



客製化口罩輔具之設計、製作與測漏試驗

指導老師:陳建霖 老師

專題生:王子維、巫明晉、曾鼎睿

義守大學 機械與自動化工程學系



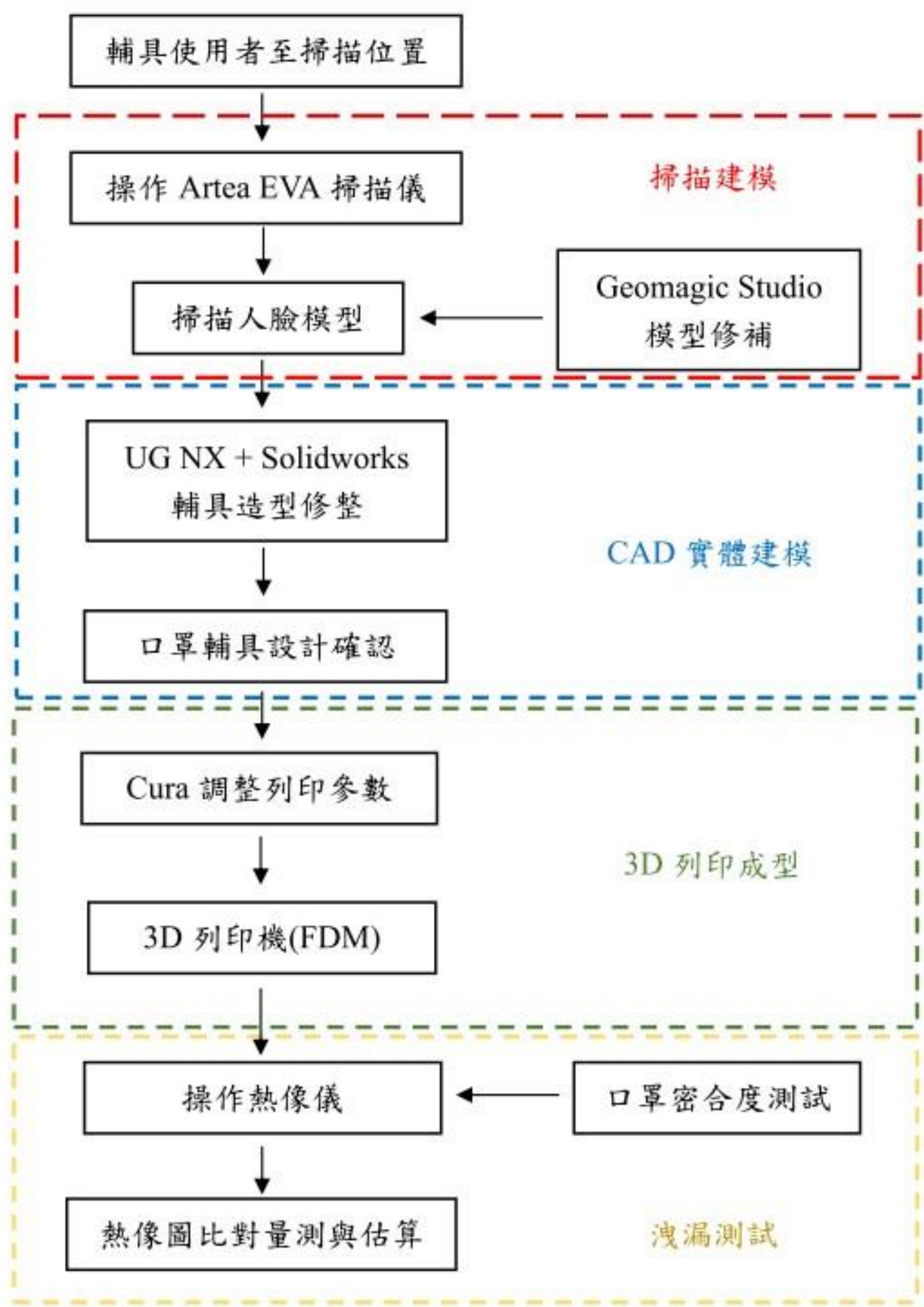
研究動機及目的

在2019年底，新型冠狀病毒(Covid-19)突如襲來，病毒迅速擴散至全球各地，重創經濟發展及造成人民的恐慌，爆發至今仍然無法脫離險境。若吸入含有病毒的呼吸道飛沫及氣膠粒（aerosol），都會提高感染的風險，即使與感染者距離2公尺以上，都可能被傳染，因此戴口罩、勤洗手、保持社交距離已成為我們生活中的一部分。我們發現其中有幾個缺點，例如:口罩與臉部因臉型、大小不同而產生縫隙，或是戴眼鏡時容易起霧，都是因為密合度不足所造成的，還可能會降低防疫效果。本研究以客製化的方式製作符合臉型的口罩輔具，搭配市面上販售的醫療口罩一起配戴，改善市面上口罩的問題，降低感染風險。

鑒於COVID-19本土疫情持續升溫，且考量全臺已進入大規模流行階段，為兼顧防疫、經濟及社會運作，根據中央流行疫情指揮中心規定，外出時仍須全程佩戴口罩、確實消毒且體溫必須低於攝氏37.5度，如今各大公共場所門口都設置有熱像儀來量測進場人員的體溫，若遇多名人員通過量測站也無妨，改善了體溫計逐一進行近距離的量測的缺點，此方法相較傳統體溫計更快速、方便。本研究除了製作客製化的輔具進而提高防疫效果之外，進一步使用熱像儀來觀測配戴口罩後，在呼吸時口罩周圍的溫度變化，以拍攝到的熱像圖呈現，分析口罩密合效果。

研究方法

本研究使用Artec EVA手持掃描儀對臉部進行測量掃描，收集臉部的幾何形狀作為特徵進行建模，之後透過逆向工程軟體 Geomagic Studio 15 建立完整的臉部3D模型，接著利用曲面處理軟體UG NX與CAD軟體SolidWorks進行模型的修剪及平滑曲面，建立完整的輔具實體模型，接著進入切片軟體 Ultimaker Cura 調整列印參數，利用 Snapmaker 3D列印機以聚乳酸(Polylactic Acid,PLA)材質列印輔具實體，最後結合市面上醫療口罩進行配戴，操作 FLIR 熱成像儀，測試條件在密閉、低溫控制、無強風的室內執行，拍攝取樣是呼吸最底的時間點(吐氣第3秒)，量測時熱像儀距離人臉為1公尺，且須在臉上同時配戴厚紙擋板，避免偵測到不必要的體溫，藉由熱像圖比對量測者在呼吸時，口罩周圍的洩漏狀況與氣體的擴散面積。本實驗同時針對另外三種市面上販售的口罩進行量測，並比較之間的差異及優缺點。流程圖如左下所示。

