

RoboSot : Mobile Robot Manipulator Challenge

2025 年 3 月 19 日 修訂

摘要

移動機械臂在自動化工廠展現高自由度的工作能力，更具智慧化的與人類進行協作，為人類提供更安全、更有效率的工作環境。除了考驗整體能力的總分賽之外，本競賽也藉由兩個分項賽各別考驗移動平台以及機械手臂的各項性能。整理來說，移動機械臂必須包含循線、影像辨識、搬運貨物與自主移動的能力，除此之外，為模擬工廠隨時變動之環境，貨物搬運與卸貨地點將隨機設定，為移動機械臂帶來更加真實且困難的挑戰。

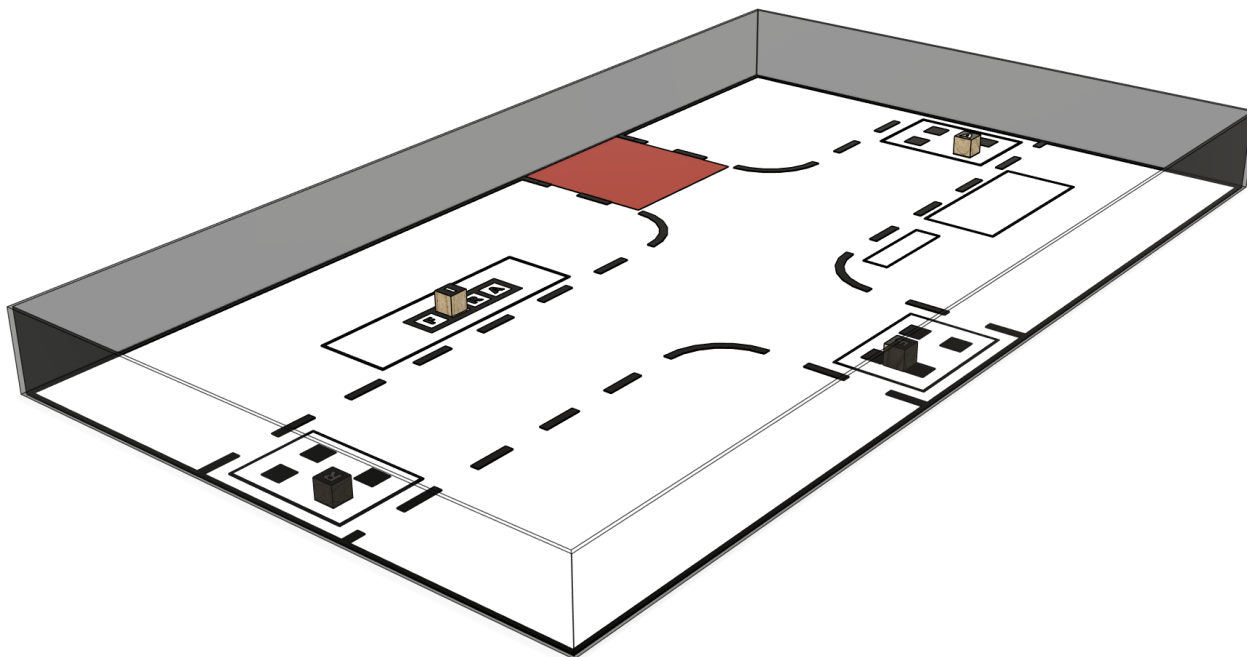


圖 1、場地模擬圖

1. 機器人要求

- 1.1 需設計一台移動機械臂，包含移動平台與機械手臂，以下稱為機器人。
- 1.2 機器人大小必須小於 35cm*35cm*50cm，競賽前須使用套量箱測量機器人是否符合規格。
- 1.3 在競賽開始後機器人可以延伸自身部件，但不可遺留任何零件在場地中。
- 1.4 機器人可以使用任何材料進行製作，但不可使用高壓氣體、爆炸物或任何容易造成人員傷害之物品與設計，小型空壓泵不在此設限範圍。
- 1.5 機器人於競賽期間必須進行全自主移動，過程中不得使用任何遙控方式操作或影響機器人行動。
- 1.6 機器人在競賽過程中不得外部連接任何電源線、數據線與網路線等線材。
- 1.7 機器人在檢錄完成後不得修改任何程式，包含使用遠端方式連線機器人。

2. 機器人檢錄

- 2.1 在檢錄時間內，隊伍自行將機器人帶到檢錄區進行大小的測量與各項檢查，機器人必須符

- 合各項規定，未符合規定者必須在檢錄時間內完成修改，即可再次重新檢錄，檢錄完成後不得觸碰、修改任何機器人構造與程式，未在時間完成檢錄者視同放棄該次競賽機會。
- 2.2 在每次競賽前機器人都必須完成檢錄，在非檢錄或非競賽期間各隊均得以維修該機器人，但在全部隊伍完成該輪競賽前不能夠提前將機器人拿回。

3. 競賽準備

- 3.1 在各隊競賽開始前，依照工作人員指示擁有一分鐘準備時間，過程中可以進行開機或檢查機器人狀態，但不可調整程式與展開機構。
- 3.2 在一分鐘結束後，機器人必須放至出發區，並且未經同意不得觸碰機器人。
- 3.3 如競賽開始前機器人離開出發區，裁判可指示選手將機器人移回出發區。

4. 競賽項目說明(總分賽和分項賽)

