

휴머노이드 로봇 스포츠대회 2020 제출자료

학교: 국민대학교

팀명: 코봇

팀원: 박정환, 유선종, 조혜영

인원: 3명

대표자 연락처: 010-7726-9081 유선종

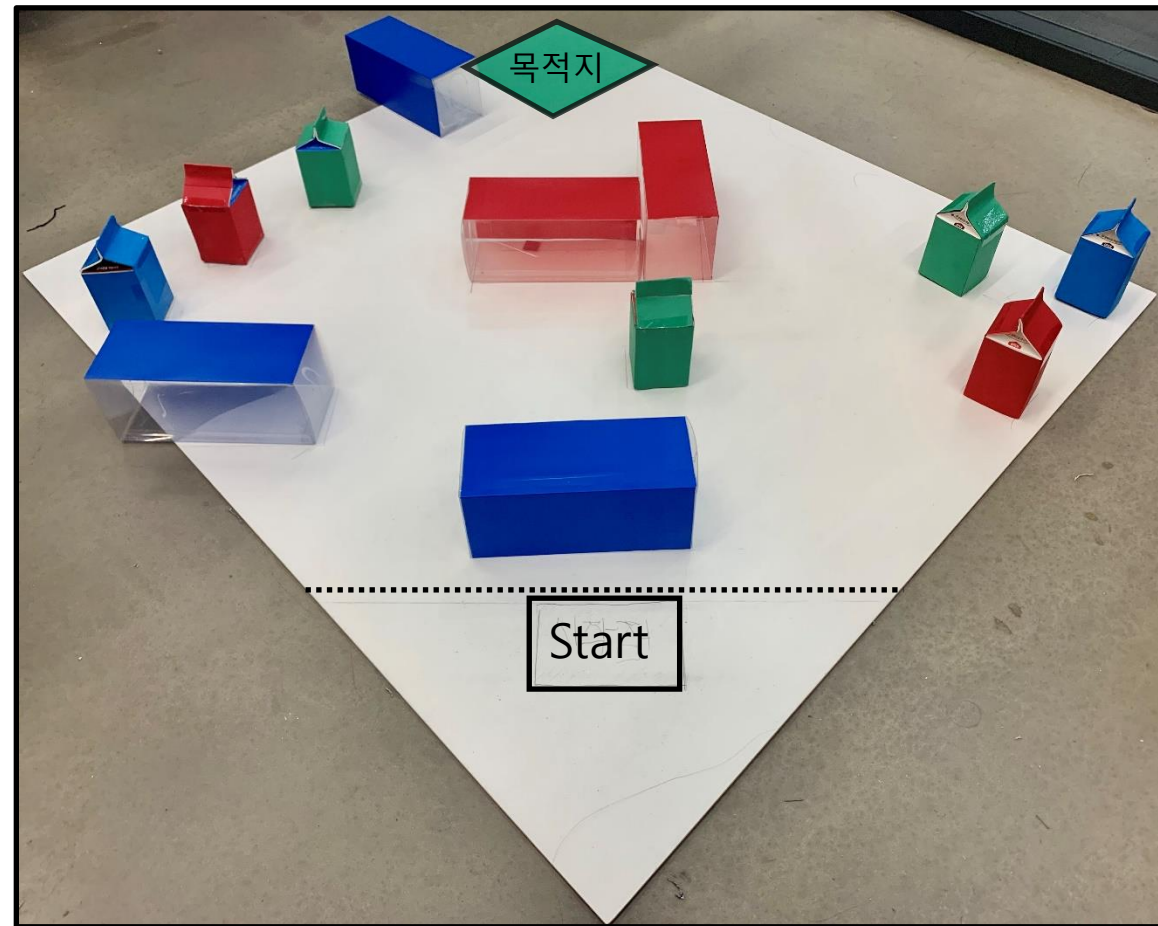
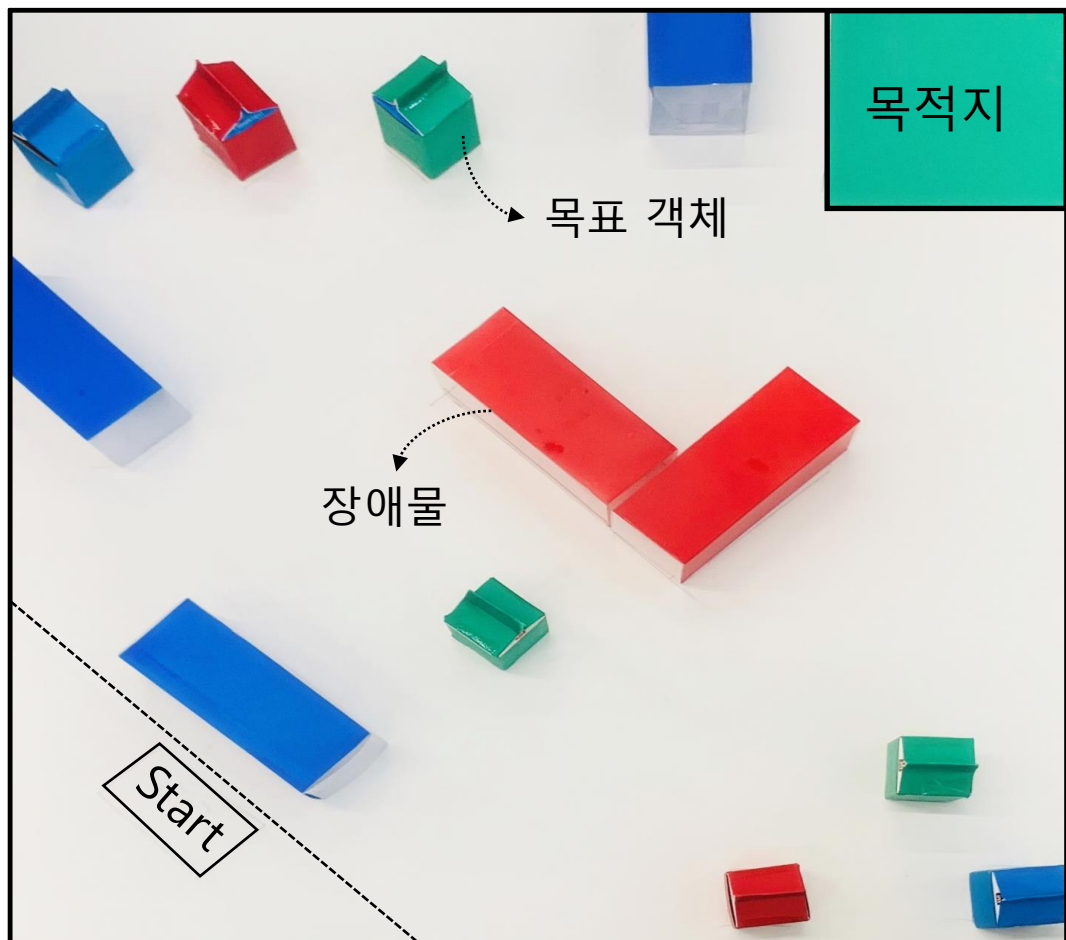
비상망 연락처: 010-8577-3863 조혜영

