





















Unimicron 欣興電子



Contents 目 錄

| 2 | 主編的話 | | | | | |
|----|---|---|--|--|--|--|
| | 活動報導 一 邀請演講 | | | | | |
| 3 | 淺談 LEO Satellite 與 O-RAN 通訊應用 | 台揚科技 顏信介董事長暨執行長 | | | | |
| 5 | 低軌道衛星地面站射頻前端簡介 LEO User Terminal RF Front End Introduction 耀登科技 湯嘉倫副總經理 | | | | | |
| | 活動報導 | | | | | |
| 7 | 從電磁逆散射到太赫茲成像 | 臺灣大學電機工程學系 陳士元教授 | | | | |
| 9 | 異質整合化合物半導體積體電路設計 MMIC Design using Heterogeneous Integra | ated Circuit Technology 中央大學電機工程學系 張鴻埜教授 | | | | |
| | 電磁園地 | | | | | |
| 11 | 新書資訊:物聯網 ABC | 作者:吳瑞北、賴怡吉、廖書漢、李健榮 | | | | |
| | 人物專訪 | | | | | |
| 13 | 專訪中華電信前董事長呂學錦:深耕不輟的台灣電信先鋒 | | | | | |
| | 企業徵才 | | | | | |
| 18 | 台揚科技 | | | | | |
| 19 | 耀登集團 | | | | | |
| 20 | 欣興電子 | | | | | |
| 21 | 奇景光電 | | | | | |
| 22 | GARMIN | | | | | |
| | 動態報導 一 最新活動 & 消息 | | | | | |
| 23 | 最新活動 | | | | | |
| 24 | 儀器設備及實驗室借用優惠方案、聯盟會員專區 | | | | | |

主編的話

為促進科技發展與創新,聯盟每年持續推出由學級會員針對企級會員服務的傑出講座 (Distinguished Lectures)系列,並特推選台灣大學陳士元教授、中央大學張鴻埜教授等兩位聯盟教 授榮任 2021 年度傑出講座。傑出講座主講人將彙整其寶貴研究經驗為專題演講,提供至聯盟企業面對 面諮詢交流之機會,共同提升國內產業競爭力!

由於全球低軌通訊衛星的在軌數量,截至 2021 年第一季已超過 1,000 顆,預估 2025 年將突破 2 萬 2000 顆。3GPP 將於 Release 17 在 NTN(Non-Terrestrial Network)部分明訂 5G NR 支援衛星通訊的標準,現代衛星在各種使用案例與 5G 生態系,扮演多樣化且重要的角色,衛星 5G(Satellite 5G)是帶動未來海量終端需求的跨越式技術。Traditional RAN(Radio Access Network)由移動通信設備供應商提供一整包的「黑盒子」,O-RAN(Open-RAN)把封閉不透明的「黑盒子」改變成透明開放且可以標準化互相對接的「白盒子」,透過開放性、虛擬化的白牌無線電存取網路設備,有望顛覆傳統電信設備供應商的壟斷,是 5G 網路設備未來的潮流。為了促進學界理論與業界產品技術之結合與發展,電磁產學聯盟與台大電機系於 3 月 17 日邀請台揚科技(MTI)董事長暨執行長顏信介至台灣大學博理館演講,為大家分享台揚科技專注耕耘 RF 及無線通訊領域 38 年的歷程與成果。

本期人物專訪,電磁聯盟有幸於 2020 年 12 月專訪時任交通大學榮譽教授的呂學錦博士;在訪談中,呂學錦分享他的求學歷程與職涯選擇,闡述他對科技與環境的看法,也盤整台灣企業在 5G、VR等領域的產業鏈優勢,表達對產業界與學界密切合作的期許。

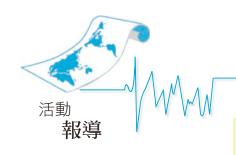
動態報導除了介紹聯盟近期相關活動外,為提供更有效益的徵才媒合方式,聯盟於每次季報中,開放企業會員免費擺設徵才攤位及徵才説明會,以服務各企業會員,無徵才需求之會員也得以儀器產品展示設攤。另外,聯盟新增企業會員徵才單元,將提供會員將最新徵才訊息免費刊登於每期季刊廣告頁上,歡迎企業會員多多利用。

於 **2020** 年開始,聯盟季刊也新增了「電磁園地」單元,本單元收錄內容包含對電磁相關、時事、 教學等相關之意見分享,希望聯盟會員也能夠踴躍投稿,協助提供好文以供出版,分享給更多電磁領域 的產學各界同仁。

台灣電磁產學聯盟通訊為提供聯盟伙伴們一個訊息傳播及意見分享的園地,惠請不吝賜稿。也盼望讀者繼續給予支持,並將本刊分享給相關領域的舊雨新知。

以上精彩活動內容,敬請鎖定本期季刊!

