

出國報告(出國類別：國際會議)

IET 2016 國際研討會

**Attitude Stabilization of a Quad-rotor UAV
Based on Two-Stage Cascaded PID control**

(四旋翼無人機兩級串接式 PID 姿態穩定控制器之研製)

服務機關：國立虎尾科技大學

姓名職稱：宋朝宗、王祖齡

派赴國家：日本

出國期間：6 / 23 – 6 / 27

報告日期：2016 / 06 / 26

摘 要

IET 研討會是由日本名古屋工業大學所主辦，其國際組織委員會 (International Organizing Committee) 由世界各知名大學的教授所組成，本研討會為世界創新、工程以及科技界一年一度的重大盛會，故在相關技術領域具有相當重要的學術地位與重要性。IET 研討會訂於民國 105 年 6 月 24 日至民國 105 年 6 月 26 日，假札幌國際會議中心 (Sapporo Convention Center) 舉行。本研討會將匯集全球教授，研究人員和學者，發表最新的創新性、工程技術和高科技研發的最新研究成果與發展趨勢。隨著創新、工程和技術的日新月異，未來的科技發展變得越來越複雜，而延伸出跨領域的技術連結與互動之趨勢。所以，IET 研討會在創新、工程和科技的理論演進與技術研發，IET 2016 提供一個優良的國際交流的平台與機會。本研討會蒐集了許多於工程與科學應用方面有顯著貢獻及理論研究之論文，其中包括：土木工程、材料科學、電子工程、化學工程、機械工程、環境科學、生物醫學工程等相關領域。而本次發表之論文名稱為“四旋翼無人機飛行姿態之兩級串接式 PID 控制器設計與實現 (Attitude Stabilization of a Quad-rotor UAV Based on Two-Stage Cascaded PID control)”，主要探討四旋翼無人機之相關技術與研究，並提出姿態控制方法與飛行控制器之實現。

目次

摘 要	i
一 目的	1
二 過程	1
三 心得及建議	5
附錄一	6
附錄二	8

一 目的

IET 研討會是由日本名古屋工業大學所主辦，其國際組織委員會 (International Organizing Committee) 由世界各知名大學的教授所組成，本研討會為世界創新、工程以及科技界一年一度的重大盛會，故在相關技術領域具有相當重要的學術地位與重要性。此次 2016 World Conference on Innovation, Engineering, and Technology (IET 2016) 舉行時間為民國 105 年 6 月 24 日至民國 105 年 6 月 26 日，假札幌國際會議中心 (Sapporo Convention Center) 舉行。本研討會將匯集全球教授，研究人員和學者，發表最新的創新性、工程技術和高科技研發的最新研究成果與發展趨勢。故此研討會為一提供於創新、工程與技術之國際平台，提供各國學者探討及討論相關之主題。而本次參加之目的是學習各領域最前端之技術，了解目前各領域之發展情況，並也提出本研究成果與各國學者先進探討、接受指教與學習。

本次發表之論文名稱為“四旋翼無人機飛行姿態之兩級串接式 PID 控制器設計與實現”(Attitude Stabilization of a Quad-rotor UAV Based on Two-Stage Cascaded PID control)，於論文中探討四旋翼無人機之相關研究與技術、飛行控制器之功能規劃與設計及系統實現與測試。

二 過程

2016 IET 研討會之會場為札幌會議中心，如圖 1 所示，地點位於地鐵東札幌站附近，至地鐵站後再步行約 10 分鐘。本研討會之主要議程分為三天：第一天 (6/24) 為註冊報到和開幕歡迎會 (Registration and Opening Ceremony)、大會主題演講 (Keynote Speech) 以及本屆優秀論文之頒獎 (Outstanding Paper Award Paper Ceremony)；第二天 (6/25) 為論文發表，包含 15 場的口頭論文發表和三場的壁報論文發表；第三天 (6/26) 亦為論文發表，包含 20 場的口頭論文發表和三場的壁報論文發表。本研討會的主要議程詳如附錄一所示。



圖 1、札幌會議中心

以下簡述本研討會第三天之相關議程，論文發表實況如圖 2 所示，上午 A7 議程共有四篇論文發表，依序分別為

- (1) The Design Thinking for Seniors' Oversea Traveling Smart Services with the Application of Wearable Devices and IoT Wearable Devices
- (2) Discovering Technological Commercialization Opportunities Through Networks
- (3) University-Industry Collaboration: Exploring the Effect on University Researchers
- (4) Exploring Factors Influence Consumer Intention to Use on Eco-Innovative Products in Thailand's Agricultural Sector

下午 A8 議程共有四篇論文發表，依序分別為

- (1) A Framework to Assist Human-Human Interaction Using a Smartphone
- (2) Load-Based Power Saving for Downlink Non-Real-Time Traffic in LTE-TDD
- (3) Analysis and Modelling of Energy Consumption for Wireless Control Modules in Schedule-Driven Mode

(4) Park Users and Evacuees Increment by Means of Parking Lots Enlargement
Through PPP Procurement in Park Management