本次競賽項目分為總分賽和分項賽，分項賽將有兩種項目，場地規格、競賽規則、計分方式以下將分開詳述。

5. 總分賽競賽項目說明

5.1 總分賽：場地規格說明

- 5.11 如圖 2 所示，競賽場地大致可分為 5 個區域，包含出發區、卸貨區還有三個貨物收集區。場地尺寸為 260cm*149cm(場地外框線寬 1cm)，詳見圖 3。
- 5.12 場地上的道路寬 38cm，道路兩旁標線為黑色虛線，虛線與其間距同為每段長 10cm、寬 2cm(靠地圖邊緣的虛線長度將於圖 3 另外標示)。場地將會有牆體，牆體高度為 20cm。
- 5.13 A 區紅色區域為機器人出發區，尺寸為 38cm*38cm。
- 5.14 B 區方格內區域為卸貨區(邊框內尺寸為 60cm*18cm、邊框寬 5mm)，貨物放置區(尺寸為 30cm*9cm、圖 3)將在卸貨區(B 區)內隨機放置。
- 5.15 貨物放置區如圖 4 所示，上面貼有與木塊相同字型之字樣，且各邊長均寬於木塊 5mm (55mm*55mm)。
- 5.16 C、D、E 三個區域為貨物收集區(邊框內尺寸為 2.97cm*2.1cm(A4 尺寸)、邊框寬 5mm)，每個貨物收集區有 4 個可能貨物位置，全部可能貨物位置共有 12 個，貨物收集區有可能會抬高(將於後續詳述)
- 5.17 木塊尺寸為 5cm*5cm*5cm，以紙張貼有 F、I、R、A 字樣(黑底白字)，具有字樣面朝上擺放，且方向與示意圖一致，紙張選擇較厚材質進行列印後黏貼於木塊表面，同樣採用較不易反光材質。
- 5.18 本競賽希望機器人具有一定適應環境能力，因此場地顏色與材質盡量選擇不影響機器人表現為主，現場材質可能具有色差等情況，同時可能具有一公分(± 1 cm)內之誤差。

