

# 물류로봇 4 : 상하역 (주니어 / 시니어) 경기규정 Ver\_210621\_2021 년

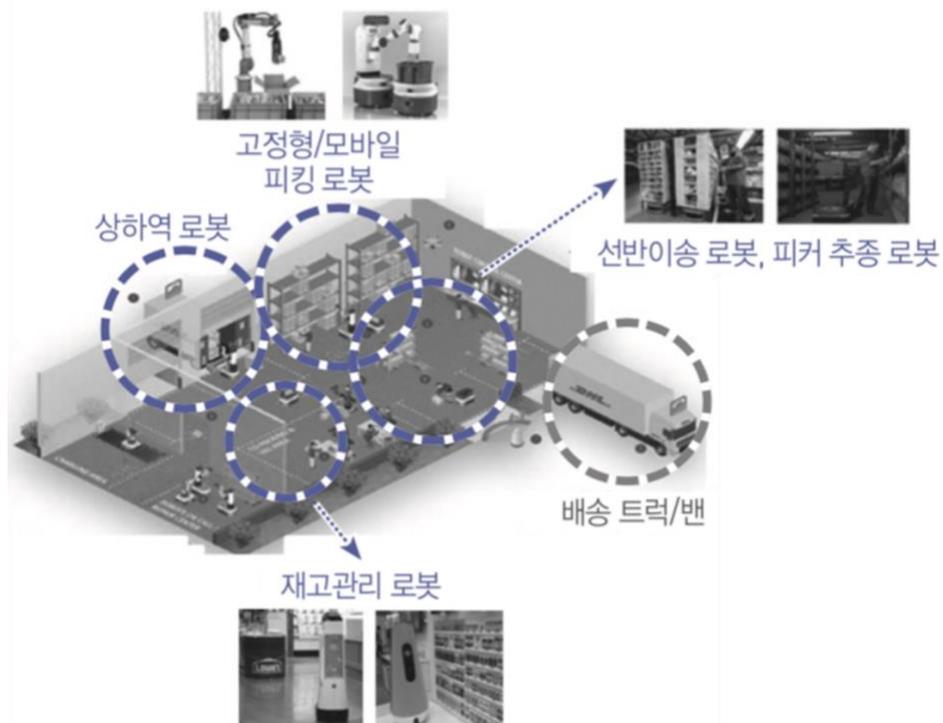
## 1. 시놉시스

2019 년부터 시작된 WCRC 의 주요 경진대회 테마인 물류로봇(Logistic Robot)의 4 번째 시나리오는 상하역(Loading & Unloading)으로, 인력의존도가 매우 높은 기존의 상/하역 작업 분야에서 비효율성과 충돌, 화물 낙하 등으로 인해 지속적으로 발생하는 안전사고를 방지하는 한편, 작업 효율성을 높이기 위한 일괄 하역장비 기술개발 과제들이 진행되고 있다.



[그림 1. 상하역 자동화시스템, 출처 : Asia Herald]

현재 WCRC 에서 물류로봇대회로 구현하고 있는 시나리오들을 아래의 그림과 대조하여 떠올려보면, [물류로봇 2-분류]에서 배송될 물류들이 선별되어 포장과정으로 이동하는 과정을 거치고, 이 물류가 [물류로봇 1-이동]의 형식을 통해 각 목적지의 상차장소 별 집하를 통하여 비로소 전국의 물류배송지로 출발할 수 있게 된다.



[그림 2. 스마트물류시스템 개요. 출처 : KEIT PD Issue Report]

생산현장, 물류창고, 컨테이너선 등 물류의 상/하역이 이루어지는 장소와 경우는 헤아릴 수 없을만큼 많으며, 본 물류로봇대회의 마지막 시나리오가 될 [라스트마일 배송]도 최종경로의 물류배송창고에서 하역된 물류를 사용하여 이루어짐을 감안하면, 물류창고에서 가장 긴 여정을 떠나게 되는 물류트럭이 목적지에 맞는 물류를 상/하차하는 작업은 무척 중요하며, 단순반복작업에서 발생할 수 있는 인간 작업자의 목적지 혼동 외에도 자동화를 통한 안전사고의 방지, 작업속도의 향상(현재는 인력 : 자동화의 차이가 40분 : 7분의 수준) 등 물류자동화를 위해 가장 중요한 공정 중의 하나가 되었다.



