

計畫名稱：3DP – Artificial Cilium

一、計畫目的

現在社會近況高年齡層的急速成長，而年邁的老人具有罹患高血壓慢性病之風險，造成腦血管破裂，這也就是人們俗稱的「中風」，中風通常是判定血管破裂是在右撓或是左腦，因為它會影響人體半邊神經癱瘓，而間接影響喉嚨驅動緩慢，容易讓老人肺及支氣管等鼻腔以下的呼吸管道的黏膜所產生的分泌物無法排出，能讓分泌物排出是利用人體氣管上密密麻麻的毛稱「纖毛」不規則擺動把痰排出如圖 1，但老人中風是無法讓纖毛發起作用，必須利用醫療輔助設備排出讓老人在這過程中極具痛苦，故本計畫構想利用 3D 列印印出人工纖毛，以一些特出材料列印之後加以能量驅動，本計畫還在研究階段，如圖 2。

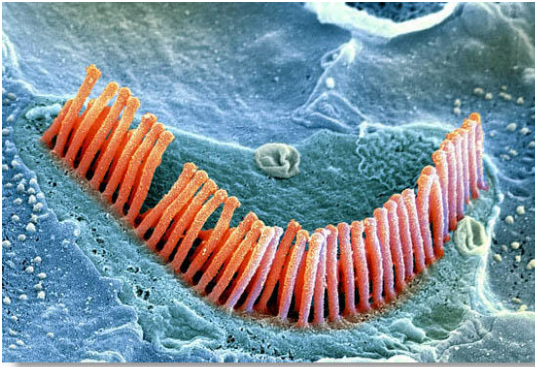


圖 1

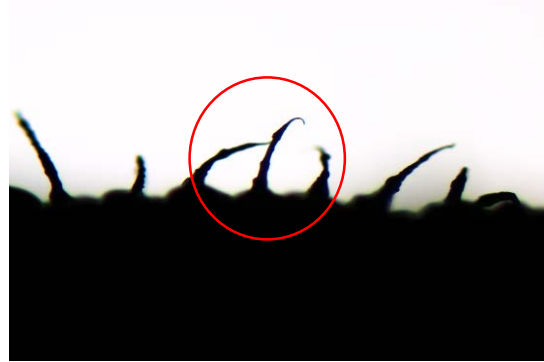


圖 2

二、相關論文

- [1] Leilei SUN and Yongmei ZHENG, “Bio-Inspired Artificial Cilia with Magnetic Dynamic Properties,”2015.
- [2] Fengli Liu, Gursel Alici, Binbin Zhang, Stephen Beirne and Weihua Li, “Fabrication and Characterization of a Magnetic Micro-Actuator Based on a Deformable Fe-Doped PDMS artificial Cilium Using 3D Printing ,”2015.
- [3] James D Carrico, Nicklaus W Traeden, Matteo Aureli and Kam K Leang, “Fused filament 3D printing of ionicpolymer-metal composites (IPMCs) ,”2015
- [4] M. Rahbar, H. Y. Tseng, and B. L. Gray, “High-aspect ratio magnetic nanocomposite polymer cilium,”2014.
- [5]施文彬, “高分子制動器「專題報導」人工肌肉：仿生致動技術,” 2013.
- [6] Sina Sareh, Jonathan Rossiter, Andrew Conn, Knut Drescher and Raymond E. Goldstein, “Swimming like algae biomimetic soft artificial cilia,”2012.

計畫名稱:先進精密工業定位技術-HIWIN 精密氣浮運動平台

一、計畫目的

本計畫研究精密運動平台的定位控制，從整體平台的軟、硬體規劃，到控制學理的研究以及實際應用，其中包含數屆實驗室成員的努力，才得以達到現今的成果。採用的控制平台結構有別於工業常見的龍門式平台搭配既有的軌道，新穎的結構是以單層結構、二維開放式平面的運動平台達到雙層、甚至三層運動平台的精度，並以提升平台運動速度、達到高速度且高精度定位為目標。在控制理論上，採用有別於一般業界常用的 PID 控制，轉而應用強健控制器在平台運動控制，將諸多不穩定性都控制在一定範圍內，並且探討以常數的控制參數達到一般高階數的強健控制器效果，以利有效的抑制系統的 H_{∞} norm，大幅減少控制器複雜度。

