

生機年報

Annual Report of
Department of Biomechatronics Engineering
National Taiwan University



Biotech

Mechantronics

Agriculture

Machinery

2022



國立臺灣大學 生物資源暨農學院

生物機電工程學系年報

2022 (111 年度)

目 錄

壹、系所範疇與特色	2
一、簡介.....	2
二、沿革.....	4
三、硬體設施概況.....	7
四、人力資源概況.....	8
五、教學與學術研究目標.....	9
六、建築物興建或擴充更新.....	10
貳、教職員名錄及專長	11
參、經費及研究計畫	18
肆、新購儀器設備	22
伍、教學.....	23
一、大學部課程.....	23
二、研究所課程(碩士班及博士班).....	27
陸、研究成果	33
一、教師研究成果摘要.....	33
二、研究生論文題目及摘要.....	33
柒、學術活動	73
一、教師參與國際學術會議及國際考察.....	97
二、學生參與國際學術會議及活動.....	98
三、國際學者專家來訪.....	103
四、學術專題演講.....	104
五、研討會.....	105
六、校外教學參觀活動.....	106
七、農業推廣成果.....	106
捌、著作發表	108
玖、服務與獎授	119
一、服務.....	119
二、學術及教學獎授.....	125
三、教師指導學生獲重要獎項.....	125
拾、學生活動	127
一、學生名單.....	127
二、系學會.....	130
三、各項活動剪影.....	132

國立臺灣大學 生物資源暨農學院
生物機電工程學系暨研究所年報
(2022.01 ~ 2022.12)

壹、系所範疇與特色

一、簡介

臺大生物機電工程學系是以機電整合科技為核心、多元工程知識為周邊、與生物產業為應用藍海的理工科系，畢業生授予工學士學位。本系隸屬於臺大生農學院，有悠久的歷史與豐富的生物應用研發教育經驗。從農業機械化、生物產業自動化到新興生物工程技術開創，一路走來本系秉持著「將工程導入生命科學，讓生命科學啟發工程」的教育思維孕育生物工程跨界人才，為臺灣的生物產業、高科技產業與新興產業注入活力並深耕永續，歡迎二類組與三類組對工程科技有濃厚興趣的優秀學生加入本系。這個臺灣最高學府裡受自然和生命啟發的工程跨領域學系，將以多元且堅強的師資陣容帶給學生紮實的機電工程教育以及「機械系統」、「機電控制」、「人工智慧」、與「生物程序」等四大領域應用知識，賦予學生獨特的整合與開創能力。



「生物機電工程」乃是將機械、資訊、電機與化工等有關的基本工程知識與技術加以融合，以應用於生物產業的整合科技，是現代產業走向自動化，提昇產業競爭力的重要動力。本系的發展目標是以機電工程為本，促進生物產業的自動化與現代化為主軸，同時扮演生物和工程技術整合的重要角色。由於生技產業為國家重點發展目標產業之一，而且發展迅速，但生物技術若要能落實於產業之發展，不能僅止於基礎研究，亟需積極進行量產工程之研究及培育

量產工程專業人才，才能確保產業之穩定發展，並保持國家之競爭力。

1. 教育目標

大學部

秉持全人教育之理念，培養生物機電工程領域之專業人才，以增進人類福祉。

研究所

【碩士班】

秉持全人教育之理念，培養生物機電工程領域創新研發人才，以增進人類福祉。

【博士班】

秉持全人教育之理念，培養生物機電工程領域獨立創新研發與領導管理人才，以增進人類福祉。

2. 學生核心能力

學士班	碩士班	博士班
<ul style="list-style-type: none"> • 工程與科學基礎知識的運用能力 • 機械系統的分析與設計能力 • 感測與控制系統的分析與設計能力 • 生物機電系統的實作能力 • 跨領域整合、應用與創新能力 • 獨立思考及處理問題的能力 • 溝通、團隊合作與敬業樂群的能力 • 全球視野與終身學習的能力 	<ul style="list-style-type: none"> • 專精生物機電工程領域專業知識的能力 • 執行跨領域的能力 • 發掘問題、創新思考及解決問題的能力 • 策劃及執行專題研究的能力 • 撰寫專業論文的能力 • 具備管理及規劃的能力 • 重視專業倫理及社會責任 • 具備產業概念、全球視野與終身學習的能力 	<ul style="list-style-type: none"> • 專精生物機電工程領域專業知識的能力 • 專精跨領域與產學結合的能力 • 獨立解決問題的能力 • 獨立研究與教學的能力 • 參與國際學術活動的能力 • 領導、管理及規劃的能力 • 重視專業倫理及社會責任 • 培養產業概念、全球視野與終身學習的能力

二、沿革

本系源於 1928 年臺北帝國大學理農學部「農業工學教室」之創設，經歷臺灣大學農業工程學系機械組(1945~1981)、農業機械工程學系(AME:1981~2000)(Agricultural Machinery Engineering, AME)、生物產業機電工程學系(BIME:2000~2019)(Bio-Industrial Mechatronics Engineering, BIME)與今生物機電工程學系(BME:2019~迄今)(Biomechatronic Engineering, BME)四個時期。臺大成立之初，全校雖僅高坂知武先生一位農業機械教授與數名主修學生，然憑藉著早期師生對農機教育研究的熱誠與承擔開拓先河的勇氣，師生努力積極參與 1953 年政府推動農業機械化、1970 年加速推行農業機械化方案、1979 年農業機械化基金促進農業全面機械化等重要國家建設、人才培育與國際合作。此期間，全國農業機械領域師生規模大幅擴增，農業機械工程學系也於 1981 年於本校獨立成系。農機系設立後，隨著推進我國農業自動化發展，機電整合與電腦資訊開始導入農業機械教育，復以農業與機械跨域特色讓師生與畢業系友有多元發展機會，因此農機系系友傑出人才輩出，多位系友擔任各行各業高階領導管理工作或創業者，貢獻社會良多。90 年代後期因全球農業轉型與生物科技崛起促成新興生物產業發展，又因機電整合特色之機械工程教育亦於本系扎根，學系遂於 2000 年更名為生物產業機電工程學系。更名後本系除吸引更多優秀理工學生就讀，也讓系上師資更加多元豐富、研究發展更跨域更有競爭力，學系逐步擴增迄今擁有 23 位跨領域專長教師、170 位大學部學生、120 位碩士生與 31 位博士生及三棟系館(農機館、知武館、生機館)之中型工程學系規模。最新進程為新系名「生物機電工程學系」經校務會議與教育部核定通過已於 108 學年度正式啟用，學系跟隨全球工業 4.0 發展推動具有人工智慧特色之第四代生機工程教育，肩負推進我國智慧農業發展與當代跨域生物機電工程人才培育之任務與使命。以下簡表綜整摘要本學系近 40 年教育內涵之演進。

	農業機械工程(2.0) (AME：1981～2000)	生物產業機電工程(3.0) (BIME：2000～2019)	生物機電工程(4.0) (BME：2019～迄今)
學系定位	農業導向 機械工程學系	整合機械、電子、資訊、 控制、化工、系統等工 程知識，應用於生物產 業之學門，提升生物產 業之競爭力及自動化水 準	以機電整合為核心、融 合工程學知識與生物 學概念以促進人類福 祉與永續發展之跨領 域工程學系
學系形象	農業機械化/農業自 動化	機電為體、生物為用	生機4.0、AI跨域
工程元素	工業2.0(程序化) 工業1.0(機械化)	工業3.0(自動化)	工業4.0(智能化)
農業元素	農業動力與機械 農產加工與乾燥 農業廢棄物資源化	農業採收自動化 農業資訊化 農產品非破壞性檢測	植物工廠 智慧農業 精準農業
課程領域	動力與機械、加工與 貯運、生物與環境 (三學門)	機械與系統、量測與 控制、材料與程序	機械系統、機電控制、 人工智慧、 生物程序
研究領域		生物生產與處理 生醫生技、智慧機電	農業、生醫 機電、能源

因此在近一世紀跨領域農業與生物工程教育發展上，本系係從初期以農業工學(Agricultural Engineering)為核心的教學設計、逐步經歷整合機械工程與農業生產應用的農業機械工程(Agricultural Machinery Engineering)課程、至以「機電為體、生物為用」兼具自動化與產業化特色的生物產業機電工程(Bio-industrial Mechatronics Engineering)學系教育，然後發展至今涵蓋工業 4.0 與智慧農業元素之第四代生物機電工程學(Biomechatronics Engineering)教育。第四代生機教育發展係基於生物產業機電工程學系時期深厚課程基礎及本系近年在精準農業(如植物工廠、無線網路監控)、智慧機電(如仿生機器人)與新興生醫工程(如生物晶片、生物資訊)應用領域的研發經驗與成果，同時整合感測、AI 與 IoT 技術及本系參與推動智慧農業計畫(農業 4.0)發展經歷。此一發展，係本系沿著過去 90 年從農業工程化(1.0)、農業機械化(2.0)到生物產業自動化(3.0)的教育軌跡順勢渠成。本系於 108 學年啟用新系名後，已正式推動整合「機械系統」、

「機電控制」、「人工智慧」與「生物程序」之生物機電系統智能化(生機 4.0)教育，對應之研究所課程與大學部課程分別於 109 學年度和 110 學年度開始施行，培育智慧機械、物聯網、新農業、生物醫學、綠能科技與循環經濟等新產業發展所需研發領導人才。



本系歷任主任與學系發展重要里程：

張漢聖教授(1981年8月~1985年7月)

1981年農業機械工程學系成立

蕭介宗教授(1985年8月~1991年7月)

1988年農機系研究所碩士班成立

馮丁樹教授(1991年8月~1997年7月)

1992年農機系研究所博士班成立

盧福明教授(1997年8月~2000年7月)

張森富教授(2000年8月~2003年7月)

2000年更名生物產業機電工程學系

陳世銘教授(2003年8月~2006年7月)

林達德教授(2006年8月~2009年7月)

周瑞仁教授(2009年8月~2012年7月)
方 煒教授(2012年8月~2015年7月)
鄭宗記教授(2015年8月~2018年7月)
陳林祈教授(2018年8月~2021年7月)
2019年更名生物機電工程學系
廖國基副教授(2021年8月~迄今)

三、硬體設施概況



知武館



生機館



農機館

本系教學研究空間包括三棟大樓位於臺大校總區東側，即知武館、農機館和生機館，總使用面積 4177 m² (約 1264 坪)。

四層樓的知武館，一樓為實習工廠，二樓為教室、原創工作坊與化學實驗室，三樓及四樓分別設有電子電機實驗室、研究實驗室、高坂知武教授紀念室與大會議室。農機館為三層樓建築，一樓為實驗室與無塵室，二、三樓為教授研究室、系辦公室和會議室等。生機館一樓為學思空間及 50 坪的大會議室，二、三、四、五樓主要為實驗室及教室。

隨著 2018 年生機館落成啟用後，本系原先的空間不足現象已獲得緩解，每位教師的研究室與實驗室空間均獲得較合理分配。部分教師實驗室已由農機館或知武館搬遷至生機館。農機館一樓東側實驗室亦已進行大幅度整建。原轉置於系外的智慧農業中心亦遷回生機館五樓。配合學校進行原農機具陳列鐵皮屋拆除作業，並完成知

武館西側實驗室整建。

本系各項教學與研究設備齊全，基本教學輔助設備包括電腦單槍投影機、錄放影設備、實物投影機、幻燈機和電子黑板等各種多媒體設備。教學數位設備則包括機電整合教學設備、微處理機控制教學設備、油氣壓教學設備、自動控制教學設備、電子電機實驗設備、生物感測實驗設備、微奈米機電實驗設備、電腦繪圖設備等。

在教學儀器使用上，如電子電路、機電整合、電工實習等皆為2~3人一組，機工及焊工實習為1~2人使用一單元，快速原型機(RP)、3D印表機、雷射切割機及CNC等設備則5人共用一部機器。其他較為貴重的機械及動力實習設施則為多人使用一套設備或設施，例如「機器人動力與控制」實習使用的機械手臂。目前的安排與配置能夠滿足教學上的基本需求。

本系於111年揭幕之實習工廠，學生可利用新進之工具機設備，學習各種先進工具機使用與操作、累積實作能力，日後結合工程材料中介紹之材料特性、選擇使用，成為完整之機械工程人才。

在網路方面。臺大建置高速、高品質的校園光纖網路骨幹，連接每一棟建築物，並透過台灣高品質學術研究網路(TWAREN)與國外學術研究單位進行合作，同時亦提供無線網路的使用環境，有多重上網選擇。系上建置遠距教學設施，與國內外學術機構進行教學合作及視訊會議。

四、人力資源概況

本系共有專任教師23位，其中13位教授，8位副教授，2位助理教授，全部具有博士學位。另有7位職員工協助教學、研究及行政工作。每一教授平均指導8位大學生、6位碩士生、1位博士生。

導師生制度大學部每位導師各年級分配2~3位導生，研究所碩士班及博士班學生則由其指導教授擔任導師，在生活與課面談、諮詢。期中考後若察覺學生考試成績不佳者，提列為關注名單，安排

導師另外關注學生之學習狀況。每學期期中考業上給與學生協助，而每位導師每週也安排兩個以上的時段，供學生前來開導師座談會，由全系導師共同參加交換意見，針對成績不理想需要關注的同學，由其導師進行面談輔導。每位教師均有專屬的實驗室及研究領域，學生選擇投入各老師之實驗室，藉著各項專題研究及學士論文的課程，從中學習治學方法。

五、教學與學術研究目標

本系在課程發展上，從光復初期以農業工學為核心的教學設計、逐步經歷整合機械工程與農業生產應用的農業機械工程課程發展階段到現今以機電整合學為核心、工程科學為周邊知識與生物系統為應用的跨領域生機工程教育。

學士班的教學目標在於培育兼具機電工程知識和生物應用能力之人才，課程則提供學生機電工程和生物應用領域的知識，並強調實作能力和經驗的培養，工程知識及應用能力的紮根與磨練是本系的教學理念，讓同學們具備充實的學識基礎與能力，才能接受新時代的挑戰。

研究所的教學目標在於培育具有獨立思考、分析創造，且具跨領域整合應用能力之人才，課程則分為「機械系統」、「機電控制」、「人工智慧」及「生物程序」四大領域，每位碩士班與博士班研究生均應選擇其主修領域攻讀，而各主修領域有其特定之核心課程與選修課程，以配合將來研究的方向。

六、建築物興建或擴充更新

近年本系除生機館新建工程外，系上空間亦持續整理，空間整建所需財務除部分獲得校/院補助外，亦取得多位系友的財務捐贈。

館舍	空間	
農機館	地下室	農機館地下室持續清理
	研究室	研究室防水工程
	實驗室	實驗室排水工程
知武館	2F	203未來教室整建
		201原化學實驗室初步整理
		露臺防水工程
	4F	401演講廳網路改善
生機館	1F	102漏水整修

貳、教職員名錄及專長

系主任



廖國基

美國密西根大學博士

專長：精密製造、塑性力學、疲勞分析、數值模擬

名譽教授



張漢聖

美國北卡羅萊納州立大學博士

專長：農業熱力環境、能源工程



陳貽倫

美國德州農工大學博士

專長：農業動力、農用曳引機力



蕭介宗

加拿大沙士卡其溫大學博士

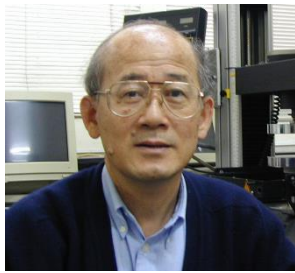
專長：農產品儲運、熱環境工程、非破壞性品質偵測



馮丁樹

美國愛俄華州立大學博士

專長：生物產業機械、乾燥模擬、機動學



盧福明

美國加州大學博士

專長：稻米乾燥、加工與儲運、精準農業、超音波與透地雷達之應用



陳世銘

美國加州大學博士

專長：農業自動化、智慧與精準農業、生物材料非破壞性檢測、電腦模擬與控制

專任教授



林達德

美國康乃爾大學博士

專長：影像處理及機器視覺、生物系統模擬與分析、農業機械化及自動化、機電整合



朱元南

美國德州農工大學博士

專長：機械設計、機電整合、水產養殖工程、智慧農業、輔具設計



周瑞仁

美國加州大學洛杉磯分校博士

專長：機電整合、生物產業自動化工程、機器人學、工程教育



方煒

美國羅格斯大學博士

專長：生物環境控制工程、系統工程、能源工程、植物量產工程



江昭暄

國立臺灣大學博士

專長: 物聯網技術、農業資訊、太陽能光
電工、機電整合、智慧電網、生醫工程



陳力騏

日本九州大學博士

專長: 生物感測器、電生理、生化工程
監控



鄭宗記

國立成功大學博士

專長: 生物與化學感測器、生物醫學量
測與儀器(生物醫學工程)、健康照護技
術管理/臨床工程、醫療器材法規與標準



陳倩瑜

國立臺灣大學博士

專長: 生物資訊、資料探勘、機器學習



陳林祈

國立臺灣大學博士

專長: 生物感測、DNA適體、光電化學
元件、奈米材料



盧彥文

美國加州大學洛杉磯分校博士

專長: 生物微機電、微奈米科技、微流
體系統、機電整合、仿生機械人



黃振康

美國加州大學柏克萊分校博士
專長: 熱流與能源工程、空調與空氣清
淨、計算流體力學



郭彥甫

美國普渡大學博士
專長: 深度學習、機器學習、機器視
覺、機電整合



顏炳郎

英國倫敦帝國學院博士
專長: 醫療機器人、農業機器人、機電
整合與自動控制

副教授



周楚洋

美國佛羅里達大學博士
專長: 廢棄物處理、生質能源、生物程
序工程



葉仲基

德國柏林工業大學博士
專長: 智慧機械、車輛工程、液氣壓控
制、振動噪音量測、人因工程、精準農
業、生物產業機械



周呈霖

美國萊斯大學博士

專長: 醫療影像AI技術開發、X光相位對比成像、電腦斷層掃描影像重建、人工智慧之農業應用、快篩檢測試劑研發



陳洵毅

美國密西根大學博士

專長: 機器學習於能源應用、能源工程、能源材料、熱流模擬、電池開發與回收、電化學應用



謝博全

國立臺灣大學博士

專長: 食品衛生安全檢驗分析、光動力化學與藥物輸送、酵素燃料電池、健康生命科學



侯詠德

日本九州大學博士

專長: 生醫材料、肝組織工程、肝臟晶片、3D生物列印、奈米材料



陳世芳

美國伊利諾大學香檳分校博士

專長: 田間影像分析、光譜分析與化學計量學、機器學習於感官風味應用

助理教授



吳筱梅

美國布朗大學博士

專長: 光機電整合、生物微機電、螢光
壽命週期偵測系統、光學干涉儀系統



丁健芳

國立臺灣大學博士

專長: 先進雷射光製程技術、感測元件
製作與開發、兆赫茲光譜建立與分析

行政團隊



楊青燕 副理



王友俊 技正



陳武森 技工



林益源 技佐



邱美瑜 組員



陳彥丰 行政助理

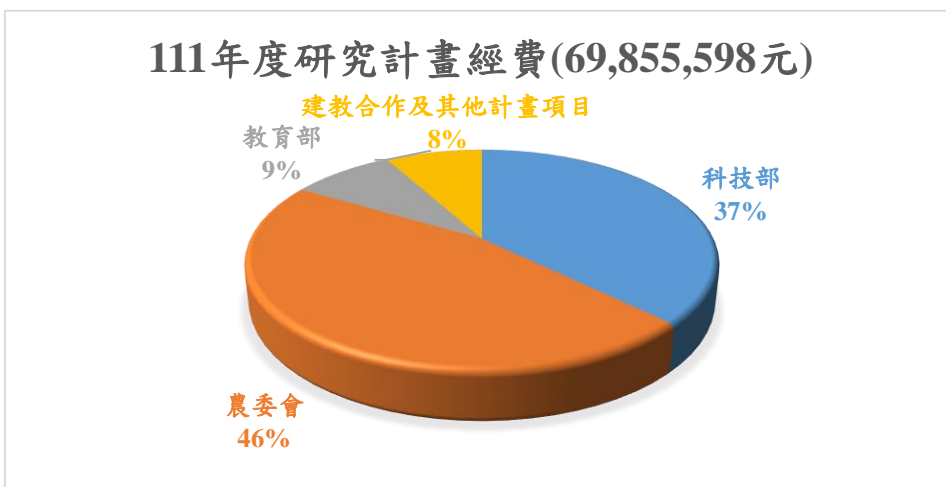
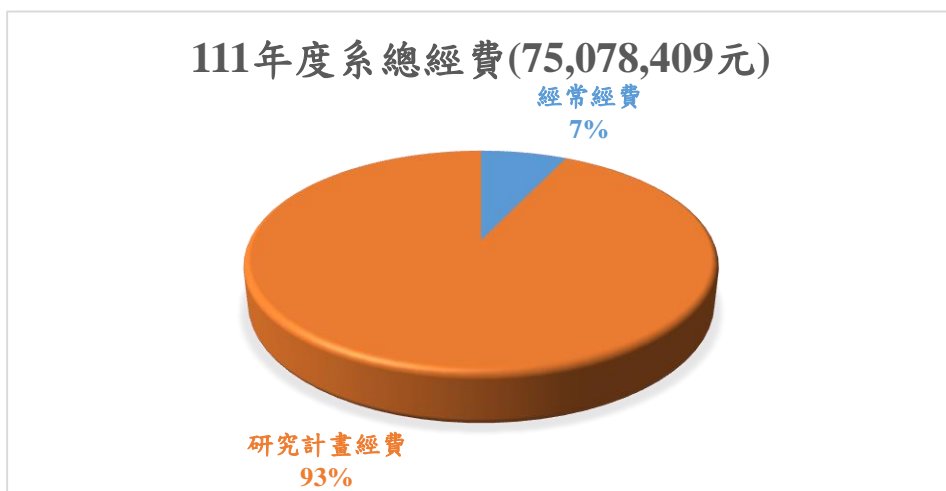


林宗儒 技佐

參、經費及研究計畫

本系 111 年度經費總計 76,032,868 元，包括經常經費 5,222,811 元 (占 6.87%)及研究經費 70,810,057 元(占 93.13%)。

經常費用主要由教育部及校方補助，包括一般教學研究及結餘款再運用 1,163,884 元、補助系上評鑑經費 216,885 元、補助杜鵑花節經費 30,000 元、研究生獎勵金 2,948,665 元、圖書儀器設備費 1,178,444 元及改善教學設備費 1,060,000 元、高等教育深耕計畫項目共計 690,000 元。



本系所接受科技部、農委會、農委會動植物防疫檢疫局、農委會農試所、農委會林務局、教育部、科技部新竹科學園區管理局、行政院農業委員會苗栗區農業改良場、新國科會、工研院、培凱有限公司、惠特科技股份有限公司、蜜蜂工坊生物科技股份有限公司、樸農生技股份有限公司、萬集盛農業科技股份有限公司、財團法人資訊工業策進會等單位所委託研究計畫經費，111 年度共有 51 項研究計畫，總研究經費為 70,810,057 元，平均每一計畫為 138.8 餘萬元，相當於每位教授平均可運用 321.9 萬餘元計畫經費，平均每位教授執行 2.3 個計畫。各項研究計畫的名稱和補助機關如下各表所示：

1. 科技部補助計畫項目(18 項，共 26,470,459，佔 37.38%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
應用深度學習於氣味類別預測及其成分組成之分析-以精品咖啡為例	111-2313-B-002-056-	陳世芳	1050000
2022年臺灣－愛沙尼亞 (MOST-ETAg) 研究人員互訪計畫(來臺)	111-2927-I-002-520	陳洵毅	84000
鉛酸液流電池模組化及併網研究(II)	111-2628-E-002-004-MY2	陳洵毅	1485000
開發肌鈣蛋白I與D-二元體之雙適體電化學感測晶片於心血管疾病之生物標記輔助診斷	111-2221-E-002-017-MY2	陳林祈	1118000
基於多重感測器融合之智慧蜂箱健康監測系統	111-2313-B-002-048-MY3	林達德	1372000
番茄葉片病蟲害與生理障礙自動辨識系統之開發	111-2313-B-002-051-MY3	郭彥甫	1273000
低成本無毒性時間溫度指示劑之開發並應用於鮮乳品質監控	111-2320-B-002-029-	謝博全	895000
建立台灣人泛參考基因組提升短序列回貼正確性並應用於免疫反應預測	111-2221-E-002-166-MY3	陳倩瑜	967000
數據驅動智能決策與區塊鏈用於無人機系統風險評估暨個人化保險平台之建置	111-2221-E-002-160-	周瑞仁	926000
適應性多模態人機協同之手術機器人開發(2/4)	111-2218-E-002-036-	顏炳郎	3299000
以多參數分析建立哨兵蜂箱應用於蜂場智慧管理與溯源系統建置(2/3)	111-2622-B-002-007-	江昭皚	900000

結合即時資訊收集與模擬以建構適應性智慧電網回控機制之研究	109-2221-E-002-060-MY3	江昭皚	1225000
從台灣人特有的DNA變異探尋具組織特異性的轉錄調控單核?酸變異	109-2221-E-002-162-MY3	陳倩瑜	1005000
數位微流體於液態切片生物標記的檢測：以糖尿病腎病變為例	110-2221-E-002-105-MY3	盧彥文	1027000
開發臨床即時檢測與預後系統於慢性腎臟病的精準診斷與治療(1/3)	111-2218-E-002-042-	盧彥文	6800000
探究蜜蜂工蜂之分工機制-利用影像辨識與機器學習技術探討不同日齡工蜂之巢內行為模式與勤務轉換機制(2/3)	111-2313-B-002-003-	江昭皚	1200000
111年度科學園區新興科技應用計畫 - 以氫氧產生器結合脈搏血氧濃度監測應用於 COPD動物型及人體臨床效能評估驗證計畫 (1/2)	111AT37B	侯詠德	890000
開發番荔枝氣調櫃貯運技術與商業化外銷模擬試驗(子計畫二)	110-2321-B-002 -018	方煒	954459

2. 農委會補助計畫項目(16項，共 33,071,500，佔 46.70%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
建置小果番茄外銷最佳海運及併櫃商業運轉模式	111農科-12.1.3-科-a2-	方煒	1000000
天敵昆蟲智慧生產排程與配送最佳化系統之建立	111農科-1.6.1-科-aN	江昭皚	1700000
智慧農業家禽產業計畫-應用智慧影像監測禽隻生長與活動情形之研究	111農科-8.2.9-牧-U1(4)	郭彥甫	2060000
結合影像辨識之智慧茶園生產管理數位服務開發	111農科-8.3.2-科-a1	陳世芳	1800000
建置多離子監控系統於自動養液調控與作物品質管理	111農科-8.3.2-科-a3	陳林祈	1800000
應用智慧技術於商用茶葉品質分級系統之開發	111農科-1.3.2-科-m2	陳世芳	1800000
電動蘆筍採收機	111農科-1.6.5-科-a1	江昭皚	2500000
智能作物病蟲害監測系統應用於番茄栽培管理數位服務	111農科-8.3.2-科-a6	林達德	2250000
利用自動化監測建立果實蠅非疫生產點	111前瞻-17.1.1-檢-B1	江昭皚	1339000
介殼蟲判釋及計數系統1組	契約編號：1111069	郭彥甫	798000

開發深度學習模型及雲端平台辨識台灣經濟木材	案號：tfbk-1110503	郭彥甫	3292500
鳳梨苗裁剪機之研製	111農科-4.5.1-糧-Z1(3)	葉仲基	810000
農業機械性能測定與曳引機考照場規劃	111農再-2.4.1-1.1-糧-068	葉仲基	1,455,000
輔導農機使用及管理計畫	111農再-2.4.1-1.1-糧-004	林達德	2153000
農機安全操作與維護保養訓練暨訓練模式創新-臺灣大學	111農再-2.4.1-1.1-糧-007(4)	林達德	6814000
111年度蜂群音頻預警系統開發	契約編號：i11101	江昭皚	1500000

3. 教育部補助計畫項目(10項，共5,783,392元，佔8.17%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
國立臺灣大學學術研究生涯發展計畫－桂冠型研究計畫【鉛酸液流電池模組化及併網研究】	111L7747	陳洵毅	199404
深耕與國際教育推動計畫-生物機電工程學系	111L3512	廖國基	240474
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【智能水膠之肝臟組織工程】	111L891906	侯詠德	800000
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【開發以超薄固態電解質為基之全固態可撓曲鋰硫電池】	111L890906	陳洵毅	800000
新進教師創始研究經費	111L7455	吳筱梅	850000
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【高經濟作物設施栽培之授粉效率評估】	111L893803	周呈雲	1000000
高等教育深耕計畫－核心研究群計畫【應用於無蜂王授粉蜂箱之智慧生產排程與調度規劃平台建立】	111L893804	江昭皚	900000
鉛酸液流電池模組化及併網研究	111L4000-1(陳洵毅)	陳洵毅	0
新進教師創始研究經費	111L7465	丁健芳	850000
國立臺灣大學學術研究生涯發展計畫－桂冠型研究計畫【鉛酸液流電池模組化及併網研究(II)】	111L7747-1	陳洵毅	143514

4. 建教合作及其他計畫項目(7項，共5,484,706元，佔7.75%)

計畫名稱	計畫編號	主持人	計畫經費
應用數值模擬於旋轉式鐵氟龍密封件機械性質檢視(二)		廖國基	564706

微發光二極體顯雷射轉移與改良型半加成法製程雷射鑽孔測試打樣	丁健芳	900000
以多參數分析建立哨兵蜂箱應用於蜂場智慧管理與溯源系統建置(2/3)	江昭皚	600000
天敵昆蟲智慧生產排程與配送最佳化系統之建立	江昭皚	300000
仔豬哺育智能影像辨識預警開發	郭彥甫	300000
人工智慧新興應用資料蒐集與預測模型建立	陳世芳	500000
智慧農業共通資訊平台建置(第四期)數位分身演算法創新應用合作研究II	顏炳郎	2320000

肆、新購儀器設備

111 年 1 月至 12 月新添購之儀器設備共 26 項，總金額計 29,237,642 元各項設備如下：

設備名稱	金額(元)	設備名稱	金額(元)
五軸 CNC 線切割放電加工機	1,482,000	矩陣式環控設備	80,000
CNC 數控成型磨床	1,350,000	標準機櫃	17,000
高速車床	266,000	無線會議伺服器	63,000
立式銑床	289,950	聚焦數位商行背景組	11,440
雙主軸車銑複合機(含 Y 軸、副主軸)	3,300,000	華碩主機分享器	20,327
二軸 CNC 車床(8 英吋)	1,500,000	無線投影伺服器	140,000
三軸立式加工中心機	2,498,000	強化玻璃白板牆	35,000
五軸立式加工中心機	4,898,000	投影機	11,741
CNC 雷射切割機	3,000,000	SONY 數位照相機	19,980
CNC 雕模放電加工機	1,340,000	愛圖示 amaran 輔助光源	12,100
2.5D 量測儀	628,000	HD PTZ 視訊攝影機	42,000
磁碟陣列	60,000	75 吋大型觸控螢幕	98,000
筆記型電腦	58,900	65 吋大型觸控螢幕	300,000
MacBook Pro 14 筆記型電腦	61,500	MSI 微星 Prestige 14 A11 SC204TW 筆記型電腦	33,900

曳引機模擬機系統	3,340,000	μ Stat-I 400 (Bi)potentiostat/Galvanostat/Impedance Analyzer(EIS)	193242
光譜分析儀	950,000	個人電腦	66,583
個人電腦	22,799	個人電腦	20,990
顯示控制卡	39,990	顯示控制卡	36,990
Leica DMI8 高階電控倒立螢光顯微鏡	1,600,000	高功率LED控制器	90,000
超靜音型空壓機	49,000	470nm LED光源	20,000
3D 光固化列印機	39,486	個人電腦 intel i7-2700KF	75,500
個人電腦 intel i7-12700	63,175	個人電腦 apple	33,170
HD 耐重抽屜零件櫃	13,879	阻抗分析儀功率放大器	486,000
電化學分析儀(恆電位恆電流分析儀)	480,000		

伍、教學

一、大學部課程

大學部修業期間為四年，110 學年度(含)起入學之學生，至少須修畢 131 學分始得畢業(106~109 學年度入學之學生至少須修畢 129 學分)，並授予以工學士學位。畢業應修最低學分總數 131 學分，其中，國文與外文共同必修科目 12 學分(其中大學國文 3 學分可與通識 A1~A4 領域任一領域相互充抵)、系訂必修 75 學分、專業選修 12 學分、一般選修 6 學分、自由選修 14 學分與通識課程 15 學分。

1. 必修課程

必修課程包含共同必修(國文領域及外文領域)12學分及本系定必修75學分，共87學分。

共同必修(12學分)

【國文領域】

本校學生至少須修習其中一門，以滿足必修國文3學分之基本要求。若修習6學分大學國文課程，可充抵通識課程A1~A4 領域任一

領域，至多3學分。

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
101 80110	大學國文：文學鑑賞與寫作(一)	3	上	
101 80120	大學國文：文化思想與寫作(一)	3	上	
101 80130	大學國文：閱讀與寫作(一)	3	上	
101 80210	大學國文：文學鑑賞與寫作(二)	3	下	
101 80220	大學國文：文化思想與寫作(二)	3	下	
101 80230	大學國文：閱讀與寫作(二)	3	下	

【外文領域】

不限定修習英文，上下學期必須修習同一語言，須修滿6學分，符合大一英文免修條件之大一新生，得申請免修。

系定必修(75學分)

【一年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
002 50010	健康體適能	0	上	專項體育需另外修滿3學分，不計入畢業學分
611 001A0	服務學習甲	0	上(學號單號) 下(學號雙號)	服務學習應修滿2門，服務學習乙每學年下學期開
201 49810 201 49820	微積分12	4	上	
201 49830 201 49840	微積分34	4	下	
202 101A1	普通物理學甲上	3	上	
202 101A2	普通物理學甲下	3	下	
202 10501	普通物理學實驗上	1	上	
202 10502	普通物理學實驗下	1	下	
611 10800	生物產業機電工程概論	1	上	
611 18300	計算機程式語言	3	上	
611 19100	工程用化學	3	上	
611 14100	工程圖學與電腦製圖	1	上	
611 19200	工程用生物學	3	下	
611 22401	應用力學上	2	下	
611 17100	微控制器原理與應用	3	下	

【二年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
611 22210	熱力學一	3	上	
611 36440	電工學與實習	3	上	
611 20100	機率與統計	3	上	
611 22402	應用力學下	2	上	
611 21210	工程數學一	3	上	
611 21220	工程數學二	3	下	
611 22500	材料力學	3	下	
611 29700	物理化學	3	下	
611 36480	電子學與實習	3	下	

【三年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
611 32600	流體力學	3	上	
611 38100	自動控制	3	上	
611 39000	人工智慧概論	3	上	
611 30100	生機整合設計專題討論	1	下	
611 34800	機械設計	3	下	