목차

INDEX

- ✓ 제작 공간 소개
- ✓ Map 시나리오 설명
- ✓ 미션 소개 - 미션 1, 미션2, 미션3
- ✓ 미션 별 주요 알고리즘 소개
- ✓ 완성한 알고리즘의 Class Diagram

제작 공간(Map) 소개



시나리오

STEP1

▶ 전체 맵 탐색 및 객체 선택

1. 로봇은 다양한 방향으로 목을 움직여 **전체 맵(Map)**을 탐색한다.
2. 전체 맵(Map)을 탐색 과정에서 목표 객체 발견 시 해당 위치를 기록한다.
3. 위치를 기록한 객체들 중 **가장 가까운 객체**를 향해 몸을 돌린다.

STEP2

▶ 객체 추적하기

1. 객체를 향해 전진하다 장애물을 발견하게 되면 **좌우로 이동하여 장애물을 피한다.**
- 2-1. 로봇은 이동 경로에서 목표 객체 발견 시 위치를 세부 조정하여 객체를 잡는다.
- 2-2. 로봇은 앞서 예측했던 거리만큼 이동했을 때 목표 물체가 보이지 않는 경우 목을 좌우로 돌려 객체를 확인한다.

STEP3

▶ 목적지 추적하기

1. 로봇은 객체를 잡기 위해 진행 경로를 이탈했을 시 몸을 돌려 **원래의 진행 방향으로 복귀한다.**
2. 로봇은 **목적지 방향으로 경로를 설정**하기 위해 목적지를 탐색하고 해당 방향으로 몸을 튼다.
3. 목적지를 향해 이동 중 맵 이탈 가능성이 생기면, 정지하고 목적지를 재탐색해 **경로를 재설정**한다.

STEP4

▶ 목적지 도착 및 다음 객체 탐색

1. 목적지에 도착하면 **가장 안쪽에 배치**시키기 위해 앞으로 이동한 뒤 객체를 내려 놓는다.
2. 다음 객체를 찾기 위해 앞서 파악했던 **Map을 역순으로 계산하여 가장 가까운 객체**가 있는 쪽으로 몸을 돌린다.
3. 과정을 반복하여 **나머지 객체들도 구한다.**

MISSION 소개



MISSION 1.

- ▶ 3개 이상의 다양한 색상의
물체 추적 알고리즘의
완성도 서술



MISSION 2.

- ▶ 물체 추적에 대한
로봇 구동 방법에 대한
완성도 서술

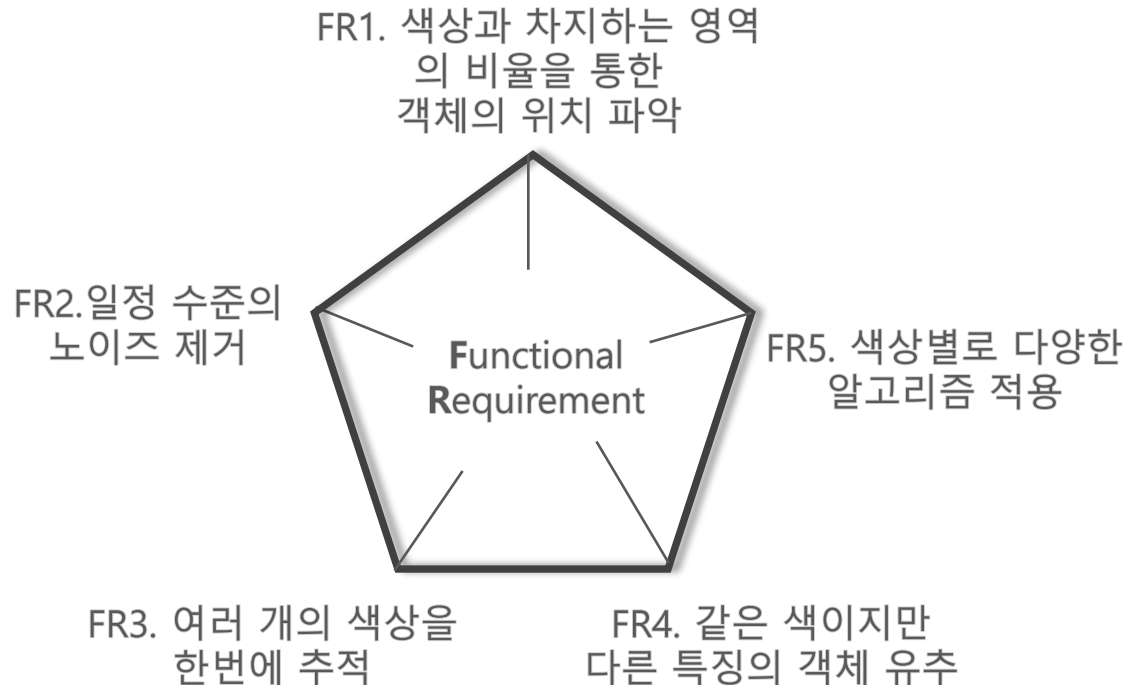


MISSION 3.

