl;
00554
00555     string line;
00556     int lineIndex = 0;
00557     while (getline(file, line))
00558     {
00559         istringstream iss(line);
00560         string item;
00561         vector<string> columns;
00562         while (getline(iss, item, '\t'))
00563         {
00564             item = trimWhitespace(item);
00565             columns.push_back(item);
00566         }
00567
00568         if (lineIndex == 0)
00569         { // 첫번째 행엔 bpm에 대한 정보
00570             bpm = stod(columns[0].substr(4));
00571             cout « "bpm = " « bpm « "\n";
00572         }
00573         else
00574         {
00575             vector<int> inst_arr_R(10, 0), inst_arr_L(10, 0);
00576             time_arr.push_back(stod(columns[1]) * 100 / bpm);
00577
00578             if (columns[2] != "0")
00579                 inst_arr_R[instrument_mapping[columns[2]]] = 1;
00580             if (columns[3] != "0")
00581                 inst_arr_L[instrument_mapping[columns[3]]] = 1;
00582
00583             RF.push_back(stoi(columns[6]) == 1 ? 1 : 0);
00584             LF.push_back(stoi(columns[7]) == 2 ? 1 : 0);
00585
00586             RA.push_back(inst_arr_R);
00587             LA.push_back(inst_arr_L);
00588         }
00589
00590         lineIndex++;
00591     }
00592
00593     file.close();
00594
00595     total = RF.size();
00596 }
00597
00598 void PathManager::PathLoopTask()
00599 {
00600     // 연주 처음 시작할 때 Q1, Q2 계산
00601     if (line == 0)
00602     {
00603         c_R = 0;
00604         c_L = 0;
00605
00606         getDrummingPosAndAng();
00607         getQ1AndQ2();
00608
```

```
00609         p_R = c_R;
00610         p_L = c_L;
00611 
00612         line++;
00613 
00614         p.push_back(c_MotorAngle);
00615         v.push_back({0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0});
00616     }
00617 
00618     c_R = 0;
00619     c_L = 0;
00620 
00621     getDrummingPosAndAng();
00622     getQ3AndQ4();
00623 
00624     p_R = c_R;
00625     p_L = c_L;
00626 
00627     double t1 = time_arr[line - 1];
00628     double t2 = time_arr[line];
00629     double t = 0.005;
00630     int n = round((t1 / 2) / t);
00631     vector<double> V0 = v.back();
00632     for (int i = 0; i < n; i++)
00633     {
00634         iconnect(c_MotorAngle, Q1, Q2, V0, t1 / 2, t1, t * i);
00635         Motors_sendBuffer();
00636     }
00637     V0 = v.back();
00638     for (int i = 0; i < n; i++)
00639     {
00640         iconnect(Q1, Q2, Q3, V0, t1 / 2, (t1 + t2) / 2, t * i);
00641         Motors_sendBuffer();
00642     }
00643     c_MotorAngle = p.back();
00644     Q1 = Q3;
00645     Q2 = Q4;
00646 }
00647 
00648 void PathManager::GetArr(vector<double> &arr)
00649 {
00650     cout « "Get Array...\n";
00651     struct can_frame frame;
00652 
00653     vector<double> Qi;
00654     vector<vector<double» q_setting;
00655 
00656     getMotorPos();
00657 
00658     int n = 800;
00659     for (int k = 0; k < n; ++k)
00660     {
00661         // Make GetBack Array
00662         Qi = connect(c_MotorAngle, arr, k, n);
00663         q_setting.push_back(Qi);
00664 
00665         // Send to Buffer
00666         for (auto &entry : motors)
00667         {
00668             if (std::shared_ptr<TMotor> motor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(entry.second))
00669             {
00670                 float p_des = Qi[motor_mapping[entry.first]];
00671                 TParser.parseSendCommand(*motor, &frame, motor->nodeId, 8, p_des, 0, motor->Kp,
      motor->Kd, 0.0);
00672                 entry.second->sendBuffer.push(frame);
00673             }
00674             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> motor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(entry.second))
00675             {
00676                 float p_des = Qi[motor_mapping[entry.first]];
00677                 MParser.getTargetPosition(*motor, &frame, p_des);
00678                 entry.second->sendBuffer.push(frame);
00679             }
00680         }
00681     }
00682 
00683     c_MotorAngle = Qi;
00684 }
```

5.16 Sensor.cpp

```
00001 #include "../include/usbio/SenSor.hpp"
00002 
```

```
00003 Sensor::Sensor()
00004 {
00005 }
00006
00007 Sensor::~Sensor()
00008 {
00009 }
00010
00011 DWORD Sensor::ReadVal()
00012 {
00013
00014
00015     USBIO_DI_ReadValue(DevNum, &DIValue);
00016
00017     return DIValue;
00018 }
00019
00020 bool Sensor::OpenDeviceUntilSuccess()
00021 {
00022     printf("USB I/O Library Version : %s\n", USBIO_GetLibraryVersion());
00023
00024     while (true)
00025     {
00026         res = USBIO_OpenDevice(DeviceID, BoardID, &DevNum);
00027         if (res == 0)
00028         {
00029             printf("Device opened successfully.\n");
00030             return true;
00031         }
00032         else
00033         {
00034             printf("Open Device failed! Error : 0x%x. Retrying...\n", res);
00035             usleep(100000); // 잠시 대기 후 재시도
00036         }
00037     }
00038
00039     printf("Demo usbio_di DevNum = %d\n", DevNum);
00040
00041     USBIO_ModuleName(DevNum, module_name);
00042
00043     USBIO_GetDITotal(DevNum, &total_di);
00044     printf("%s DI number: %d\n\n", module_name, total_di);
00045 }
00046
00047 void Sensor::closeDevice()
00048 {
00049     res = USBIO_CloseDevice(DevNum);
00050
00051     if (res)
00052     {
00053         printf("close %s with Board iD %d failed! Erro : %d\r\n", module_name, BoardID, res);
00054     }
00055 }
00056
00057 void Sensor::connect()
00058 {
00059     printf("USB I/O Library Version : %s\n", USBIO_GetLibraryVersion());
00060
00061     res = USBIO_OpenDevice(DeviceID, BoardID, &DevNum);
00062     if (res == 0)
00063     {
00064         printf("Device opened successfully.\n");
00065         connected = true;
00066     }
00067     else
00068     {
00069         printf("Open Device failed! Error : 0x%x. Retrying...\n", res);
00070         connected = false;
00071     }
00072
00073     printf("Demo usbio_di DevNum = %d\n", DevNum);
00074
00075     USBIO_ModuleName(DevNum, module_name);
00076
00077     USBIO_GetDITotal(DevNum, &total_di);
00078     printf("%s DI number: %d\n\n", module_name, total_di);
00079 }
```

5.17 TestManager.cpp

```
00001 #include "../include/managers/TestManager.hpp" // 적절한 경로로 변경하세요.
00002
00003 using namespace std;
```

```
00004
00005 TestManager::TestManager(SystemState &systemStateRef, CanManager &canManagerRef, std::map<std::string,
      std::shared_ptr<GenericMotor>> &motorsRef)
00006     : systemState(systemStateRef), canManager(canManagerRef), motors(motorsRef)
00007 {
00008 }
00009
00010 void TestManager::mainLoop()
00011 {
00012     int choice;
00013     canManager.checkAllMotors();
00014     setMaxonMode("CSP");
00015     while (systemState.main == Main::Tune)
00016     {
00017         // 사용자에게 선택지 제공
00018         std::cout << "1: MultiMode\n2: SingleMode\n3: StickMode\n4: Exit\n";
00019         std::cout << "Select mode (1-4): ";
00020         std::cin >> choice;
00021
00022         // 선택에 따라 testMode 설정
00023         switch (choice)
00024         {
00025         case 1:
00026             multiTestLoop();
00027             break;
00028         case 2:
00029             TuningLoopTask();
00030             break;
00031         case 3:
00032             TestStickLoop();
00033             break;
00034         case 4:
00035             systemState.main = Main::Ideal;
00036             break;
00037         default:
00038             std::cout << "Invalid choice. Please try again.\n";
00039             continue;
00040         }
00041     }
00042 }
00043
00045 /*                                  Multi Test Mode                                */
00047
00048 void TestManager::mkArr(vector<string> &motorName, int time, int cycles, int LnR, double amp)
00049 {
00050     struct can_frame frame;
00051
00052     int Kp_fixed = 450;
00053     double Kd_fixed = 4.5;
00054     map<string, bool> TestMotor;
00055     if (LnR == 0) // 양쪽 다 고정
00056     {
00057         for (auto &motorname : motorName)
00058         {
00059             TestMotor[motorname] = false;
00060         }
00061     }
00062     else if (LnR == 1) // 오른쪽만 Test
00063     {
00064         for (auto &motorname : motorName)
00065         {
00066             if (motorname[0] == 'L')
00067                 TestMotor[motorname] = false;
00068             else
00069                 TestMotor[motorname] = true;
00070         }
00071     }
00072     else if (LnR == 2) // 왼쪽만 Test
00073     {
00074         for (auto &motorname : motorName)
00075         {
00076             if (motorname[0] == 'R')
00077                 TestMotor[motorname] = false;
00078             else
00079                 TestMotor[motorname] = true;
00080         }
00081     }
00082     else if (LnR == 3) // 양쪽 다 Test
00083     {
00084         for (auto &motorname : motorName)
00085         {
00086             TestMotor[motorname] = true;
00087         }
00088     }
00089
00090     amp = amp / 180.0 * M_PI; // Degree -> Radian 변경
00091     for (const auto &motorname : motorName)
```