【四年級】

課程識別碼	科目	學分	開課學期	備註
611 49210	學士專題一	1	上	
611 42100	機電整合與系統設計	3	上	

2. 選修課程

共計 32 學分限制其中專業選修 12 學分與一般選修 6 學分必須是本系開設的選修課程另外自由選修 14 學分則不予限制。

專業選修(12學分)

專業選修課程劃分為四大領域，分別為「機械系統」領域、「機電控制」領域、「人工智慧」領域以及「生物程序」領域

【機械系統】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 U0620	機械工作法特論	3	

611 22700	工程材料	3	
631 U5400	生物產業機械	3	
631 U5500	動力機械	3	

【機電控制】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U1550	機器人動力與控制	3	
631 U1540	智慧型控制	3	
611 37300	感測原理與應用	3	
611 37400	致動器原理與應用	3	

【人工智慧】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U1260	資料結構與演算法	3	
631 M3110	探索式多變量資料分析	3	
631 U1370	資料科學概論	3	

【生物程序】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U7750	生物化學概論	3	
631 U7330	生物程序工程	3	
631 U9510	電化學與生醫應用	3	
631 U9500	生醫儀器分析	3	

一般選修(6學分)

須修習系上除必修課程外之選修課程達6學分

自由選修(14學分)

不限科系，可修習非本科系所開授之選修課程，須修滿14學分

3. 通識

須修滿15學分，修習院系指定領域3個，每個各1門課，其餘開放自由修習，不受指定領域限制。大學國文可與通識A1~A4中的任一領域相互充抵，至多3學分。可修習「基本能力課程」以充抵通識學

分，至多6學分。

A1	文學與藝術	} 本系指定學生應修 習通識課程領域
A2	歷史思維	
A3	世界文明	
A4	哲學與道德思考	
A5	公民意識與社會分析	
A6	量化分析與數學素養	
A7	物質科學	
A8	生命科學	

二、研究所課程(碩士班及博士班)

研究所碩士班修業年限為一至四年。碩士班研究生至少應修滿32學分以上（不含論文），包括必修科目13學分與選修科目至少19學分。成績優異之碩士班研究生，若符合規定，得申請碩士班肄業研究生逕行修讀博士學位。

博士班修業年限為二至七年。博士班研究生至少應修滿36學分以上（不含論文），包括必修科目14學分與選修科目至少22學分。

若已於前一個學位時期修畢本所開授之核心或領域課程，且成績達70分以上者，得抵修規定之課程。

1. 必修課程

碩士班(13學分)

課程編號	科目	學分	開課學期	備註
631 M0010	碩士論文		-	在學最後一學期必修，不計入額定之32學分內。
631 M0030	專題討論	1	上、下	必修三學期。

631 M0040	專題研究	2	上、下	在學期間每學期必修，但僅計 8 學分。
631 M5200	生機特論	1	上	碩一必修。
631 M0500	科學研究與寫作	1	下	碩一必修。

博士班(14 學分)

課程編號	科目	學分	開課學期	備註
631 D0010	博士論文		-	在學最後一學期必修，不計入額定之 36 學分內。
631 D0030	專題討論	1	上、下	必修四學期，但僅計 4 學分。
631 D0040	專題研究	2	上、下	在學期間每學期必修，但僅計 8 學分。
631 M5200	生機特論	1	上	博一必修。
631 M0500	科學研究與寫作	1	下	博一必修。

2. 選修課程

碩士班(19 學分)

選修 19 學分中應修本所課程 9 學分，其中至少含核心課程 3 學分。

【核心課程】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 M1950	有限元素法	3	機械系統
631 M1300	系統工程	3	機械系統
631 M1500	自動化系統設計	3	機電控制
631 M7800	生物材料學	3	生物程序

631 M8210	影像處理原理及應用	3	人工智慧
631 M1580	機器學習應用概論	3	人工智慧

【機械系統】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 U5720	生物微機電技術與實務 (密集課程)	1	
631 U0510	車輛工程	3	
631 U9400	電化學系統工程	3	
631 U1810	計算熱流工程	3	
631 M1580	機器學習應用概論	3	
631 U1590	機器人專題	3	
631 U5400	生物產業機械	3	
631 U5500	動力機械	3	
631 U7330	生物程序工程	3	
631 U7230	生物材料物性分析	3	
631 M9470	微奈米系統設計	3	
631 M9000	養殖工程	3	
631 M7920	數值熱傳學	3	
631 M7930	計算流體力學	3	
631 D2800	太陽能發電系統與工程特論	3	
631EU7980	能源工程概論	3	

【機電控制】

課程識別碼	科目	學分	備註
631 U0510	車輛工程	3	
631 U8300	環控農業工程學	3	
631 U5400	生物產業機械	3	
631 U5500	動力機械	3	
631 U1540	智慧型控制	3	
631 U3320	生物分子感測元件	3	
631 U3330	生物系統量測	3	
631 U3340	生物分子感測原理與應用	3	
631 U1530	數位控制系統	3	
631 U1550	機器人動力與控制	3	
631 U1820	數學方法	3	
631 M1500	自動化系統設計	3	
631 M3130	信號處理	3	
631 M3140	隨機訊號分析	3	

631 M3310	無線感測器網路技術導論	3	
631 M8210	影像處理原理及應用	3	
631 M1570	機電工程特論	3	
631 EU0400	生物系統工程之外國文獻導讀	2	

【人工智慧】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U1260	資料結構與演算法實務	3	
631 M1580	機器學習應用概論	3	
631 U1540	智慧型控制	3	
631 U9470	生醫資料探勘	3	
631 M1570	機電工程特論	3	
631 M3140	隨機訊號分析	3	
631 M8210	影像處理原理及應用	3	
631 M3310	無線感測器網路技術導論	3	
631 M3110	探索式多變量資料分析	3	
631 D3310	無線感測器網路技術特論	3	
631 U1370	資料科學概論	3	

【生物程序】

課程識別碼	科 目	學分	備 註
631 U4760	工程疲勞分析	3	
631 U3320	生物分子感測元件	3	
631 U9490	電化學與生醫應用	2	
631 U3340	生物分子感測原理與應用	3	
631 U1770	廢棄物處理工程	3	
631 U1760	生物廢水工程	3	
631 U7230	生物材料物性分析	3	
631 U7330	生物程序工程	3	
631 U7780	厭氧程序及實務	3	
631 U7990	再生能源及生物資源循環利用技術	3	
631 U9610	動物細胞培養與實習	3	
631 U7800	食品工程與食品安全	3	
631 U3160	生化儀器分析（一）： 生物分子分析原理與實務 (密集課程)	1	

631 M9440	生物技術概論與應用	3	
631 U8300	環控農業工程學	3	
631 U1780	水體汙染與毒物學	3	
631 M7660	生物產業單元操作	3	
631 M7800	生物材料學	3	
631 M9410	生醫感測與分析特論一	3	
631 M9450	奈米電化學	3	
631 M9470	奈米製劑與組織工程	2	
631 M9480	高等電化學	3	

【共同選修】

課程編號	科 目	學分	備 註
631 U7860	生物系統模擬與分析	3	
631 U9440	醫療器材設計概念	3	
631 U3350	分子生物實驗方法導論 (密集課程)	1	
631 U3150	生化反應工程學導論 (密集課程)	1	
631 U4460	MATLAB 之工程應用	3	
631 U1850	數值法	3	
631 U7980	能源工程概論	3	
631 U0400	生物系統工程之外國文獻導讀	2	
631 U7750	生物化學概論	3	
631 U1280	次世代定序資料分析(一)	2	
631 U9500	生醫儀器分析學	3	
631 U4470	電腦輔助手術導論	1	
631 U1290	次世代定序資料分析(二)	2	
631 U0700	未來農業	3	
631 U9620	三維生物列印與器官晶片實務 (密集課程)	1	
631 M1300	系統工程	3	
631 M3100	試驗設計之工程應用	3	
631 D5300	農業機械法規與標準特論	3	

博士班(22 學分)

選修 22 學分中應修本所課程 15 學分，其中至少含核心課程 6

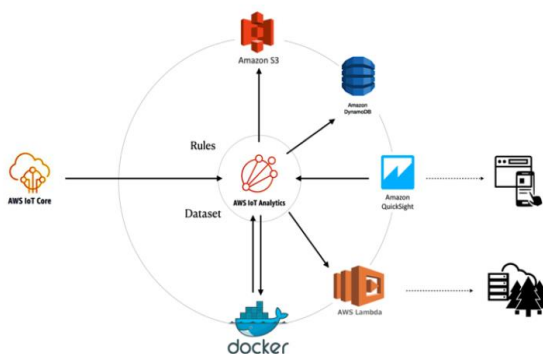
學分。博士班核心課程與各領域選修參照碩士班課程表。

陸、研究成果

一、教師研究成果摘要

Integration of Multiple Sensors for Beehive Health Status Monitoring and Assessment (林達德)

Honeybees are important insect pollinators ensuring food security and maintaining the biodiversity of ecosystems. Monitoring honeybee behavior and beehive health status is not only essential for understanding the biology of honeybees, but also beneficial for beekeepers for beehive management. In the apiculture industry, beekeepers usually look after beehives regularly and manually. However, the assessment of beehive health status is laborious and requires considerable experience. An automated beehive monitoring system will facilitate efficient beehive management and reduce the risk of beehive losses. To address this issue, we propose an intelligent beehive health status monitoring system using multiple sensors and a sensor fusion technique. The system monitors various features of beehives, including temperature, humidity, weight, bee traffic, and acoustic signals. A long-term dataset of 4 beehives in two different locations was collected. The soundscape indices are used to interpret the acoustic signals, and these indices predict the two-class hive status with an accuracy of 0.86, which demonstrates its ability to detect the beehive health status. Regarding the aspect of weight features, the detrended weight patterns represent the daily activity pattern of a beehive, which profiles the interaction between the beehive and the environment. The maintenance of a stable in-hive temperature and humidity environment indicates the beehive's strength and stability. The weight and temperature features also successfully detect the two-class hive status with an accuracy of 0.82. The multi-sensor intelligent beehive monitoring system automatically collects the long-term data and detects the beehive status on a daily basis. It is an efficient tool to help beekeepers in managing their beehives in a data-driven approach thereby improving the beekeeping quality.



The architecture of the overall AWS services architecture for software backend of the system

Design of a Versatile Wireless Multi-Sensor Interface for the Intelligent Environmental and Pest Monitoring System (林達德)

In greenhouse crop cultivation operation, environmental and pest monitoring is crucial for effective management to ensure crop production and quality. We have previously developed an intelligent environmental and pest monitoring system for greenhouse management based on IoT approach. In this research, we focused on expanding the functionalities of the system by designing a versatile wireless multi-sensor interface so that various sensors, such as soil moisture sensor, CO₂ sensor, EC sensor, etc., can be connected to the existing Raspberry PI embedded computer of the environmental and pest monitoring system wirelessly, enabling the monitoring system to adapt to the need of integrating various sensors required for different crop cultivation practices in greenhouses. The multiple sensing system has the ability to monitor the crop growing status and the surrounding environment in a greenhouse. The integrated multi-sensor interface is comprised of an Arduino Pro Mini, ATTiny13A microcontroller, HC-08 Bluetooth module, and selected sensors such as soil temperature/moisture/electrical conductivity sensor (Tero12) or soil temperature/moisture sensor (PR-3000-TR-N01). The sensor type is selectable depending on different scenarios. The hardware/software interface reads the sensor data and automatically transmits them to the embedded computer via Bluetooth connection. The embedded computer then collects the data from all the sensors and sends them to an AWS cloud platform via Wi-Fi communication. Therefore, the data are readily available on the AWS cloud platform via AWS QuickSight business intelligence service. Farmers can check the information conveniently, and deal with problems immediately. The designed multi-sensor interface was initially tested in a lab and further tested extensively in real greenhouse crop cultivation operations to confirm the stability and durability of our system. The results show that the multi-sensor interface has stable Bluetooth connection, and can continuously operate for about three months via an independent battery power supply.

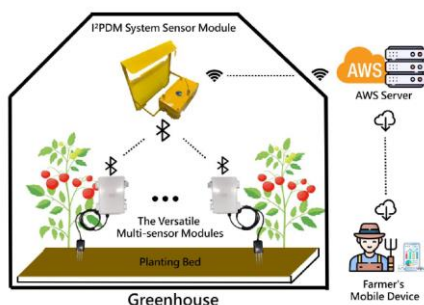


Figure 1. Schematic architecture of the multi-sensor modules interfacing with I2PDMI system.



System components and mechanism

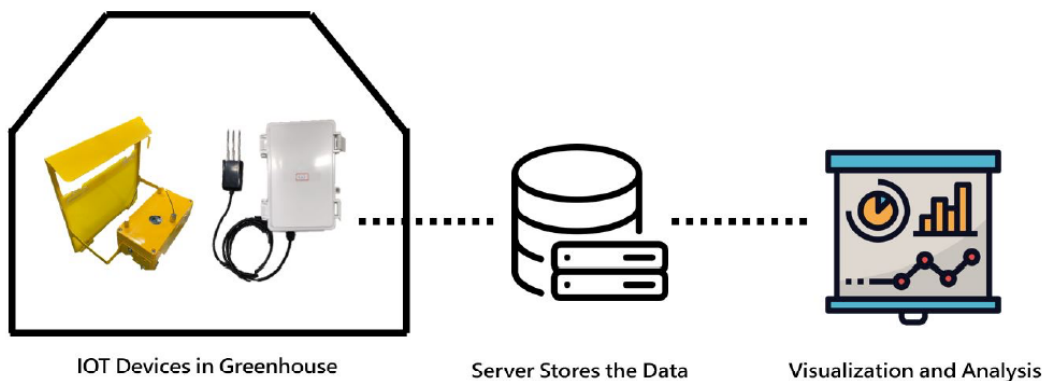
An Automated Thermal Imaging System Based on Deep Learning for Dairy Cow Eye Temperature Measurement (林達德)

Dairy cows' milk production is closely related to their health status. One of the indicators reflecting their health status is their body temperature. Infrared thermal imaging has been demonstrated to possess a high potential for non-contact measurement of dairy cow body temperature, which is crucial for establishing an automated health monitoring system for dairy cow management. Although several studies have reported on the dairy cow temperature measurement by handheld thermal imaging cameras, manual measurement is not a feasible approach for practical application in the dairy industry as it is laborious and time-consuming. To solve these problems, this work proposes an automated non-contact thermal imaging monitoring system that can efficiently take dairy cow eye temperature measurement from thermal video stream in real time. The system utilizes a deep learning approach for dairy cow eye detection. A YOLOv4 model for real-time dairy cow eye detection was trained and optimized; it yielded a hit rate of 0.99 and an F1-score of 0.99. For each detected sub-image containing the dairy cow eye in the video stream, a further image processing algorithm was applied to determine the mean temperature with its variance. With this approach, multiple temperature measurements are taken from each dairy cow walking by the thermal camera. The system was installed in the university experimental dairy farm and long-term experiments were carried out to assess the variations of temperature measurement. It was found that both the ambient temperature and the thermal camera distance have strong effect on the temperature measurement, indicating that the eye temperature measurement needs to be corrected with the ambient temperature and measured temperatures need to be preprocessed in order to increase its accuracy. The experimental results also show that the proposed system has potential in regard to detecting dairy cow fever or assessing of heat stress.



Design of a Versatile Wireless Multi-Sensor Interface for the Intelligent Environmental and Pest Monitoring System (林達德)

Building a greenhouse is an effective method to protect plant growth in a controlled environment. To decrease the risk of disease and pest infestation and to provide a suitable environment for crop production, microclimate control and monitoring of greenhouse are the most important issues. The IOT devices we previously proposed, the versatile wireless multisensory module (VMSM) integrated with the intelligent environmental and pest monitoring system (IEAPMS) based on Raspberry Pi, can record the long-term climate multi-position parameters in a greenhouse. With the usage of interpolation methods, we repaired the missing data of IOT devices. With the RBF equation, we simulated the data of areas without IOT devices. After the data was repaired, we visualized the different values with different colors for intuitive visual appearance. The visualization figures represent the greenhouse microclimate variability in the crop production area. Therefore, through the analyses of this composite and long-term microclimate information acquired by the IoT devices deployed in commercial greenhouses in Taiwan, we can offer suggestions by utilizing the information for better greenhouse operation management.



Methods Architecture

An Embedded Thermal Imaging System for Automated Dairy Cow Eye Temperature Measurement (林達德)

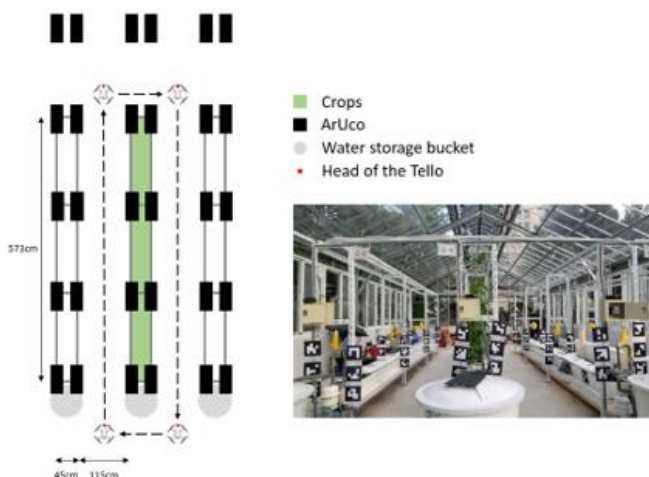
In sub-tropical regions, dairy cows often suffer from heat stress problems due to extreme levels of humidity and temperature. Heat stress contributes to the decrease in the feed, and drink intake, and milk production of dairy cows. One of the indicators reflecting their health situation is their body temperature. Infrared thermal imaging has been demonstrated to possess a high potential for the non-contact measurement of dairy cow body temperature, which is crucial for establishing an automated health monitoring system for dairy cow management. This research presents a lightweight algorithm for cow face recognition and eye detection tailored for edge computing application with the embedded thermal image system for cow eye temperature monitoring. The lightweight cow face recognition model was trained by using the few-shot learning method and adapted based on newly acquired training samples. With 150 cow face images as testing data, the model achieved an accuracy of 0.99. After the cow face recognition model was built and optimized, it was implemented online for continuous and long-term monitoring in the experimental dairy farm for data acquisition. An algorithm was also developed to determine whether the cow had been detected in the video stream so that the imaging system would only be activated for eye temperature measurement when the cow is present in the video stream. Statistical analysis was performed to assess the variability of the measured dairy cow temperatures, and the factors affecting the performance of the imaging system were discussed.



Cow eye detection process

Feasibility Study of an Autonomous Drone Navigation System for Greenhouse Crop Monitoring Using Visual Slam (林達德)

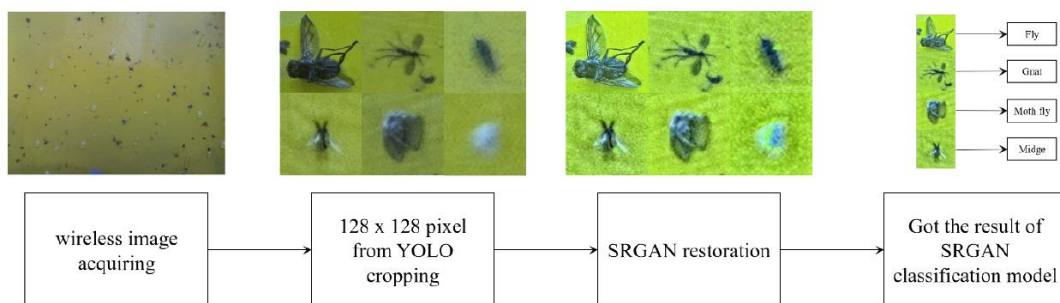
In recent years, the increasing labor cost and the shortage of labor engaged in agriculture have become pressing concerns. Many greenhouse owners have switched to automation to operate their greenhouses in order to improve management efficiency and lower operation costs. Many researchers began to place sensors in the greenhouses to monitor the condition and environment of the greenhouse in order to use such information to achieve better control of crop production. In this paper, a drone system that can automatically record crop phenotypic data through a navigation system is developed. The system can reduce the labor or sensor cost in the greenhouse. Differing from outdoor drone navigation systems that can utilize GPS data for navigation, indoor drone systems are usually limited in physical space and GPS signal availability. A visual SLAM approach is one of the methods for achieving indoor navigation and has received increasing attention recently. In this study, we chose the DJI Tello which is an off-the-shelf lightweight, small drone that can pleasantly perform its mission among greenhouse crops. In addition, it transfers data via Wi-Fi and Robot Operating System (ROS). ROS is used to receive the RGB video of the drone and transmit the control signal to the drone after localization and calculation by the local computer. While using ORB-SLAM2 in our experiments, we first created a pre-build map by Intel RealSense D435 depth camera, and the drone could then locate itself through the map by RGB video stream. After that, we could set waypoints to perform the assigned tasks and automatically collect videos of crops in the greenhouse by drone's RGB camera. Experiments were performed both in the laboratory and greenhouse to test the feasibility of applying the developed system for autonomous navigation and crop monitoring. Video streams were collected using the autonomous drone system and further analyses were carried out to demonstrate the capability of the system in phenotypic data acquisition and assessment.



The amount of space in the greenhouse and the flight path of the drone

Improving Insect Image Classification Performance Using GAN-Based Super-Resolution Approach (林達德)

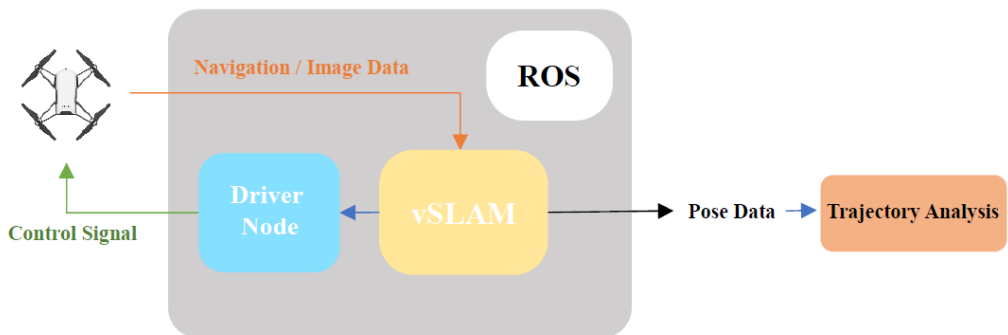
Proper pest management during crop production requires information about the amount and species of insect pests in the environment. We previously developed a deep learning method for insect pest counting and classification for sticky paper trap images. However, challenges still exist in dealing with the problems of sticky paper images such as dust, lighting condition, and blurred insect images. To improve the performance of the pest classification model, the aim of this study is to propose a method based on the super-resolution generative adversarial network (SRGAN). Sticky paper images acquired by the AIoT imaging devices were used to train the new model and a new framework and flow for classifying six species of insects, namely fly, gnat, moth fly, midge, thrips and white fly were established. Following the best SRGAN model, a classification model was selected; the SRGAN framework showed promising enhancement of the insect classification performance. Compared with the base model the F1-score of SRGAN classification model improved from 0.856 to 0.926.



Proposed framework

應用小型無人機之視覺導航系統於溫室內洋桔梗辨識與計數 (林達德)

透過小型無人機對溫室內的作物進行識別與計數，除了有助於提高溫室內農業任務的自動化程度、增加效率與實時性，也有助於農民降低生產管理的人力與時間成本。但由於衛星導航系統 (Global Navigation Satellite System, GNSS) 與全球定位系統 (Global Positioning System, GPS) 在室內環境中無法取得訊後或訊號不穩定，容易產生偏差，影響無人機定位的精準程度。故本研究嘗試利用小型無人機上配備的攝影機，並基於視覺導航的算法與技術，協助小型無人機完成溫室內建立地圖與定位任務。且在本研究當中，透過小型無人機的攝影機的回傳影像，可藉由遠端電腦利用深度學習模型與物件追蹤的技術，完成洋桔梗的辨識與計數，也測試該系統具備協助作物生產管理的可行性，未來也能拓展至不同作物的種類的農業任務中。



開發番荔枝氣調櫃貯運技術與商業化外銷模擬試驗--子計畫二 (方焯)

番荔枝為高呼吸率更年性果品，在 20°C 呼吸率可高達 230 mg CO₂·kg⁻¹·h⁻¹，採後在室溫環境 3-5 天便迅速後熟軟化、抗病能力降低，老化腐損喪失商品價值。此些因素造成果品難以做長程輸送，導致百分之九十九的外銷市場都集中在中國大陸與香港。溫度為影響生鮮園產品採收後壽命最重要的環境因子，產品收穫後儘速去除田間熱，將品溫降低至貯運最適合的低溫為園產品保鮮重要關鍵，採收後延後降溫往往造成老化劣變、蒸散失水、病害發展加速而縮短採後壽命，所以番荔枝採收後需要儘速降溫，採能減緩代謝，延長貯運壽命。預冷 (precooling) 為園產品採收後、貯運或加工前，迅速去除田間熱的採後處理技術，其中又以壓差預冷(forced-air cooling)為最廣用預冷方法，其降溫效率較室冷 (room cooling) 快速，且可避免冰水預冷 (hydrocooling) 浸水造成病害感染的缺點，是多數易受機械傷害園產品最常被推薦的預冷方法。

本子計畫於前三年度已開發兩代可攜式壓差預冷裝置，可配合不同冷藏場域大小進行使用，同時針對舊有番荔枝外銷包裝紙箱進行改善，包含其通氣孔設計、開孔面積、包裝材質等，設計出新式的包裝箱，透過可攜式預冷裝置搭配本研究所研製之新式番荔枝包裝箱可大幅提高果實的降溫速率，建立番荔枝預冷技術之標準作業流程。由於長程海運過程中氣調櫃內會維持一定的溼度，期望藉由試驗判斷濕度對於新式紙箱之影響；在壓差預冷方面透過計算流體力學的模擬與實驗結果做搭配，調校番荔枝材料取得最佳熱傳導係數；配合新式包裝箱的設計可增加冷氣經通氣孔進入的量，迫使冷氣直接由包裝箱通氣孔進到盒內與產品直接接觸，進而提高降溫速率，大幅改善冷藏保鮮的效果。也針對紙箱的強度去做進一步的分析，判斷濕度對於新式紙箱之影響；並透過計算流體力學的模擬與實驗結果做搭配，調校番荔枝材料取得最佳熱傳導係數。

研究方法說明如下：

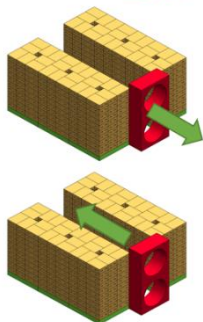
1. 濕度對新式紙箱之應力承受與形變量影響試驗 以氣調櫃進行長程海運的過程中，櫃內的溼度大約維持在 80~90%，紙箱受潮後對於其可承受之外力會有所影響，若因受潮而產生紙箱變形甚至壓迫到番荔枝造成果實的毀損，對於外銷是極大的不利。以四種紙箱 (傳統紙箱、橫向長方孔_彩印瓦楞紙、橫向長方孔_彩印瓦楞紙+防水膜、縱向長方孔_彩印瓦楞紙+防水膜) 進行試驗，將紙箱置放於臺大植物工廠之栽培室內，栽培室室內濕度設定為 85%，放置 2~4 週後量測不同紙箱受到濕度影響後之形變量以及可承受應力之變化，以探討不同材質與開孔方式對承重之影響。 A.傳統紙箱 B.橫向長方孔_彩印瓦楞紙 C.橫向長方孔_彩印瓦楞紙防水膜 D.縱向長方孔_彩印瓦楞紙防水膜形變量和可承受應力測試四種番荔枝外銷包裝紙箱。

2. 新型紙箱壓差預冷降溫試驗：以臺東區農會包裝場冷藏庫為試驗場所，使用本計畫開發之新型紙箱與移動式壓差預冷機進行試驗，與室冷 (room cooling) 及過往舊式紙箱比較果實果心溫度降溫曲線之差異性。番荔枝 6 kg 果實以新型紙箱 (縱向長方孔_彩印瓦楞紙防水膜) 進行裝箱。以八個紙箱平鋪一層堆疊在棧板上，向上堆疊 12 層故每一棧板計 96 個紙箱，將棧板於壓差風扇前排列成兩邊，每邊各 4 個棧板，共計 768 箱。操作前中間走道覆蓋具有支撐條的帆布，形成隧道。溫度計放置點集中於隧道之單一邊，於每一棧板 (距離風機之遠近，第 1~4 棧板) 之上、中、下層 (第 1,6,12 層)，每層的內外側紙箱內中央的番荔枝，插入果心溫度計以分別記錄隧道之不同位置 (前後、上下、內外側) 之溫度，共記錄 24 箱。溫度記錄器為 Elitech RC-4。預冷終點為降低預冷前果心溫度與冷藏庫內空氣溫差 7/8 倍溫度的所需時間為預冷時間。對照組為相同包裝箱包裝 6 kg 果實，棧板堆疊方式先以 8 個紙箱平鋪一層在棧板上後再向上堆疊 12 層，送入冷藏庫進行室冷。於棧板之上、中、下 (第 1,6,12 層) 隨機選取 1 箱紙箱內中央的番荔枝，插入果心溫度計以分別記錄室冷之不同位置 (上下) 之溫度，共記錄 3 箱。溫度記錄器為 Elitech RC-4。預冷終點為降低預冷前果心溫度與冷藏庫內空氣溫差 7/8 倍溫度的所需時間為預冷時間。

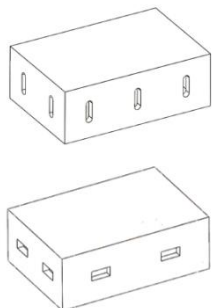
3. 以計算流體力學模擬新式紙箱應用於番荔枝壓差預冷試驗 使用 Solidworks Flow Simulation 流體力學計算軟體，模擬新式紙箱應用於番荔枝壓差預冷。先使用繪圖軟體 Solidworks 建立紙箱構造與番荔枝外型，並按照實際預冷倉之堆疊情況排列，由於番荔枝於預冷倉內之排列為對稱走道左右兩側的堆疊方式，因此採用二分之一對稱模型進行運算，於模型內預冷倉填入空氣，並於冷氣入口設定符合工況之風扇係數，搭配使用 Navier-Stokes 方程式進行求解。透過 Solidworks Flow Simulation 可取得番荔枝預冷後穩態結果的果心溫度，藉由預冷實驗與模擬結果之果心溫度進行比對，調校番荔枝材料取得最佳熱傳導係數。

成果如下：1. 使用隧道式預冷以負壓風扇搭配縱向開孔紙箱進行口字型堆疊，2. 改良包裝箱通氣孔面積，可提高預冷效率、縮短降溫時間，除了可維持果實品質、延緩老化，並能加速包裝場作業流程。預冷效果從傳統室冷的 21.2 小時縮短至 6.2 小時就能達到 7/8 預冷。預冷後產品送入氣調櫃中進行遠距運輸，包括至北美、中東與新加坡，研究成果有助於番荔枝外銷市場的確立。

風扇形式:正/負壓



開孔形式:縱/橫向



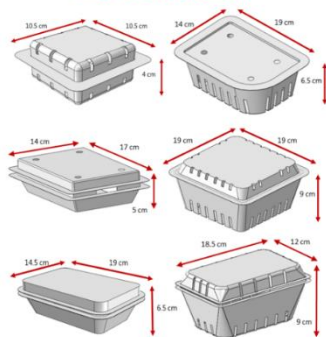
實際預冷測試



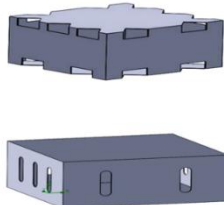
建置小果番茄外銷最佳海運及併櫃商業運轉模式 (方焯)

小果番茄果肉質地較軟且皮薄易裂，並且通常選擇高成熟度果實進行採收，台灣目前缺乏實用的小果番茄預冷流程。本研究建立單棧板負壓通風預冷設備，亦使用計算流體力學軟體，模擬不同紙箱與塑膠盒的包裝，探討預冷效率與均勻度，再搭配實驗進行實場驗證。研究結果建議的紙箱與塑膠盒可確保能有最佳的氣流流通，整體預冷效果從傳統室冷方式的 23.8 小時縮短至 4.2 小時就能達到 7/8 預冷，實驗同時搭配使用霧化的次氯酸水進行滅菌，能有效延長產品的櫥架壽命。

塑膠盒開孔設計



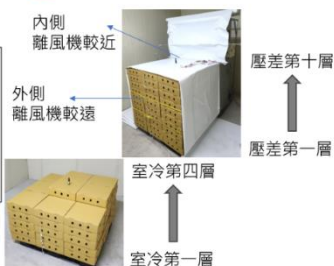
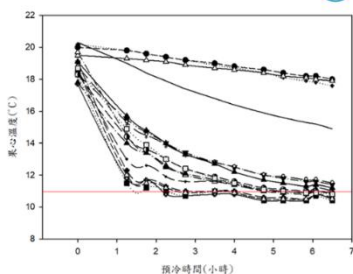
紙箱開孔形式



實地預冷預試

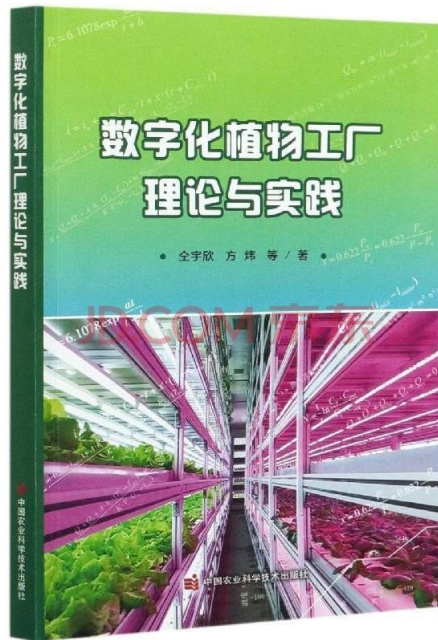
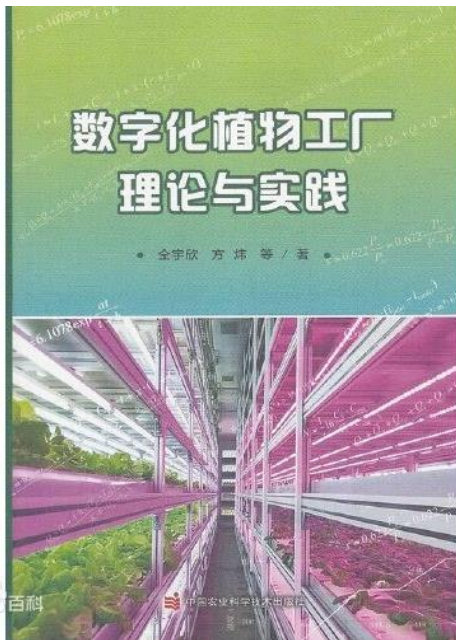