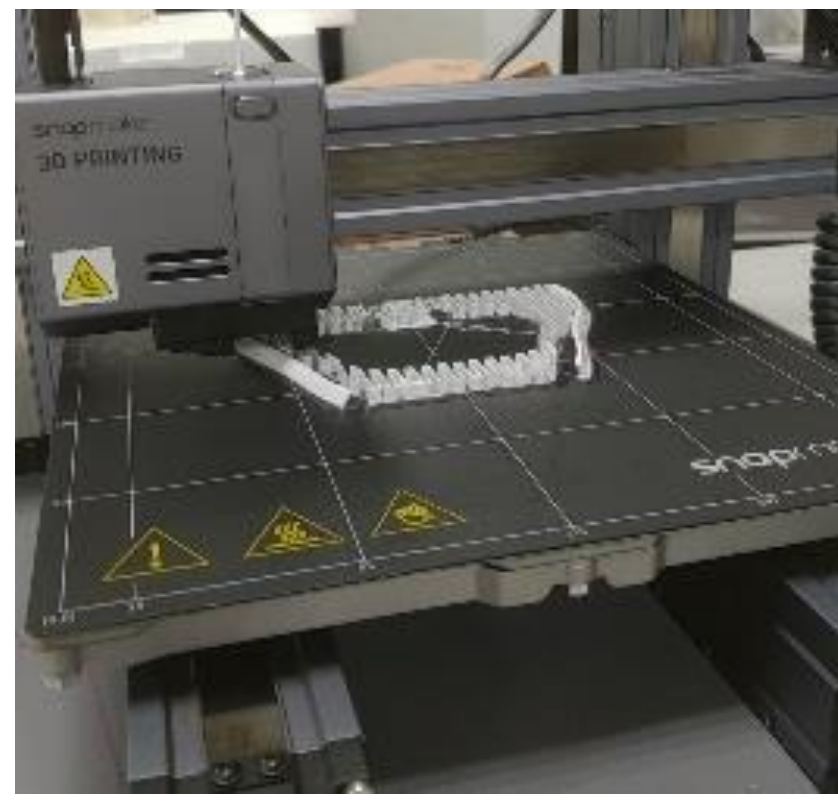


輔具實體



搭配一般口罩

設備儀器



Snapmaker A250
三合一3D列印機



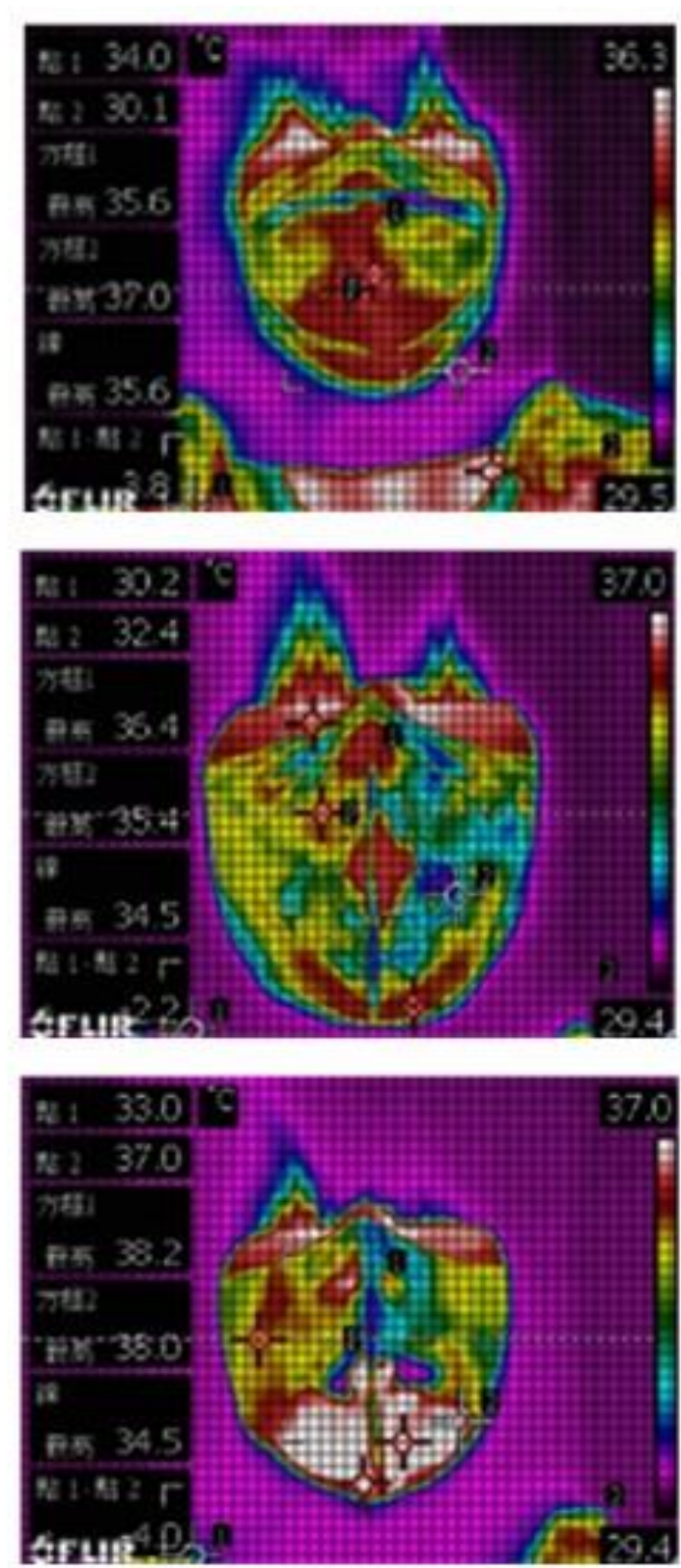
Artec EVA
手持式光學掃描儀



FLIR T440
高階紅外線熱成像儀

實驗結果

熱成像儀量測

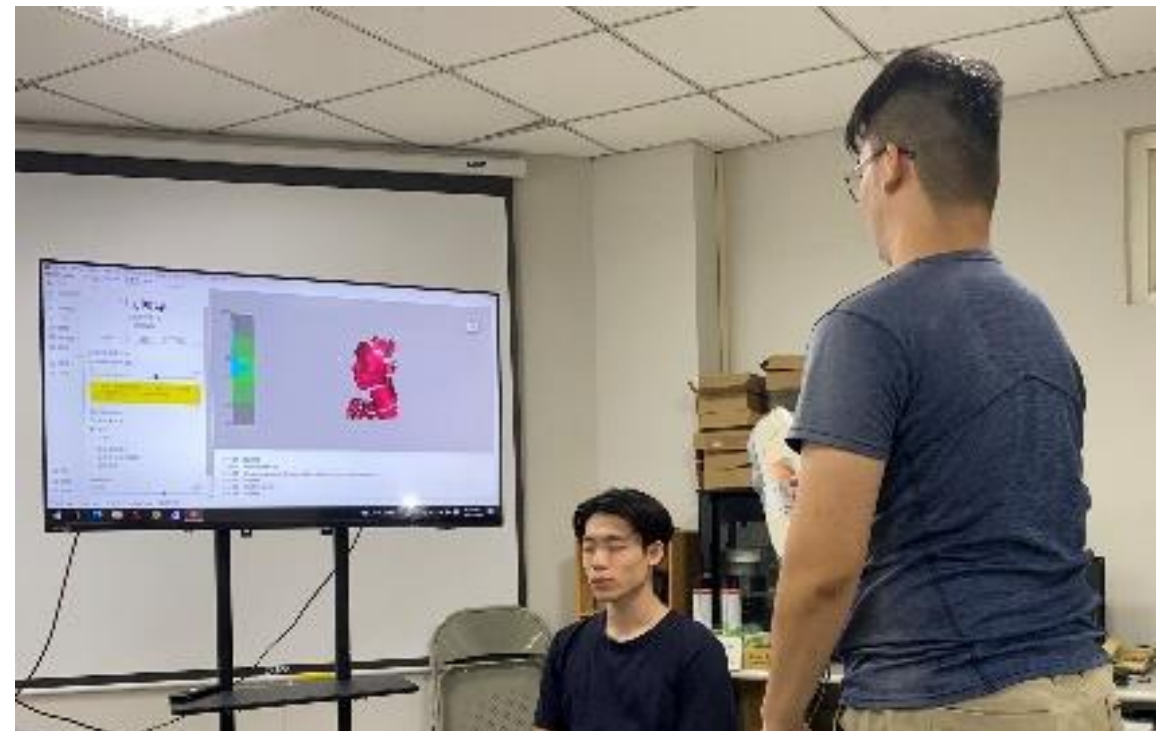


上圖左列的圖是無配戴輔具之一般口罩熱像圖(上)、測試(中)與網格分析圖(下)。中列的圖是搭配本研究輔具之一般口罩熱像圖(上)、測試(中)與網格分析圖(下)。右列的網格分析圖是三片式立體口罩(上)、3D立體口罩(中)與運動型布口罩(下)。

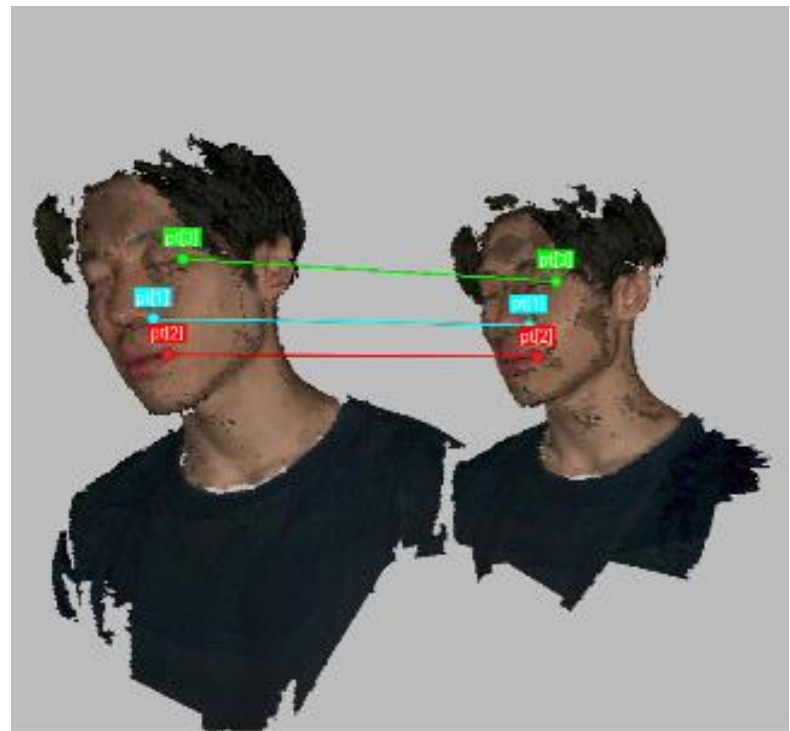
我們利用熱像儀來依序量測另外三種不同種類的口罩，測試條件和量測方式與前者相同；我們將整張熱像圖共切割成55X39=2145(格)，再計算洩漏面積占整張圖片的比例。實驗結果顯示於圖四並說明如下表所示。經實驗驗證，配戴輔具確實能提高口罩密合度，預期可達到降低感染風險的效果。

