



World Robot Olympiad 2021

種子招募選拔

未來工程師

AI自動駕駛挑戰賽

(本規則將賽制簡化作為選拔賽之規則，只進行資格賽賽制內容，技術文件無須提供；選拔賽

參賽選手年紀：13~19 歲)

版本：23.06.2021



WRO International Premium Partners



2021 賽季規則重大變化

對於有興趣參加此類別的團隊，我們創建了《入門指南》，詳細說明了車輛要求，可能的技術解決方案和除錯。在這裡，學生可以開始了解如何為比賽設置機器人。[入門指南請看這！](#)

根據 2020 賽季頒布的規則，收到反饋而進行以下變更。

1. 在直線區中，第二和第五區域的寬度減小到 200 公釐。



2. 移除了阿肯曼(Ackermann)轉向機構的要求，但在 9.2.3 進行了更新，需以指定的車輛運動學運作：
車輛必須基於四輪底盤、一個驅動馬達、一台任何轉向致動器。

2021 種子選拔賽規則異動

因應嚴峻疫情，本次選拔賽採線上辦理，為確保比賽順利進行，將只執行原規則資格賽部分，比賽題目將由線上系統於每個整點隨機抽出。隊伍需於時限內繳交一支比賽執行影片，影片內容為表現最佳的單一回合過程。參與選拔賽且表現優異之隊伍，可直接入選全國賽決賽種子隊伍名單（種子隊伍須使用同一台機器人參加全國賽，否則視同放棄種子資格；隊伍若同時晉級競賽類全國賽限擇一參加）。

1. 簡介

「自動駕駛」是當今及未來的趨勢，許多國家政府、企業、學者、專家，認為「自動駕駛」之技術運用在汽車及公共交通工具，將有很大的潛力。

在WRO賽事中，自動駕駛的機器人最常被運用在競賽及足球賽，但「自動駕駛」要運用在我們日常生活的所有情境下，是具有相當的挑戰。根據國外研究調查，從無自動化到完全自動化（automation¹），分為六個層級。

這是一個全新的挑戰，我們希望這個挑戰將能引發學生對工程的興趣，從中體驗工程師所需要的技能，更讓學生能發揮創意提供解決方案。

2. 競賽場地

競賽場地及比賽物件描述如下：

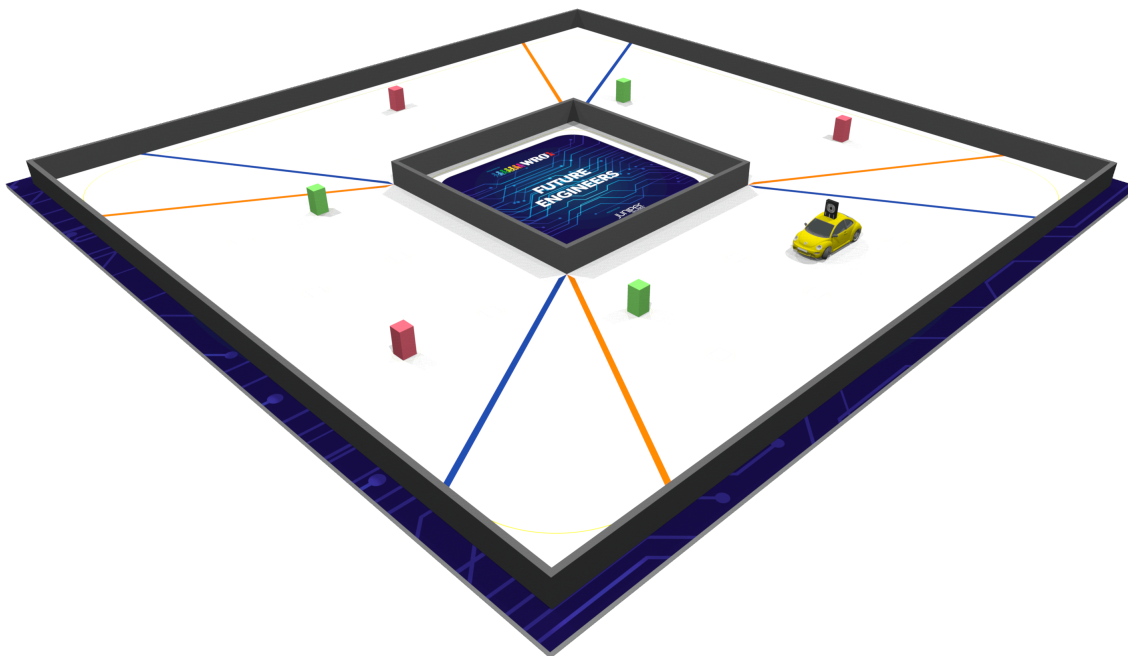


圖 1. 競賽場地及物件

比賽場地由內牆及外牆圍出一個賽道，資格賽時賽道上不會設置交通標誌（彩色柱狀障礙物表示）。

賽道由 8 個區塊組成：4 個轉彎區（紅色虛線）及 4 個直線區（藍色虛線）。

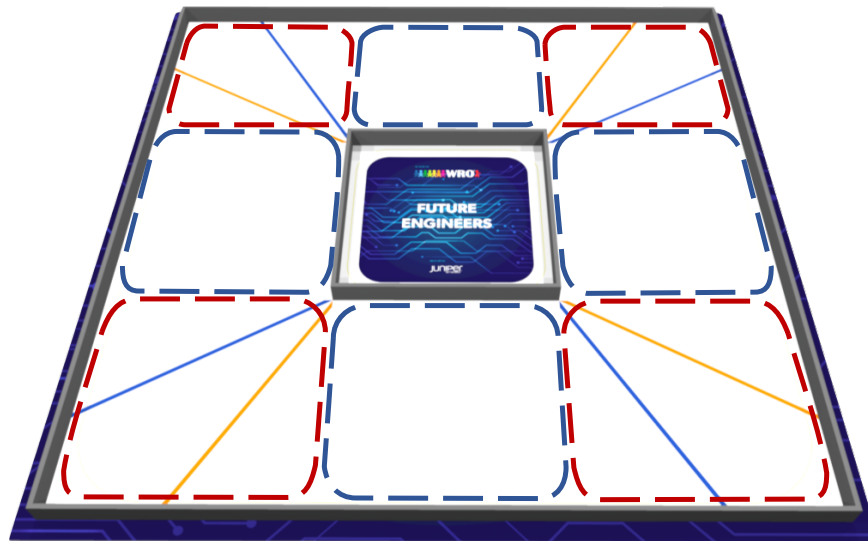


圖 2. 競賽場地區域

每一個直線區分成 6 小格，是汽車的**起始位置**。如下圖 6 個小圓圈中有 4 個虛線 T 字型及 2 個 X 字型，是放置交通標誌，稱之為「**交通標誌位置**」。