[그림 3. 컨베이어벨트를 사용한 물류 Pallet 자동상차, 출처 : Korea Science]

본 경기의 시나리오는 2021년도 미국 Robofest의 Game-StackRolls 경기규정을 차용하여 물류로봇의 테마에 맞게 일부 수정하였으며, WCRC 물류로봇대회에서의 시나리오는 각 출하창고에서 출고된 물류를 행선지별 배송트럭에 상/하차 하는 것을 상정하였다.

2021년 현재 아직 공개되지 않은 이후의 WCRC 물류로봇대회의 시나리오는 하기와 같다.

**[물류로봇 3:관제]** : 여러대의 소형 AGV가 부딪히지 않고 가장 효율적인 우선순위를 판단하여 목적지에 순차적으로 이동하는 경기

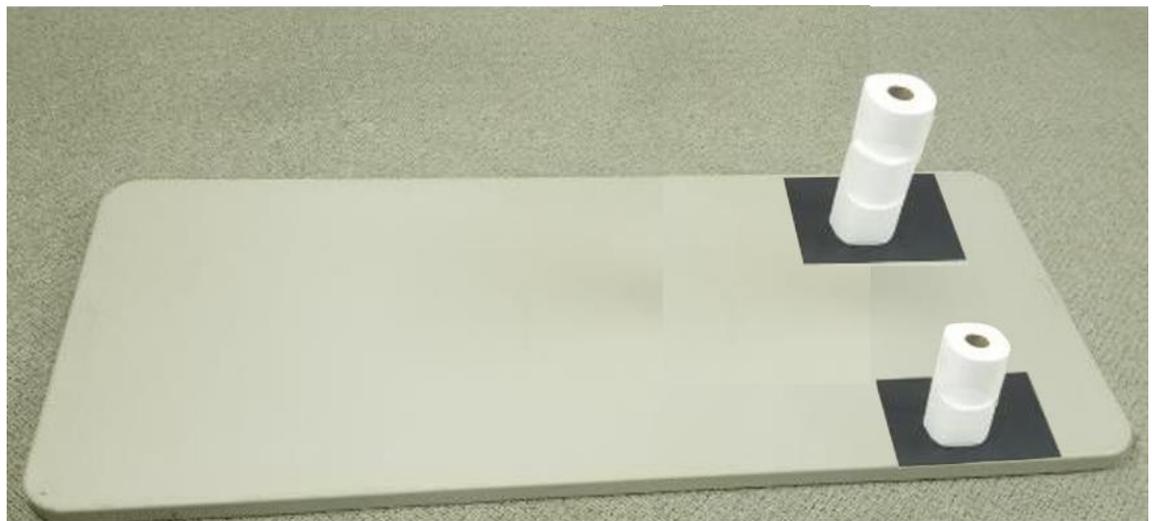
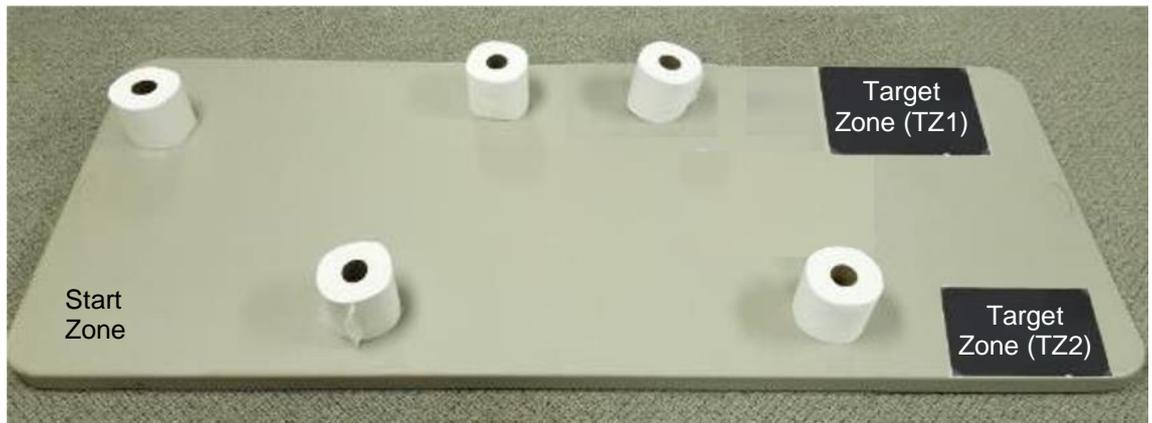
**[물류로봇 5:라스트마일배송]** : 각각의 음식(모형)은 식어서 먹지 못하는 제한시간이 표시된 타이머가 달려있고, 물류로봇의 5배수에 달하는 음식을 각각의 배송지까지 시간내에 배송하는 경기