口罩種類	洩漏面積(格)	總面積(格)	洩漏面積比(%)
無輔具一般口罩	270	2145	12.6
搭配輔具之一般口罩	85		4
三片式立體口罩	85		4
3D立體口罩	90		4.2
運動型布口罩	40		2

掃描 + 模型修補



3D掃描儀



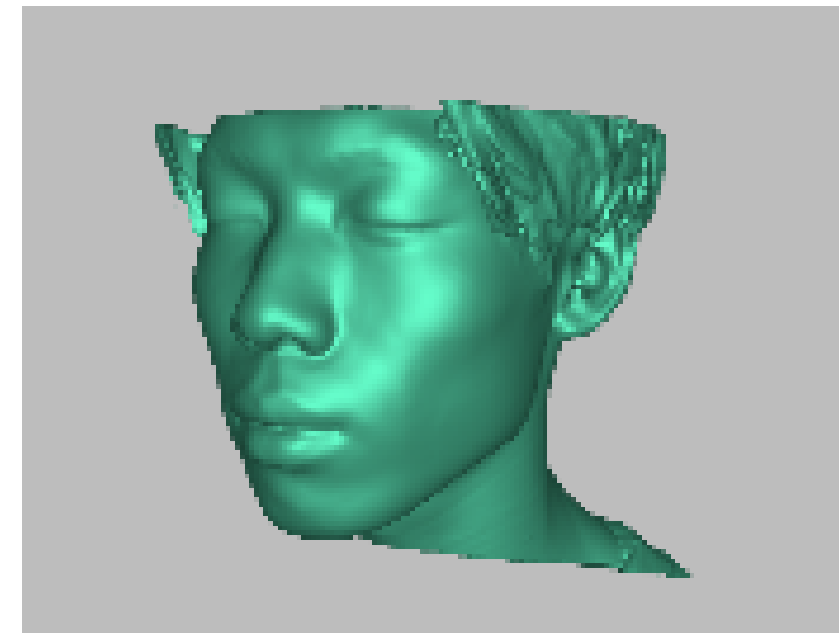
對齊



雜點移除

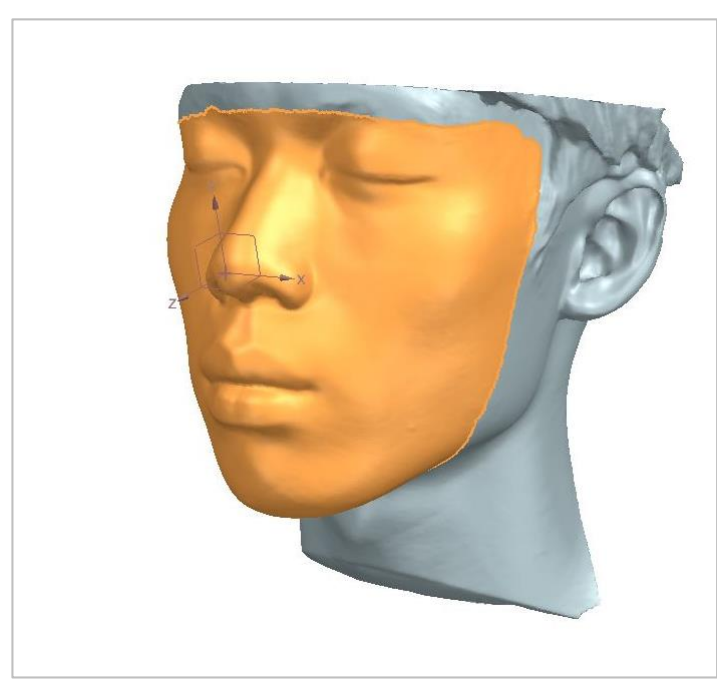


孔洞修補

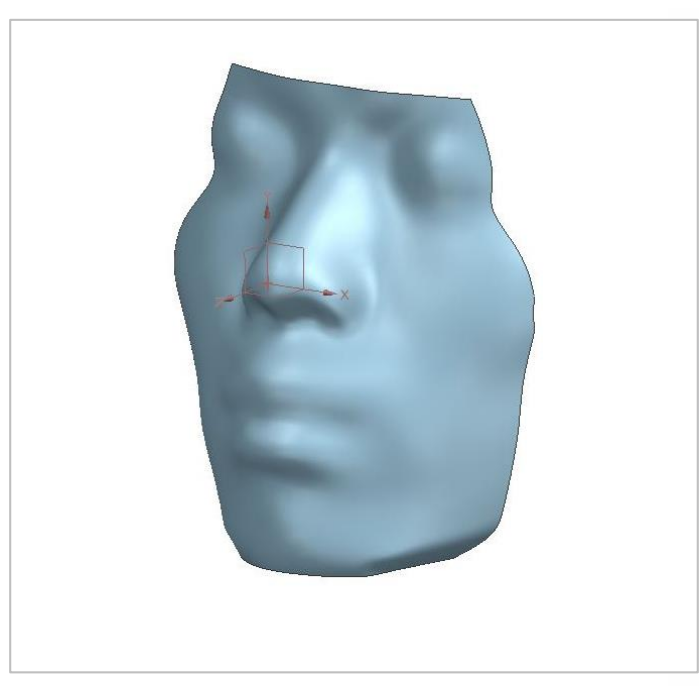


模型生成

造型修整



修整前



修剪成薄殼體



修整成品

近場靜電紡絲於智慧工具機之 刀具振動感測元件開發

專題學生：傅彥煒、鄭兆岑、吳佳恩
指導教授：顏仲崑博士



前言 順應全球少量多樣化的生產，大量導入設備聯網、生產管理可視化與智慧化應用，以提升數位化能力，讓管理者可以隨時查看工廠生產動態，及時分析與排除各種生產製程問題。加工中顫振是一種由刀具振動引起的加工不穩定現象，它會在工件表面留下顫振刀痕，而當刀具再次經過這些刀痕時，就會引起更大的振動。振動是不希望產生的，由振動所產生的噪音可能影響操作人員、降低工作效率，也可能使工具機零組件提早出現破壞，而使其安全程度、可靠性和強度下降，工具機的振動還會導致被加工工件的表面粗度及精度降低、刀具壽命與生產率下降。因此，將透過近場靜電紡技術製作出具有壓電效應的聚偏氟乙烯壓電纖維作為振動感測元件基礎，結合微處理，進行訊號擷取轉換由可視化的方式，提供未來加工參數依據以及記錄加工過程刀具切削狀況，提升產線效率與工具機附加價值，整體架構如圖1所示。