小果番茄預冷試驗



数字化植物工厂理论与实践 (方焯)

上年度於國際學院開授「植物工廠—理論與實踐」課程，之前也與中國農業科學研究院學者全宇欣博士等合作，編寫一本植物工廠相關的書籍。全書共十三章，主要介紹植物生產系統特點及其分類，系統介紹密閉式植物生產系統-人工光型植物工廠概念、特點、組成及其優化設計理念，重點介紹典型國家植物工廠發展現狀，最後展望植物工廠發展趨勢；介紹植物工廠氣密性的測算方法及其在植物工廠中應用；分析植物工廠內熱量和物質平衡，並對其在植物工廠應用做了概述；論述作物生長模型研究概況，介紹作物生長模型構建的方法；介紹CO₂環境動態模型及植物光合作用模型構建；分析植物工廠專用熱泵特點，利用的制約條件及其解決對策；探討日累計光量、光質等光環境調控對植物生長及其品質的影響；系統介紹營養液栽培相關知識，常用的營養液配方；概述基於電腦視覺技術的植物長勢和營養脅迫分析技術，介紹基於深度視覺的植物無損測量技術；介紹生長模型和電腦視覺在植物工廠中的應用案例；概述最優控制的概念和數值演算法，以植物工廠中的生菜生長模型為例，闡釋了LED光強和二氧化碳濃度的最優控制規律。本書由中國農業科學技術出版社發行。



數位化環控農業工程學 (方焯)

本年度休假期間撰寫本書，全書共九章，初稿已完成，以下為本書的自序。

基於環境變遷、資源匱乏與人口暴增等不利傳統農業發展的主、客觀因素，環控農業成了顯學。在設施內進行農、漁、牧業成了趨勢，植物栽培由露天栽培進展到溫室，再發展成植物工廠，經濟動物的飼養也由露天到設施內，甚至

住進大樓，養殖漁業也由箱網進展到室內，養蟲甚至成了提供動物性蛋白質的解方之一，也為太空農業提供了對策。

筆者從事環控農業的教學與研究多年，在退休前擬彙整在溫室工程及植物工廠相關的教材與研究編撰成書，期能提供後繼學者參考。本書內容涵括太陽光利用型植物工廠（具環控能力允許全年栽培的精密型溫室）與完全人工光利用型植物工廠，書名訂為「數位化環控農業工程學」，早期教材使用DOS版軟體輔助教學，近二十年來，較複雜的改以MATLAB 語言撰寫軟體，較簡易的則直接以Excel 做計算。所有軟體都是由筆者撰寫，相關原始碼都可由網站下載。讀者可以看原始碼學習，更可由引用的計算公式瞭解背後的工程原理。

本書原擬在筆者休假出國期間專心撰寫，但碰上新冠疫情開始在全球肆虐，又蒙校內新成立的國際學院院長邀請，在110學年度下學期開設”植物工廠-理論與實踐”課程，於是休假的一年中不僅出國不成，也還需上課，寫作進度延緩了，但也多了時間思考整本書的架構。原先規劃的書名是「數位化溫室工程基礎」，如今增加了植物生理與植物工廠相關的關鍵知識，書名中的溫室更改為環控農業，這更動應是更符合世界潮流的發展吧！全球目前有多個國家不再將大麻視為毒品，不僅開放藥用大麻的栽培，少部分國家甚至開放娛樂用大麻的栽培，這對環控農業的發展更是起了推波助瀾的效果。以北美為例，栽培蔬果花卉的溫室總計不到百家，但種藥用大麻的廠家已是上萬，多數是採用溫室或全人工光型植物工廠進行栽培，環控農業也順勢成了顯學。

本書分為九章，簡介如下：

第一章以太陽能工程基礎的內容為主，這是研究溫室環控、作物栽培、太陽能板發電及太陽熱能運用等領域的入門知識。

第二章以濕空氣的熱力學性質的計算為主，這是所有環境調控領域所需要具備的基本知識。

第三章介紹四個主題，前兩個主題是自然通風與防蟲網對通風的影響。透過瞭解防蟲網的影響程度可得出該如何避免或減輕影響程度的對策。自然通風涉及溫度差造成的浮力差與室外風速，當風速高時，風速主導著自然通風，當風速低時，溫度差與室內的空氣入口與出口的高度差主導著自然通風。第三個主題介紹最小通風量的計算，於冬季當溫室內要維持適當的溫度、濕度、二氧化碳含量，儘管室外溫度低，適當的通風量仍屬必要。最小通風量的計算包括溫度、濕度與二氧化碳濃度的控制，涉及穩態系統的能量與質量守恆原理。相同原理同樣適用於禽畜舍的冬季通風控制。第四個主題介紹整合通風量 (V)、水分蒸騰量 (E)、空氣溫度 (T)、空氣濕度 (H) 四項環境參數的VETH圖。通風量較低時為自然通風，通風量較高時就屬強制通風的範疇。蒸騰涉及植物體的蒸散與室內灑水或噴霧系統帶來的水分的蒸發，在室外溫度與相對溼度為已知的狀態下，通風量與水分蒸騰量影響最終的室內溫度與相對溼度。

第四章介紹兩個部分，其一為強制通風下風扇全年操作電費的計算，風扇的操作依據室內溫度與入射的輻射量所計算的室外溫度。由當地氣象機率分布數值了解各溫度範圍的機率值，進而計算風扇的平均全年操作的工作比，進而求出啟動強制通風的操作成本。其二為介紹台灣各地的氣象機率分布軟體，筆者由過去十多年的氣象站資訊，整理出機率分布資訊，相關資訊用於前述通風成本的計算，也用於後續配備風扇濕簾的溫室的24小時模擬與植物工廠內不同燈光控制策略涉及的電費計算。

第五章分兩部分，首先介紹蒸發冷卻，特別是風機搭配濕簾降溫方法的系統設計，導入三個常用的設計原則，計算建立風機濕簾系統的各種規格，有三種濕簾與九種常用風機可以選擇，並計算所需濕簾高度、長度、水桶容水量、抽水馬達大小等。其次，介紹在強制通風溫室中導入濕簾與噴霧兩種蒸發冷卻降溫方法對溫室內溫度、濕度等影響的模擬，以臺灣幾個城市中過去十多年來最熱的一天的溫、濕度數值作為室外溫、濕度，導入濕簾與噴霧的控制，模擬24小時內溫室內的溫、濕度與絕對濕度的變化。

第六章介紹溫室供暖，特別著重於地底加熱系統的設計，分兩部分做說明，前者以鍋爐為加熱設備，後者以熱泵為加熱設備。本章軟體原始版來自當年指導我這個主題的老師，他在2020年疫情肆虐期間過世，懷念之餘重新更新軟體並動筆寫下本章應是對老師最好的致敬吧!

第七章為第三章中有關水分蒸騰量 (E) 的延伸，蒸騰 (evapotranspiration) 包括了蒸發 (evaporation) 與蒸散 (transpiration)，又稱蒸發散，軟體中允許輸入溫室內噴霧系統的設計與操作條件，之後計算蒸騰量；其次討論不同的作物水分蒸散模式，並計算蒸散量。也探討文獻中提到的其他計算方式，譬如建立蒸散量與空氣的蒸汽壓差 (VPD) 或是太陽輻射量之間的迴歸關係式。蒸散模式之所以重要是因為這涉及作物所需的灌溉量與灌溉頻度。

第八章介紹溫室設施的蒸散速率與淨光合速率的模擬，以給定的逐時溫、濕度與太陽能輻射資訊為計算基礎，計算24小時內的蒸散量、蒸汽壓差、光呼吸與暗呼吸對二氧化碳的產生量、光合作用速率與淨光合作用速率對二氧化碳的消耗量。同時介紹溫室內的二氧化碳施肥，這涉及溫室的換氣量 (自然通風溫室以ACH計算，強制通風溫室以ACM計算)、室外與室內的二氧化碳濃度差及溫室內葉面積與作物對二氧化碳的吸收速率 (同化速率或淨光合速率)。被植物利用的二氧化碳除以補充的二氧化碳可得出二氧化碳的利用效率，由此效率值可得出在做溫室二氧化碳施肥時較合理的控制策略。

第九章介紹完全人工光控制型植物工廠的燈光控制方式，室外溫度影響室內冷氣的性能係數 (COP)，冷氣用於帶走室內燈光產生的熱量，當存在尖峰與離峰時間的不同電費時，燈光開啟時機也影響包含燈光與冷氣的電費支出。何時才是適當的開燈與關燈時機是一個值得探討的問題。本章假設燈光分兩區做控制，每區的開燈時機都可能由1點至24點整開啟，於是總共存在 576 個開

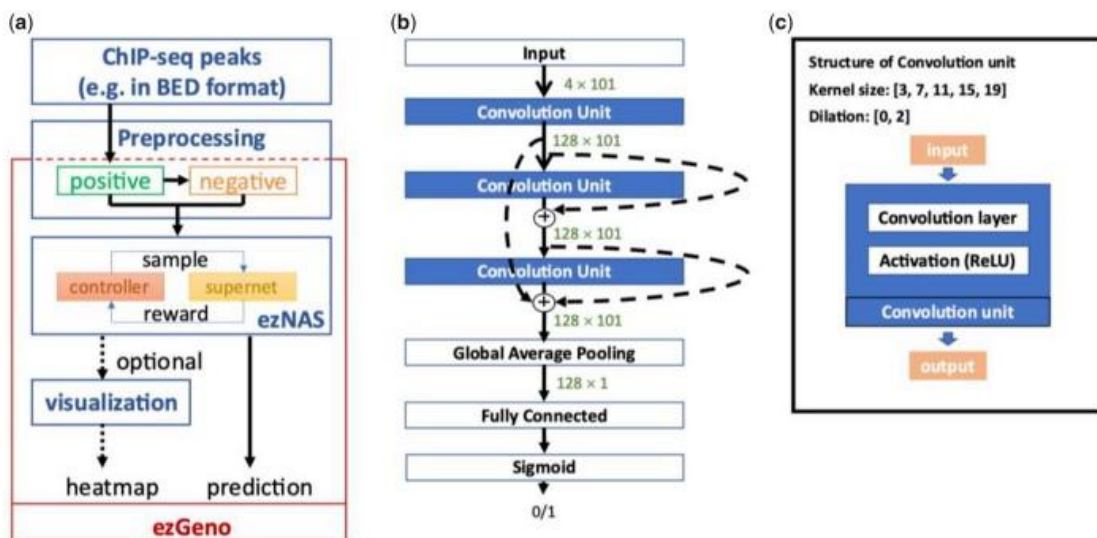
燈的組合。軟體計算各開燈組合的耗電量與耗電支出，選擇耗電支出最少者提供用戶參考。室外溫度使用台灣十個地點的氣象測站的數據。

本書第七與第八章涉及植物生理，第九章涉及全人工光控制型植物工廠，其他各章同樣適合溫室工程與禽畜舍工程的教學。希望讀者能超越本書的內容，對環控農業的學習與研究多所用心，對台灣農業、農民、農村的發展做出貢獻，也對今後地球的環境、糧食與資源問題的紓解盡一份心力。

本書初稿已完成，尚無出版規劃，全文內容置於個人網站，有興趣的同行可上線或下載瀏覽。

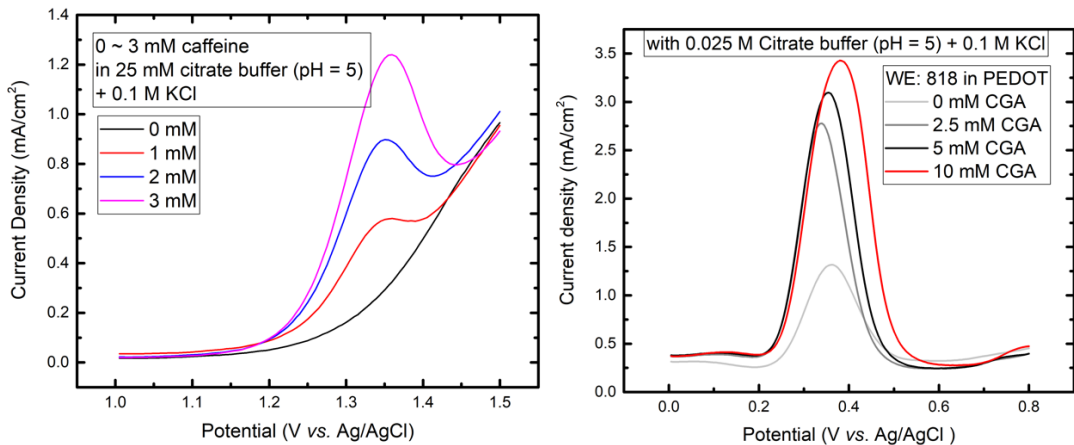
ezGeno: An Automatic Model Selection Package for Genomic Data Analysis (陳倩瑜)

ezGeno 使用 ENAS 來實現 AutoML，讓使用者可以省略在進行深度學習 (Deep learning) 時要事先設定網路結構 (Network architecture) 的步驟。ENAS 透過建立一個圖 (graph) 的資料結構來記錄所有可能網路結構，每一個網路結構就是一個預測模型 (model)，ENAS 的 'controller' 每次會從完整的圖 (稱為 'supernet') 中取樣產生子圖 (sub-graph)，再從子圖中取得一個模型，評估模型的好壞，ENAS 透過模型之間參數的分享，加速找到好的模型的速度。ezGeno 為基因資料設計一個簡易版的 ENAS，稱為 ezNAS，如圖所示，ezNAS 提供較為簡潔的殘差連線 (residual connection)，讓搜尋網路結構的程序更有效率。ezGeno 的輸入層不僅能接受 DNA 序列，亦可接受序列上的特徵值，例如：DNase 或 histone modifications 等實驗數據。為了方便使用者整合各種 ChIP-seq 資料作為神經網路的輸入值，ezGeno 會針對使用者提供的檔案格式與個數，自動產生網路框架，不同的輸入層將有自己獨立的網路結構搜尋空間，最後才合併至全連接層，然後輸出。我們將 ezGeno 的表現，與另一個 AutoML 工具 AutoKeras 進行比較，從下圖可以看出，ezGeno 能在較短的時間內，找到比 AutoKeras 更好的網路結構，準確度也比人工設定的網路結構 (DeepBind) 好很多。



應用包埋金屬有機框架之導電高分子進行分子感測 (陳林祈)

金屬有機框架是一種具有催化能力的材料，有應用於有機分子感測的潛力。為了將金屬有機框架製作成電化學感測器，其於電極表面的固定化方法是十分重要的議題。我們找到了利用在電鍍導電高分子薄膜的方式來將MOF818和MOF199包埋到電極表面的方法，並可藉由此方式來製作電化學感測器。其中，導電高分子薄膜可以進行電子訊號的匯流，也同時作為包埋金屬有機框架的基質。利用包埋有MOF199的PEDOT薄膜達成的伏安式咖啡因感測，可以量測到1 ~ 3 mM的咖啡因（此即一般咖啡內的咖啡因濃度），且其靈敏度為0.246 mA/cm²/mM。另一個與咖啡相關的感測器是利用包埋有MOF818的PEDOT薄膜達成的氯原酸伏安式感測器。此感測器具有米式動力學的響應，即電流倒數值是濃度倒數值的線性函數。其米式常數為1.4 mM。此兩者的選擇性（相對於抗壞血酸、葡萄糖、蔗糖、香草精、茶鹼、酚）都十分優異。



圖、咖啡因與氯原酸在不同濃度下的伏安響應訊號

基於微流體系統之即時阻抗式適體感測平台 (陳林祈)

本研究開發一微流體系統之適體感測平台，採指叉狀電極並結合電化學阻抗方法即時監測目標物與適體之結合並進行定量分析，藉此估算出適體之動力學參數。指叉狀電極因易於微型化、製造和修改等特點，擴大了電化學傳感器的適用範圍。然而，在二極式系統中，半無限擴散現象導致輸出電流不穩定，致使靈敏度、特異性和檢測極限有所受限。故此，本研究開發了一微流體指叉狀電極陣列平台，優化流體參數以將電化學反應限制在近擴散層內。因此提高了反應速率，有助於放大感測所欲量測之氧化還原循環信號。透過此平台，適體的結合速率常數 (k_{on}) 和解離速率常數 (k_{off}) 可被求解得出。因此，新的親和力測量策略可倍驗證了，生物傳感器的實際應用潛力亦被證實。

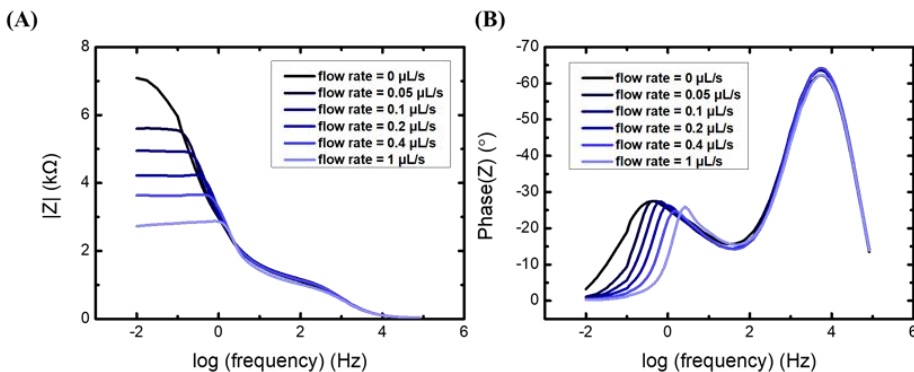
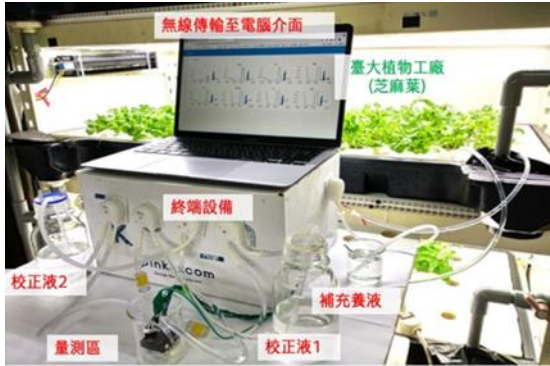


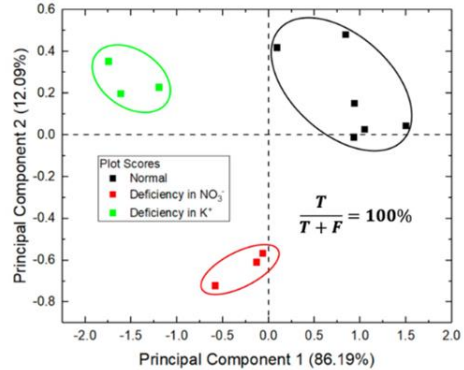
Figure. Impedimetric characterization of an IDA electrode microfluidic chip (w_e - w_g : 100-25 μm) under different flow rates. (A) Bode plot for amplitude of impedance (B) Bode plot for phase angle of impedance.

多離子監控系統於自動養液調控與作物品質管理 (陳林祈、方煒)

智慧高通量離子感測系統運用固態式離子感測電極陣列為核心技術，已結合多通道電位感測模組與無線傳輸裝置，可快速且同時量測水體中的多種離子濃度，達到實地即時的遠端監控與長期追蹤。在農業中，植物的營養來源主要為離子，追蹤土壤或水耕養液中的離子濃度意即監控植栽的營養補給是否足夠與均衡，可量測7種離子濃度：硝酸根、銨根、鉀、鈣、鎂、鈉和氯離子，以及pH值；離子線性量測範圍為0.1 M~0.1 mM，偵測極限可達0.01 mM。本系統搭配自動調控裝置，可藉感測數據進而自動補充缺失離子，且其體積和重量適用於不同場域。另外，離子也反應植物的健康狀態，能用於定義和追蹤品質與產量，且量測菜汁不需過濾或添加其他試劑即可現場量測，即時反應作物生理情況以更精準調控栽種條件，同時累積這些數據建置數據庫以用於品質預測。



圖一、自動養液抽取量測系統實體照片



圖二、不同生長條件之下的水耕皺葉萵苣菜汁的離子濃度主成分分析圖。紅色圈表示養液中缺硝、綠色圈表示養液中缺鉀、黑色圈代表正常。

利用微流道裝置於核酸檢測與在病毒檢測、動物育種的應用 (盧彥文)

本研究成果將基因育種、科學化管理導入傳統養豬業者，透過便利，高效，且符合經濟成本之服務，提升臺灣養豬產業競爭力。該相關育種技術已成立一家新創公司(台灣)。研究成果累計有五篇國際期刊(四篇為優良期刊)、多次國際重要會議論文(e.g. μ TAS 2017, 2018, 2019, 2021)發表，一項美國專利、一項臺灣發明專利。研究成果包含了下述三方面的技術：

- A. 經濟性狀之遺傳標記開發 (e.g. 母豬、種公豬在肉質、繁殖性狀的分子標記)
- B. 可攜帶式育種基因檢驗晶片，達到簡化流程、即時偵測。
- C. 數位化管理豬群性能表現，進行系統化管理畜群。

另外，因應目前全球新冠病毒疫情嚴峻，該技術也已經應用於新冠病毒的核酸檢測，獲得國發基金、SPARKS的經費資助，並將發表於國際重要會議。

血液工程技術 (盧彥文)

與民間業者進行產學合作，並結合臺灣大學醫學院生理所、基因蛋白質研究所共同研究開發血液工程技術

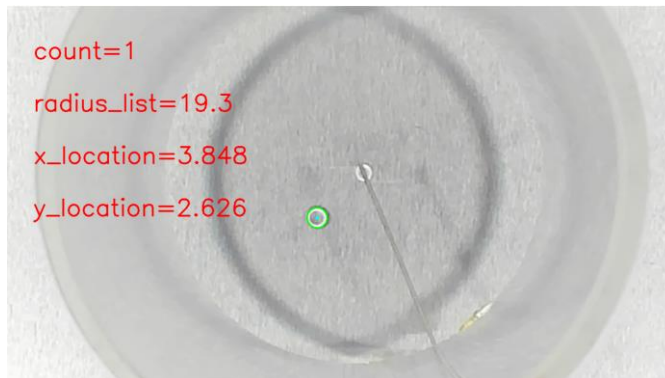
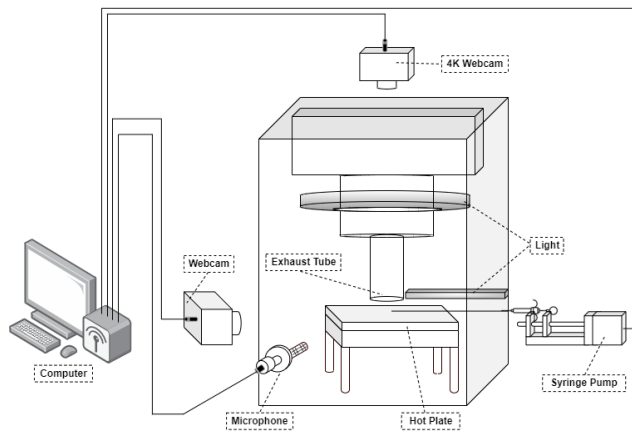
- (A) 微流道技術來進行血球分離，針對血球的尺寸大小、物理特性來進行分類與篩選，改善目前相關技術需要複雜流程、人工操作反覆的缺點，初步結果已經對(1)與血球尺寸類似的微珠、(2)循環腫瘤細胞

(Circulating Tumor Cells)、(3)帶核的紅血球(Nucleated Red Blood Cells)等成功的分類並具有良好的純度。該計畫有優良期刊發表、國際會議論文發表。同時進行產學合作及技術轉移。

(B) 高通量的血液分離與血品製備系統。該系統可以製備血小板濃縮液、減白液等。研究成果斐然，主要的 benchmark 為國際相關血液工程大廠 (e.g. Haemonetics)。目前研究成果應用於產品開發，與紡織綜合研究所進行合作，並且獲得科技部產學司的優良獎項表揚。該計劃有一篇優良期刊論文、三篇會議論文發表。

液滴沸騰的自動化量測 (黃振康)

應用Webcam進行即時影像處理，利用Arduino、步進馬達及3D列印物件組成注射幫浦，搭配麥克風及風扇形成液滴沸騰自動化觀測系統。利用SolidWorks Flow Simulation對環形風場進行模擬，針對管長及管徑的建置進行探討，突擴管及壓克力管與加熱面距離長15 mm為最適當。透過圓形偵測法辨識懸浮液滴的半徑，並透過連續上百幀液滴半徑的曲線擬合得出懸浮液滴半徑的時變率在半徑0.6 mm以上時為定值，並能推出蒸發時間；透過移動平均演算法來辨識沸騰液滴與加熱平面的接觸面積及蒸發時間，並透過接觸面積與蒸發時間能即時計算出熱通量。



具IoT連線功能的太陽能發電檢測紀錄裝置 (黃振康)

各地受所在緯度、各式阻擋，相同之太陽能板所能發出電量有所不同。本研究製作IoT太陽能發電量收集裝置，持續記錄太陽能板之電壓與電流、並透過WiFi傳送至雲端進行記錄。長時間記錄所得資料可供當地安裝太陽能系統時提供正確的資訊，得以依用電需求精確選擇需要的太陽能板與電瓶的容量。



宜居城市之立面綠化-突破舊觀念的共同創新：綠牆修剪機設計及研製 (葉仲基)

雖然綠牆擁有各種好處，但其往上延申的特性將會讓其維護工作變得困難。作業人員必須在高空中移動以對較高的綠牆進行作物植株的維護，而面積較大的綠牆將會使整個維護工作變得相當費時及危險。因此，開發應用於綠牆的維護機械是非常重要的，特別是作物植株尚未到採收時期，期間的枝葉修剪作業。因此，本研究旨在設計及製作能夠應用於綠牆的修剪機械，將綠牆的修剪自動化以提高效率。用機械代替人力修剪綠牆，提高未來於高空作業的便利性及安全性。修剪機雛型體利用ArduinoUno開發板來控制，ArduinoUno主要的功能為發出訊號，讓L298N馬達驅動模組來啟動馬達。L298N馬達驅動模組可以透過輸入類比訊號來調整輸出的電流大小及方向，如此可以逐步調整馬達的轉速。

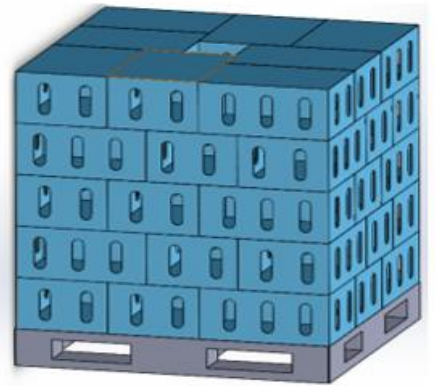


第二版設計3D之修剪機

開發番荔枝氣調櫃貯運技術與商業化外銷模擬試驗(子計畫三：番荔枝氣調貯運環境條件之建立及實際海運測試) (葉仲基)

近年來，臺灣鳳梨釋迦外銷主要以中國大陸為主，隨著氣調貯藏技術的成熟，得以將鳳梨釋迦銷往更遠的地區以拓展市場。在本研究中，設計環境監測裝置紀錄氣調櫃內的氣體和溫溼度數值是否有符合所設定的目標，裝置具有穩固性和通風性，有26,800 mAh的電池容量，並且將記錄數據儲存於Mirco SD記憶卡之中。110年更將環境監測裝置將體積減少67%，續航力增加2600 mAh。試驗結果，氣調櫃前區因靠近循環系統，因此乙烯不易累積。棧板頂層位置氣體

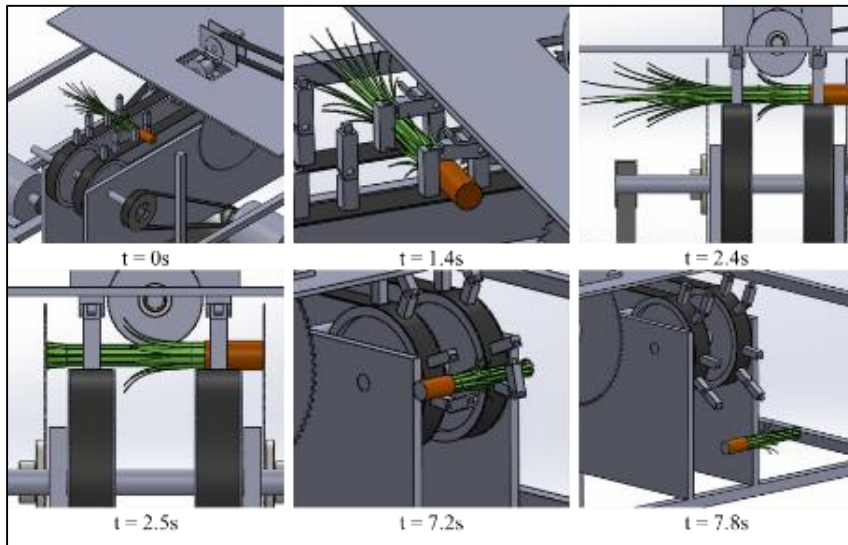
濃度和溫度偏高，大於中層和底層，推測棧板頂層氣體流動較差，導致氣體累積；氣調櫃後區之溫溼度和二氧化碳含量偏高，大於中區和前區，推論氣調櫃後區氣體循環系統較差，導致氣體濃度偏高。環境監測裝置能有效判別不同位置環境氣體成分，以利未來調整或改進氣體循環系統以延長鳳梨釋迦儲存之壽命。



環境監測裝置放於紙箱內和紙箱堆疊

鳳梨苗裁剪機之研製 (葉仲基)

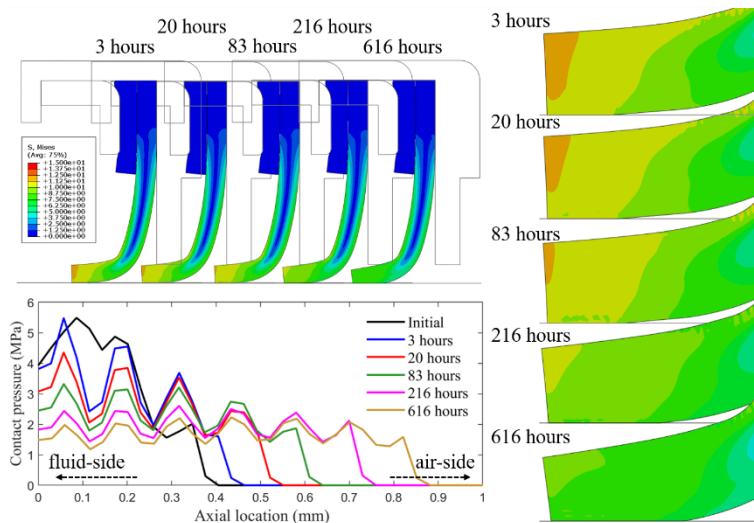
研發適合的鳳梨苗裁剪機日益迫切需要，藉以有效解決人力缺乏及辛苦修剪鳳梨苗之困擾。本計畫全程目標即在於設計與研製一台鳳梨苗適用之裁剪機，能夠將鳳梨苗自動連續放入機器內進行設定尺寸之裁剪，然後再將修剪完成之鳳梨苗自動排出及收集。



橫式鳳梨苗修剪機動畫呈現

Sealing Performance Assessments of PTFE Rotary Lip Seals Based on the Elasto-hydrodynamic Analysis with the Modified Archard Wear Model (廖國基)

Numerical assessments based on the elasto-hydrodynamic analysis (EHA) in conjunction with the modified Archard wear model are conducted to efficiently appraise the potential leakage of polytetrafluoroethylene (PTFE) rotary lip seals after high cycle operations. The modified Archard model with the introduction of exponential relationships between the wear coefficient and film thickness obtained via the EHA is implemented into the commercial finite element software to estimate the wear amount on the seal. The EHA is then periodically activated to evaluate the variation of wear coefficient and reverse pumping rate for the updated geometry of the seal lip. Simulation results reveal that the design initially having large positive reverse pumping rate does not necessarily bear longer service durations before the leakage.

