

自動組: TDK i-Auto 及全球傳動

指導老師：李聯旺 博士

參賽同學：林鼎恆、洪復成、莊健昱、余鈞愷

龍華科技大學機械工程系

機器人簡介

蘋果公司的產品從 iMac、iPod、iTunes 到 iPhone，名稱都加上「i」這個前綴字母，最初的意思是網路(internet)，宣示了網路時代的來臨；到後期「i」的意義進一步擴充，也代表「我」的意思，意味著獨立性，龍華科技大學機械系這次參加 TDK 競賽想表現的也是我們的獨特思想，蘋果公司不管是電腦或是現在最流行的智慧型手機都佔有一席之地，我們也希望能像蘋果公司一樣在 TDK 比賽場上表現出色。本屆我們所參加的組別為自控組，須要靠機器人本身自己的控制能力來完成所有關卡所以我們選用 Auto 這個名字來突顯我們製作的機器人所擁有的自主性。最終命名為「i-Auto」。

設計概念

龍華科技大學全球傳動隊的 iAuto 機器人，採 8 個車輪的結構設計，全車的結構採鋁矩形構件，重量輕結構强度高，驅動使用 PU 輪，輔助輪以鐵氟龍膠帶減少摩擦力，可減小迴轉半徑，上下階梯採步進馬達搭配滾珠螺桿的驅動方式來完成，藉此通過第一關的馬卡道路區；聖杯夾取機構以 3D 列印方式製作，具有重量輕與製作修改快速的優勢，為順利及確切配合聖杯形狀所以改良夾爪前端之型狀，使聖杯不易晃動，藉此完成聖杯的夾取動作；聖杯平衡裝置運用重力原理使聖杯保持水平狀態，讓聖杯中的生命之球不會因機器人行徑間的震動而掉落；電控部分則使用 LabVIEW 圖控軟體來完成所有 I/O 訊號之擷取與馬達的驅動控制。

機構設計

此次 TDK 競賽有馬卡道路區、半屏山區及斜張橋區等比賽區域，要應付此比賽場地每一關卡，朝著關卡需求加

以設計機器人之機構動作，除了需通過路面不平的區域外，還要避免機械手臂夾取之聖杯中的生命之球掉落，『i-Auto』設計了重力平衡裝置，利用不倒翁的原理，不管路面傾斜度多大都自動完成自主平衡。此次比賽所設計的 i-Auto 機器人之側視、俯視及前視圖，如圖 1-3 所示。