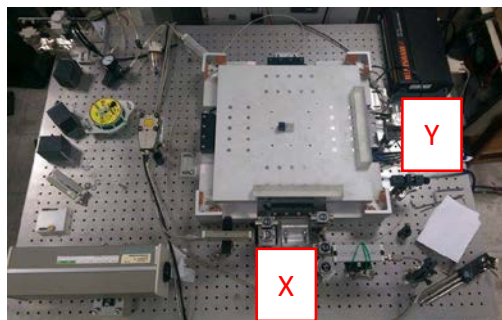


圖 1: 運動平台俯視圖

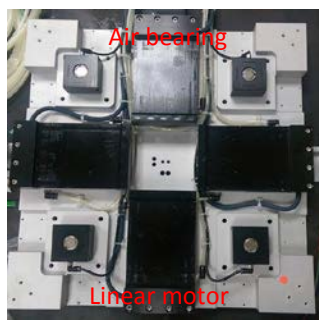


圖 2: 平台基座

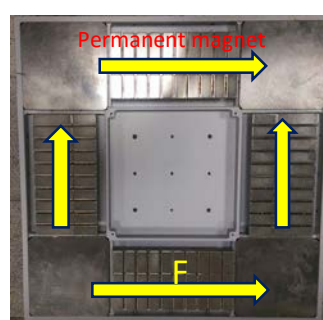


圖 3: 平台背面

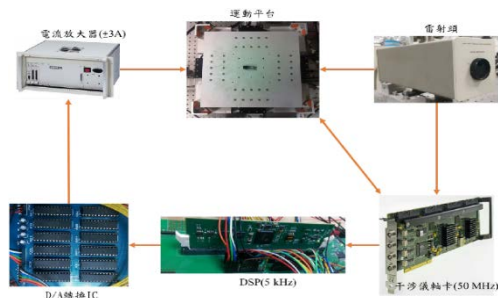


圖 5: 硬體控制訊號迴路流程

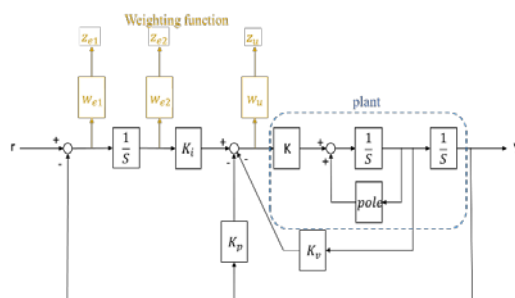


圖 6: 強韌控制方塊圖架構

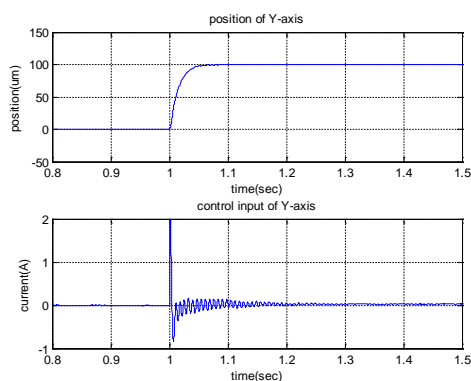


圖 7: 100μm step tracking

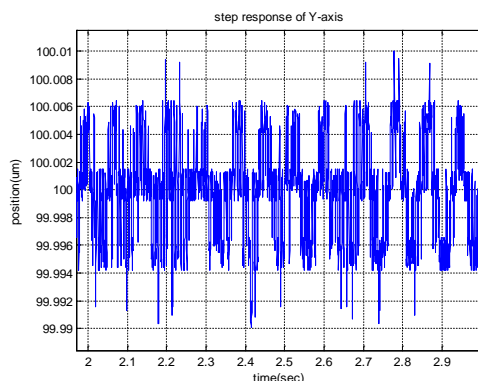


圖 8: 穩態10nm追蹤精度

二、相關論文

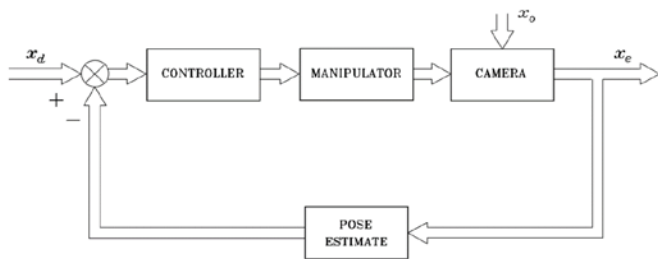
- [1] Mi-Ching Tsai, Da-Wei Gu. *Robust and Optimal Control A Two-port Framework Approach*. UK: Springer, 2014.
- [2] Huang, W.-L., et al. (2016). "High-performance and high-precision servo control of a single-deck dual-axis PMLSM stage." *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*: 1-10.

計畫名稱:視覺及力回饋輔助自動螺絲鎖固系統開發

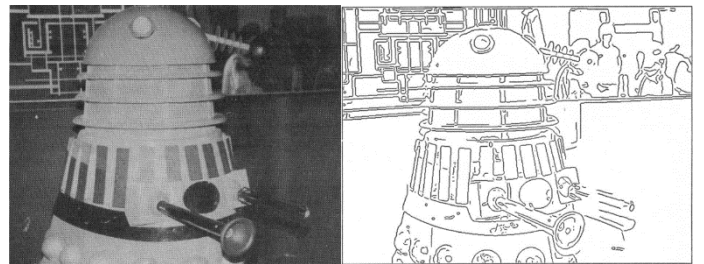
一、計畫目的

近年來，視覺回授亦廣泛用於控制設計中[1-3]。如圖一所示，視覺伺服(visual servoing)基礎架構乃以攝影機(camera)攝得實際誤差，並藉一姿態估測(pose estimate)流程計算所需誤差數值量並回授至控制器以產生實際輸入訊號。

本研究嘗試設計一自動夾取螺絲並鎖固之機械手臂，粗略鎖固位置可事先設定並以視覺方式加以補正；實際研究將分為夾具、影像處理、控制設計等部份。系統架構以機械手臂、控制器及攝影機為基礎，建構完整之視覺回授控制系統。針對系統規格及需求制定所需夾具，並建立適當環境使手臂及攝影機可正常運作以完成控制需求。控制流程則以 Syntec 21R-A 控制器為主，輔以影像識別結果，以即時校正控制誤差並達成控制需求。影像處理可分作兩階段進行。第一階段為影像邊緣識別：以現存 opencv 軟體演算法(圖二)為基礎撰寫影像邊緣識別方法並套用至實際環境中；第二階段為特徵識別。以前一階段之邊緣結果為基礎，辨識目標螺絲、螺孔及手臂末端夾具之位置及姿態，以供控制法則計算之用。



圖一：視覺基礎控制示意圖[4]。



圖二：邊緣識別範例[5]。

二、參考文獻

1. Hashimoto, K., T. Ebine, and H. Kimura, *Visual servoing with hand-eye manipulator-optimal control approach*. IEEE Transactions on Robotics and Automation, 1996. **12**(5): p. 766-774.
2. Siradjuddin, I., et al., *Image-based visual servoing of a 7-DOF robot manipulator using an adaptive distributed fuzzy PD controller*. IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, 2014. **19**(2): p. 512-523.
3. Tsai, C.-Y., et al., *A Hybrid Switched Reactive-Based Visual Servo Control of 5-DOF Robot Manipulators for Pick-and-Place Tasks*. IEEE Systems Journal, 2015. **9**(1): p. 119-130.
4. Siciliano, B., et al., *Robotics: modelling, planning and control*. 2010: Springer Science & Business Media.
5. Canny, J., *A computational approach to edge detection*. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 1986(6): p. 679-698.