- ▶ 팀별 자유 공간에서
로봇 위치 인식에 대한
알고리즘 완성도 서술

MISSION 1

물체 추적 : 다양한 색상의 물체 추적



[주요 알고리즘]

FR1. 로봇은 특정 색을 추적한 뒤, 해당 영역이 화면에 차지하는 비율을 이용해 객체와의 위치를 간접적으로 파악한다.

Ex) 목적지를 벗어나는 것, 객체에 근접하는 것

FR2. 로봇은 일정 수준의 잡음을 무시할 수 있어야 한다. 특정 색을 추적함에 있어 영역이 일정 수준 이하로 작은 건 잡음으로 처리한다.

FR3. 로봇은 목적지 이외의 색들을 모두 장애물로 인식할 수 있도록 한번에 여러 색을 추적할 수 있어야 한다.

FR4. 로봇은 색상이 같은 경우, 해당 색상이 차지하는 면적을 이용하여 각 객체의 특징을 유추할 수 있다.

FR5. 로봇은, 색상에 따라 상황 별 대처하는 알고리즘이 다르다.
Ex) 장애물 피하기, 잡을 객체 판단, 맵 이탈 방지, 목적지 판단

MISSION 1

영상처리 : 영상 전처리와 객체 감지 알고리즘

HSV 색상 이진화와 모폴로지 연산

탐지하려는 객체의 색상만을 남기도록 HSV 색상값의 범위를 이용하여 이진화를 하였다. 간혹 발생하는 노이즈를 제거해 주기 위하여 이진 이미지에 모폴로지 연산을 적용하였다.



경계 설정

전처리된 이진 이미지에서 같은 세기를 가지는 픽셀들의 경계 영역을 추출한다. 이 때 일정 픽셀 이하의 경계 영역의 경우 노이즈로 간주하여 제외한다.

객체 선별

여러 후보 경계 영역들을 각 영역의 중심과 로봇의 발사이의 거리를 기준으로 정렬한 뒤 가장 거리가 짧은, 즉 가장 가까이 있다고 판단되는 경계 영역을 목표 객체로 판단한다.

객체 유추

앞서 컨투어 처리된 이진 이미지에서 면적을 구하는 연산을 한다. 그리고 난 뒤 면적의 크기를 비교하여 구하려는 객체와 목적지를 구분한다.



MISSION 1

영상처리 : 임베디드 환경에서의 영상처리는 프로세스 파워에 의해 제한적인 낮은 수준의 구현으로 동작된다. 딥러닝 등 심화된 방법을 이용하여 객체 감지 알고리즘을 적용할 수 있지만, 제한된 환경과 조명에서는 단순 색상 기반의 처리도 충분히 동작성이 보장되므로, 본 프로젝트에서는 색상기반의 객체 검출을 사용하였다. 색상기반의 검출을 수행하기 위해서는 우선적으로 사용할 색공간에 대한 선택이 필요한데 빛의 영향을 줄이기 위해 HSV 컬러 공간을 사용하였다.

1 목적지 영역의 색상 확인

빨강, 초록, 파랑, 하양 4 가지 색상이 존재하는 환경속에서 어떤 객체를 옮길 것인가에 대한 판단은 목적지의 색상과 동일한 것을 옮기는 것으로 한다.

2 중복으로 발견되는 비슷한 객체들의 우선순위

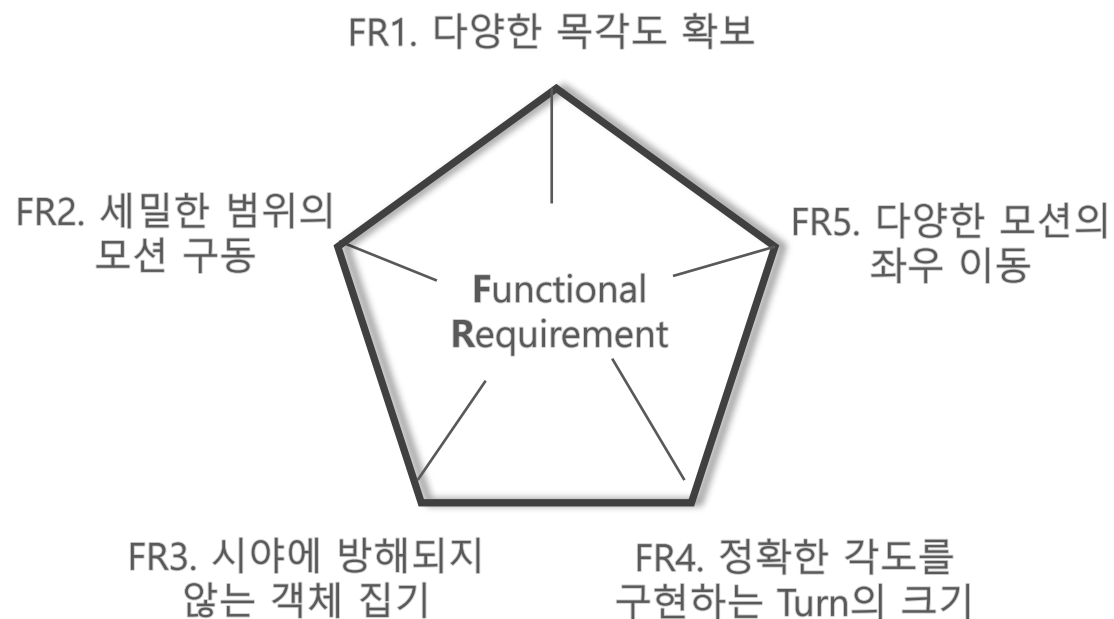
로봇이 목각도를 움직여 Map의 구성도를 파악할 때 하나의 객체가 연이은 목각도에서 중복적으로 발견될 수 있다 이때 발견되는 객체의 무게중심이 화면의 중앙에 근접한 객체만을 실제 객체의 위치로 기록한다.

3 여러 개의 색상 한번에 추적

로봇이 프레임에서 단순히 하나의 색상과 관련된 처리를 한다면 여러 색상이 들어올 때 각각의 알고리즘이 한번에 처리되지 못해 문제가 발생할 수 있다 그렇기에 하나의 프레임에서 여러 가지색상을 한번에 인식할 수 있도록 한다.