圖1：近場靜電紡絲於智慧工具機之刀具震動感測元件開發整體架構

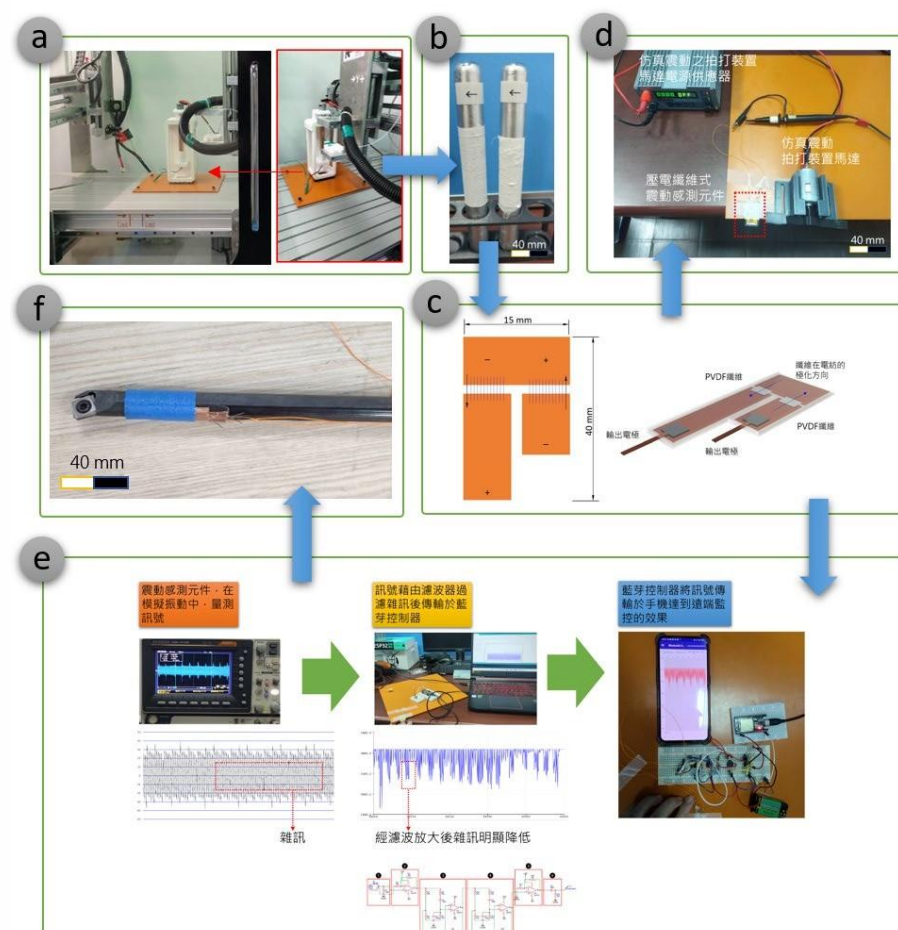


圖2：近場靜電紡絲於刀具震動感測元件研究方法步驟流程

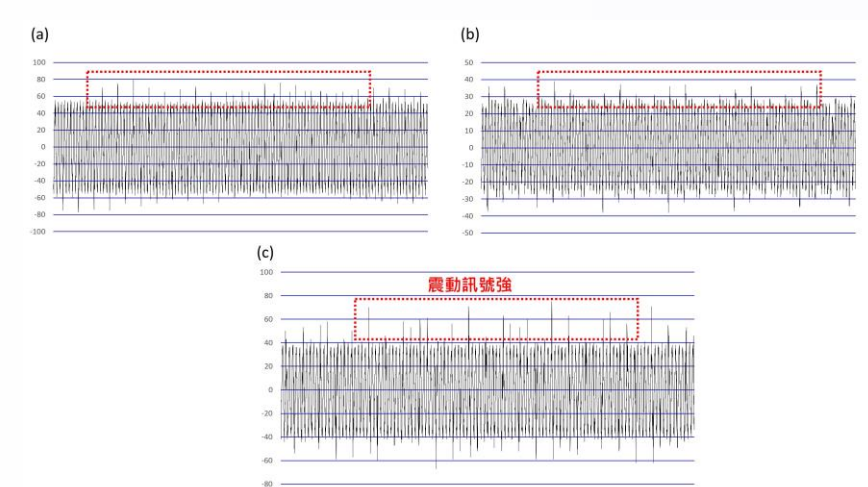


圖3：不同的電極設計所量測之波形圖：(a) 最初之壓電纖維式的震動感測元件(電極接觸纖維的面積較小)該試片所產生的雜訊過多且拍打後的訊號較弱；(b) 經纖維與電極設計改善後之之波形圖(確實雜訊降低)；(c) 經由濾波放大後雜訊大幅降低，震動訊號增強之波型

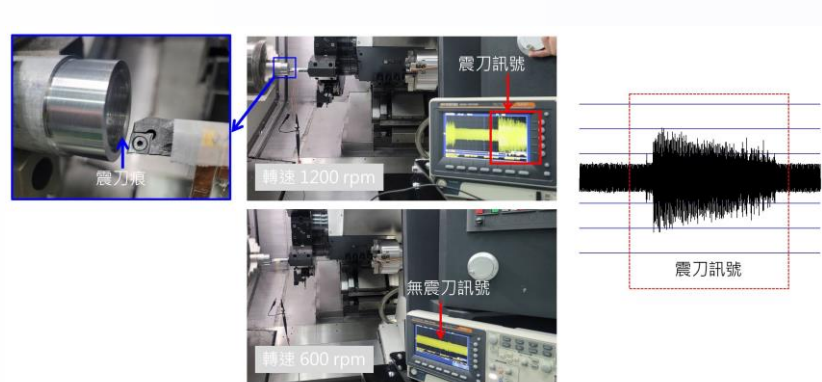


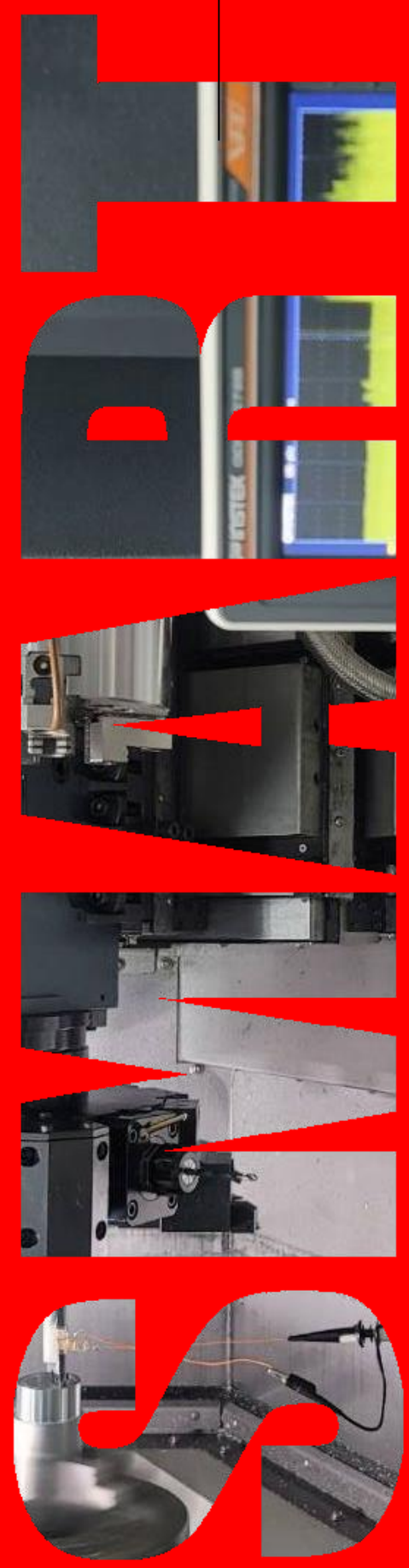
圖4：架設於西門子控制器之車銑複合機測試結果，利用常見在車床中容易震刀的內徑刀進行測試，其當轉速在1200 rpm情況下(進刀5 mm，切削6061鋁合金)，內徑刀產生震刀訊號，當轉速降到600 rpm情況下其未發現震刀訊號

研究方法與步驟 研究過程中是利用靜電紡絲製程技術 (Near field Electrospinning, NFES)，將三軸加工機進行改造與改良，製作出聚偏氟乙烯 (Polyvinylidene fluoride, PVDF)

壓電微奈米纖維，並且結合濾波放大、無線傳輸與訊號微處理器封裝於車刀上，檢測車刀振動時所獲得之訊號傳輸至手機並加以監控，研究方法步驟如圖2所示。近場靜電紡絲主要由平台 位移系統、溶液注射系統、靜電紡絲控制與收集單元組成，設備配置如圖2-a所示，藉由針筒置入PVDF高分子溶液，並裝設於精密流量控制幫浦上，其PVDF溶液將由鐵氟龍管傳輸到不鏽鋼針頭，此時通入高壓電場(40 kV)，其讓PVDF溶液經過高壓場泰勒錐，進而形成具有極性的PVDF壓電纖維，最後透過三軸式數位控制平台的控制移動距離及速度(針頭與收集裝置的間距為1 mm；移動速度固定2 mm/s)下，由滾筒式收集裝置，收集批量的壓電纖維，如圖2-b。接下來經由電紡之壓電纖維批量膜裁切後，貼附於訊號輸出電極並加以封裝(圖2-c)，然後透過拍打電性測試裝置(圖2-d)、無線傳輸微處理器以及訊號濾波電路的整合(圖2-e)，即完成置入於刀具上的振動感測元件，如圖2-f。