毛紹綱 — //////



激請演講᠁

淺談 LEO Satellite 與 O-RAN 通訊應用

台揚科技 顏信介董事長暨執行長

聯盟特約記者/劉宜庭

全球低軌通訊衛星的在軌數量,截至2021 年第一季已超過 1,000 顆,預估 2025 年將突破 2 萬 2,000 顆。3GPP 將於 Release 17 在 NTN (Non-Terrestrial Network) 部分明訂 5G NR 支 援衛星通訊的標準,現代衛星在各種使用案例 與 5G 生態系,扮演多樣化且重要的角色,衛 星 5G(Satellite 5G)是帶動未來海量終端需求 的跨越式技術。Traditional RAN(Radio Access Network) 由移動通信設備供應商提供一整包的 「黑盒子」, O-RAN(Open-RAN)把封閉不透明 的「黑盒子」改變成透明開放且可以標準化互相 對接的「白盒子」, 透過開放性、虛擬化的白牌無 線電存取網路設備,有望顛覆傳統電信設備供應 商的壟斷,是 5G 網路設備未來的潮流。

為了促進學界理論與業界產品技術之結合與 發展,電磁產學聯盟與台大電機系於3月17日 邀請台揚科技(MTI)董事長暨執行長顏信介至 台灣大學博理館演講。台揚科技現為 Facebook 的「EvenStar」計畫首波供應商,已於 2020 年 第四季推出提供 O-RAN 之 4G 和 5G 服務的產

品。顏信介於演講中表示:「2020年是台揚的 O-RAN 元年。」

演講一開始,顏信介首先對低軌道衛星(Low Earth Orbit Satellite, LEO Satellite)的基本概 念、歷史沿革、主要應用與服務進行介紹,隨後 説明 LEO Satellite 的產業發展趨勢,指出 LEO 的 主要營運商包括 SpaceX、Amazon、OneWeb。

SpaceX 於 2018 年 發射 2 顆 實 驗 衛 星,至 2021年2月16日止,共計發射1,145顆衛星,並 已於 2020 年底開始提供「StarLink」Beta 服務; SpaceX 計劃打造第一期 4,425 顆 Ku 和 Ka 頻 段的低軌衛星,第二期 7.518 顆 V 頻段的低軌衛 星,都已獲得美國聯邦通訊委員會(FCC)批准。

Amazon 的低軌衛星計畫「Project Kuiper」 預計發射 3,236 顆衛星,覆蓋全球 95% 的人口。 Project Kuiper 由三個不同高度的衛星網路組成, 包括地面以上590公里處的784顆衛星、610公 里處的 1,296 顆衛星、629 公里處的 1,156 顆衛





星;預計將分五次部署網路衛星,並在第一階段 578 顆衛星發射至軌道後開始提供服務。Amazon 將在 2026 年 7 月 30 日前完成一半的發射工作, 並於 2029 年 7 月 30 日前完成全部衛星的佈建。

OneWeb 創立於 2012 年,現已獲得英國政 府和 Bharti Global 超過 10 億美元的投資,其創立 者 Greg Wyler 曾於 2007 年創建 O3b Networks。 OneWeb 的低軌衛星計畫現已發射 110 顆衛星, 預計於 2022 年提供全球衛星寬頻網路服務,主要 市場應用前景包括行動通訊基地台回傳,農村及 偏遠地區家庭及企業寬頻連接,車載、機載、船 載等高速移動寬頻連接。

顏信介指出,通訊行業旨在「幫助人類打破 空間的隔閡,來滿足食衣住行育樂的需求」,5G 的 eMBB 帶來更快的速度, uRLLC 帶來更低的延 遲,mMTC 帶來更多的連結,可以想見 5G 能為人 類帶來比過去更多的應用。現有的 4G 黑盒子,無 線接取網路是連接手機到核心網的基地台,三大電 信公司(華為、Nokia、Ericsson)壟斷了80%以 上的設備,但是到了 5G,O-RAN 能把介面重新定 義,讓介面開放且看得見;任何供應商只要符合介 面的規定,就能互相搭配。「產業的變化從垂直的 整合到水平的統整」,相當於 30 多年前的 PC 電腦 產業,打破當時 IBM、Dell 等電腦供應商對硬體、 軟體、周邊設備的「黑盒子」整合,主機板、顯示 器等零組件的模組化,促成白牌廠興起。