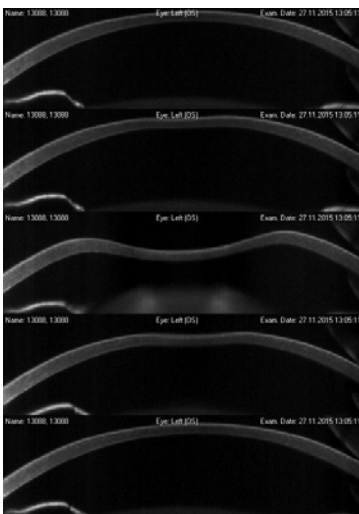
計畫名稱: 新型眼壓及眼角膜力學測量儀及分析工具 (NTU SPARK)

一、計畫目的:

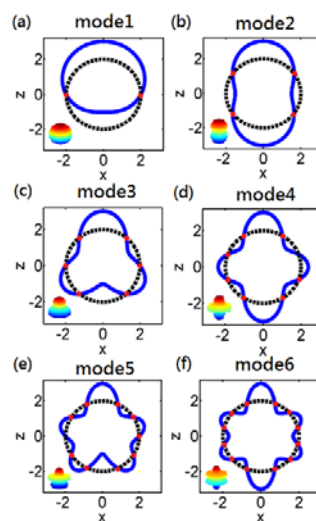
眼壓，為眼球內容物對眼球壁所施加的均衡壓力，在標準安全的眼內壓環境中，眼底視網膜的感光視神經系統才能正常運作。近年來因眼睛相關疾病患者人數逐年增加，以至於眼壓的測量及眼角膜力學日益受到重視。

本計畫透過角膜生物力學眼壓分析儀(Corvis[®] ST)，一種非接觸式的眼壓機，經由對眼角膜施予噴氣式壓力使其產生變形期間，使用高速攝影機在 0.032 毫秒的量測過程內拍攝 140 張眼角膜變形的照片，由這些影像抓取的細微變形去觀察其眼角膜動態特性，並利用 Legendre 及 Fourier 兩種數學級數展開法進行模態分析、頻譜分析。此外依據其眼角膜厚度、密度以及眼壓(IOP)等參數，發展一套動態的數學模型來分析角膜的生物機械性質，利用 Corvis[®] ST 所得到的輸出資料來估測出眼角膜的楊氏模數與阻尼係數，相信這些生物機械特性的參數可以增加眼科學的資料庫並在未來利用於診斷罹患眼睛疾病的潛在風險。

實驗數據和照片:



圖一. 角膜吹氣變形



圖二. Legendre 函數在 $m = 0$, $l = 1 \sim 6$ 的模態函數

二、相關論文:

1. Shih PJ¹, Cao HJ², Huang CJ², Wang IJ³, Shih WP², Yen JY². "A corneal elastic dynamic model derived from Scheimpflug imaging technology." Ophthalmic & Physiological Optics (SCI Vol. 35(6), pp. 663-672)
2. Y. Kurita Y. Iida R. Kempf "Dynamic sensing of human eye using a high speed camera." IEEE Conference Publications 6 pp., DOI: [10.1109/ICIA.2005.1635109](https://doi.org/10.1109/ICIA.2005.1635109)

計畫名稱:人工角膜之積層製造技術研發

一、計畫目的

角膜是位於眼球最外圍之一種無血管且高度透明組織，但角膜因受傷、感染或病變而造成白化或是透光度下降等問題，全球有超過上千萬人因角膜問題而失明。本計畫利用積層製造之技術，透過生物列印技術製造人工角膜，使其具備有三度空間立體開放性之外圍襯裙結構，以及具優良光學性質之中心仿角膜光學區。由於角膜平整度之要求，積層製造設備上之噴嘴設計和改良也會在考量中。

積層製造(additive manufacturing)又稱 3D 列印(3D Printing)，其相關技術已經發展多年，近年來也在不斷創新，可列印之材質已經有金屬、高分子材料、無機陶瓷甚至活體細胞，相關產業之應用也已經越來越多樣化。隨著電腦輔助設計(CAD)、電腦輔助製造(CAM)以及材料科技的發展，使得其精度與實用性不斷提升，應用面也越來越廣泛。

積層製造技術之成型方法許多不同方式，亦有不同的機台與其適用之成型材料與成型機制，如熔融型沉積成型(FDM)、立體光刻成型技術(SLA)、選擇性雷射燒結(SLS)、選擇性雷射熔融(SLM)、噴墨列印技術(Inkjet printing)等。

現階段我們已經完成自製之 3D 列印機台(如下圖所示)，原理上我們是使用 robotic dispensing 作為主要的積層製造開放方式。至目前為止，我們製作出 3D 列印機台，測試許多人工角膜材料，之後預計會持續改善機台之相關參數，並與其他子計畫探討，改良製作出之人工角膜。

