ROBIT_ROS2_HW(1일차~3일차 보고서)

- 로빛 19기 예비단원 김근형

1일차 과제

1. **turtlesim CLI 제어 패키지 제작(패키지명 turtlesim_cli)**

- 기능
  - 터미널모 모드 설정 기능
  - 조종모드
  - 배경색 설정 모드
  - 거북이 모양 설정

    ⇒ 거북이 모양 바꾸는 기능을 구현하지 못하였다.
  - pen 설정 모드

주요 멤버 변수

각각의 기능을 수행할 때 필요한 ROS2 퍼블리셔, 클라이언트 객체들이 클래스 내에서 지속적으로 접근 가능하도록 하기 위함이다.

1. control_publisher_
   - `geometry_msgs::msg::Twist` 메시지 타입의 퍼블리셔로, 터틀의 속도와 방향을 제어하기 위한 명령을 퍼블리싱한다.
2. set_pen_client_
   - `turtlesim::srv::SetPen` 서비스 클라이언트로, 펜의 색상이나 두께 등을 설정하기 위해 사용된다.
3. clear_client_
   - `std_srvs::srv::Empty` 타입의 서비스 클라이언트로, 배경을 지우는 서비스 호출을 할 때 사용된다.
4. spawn_client_
   - `turtlesim::srv::Spawn` 서비스 클라이언트로, 새 터틀을 추가할 때 사용된다.
5. kill_client_
   - `turtlesim::srv::Kill` 서비스 클라이언트로, 특정 터틀을 종료하거나 삭제할 때 사용된다.
6. available_shapes_
   - 터틀이 사용할 수 있는 다양한 모양을 정의한 `std::vector`입니다. 각 요소는 이름과 모양에 대한 정보의 쌍으로 구성된다.

```
auto parameter_client = std::make_shared<rclcpp::AsyncParametersClient>(this-
    if (parameter_client->wait_for_service(std::chrono::seconds(5))) {
        parameter_client->set_parameters({
```

```
            rclcpp::Parameter("background_r", r),
            rclcpp::Parameter("background_g", g),
            rclcpp::Parameter("background_b", b)
        });

        auto request = std::make_shared<std_srvs::srv::Empty::Request>();
        auto result = clear_client_->async_send_request(request);

        if (rclcpp::spin_until_future_complete(this->shared_from_this(), resu
            std::cout << "배경 색 변경\n";
        }
    }
```

`auto request` :

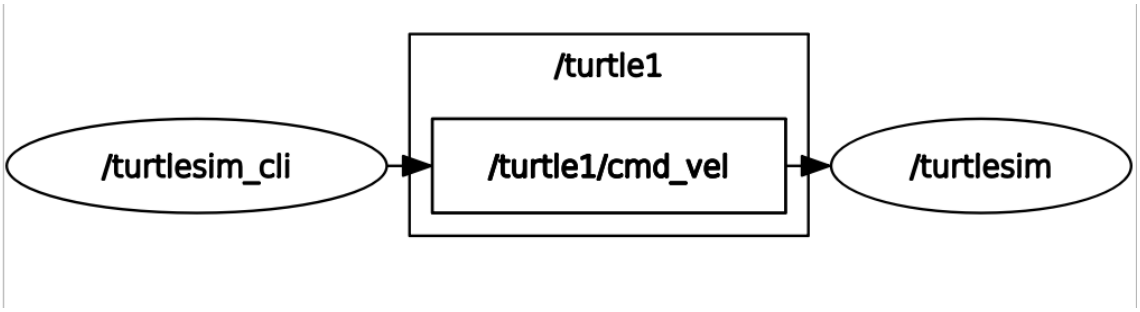
`std_srvs::srv::Empty::Request` 타입의 요청 객체를 생성하는 코드

`std_srvs::srv::Empty`:

ROS 2에서 사용하는 기본적인 서비스 메시지 타입으로, 요청 데이터가 필요 없는 경우 사용

`std::make_shared<std_srvs::srv::Empty::Request>()`는 `std_srvs::srv::Empty::Request`의 빈 요청 객체를 생성하고, 이를 공유 포인터(`std::shared_ptr`)로 반환

`request` 객체는 이후 `clear_client_->async_send_request(request)`에 전달되어 `clear` 서비스를 호출할 때 사용됩니다.

