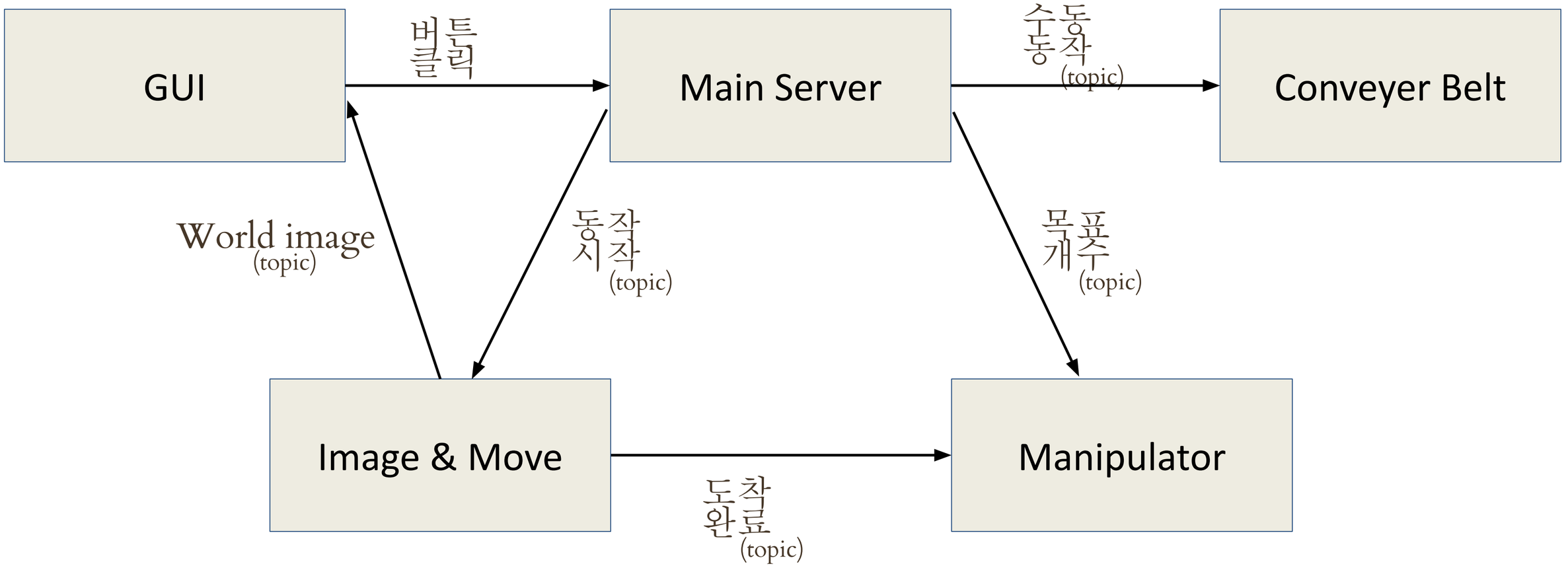
Fullfillment 가상 서비스 환경 구축

D-2 조 김우정 복권근 장세환 최현성

순서

1. 아키텍처 소개
2. 이동 알고리즘
3. 매니퓰레이터 알고리즘
4. 챌린지 포인트
5. 시연

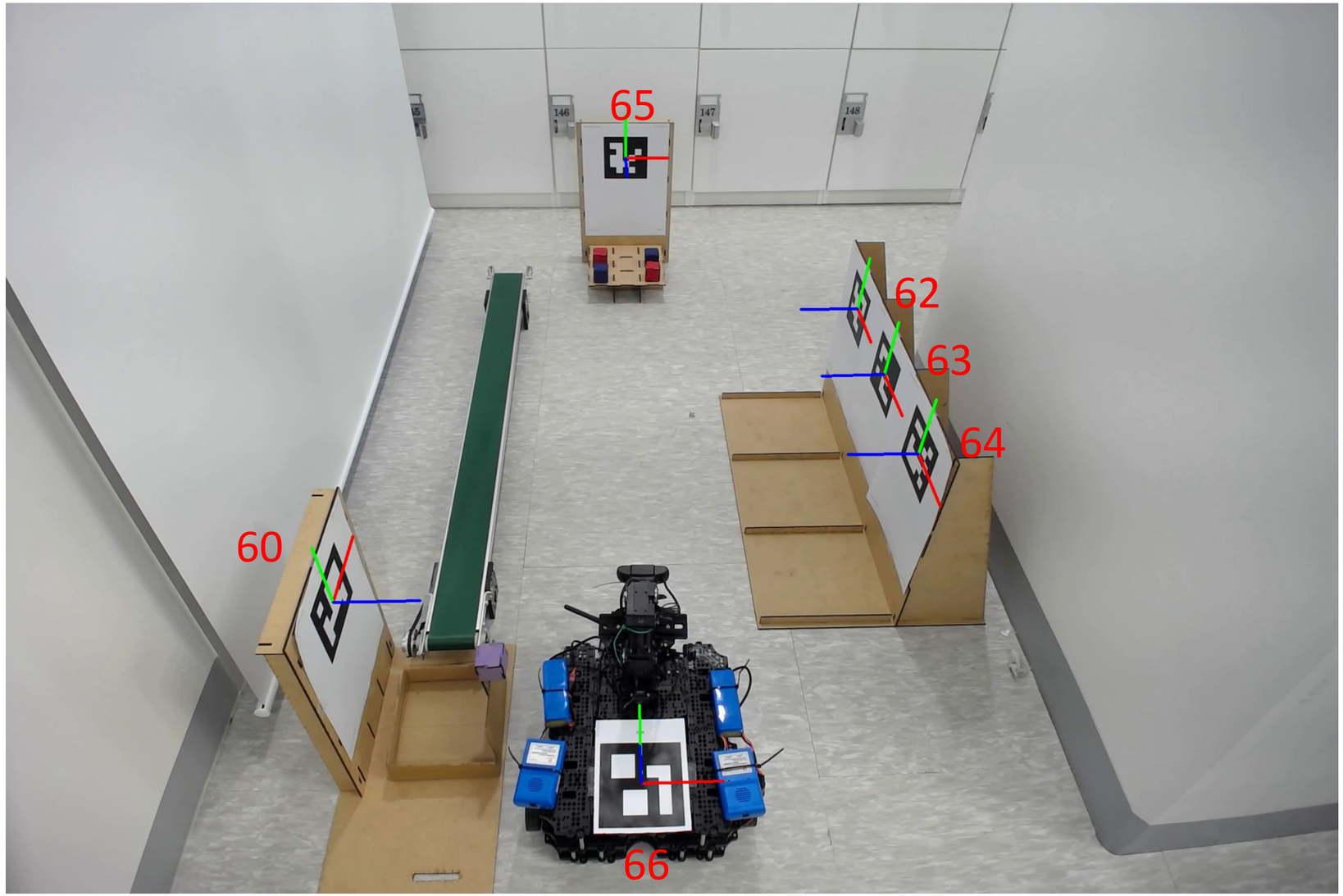
아키텍처


GUI
버튼 클릭
Main Server
수동 동작 (topic)
Conveyer Belt
World image (topic)
동작 시작 (topic)
목표 개수 (topic)
Image & Move
Manipulator
도착 완료 (topic)

이동 알고리즘

1. 1프레임 이용 아르코 마커 사이 간격 측정
2. 자세 보정, 비상정지 스레드 동작
3. 시작 토픽 수신 전까지 대기
4. 각 단계별 임무 수행