此外，除了實作方面，也會嘗試使用模流軟體如 Comsol 以及 Ansys Fluent 來模擬印製成品之過程，在不同實驗條件下，探討其形狀隨時間推進之變化。

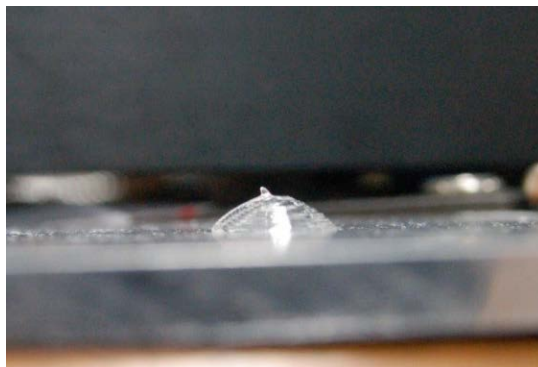
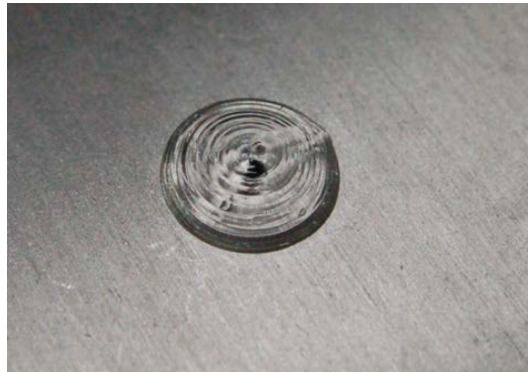
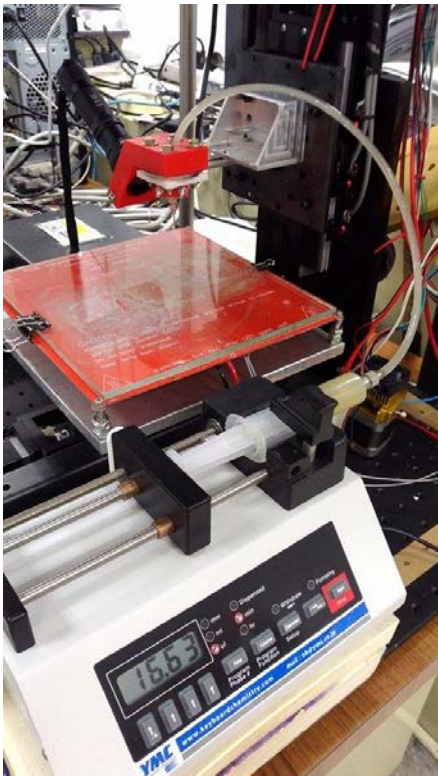


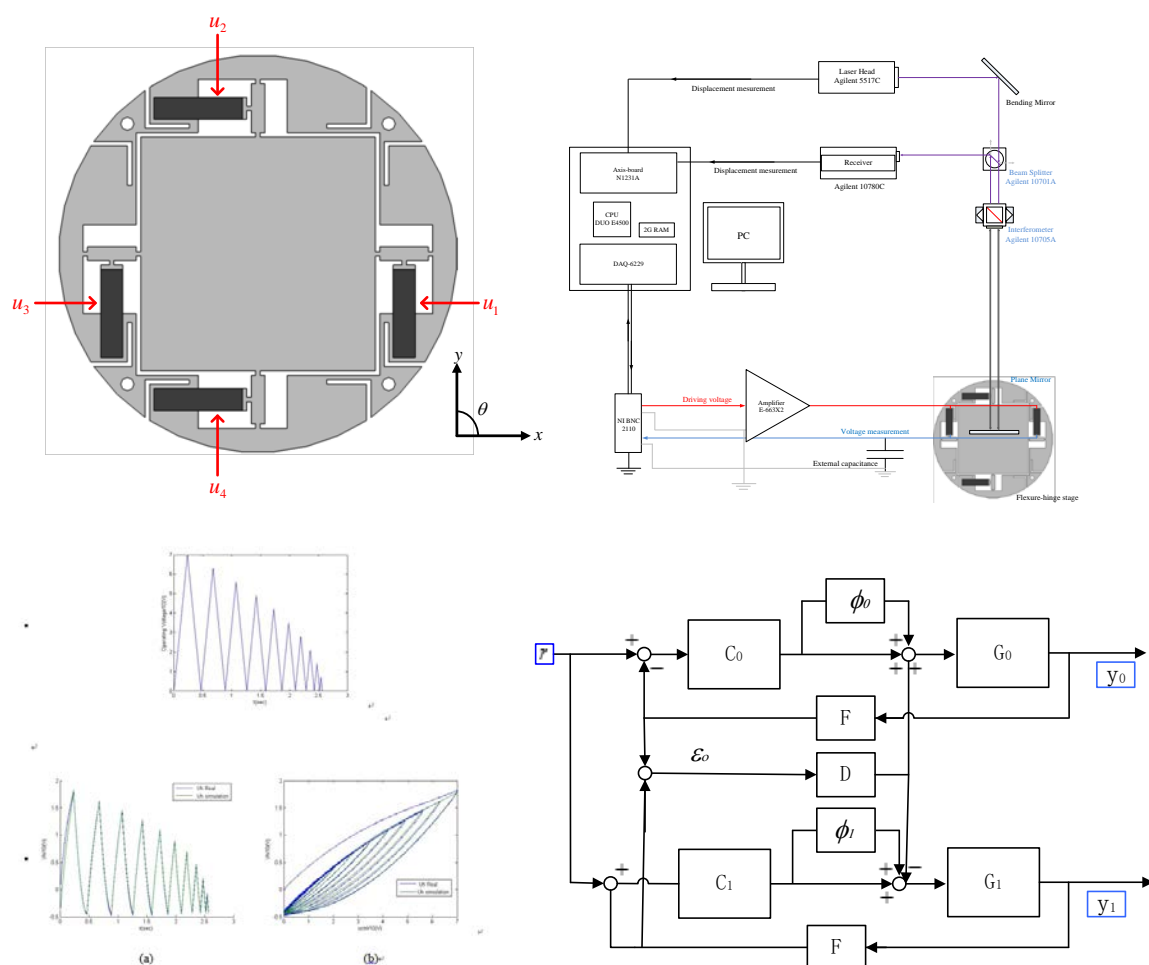
圖 自製 3D 印表機以及列印出之眼角膜

計畫名稱: SEM

一、計畫目的

壓電制動器具備高位移解析度以及良好之動態響應性能，因此被廣泛應用於精密定位系統。然而，以壓電材料製成之驅動器在輸入電壓以及位移間含有遲滯所造成之非線性現象，造成控制上的困難，使其定位控制之精確度受到限制。