```
00092     {
00093         if (motors.find(motorname) != motors.end())
00094         {
00095             std::cout « motorname « " ";
00096             if (TestMotor[motorname])
00097             { // Test 하는 모터
00098                 std::cout « "Move\n";
00099                 InputData[0] += motorname + ",";
00100                 if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[motorname]))
00101                 {
00102                     int kp = tMotor->Kp;
00103                     double kd = tMotor->Kd;
00104 
00105                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00106                     {
00107                         for (int i = 0; i < time; i++)
00108                         {
00109                             float val = tMotor->currentPos + (1.0 - cos(2.0 * M_PI * i / time)) / 2 *
      amp * tMotor->cwDir;
00110                             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, val, 0, kp,
      kd, 0.0);
00111                             tMotor->sendBuffer.push(frame);
00112                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00113                         }
00114                     }
00115                 }
00116                 else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[motorname]))
00117                 {
00118                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00119                     {
00120                         for (int i = 0; i < time; i++)
00121                         {
00122                             float val = maxonMotor->currentPos + (1.0 - cos(2.0 * M_PI * i / time)) /
      2 * amp * maxonMotor->cwDir;
00123                             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, val);
00124                             maxonMotor->sendBuffer.push(frame);
00125                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00126                         }
00127                     }
00128                 }
00129             }
00130             else
00131             { // Fixed 하는 모터
00132                 std::cout « "Fixed\n";
00133                 InputData[0] += motorname + ",";
00134                 if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[motorname]))
00135                 {
00136                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00137                     {
00138                         for (int i = 0; i < time; i++)
00139                         {
00140                             float val = tMotor->currentPos;
00141                             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, val, 0,
      Kp_fixed, Kd_fixed, 0.0);
00142                             tMotor->sendBuffer.push(frame);
00143                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00144                         }
00145                     }
00146                 }
00147                 else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[motorname]))
00148                 {
00149                     for (int c = 0; c < cycles; c++)
00150                     {
00151                         for (int i = 0; i < time; i++)
00152                         {
00153                             float val = maxonMotor->currentPos;
00154                             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, val);
00155                             maxonMotor->sendBuffer.push(frame);
00156                             InputData[time * c + i + 1] += to_string(val) + ",";
00157                         }
00158                     }
00159                 }
00160             }
00161         }
00162     }
00163 }
00164 
00165 void TestManager::SendLoop()
00166 {
00167     std::cout « "Settig...\n";
00168     struct can_frame frameToProcess;
00169     std::string maxonCanInterface;
00170     std::shared_ptr<GenericMotor> virtualMaxonMotor;
```

```
00171
00172     int maxonMotorCount = 0;
00173     for (const auto &motor_pair : motors)
00174     {
00175         // 각 요소가 MaxonMotor 타입인지 확인
00176         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor_pair.second))
00177         {
00178             maxonMotorCount++;
00179             maxonCanInterface = maxonMotor->interFaceName;
00180             virtualMaxonMotor = motor_pair.second;
00181         }
00182     }
00183     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00184
00185     bool allBuffersEmpty;
00186     do
00187     {
00188         allBuffersEmpty = true;
00189         for (const auto &motor_pair : motors)
00190         {
00191             if (!motor_pair.second->sendBuffer.empty())
00192             {
00193                 allBuffersEmpty = false;
00194                 break;
00195             }
00196         }
00197
00198         if (!allBuffersEmpty)
00199         {
00200             chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00201             chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
00202
00203             if (elapsed_time.count() >= 5000) // 5ms
00204             {
00205                 external = std::chrono::system_clock::now();
00206
00207                 for (auto &motor_pair : motors)
00208                 {
00209                     shared_ptr<GenericMotor> motor = motor_pair.second;
00210                     canManager.sendFromBuff(motor);
00211                 }
00212
00213                 if (maxonMotorCount != 0)
00214                 {
00215                     maxoncmd.getSync(&frameToProcess);
00216                     canManager.txFrame(virtualMaxonMotor, frameToProcess);
00217                 }
00218
00219                 // canManager.readFramesFromAllSockets();
00220                 // canManager.distributeFramesToMotors();
00221             }
00222         }
00223     } while (!allBuffersEmpty);
00224     canManager.clearReadBuffers();
00225 }
00226
00227 void TestManager::multiTestLoop()
00228 {
00229     string userInput;
00230     vector<double> c_deg;
00231     double t = 4.0;
00232     int cycles = 1;
00233     int type = 0b00001;
00234     int LnR = 1;
00235     double amplitude[5] = {30.0, 30.0, 30.0, 30.0, 30.0};
00236
00237     while (systemState.main == Main::Tune)
00238     {
00239         int result = system("clear");
00240         if (result != 0)
00241         {
00242             cerr « "Error during clear screen" « std::endl;
00243         }
00244
00245         string typeDescription;
00246         if ((type | 0b11110) == 0b11111)
00247         {
00248             typeDescription += "Arm3 Turn, ";
00249         }
00250         if ((type | 0b11101) == 0b11111)
00251         {
00252             typeDescription += "Arm2 Turn, ";
00253         }
00254         if ((type | 0b11011) == 0b11111)
00255         {
```

```
00256             typeDescription += "Arm1 Turn, ";
00257         }
00258         if ((type | 0b10111) == 0b11111)
00259         {
00260             typeDescription += "Waist Turn, ";
00261         }
00262         if ((type | 0b01111) == 0b11111)
00263         {
00264             typeDescription += "Wrist Turn, ";
00265         }
00266 
00267         std::string LeftAndRight;
00268         if (LnR == 1)
00269         {
00270             LeftAndRight = "« Right move »\n";
00271         }
00272         else if (LnR == 2)
00273         {
00274             LeftAndRight = "« Left move »\n";
00275         }
00276         else if (LnR == 3)
00277         {
00278             LeftAndRight = "« Left and Right move »\n";
00279         }
00280 
00281         std::cout «
      "-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------\n";
00282         std::cout « "< Current Position >\n";
00283         for (auto &motor : motors)
00284         {
00285             c_deg.push_back(motor.second->currentPos * motor.second->cwDir / M_PI * 180);
00286             std::cout « motor.first « " : " « motor.second->currentPos * motor.second->cwDir / M_PI *
      180 « "deg\n";
00287         }
00288         std::cout « "\n"
00289                   « LeftAndRight;
00290         std::cout « "Type : " « typeDescription « "\n";
00291         std::cout « "Period : " « t « "\n";
00292         std::cout « "Cycles : " « cycles « "\n";
00293         std::cout « "\nAmplitude :\n";
00294         std::cout « "1) Arm3 = " « amplitude[0] « "\n";
00295         std::cout « "2) Arm2 = " « amplitude[1] « "\n";
00296         std::cout « "3) Arm1 = " « amplitude[2] « "\n";
00297         std::cout « "4) Waist = " « amplitude[3] « "\n";
00298         std::cout « "5) Wrist = " « amplitude[4] « "\n";
00299         std::cout «
      "-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------\n";
00300 
00301         std::cout « "[Commands]\n";
00302         std::cout « "[d] : Left and Right | [t] : Type | [p] : Period | [c] : Cycles\n"
00303                   « "[a] : Amplitude | [kp] : Kp | [kd] : Kd | [m] : move | [r] : run | [e] : Exit\n";
00304         std::cout « "Enter Command: ";
00305         std::cin » userInput;
00306 
00307         if (userInput[0] == 'e')
00308         {
00309             systemState.main = Main::Ideal;
00310             break;
00311         }
00312         else if (userInput[0] == 'd')
00313         {
00314             std::cout « "\n[Enter Desired Direction]\n";
00315             std::cout « "1: Right Move\n";
00316             std::cout « "2: Left Move\n";
00317             std::cout « "3: Left and Right Move\n";
00318             std::cout « "\nEnter Path Type (1 or 2 or 3): ";
00319             std::cin » LnR;
00320         }
00321         else if (userInput[0] == 't')
00322         {
00323             int num;
00324             std::cout « "\n[Enter Desired Type]\n";
00325             std::cout « "1: Arm3 Turn ON/OFF\n";
00326             std::cout « "2: Arm2 Turn ON/OFF\n";
00327             std::cout « "3: Arm1 Turn ON/OFF\n";
00328             std::cout « "4: Waist Turn ON/OFF\n";
00329             std::cout « "5: Wrist Turn ON/OFF\n";
00330             std::cout « "\nEnter Path Type (1 or 2 or 3 or 4 or 5): ";
00331             std::cin » num;
00332 
00333             if (num == 1)
00334             {
00335                 type = type ^ 0b00001;
00336             }
00337             else if (num == 2)
00338             {
00339                 type = type ^ 0b00010;
```