**[물류로봇 6:재고관리]** : 물류바스켓으로부터 계속 빠져나가고 있는 수량과 바스켓에 들어있는 수량을 동시에 계산하여 각 물류바스켓 별 전체수량 및 출고현황에 기반한 예측수량을 계산해 내는 경기

## 2. 경기개요(시나리오)

### 1) 공통 :

- (1) 두루마리 휴지를 타겟 존(TZ)으로 이동한다. 모든 두루마리 휴지가 안정적으로 쌓아올려지면 가장 높은 득점이 부여된다.
- (2) 각 라운드마다 최대 2 분의 시간이 주어지고 한번의 Full-Reset 이 허락된다.
- (3) 모든 미션의 수행은 외부의 어떤 도움도 없이 오토노머스로 수행되어야 한다.
- (4) UTF(Unknown Task and Factors)는 30 분의 작업시간 직전에 다음의 내용을 공개한다.
  - 로봇의 시작위치 및 방향
  - 두루마리의 일부 위치
  - Game-Ending Task 의 새 항목/랜드마크를 추가할 수 있다
- (5) STEM 학습목표
  - 기하학/각도/논리/계산적 사고
  - Localization and Navigation
  - 사물인식 및 조작



[그림 4. 미션의 수행결과 예시]

### 3.1 채점예제 (Game-Ending task 등이 제외된 상태)

이동되지  
않음

스태킹 포인트(SP) : 0  
로케이션 포인트(LP) :  $7 \times 2 + 3 \times 2 = 20$   
총 점수 : 20

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

이동되지  
않음

스태킹 포인트(SP) : 0  
로케이션 포인트(LP) :  $7 \times 2 + 3 + 1 = 18$   
총 점수 : 18

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

스태킹 포인트(SP) : 0  
로케이션 포인트(LP) :  $7 \times 2 + 3 \times 3 = 23$   
총 점수 : 23

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

스태킹 포인트(SP) : 23  
**\*\* 가장높은스택(2),두번째로높은스택(2)**  
로케이션 포인트(LP) :  $7 \times 5 = 35$   
총 점수 : 58