이동 알고리즘



이동 알고리즘

```python
# 카메라 매트릭스와 왜곡 계수 (캘리브레이션 후 얻은 값)
cameraMatrix = np.array([[1.38992675e+03, 0.00000000e+00, 1.09573766e+03],
                         [0.00000000e+00, 1.39126023e+03, 7.02526462e+02],
                         [0.00000000e+00, 0.00000000e+00, 1.00000000e+00]])

distCoeffs = np.array([0.13879985, -0.35371541, -0.00368127, -0.00311165, 0.22808276])

# 아루코 마커 감지
cap = cv2.VideoCapture(2)

if not cap.isOpened():
    print("캠을 열 수 없습니다.")
    exit()

ret, frame = cap.read()

if not ret:
    print("프레임을 읽을 수 없습니다.")


gray = cv2.cvtColor(frame, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
aruco_dict = aruco.Dictionary_get(aruco.DICT_5X5_100)
parameters = aruco.DetectorParameters_create()
corners, ids, rejectedImgPoints = aruco.detectMarkers(gray, aruco_dict, parameters=parameters)

# 마커의 위치와 회전 추정
markerLength = 0.1  # 마커의 실제 크기 (미터 단위)
rvec, tvec, _ = aruco.estimatePoseSingleMarkers(corners, markerLength, cameraMatrix, distCoeffs)

# 벡터 값 저장
self.id = ids
self.rvec = rvec
self.tvec = tvec

# 값 출력
self.get_logger().info(f"Marker ID: {self.id}")
self.get_logger().info(f"Rotation Vector: {self.rvec}")
self.get_logger().info(f"Translation Vector: {self.tvec}")

# 주어진 회전 벡터와 이동 벡터
for i, id_value in enumerate(self.id):
    id_num = id_value[0]  # id_value가 리스트로 감싸져 있으므로 첫 번째 값 추출
    self.rotation_vectors[id_num] = np.array(self.rvec[i][0])  # 해당 rvec 값을 np.array 형식으로 저장
```

이동 알고리즘

```
# 66번 마커의 회전 벡터를 회전 행렬로 변환
R_66, _ = cv2.Rodrigues(self.rotation_vectors[66])

# 66번 마커를 기준으로 상대적 좌표 계산
relative_position_60_from_66 = R_66.T @ (self.translation_vectors[60] - self.translation_vectors[66])
relative_position_62_from_66 = R_66.T @ (self.translation_vectors[62] - self.translation_vectors[66])
relative_position_63_from_66 = R_66.T @ (self.translation_vectors[63] - self.translation_vectors[66])
relative_position_64_from_66 = R_66.T @ (self.translation_vectors[64] - self.translation_vectors[66])
relative_position_65_from_66 = R_66.T @ (self.translation_vectors[65] - self.translation_vectors[66])

# 매니퓰레이터 위치 보정
self.y_60location = relative_position_60_from_66[1] - 0.14
self.y_62location = relative_position_62_from_66[1] - 0.15
self.y_63location = relative_position_63_from_66[1] - 0.15
self.y_64location = relative_position_64_from_66[1] - 0.15

# 작업 테이블 보정 + 로봇 크기 보정
self.y_65location = relative_position_65_from_66[1] - 0.24 - 0.2
```

이동 알고리즘

```
# 스레드로 실시간 프레임 읽고 자세 보정
self.vector_thread = threading.Thread(target=self.read_frame)
self.vector_thread.start()

# 0단계
while self.step == 0:
    self.get_logger().info("0. 대기중")
    rclpy.spin_once(self)

# 비상정지 스레드
self.stop_thread = threading.Thread(target=self.stop)
self.stop_thread.start()
```

이동 알고리즘

```
# 주어진 회전 벡터와 이동 벡터
for i, id_value in enumerate(self.id):
    id_num = id_value[0]  # id_value가 리스트로 감싸져 있으므로 첫 번째 값 추출
    self.rotation_vectors[id_num] = np.array(self.rvec[i][0])  # 해당 rvec 값을 np.array 형식으로 저장

self.angle = self.rotation_vectors[66][1]
msg = Twist()

if self.angle < -0.05:  # 오른쪽 회전
    msg.angular.z = -0.1
    #self.get_logger().info(f"회전 보정: {self.angle}오른쪽 회전")

elif self.angle > 0.05: # 왼쪽 회전
    msg.angular.z = 0.1
    #self.get_logger().info(f"회전 보정: {self.angle}왼쪽 회전")

else:
    msg.angular.z = 0.0
    #self.get_logger().info(f"회전 보정 완료{self.angle}")

self.move_publisher.publish(msg)
```

이동 알고리즘

```
def stop(self):
    self.get_logger().info("비상 정지 대기")
    while self.stop_check == 0:
        rclpy.spin_once(self)
    rclpy.shutdown()
```

이동 알고리즘

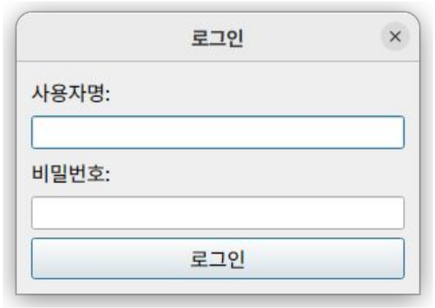
```
# 1단계
self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=(self.y_65location * 10,))
self.sleep_thread.start()

while self.step == 1:
    self.get_logger().info("1. 작업물 접근")
    self.move_forward()

# 2단계
arrive_msg = Int32()
arrive_msg.data = 1
self.arrive_publisher.publish(arrive_msg)

self.sleep_temp_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=(80,))
self.sleep_temp_thread.start()

while self.step == 2:
    self.get_logger().info("2. 상자 컨베이어벨트 옮기기")
```

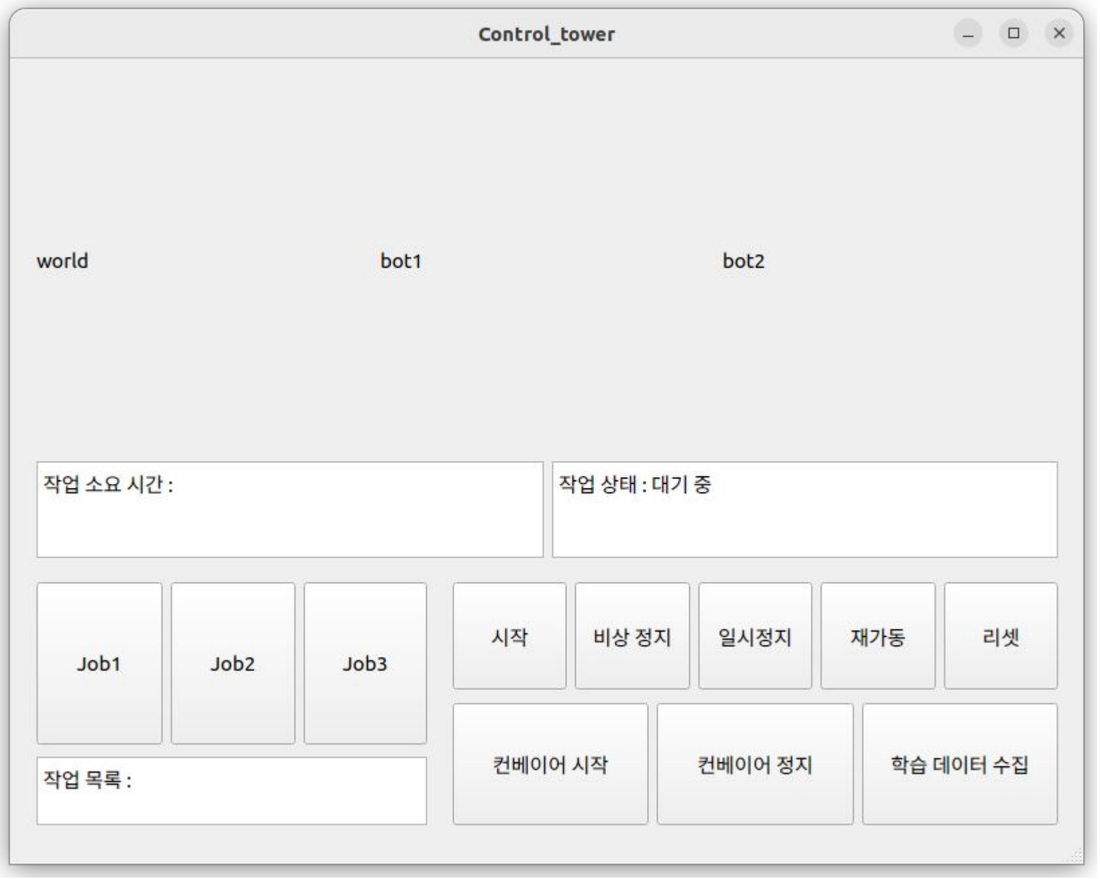
```
def sleep_task(self, wait_time):
    self.get_logger().info(f"Sleeping for {wait_time}sec in a separate thread...")
    threading.Event().wait(wait_time)

    # 다음 단계 진입 확인 변수
    self.step += 1
```