結果與討論 研究中振動感測試片經拍打裝置測試後發現感應十分敏感，在檢測時會產生些微雜訊，透過拍打振動瞬間可產生電流出現較高的波長(圖3-a，垂直軸為試片產生之電壓強度，單位為mV)。由圖3-a可知，該試片所產生的雜訊過多且拍打後的訊號較弱，為改善上述問題，其更改試片的電極形狀，增加電極面積(圖3-b)，使其得以在拍打後獲得更強的訊號。但與之相對的，當電極面積加大，電阻也會提升，導致其中的雜訊也一同增加。在電極的形狀與纖維的用料上再次進行改善後，加入濾波放大後，其大幅降低雜訊，且震動波型較為明顯(圖3-c)。最終所將最佳壓電纖維式的震動感測元件的設計，片固定於內徑刀並連接示波器進行震動檢測，經由實驗，該試片能有效感測刀具於切削時震動所產生的訊號，證明此種檢測方式是可行的(圖4)。

結論 本壓電纖維式的震動感測元件之訊號輸入至訊號微處理器後，利用藍芽模組，其可成功的透過訊號傳輸到手機做振動觀測，整體移植到CNC車床控制器上，將來可以進階提供加工參數依據以及記錄加工過程刀具切削狀況，提升產線效率與工具機附加價值。



Test Movies

Low Cost

Bluetooth

Flexibility

Timely

Smart



靜電紡壓電纖維於動態肌力感測之穿戴布料研製

專題生：邱旨滢、高奕涵、郭韋伶 指導教授：顏仲崑 博士

前言 手持式行動裝置成長幅度趨緩，各電子品牌廠紛紛尋找下一代殺手級商品。在全球行動通訊大會(MWC)上，穿戴式裝置儼然已成為新興商品發展主軸，其相關廠商及學研單位也相繼投入相關於健康的穿戴式感測器裝置應用的關鍵技術研發及如圖1所示之產品的開發。由於相關於健康的穿戴式電子產品零組件較其它3C產品除形狀更為複雜且更精細外，與人體的貼合性亦是重要考量因素，因此產品及零組件的關鍵製程仍存在許多技術的瓶頸。因此本研究藉由具有壓電特性的聚偏氟乙烯(Polyvinylidene fluoride, PVDF)高分子材料，透過有序近場靜電紡(Near-field electrospinning, NFES)技術，由最佳相互關係的製程參數，使一般織物與PVDF 壓電纖維交織的不同結構層製作出具有較高靈敏度感測裝置之穿戴壓電纖維的布料，達至創新應用於人體運動過程肌肉群受力感測，以避免長時間運動造成之傷害之目標。

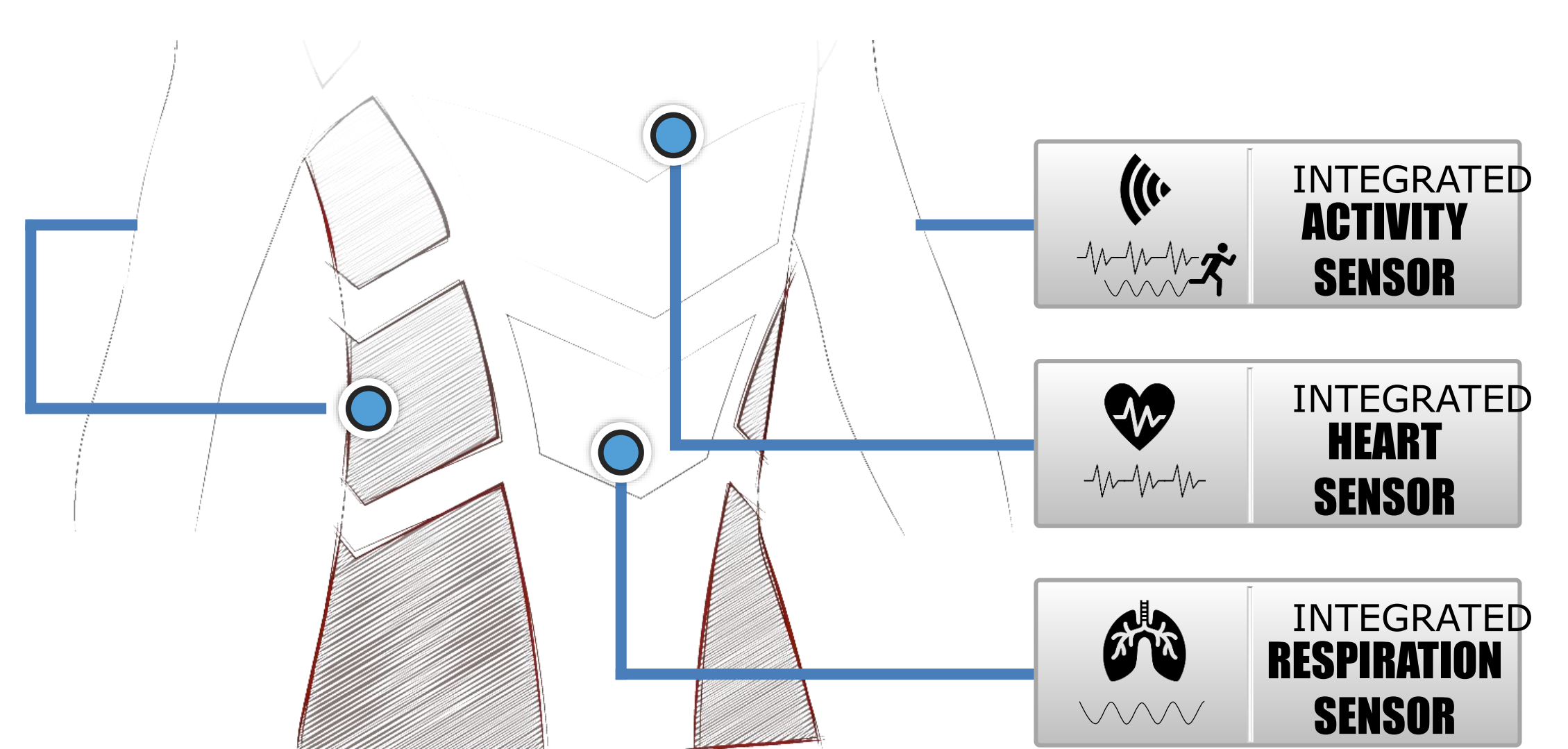


圖1：相關於健康的穿戴式感測器的關鍵技術及產品範疇

研究方法及步驟 研究中透過近場靜電紡絲製程、壓電纖維特性與電性之量測、一般織物與PVDF 壓電纖維交織的不同結構層製作以及穿戴壓電纖維的布料測試四個步驟進行(研究方法步驟流程圖，如圖2所示)，近場靜電紡絲製程中，主要的設備有高壓電源供應系統、金屬針注射器結構，以及反極性滾筒旋轉收集之電紡纖維收集器，如圖2-a所示。測試壓電纖維之壓電特性其製作一個能量擷取裝置將機械能轉換成電能，透過懸臂樑方式，接著利用旋轉拍打器對平行式電極能量擷取裝置(電壓- NI9234及電流CH instrument -Model CHI 611D)提供拍擊的機械能當壓電纖維受到拍擊造成纖維形變而產生輸出電壓與電流(圖2-b所示)。接下來透過徑向與軸向之方式，製作出不同交織結構的動態肌力感測(圖2-c所示)，最後進行穿戴壓電纖維的布料於動態肌力的測試，如圖2-d所示。