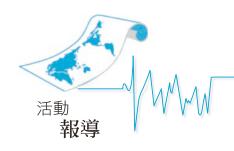
「類似 PC 電腦產業的整併,今天已經在電 信產業開始發生,這能夠推翻或打破三大電信設 備廠對電信設備的壟斷或寡占, 開放式、虛擬化 的設備,讓人能夠自由搭配,讓電信服務商不會 被設備商駕馭。與此同時,因中美貿易摩擦延伸 出的科技戰、國安顧慮,也會加速這些遊戲規則 的重整與改變。O-RAN 才剛剛萌芽,但已經是未 來我們在做 5G 時,網路供應設備商的共同要求。 我們預計這是未來 5 到 10 年內,主宰無線通訊的 一個非常非常大的新潮流。」

顏信介解釋 O-RAN 的「網路虛擬化」概念,

指出 4G 以前的基地台把 baseband、RF band 等 綁在一起,網路虛擬化則是把 baseband 拉出來, 或者説是整併成一個可傳輸到各個基地台裡面的介 面,利用潮汐效應(Tidal Effect)替營運商節省成 本。如果從技術角度來看,「要做出一個 O-RAN 的 RU,不是單單一個 RF、電子電路、電磁波、射頻 的技術就可以涵蓋,除了基礎的 RF design,還要 mmWave design;要達到網路虛擬化,baseband 必須要用新的介面,要讓 RU 裡面具備 low PHY 及部分的 baseband 功能;還需要 DSP,一些 O-RAN 的處理,包括 functional split 7.2x 的功 能,一些軟體的功能,CFR、DPD、DUC、DDC 等等一些 digital back end 跟 digital front end 的設 計」,它橫跨很多不同領域,不管是學軟體、資工 或傳統的電子電路,都可以派上用場。

在 O-RAN 產業的新生態系統中, 佼佼者 包括虛擬無線接取網路(vRAN)供應商JMA Wireless、Mavenir 等, RU 供應商也有台灣的台 揚科技、中磊電子(SERCOMM);中磊主要做小 基站,台揚主要做大基站。與此同時,Facebook 可説是 O-RAN 產業的重要推手, Facebook 的 「EvenStar」計畫串連起電信運營商,軟體、RU 設備、SOC等,組成CU、DU、RRU的O-RAN 生態系,「台揚是 EvenStar 的第一組 player, 2020年第四季推出第一組產品,已經開始到一 些開發中國家提供 O-RAN 的 4G 和 5G 服務。 2020 年堪稱是台揚的 O-RAN 元年 1。根據 ABI Research, O-RAN 市場將於 2028 年超越傳統 RAN 市場,並於 2030 年達到 300 億美元的規 模。隨著 6G 可能在 2030 年實現商用,「我們估 計6G也會在O-RAN裡面扮演非常重要的角色」。

在演講之末,顏信介分享自己的職涯經驗, 並以台揚科技專注耕耘 RF 及無線通訊領域 38 年 為例,勉勵同學確定興趣後,不忘培養能力,並 保持好奇心與持續學習的態度,「把態度培養對, 把能力磨練好」,才有機會等到適合的外在環境, 一展長才與抱負。■



低動道衛星地面站射頻前端簡介 **LEO User Terminal RF Front End Introduction**

耀登科技 湯嘉倫副總經理

聯盟特約記者/林怡廷

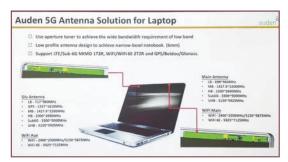
隨著移動數據需求的爆炸性增長,第五代 行動通訊移動網路(5th Generation Mobile Networks) 在總體上被分為兩個頻率範圍: 頻 率範圍 1 (FR1),包括 6 GHz 以下的頻段;頻 率範圍 2 (FR2),包括毫米波範圍(20~60 GHz)內的頻段,言下之意就是在無線通訊產品 開發上,不僅要能兼顧第四代行動通訊移動網路 的頻段,也要涵蓋第五代的兩個頻段,因此天線 在傳輸過程中扮演著關鍵的角色,其性能的優劣 也直接影響到產品的成功與否,隨著 5G 通訊車 聯網、物聯網產品的快速發展下,天線技術只有 不斷提升才能滿足市場需求,故聯盟特於 2021 年3月31日,由台大電信所電波組與電磁產學 聯盟共同邀請到現任於耀登科技的湯嘉倫副總經 理在專題討論時間給予同學們演講,使同學能對 5G 第五代行動通訊的天線技術發展與挑戰有所 了解。

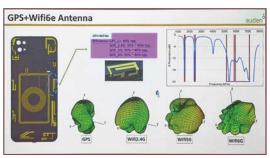
耀登科技原先主要從事天線設計製造,後來 多角化經營相關事業,而跨足電磁波量測認證與