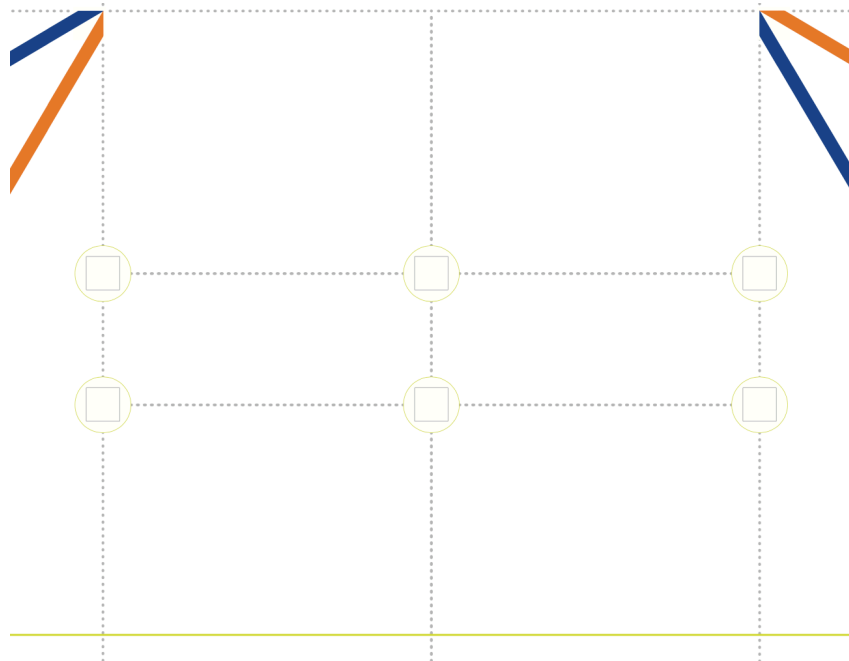


圖 3. 起始位置及交通標誌位置定位點

3. 比賽說明

本汽車自動駕駛挑戰賽是採用「**計分計時競賽**」，賽道上**不會同時有多輛汽車**。每次比賽只有一個隊伍及一輛汽車，由汽車完全自動駕駛依規定的圈數 / 任務，來達到最佳分數及時間。汽車必須遵守相關規範。進行比賽，每一回合賽車必須行駛三圈，汽車必須沿著規定方向行駛，方向將現場隨機決定（順時針或逆時針）。比賽開始前，將隨機決定汽車的起始位置以及交通標誌的數量和位置。

4. 比賽內容

選拔賽內容將只進行「**資格賽**」，每一個整點隨機決定汽車行駛方向、**起始區**、**賽道配置**、**起始位置**，所有抽籤事項將直接由大會線上系統隨機抽籤決定。（[出題系統連結](#)）

資格賽

1. 行駛方向：比賽期間汽車的移動方向稱為「回合行駛方向」，在資格賽中，賽道上不會放置交通標誌。

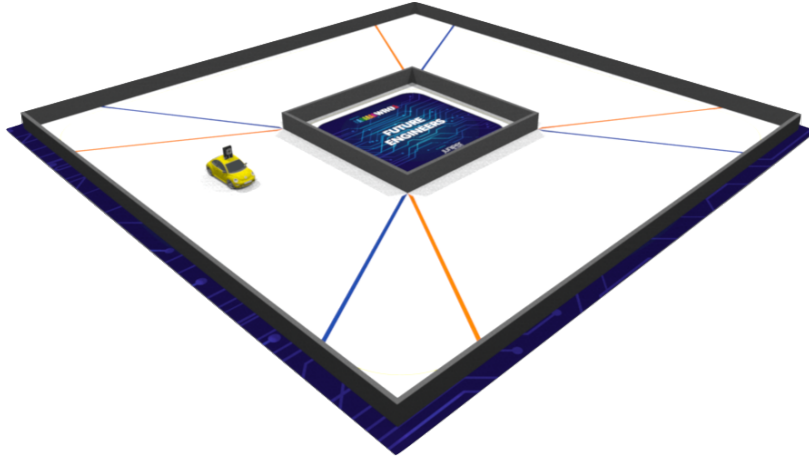


圖 4. 資格賽的場地圖

賽道距離為 1000 公釐或 600 公釐 (± 100 公釐)。

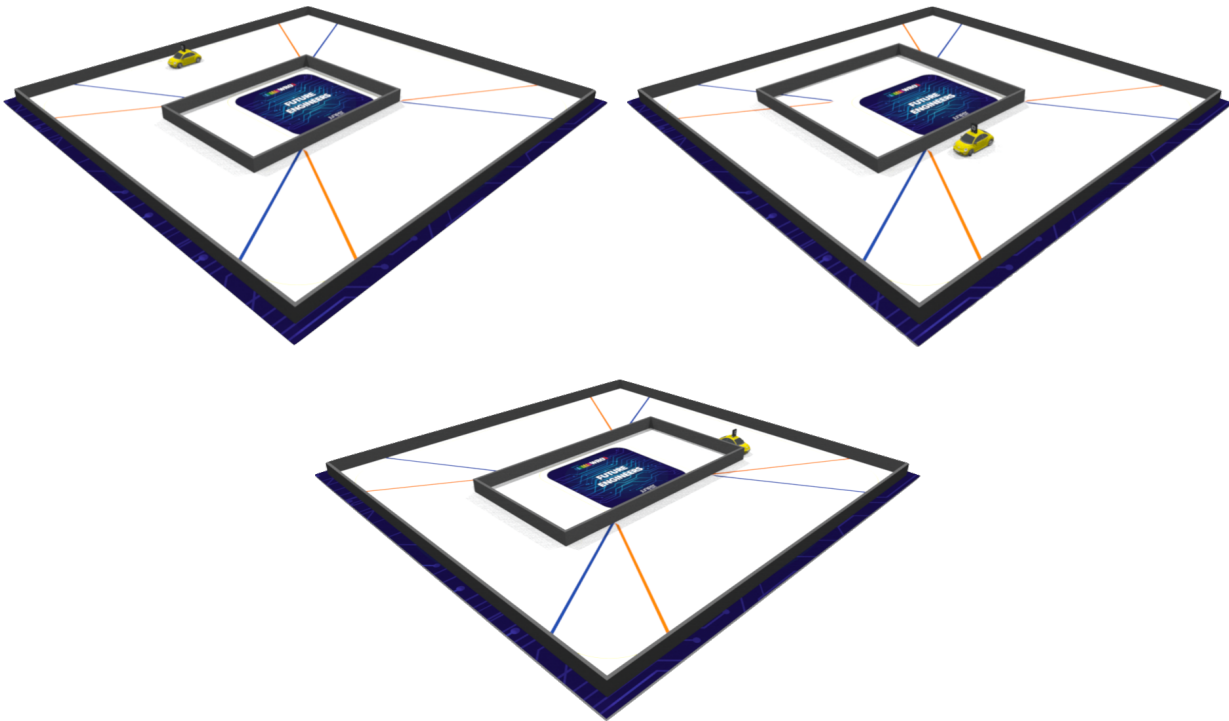


圖 5. 資格賽場地圖範例

World Robot Olympiad and the WRO logo are trademarks of the World Robot Olympiad Association Ltd.

© 2021 World Robot Olympiad Association Ltd.