MISSION 2

로봇 모션 : 물체 추적에 대한 로봇의 구동



[주요 알고리즘]

FR1. 로봇은 Map의 모든 구역을 탐색 할 수 있도록 세부 조절된 좌우, 위아래방향의 모션들로 시야의 다양성을 확보한다.

FR2. 좁은 공간이나 섬세한 작업을 요구하는 기능에서는 세부조정 모드로 모션의 크기를 작게 한다.

FR3. 로봇의 시야에서 처리하는 것에서 정확도의 한계가 있을 경우 센서를 사용하여 정확도를 높인다.

FR4. 로봇은 원래의 진행방향으로 복귀할 수 있도록 턴의 횟수에 따라 요구되는 각도를 유지할 수 있도록 하였다 (turn 5번은 90° 회전).

FR5. 로봇은 시야 내의 특정 객체의 중심점을 추적하면서 목적에 맞게 모션을 조정한다.

MISSION 2

로봇 모션 : 위치에 따른 로봇의 구동

[시작점에서 → 목표 객체까지]

- ▶ 1. 전체 맵 탐색을 위해 목각도를 변화시킨다.

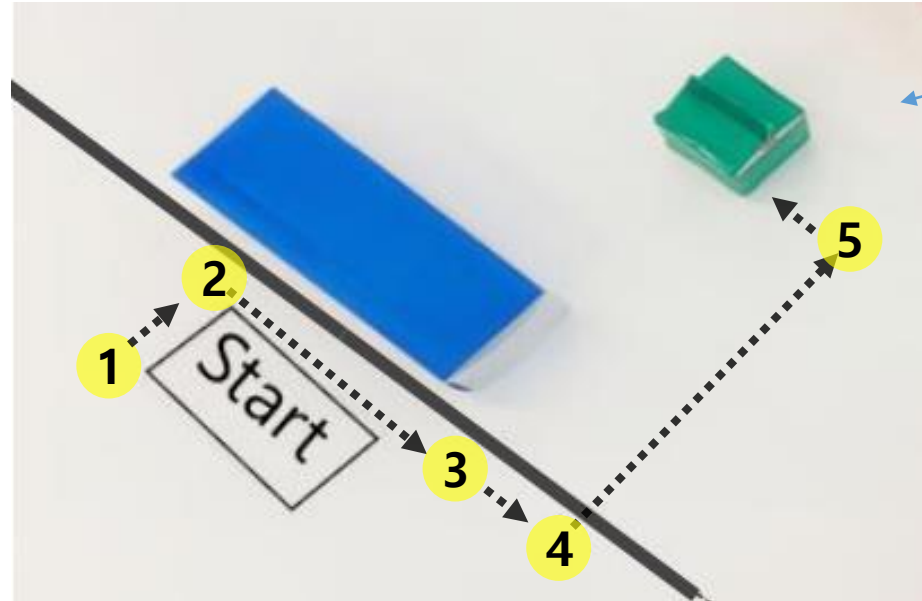
: **Head()** 동작 수행

- ▶ 2. 장애물을 발견한 경우 장애물을 회피하기 위해 좌우로 이동한다.

: **좌우 Move()** 동작 수행

- ▶ 3. 장애물을 피한 뒤 여유공간 확보하기 위해 짧은 걸음으로 좌우 이동한다.

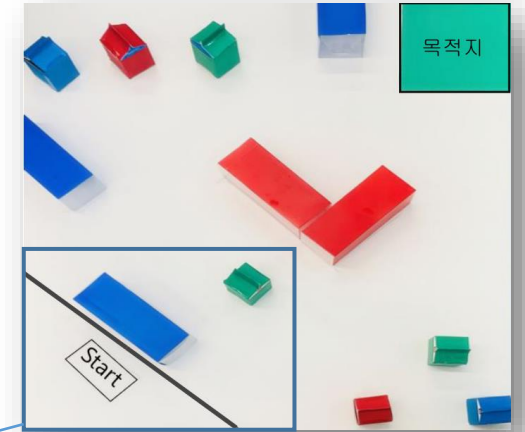
: **Move("SHORT")** 동작 수행



- ▶ 4. 장애물이 없는 경우 앞으로 나아간다.
- : **Walk(전진)** 동작 수행

- ▶ 5. 지정한 걸음 수에 도달한 경우 목각도를 좌우로 움직여 객체를 확인한 뒤 객체가 발견된 방향으로 회전한다.

: **Head()** 동작 수행. **Turn()** 동작 수행



MISSION 2

로봇 모션 : 위치에 따른 로봇의 구동

[목표 객체에서 → 목적지까지]

▶ 1. 목표 객체를 발견한 경우 물체를 최적의 위치에서 잡기 위하여 위치를 조정한 후 객체를 집는다.