圖 2、會議 A7

本次研討會的論文是以壁報方式發表，張貼於壁報論文第五場（Poster V），其張貼現場與實況如圖 3 所示。

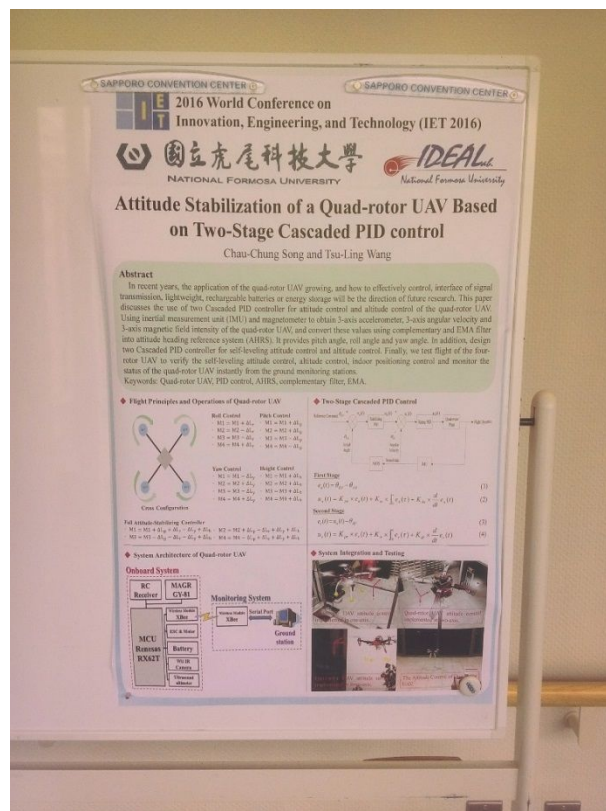


圖 3、投稿論文海報

本篇論文的主題與摘要詳述如下，所張貼之海報如附錄二所示：

【論文題目】Development of an Attitude-Stabilizing Controller for Quad-Rotor UAV

Based on Two-Stage Cascaded PID Control

【論文作者】Tsu-Ling Wang and Chau-Chung Song

【論文摘要】In recent years, the application of the quad-rotor UAV is rapidly

growing, the popular topics of research are focused on how to effectively control, the interface design of microprocessor and signal process, the body lightweight, and rechargeable batteries or energy storage. This paper studies and develops the design of cascaded PID controller for self-stabilizing control, position-hovering control and altitude-holding control of quad-rotor UAVs. Applying the inertial measurement unit (IMU) and magnetometer, the 3-axis accelerometer, 3-axis angular velocity and 3-axis magnetic field intensity of quad-rotor UAV are obtained, and further convert these data by using the complementary and EMA filter into attitude heading reference system (AHRS) which provides the pitch angle, roll angle and yaw angle. Moreover, the attitude-stabilizing controller for quad-rotor UAV is designed and implemented. Finally, the flight tests of the four-rotor UAV are performed to evaluate and verify the system performance of the proposed attitude-stabilizing PID controller. The test platform with monitoring function is used to receive and gather the real-time status of quad-rotor UAV on the ground stations. Furthermore, the system feasibility and practicality of the proposed cascaded PID Controller is tested and evaluated in this paper.

IET 2016 研討會的特色在於每天不同時段展出不同的論文，每次的展示都有不同的主題性，並藉借由參加這次的會議，觀摩來自不同國家的學者所提出來的論文，圖 4 為本研討會結束後與會人員合影的大合照。



圖 4、與會人員的大合照

三 心得及建議

隨著創新、工程和技術的日新月異，未來的科技發展變得越來越複雜，而延伸出跨領域的技術連結與互動之趨勢。所以，IET 2016 研討會在創新、工程和科技的理論演進與技術研發，提供一個優良的國際交流的平台與機會，本研討會將匯集許多在工程與科技方面，具有嶄新的創新技術和應用的理論和技術論文，主要包括航空太空、電子電機、資通訊網路、大數據資訊、生物醫學、能源技術、工程材料科學、機械工程、環境科學、化學工程、土木工程等相關前瞻性技術領域。本次研討會的 Keynote Speake 為北海道大學的 Tsuyoshi Yamamoto 教授，主題為"Understanding Big Data Through Visualization"。

本研討會之組織與審查相當嚴謹，所有的論文必須由至少兩位相關領域的專業研究人員，進行 blind review 的過程而且審查通過，始可於研討會中進行論文發表。所以，IET 2016 研討會之規劃與執行均相當嚴謹，對於創新、工程與技術相關之主題研究提供一個很好之觀點與前瞻技術的學術與技術交流平台，相當值得國內相關研討會之觀摩與學習。

附錄一

Conference Schedule

Friday, June 24, 2016 14:00~16:00 Registration	
Time	
14:30~16:00	Opening Ceremony Welcome Remarks Keynote Speech Tsuyoshi Yamamoto, Hokkaido University, Japan Speech Title: Understanding Big Data Through Visualization Outstanding Paper Awards Ceremony