2. 起始區：如下圖顯示可能的起始區。

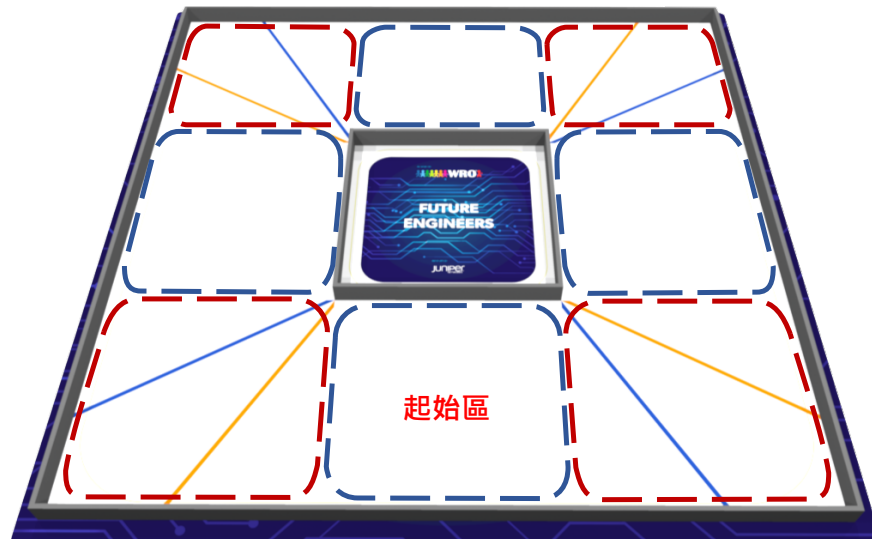


圖 6. 決定起始區的位置

3. 賽道配置：系統隨機抽籤場地內框 4 邊寬窄決定賽道配置。

「寬闊 (1000 ± 100 公釐) 賽道；狹窄 (600 ± 100 公釐) 賽道」。

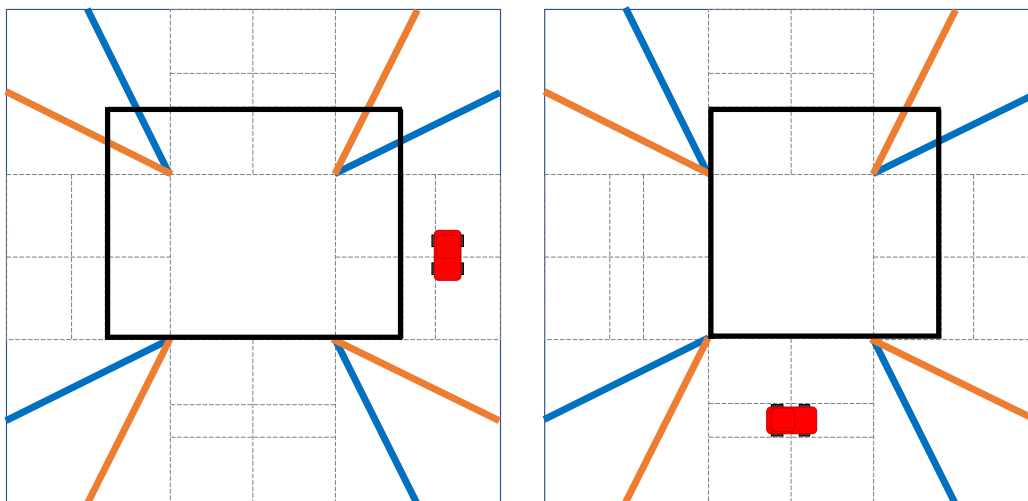


圖 7. 系統抽籤決定賽道配置

4. **起始位置**：系統抽籤決定汽車在起始區域的**起始位置**，每區分 6 小格，如下圖表示左上格代號「1」右下格代號「6」。



圖 8. 骰子號碼對應的起始位置

以上抽籤內容將在比賽期間每個整點隨機重抽，隊伍於時間內可重複嘗試多個回合並錄影直至下一個整點重新抽籤前。

5. 比賽規則

回合時間：

- 資格賽每回合時間 3 分鐘。

每個整點：

- 隨機決定回合行駛方向、汽車起始區、起始位置、場地配置。
- 系統統一抽題，所有隊伍在同一時間，都使用相同的行駛方向、汽車起始區、起始位置及場地配置。

每次執行：

- 汽車必須在規定的起始位置，且正投影須完全規定的在格子內。
- 必須對車輛進行定向，轉向的兩個前輪需比其他兩個更傾向下一個轉角部分。
- 比賽期間，汽車大小不得超過 300x200 公釐，高度不可超過 300 公釐。
- 比賽開始前，選手先自行介紹隊伍名，準備就緒後接著自行口頭倒數「3 2 1，開始」，並且在「開」字同時按下出題系統的碼表，比賽開始計時。

脫落的零件：

- 比賽期間，汽車不允許在比賽場地內留下任何零件或標記（如油漆）。如果汽車違反了此規則，比賽將被停止，汽車必須由參賽隊伍停止，分數將以零分計算，回合時間記為最大值。

每回合比賽中：

- 比賽開始前，汽車必須依規定的方向行駛。
- 汽車不允許移動圍牆（當圍牆不是固定時）。汽車若違反此規範，請團隊一名隊員攔下汽車並將其停止，若最終繳交影片仍為此結果，比賽分數為零分，時間記最大值。

- 允許汽車在兩個區域朝反方向行駛：當下區域及與當下相鄰的區域。關於詳細訊息，請參考附錄說明。
- 汽車必須回到起始區，以獲取更多的積分。*備註：一旦汽車部分離開起始區，該區也將成為結束區。*
- 每回合隊伍將有一次機會可以請求維修汽車：隊伍需將汽車從場地中取出，並對其機械或電子零件做維修處理，完成修復後再放回取出區域的賽道中央位置，在這過程比賽時間仍然進行中不停止秒數。汽車停止可能是因為電子 / 機械問題或汽車撞到圍牆被卡住，因此當汽車停止時，隊伍才可以請求取得維修機會。

以下狀況將不授予維修機會：

- (1) 行駛中的汽車 - 定義汽車任何部位 5 秒內移動 50 公釐。
- (2) 汽車已開始行駛第三圈 (在最後一圈之前完全通過轉彎區域) 。

維修時不允許對汽車的任何控制器輸入程式或許輸入任何數據，違反此規定之隊伍將取消比賽資格：本場比賽分數將以零分計算，時間將登記為最大值。

比賽回合結束:

- 若發生以下情況，將結束回合比賽，且停止比賽時間：
 - 比賽時間到 (3 分鐘) 。
 - 汽車跑完三圈之後，完全停止在結束區，且正投影完全在此區域內。關於詳細訊息，請參考附錄 A，第 2 節。

備註 1：汽車必須自動停在結束區。如果團隊使用以下描述之一方是迫使結束比賽，則將不視為汽車自動停止在結束區。

備註 2：為了證明在結束區完全停止，汽車抵達規定區域 15 秒後不可繼續行駛。當汽車跑完三圈或回合結束時持續動作，導致裁判無法確定汽車是否 " 完全停止 " 在結束區，裁判將有權利不給予該隊伍停止在結束區的積分。

- 汽車跑完三圈之後，尚未停止仍持續前進，並且正投影通過了結束區。詳細訊息請參考附錄 A，第 3 節。
 - 汽車朝反方向行駛區域之判定方法。詳細訊息請參考附錄 A，第 4 節。
 - 競賽過程中，參賽隊伍尚未經過裁判允許，擅自觸碰汽車進行維修。
 - 競賽過程中，參賽隊伍尚未經過裁判允許，觸碰場地、底圖或圍牆。
 - 競賽過程中，參賽隊伍接觸到比賽道具。
 - 比賽的汽車跑出原本規定的賽道（移動圍牆）。
 - 比賽的汽車或參賽隊伍損壞場地或比賽道具。
- 切記，團隊若執行上述的任一個規範，比賽將停止不再繼續。

6. 計分

分數將於回合結束時計算，最高分數:

- 資格賽獲得 31 分。

	規定	積分	總分
1.	自動駕駛分數		
1.1.	汽車依規定的回合行駛方向行進，每經過直線區將給予對應的積分。從起始區位置開始算，結束區的停止位置及其後的位置皆不在此積分內。	1	24
1.2.	汽車行駛完整圈數。汽車沿著比賽規定的方向成功通過 8 個區域，起始區域包含在第一圈的 8 個區域中。圈數的定義：汽車完全離開最後一個轉彎區。只要依規定方向行駛，汽車本體方向不限制（如移動時，車頭在後車尾在前）亦可獲該積分。	1	3
1.3.	三圈結束後，汽車完全停止在結束區。	4	4
1.6.	團隊因設備無法正常運作，將設備從場地移出維修，即使沒有維修成功。	該回合總積分 / 2	