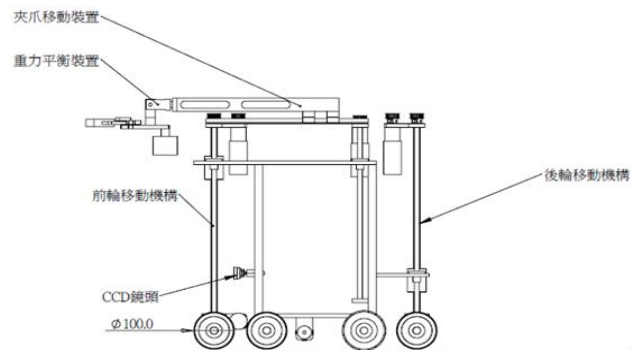


圖 1 i-Auto 機器人機構側視圖

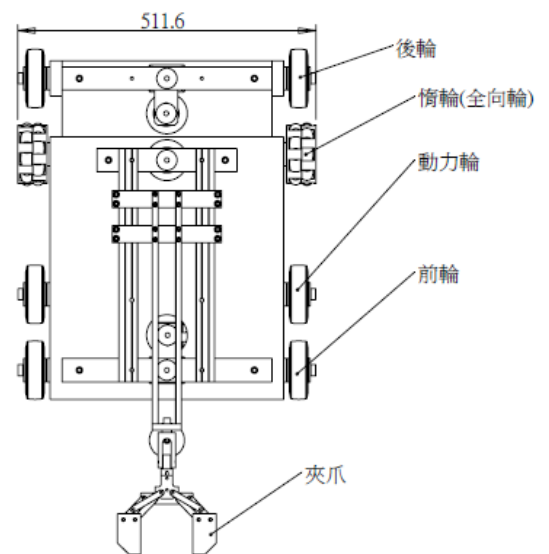


圖 2 i-Auto 機器人機構俯視圖

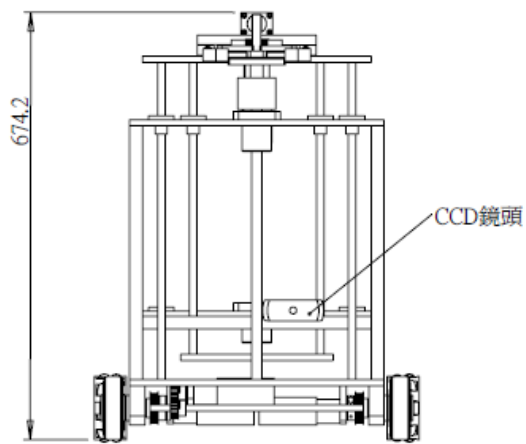


圖 3 i-Auto 機器人機構前視圖

i-Auto 機器人整合影像伺服於自動夾取與搬運，利用影像伺服使機器人自動趨近目標，基於位置視覺伺服的運動機制，使機器人確切到達目標點。因應崎嶇不平的路面及防止聖杯中的生命之球掉落，i-Auto 機器人設計了重力平衡裝置，利用地心引力讓聖杯能保持平衡，夾爪機構如圖 4 所示。

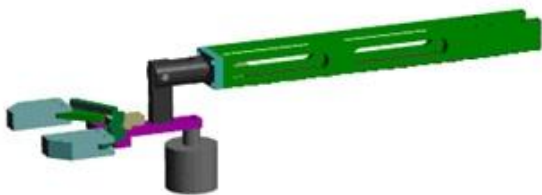


圖 4 夾爪機構示意圖

i-Auto 機器人的升降機構及障礙克服動作示意如圖 5 所示，當機器人感應到馬卡道路區的階梯時(圖 5(a))，利用滾珠螺桿之設計將前輪向上提高(圖 5(b))。接著將動力輪與全向輪利用同樣的原理提升高度(圖 5(c))，之後後輪也依同樣的方法提高，最後再將平台恢復原來的樣子，就可順利通過馬卡道路的障礙限制(圖 5(d))。

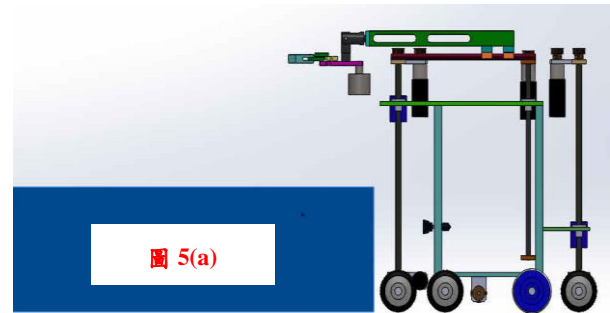


圖 5(a)

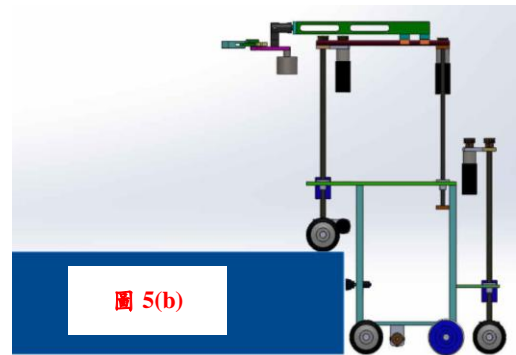


圖 5(b)