이동 알고리즘

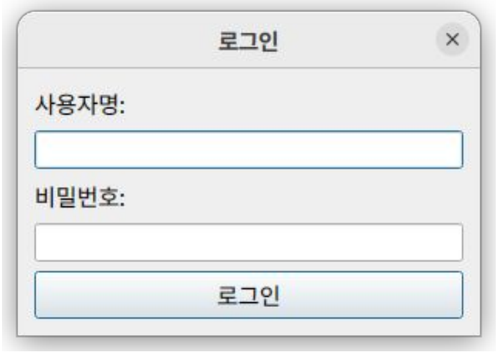
```
# 0단계
while self.step == 0:
    self.get_logger().info("0. 대기중")
    rclpy.spin_once(self)

# 비상정지 스레드
self.stop_thread = threading.Thread(target=self.stop)
self.stop_thread.start()

# 1단계
self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=(self.y_65location * 10,))
self.sleep_thread.start()

while self.step == 1:
    self.get_logger().info("1. 작업물 접근")
    self.move_forward()

# 2단계
arrive_msg = Int32()
arrive_msg.data = 1
self.arrive_publisher.publish(arrive_msg)

self.sleep_temp_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=(80,))
self.sleep_temp_thread.start()

while self.step == 2:
    self.get_logger().info("2. 상자 컨베이어벨트 옮기기")

# 3단계
self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=((self.y_65location - self.y_60location) * 10,))
self.sleep_thread.start()

while self.step == 3:
    self.get_logger().info("3. 바구니 이동")
    self.move_backward()

# 4단계
arrive_msg.data = 2
self.arrive_publisher.publish(arrive_msg)

self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=(17,))
self.sleep_thread.start()

while self.step == 4:
    self.get_logger().info("4. 상자 확인 및 잡기")

# 5단계
# 목표지점 62
self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=((self.y_62location - self.y_60location) * 10,))
# 목표지점 63
#self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=((self.y_63location - self.y_60location) * 10,))
# 목표지점 64
#self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=((self.y_64location - self.y_60location) * 10,))
self.sleep_thread.start()

while self.step == 5:
    self.get_logger().info("5. 목표 지점 이동")
    self.move_forward()

# 6단계
arrive_msg.data = 3
self.arrive_publisher.publish(arrive_msg)

self.sleep_thread = threading.Thread(target=self.sleep_task, args=(5,))
self.sleep_thread.start()

while self.step == 6:
    self.get_logger().info("6. 목표지점 바구니 옮기기")

self.get_logger().info("<< 작업 완료 >>")
```

UI 설정


로그인
사용자명:
비밀번호:
로그인

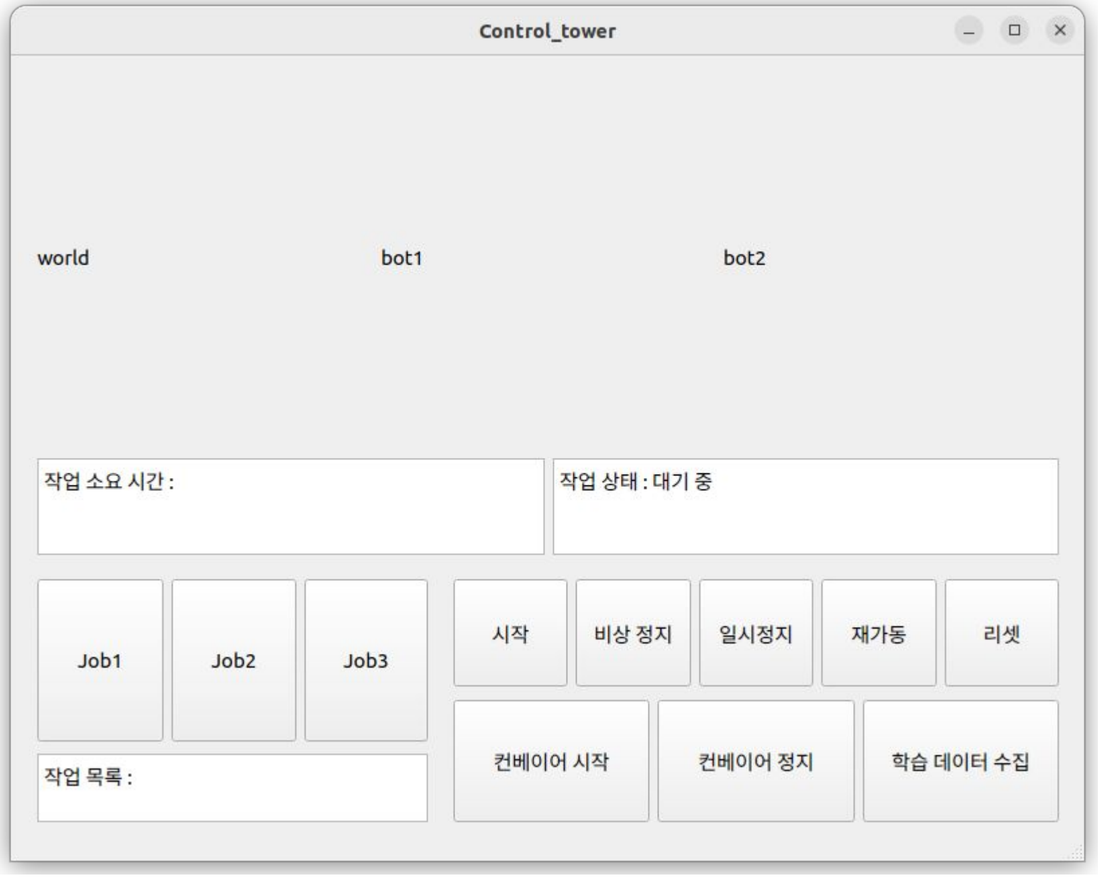

Control_tower
world
bot1
bot2
작업 소요 시간 :
작업 상태 : 대기 중
Job1
Job2
Job3
시작
비상 정지
일시정지
재가동
리셋
작업 목록 :
컨베이어 시작
컨베이어 정지
학습 데이터 수집