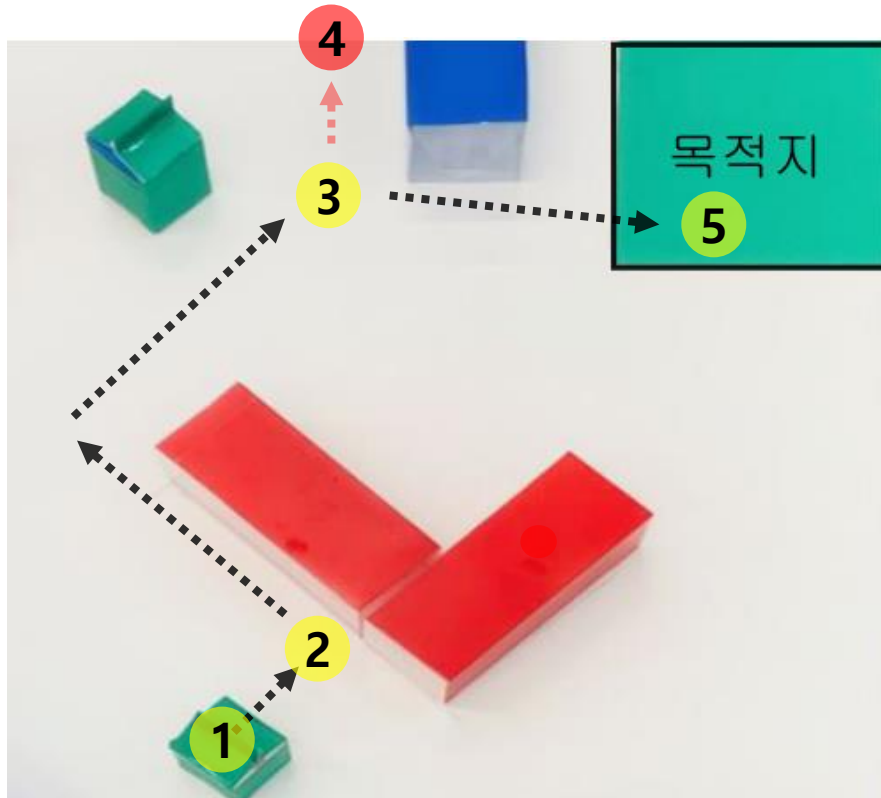
: **grab()** 동작 수행

▶ 2. 진행 경로로 복귀 하기 위해 원래 진행 방향으로 로봇의 몸을 90도 틀어준다

: **turn()** 동작 수행

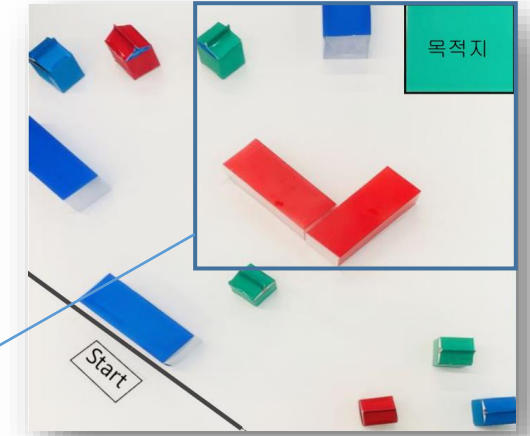
▶ 3. 목적지를 향해 전진하고 전진 중 장애물 감지시에는 회피하기 위해 좌우로 이동한다.

: **Head()** 동작 수행



▶ 4. 미션 지역 이탈을 방지하기 위해 미션 지역 이탈시에는 정상 경로 방향으로 회전 및 이동한다.
: **turn()** 동작 수행, **move()** 동작 수행

▶ 5. 목적지 도착시에 집고 있던 물체를 목적지에 내려놓는다.

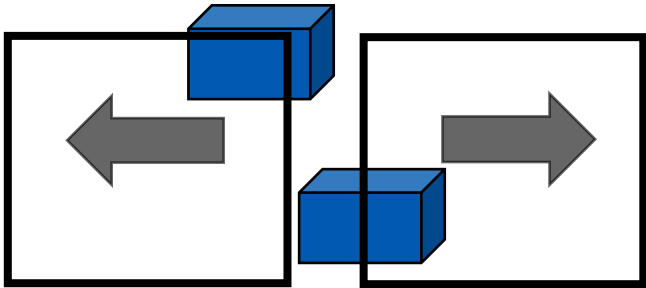


MISSION 2

로봇 모션 : 물체 직면 시, 상황 별 로봇 MOVING

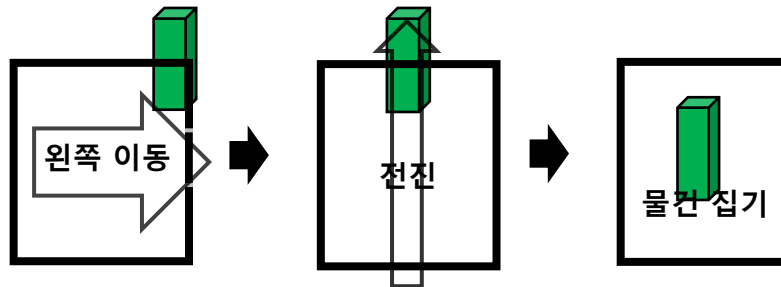
장애물

이동 중 화면에 장애물이 인식되는 위치에 따라 좌우 이동 동작을 수행하여 장애물을 피하고 다시 전진 동작을 수행한다. 이때, 장애물을 피하는 동작 수행 후 화면에서 장애물이 사라지면 짧은 보폭으로 피하는 동작을 수행하여 로봇과 장애물 사이의 일정 공간을 유지한다.



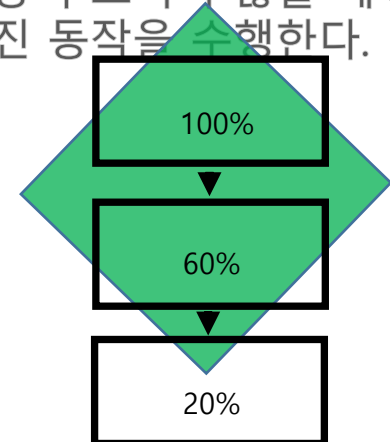
목표 객체

객체를 발견하면 로봇은 최적의 위치에서 객체를 집기 위해 세부 조정 동작(짧은 보폭의 좌우 이동 및 전진)을 수행하여 객체가 화면의 중심에 오도록 하고 집기 동작을 수행한다. 이때 시야각을 가리지 않는 범위 내에서 가까이 들 수 있게 적외선 센서와의 거리도 확인한다.



목적지

로봇은 목적지의 끝으로 가기 위해 화면에서 목적지의 색상 비율이 20% 이하로 떨어지기 전까지 후진 동작을 수행하고 조건이 충족되면 회전 동작을 통해 몸을 180°돌리고 목적지의 색상이 보이지 않을 때까지 전진 동작을 수행한다.



