

105 年「機電工程專題競賽與成果展」

作品中文名稱：海上作業系統之自主式姿態穩定

作品英文名稱：A Self-Balance System for Navel
Operation Vehicles

國立中山大學 機械與機電工程學系

李富群 B023022037

黃麒祐 B023022016

朱浩銓 B023022020

郭佳昇 B023021054

指導教授:程啟正 教授

主辦單位：國立中山大學機械與機電工程學系

一、 摘要

為克服船隻在水面行駛遭遇風浪所造成的顛簸影響，擬將甲板與船體隔離，並於甲板上設計一個能對外在擾動進行姿態平衡與誤差補償的平台穩定系統。實現方法乃以 Stewart 和 Delta 機構為出發點進行延伸，避免高自由度且複雜的運動方程式，並設計出適合狹小船艙的簡易機構。結合慣性測量元件(IMU)以獲得系統即時姿態資訊，再回傳給單晶片微控器做逆向運動學計算，藉此控制伺服馬達以達到平台自主姿態穩定。透過在游泳池的實際測試顯示，所提出的系統架構能有效地降低顛簸影響，而給予乘坐者更平穩地搭船感受。

關鍵詞: 即時姿態、平台穩定、IMU

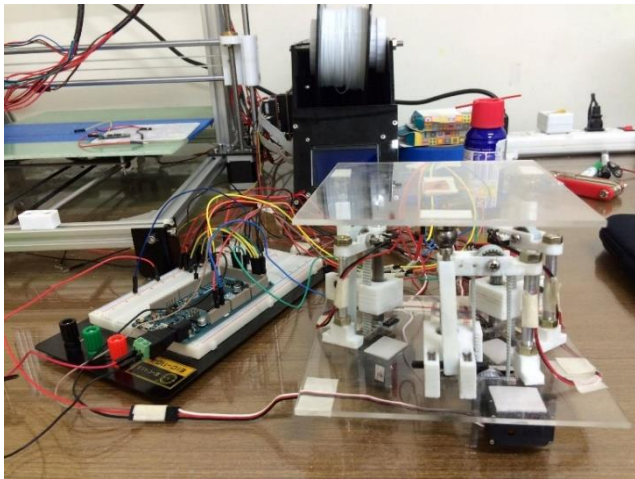
二、 動機與目的

近年來小型無人空拍機發展蓬勃，其中的三軸向攝影器材穩定裝置[2]，利用馬達旋轉抵銷掉攝影機因外在環境的影響所造成之偏移與轉動[6]。我們認為這是一個很實用的系統，可以將其應用在其他領域；有位組員分享了去蘭嶼時暈船的經驗，希望藉由系統控制座椅的傾斜，抵銷波浪的影響以減緩暈船的症狀。

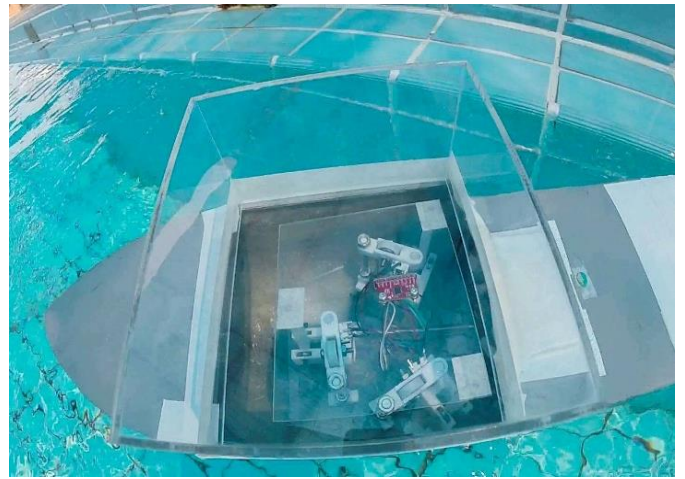
目的方面，我們也發想了一些合適的應用。例如：鑽油平台吊運補給貨物；提高水上工作船之風浪忍受度；觀光船座艙的舒適度；軍艦的雷達的精確度等。

三、 研究內容

對設計之機構進行運動學分析，了解機構特性與運動方程式[1]。透過 IMU 接收即時姿態資訊[3] [4]，回傳到單晶片控制板並以程式實現 PD 控制理論[5]，分別決定三顆連續旋轉型伺服馬達之 PWM 訊號，帶動(圖一)之機構，讓(圖二)中的平台不隨船晃動。



圖一、機構本體



圖二、成品

鑽油平台吊運補給貨物時，穩定補給船之甲板，增加補給時之風浪忍受度；離岸風機建置時，減低風浪對作業的影響；觀光船的座艙，藉由系統控制座椅的傾斜，抵銷波浪的影響以減緩暈船的症狀；軍艦的雷達的精確度，也常會受到風浪的影響，無法對著指定的方向搜尋敵機，若是能利用平台穩定讓雷達減少波浪的影響，不僅能維持對空搜索的角度，還能增加偵測距離與降低所需的發射功率。



