

농작물 상품 등급에 따른 인식 및 수거 로봇 제어

IOT Project 2조 산지직송팀
채희곤, 현혜지, 홍권호, 이유민

2024. 04. 25

목차

01. 프로젝트 목적 및 주제 선정

02. 시스템 구성도
: 제품 설계/HW/SW

03. 기능리스트

04. 상세설계

05. GUI 디자인

06. 시연

07. 고찰

프로젝트 목적 및 주제 선정

프로젝트 목적

- 아두이노 보드를 활용한 임베디드 시스템 제어 및 Pyqt5를 활용한 GUI 관리 구현
- RC카와 로봇팔 동작을 위한 모터와 다양한 센서들을 아두이노 보드 및 메인 PC에서 제어

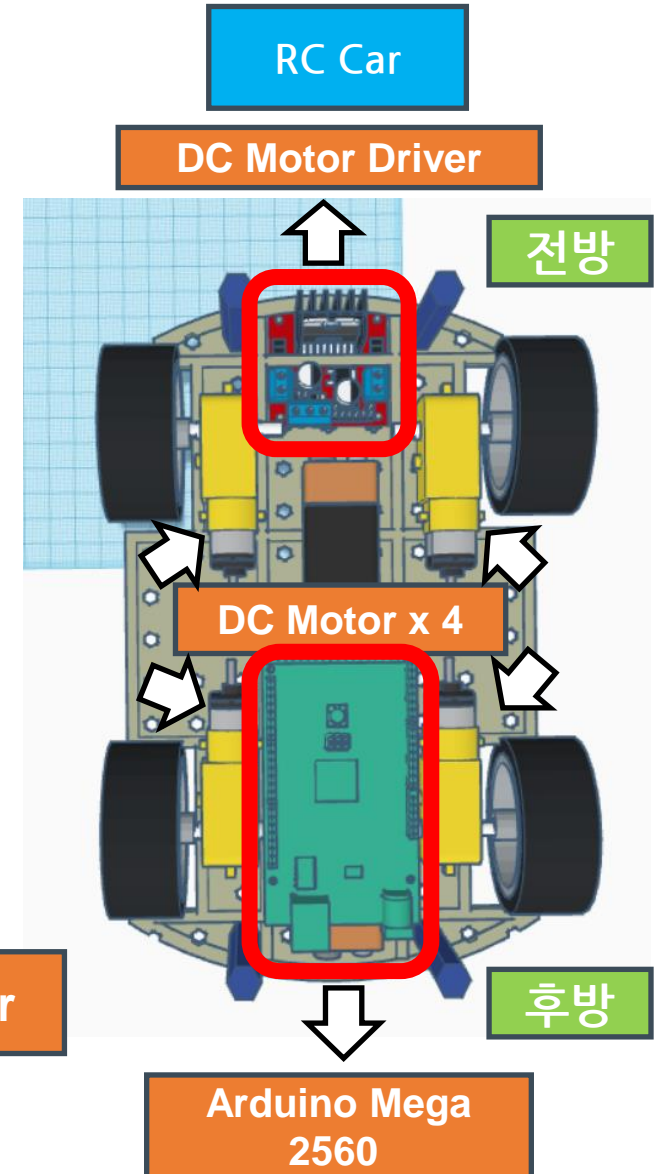
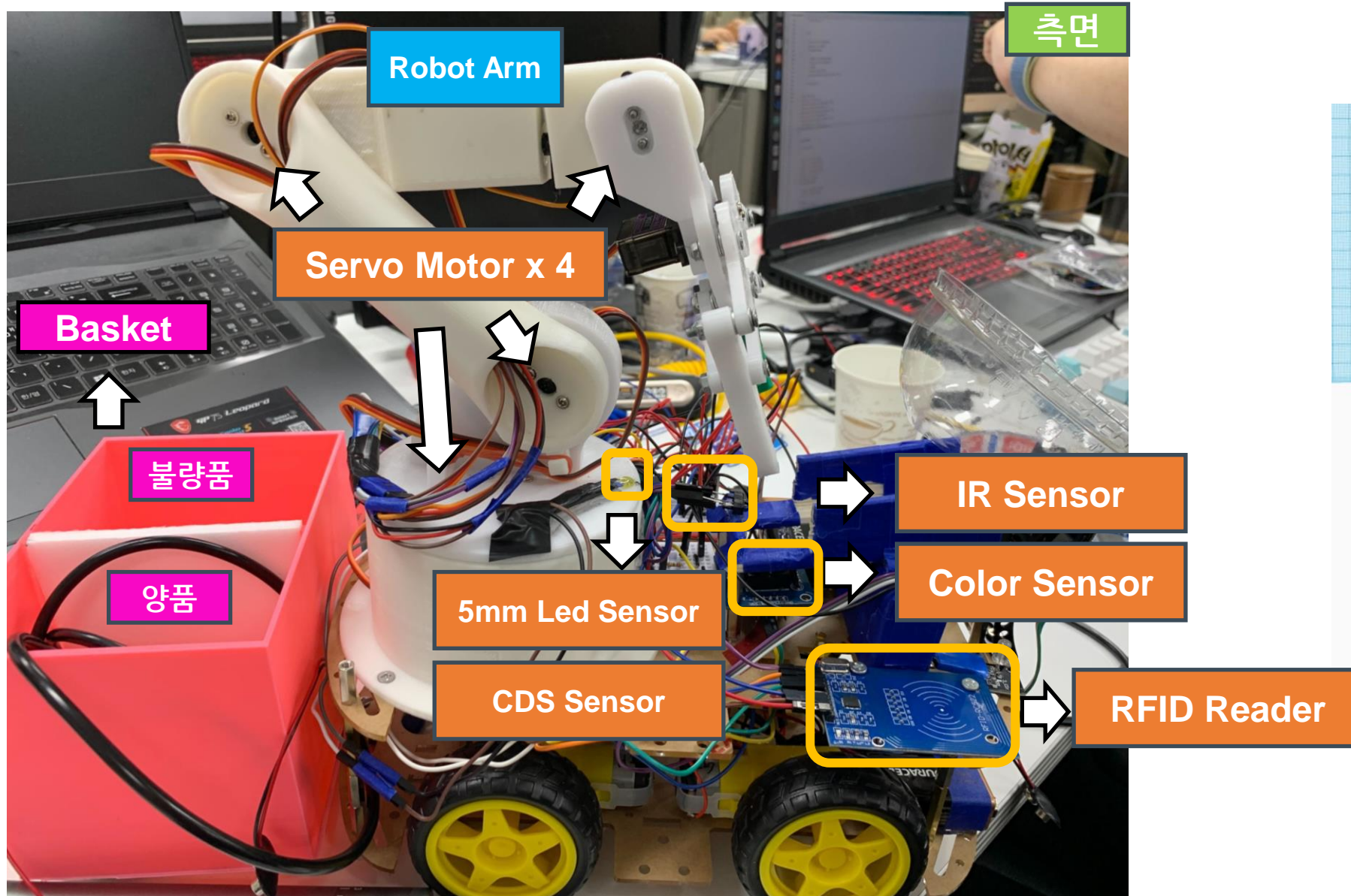
주제 선정

- 농업 산업에서의 기후 변화 및 전문인력 감소로 인한 생산력 저하 문제 대두
- 저비용 및 고효율 형태의 IOT 기술을 농업 산업에 접목한 스마트팜 대한 관심 서서히 증대
- 국내 기업에서의 자율주행 트랙터 등 스마트 농기계 개발 중이라 판단
- IOT 수업 때 배운 아두이노 보드 및 PC 통한 센서 제어, GUI 구현 등을 활용하여 간단한 양품/불량품 분류 목적의 농작업용 로봇 설계 목표