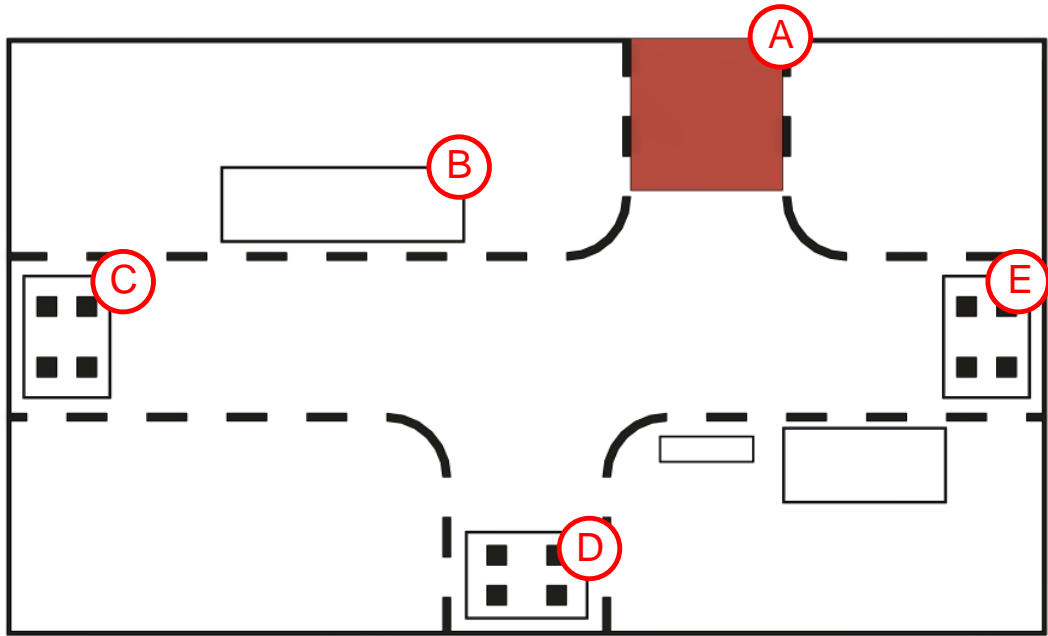


圖 2、總分賽場地示意圖

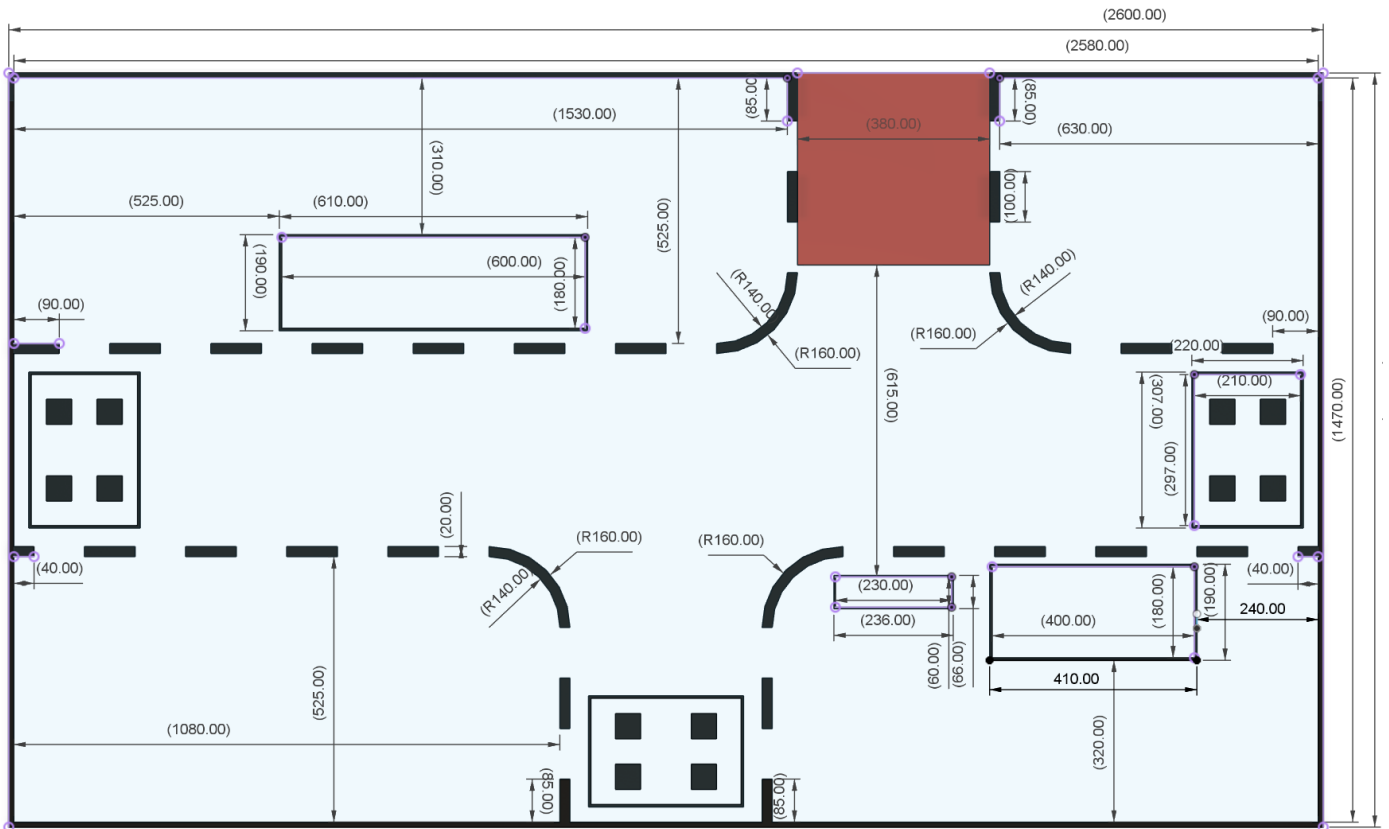


圖 3、總分賽場地尺寸圖(單位:毫米(mm))

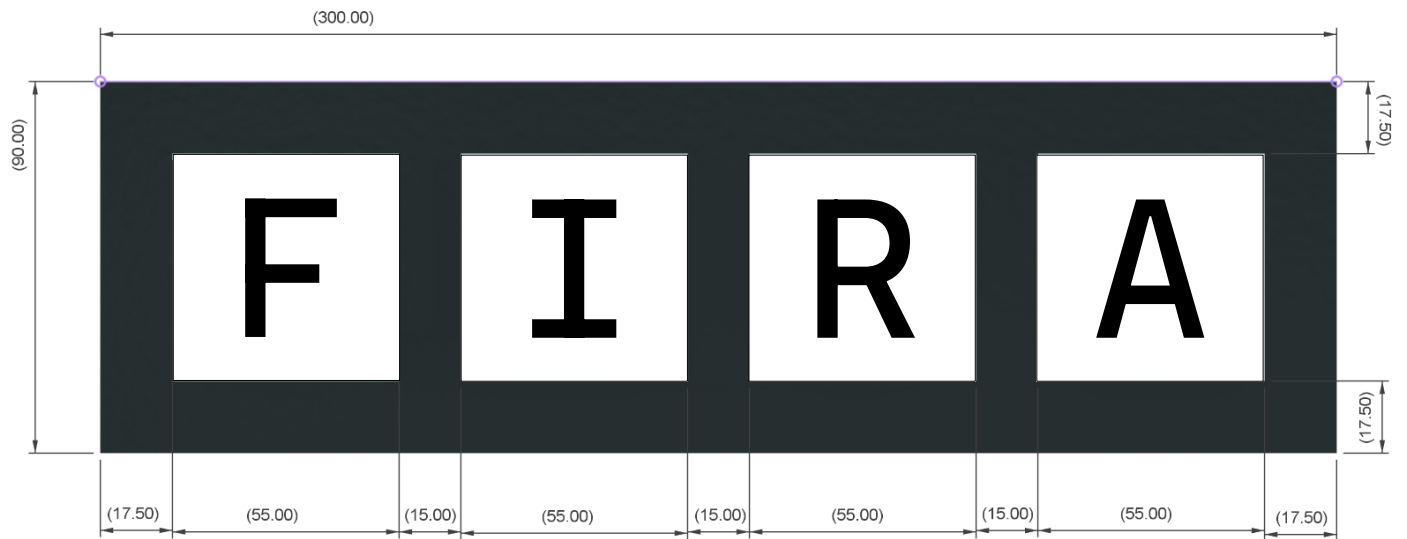


圖 4、貨物放置區(單位:毫米(mm))

5.2 總分賽：競賽規則說明

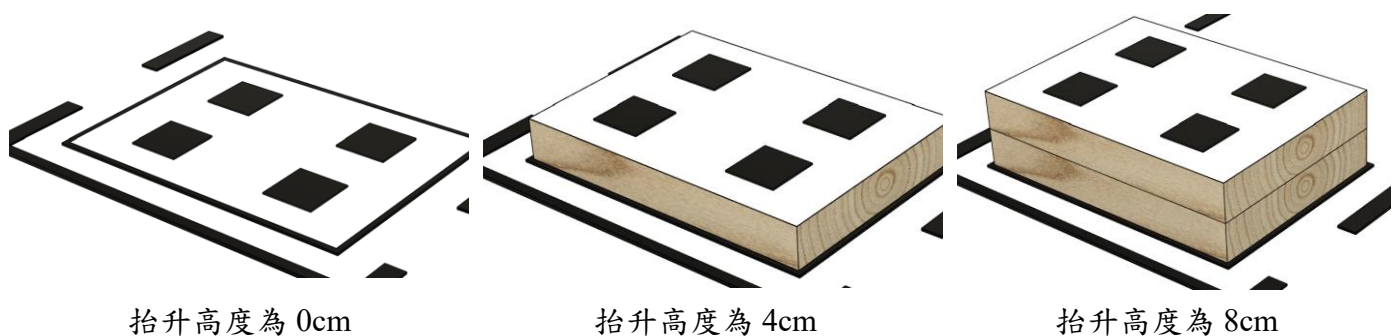
競賽目標需將四塊分別印有'F'、'I'、'R'、'A'的木塊放置於指定貨物放置區位置，每個貨物收集區將會有三種隨機高度，每個木塊起始位置將由抽籤決定，每個貨物收集區高度與貨物放置區位置將由裁判隨機設置與擺放，在五分鐘內機器人自行於黑色道路虛線內移動至貨物收集區，將木塊拾取與放置於貨物放置區對應印有 FIRA 的目標位置，最後，機器人回到出發區即可算作完成任務，共有兩次競賽機會。