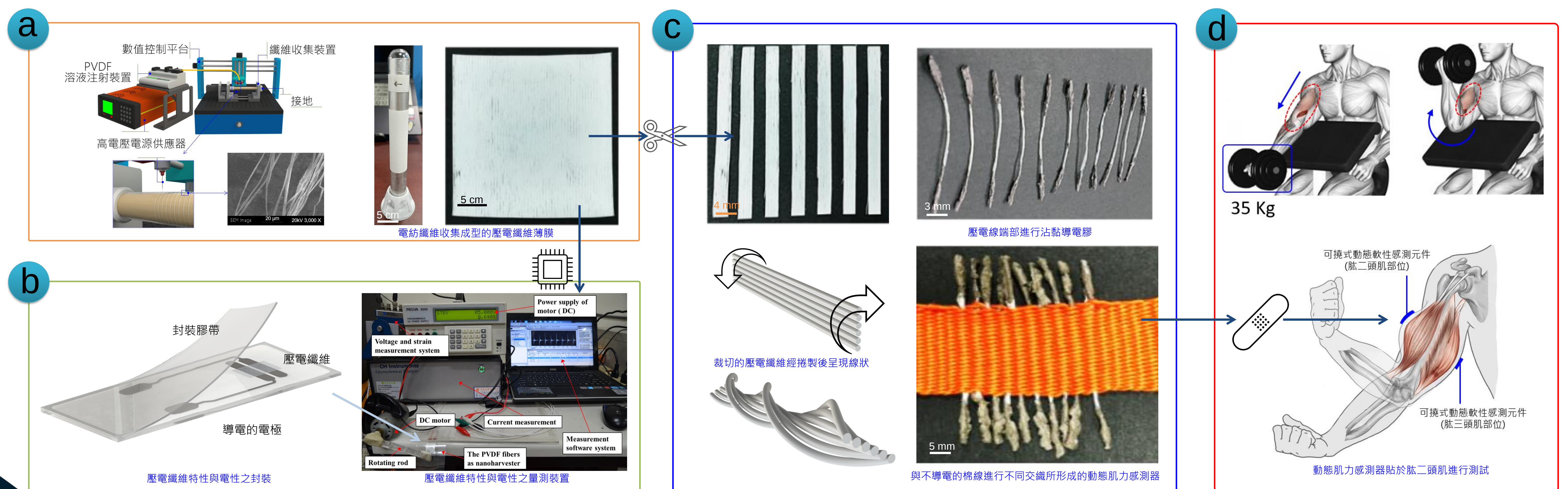


圖2：靜電紡壓電纖維於動態肌力感測之穿戴布料的研究方法步驟流程

結果與討論 研究透過舉起固定的啞鈴重量(35 Kg)，在不同的時間作動下(累積提升手臂肌肉上的負載)，藉由此方式觀察肌肉的顫抖與動態肌力感測之穿戴布料的電壓輸出關係，從圖3所示的結果發現並證實人體在長期運動過程中在已經超出人體肌力負荷下，透過五次的手臂屈曲之動作下，發現肱二頭肌已產生8~16 次/秒的顫動，動態肌力感測之穿戴布料的電壓輸出介於0.7~0.9 V之間，且呈現有序之壓電訊號之交流波型。除此之外，在當手臂開始屈曲時，肱二頭肌將會產生一初始訊號，雖然此壓電訊號只有~0.06 V左右之電壓輸出，可足以證實，顫動與肌肉突起的差別。另外在肱三頭肌貼附之動態肌力感測之穿戴布料，也有相同肌肉突起之訊號，這是因為當手臂屈曲動作結束時，手臂放下時，啞鈴相同的在手上，此時肱三頭肌，將會有肌肉突起之現象產生。

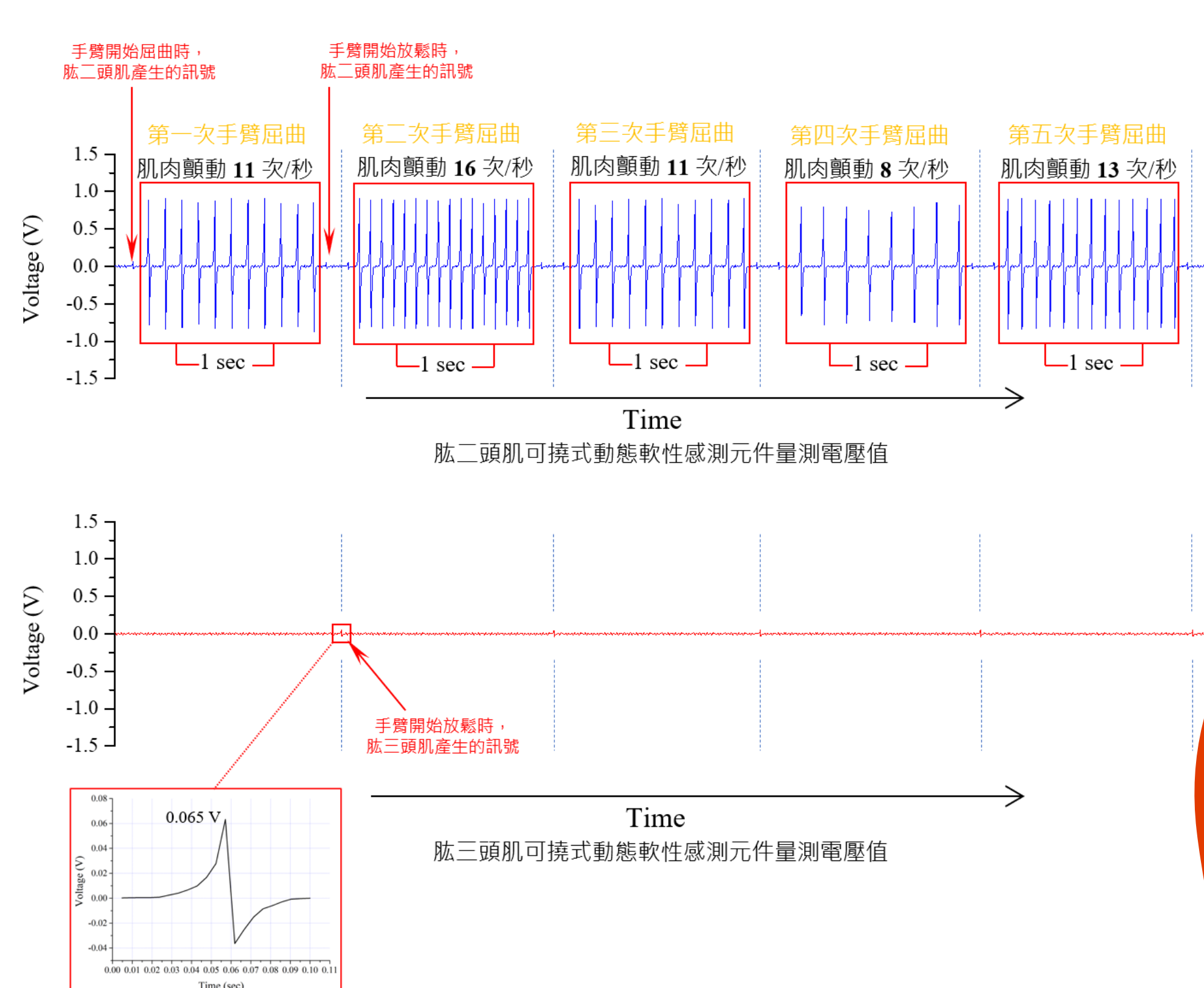


圖3：肌肉的顫抖與動態肌力感測之穿戴布料的電壓輸出關係

結論 藉由近場靜電紡絲所製備之PVDF壓電纖維，具有高分子延展性的優勢可增加應用廣泛性，且使用棉線與PVDF壓電纖維進行不同交織加感測器之可饒性，克服較難貼附的位置，並同時擁有可自給供電之優勢，可不用額外配給傳統電池。未來也可配合醫療方面，應用於穿戴式傳感器與生物醫學等相關領域，並結合Wi-Fi與藍芽等無線功能，使動態感測元件可廣泛應用於IoT裝置上。

Transducers

Piezoelectric Fibers



雙馬達電動車之電子差速

Electronic Differential for Dual Motor Electric Vehicles

指導老師：顏勝煌、林國偉 老師

專題生：吳浚麒、蘇郁元、史偉群、陳渤琿

* 本研究特別感謝易維特-張秀洲協理及郭耀文研發副理指導相關技術
鉅宙實業有限公司-陳清雲老闆指導車架改良相關技術

摘要(abstract)