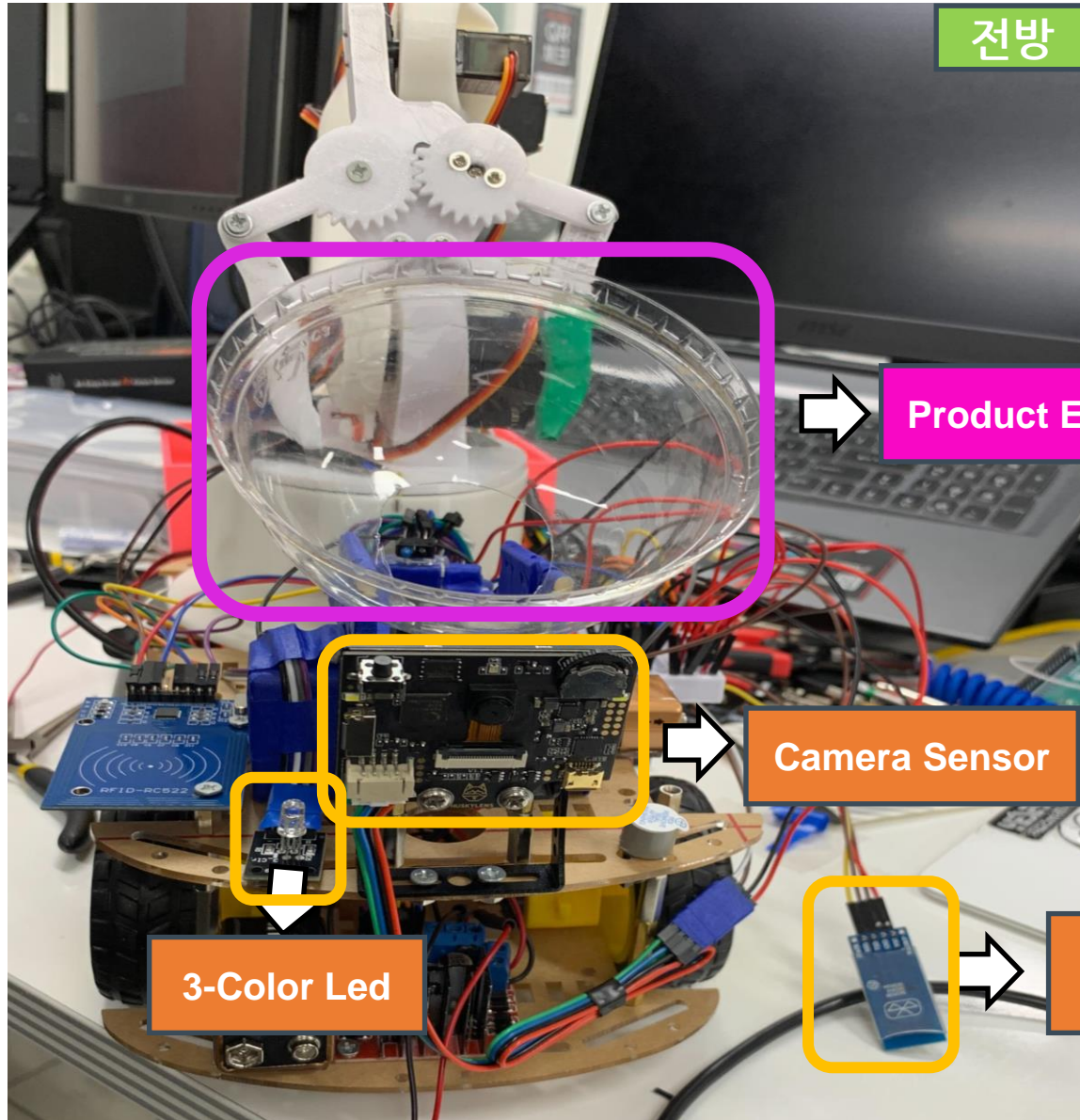


* 출처: 유튜브 '스마트팜' 검색어

시스템 구성도(1)-제품 파트 소개



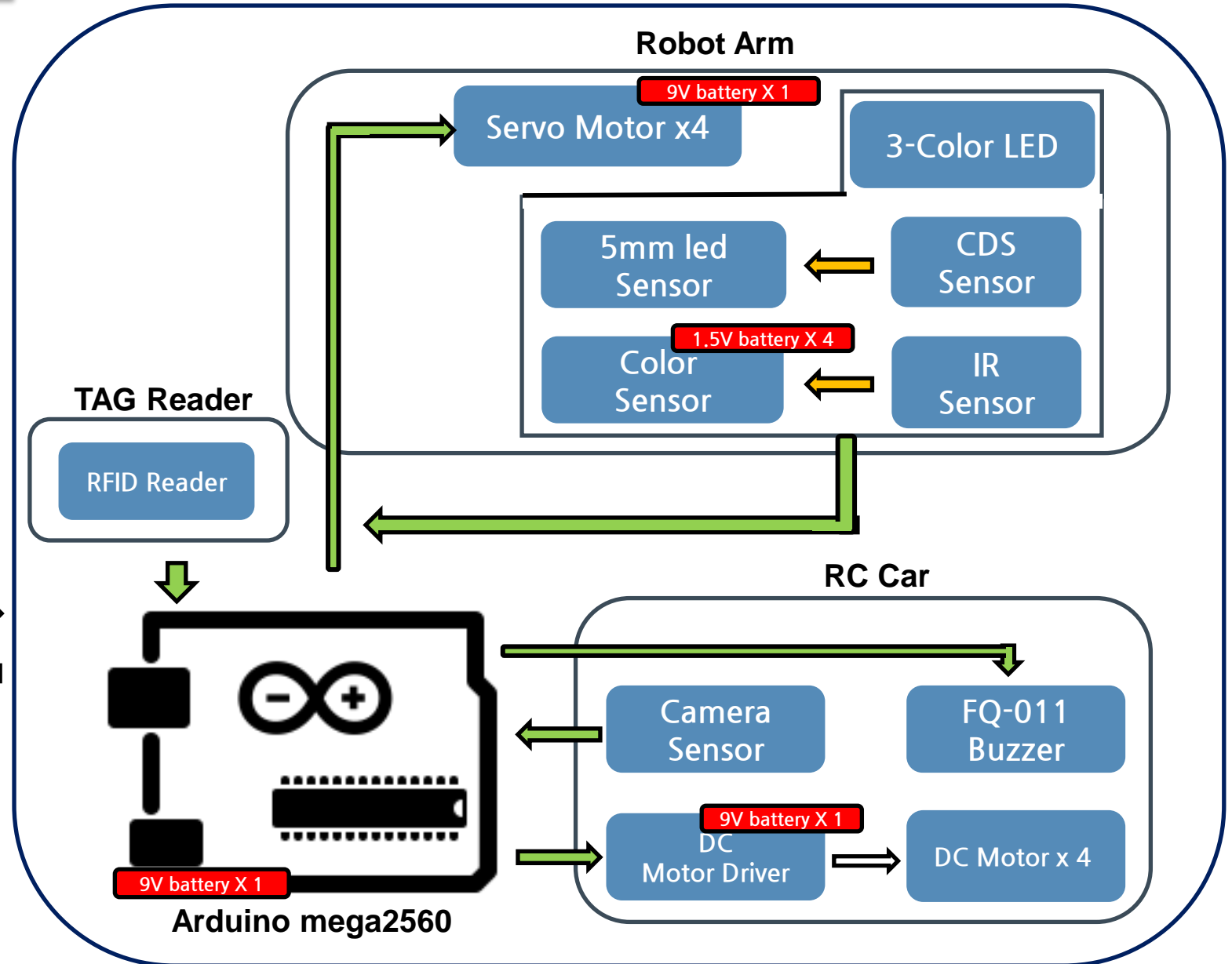
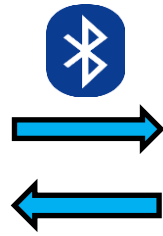
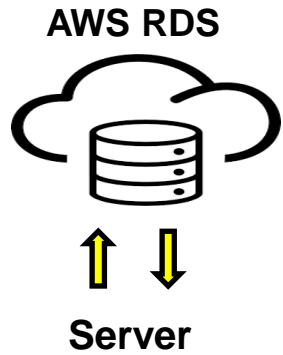
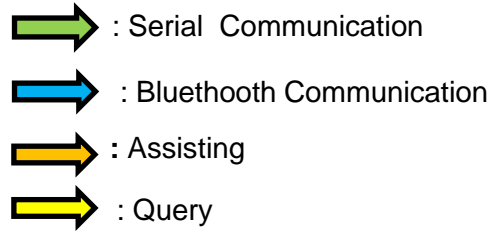
시스템 구성도(1)-제품 파트 소개