5.3 總分賽：抽籤與場地檢查

5.31 競賽準備時間完成後選手依照指示進行抽籤，決定四個木塊擺放位置，。

5.32 由裁判隨機設置貨物收集區高度與擺放貨物放置區位置，貨物收集區高度一共分三種(0cm、4cm 和 8cm) 如圖 5 所示，三個貨物收集區高度可能會重複；貨物放置區可隨機擺放在卸貨區內任一位置，但不會轉動角度，如圖 6 所示，且貨物收集區高度與貨物放置區位置僅在每一隊比賽前更改。

5.33 裁判擺放好木塊後，選手可自行檢查木塊位置與其他項目是否符合規定，並即時向裁判提出異議，比賽一經開始不得再次提出異議。

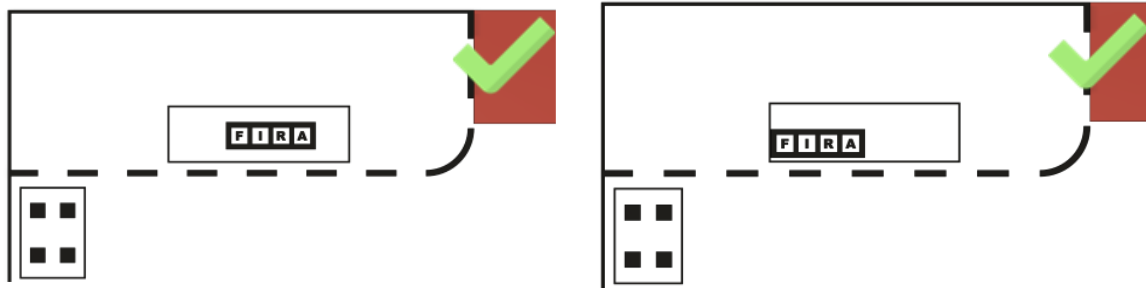


抬升高度為 0cm

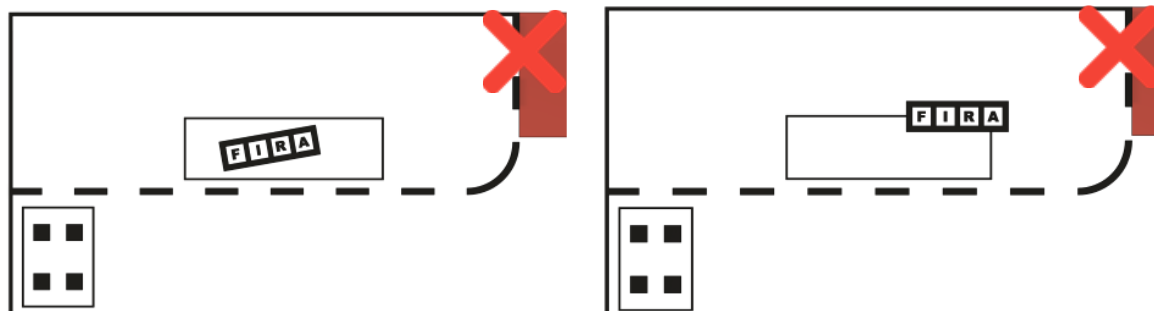
抬升高度為 4cm

抬升高度為 8cm

圖 5、貨物收集區高度示意圖



可能情況(擺放於框內、擺放貼齊邊框)



非可能情況(擺放傾斜、擺放超出出貨區邊框)

圖 6、貨物放置區擺放示意圖

5.4 總分賽：競賽開始

- 5.41 競賽正式開始前機器人必須保持在紅色區域內。
- 5.42 聽從裁判哨音開始競賽，五分鐘內擁有兩次重新開始機會，但機器人必須回到紅色區域，並且保持檢錄時之要求，同時木塊也必須全部放回原本的位置，經由裁判同意後重新開始出發，此過程將持續計時。
- 5.43 競賽規則以本規則書為準，未詳盡規定項目裁判擁有最終解釋權。
- 5.44 比賽環境為非完美環境，場地燈光或其他外界影響皆為機器人需克服之目標，但競賽過程中禁止場外使用相機閃光燈等設備干擾機器人運作。
- 5.45 隊伍必須為機器人設計一啟動按鈕，聽到裁判指示開始競賽後按下按鈕讓機器人開始進行競賽，不得使用遠端遙控方式啟動。
- 5.46 競賽開始後，機器人若損壞或發生故障等問題，時間仍繼續計時。
- 5.47 競賽期間若要將機器人重新擺設至出發區或者將木塊擺回原始位置，需要經由裁判同意，自行觸碰場地或機器人者裁判單次得以扣除該隊總成績 10 分，除非機器人即將掉落至場地外。
- 5.48 機器人完成任務後選手必須主動提醒裁判結束計時，若裁判因未能判定機器人是否完成任務而延誤暫停計時時間，不得向裁判提出異議。
- 5.49 競賽以五分鐘為限，未完成所有任務者以五分鐘為完成競賽時間，選手可以提早結束競賽，但時間仍以五分鐘為最終成績。

5.5 總分賽：計分方式

- 5.51 每個隊伍一共有兩次競賽機會，採積分制。
- 5.52 每次競賽總分為 50 分，木塊位置得分最高 40 分，機器人位置最高 10 分，兩次競賽總積分最高為 100 分。

5.53 木塊計分方式如表 1 所示，木塊完整放置至目標位置獲得 10 分，木塊僅超過 1/2 進入目標位置獲得 8 分，木塊僅部分碰觸到目標位置獲得 5 分，木塊僅被帶入卸貨區(B 區)獲得 2 分。