UI 설정



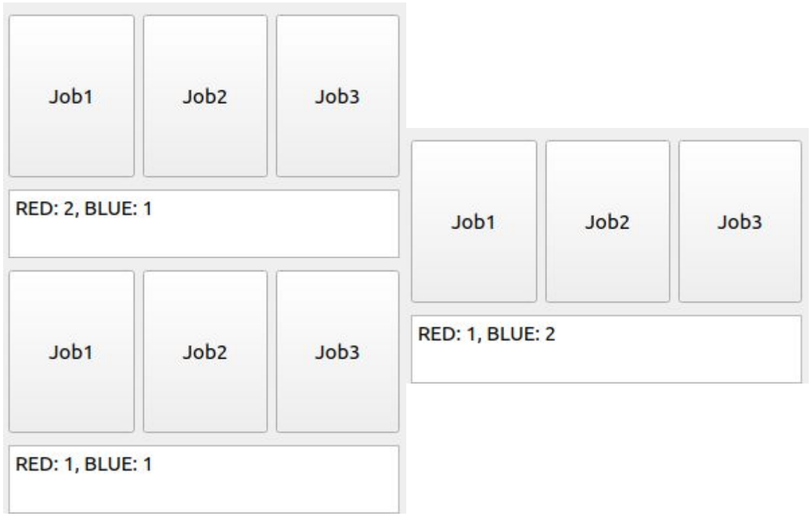

```python
class LoginDialog(QDialog):
    def __init__(self):
        super().__init__()

        self.setWindowTitle("로그인")
        self.setGeometry(100, 100, 300, 150)

        layout = QVBoxLayout()

        self.username_label = QLabel("사용자명:")
        self.password_label = QLabel("비밀번호:")

        self.username_input = QLineEdit(self)
        self.password_input = QLineEdit(self)
        self.password_input.setEchoMode(QLineEdit.Password)  # 비밀번호는 숨김 처리

        self.login_button = QPushButton("로그인")
        self.login_button.clicked.connect(self.handle_login)

        layout.addWidget(self.username_label)
        layout.addWidget(self.username_input)
        layout.addWidget(self.password_label)
        layout.addWidget(self.password_input)
        layout.addWidget(self.login_button)

        self.setLayout(layout)


    def handle_login(self):
        username = self.username_input.text()
        password = self.password_input.text()

        # 간단한 로그인 인증 (사용자명: 'user', 비밀번호: 'password' 예시)
        if username == "1" and password == "1":
            self.accept()  # 로그인 성공
        else:
            self.reject()  # 로그인 실패
```

UI 설정




```
# 시작 버튼 클릭 이벤트 연결
self.start.clicked.connect(self.send_message_to_service)
self.start.clicked.connect(self.on_start_button_click)
# 정지 버튼 클릭 이벤트 연결
self.stop.clicked.connect(self.on_stop_button_click)
# 일시정지 버튼 클릭 이벤트 연결
self.pause.clicked.connect(self.on_pause_button_click)
# 계속 버튼 클릭 이벤트
self.resume.clicked.connect(self.on_resume_button_click)
# 리셋 버튼 클릭 이벤트
self.reset.clicked.connect(self.on_reset_button_click)

self.constart.clicked.connect(self.constart_button_click)
self.constop.clicked.connect(self.constop_button_click)
self.data.clicked.connect(self.data_button_click)
```