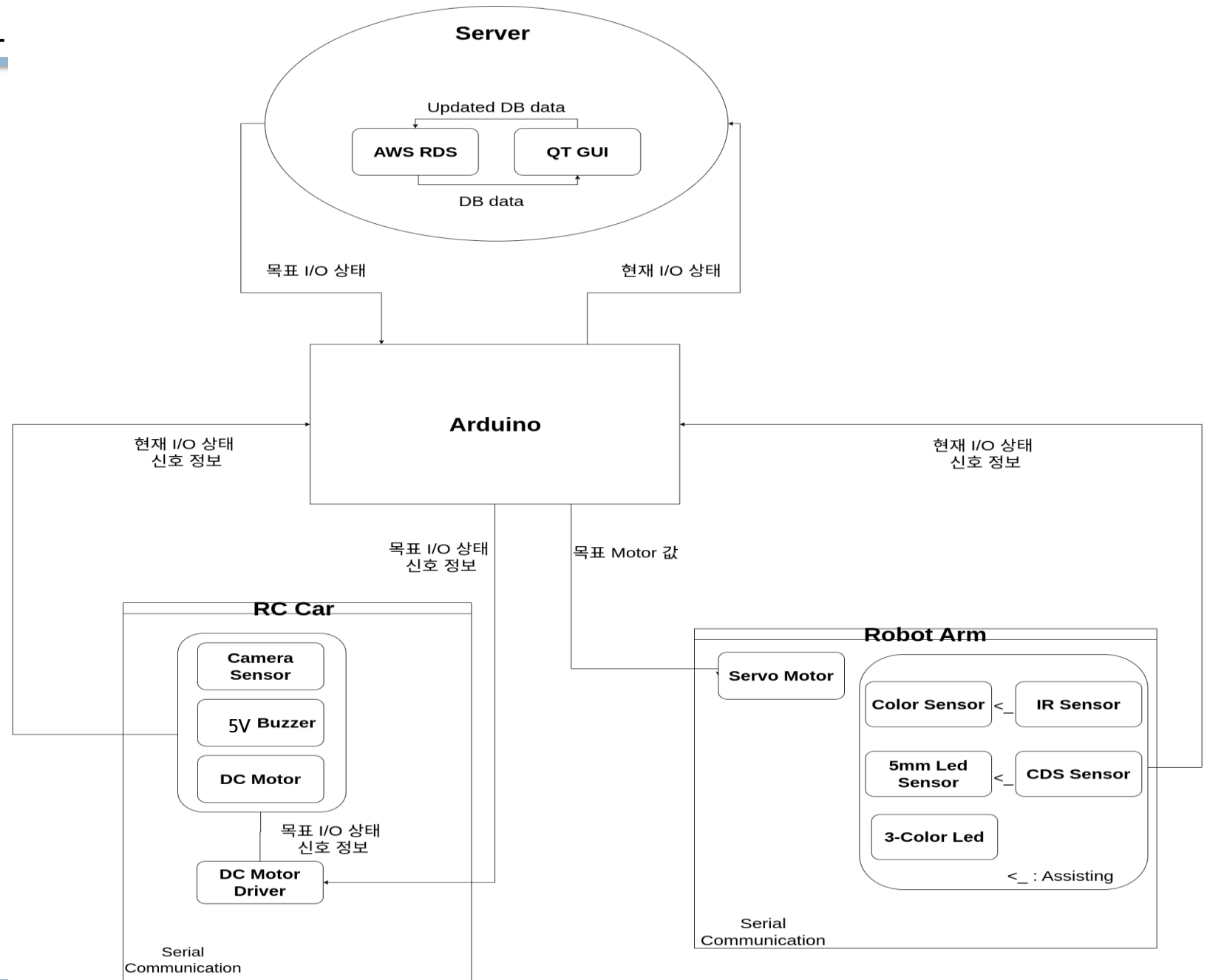
제품 파트 별 주요 기능 담당

- 현재 상품(Product) 보관 및 집기 담당
 - Product Entrance , IR Sensor, Color Sensor, CDS Sensor, Robot Arm, Basket
- 작업자 따라 이동 담당
 - Camera Sensor, DC Motor Driver, DC Motor x 4
- 작업자 인식 담당
 - RFID Reader
- 메인 PC 통신 담당
 - Arduino Mega Board, Bluetooth Module

시스템 구성도(2)-HW 구성도



시스템 구성도(3)-SW 구성도



블루투스 통신 프로토콜

Arduino -> PC

- 시리얼 통신 대상 센서들의 I/O 상태 플래그 PC로 전송
- **OF**: 카메라 통한 작업자 추적 성공 유무
- **CS**: 컬러 센서 통한 현재 상품의 RGB 값 기준 RGB 일치 유무
- **ID**: RFID 리더기 통해 읽은 TAG DATA

PC -> Arduino

- PC로부터 명령어 보드로 전송
- **PF**: 전원 인가 유무
- **EM**: 비상정지
- **FN**: 작업 완료 알람

Arduino -> PC

Command	CMD Full Name	State	Data	End
2Bytes	-	-	-	1Bytes
OF	Object Flag	-	True/False	\n
CS	Color Sensor	-	True/False	\n
ID	Tag Uid	-	Tag Data	\n

PC -> Arduino

Command	CMD Full Name	State	Data	End
2Bytes	-	-	-	1Bytes
PF	Power Flag	-	True/False	\n
EM	Emergency Stop	-	True/False	\n
FN	Finish	-	True/False	\n

기능 리스트(1) 작업자 인식 기능

구분	기능 이름	기능 설명
SR-M-01	전원 ON 기능	<ul style="list-style-type: none">작업자가 로봇의 전원을 켜다.
SR-M-02	전원 OFF 기능	<ul style="list-style-type: none">작업자가 로봇의 전원을 끈다.
SR-A-03	태그 인식 기능	<ul style="list-style-type: none">RFID 리더기를 통해 Tag data 값을 추출한다.
SR-M-04	로그인 기능	<ul style="list-style-type: none">작업자가 ID와 PW를 입력해 로그인한다.식별자로는 ID를 설정한다.
SR-M-05	작업자 구분 기능	<ul style="list-style-type: none">로그인을 시도하는 작업자 중에서 등록된 작업자만 프로그램을 사용하도록 제한한다.
SR-M-06	미등록 사용자 검출 기능	<ul style="list-style-type: none">등록된 사용자인지 여부를 검증한다.미등록 사용자일 경우 등록 의사를 확인한다.
SR-M-07	미등록 사용자 등록 기능	<ul style="list-style-type: none">Tag data 값을 읽어 새로운 사용자에 대한 정보를 저장한다. (작업자 이름 / 작업자 ID / PW / 개별 목표 작업량)
SR-M-08	작업자 정보 검색 기능	<ul style="list-style-type: none">작업자의 인적 사항을 조회한다. (작업자 이름 / 작업자 ID / PW / 개별 목표 작업량)
SR-M-09	로그인 완료 알람 기능	<ul style="list-style-type: none">입력한 Tag data값과 PW가 등록된 작업자의 것일 경우에만 로그인 완료되었음을 알린다.

* M: 메인PC & A: 아두이노 보드

기능 리스트(2) 인식한 작업자 따라 정상 이동 기능

구분	기능 이름	기능 설명
SR-M-10	비상 정지 버튼 기능	<ul style="list-style-type: none">비상시에 관리자 및 작업자 권한으로 시스템 및 로봇을 종료한다.
SR-A-11	작업자 인식 기능	<ul style="list-style-type: none">카메라에 내장된 기능을 통해 작업자를 인식하여 작업자마다 고유한 id를 부여한다.
SR-A-12	작업자 추적 기능	<ul style="list-style-type: none">로봇이 인식한 작업자를 추적한다.
SR-A-13	작업자 추적 상태 확인 기능	<ul style="list-style-type: none">인식한 프레임에 대한 I/O 상태를 확인하여, 로봇이 작업자를 추적 중인지 여부를 확인한다.
SR-A-14	기준 좌표 설정 기능	<ul style="list-style-type: none">작업자와의 안전 거리에 대한 x,y 좌표값 기준을 설정한다.
SR-A-15	전진 및 후진 주행 기능	<ul style="list-style-type: none">설정된 작업자와의 안전 거리를 유지하며 전진 및 후진한다.
SR-A-16	좌회전 및 우회전 주행 기능	<ul style="list-style-type: none">인식한 프레임의 중심점 x좌표를 통해 기준 프레임 대비 좌,우 방향으로 틀어짐을 감지한다.이 값을 기반으로 좌회전 및 우회전한다.
SR-A-17	작업자 놓침 알람 기능	<ul style="list-style-type: none">추적 중이던 작업자 놓친 경우 알람을 발생한다.(HW/SW)

* M: 메인PC & A: 아두이노 보드

기능 리스트(3) 등급별 정돈 정상 작동 기능

구분	기능 이름	기능 설명
SR-M-18	작업자 정보 검색 기능	<ul style="list-style-type: none"> 작업자의 인적 사항을 조회할 수 있다. (작업자 이름 / 개별 목표 작업량 / 개별 현재 작업량 / 작업 시작 여부)
SR-M-19	실시간 작업 현황 조회 기능	<ul style="list-style-type: none"> 작업자의 개별 목표 작업량 / 개별 현재 작업량을 실시간으로 확인한다.
SR-M-20	현재 작업량 갱신 기능	<ul style="list-style-type: none"> 작업자가 현재 상품 판별을 완료할 때마다 개수를 1씩 증가시켜 현재 작업량을 갱신한다. 특정 등급에 해당하는 수확량 또한 갱신한다.
SR-A-21	상품 인식 기능	<ul style="list-style-type: none"> 컬러 센서 위에 상품이 있으면 상품을 인식한다.
SR-A-22	색깔 인식 기능	<ul style="list-style-type: none"> 상품이 컬러 센서에 도달 시 컬러 센서는 현재 상품의 색을 인식한다.
SR-A-23	상품 등급 판별 기능	<ul style="list-style-type: none"> 컬러 센서를 통해 인식된 값과 양품에 해당하는 값을 비교하여 양품/불량품을 판별한다.
SR-A-24	로봇 팔 이동 기능	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 팔은 컬러 센서가 현재 상품 판별 완료 시 상품 위치까지 이동한다.
SR-A-25	상품 판별 바구니 위치 인식 기능	<ul style="list-style-type: none"> 로봇 팔이 등급 별 바구니에 도달하기 위한 서보모터의 속도와 각도를 설정한다. 서보모터가 부착된 로봇 팔을 구동하여 판별된 상품을 바구니에 담는다.