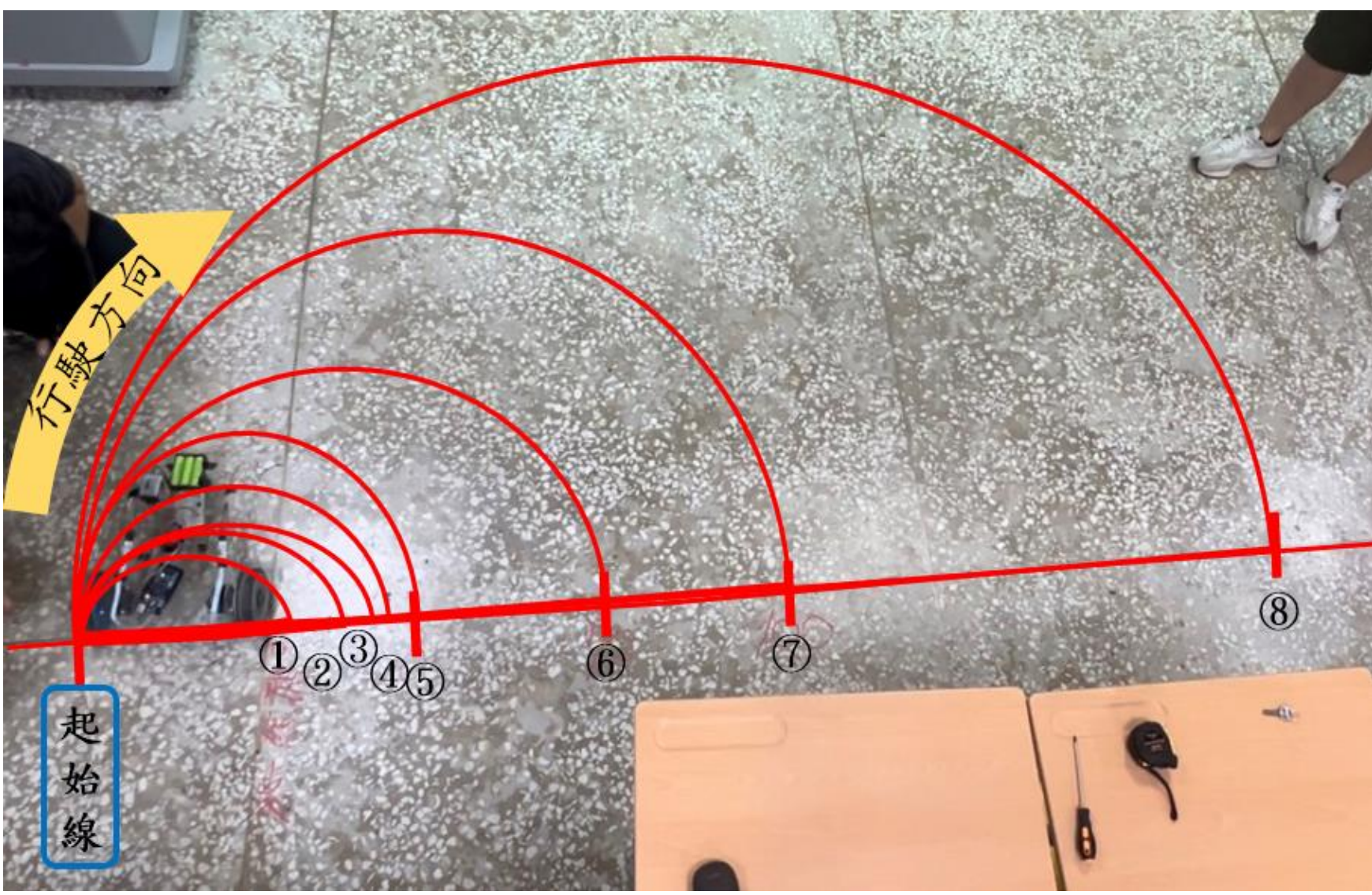
引擎動力的汽車大多為機械式差速器，其體積重量龐大、成本較高。配置左右雙馬達的電動車，可以透過雙馬達的速度調變達到與傳統機械差速相同的結果。因電動車馬力過大且不可控因素較多，加上安全的考量因此本研究由模型車來當作發想的基底，本文建構的模型車為前一輪，後兩輪的配置。使用Arduino來控制模擬電動車，透過對於後輪兩個獨立馬達速度上的調變來達到差速的目的。藉此達成轉向的順暢度與穩定性，經過實驗結果驗證出，當固定內側輪的速度時，外側輪的輪速越快，轉彎半徑隨速度差增加而減少。本研究對實驗數據進行軌跡紀錄，進而探討在不同差速控制下的轉彎半徑，以達到在行進過程，控制左右輪的輪速差異完成轉向的目的。

實驗數據(Experimental Data)



圖二、PWM各差值之左轉彎路徑圖及轉彎直徑一覽表

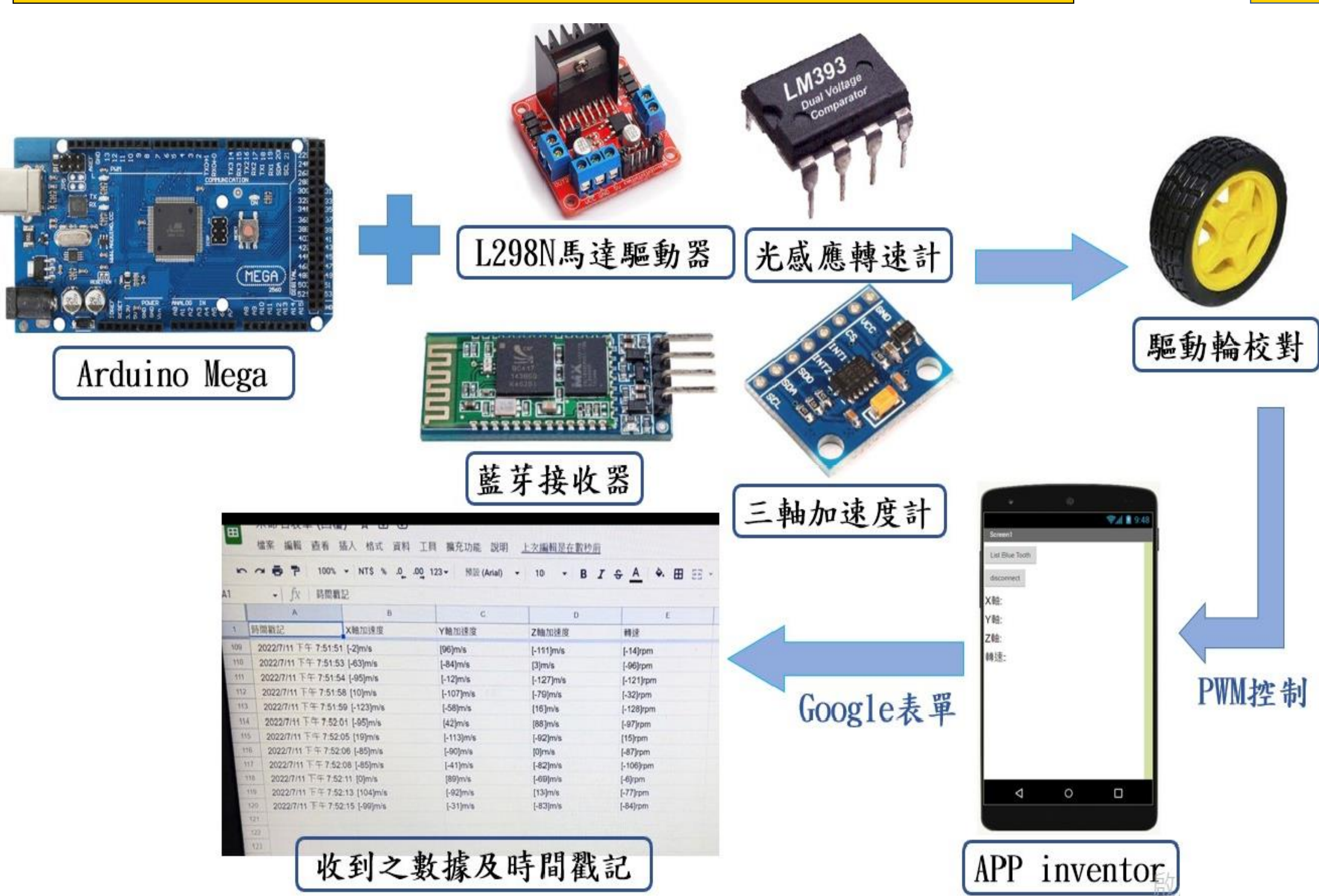
路線編號	左輪 PWM	右輪 PWM	兩輪 PWM 差值	迴轉直徑(cm)
①	-250	250	500	3.5
②	-150		400	15
③	-100		350	25.5
④	-75		325	28.5
⑤	0		250	63
⑥	75		175	136.5
⑦	100		150	186
⑧	150		100	374.5