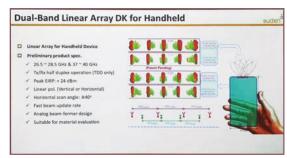
相關設備代理業務,像是認證測試 SAR、Sub-6G 以及毫米波板材的參數量測、無線充電、傳輸接 收標準(OTA, Over the Air)的量測、聲學測量 軟體、電磁相容與電磁干擾測試、心電圖相關測 試等,都是耀登科技所涵蓋的範疇。而今天演講 的核心是專注於現行天線所面臨的技術挑戰,如 微型化設計、多天線整合、毫米波天線模組、可 調式或智能天線等技術做説明,同時也會介紹未 來天線技術趨勢與發展。天線可運用在常見的筆 記型電腦、平板電腦、穿戴型裝置,以及未來的 趨勢像是物聯網(IoT)、車聯網(V2X, Vehicleto-Everything)、手持式的無線射頻辨識(RFID, Radio Frequency IDentification) 甚至是倉儲運 輸上,在網購蓬勃發展的現今也不可或缺。

淺談完天線應用的範疇後,將演講重心轉往 天線所面臨的技術挑戰,從 4G 到 5G 帶來很多





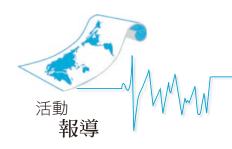




的變化,而對天線來説最大的變化即是數量的成 長,由於5G的特色之一是高傳輸速率,為了增 加傳輸速率,最常見的辦法莫過於多輸入多輸出 (MIMO, multi-input multi-output)的設計,進 而使得 5G 產品所需的天線數量可能是 4G 的翻 倍,設計上的挑戰更是不容小覷。而在行動通訊 方面,天線的設計會專注於 LTE MIMO 及新增的 5G FR1 MIMO、FR2 毫米波模組,也使得天線 的市值預計會比 4G 成長兩到三倍。如今隨著軟 硬體設備與時俱進,人們對產品的期望與要求也 隨之提升,因此所需要的頻段愈來愈多,然而, 產品能使用的空間卻因使用者需求而必須減少, 像是手機螢幕變成全屏,雖然提供了好的使用者 體驗,卻也限縮了天線能擺放的位置,此外,天 線的表現亦容易被手握或是訊號在傳輸時被建築 物、人體等影響,因此需要更多數量的模組,以 便維持預期達到的效果。在材料方面,由於頻率 提升至毫米波,介質及空氣中的損耗也更加顯 著,因此材料的選取也十分關鍵,並需設法彌補 無法避免的信號傳輸損耗。除了設計層面外,安 全層面也需考慮人體特定吸收率(SAR, Specific Absorption Rating) 測試,避免較以往功率提升 的 MIMO 多天線設計對人體產生不良影響。

在天線設計上往往採用陣列天線的形式及波 束成型(Beamforming)技術,憑藉其高天線增 益的特性以克服毫米波的高能量衰減,陣列天線 所產生的信號波束通常較狹窄,表示可以讓能量 集中於某個方向,使訊號較有效地傳輸,在搭配 波束成型及追蹤技術能將訊號轉向,送達至欲傳 遞的位置。湯嘉倫副總經理也舉了一個手持裝置 的例子,带我們更了解手機內天線的配置,僅僅 一台手機就有 11 支天線塞滿邊框,除了原本就 存在的 Wi-Fi、GPS、NFC 等天線,另外還有為 了解決高損耗而多加的 LTE MIMO 及新增的頻段 5G FR1 MIMO、FR2 毫米波模組,當然裡面也 有巧思是會將 GPS、Wi-Fi 的天線整合成一支天 線。應用於低頻(LB)的是兩個天線進行收發, 而中頻(MB)、高頻(HB)、超高頻(UHB) 因為損耗較大則會做四個天線進行收發,以符合 行動通訊系統的操作。除手持裝置外,湯副總經 理也提到現在筆記型電腦的邊框也設計成全屏居 多,能使用的高度從以往的 12 mm,現今已經縮 減成4 mm,由此可見天線的技術也隨市場的需 求逐漸進步,未來甚至會低於 4 mm。

最後稍微提到汽車所採用的鯊魚鰭(Sharkfin)天線,過往僅包含 GPS、FM、AM 的頻段,現今的鯊魚鰭天線就會增加 4G 和 5G 的頻段及車聯網的頻段,不僅涵蓋車輛對車輛(V2V)和車輛對基礎設施(V2I),也包括車輛對行人(V2P)和車輛對網路(V2N)的通訊,而為了定位的精準度提升也將 GPS 從過往的一個頻段增加為兩個頻段。在第五代行動通訊移動網路應用中,天線扮演舉足輕重的角色,而天線從初期設計到完成產品銷售須歷經層層關卡,期許每位同學都能主動學習新知,將來面對各種問題都能迎刃而解。■



