



部隊式循跡視覺控制系統開發與研究

Development and research of troop-type tracking visual control system

專題學生：廖宥富、黃俊皓、徐偉翔、江金荃

指導教授：顏仲崑 助理教授

1 前言 (Introduction)

近年來全球人口已達巔峰，然而生育率卻逐年急速下滑，意味著須面對高齡化社會及勞動力短缺之問題。以無人搬運車為例，扮演協助運送機械手臂上下料角色，解決人力不足之問題，**相較市面上之無人搬運車無法配合加工機達最佳加工效率，因此本控制融入降低碳排、精簡製程與精準工程等要素，系統從中自動調整最佳參數。**結合物聯網(Internet of things, IoT)技術，經由視覺同步定位與建圖(Visual simultaneous localization and odometry, Visual SLAM)技術，完成即時路徑掃描。綜上所述，本研究朝無人循跡控制作主開發，依照工廠原有色帶經視覺辨識，將車體運行位置控制於道路中央，如圖1所示，於原有色帶轉角貼上可供辨識判斷轉彎特徵。機台首次執行陌生環境時，將路徑掃描資訊匯入至控制系統中，為了增加整體執行效率，指定一機台作為引領車，其餘則由系統分配至相對位置，避免機台間重複作業相同區段，以降低與人員或其他物體之間產生碰撞的風險。

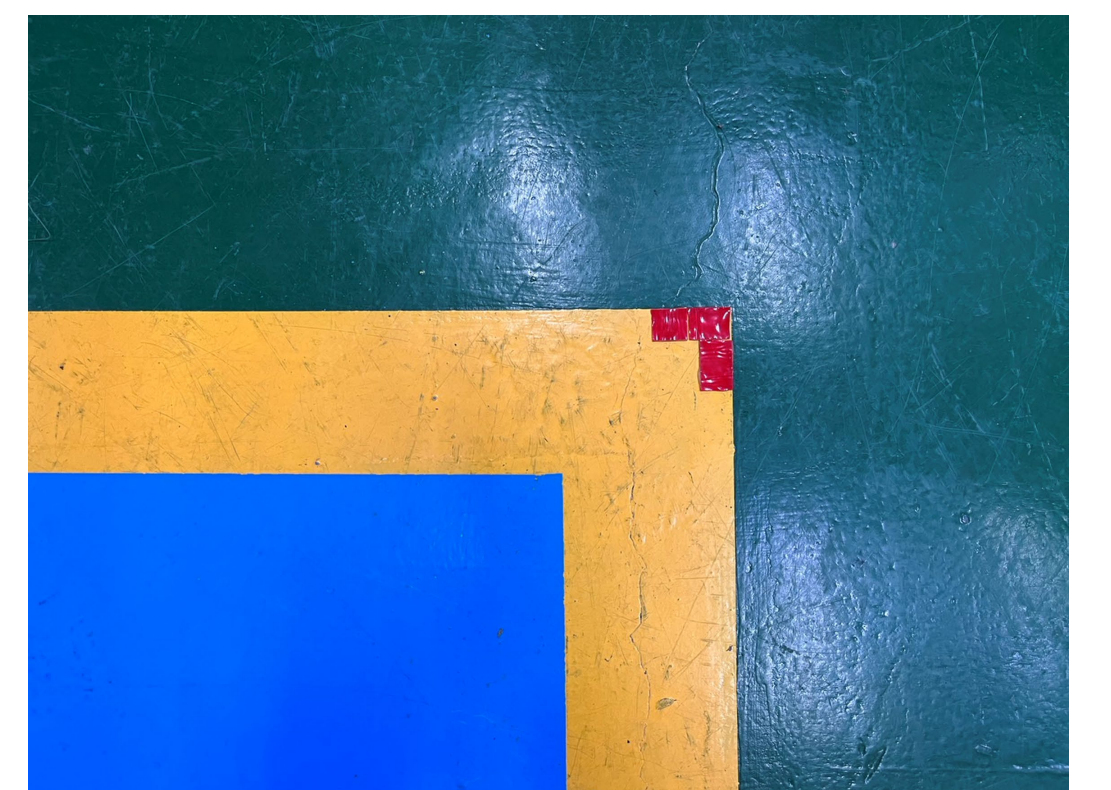


圖1：判別轉彎特徵

2 研究方法 (Research methods)

本研究分成三個階段進行，如圖2所示，分別為視覺辨識、即時掃描建圖、PID (Proportional integral derivative, PID)最佳化控制。第一階段的視覺辨識利用VEX Robotics視覺傳感器進行色彩抓取，並針對所需判斷之各別顏色進行即時捕捉，經由調整影像參數，以減少雜訊產生，再將抓取的影像數據傳輸至機體進行後續的影像處理。下一階段，透過Visual SLAM技術，如圖3所示，不僅能實現精確定位，同時也能即時掃描出地圖。最後階段使用VEXcode V5撰寫程式，使車輛對所抓取的顏色進行追蹤，並調整PID參數控制，完成最佳化系統控制。