```
00340             }
00341             else if (num == 3)
00342             {
00343                 type = type ^ 0b00100;
00344             }
00345             else if (num == 4)
00346             {
00347                 type = type ^ 0b01000;
00348             }
00349             else if (num == 5)
00350             {
00351                 type = type ^ 0b10000;
00352             }
00353         }
00354         else if (userInput[0] == 'p')
00355         {
00356             std::cout << "\nEnter Desired Period : ";
00357             std::cin >> t;
00358         }
00359         else if (userInput[0] == 'c')
00360         {
00361             std::cout << "\nEnter Desired Cycles : ";
00362             std::cin >> cycles;
00363         }
00364         else if (userInput[0] == 'a')
00365         {
00366             int input;
00367             std::cout << "\n[Select Motor]\n";
00368             std::cout << "1: Arm3\n";
00369             std::cout << "2: Arm2\n";
00370             std::cout << "3: Arm1\n";
00371             std::cout << "4: Waist\n";
00372             std::cout << "5: Wrist\n";
00373             std::cout << "\nEnter Desired Motor : ";
00374             std::cin >> input;
00375 
00376             std::cout << "\nEnter Desired Amplitude(degree) : ";
00377             std::cin >> amplitude[input - 1];
00378         }
00379         else if (userInput == "kp")
00380         {
00381             char input;
00382             int kp;
00383             std::cout << "\n[Select Motor]\n";
00384             std::cout << "1: Arm3\n";
00385             std::cout << "2: Arm2\n";
00386             std::cout << "3: Arm1\n";
00387             std::cout << "4: Waist\n";
00388             std::cout << "\nEnter Desired Motor : ";
00389             std::cin >> input;
00390 
00391             if (input == '1')
00392             {
00393                 std::cout << "Arm3's Kp : " << motors["R_arm3"]->Kp << "\n";
00394                 std::cout << "Enter Arm3's Desired Kp : ";
00395                 std::cin >> kp;
00396                 motors["R_arm3"]->Kp = kp;
00397                 // motors["L_arm3"]->Kp = kp;
00398             }
00399             else if (input == '2')
00400             {
00401                 std::cout << "Arm2's Kp : " << motors["R_arm2"]->Kp << "\n";
00402                 std::cout << "Enter Arm2's Desired Kp : ";
00403                 std::cin >> kp;
00404                 motors["R_arm2"]->Kp = kp;
00405                 motors["L_arm2"]->Kp = kp;
00406             }
00407             else if (input == '3')
00408             {
00409                 std::cout << "Arm1's Kp : " << motors["R_arm1"]->Kp << "\n";
00410                 std::cout << "Enter Arm1's Desired Kp : ";
00411                 std::cin >> kp;
00412                 motors["R_arm1"]->Kp = kp;
00413                 motors["L_arm1"]->Kp = kp;
00414             }
00415             else if (input == '4')
00416             {
00417                 std::cout << "Waist's Kp : " << motors["waist"]->Kp << "\n";
00418                 std::cout << "Enter Waist's Desired Kp : ";
00419                 std::cin >> kp;
00420                 motors["waist"]->Kp = kp;
00421             }
00422         }
00423         else if (userInput == "kd")
00424         {
00425             char input;
00426             int kd;
```

```
00427             std::cout « "\n[Select Motor]\n";
00428             std::cout « "1: Arm3\n";
00429             std::cout « "2: Arm2\n";
00430             std::cout « "3: Arm1\n";
00431             std::cout « "4: Waist\n";
00432             std::cout « "\nEnter Desired Motor : ";
00433             std::cin » input;
00434 
00435             if (input == '1')
00436             {
00437                 std::cout « "Arm3's Kd : " « motors["R_arm3"]->Kd « "\n";
00438                 std::cout « "Enter Arm3's Desired Kd : ";
00439                 std::cin » kd;
00440                 motors["R_arm3"]->Kd = kd;
00441                 // motors["L_arm3"]->Kd = kd;
00442             }
00443             else if (input == '2')
00444             {
00445                 std::cout « "Arm2's Kd : " « motors["R_arm2"]->Kd « "\n";
00446                 std::cout « "Enter Arm2's Desired Kd : ";
00447                 std::cin » kd;
00448                 motors["R_arm2"]->Kd = kd;
00449                 motors["L_arm2"]->Kd = kd;
00450             }
00451             else if (input == '3')
00452             {
00453                 std::cout « "Arm1's Kd : " « motors["R_arm1"]->Kd « "\n";
00454                 std::cout « "Enter Arm1's Desired Kd : ";
00455                 std::cin » kd;
00456                 motors["R_arm1"]->Kd = kd;
00457                 motors["L_arm1"]->Kd = kd;
00458             }
00459             else if (input == '4')
00460             {
00461                 std::cout « "Waist's Kd : " « motors["waist"]->Kd « "\n";
00462                 std::cout « "Enter Waist's Desired Kd : ";
00463                 std::cin » kd;
00464                 motors["waist"]->Kd = kd;
00465             }
00466         } /*
00467          else if (userInput[0] == 'm')
00468          {
00469              while (true)
00470              {
00471                  string input;
00472                  double deg;
00473                  cout « "\n[Move to]\n";
00474                  int i = 0;
00475                  for (auto &motor : motors)
00476                  {
00477                      cout « i + 1 « " - " « motor.first « " : " « c_deg[i] « "deg\n";
00478                      i++;
00479                  }
00480                  cout « "m - Move\n";
00481                  cout « "e - Exit\n";
00482                  cout « "\nEnter Desired Option : ";
00483                  cin » input;
00484 
00485                  if (input[0] == 'e')
00486                  {
00487                      break;
00488                  }
00489                  else if (input[0] == 'm')
00490                  {
00491                      // 움직이는 함수 작성
00492                      // 나중에 이동할 위치 값 : c_deg * motor.second->cwDir / 180 * M_PI
00493                      break;
00494                  }
00495                  else
00496                  {
00497                      cout « "\nEnter Desired Degree : ";
00498                      cin » deg;
00499                      c_deg[stoi(input) - 1] = deg;
00500                  }
00501              }
00502          }*/
00503         else if (userInput[0] == 'r')
00504         {
00505             TestArr(t, cycles, type, LnR, amplitude);
00506         }
00507     }
00508 }
00509 
00510 void TestManager::TestArr(double t, int cycles, int type, int LnR, double amp[])
00511 {
00512     std::cout « "Test Start!!\n";
00513 
```