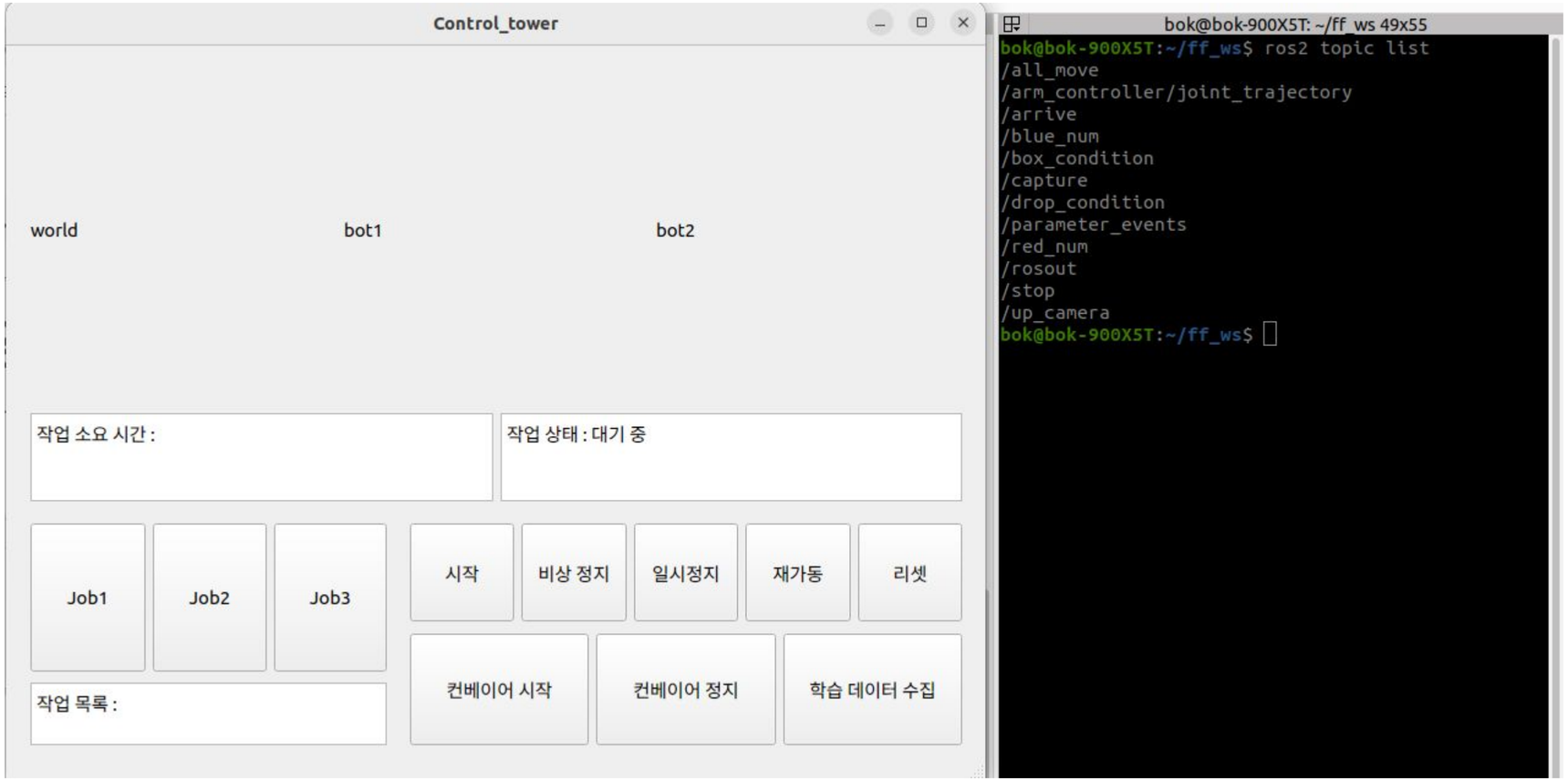
UI 설정 - 시작 버튼



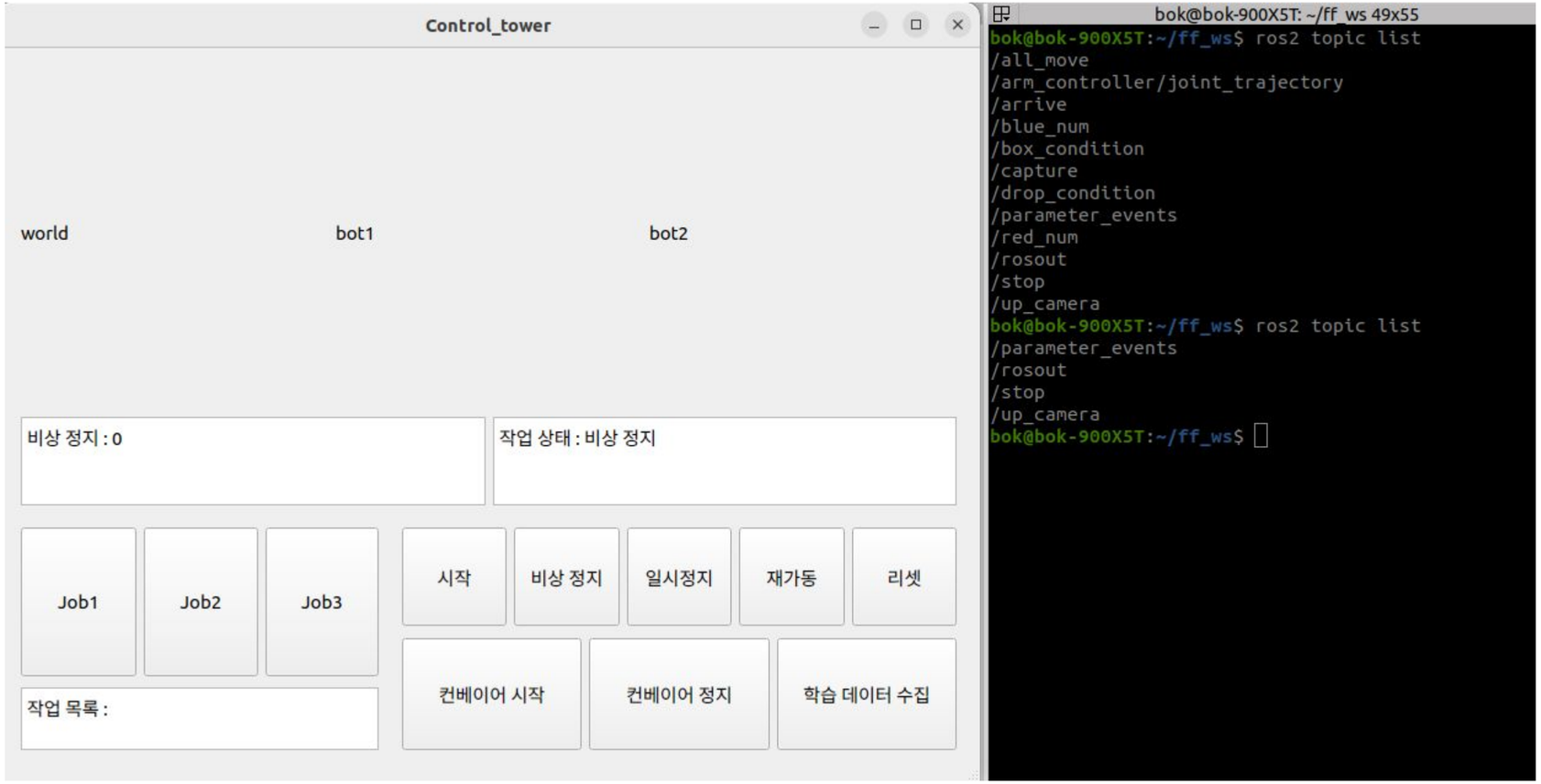

```python
def call_service(self, service_name, job_list):
    while not self.client.wait_for_service(timeout_sec=1.0):
        self.get_logger().info(f"Service {service_name} not available, waiting...")
    request = StartTime.Request()
    request.job_list = job_list
    future = self.client.call_async(request)
    rclpy.spin_until_future_complete(self, future)
    response = future.result()

    if response:
        self.get_logger().info(f"Service Response: {response.status}")
    else:
        self.get_logger().warn("No response received from service.")
    return response
```

```python
def check_arduino(self):
    ports = [port.device for port in serial.tools.list_ports.comports()]
    try:
        if self.arduino is None or not self.arduino.isOpen():
            # 연결이 없거나, 연결이 끊어진 경우
            print("아두이노 연결 시도 중...")
            self.arduino = serial.Serial(self.arduino_port, self.baudrate, timeout=1
            print('연결 완료!')

        # 연결이 정상인 경우
        if self.arduino.isOpen():
            self.connection = 1

        if '/dev/ttyACM0' not in ports:
            # 연결 실패 처리
            self.send_email("sorkaksema@naver.com", "XPLW2BFKH76J", "sorkaksema@naver
            print('연결 실패')
            self.arduino = None
    except Exception as e:
        print(f'오류 사항 : {e}')
```

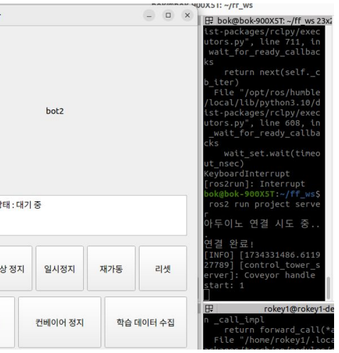
UI 설정 - 비상정지

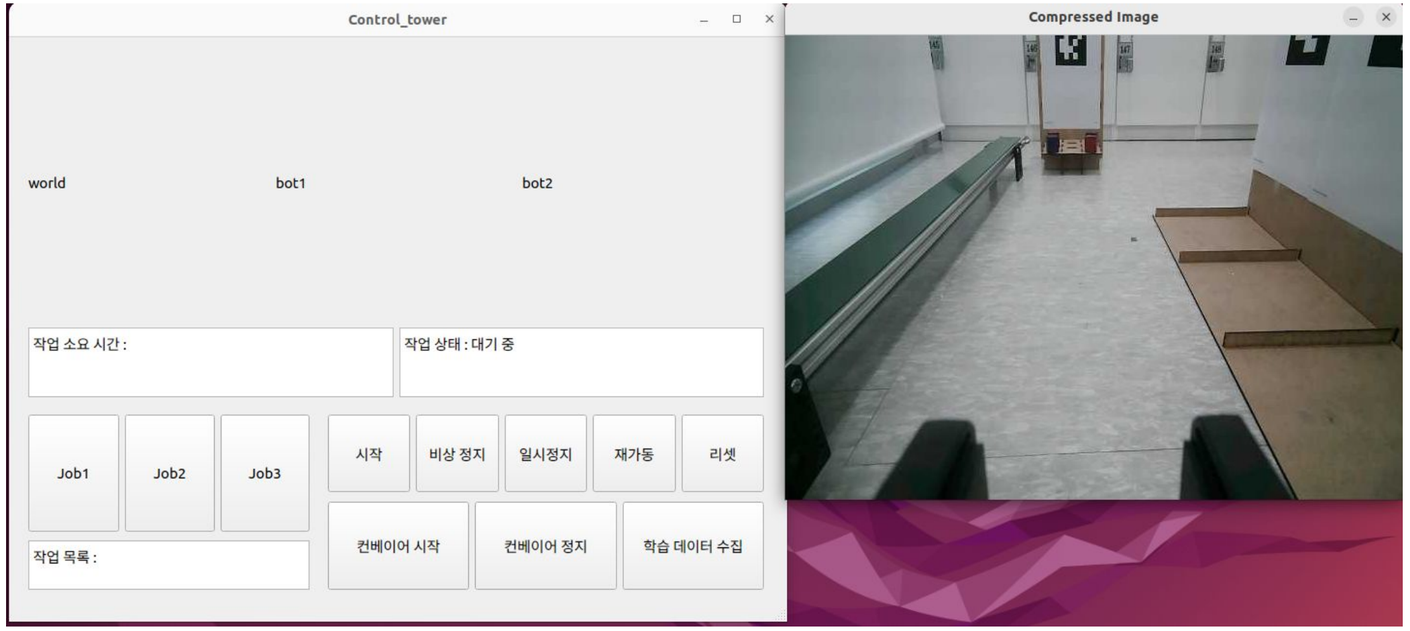

Control_tower
world
bot1
bot2
작업 소요 시간 :
작업 상태 : 대기 중
Job1
Job2
Job3
시작
비상 정지
일시정지
재가동
리셋
작업 목록 :
컨베이어 시작
컨베이어 정지
학습 데이터 수집
bok@bok-900X5T: ~/ff_ws 49x55
bok@bok-900X5T:~/ff_ws$ ros2 topic list
/all_move
/arm_controller/joint_trajectory
/arrive
/blue_num
/box_condition
/capture
/drop_condition
/parameter_events
/red_num
/rosout
/stop
/up_camera
bok@bok-900X5T:~/ff_ws$