圖三、PWM各差值之右轉彎路徑圖及轉彎直徑一覽表

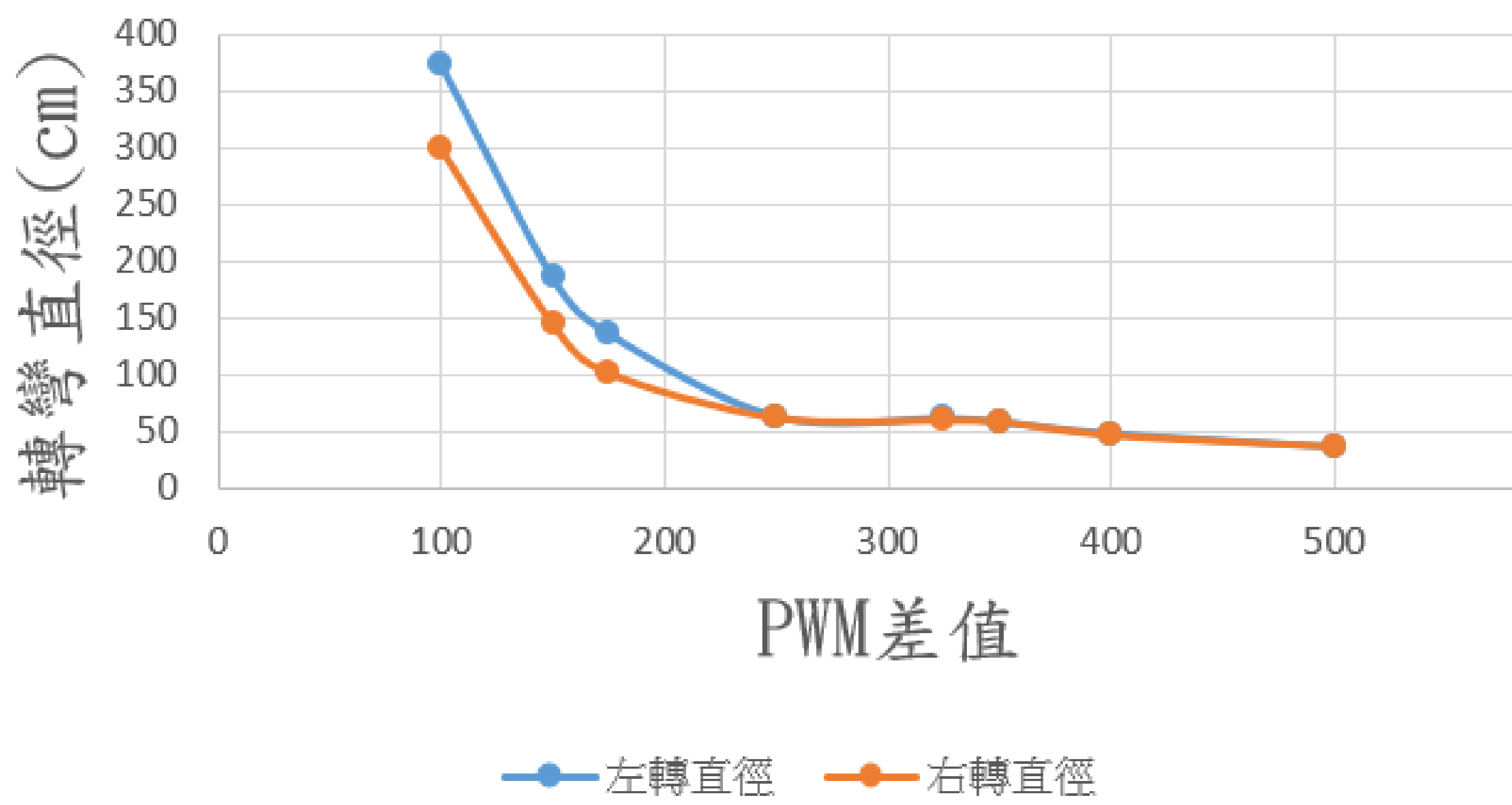
路線編號	左輪 PWM	右輪 PWM	兩輪 PWM 差值	迴轉直徑(cm)
①	250	-250	500	4.3
②		-150	400	14.5
③		-100	350	26.2
④		-75	325	27.5
⑤		0	250	29.5
⑥		75	175	69
⑦		100	150	112
⑧		150	100	266.5

研究方法(Research methods)



結果與討論(Results and discussion)

兩輪的轉彎直徑與PWM差值之曲線圖



圖四、兩輪的轉彎直徑與PWM差值之曲線圖

透過曲線圖(圖四)得知

當PWM差值越大時，左右轉的轉彎半徑相差較小；
當PWM差值越小時，左右轉的轉彎半徑相差較大。

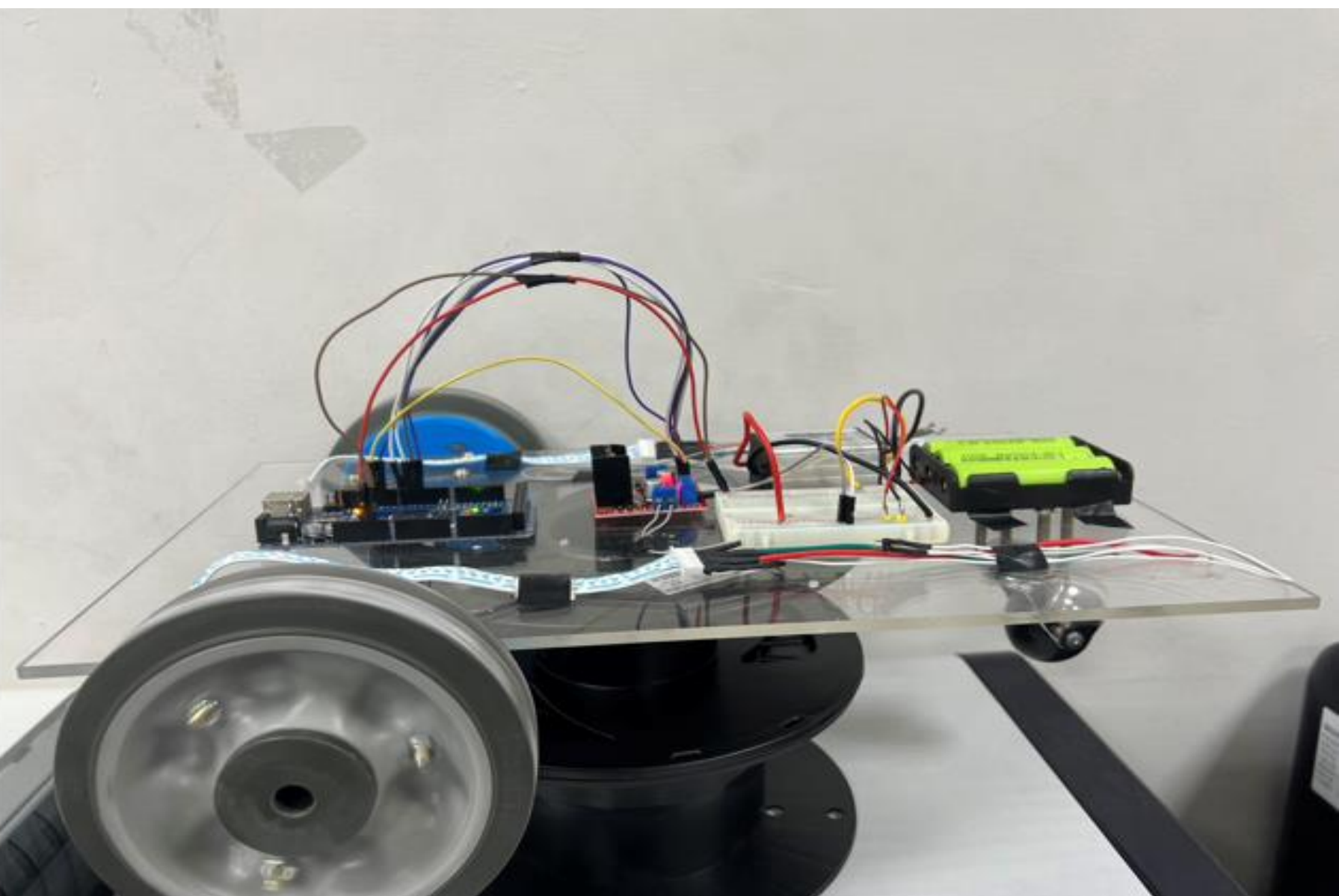
造成此現象的原因正是PWM差值越大，轉彎的速度越快，左右兩輪的馬達特性差異不易顯現；而差值越小時，轉彎的速度較慢，左右兩輪的馬達特性差異比較容易凸顯。

結論(Conclusion)

現階段成功完成模型車之差速理論驗證，並在未來將此理論應用至電動車，能使其達到更安全，並解決體積過大成本較高之問題。



實驗影片



圖一、模型車全車總覽