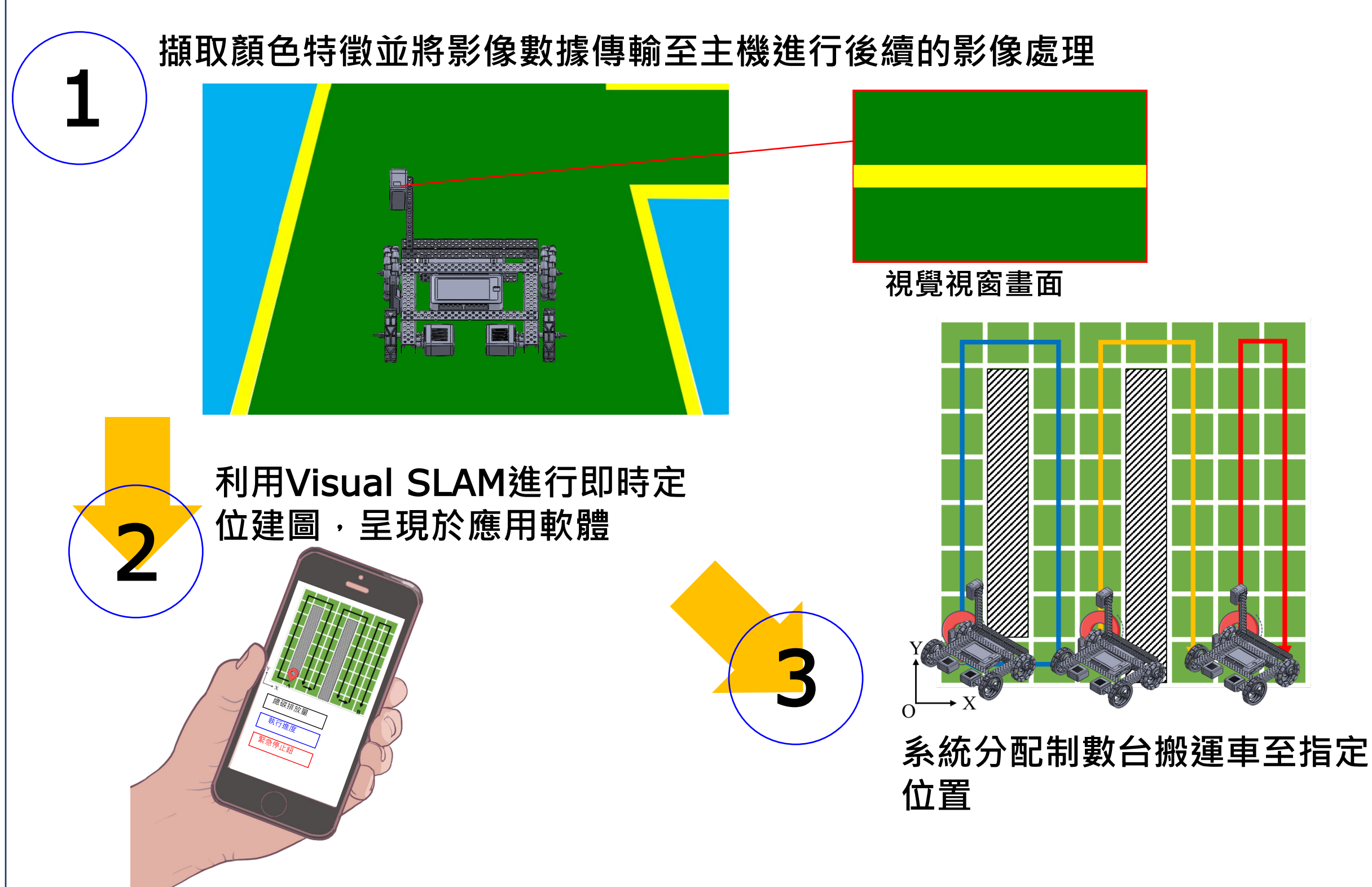


圖2：研究三階段過程圖

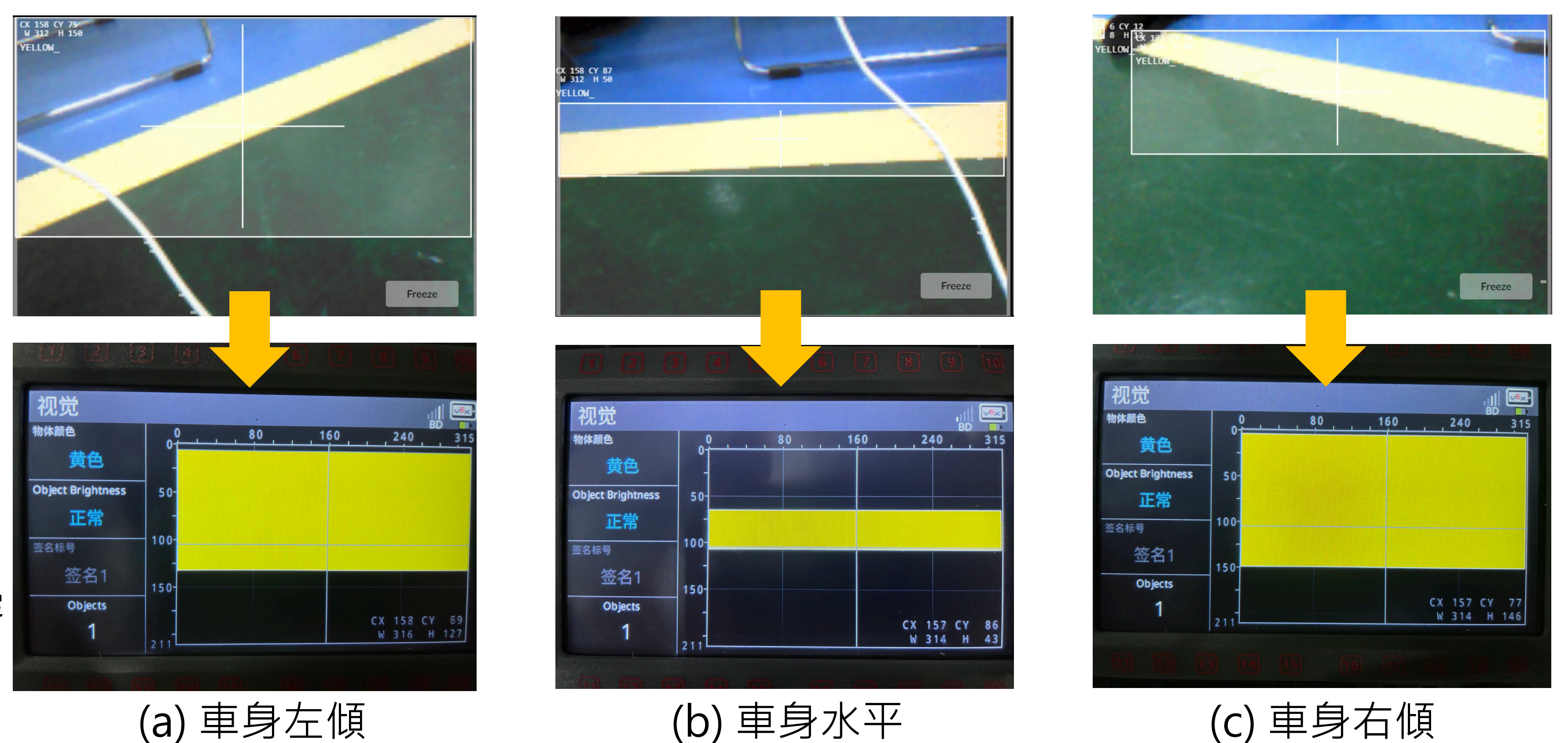


圖3 (a)~(c)：使用視覺感測器求得特徵座標精確定位，以判別車身角度

3 結果與討論 (Results and discussion)

研究中使用VEX Robotics視覺辨識，作為車輛的移動循線及轉彎判斷輔助控制，如圖4所示，其直流馬達控制系統，經由程式執行時給予馬達的輸入值與輸出值判斷是否一致，如圖5所示，可透過MATLAB Simulink分析控制器系統方塊圖之響應。

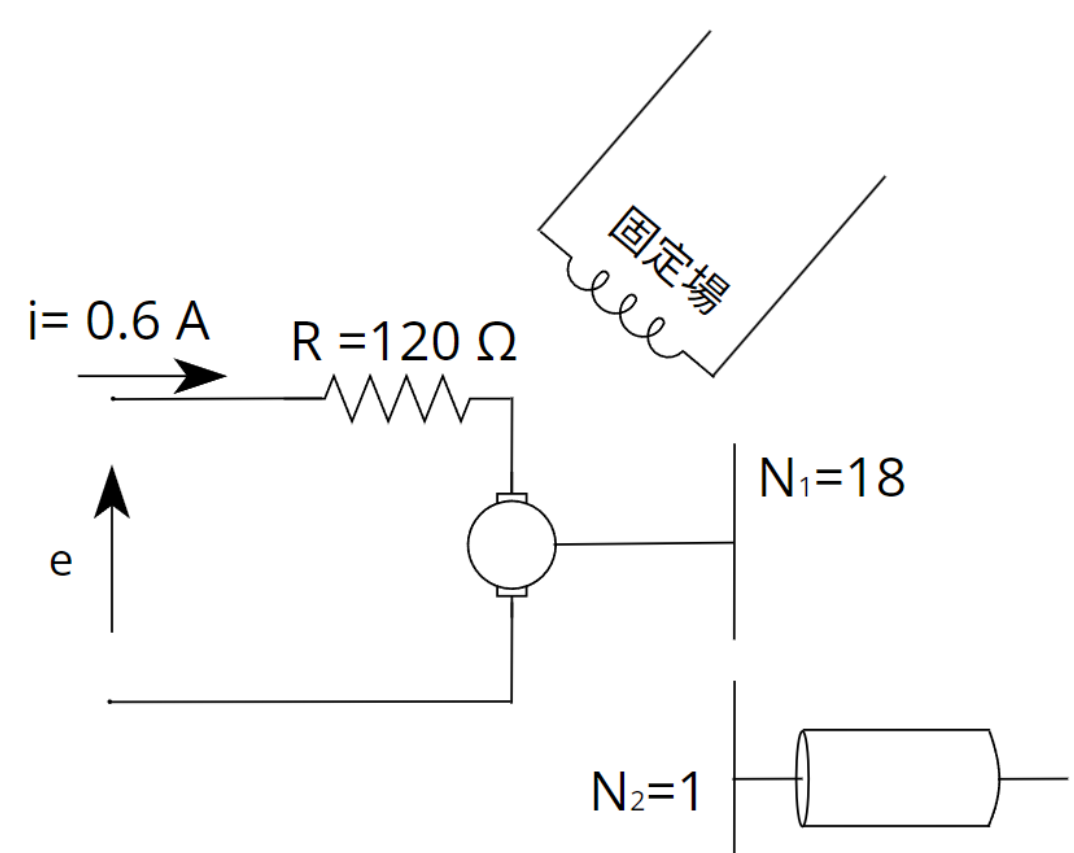


圖4：直流馬達等校電路圖

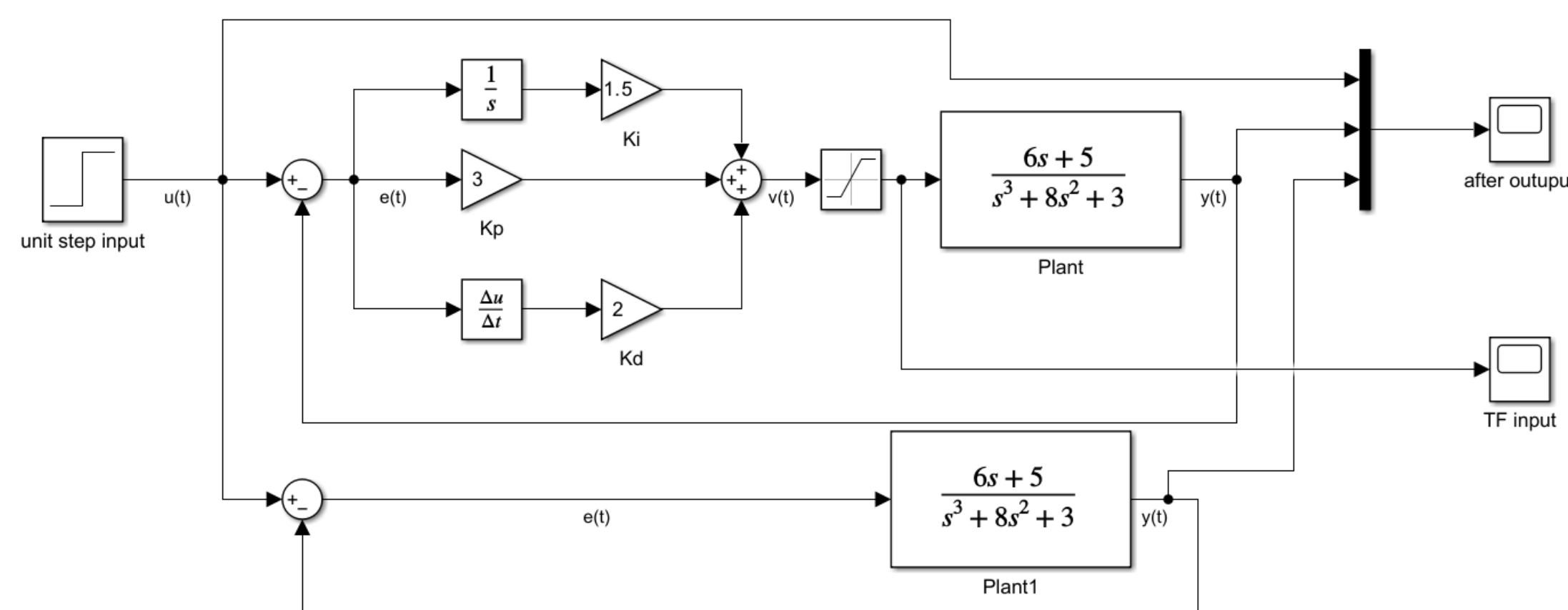


圖5：經MATLAB Simulink設計之系統電路圖

輸入單位步階函數，搭配PID控制器與受控廠(Plant)結合，如圖6(a)~(b)所示，系統時間函數 τ 為2.05 sec，表1所示，分析其系統暫態響應性能值，呈現系統穩定狀態。