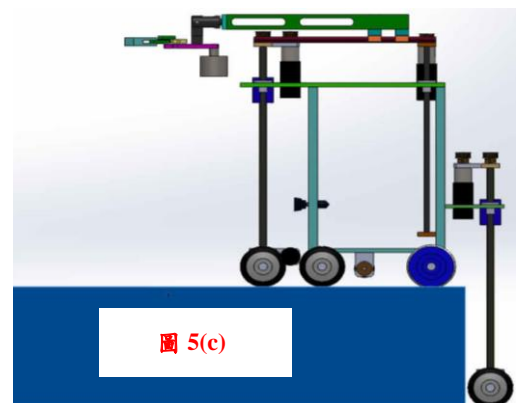


圖 5(c)



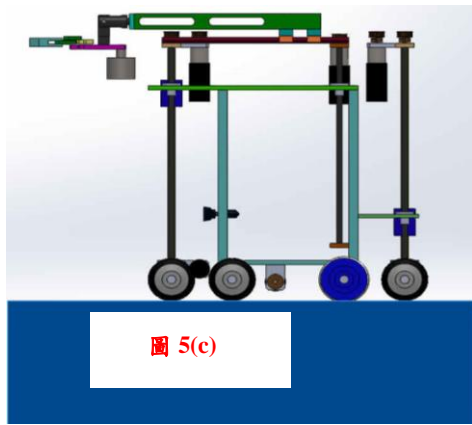


圖 5 馬卡道路障礙克服動作示意圖

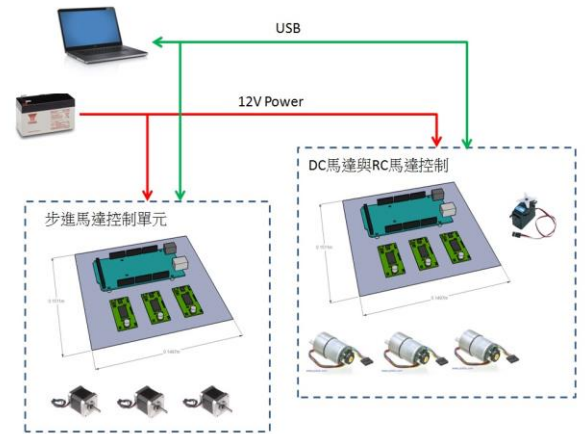


圖 7 電控系統方塊示意圖

機電控制

i-Auto 服務型機器人的電路設計如圖 6 所示。其中電控設計部分主要包含：電源供應、PC-Based 控制、動力與感測等四大單元，圖 7 為電控系統方塊。電源供應部分使用一顆 12V 7AH 鋰電池，供應給輪胎驅動的 2 個伺服馬達及輪胎驅動外的所有電源需求。PC-Based 控制單元採用 Acer 公司生產之 Aspire S3 電腦搭配 LabVIEW 撰寫之控制程式進行控制。動力單元總共包含 3 個步進馬達模組、2 個 DC 馬達模組與 2 個 RC 馬達模組。感測部分則將於下一節的感測器設計進行介紹。

參賽感言

這是我們機械系第二次參加 TDK 的比賽也是龍華科大第二次參加，在這經驗不足的情況下我們必須靠著我們自己的想像力及參考去年的比賽影片來設計這次所適合的機構，製作途中我們頻頻遇到一些突發狀況及困難，不過也因為這些小插曲讓我們學習到如何解決問題。比賽與製作的過程雖然很累，但我們認為自己下場比賽是一種經驗，觀看其他學校的比賽以及觀察他人機構的想法更是無價的。這不但可以自我改進，也可以吸取他人的經驗。接下來會把我們所學傳承給學弟妹，並且鼓勵學弟發揮自己的創意，來參加下一屆的 TDK 比賽，也感謝指導老師耐心的教導。