傑出講座

從電磁逆散射到太赫茲成像 臺灣大學電機工程學系 陳士元教授

聯盟特約記者/孔令昀

陳士元教授應邀於 4 月 15 日下午至台揚科技公司 演講,與業界同仁分享過去實驗室多年來的研究成果。 這次的演講首先簡介逆散射及微波成像,接著介紹過去 實驗室提出的探針及相位補償微波成像技術、改良式相 位補償法及雙探針掃描等。最後再將目前於微波成像的 研究成果延伸至高頻太赫茲成像。

首先,甚麼是散射?我們可以分別從物理及數學 觀點來闡述。以物理觀點,即為場跟材質的交互作用, 反射、折射、衍射、繞射皆可以囊括進散射現象裡。而 從數學觀點,假設一入射場打入空間中一散射體,空間 中的總場可分成兩部分:

$$\vec{E}^{tot} = \vec{E}^{inc} + \vec{E}^{scat} \tag{1}$$

$$\nabla^2 \vec{E}^{inc} + k^2 \vec{E}^{inc} = 0 \tag{2}$$

$$\nabla^2 \vec{E}^{scat} + k^2 \vec{E}^{scat} = j\omega\mu \vec{J} - \frac{\nabla\nabla \cdot \vec{J}}{j\omega \in} + \nabla \times \vec{K}$$
 (3)

入射場已知且滿足如式2之 homogeneous case (即空間中無散射體),散射場則須滿足如式3之 particular case (空間中存在由散射體等效之電流與 磁流密度分布)。接著,從散射問題延伸至逆散射。 陳教授藉由一生活化情境簡化物理問題。散射為由因 至果,如同將一石子投進水中(因)後看到石子在水 面產生的漣漪(果)。以物理層面來定義即為在已知 激發項、邊界條件、待測物材質及形狀的情況下, 推算未知的S參數、散射場、雷達散射截面(Radar Cross-Section)、天線場型等。而逆散射則是在看到 水面的漣漪後(果),推測石頭的資訊(因),即為由 已知的 S 參數、散射場、激發項及邊界條件可推算 散射體的材質特性和形狀。微波成像便是在解逆散射 問題,即求解一非線性積分方程。通常解非線性積分 方程可以直接求解或近似求解。直接求解可利用迭 代,計算量大、結果較準確,目前有許多結合AI& Machine Learning 等方法之研究,亦有傳統迭代方 式,如 super-resolution inversion technique。相較 於直接求解,近似求解時計算較不穩定,但所需計算 量較小。近似求解技術,如歷史悠久的 holography,

在求解的過程中均有清楚的物理定義。微波成像由於 其非游離性、低成本、可穿透物體等特性被廣為使用 在各領域:安檢品管系統(人員、物品管控)、地下 物探測雷達、穿牆偵測(救災使用)、醫檢、智慧住 宅、室內定位、手勢偵測(應用在行動裝置)等。以 乳房腫瘤偵測為例,乳癌若能在早期發現,其治癒率 高達 90%,早期腫瘤大小約小於 1、2公分,利用傳 統方法不易偵測,且傳統偵測多為接觸式或侵入式, 對人體造成額外負擔。若利用微波成像操作頻率介 於 0.5 ~ 10 GHz,以腫瘤與脂肪間高介電係數對比的 方式(一般腫瘤介電係數為五、六十,但脂肪為四到 六),可達到非侵入式、非接觸式、非游離輻射以及 即時成像的效果。

簡介完逆散射及微波成像,緊接著陳教授介紹 實驗室過去在微波成像領域的研究成果。首先為探針 及相位補償之微波成像技術。過去 Nikolova 教授於 2011 年發表利用雙偶極天線針對一未知其介電係數 $\epsilon(r')$ 或 $J_{eq}(r')$ 的目標物兩側固定平面做兩個天線的同 步掃描得到散射矩陣,但此研究方法的缺點為其目標 物的散射場 (Escal) 和其介電係數的關係式並非等式, 因此無法由此方法得知目標物的絕對介電係數值,且 此方法僅適用於理想天線,如偶極天線。此類低增益 探針天線的缺點為其輻射場發散,非僅指向目標區 域,接收到散射場的訊雜比(SNR)低。若將探針天 線更換為指向性探針天線,入射場較能聚焦於目標區 域,提高收到的散射場訊號 SNR,然而較大接收孔 徑使得舊有成像公式不再適用。因此,提出一套可以 補償探針天線非理想接收特性的三維微波全像術成像