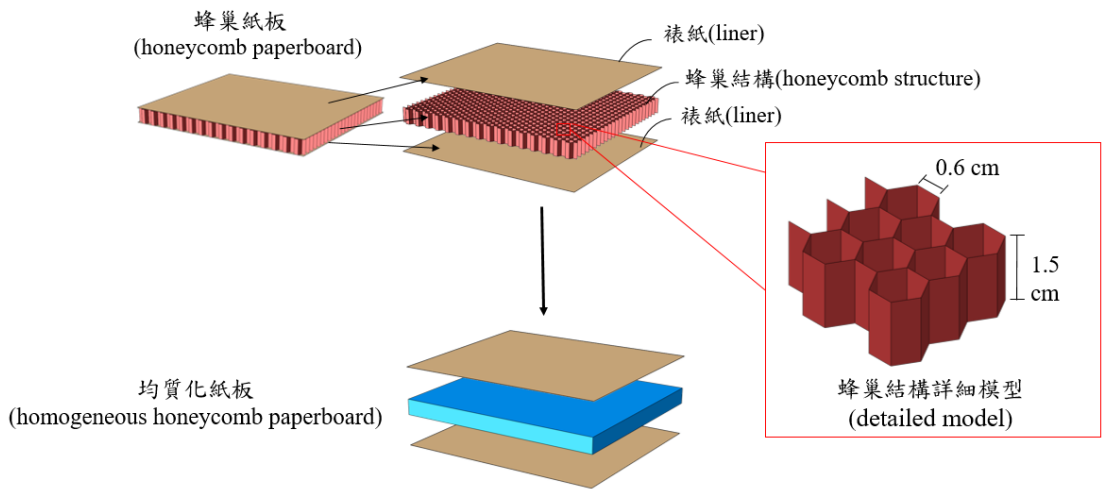


Evolutions of the seal lip cross section and distributions of the contact pressure in different phases of the wear

基於均質化手法檢視紙材構型於包裝承載落摔條件之緩衝效果 (廖國基)

發泡材料係為產品運輸包裝廣泛採用之緩衝材料，然回收不易且難以再利用，綠色包裝觀念因此備受關注。紙材為環境高友善度材料，其中瓦楞結構紙板及蜂巢結構紙板經常應用於緩衝包裝。包裝產品於運輸過程中，可能因外在環境因素承受振動抑或撞擊，吸收衝擊能力因此為緩衝構型設計重要考量因子。瓦楞紙板及蜂巢紙板皆具備相對複雜之結構，本研究因此針對此兩種紙板，分

別採用均質化程序應用於數值分析，藉以大幅降低計算成本。瓦楞結構均質化採用一自動化之材料參數擬合(fitting)流程，藉以獲得其正交各向異性彈性材料參數值，並搭配異向性降伏準則。藉由蜂巢結構詳細模型進行單軸壓縮模擬所得之應力-應變曲線資料匯入商業用有限元素分析軟體，採用可壓碎泡沫模型(crushable foam model)進行蜂巢結構均質化。紙材需預先進行特徵值挫屈分析，擷取相對應挫屈模態導入數值模型作為初始幾何缺陷，藉以呈現結構承受負荷可能產生之挫屈反應。為強化吸震效果，針對瓦楞紙板及蜂巢紙板設計不同緩衝構型，於不同規格條件下，執行緩衝包覆落摔模擬，並與發泡材料包覆落摔實驗量測結果進行比對，藉以評估紙板構型取代發泡材料之可行性，進而協助相關產業於設計階段快速評估較佳緩衝構型。



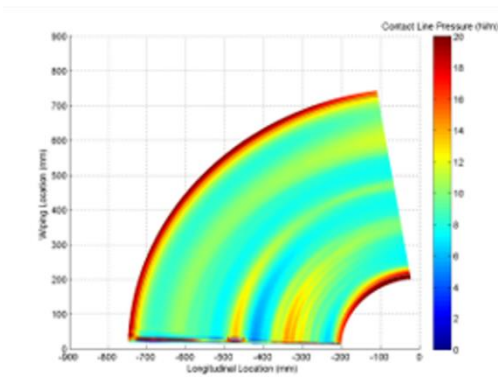
蜂巢結構均質化方法之分析示意圖

Applications of Neural Networks to Metallic Flexor Geometry Optimization of Flat Wipers (廖國基)

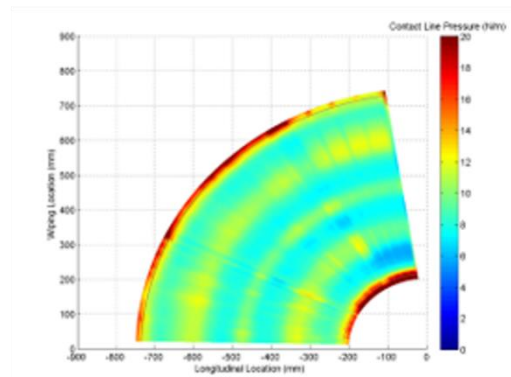
In recent years, demands of flat wipers rapidly increase in the vehicle industry since the flat wiper has a simpler structure than the conventional wiper. Procedures used to evaluate the appropriate metallic flexor geometry, one of major components of the flat wiper, were proposed in the authors' previous study. However, the computational cost via the aforementioned procedures seems unaffordable to the industry. A mathematical approach based on the discrete Winkler model regarding the flexor as the Euler-Bernoulli beam is established here to simulate a flexor compressed against surface at various wiping angles. The deflection of the beam is solved by a finite difference method, and the corresponding contact pressure distributions agree fairly with those based on the corresponding finite element model. Flexor designs are

paired with various windshields to accumulate a sufficiently large simulation database based on the mathematical model. An artificial neural network (ANN) approach is developed to predict contact pressure distributions of the flexor much faster than the mathematical model. The geometry of the curved surface is represented by a shape code obtained via a principal component analysis (PCA) and used in the ANN model. The ANN algorithm is also applied to efficiently evaluate the wiping patterns according to the simulated contact pressure distributions. These patterns are then classified by using a convolutional neural network (CNN) to advise several suitable flexor designs for the specific windshield. Numerical results based on the dynamic wiping analysis of the flat wiper show that the flexor suggested by the current procedures is able to give qualified wiping performances.

the wiping analysis model



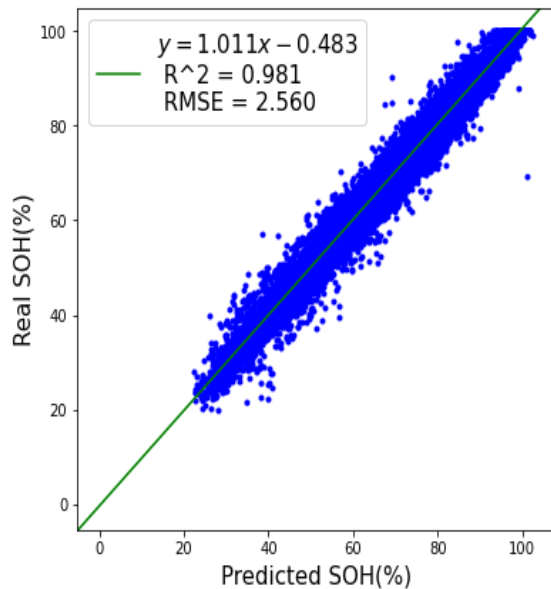
the ANN-WP model



Comparison of the wiping pattern of the suggested flexor based on the wiping analysis and ANN-WP model

以機器學習模型預估電池健康狀態 (陳洵毅)

油電混合車於上世紀末商業化，至今已有逾千萬台的油電車於全球運行，鎳氫電池 (Nickel Metal Hybrid battery, NiMH) 作為其主要的儲電元件，未來全球將有大量的汰役電池需要被妥善處理。本研究的目的是在於協助縮短業者判斷電池健康狀態 (State of health, SOH) 的時間，並提高精準度，以加速他們區分退役電池的效率。為此我們採用機器學習 (machine learning, ML) 方法，並著重於開發與電池性能高度相關的特徵以增加預測精準度。內容包括：1. 了解電池運作機制和衰退成因；2. 針對衰退模式設計特徵；3. 用迴歸分析篩選特徵；4. 用機器學習法訓練預測模型，並篩選最有效的演算法。研究過程中透過恆流充放電實驗，發現反曲點和弛豫現象最適合判斷SOH，並設計出量化該特徵的流程。最後篩選出5個和SOH高度相關的特徵變數。經過前饋神經網路 (Feedforward neural network, FNN) 訓練後，可以使預測誤差 (root mean squared error) 降至2.56%，預測值和實際值近乎一致，足夠幫助廠商增加作業效率。

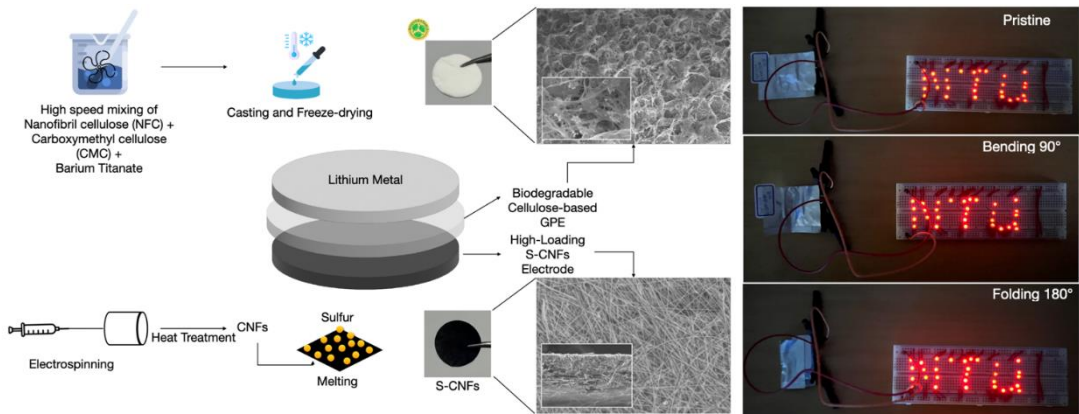


FNN預測的SOH和電池實際的SOH之回歸曲

可撓曲鋰硫電池 (陳洵毅)

鋰硫 (lithium-sulfur, Li-S) 電池因其高能量密度和環保材料而成為儲能系統的巨大潛力。此外，鋰硫電池很適合開發為可穿戴設備的電源。然而，鋰硫電池先天具有穿梭效應 (shuttle effect) 和鋰金屬消耗的問題，這將降低鋰硫電池的循環壽命，容量，甚至庫倫效率。為了能夠讓鋰硫電池應用於穿戴式裝置，必須使其具有更高的功率輸出，所以要增加陰極中的硫量，但是硫的導電性很差，使鋰硫電池在硫含量高時無法高效運作。

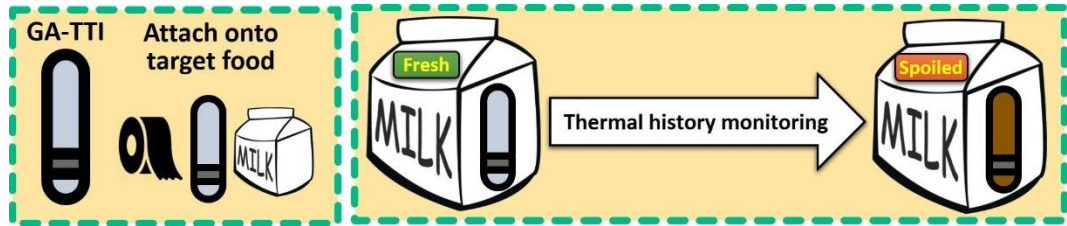
為了能夠提升電極的導電性，本研究使用靜電紡絲技術製成可撓曲和緻密的電極，再將硫塗到碳纖維並對其加熱使兩者結合。此外，為了提高電池的安全性，本研究製作出纖維素當基的膠體電解質，以防止電解質洩漏，同時纖維素是環保材料，用其製作的膠體電解質容易被水降解，這將對未來的電池回收有所幫助。最後，使用纖維素的膠體電解質可以抑制鋰枝晶的形成。根據本研究的初步實驗結果，我們可以製造出硫含量高達 2.0mg cm^{-2} 的柔性軟包電池，在彎曲和折疊電池時擁有穩定的性能。



可撓曲鋰流電池的製程示意圖與實際驗證

時間溫度指示劑之開發應用於食品質變監控 (謝博全)

時間溫度指示劑(TTI)能藉由直觀的視覺警示現象，反映出食品從生產到消費整個儲運週期中，因時間溫度累積效應致使食品品質劣化之總體資訊。然而在食品產業應用上仍存在著高成本、毒性物質轉移風險以及溫度監測不準確性等問題。本研究利用成本低廉且不具毒性之沒食子酸(GA)作為顯色材料，證實GA的非酵素性褐變反應於弱酸性到弱鹼性之範圍內能夠產生顯著的、不可逆的顏色變化。藉由反應動力學的探討計算其褐變活化能，確認該活化能表現座落在文獻歸納之食品品質劣變活化能區間，顯示GA-TTI模型深具應用潛能於食品質變監控上。此研究成果已被刊載於2022年的Food Control期刊。



GA-TTI應用於鮮乳品質監控示意圖

肝臟貼片應用於四氯化碳毒化後之肝臟回復的研究 (侯詠德)

肝臟在人體中扮演著不可或缺的角色，其具有蛋白質合成、尿素代謝以及解毒等重要機能。隨著人們藥物濫用，飲食習慣改變等，肝纖維化乃至於肝硬化日益普及。過往的研究提出自體性物質（例如白細胞介素-10、肝細胞生長因子等）的補充可以逆轉肝纖維化，但效率不彰，因此如何將「自體性物質」有效地作用於肝纖維化的患部去逆轉肝纖維化是科學家亟需解決的問題。為了解決這個問題，本研究將開發一新穎的生物材料來製作肝臟貼片使被毒化後的肝臟之機能能夠回復。

本研究第一部分主要致力於肝臟貼片的製作，利用脫細胞化肝臟間質 (Decellularized liver matrix; DLM) 為基底，並於其上方修飾肝細胞生長因子 (Hepatocyte growth factor; HGF)/肝素 (Heparin) 錯合物，除了檢測該材料的性質之外，亦實際將其應用於體外藥物毒化 (CHCl₃, CCl₄) 後的肝細胞之回復。第二部分則首先致力於建立大鼠體內四氯化碳 (Tetrachloride; CCl₄) 誘導之慢性肝纖維化模型，我們接著以第一部分所開發的肝臟貼片對於上述慢性肝纖維化之回復的影響進行檢測。本研究期許此肝臟貼片未來能實際應用於臨床治療，並為肝病治療給予新的方法與展望。

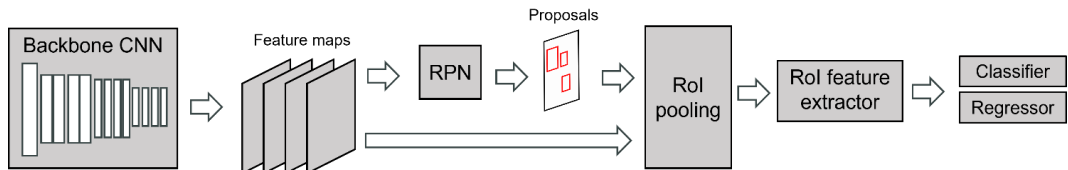
脫細胞化肝臟間質之奈米載體的開發與其於肝臟再生之應用 (侯詠德)

肝臟是人體中相當重要的器官，在循環系統中亦主要扮演代謝物質的角色，體內的蛋白質合成、碳水化合物代謝、脂質代謝、以及排毒等都是肝臟負責的重要機能。然而慢性肝炎一直是國人十大死因之一，過往的研究提出水飛薊素可以改善慢性肝病的症狀，但效率不彰；此外，由於肝臟所肩負多種生理作用，因此肝功能障礙往往使得肝病患者在手術治療期間會增加發病和死亡的風險。因此臨床上迫切需要能夠提升肝病患者的肝再生能力的標靶藥物、並透過與手術搭配應用的輔助性療法，讓更多肝病病患得以進行手術治療並提高其成功率。為了突破這個困境，本研究將開發一新穎的奈米載體，以促進部分肝切除術後的肝臟機能之回復效率。

本研究主要分為兩個部份進行。第一部分致力於奈米載體的開發 (以 mPEG 修飾之脫細胞化肝臟間質) 及其奈米載體的性質檢測。第二部分則是將大鼠初代成熟肝細胞與奈米載體進行共培養並觀察細胞活性與肝臟機能檢測；此外，亦嘗試建立小鼠體內 2/3 部分肝切除模型、並檢測包埋單寧酸之奈米載體對於部分肝切除術後小鼠肝臟再生之影響。本研究期許未來能實際應用於臨床治療，為肝病治療給予新的方法與展望。

智能茶葉病蟲害辨識與用藥輔助系統之整合開發 (陳世芳)

茶葉病蟲害為造成茶葉品質及產量下降的肇因之一，管理者若能即時得知茶株病蟲害情況並給予適當措施，將可望降低損失，提高收益。現行對病蟲害種類之判別均須仰賴病蟲害專業之植保人員協助辨識，然植病領域人才有限難以即時應付大量之田間辨識需求。因此本研究應用深度學習方法建立茶葉病蟲害辨識模型，用以輔助農民進行茶樹病蟲害之快速判別。本研究蒐集4000餘張田間茶樹影像，計包含共12類病蟲害，以4:1之比例分割為訓練集與測試集進行測試。試驗之模型採用更快速卷積神經網路(Faster region-based convolution neural network)模型取得76.6%之平均精確度(mean Average Precision, mAP)。結合智能用藥建議功能方面，目前已可將辨識結果串聯農業資料開放平台及農藥資訊服務網，於多重病蟲害同時存在時，考慮建議用藥之跨病種通用性，提供用藥建議順位。此外，為提供更便利於田間應用需求，提供網頁及LineBot兩種版本使用者介面，提供辨識結果以及用藥建議。

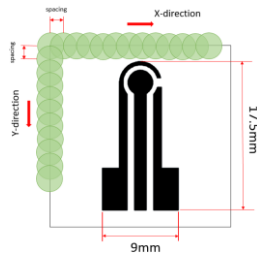


智能影像辨識模型: 更快速卷積神經網路

智能茶葉病蟲害辨識與用藥輔助系統之整合

雷射誘發薄膜材料轉移於撓性感測元件之銅膜線路成型 (丁健芳)

雷射誘發材料轉移(Laser-induced forward transfer, LIFT)製程至今已能夠成過列印金屬、細胞、DNA等固相或液相之電子、生物材料。由於其廣泛應用的特性，因此LIFT常被用於製造生物感測器，而銅具有與銀相似的導電率(Ag: $6.3 \times 10^7 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$, Cu: $5.96 \times 10^7 \text{ S} \cdot \text{m}^{-1}$)，但銅較銀便宜約90倍，因此選擇銅作為導電電路，更能符合成本效益。本研究先行置備好銅薄膜沉積於康寧玻璃基板(Corning EXG)，使其作為供體(Donor)薄膜(厚度約為1000 nm)，並利用奈秒綠光(中心波長532 nm)脈衝雷射，且將銅薄膜與接收基板(Receiver)之間距控制於100 μm ，成功製作出電極系統，如下圖所示。



雷射掃描之路徑

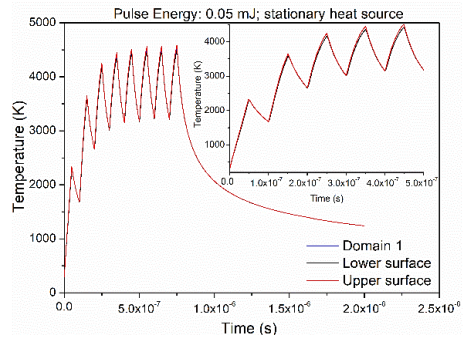
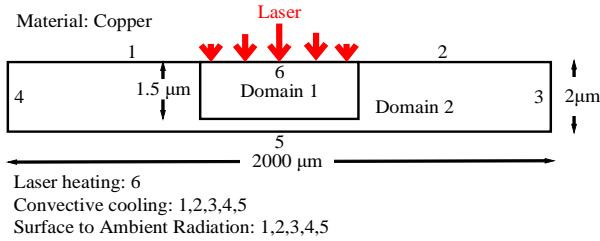


銅膜線路成型之表面型態

註：本研究成果已投稿2022CSME研討會

Laser heating of Cu thin film for potential Laser-induced forward applications (丁健芳)

Stationary and moving pulsed laser have similar domain temperature, since at constant pulse energy, pulse width, frequency and beam diameter, the heat flux remains the same. However, the temperature and isotherm distribution are quite different. The heating characteristics are similar, i.e., a sudden increase in temperature is observed due to high energy density, followed by a gradual increase in temperature with increase in time. Finally, increasing pulse repetition leads to a saturation temperature. Sharp cooling curves are observed between pulses due to the thin film along with high convective and radiative cooling. Temperature for the top and bottom surface of domain 1 was determined, and it was observed that the temperatures for the domain, top and bottom surface of the domain were nearly same. The thermal characteristics of a stationary and moving pulsed laser heat source is nearly identical. Therefore, this work can effectively be used for laser heating for LIFT applications in both single and scanning type transfer process.



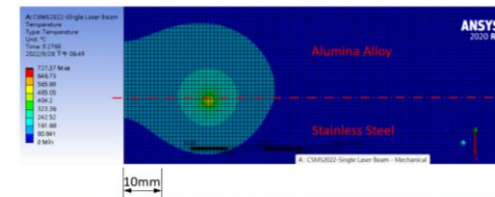
Geometrical illustration of the two-dimensional model

Temperature at various locations (inset: upper and lower surface temperature for domain 1)

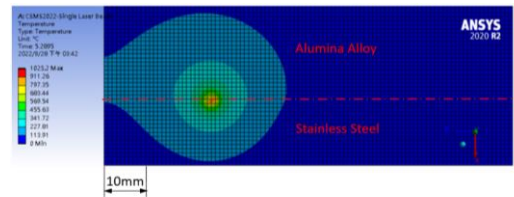
註：本研究結果已投稿2022CSME研討會

單/雙雷射光源進行電動車鋰電池焊接溫度分布影響之有限元素法分析 (丁健芳)

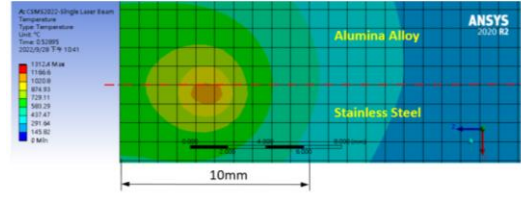
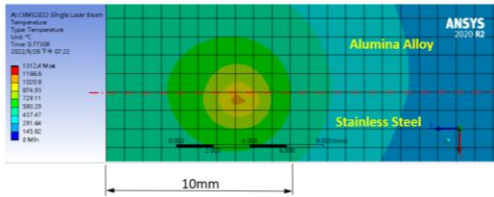
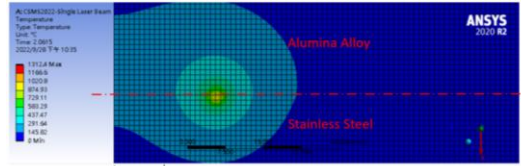
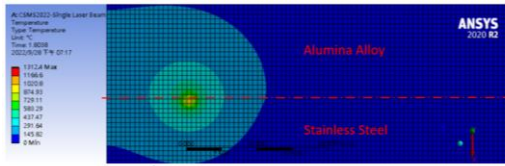
使用單一束雷射光源進行焊接時，常因為熔融金屬液汽化所生成的蒸氣壓以及噴濺現象使得焊道的機械性質以及外觀品質大為降低，故有雙光源雷射的加工模式被提出。本研究提出使用外加CNC控制設備搭載輔助雷射光並與原有雷射光源形成雙光源的加工模式，更具加工彈性，方便於國內業界進行推廣。本研究進行有限元素方法分析得到結論如下：(1) 最高溫度同時能夠達到最高的1312 °C，我們可以用更低功率的雷射完成與高功率雷射相同的效果；(2) 在高於鋁合金熔點的729 °C以上的溫度分布寬度利用雙光束雷射得到的是4.5 mm，比單雷射光束的最大溫度分布寬度3.5 mm來得寬許多，能夠有更寬廣的熔池空間穩定鋁水；(3) 雙雷射光束最高溫的溫度分布寬度是單雷射光束的兩倍，對於雷射焊接時鎖孔(Keyhole)的形成之影響有待將來實驗證明；(4) 最後嘗試利用雙光源(40 W/mm² + 15 W/mm²)的條件進行模擬仍得到相同的結果。



(a) 30 W/mm², 2.5 mm/sec的溫度梯度分布



(b) 50 W/mm², 5 mm/sec的溫度梯度分布



(c) 55 W/mm², 10 mm/sec 的溫度梯度分布

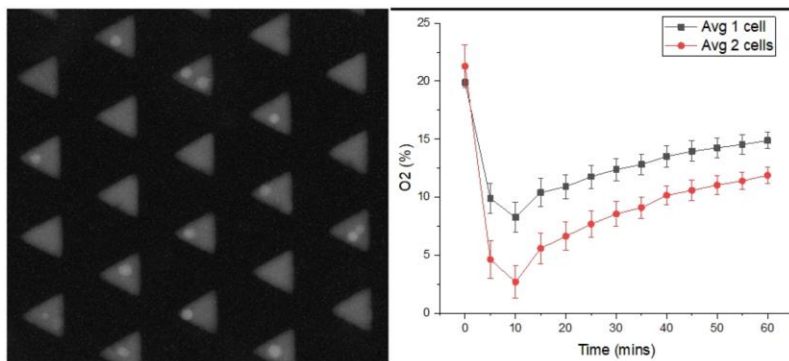
(d) 雙光束雷射組合溫度梯度分布

單/雙雷射光束利用不同移動速度與雷射功率之溫度梯度分布圖

註：本研究成果已投稿2022CSME研討會

利用微流道裝置量測單細胞的氧氣張力 (吳筱梅)

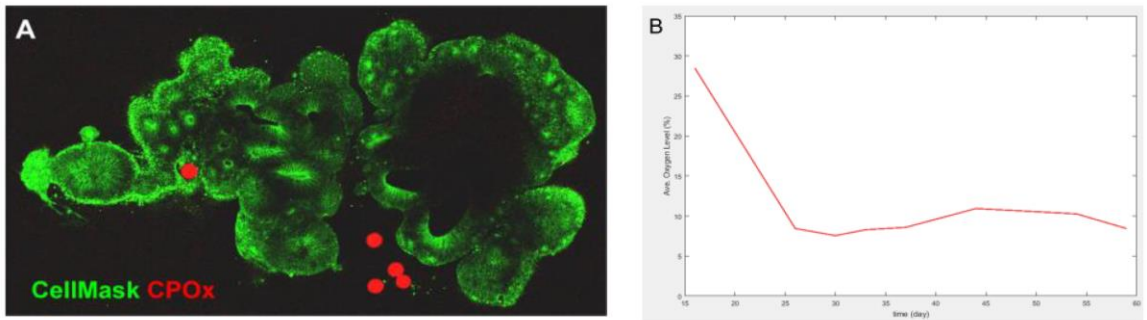
單細胞分析對於揭示細胞功能及其異質性至關重要。許多研究已經在不同的細胞群中進行，以瞭解細胞的反應。然而，由於細胞之間的異質性，測量細胞的平均反應並不足以準確地表明單個細胞的反應。細胞的耗氧率 (OCR) 在很大程度上影響細胞功能，進而導致各種重要的生物反應。因此，準確地分析單細胞的OCR有助於更好地瞭解癌細胞的代謝、發育和進展。然而，現有的裝置皆有一些局限性，如單細胞誘捕 (trapping) 效率低、製造複雜，以及在誘捕過程中和誘捕過程後難以分離出單個細胞等。本研究開發了一種能夠成功誘捕和分離單細胞的微流道裝置，並研發出以高通量方式進行單細胞OCR估計的方法。



單細胞微流道裝置與單細胞氧氣梯度

利用頻率域螢光壽命週期成像顯微鏡(FD-FLIM)長期監測活體腦器官的氧氣張力(吳筱梅)

氧張力在胚胎發育過程中對神經發展起著重要的作用，然而，由於技術上的挑戰，監測神經發育過程中的氧張力卻很少被研究。除此之外，三維腦類器官 (cerebral organoids) 已被廣泛地用於類比體外的腦組織結構，因此，本研究中也利用同樣的技術製作腦組織體外模型系統。為了對模型系統內的氧張力進行量化，類器官中嵌入氧敏感螢光珠 (CPOx) 當作用氧氣感測器，並搭配頻率域螢光壽命週期成像顯微鏡 (FD-FLIM) 裝置，可以精準地測量光珠的螢光壽命，以換算為腦器官之含氧張力。由於FD-FLIM技術不易受環境雜訊影響，提供了理想的優勢，包括較少的曝光時間和精準地量化量測值。下圖顯示了嵌入CPOx光珠的大腦類器官。在實驗中，我們長期地（從第2周至第9周）監測活體器官內CPOx光珠的螢光壽命週期，同時也利用共焦顯微鏡紀錄了光珠的定位。實驗結果表明，本研究中新開發的方法能夠精確地長期量測大腦器官中的氧張力，將有利於神經發展之相關研究。



腦類器官之氧張力趨勢圖

二、研究生論文題目及摘要

本年度博士班畢業生 4 名，碩士班畢業生 40 名。

1. 博士班(研究生及指導教授)

優養化水體水質處理技術及應用之研究(陳以容、周楚洋、侯文祥、黃振康)



優養化水體的處理技術，可分為物理處理法、化學處理法及生物處理法。目前改善湖庫水體優養化的方法，較常使用物理性方法中的曝氣法；生物濾床法通常用於處理高污染水質，在濾床內填充濾材介質，使微生物附著於濾材上並與廢水中有機質接觸，以淨化水質，處理效率高，適合小面積的水質處理；生物控制水質管理法，係利用水域中生態系食物鏈方式進行水質淨化的方式，是近10年來國外極為重視及使用的生物處理法。

本研究主要目的有兩部分，一是生物濾床系統及曝氣設備的研發及應用、一是建立國內生物控制水質管理法的操作參數及實地應用。研究重點偏重在研發設備的水質處理效率及生物控制水質管理法現地實驗的應用結果之探討。

研究結果包括：

1. 研發「低動力生物濾床系統」並應用於景觀池及養殖池。景觀池實驗操作共計 400 日，實驗期間氨氮平均去除率為 58%；養殖池實驗操作 116 日，實驗前期(15 天~57 天) 設備去除總氨氮的效率最高可達 63%。而自第 75 天開始，設備出水總氨氮均高於入水總氨氮，推測可能原因是養殖過程中定期持續地投放營養劑，設備有機物堆積太多，硝化菌生物膜老化，因而抑制硝化作用，以致設備在實驗後期無法正常發揮作用。
2. 研發曝氣設備「耘水機」，同時在台大醉月湖及湖泊水庫探討此曝氣設備的增氧效率評估及景觀湖泊的水質改善分析。實驗結果顯示「耘水機」曝氣設備的攪動水體擴散半徑約 20 公尺，攪動水體擴散面積約 1,256 m²，攪動水體體積約 3,140 m³。
3. 生物控制水質管理法(Biomanipulation)是以人為方式改變魚類相的組成，再利用魚類的食性關係，控制浮游生物相的群聚結構，以達到水質淨化。本研究於台大醉月湖放養黑鯪進行生物控制水質管理，實驗中計算其生長過程，以 6 年為期，即 6 年後應再補充新的魚苗，原有黑鯪則可進行捕撈替換，結果顯示如此可穩定水質、維持黑鯪攝食藻類的穩定性，成功地提高黑鯪在醉月湖的合理利用效益。

苦苣苔科大岩桐亞族的三維花冠形狀與二維蜜標樣式分析(許皓鈞、郭彥甫)

花冠形狀和蜜標樣式的多樣性，在導引傳粉者的訪花行為和吸引傳粉者視覺偏好中扮演重要角色。傳統上，花冠形狀與蜜標樣式的量化仰賴生物學家的觀察經驗與主觀判斷；近十年，已有許多影像分析工具得以協助生物學家精準地量化花冠形狀與蜜標樣式的變異。然而，大多數影像分析工具未考慮花冠組織特徵的同源性，使得在花冠大小與形狀差異明顯的物種之間難以進行比較分析，進而造成分析結果高估或低估花冠形狀與蜜標樣式的變異。在開花植物中，花冠維管束的形態發生具有同源性，且在近緣物種之間擁有近似的脈型。因此，花冠維管束的脈型能提供花冠組織上同源區域的空間資訊，使得不同花冠大小與形狀的近緣物種間的比較更為客觀。本論文結合影像處理技術與植物組織學技術，提出以花冠維管束為基礎的量化花冠形狀與蜜標樣式方法，應用於苦苣苔科大岩桐亞族的物種。花冠形狀方面，首先以微米級電腦斷層掃取得花冠之三維影像，接著定義花冠輪廓與維管束系統的特徵點，並擷取其三維座標。透過三維幾何形態學析量化特徵點在空間中的主成分變異，進而以視覺化之主成分變異定義與花冠形狀相關的性狀。花瓣蜜標樣式方面，以彩色平板式掃描器分別取得腹側花瓣之新鮮影像及經透明化處理之組織學影像，接著定義花瓣輪廓與維管束系統的軌跡，並擷取其二維座標。透過二維幾何變換將新鮮花瓣影像之蜜標樣式轉換至同源感興趣區域，進而以主成分分析與視覺化之變異定義與蜜標樣式相關的性狀。進一步以量化之變異檢驗花冠形狀與蜜標樣式的種間差異、傳粉者類型關聯性、以及親緣訊息。結果表明，形狀性狀與蜜標樣式性狀在物種間存在顯著差異。在量化的性狀中，花冠管狀區域的曲率與擴張度、蜜標樣式的遠端著色與近端著色與傳粉者類型的相關性顯著。其中，花冠管狀區域的曲率與擴張度在親緣關係中亦呈現顯著的親緣訊息，而蜜標樣式的遠端著色與近端著色在親緣關係中則未偵測到顯著的親緣訊息。此結果暗示花冠管狀區域形狀的變異與傳粉者類型的關聯性反應在大岩桐亞族物種的演化。



台灣中西部離岸風能潛勢評估之研究(徐文科、葉仲基)

本研究探討台灣中西部外海離岸風場之風能潛勢，藉由鄰近陸域風力機運轉資訊(Wind Turbine Generator SCADA Data)及光達(Light Detection and Ranging, LiDAR)量測之資料，搭配量測推估法(Measure-Correlated-Predict, MCP)推估出離岸風場區域之風力分佈，將可據以進行風能潛勢分析。



首先統計分析離岸海氣象觀測塔(Met Mast)之觀測資訊，來了解台灣中西部外海近岸地區離岸風能密度大小與分佈情形，後續透過常見風力發電機性能曲線(Power Curve)來進行產能評估，包含年發電量 (Annual Energy Production)

與容量因數(Capacity Factor)等，並以本區域風能分佈情形來評估潛在機組的產能評估與其適應性。

其次以鄰近海氣象觀測塔之陸域風力發電機運轉資訊，配合光達 (LiDAR) 量測比對，以量測推估(MCP)法取得風能分佈情形，光達可同時量測特定高層風速，進而取得所需高層風能分佈，並藉由比對海氣象觀測塔資料風力發電機產能評估，來確認推估方式取得風能分佈之可行性。

本研究所提以風力發電機運轉資訊配合光達進行量測推估之風能調查方法實屬可行，可有效縮短風能分佈取得所需時間及降低成本，對後續離岸風能開發將有所助益。

基於工作空間分析之機械手臂機構設計(張元隆、葉仲基)



機械手臂在農業、醫療和工業等領域的自動化操作中發揮著重要作用，其機構設計值得進一步研究。本文探討運用現今電腦高速運算的特性，設計機械手臂尺寸參數和其最佳放置位置。設計系統採用5自由度PUMA 560型機械手臂，使用者可以指定機械手臂的初始尺寸，以及端效器須達到的特定點座標及特定角度，且機械手臂各關節致動器角度須滿足使用者指定的範圍，透過調整機械手臂的尺寸大小及位置，以工作空間分析來滿足使用者需求。設計系統需要考量致動器的角度範圍，求取機械手臂位置、連桿長度尺寸調整參數，並以最小工作空間為搜尋目標。

本文的方法將5自由度PUMA 560型機械手臂位置功能及方向功能分別解耦分析，以兩種方法探討機械手臂設計方式。方法1透過機械手臂其中3自由度在工作空間中的部分球形殼體空間來計算最佳化，以簡化定位問題，透過定義約束條件不等式，以搜尋計算機械手臂尺寸參數的最小尺寸調整參數、機械手臂的位置以及其關節角度，實現最小工作空間，並滿足使用者需求。方法2透過以致動器可能產生角度組合之向量分析，滿足機械手臂端效器須達到的特定角度，然後將選擇最少角度組合的特定點座標及其向量來計算機械手臂的位置，應用反向運動學用於檢查其餘各致動器角度是否滿足約束條件，再從所有滿足條件的組合中選出最小尺寸調整參數，以決定機械手臂的放置位置和致動器角度。以上兩種機械手臂設計方法均將端效器位置和方向功能解耦，以簡化機械手臂關節角度計算、尺寸參數和機械手臂放置等問題，最後比較兩方法之優缺點。

2. 碩士班(研究生及指導教授)

利用深度學習與水下影像研發白蝦成長及行為模式的物聯網監測系統(廖冠璋、朱元南)