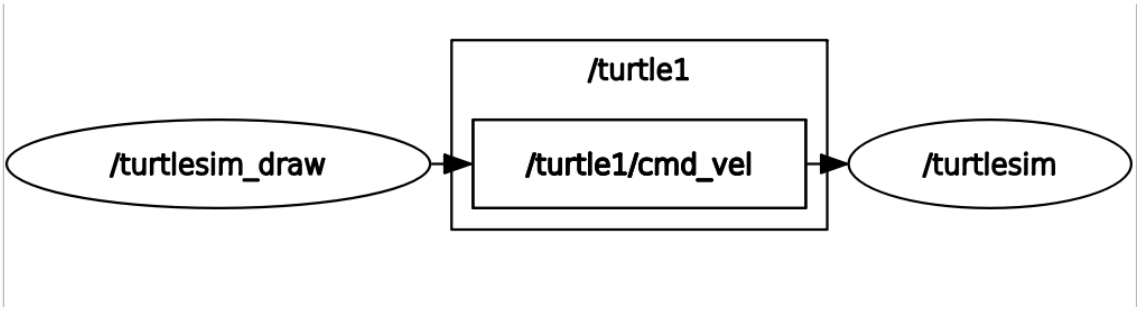


2. **turtlesim으로 그림그리기(패키지명 turtlesim_draw)**

- 기능
  - CLI 입출력을 통해 옵션 설정
  - 삼각형, 원, 사각형 선택
  - 크기 선택
  - pen 색상, 굵기 선택

1번 과제를 바탕으로 2번 과제를 진행하였다.

`draw_shape()`로 도형 선택 → `square()`, `circle()`, `triangle()` 함수를 통해 도형을 그렸다.



3. **demo_node_cpp변경(패키지명 chatter_cli)**

- 기능
  - 노드 2개(talker, listener), 패키지 한개
  - talker 노드에서 터미널로 퍼블리쉬 할 std_msgs/String의 값 입력 받기
  - 입력받은 내용 퍼블리쉬
  - std_msgs/Int64 사용해서 몇번째 퍼블리쉬 인지 따로 퍼블리쉬
  - listener 노드에서 talker 노드에서 퍼블리쉬 한 토픽 2개 서브스크라이브 후 터미널로 출력
  - 토픽명 /chatter_cli, /chatter_count 로 고정

- listener

클래스 정의: `Listener` 클래스는 `rclcpp::Node`를 상속받는다. 이 클래스는 ROS 노드로 동작하며 퍼블리셔로부터 메시지를 수신하는 기능을 한다.

```
rclcpp::Subscription<std_msgs::msg::String>::SharedPtr subscription_;
```

`Listener` 클래스가 `std_msgs::msg::String` 타입의 메시지를 구독하기 위한 구독자 객체를 가리키는 `subscription_` 이라는 스마트 포인터를 선언

```
subscription_ = this->create_subscription<std_msgs::msg::String>(
    "chatter_cli", 10, std::bind(&Listener::messageCallback, this, std::place
```

`"chatter_cli”` 라는 토픽을 구독하기 위해 `create_subscription` 메서드를 사용하여 구독자(subscriber)를 생성 `std_msgs::msg::String` 타입의 메시지를 수신하며, 수신된 메시지를 처리하기 위해 `Listener` 클래스의 멤버 함수 `messageCallback`을 콜백 함수로 설정

```
RCLCPP_INFO(this->get_logger(), "Subscribed: \"%s\", \"%ld\"", latest_message
```

`Listener` 노드가 구독한 메시지와 해당 메시지의 카운트 값을 로그로 출력

- talker

```
Talker::Talker() : Node("talker")
{
  publisher_ = this->create_publisher<std_msgs::msg::String>("chatter_cli", 1
  count_publisher_ = this->create_publisher<std_msgs::msg::Int64>("chatter_co
}
```

`Node("talker")`: `Talker`라는 이름으로 노드를 초기화

`publisher_`: `std_msgs::msg::String` 메시지를 퍼블리시할 퍼블리셔를 생성하며, 퍼블리시할 토픽은 `"chatter_cli"` 이다.

`count_publisher_`: `std_msgs::msg::Int64` 메시지를 퍼블리시할 퍼블리셔를 생성하며, 퍼블리시 횟수를 퍼블리시할 토픽은 `"chatter_count"` 이다.

```
void Talker::publishMessage(const std::string &message)
{
  auto msg = std_msgs::msg::String();
  msg.data = message;
  publisher_->publish(msg);  // "chatter_cli" 토픽으로 메시지 퍼블리시

  // 퍼블리시 횟수 증가
  publish_count_++;

  // 퍼블리시 횟수를 Int64 형식으로 생성하여 퍼블리시
  auto count_msg = std_msgs::msg::Int64();
  count_msg.data = publish_count_;
  RCLCPP_INFO(this->get_logger(), "Publishing : \"%s\", \"%ld\"", message.c_s
  count_publisher_->publish(count_msg);  // "chatter_count" 토픽으로 퍼블리시
}
```

`msg` 객체에 전달받은 `message`를 담아 `"chatter_cli"` 토픽으로 퍼블리시한다.