演算法。以下分別列出陳教授實驗室所提出的演算法 及其對應到的改善目標。

(1) 推導出探針天線補償之成像公式 → 可得介電 係數絕對數值

將接收天線等效成一開路電壓串接天線阻抗, 由式(4)可得開路電壓及目標物之等效電流(J)關係 式,利用單一探針天線做固定二維平面的掃描。若此 物體材質無色散,利用開路電壓公式、體積等效原 理、波恩近似可得介電係數絕對數值(參考式(5)、 (6))。此方法的特色為不限探針天線種類且單一探針 天線或雙探針天線均適用。

$$V_{oc} = -\frac{1}{I_{in}} \int_{V} \boldsymbol{E}_{inc} \cdot \boldsymbol{J} \ d\tau'$$
 (4)

Target:
$$J_{eq}(r, r') = j_{\omega}[\epsilon(r') - \epsilon_0] E_{inc}(r, r')$$
 (5)

$$Rx: V_{oc}(\mathbf{r}) = -\frac{1}{I_{in}} \int_{V} \mathbf{E}_{inc} \cdot \mathbf{J}_{eq}(\mathbf{r}, \mathbf{r}') d\tau'$$
 (6)

(2) 提出輔助方程式 → 改善數值穩定度

於計算開路電壓公式時(式(4)),首先做 2D Spatial Fourier Transform,將其離散化後,解包含 輔助方程式的線性方程,最後再做 Inverse Fourier Transform 得介電係數絕對數值。在原本的矩陣 下加入輔助方程式後,可使 condition number 越 低。condition number 越低,其數值解會越趨於 穩定。由實驗結果顯示,在相對頻寬(Fractional bandwidth, FBW) 20% 及三層 z 平面的情況下, 加入輔助方程式可使 condition number 由 566.7 下 降至 10.6。

(3) 提出相位補償法 → 提高縱向解析度

在已求出的某一平面上的電場上補償一段因目 標物存在所造成的光程差,可提升成像品質。縱向解 析度達十分之一波長,橫向解析度則約四分之一波 長。

(4) 提出數值濾波器 → 減少計算資源需求,同時 提升成像品質

由式7所示,將平面波展開後,當 & 為實數時 即代表行進波,並且其於 $k_x - k_y$ 平面上形成一個以原 點為圓心、半徑為 k 的圓 (k-circle)。若更進一步考慮 天線本身波束寬和掃描的面積大小,則能在 k-circle 中 篩選必要的 k,、k,,以減少計算需求。

$$k_x^2 + k_y^2 \le k^2$$
, $k_z = \sqrt{k^2 - k_x^2 - k_y^2}$ is real (7)

$$k_x^2 + k_y^2 > k^2$$
, $k_z = \sqrt{(k^2 - k_x^2 - k_y^2)}$ is imaginary (8)

(5) 改良相位補償法 → 改善遮蔽效應之影響

前面第三點提出的相位補償法只考慮正向入射 時,光穿過目標物與空氣所造成的光程差。為了更進 一步解算層狀的物體結構,改良式相位補償法考慮了 斜向入射時的光程差,並且在目標物後面的成像平面 都需要補上光程差。

(6) 雙探針天線掃描 → 適用損耗性材質,無需使 用輔助方程式

此操作原理為當一根天線在做二維掃描時另一天 線當背景,和單一探針同樣利用開路電壓等校公式。 與單一探針的最大差異為不須使用輔助方程式並且可 把單一探針天線掃描時無損耗的假設去除,由單一方 程式 (S_{11}) 變成四個方程式 $(S_{11}, S_{12}, S_{21}, S_{22})$, 然而經 過實驗證實, 穿透係數 (S_{12}, S_{21}) 在解算上無法給予有 意義的資訊,因此,僅需量測兩隻探針天線的反射係 數即可。

將所提出的演算法和參考文獻所提出的演算法做 比較驗證可明顯看出目標物所在平面的成像品質大幅 改善,而在非目標物所在平面殘影也較不明顯。惟此 演算法的缺點為空間取樣點多,需大量測量時間,限 制了即時成像之應用。目前實驗室正在進行稀疏取樣/ 壓縮感知(compressed sensing)及無相位成像來進 一步拓展其應用。

最後,利用目前在微波領域的成像研究成果,可 延伸到高頻的成像:即操作頻率在 0.1 ~ 10 THz 之太 赫茲電磁波段。與微波相比,空間解析度高、頻寬較 寬、電磁波對材質的靈敏度較高。而和紅外線相比, 散射小、穿透率高、光子能量較低,易於量測振幅及 相位。但將成像應用於此太赫茲波段的缺點為電磁波 在環境中傳播衰減快、工程經驗不足(如 THz source 不易取得、製程/量測限制等)。目前陳士元教授與吳 宗霖教授、馬自莊教授、蔡作敏教授、鄭宇翔教授合 作,在科技部整合型計畫的支持下,正在進行太赫茲 成像系統之研製,陳教授團隊預計提出更適合太赫茲 頻段之成像算法及接收天線陣列之研製。