比賽結束時，選手自主停止出題系統的碼表時間，此時間將作為成績排序的一個依據。

隊伍比賽的排名，將以「積分總合」作排序；分數相同時，以時間最短的優先排序。

7. 場地規範

7.1 競賽場地

- 場地底圖尺寸 3200 x 3200 公釐 (+/- 5 公釐)。底圖中內部的正方形賽道尺寸是 3000 x 3000 公釐 (+/- 5 公釐)。
- 賽道的主要顏色是白色。
- 賽道被高度 100 公釐的內牆及外牆包圍著。
- 外圍牆的內部 (朝賽道的方向) 顏色是黑色。外圍牆外部顏色尚未定義 (將由各國主辦單位決定)。
- 內圍牆的外部 (朝賽道的方向) 顏色為黑色，內圍牆的內部 (朝向 FUTURE ENGINEERS 字體) 及牆頂邊緣的顏色都是黑色。
- 圍牆的厚度尚未定義。(將由各國主辦單位決定)
- 外牆和內牆之間的距離將取決於上述方式設置。
- 賽道上有橙色和藍色的線條。線的厚度約 20 公釐。橙色線顏色為印刷四分色模式 CMYK (0, 60, 100, 0)。藍色線則為 CMYK (100, 80, 0, 0)。
- 場上有約為 1 公釐的虛線來限制汽車的起始區。虛線的顏色為 CMYK (0 0 0 30)。
- 每個起始區的起始位置大小 200 x 500 公釐。
- 場上正方形是交通標誌位置。正方形的線粗 1 公釐，線的顏色為 CMYK (0 0 0 30)。
- 每個交通標誌的位置為 50x50 公釐。
- 交通標誌位置周圍圓的線粗是 0.5 公釐，此圓是判斷交通標誌是否被移動。線條的顏色是 CMYK (20 0 100 0)。
- 圓的直徑為 85 公釐。

World Robot Olympiad and the WRO logo are trademarks of the World Robot Olympiad Association Ltd.

© 2021 World Robot Olympiad Association Ltd.



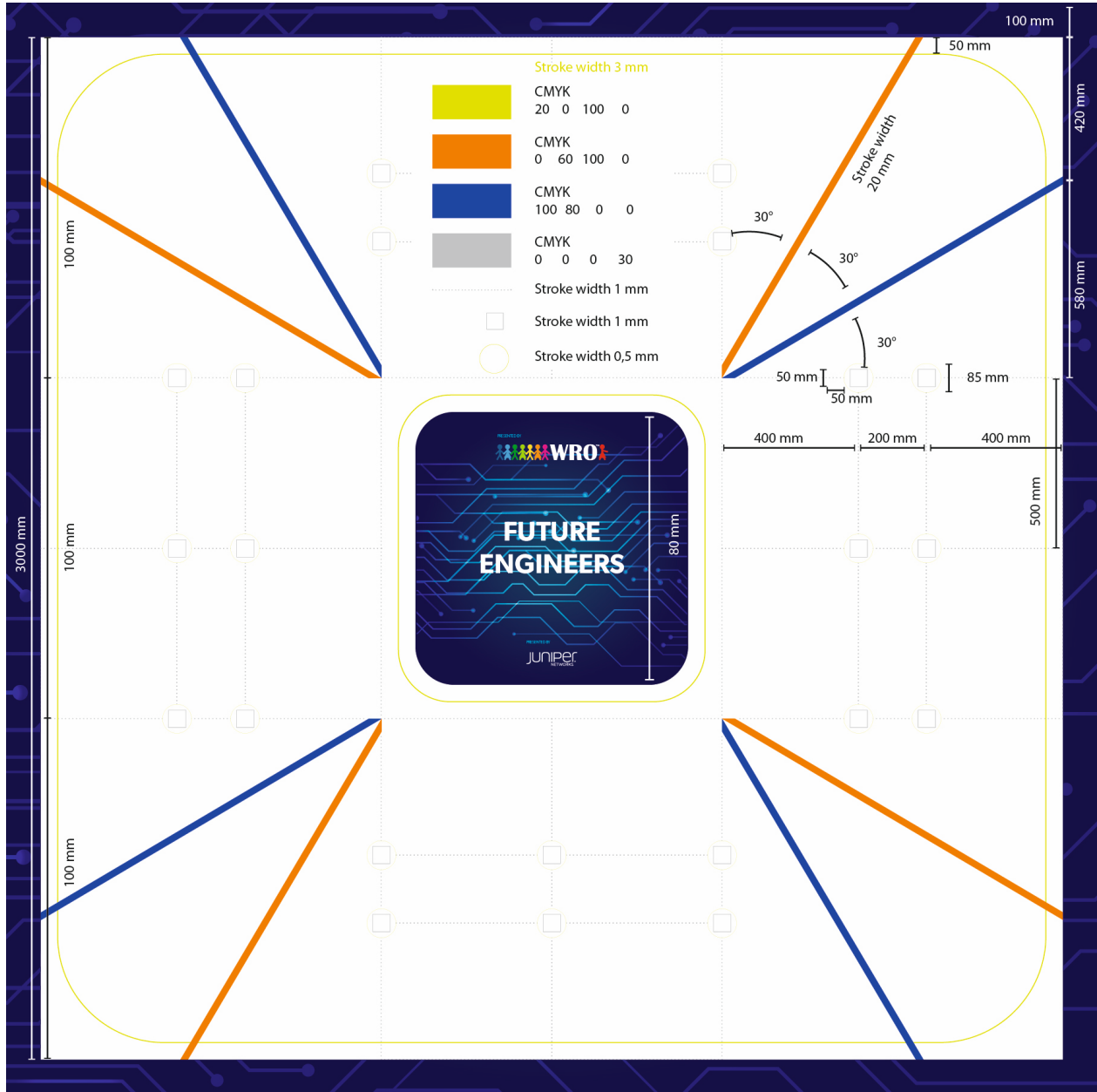


圖 9. 場地底圖尺寸

World Robot Olympiad and the WRO logo are trademarks of the World Robot Olympiad Association Ltd.

© 2021 World Robot Olympiad Association Ltd.



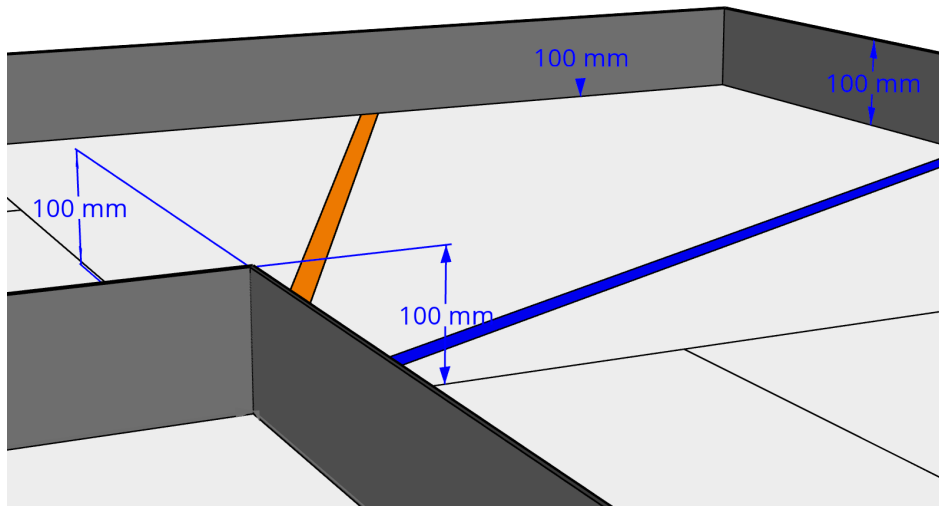


圖 10.內圍牆及外圍牆的高度尺寸

8. 比賽通用規則(簡稱通則)