t_r	t_d	t_s	t_p	M_o
0.74	1.47	8.42	2.8	21.6%

表1：系統暫態響應性能指標

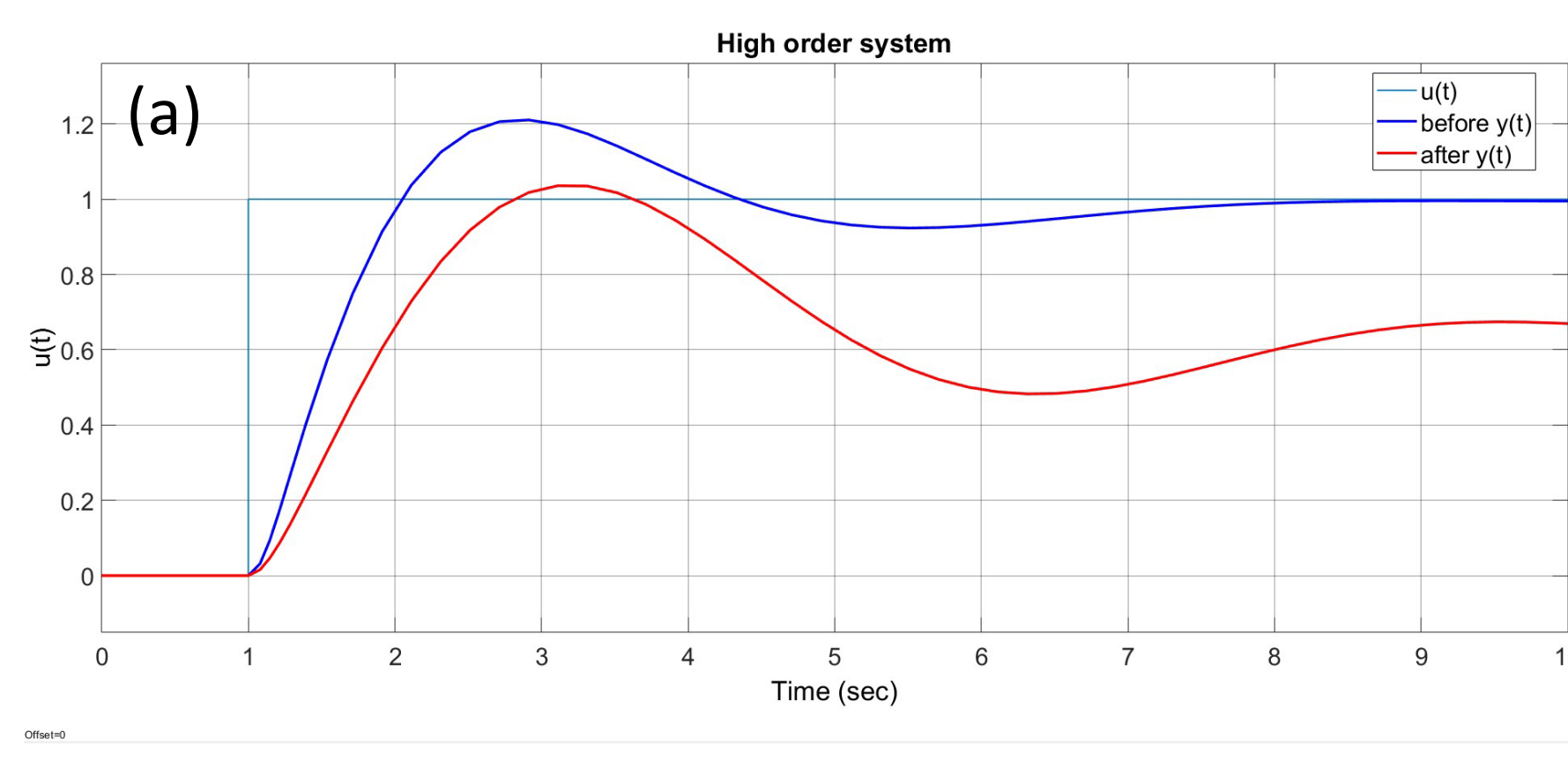
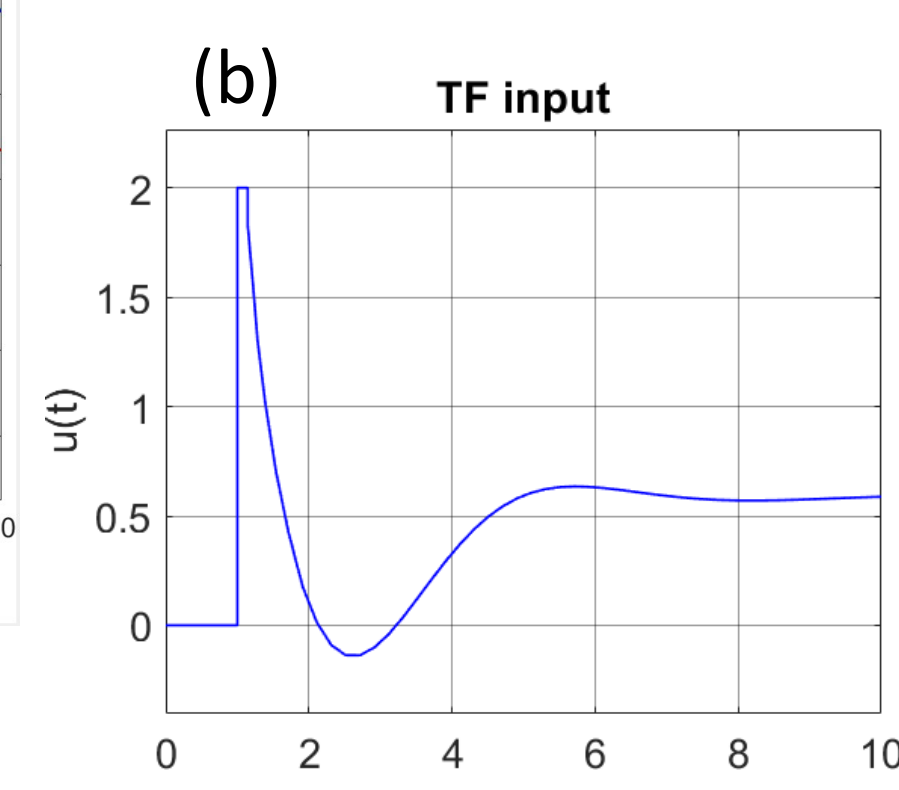


圖6(a)~(b)：(a)三階系統暫態響應圖；(b)限制飽和上下限各為2



4 結論 (Conclusion)

本研究使自走車具備自主導航及分配執行作業內容的能力，透過視覺感測器Visual SLAM技術，即時建立周圍環境地圖，提供準確的環境認知。從結果與討論中得知PID控制算法實現車輛運動的平穩性和精確性，同時降低誤差，提高系統的控制效能。最後讓系統具有一定的適應性，能夠適應不同環境和任務，且具備可擴展性，預期可廣泛應用於多種領域，若能實際運用想必能對勞動力不足等問題達到實質性的緩解。

Test Movie



金屬產品鍍層非破壞自動化檢測系統

Automation Inspection System of Non-destructive of Metal Coating Layer

專題學生：林郁翔、邢智綺、阮言恩、曾國任 指導教授：顏仲崑 博士

前言 工業4.0蓬勃發展，品質檢測尤為重要。以隨機抽樣和破壞性的檢測方式，耗時且昂貴，導致效率低下。隨著技術進步，非破壞性檢測取代部分傳統方法，雖然降低成本並提高速度，但尚有檢測瑕疵的問題，未檢測出的瑕疵可能導致產品缺陷。本計畫結合非破壞性檢測器和最佳化控制設定，設計出最佳自動化檢測系統。透過渦電流對金屬鍍層進行檢測，並透過田口法進行最優化運算，提高檢測精確度，縮短檢測時間，降低產品耗損，提升品質檢測準確率。此系統為未來非破壞性檢測提供參數和品質控制範例，旨在提升產線效率、良率，同時節省生產成本。