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

### 3.2 채점예제 (Game-Ending task 등이 제외된 상태)

스태킹 포인트(SP) : 23

**\*\* 가장높은스택(2),두번째로높은스택(2)**

로케이션 포인트(LP) : 7\*5=35

총 점수 : 75

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

스태킹 포인트(SP) : 33

**\*\* 가장높은스택(3),두번째로높은스택(2)**

로케이션 포인트(LP) : 7\*5=35

총 점수 : 85

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

스태킹 포인트(SP) : 43

**\*\* 가장높은스택(4),두번째로높은스택(1)**

로케이션 포인트(LP) : 7\*5=35

총 점수 : 78

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

스태킹 포인트(SP) : 53

**\*\* 가장높은스택(5),두번째로높은스택(0)**

로케이션 포인트(LP) : 7\*5=35

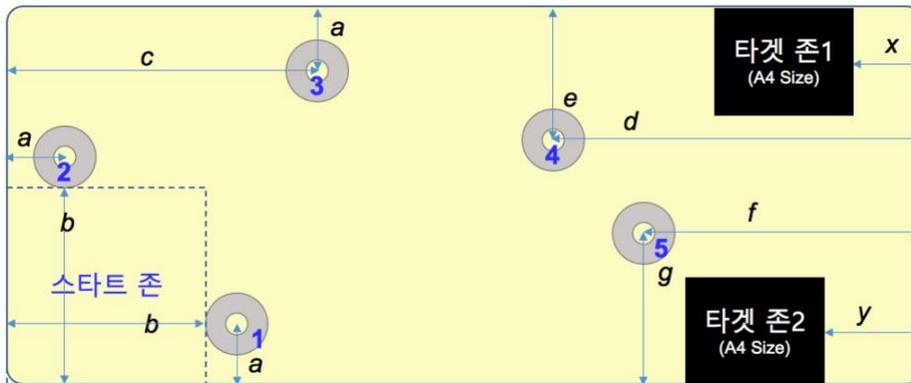
총 점수 : 88

가장높은 스택	두번째로 높은스택	스태킹 포인트
5	0	53
4	1 또는 0	43
3	2	33
3	1 또는 0	30
2	2	23
2	1 또는 0	20
두루마리휴지의 위치	로케이션 포인트	
TZ 내 완전히 들어옴	7	
TZ 부분적으로 들옴	3	
이동됨	1	

#### 4. 주니어 부문과 시니어 부문의 차이

	주니어 (초등 1 학년~중등 2 학년)	시니어 (중등 3 학년~고등 3 학년)
Game-Ending Task	쉬움	어려움
두루마리 휴지의 초기 위치	경기규칙에 3 개의 두루마리 휴지 (#1,#2,#3)가 지정됨. 작업시간 전에 나머지 2 개(#4,#5)가 공개됨	경기규칙에 2 개의 두루마리 휴지 (#1,#2)가 지정됨. 3 개(#3,#4,#5)는 비공개이며 임파운딩 후 심판이 세팅.
타겟 존(TZ)의 위치	고정	경기당일 공개
두루마리 휴지의 수	5	
온보드 컴퓨터 제어기의 수	1	제한없음
비전 센서	허락되지 않음	허락됨

#### 5. 경기장(6 피트 테이블) 셋업



a	12cm
b	50cm
c	주니어 : 75cm 시니어 : ?cm (40 ≤ c ≤ 100)
d	?cm, 40 ≤ d ≤ 80
e	?cm, 12 ≤ e ≤ 30
f	?cm, 40 ≤ f ≤ 100
g	?cm, 12 ≤ g ≤ 30
x	주니어 : 20cm 시니어 : ?cm (10 ≤ c ≤ 40)
y	주니어 : 30cm 시니어 : ?cm (20 ≤ c ≤ 50)

- \* 주니어 : 두루마리휴지 #4, #5 의 위치(d,e,f,g)는 작업시간 전에 안내
- \* 시니어 : 두루마리휴지 #3,#4,#5 의 위치(c,d,e,f,g)는 임파운딩 후 공개
- \* 각 길이는 두루마리 휴지 정중앙에서 측정
- \* 타겟 존의 높이는 없이 검은색 A4 용지만 배치
- \* 홀 보강용 스티커(우측사진)은 두루마리휴지의 위치를 표시하기 위해 사용(지름 0.5~1cm 사이의 원형 색상스티커라면 종류 무관)



#### 6. 경기장의 비품과 재질의 목록

1) 경기장 위의 6 피트 접이식 테이블 :