中南美白對蝦是目前全球養蝦產業最重要的物種，即時觀測白蝦的行為模式有助於提高飼料效率和降低成本，傳統上白蝦的觀測是透過傘網，此種做法費時費力，且會干擾白蝦的活動。本研究研發白蝦物聯網監測系統，包含白蝦即時影像觀測、白蝦偵測模型、投餌參數分析和自動投餌等功能。本研究研發多種數位和類比式水下影像系統及附件，搭配樹莓派控制和紅外線照明，可配合三種養殖池型，提供串流影像的即時觀測及備份，能即時觀測六種水色的白蝦影像，包括蝦苗或夜間影像。本研究利用深度學習研發白蝦偵測模型，將白蝦影像分成蝦體跟尾扇，使用卷積類神經網絡的模型YOLOv4來偵測白蝦的位置，利用影像處理將白蝦與背景分離，計算白蝦的體長、拖糞率和出現數，合稱投餌參數，每間隔一周對白蝦影像做24小時連續性的統計分析，共歷時兩個半月，以歸納出白蝦的生長及行為模式。本研究在彰化、高雄及屏東三處養蝦場進行監測系統的驗證，結果顯示，YOLOv4模型辨識白蝦的平均精準度 (mAP) 為0.76，出現數的精準度為0.85，拖糞率的精準度為0.69，體長的精準度為0.94。體長與時間呈線性變化，決定係數(R square)為0.98，適用於3公分以上的白蝦。影像系統平台高度會影響蝦子出現的機會，出現數在投餌後會有明顯下降再上升的趨勢，顯示白蝦被飼料吸引離開平台上方的程度，有助於判斷白蝦食慾，調整投餌量及投餌時機，拖糞率在前半段的變化趨勢與出現數相似，後半段則不顯著。本研究研發的水道池專用的自動投餌機，可雲端控制投餌，讓夜間投餌成為可行，在屏東完成全自動投餌實驗。本研究所提出的白蝦物聯網監測系統克服了池塘養殖中白蝦不易觀測的瓶頸，為白蝦生長及行為模式提供重要資訊，並有助於投餌控制的自動化。

整合熱影像與雷達呼吸監測系統於乳牛熱緊迫程度之分析(陳玟銓、林達德)



乳牛的產乳量與其健康狀況密切相關。牠們的體溫將是反映身體狀況重要指標之一。紅外線熱影像技術已經有不少相關研究與應用，證實可以在非接觸式的情況下量測乳牛溫度並進一步研究與分析，因此將成為建立乳牛健康管理的自動化監測系統之關鍵。儘管有幾項研究報導了通過手持式熱影像攝影機測量乳牛溫度的方法，但手動測量耗時費力，在牧場的實際應用上並不實際。為了解決這些問題，本研究提出了一種自動化的非接觸式熱影像監測系統，可以有效地從即時熱影像監測系統擷取乳牛眼睛的溫度測量值。該系統利用深度學習方法進

行泌乳牛眼睛偵測與定位。應用於即時乳牛眼睛偵測的YOLOv4模型經過訓練和優化；該模型之偵測率達到 0.99 及F1 score 達到0.99。從熱影像串流中擷取出許多包含乳牛眼睛的影像，再應用進一步的影像處理算法計算平均溫度。透過這種方法，熱影像攝影機對每頭經過前方的乳牛進行多次溫度測量。該系統安裝在台大動科系實驗牧場，並進行了長期實驗量測以紀錄個別乳牛溫度的變化，數據分析結果發現環境溫度、乳牛眼睛與熱影像攝影機間的距離及角度、個體牛隻差異、眼睛型態及牛隻行為都會對溫度測量都有很強的影響，代表眼睛溫度測量需要用環境溫度進行校正，並且需要對測量的溫度進行後處理以提高其準確性。此溫度監測系統也結合非接觸式雷達呼吸頻率系統進一步分析乳牛熱緊迫的程度。從實驗中分析群體牛隻結果可以得知，乳牛眼睛溫度與溫溼度指數之線性回歸斜率0.07，相關係數為0.69，乳牛呼吸頻率與溫溼度指數之相關係數為0.74，眼睛溫度與呼吸頻率之相關係數為0.60。以單一溫溼度指數做熱緊迫區分時，從眼睛溫度分析之溫溼度數值為71.8，以呼吸頻率分析之溫溼度數值為68.1。此結果驗證紅外線熱影像可以被運用於牧場中自動監測乳牛之健康狀態，也代表本研究所建立之系統在檢測乳牛發燒或評估熱緊迫方面具有未來應用之價值。

基於卷積神經網路發展無人機飛航風險評估系統(洪信煒、周瑞仁)

本研究針對無人機飛航風險發展一套數據驅動之評估系統。隨著無人機應用越來越廣泛且價格逐漸親民，使用頻率快速增加，惟因無人機較有人機的飛行空域低且重量輕，使得飛航安全、安寧與隱私等問題逐漸受到普遍的關注，在此背景下勢必需要一套考慮環境與天候對無人機飛航安全影響之系統。本系統係屬團隊研究的一部分，整體研究除了針對空域中之無人機進行風險評估外，同時亦對無人機進行分散式監管，並以收集到的飛航數據利用區塊鏈架構進行個人化保險費率之計算。由於無人機較易受到天候、地形及訊號等因素的影響，可能導致無人機飛行偏差甚至發生事故，因此飛航風險評估在無人機監管中將扮演不可或缺的角色。本研究開發一套無人機飛航風險評估方法，利用大量歷史飛行數據配合數值地表模型建立風險模型以預測不同情境下之風險分佈。惟因現階段實際飛行數據不足，本研究根據有限的實際飛行數據，透過WindPerfect風場模擬軟體產生大量的模擬數據，並以卷積神經網路歸納分析風場、衛星定位及通信訊號強度與飛行路徑偏差間的交互關係，進而建立無人機飛航風險等級圖，風險等級地圖包含城市、山區與海岸等場域，大致包含目前無人機操作者作業之情境，利用色階深淺表示風險的高低程度，並設計親善的使用者介面，提供操作者進行風險評估與任務規劃。透過無人機飛航風險等級圖，操作者可於起飛前初步得知各區域之風險，以針對飛航任務進行相應的調整，達到降低飛航風險之目的。



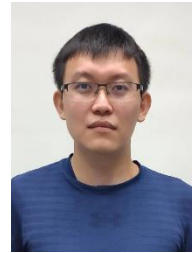
基於區塊鏈配合分散式航管系統之(楊馨瑄、周瑞仁)

本研究基於區塊鏈的架構提出一套個人化無人機保費演算機制，結合無人機歷史飛航數據與保險客戶理賠紀錄，以達到保費個人化之目的。隨著無人機的數量與應用不斷增長，無人機事故時有所聞，為了保障事故中的受害者，建構一個合理且接收度高的保費運算機制為當務之急。由於精算數據不足，目前市面上的無人機保費僅以無人機機齡、種類、重量大致分類，至於任務飛行場域的風險與特性、任務差異、操作員飛航表現皆未納入考量，這些都將影響無人機發生事故的機率，故應為保費計算之重要指標。本研究配合分散式無人機航管系統組成分散式儲存暨區塊鏈系統，以保障無人機飛航資料之機密性、完整性、可用性，解決資安方面的疑慮。同時加入模糊理論之從屬度概念於保費分類上，使保險費用能夠在低額、中額、高額不同保費間平滑過度，並利用機器學習方法建立個人化保費模型，以計算個人化保費。此外，為了能達到保險業者之預期效益，所開發之程式可自動迭代出各保費類別之合適的基本保費，並用以更新下期保費。依據模擬數據顯示，本研究確實可以達到個人化保險之目的，亦可調整各保費類別之基本保費，以達保險業者之預期效益。



紅、遠紅光比例與綠光占比對植物工廠內香波綠萵苣栽培之影響(廖政維、方煒)

本研究旨在探討不同紅、遠紅比例對香波綠萵苣生長之影響，以可調式紅、白 LED 燈管與可調式紅、遠紅 LED 燈管作為光源，於全人工光型植物工廠栽培香波綠萵苣，並在相近紅、遠紅比例下，進一步調整綠光之占比，嘗試找出最適合香波綠萵苣生長之光譜，以電力產能 (EY)、光子產能 (PY) 與單位面積年產量作為評估不同處理組香波綠萵苣生長效能之量化指標。



實驗設計分四部分做探討：1. 不同紅、遠紅比例，2. 不同綠光占比，3. 兩階段不同紅、遠紅比例加不同綠光占比，4. 兩階段不同紅、遠紅比例，實驗共計 17 個處理組。首先在不同紅、遠紅比例試驗結果以紅、遠紅比例為 1.86 有最佳之相對生長速率，綜合黃 (2021) 研究比較，本研究紅、遠紅比例 (1.86) 與黃 (2021) 研究之最佳紅、遠紅比例 (2.13) 比起有更高之相對生長速率 (RGR)。而後以不同紅、遠紅比例試驗結果，進一步設計不同綠光占比與階段式調光之試驗。最終結果以平均光量為 $250 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、紅、遠紅比例為 1.94 與綠光占比為 28% 的光譜有最佳之電力產能 (EY)、光子產能 (PY) 與單位面積年產量，其值分別為 $157.8 \text{ g}\cdot\text{kWh}^{-1}$ 、 $34.9 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ 與 $197.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{year}^{-1}$ ，和無添加遠紅光之紅白光對照組比較，分別提升了 24%、47% 與 44%。

本研究建立了紅、遠紅比例在 0.68 至 10.86 區間之相對生長速率之趨勢圖，並以此區間中最好之處理組做不同延伸試驗之研究，找出在相近之紅、遠

紅比例，更改綠光占比與階段式調光對香波綠萵苣生長之影響，本研究對在植物工廠栽培香波綠萵苣提供具參考價值之栽培模式。

光質和養液配方影響植物工廠內水耕羽衣甘藍之栽培 (黃勤威、方煒)



本研究旨在探討不同光質和養液配方栽培羽衣甘藍 (*Brassica oleracea* var. *sabellica* L., kale) 之影響，以電力產能和光子產能做為參數評估各個處理組的生產效率，同時以維生素C和鈣含量之電力產能和光子產能評估其機能性。主要針對鳳仙羽衣甘藍找出適合之光質條件和養液中之元素比例建立栽培模式，以栽培高產量、高機能性之羽衣甘藍提高其在市場上的價值。

在相同光質條件下，Hoagland養液配方有助於提升植株之生產效能，修正Hoagland養液配方則減少，分別為山崎養液配方之131.7% 和78.3%。比起山崎養液配方，Hoagland養液配方會提高鳳仙羽衣甘藍之維生素C含量，而修正Hoagland養液配方則會降低，分別為山崎養液之119.2% 和48.6%。Hoagland養液和修正Hoagland養液均會降低鳳仙羽衣甘藍之鈣含量，分別只有山崎養液之82.2% 和54.6%。

在相同栽培環境條件下（溫度 25°C、養液EC 1.85 mS cm⁻¹，pH 6、為期兩天之全暗浸種期和35天之栽培週期），針對鳳仙羽衣甘藍之產量和生產效能為衡量指標，本研究推薦使用CW (B32G45R23)+Hoagland養液，依此栽培模式可以收穫之全年產能為107.7 kg m⁻² year⁻¹。以高維生素C含量之機能性作為衡量指標，推薦使用CW (B32G45R23)+Hoagland養液可收穫16.1 g m⁻²之單位面積維生素C含量。以高鈣含量之機能性作為衡量指標，而推薦使用CW (B32G45R23)+山崎養液可以收穫14.3 g m⁻²之單位面積鈣含量。

本研究建立鳳仙羽衣甘藍之栽培模式以提高其生產效能、維生素C和鈣含量，提高其附加價值以增加其在市場上之競爭力，同時為羽衣甘藍機能性和其他雲臺屬蔬菜之研究上提供參考價值。

計算流體力學應用於水果預冷(王柔心、方煒)

番荔枝為高呼吸率之更年期果品，採收後極易變軟不耐長時間貯運，其寒害敏感與容易腐損的特性，需要利用低溫貯運技術以維持品質。小果番茄果肉質地較軟且皮薄易裂，並且通常選擇高成熟度果實進行採收，種種因素使其難以長期貯藏，因此台灣目前仍缺乏實用的小果番茄預冷流程。兩種果物的特性嚴重阻礙其國際市場推廣，行政院農業委員會針對兩種水果分別提出計畫，擬建立快速有效之流程以延長採後壽命，使其外銷市場得以拓展。



新鮮蔬果在收穫後透過一系列的採後處理才會送達消費者端，而預冷流程

為其中關鍵的一環，透過預冷可以消除產品的田間熱以抑制溫度造成的劣變。本研究利用計算流體力學軟體，模擬不同預冷技術以及不同包裝設計之預冷效率與均勻度，再搭配實驗驗證模擬準確度。研究結果建議番荔枝使用縱向開孔紙箱搭配負壓差預冷設備，能使番荔枝達到快速且平均之預冷效果，整體預冷效果從 21.2 小時縮短至 6.2 小時就能達到 7/8 預冷；並建議小果番茄使用上下盒的四邊皆有長條開孔的開孔設計，能有最佳的氣流流通性，整體預冷效果從 23.8 小時縮短至 4.2 小時就能達到 7/8 預冷。

以電腦視覺技術建立基徵草蛉幼蟲智慧養殖系統(賴怡穎、江昭皓)



近年來，大眾在環保與食安意識逐漸提升，政府在農業政策也逐漸開始發展有機與永續栽植，其中天敵防治即是環境友善農業的政策實行方針之一，其透過釋放田野害蟲的天敵昆蟲於田野間，在降低害蟲數量的同時，也降低殺蟲劑的使用量。在眾多天敵昆蟲中，基徵草蛉 (*Mallada basalis*) 其幼蟲攝食範圍多元，捕食能力強，可釋放於瓜果，草莓等蔬果栽植，捕食其田地害蟲，進而降低農藥的使用量，自 1994 年起台灣農業試驗所即引進基徵草蛉進行人工大量養殖，然草蛉飼養中，生產成本一直居高不下，使得草蛉作為天敵昆蟲使用的普遍性不高。

為降低成本本研究致力於發展一套智慧養殖系統，此系統借鑑畜牧業的精準餵食系統，透過在養殖過程中對用草蛉幼蟲身體特徵不間斷的監測，搜集數據建立幼蟲生長模型，並透過生長模型的預測數據與現實幼蟲發育狀況的差異，找出生長遲緩的幼蟲，不再進行餵食與生產排程，進而降低飼料的浪費。

智慧養殖系統實驗內容分為硬體餵食機構，生長監測系統，與生長模型訓練三個部分。在硬體方面，實驗過程中每一隻幼蟲皆單獨飼養於溫度控制於 $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，濕度控制於 $70 \pm 5\%$ 恆溫箱中，並在每次餵食過程中使用自製餵食裝置，以負壓吸取定量飼料，並透過三軸機台自動餵食，控制每次每隻幼蟲餵食飼料重量控為 $10.10 \pm 1.63 \text{ mg}$ ，降低草蛉養殖的操作誤差。

幼蟲生長監測則透過懸掛於三軸平台上的可動式顯微攝影機捕捉幼蟲影像，捕捉過程中，透過拉普拉斯轉換 (Laplacian Transform) 作為攝影機的對焦檢測，獲取幼蟲最佳對焦影像，並於對焦後經歷影像前處理聚焦幼蟲飼養格位置，再透過以 Vision Transformer 作為特徵擷取的 Cascade Mask RCNN 深度學習模型分辨飼養格背景與幼蟲身軀的前景資訊與身體姿態，辨識成功後透過幼蟲的體徵外貌擷取影像特徵，特徵包含：幼蟲上半身長，幼蟲上半身寬，幼蟲面積，幼蟲顏色，幼蟲姿態等，幼蟲橢圓率，幼蟲實心率等個部分身體特徵，並與生長天數進行迴歸分析，進而獲得生長天數誤差為 0.796 天的生長模型，並透過此模型進行餵食決策評斷標準後，可發現經過智慧養殖系統進行篩選可降低約 25% 的飼料使用量，並且在節省飼料的同時，可以更有效的進行草

蛉大量生產的日期排程。

應用影像處理技術於自動化基徵草蛉卵辨識系統(莊詠峻、江昭皚)



基徵草蛉(*Mallada basalis*)是極為重要的生物防治昆蟲，也是很多害蟲的天敵。草蛉以田間常見的小型害蟲，例如蚜蟲、粉蟲等為食。因其在生物防治上有良好的功效，因此於1950年代開始有許多學者研究人工飼養草蛉的方法，其中最大的問題即為成本，在同樣的農地面積施放草蛉以消除害蟲，其成本為使用化學農藥的五倍；因為，在傳統的草蛉養殖方法當中，人力生產成本高達總生產成本百分之六十，致使草蛉的生產成本十分高昂、無法取代殺蟲劑的使用。

在人工養殖草蛉的過程中，需要經過洗卵及移植卵的步驟。首先，將成蟲產的卵以次氯酸鈉稀釋液浸泡、去除卵絲柄，浸泡後以不鏽鋼濾網過濾，接著靜置風乾；再將草蛉的卵一顆顆放置在獨居式飼養盤中；草蛉卵粒直徑大約0.5 mm至1 mm，由於卵殼十分脆弱，在取卵的過程中，極有可能因力道拿捏不當，造成卵殼破裂，取卵失敗，使得人工方式取卵相當耗時費力。綜上所述，使用人工方式取卵，既浪費人力，又會使孵化率降低，因此開發一套基徵草蛉卵自動化辨識系統進行取卵、孵化有其必要性。

本研究利用現代影像辨識和自動化方法解決過往人工飼養草蛉遇到的問題，其方法為，使用電子顯微鏡獲得蟲卵影像，再用影像辨識結合分水嶺演算法找出蟲卵輪廓，計算卵的中心位置，另外透過機器學習方法建立蟲卵孵化率預測模型，篩選出孵化率較高之蟲卵後，透過點膠針頭吸取卵，利用運動控制卡以控制三軸平台將卵從吸取區域移至孔盤中，完成取卵動作。在飼養草蛉的過程中，許多因素會造成卵之孵化率不佳，包含洗卵步驟中使用次氯酸鈉可能造成部分卵損壞、取卵時可能使卵殼破裂等，本系統之影像辨識功能可以分析每一顆卵並進行選別，使前述製程之不穩定性影響降低，將孵化率維持一定的水準，此為本系統之最大貢獻。

材料選取分為三部分，分別為吸取系統、影像系統及控制系統。吸取系統由壓縮機、真空產生器、三通電磁閥、節流閥、壓力感測器及點膠針頭組成，利用真空產生器之特性搭配三通電磁閥之作動，設計可產生正負壓之氣壓迴路，用以降低成本以及減少元件複雜度；影像系統使用電子顯微鏡擷取影像，應用影像處理技術（通道分離、灰階反轉、二值化、開運算、面積篩選）搭配分水嶺演算法，取得卵之輪廓中心，擷取單顆卵之圖片後送入機器學習模型，經由模型預測卵之孵化率，以作為後續控制決策之參考；控制系統使用運動控制卡、驅動器、馬達、螺桿、載台、滑軌及鋁擠型組成三軸平台，透過定位控制吸取孵化率高之卵，放置於孔盤內。

後續將以點膠針頭直徑實驗、點膠針頭空氣壓力實驗、機器學習模型準確

率分析、草蛉卵定位實驗、人工移植時間實驗、人工移植與自動化系統之吸取率、孵化率等試驗評估基徵草蛉卵自動化辨識系統之效能。

研究結果顯示，在點膠針頭直徑實驗中，選取不同直徑之點膠針頭吸取卵，計算每次吸取卵的數量，最終選擇直徑0.2 mm之點膠針頭；而由點膠針頭空氣壓力實驗發現，量測點膠針頭吸取草蛉卵的暫態氣壓值，選擇適當之氣壓值作為有無吸取到草蛉卵之參考；深度學習模型準確率分析中，針對深度學習模型預測蟲卵是否會孵化，預測準確率為85%；草蛉卵定位實驗中可發現，重複定位草蛉卵，量測定位誤差，並透過本研究開發之校正模型以校正像素與馬達步數之比例關係，可以將系統之定位誤差降低57.1%，精度達0.047 mm；由人工移植時間實驗，量測五位勞工移植八盤卵所花費之時間，平均時間為514.81秒；人工移植與自動化系統之吸取率、孵化率實驗可見，分別計算人工移植與自動化系統之吸取率和孵化率，人工移植之吸取率為95.2%、孵化率為63.3%，自動化系統之吸取率為95.7%、孵化率為84.1%，綜合以上結果顯示，自動化系統之吸取率、孵化率皆較人工移植更好。

透過上述實驗，分析基徵草蛉卵自動化辨識系統之各項指標，足以證明本系統之穩定性，並改善以往人工移植方式的缺點。使用此自動化辨識系統每年預估可節省265284元、50%之人力成本，有效利用天敵方式降低農藥使用率，從而提升農業產值。

微序注射分析用於嘉磷塞檢測(李彥廷、陳力騏)

嘉磷塞作為本國使用量最大之農業用除草劑，相關研究皆指出其對人體具有生物毒性且有致癌或導致罹患其他慢性病的風險。因此，本研究建立一序列注射分析 (SIA) 系統用於嘉磷塞之光學檢測，使用胭脂紅與銅離子之錯合物作為試劑，利用嘉磷塞與胭脂紅之競爭反應，使嘉磷塞搶奪胭脂紅-銅離子試劑上的銅離子，進而導致試劑之顏色產生變化，藉由量測試劑之吸光值變化量定量嘉磷塞之濃度。使用本檢測系統以吸收光譜法於特徵吸收波峰 506 nm 處量測試劑之吸光值變化量，得到嘉磷塞位於 1-90 μM 濃度區間呈現良好線性關係 ($R^2=0.9990$)，其最低檢測濃度為 0.5 μM ($S/N \text{ ratio} > 3$)。實驗過程中對於一些與嘉磷塞結構相似物與金屬離子進行干擾物分析，結果皆顯示無明顯干擾。另外本研究亦以池水、自來水樣本與黃豆樣本進行回收率試驗，結果皆得到良好之回收率。



用於評估脈動血氧量測性能之具備散射校正的假體系統(李冠燁、鄭宗記)

脈動血氧濃度是臨床上非侵入式方法判斷患者缺氧的重要依據之一，傳統血中含氧測定儀是利用紅光波段與近紅光波段所計算出來的R-ratio值進行換算而得，醫療用血氧儀需經過臨床測試其準確性後才可獲得上市許可。然而，臨床測試卻存在著高成本、高風險、高難度等缺點。因此，我們使用了脈動血氧假體系統來消弭以上所提缺點，來達到低成本、低風險、低操作難度的特性。本假體系統主體為黑色不透光壓克力，實驗溶液為0.02 mM去氧血紅蛋白與0.02 mM氧合血紅蛋白，利用透光度80%之衰光片模擬血液散射性質並使用凸輪機構模擬人類心律，結果顯示，假體系統可模擬脈動血氧濃度70%~100%，並將心律固定在85 bpm有效取代臨床測試。此外，利用市售六台血中含氧測定儀進行分析其量測準確性，由分析結果顯示，醫療級血氧儀在準確度上醫療級血氧儀(2%~2.75%)明顯高於指尖式血氧機(3.2%~4.2%)。我們相信我們所提出的假體系統在將成為後續取代高成本、高風險的臨床測試的起點。



精簡螢光檢測器搭配序列式注射系統用於臨床用鄰苯二甲醛消毒劑之濃度測定(陳鴻宇、鄭宗記)

鄰苯二甲醛(o-phthalaldehyde)是一種臨床用於次重要醫療器材(semi-critical medical devices)且原濃度為0.55%之消毒劑，會隨著使用次數與存放時間衰減，其有效消毒濃度範圍介於0.3%~0.55%，現行鄰苯二甲醛消毒劑濃度檢測方法大多利用化學試片以半定量判斷消毒劑濃度是否還在有效消毒範圍，此方法準確度低、檢測成本高、操作步驟繁雜，因此使用意願低而使得消毒劑管制效率不佳。本研究為改善上述缺陷，因此使用圖形化程式設計軟體(Labview 2014)完成自動化程序控制搭配自製精簡化螢光檢測器進行螢光強度檢測後將輸出訊號回傳至電腦利用Labview 2014程式進行數據讀取，開發一用於鄰苯二甲醛消毒劑濃度測定之高度自動化可攜式螢光檢測系統。



自動化程序包括多通道閥門與注射幫浦控制，利用自動化系統進行混合稀釋程序改善因手動化學實驗所造成之人為操作誤差，藉此提高檢測準確度、重複性及再現性；自製精簡化螢光檢測器則是將自製流動式系統、光學檢測電子電路、3D列印檢測器外殼分別製作完成後進行系統整合所製成。

先前實驗利用自動化流道系統搭配螢光檢測儀器(FP-1520)完成預稀釋30倍之0.25%~0.55%臨床用鄰苯二甲醛濃度測定，並且證明此系統具有高線性趨勢($R^2 \geq 0.99$)、高重複性($RSD < \pm 5\%$)、高再現性($RSD < \pm 5\%$)等優勢；為改善螢光檢測儀器體積過於龐大及因光電倍增管感測靈敏度過高而需減弱輸出訊號使

檢測敏感度降低之問題，因此本研究後續利用自製精簡化螢光檢測器取而代之，仍保有優良線性趨勢($R^2 = 0.965$)及重複性($RSD < \pm 5\%$)同時達到高檢測敏感度、高訊噪比、體積微小化、低儀器成本等效果，可應用於稀釋30倍之臨床用鄰苯二甲醛消毒劑濃度測定。

GRAPH-KIR: 基於圖理論的 KIR 拷貝數預估與等位基因分型方法應用於短序列定序資料(林弘擘、陳倩瑜)



殺手細胞免疫球蛋白樣受體 (Killer-cell immunoglobulin-like receptor, KIR) 是人類基因體 (DNA) 的長片段，與自身免疫性疾病和器官移植相關。KIR 裡面的基因具有高度的多樣性，不僅在等位基因 (star allele) 之間具有高度相似性，而且在各個基因之間也具有一定的相似性。KIR 還有一個特點是 KIR 的基因的數量受單倍型 (haplotype) 影響，基因的拷貝數 (copy number, CN) 大部分會在 0 到 4 個拷貝之間變化，使得 KIR 更難去分型 (typing)。為了解決這個問題，本研究採用類似分析人類白血球抗原分型 (HLA typing) 的想法，開發一種新穎的分析流程 (pipeline)，稱作 GRAPH-KIR，針對全基因體定序 (whole genome sequencing) 中常用的定序深度 (read depth, 30x) 和長度 (150bp x 2)，使用此規格的短序列定序資料估計 KIR 基因的拷貝數以及最高解析度 (resolution) 的分型 (共 7 位數)。基於本研究所生成的模擬數據集，GRAPH-KIR 所提出的全新分群方法能正確估計拷貝數。在等位基因分型中，GRAPH-KIR 在 5 位數解析度下有 99% 的準確率 (accuracy)，高於 PING2 的 92% 和 Sakaue 等人開發的工具的 71%。此外，GRAPH-KIR 在最高解析度 (7 位數) 準確度達到 90%，也比兩個現行工具好很多。

評估 ezGeno 在分析轉錄因子結合特徵之表現並應用於跨細胞株的比較研究(張洵喻、陳倩瑜)



在基因表現的相關研究議題中，轉錄因子及其結合位的交互作用關係一直受到很大的關注，一直以來，轉錄因子如何辨識基因體中特定結合位置並與之結合，進而調控後續基因表現，最終影響生物行為，是生物資訊學者想了解的重要問題。本論文著重於研究轉錄因子於不同細胞株間的結合位差異，藉由收集不同細胞株中，數個轉錄因子之染色質免疫沉澱定序資料，透過深度學習工具進行分析，但由於對不同轉錄因子而言，所適合的深度網路模型並不相同，因此本研究使用自動機器學習工具 ezGeno，加速建立不同轉錄因子在不同細胞株之預測模型，並將訓練後之模型應用於尋找可能影響轉錄因子結合之變異位點。

本論文使用本實驗室與台灣人工智慧實驗室合作開發之ezGeno，該工具先以自動機器學習的方式去挑選適合的卷積神經網路模型後，再進行轉錄因子結合位的預測。本研究主要使用ENCODE資料庫中的染色體免疫沉澱定序資料進行分析，為了評估ezGeno在學習時所需的最適正樣本數目，本研究從資料庫裡蒐集兩種資料集，第一種為隨機挑選K562細胞株的10個轉錄因子，第二種則為2種轉錄因子於五種細胞株，皆分別取出不同峰值數量作為正樣本，並固定測試資料正樣本數目，由實驗結果發現，當正樣本數目高於1000時，預測表現會趨於穩定。另一方面，針對跨細胞株之轉錄因子結合分析，本研究使用資料庫中，五種最常見的細胞株之24種轉錄因子，分別取出相同數量作為正樣本，進行預測準確度分析，本研究將ezGeno認為重要的序列片段，利用MEME工具進行序列特徵分析並與JASPAR資料庫中做對照，發現除了主要結合序列特徵以外，模型也學到一些額外的特徵。此外，分析後發現使用相同資料所建構模型具有穩定性，而不同轉錄因子或不同細胞株間模型會因結合特性差異而造成建構模型有所不同。最後，本研究將建好的預測模型應用於預測單核苷酸變異位點對轉錄因子結合所造成的影響，變異位點資料分別為胸、肝及肺組織，藉由設定不同p-value之閾值分析，於三種組織中，正樣本中具顯著性的變異位點數量皆多於負樣本，顯示本研究所建立的預測模型在未來應用於尋找可能影響轉錄因子結合之變異位點具可行性。總結，本研究利用自動機器學習工具ezGeno有效建立轉錄因子於不同細胞株之結合位預測模型，大幅加速深度學習在基因轉錄調控相關研究之應用。

以深度多示例學習方法預測急性骨髓性白血病全玻片影像之染色體變異(湯昀翔、陳倩瑜)

急性骨髓性白血病(Acute myeloid leukemia, AML)是臺灣最常見的成人血癌，年齡標準化發生率在每年每十萬人口中，男性為2.79；女性為2.12。醫師在進行是否為AML的診斷，進而判斷是哪一種型態的AML並進行藥物治療時，會透過許多的診斷步驟。例如：病史及病理學檢查、生化檢查、基因突變檢查、血液抹片檢查和染色體分析等。本研究的目標是使用骨髓抹片檢查的全玻片影像(Whole Slide Image, WSI)進行AML型態的判讀。目前WSI是檢驗中最主要的判斷依據，且WSI和染色體分析、基因組變異的定序方法相比，WSI相對容易獲得，價格也相對低廉。所以，本研究希冀僅透過病人的WSI，提供AML子類型的判斷資訊，協助醫師快速判斷病患病情可能發展的方向，規劃更進一步精密檢查，以期能節省醫療判斷時間及資源。

本研究旨於探討其中一種檢驗資訊(染色體變異)與WSI之間的關係。然而，因研究材料之WSI為十億像素(gigapixel)的高解析度，資料量龐大。所以，過去研究大多採用分割小圖(tiles)後組成一個個影像數據包(bag)，再以深度學習中的



多示例學習方法(Multiple Instance Learning, MIL)學習WSI的特徵；在此，本研究亦採用MIL進行AML的亞型分類，其最高的準確率可以到90.91%。此外，本研究也探討不同數據包組成方式，發現有先進行K-means分群之Cluster方法比No Cluster的各項指標都來的好，在準確率上最小差: 3.03%，最大差: 12.12%。而在Cluster的方法(Cluster Random、Cluster Sort K-means和Cluster Sort Tile Classifier (this study))之間，各項指標幾乎並無差異。未來，此研究方法可以延伸應用於探討WSI與其他重要的檢驗資訊(如:基因突變)，提供更全面的醫療參考依據。

利用深度學習預測 T 細胞受體與抗原結合的特異性(劉又瑋、陳倩瑜)

預測 T 細胞受體 (T cell receptor, TCR) 與主要組織相容性複合物 (Major histocompatibility complex, MHC) 和胜肽 (Peptide) 結合的相互作用，仍然是極具挑戰性的計算問題。這一挑戰主要源於三個主要因素：實驗數據準確性、稀缺性和問題本身的高複雜性。一般而言，關於新生抗原 (Neoantigen) 和抗原生物學中未解決的基本問題之一是：為什麼並非所有新生抗原或抗原都會引發 T 細胞反應，對此，如果能準確預測新生抗原/抗原和 TCR 之間相互作用，將對於了解癌症進展、預後和對免疫治療的反應之相關研究至關重要。另一方面，近期許多自然語言處理 (Natural Language Processing, NLP) 相關研究顯示，可將蛋白質序列視為句子，而將胺基酸視為單詞，因此，許多相關研究開始嘗試使用類似自然語言處理的技術，從蛋白質序列數據庫中提取有用的生物信息。日前，有一些可公開使用的蛋白質語言預訓練模型被釋出，而且已被證明有助於各種下游預測任務。因此，本研究旨於建立了一個以蛋白質語言模型ProtBert 為編碼基礎的預測模型，預測由 I 類主要組織相容性複合物呈現的新生抗原和一般 T 細胞抗原的 TCR 結合特異性。本研究針對兩個預測問題，一個是預測MHC-I和peptide的結合問題，一個是TCR和peptide-MHC (pMHC) 的結合問題，比較不同編碼方式，結果顯示蛋白質語言模型在兩個問題上都可以提升預測準確率。最終，本研究提出搭配集成學習，進一步提升以ProtBert為基礎的預測模型之準確性，期望能強化預測T細胞受體與抗原結合特異性之後續應用。



針對臺灣人進行骨質疏鬆症之全基因組關聯分析與多基因風險評分(魏振庭、陳倩瑜)

骨質疏鬆症是一種日益普遍的健康負擔，特徵為低骨密度（BMD）以及骨折風險的提高，全世界有超過兩億人患得；由於受到賀爾蒙的影響，骨質會隨著年齡的增加而流失，提早發現並做相關的預防十分重要，但是目前的風險預警機制並不普遍，許多高危人群未被篩檢出，在此，基因層面的研究就能派上用場。先前已有研究展現了骨質疏鬆症與基因遺傳的相關性，如全基因組關聯分析（Genome-wide association study, GWAS）的研究，找到了與骨質密度（骨質疏鬆症的臨床指標）相關的點位，但研究的對象大多採用歐洲人種；對此，本研究針對台灣人的基因對骨質疏鬆症進行分析，目的為發掘台灣人的基因在骨質疏鬆症上的關聯性，並以不同工具計算多基因風險評分（Polygenic Risk Score, PRS）以及勝算比（Odds Ratio, OR）。資料取自台灣人體生物資料庫（Taiwan Biobank, TWB），共有C2-42 Axiom Genome-Wide TWB Array Plate與C2-58 Axiom Genome-Wide TWB2.0 Array Plate兩種晶片所累積的資料（後續分別以TWB1、TWB2稱之），本研究嘗試使用不同的T分數作為閾值來定義正樣本，分成四個版本，病例數由低到高為Case_T \leq -2.5、Case_T \leq -2、Case_T \leq -1.5、Case_T \leq -1。首先將各版本進行GWAS，並將找出的基因座與文獻相比，TWB1與TWB2皆有與文獻重複的點位，更在TWB2的分析中，發現9個顯著的基因座但未出現在先前的文獻中。在後續的PRS，以GenEpi、PRS-CS、LDpred2三種工具進行分析，且在每個不同Case中分出了質量控制Loose、Strict兩版，其中Strict為較嚴格的版本。在GenEpi中，Loose版的質量控制在OR皆有較好的表現；在PRS-CS的分析中，Case_T \leq -2的版本在OR皆有不錯的表現，另外TWB2在AUC的結果皆優於TWB1，推測為樣本數較多的優勢，此點在後續LDpred2的結果也得到了應證；LDpred2的結果不僅說明了樣本數較多的優勢，在Case_T \leq -2的版本上也有更為突出的表現；而工具比較的結果（AUC與OR排名一致）為LDpred2>PRS-CS>GenEpi。綜合上述分析結果，本研究推薦應用LDpred2在TWB2的Case_T \leq -2版本作為臨床上的輔助，增加判斷骨質疏鬆症高危人群的資訊。