我們將遲滯效應所造成的非線性現象與線性的機械系統做解耦，並針對遲滯造成的非線性消耗做補償，使遲滯對系統所造成的影響線性化，進而提升控制之精確度。依據文獻中提出的電荷控制架構，已知流經壓電制動器之電荷量與其伸長量呈線性關係，因此可藉串接於壓電制動器之電容量測電荷量進而得知遲滯所造成的電壓消耗，並以此建立遲滯補償器以利補償其非線性效應。本論文提出在不同操作頻率之下所產生不同的遲滯非線性現象之變動量，可由建構之靜態遲滯模型，以其變動量之倍數變化逼近，以簡易且快速之方式消除不同頻率下遲滯所產生之非線性影響。進而針對雙軸馬達分別控制，通過合適的補償解決優化了同步之問題。



計畫名稱: 電磁鋼片磁劣化量測技術之突破

一、計畫目的

本計畫為科技部深耕工業基礎技術專案計畫「大功率動力系統與電動車輛效率提升及可靠度基礎技術研究」附屬子計畫之一，主要由台大機械系以及華擎華創、利加、富田等公司共同進行產學合作。本實驗室主要研究 Needle Probe 量測渦電流感應電壓的原理，比較與其他量測方法的差異，並且規畫量測設備，然後設計 Needle Probe 的放大電路。並且研究力磁效應對於材料導磁率造成的變化，然後探討力磁效應對於材料內部磁通分布造成的影響。進行 ANSYS 磁路模擬加入力磁效應的功能做深入的研究，與實際量測數據進行相互驗證。

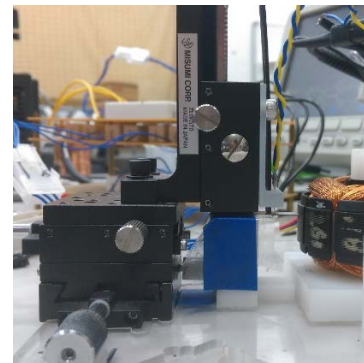
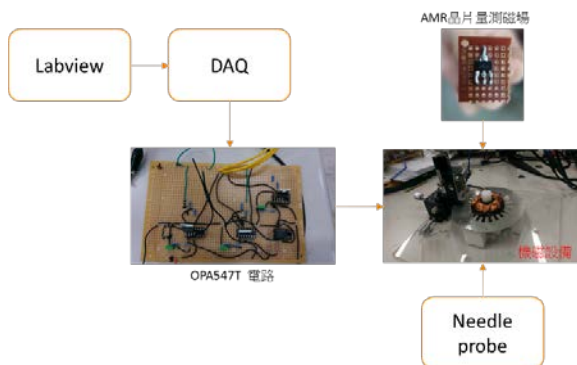


圖 1: 整體量測設備-探針座、放大電路、馬達與矽鋼片

圖 2: 探針座側面

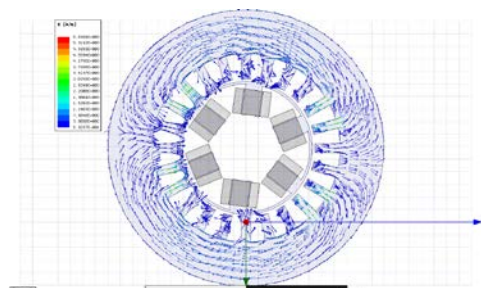


圖 3: ANSYS 磁路分析

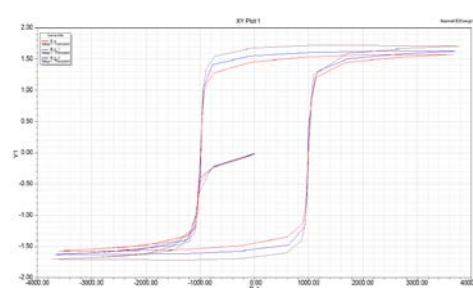


圖 4: ANSYS-BH Loop 模擬

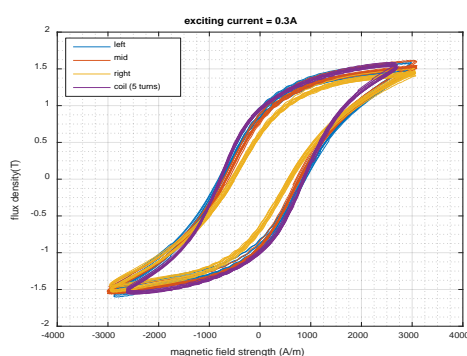


圖 5: 不同激磁強度下 BH Loop

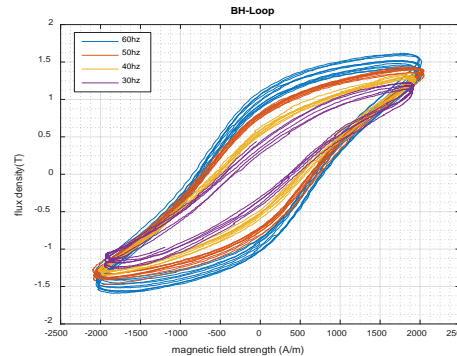


圖 6: 30-60Hz 下 BH Loop

二、相關論文

- [1] Y. Hashimoto and M.Enokizono, "Measurement of the localized iron loss in electromagnetic steel sheets by using the needle probe method," Journal of Applied Physics, Vol. 91, No.10, 2002
- [2] De Wulf, M., Dupré, L., Makaveev, D., & Melkebeek, J. (2003). Needle-probe techniques for local magnetic flux measurements. *Journal of applied physics*, 93(10), 8271-8273.