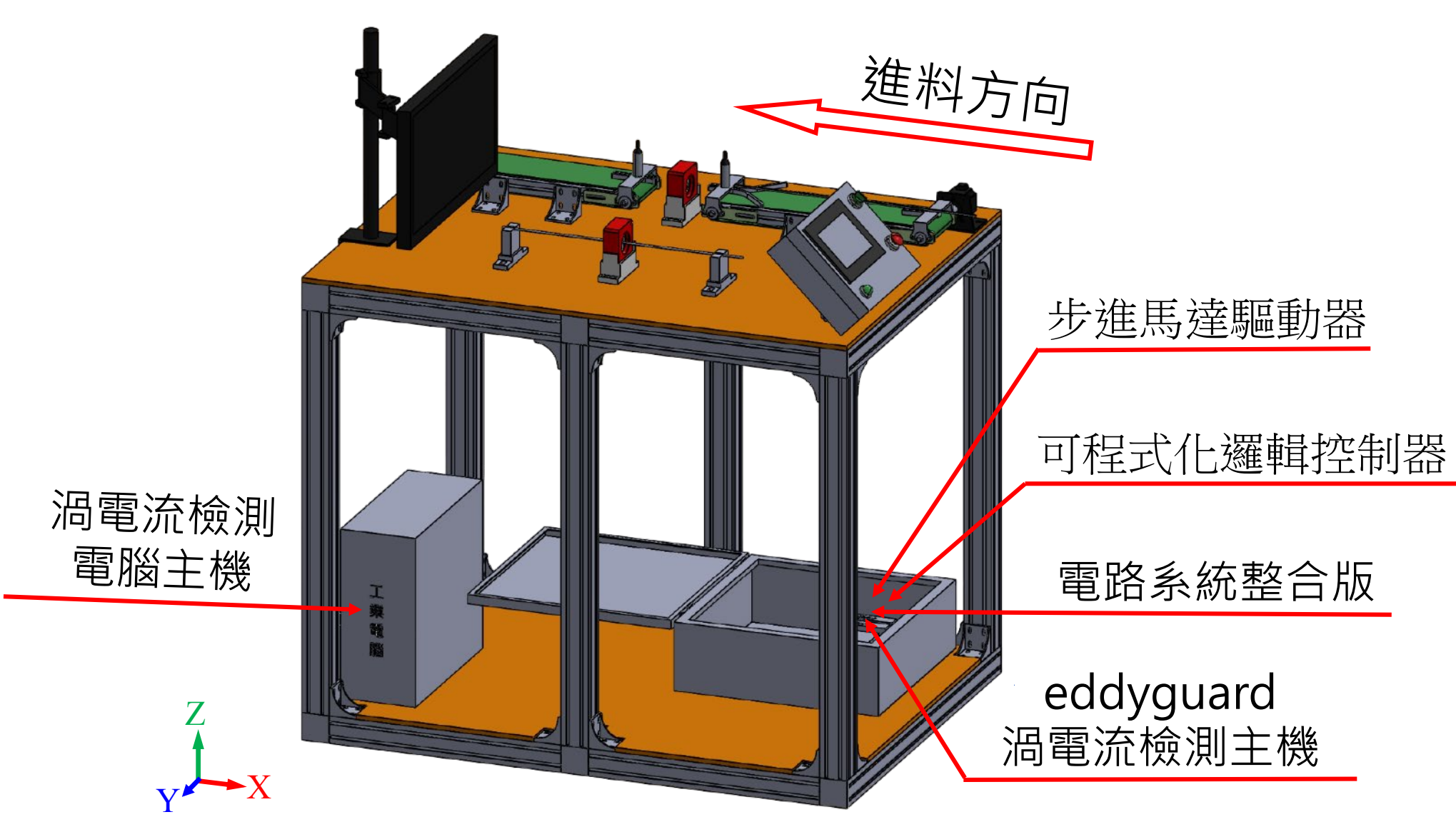


圖1-a：設計檢測台機構建模圖



圖1-b：設計檢測台機構實體圖

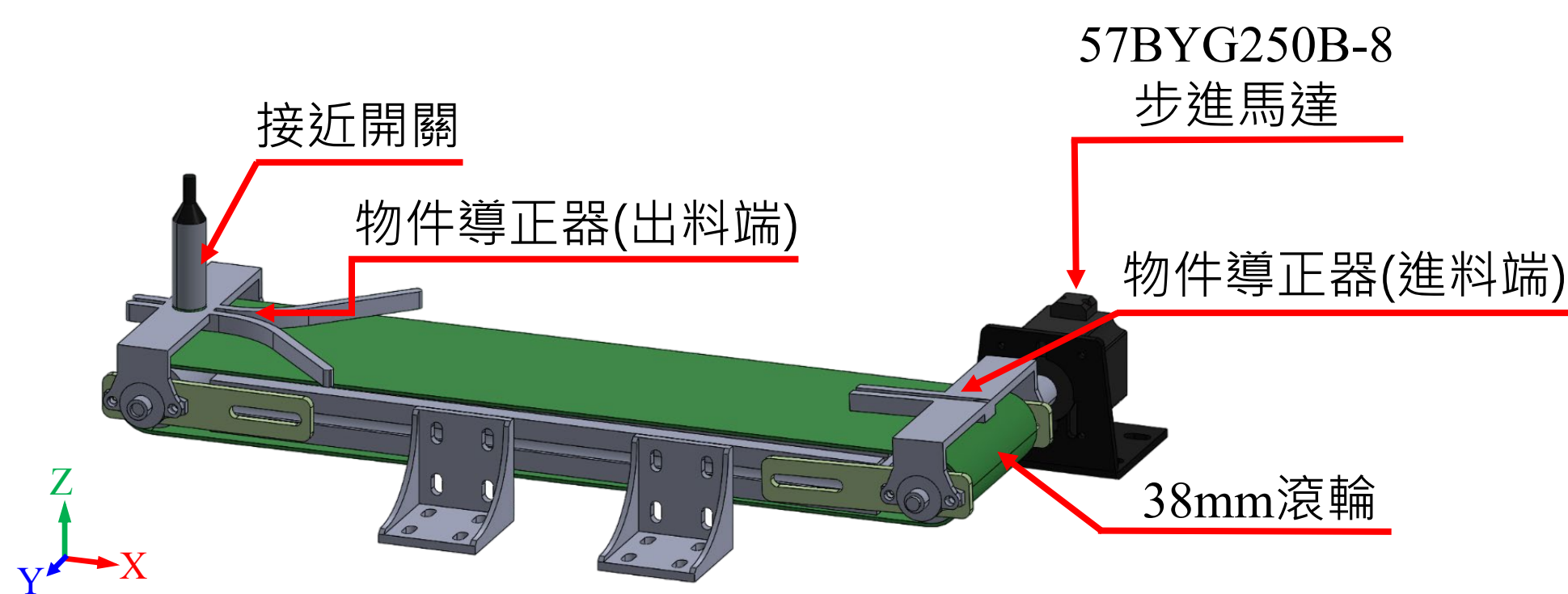


圖2-a：輸送帶機構設計圖



圖2-b：輸送帶機構實體圖

研究方法與步驟 系統主要分為機構和電控兩部分如圖1-a所示。機構方面，主要包括檢測台、物件運輸系統、檢測系統和電路控制系統。檢測台採用雙層設計，上層為檢測區域，下層放置電路和檢測系統主機如圖1-b所示。物件運輸系統使用自行設計的輸送帶如圖2-a所示，搭配步進馬達驅動，確保低延遲、定位精準和低震動(圖2-b)。在檢測方式上，系統選用了渦電流檢測器，渦電流是以將載有交流電之激發線圈接近金屬物體，使金屬工件引發交變磁場感應產生旋渦狀電流，感應電流之振幅及相位會隨導體的導電率和導磁率而不同，經由計算可以了解檢測的金屬工件的情況(圖3)。此方法具有對金屬材料進行三維空間檢測的優勢。此系統結合兩顆標準範圍的圓型渦電流線圈，分別用於檢測和量測標準品。確保對檢測物件深層材料損傷的準確檢測。電路控制系統涵蓋了電腦主機、可程式化邏輯控制器(Programmable Logic Controller, PLC)與人機介面相關周邊設備。PLC用於控制步進馬達和接近開關，人機介面用於操作輸送帶的各項功能。在安全性方面，系統設置緊急開關，以應對機台出現安全問題。為了提高檢測速度和準確性，系統引入最佳化設定，透過多次來回蒐集多筆數據，利用L9田口法計算差值(圖4-a)，進行數據分析。給予適時輔助，根據比對出的差值來更新合格品的最佳檢測區間。最後，根據計算結果給予PLC最佳化控制設定，以確保最精確最快速的檢測模式，如圖4-b所示。

結論 此金屬產品鍍層非破壞自動化檢測系統運用輸送帶，極大地縮短檢測的時間，提升金屬產品鍍層品管過程的適應性。系統的輸送帶與搭配之感測器應用，有助於精確控制待測工件的檢測位置，且有效降低不同人員操作檢測位置可能導致的人為判斷誤差。此系統設計使檢測更為精確和高效。通過蒐集檢測物的數據，並運用田口法進行計算最佳化系統控制設定。以利在檢測過程中能夠更好地適應各種條件，提高了檢測的精確性和穩定性。每組檢測時長從5分鐘降低至2分30秒，其總體效率提高約50%。

因子	說明	Level1	level2	Level3
A	工件檢驗前是否先進行清潔	是	否	
B	轉速	800	1300	1800
C	檢測點數目	1	3	2
D	檢測點間距	1000	2000	3000
E	重複時間	5	10	15
F	周圍電子發射器距離	50	100	150
G	參考工件合格典型件數量	0	10	15
H	參考工件不合格典型件數量	0	10	15

圖4-a：田口法實驗控制因子水準表

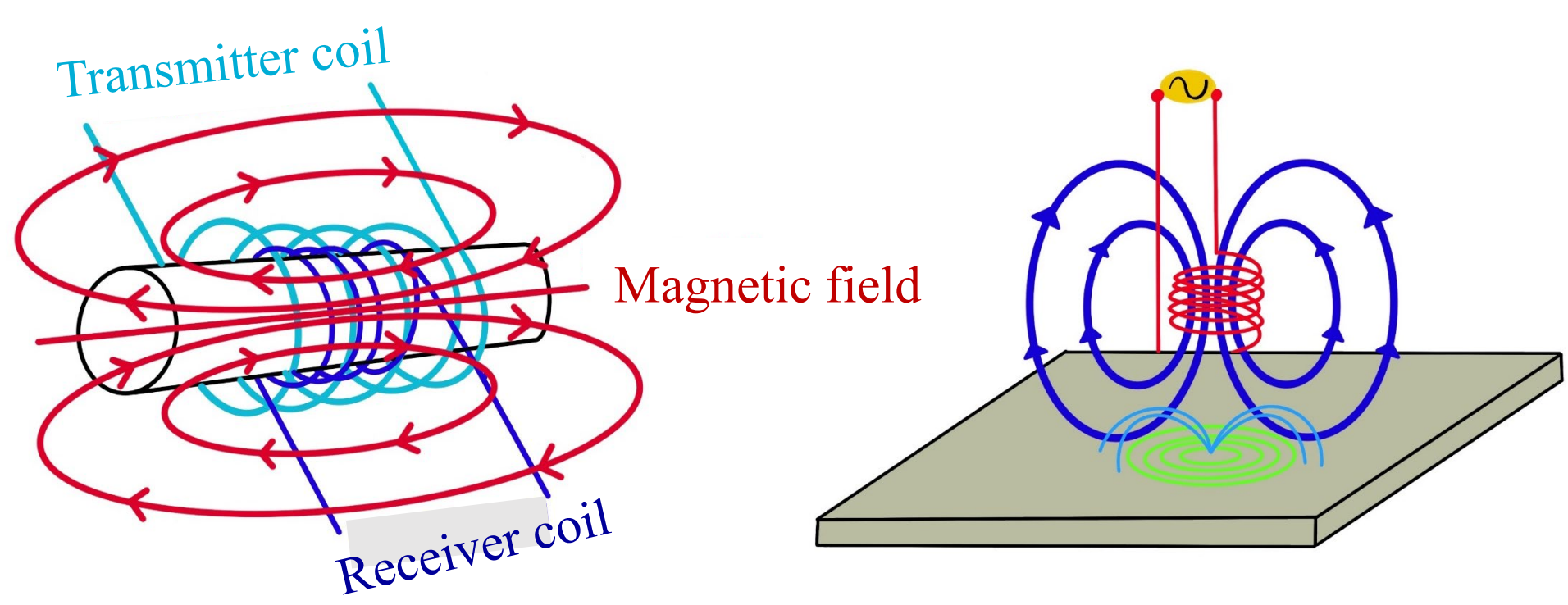


圖3：渦電流原理示意圖

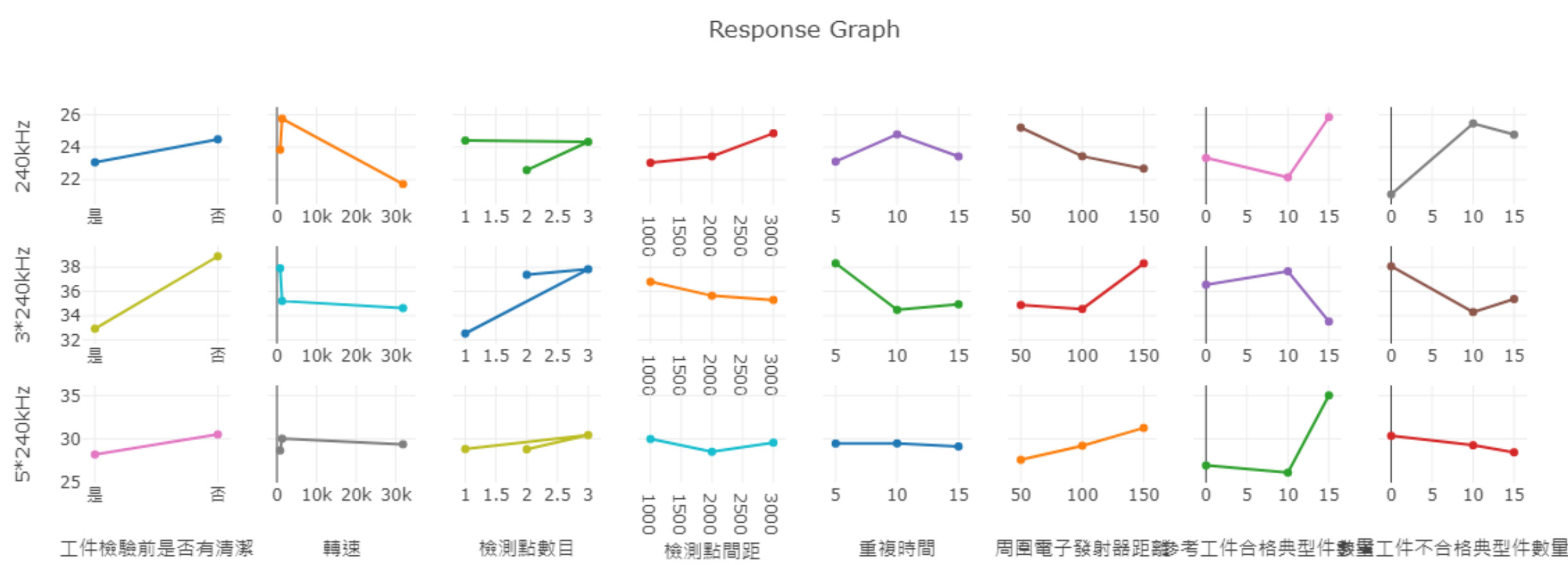


圖4-b：田口法最佳化控制結果響應圖



Automation



Testing Movies

組員：陳冠銓、袁崧淇

本專題利用混合實境結合機械手臂開發出數位雙生系統為目標，數位雙生主要是避免遠端控制可能出現資訊不對等的情况。透過Unity中腳本編寫，以利用混合實境實行軌跡規劃，預覽模擬結果取得硬體與軟體的即時資訊，能解決新手學習機械手臂語言的困難，利用開發出的數位雙生系統達到即時控制與即時機台資訊回饋。