```
00514     int time = t / 0.005;
00515     std::vector<std::string> SmotorName;
00516     InputData.clear();
00517     InputData.resize(time * cycles + 1);
00518 
00519     SmotorName = {"waist"};
00520     if ((type | 0b10111) == 0b11111) // Turn Waist
00521         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[3]);
00522     else
00523         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00524 
00525     SmotorName = {"R_arm1", "L_arm1"};
00526     if ((type | 0b11011) == 0b11111) // Turn Arm1
00527         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[2]);
00528     else
00529         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00530 
00531     SmotorName = {"R_arm2", "L_arm2"};
00532     if ((type | 0b11101) == 0b11111) // Turn Arm2
00533         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[1]);
00534     else
00535         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00536 
00537     SmotorName = {"R_arm3", "L_arm3"};
00538     if ((type | 0b11110) == 0b11111) // Turn Arm3
00539         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[0]);
00540     else
00541         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00542 
00543     SmotorName = {"R_wrist", "L_wrist", "maxonForTest"};
00544     if ((type | 0b01111) == 0b11111) // Turn Wrist
00545         mkArr(SmotorName, time, cycles, LnR, amp[4]);
00546     else
00547         mkArr(SmotorName, time, cycles, 0, 0);
00548 
00549     // TXT 파일 열기
00550     string FileNamein = "../../READ/test_in.txt";
00551     ofstream csvFileIn(FileNamein);
00552     if (!csvFileIn.is_open())
00553     {
00554         std::cerr << "Error opening TXT file." << std::endl;
00555     }
00556 
00557     // TXT 파일 입력
00558     for (auto &data : InputData)
00559     {
00560         csvFileIn << data << "\n";
00561     }
00562 
00563     // CSV 파일 닫기
00564     csvFileIn.close();
00565     std::cout << "연주 txt_InData 파일이 생성되었습니다: " << FileNamein << std::endl;
00566 
00567     SendLoop();
00568 
00569     parse_and_save_to_csv("../../READ/test_out.txt");
00570 }
00571 
00572 void TestManager::parse_and_save_to_csv(const std::string &csv_file_name)
00573 {
00574     // CSV 파일 열기. 파일이 없으면 새로 생성됩니다.
00575     std::ofstream ofs(csv_file_name, std::ios::app);
00576     if (!ofs.is_open())
00577     {
00578         std::cerr << "Failed to open or create the CSV file: " << csv_file_name << std::endl;
00579         return;
00580     }
00581 
00582     // 파일이 새로 생성되었으면 CSV 헤더를 추가
00583     ofs.seekp(0, std::ios::end);
00584     if (ofs.tellp() == 0)
00585     {
00586         ofs << "CAN_ID,p_act,tff_des,tff_act\n";
00587     }
00588 
00589     // 각 모터에 대한 처리
00590     for (const auto &pair : motors)
00591     {
00592         auto &motor = pair.second;
00593         if (!motor->recieveBuffer.empty())
00594         {
00595             can_frame frame = motor->recieveBuffer.front();
00596             motor->recieveBuffer.pop();
00597 
00598             int id = motor->nodeId;
00599             float position, speed, torque;
00600 
```

```
00601             // TMotor 또는 MaxonMotor에 따른 데이터 파싱 및 출력
00602             if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00603             {
00604                 std::tuple<int, float, float, float> parsedData =
      tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
00605                 position = std::get<1>(parsedData);
00606                 speed = std::get<2>(parsedData);
00607                 torque = std::get<3>(parsedData);
00608             }
00609             else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00610             {
00611                 std::tuple<int, float, float> parsedData = maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor,
      &frame);
00612                 position = std::get<1>(parsedData);
00613                 torque = std::get<2>(parsedData);
00614                 speed = 0.0;
00615             }
00616
00617             // 데이터 CSV 파일에 쓰기
00618             ofs << "0x" << std::hex << std::setw(4) << std::setfill('0') << id << ","
00619                 << std::dec << position << "," << speed << "," << torque << "\n";
00620         }
00621     }
00622
00623     ofs.close();
00624     std::cout << "연주 txt_OutData 파일이 생성되었습니다: " << csv_file_name << std::endl;
00625 }
00626
00628 /*                                Single Test Mode                              */
00630
00631 void TestManager::FixMotorPosition(std::shared_ptr<GenericMotor> &motor)
00632 {
00633     struct can_frame frame;
00634
00635     canManager.checkConnection(motor);
00636
00637     if (std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motor))
00638     {
00639         tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, motor->nodeId, 8, motor->currentPos, 0, 250, 1,
      0);
00640         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00641         {
00642             std::cout << "Position fixed for motor [" << motor->nodeId << "]." << std::endl;
00643         }
00644         else
00645         {
00646             std::cerr << "Failed to fix position for motor [" << motor->nodeId << "]." << std::endl;
00647         }
00648     }
00649     else if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motor))
00650     {
00651         maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, motor->currentPos);
00652         if (canManager.sendAndRecv(motor, frame))
00653         {
00654             std::cout << "Position fixed for motor [" << motor->nodeId << "]." << std::endl;
00655         }
00656         else
00657         {
00658             std::cerr << "Failed to fix position for motor [" << motor->nodeId << "]." << std::endl;
00659         }
00660     }
00661 }
00662
00663 void TestManager::TuningTmotor(float kp, float kd, float sine_t, const std::string selectedMotor, int
      cycles, float peakAngle, int pathType)
00664 {
00665     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00666
00667     std::stringstream ss;
00668     ss << std::fixed << std::setprecision(2); // 소수점 둘째 자리까지만
00669     ss << "kp_" << kp << "_kd_" << kd << "_Hz_" << 1 / sine_t;
00670     std::string parameter = ss.str();
00671
00672     // CSV 파일명 설정
00673     std::string FileName1 = "../../READ/" + parameter + "_in.txt";
00674
00675     // CSV 파일 열기
00676     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
00677
00678     if (!csvFileIn.is_open())
00679     {
00680         std::cerr << "Error opening CSV file." << std::endl;
00681     }
00682
00683     // 헤더 추가
00684     csvFileIn << "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
```

```
00685
00686     // CSV 파일명 설정
00687     std::string FileName2 = "../../READ/" + parameter + "_out.txt";
00688
00689     // CSV 파일 열기
00690     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
00691
00692     if (!csvFileOut.is_open())
00693     {
00694         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
00695     }
00696
00697     // 헤더 추가
00698     csvFileOut « "CAN_ID,p_act,v_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
00699
00700     struct can_frame frame;
00701
00702     float peakRadian = peakAngle * M_PI / 180.0; // 피크 각도를 라디안으로 변환
00703     float amplitude = peakRadian;
00704
00705     float sample_time = 0.005;
00706     int max_samples = static_cast<int>(sine_t / sample_time);
00707     float v_des = 0, p_des = 0;
00708     float tff_des = 0;
00709     float p_act, v_act, tff_act;
00710     std::shared_ptr<TMotor> tMotor = std::dynamic_pointer_cast<TMotor>(motors[selectedMotor]);
00711     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
00712     for (int cycle = 0; cycle < cycles; cycle++)
00713     {
00714         for (int i = 0; i < max_samples; i++)
00715         {
00716             float time = i * sample_time;
00717
00718             if ((int)tMotor->nodeId == 7)
00719             {
00720                 csvFileIn « std::dec « p_des « "0,0,0,0,0,0,0,0";
00721             }
00722             else
00723             {
00724                 for (int i = 0; i < (int)tMotor->nodeId; i++)
00725                 {
00726                     csvFileIn « "0,";
00727                 }
00728                 csvFileIn « std::dec « p_des « ",";
00729                 for (int i = 0; i < (8 - (int)tMotor->nodeId); i++)
00730                 {
00731                     csvFileIn « "0,";
00732                 }
00733             }
00734
00735             float local_time = std::fmod(time, sine_t);
00736             if (pathType == 1) // 1-cos 경로
00737             {
00738                 p_des = amplitude * (1 - cosf(2 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00739             }
00740             else if (pathType == 2) // 1-cos 및 -1+cos 결합 경로
00741             {
00742                 if (local_time < sine_t / 2)
00743                     p_des = amplitude * (1 - cosf(4 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00744                 else
00745                     p_des = amplitude * (-1 + cosf(4 * M_PI * (local_time - sine_t / 2) / sine_t)) /
      2;
00746             }
00747
00748             tmotorcmd.parseSendCommand(*tMotor, &frame, tMotor->nodeId, 8, p_des, v_des, kp, kd,
      tff_des);
00749             csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « tMotor->nodeId;
00750
00751             while (1)
00752             {
00753                 chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00754                 chrono::microseconds elapsed_time =
      chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal - external);
00755                 if (elapsed_time.count() >= 5000)
00756                 {
00757                     external = std::chrono::system_clock::now();
00758                     if (canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame))
00759                     {
00760                         std::tuple<int, float, float, float> result =
      tmotorcmd.parseRecieveCommand(*tMotor, &frame);
00761
00762                         p_act = std::get<1>(result);
00763                         v_act = std::get<2>(result);
00764                         tff_act = std::get<3>(result);
00765                         // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
00766                         csvFileOut « ',' « std::dec « p_act « ',' « v_act « ',' « tff_act « '\n';
00767                         break;
```