計畫名稱：奈米定位關鍵技術與系統模組之研發

一、計畫摘要

半導體晶圓產業一直是台灣最具全球競爭力的優勢產業。在半導體製程全面走向奈米化後，檢測的解析度亦需同時提高，使得半導體製程對自動化檢測的依賴日益加深。在半導體製程上，主要可分成 IC 設計、晶圓製程（Wafer Fabrication）、晶圓測試（Wafer Probe），及晶圓封裝（Packaging）。晶圓測試是對晶片上的每個晶粒進行針測，在檢測頭裝上探針（probe），與晶粒上的接點（pad）接觸，測試其特性，不合格的晶粒會被標上記號，標有記號的不合格晶粒會被淘汰，不再進行下一個製程，以免徒增製造成本。此計畫負責項目為平台定位的精密控制，以平台搭載晶圓的方式，將晶圓移動至探頭檢測位置，進行檢測。平台的運動包含 X、Y、Z 三軸。在平面 X、Y 軸的運動，採用線性馬達以驅動平台，達到精密定位，Z 軸則採用壓電材料負責檢測探頭垂直方向的移動，以進行晶圓檢測，最後完成平台的精密定位且快速的晶圓檢測。

二、計畫目標

在完成整體平台架設及驅動器程式撰寫後，將先對 X、Y 軸做系統識別，根據系統識別結果可得知 X、Y 系統的頻寬及穩定性，以利後續控制器設計所需。在平台性能上，期望能夠在第二年 X、Y 軸移動精度達到 30 奈米，且移動速度到達 1 公分每秒。另外，如何使平台能夠在最短時間內進入最佳定位精度區間亦是一項重要目標，因此對干擾的估測顯得相當重要。在平台達成初步定位之後，將設計干擾估測器以減少外界干擾影響。在速度方面，平台全力衝刺及全力煞車的時機點，也是至關重要的因素之一，因此時間的最佳化亦在平台精密定位目標之中。

三、實驗內容

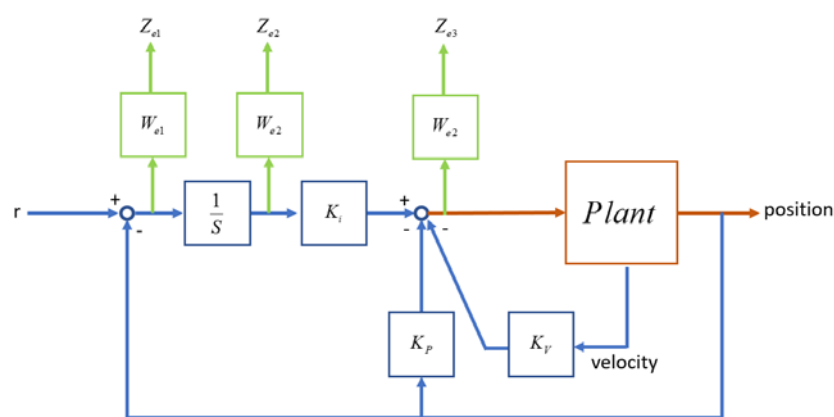


圖 1：控制架構

在位置控制架構中，將以 H_∞ 最佳化控制器[1-5]來同時達成規格需求與穩定度，在此將位置控制的控制器設計成一組狀態回授(state feedback)以及一個積分控制(I-control)，並設計三個權重函數(weighting function)來調整控制參數

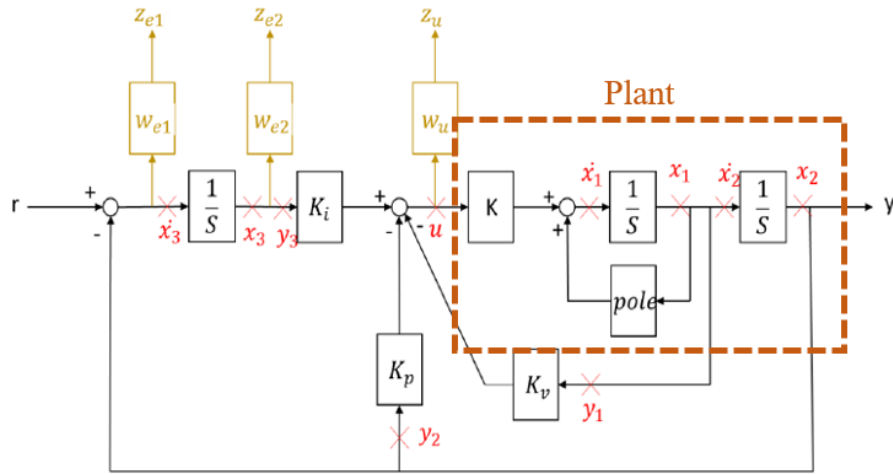


圖 2：系統狀態與控制回授

上圖為理想情況下的系統狀態與受控場，此時線性馬達與載台的Plant可視為一個二階系統，而其所對應之狀態空間(State space)如下：

$$P = \begin{array}{c} \begin{array}{c} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \\ z_{e2} \\ z_{e1} \\ z_u \\ y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{array} \begin{array}{c|c|c|c|c} x_1 & x_2 & x_3 & r & u \\ \hline pole & 0 & 0 & 0 & K \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ \hline 0 & -W_{e1} & 0 & W_{e1} & 0 \\ 0 & 0 & W_{e2} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & W_u \\ \hline 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \end{array} = \begin{array}{c} \begin{array}{c|c|c} A & B_1 & B_2 \\ \hline C_1 & D_{11} & D_{12} \\ \hline C_2 & D_{21} & D_{22} \end{array} \end{array}$$

四、參考文獻

- [1] Lee, Chibum, and Srinivasa M. Salapaka, "Fast robust nanopositioning—a linear-matrix-inequalities-based optimal control approach." in *Mechatronics, IEEE/ASME Transactions on* 14.4: 414-422. 2009
- [2] C.-I. Huang and L.-C. Fu, "Adaptive approach to motion controller of linear induction motor with friction compensation," in *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, vol. 12, pp. 480-490, 2007.
- [3] M.-C. Tsai and C.-S. Tsai, "Chain scattering-matrix description approach to H_∞ control," *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 38, pp. 1416-1421, 1993.
- [4] Ding, H., & Wu, J. "Point-to-point motion control for a high-acceleration positioning table via cascaded learning schemes." in *Industrial Electronics, IEEE Transactions on*, 54(5), 2735-2744, 2007.
- [5] Yang, F., Ming, Z., Wen, T., Zhang, T., & Zhu, Z. "Research on control methods of permanent magnet synchronous motor position servo system." In *Advanced Mechatronic Systems (ICAMEchS), 2015 International Conference on* (pp. 261-266). IEEE, Aug 2015.