5.54 木塊觸碰到卸貨區邊框黑線、木塊傾倒(FIRA 字面未能朝上)則不予計分。

5.55 機器人結束位置計分方式如表 2 所示，機器人完成任務後需回到出發區，完整進入紅色區域內獲得 10 分，機器人大於 1/2 面積進入出發區獲得 8 分，機器人部分進入出發區獲得 5 分，若完全無回到出發區則無法獲得此項積分(以底盤垂直投影是否在區域內為基準)，但仍可獲得木塊分數。

表 1、木塊計分方式說明表

項目	分數	補充說明
木塊完整放回目標位置	10	每一個木塊獨立計算，且同一木塊採分數高者情況計算，例：四個木塊皆為一半以上進入目標位置，但未能完全進入目標位置，則獲得 32 分。
木塊超過 1/2 進入目標位置	8	
木塊僅部分(少於 1/2)接觸到目標位置	5	
木塊未能接觸到目標位置、木塊僅放入卸貨區內	2	
木塊觸碰到卸貨區邊框黑線、木塊傾倒	0	

表 2、機器人計分方式說明表

項目	分數	補充說明
機器人車體完全回到出發區	10	即使機器人未能回到出發區，也依舊會計算木塊得分。
機器人車體超過 1/2 回到出發區	8	
機器人車體僅有部分在出發區內	5	
機器人車體未碰觸到出發區	0	