UI 설정 - 비상정지

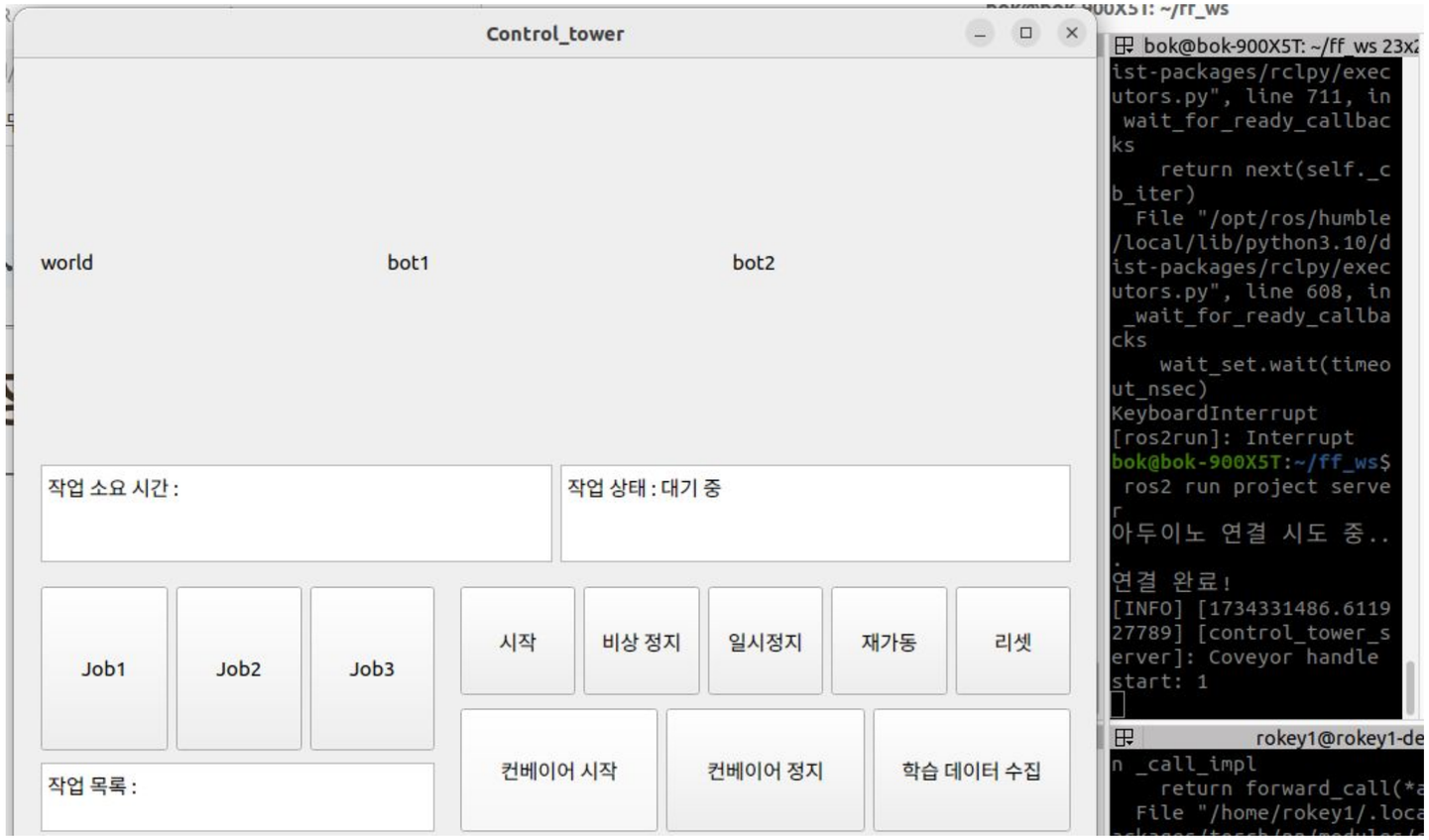

Control_tower
world
bot1
bot2
비상 정지 : 0
작업 상태 : 비상 정지
Job1
Job2
Job3
시작
비상 정지
일시정지
재가동
리셋
작업 목록 :
컨베이어 시작
컨베이어 정지
학습 데이터 수집
bok@bok-900X5T: ~/ff_ws 49x55
bok@bok-900X5T:~/ff_ws$ ros2 topic list
/all_move
/arm_controller/joint_trajectory
/arrive
/blue_num
/box_condition
/capture
/drop_condition
/parameter_events
/red_num
/rosout
/stop
/up_camera
bok@bok-900X5T:~/ff_ws$ ros2 topic list
/parameter_events
/rosout
/stop
/up_camera
bok@bok-900X5T:~/ff_ws$