`count_msg`에 `publish_count_` 값을 담아 `"chatter_count"` 토픽으로 퍼블리시한다.

- main

```
auto talker = std::make_shared<Talker>();
auto listener = std::make_shared<Listener>();
```

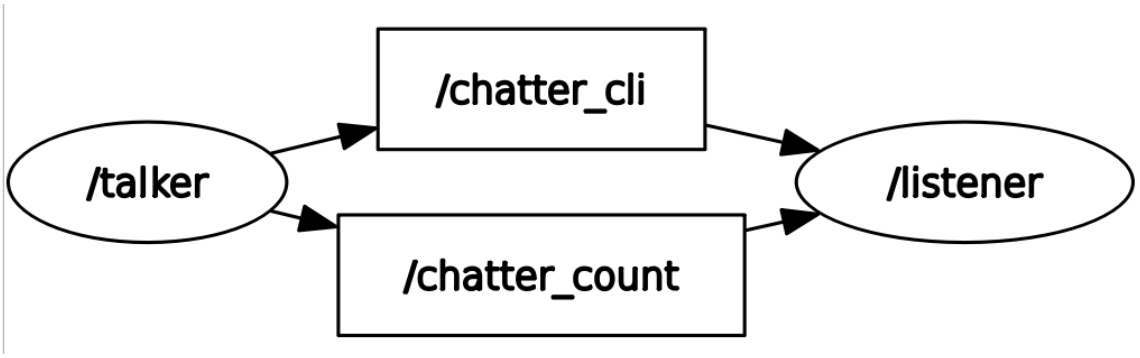
`talker`와 `listener`두 개의 노드 생성

```
std::thread listener_thread([&]() {
    rclcpp::spin(listener);file:///home/kgh/Pictures/Screenshots/Screenshot%2
});
```

`Listener` 노드를 별도의 스레드에서 `spin` 시켜 메시지를 계속 수신하고 처리하도록 한다.

스레드를 사용해 `Listener`를 독립적으로 실행함으로써 `main` 함수에서 `Talker`를 통한 메시지 퍼블리싱 작업과 병행해서 작동하게 한다.

- spin 함수란
  - 노드가 실행되는 동안 메시지나 서비스 요청, 타이머 이벤트가 발생할 때까지 기다린다.
  - 이벤트가 발생하면, 해당 메시지나 요청을 처리하기 위해 등록된 콜백 함수를 호출한다.



2일차 과제

qnode.cpp와 qnode.hpp를 생성한 이유

- ROS 노드를 Qt에 통합하기 위함이다.
- `QNode` 클래스는 Qt의 이벤트 루프와 ROS의 `spin` 함수를 관리하여 두 시스템이 원활하게 작동하도록한다.

Qt signal-Slot

- `QNode` 클래스는 ROS 콜백에서 발생하는 이벤트를 Qt의 `signal`로 전달하고, 이를 GUI에서 `slot`으로 처리할 수 있도록 한다.

1. **QT GUI ros 패키지로 turtlesim 조종**

- 기능
  - 1일차 1번, 2번 기능 전부 포함
  - QPushButton 사용
  - cmd_vel 값 gui출력

⇒ turtle 모양 바꾸는 것은 구현하지 못하였다.

- qnode

```
class QNode : public QThread {
    Q_OBJECT // Qt의 시그널과 슬롯을 사용하기 위해 필요
public:
    QNode(); // 생성자
    ~QNode(); // 소멸자

protected:
    void run(); // 스레드에서 실행할 메서드
};
```

`QThread`를 상속받음으로써, ROS의 이벤트 루프와 메시지 처리 작업을 효과적으로 분리한다.

```
Q_SIGNALS: // Qt 시그널 정의
    void rosShutDown(); // ROS 종료 시그널
    void cmdVelUpdated(double linear_x, double angular_z); // 속도 업데이트 시그
```