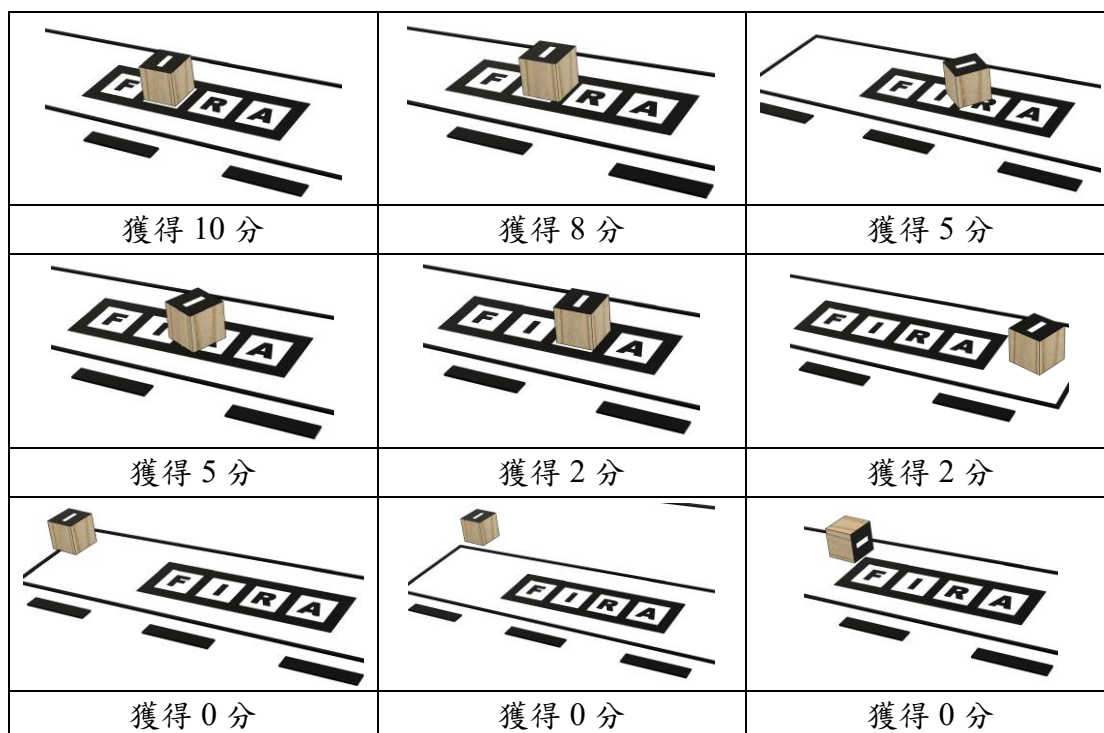


圖 7、木塊位置得分示意圖

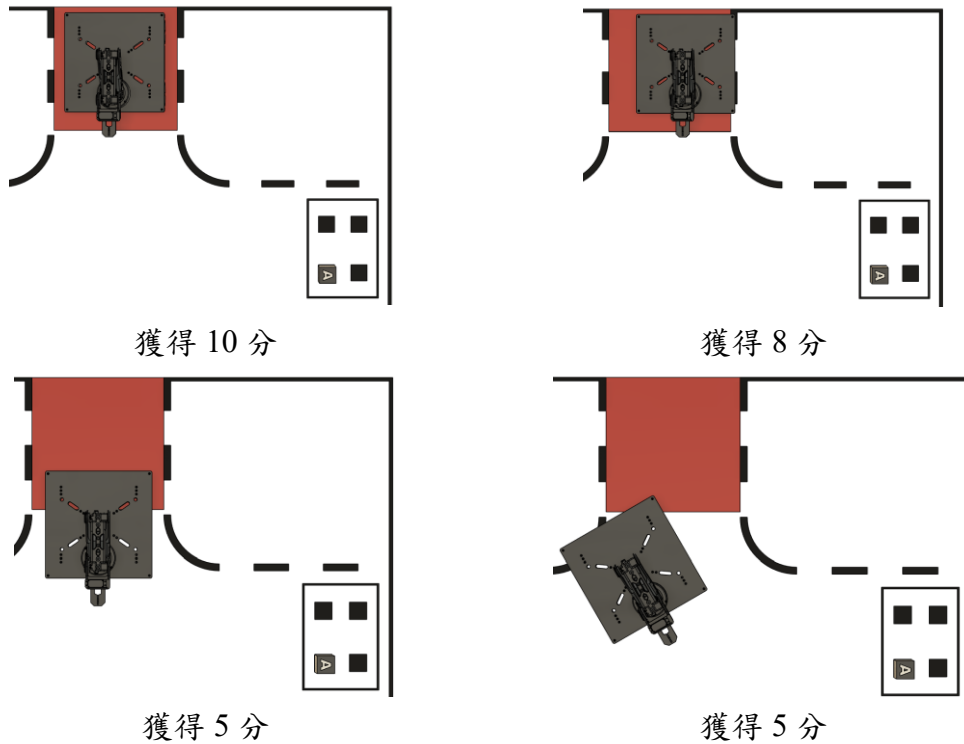


圖 8、機器人位置得分示意圖

5.6 總分賽：扣分項目

5.61 機器人行駛過程中車體超出黑色虛線，每次扣 5 分(在黑色虛線上不扣分)。

5.62 機器人行駛過程中車體撞擊牆面，每次扣 5 分

5.7 總分賽：名次計算

總分賽排名將以兩次競賽得分加總最高 100 分計，分數前三高的隊伍獲得總分排名冠亞季軍。分數相同者，以時間為排名根據，再相同者以機器人重量輕者獲得較高之排名。

6. 分項賽說明

分項賽分為兩個項目，自主移動挑戰賽和智慧物件取放挑戰賽，以下將分別說明競賽場地規格、場地檢查和競賽規則。

7.1 分項賽—自主移動挑戰賽：場地規格說明

7.11 如圖 9 所示，競賽場地大致可分為 5 個區域，包含出發區、指示牌區還有三個停留區。場地尺寸為 260cm*160cm，場地規格與總分賽相同，詳見圖 3。

7.12 A 區紅色區域為機器人出發區，尺寸為 38cm*38cm。

7.13 B 區為指示牌區(邊框內尺寸為 23cm*6cm、邊框寬 3mm)，指示牌(尺寸為 20*10*3cm、底座為 23*6*2cm)位於距離出發區 65cm 處，指示牌上一共會有三種顏色(黃、綠、藍)之色卡(色卡尺寸為 7.5cm*5cm)，色卡之順序可以變更，指示牌和字卡的規格詳見圖 10。

7.14 C、D、E 三個區域為停留區，尺寸為 38cm*38cm。

7.15 本競賽希望機器人具有一定適應環境能力，因此場地顏色與材質盡量選擇不影響機器人表現為主，現場材質可能具有色差等情況，同時可能具有一公分(± 1 cm)內之誤差。

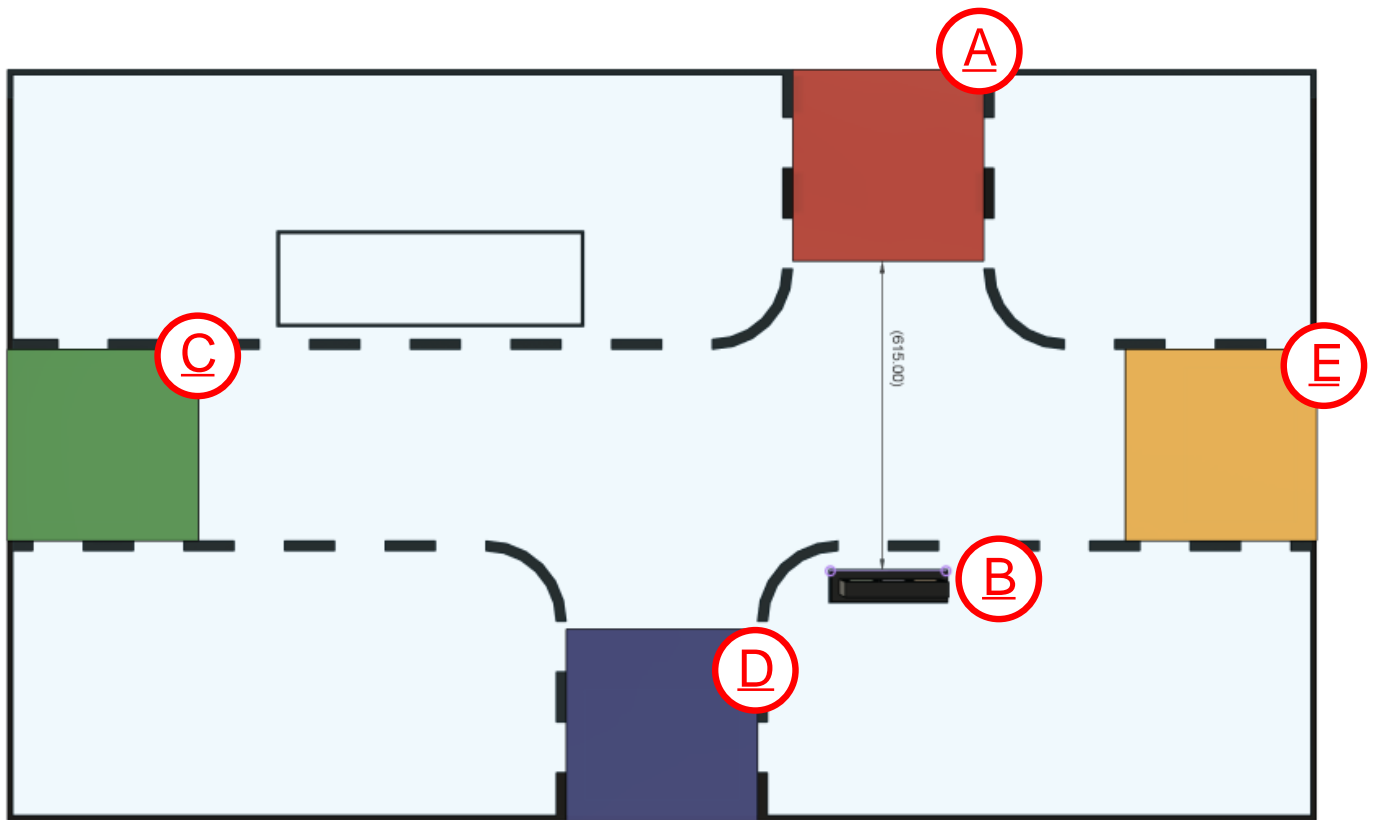


圖 9、智慧物件取放挑戰賽場地示意圖(單位:毫米(mm))