```
00768                     }
00769                 }
00770             }
00771             csvFileIn « "\n";
00772         }
00773     }
00774     csvFileIn.close();
00775     csvFileOut.close();
00776 }
00777
00778 void TestManager::TuningMaxonCSP(float sine_t, const std::string selectedMotor, int cycles, float
      peakAngle, int pathType)
00779 {
00780
00781     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
00782     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_in.txt";
00783
00784     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
00785
00786     if (!csvFileIn.is_open())
00787     {
00788         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
00789     }
00790
00791     // 헤더 추가
00792     csvFileIn « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
00793
00794     // CSV 파일명 설정
00795     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_out.txt";
00796
00797     // CSV 파일 열기
00798     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
00799
00800     if (!csvFileOut.is_open())
00801     {
00802         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
00803     }
00804     csvFileOut « "CAN_ID,p_act,v_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
00805
00806     struct can_frame frame;
00807
00808     float peakRadian = peakAngle * M_PI / 180.0; // 피크 각도를 라디안으로 변환
00809     float amplitude = peakRadian;
00810
00811     float sample_time = 0.005;
00812     int max_samples = static_cast<int>(sine_t / sample_time);
00813     float p_des = 0;
00814     float p_act;
00815     // float tff_des = 0,v_des = 0;
00816     float tff_act;
00817
00818     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
00819     for (int cycle = 0; cycle < cycles; cycle++)
00820     {
00821         for (int i = 0; i < max_samples; i++)
00822         {
00823             float time = i * sample_time;
00824
00825             for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
00826             {
00827                 csvFileIn « "0,";
00828             }
00829             csvFileIn « std::dec « p_des « ",";
00830             for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
00831             {
00832                 csvFileIn « "0,";
00833             }
00834
00835             float local_time = std::fmod(time, sine_t);
00836             if (pathType == 1) // 1-cos 경로
00837             {
00838                 p_des = amplitude * (1 - cosf(2 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00839             }
00840             else if (pathType == 2) // 1-cos 및 -1+cos 결합 경로
00841             {
00842                 if (local_time < sine_t / 2)
00843                     p_des = amplitude * (1 - cosf(4 * M_PI * local_time / sine_t)) / 2;
00844                 else
00845                     p_des = amplitude * (-1 + cosf(4 * M_PI * (local_time - sine_t / 2) / sine_t)) /
      2;
00846             }
00847
00848             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, p_des);
00849             csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « maxonMotor->nodeId;
00850
00851             chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
```

```
00852             while (1)
00853             {
00854                 chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
00855                 chrono::microseconds elapsed_time =
    chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal - external);
00856                 if (elapsed_time.count() >= 5000)
00857                 {
00858
00859                     ssize_t bytesWritten = write(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName),
    &frame, sizeof(struct can_frame));
00860                     if (bytesWritten == -1)
00861                     {
00862                         std::cerr << "Failed to write to socket for interface: " <<
    maxonMotor->interFaceName << std::endl;
00863                         std::cerr << "Error: " << strerror(errno) << " (errno: " << errno << ")" <<
    std::endl;
00864                     }
00865                     canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
00866
00867                     maxoncmd.getSync(&frame);
00868                     canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
00869
00870                     if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
00871                     {
00872                         while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
00873                         {
00874                             frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
00875                             if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
00876                             {
00877                                 std::tuple<int, float, float> result =
    maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
00878
00879                                 p_act = std::get<1>(result);
00880                                 tff_act = std::get<2>(result);
00881                                 // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
00882                                 csvFileOut << ',' << std::dec << p_act << ", ," << tff_act << '\n';
00883                                 break;
00884                             }
00885                             motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
00886                         }
00887                     }
00888                 }
00889             }
00890             csvFileIn << "\n";
00891         }
00892     }
00893     csvFileIn.close();
00894     csvFileOut.close();
00895 }
00896
00897 void TestManager::TuningLoopTask()
00898 {
00899     for (auto motor_pair : motors)
00900     {
00901         FixMotorPosition(motor_pair.second);
00902     }
00903
00904     std::string userInput, selectedMotor, fileName;
00905     float kp, kd, peakAngle;
00906     float sine_t = 4.0;
00907     int cycles = 2, pathType, controlType, des_vel, des_tff, direction;
00908
00909     selectedMotor = motors.begin()->first;
00910
00911     InitializeParameters(selectedMotor, kp, kd, peakAngle, pathType, controlType, des_vel, des_tff,
    direction);
00912     while (true)
00913     {
00914         int result = system("clear");
00915         if (result != 0)
00916         {
00917             std::cerr << "Error during clear screen" << std::endl;
00918         }
00919
00920         std::string pathTypeDescription;
00921         if (pathType == 1)
00922         {
00923             pathTypeDescription = "1: 1 - cos (0 -> peak -> 0)";
00924         }
00925         else if (pathType == 2)
00926         {
00927             pathTypeDescription = "2: 1 - cos & cos - 1 (0 -> peak -> 0 -> -peak -> 0)";
00928         }
00929
00930         std::string controlTypeDescription;
00931         if (controlType == 1)
00932         {
```

```
00933             controlTypeDescription = "CSP";
00934
00935             setMaxonMode("CSP");
00936         }
00937         else if (controlType == 2)
00938         {
00939             controlTypeDescription = "CSV";
00940
00941             setMaxonMode("CSV");
00942         }
00943         else if (controlType == 3)
00944         {
00945             controlTypeDescription = "CST";
00946
00947             setMaxonMode("CST");
00948         }
00949         else if (controlType == 4)
00950         {
00951             controlTypeDescription = "Drum Test";
00952         }
00953
00954         std::string directionDescription;
00955         if (direction == 1)
00956         {
00957             directionDescription = "CW";
00958         }
00959         else if (direction == 2)
00960         {
00961             directionDescription = "CCW";
00962         }
00963
00964         std::cout « "================ Tuning Menu ================\n";
00965         std::cout « "Available Motors:\n";
00966
00967         for (const auto &motor_pair : motors)
00968         {
00969             std::cout « " - " « motor_pair.first « "\n";
00970         }
00971         bool isMaxonMotor;
00972         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]))
00973         {
00974             isMaxonMotor = true;
00975         }
00976         else
00977         {
00978             isMaxonMotor = false;
00979         }
00980
00981         std::cout « "-------------------------------------------\n";
00982         std::cout « "Selected Motor: " « selectedMotor « "\n";
00983         if (!isMaxonMotor)
00984         {
00985             std::cout « "Kp: " « kp « " | Kd: " « kd « "\n";
00986         }
00987         else
00988         {
00989             std::cout « "Control Type : " « controlTypeDescription;
00990             std::cout « " | Vel [rpm]: " « des_vel « " | Des Torque: " « des_tff * 31.052 / 1000 «
      "[mNm]"
00991                       « "\n";
00992         };
00993         std::cout « "Sine Period: " « sine_t « " | Cycles: " « cycles « " | Hz: " « 1 / sine_t « "\n";
00994         std::cout « "Peak Angle: " « peakAngle « " | Path Type [Pos]: " « pathTypeDescription « "\n";
00995         std::cout « "Direction: " « directionDescription « "\n";
00996         std::cout « "\nCommands:\n";
00997         if (!isMaxonMotor)
00998         {
00999             std::cout « "[a]: kp | [b]: kd |";
01000         }
01001         else
01002         {
01003             std::cout « "[a]: des_vel | [b]: des_tff | [c]: Control |\n";
01004         }
01005         std::cout « "[d]: Select Motor | [e]: Peak | [f]: Path\n";
01006         std::cout « "[g]: Period | [h]: Cycles | [i]: Run \n";
01007         if (isMaxonMotor)
01008         {
01009             std::cout « "[k]: Direction | ";
01010         }
01011         std::cout « "[j]: Exit\n";
01012         std::cout « "===========================================\n";
01013         std::cout « "Enter Command: ";
01014         std::cin » userInput;
01015         std::transform(userInput.begin(), userInput.end(), userInput.begin(), ::tolower);
01016
01017         if (userInput[0] == 'j')
```