* M: 메인PC & A: 아두이노 보드

기능 리스트(3) 등급별 정돈 정상 작동 기능

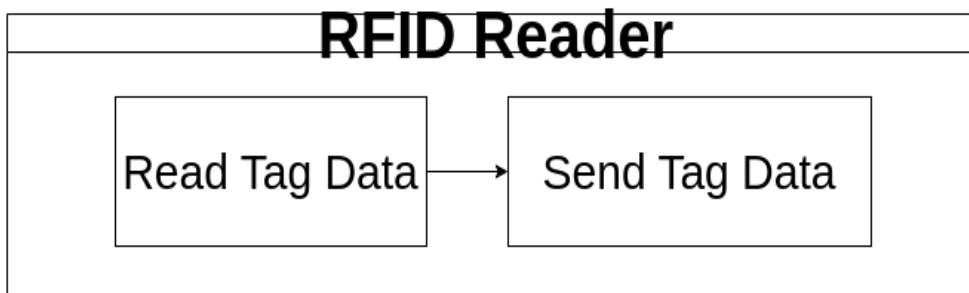
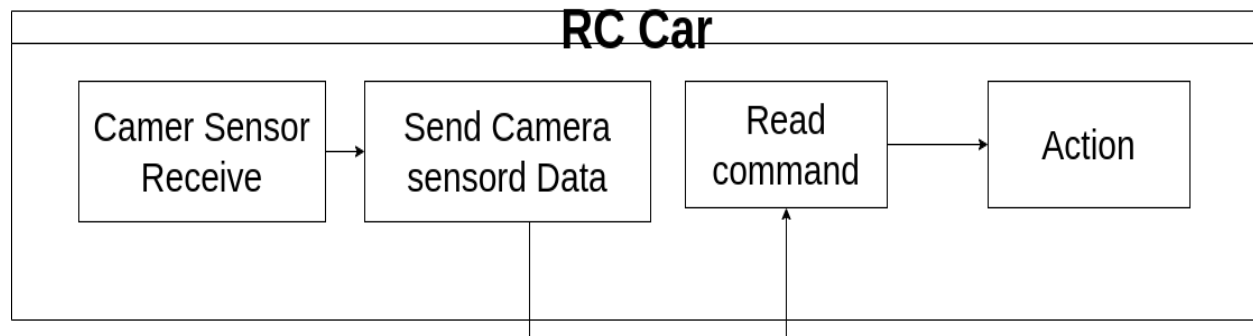
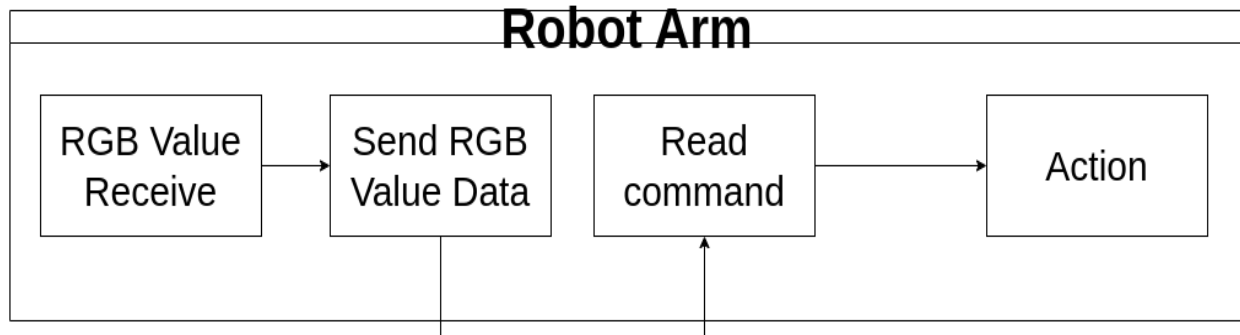
구분	기능 이름	기능 설명
SR-M-26	현재 시간 파악 기능	<ul style="list-style-type: none">현재 시간을 확인할 수 있다.
SR-M-27	실시간 날씨 파악 기능	<ul style="list-style-type: none">실시간 날씨 정보를 파악할 수 있다.
SR-A-28	작업 완료 알람 기능	<ul style="list-style-type: none">목표 작업량과 수확한 양이 일치할 경우 목표를 달성했음을 알린다.
SR-A-29	RC카 상태 표시 기능	<ul style="list-style-type: none">RC카가 작업자를 지정하면 노란색 LED가 ON된다.RC카가 작업자를 추적 성공하면 녹색 LED가 ON된다.RC카가 작업자를 놓치면 적색 LED가 ON된다.