8.1 材料

- 8.1.1 用於汽車的控制器需為 MATRIX Mini (可搭配 MATRIX Controller) 。
- 8.1.2 允許汽車擁有一個或多個上述之控制器。
- 8.1.3 在比賽過程中，參賽隊伍的汽車不允許使用任何無線射頻 (RF) 、藍芽 (Bluetooth) 、無線網路 (Wi-Fi) 或任何無線相關種類的通訊設備，如果這些通訊功能是控制器內建的，請務必將此功能關閉。裁判有權利檢查汽車，確保隊伍已經關閉這些通訊功能。
- 8.1.4 團隊可以使用相容上述控制器之任何感測器，品牌或數量不限制。視訊攝影機在此賽事屬於感測器的一種。
- 8.1.5 團隊可以使用相容上述控制器之任何馬達及伺服馬達 – 馬達的品牌及數量無限制。
- 8.1.6 團隊可以使用相容上述控制器之任何電子零件 (單一或整組) – 對於零件類型，廠牌無限制。
- 8.1.7 團隊可以使用任何液壓、氣壓設備或電池閥。
- 8.1.8 任何品牌電池均可使用，數量不限制。
- 8.1.9 汽車電控零件，必須使用有絕緣層包覆的線材連接，僅用金屬導線連接是不允許的。
- 8.1.10 團隊限使用 MATRIX 金屬零件，並可搭配自行加工製作之零件，例如 3D 列印的零件、木製零件或 CNC 車床製作的零件等。
- 8.1.11 汽車的製作可以使用任何 MATRIX 材料包或 MATRIX 套裝包。
- 8.1.12 團隊可以使用電工膠帶，鬆緊帶，任何形式的束線帶等，也允許使用黏著劑黏合材料。
- 8.1.13 汽車可以預先組裝好。
- 8.1.14 汽車所使用的程式不限制，任何能編輯汽車控制器的軟體皆可使用。
- 8.1.15 參賽隊伍可將程式預先編輯好。

World Robot Olympiad and the WRO logo are trademarks of the World Robot Olympiad Association Ltd.

© 2021 World Robot Olympiad Association Ltd.



8.2 硬體(汽車)規範

- 8.2.1 汽車尺寸不允許超過 300x200 公釐，高度不允許超過 300 公釐。
- 8.2.2 汽車必須是帶有一個驅動馬達和一個任意類型的轉向致動器的 4 輪車。它必須是前輪驅動 (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-wheel_drive)、後輪驅動 (https://en.wikipedia.org/wiki/Rear-wheel_drive) 或四輪驅動 (https://en.wikipedia.org/wiki/Four-wheel_drive)。參賽隊伍不允許使用差動輪型汽車 (https://en.wikipedia.org/wiki/Differential_wheeled_robot)，使用此設計汽車之隊伍將被取消比賽資格。
- 8.2.3 汽車不得使用任何類型的全向輪、萬向輪、腳輪或球型輪。
- 8.2.4 汽車必須具有自主性，並自行完成「任務」。汽車行駛時，不允許使用任何有線或無線設備控制之。違反此規則之隊伍將被取消比賽資格。
- 8.2.5 競賽過程中，不允許參賽者對行進中的汽車進行干擾或協助。包括比賽中不允許對汽車提供影像、音頻或將任何數據輸入汽車。違反此規則之隊伍將被取消資格。

8.3 公平規範

- 8.3.1 參加 WRO 的所有隊伍和教練均必須同意並簽署「WRO 指導原則」文件，參考連結：<https://wro-association.org/competition/wro-ethics-code/>。
- 8.3.2 隊伍必須簽署並提交「WRO 指導原則」正本予國際賽大會。
- 8.3.3 當隊伍違反相關規定(或情節嚴重者)，裁判可依下列判罰隊伍：
- 不允許團隊比一個回合或多個回合(同一天賽事)。
 - 允許扣除團隊分數 50%。
 - 無法再參加資格賽、決賽或其它與本比賽相關的賽事。
 - 無法再參加國際賽決賽。
 - 隊伍可能被取消資格。

9. 附錄 A.詳述比賽中可能發生的情況

1. 結束時停止在結束區（一開始的起始區）的得分條件

為了好識別汽車是否完全停在規定的區域，將以汽車的正投影判斷。當汽車停止後正投影部分在該區外，則汽車將視為部分在規定的區域外；反之，如果正投影完全在規定的區域內，則汽車將視為完整在規定的區域內。