MISSION 3

로봇 위치 인식 1 : 전체 맵 탐색하기

1 다양한 시야 각 확보

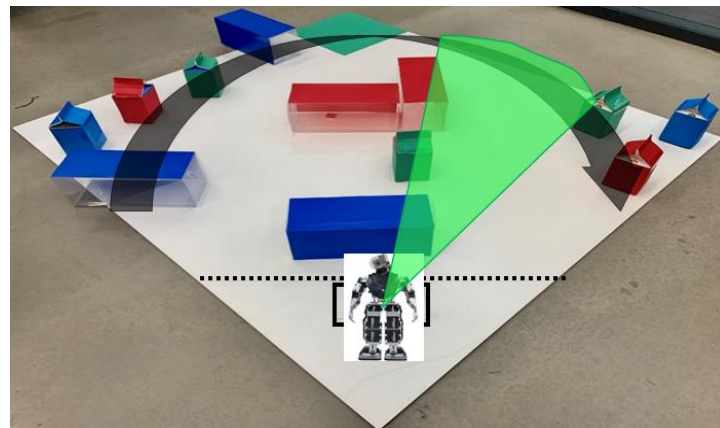
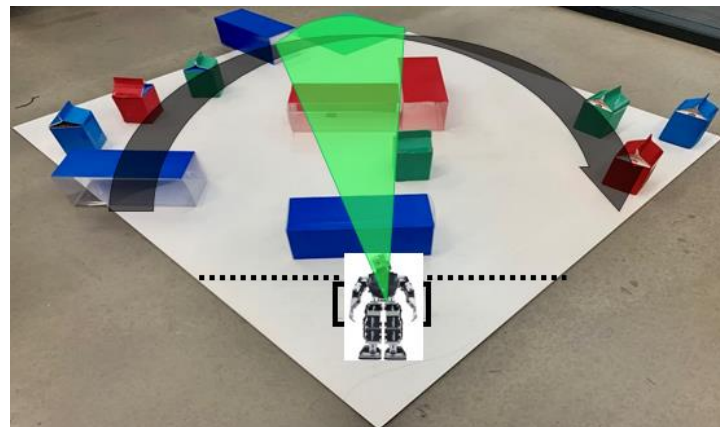
로봇은 목을 위아래 방향과 좌우 방향의 조합으로 돌려 사각지대가 생기지 않도록 전체 Map을 탐색한다.

2 Map의 구역별 단위 탐색

전체 Map을 라인별로 나눈 후 하나의 라인을 선택하여 목을 위아래 움직여 그 구역을 탐색한다.
그런 뒤 다음 라인으로 넘어가 구역별 정보를 저장한다.

3 목표 객체들의 위치 정보 기록

로봇은 전체 Map 탐색 과정에서 목적지 색상과 같은 목표 객체들을 발견하면 해당 위치를 목각도 정보로 하여 따로 저장한다.



MISSION 3

로봇 위치 인식 2 : 목표 지점까지의 거리 구하기

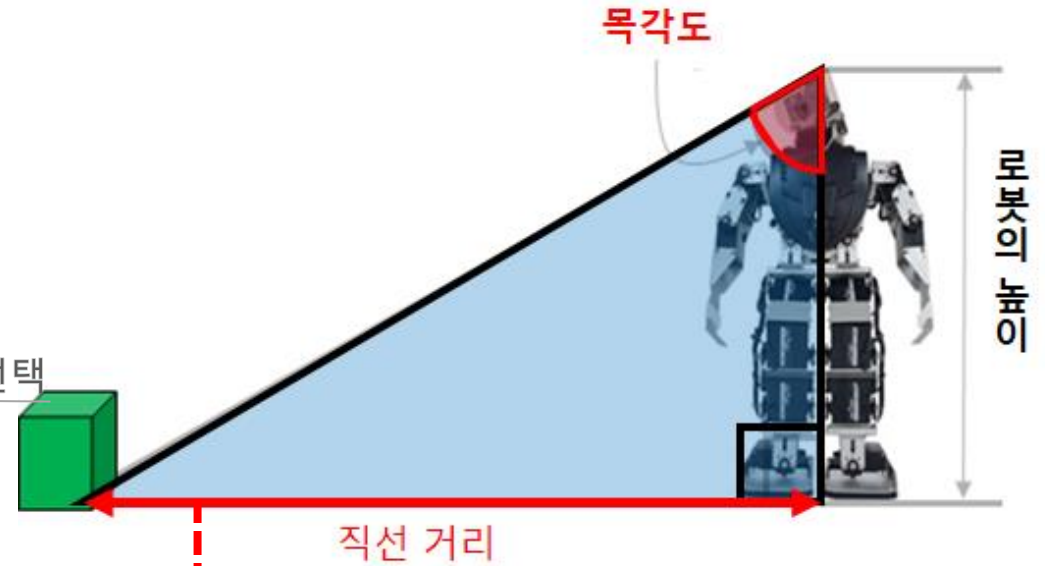
1

가장 가까운 객체 선택하기

1. 가까운 객체 선택

로봇은 앞서 구한 객체의 위치 정보인 목각도를 비교해서 가장 작은 목각도를 가진 객체 순으로 나열한다.

[공식1] 목각도가 작을수록 떨어진 거리가 더 작음



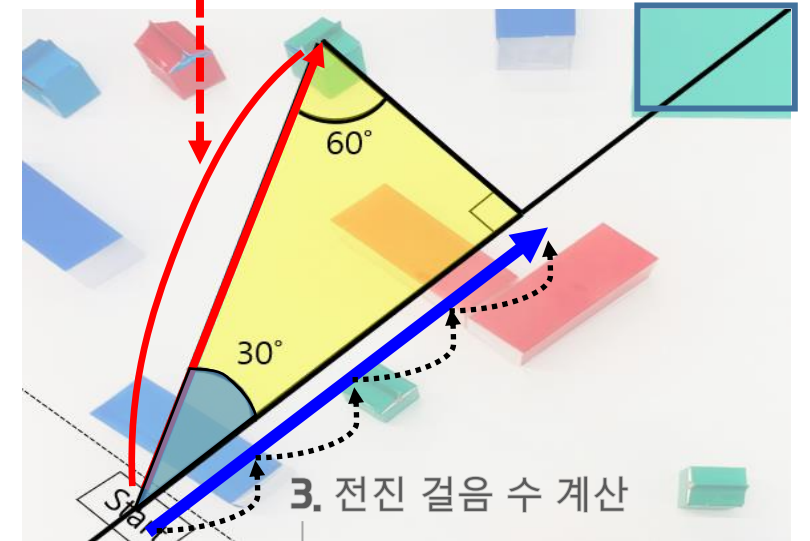
2

목표 객체까지의 실제 거리 구하기

2. 객체까지의 직선거리

앞서 인식한 가장 가까운 객체와의 실제 거리를 구하기 위해 직각삼각형에 로봇의 눈높이와 기울어진 목각도를 대입하고 로봇과 목표 객체 사이의 거리를 구한다

[공식2] 피타고라스의 정리 + 삼각비 사용



3

전진 거리 도출 및 걸음 수 변환

로봇은 객체와의 실제거리에서 전진에 필요한 걸음 수를 계산하기 위해 4cm당 1걸음으로 계산하여 직선 걸음을 구한다.