```
01018         {
01019             break;
01020         }
01021         else if (userInput[0] == 'd')
01022         {
01023             while (true)
01024             {
01025                 std::cout << "Enter the name of the motor to tune: ";
01026                 std::cin >> selectedMotor;
01027                 if (motors.find(selectedMotor) != motors.end())
01028                 {
01029                     InitializeParameters(selectedMotor, kp, kd, peakAngle, pathType, controlType,
      des_vel, des_tff, direction);
01030                     break;
01031                 }
01032                 else
01033                 {
01034                     std::cout << "Invalid motor name. Please enter a valid motor name.\n";
01035                 }
01036             }
01037         }
01038         else if (userInput == "k" && isMaxonMotor)
01039         {
01040             std::cout << "Enter Desired Direction: ";
01041             std::cout << "1: Clock Wise\n";
01042             std::cout << "2: Counter Clock Wise\n";
01043             std::cout << "Enter Path Type (1 or 2): ";
01044             std::cin >> direction;
01045 
01046             if (direction != 1 && direction != 2)
01047             {
01048                 std::cout << "Invalid direction type. Please enter 1 or 2.\n";
01049                 pathType = 1;
01050             }
01051 
01052             std::cin >> direction;
01053         }
01054         else if (userInput == "a" && !isMaxonMotor)
01055         {
01056             std::cout << "Enter Desired Kp: ";
01057             std::cin >> kp;
01058         }
01059         else if (userInput == "b" && !isMaxonMotor)
01060         {
01061             std::cout << "Enter Desired Kd: ";
01062             std::cin >> kd;
01063         }
01064         else if (userInput == "a" && isMaxonMotor)
01065         {
01066             std::cout << "Enter Desired Velocity: ";
01067             std::cin >> des_vel;
01068         }
01069         else if (userInput == "b" && isMaxonMotor)
01070         {
01071             std::cout << "Enter Desired Torque: ";
01072             std::cout << "-100 [unit] = -3.1052 [mNm]\n";
01073             std::cin >> des_tff;
01074         }
01075         else if (userInput == "e")
01076         {
01077             std::cout << "Enter Desired Peak Angle: ";
01078             std::cin >> peakAngle;
01079         }
01080         else if (userInput == "f")
01081         {
01082             std::cout << "Select Path Type:\n";
01083             std::cout << "1: 1 - cos (0 -> peak -> 0)\n";
01084             std::cout << "2: 1 - cos & cos - 1 (0 -> peak -> 0 -> -peak -> 0)\n";
01085             std::cout << "Enter Path Type (1 or 2): ";
01086             std::cin >> pathType;
01087 
01088             if (pathType != 1 && pathType != 2)
01089             {
01090                 std::cout << "Invalid path type. Please enter 1 or 2.\n";
01091                 pathType = 1;
01092             }
01093         }
01094         else if (userInput[0] == 'g')
01095         {
01096             std::cout << "Enter Desired Sine Period: ";
01097             std::cin >> sine_t;
01098         }
01099         else if (userInput[0] == 'h')
01100         {
01101             std::cout << "Enter Desired Cycles: ";
01102             std::cin >> cycles;
01103         }
```

```
01104         else if (userInput == "c" && isMaxonMotor)
01105         {
01106             std::cout << "Select Control Type:\n";
01107             std::cout << "1: Cyclic Synchronous Position Mode (CSP)\n";
01108             std::cout << "2: Cyclic Synchronous Velocity Mode (CSV)\n";
01109             std::cout << "3: Cyclic Synchronous Torque Mode (CST)\n";
01110             std::cout << "4: Maxon Drum Test (CSP)\n";
01111             std::cout << "Enter Path Type (1 or 2 or 3 or 4): ";
01112             std::cin >> controlType;
01113 
01114             if (controlType != 1 && controlType != 2 && controlType != 3 && controlType != 4)
01115             {
01116                 std::cout << "Invalid path type. Please enter 1 or 2 or 3 or 4.\n";
01117                 controlType = 1;
01118             }
01119         }
01120         else if (userInput[0] == 'i')
01121         {
01122             if (!isMaxonMotor) // Tmotor일 경우
01123             {
01124                 TuningTmotor(kp, kd, sine_t, selectedMotor, cycles, peakAngle, pathType);
01125             }
01126             else // MaxonMotor일 경우
01127             {
01128                 if (controlType == 1)
01129                 {
01130 
01131                     TuningMaxonCSP(sine_t, selectedMotor, cycles, peakAngle, pathType);
01132                 }
01133                 else if (controlType == 2)
01134                 {
01135                     TuningMaxonCSV(selectedMotor, des_vel, direction);
01136                 }
01137                 else if (controlType == 3)
01138                 {
01139 
01140                     TuningMaxonCST(selectedMotor, des_tff, direction);
01141                 }
01142                 else if (controlType == 4)
01143                 {
01144                     //
01145                 }
01146             }
01147         }
01148     }
01149 }
01150 
01151 void TestManager::InitializeParameters(const std::string selectedMotor, float &kp, float &kd, float
      &peakAngle, int &pathType, int &controlType, int &des_vel, int &des_tff, int &direction)
01152 {
01153     if (selectedMotor == "waist")
01154     {
01155         kp = 200.0;
01156         kd = 1.0;
01157         peakAngle = 30;
01158         pathType = 2;
01159         des_vel = 0;
01160         des_tff = 0;
01161     }
01162     else if (selectedMotor == "R_arm1" || selectedMotor == "L_arm1" ||
01163              selectedMotor == "R_arm2" || selectedMotor == "R_arm3" ||
01164              selectedMotor == "L_arm2" || selectedMotor == "L_arm3")
01165     {
01166         kp = 50.0; // 예시 값, 실제 필요한 값으로 조정
01167         kd = 1.0;  // 예시 값, 실제 필요한 값으로 조정
01168         peakAngle = 90;
01169         pathType = 1;
01170         des_vel = 0;
01171         des_tff = 0;
01172     }
01173     else if (selectedMotor == "L_wrist" || selectedMotor == "R_wrist" || selectedMotor ==
      "maxonForTest")
01174     {
01175         peakAngle = 90;
01176         pathType = 1;
01177         controlType = 1;
01178         direction = 1;
01179         des_vel = 0;
01180         des_tff = 0;
01181     }
01182     else if (selectedMotor == "maxonForTest")
01183     {
01184         peakAngle = 90;
01185         pathType = 1;
01186         controlType = 3;
01187         direction = -1;
01188         des_vel = 0;
```

```
01189         des_tff = 500;
01190     }
01191 }
01192
01193 void TestManager::TuningMaxonCSV(const std::string selectedMotor, int des_vel, int direction)
01194 {
01195     des_vel = des_vel * 35;
01196
01197     if (direction == 1)
01198         des_vel *= 1;
01199     else
01200         des_vel *= -1;
01201
01202     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
01203     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_csv_in.txt";
01204
01205     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
01206
01207     if (!csvFileIn.is_open())
01208     {
01209         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01210     }
01211
01212     // 헤더 추가
01213     csvFileIn « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
01214
01215     // CSV 파일명 설정
01216     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_csv_out.txt";
01217
01218     // CSV 파일 열기
01219     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
01220
01221     if (!csvFileOut.is_open())
01222     {
01223         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01224     }
01225     csvFileOut « "CAN_ID,pos_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
01226
01227     struct can_frame frame;
01228
01229     float p_act, tff_act;
01230     char input = 'a';
01231     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
01232
01233     for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
01234     {
01235         csvFileIn « "0,";
01236     }
01237     csvFileIn « std::dec « des_vel « ",";
01238     for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
01239     {
01240         csvFileIn « "0,";
01241     }
01242
01243     maxoncmd.getTargetVelocity(*maxonMotor, &frame, des_vel);
01244
01245     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
01246     while (1)
01247     {
01248
01249         if (kbhit())
01250         {
01251             input = getchar();
01252         }
01253
01254         if (input == 'q')
01255             continue;
01256         else if (input == 'e')
01257             break;
01258
01259         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
01260         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
01261         if (elapsed_time.count() >= 5000)
01262         {
01263
01264             ssize_t bytesWritten = write(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName), &frame,
      sizeof(struct can_frame));
01265             if (bytesWritten == -1)
01266             {
01267                 std::cerr « "Failed to write to socket for interface: " « maxonMotor->interFaceName «
      std::endl;
01268                 std::cerr « "Error: " « strerror(errno) « " (errno: " « errno « ")" « std::endl;
01269             }
01270
01271             maxoncmd.getSync(&frame);
```