當汽車停止不動超過 30 秒，裁判才會開始判斷汽車是否完全停止在規定區域內。

以下汽車停止的區域是符合規定（綠色打勾）

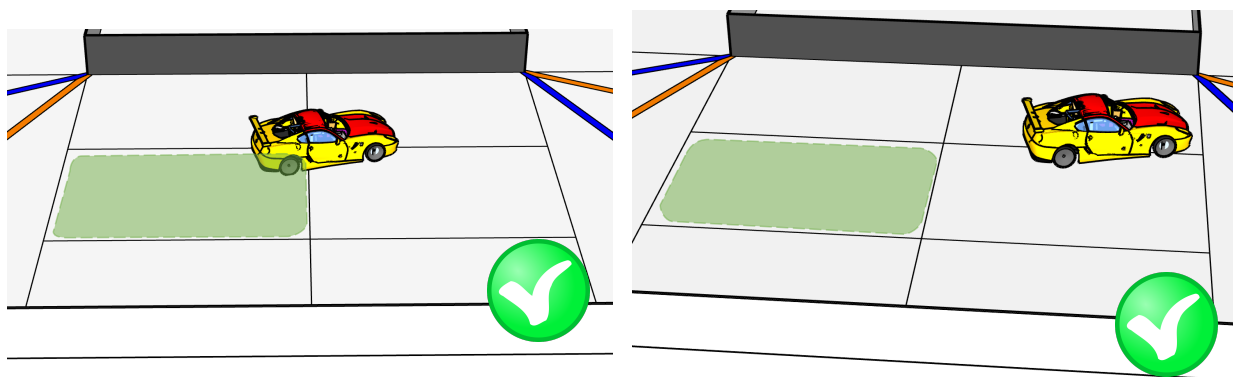


圖 11. 汽車停止，且完全停在結束區（亦為起始區）

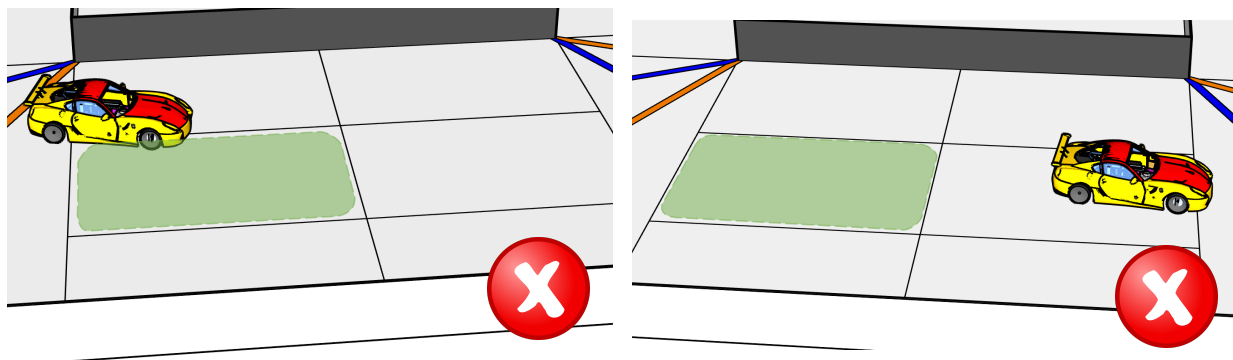
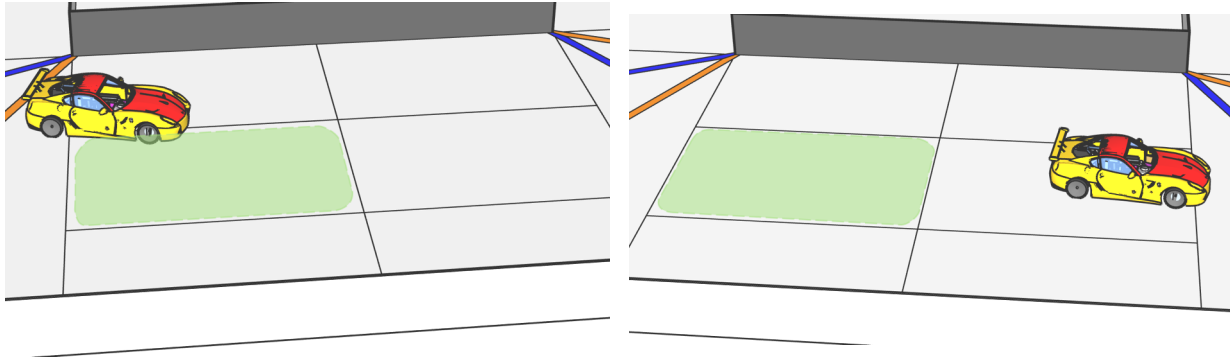


圖 12. 汽車停止，部分在規定的區域外

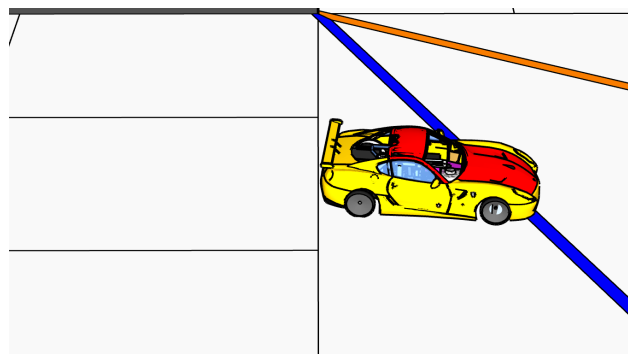
2. 當汽車完成 3 圈後「通過」起始 / 結束區

汽車行駛 3 圈後，汽車持續前進而通過起始區，裁判將立即結束比賽。以下為判斷方式：



(a) 汽車持續前進且正進入起始 / 結束區

(b) 汽車持續前進且正離開起始 / 結束區

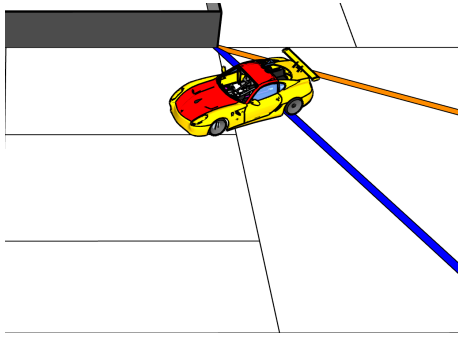


(c) 汽車已**通過**起始 / 結束區，裁判將停止時間結束比賽

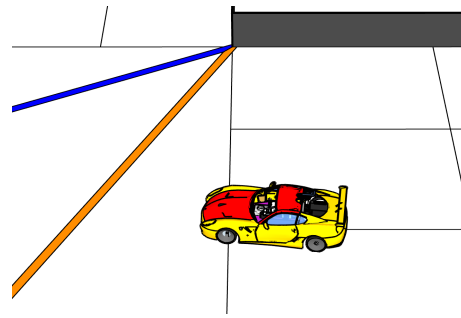
圖 13. 汽車逆時針方向通過起始 / 結束區

如果汽車在行進中，裁判將不會在(a) 和 (b) 階段停止計時。但是，當汽車完全進入轉彎區 (c)階段，裁判將停止秒數，比賽將結束。

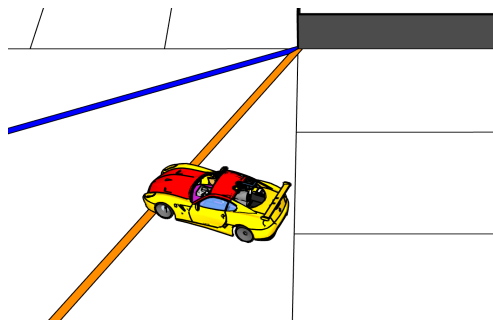
同樣應用在順時針。



(a) 汽車正進入起始 / 結束區



(b) 汽車持續前進且正離開起始 / 結束區



(c) 汽車已通過起始 / 結束區，裁判將停止時間結束比賽

圖 14. 汽車順時針通過起始 / 結束區

3. 朝相反的方向行駛

在比賽期間，僅允許汽車在朝回合行駛方向前進，但其中允許汽車在兩個區域可朝著相反方向行駛（汽車可能在倒退或逆向）：汽車之正投影當下的區域及與該區域相鄰的區域。

以下幾種情況說明:

情況 1：汽車開始朝相反方向行駛，並在鄰近的區域內停止後再持續朝規定方向行駛。

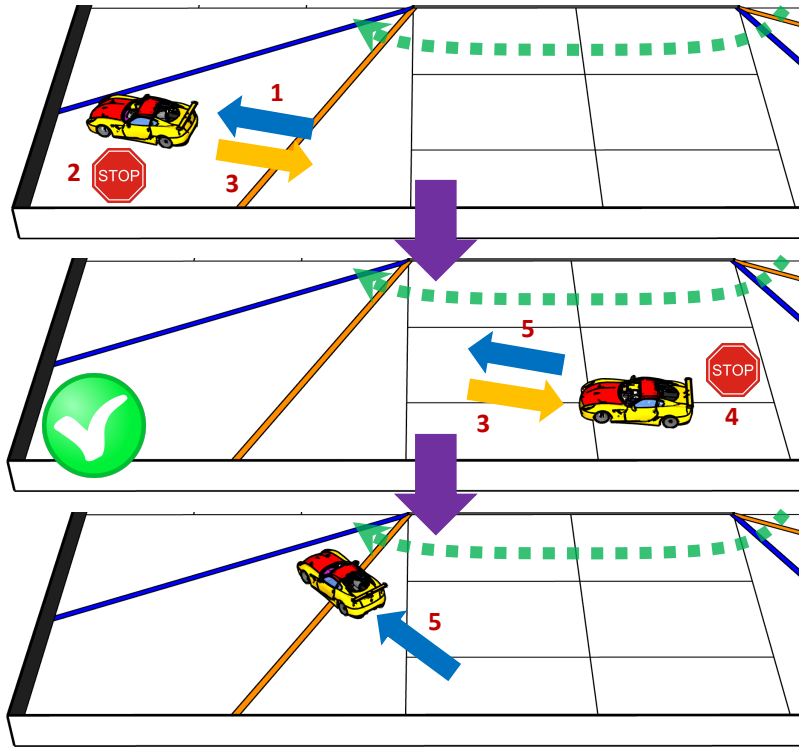


圖 15. 允許在規定的區域朝反方向行駛

如上圖 24，比賽回合行駛方向為順時針（由藍色箭頭為代表）：

- 階段 1：汽車抵達轉彎區，正投影完全在此區內。
- 階段 2：汽車停止了。
- 階段 3：汽車開始倒退。
- 階段 4：汽車停在相鄰的直線區，正投影完全在此區內且未越過下一個區域。
- 階段 5：汽車持續朝著規定的回合行駛方向行駛。