* M: 메인PC & A: 아두이노 보드

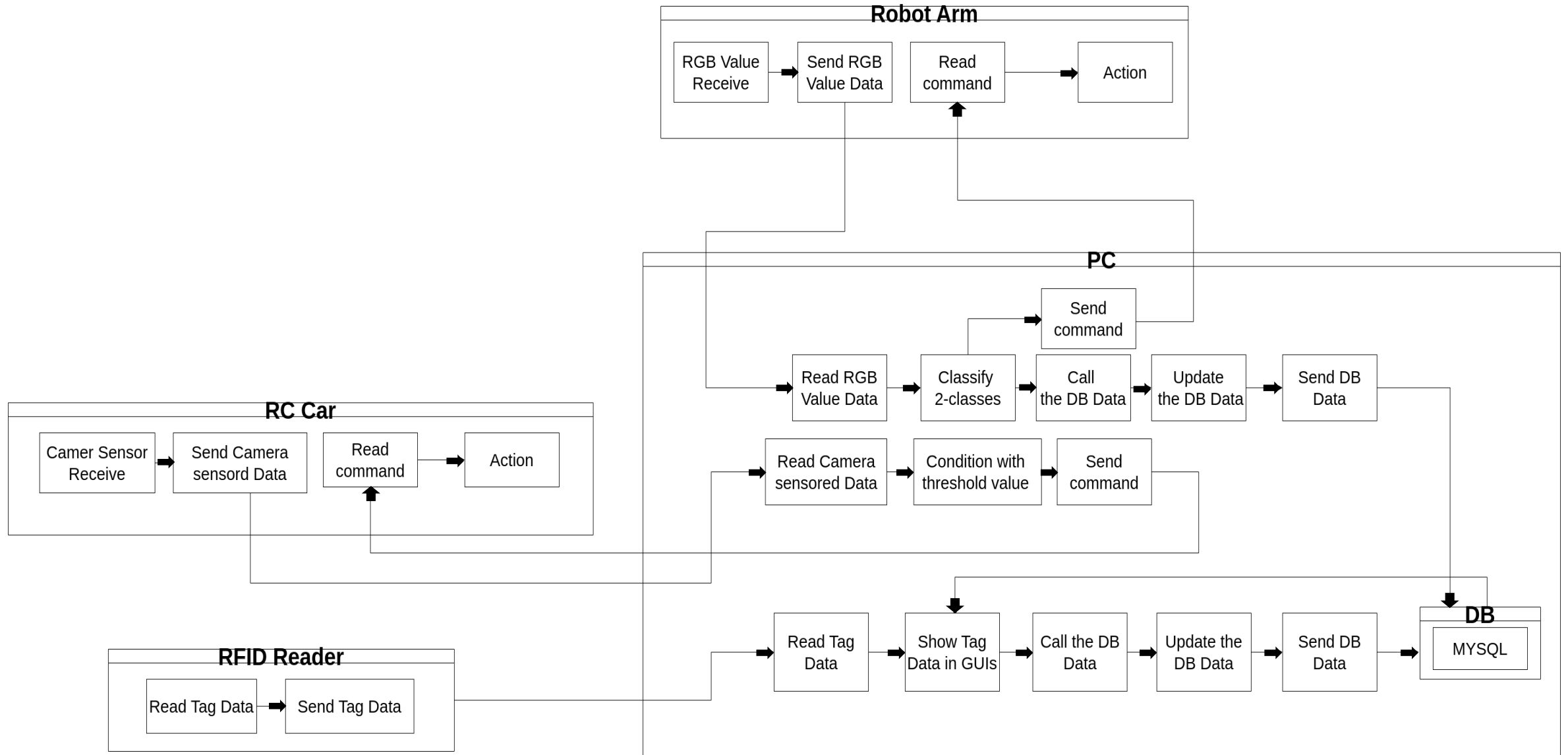
상세 설계(1) 흐름도

아두이노 보드와 시리얼 통신 대상

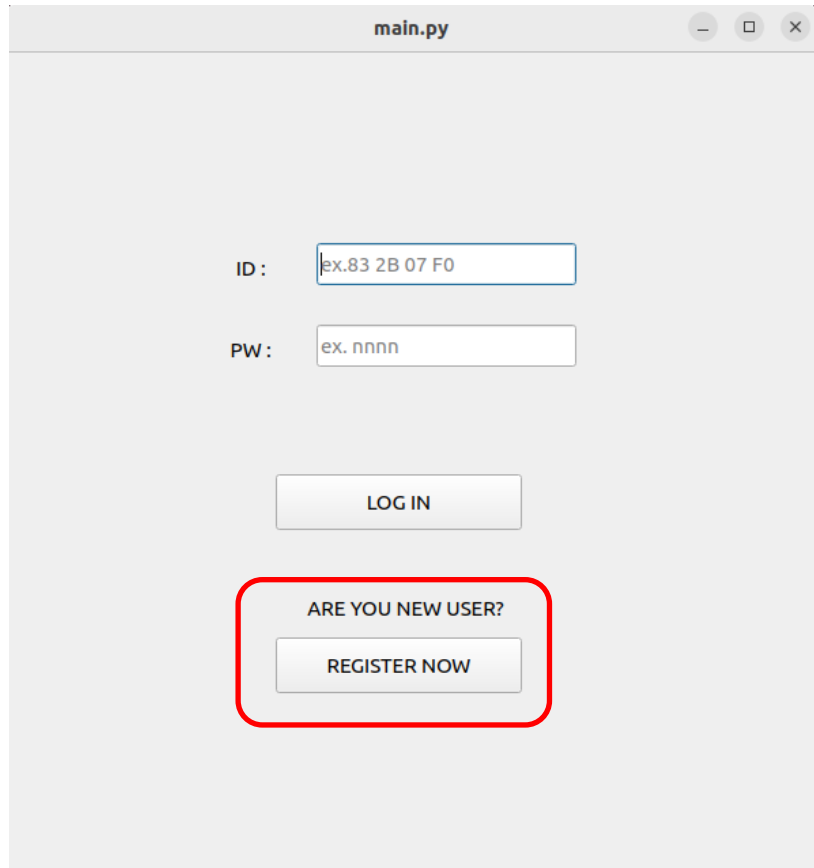
- 3가지 센서 I/O 상태 변화에 따른 보드와의 데이터 입출력
- RFID 리더기가 읽은 TAG Data을 보드가 입력 받음
- 허스키 렌즈가 읽은 Bounding box 정보를 보드가 입력 받음
- 컬러 센서가 읽은 RGB 값을 보드가 입력 받음
- 보드로부터 방향 및 속도 제어 신호 값을 모터 드라이버가 입력 받음
 - 아날로그 값(방향 및 속도 결정)
 - Threshold 값(90) 이상: 반시계 방향으로 회전
 - Threshold 값(90) 이하: 시계 방향으로 회전



상세 설계(1) 흐름도

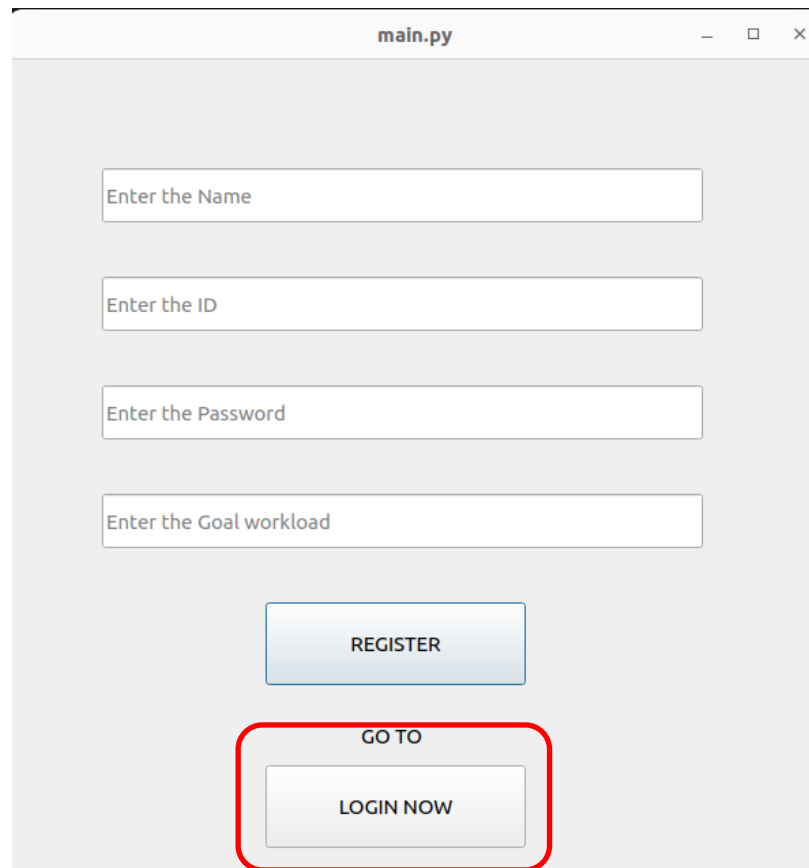


GUI 디자인



A screenshot of a login window titled 'main.py'. It features two input fields: 'ID :' with the placeholder text 'ex.83 2B 07 F0' and 'PW :' with the placeholder text 'ex. nnnn'. Below these fields is a 'LOG IN' button. At the bottom, there is a red-bordered box containing the text 'ARE YOU NEW USER?' and a 'REGISTER NOW' button.

로그인 화면



A screenshot of a registration window titled 'main.py'. It features four input fields: 'Enter the Name', 'Enter the ID', 'Enter the Password', and 'Enter the Goal workload'. Below these fields is a 'REGISTER' button. At the bottom, there is a red-bordered box containing the text 'GO TO' and a 'LOGIN NOW' button.