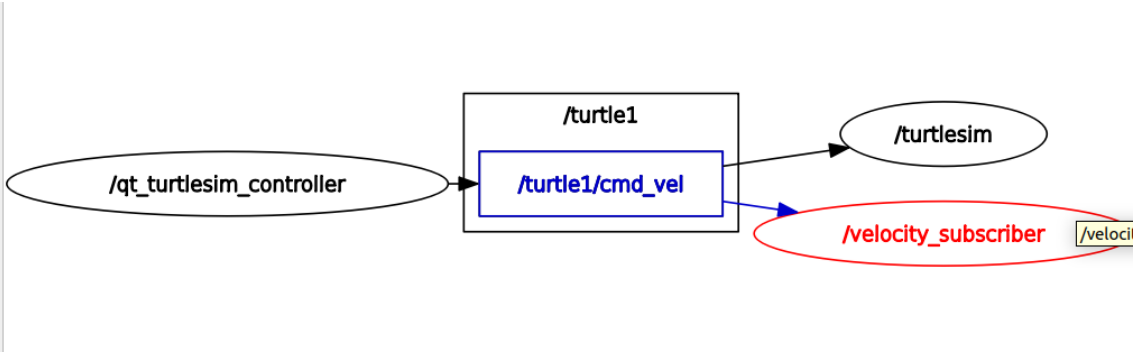
`QNode` 클래스는 Qt의 시그널/슬롯 메커니즘을 활용하여 이벤트 기반으로 한다.

`cmdVelUpdated` 는 `geometry_msgs::msg::Twist` 메시지를 통해 거북이의 속도가 업데이트될 때 호출된다.

```
// cmd_vel 구독 관련 설정
cmd_vel_subscription = node->create_subscription<geometry_msgs::msg::Twist>(
    "/turtle1/cmd_vel",      // 토픽 이름
    10,                      // 큐 사이즈
    [this](geometry_msgs::msg::Twist::SharedPtr msg) { // 콜백 함수
        emit cmdVelUpdated(msg->linear.x, msg->angular.z);
    }
);
```

`emit`은 C++의 Qt 프레임워크에서 시그널을 발생시키는 데 사용

`emit cmdVelUpdated(linear, angular);`는 `cmdVelUpdated` 시그널을 발생시키며, 이 시그널은 `linear`와 `angular` 값을 전달



2. **QT로 string입력 받아 버튼 눌러 talker/listener 노드 제작**

- 기능
  - 버튼 눌러서 퍼블리시
  - 서브스크라이브 하면 라벨값 변경

```
auto ros_executor = std::make_shared<rclcpp::executors::SingleThreadedExecuto
ros_executor->add_node(mainWindow.talker_node);  // mainWindow 내의 talker_nod
ros_executor->add_node(mainWindow.listener_node); // mainWindow 내의 listener_
std::thread ros_thread([&]() { ros_executor->spin(); });
```

`std::make_shared<rclcpp::executors::SingleThreadedExecutor>()`

- `SingleThreadedExecutor`는 ROS 2의 executor로, 여러 노드를 단일 스레드에서 실행하도록 설정
- `make_shared`는 객체의 메모리를 관리하는 스마트 포인터를 생성합니다. 이 방법은 성능과 안전성을 개선하는 데 유리하다.

`add_node(mainWindow.talker_node)`

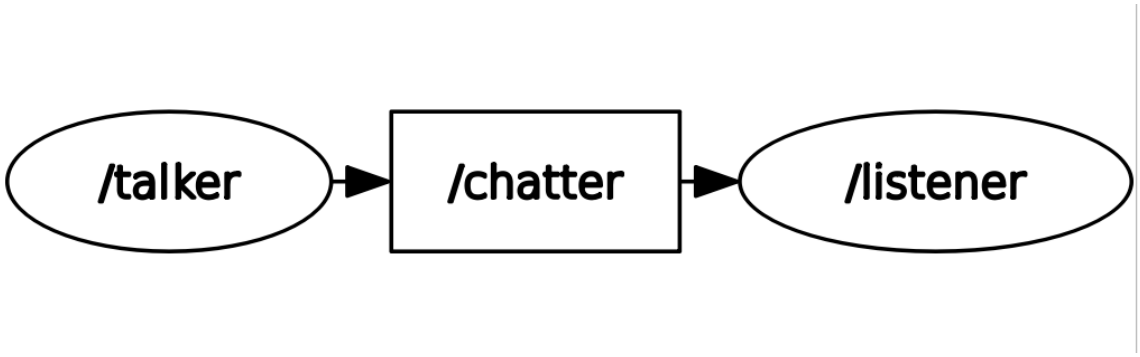
- `mainWindow.talker_node`를 ROS executor에 추가한다. 이렇게 함으로써 `talker` 노드가 ROS의 메시지 발행 시스템에 등록되고, 발행된 메시지를 수신하는 것이 가능해진다.
- `talker_node`는 메시지를 생성하고 특정 주제(`"chatter"`)에 퍼블리시하는 기능을 담당

`add_node(mainWindow.listener_node)`

- `Listener` 노드를 executor에 추가한다. `listener_node`는 `"chatter"` 주제에서 메시지를 수신한다.
- `Talker` 노드가 퍼블리시한 메시지를 `Listener` 노드가 수신할 수 있다.