本場傑出講座台揚科技出席同仁踴躍地在會後和 陳教授進行技術交流和互動,不僅針對陳教授的演講 內容發問和探討,更進一步和陳教授交流因應工作需 求設計天線陣列時所遇到的困難,相信本次講座讓知 識湧動於產業界和學術界,為科技的創新埋下待發茁 壯的幼苗。■



傑出講座

異質整合化合物半導體積體電路設計 MMIC Design using Heterogeneous Integrated Circuit Technology

聯盟特約記者 楊玉靜 中央大學電機工程學系 張鴻埜教授

化合物半導體積體電路為當今 5G/B5G 行動 通訊重要技術之一,具有高頻、高增益、高功率 密度、低雜訊指數、高效率及高線性度等特點。 適用於行動通訊前端射頻電路設計開發,如功率 放大器、低雜訊放大器及切換器等。電磁產學聯 盟於 5 月 12 日邀請中央大學張鴻埜教授至台揚 科技股份有限公司進行專題演講,與產業界先進 分享異質整合化合物半導體積體電路設計開發, 介紹目前發展概況,並呈現多種 HBT-HMET 線 性和非線性微波及毫米波積體電路設計開發,搭 配理論與實務能更容易學習異質整合化合物半導 體積體電路設計方法及原理。

張教授提到,目前已有多家半導體製程公司 提供異質整合化合物半導體積體電路技術,如異 質雙極性接面電晶體 (HBT) 整合高電子移動率 電晶體(HEMT)、高頻二極體(PIN)整合高電 子移動率電晶體 (HEMT)等。這些技術將多種 半導體製程結合於相同晶圓上,使得電路設計更

具彈性及競爭優勢。張教授主要研 究包含微波及毫米波積體電路之開 發設計,演講一開始先介紹積體電 路開發設計及異質化合物半導體, 接著探討異質化合物整合製程,最 後説明使用 HBT-HEMT 製程進行 開發的線性電路之研究結果。

異質整合泛指使用不同電晶 體技術整合至單一晶片或單一設備 上,以目前技術可使用 HBT-HEMT 及PIN二極體來做整合,因每種電 子元件優缺點不同,以異質整合製

程使電路開發設計能更具彈性及提升性能。目前 國內提供異質整合化合物包括有 HBT-HEMT 或 稱 BiHEMT, 近幾年更有 PIN 二極體(diode) 整合 HEMT (PIN-HEMT),可開發出性能較好的 高頻電路切換器及前端電路,高電子移動率電晶 體(pHEMT)可製作前端低雜訊放大器。

目前整合技術已發展出許多種方法,整合 是指將不同電子元件放在同一晶圓上,而不需 透過鎊線等接合技術將晶片放在載板,例如將 不同電子元件放在氧化基板或高頻基板上,在 電路方面將 HEMT、HBT 或 PIN 製作於同晶圓 (MMIC)上,使前端電路整合更完整。HBT為 垂直結構,HEMT 為水平結構,兩者製作方式不 同,尤其在磊晶層的部分,原有製作形式其成本 較高,舉例來說有分子束磊晶系統(Molecular Beam Epitaxy, MBE)、堆疊(Stacked)、平面 (Planar)、已圖樣化(pre-patterned)及有機金 屬化學氣相沉積(MOCVD)等方式。



以電路設計角度來看,不同元件適合製作 不同電路,例如 HBT-HEMT 特點為 1/f 雜訊 (1/f noise)較低,適合做振盪器(oscillator); 相對來說接收機 (receiver) 有較佳的雜訊指數 (noise figure) 適合做低階低雜訊放大器;PIN 二極體優勢在於製作 Switch 時有較佳的隔絕度 (isolation)及功率承載。

張教授首先介紹同時利用 HEMT 及 HBT 做 電路開發及設計來提升性能,先前提及分散式 放大器(Distribution Amplifier) 著重在增益級 (Gain stage), 進一步嘗試用疊接(cascode) 方式,將兩種不同結構之電晶體做混搭,疊接 類型有單純使用 HEMT 或 HBT,以及 HEMT-HEMT \ HBT-HEMT \ HEMT-HBT \ HBT-HBT 等。以 HBT-HEMT 組合為例,在輸入端及輸出 端頻率變應都較佳,就放大器來說,輸入端或輸 出端不能僅有一端頻率變應較高,電路性能較不 佳,故選用上層為 HBT,下層為 HEMT 的組合 進行開發設計,進而在此研究上提出修正式 m-導出式網路(m-derived network)匹配的方式。