自從人類利用機器從事工作以後，機器的日新月異改善與解決人們生活中各種問題，在原先傳統製造產業中，必須要求操作員現身於機台旁進行作業，且身處工廠等危險地域時，相關操作員的安全備受疑慮，但隨著軟體與資訊的產品設計和技術的出現，能夠遠端控制與資訊時實監控等成為了現今工業製造中必要的存在。因此我們想利用虛擬實境(Virtual Reality,VR)設備，使機械製程更精簡，且能透過透明與即時的資訊反饋達成更精準的工程。

本研究方法分為三個主要步驟。首先，透過Arduino操控機械手臂。手臂的動力系統將採用伺服馬達(圖1)，其特性包括閉迴路系統的運作模式、極快的響應速度，以及對旋轉角度的可控性。使得伺服馬達相對於步進馬達更為適用於機器人應用。接著，我們將完成Arduino與Unity的協同工作，撰寫操控手臂轉動軸的轉動控制程式。第二階段涉及Unity的編寫。Unity需要以C#語言編寫，其中包含與Arduino連接的腳本(圖2)、控制機械手臂在Unity中運動的腳本(圖3)，以及設計用於VR手把操控目標的腳本。利用這些腳本通過序列埠傳輸資料與Arduino進行通訊，以實現對機械手臂的有效操控(圖4)。最後階段，利用Unity腳本，將接收Arduino傳輸資料的函式整合進Update函式中，用於讀取在相同序列埠上由Arduino所傳送的資料。當Arduino的機械手臂完成動作後，系統將角度位置紀錄並回傳至Unity進行接收。最終，透過Unity的UI腳本，將數據以UI介面形式呈現給使用者，實現數位雙聲系統(圖5)。

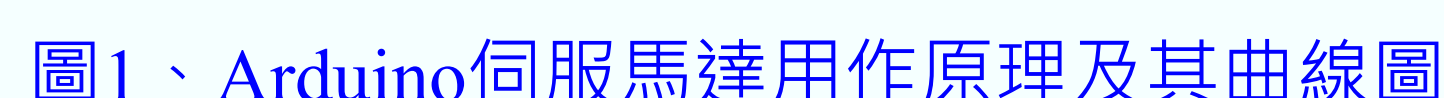


圖4、Arduino傳輸與控制的腳本



在本次研究中，成功透過Unity操控Arduino機械手臂，並且左右手控制器皆能相互切換操作，手臂各軸角度也能在VR畫面顯示，目前主要的問題是因為Arduino Uno的限制，因此會有所延遲。最終本研究展示了透過Unity成功整合VR設備，實現對Arduino機械手臂的操控。此結合為互動性和操控性帶來全新的層次，同時也突顯了技術整合在自動化工程應用方面的潛力。

專題實作
成果展示
影片





無人機遠距充電平台之開發

指導教授:陳建霖

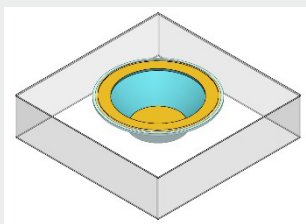
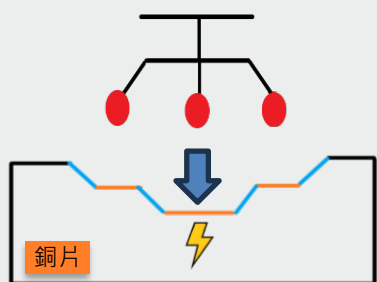
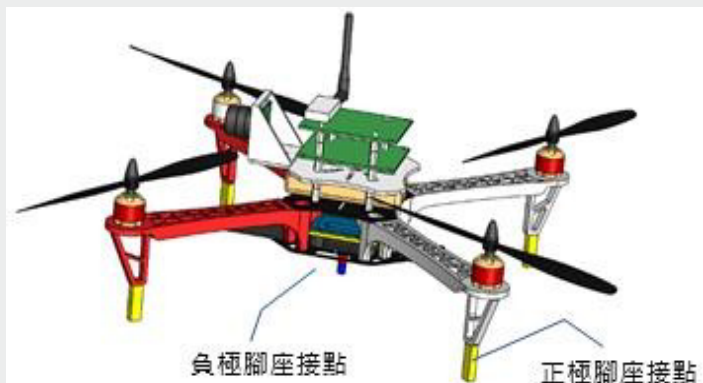
學生:袁頤恩、張耀中、宋修璋

研究動機

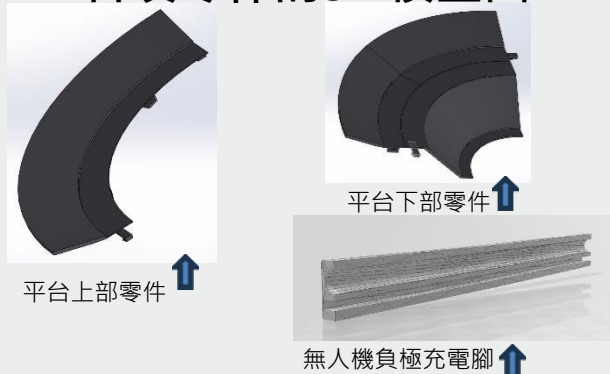
隨著台灣在無人機上的發展逐日增強，我們是否能夠達成在無人接觸的情況下讓無人機能做到降落在平台上就能進行充電，盡可能減少人員操作上的失誤或是避免人員在惡劣環境下工作的風險，透過遠端遙控達成自行充電並再次起飛鑑於現在的接觸式充電技術成熟，上述的想法是否可成功運用到無人機上？

研究方法

本專題研究方向，設計出一個充電基座，依照無人機的腳座繪製成環形平台，在環形平台上黏上銅片並設計電路連接電源得以通電，同時無人機的腳座上也黏上銅片讓平台與無人機接觸時形成通路進行充電。



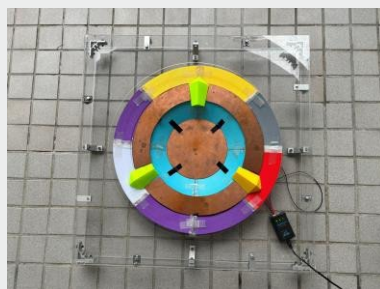
各項零件的3D模型圖



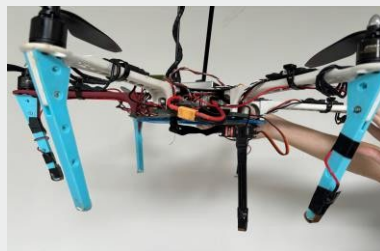
接觸式充電的設計



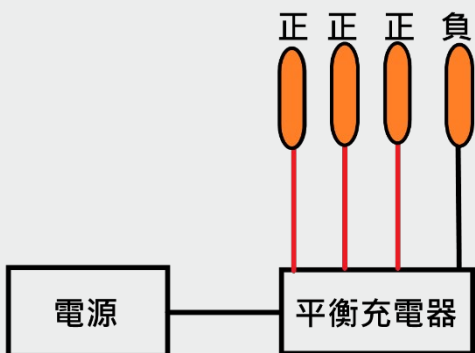
實際完成圖



↑ 實際操作影片展示 ↑



充電平台的電路示意圖



研究結論

本次實驗利用接觸式充電達成不拆電池即可進行充電，此方法確實可行，但根據上述圖表和實驗結果與查詢資料整理出來的缺失以下：

降落精準度不夠

無人機與平台之間的銅片有機率接觸不良
充電電流過低



表面聲波應用於紙基微流體農藥檢測之研究

指導教授:林志龍博士

學生:曾儀廷、高緯倫、李啟榮

研究動機

本研究旨在3D列印技術和整合壓電換能器到紙基微流體中，進而提高其混合性能。透過壓電換能器將表面聲波使其流體表面震動，加速混合反應。利用SolidWorks設計紙基流道，並使用切片軟體轉譯成G代碼，未來希望所提出的紙基混合器，可以成為紙基微流體裝置應用的關鍵組成部分。

研究方法

利用SolidWorks畫出寬度28mm和16mm的圓，並使用3D列印技術列印。使用農藥檢測紙檢測純水和農藥所發生的變化，將震動片放置在流道底部，檢測紙放在流道上方，並評估三種震動頻率的混合情況，當操作頻率為2.5kHz時，在液滴內獲得了較高的混合效果。

聲波式混合器

聲波式混合器 (Acoustic Wave Mixer) 是一種使用聲波技術進行混合的設備。它利用聲波在固體材料中的傳播特性，將不同頻率或相位的信號進行混合。這種混合器通常由壓電材料製成，例如**石英晶體**。當在壓電材料上施加電場時，它會產生機械震動，這些震動以**聲波的形式在材料中傳播**。