```
01272             bytesWritten = write(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName), &frame,
      sizeof(struct can_frame));
01273             if (bytesWritten == -1)
01274             {
01275                 std::cerr « "Failed to write to socket for interface: " « maxonMotor->interFaceName «
      std::endl;
01276                 std::cerr « "Error: " « strerror(errno) « " (errno: " « errno « ")" « std::endl;
01277             }
01278             ssize_t bytesRead = read(canManager.sockets.at(maxonMotor->interFaceName), &frame,
      sizeof(struct can_frame));
01279
01280             if (bytesRead == -1)
01281             {
01282                 std::cerr « "Failed to read from socket for interface: " « maxonMotor->interFaceName «
      std::endl;
01283                 return;
01284             }
01285             else
01286             {
01287
01288                 std::tuple<int, float, float> result = maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor,
      &frame);
01289
01290                 p_act = std::get<1>(result);
01291                 tff_act = std::get<2>(result);
01292                 // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
01293                 csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') « maxonMotor->nodeId;
01294                 csvFileOut « ',' « std::dec « p_act « ", ," « tff_act « '\n';
01295             }
01296         }
01297     }
01298
01299     csvFileIn.close();
01300     csvFileOut.close();
01301 }
01302
01303 void TestManager::TuningMaxonCST(const std::string selectedMotor, int des_tff, int direction)
01304 {
01305     if (direction == 1)
01306         des_tff *= 1;
01307     else
01308         des_tff *= -1;
01309
01310     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
01311     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_in.txt";
01312
01313     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
01314
01315     if (!csvFileIn.is_open())
01316     {
01317         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01318     }
01319
01320     // 헤더 추가
01321     csvFileIn « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
01322
01323     // CSV 파일명 설정
01324     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_out.txt";
01325
01326     // CSV 파일 열기
01327     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
01328
01329     if (!csvFileOut.is_open())
01330     {
01331         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01332     }
01333     csvFileOut « "CAN_ID,pos_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
01334
01335     struct can_frame frame;
01336
01337     float p_act, tff_act;
01338     char input = 'a';
01339     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
01340
01341     for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
01342     {
01343         csvFileIn « "0,";
01344     }
01345     csvFileIn « std::dec « des_tff « ",";
01346     for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
01347     {
01348         csvFileIn « "0,";
01349     }
01350     bool reachedDrum = false;
01351     bool waitForEInput = false;
01352     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
```

```
01353     while (1)
01354     {
01355
01356         if (kbhit())
01357         {
01358             input = getchar();
01359             if (input == 'e' && waitForEInput) // waitForEInput이 true일 때만 'e' 입력 처리
01360             {
01361                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
01362                 canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01363                 break;
01364             }
01365         }
01366
01367         if (waitForEInput)
01368         {
01369             // 'e' 입력을 기다리는 동안 다른 작업을 하지 않음
01370             continue;
01371         }
01372
01373         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
01374         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
01375         if (elapsed_time.count() >= 5000)
01376         {
01377
01378             maxoncmd.getTargetTorque(*maxonMotor, &frame, des_tff);
01379             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01380
01381             maxoncmd.getSync(&frame);
01382             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01383
01384             if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01385             {
01386                 while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01387                 {
01388                     frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01389                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01390                     {
01391                         std::tuple<int, float, float> result =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
01392
01393                         p_act = std::get<1>(result);
01394                         tff_act = std::get<2>(result);
01395                         // tff_des = kp * (p_des - p_act) + kd * (v_des - v_act);
01396                         csvFileOut << "0x" << std::hex << std::setw(4) << std::setfill('0') <<
      maxonMotor->nodeId;
01397                         csvFileOut << ',' << std::dec << p_act << "," << tff_act << '\n';
01398
01399                         // 임계 토크 값을 체크하고, 조건을 충족하면 반대 방향으로 토크 주기
01400                         if (abs(tff_act) > 18)
01401                         {
01402                             des_tff = 100;
01403                             reachedDrum = true;
01404                         }
01405
01406                         // 특정 각도에 도달했는지 확인하는 조건
01407                         if (p_act > -0.5 && reachedDrum)
01408                         {
01409                             maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
01410                             canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01411
01412                             canManager.checkConnection(motors[selectedMotor]);
01413                             maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame,
      motors[selectedMotor]->currentPos);
01414                             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01415                             maxoncmd.getSync(&frame);
01416                             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01417                             if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01418                             {
01419                                 while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01420                                 {
01421                                     frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01422                                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01423                                     {
01424                                         std::cout << "This is My stick!! \n";
01425                                     }
01426                                     motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01427                                 }
01428                             }
01429
01430                             waitForEInput = true; // 'e' 입력 대기 상태로 전환
01431                             std::cout << "Waiting for 'e' input...\n";
01432                         }
01433                     }
01434                     if (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01435                     {
```

```
01436                         motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01437                     }
01438                 }
01439             }
01440         }
01441     }
01442
01443     csvFileIn.close();
01444     csvFileOut.close();
01445 }
01446
01447 void TestManager::setMaxonMode(std::string targetMode)
01448 {
01449     struct can_frame frame;
01450     canManager.setSocketsTimeout(0, 10000);
01451     for (const auto &motorPair : motors)
01452     {
01453         std::string name = motorPair.first;
01454         std::shared_ptr<GenericMotor> motor = motorPair.second;
01455         if (std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motorPair.second))
01456         {
01457             if (targetMode == "CSV")
01458             {
01459                 maxoncmd.getCSVMode(*maxonMotor, &frame);
01460                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01461             }
01462             else if (targetMode == "CST")
01463             {
01464                 maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
01465                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01466             }
01467             else if (targetMode == "HMM")
01468             {
01469                 maxoncmd.getHomeMode(*maxonMotor, &frame);
01470                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01471             }
01472             else if (targetMode == "CSP")
01473             {
01474                 maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
01475                 canManager.sendAndRecv(motor, frame);
01476             }
01477         }
01478     }
01479 }
01480
01481 int TestManager::kbhit()
01482 {
01483     struct termios oldt, newt;
01484     int ch;
01485     int oldf;
01486
01487     tcgetattr(STDIN_FILENO, &oldt);
01488     newt = oldt;
01489     newt.c_lflag &= ~(ICANON | ECHO);
01490     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &newt);
01491     oldf = fcntl(STDIN_FILENO, F_GETFL, 0);
01492     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf | O_NONBLOCK);
01493
01494     ch = getchar();
01495
01496     tcsetattr(STDIN_FILENO, TCSANOW, &oldt);
01497     fcntl(STDIN_FILENO, F_SETFL, oldf);
01498
01499     if (ch != EOF)
01500     {
01501         ungetc(ch, stdin);
01502         return 1;
01503     }
01504
01505     return 0;
01506 }
01507
01509 /*                                  Stick Test Mode                              */
01511
01512 void TestManager::TestStickLoop()
01513 {
01514
01515     std::string userInput;
01516     std::string selectedMotor = "maxonForTest";
01517     float des_tff = 0;
01518     float posThreshold = 1.57; // 위치 임계값 초기화
01519     float tffThreshold = 18;   // 토크 임계값 초기화
01520     int backTorqueUnit = 150;
01521     for (auto motor_pair : motors)
01522     {
01523         FixMotorPosition(motor_pair.second);
```