회원가입 화면

GUI 디자인

main.py

잠은 죽어서 자라. - 산지직송 대표 - 2024-04-25 11:50:54 13.96°C Clouds

Name	ID	Goal	AT_WORK
1 Boss	0A 0B 0C 0D	10	Y

POWER EMERGENCY STOP LOG OUT

현재 목표 정상 불량

1 10 1 -

작업자 화면

Dialog

열심히는 필요없다. 잘해라. 2024-04-25 11:52:17 13.96°C Clouds
- (주) 산지직송 대표 -

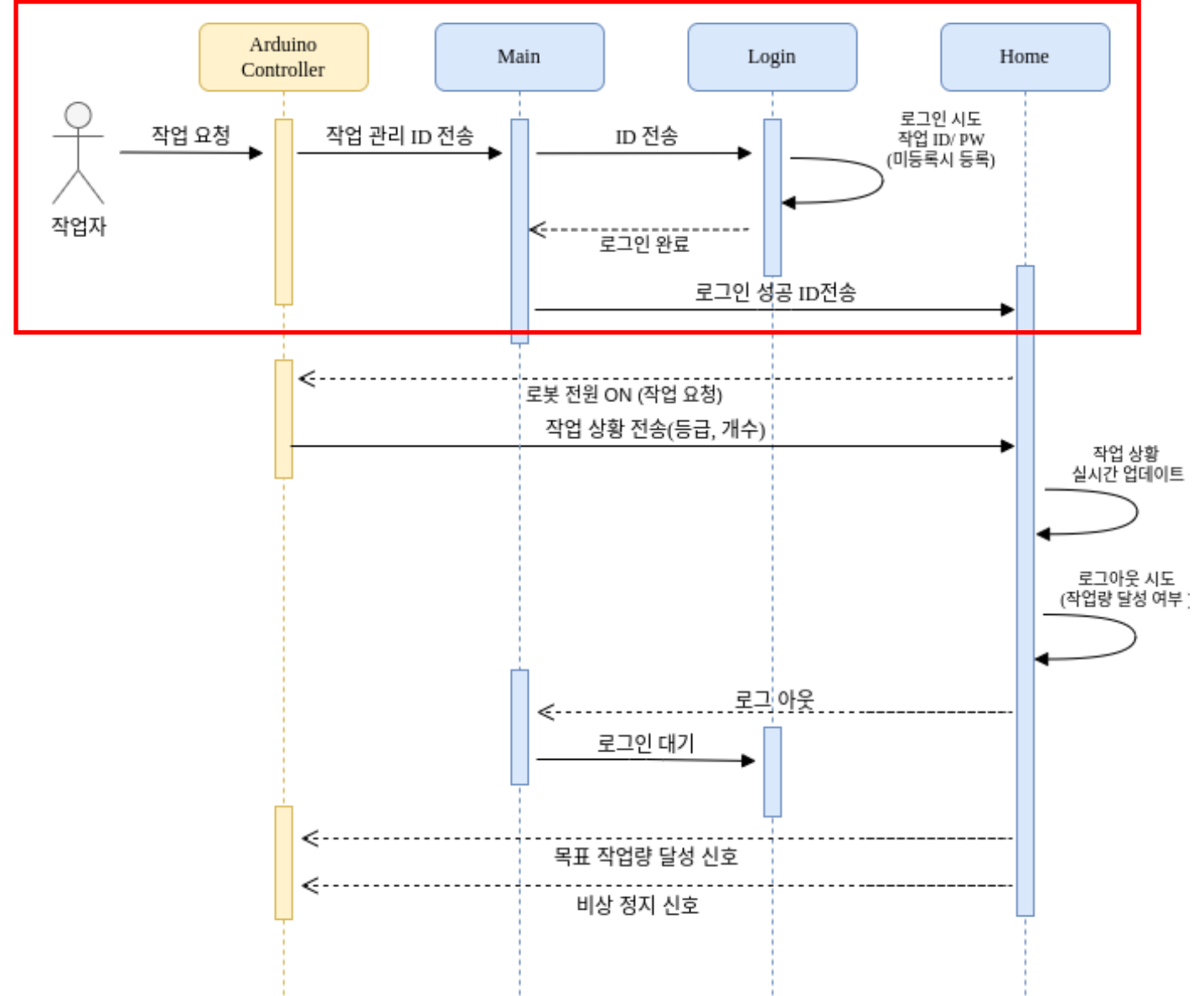
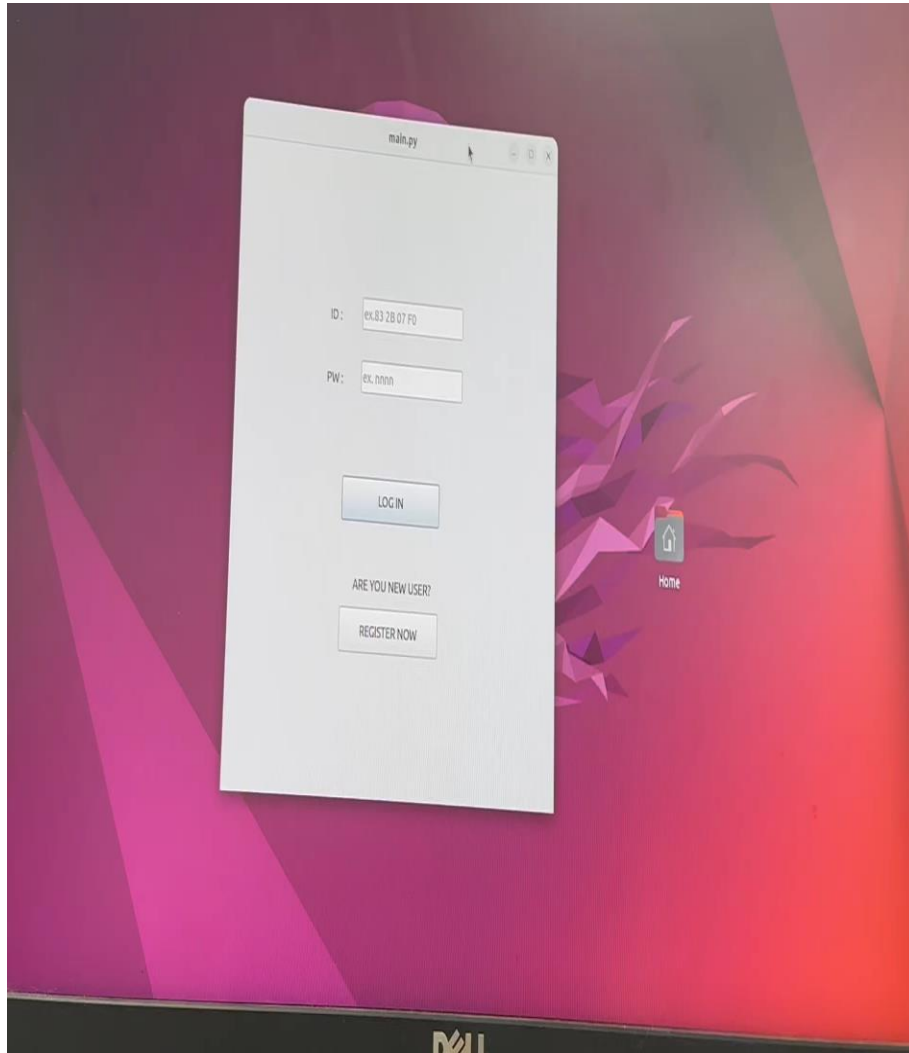
Name
ID

Search Emergency STOP

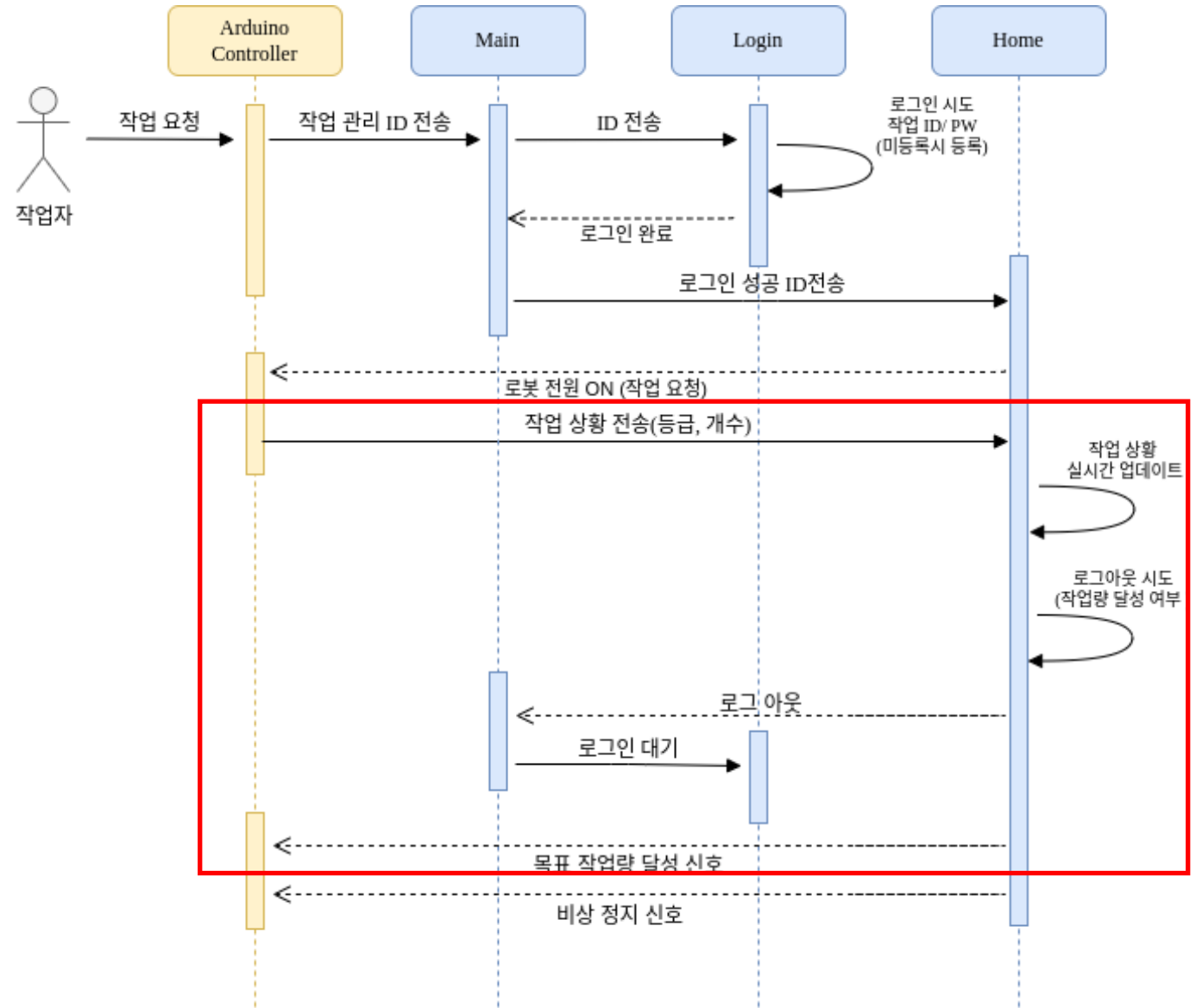
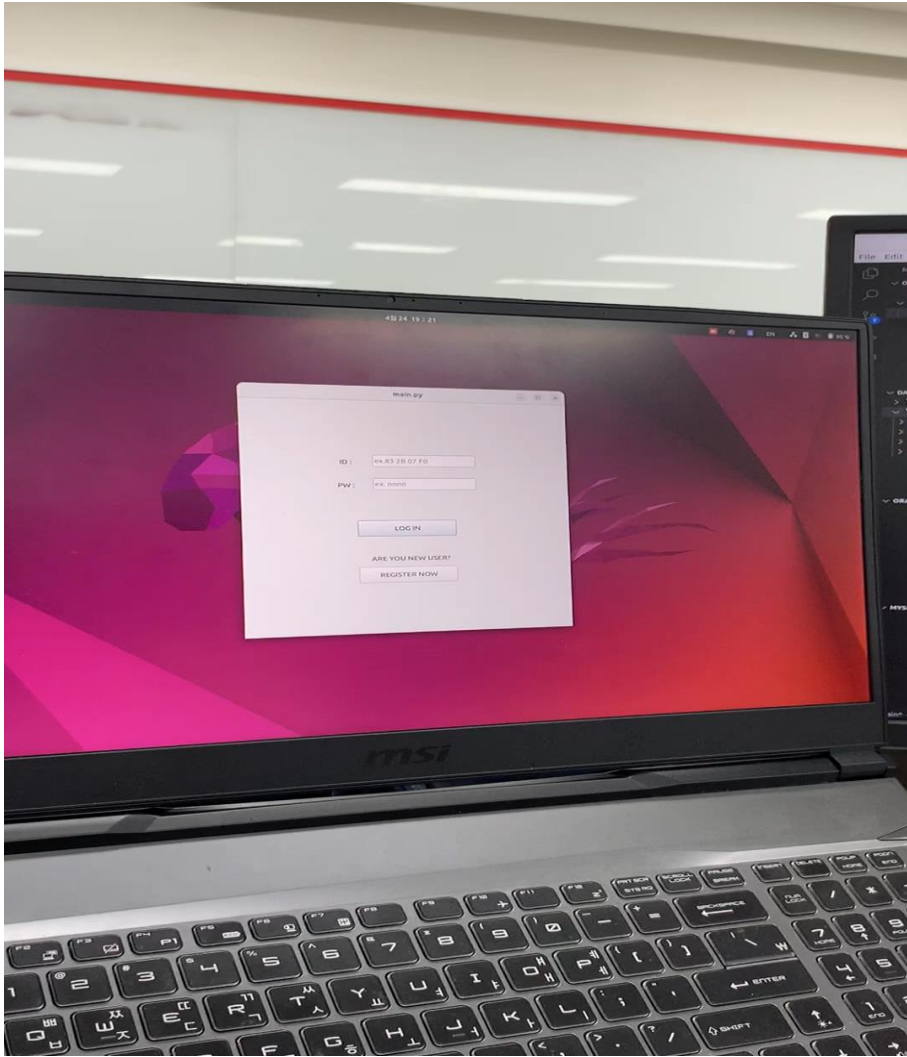
Name	ID	Goal	At_Work
------	----	------	---------