計畫名稱:智慧型雙輪助行車

一、計畫目的

本計畫是由機械系的四位教授共同執行，其目的為發展長者所使用之助行車。發展的技術包括：視覺的跟隨模式(圖 1)、觸覺的扶持模式(圖 2)與車體控制。台灣正迅速的邁入高齡化社會，年齡超過 65 歲以上之長者自民國 93 年占總人口比例 9.5%，至 103 年底已升至 12%。本研究期望能夠讓老人之生活品質提高，幫助高齡人口生活更加便利，讓老人或無法久走或需扶持之人一樣可以起身走動；在使用者不需扶持時讓機器人有自我跟隨之能力。

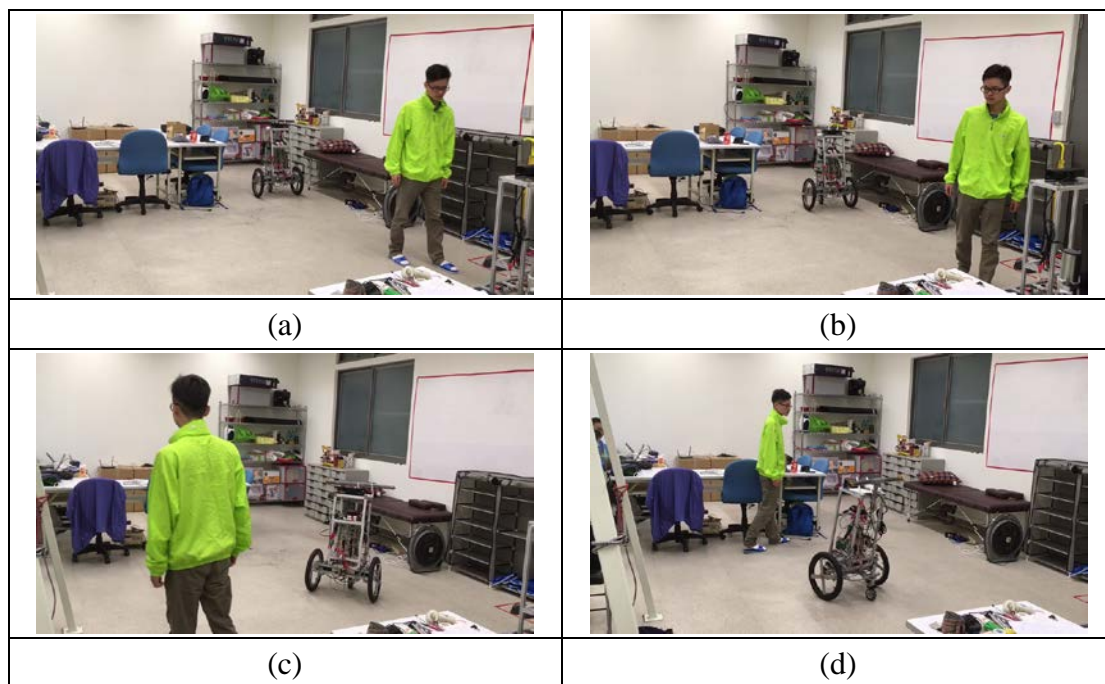


圖 1 跟隨模式

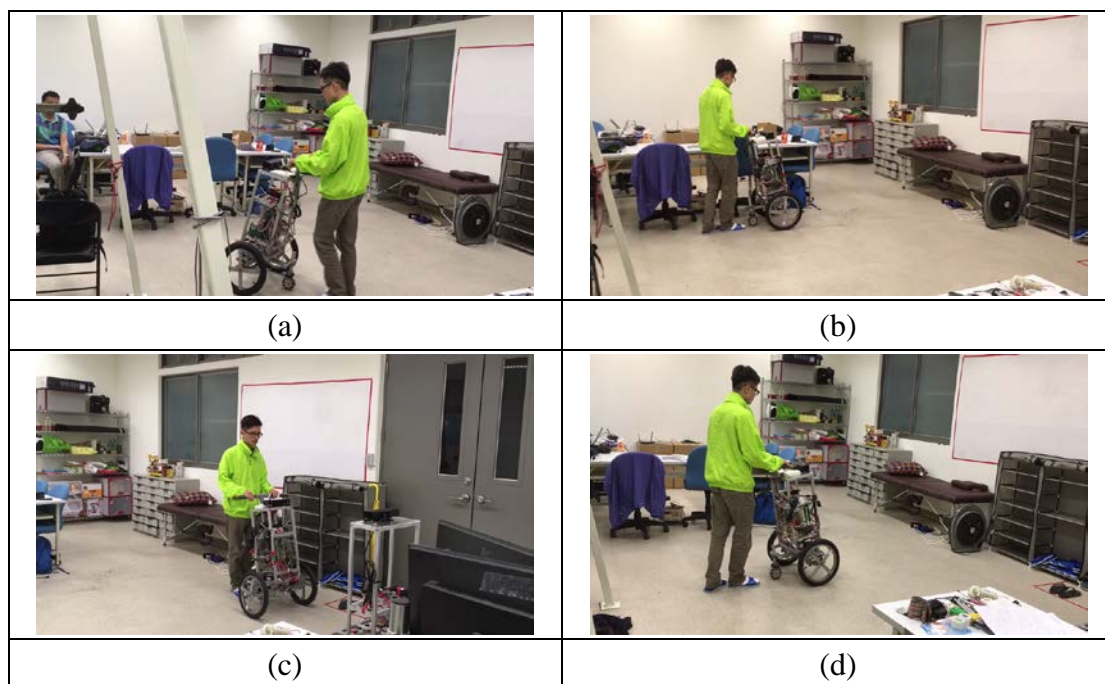


圖 2 扶持模式

計畫名稱::微創手術多軸內視鏡機器人設計及控制

一、計畫目的

本計畫旨於開發微創手術專用之內視鏡扶持手臂，其子任務分為「末端固定」與「避障」兩項。一般避障機械手臂以七軸為主，但由於「末端固定」的任務只需要三個自由度，本計畫嘗試以六軸機械手臂同時達成兩項子任務。應用零空間阻抗控制，於 Matlab 模擬(圖 1)後實行於 RA605 六軸機械手臂(圖 2)、新漢 NexRobotEdu 套件與控制器(圖 3)，預期帶給微創手術或自動化工廠更安全與方便的環境。