壓電器



信號產生器

測量尺寸



繪圖



轉譯G代碼



3D列印機列印



評估三種震動頻率

最佳混和頻率



得出實驗結果

檢測水與農藥反應

測量未震動和震動時間對比

得出實驗結果

繪圖軟體

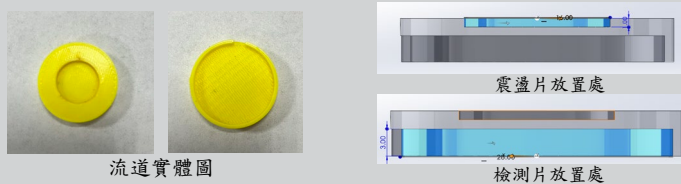


評估三種振動頻率

設計三種不同壓電器的振動頻率分別對液滴與流道進行混合效率實驗，就液滴來說，壓電器的振動頻率為2.5kHz可以得到較佳的混合頻率。

檢測水與農藥反應

實驗以水和農藥進行實驗，若檢測出農藥，檢測片不會變色，若無農藥則會變淺藍色。

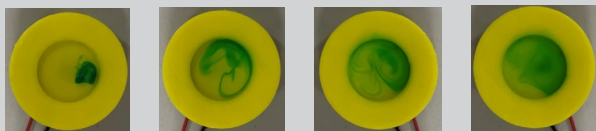


流道實體圖

震盪片放置處

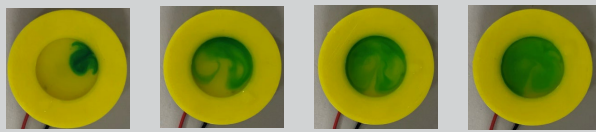
檢測片放置處

評估三種振動頻率



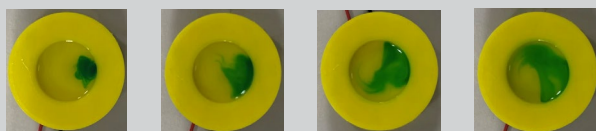
(a) (b) (c) (d)

震動頻率為2.3kHz；t=(a)0(s)；(b)20(s)；(c)40(s)；(d)60(s)的染料濃度輪廓圖



(a) (b) (c) (d)

震動頻率為2.5kHz；t=(a)0(s)；(b)20(s)；(c)40(s)；(d)60(s)的染料濃度輪廓圖



(a) (b) (c) (d)

震動頻率為2.5kHz；t=(a)0(s)；(b)20(s)；(c)40(s)；(d)60(s)的染料濃度輪廓圖

檢測水與農藥反應



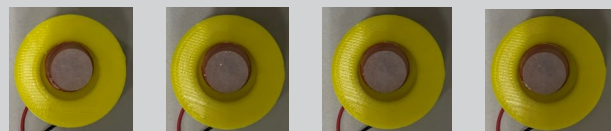
(a) (b) (c) (d)

無震動器水的反應；t=(a)0s；(b)40s；(c)80s；(d)120s



(a) (b) (c) (d)

水的震動頻率2.5kHz；t=(a)0s；(b)20s；(c)40s；(d)50s



(a) (b) (c) (d)

農藥的震動頻率2.5kHz；t=(a)0s；(b)20s；(c)40s；(d)60s

研究結論

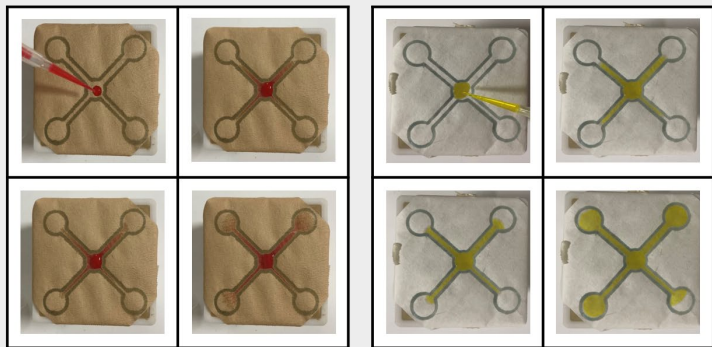
- (1)本次使用3D列印技術製作出流道，並利用壓電器加速反應。
- (2)設計三種不同壓電器的振動頻率分別對液滴與流道進行混合效率實驗，就液滴來說，壓電器的振動頻率為2.5kHz可以得到較佳的混合頻率。
- (3)利用3D列印技術做出圓形流道，對比使用壓電器加速混合和沒有使用壓電器，並成功利用壓電器加速檢測的反應速度。此實驗以水和農藥進行實驗，若檢測出農藥，檢測片不會變色，若無農藥則會變淺藍色。



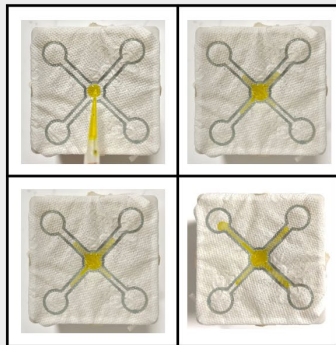
學生：洪聖翔、邱嘉靖

由於近年COVID-19席捲全球，在檢測和試劑上的花費不容小覷，而紙基微流體晶片技術可以用更便宜、更簡單的方法製造，且該晶片具有攜帶性、一次性和易用性的便利，在開發中國家或無法負擔高額研究經費的實驗室中，是可利用的替代方法。

此研究透過3D列印機和Solidworks設計製造紙基微流體流道。在Solidworks中，我們設計不同寬度的流道，並使用不同材質的紙張進行測試。同時，結合3D列印機製作出紙基流道。最後，實驗使用相同液體在不同寬度的紙基上進行吸速度實驗。這項研究旨在提供未來可降低成本並提高效率的參考。



200 μ L 染色水滴在手工宣紙連續影像圖。(a)t=1(s); (b)t=30(s); (c)t=100(s); (d)t=300(s)



200 μ L 染色水滴在衛生紙連續影像圖。(a) $t=1$ (s); (b) $t=30$ (s); (c) $t=100$ (s); (d) $t=300$ (s)

紙張/ 流道 寬度	3.5	3	2.5	2
衛生 紙	0.039	0.043	0.052	0.075
手工 宣紙	0.031	0.032	0.043	0.062
咖啡 濾紙	0.033	0.04	0.048	0.062

不同紙張與流道寬度的平均蕊吸速度比較表

本實驗的成果為我們帶來深刻的感想。首先，我們成功運用3D列印技術創建出紙基微流體系統，透過無動力液體輸送的方式，實現了微小尺度下的精準操作。同時，這項技術突破了較柔軟易損的紙張難以製作的限制，也回避了傳統噴蠟印表機昂貴的成本和限制，為微流體領域開拓了新的可能性。



自行車車架應力應變分析

指導教授:吳士傑

學生:張維宸、徐兆琦、洪啓盛

研究動機與目的

台灣曾經有著自行車王國的美稱，如今在全球也有著相當大的影響力，且隨著對減少碳足跡和促進綠色交通方式的關注日益增加，自行車作為一種無污染、高能效的交通工具，其重要性愈發凸顯。其中車架作為自行車最重要的一部分，承受著來自道路複雜載荷的作用，因而車架需要足夠強度和剛度，我們以此為發想並透過ANSYS軟體進行分析。

研究內容

設計階段: SolidWorks 車架建模

➢利用SolidWorks 軟體，繪製自行車車架的初步草圖。

分析階段: ANSYS 靜態結構分析

- 選用結構鋼、鈦合金和鋁合金，測試在相似設計條件下的性能差異。
- 將SolidWorks 車架模型導入 ANSYS 的 Static Structural 軟體，進行分析。

設定材料:

- 設定每個材料模型的接觸面和厚度，以確保分析的一致性和可比性。
- 使用網格技術來優化模型，確保分析的精確度和效率。

應力應變分析:

- 進行詳細的 Von-Mises 應力分析，不同材質在相同荷載條件下的強度表現。
- 將實驗結果與材料強度理論相對照，理解每種材料的應力反應。

變形量、應力和重量分析:

- 變形量分析，計算並比較各種材料的變形量，評估其在實際應用中的可靠性。分析每種材料的應力水平和總體重量，進行全面的性能評估。

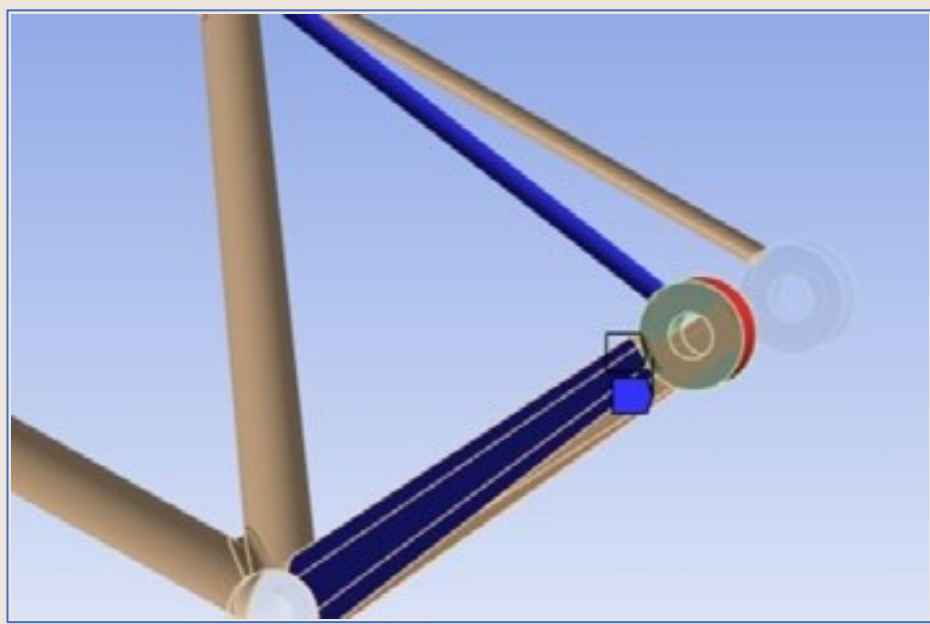
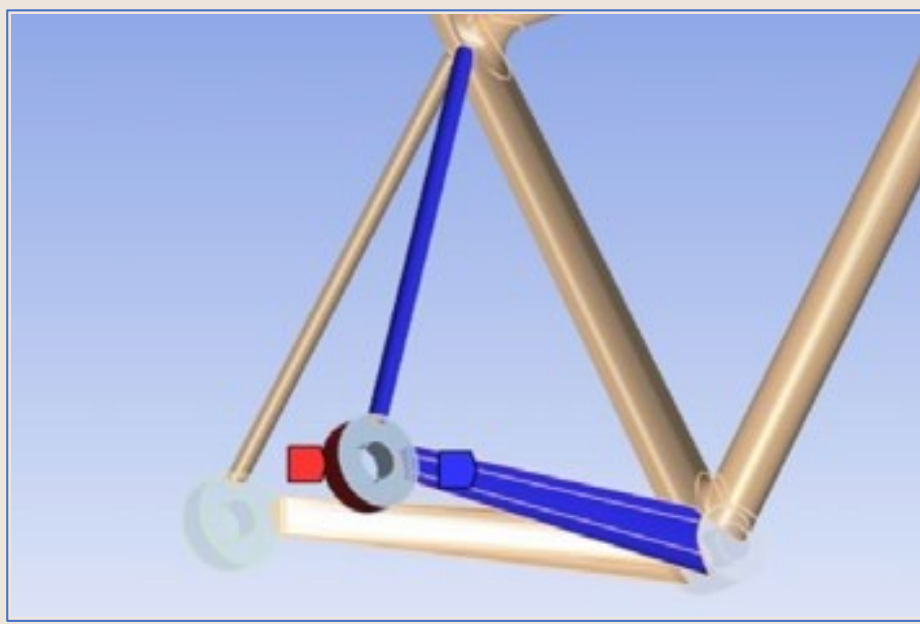
Step1 繪製車架