圖 10、指示牌規格示意圖(單位:毫米(mm))

7.2 分項賽—自主移動挑戰賽：規則說明

競賽目標需要機器人從出發區(A區)開始，移動到指示牌(B區)前讀取指示牌上的色卡資訊，依照指示牌上的色卡從左至右的順序，機器人自行於黑色道路虛線內依序移動到達對應顏色的C、D、E區並等待3秒，最後回到出發區即可算作完成任務，色卡的順序將由參賽隊伍抽籤決定擺放順序，共有兩次競賽機會。

7.3 分項賽—自主移動挑戰賽：場地檢查

7.31 競賽準備時間完成後選手依照指示進行抽籤，決定三個色卡的擺放順序，擺放順序僅在每一隊比賽前更改。

7.32 裁判擺放好色卡後，選手可自行檢查色卡順序與其他項目是否符合規定，並即時向裁判提出異議，比賽一經開始不得再次提出異議。

7.4 分項賽—自主移動挑戰賽：競賽開始

7.41 競賽正式開始前機器人必須保持在紅色區域內。

7.42 聽從裁判哨音開始競賽，五分鐘內擁有兩次重新開始機會，但機器人必須回到紅色區域，並且保持檢錄時之要求，經由裁判同意後重新開始出發，此過程將持續計時。

7.43 競賽規則以本規則書為準，未詳盡規定項目裁判擁有最終解釋權。

7.44 比賽環境為非完美環境，場地燈光或其他外界影響皆為機器人需克服之目標，但競賽過程中禁止場外使用相機閃光燈等設備干擾機器人運作。

7.45 隊伍必須為機器人設計一啟動按鈕，聽到裁判指示開始競賽後按下按鈕讓機器人開始進行競賽，不得使用遠端遙控方式啟動。

7.46 競賽開始後，機器人若損壞或發生故障等問題，時間仍繼續計時。

7.47 競賽期間若要將機器人重新擺設至出發區，需要經由裁判同意，自行觸碰場地或機器人者裁判單次得以扣除該隊總成績10分，除非機器人即將掉落至場地外。

7.48 機器人完成任務後選手必須主動提醒裁判結束計時，若裁判因未能判定機器人是否完成任務而延誤暫停計時時間，不得向裁判提出異議。

7.49 競賽以五分鐘為限，未完成所有任務者以五分鐘為完成競賽時間，選手可以提早結束競賽，但時間仍以五分鐘為最終成績。

7.5 分項賽—自主移動挑戰賽計分方式

7.51 每個隊伍一共有兩次競賽機會，採積分制。

7.52 每次競賽總分為40分，機器人在每個停留區和回到出發區的停留位置最高10分，兩次競賽總積分最高為80分。

7.53 機器人停留位置計分方式與總分賽相同，機器人每次於各顏色區域停止時，以機器人底盤之垂直投影是否進入各顏色區域計分(可參考表2以及圖8所示)，完整進入各顏色區域內獲得10分，機器人大於1/2面積進入各顏色區域獲得8分，機器人部分進入各顏色區域獲得5分，若完全無進入各顏色區域則無法獲得此項積分，每個顏色區域僅會有一次得分，如同在同一色區域發生複數次停留，則取分數較高者為該色區域成績，如機器人停止時間未

達三秒就再次啟動，則該次停留成績不予計分。

7.6 總分賽：扣分項目

7.61 機器人行駛過程中車體超出黑色虛線，每次扣 5 分(在黑色虛線上不扣分)。

7.62 機器人行駛過程中車體撞擊牆面，每次扣 5 分

7.7 分項賽—自主移動挑戰賽：名次計算

自主移動挑戰賽排名將以兩次競賽得分加總最高 80 分計，分數最高的隊伍獲得分項賽—自主移動挑戰賽優勝。分數相同者，以時間為排名根據，再相同者以機器人重量輕者獲得較高之排名。

8.1 分項賽—智慧物件取放挑戰賽：場地規格說明

8.11 本分項賽場地將以總分賽包含 E 區之部分場地做為競賽場地，如圖 11 所示，競賽場地大致可分為三個區域，包含機器人放置區、卸貨區以及取貨區，詳細規格可參考圖 12。

8.12 a 區灰色區域為機器人出發區，尺寸為 38cm*38cm。

8.13 b 區方格內區域為卸貨區(邊框內尺寸為 40cm*18cm、邊框寬 5mm)，貨物放置區(尺寸為 30cm*9cm、同圖 3)將在卸貨區(b 區)內隨機放置。

8.14 c 區為貨物收集區(邊框內尺寸為 2.97cm*2.1cm(A4 尺寸)、邊框寬 5mm)，貨物收集區有 4 個貨物位置，貨物收集區有可能會抬高(將於後續詳述)。

8.15 木塊尺寸為 5cm*5cm*5cm，以紙張貼有 F、I、R、A 字樣，具有字樣面朝上擺放，且方向與示意圖一致，紙張選擇較厚材質進行列印後黏貼於木塊表面，同樣採用較不易反光材質。

8.16 本競賽希望機器人具有一定適應環境能力，因此場地顏色與材質盡量選擇不影響機器人表現為主，現場材質可能具有色差等情況，同時可能具有一公分($\pm 1\text{cm}$)內之誤差。