光學線上監測系統用於血液透析與資料分析(林冠宇、盧彥文)

我們開發一種用於線上測量血液透析、即時得知透析廢液（spent dialysate）中尿酸和 β 2-微球蛋白濃度的光電系統。此光電系統是由兩組紫外光波段的發光二極體、流通槽和光感測二極體組成；一組用於在波長為278 nm波峰測量尿酸的吸收光度（absorbance），而另一組用於在波長為315 nm波峰測量 β 2-微球蛋白的吸收光度。



量測血液透析時流過流通槽透析廢液的吸光值。在流通槽上，我們使用圓柱形的設計來減少全內折射並減少迷光(strait light)進入光感測器，以獲得更好的線性度和最小的比爾定律偏差。該系統首先使用標準溶液解進行校準，並安裝至商用的血液透析機，來量測臨床研究中六名患者的10次血液透析療程的分子濃度變化。除了證明使用我們的光電系統可以量測出透析廢液中尿酸和 β 2-微球蛋白的濃度外，將量測結果配合支持向量機回歸(SVM regression)法，我們可以預測患者血清中的尿酸與 β 2-微球蛋白濃度，其中尿酸有 $R^2=0.8482$ ， β 2-微球蛋白有 $R^2=0.7208$ 的極佳相關性。這些成果展示了我們的系統具有線上監測血液透析的巨大潛力。

液滴沸騰自動化觀測系統之建置(賴柏綸、黃振康)

為了分析液滴沸騰的運作機制，應進行沸騰實驗來繪製出完整的蒸發曲線。然而由於物理現象的限制，進行沸騰實驗會有耗時且不夠精準的問題。為了能夠更有效率且精準地進行沸騰實驗，因此本研究加入了webcam進行即時影像處理，利用Arduino、步進馬達及3D列印物件組成注射幫浦，搭配麥克風及風扇形成自動化系統。利用SolidWorks Flow Simulation對環形風場進行模擬，針對管長及管徑的建置進行探討，最後選用了突擴管及確認最適當的壓克力管與加熱面距離長為15 mm。懸浮液滴的即時影像處理方面，透過圓形偵測法辨識懸浮液滴的半徑，並透過連續上百幀液滴半徑的曲線擬合得出懸浮液滴半徑的時變率在半徑0.6 mm以上時為定值，此外也能推出蒸發時間；在沸騰液滴方面，透過移動平均演算法來辨識沸騰液滴與加熱平面的接觸面積及蒸發時間，並透過接觸面積與蒸發時間計算出即時熱通量。此外針對沸騰液滴的聲響，本研究亦利用深度神經網路模型來探討沸騰液滴，以及加熱平面所造成的沸騰聲響與其熱通量的關係；將影像處理所計算的熱通量作為訓練標籤，利用自動化系統擷取的音訊，並透過特徵工程將原始音訊優化成聲響特徵，且經過機器學習模型的訓練，所得模型能夠完全學習訓練集的特徵，但會有過擬合的問題；在去除掉高熱通量及過渡沸騰區低熱通量的資料後，學習曲線的loss值為49.58 kW/m²，此時其測試集有最佳的表現。最後本研究以自動化系統進行不同研究變因的萊氏實驗，也比較了人工及自動化系統進行實驗的差異，確認自動化系統位於薄膜沸騰區及核沸騰區都有很高的精準度，也發現韋伯數從7.01上升至23.18，萊氏溫度點從154oC上升至192oC，且蒸發時間從85.2秒下降至78.9秒。利用研磨及酸洗製程形成孔蝕表面，會使萊氏溫度點稍微上升、對蒸發時間的影響有限。



影像分析與信標輔助定位應用於植生牆的維護(尤子濤、黃振康)



植生牆 (Living Wall) 是將植物栽種於牆面，或讓植物依附於牆面或間接結構之上，是各種綠化工程中最經濟快速、效益也最高的選擇。但是高空綠化的環境嚴苛，維護來說是一大工程。為了減少人力維護的成本與風險，本研究旨在展現植生牆自動維護系統的概念，希望未來能讓植生牆的維護走向自動化。自動維護系統包含能源監控、植物影像與環境數據的取得、植物綠葉面積與輪廓的影像處理以及維護裝置的移動與定位。在能源部分，維護裝置藉由太陽能作為電力供給來源，使用微控制器製作具有物聯網 (Internet of Things, IoT) 功能之太陽能電流電壓監控裝置，太陽能板之電流與電壓數據將即時上傳至雲端、同時記錄在記憶卡中，實現太陽能發電的監控與評估。另外，製作小型氣象站於戶外收集溫度、濕度、光照等數據，即時上傳至雲端，完成小區域的環境數據收集。在嵌入式系統有限的運算資源下，利用簡易的影像處理方法完成植物綠葉面積的計算與輪廓的取得，能應用於植物生長狀況的評估，與作為判斷修剪需求的依據。在維護裝置的移動上，製作能自動循跡移動的定位車，模擬裝置維護時的移動，並且能為定位實驗節省約 30% 的時間。使用信標 (Beacon) 進行定位，完成多邊定位法與指紋特徵定位法的實驗，分別得到 0.796 m 與 0.186 m 的平均誤差，最後使用神經網絡 (Neural Networks) 對指紋特徵進行訓練，得到 0.054 m 的平均誤差與 80.4% 的定位準確率。本研究在植生牆自動維護系統的各領域中皆有實踐與討論，希望能提供一些實驗數據與經驗，並激發更多想法與討論。

利用卷積神經網路監測分娩欄位內母豬及仔豬泌乳相關行為(蔡侑容、郭彥甫)



台灣養豬產業產值為全台畜牧業之冠，根據 2020 年行政院農業委員會的統計，養豬產業產值佔畜牧業總產值的 42.4%。在台灣的養豬產業中，有 14% 的仔豬會在斷奶前死亡，而如何降低仔豬的死亡率一直是被受關注的議題。傳統上，分娩欄位內母豬與仔豬的健康狀態通常採人工監測，而此方法較主觀且耗時。因此，本研究旨在建立一個可以監測分娩欄位內母豬和仔豬行為的系統。本研究使用嵌入式系統搭配廣角攝影機來收集分娩欄位的影片。目前收集到的影片數量已超過 5000 小時。在母豬方面，本研究提出了一個結合 EfficientNet 與長短期記憶 (LSTM) 的模型來辨識母豬的 7 種姿態。而仔豬方面則是利用旋轉目標檢測器 R3Det 來進行仔豬定位，並透過簡單在線實時追蹤 (SORT) 演算法追蹤連續影像中的仔豬。本研究在母豬姿態辨識上的 F1-score 達到 0.92，仔豬定位的 F1-score 達到 0.92，而仔豬追蹤的 MOTA 達 94.6%。根據母豬姿態模型辨識的結果，可計算母豬的哺乳時

長、哺乳頻率、吃料時長、吃料頻率、趴臥時長及姿勢變化頻率 6 個指標；根據仔豬偵測與追蹤模型的結果，可計算仔豬的活動量及吃奶、活動、休息的比例；而結合以上兩個模型的辨識結果，則可偵測於母豬哺乳時未吃奶的仔豬。此外，本研究將兩模型應用在十個分娩欄位中，對母豬分娩後第 1 至 15 天進行了長期分析。本研究提出的方法可以監測分娩欄內哺乳母豬及其仔豬的相關行為，有望為養豬行業勞動力短缺問題提供有效幫助。

應用於商業雞舍之自主巡航機器人設計(葉逸新、郭彥甫)



在採用平飼法的商業雞舍中，養雞業者必須要經常的以人力進行徒步巡視，來監測雞隻的健康與環境狀態。然而對業者而言，這些巡視工作不僅費力更非常費時。因此，本研究的目標為開發一台可於商業雞舍中自主巡航且價格親民的機器人。有鑑於在臺灣商業雞舍的內部環境中，設備的配置大多較為密集。因此，機器人的體積被設計得緊湊小巧，以讓它能在狹窄的雞舍走道中穿梭。同時，機器人搭載了四輪驅動裝置和防塵外殼，使其可以順暢的在雞舍的米糠墊料上行駛。在軟體系統方面，本研究基於機器人作業系統 (ROS) 進行開發。機器人透過搭載的深度相機與光流里程計，運用同步定位與地圖構建 (SLAM) 和融合式定位兩種方法進行定位。由實驗結果顯示，同步定位與地圖構建和融合式定位在雞舍內的定位測試中分別僅有 0.49 和 0.47 公尺的平均絕對誤差，皆足以作為機器人在雞舍狹窄走道中的導航依據。為了讓機器人能自主巡航，機器人透過 ROS navigation stack 進行導航和障礙物迴避。本研究亦進行了一個實驗，藉此找出最適當的障礙物迴避參數值。透過實驗找出的最佳參數值，ROS navigation stack 可以引導機器人在雞舍中順暢且有效率的行駛並避開障礙物。本研究所開發的機器人可以在商業雞舍中自主巡航，提供養雞業者一個自動化的巡視方案。

利用卷積神經網路及木材橫切面影像辨識木材物種(葉冠廷、郭彥甫)

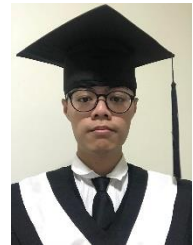


在臺灣豐富的森林資源中，木材擁有最高的經濟價值，而正確的物種辨識為木材利用之始。傳統上，木材的物種辨識仰賴專家以組織染色將樣本染色於顯微鏡下進行辨識，既使辨識準確率高仍需要製備樣本的時間，以及仰賴專家的植物學知識與經驗。近年分子標記等方法被運用於辨識木材物種，儘管能夠準確辨識物種，此方法仍需要大量的時間、勞力成本、以及昂貴的設備。與之相比，影像辨識的方法則為相對高效率、低成本的物種辨識策略。因此，本研究提出使用深度學習中的卷積神經網路(Convolutional Neural Network)及一系列的資料處理步驟、搭配

木材未染色之莖部橫切面樣本影像，辨識闊葉樹及針葉樹等 41 種台灣常見的商業木材之物種。本研究蒐集了大約三千片的木材標本影像並提出一個包含三步驟的資料處理流程：其一之物種分類模型以木材橫切面影像為輸入並輸出預測之物種及相對應的信心分數，其二之誤差控制模型用以剔除信心分數不足之輸入樣本，其三之可信度校正模型調整信心分數以符合準確率，以上三個模型都以掃描影像進行訓練並以手機影像測試。本研究亦開發了一款智慧型手機應用程式，包含圖形使用界面並與雲端辨識模型整合，進而提供使用者以攜帶裝置即時上傳影像進行木材物種之辨識。在結果方面，物種分類模型在訓練、驗證以及測試數據集上分別取得了 $94.50\% \pm 1.23\%$ 、 $89.71\% \pm 1.38\%$ 以及 $74.24\% \pm 3.10\%$ 的辨識準確率；誤差辨識模型在拒絕 0.321% 、 15.04% 和 48.36% 的樣本下能有效提升 0.45% 、 3.51% 和 13.72% 的準確率；可信度校正則將期望校正誤差(Expected Calibration Error)從 0.0826 降低至 0.0437 。本研究提出之方法具備完整的系統架構且可全自動執行，結果則顯示本研究所提出之資料處理流程已能輔助第一線林業從業人員及海關人員查驗木材物種，透過本系統之開發與佈建將能消除以往木材辨識僅能在實驗室內進行之限制，並進一步降低木材辨識所需之專家人力與所需時間。

自動載具應用於溫室葉菜株高自動化量測之系統整合 (劉柏誼、顏炳郎)

作物的株高在作物的生長模型扮演了一個重要的角色，株高數據可以幫助農民更好進行栽培與管理，或者避免植株因生長速度過快、氣候災害等原因而產生倒伏現象，又或者因應市場需求來管理收穫時作物的高度。不過作物高度量測往往需要大量的人力，因此本研究提出了一套結合導航、定位與自動量測株高的方法，並應用於溫室載具上。載具使用機器人作業系統進行系統整合，使用自適應蒙地卡羅定位法進行溫室中的定位，並且提出一套控制載具速度與角速度的方法，透過調整此方法中的控制參數，最後的導航誤差能夠在 0.1 m 以內。另外也設計了標定桿，搭配AR標誌，提供給相機辨識。相機辨識到AR標誌後會透過影像伺服控制的方式，將載具控制到標定桿的位置，影像伺服定位完成後，會進行株高的量測。株高量測的方法是透過深度相機，利用標定桿的高度、AR標誌的深度以及植物的深度等關係，來計算作物的高度。與人工量測株高的數據相比較，MAE為 0.95 cm ，RMSE為 1.15 cm ，MRE為 16.60% ， R^2 為 0.80 。



輕巧型六軸史都華微動平台於Macro-Mini手術機器人系統(黃聿辰、顏炳郎)

本研究旨在對軟組織穿刺手術中採用的電腦輔助Macro-Mini機器人系統中的追蹤控制策略分析。首先針對本實驗室已開發的六軸史都華機器人(Mini)，依現有重量上、組裝上的問題利用機構設計變更的方式改善，並採用模組化的設計改善維修可行性，從並聯式連桿機構的轉軸結構進行設計修改，減少軸承與插銷使用數量，線性驅動部分改用模組化設計將六組線性螺桿拆分成3組並利用治具確保螺桿間的平行度，後續對零件進行減重並將減重前後桿件的受力關係透過CAD模擬驗證可行性，底層控制利用系統鑑別對線性機構控制器進行設計，完成組裝與底層控制後利用機構參數校正、影像伺服實驗驗證機器人的開回路精度與閉迴路精度。Macro-Mini機器人追蹤策略透過提出Cooperative Control與Shared Control兩種控制架構，利用模擬與實驗進行驗證並對靜態追蹤性能較好的Shared Control進行優化降低過衝量，後續利用靈巧度計算分析Mini機器人最適合的工作區域，並利用Macro機器人的頻寬限制前後追蹤動態目標點的模擬以及大角度下Mini追蹤模擬確立Macro與Mini在位置與角度上的分工方式。



應用於茶葉採收之人機協作介面開發(許修瑜、顏炳郎)

在目前的臺灣採茶情況中，雙人式採茶機仍佔主要使用比例，因應臺灣小而零碎的茶園環境。在這背景下，本研究欲開發茶葉採收之人機協作介面，使用於一人機協作載具，能夠在維持農夫原有使用雙人式採茶機的操作習慣，進行協作採收。在較為複雜的農業環境，引入人的操作，能夠簡化系統複雜度及成本，最終目標是希望能夠為農業缺工的現象做出貢獻。本研究著重在兩種協作採收介面的評估與比較：一為 Side-by-side[自動]模式，透過相機去捕捉操作者身上的標誌，以獲得操作者相對於載具的姿態，以進一步地控制載具運行；二為[手動]按鈕操控模式，透過加裝兩組按鈕在雙人式採茶機的把手上，讓操作者能直接控制載具系統的運行。經過茶園實地試驗後，分析結果，得知[自動]模式之自動避障功能運作良好，再進一步優化後將更有實用潛力；[手動]模式則提供相對穩定地操控移動，然其使用前提為操作者需具已熟習此操作模式之能力。未來若能結合[自動]避障及[手動]穩定操作的優點，將有望優化此一人機協作載具之輔助效果，使之更具商業實用價值。



基於藍牙與深度學習之溫室內定位及蔬果辨識(鄭子揚、葉仲基)



近年臺灣農業受高齡化導致缺工問題日益嚴重，因此越來越多農業自動化的解決方案被用來解決人力不足的問題。過去於溫室中協助自動化採收的車輛多採用軌道的方式運行，雖能達到精準且穩定的移動，但會增添鋪設軌道的麻煩，因此本研究期望以藍牙無線通訊網路的方式對空間中的載具做定位，並使用深度學習的方式記錄栽培架上的果實數目和位置。本研究於可利用室內環境中作為參考座標的Beacon發射低功耗藍牙訊號讓載具做接收，載具則會依據接收到的低功耗藍牙的訊號強度指標(RSSI)的衰減程度做Beacon和載具之間的距離換算，通過接收到的多個訊號利用三邊定位的演算法計算載具於空間中的二維座標。溫室中果實則利用深度學習YOLO模型做物件偵測，而為了降低系統中硬體的運算量，本研究選擇較輕量化並可執行即時辨識能力的YOLO tiny模型，並使用247張牛番茄果實做YOLO tiny模型訓練。在室內定位精度上，使用訊號大小做定位精準深受環境中障礙物、硬體使用和參考座標密集程度的影響，在一維定位方面，短距離時之定位誤差可達公分級誤差，但隨著距離增加，定位誤差也隨之增加；二維定位誤差除了受一維精準度影響，也會受Beacon密度的影響，在10個量測樣本點的試驗中，平均誤差為156.84 cm。而在應用深度學習的物件偵測成果上，使用189張測試影像對YOLO v4 tiny模型做結果評估，Precision為88.8%，Recall則為90.2%。相較於v3 tiny模型的成果，Precision小幅提升0.4%，而Recall則大幅提升了7%，且在高曝光程度的測試資料集之表現也有進步。

鳳梨苗修整機進出料裝置之電腦輔助設計(趙佑承、葉仲基)



鳳梨為台灣重要的經濟果樹之一，不論在年產量、產值、外銷量和外銷值等，均居果樹單一品項之冠。然而台灣受限於本身的地理位置因素，再加上近年來工業科技愈加發達，伴隨著台灣社會結構的變化，同時面臨國際貿易自由化的衝擊，國內傳統農業逐漸轉型往智慧農業發展。鳳梨產業亦導入省工栽培的方法，以增強其國際競爭力，促進產業的永續發展。因此本研究致力於使用電腦輔助設計一鳳梨苗修整機構之進出料裝置，以降低生產成本及提高作業效率與產品質量。

本研究使用電腦輔助軟體SolidWorks設計一鳳梨苗修整機構之進出料裝置。首先對機構進行建模設計，而後使用SolidWorks Motion做動態運動模擬，並分別評估進出料裝置之可行性，最後整合鳳梨苗修整機與設計之進出料裝置，討論整體的運作狀況、成效分析和比較。

進料裝置設計採用滾輪式與皮帶式輸送帶將芽苗送入鳳梨苗修整機，代替

手動餵料的過程，減少人力成本及手動送料發生職災意外的風險。出料裝置設計結合半自動打包機，收集鳳梨苗修整機修剪過後的芽苗並對其進行打包處理。透過設計以上進出料裝置，交由機器半自動化處理，將整道修整鳳梨苗的工序規劃成一道流水線作業。減少傳統手動修整芽苗的勞力與時間成本，亦能有效避免此重複性高的程序導致工安職災意外的發生，並大幅提升作業效率，以及優化產品質量。

電腦視覺應用於綠牆果實成熟度分級與最佳採收路徑設計(詹閱棋、葉仲基)

近幾年隨著氣候變遷，有關環保永續的議題在世界各國皆被列為重要發展目標，城市綠化在許多都市裡已經有成功的案例。本研究與德國柏林工業大學合作，致力於開發應用於垂直綠牆的採收機器人智慧型系統。本研究分成兩個部分，首先是對綠牆上果實的辨識與分級，要能夠用機器人取代傳統人力，必須使機器人也擁有機器視覺。本研究中使用深度學習訓練物件偵測模型，結合電腦視覺技術將綠牆影像中的果實分成未熟、成熟與過熟三類，成熟果實被視為本研究的採收目標。接下來是機器人採收路徑的設計，每顆果實的採收順序不同會影響採收機器人的總移動距離，不良的機器人動線規劃會導致整體採收作業效率低落。因次本研究中研發了一套基於自組織映射網路的最佳化路徑設計演算法，用來找出一條通過所有成熟果實的最短路徑供採收機器人依循。根據實測，成熟果實辨識模型的平均準確率為 93.85%，與研究計畫之前的成果相比提升了近 10%；在採收路徑設計部分，使用含有 7 顆、15 顆與 30 顆採收目標的實例實測，所得到的採收路徑長度皆比研究計畫之前使用貪婪演算法求出的路徑減少了 20% 以上。本研究設計的最佳採收路徑演算法也能應用於旅行推銷員問題，對 TSPLIB、VLSITSPs 與 National TSPs 中的 berlin52、xqf131 與 qa194 實例執行此演算法，所得出的路徑長度結果與現今已知最佳解的差距皆在 6% 以內。



鳳梨苗修整裝置之電腦輔助設計(李韋增、葉仲基)

鳳梨為台灣重要的經濟作物之一，是台灣水果出口的最大宗，透過種植方式的改良，與農民種植觀念上的進步，產量與產值皆有很大的進步，但儘管如此，農民仍需花費大量勞力於採收與修剪鳳梨苗。由於鳳梨苗在採收之後大小及形狀並不一致，故農民須用刀具修剪幼苗，在長時間的工時下，不僅容易發生勞安事故，且難以將幼苗修剪至相同大小，本研究即致力於電腦輔助設計一修剪鳳梨苗之機構，以降低農民作業上的風險及負擔。

本研究旨在採用電腦模擬軟體 SolidWorks 設計兩種修剪鳳梨苗之機構，於建模完成後以 SolidWorks Motion 模擬機構實際運作之情況，最後在 Ansys



Workbench 中進行刀片切割鳳梨苗的受力情形，以評估設計之機構可以完成切割鳳梨苗的任務。

鳳梨苗修剪機構分為直式及橫式兩種，其中直式鳳梨苗修剪機構主要以修剪鳳梨苗之側葉為主，橫式鳳梨苗修剪機構則主要以裁切鳳梨苗頭尾為主，本研究中亦嘗試於橫式鳳梨苗修剪機構加入切側葉刀片，以達到節省更多時間及人力的目的。

應用深度學習於智慧無人載具之番茄影像辨識與影像縫合(吳翌維、葉仲基)

目前台灣的農業產業人口逐年下滑且面臨著高齡化的問題，然而台灣目前的生育率也非常的低，導致農業上許多的工程將會面臨人力不足的問題，像是播種、施肥、噴灑農藥、搬運及收割等皆須仰賴大量的人力，因此本論文將推動智慧農業，以自動化模式來解決人力上的問題。本論文使用樹梅派搭載載具建立出番茄的座標資訊地圖。實驗方式是當載具在溫室內軌道上行進時，架設於載具上的相機會將即時的影像輸入至 YOLO V3 目標偵測的深度學習模型中，使其可以判斷出番茄的座標資訊；再將即時的影像擷取並透過影像縫合將照片縫合；最後將番茄的座標資訊與縫合後的照片傳送至雲端，建立出座標資訊地圖。本研究於溫室場地內實際測試出 YOLO V3 可以精準的辨識出成熟番茄與未成熟番茄的位置，且影像縫合能夠將溫室內植株的照片縫合成一張平滑的照片，並且能夠在地圖上建立出植株位置座標。建立完成的座標資訊地圖透過座標的傳送，能使載具到達指定位置並進行採收、灌溉及檢測等工作，不僅能夠提升工作效率也有效的解決了人力不足的問題。



強化深度學習應用於溫室無人載具導航及物件影像辨識(吳少云、葉仲基)

使用無人載具於溫室中以自動化技術來觀察果物資訊，室內導航及物件辨識為兩項關鍵技術。載具導航中，即便許多導航演算法能順利計算出全局路徑規劃，卻因缺乏即時性局部行為規劃的特性，當障礙物分佈出現變化時便失去導航能力。果物辨識中，當果物被些微遮蔽或過於靠近時，辨識之結果往往不如預期。本研究藉由一台履帶載具車結合光達感測資訊實現深度確定性策略梯度 (Deep Deterministic Policy Gradient, DDPG) 強化學習，使其處理載具過於靠近障礙物的情境。在A*全局路徑規劃下，DDPG 能協助動態視窗法(Dynamic Window Approach, DWA)局部行為規劃演算法的表現，進而使無人載具能適應於動態環境。一旦載具抵達目標座標，再以YOLOv4 深度學習模型使用載具上相機獲取之即時影像進行



果物辨識，並且以分群演算法及座標轉換之技術於即時3D地圖中呈現果物資訊。實驗結果得知載具導航在介入距離0.35至0.36 m的DDPG協助之下，能即時調整行為決策，並避免 DWA 演算法於極端情境下導航發生中斷或載具原地打轉之現象，有效降低行走時間約20%。溫室資訊地圖中，YOLOv4與分群演算法處理後，能夠呈現0.2 m誤差的獨立果物座標與85%平均準確度的成熟狀態。此研究為智慧農業的應用上帶來更有效率的管理以及更穩定的系統。

應用深度學習技術於蘆筍生長階段及病害辨識之應用 (黃偉豪、周呈霖)



蘆筍是一種具有很高經濟價值的季節性作物，是最有營養的蔬菜之一。然而，在溫暖潮濕的天氣裡，台灣蘆筍的莖部經常感染一種真菌病，即莖枯病。真菌孢子感染並破壞莖的組織。如果種植者不及早治療蘆筍的莖枯病，受感染的蘆筍就會枯萎死亡。此外，蘆筍有幾種生長階段，如嫩芽、嫩莖、母莖等。透過深度學習技術辨識蘆筍的三種生長階段，將有助於種植者確切地了解蘆筍植株的生長階段和分佈位置。

本研究中，我應用各種分類器辨識種植範圍內感染莖枯疾病的嚴重程度；我也應用各種物件偵測模型來識別蘆筍莖枯疾病的位置與蘆筍不同的生長狀態和蘆筍嫩莖分佈位置。在目標檢測模型的損失函數中，我使用先進的邊界框損失函數來優化物件偵測模型的損失函數，例如:GIoU、DIoU與CIoU。同時，我也應用SSD、Faster R-CNN、YOLOv3、YOLOv5以及改良的YOLOv5 C3-DenseNet模型來達成物件偵測的任務。新提出的YOLOv5 C3-DenseNet模型在特徵提取骨幹中使用密集連接卷積網絡架構；在頸部層中，它使用殘差網路架構取代原本的雙卷積層；在預測層中，它增加一個具有160x160像素的預測特徵圖與額外的三個錨框以增加模型的能力與精度。

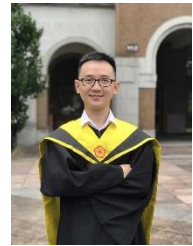
在測試結果中，對於莖枯病早期病變檢測任務。YOLOv5s與YOLOv5s C3-DenseNet模型在IoU標準等於0.5的平均精度均值分別為0.7370和0.7960；對於蘆筍不同的生長狀態和分佈位置檢測任務，在IoU標準等於0.5的YOLOv3、YOLOv5l與YOLOv5l C3-DenseNet模型的平均精度均值為0.7700、0.7689和0.8101。本研究通過即早發現感染病灶，種植者可以及時對感染的蘆筍進行精準有效的治療，進而減少經濟的損失。另外，本研究可準確地識別蘆筍生長狀態和分佈位置有助於區分與定位細小的蘆筍嫩莖，最終地幫助農民收成蘆筍嫩莖的與增進經濟獲利。

深度學習應用於航照影像果園坵塊判釋(陳彥碩、周呈霽)



農作物的產量過剩或產量不足會影響至供需不平衡，進而產生價格波動，因此，使農民或農業相關單位能夠監控農地進而推估產量或控制品質是個重要的課題。然而，目前監控農地的方法為人估監控，這是一種成本高、耗時、費力、且易出現錯誤的方法，故本篇提出自動化的監控系統，此系統能自動分割每塊農地，此系統分成三個部分：轉換地理資訊成訓練模型的資料集、使用深度捲積神經網路模型、和將模型嵌入至常用的地理資訊系統ArcGIS Pro。此篇使用三種神經網路模型：Mask R-CNN、PointRend、和Yolact，期平均分割準確度分別為0.585、0.592、和0.528，且使用我的模型來判釋一張航照的時間低於1分鐘。此篇的方法能有效率的分割航照圖中的坵塊面積，且可在ArcGIS Pro中使用本篇訓練好的模型，使農業相關產業或使用地理資訊系統的研究者有更有效率的監控面積的方法。

豬糞尿水初次消化液與稻稈、竹材之厭氧共消化(黃獻宏、周楚洋、陳洵毅)



隨著台灣的養豬戶慢慢轉向大規模養殖，為滿足所需的廢水排放標準，針對養豬場廢水處理系統的需求將越來越高。台灣常見的廢水處理方式是由畜產試驗所(Taiwan Livestock Research Institute, TLRI)開發的三段式處理系統，其中包括1)固液分離、2)厭氧消化以及3)好氧處理，依次進行。然而，由於好氧處理的耗能性質，因此提出了另一種省略好氧池的處理系統：可用第二階段厭氧反應槽代替好氧池，第一階段厭氧反應槽的污水可與農業廢棄物如稻草(RS)和林業廢棄物如竹子廢棄物(BW)共同消化。第二階段厭氧共消化代替好氧池的優點是，除了可處理更多的廢棄物，同時又可減少厭氧池的能量消耗，又可產生更多的再生能源。

在本研究，豬糞尿初次消化液(Swine Wastewater Effluent, SWE)是由實驗室規模的第一階段連續攪拌式反應槽(Continuously Stirred Tank Reactor, CSTR)中所收集，該CSTR在37°C和HRT 10天內消化了TS為8%的新鮮豬糞尿(Fresh Swine Manure, FSM)。第二階段的厭氧CSTR在37°C下分批進行。SWE的量固定為3,000 mL，RS+BW的量固定為200 g。本研究的目的是比較不同的RS:BW混合比例對厭氧共消化之差異，共進行了100:0(R100)、80:20(R80)、60:40(R60)、40:60(R40)、20:80(R20)和0:100(R0)6個批次的試驗。每一批次都是兩重複(Duplicate)，包括參考點的空白試驗。

由於RS具有較佳的生物降解性，因此RS比率越高，固體去除率越高，單位

VS的甲烷產量就越高。實驗結果顯示最低和最高的總固形物去除率 (s-RTS) 分別為R0批次的8.09%和R100批次的49.84%。最低和最高的揮發性固形物去除率 (s-RVS) 在批次R0和批次R100中分別為12.17%和57.37%。單位甲烷產量 (Methane Yield) 在R0中最低，為0.036 L CH₄/g VS added，R80中最高，為0.171 L CH₄/g VS added，而R100的單位甲烷產量僅略低於R80為0.169 L CH₄/g VS added。就去除的VS而言，所有批次的單位甲烷產量平均為0.311 L CH₄/g VS destroyed，它也可以被視為VS-甲烷轉化率。至於BW的生物降解性比RS低的原因，過去的研究曾指出纖維素和木質素之和與厭氧生物降解性呈負相關，而本研究呈現的結果與前人的研究一致。

聚乙烯對苯二甲酸酯絕緣層之胺化最佳化研究(王璿瑞、謝博全)

在以單面銅箔基板與胺基改質的聚乙烯對苯二甲酸酯 (Polyethylene Terephthalate, PET) 薄膜為絕緣體的低成本生物感測器中，胺基改質過程是製作感測器中的重要組成。為了進行表面改質之最佳化，使絕緣層表面胺基密度提高，需要開發一個方法來進行薄膜胺基之定量。本研究利用三氟乙酸 (2,2,2-Trifluoroacetic acid, TFA) 溶解 PET 薄膜，並使用 2,4,6-三硝基苯磺酸 (2,4,6-trinitrobenzenesulfonic acid, TNBSA) 與胺基反應生成一種黃色衍生物—N-三硝基苯胺，此物質可在 335nm 處測量吸光度。以 0.1M 碳酸鹽緩衝液 (pH=9.0) 泡製標準品並於 1 μg/mL-30 μg/mL 之 3-氨基丙基三乙氧基矽烷 (3-Aminopropyltriethoxysilane, APTES) 範圍內中建立具有高線性關係 ($R^2 > 0.99$) 的胺基檢量線，同時也確保三氟乙酸不影響 TNBSA 對胺基之檢量。該方法可以替代以往常用的測定胺基的其他比色法—橘色二號染色法 (Orange II)。本研究選擇了乙二胺 (1,2-diaminoethane, EDA)、三 (2-氨基乙基) 胺 (triaminotriethylamine, TAEA) 和 3-氨基丙基三乙氧基矽烷 (3-Aminopropyltriethoxysilane, APTES) 作為材料，使用類「三明治模型」來進行 PET 薄膜胺化。比較不同反應溫度和時間以達到胺基改質 PET 薄膜的最佳化，並比較 TNBSA 及橘色二號染色法方式的量化結果。結果表明，在肉眼可見 PET 薄膜結構不損壞下，使用乙二胺在 55°C 下反應 20 分鐘後，所得之每平方毫米的胺基密度最大，為 $5.998 \times 10^{-9} \text{mol/mm}^2$ 。



活化能可控型沒石子酸時間溫度指示劑之開發(莊華白、謝博全)



本研究利用沒石子酸的非酵素性褐變反應為基底，開發了新的化學型時間溫度指示劑（Time Temperature Indicator, TTI），並評估了此TTI在食品產業的開發潛力。沒石子酸是一種無毒且低成本的材料，而其氧化過程所發生的褐變反應易受酸鹼值影響。針對沒石子酸溶液（20mM）在不同酸鹼值下（pH6~8）的褐變過程進行研究，發現在鹼性環境下，沒石子酸溶液會從無色透明溶液轉變成深綠色溶液；酸性環境下，則會從無色透明溶液轉為黃褐色溶液。顏色變化明顯，肉眼即可輕易辨識，因此適合用來以視覺化的資訊呈現出食品的保存狀況。利用化學反應動力學與阿瑞尼斯方程式，建構出了420nm下的可見光吸收值與儲存時間溫度之間的模型，進而計算出不同酸鹼環境下（pH6~8）褐變反應活化能，其範圍為 70.36至 17.57 kJ/mol。本研究同時針對愛文芒果的硬度變化以及鮮乳的可滴定酸度進行檢測並建立品質模型，獲得了兩者的活化能，分別為 16.02 kJ/mol以及 51.68 kJ/mol。將沒石子酸TTI與食品的活化能進行比較，可以得知pH8的TTI適合用於監控芒果的品質變化；而pH6.5的TTI適合用於監控鮮乳的品質變化。從研究結果可以得知，對於製作時間溫度指示劑而言，沒石子酸是一種非常理想的材料，且具有應用於食品產業的潛力。