3. 전진 걸음 수 계산

MISSION 3

로봇 위치 인식 3 : 경로 추적의 완성도 – 시작점에서 목표 객체까지

목표 지점으로 1. 객체 중심화하기

로봇은 가장 가까운 거리의
목표 객체를 선택한 후
좌우로 이동 또는 Turn을 하여
지정한 **목표 객체**가
로봇 시야의 중앙으로
오도록 조정한다.
이제 로봇은 전진걸음만
걸으면 목표객체에 도달한다.

경로 유지를 위한 2. 진행 방향 기록

로봇은 객체를 향한 경로 중
장애물 피하기로 인해
초기 설정된 경로를 이탈할
가능성이 있다.
이 때문에 나중에 **이탈 범위를**
보정할 수 있도록
자신이 **움직인 방향**을 기록한다.

Side에 위치한 객체를 3. 진행 방향 보정

로봇은 지정된 전진걸음을
수행하여 **목표 객체에 근접**하면
목을 돌려 목표 객체를 찾는다.
이 과정에서 객체가 발견되지
않으면 앞서 장애물을 피하면서
기록된 **이탈된 경로를 보정하는**
방향으로 Move하여
객체를 찾도록 한다.

MISSION 3

로봇 위치 인식 3 : 경로 추적의 완성도 – 객체를 집고나서 목적지까지

객체를 집고 4. 진행 방향 복귀

로봇이 측면에 위치한 객체를
집기 위해 몸을 틀어
진행방향을 이탈한 경우
기존의 진행 방향으로
복귀해야 한다.
이때 사용되는 Turn은
90°단위이며 2번 사용시 180°
까지 구현이 가능하다.
만약 집는 과정에서 세부조정을
위해 몸을 더 틀었으면 복귀 시
그만큼 반대로 더 Turn을 하여
방향을 맞춰 준다.

새로운 경로 설정을 위한, 5. 목적지 탐색하기

로봇은 목표 객체를
집고 나서 목적지까지의
경로를 구하기 위해
목적지를 탐색하고
목적지까지 도달하는데
요구되는 걸음 수를 구해
전진 걸음 수로
업데이트한다.

맵 이탈 가능성 발생시, 6. 목적지 재탐색하기

로봇이 목적지를 향해 지정된
전진 걸음을 하다 보면
Map을 이탈할 가능성이
존재한다.
이탈 위험이 있는 경우
목적지가 근접하다고
판단하여 현재 위치에서
목적지까지의 경로를
다시 잡아 맵 이탈을 방지한다.

MISSION 3

로봇 위치 인식 4 : 시야에 따른 맵 재구성

: 객체를 구하고 난 뒤 시작점이 목적지로 변경되었기에 목적지를 기준으로 객체의 거리를 판단할 필요성이 발생.

1

남은 객체들의 정보 확인

로봇은 전체 Map 탐색에서 기록된 목표 객체들 중 아직 구하지 못한 객체의 거리를 알기 위해 목각도를 이용하여 시작점에서 떨어진 거리를 구한다.

2

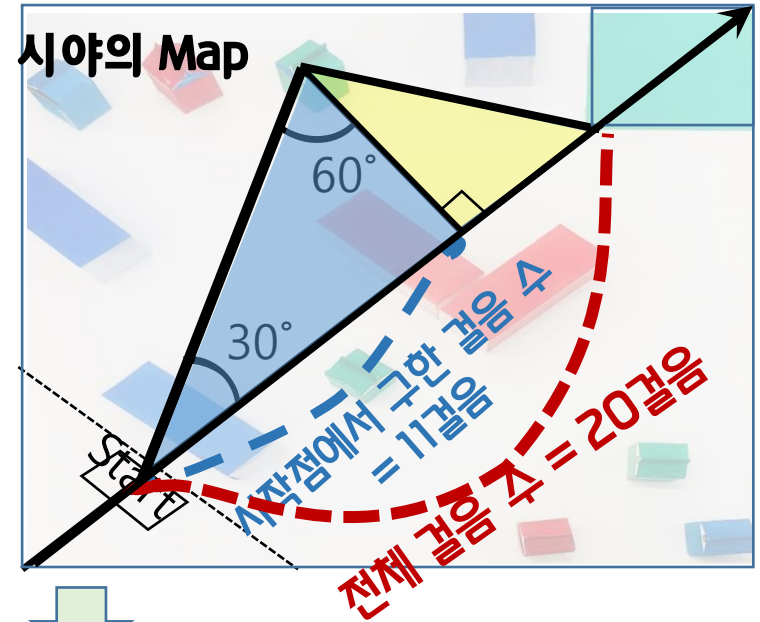
시야에 따른 맵 재구성 및 객체 선택

시작점이 목적지로 바뀌었기에 목적지를 기준으로 객체와의 거리를 다시 계산할 필요성이 있다.

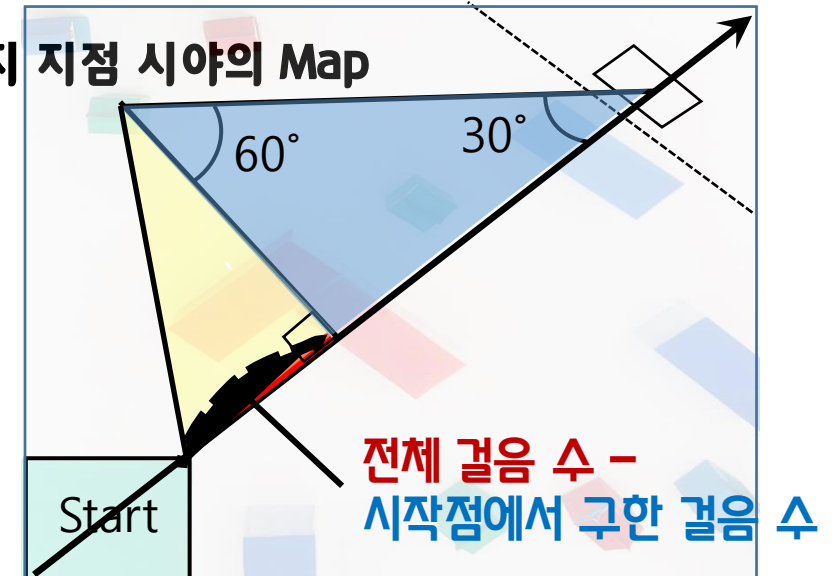
이때 시작점에서 목적지까지 요구되는 전진 걸음 수는 20보이며 하나의 객체에 대해서 목적지에서 요구되는 전진 걸음 수는 시작점에서 구한 전진 걸음수의 차이로 도출된다.