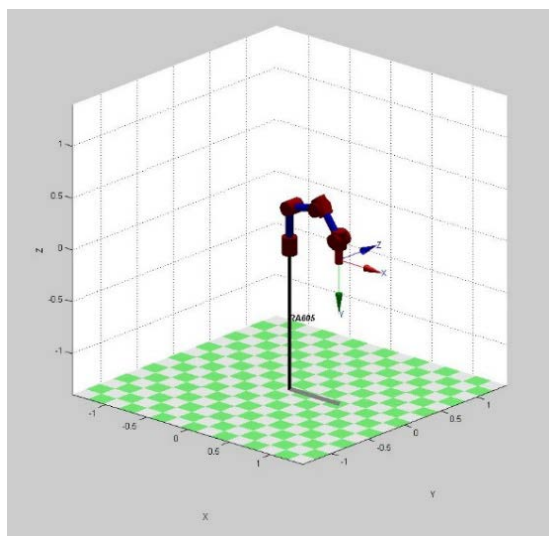


圖 1：Matlab-rvctools



圖 2：RA605 六軸手臂



圖 3：新漢控制器

二、相關論文

[1] H. Sadeghian, M. Keshmiri, L. Villani, and B. Siciliano, "Null-space impedance control with disturbance observer," in Proc. IEEE/RSJ Int. Conf. Intell. Robots Syst., 2012, pp. 2795–2800

計畫名稱: 智慧節能 IPHEV 動力系統暨 XIL 平台發展驗證:電池與HCU

一、計畫目的

本計畫為台大和華創合作的 NEP2(國家能源計畫)附屬計畫，目的為發展替代能源以及節能，目前本實驗室負責的部分為車用通訊以及車用電池模擬估測。通訊的部分以 HCU 和 dspace(動力系統模擬環境平台) 做連結並能夠傳送訊息。電池的部分以軟體建立電池模型做 SOH 估測、並改善 SOC 估測誤差、模擬動態行駛狀態下電壓變化曲線。

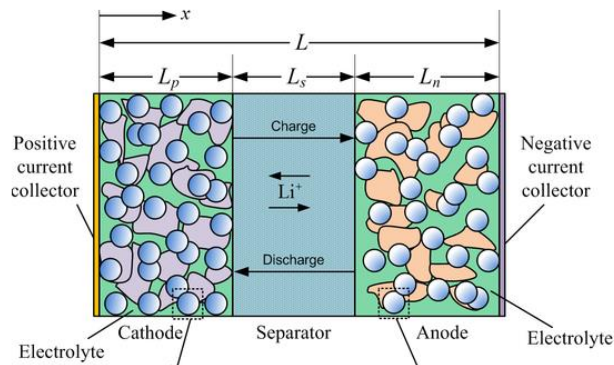


圖 1 電池模型介面圖

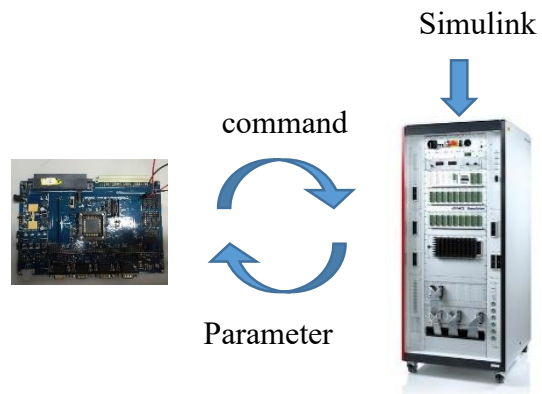


圖 2 dspace 和 HCU 溝通示意圖

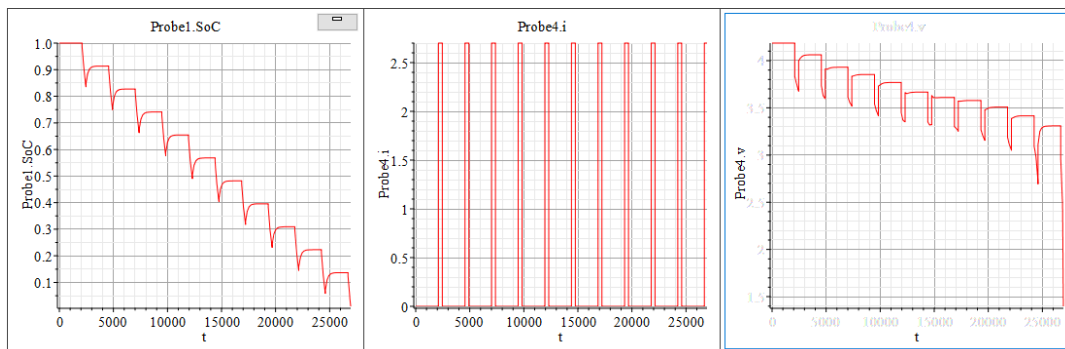


圖 3 電池 1C 放電模擬

二、相關論文

1. CarsDirect (n.d.). Plug In Hybrid Advantages and Disadvantages. Retrieved May 12,2016, from: <http://www.carsdirect.com/green-cars/plug-in-hybrid-advantages-and-disadvantages>
2. Freescale (2013, Jun 26) MPC5643L Microcontroller Reference Manual Rev.10
3. Dao, T.S., Vyasarayani, C.P., McPhee, J.: Simplification and order reduction of lithium-ion battery model based on porous-electrode theory. Journal of Power Sources 198 (2012) 329– 337