脫細胞化肝臟間質之奈米載體的開發與其於肝臟再生之應用(邱裕銓、侯詠德)



肝臟是人體中相當重要的器官，在循環系統中亦主要扮演代謝物質的角色，體內的蛋白質合成、碳水化合物代謝、脂質代謝、以及排毒等都是肝臟負責的重要機能。然而慢性肝炎一直是國人十大死因之一，過往的研究提出水飛薊素可以改善慢性肝病的症狀，但效率不彰；此外，由於肝臟所肩負多種生理作用，因此肝功能障礙往往使得肝病患者在手術治療期間會增加發病和死亡的風險。因此臨床上迫切需要能夠提升肝病患者之肝再生能力的標靶藥物、並透過與手術搭配應用的輔助性療法，讓更多肝病病患得以進行手術治療並提高其成功率。為了突破這個困境，本研究將開發一新穎的奈米載體，以促進部分肝切除術後的肝臟機能之回復效率。

本研究主要分為兩個部份進行。第一部分致力於奈米載體的開發（以mPEG 修飾之脫細胞化肝臟間質）及其奈米載體的性質檢測。第二部分則是將大鼠初代成熟肝細胞與奈米載體進行共培養並觀察細胞活性與肝臟機能檢測；此外，亦嘗試建立小鼠體內 2/3 部分肝切除模型、並檢測包埋單寧酸之奈米載體對於部分肝切除術後小鼠肝臟再生之影響。本研究期許未來能實際應用於臨床治療，為肝病治療給予新的方法與展望。

肝臟貼片應用於四氯化碳毒化後之肝臟回復的研究(謝宜成、侯詠德)

肝臟在人體中扮演著不可或缺的角色，其具有蛋白質合成、尿素代謝以及解毒等重要機能。隨著人們藥物濫用，飲食習慣改變等，肝纖維化乃至於肝硬化日益普及。過往的研究提出自體性物質(例如白細胞介素-10、肝細胞生長因子等)的補充可以逆轉肝纖維化，但效率不彰，因此如何將「自體性物質」有效地作用於肝纖維化的患部去逆轉肝纖維化是科學家亟需解決的問題。為了解決這個問題，本研究將開發一新穎的生物材料來製作肝臟貼片使被毒化後的肝臟之機能能夠回復。

本研究第一部分主要致力於肝臟貼片的製作，利用脫細胞化肝臟間質(Decellularized liver matrix; DLM)為基底，並於其上方修飾肝細胞生長因子(Hepatocyte growth factor; HGF)/肝素(Heparin)錯合物，除了檢測該材料的性質之外，亦實際將其應用於體外藥物毒化(CHCl₃, CCl₄)後的肝細胞之回復。第二部分則首先致力於建立大鼠體內四氯化碳(Tetrachloride; CCl₄)誘導之慢性肝纖維化模型，我們接著以第一部分所開發的肝臟貼片對於上述慢性肝纖維化之回復的影響進行檢測。本研究期許此肝臟貼片未來能實際應用於臨床治療，並為肝病治療給予新的方法與展望。



應用深度學習演算法於胡瓜葉表複合病害及病程辨識系統之開發(薛孟謙、陳世芳)

胡瓜為世界上高經濟價值的作物之一。病蟲害為造成其產量損失的主因之一。在遭病蟲害感染初期，若能正確識別危害源，則能儘速採取應對措施。罹病植株葉表多會呈現病斑徵狀，其病斑依其病蟲害種類、病程有所差異及變化。初期表徵通常為較不明顯的病斑，易與健康葉片或其他類輕微病害混淆。另，亦有可能同時感染多種病害，且因而產生更為複雜的病斑表徵。病蟲害類別判讀通常由植病專家進行，然所需專業門檻高，專業人才稀缺。本研究目標為應用深度學習方法開發一套自動判別病蟲害類別、病程，及複合病害之判讀系統，並藉由串聯聊天機器人功能提供使用者相關服務。本研究的判別類別涵蓋健康葉片、七種單一病害及十種複合病害，病程方面則分為早、中、晚三期。影像資料集均為田間實地拍攝之植株病蟲害影像，共計8000餘張。深度學習方法選用更快速區域卷積神經網路(Faster region-based convolutional neural network, Faster R-CNN)為主要架構。共建構兩種模型，一為單純使用Faster R-CNN進行分類預測的一步驟辨識模型，及結合Faster R-CNN與病程分類器的二步驟模型。於影像標記方面，採取one-hot及multi-hot兩種方法，比較其於複合病害的辨識效果，及對涵蓋類別進行擴增的應用彈性。模型優化方面，使用資料重採樣(resampling)、增益



(augmentation)及骨架替換(backbone substitution)等方法。於最終模型開發結果呈現上，一步驟模型搭配multi-hot標記方法，可達0.846的F1-score, 0.758的平均精確度均值(Mean average precision, mAP)及0.733的準確率(accuracy)。於病程辨識上，一步驟模型可達0.648的F1-score，而二步驟模型則可達0.701的F1-score。以 Gradient-based class activation map (Grad-CAM) 與主成分分析 (Principal component analysis, PCA) 將模型中特徵表現進行可視化分析，均顯示於病程預測上，二步驟模型的病程分類器可強化類別特徵。此胡瓜病蟲害識別模型並串接至聊天機器人應用服務端，提供便利使用識別功能及回饋意見的使用者介面。藉由此一系統的開發，將有望協助農場管理人員即時判讀植株健康狀態，降低由病蟲害所造成之產量損失。

柒、學術活動

一、教師參與國際學術會議及國際考察

日期	會議及活動名稱	地點	參與教授	補助單位
11/12	2022綠色電化學科技國際學術研討會	臺灣新竹	陳林祈	-
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	陳林祈	-
10/23 - 10/27	The 26th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2022)	線上	盧彥文	科技部
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	郭彥甫	自籌
7/11 - 7/13	The 9 th International Conference on Engineering Failure Analysis (ICEFA)	線上	廖國基	自籌

11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	廖國基	自籌
11/10 - 11/12	2022綠色電化學科技 國際學術研討會暨 2022年台灣電化學學會年會	臺灣新竹	陳洵毅	環保署
8/24 - 8/26	日本食品科學工學會 第69回大會	日本東京 (視訊會議)	謝博全	自籌
3/4-3/5	AgriApp 2022, International Workshop on Applied Computing in Agriculture	線上	陳世芳	自籌
11/15-11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	台灣	陳世芳	科技部
12/5-12/10	The XX CIGR World Congress 2022	日本京都	陳世芳	自籌

二、學生參與國際學術會議及活動

日期	會議及活動名稱	地點	學生姓名	指導教授 或 帶隊教授	補助單位
7/17 - 7/20	2022 Annual International Meeting - ASABE	美國 休士頓	陳玟銓	林達德	國科會
7/17 - 7/20	2022 Annual International Meeting - ASABE	美國 休士頓	吳乙澤	林達德	國科會
7/17 - 7/20	2022 Annual International Meeting - ASABE	美國 休士頓	何宜臻	林達德	國科會
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	吳乙澤	林達德	國科會

11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	陳璟寬	林達德	國科會
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	汪軍諺	林達德	自籌校務基金
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	黃少政	林達德	物聯智慧有限公司
3/12-3/13	International Symposium on Evolutionary Genomics and Bioinformatics 2022 - co- hosted with the Institute for Protein Research (IPR), Osaka University	國立陽明 交通大學- 陽明校區 膺才廳 & 日本大阪 大學	史鈺升	陳倩瑜	科技部
3/12-3/13	International Symposium on Evolutionary Genomics and Bioinformatics 2022 - co- hosted with the Institute for Protein Research (IPR), Osaka University	國立陽明 交通大學- 陽明校區 膺才廳 & 日本大阪 大學	楊文策	陳倩瑜	科技部
3/12-3/13	International Symposium on Evolutionary Genomics and Bioinformatics 2022 - co- hosted with the Institute for Protein Research (IPR), Osaka University	國立陽明 交通大學- 陽明校區 膺才廳 & 日本大阪 大學	張洵喻	陳倩瑜	科技部
3/12-3/13	International Symposium on Evolutionary Genomics and Bioinformatics 2022 - co- hosted with the Institute for Protein Research (IPR), Osaka University	國立陽明 交通大學- 陽明校區 膺才廳 & 日本大阪 大學	林弘曄	陳倩瑜	科技部

1/6-1/7	2021 TwIChE Annual Meeting	臺灣高雄	何亭萱	陳林祈	國科會
1/6-1/7	2021 TwIChE Annual Meeting	臺灣高雄	吳伊敏	陳林祈	國科會
9/12-9/16	73 Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry	線上	史唯里	陳林祈	農委會
10/22-10/23	2022 International Conference on Smart Sensors 27th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan 25th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference	臺灣臺中	何亭萱	陳林祈	國科會 臺灣大學
10/22-10/23	2022 International Conference on Smart Sensors 27th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan 25th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference	臺灣臺中	吳秉軒	陳林祈	臺灣大學
10/22-10/23	2022 International Conference on Smart Sensors 27th Symposium of Association of Chemical Sensors in Taiwan 25th Nano Engineering and Microsystem Technology Conference	臺灣臺中	易昌閔	陳林祈	國科會
11/10-11/12	2022 ICGET-Tw	臺灣新竹	吳伊敏	陳林祈	國科會 農委會
11/15-11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	吳伊敏	陳林祈	農委會

11/15-11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	施柏佑	陳林祈	農委會
11/15-11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	莊帝捷	陳林祈	農委會
10/22 - 10/23	International Conference on Smart Sensors (ICSS 2022)	臺灣台中	楊達人	盧彥文	科技部
10/23 - 10/27	The 26th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences (μ TAS 2022)	線上	萬庭佑	盧彥文	科技部
7/6 - 7/8	The Application of Cyclone Structure with UVC Equipment on the Analysis of Indoor Air Quality	臺灣台北	徐令航	黃振康	結餘款
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	李居展	郭彥甫	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	廖俊凱	郭彥甫	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際 研討會	臺灣高雄	謝博丞	郭彥甫	自籌
8/24 - 8/26	2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (ARIS 2022)	臺灣台北	楊禮蔚	顏炳郎	科技部
8/24 - 8/26	2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (ARIS 2022)	臺灣台北	鍾承晏	顏炳郎	科技部

8/24 - 8/26	2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (ARIS 2022)	臺灣台北	陳芳緯	顏炳郎	科技部
8/24 - 8/26	2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems (ARIS 2022)	臺灣台北	孫意珺	顏炳郎	科技部
7/11 - 7/13	The 9 th International Conference on Engineering Failure Analysis (ICEFA)	線上	黃鼎荃	廖國基	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	潘資閔	廖國基	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	朱翊慈	廖國基	自籌
11/10 - 11/12	2022綠色電化學科技國際學術研討會暨2022年台灣電化學學會年會	臺灣新竹	黎芋岑	陳洵毅	環保署
11/10 - 11/12	2022綠色電化學科技國際學術研討會暨2022年台灣電化學學會年會	臺灣新竹	王贊崇	陳洵毅	環保署
8/24 - 8/26	日本食品科學工學會第69回大會	日本東京 (視訊會議)	莊葦白	謝博全	自籌
12/15-12/17	第五屆全球生物醫學工程年會暨2022年生物醫學工程科技研討會	臺灣台北	林泳亨	侯詠德	自籌
12/15-12/17	第五屆全球生物醫學工程年會暨2022年生物醫學工程科技研討會	臺灣台北	吳亭怡	侯詠德	自籌
7/17-7/20	2022 Annual International Meeting - ASABE	美國 休士頓	李世鈺	陳世芳	科技部

7/17-7/20	2022 Annual International Meeting - ASABE	美國 休士頓	薛孟謙	陳世芳	科技部
7/17-7/20	2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems	臺灣台北	林篆澤	陳世芳	自籌
7/17-7/20	2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems	臺灣台北	李世鈺	陳世芳	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	蔡知芸	陳世芳	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	黃廷睿	陳世芳	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	林煒翔	陳世芳	自籌
11/15 - 11/17	ISMAB 2022 第十屆農機與生機國際研討會	臺灣高雄	梁凱鈞	陳世芳	自籌
12/5-12/10	The XX CIGR World Congress 2022	日本京都	林彥成	陳世芳	自籌
12/5-12/10	The XX CIGR World Congress 2022	日本京都	王鼎慈	陳世芳	自籌

三、國際學者專家來訪

來訪期間	來訪學者姓名	原屬機構與背景	學術活動內容與成果	主辦與協辦單位
10/17-10/30	Mikk Espenberg	University of Tartu (UT), Institute of Ecology and Earth Sciences	蒞臨本系及台大環工所訪問及宜大機械與機電工程系	生機系

四、學術專題演講

學期中不定期舉辦學術專題演講會，時間地點為星期二下午兩點到四點及星期四上午十時到十二時於知武館四樓演講廳舉辦

110 學年度下學期專題演講題目及主講人資料

講次	日期	講題
1	2/22	『農民、農會及米廠的經營』 三久許游鑲經理－楊昌翰區域經理
2	3/01	『科學與應用』 中欣工程－郭彥廷經理
3	3/08	『科技製造業的競爭優勢』 廣達電腦－郭佳琦處長
4	3/15	『半導體製程設備發展現況』 台灣艾司摩爾－吳鐘聲博士
5	3/22	『專利入門簡介』 飛撲智慧資產管理公司－許超傑專利工程師
6	3/29	『Battery introduction: simplo company profile』 新普科技－陳咏南總經理特助
7	4/19	『穿戴式裝置的不可思議 讓 Garmin 來守護你的健康』 Garmin 顯示器與光學技術處－楊湧郎經理
8	4/26	『超越昨天的自己』 台灣默克生命科學事業體－陳委承總經理
9	5/3	『如何行一條長遠穩健的路 - 電池失效分析與案例分享』 UL 台灣－吳明龍經理

111 學年度上學期專題演講題目及主講人資料

講次	日期	講 題
1	9/15	『物聯網整合智慧製造應用』 國家實驗研究院台灣儀器科技研究中心－蕭文澤博士
2	9/29	『人工智慧導入智慧製造系統性思考與務實踐履』 漢翔航空工業股份有限公司－廖榮鑫董事長
3	10/6	『AI 與無程式碼的發展趨勢』 麗臺科技股份有限公司－林威延博士
4	10/13	『無人機群飛展演技術與應用』 台灣希望創新股份有限公司－李志清執行長
5	10/27	『數位噴墨列印技術發展』 安碩數位科技股份有限公司－劉至奚總經理
6	11/03	『AI在連續製程產業的應用』 達慧互聯股份有限公司－王嘉博士
7	11/10	『心導管支架切割技術發展』 啟記實業有限公司－沈永智業務經理

五、研討會

日 期	研 討 會	主辦單位	地點
10/20-10/21	2022農機與生機學術研討會	中華農業機械學會	國立台灣大學 生物機電工程學系
11/3	111年特色領域研究中心與各研究團隊交流會	台大研發處	台灣大學第二活動中心國際會議廳

六、校外教學參觀活動

日期	參觀活動地點	參觀項目	領隊教授
12/3	沛芳有機農場、 源鮮智慧農場	實務場域參觀	陳世芳

七、農業推廣成果

日期	活動內容	地點	參加教授
8/31-9/2	農機安全操作與維護保養實務研習班 第一梯次	台大雲林分校	林達德
9/6-9/8	農業機械與智慧農業新技術研習班 第一梯次	台大雲林分校	林達德
10/7-10/9	設施栽培機械化與自動化管理研習班 第一梯次	台大雲林分校	林達德
10/25-10/27	農業機械與智慧農業新技術研習班 第二梯次	台大雲林分校	林達德
11/4-11/6	設施栽培機械化與自動化管理研習班 第二梯次	台大雲林分校	林達德
11/9-11/11	農機安全操作與維護保養實務研習班 第二梯次	台大雲林分校	林達德
11/16-11/18	農機設計與操作安全規範研習班	台大雲林分校	林達德
9/2	農機安全操作與維護保養實務研習班中教授『農機電工實務』	雲林校區	黃振康
9/8	台灣生物機電學會農機電動化發展趨勢共識營2演講『農機電動化的優勢與展望』	台中臻愛花園飯店	黃振康
9/18	淨零碳排與農機政策推廣講習演講『永續能源於農業的應用與展望』	雲林校區	黃振康

11/11	農機安全操作與維護保養實務研習班中教授『農機電工實務』	雲林校區	黃振康
4/30、11/12	農藥代噴技術人員訓練-專業空中施作(無人飛行載具)	雲林校區	葉仲基
5/23	農藥管理人員資格訓練	中華民國農民團體幹部聯合訓練協會	葉仲基
5/28、9/24	農藥代噴技術人員訓練-專業空中施作(無人飛行載具)	東華大學	葉仲基
8/31-9/1、11/9-11/10	農機安全操作與維護保養實務研習班中講授「噴霧理論與實務」及「農機輪胎實務」	雲林校區	葉仲基
11/26	農藥代噴技術人員訓練-專業空中施作(無人飛行載具)	宜蘭大學	葉仲基
12/1	鳳梨苗裁剪機示範觀摩	高雄區農業改良場	葉仲基
4/14	應邀於中華電信學院111年度智慧農業課程分享主題「應用人工智能於茶園生產及品質監測分析」	線上	陳世芳
8/24	應邀於農委會農業數位學堂系列課程(四)~認識 AI 影像處理與應用課程分享主題「農業場域中的 AI 影像應用 - 從了解需求到服務開發」	線上	陳世芳
11/4	應邀於台灣農業設施協會「農業設施產業智慧化應用展示暨成果推廣」分享主題「作物生長智慧監測系統與智慧感測共通平台之應用」	線上	陳世芳
10/3	臺大通識課-臺灣農業概論同學參訪生機系工廠	知武館101、102工廠	丁健芳

生機系於臺大雲林分部辦理農業機械教育訓練研習班

為配合行政院農委會「全面推動農糧產業省工機械化及設備現代化」計畫的推動，行政院農業委員會農糧署與國立臺灣大學共同合作，結合臺灣大學優良師資、農機業者與產業界專家，於臺大雲林校區鋤禾館辦理農業機械教育訓練研習班。系列課程內容包含「農機安全操作與維護保養實務」(葉仲基教授與黃振康教授規劃)、「農業機械與智慧農業新技術」(郭彥甫教授與陳世芳教授規劃)、「設施栽培機械化與自動化管理」(方煒教授規劃)、「農機設計與操作安全規範」(丁建芳教授規劃)等四個主題。每個研習班分兩梯次，每梯次開課時間為三天。課程除了課堂演講外，亦安排農機公司參訪行程，以結合理論與實務，提高研習成效，同時參與學員全程參加將頒發結訓證明。

2022年「農機安全操作與維護保養訓練研習班」已完美結束，開班時間從八月至十一月，總訓練人次超過百名。本教育訓練計畫為四年期計畫，明年除精進課程內容外，亦將規劃「農業曳引機考照」相關的訓練課程，並引進全臺第一台具有虛擬實境功能的曳引機模擬機供課程使用。期望透過此多樣化教育訓練，加強與推廣農業機械的使用，解決農業勞力短缺問題，提升農業生產技術水準與農業經營效能，並建立系統化與創新的農業機械教育訓練與推廣體系。



捌、著作發表

林達德

【期刊論文】

1. Rustia, D.J.A., L.Y. Chiu, C.Y. Lu, Y.F. Wu, S.K. Chen, J.Y. Chung, J.C. Hsu, **T.T. Lin**. 2022. Towards intelligent and integrated pest management through an AIoT-based monitoring system. *Pest Management Science* 78: 4288-4302.
2. Shiao C., P.F. Tang, Y.C. Wei, W.Y.I. Tseng, **T.T. Lin**. 2022. Brain white matter correlates of learning ankle tracking using a wearable device: importance of the superior longitudinal fasciculus II. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 19: 64.
3. Tuan, S.A., D.J.A. Rustia, J.T. Hsu, **T.T. Lin**. 2022. Frequency modulated continuous wave radar-based system for monitoring dairy cow respiration rate. *Computers and Electronics in Agriculture* 196: 106913.

【研討會論文】

1. Ho, I.C., Lai, Y.J., Chiang, P.N., Chen, Y.F., **Lin, T.T.** 2022. Integration of multiple sensors for beehive health status monitoring and assessment. 2022 ASABE Annual International Meeting. Houston, U.S.A. <https://doi.org/10.13031/aim.202200376> (Paper Number: 2200376)
2. Wu, Y.T., Wu, Y.F., Chen, S.K., Chung, J.Y., **Lin, T.T.** 2022. Design of a versatile wireless multi-sensor interface for the intelligent environmental and pest monitoring system. 2022 ASABE Annual International Meeting. Houston, U.S.A. <https://doi.org/10.13031/aim.202200453> (Paper Number: 2200453)
3. Chen, W.A., Hsu, J.T., **Lin, T.T.** 2022 an automated thermal imaging system based on deep learning for dairy cow eye temperature measurement. 2022 ASABE Annual International Meeting. Houston, U.S.A. <https://doi.org/10.13031/aim.202200537> (Paper Number: 2200537)
4. Wu, Y.T., Chen, H.C., Teng, C.Y., **Lin, T.T.** 2022. Spatiotemporal analysis and visualization of greenhouse microclimate based on iot-sensor data. The 10th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB 2022), Kaohsiung, Taiwan.
5. Huang, S.Z., Chen, Y.S., Hsu, J.T., **Lin, T.T.** 2022. An embedded thermal imaging system for automated dairy cow eye temperature measurement. The 10th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB 2022), Kaohsiung, Taiwan.
6. Wang, J.Y., **Lin, T.T.** 2022. Feasibility study of an autonomous drone navigation system for greenhouse crop monitoring using visual SLAM. The 10th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB 2022), Kaohsiung, Taiwan.

7. Chen, C.K. Lin, T.T. 2022. Improving insect image classification performance using gan-based super-resolution approach. The 10th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB 2022), Kaohsiung, Taiwan.
8. 柯柏霆、梁化達、林達德。2022。應用小型無人機之視覺導航系統於溫室內洋桔梗辨識與計數。農機與生機學術研討會論文全集。台北市，臺灣，10月20-21日。

周瑞仁

【研討會論文】

1. 王嘉輝、周瑞仁，2022，應用 AirSim 於分散式無人機監管系統之開發與避撞模擬，2022 年農機與生機學術研討會論文集，2022 年 10 月 20~21 日，台北，台灣。pp. 257-261。
2. 閻憲廷、周瑞仁，2022，無人機風險地圖與維持視距之飛航路徑規劃，2022 年農機與生機學術研討會論文集，2022 年 10 月 20~21 日，台北，台灣。pp. 262-266。
3. 王好凌、周瑞仁，2022，多旋翼無人機造成地面人員傷亡之風險評估，2022 年農機與生機學術研討會論文集，2022 年 10 月 20~21 日，台北，台灣。pp. 275-279。
4. 黃文磬、周瑞仁，2022，異常行為偵測應用於無人機交通管理系統，2022 年農機與生機學術研討會論文集，2022 年 10 月 20~21 日，台北，台灣。pp. 283-288。

【專利】

1. 周瑞仁、洪信煒。無人機之風險評估裝置及其方法。經濟部智慧財產局發明專利證書，發明專利審查通過，發明第 I781682 號，經濟部智慧財產局，中華民國 111 年 10 月 21 日至 2041 年 7 月 8 日止。

江昭皚

【期刊論文】

1. Chien-Hsing Lee, Hsiang-Wen Cheng, Shih-Hsien Hsu, and Joe-Air Jiang, "An Approach to Recover Energy from Discarded Primary Batteries Before Being Disassembled," IEEE Transactions on Industrial Electronics. vol. 69, Issue: 6 pp.6247-6257, Jun. 2022 (SCI)
2. Joe-Air Jiang*, Huan-Chieh Chiu, Yu-Cheng Yang, Jen-Cheng Wang§, Chien-Hsing Lee, and Cheng-Ying Chou, " On Real-Time Detection of Line Sags in Overhead Power Grids Using an IoT-Based Monitoring System: Theoretical Basis, System Implementation, and Long-Term Field Verification," IEEE Internet of Things Journal. Early Access: 01/05/2022, (SCI)

3. **Joe-Air Jiang**, Chih-Hao Syue, Chien-Hao Wang, Min-Sheng Liao, Jiann-Shing Shieh†, and Jen-Cheng Wang*, "Precisely forecasting population dynamics of agricultural pests based on an interval type-2 fuzzy logic system: case study for oriental fruit flies and the tobacco cutworms," *Precision Agriculture*, Vol. 23, Issue 4, August 2022, pp.1302–1332 (SCI)

【技術報告】

1. **江昭皚**。2022。天敵昆蟲智慧生產排程與配送最佳化系統之建立。行政院農業委員會。計畫編號：111 農科-1.6.1-科-aN。
2. **江昭皚**。2022。(委辦)利用自動化監測建立果實蠅非疫生產點。行政院農業委員會。計畫編號：111 前瞻-17.1.1-檢-B1(1-3)。
3. **江昭皚**。2022。電動蘆筍採收機。行政院農業委員會。計畫編號：111 農科-1.6.5-科-a1。
4. **江昭皚**。2022。結合即時資訊收集與模擬以建構適應性智慧電網回控機制之研究(3/3)。行政院科技部。計畫編號：MOST 109-2221-E-002-060-MY3。
5. **江昭皚**。2022。探究蜜蜂工蜂之分工機制-利用影像辨識與機器學習技術探討不同日齡工蜂之巢內行為模式與勤務轉換機制(2/3)。行政院科技部。計畫編號：111-2313-B-002-003-。
6. **江昭皚**。2022。產學合作計畫--以多參數分析建立哨兵蜂箱應用於蜂場智慧管理與溯源系統建置(2/3)。行政院科技部。計畫編號：111-2622-B-002-007-。
7. **江昭皚**。2022。(委辦)蜂群音頻預警系統開發。行政院農業委員會。計畫編號：苗栗農業改良場案號：i11101。
8. **江昭皚**。2022。以多參數分析建立哨兵蜂箱應用於蜂場智慧管理與溯源系統建置(2/3)。行政院科技部。計畫編號：MOST 111-2622-B-002-007。

陳倩瑜

【期刊論文】

1. Mao-Jan Lin, Yu-Chun Lin, Nae-Chyun Chen, Allen Chilun Luo, Sheng-Kai Lai, Chia-Lang Hsu, Jacob Shujui Hsu, Chien-Yu Chen, Wei-Shiung Yang, and Pei-Lung Chen, Profiling genes encoding the adaptive immune receptor repertoire with gAIRR Suite, *Frontiers in Immunology*, 08 September, 2022.
2. Peng-Hsuan Li, Ting-Fu Chen, Jheng-Ying Yu, Shang-Hung Shih, Chan-Hung Su, Yin-Hung Lin, Huai-Kuang Tsai, Hsueh-Fen Juan, **Chien-Yu Chen**, Jia-Hsin Huang*, pubmedKB: an interactive web server for exploring biomedical entity relations in the biomedical literature, *Nucleic Acids Research*, 50(W1), W616–W622, 5 July, 2022.
3. Li-Wei Chan, Yu-Chi Sung, Dung-Chi Wu, **Chien-Yu Chen**, Chang-Hao Yang, Chung-May Yang, Pei-Lung Chen, and Ta-Ching Chen*, Predicted protein

structure variations indicate the clinical presentation of CYP4V2-related Bietti crystalline dystrophy, *Retina*, 42(4):797-806, 2022.

4. Jun-Liang Lin#, Tsung-Ting Hsieh# (equal contribution), Yi-An Tung# (equal contribution), Xuan-Jun Chen, Yu-Chun Hsiao, Chia-Lin Yang*, Tyng-Luh Liu*, **Chien-Yu Chen***, ezGeno: An Automatic Model Selection Package for Genomic Data Analysis, *Bioinformatics*, 38(1), 30-37, 1 January 2022.

陳林祈

【研討會論文】

1. T.-S. He, Y.-H. Wang, W.-C. Huang, and **L.-C. Chen***. Interdigitated Array Electrode Chip-based Impedimetric Aptasensing Platform Using a Novel MUC1 Aptamer. 2021 TwIChE Annual Meeting, 2022/01/06-07
2. Y.-M. Wu and **L.-C. Chen***. Improvement of Long-term Detection Limits of a Solid-contact Ion-selective Electrode through Galvanostatic Control. 2021 TwIChE Annual Meeting, 2022/01/06-07
3. Wei-Li Shih and **Lin-Chi Chen***. Potentiometric Phosphate Sensing by Cobalt-deposited Screen Printed Carbon Electrodes. 73 Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, 2022/09/12-16

盧彥文

【期刊論文】

1. K.-Y. Lin, C.-S. Liang, C.-C. Hsu, S.-L. Lin, Y.-T. Chen, F.-S. Huang, S.-L. Wang, J.-S. Jang, **Y.-W. Lu**, “Optoelectronic Online Monitoring System for Hemodialysis and its Data Analysis”, *Sensors and Actuators B: Chemical*, 131859 (2022) (Top15%)
2. S.-J. Chen, Y. Chang, C.-S. Liang, J.-P. Lin, **Y.-W. Lu***, “Platelet Concentrates Preparation Using a Rotating Membrane with Taylor Vortices and Axial Flow”, *Separation and Purification Technology*, Accepted (2022) (IF=7.312, Engineering, Chemical) (Top15%)
3. R. S. Karmakar, C. P. Chu, Y. C. Liao, **Y.-W. Lu**, “PVA Tactile Sensors Based Electrical Contact Resistance (ECR) Change Mechanism for Subtle Pressure Detection”, *Sensors and Actuators: A Physical*, 113613 (2022) (IF=3.407, rank=17/64, instrument & instrumentation) (Top 40%)
4. K.-L. Ho, H.-Y. Liao, H. M. Liu, **Y.-W. Lu**, P.-K. Yeh, J. Y. Chang, S.-K. Fan, “Digital Microfluidic qPCR Cartridge for SAR-Cov-2 Detection”, *Micromachines*, (2022), (IF=2.891, rank=23/64, instrument & instrumentation) (Top 40%)

【研討會論文】

1. R. T. Chen, V. Chang, S. Ning, J. Fang, **Y.-W. Lu**, “Integrated photonic chip for

- spike protein and antigen detections”, SPIE Photonics West, 2022
2. Shupeng Ning, Chao Wang, Hao-Chen Chang, Kyoung Min Yoo, James Fan, Devan Shoemaker, Maxwell Nakos, May H Hlaing, **Yen-Wen Lu**, Huiping Tian and Ray T. Chen. "A Point-of-care Biosensor with Subwavelength Grating Waveguide-based Micro-ring Resonator for Detection of COVID-19" In CLEO: Applications and Technology, Optical Society of America, 2022.
 3. T.-Y. Wan, Y.-W. Chang, T.-J. Yang, T.-T. Lee, H.-I Yin, Y.-C. Ho, H.-L. Hwa, **Y.-W. Lu**, “Acoustofluidic for fouling mitigation in cross-flow microfiltration”, The International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, (μ TAS 2022)

黃振康

【期刊論文】

1. Chen Yi-Ron, Hou Wen-Shang, **Huang Chen-Kang**, and Chou Chu-Yang, Spatial and Temporal Variations in Fish Assemblage in Feitsui Reservoir, in Northern Taiwan, from 2006–2020, Water, 14(3), 498, 2022 (SCI)

【研討會論文】

1. Lin-Hang Hsu, **Chen-Kang Huang**, The Application of Cyclone Structure with UVC Equipment on the Analysis of Indoor Air Quality, 2022 IEEE International Conference on Consumer Electronics – Taiwan, Taipei, Taiwan, July 6- 8, 2022
2. 周秉毅、蔡定甫、周震煌、**黃振康**，以 CFD 分析種公豬畜舍降溫系統之改良，2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣，十月二十- 二十一日，2022
3. 周劭穎、**黃振康**，表面改質於沸騰熱傳之影響，中國機械工程學會第三十九屆全國學術研討會，苗栗，台灣，十二月二- 三日，2022

【技術報告】

1. 蘇忠楨、李汪盛、吳有恒、**黃振康**。2022。臺灣農業使用永續能源之現況與展望。中國工程師學會會刊。95(3): 1-22。

郭彥甫

【期刊論文】

1. Cheng, H. H., Dai, Y. L., Lin, Y., Hsu, H. C., Lin, C. P., Huang, J. H., ... & **Kuo, Y. F.** (2022). Identifying tomato leaf diseases under real field conditions using convolutional neural networks and a chatbot. Computers and Electronics in Agriculture, 202, 107365.
2. Lai, P. C., Lin, H. Y., Lin, J. Y., Hsu, H. C., Chu, Y. N., Liou, C. H., & **Kuo, Y. F.** (2022). Automatic measuring shrimp body length using CNN and an underwater imaging system. Biosystems Engineering, 221, 224-235.

3. Wu, T. Y., Yeh, K. T., Hsu, H. C., Yang, C. K., Tsai, M. J., & **Kuo, Y. F.** (2022). Identifying Fagaceae and Lauraceae species using leaf images and convolutional neural networks. *Ecological Informatics*, 68, 101513.

【研討會論文】

1. Chang, K. R., Shih, F. P., Hsieh, M. K., Hsieh, K. W., & **Kuo, Y. F.** (2022). Analyzing chicken activity level under heat stress condition using deep convolutional neural networks. In *2022 ASABE Annual International Meeting* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

顏炳郎

【期刊論文】

1. **Ping-Lang Yen** and Yu-Jui Chen, 2022, Contact Compliance Based Visual Feedback for Tool Alignment in Robot Assisted Bone Drilling, *Sensors*, 22(9), 3205.
2. Kuo-Chih Tung, **Ping-Lang Yen**, Chao-Yin Tsai, Pauline Ong, Jer-Wei Lin, Yung-Huei Chang, Suming Chen, 2022, Nondestructive Quantitative Analysis of Water Potential of Tomato Leaves Using Online Hyperspectral Imaging System, *Applied Engineering in Agriculture*, Vol. 38(2): 273-282.
3. Yang-Lun Lai, Po-Lun Chen, Tsung-Chen Su, Wei-Yang Hwang, Shih-Fang Chen and **Ping-Lang Yen**, 2022, A Collaborative Robot for Tea Harvesting with Adjustable Autonomy. *International Journal of Cybernetics and System* 53(1):4-22.