[공식3] 특정 객체에 대해서 시작점에서 구한 목각도가 클수록 목적지 지점에서는 떨어진 거리가 더 작음

1) 시작점 시야의 Map



2) 목적지 지점 시야의 Map



MISSION 3

로봇 위치 인식 5 : 다음 객체 탐색하기

1 목적지 밖으로 탈출하기

로봇은 객체의 색상과 같은 목적지의 색상으로 인한 오류를 줄이기 위해 목적지 밖을 벗어나야 한다. 때문에 화면에서 목적지의 색상이 차지하는 면적의 비율이 20%이하로 떨어질 때까지 후진 후 180° 회전해 전체 Map을 바라보도록 한다.

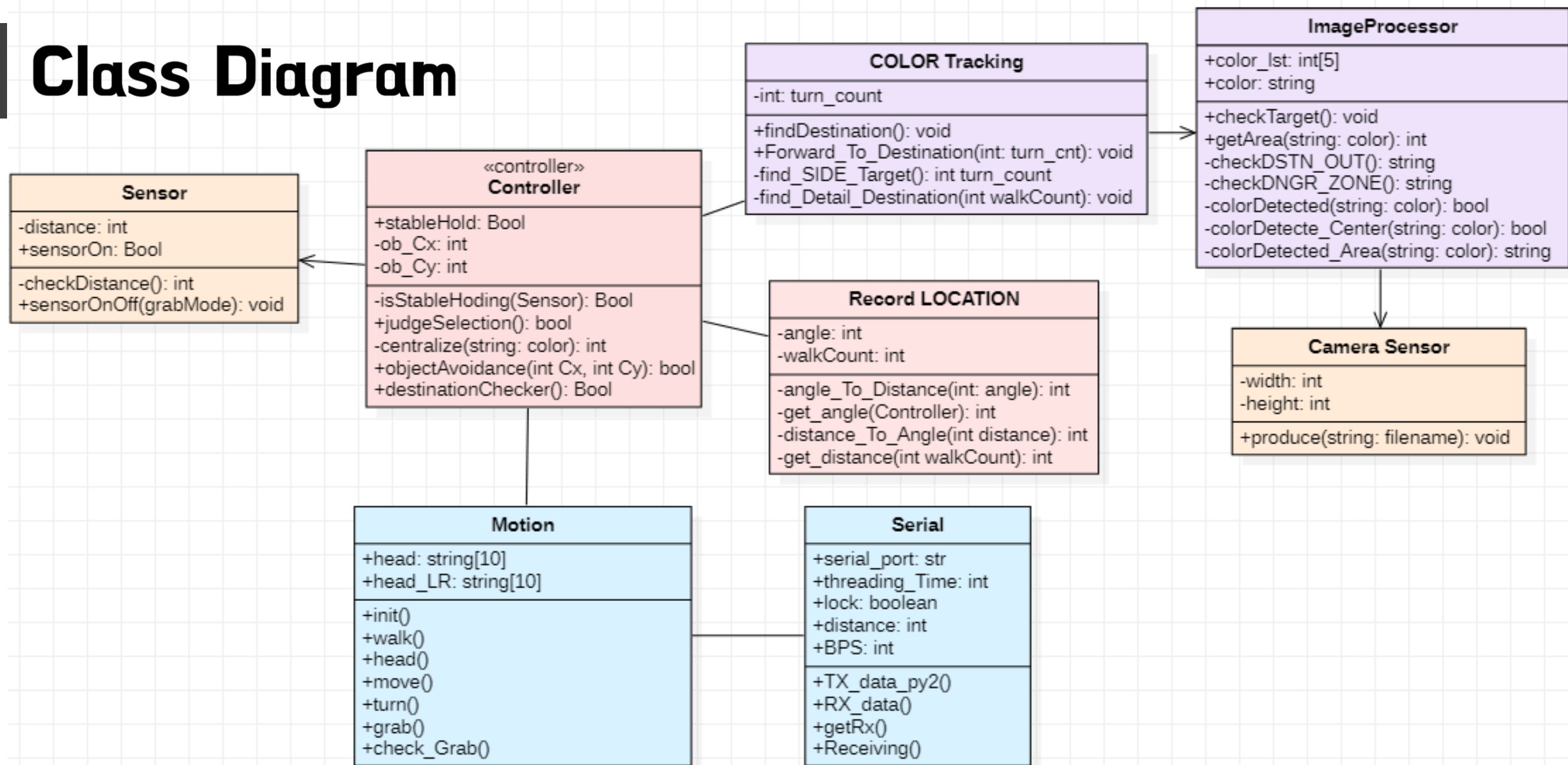
2 객체 정보 기록 및 우선 순위 결정

로봇은 앞서 시야각의 변경으로 인해 목적지로 시작점이 된 변경된 Map에서 각각의 객체에 대해 저장하고 있는 거리를 바탕으로 가장 짧은 거리의 객체를 선택한다.

3 다음 객체 발견까지 몸 돌려 중심화하기

로봇은 180° 회전을 통해 몸을 돌려 전체 Map을 바라보고 있는 상황에서 앞서 구했던 객체들 중에서 가장 짧은 거리의 객체가 나올 때 까지 Turn을 한다 그 다음 목표 객체를 발견하면 해당 방향에서 목각도를 위아래로 변경하며 객체의 정확한 거리를 도출한다.

Class Diagram



감사합니다