- (1) 30" x 72" (실제 사이즈는 약 75cm x 182cm)
- (2) 추천브랜드는 "LifeTime". (옥션 등 국내쇼핑몰에서 구입가능) 네 모서리는 반지름 4cm~7cm 로 둥글게 되어 있음. 두께는 약 4.5cm. 다른 두께는 채점에 영향을 미칠 수 있음.
- (3) 표면은 흰색, 회색, 아몬드색 등 밝은 색을 띠지만, 정확한 크기, 색상, 밝기, 가장자리 모양 등은 경기 당일까지 공개되지 않음.
- (4) 가운데의 접이부가 테이블 색상과 유사한 (마스킹) 테이프로 덮여있는 경우, 접이식 플라스틱 테이블을 사용할 수 있다.
- (5) 플라스틱 접이식 테이블을 사용할 수 없는 경우, 접이식 테이블과 유사하게 절단된 합판을 사용할 수 있다.

- 2) 테이블 아래의 바닥 색상 : 경기 당일에 공개되며 테이블 색상과 다를 수 있다. 단, 바닥의 색상이 테이블 색상보다 눈에 띄게 진해야 한다.
- 3) 두루마리휴지(포장되지 않은 것)
  - (1) 완벽하게 등글지 않을 수 있다. 두루마리의 끝 가장자리는 풀로 붙일 수 있다. 손상에 대비한 여분의 롤을 준비해야 한다.
  - (2) 오프라인대회(온라인 포함)의 경우 : 팀 체크인시 두루마리 휴지가 준비되어 있어야 한다.
  - (3) 높이 : 9.6cm ~ 11.5cm
  - (4) 외경 : 11cm ~ 13cm / 내측 휴지심의 직경 : 3.8cm ~ 4.5cm
  - (5) 무게 : 150g ~ 212g
- 4) 검은색 종이(Target Zone, TZ) : A4 Size 210mm x 297mm). 종이의 모든 가장자리는 테이블 위에 스카치 테이프로 붙여져 있음
- 5) 홀 보강 스티커 : 두루마리 휴지의 위치를 마크하는데 사용. 0.5mm~1cm 의 색상이 있는 원형 견출지 또는 Robofest 의 Game-StackRolls 에 사용되는 Avery 05729 Dispenser Pack Hole([링크](#))를 사용. (Avery 제품은 국내에 판매되고 있지 않음)

## 7. 반칙, 풀-리셋, 게임종료 선언

심판은 다음 각 사항 중 하나에 해당하는 반칙이 발생하였을 때, 경기장의 추가적인 지장을 피하기 위해 즉시 경기를 중지하여야 한다 :

- 1) 참가팀 선수가 로봇이나 경기장의 자재를 만지는 경우. 로봇이 이동을 시작하면 선수는 로봇에 손댈 수 없다.
- 2) 로봇이 테이블에서 떨어지는 경우 (로봇의 부품이 바닥에 닿는 경우)
- 3) 심판의 판단으로 그 외의 어떤 불법적인 행위가 있을 경우

참가팀은 언제라도 패널티 점수와 함께 한번의 풀-리셋이나 경기종료를 요청할 수 있다. 리셋이 선택되었을 경우, 타이머는 계속 실행되고 심판은 경기장을 정리한다.

팀이 "경기종료(또는 제한시간)"를 선언하였는데도 로봇이 계속 움직일 경우, 더이상의 점수가 부여되지 않으므로 중지해야 한다.