UI 설정 - 학습데이터 수집

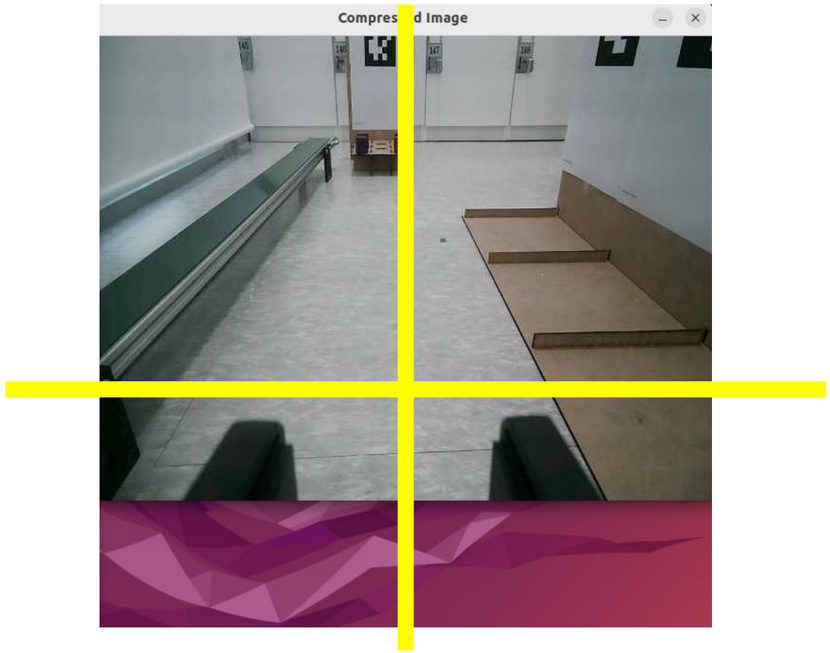




UI 설정 - 컨베이어 시작

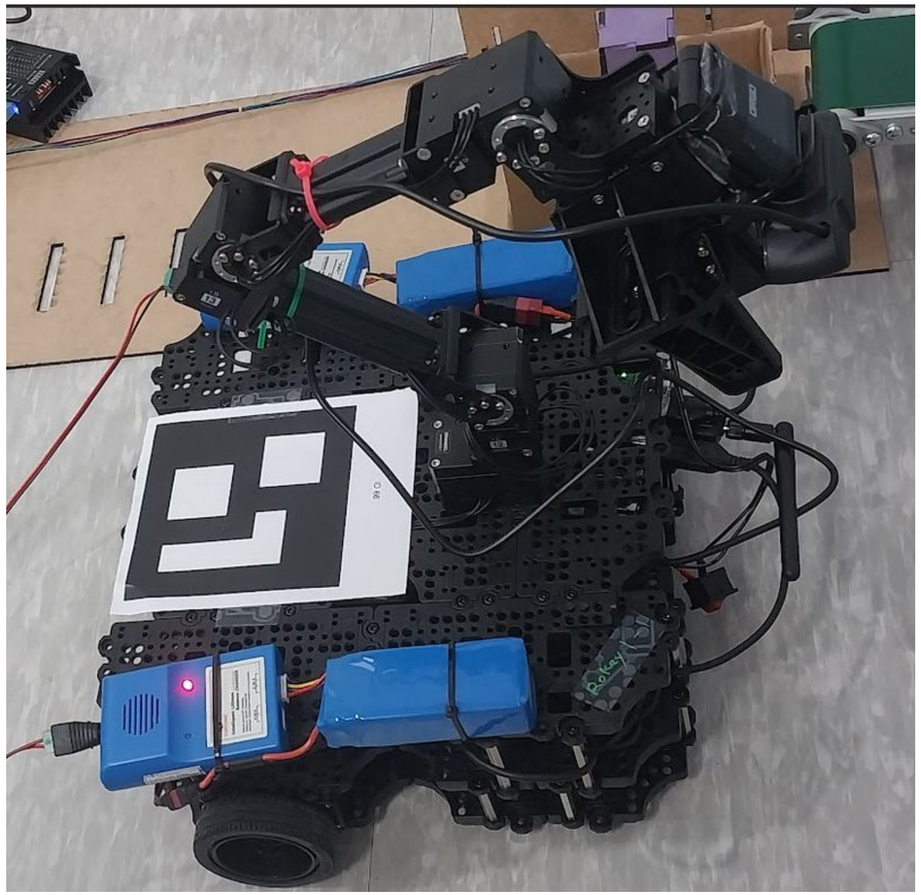

Control_tower
world
bot1
bot2
작업 소요 시간 :
작업 상태 : 대기 중
Job1
Job2
Job3
시작
비상 정지
일시정지
재가동
리셋
작업 목록 :
컨베이어 시작
컨베이어 정지
학습 데이터 수집
bok@bok-900X5T: ~/ff_ws 23x2
ist-packages/rclpy/exec
utors.py", line 711, in
wait_for_ready_callbac
ks
return next(self._c
b_iter)
File "/opt/ros/humble
/local/lib/python3.10/d
ist-packages/rclpy/exec
utors.py", line 608, in
_wait_for_ready_callba
cks
wait_set.wait(timeo
ut_nsec)
KeyboardInterrupt
[ros2run]: Interrupt
bok@bok-900X5T:~/ff_ws$
ros2 run project serve
r
아두이노 연결 시도 중..
.
연결 완료!
[INFO] [1734331486.6119
27789] [control_tower_s
erver]: Coveyor handle
start: 1
rokey1@rokey1-de
n _call_impl
return forward_call(*a
File "/home/rokey1/.loca

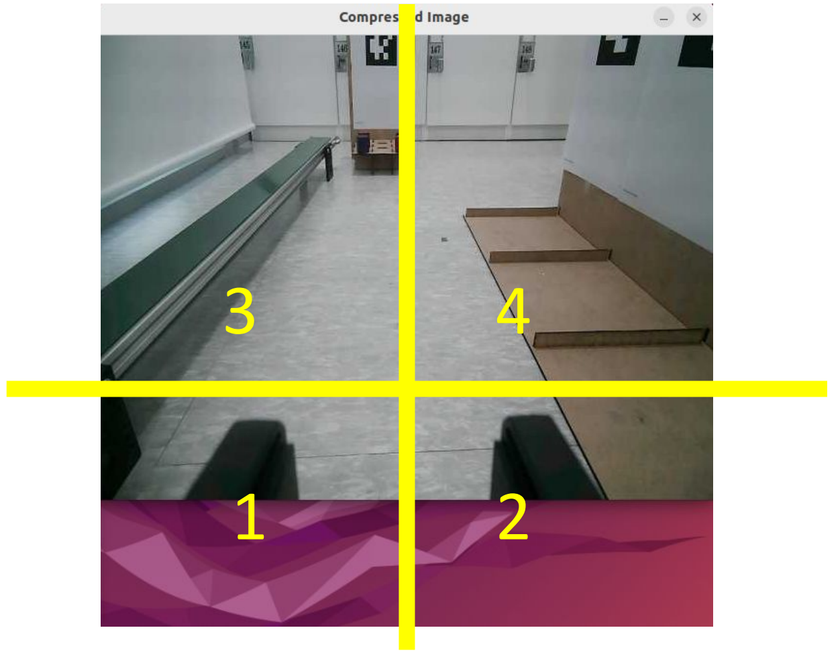
카메라 인식




```python
def detect_objects_in_zones(self, frame):
    """구역별로 물체 감지 후 해당 구역 번호와 색상 정보 반환"""
    # 구역 좌표 설정
    zones = {
        1: (0, 370, 312, 480),  # 왼쪽 아래
        2: (312, 370, 640, 480),  # 오른쪽 아래
        3: (0, 0, 312, 370),  # 왼쪽 위
        4: (312, 0, 640, 370)  # 오른쪽 위
    }
```

매니퓰레이터 동작






```python
def grip_one(self):
    self.move_arm_to_position(145, 60, 50)
    time.sleep(2)
    self.get_logger().info('1번 자리 그립')
    self.send_gripper_goal(-0.15)


def grip_two(self):
    self.move_arm_to_position(145, -70, 50)
    time.sleep(2)
    self.get_logger().info('2번 자리 그립')
    self.send_gripper_goal(-0.15)


def grip_three(self):
    self.move_arm_to_position(200, 65, 50)
    time.sleep(2)
    self.get_logger().info('3번 자리 그립')
    self.send_gripper_goal(-0.15)
    #1000*90

def grip_four(self):
    self.move_arm_to_position(200, -70, 50)
    time.sleep(2)
    self.get_logger().info('4번 자리 그립')
    self.send_gripper_goal(-0.15)
```

카메라 인식

```
results_in_zone = self.model(zone_frame)

# red 또는 blue 물체가 감지되었는지 확인
for box in results_in_zone[0].boxes:
    class_id = int(box.cls)
    confidence = box.conf.item()

    # 물체가 'red' 또는 'blue'일 경우 해당 구역으로 감지
    label = self.model.names[class_id]
    if label in ["red", "blue"] and confidence > 0.7:
        # 이미 해당 색이 감지된 경우 다음 구역으로 넘어감
        if (label == "red" and self.current_red >= self.total_red) or (label == "blue" and self.current_blue >= self.total_blue):
            continue

        detected_info = f"Zone {zone_num} - {label.capitalize()}"  # 감지된 구역과 색상 정보를 업데이트

        # 바운딩 박스를 그리기 (물체 감지)
        x1_box, y1_box, x2_box, y2_box = map(int, box.xyxy[0])
        cv2.rectangle(frame, (x1 + x1_box, y1 + y1_box), (x1 + x2_box, y1 + y2_box), (0, 255, 0), 2)
        cv2.putText(frame, f'{label} ({confidence:.2f})',
                    (x1 + x1_box, y1 + y1_box - 10),
                    cv2.FONT_HERSHEY_SIMPLEX, 0.5, (0, 255, 0), 2)

# 감지된 물체가 있으면 더 이상 다른 구역을 확인하지 않음
if detected_info != "None":
    break
```

```
for zone_num in [1, 2, 3, 4]:  # 우선순위대로 1, 2, 3, 4 순으로 확인
    # 각 구역에서 빨간색과 파란색 감지 여부를 확인하는 조건
    if self.total_red == 0 and self.total_blue == 0:
        self.get_logger().info('Total값을 기다리는중')
        return frame, detected_info
    if (self.current_red >= self.total_red and self.current_blue >= self.total_blue):
        self.total_red = 0
        self.total_blue = 0
        self.publisher_drop.publish(Bool(data=True))
        break  # 현재 빨간색과 파란색이 모두 total 값을 초과하면 더 이상 감지하지 않음
```

```
def box_condition(self, msg):
    if not self.ignore:
        try:
        # 구역 및 색상 정보 파싱
            detected_info = msg.data
            if detected_info == 'go_purple':
                return
            # "Zone X - Color" 형식의 문자열 파싱
            else:
                parts = detected_info.split(" - ")
                if len(parts) == 2:
                    self.box_position = int(parts[0].split(" ")[1])  # "Zone X"에서 X 추출
                    self.detected_color = parts[1]  # 색상 추출
        except Exception as e:
            self.get_logger().error(f"Failed to parse detected info: {str(e)}")
```