관리자 화면

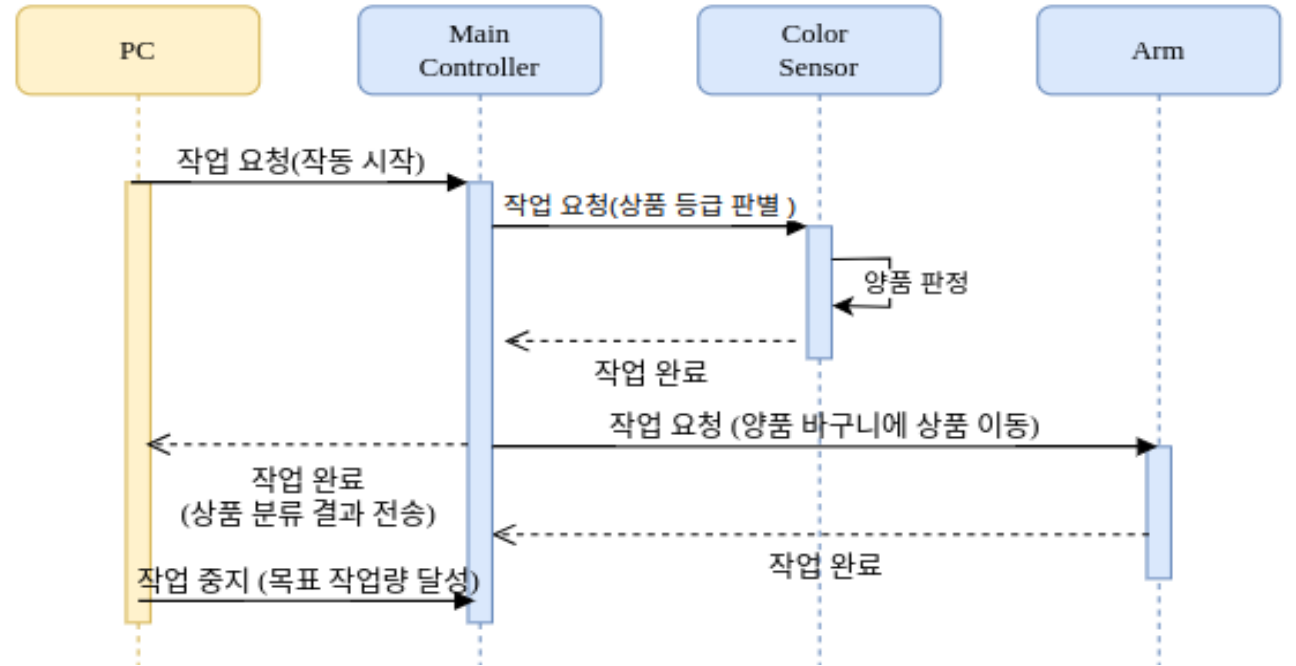
시연 1. 미등록 작업자 등록 후 로그인 완료



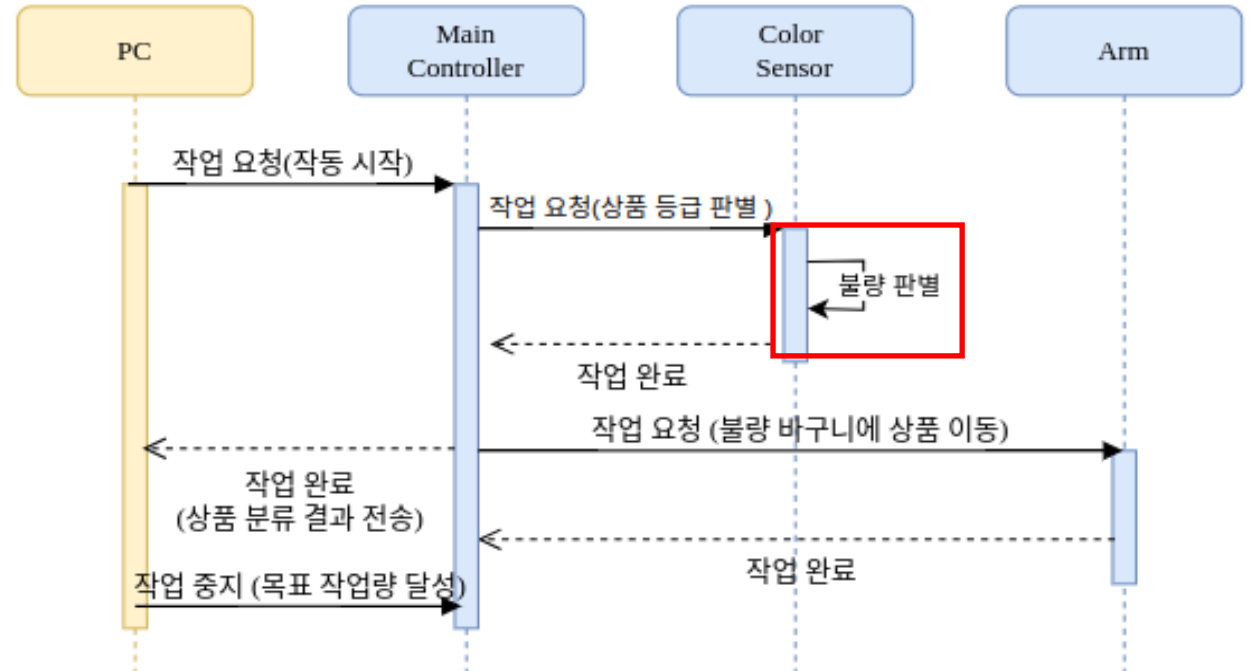
시연 1. 목표 달성 후 로그아웃



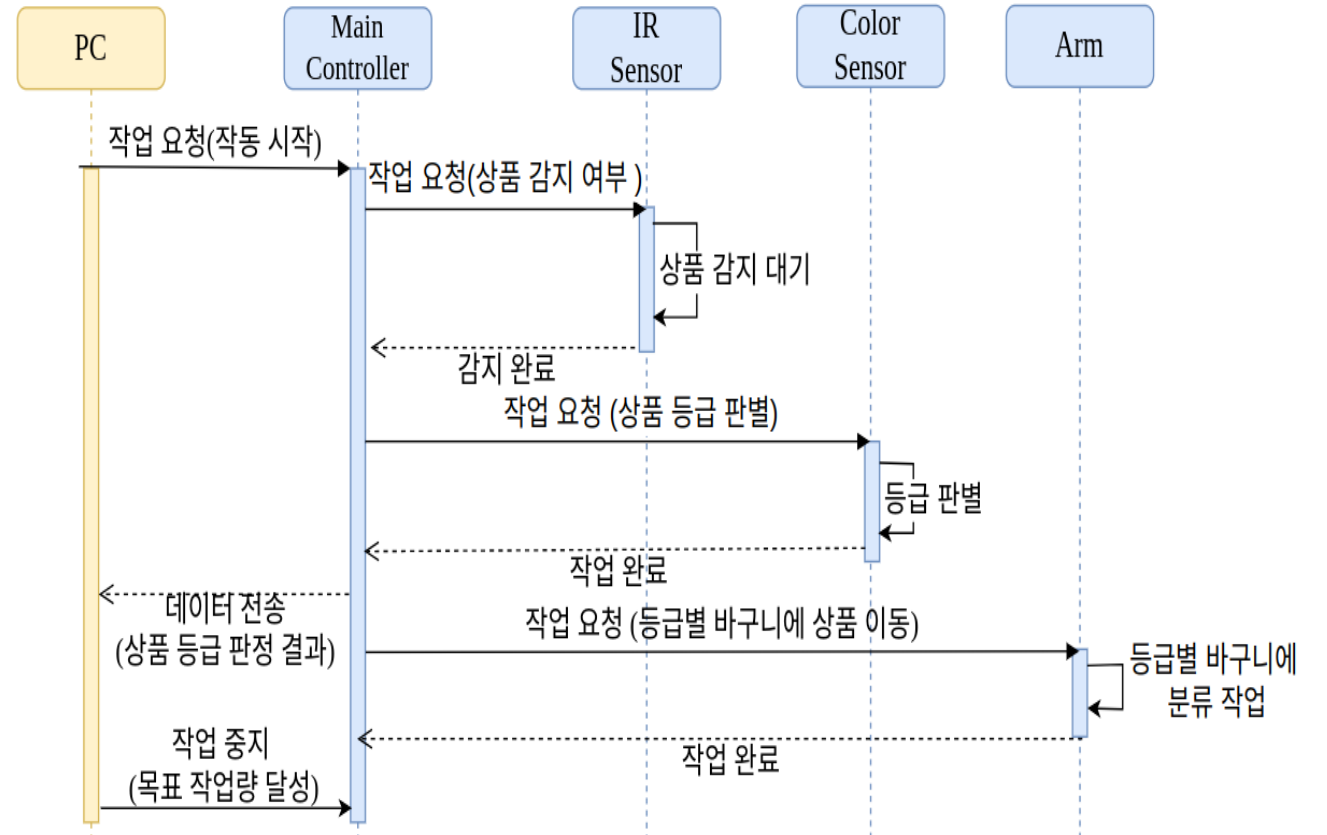
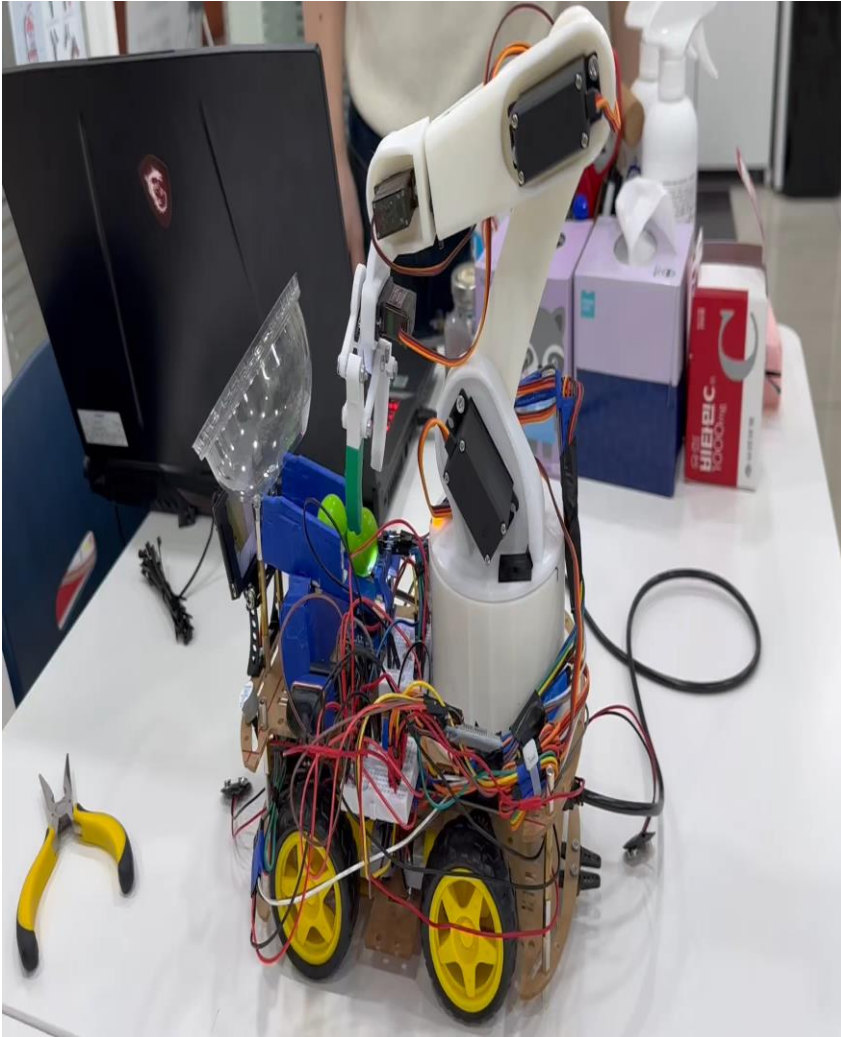
시연 2. 등급별 정돈(양품) 시나리오