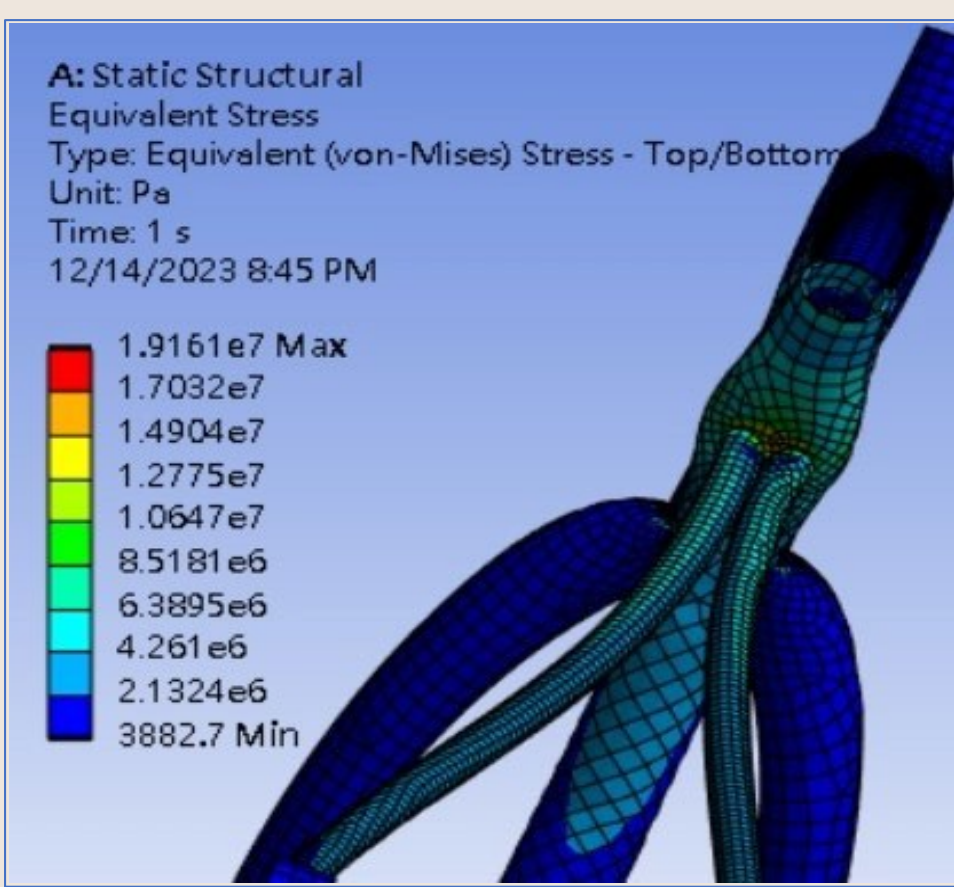
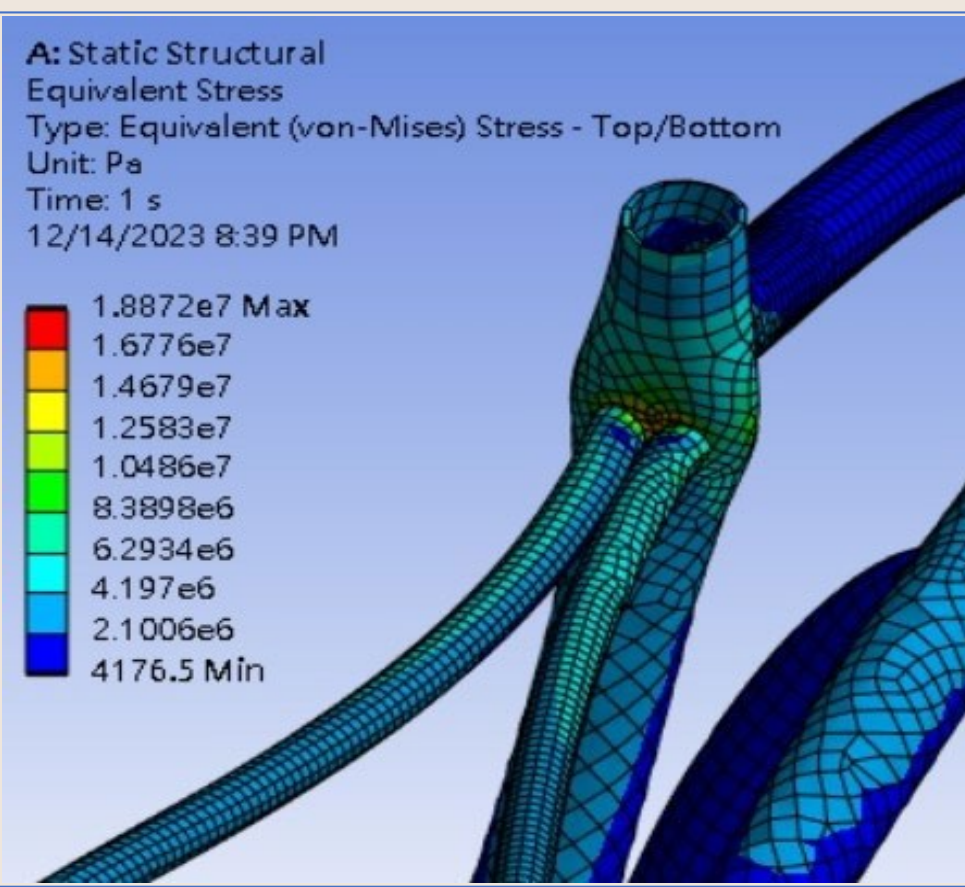
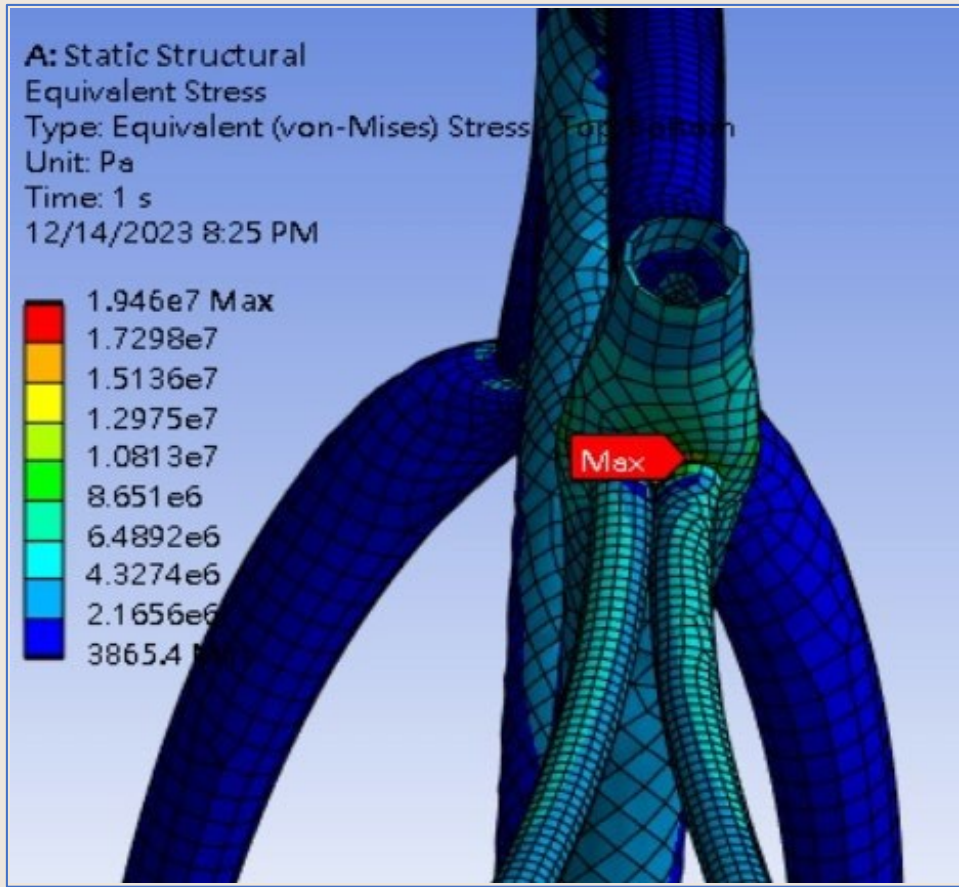
Step2 設定材料,厚度

	鈦合金	結構鋼	鋁合金
密度	4620 kg/m³	7850 kg/m³	2770 kg/m³
楊氏係數	9.6e+10 Pa	2e+11 Pa	7.1e+10 Pa
泊鬆比	0.36	0.3	0.33
體積模量	1.142e+11 Pa	1.6667e+11 Pa	6.9608e+10 Pa
剪切模量	3.529e+10 Pa	7.6923e+10 Pa	2.6692e+10 Pa
溫度膨脹系數	9.4e-06 1/°C	1.2e-05 1/°C	2.3e-05 1/°C
壓縮極限強度	0 Pa	0 Pa	2.8e+08 Pa
壓縮屈服強度	9.3e+08 Pa	2.5e+08 Pa	
拉伸極限強度	1.07e+09 Pa		3.1e+08 Pa
拉伸屈服強度	9.3e+08 Pa		2.8e+08 Pa
厚度		2.5e-003m	