매니퓰레이터 동작

박스 인식

```python
def box_condition(self, msg):
    if not self.ignore:
        try:
        # 구역 및 색상 정보 파싱
            detected_info = msg.data
            if detected_info == 'go_purple':
                return
            # "Zone X - Color" 형식의 문자열 파싱
            else:
                parts = detected_info.split(" - ")
                if len(parts) == 2:
                    self.box_position = int(parts[0].split(" ")[1])  # "Zone X"에서 X 추출
                    self.detected_color = parts[1]  # 색상 추출
        except Exception as e:
            self.get_logger().error(f"Failed to parse detected info: {str(e)}")
```

박스를 집는 과정

```python
def arrive_callback(self,msg):
    self.arrive = msg.data
    if self.arrive ==1 and self.arrive_c == 0:
        self.mani_home()
        # 그리퍼 초기화
        self.send_gripper_goal(0.025)
        self.arrive_c += 1
        self.move()
```

바구니를 집고 옮기는 과정

```python
if self.arrive == 2:
    self.get_logger().info('보라박스')
    self.send_gripper_goal(0.025)
    time.sleep(2)
    self.move_arm_to_position(0,150,200)
    time.sleep(2)
    self.move_arm_to_position(0,190,140)
    time.sleep(2)
    self.send_gripper_goal(-0.15)
    time.sleep(2)
    self.trajectory_msg.points[0].positions[0]+=0.2
    self.joint_pub.publish(self.trajectory_msg)
    time.sleep(1)
    self.move_arm_to_position(0,40,230)
    time.sleep(1)
    self.move_arm_to_position(0,-40,230)

if self.arrive == 3:
    self.get_logger().info('박스 내려놓기')
    self.move_arm_to_position(0,-200,150)
    time.sleep(2)
    self.send_gripper_goal(0.025)
    time.sleep(2)
    self.move_arm_to_position(0,-100,200)
    time.sleep(2)
    self.mani_home()
    time.sleep(2)
```

매니퓰레이터 동작

박스를 집는 과정

```python
def move(self):
    # box_position이 업데이트될 때까지 기다리기 위한 타이머 설정
    self.timer = self.create_timer(0.1, self.check_box_position)
```

```python
def check_box_position(self):
    # box_position이 0이 아니고 ignore가 False일 때만 작업 시작
    if self.box_position != 0 and not self.ignore:
        self.timer.cancel()  # 타이머 종료
        if self.detected_color == 'Red':
            self.red+=1
            self.red_count.publish(Int32(data = self.red))
            self.get_logger().info(f'published RED count {self.red}')
        elif self.detected_color == 'Blue':
            self.blue+=1
            self.blue_count.publish(Int32(data = self.blue))
            self.get_logger().info(f'published BLUE count {self.blue}')

        self.ignore = True  # Prevent further interference
        self.get_logger().info(f'좌표 확인 된 곳: {self.box_position}')
        self.capture_publisher.publish(Int32(data=1))
        self.capture_publisher.publish(Int32(data=0))
        if self.box_position == 1:
            self.grip_one()
        elif self.box_position == 2:
            self.grip_two()
        elif self.box_position == 3:
            self.grip_three()
        elif self.box_position == 4:
            self.grip_four()
        else:
            pass
```

```python
self.capture_publisher.publish(Int32(data=2))
self.capture_publisher.publish(Int32(data=0))
self.get_logger().info(f'자리 확인: {self.box_position}')
self.trajectory_msg.points[0].positions[1] -= 0.5
self.joint_pub.publish(self.trajectory_msg)
time.sleep(2)
self.drop_con()
self.mani_home()
self.box_position = 0
self.detected_color = " "

self.get_logger().info(f'박스 위치: {self.box_position}    박스 색: {self.detected_color}')
self.timer = self.create_timer(0.1, self.check_box_position)
```

어려웠던 점

1. 토픽 대기 상대 구현

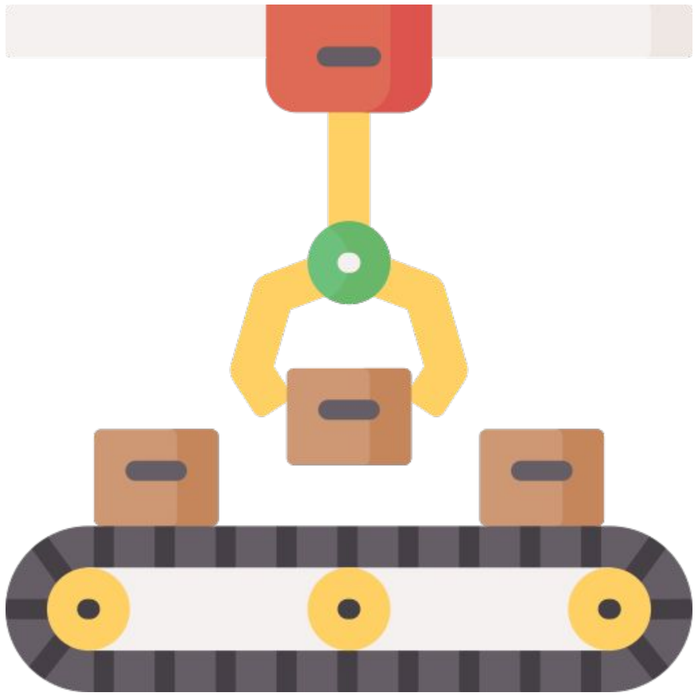
```
# 스레드로 실시간 프레임 읽고 자세 보정
self.vector_thread = threading.Thread(target=self.read_frame)
self.vector_thread.start()

# 0단계
while self.step == 0:
    self.get_logger().info("0. 대기중")
    rclpy.spin_once(self)

# 비상정지 스레드
self.stop_thread = threading.Thread(target=self.stop)
self.stop_thread.start()
```

어려웠던 점

2. 다양한 노드의 활용 실패


```
self.joint_pub = self.create_publisher(JointTrajectory, '/arm_controller/joint_trajectory', 10)
self.gripper_action_client = ActionClient(self, GripperCommand, 'gripper_controller/gripper_cmd')
self.drop_pub = self.create_publisher(Int32,'drop_condition',10)
self.create_subscription(Int32,'stop',self.stop_callback,10)
# box_condition 토픽 구독
self.create_subscription(String, 'box_condition', self.box_condition, 10)

self.blue_count = self.create_publisher(Int32,'blue_num',10)
self.red_count = self.create_publisher(Int32,'red_num',10)
self.create_subscription(Int32,'arrive',self.arrive_callback,10)
self.capture_publisher = self.create_publisher(Int32,'capture',10)
self.subscription__all_move = self.create_subscription(Int32,'all_move',self.all_move_callback,10)
```

프로젝트 시연



Thank You

D - 2