這種情況是允許的。

情況 2：汽車開始朝反方向前進，並停在兩個區域之間。

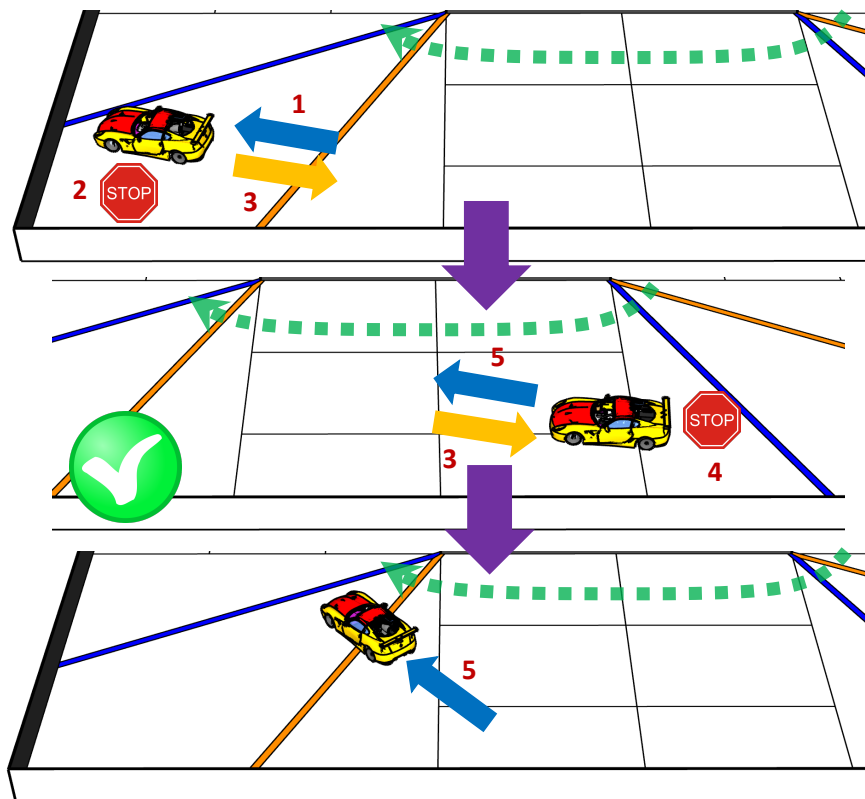


圖 16. 允許汽車停止在規定的區域與區域之交界處

如上圖 25，比賽回合行駛方向為順時針（由藍色箭頭為代表）：

- 階段 1：汽車抵達轉彎區，正投影完全在此區內。
- 階段 2：汽車停止了。
- 階段 3：汽車開始倒退。
- 階段 4：汽車停在相鄰區域與下一個區域之交界處。
- 階段 5：汽車持續朝著規定的回合行駛方向行駛。

這樣的情況也是允許的。

情況 3：汽車朝著相反方向行駛，且完全離開相鄰區域之外。

如果汽車朝反方向行駛，經過相鄰區域且汽車完全離開此區，並完全進入相鄰的下一個區域，則比賽將停止。

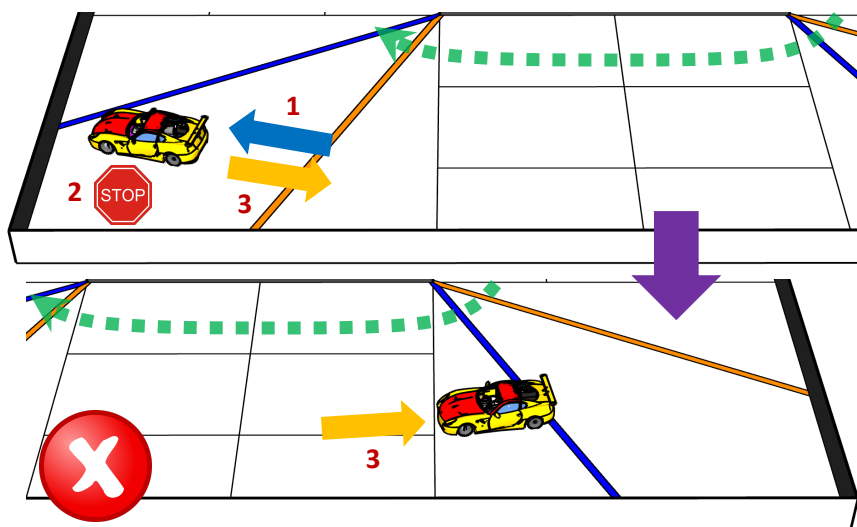


圖 17. 禁止反方向行駛的汽車完全離開相鄰區域。

如上圖 26：

- 階段 1：：汽車朝向比賽回合行駛方向順時針前進（由藍色箭頭為代表）。
- 階段 2：汽車停止了。
- 階段 3：汽車朝向反方向行駛，且橫跨了兩個區域，汽車離開了鄰近的區域。

情況 4：汽車在兩個區域的交界處改變方向。

當汽車在兩個區域的交界處改變方向，朝著反方向行駛時，則最遠僅能行駛到該區與前一個相鄰區的交界處。

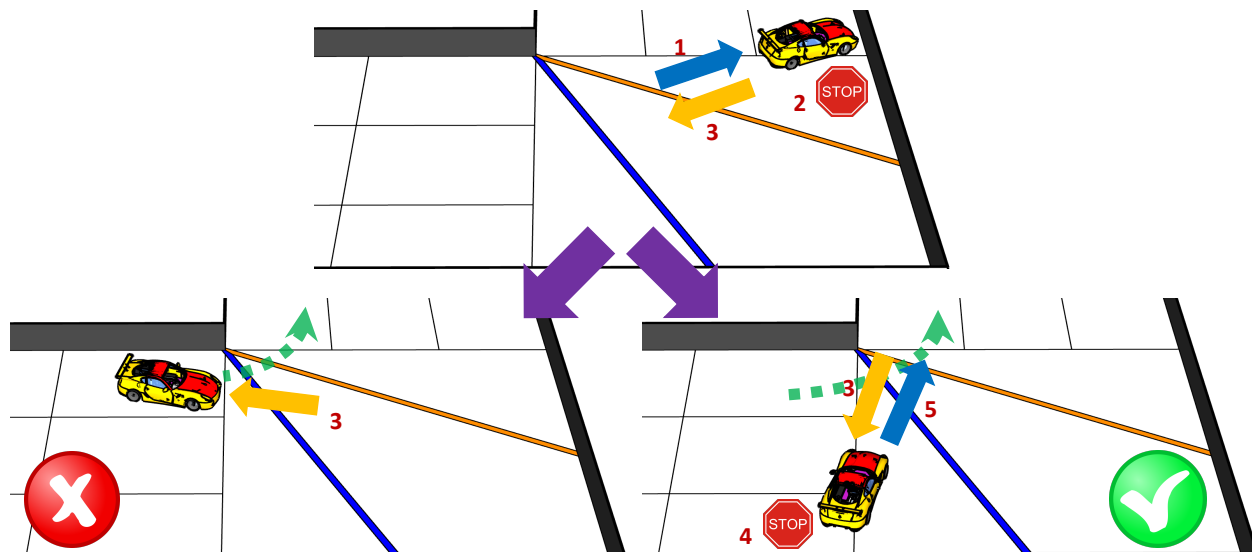


圖 18. 當汽車部分停在兩區的交界處，朝向反方向行駛最遠之距離

如圖 27 說明：

- 階段 1：汽車朝向比賽回合行駛方向時逆時針進（由藍色箭頭為代表）。
- 階段 2：汽車 **停止在兩個區域的交界處**。
- 階段 3：汽車朝反方向行駛，且汽車離開原來的區域，完全進入鄰近的區域。（如圖 27 左下）