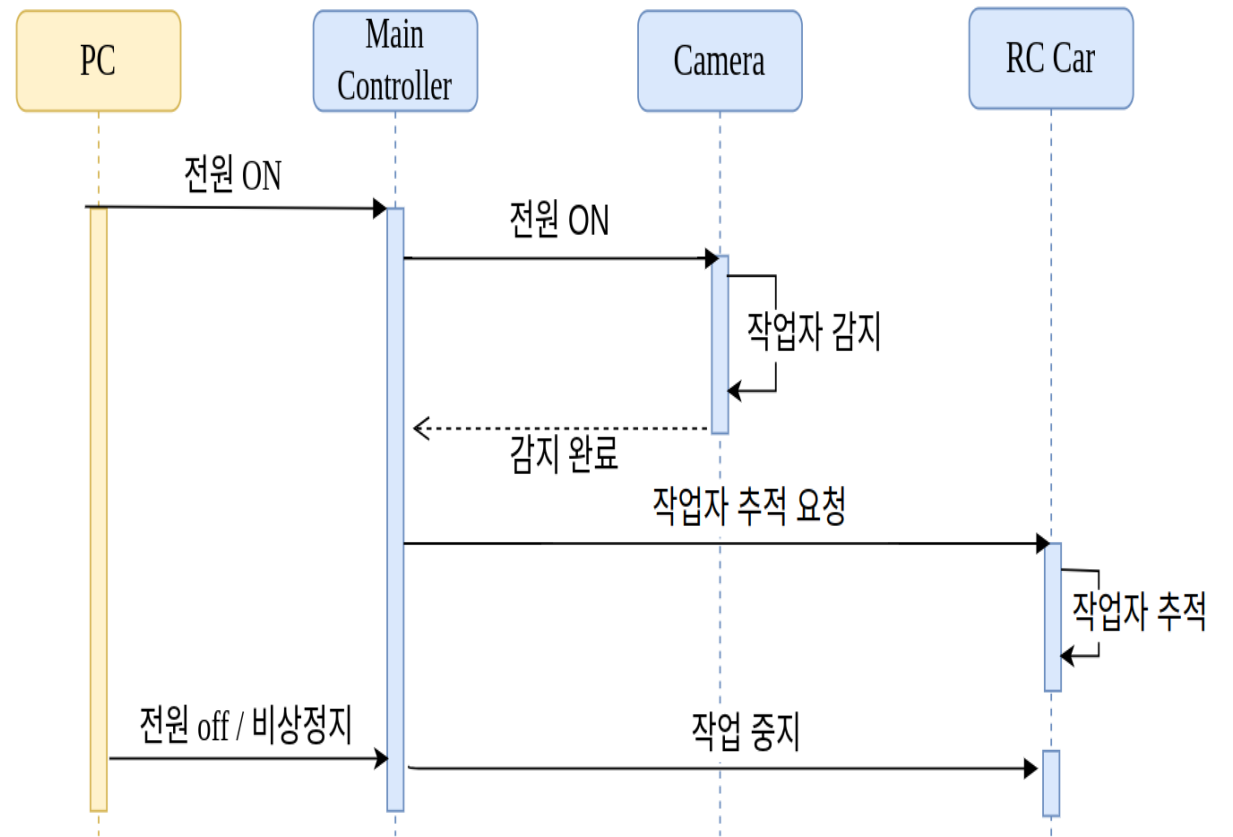
시연 3. 등급별 정돈(불량품) 시나리오



시연 4. 등급별 정돈(작업 대상 부재) 시나리오



시연 5. 작업자 따라 이동(정상) 시나리오



고찰 - 시행착오



영상 1. 작업자 따라 이동 - 실패

실패 사유

- 영상 1. 배터리 이슈
: 배터리 수명 감소로 인해 모터 동작 불안정

해결방법

- 영상 1. 배터리 이슈
: 무게를 분산할 수 있도록 하드웨어 설계 및 더 높은 전압의 배터리 효율적 사용

감사합니다