Saturday, June 25, 2016 08:15-17:30 Registration			
Time	Room A	Room B	Room C
08:30~10:00	Session A1	Session B1	Session C1
10:00~10:30	Poster session I & Coffee Break		
10:30~12:00	Session A2	Session B2	Session C2
12:00~13:00	Lunch		
13:00~14:30	Session A3	Session B3	Session C3
14:30~14:45	Poster session II & Coffee Break		
14:45~16:15	Session A4	Session B4	Session C4
16:15~16:30	Poster session III & Coffee Break		
16:30~18:00	Session A5	Session B5	Session C5

Sunday, June 26, 2016 08:15-17:30 Registration				
Time	Room A	Room B	Room C	Room D
08:30~10:00	Session A6	Session B6	Session C6	Session D6
10:00~10:30	Poster session IV & Coffee Break			
10:30~12:00	Session A7	Session B7	Session C7	Session D7
12:00~13:00	Lunch			
13:00~14:30	Session A8	Session B8	Session C8	Session D8
14:30~14:45	Poster session V & Coffee Break			
14:45~16:15	Session A9	Session B9	Session C9	Session D9
16:15~16:30	Poster session VI & Coffee Break			
16:30~18:00	Session A10	Session B10	Session C10	Session D10



2016 World Conference on
Innovation, Engineering, and Technology (IET 2016).



國立虎尾科技大學

NATIONAL FORMOSA UNIVERSITY



IDEALab.

National Formosa University

Attitude Stabilization of a Quad-rotor UAV Based on Two-Stage Cascaded PID control

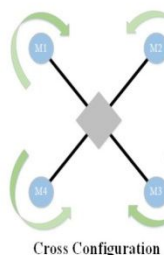
Chau-Chung Song and Tsu-Ling Wang

Abstract

In recent years, the application of the quad-rotor UAV growing, and how to effectively control, interface of signal transmission, lightweight, rechargeable batteries or energy storage will be the direction of future research. This paper discusses the use of two Cascaded PID controller for attitude control and altitude control of the quad-rotor UAV. Using inertial measurement unit (IMU) and magnetometer to obtain 3-axis accelerometer, 3-axis angular velocity and 3-axis magnetic field intensity of the quad-rotor UAV, and convert these values using complementary and EMA filter into attitude heading reference system (AHRS). It provides pitch angle, roll angle and yaw angle. In addition, design two Cascaded PID controller for self-leveling attitude control and altitude control. Finally, we test flight of the four-rotor UAV to verify the self-leveling attitude control, altitude control, indoor positioning control and monitor the status of the quad-rotor UAV instantly from the ground monitoring stations.

Keywords: Quad-rotor UAV, PID control, AHRS, complementary filter, EMA.

Flight Principles and Operations of Quad-rotor UAV



Cross Configuration

Pitch Control

- $M1 = M1 + \Delta L_p$
- $M2 = M2 + \Delta L_p$
- $M3 = M3 - \Delta L_p$
- $M4 = M4 - \Delta L_p$

Roll Control

- $M1 = M1 + \Delta L_r$
- $M2 = M2 - \Delta L_r$
- $M3 = M3 - \Delta L_r$
- $M4 = M4 + \Delta L_r$

Yaw Control

- $M1 = M1 - \Delta L_y$
- $M2 = M2 + \Delta L_y$
- $M3 = M3 - \Delta L_y$
- $M4 = M4 + \Delta L_y$

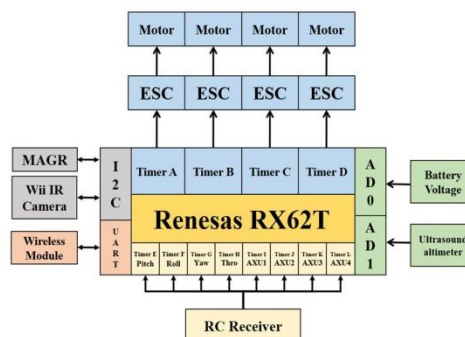
Height Control

- $M1 = M1 + \Delta L_h$
- $M2 = M2 + \Delta L_h$
- $M3 = M3 + \Delta L_h$
- $M4 = M4 + \Delta L_h$

Full Attitude-Stabilizing Controller

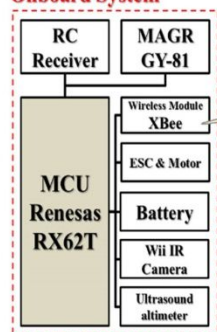
- $M1 = M1 + \Delta L_p + \Delta L_r - \Delta L_y + \Delta L_h$
- $M2 = M2 + \Delta L_p - \Delta L_r + \Delta L_y + \Delta L_h$
- $M3 = M3 - \Delta L_p - \Delta L_r - \Delta L_y + \Delta L_h$
- $M4 = M4 - \Delta L_p + \Delta L_r + \Delta L_y + \Delta L_h$

The system architecture of onboard system

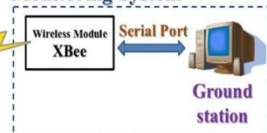


The system Architecture of the Quad-rotor UAV

Onboard System



Monitoring System



System Integration and Testing