## 8. 2 회의 각 라운드 주행절차/규칙 : 오프라인경기의 경우

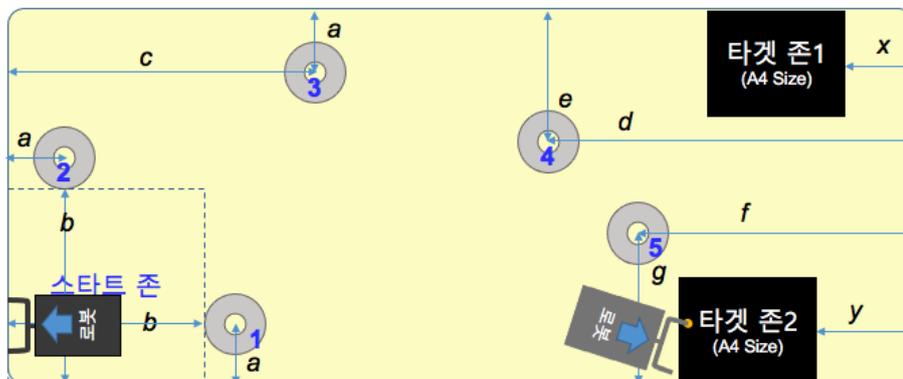
- 1) 개막식 전 세팅시간, 작업시간 및 휴식시간에는 참가자만이 정비공간, 팀 테이블, 연습공간, 공식경기장에 들어오는 것이 허락된다.
- 2) Unknown Tasks and Factors (UTF)가 공개되면, 팀은 UTF 의 인쇄물을 제공받거나 스크린에 투사된다. 10.1 과 10.2 의 UTF 예제를 참고할 것.
- 3) 팀에게는 UTF 가 공개된 후 30 분동안의 팀의 로봇을 작업할 수 있는 시간이 주어진다. 작업시간에 앞서 참가자와 공인된 스태프/자원봉사자를 제외한 모든 인원이 경기공간에서 퇴장해야 한다.
- 4) 연습시간동안, 팀은 반드시 경기공간을 공유해야 한다.
- 5) 모든 팀은 30 분의 작업시간이 끝나면 로봇을 임파운딩 공간에 제출해야 한다. 팀당 1 명의 선수만 임파운딩 공간으로 로봇을 옮길 수 있다. 시간내에 임파운딩이 되지 않을 경우 패널티를 받을 수 있다.
- 6) 임파운딩 과정동안, 심판은 로봇을 점검한다.(확장한 후의 사이즈, 팀 ID&이름, "Front"레이블,제어기 등)

- 7) 임파운딩 테이블에는 전원이 공급되지 않으며 모든 로봇은 충전지가 포함된 채로 임파운딩되어야 한다.
- 8) 팀은 사무국이 미리 정한 순서대로 시합에 참가한다.
- 9) 경기 각 라운드동안, 모든 팀원은 팀 관람석에 남아있어야 한다. 정비공간의 출입이 허용되지 않는다.
- 10) 팀이 경기를 위해 호출되면, 팀당 최대 2 명의 참가자가 임파운딩 공간에서 로봇을 회수하여 경기장에 참가할 수 있다.
- 11) 심판(또는 사회자)는 (1)타이머가 준비되었는지 (2)심판이 준비되었는지 (3)팀이 준비되었는지 확인한다. 그런 후 "3-2-1-Go"를 카운트다운하여 경기를 시작한다.
- 12) 참가자들은 스타트 존 근처에 머물러 있어야 한다. 로봇을 따라가서는 안된다. 로봇이 스타트 존에 있을 때 또는 픽업하기로 결정한 경우에만 로봇에 손을 댈 수 있다.
- 13) 최종 채점은 주행이 끝난 후에 이루어진다. 팀원이 팀 점수를 확인한 후 채점표에 서명해야 한다.

## 9. 로봇 사양

- 1) 최대 사이즈 : 확장을 포함하여 50cm X 50cm. 초기의 사이즈에는 제한이 없다. 50cm X 50cm 크기의 로봇은 회전하려고 할 경우 두루마리휴지 #1 과 #2 에 부딪힐 수 있다.
- 2) 모든 바퀴가 테이블 표면에 닿아야 한다.
- 3) 높이제한 : 없음
- 4) 무게제한 : 없음
- 5) 센서수량/종류 : 무관 (사람에게 유해한 것 제외)
- 6) 모터/서보의 수량/종류 : 무관
- 7) 테이프, 접착제, 볼트 및 너트, 고무밴드 등을 포함한 모든 재료/로봇키트를 사용하여 로봇을 구성할 수 있다.
- 8) 로봇의 상단에 팀 ID 와 이름의 레이블이 붙어있어야 한다.
- 9) 로봇의 전방 끝단에 "Front"를 식별하는 레이블이 붙어있어야 한다.
- 10) 숫자 표시를 요구할 수 있는 Game-Ending Task 를 위해 디스플레이 화면이 있어야 한다.