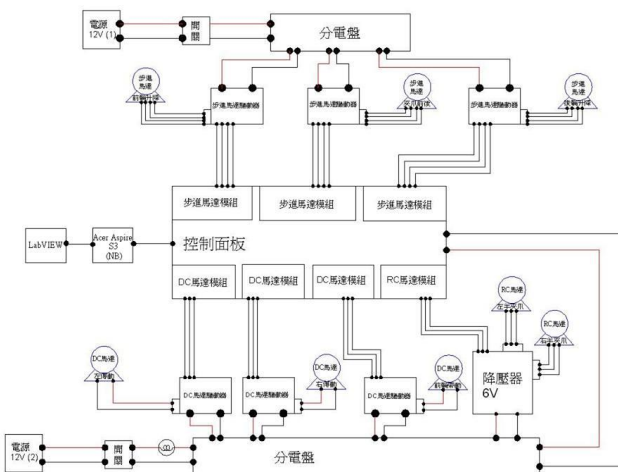


圖 6 i-Auto 機器人的電路設計圖

感謝詞

感謝 TDK 財團法人文教基金會與高雄應用科技大學贊助 TDK 全國大專院校創思設計與製作競賽，感謝龍華科技大學應天華校友圓夢基金及全球傳動科技股份有限公司的贊助與支持，最後特別感謝指導老師的耐心與不辭辛勞的教導。

參考文獻

[1] D. Calisi, D. Nardi, K. Ohno, and S. Tadokoro. "A Semi-autonomous Tracked Robot System for Rescue

- Missions,” *SICE Annual Conference*, pp.2066-2069, Aug. 2008.
- [2] T. Kamegawa, T. Yamasaki, and F. Matsuno, “Evaluation of Snake-like Rescue Robot Kohga for Usability of Remote Control,” *IEEE International Workshop on Safety, Security and Rescue Robotics*, pp.25-30, 2005.
- [3] I. J. Cox, “Blanche-an experiment in guidance and navigation of an autonomous robot vehicle,” *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, Vol. 7, pp. 193-204, 2003.
- [4] P. Jensfelt and H. Christensen, “Laser based position acquisition and tracking in an indoor environment,” *Proceedings of the IEEE International Symposium on Robotics and Automation*, pp. 331-338, 1998.
- [5] R. Want, A. Hopper, V. Falcao, and J. Gibbons, “The active badge location system,” *ACM Transactions on Information Systems*, Vol. 10, No. 1, pp. 91-102, 1992.
- [6] A. Elfes, “Sonar-based real-world mapping and navigation,” *IEEE Journal of Robotics and Automation*, Vol. 3, pp. 249-265, 1987.
- [7] Y. Han and H. Hahn, “Localization and classification of target surfaces using two pairs of ultrasonic sensors,” *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 33, No.1, 2000.
- [8] Y. Ando and S. Yuta, “Following a Wall by an Autonomous Mobile Robot with a Sonar-Ring,” *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Vol. 1, pp.2599-2606, 1995.
- [9] M.A. Martinez, J.F. Gonzalez and J.L. Martinez, “The DSP Frequency Sonar Configuration of the RAM-2 Mobile Robot,” *IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Vol. 10, pp.113-119, 1997.
- [10] Y. Nevatia, T. Stoyanov, R. Rathnam, M. Pfingsthorn, S. Markov, R. Ambrus, and A. Birk, “Augmented Autonomy: Improving human-robot team performance in Urban Search and Rescue,” *Proceedings of 2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 2103-2108, 2008.
- [11] 黃茂坤編著，工業用超音波檢測實務彙編，中船公司編印，1997。
- [12] 陳瑞和編著，感測器，全華圖書出版，1994。
- [13] 蕭任斌，分散式救援機器人之即時影像防震與伺服定位，電機與控制工程學系（國立交通大學，新竹 2009）。
- [14] Y. M. Yeh, S. J. Wang, and H. C. Chiang, “Digital Camcorder Image Stabilizer Based on Gray-coded Bit-plane Block Matching,” *Optical Engineering*, vol. 40, pp. 112-120, Oct. 2001.
- [15] S. Erturk, “Digital Image Stabilization with Sub-image Phase Correlation Based Global Motion Estimation,” *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 49, no. 4, pp. 1320-1325, Nov. 2003.
- [16] J. Y. Chang, W. F. Hu, M. H. Cheng, and B. S. Chang, “Digital Image Translational and Rotational Motion Stabilization Using Optical Flow Technique,” *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 48, no. 1, pp. 108-115, Nov. 2002.
- [17] H. C. Chang, S. H. Lai, and K. R. Lu, “A Robust Real-time Video Stabilization Algorithm,” *Journal of Visual Communication and Image Representation*, vol. 17, no. 3, pp. 659-673, Jun. 2006.
- [18] J. S. Jin, Z. Zhu, and G. Xu, “A Stable Vision System for Moving Vehicles,” *IEEE Trans. on Intelligent Transportation Systems*, vol. 1, no. 1, pp. 32-39, March 2000.
- [19] A. Barton-Sweeney, D. Lymberopoulos, and A. Sawides, “Sensor Localization and Camera Calibration in Distributed Camera Sensor Networks,” *3rd International Conference on Broadband Communications, Networks and Systems*, pp. 1-10, Oct. 2006.
- [20] D. Devarajan and R. J. Radke, “Distributed Metric Calibration of Large Camera Networks,” *1st Workshop on Broadband Advanced Sensor Networks*, 2004.
- [21] W. E. Mantzel, C. Hyeokho, and R.G. Baraniuk,