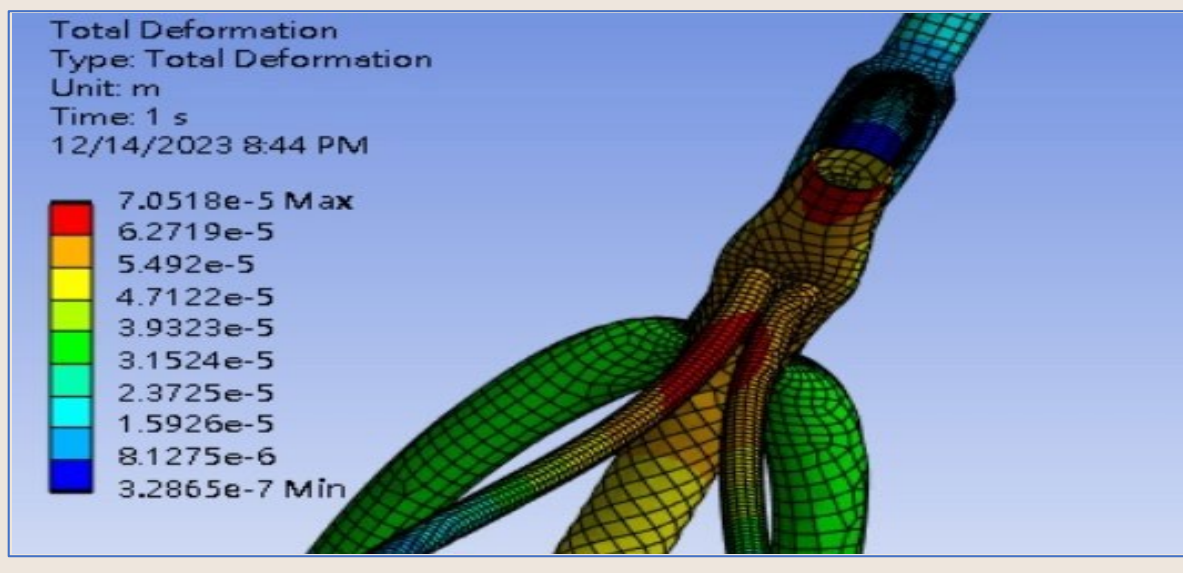
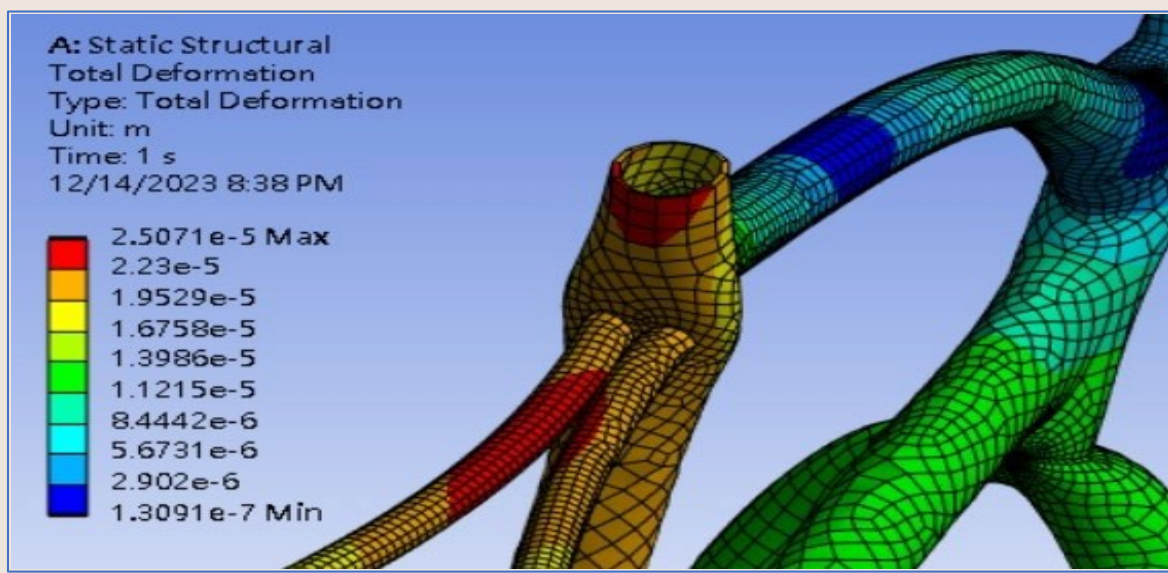
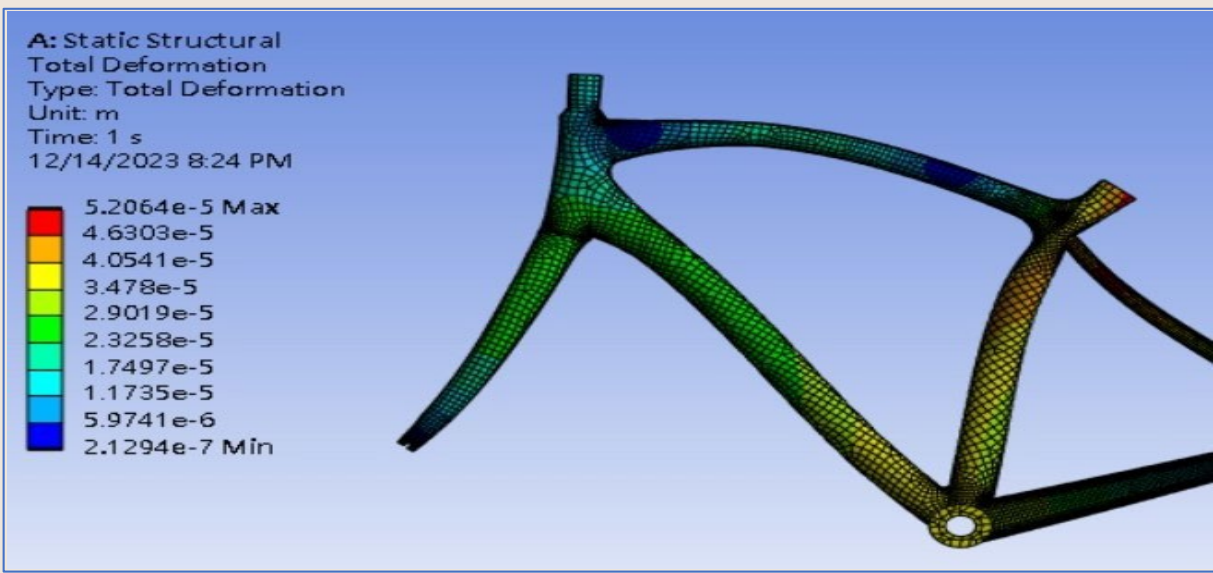
Step3 建立網格 設定接觸面 設定載重



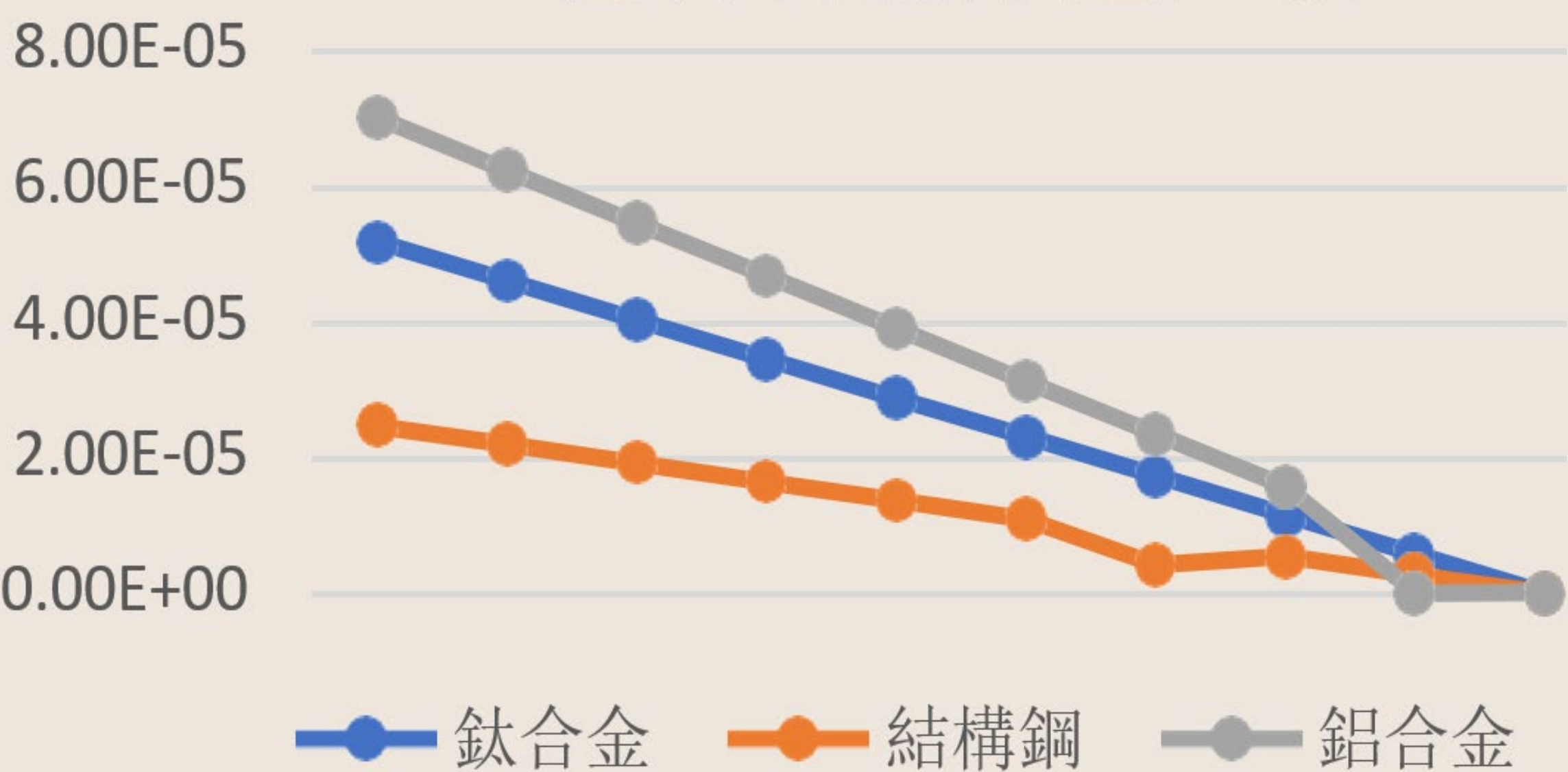
Step4 得到Von-Mises值



Step5 使用ANSYS分別檢視變形量



三種材料變形量比較



單位:公尺

研究結論

本研究通過應力應變分析，對比三種材料在自行車車架應用中的性能。其中重量和降伏壓力，對於車架的重量和剛性至關重要。在重量方面，鋁合金以較低的密度 2770 kg/m^3 優於其他兩種材料，能製造出更輕的車架，進而減少整車重量，提高能效和操控性。至於降伏壓力，鋁合金在壓縮和拉伸屈服強度皆為 $2.8\text{e}+08\text{Pa}$ 。雖低於結構鋼，但在自行車的日常使用情境下，鋁合金已經滿足結構上的要求。此外，鋁合金的成形性和加工性良好，這使得它在製造過程中更能活用，能夠創造出各種複雜的幾何形狀，以應對多變的設計要求。顯示出更好的應用前景。