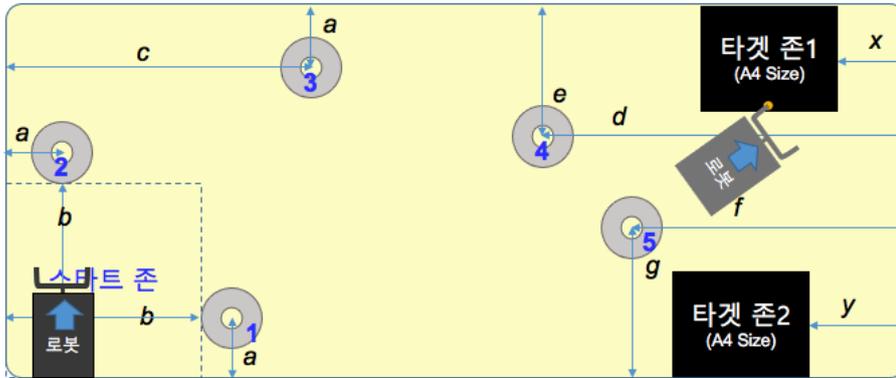
### 10.1 UTF 예제 (주니어 부문)



a	12cm
b	50cm
c	75cm
d	65cm
e	20cm
f	50cm
g	25cm
x	20cm
y	30cm

- \* 로봇의 시작위치, 방향 : 서쪽 가장자리를 향하고 있음.
- \* 두루마리 휴지 #4 와 #5 의 위치 : 우측 표의 d,e,f,g 값 참조
- \* Game-Ending Task : TZ2 를 탐지하고 좌측에서 멈춘다. 로봇은 TZ2 에 센서가 하나 이상 위치해 있는 상태로 멈춰야 한다.

### 10.2 UTF 예제 (시니어 부문)



a	12cm
b	50cm
c	?cm, $40 \leq c \leq 100$
d	?cm, $40 \leq d \leq 80$
e	?cm, $12 \leq e \leq 30$
f	?cm, $40 \leq f \leq 100$
g	?cm, $12 \leq g \leq 30$
x	?cm, $10 \leq x \leq 40$
y	?cm, $20 \leq y \leq 50$

- \* 로봇의 시작위치, 방향 : 북쪽을 향하고 로봇의 뒷면이 경기장 하단의 가장자리에 닿아있음
- \* 두루마리 휴지 #3, #4, #5 의 위치는 임파운딩 후 공개 Game
- \* Game-Ending Task : TZ1 을 탐지하고 TZ1 의 아랫면에 멈춘다. 로봇은 TZ1 에 센서가 하나 이상 위치해 있는 상태로 멈춰야 한다.

### 11.채점표

심사항목 (2 분의 경기가 종료되면 채점한다)			배점	점수 득/감점	
스태킹 포인트(SP) 가장 높은 스택	5		53		
	4	두번째로 높은 스택이 1+ 또는 0++	43		
	3	두번째로 높은 스택	2		33
			1+ 또는 0++		30
	2	두번째로 높은 스택	2		23
1+ 또는 0++			20		
로케이션 포인트 (LP)	TZ 안에 완전히 들어간 두루마리 휴지의 수		x 7 =		
	TZ 안에 부분적으로 들어간 두루마리 휴지의 수		x 3 =		
	원래의 위치에서 움직인 두루마리 휴지의 수*		x 1 =		
로봇이 주행동안 운전했을때. 테이블 위에 떨어뜨린 부품이 없는 경우.			2		
폴-리셋이 실행되었을 때(폴-리셋 페널티) **			-3		
Game-Ending task 가 완료되었을 때			10		
(*) 규정에서 이동예제를 참고. (**) 반칙이 발생하면, 팀은 경기를 중지하거나 폴-리셋을 요청하고 재주행할 수 있다. 두번째 반칙이 발생하면, 게임은 종료된다. 로봇을 즉시 집으십시오! 참고 : 부분리셋은 허용되지 않습니다. (^) 움직이지 않은 것 포함 (^*) 테이블에서 벗어난 것, 옆으로 넘어진 것 또는 이상하게 쌓인 경우			총점		
총점이 100 점 이상인 경우, 시간을 초단위로 기록하시오			남은 시간		
			소요 시간		