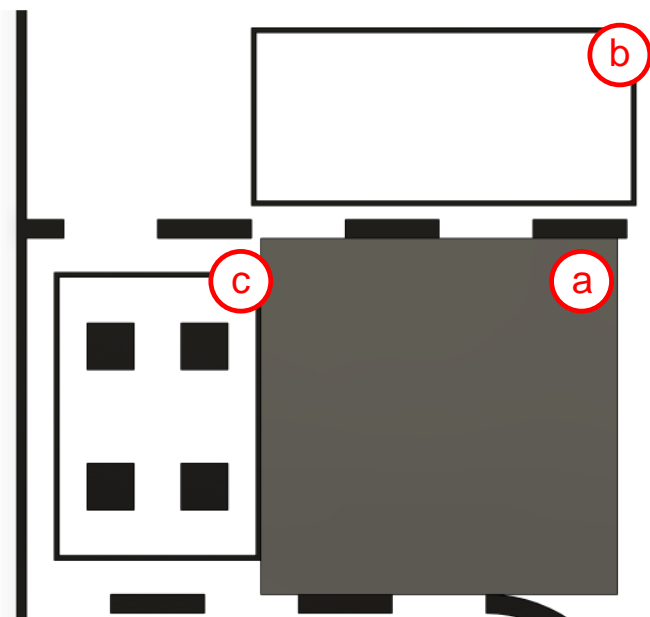


圖 11、智慧物件取放挑戰賽示意圖(左)

圖 12、智慧物件取放挑戰賽場地尺寸圖(單位:毫米(mm))(右)

分項賽—智慧物件取放挑戰賽：競賽規則說明

競賽目標需將四塊分別印有'F'、'I'、'R'、'A'的木塊放置於指定貨物放置區位置，貨物收集區將會有三種隨機高度，每個木塊起始位置、貨物收集區高度與貨物放置區位置將由裁判隨機設置與擺放，在五分鐘內機器人自行從貨物收集區將木塊拾取與放置於貨物放置區對應印有 FIRA 的目標位置即可算作完成任務，共有兩次競賽機會。

8.2 分項賽—智慧物件取放挑戰賽：場地檢查

8.31 由裁判隨機設置每個木塊起始位置、貨物收集區高度與擺放貨物放置區位置，貨物收集區高度一共分三種(0cm、4cm 和 8cm) 如圖 5 所示，貨物放置區可隨機擺放在卸貨區內任一位置，但不會轉動角度，如圖 6 所示，且貨物收集區高度與貨物放置區位置僅在每一隊比賽前更改。

8.32 裁判擺放好木塊後，選手可自行檢查木塊位置與其他項目是否符合規定，並即時向裁判提出異議，比賽一經開始不得再次提出異議。

8.3 分項賽—智慧物件取放挑戰賽：競賽開始

8.41 競賽正式開始前各隊伍可將機器人隨意放置於灰色區域內。

8.42 聽從裁判哨音開始競賽，五分鐘內擁有兩次重新開始機會，但機器人必須保持檢錄時之要求，同時木塊也必須全部放回原本的位置，經由裁判同意後重新開始，此過程將持續計時。

8.43 競賽規則以本規則書為準，未詳盡規定項目裁判擁有最終解釋權。

8.44 比賽環境為非完美環境，場地燈光或其他外界影響皆為機器人需克服之目標，但競賽過程中禁止場外使用相機閃光燈等設備干擾機器人運作。

8.45 隊伍必須為機器人設計一啟動按鈕，聽到裁判指示開始競賽後按下按鈕讓機器人開始進行競賽，不得使用遠端遙控方式啟動。

8.46 競賽開始後，機器人若損壞或發生故障等問題，時間仍繼續計時。

8.47 競賽期間若要將機器人重新擺設或者將木塊擺回原始位置，需要經由裁判同意，自行觸碰場地或機器人者裁判單次得以扣除該隊總成績 10 分，除非機器人即將掉落至場地外。

8.48 機器人完成任務後選手必須主動提醒裁判結束計時，若裁判因未能判定機器人是否完成任務而延誤暫停計時時間，不得向裁判提出異議。

8.49 競賽以五分鐘為限，未完成所有任務者以五分鐘為完成競賽時間，選手可以提早結束競賽，但時間仍以五分鐘為最終成績。

8.4 分項賽—智慧物件取放挑戰賽：計分方式

8.51 每個隊伍一共有兩次競賽機會，採積分制。

8.52 每次競賽總分為 40 分，木塊位置得分最高 40 分，兩次競賽總積分最高為 80 分。

8.53 木塊計分方式如表 1 所示，木塊完整放置至目標位置獲得 10 分，木塊僅超過 1/2 進入目標位置獲得 8 分，木塊僅部分碰觸到目標位置獲得 5 分，木塊僅被帶入卸貨區(b 區)獲得 2 分。

8.54 木塊觸碰到卸貨區邊框黑線、木塊傾倒(FIRA 字面未能朝上)則不予計分。

8.5 分項賽—智慧物件取放挑戰賽：名次計算

分項賽—智慧物件取放挑戰賽排名將以兩次競賽得分加總最高 80 分計，分數最高的隊伍獲得分項賽—智慧物件取放挑戰賽優勝。分數相同者，以時間為排名根據，再相同者以機器人重量輕者獲得較高之排名。

9. 違規與處罰

9.1 當參賽隊伍發生以下行為視作違規:

- 機器人在哨聲響起前移動。
- 比賽進行期間，隊員擅自觸碰或干預機器人運行。
- 機器人故意撞擊對手或干擾比賽進行。

9.2 根據違規程度，大會所屬裁判將會給予處罰，處罰內容如下:

- 輕微違規：該次計分得分歸零。
- 嚴重違規：取消該隊比賽資格。

參賽隊伍需服從裁判之判決，有異議者需當場向大會提出異議，大會擁有最終裁決權利。

10. 額外頒發之獎項說明

除了總分賽冠亞軍和兩項分項賽優勝以外，本次競賽將會選取一名**技術設計創新獎**。這個獎項鼓勵創新思維和技術的應用，包括機器人的整體設計、使用的技術和材料、以及功能實現的創新方法。評估將基於機器人的創新特點和技術的實際應用效果。

11. 其他注意事項

參賽隊伍需遵守已規定於規則書、大會公告上之規定，包含時程、競賽規則等，未詳述在規章上之突發狀況參賽隊伍需服從裁判之判決，有異議者需當場向大會提出異議，大會擁有最終裁決權利。