- “Distributed Camera Network Localization,” *Thirty-Eighth Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers*, vol. 2, pp. 1381-1386, Nov. 2004.
- [22] K. Qian, X. Ma, X. Dai, and C. Hu, “A Multi-camera Approach to Tracking and Localization of People with Coexisting Robots,” *Intelligent Control and Automation*, 2008, pp. 5162-5167, June 2008
- [23] P. Aarabi, “The Application of Spatial Likelihood Functions to Multi-camera Object Localization,” *Proc. of SPIE*, vol. 4385, 2001.
- [24] Y. Wang, H. Lang, and C. W. Silva, “Visual Servo Control and Parameter Calibration for Mobile Multi-robot Cooperative Assembly Tasks,” *IEEE International Conference on Automation and Logistics*, pp. 635-639, Sept. 2008.
- [25] G. Chesi, G. L. Mariottini, D. Prattichizzo, and A. Vicino, “Epipole-based Visual Servoing for Mobile Robots,” *Advanced Robotics*, vol. 20, no. 2, pp. 255-280, 2006.
- [26] S. Kim and S. Y. Oh, “Hybrid Position and Image Based Visual Servoing for Mobile Robots,” *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, vol. 18, no. 1, pp. 73-28, 2007.
- [27] 葉忠憲，移動式機械臂之抓物控制設計，電機與控制工程學系（國立交通大學，新竹 2005）。
- [28] Trilobite 機器人 <http://www.electrolux.com>
- [29] Roomba 機器
<http://www.roomba.com.tw/product/780.html>
- [30] Roomba 機器人
<http://www.roombavac.com/buyroomba/defaultB.asp>
- [31] SECOM公司 <http://www.secom.co.jp>
- [32] S. C. Hsu, S. F. Liang, and C. T. Lin, “A Robust Digital Image Stabilization Technique Based on Inverse Triangle Method and Background Detection,” *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, vol. 51, no. 2, pp. 335-343, 2005.
- [33] J. H. Lee, K. W. Lim, B. C. Song, and J. B. Ra, “A Fast Multi-Resolution Block Matching Algorithm and its LSI Architecture for Low Bit-Rate Video Coding,” *IEEE Trans. on Circuit and Systems for Video Technology*, vol. 11, no. 12, 2001.
- [34] 張家瑞，智慧型機器人應用於土木工程檢監測之研究，土木工程系專題研究計畫成果報告（明新科技大學，新竹 2008）。