葉仲基

【期刊論文】

1. **葉仲基**，民國 111 年 4 月，2021 田間機器人競賽記事，*台灣農業機械* 37(2):6-9，財團法人農業機械化研究發展中心。

【研討會論文】

1. 李韋增、**葉仲基**，2022，鳳梨苗修整裝置之電腦輔助設計，2022 農機與生機學術研討會，論文編號 PA-06，中華農業機械學會。

【專利】

1. **葉仲基**、潘光月、薛志明，民國 111 年 9 月，鳳梨苗修剪機，中華民國專利證書新型第 M631517 號，2022 年 9 月 21 日至 2032 年 5 月 2 日。

【技術報告】

1. **葉仲基**，民國 111 年 12 月，鳳梨苗裁剪機之研究，行政院農業委員會農糧署 111 年度科技計畫研究報告，國立台灣大學生物機電系。

廖國基

【期刊論文】

1. Huang, T.-C., Lin, C.-Y., Liao, **K.-C.**, Sealing Performance Assessments of PTFE Rotary Lip Seals Based on the Elasto-hydrodynamic Analysis with the Modified Archard Wear Model, *Tribology International*, accepted, 2022 (SCI)
2. 潘資閔，黃鼎荃，廖國基，基於均質化手法檢視紙材構型於包裝承載落摔條件之緩衝效果，*農業機械學刊*，vol. 31, 2022
3. Huang, T.-C., Wang, T.-F., **Liao, K.-C.**, Investigations of Structure Strength and Ventilation Performance for Agriproduct Corrugated Cartons under Long-term Transportation Trip, *Packaging Technology and Science*, accepted, 2022 (SCI)
4. Huang, T.-C., **Liao, K.-C.**, Experimental and Numerical Investigations of Intermittence for Electronic Connectors Subjected to Mechanical Shocks, *Journal of Electronic Packaging*, accepted, 2022 (SCI)
5. Huang, T.-C., J.-W. Tsai, **Liao, K.-C.**, Wear and Leakage Assessments of Canted Coil Spring–Energized Polytetrafluoroethylene Seals under Ultra-High Cycle Operations, *Engineering Failure Analysis*, vol. 135, 2022 (SCI)

【研討會論文】

1. Pan, Z.-M., Huang, T.-C., and Liao, K.-C., Investigations of the Cushioning Performance for Packages Filled with Paperboard Structures under Drop Tests, The 10h International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB), **Kaohsiung, Taiwan**, November, 15-17, 2022
2. Chu, Y.-T., Huang, T.-C., and Liao, K.-C., Efficiency Improvement of Geometry Optimization Procedures of Metallic Flexors for Flat Wipers Based on Machine Learning Approaches, The 10h International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB), **Kaohsiung, Taiwan**, November, 15-17, 2022
3. 盧柏任，朱翊慈，黃鼎荃，廖國基，應用數值模擬於泛用型無骨兩刷之工作性能評估，2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣，十月二十日–二十一日，2022

陳洵毅

【研討會論文】

1. Wang, Z.-T., **Chen H.-Y.**, Nickel Metal Hybrid Battery Degradation Mechanism Analysis and State-of-Health Estimation by Machine Learning, (poster)
2. Rusly, C., **Chen H.-Y.**, Achieving High Power Lithium-Sulfur Battery through Amide Interlayer, (poster)

謝博全

【期刊論文】

1. Chuang, W.-P., Hsieh, B.-C. Development of a gallic acid based time temperature indicator with adjustable activation energy, *Food Control*, 144, 109396, 2022 (SCI).

侯詠德

【期刊論文】

1. Y. C. Hsieh, W. R. Yin, Y. Y. Xu and **Y. T. Hou***, HGF/heparin-immobilized decellularized liver matrices as novel hepatic patches for hepatocyte regeneration in an acute liver injury model, *Biochemical Engineering Journal*, 180 (2022): 108354.
2. B. C. Hsieh, Y. H. Ni, G. M. Zhang, Y. C. Chiu, and **Y. T. Hou***, Development of erythrosine-based photodynamic therapy with a targeted drug delivery system to induce HepG2 cell apoptosis in vitro, *Biochemical Engineering Journal*, 177 (2022): 108267.

【研討會論文】

1. Ting-Yi Wu, Yi-Cheng Hsieh, **Yung-Te Hou**. Liver patch for liver regeneration after CCl4 poisoning. 第五屆全球生物醫學工程年會暨 2022 年生物醫學工程科技研討會。台灣台北。(2022 1215-1217).
2. Yong-Heng Lin, Yu-Chuan Chiu, **Yung-Te Hou**. Development of a decellularized liver matrix-based nanomedicine for liver regeneration. 第五屆全球生物醫學工程年會暨 2022 年生物醫學工程科技研討會。台灣台北。(2022 1215-1217).

陳世芳

【研討會論文】

1. Meng-Chien Hsueh, Yu-Lun Dai, Chu-Ping Ling, Jin-Hsing Huang, Yan-Fu Kuo, **Shih-Fang Chen** (2022, Jul). Developing Cucumber Foliar Disease Complex Identification Using One-hot and Multi-hot Labeling Methods. 2022 ASABE Annual International Meeting, Houston, TX, USA. Paper No. 2200391.
2. Shih-Yu Lee, Jen-Cheng Wang, Ming-Chi Guo, Joe-Air Jiang, Ming-Hsien Hsieh, Jui-Chu Peng, **Shih-Fang** (2022, Jul). Developing a Self-Guided Field Robot for Greenhouse Asparagus Monitoring. 2022 ASABE Annual International Meeting, Houston, TX, USA. Paper No. 2200540.
3. Chuan-Che Lin, Shiou-Ruei Lin, **Shih-Fang Chen** (2022, Aug). Implementation of Few-shot Object Detection Methods on Tea Diseases Identification. 2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems, Taipei, Taiwan. Paper No. 1078.
4. Shih-Yu Lee, **Shih-Fang Chen** (2022, Aug). Development of Automatic Scouting

- Robot for Asparagus Greenhouse. 2022 International Conference on Advanced Robotics and Intelligent Systems, Taipei, Taiwan. Paper No. 1090.
5. 薛孟謙、梁凱鈞、戴裕綸、林筑蘋、黃晉興、郭彥甫、陳世芳 (2022 年 10 月)。應用深度學習演算法於胡瓜複合病害與病程辨識系統之開發。2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣。P155-157。
 6. 李世鈺、黃廷睿、王人正、江昭暄、謝明憲、彭瑞菊、郭明池、陳世芳 (2022 年 10 月)。應用深度學習演算法於胡瓜複合病害與病程辨識系統之開發。2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣。P168-170。
 7. 王鼎慈、林秀榮、蔡憲宗、陳世芳 (2022 年 10 月)。Mask2Former 深度學習模型應用於茶菁之農藝性狀識別。2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣。P192-194。
 8. 林昱宏、林秀榮、陳世芳 (2022 年 10 月)。結合高光譜影像與機器學習方法於茶菁品質判別之應用。2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣。P218-220。
 9. 李鎮宇、林煒翔、陳世芳 (2022 年 10 月)。應用深度學習方法於茶樹芽點識別及其生長曲線分析。2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣。P244-246。
 10. 蔡知芸、林彥成、陳世芳 (2022 年 10 月)。應用 NIR 和 FTIR 光譜於精品咖啡品質預測模型之開發。2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣。P289-291。
 11. 林篆澤、陳品瑋、陳世芳 (2022 年 10 月)。應用少量物件辨識方法於茶葉病蟲害辨識模型之建立。2022 農機與生機學術研討會，台北，台灣。P453-455。
 12. Yu-Tang Chang, Shih-Fang Chen (2022, Nov). Design of Basis-projected Layer for Sparse Datasets in Deep Learning Training Using GC-MS Spectra as A Case Study. The 10th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering, Kaohsiung, Taiwan. Paper No. 1123.
 13. Chih-Yun Tsai, Yan-Cheng Lin, Shih-Fang Chen (2022, Nov). Predictive Model Development for Specialty Coffee Quality Applying NIR and FTIR Spectroscopies. The 10th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering, Kaohsiung, Taiwan. Paper No. 1125.
 14. Ding-Ci Wang, Shih-Fang Chen, Xiu-Rui Lin, Xian-Zong Tsai (2022, Dec). Application of Transformer Model for Tea Shoots Grading System Development. The XX CIGR World Congress 2022, Kyoto, Japan.
 15. Yan-Cheng Lin, Shih-Fang Chen, Shu-Ping Hung, Juin-Ming Lu, Jia-Hung Peng (2022, Dec). Prediction of Production Factors and Flavor Profiles for Specialty Coffee Using Neural Network. The XX CIGR World Congress 2022, Kyoto, Japan.

【專書】

1. **Shih-Fang Chen**, Yan-Fu Kuo. (2022). Artificial Intelligence for Image Processing in Agriculture. In: Ma, S., Lin, T., Mao, E., Song, Z., Ting, KC. (eds) Sensing, Data Managing, and Control Technologies for Agricultural Systems. Agriculture Automation and Control. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-03834-1_7

丁健芳

【期刊論文】

1. Ankit Das, Samarpan Deb Majumder, **Chien-Fang Ding***, Feasibility evaluation of nanofluid based solar collector for biodiesel hot wash: An experimental study, Solar Energy, vol. 245, pp. 385-403, 2022. (SCI)
2. Che-ShuLin, Hsin-Fang Hsieh, **Chien-Fang Ding**, Kuan-MingLi, Hong-TsuYoung, Wen-TseHsiao, Laser surface modification on rGO/ZnO composite materials for NO₂ gas sensing, Materials Chemistry and Physics, vol. 290, pp. 126551, 2022. (SCI)

玖、服務與獎授

一、服務

本系同仁參與教學外的服務工作甚多，謹將參與校內及校外服務工作的組織名稱及參與人員及職責歸類如下：

1. 校內

冷飲調酒研究社-社團指導老師	林達德
教師申訴評議委員會委員	林達德
國立臺灣大學無人載具研發與設計中心委員	周瑞仁
國立臺灣大學生物機電工程學系教評會委員	周瑞仁
國立臺灣大學技術轉移審查委員	周瑞仁
中華農業機械學會第十六屆理監事會擔任常務理事	江昭皚
台灣生物機電學會第七屆理監事會擔任理監事	江昭皚
生農學院 教師評鑑委員會委員	陳倩瑜
學生申訴評議委員會委員	陳倩瑜
臺灣大學副教務長	陳林祈
台灣大學奈米機電系統研究中心推廣教育組主任	盧彥文
台灣大學生機系與菲律賓 University of Santo Tomas的 OJT program	盧彥文
生農學院生物能源中心副主任	黃振康
本系學生事務委員會委員	葉仲基
生農學院生物能源研究中心主任	葉仲基
生農學院編輯委員會，擔任委員	謝博全
智慧農業教學與研究發展中心，擔任教學組組長	謝博全
國立臺灣大學大學招生專業化發展種子教師	謝博全
生物能源研究中心儀器設備服務組組長	陳世芳
智慧農業教學與研究發展中心研究組組長	陳世芳
Guest Editor of Special Issue "Biosensors in Monitoring and Diagnosis for Medical and Agricultural Applications" of Journal Micromachines	吳筱梅
Reviewer of the 10th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB 2022)	吳筱梅
2022生物機電盃田間機器人競賽承辦人	吳筱梅

2. 系內

臺大生機系所主任	廖國基
研究發展委員會	廖國基(召集人)、鄭宗記、陳林祈、陳倩瑜、黃振康、郭彥甫、周呈雲
課程委員會	陳倩瑜(召集人)、廖國基、朱元南、鄭宗記、陳林祈、黃振康
國際事務委員會	陳洵毅(召集人)、廖國基、盧彥文、陳林祈、陳力騏、顏炳郎
研究生事務委員會	陳世芳(召集人)、廖國基、黃振康、郭彥甫、侯詠德
學生事務委員會	郭彥甫(召集人)、廖國基、陳力騏、葉仲基、陳世芳
導生工作委員會	郭彥甫(召集人)、廖國基、陳力騏、葉仲基、陳世芳
空間委員會	侯詠德(召集人)、廖國基、陳倩瑜、謝博全、郭彥甫、朱元南、方煒、鄭宗記、顏炳郎
環安衛委員會	謝博全(召集人)、廖國基、顏炳郎、陳洵毅、侯詠德
招生委員會	周呈雲(召集人)、廖國基、林達德、陳洵毅、謝博全、侯詠德、陳世芳
網路管理委員會	陳林祈(召集人)、廖國基、陳倩瑜、黃振康、周呈雲
系友大會籌備會	黃振康(召集人)、廖國基、方煒、江昭皚、郭彥甫、謝博全、侯詠德

3. 校外

中華農機學-農業機械學刊副總編輯	林達德
財團法人林本源文教基金會-董事	林達德
財團法人農業機械化研究發展中心-董事	林達德

台灣農業資訊科技發展協會-常務理事	林達德
宜蘭大學自我評鑑指導委員會委員	林達德
經濟部標準檢驗局國家標準技術委員會委員	林達德
社團法人臺灣農學會監事	林達德
財團法人高等教育評鑑中心第二週期大學校院評鑑評鑑委員	周瑞仁
財團法人高等教育評鑑中心自辦認定工作小組委員	周瑞仁
財團法人高等教育評鑑中心自辦品保工作小組委員	周瑞仁
考試院典試委員	周瑞仁
教育部大專校院教師資格審查送審著作簽審顧問	周瑞仁
教育部「優化技職校院實作環境計畫」審查委員	周瑞仁
教育部「優化技職校院實作環境計畫」訪視委員	周瑞仁
教育部「新工程教育方法實驗與建構計畫」審查/訪視委員	周瑞仁
教育部大學社會責任 (USR)計畫審查委員	周瑞仁
教育部大學社會責任 (USR)計畫技術實作複審委員	周瑞仁
教育部大學社會責任 (USR)計畫成果評核審查委員	周瑞仁
經濟部標準檢驗局國家標準技術委員會委員	周瑞仁

台灣生物機電學會顧問	周瑞仁
中華農業機械學會顧問	周瑞仁
台北市立大學教學發展中心諮詢委員會諮詢委員	周瑞仁
台北市立大學特殊優秀人才彈性薪資審查委員會委員	周瑞仁
北市大「教師教學專業成長及跨領域教師社群」審查委員	周瑞仁
北市大「大學生自主學習社群計畫」審查委員	周瑞仁
北市大高教深耕計畫委員會委員	周瑞仁
臺北市立大學第三周期校務評鑑自我評鑑指導委員會委員	周瑞仁
臺北市立大學數位課程審查委員	周瑞仁
國立宜蘭大學無人機應用科技碩士學位學程委員	周瑞仁
國立宜蘭大學自我評鑑指導委員	周瑞仁
宜蘭縣無人機推動工作小組委員	周瑞仁
國立師範大學教學發展中心諮詢委員會委員	周瑞仁
台北市科展評審委員	周瑞仁
國立嘉義大學特聘教授審查委員會委員	周瑞仁
交通部計畫審查委員	周瑞仁

科技部計畫審查委員	周瑞仁
Reviewer, IEEE Transactions on Robotics and Automation	周瑞仁
Reviewer, IEEE Transactions on Engineering Education	周瑞仁
Reviewer, IEEE Access	周瑞仁
中華農業機械學會第十六屆理監事會擔任常務理事	江昭皚
台灣生物機電學會第七屆理監事會擔任 理監事	江昭皚
Royal Society of Chemistry, Fellow	盧彥文
中華民國微系統暨奈米科技協會會員代表	盧彥文
台灣流體力學學會創始會員	盧彥文
Guest Editor, Micromachines, special issue for Biosensors in Monitoring and Diagnosis for Medical and Agricultural Applications	盧彥文
Reviewer, Lab on a Chip	盧彥文
International Symposium on Microchemistry and Microsystems (ISMM); 會議籌備委員	盧彥文
International Conference on Smart Sensors (ICSS), Technical Program Committee Member	盧彥文
中華民國台灣大學生機農機系友會秘書長	黃振康
教育部「中等學校師資培育專門課程審核作業」動力機械群- 農業機械科審查委員	葉仲基
勞動部技檢中心「機電整合」職類乙級/丙級技術士技能檢定 術科測試監評長及監評委員	葉仲基

勞動部技檢中心「農業機械修護」職類乙級/丙級技術士技能檢定術科題庫命製委員	葉仲基
農業試驗所「農機性能測定暫行基準研討小組」委員	葉仲基
台灣農機工業同業公會顧問及台灣製造農機標章審查委員	葉仲基
經濟部標準檢驗局機械工程國家標準技術委員會委員	葉仲基
111年農業類科技藝競賽生物產業機電職種術科命題委員	葉仲基
111年全國生機盃田間機器人競賽裁判長	葉仲基
台灣區流體傳動工業同業公會顧問	葉仲基
社團法人中華民國台灣大學生機農機系友會理事	廖國基
中華農機學會常務理事	廖國基
SCI期刊Food Science and Technology Research，擔任編輯委員	謝博全
台灣生物機電學會監事	陳世芳
社團法人台灣農業資訊科技發展協會理事	陳世芳
國際組織 International Federation of Automation Control (IFAC)「農業控制(Control in Agriculture)」委員會副主席	陳世芳
國際期刊特刊編輯 Computers and Electronics in Agriculture; Special issues and article collections: Artificial Intelligence in Agriculture.	陳世芳
2022中國機械工程學會(CSME)工程論壇主席(D13場次)	丁健芳

二、學術及教學獎授

1. 校內

獎項	得獎人
臺灣大學生農學院 110 學年度院優良教學教師	侯詠德
110 學年度第 2 學期獎勵新聘特殊優秀人才	吳筱梅

2. 校外

頒獎單位	受獎人	獎項名稱
財團法人生技醫療科技政策研究中心	江昭皚	第18屆國家新創獎－學研新創獎
社團法人雲端學會	江昭皚	2021年度最佳期刊應文獎
中華農業機械學會	葉仲基	論文獎

三、教師指導學生獲重要獎項(官網)

頒獎單位	獎項名稱	受獎人	指導教授
內政部	資料創新應用競賽 內政部黑客松銀獎	洪信煒	周瑞仁
內政部	資料創新應用競賽 內政部黑客松銀獎	閻憲廷	周瑞仁
農委會農業試驗	2022智慧農業數位分身創 新應用競賽榮獲第三名	唐偉倫 (畢業生)	江昭皚
第68屆台灣化學工程 學會年會	海報佳作	吳伊敏	陳林祈
國立台灣大學生物機 電工程學系	110學年度下學期 研究所獎學金	何亭萱	陳林祈

ICSS 2022 國際智慧感測器研討會 暨第27屆台灣化學感測器科技研討會/ 第25屆微奈米系統工程研討會	碩士生獎學金	何亭萱	陳林祈
Robotics Society of Taiwan, ARIS 2022.	Best Student Paper Award	楊禮蔚	顏炳郎
中華農業機械學會	論文獎	徐文科	葉仲基
台灣生物機電學會	2022農機與生機學術研討會 會口頭論文優勝	王鼎慈	陳世芳
台灣生物機電學會	2022農機與生機學術研討會 會口頭論文優勝	梁凱鈞	陳世芳
社團法人台灣農業資訊科技發展協會	110年度最佳碩士論文獎	謝依芳	陳世芳
財團法人中技社	111年中技社科技獎學金 - 創意獎學金組	林篆澤	陳世芳

拾、學生活動

本系大學部學生人數共170人。111學年度大一入學新生，指定科目考試入學方式共錄取28人，申請入學共錄取9人，繁星4人和運動資優生、僑生等共45人。

碩士班學生人數共120人，博士班學生人數共31人。111學年度碩士班55人，博士班入學4人。

一、學生名單

111年入學 (共45人)

王宥姍、陳昶育、葉蕎語、高銘陽、蔡永奕、陳邑恩、黃雅苑、張宥翔、王榆睿、張基珩、張鈞淋、陳子員、李若綺、張曉芹、沈誦頤、林志偉、夏國龍、王志暉、王泓惟、王政喆、江哲立、李文婷、李岳穎、李傳漢、李瀚元、杜怡萱、周昱翔、林騰森、邱忠磊、胡耕歷、張哲維、陳小餘、陳柏仁、陳偉德、陳梓平、陳燕則、黃亮諭、黃浩軒、楊庭維、楊閔凱、劉岳霖、劉奕宏、劉庭好、鄧杰修、盧翊安

110年入學 (共54人)

鍾秉宸、詹育晟、陳震遠、鍾承達、彭睿霆、施羿君、謝孟廷、楊婕伶、胡淨中、廖瑞元、張祐瑋、彭煥瑄、康 莉、陸品好、曾靖軒、邱鈺欣、魏家瑋、劉厚謙、蕭宗毅、林睦哲、張瀚升、王翊丞、李星穎、董巧若、李冠儀、謝旻諺、施詠婷、黃菊花、房輝元、石賢真、柯姿妤、徐安昌、李成宰、王凱弘、江彥辰、江晨歲、余佳融、呂天翊、林哲宇、邵睿庠、高郁傑、張鈞量、郭格均、陳彥安、陳昱嘉、陳祐瑋、陳從樸、彭仁柏、黃柏翰、黃教恩、詹閔逸、賴韋綸、王虹翔、陳柏宇

109年入學 (共39人)

陳冠宇、陳冠維、謝宇倫、黃妤芊、賴紫葳、江承恩、林家慶、陳柏霖、
陳品瑋、楊明儒、鄧世群、林嘉安、林家慧、應嘉倪、詹皇璽、張凱鈞、
鄭有勛、黃怡宸、晏文芳、賴聖傑、陳冠佑、楊承翰、林智敏、傅義凱、
謝立唐、方凱皓、李斌瑋、林泓佑、姜奕廷、張乃恩、張宇豐、張荃鈞、
陳冠霖、靖宇誠、劉耀文、蔡予恩、蘇蓁葳、林雨鈞、陳建宏

108年入學 (共32人)

彭子嫣、洪益瑞、薛宇庭、蔡知芸、陳勳蒲、魏渤翰、張必榮、魏孜頤、
謝方智、郭博瑢、莊翔鈞、鄭朝鴻、黃勁鬲、林大衛、鄭良心、劉祿展、
張仲辰、黃楷誠、葉富森、鄭盛輝、白騏瑞、易峻葦、邱子瑋、施懿修、
柯鉞霆、張焜程、張燾尹、郭子敬、郭庭瑄、詹皓宇、賴鴻昇、李亮葳

碩士班一年級 (共55人)

李佳宜、張文緯、張晉維、龔杭彥、邱顯鈞、鄧喬尹、蕭家泓、鍾承晏、
邱舒郁、林彥錦、張翰斌、林雲、簡嘉俊、陳則學、謝博丞、林煒翔、
程小榆、黃弘霖、吳松濤、梁凱鈞、黃評堅、周秉毅、趙子棋、麥明瀚、
廖晨宇、黃廷睿、吳亭怡、劉易霖、林正浩、林泳亨、韋之皓、王亭堅、
劉邦彬、廖俊凱、李居展、盧柏任、楊書愷、陳禹濤、陳軾羽、陳博炤、
廖佑華、李承諺、王興平、李誥晉、程偉軒、楊臻、莊帝捷、吳沁璘、
吳典鴻、吳冠穎、陳泓碩、劉冠廷、蔡定甫、馬士凱、何佳鴻

碩士班二年級 (含) 以上 (共65人)

莊麒田、王嘉輝、吳乙澤、黃婉婷、李世鈺、林益正、楊達人、邵長威、
陳玠宏、蔡凱任、柯筆翔、ANKIT DAS、殷維容、周易昕、何亭萱、

鄭凱尹、詹翔宇、黃少政、陳柏霖、蔡佩珈、闕振祐、許展華、陳璟寬、劉承峰、林彥成、劉宇捷、汪軍諺、孫意琚、王妤凌、陳晟偉、潘資閔、侯守擎、朱翊慈、閻憲廷、張善程、蔡毓璵、黃文磬、林承穎、張名翔、唐致傑、林永隆、林昱宏、賴胤皓、林哲寬、王博煜、黃靖博、許伯豪、吳鈺琳、董明洋、萬庭佑、周劭穎、王耀德、張育國、王鼎慈、李承駿、葉紹翔、賴品丞、蔡駿寧、許雅婷、吳秉軒、徐令航、王贊棠、施柏佑、董明儒、易昌旻

本年度畢業取得碩士學位者(共40人)

王柔心、廖政維、廖冠瑋、莊詠竣、黃勤威、賴怡穎、黃偉豪、陳彥碩、洪信煒、楊馨瑄、邱裕銓、謝宜成、蔡侑容、葉逸新、葉冠廷、李彥廷、薛孟謙、陳玟銓、黃獻宏、林弘曄、張洵喻、湯昀翔、劉又瑋、魏振庭、賴柏綸、尤子浩、鄭子揚、趙佑承、詹閔棋、李韋增、吳翌維、吳少云、李冠燁、陳鴻宇、林冠宇、王璿瑞、莊葦白、劉柏誼、黃聿辰、許修瑜

博士班 (共31人)

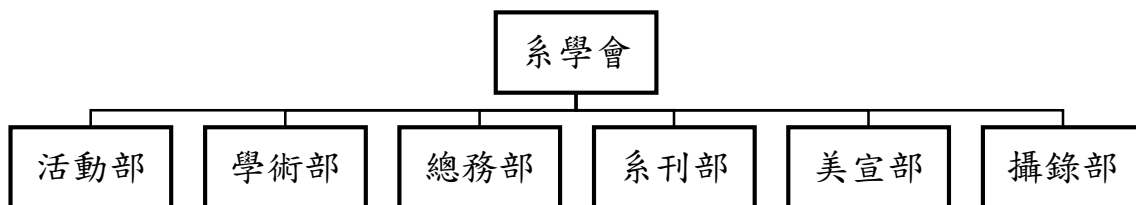
魏志豪、童國枝、邱麟雅、邱碩皞、楊文策、楊育誠、張 寧、吳伊敏、陳啟輝、陳奕辰、張晏瑋、黃鼎筌、翁志源、史唯里、劉紹淵、馬欽祥、林智偉、林弘人、史鉉升、林閔洲、陳欣正、李明軒、謝嘉娟、方耀華、林田湖、黎芋岑、謝云綺、林敬恆、李政緯、曾秋旺、梁振盛

本年度畢業取得博士學位者(共4人)

許皓鈞、陳以容、徐文科、張元隆

二、系學會

1. 系學會組織與職務內容



2. 各組主要職務內容

系學會

會長：晏文芳

副會長：張必榮

秘書長：劉耀文

對上和系主任、教授們溝通，對內領導系學會，監督各部的進度。

【活動部】

部長：張宇豐

副部長：張凱鈞

負責籌畫系上整年度的大小活動，如宿營、生機之夜、杜鵑花節等。

【學術部】

部長：蔡予恩

副部長：江承恩

負責跟課業有關的活動，代訂原文書，實驗室介紹，企業參訪等。

【總務部】

總務長：賴聖傑

管理系學會費，務必公正公開，製作各式領據，讓申請經費補助或

著各項支出更加透明化，定期公佈收支明細

【系刊部】

部長：賴紫葳

負責召集學生進行系刊的編撰及出版，整理系上相關事務進行編彙整編排。

【美宣部】

部長：黃怡宸

負責活動各項美編和設計。

【攝錄部】

部長：林家慧

負責記錄和拍攝系學各項活動

三、各項活動剪影

1. 歲末年終健走活動(2022/1/8)



2. 歲末年終尾牙(2022/1/8)



3. 學生聯誼空間揭幕儀式(2022/2/18)



4. 中華民國臺灣大學生機農機系友會成立大會暨第一次會員大會(2022/4/9)



5. UIUC 丁冠中教授回母系座談 (2022/4/22)



6. 2022 臺大生機週 — 一生機肉 (2022/5/2 - 2022/5/6)



7. 生機盃運動會 (2022/4/24-2022/5/1)



8. 2022 年生機系小畢典 (2022/5/21)



9. 生機系新工廠揭幕儀式 (2022/07/05)



10. 2022 台大生機營



11. 新生茶會 (2022/09/16)



12. 2022 田間機器人比賽



13. 2022 農機生機研討會 - 壁報/口頭發表

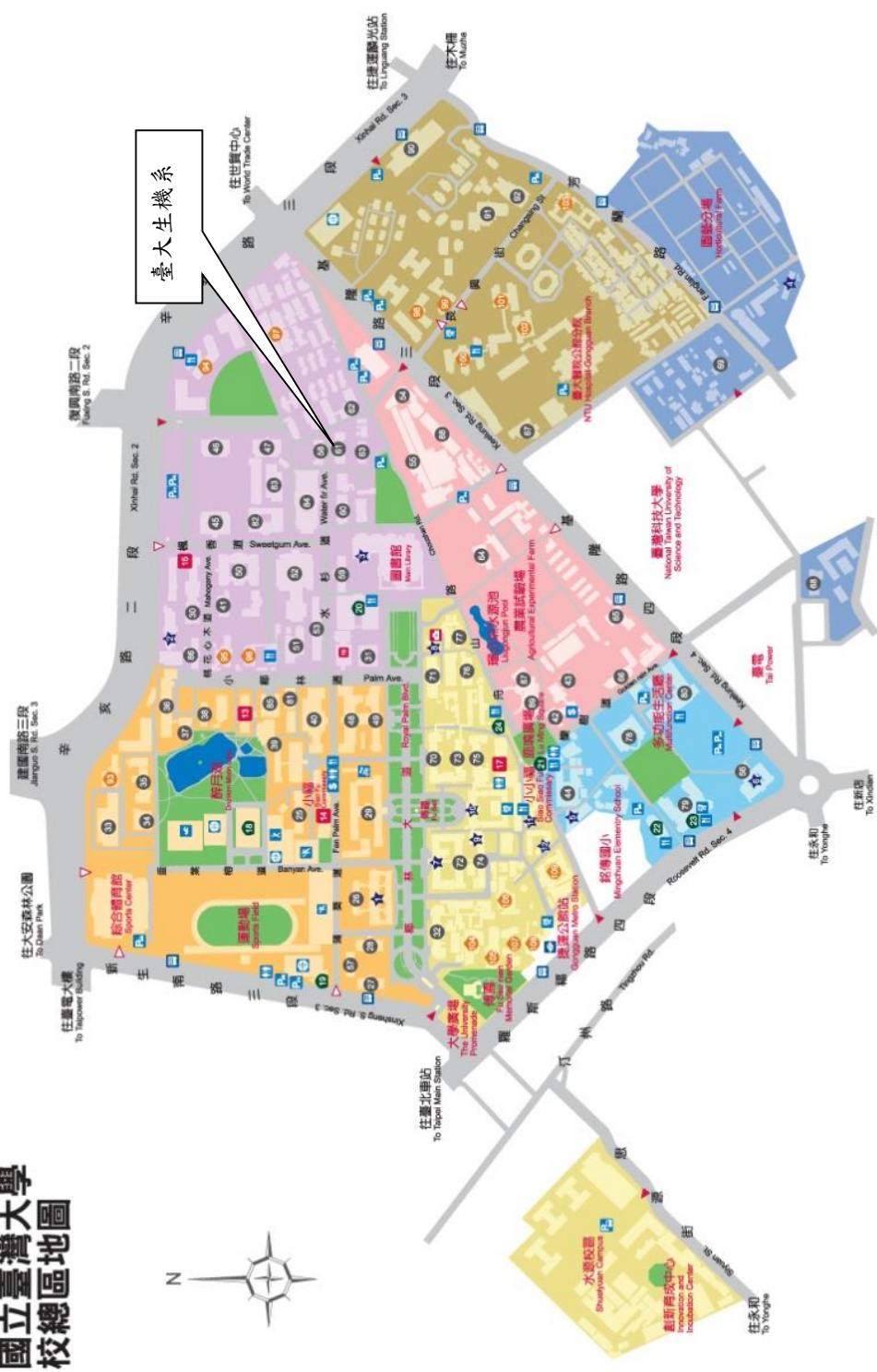


14. 2022 農機生機學會年會/茶會&晚宴/研討會閉幕式



NTU MAIN CAMPUS MAP
國立臺灣大學
校總區地圖

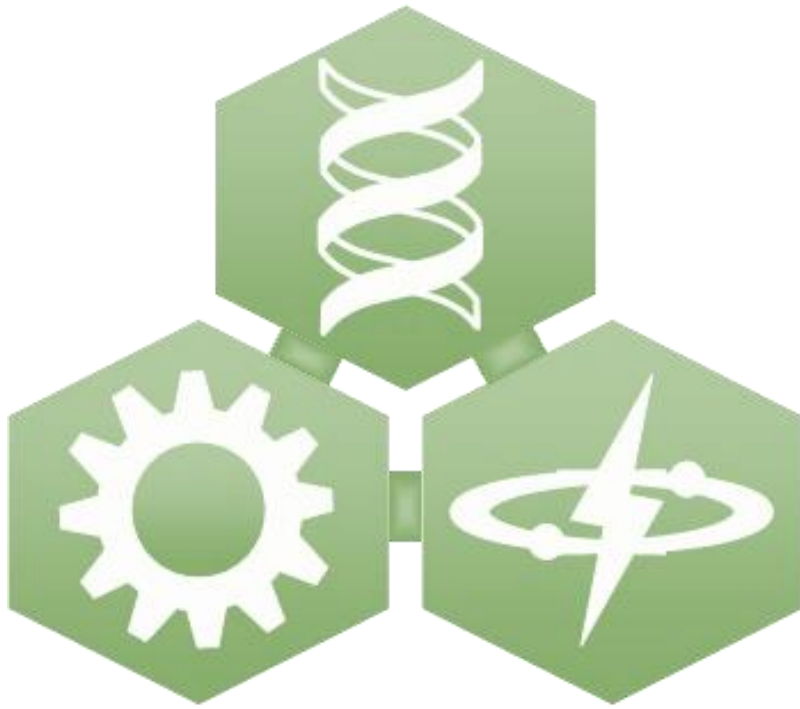
地圖製作：臺北站客中心・資料提供：校園服務小組



臺大生機系



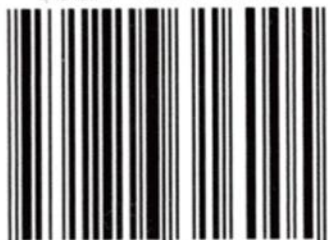
- 捷運站 MRT
- 公車站 Bus Stop
- 汽車停車場 Vehicle Parking
- 機車停車場 Motorcycle Parking
- 快車站 Fast-Add Station
- 餐廳 Restaurant
- 銀行 Bank
- 自動提款機 ATM
- 腳踏車店 Bicycle Shop
- 網球場 Tennis Court
- 籃球場 Basketball Court
- 柔道場 Judo Gym
- 游泳池 Swimming Pool
- 出入口(僅限自行車) Vehicle Exit
- 出入口(僅供行人與腳踏車通行) Pedestrian/Bicycle Exit



出版：國立臺灣大學生物機電工程學系
主編：廖國基
編輯：朱翊慈
地址：台北市 106 羅斯福路四段一號
電話：(02) 2392-9769
傳真：(02) 2362-7620
網址：<http://www.bime.ntu.edu.tw>
出版日期：中華民國 111 年 12 月



ISSN 1816-3165



9 771816 316005

GPN : 1009403828

國立台灣大學
生物機電工程學系



National Taiwan University
Department of Biomechatronics Engineering