```
01524     }
01525
01526     while (true)
01527     {
01528
01529         int result = system("clear");
01530         if (result != 0)
01531         {
01532             std::cerr << "Error during clear screen" << std::endl;
01533         }
01534
01535         std::cout << "================ Tuning Menu ================\n";
01536         std::cout << "Available Motors for Stick Mode:\n";
01537         for (const auto &motor_pair : motors)
01538         {
01539             if (motor_pair.first == "maxonForTest")
01540                 std::cout << " - " << motor_pair.first << "\n";
01541         }
01542
01543         bool isMaxonMotor = std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]) != nullptr;
01544         if (!isMaxonMotor)
01545             break;
01546
01547         std::cout << "-------------------------------------------\n";
01548         std::cout << "Selected Motor: " << selectedMotor << "\n";
01549
01550         std::cout << "Des Torque: " << des_tff * 31.052 / 1000 << "[mNm]\n";
01551         std::cout << "Torque Threshold: " << tffThreshold << " [mNm]\n"; // 현재 토크 임계값 출력
01552         std::cout << "Position Threshold: " << posThreshold << " [rad]\n";
01553         std::cout << "Back Torque: " << backTorqueUnit * 31.052 / 1000 << " [mNm]\n";
01554         std::cout << "\nCommands:\n";
01555         std::cout << "[a]: des_tff | [b]: Direction | [c]: Back Torque\n";
01556         std::cout << "[d]: Set Torque Threshold [e]: Set Position Threshold \n";
01557         std::cout << "[f]: Run | [g]: Exit\n";
01558         std::cout << "===========================================\n";
01559         std::cout << "Enter Command: ";
01560         std::cin >> userInput;
01561         std::transform(userInput.begin(), userInput.end(), userInput.begin(), ::tolower);
01562
01563         if (userInput[0] == 'g')
01564         {
01565             break;
01566         }
01567
01568         else if (userInput == "c")
01569         {
01570             std::cout << "Enter Desired [Back] Torque In Unit: ";
01571             std::cout << "100 [unit] = 3.1052 [mNm]\n";
01572             std::cin >> backTorqueUnit;
01573         }
01574         else if (userInput == "a" && isMaxonMotor)
01575         {
01576             std::cout << "Enter Desired Torque In Unit: ";
01577             std::cout << "-100 [unit] = -3.1052 [mNm]\n";
01578             std::cin >> des_tff;
01579         }
01580         else if (userInput == "d" && isMaxonMotor)
01581         {
01582             std::cout << "Enter Desired Torque Threshold: ";
01583             std::cout << "-100 [unit] = -3.1052 [mNm]\n";
01584             std::cin >> tffThreshold;
01585         }
01586         else if (userInput == "e" && isMaxonMotor)
01587         {
01588             std::cout << "Enter Desired Position Threshold: ";
01589             std::cin >> posThreshold;
01590         }
01591         else if (userInput[0] == 'f' && isMaxonMotor)
01592         {
01593             TestStick(selectedMotor, des_tff, tffThreshold, posThreshold, backTorqueUnit);
01594         }
01595     }
01596 }
01597
01598 void TestManager::TestStick(const std::string selectedMotor, int des_tff, float tffThreshold, float
      posThreshold, int backTorqueUnit)
01599 {
01600
01601     canManager.setSocketsTimeout(0, 50000);
01602     std::string FileName1 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_in.txt";
01603
01604     std::ofstream csvFileIn(FileName1);
01605
01606     if (!csvFileIn.is_open())
01607     {
01608         std::cerr << "Error opening CSV file." << std::endl;
01609     }
```

```
01610
01611     // Input File
01612     csvFileIn « "0x007,0x001,0x002,0x003,0x004,0x005,0x006,0x008,0x009\n";
01613     std::string FileName2 = "../../READ/" + selectedMotor + "_cst_out.txt";
01614     std::ofstream csvFileOut(FileName2);
01615
01616     if (!csvFileOut.is_open())
01617     {
01618         std::cerr « "Error opening CSV file." « std::endl;
01619     }
01620     csvFileOut « "CAN_ID,pos_act,tff_act\n"; // CSV 헤더
01621
01622     struct can_frame frame;
01623
01624     float p_act, tff_act;
01625
01626     std::shared_ptr<MaxonMotor> maxonMotor =
      std::dynamic_pointer_cast<MaxonMotor>(motors[selectedMotor]);
01627
01628     for (int i = 0; i < (int)maxonMotor->nodeId - 1; i++)
01629     {
01630         csvFileIn « "0,";
01631     }
01632     csvFileIn « std::dec « des_tff « ",";
01633     for (int i = 0; i < (9 - (int)maxonMotor->nodeId); i++)
01634     {
01635         csvFileIn « "0,";
01636     }
01637     bool reachedDrum = false;
01638     bool motorFixed = false;
01639
01640     chrono::system_clock::time_point external = std::chrono::system_clock::now();
01641     bool motorModeSet = false;
01642
01643     float positionValues[4] = {0}; // 포지션 값 저장을 위한 정적 배열
01644     int posIndex = 0;              // 현재 포지션 값 인덱스
01645
01646     while (1)
01647     {
01648
01649         if (!motorModeSet)
01650         {
01651             maxoncmd.getCSTMode(*maxonMotor, &frame);
01652             canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01653             motorModeSet = true; // 모터 모드 설정 완료
01654         }
01655         if (motorFixed)
01656         {
01657             break;
01658         }
01659
01660         chrono::system_clock::time_point internal = std::chrono::system_clock::now();
01661         chrono::microseconds elapsed_time = chrono::duration_cast<chrono::microseconds>(internal -
      external);
01662         if (elapsed_time.count() >= 5000)
01663         {
01664
01665             maxoncmd.getTargetTorque(*maxonMotor, &frame, des_tff);
01666             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01667
01668             maxoncmd.getSync(&frame);
01669             canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01670
01671             if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01672             {
01673                 while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01674                 {
01675                     frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01676                     if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01677                     {
01678                         std::tuple<int, float, float> result =
      maxoncmd.parseRecieveCommand(*maxonMotor, &frame);
01679
01680                         p_act = std::get<1>(result);
01681                         tff_act = std::get<2>(result);
01682                         csvFileOut « "0x" « std::hex « std::setw(4) « std::setfill('0') «
      maxonMotor->nodeId;
01683                         csvFileOut « ',' « std::dec « p_act « "," « tff_act « '\n';
01684
01685                         positionValues[posIndex % 4] = p_act;
01686                         posIndex++;
01687
01688                         if (!reachedDrum && dct_fun(positionValues, 0))
01689                         {
01690                             des_tff = backTorqueUnit;
01691                             reachedDrum = true;
01692                         }
```

```
01693
01694                           // 특정 각도에 도달했는지 확인하는 조건
01695                           if (p_act > posThreshold && reachedDrum)
01696                           {
01697                               maxoncmd.getCSPMode(*maxonMotor, &frame);
01698                               canManager.sendAndRecv(motors[selectedMotor], frame);
01699
01700                               maxoncmd.getTargetPosition(*maxonMotor, &frame, p_act);
01701                               canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01702                               maxoncmd.getSync(&frame);
01703                               canManager.txFrame(motors[selectedMotor], frame);
01704                               if (canManager.recvToBuff(motors[selectedMotor], canManager.maxonCnt))
01705                               {
01706                                   while (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01707                                   {
01708                                       frame = motors[selectedMotor]->recieveBuffer.front();
01709                                       if (frame.can_id == maxonMotor->rxPdoIds[0])
01710                                       {
01711                                           motorFixed = true;
01712                                       }
01713                                       motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01714                                   }
01715                               }
01716                           }
01717                       }
01718                       if (!motors[selectedMotor]->recieveBuffer.empty())
01719                       {
01720                           motors[selectedMotor]->recieveBuffer.pop();
01721                       }
01722                   }
01723               }
01724           }
01725       }
01726
01727       csvFileIn.close();
01728       csvFileOut.close();
01729   }
01730
01731   bool TestManager::dct_fun(float positions[], float vel_th)
01732   {
01733       // 포지션 배열에서 각각의 값을 추출합니다.
01734       float the_k = positions[3]; // 가장 최신 값
01735       float the_k_1 = positions[2];
01736       float the_k_2 = positions[1];
01737       float the_k_3 = positions[0]; // 가장 오래된 값
01738
01739       float ang_k = (the_k + the_k_1) / 2;
01740       float ang_k_1 = (the_k_1 + the_k_2) / 2;
01741       float ang_k_2 = (the_k_2 + the_k_3) / 2;
01742       float vel_k = ang_k - ang_k_1;
01743       float vel_k_1 = ang_k_1 - ang_k_2;
01744
01745       if (vel_k > vel_k_1 && vel_k > vel_th && ang_k < 0.1 * M_PI)
01746           return true;
01747       else if (ang_k < -0.25 * M_PI)
01748           return true;
01749       else
01750           return false;
01751   }
```

Index