圖三:工作船

四、結果與討論

為了方便觀察實驗結果，分別在機構平台與船上甲板架設 Gopro 攝影機與 IMU，攝影結果如下，(圖四)為機構平台上之攝影畫面；(圖五)為甲板上未平衡之攝影畫面。從遠方的水平線來觀察，可明顯看出機構平衡之效果。

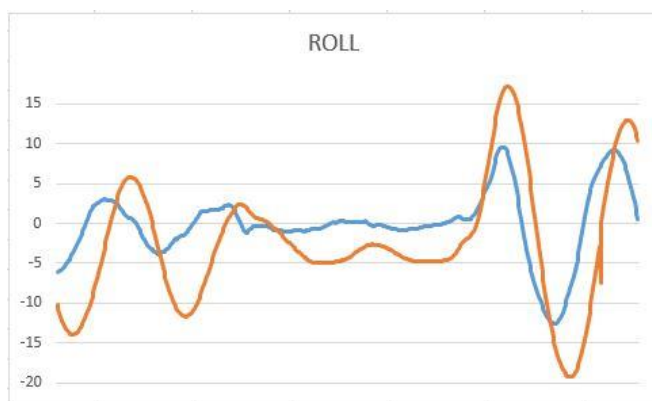


圖四、機構上之攝影畫面

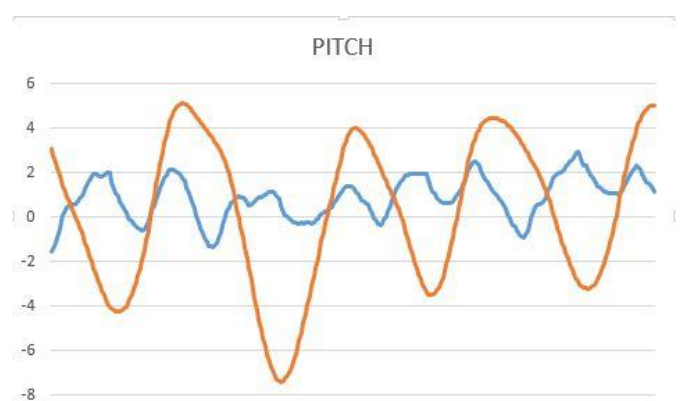


圖五、甲板上之攝影畫面

同時，也透過藍芽，將機構上與甲板上的 IMU 資訊，回傳至電腦，紀錄與繪圖如下，其中，(圖六)與 (圖七)分別為 Roll 與 Pitch 軸向之角度變化紀錄；藍色線條為機構平衡後之 IMU 即時角度之繪圖，而橘色線條則為甲板上未平衡之 IMU 即時角度之繪圖，由圖中看出可以減少 40%至 60%之波浪影響角度。



圖六、Roll 軸向之角度變化



圖七、Pitch 軸向之角度變化

註:圖中之縱軸單位為角度；橫軸單位為時間。

本專題接下來可以選用更複雜的機構來增加自由度，例如使用 Stewart 機構，可以操控六個自由度，來改善上下左右加速度變化的問題，或配合更高精度的伺服馬達及搭配光纖陀螺儀，應用在更精密的平衡系統上，例如極地探勘船的實驗室中。

五、 致謝

謝謝程啟正教授在這一年內無數次與我們的定期研討，並幫助我們解決研究過程中遇到的一切問題。還有林宗正老師於實驗期間場地安排與協助；機構製作過程中游亞榮同學的技術協助，及系辦與工廠在這段時間提供的資訊、場地與設備。

六、 參考文獻

- [1] 洪佳杰，史都華平台原理與定位方式，老人福祉科技研究中心，元智大學，桃園，2009。
- [2] R. Clavel. "Device for the movement and positioning of an element in space", 1989.
- [3] Te-Chih Liu, "IMU-Based Image Stabilization for Humanoid Robot Walking", Master Degree, Tamkang University, Department of Electrical Engineering, 2015.
- [4] M. S. Grewal, V. D. Henderson, and R. S. Miyasako, "Application of Kalman filtering to the calibration and alignment of inertial navigation systems", Automatic Control, IEEE Transactions on, vol. 36, pp. 3-13, 1991.
- [5] W. H. Liao, "Implementation of a DSP-based Sensor Fusion System: An Integrated System of GPS and IMU", Master Degree, National Chiao Tung University, Department of Mechanical Engineering, 2010.
- [6] K. Sugimoto, "Kinematic and Dynamic Analysis of Parallel Manipulators by Means of Motor Algebra", ASME Journal of Mechanisms, Transmission and Automation in Design, Vol. 109, pp. 3-7, 1986.