### 15. 승자의 결정 및 동점자 처리규정

- 1) 각 부문의 승자는 두 라운드의 평균점수로 결정된다.
- 2) 동점자 중 승자의 선정은 : (1) 두 라운드의 최고점수, (2) 최고점이 동일할 때 시간이 더 많이 남은 팀, (3) 필요할 경우 재경기로 결정된다.
- 3) 예시 :

팀명	1라운드 스코어	1라운드 남은시간(초)	2라운드 스코어	2라운드	평균 스코어	(1) 최고점수	(2) 최고점수 의 남은시간	순위
팀 A	80		100	15	90	100	15	1
팀 B	100	10	80		90	100	10	2
팀 C	90		90		90	90		3

### 16. 일반 규칙 및 제한사항의 알림

- 1) 운영진은 다음과 같은 위반사항을 주시하고 있다.
  - (1) 연습 또는 작업시간 중 작업공간에 있는 코치 또는 부모(로봇 등 자재의 처음 운반은 제외)
  - (2) 언제라도 연습 또는 공식 경기장에 접근하는 코치 또는 부모
  - (3) 팀이 작업시간동안 작업공간에서 세팅하고 연습하는 동안 코치 또는 부모와 구두나 전자적 통신을 하는 행위
  - (4) 로봇이 임파운딩 되기 전의 작업시간동안 팀 멤버가 작업공간을 감독하지 않고 자리를 비우는 행위
  - (5) 임파운딩 후 자기팀의 로봇을 변경하는 행위
  - (6) 팀이 작업공간이나 임파운딩 공간에서 다른 팀의 로봇이나 컴퓨터에 손을 대거나 방해하는 행위 또는 기물파손
  - (7) 팀원, 다른 팀, 관객, 심판이나 스태프에게 부적절한 언어 또는 행동을 하는 행위
- 2) 위반시 심판의 재량에 따라 감점되거나 실격될 수 있다.
- 3) 의심스러운 활동이 있는 경우, 가까운 스태프에게 즉시 알려줄 것.
- 4) 관람객은 사진이나 비디오를 촬영할 수 있지만, 플래시가 꺼져있어야 한다.

### 17. 주의사항

- 1) 경기장과 비품의 모든 치수에 일관되고 정밀하게 이루어지도록 노력하고 있지만, 특별히 명시하지 않는 한  $\pm 5$  mm의 허용오차를 가정한다.
- 2) 심판 및 참가자는 로봇이 주행중일때 현장에서 최고 1m 거리를 유지해야 한다.
- 3) 최종 결정은 경기 심판의 재량에 달려 있다.
- 4) 추가적인 FAQ, 명확한 규정, 규정의 변경 등은 협회 웹사이트([www.reca.or.kr](http://www.reca.or.kr))에 포스팅된다.
- 5) 팀 구분 : 주니어(초등 1학년~중등 2학년), 시니어(중등 3학년~고등 3학년), 팀당 3명 이내

### 18. FAQ

- 1) 경기종료 후 로봇에 작업이 남아있을 경우 : 로봇의 전체부분이 TZ 내에 있음 (방금 이동한 것으로 간주), 로봇이 TZ에 있지 않음(방금 이동한 것으로 간주)
- 2) 두루마리 휴지를 다른 두루마리 휴지로 밀 수 있는가? 네
- 3) 선수가 로봇을 시작하는데 실패했다. 스타트버튼을 다시 누를 수 있는가? 네
- 4) 로봇이 경기종료 후 두루마리 휴지에 닿거나 잡고 있다. 괜찮은가? 네