스레드 생성

- `std::thread`를 사용하여 새로운 스레드를 생성한다. 이 스레드는 `ros_executor->spin()` 함수를 실행한다.



3일차 과제

1. **QT gui 이미지 출력**

- 기능
  - image_recongnition → usb_camera 패키지 활용하여 카메라 데이터 ROS 토픽으로 서브스크라이브
  - QLabel에 이미지 출력. QLabel 사이즈 640x480으로 고정
  - QPixmap 활용하여 이미지 데이터 해상도에 상관없이 640x480 크기인 QLabel에 출력. 이미지 원본 비율 유지할 것

- qnode

```
void QNode::imageCallback(const sensor_msgs::msg::Image::SharedPtr msg)
{
  try
  {
    // ROS 이미지 메시지를 OpenCV 이미지로 변환
    cv::Mat cv_image = cv_bridge::toCvCopy(msg, "bgr8")->image;
    // 데이터를 복사하여 QImage로 변환
    QImage qimage = QImage(cv_image.data, cv_image.cols, cv_image.rows, cv_im
```

```
    Q_EMIT imageReceived(qimage);  // QImage로 변환된 이미지를 시그널로 전송
  }
  catch (cv_bridge::Exception& e)
  {
    std::cerr << "cv_bridge exception: " << e.what() << std::endl;  // 콘솔에
  }
}
```

이미지 변환:

- `cv_bridge::toCvCopy(msg, "bgr8")`를 사용하여 ROS 이미지 메시지를 OpenCV의 `cv::Mat` 형식으로 변환한다. 여기서 `"bgr8"`은 이미지의 색상 포맷을 지정한다.
- OpenCV의 `cv::Mat` 데이터를 `QImage`로 변환하여 GUI에서 사용할 수 있게 한다.

시그널 발행:

- 변환된 `QImage` 객체를 `imageReceived` 시그널로 발행하여, GUI에서 이미지 업데이트를 처리할 수 있도록 한다.

cv::Mat

⇒ 다차원 배열을 표현할 수 있는 데이터 구조

```
void MainWindow::updateImage(const QImage &image)
{
  if (QThread::currentThread() == this->thread())
  {
    QPixmap pixmap = QPixmap::fromImage(image).scaled(ui->label->size(), Qt::
    ui->label->setPixmap(pixmap);
  }
  else
  {
    QMetaObject::invokeMethod(this, [this, image]()
    {
      QPixmap pixmap = QPixmap::fromImage(image).scaled(ui->label->size(), Qt
      ui->label->setPixmap(pixmap);
    }, Qt::QueuedConnection);
  }
}
```

`QThread::currentThread() == this->thread()`:

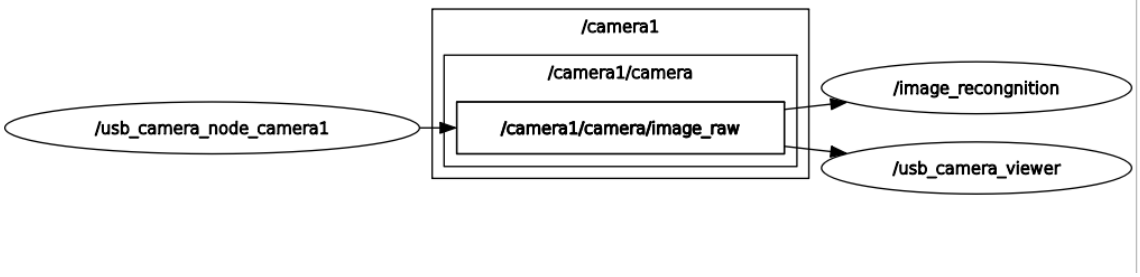
현재 실행 중인 스레드가 GUI 스레드인지 확인한다. 만약 GUI 스레드가 아닌 경우, `invokeMethod`를 통해 `Qt::QueuedConnection`으로 `updateImage` 작업이 GUI 스레드에서 안전하게 실행되도록 한다.

`QPixmap::fromImage(image).scaled(ui->label->size(), Qt::KeepAspectRatio)`:

이미지를 `QPixmap`으로 변환하고, `QLabel` 크기에 맞추어 비율을 유지하며 조정한다.

`ui->label->setPixmap(pixmap)`:

`QLabel` 위젯에 이미지를 표시한다.


/camera1
/camera1/camera
/usb_camera_node_camera1
/camera1/camera/image_raw
/image_recongnition
/usb_camera_viewer