這種情況將導致比賽停止。

以下情況比賽將持續進行：

- 階段 1：汽車朝向比賽回合行駛方向時逆時針進（由藍色箭頭為代表）
- 階段 2：汽車 **停止在兩個區域的交界處**。
- 階段 3：汽車朝著反方向移動。（如圖 27 右下）
- 階段 4：汽車停止在兩個區域交界處。
- 階段 5：汽車持續朝著規定的回合行駛方向行駛。

因為汽車的正投影仍部分在規定的區域內，因此比賽不會停止。

情況 5: 多次改變方向

汽車允許多次改變方向，但需要確定第一次所改變方向汽車所在的位置，並依據上述情況來判斷汽車允許朝反方向移動的最遠距離。

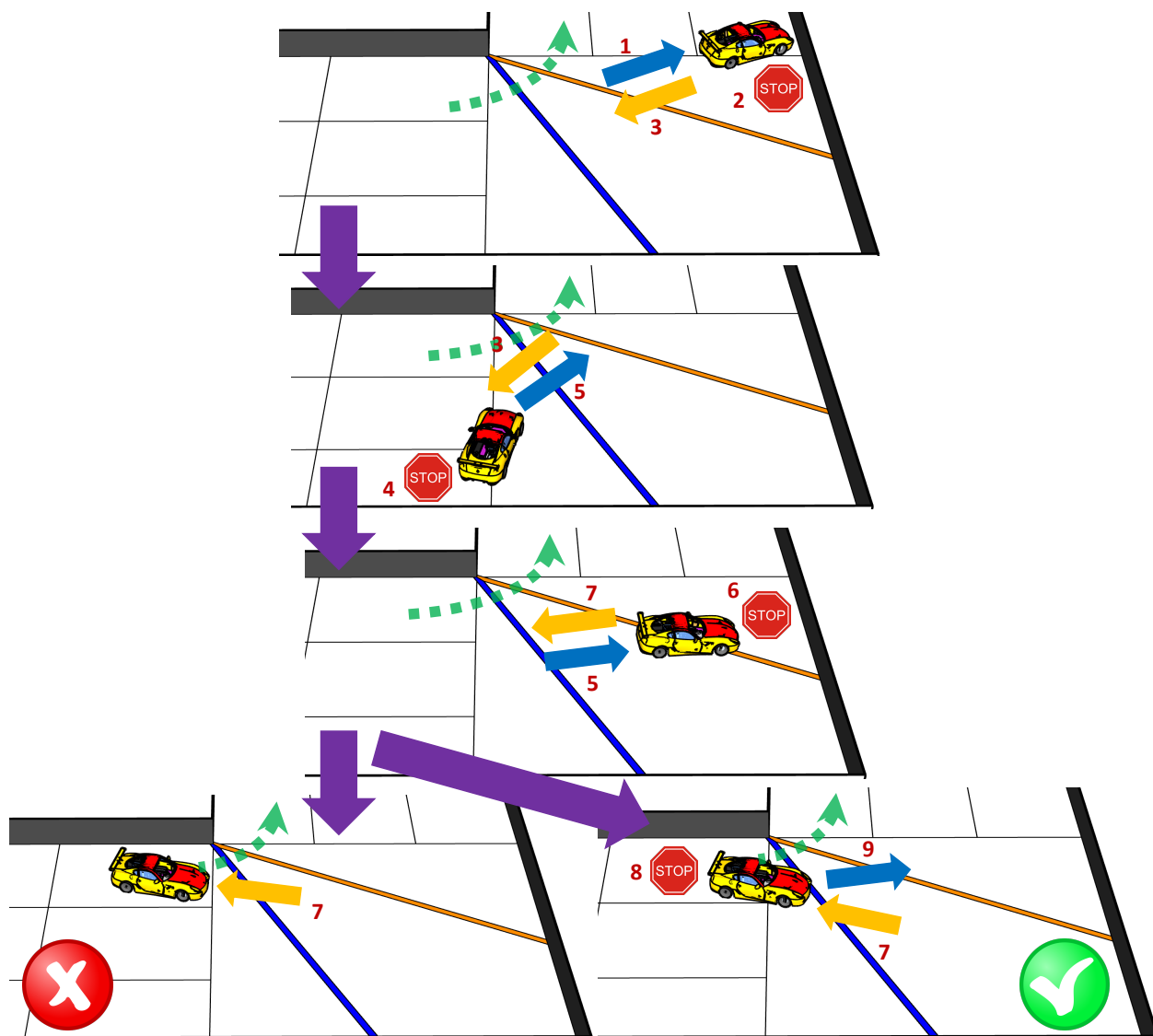


圖 19. 允許汽車在規定的區域內多次改變方向。

如圖 28 說明，允許汽車多次改變方向：

- 階段 1：汽車朝向比賽回合行駛方向時逆時針前進（由藍色箭頭為代表）。

- 階段 2：汽車停止在兩區域界線之間並開始後退，視為第一次改變方向。
- 階段 3：汽車改變方向朝著反方向移動。
- 階段 4 和 5：汽車部分停在相鄰區域邊界上，然後延續正確的方向行駛。
- 階段 6 和 7：汽車再次停止在該區，又朝著反方向移動（第二次改變方向）。
- 如圖 28 下左圖，汽車完全離開鄰近區，則比賽將停止。（以第一次改變方向的位置判定汽車可朝反方向移動的最遠距離）
- 如圖 28 右下圖，汽車仍有部分在鄰近的區域內，符合規定，因此比賽將持續不會被停止。

情況 6：汽車倒著行駛

當汽車朝著規定方向行進時，允許汽車倒著行駛（汽車前進方向車尾在前，車頭在後）

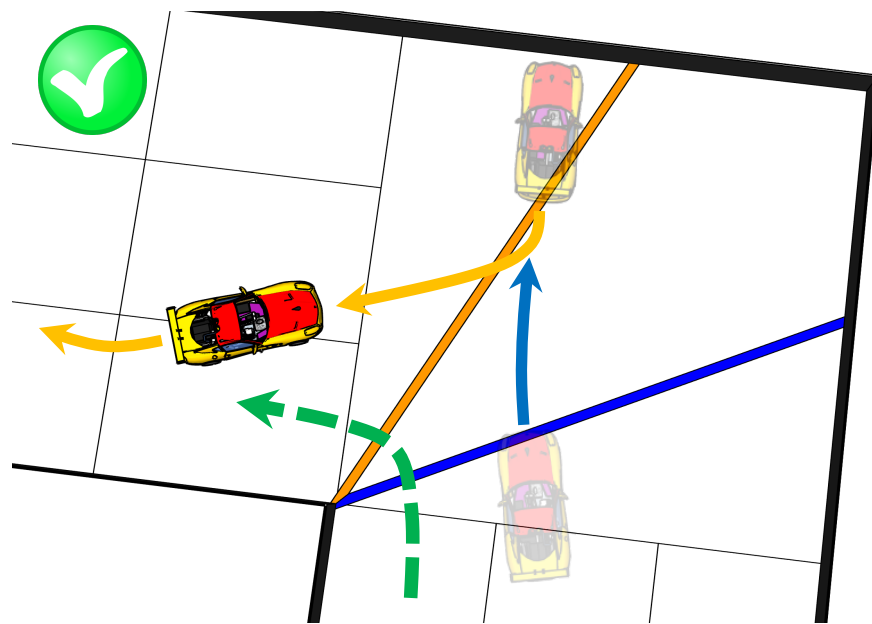


圖 20. 汽車倒著行駛