為達最大操作頻率,在疊接編制上加入兩個 電感元件,提高高頻增益,因輸入及輸出端較偏 電容性,故加入電感性元件來抵銷電容性阻抗以 改善高頻特性。以多層 HEMT-HBT 疊接分散式 放大器(Multi-stage HEMT-HBT Cascode DA) 來說,雖無法與先進製程相比,但單就以混搭方 式對於分散式放大器而言有大幅的改善趨勢。

接著將 HBT-HEMT 應用至另一種寬頻放大器 設計,即達靈頓放大器(Dalington amplifier), 針對此一等效電路,高頻部分表現較佳,因傳統 設計在高頻性能表現較差。為提升操作頻寬,增 益級可加入回授(feedback),提升電路平衡及降 低增益,故在設計電路時不僅需進行電子元件尺 寸大小選取,亦要考慮回授對電路之影響。經過 多種混搭實驗最後以 HEMT-HBT 組合製作出的達 靈頓放大器可得到較佳的增益帶寬積(GBP)及 輸入及輸出反射波耗損(I/O return losses)。

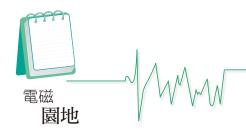
HBT-HEMT 應用至疊接式功率放大器時,

可疊接至二層、三層、四層以上,疊接至三層 時在5至6 GHz 表現尚可,增加功率並無想像 中可觀,但可能性變多,實驗以三層疊接為例 可分為兩種型態,分別為 Type I: HBT-HEMT-HEMT/CE-CG-CG 及 Type II: HBT-HEMT-HBT/ CE-CG-CB,分析結果為疊接越多層增加功率幅 度上升越慢,顯示並無等比例正成長,三種元件 (D-mode、E-mode 及 HBT)的電容亦會對頻 寬有極大影響,對功率放大器來説頻寬會有受 限情形。在佈局圖上,三個元件共用兩個貫串 孔(via hole),即視為一條電感有兩個貫串孔, 為解決電流不均匀之問題,同樣電子元件兩端會 搭配兩個貫串孔,同時改善離散效果。量測結果 type II 頻寬無 type I 快,整體來說 type I 輸出功 率在 3.5~6 GHz 約 30 dBm 功率,表現還不錯。

此外,HBT-HEMT 除了可製作線性放大器、 功率放大器外,也嘗試製作非線性電路,倍頻器 即為一極端非線性電路。倍頻器結構有很多種, 在此研究中採用平衡式的結構(Conventional Balaced Topology)可同時提高二倍頻功率並保 留好的基頻抑制量,缺點是較佔面積,對於電路 設計者來說,在積體電路空間有限下尤其是低 頻,如能盡量使用較少的被動元件,多使用主動 元件來節省空間,故提出簡化結構 (Miniaturized CG-CS Topology),效果如同傳統平衡結構,減 少使用面積卻仍能保有高功率、高輸出的特性。

最後,此研究已進行一段時間,利用 HBT-HEMT 元件成功實現在寬頻放大器、分散式放大 器甚至是疊接放大器,亦有振盪器。電路開發設 計在電子元件有更多選擇的情況下,可提升電路 性能亦更具有設計彈性,此外,張教授亦提到正 在進行 PIN-HEMT 進行電路開發,除射頻電路以 外,在單晶微波積體電路(MMIC)也可以利用 平衡的製程進一步提升線性度及取樣頻率。

本場傑出講座中,張教授和台揚科技同仁進 行理論與實務上的交流,藉由產業界先進提出實 際上面臨之問題進行討論,相信未來會有更多可 能性。■



臺灣大學電機工程學系/吳瑞北教授

台大出版中心李協芳先生送來了《物聯網 ABC》新書,很高興終於付梓印出。這本書經過 三年在台大電機系開授「物聯網導論」課程的實 作教材精華彙集而成,取名為物聯網 ABC,一 方面是因為這本書設法對所有學生都可使用,等 於是入門級的課程;另一方面也揭櫫物聯網包含 Al/Big Data/Cloud,這些都要有所了解才能算是 初窺堂奧。本書已於 2020/4/16 正式上市,迄今 已一年,值得跟大家引介分享。

2012年「國際電信聯盟電信標準化部門」 (ITU Telecommunication Standarization Sector, ITU-T)給物聯網下個定義:物聯網「是 資訊社會的一個全球化基礎設施,以現有及演進 中的可交互運作資通訊科技為基礎,藉由連接 [虛擬及實體]物件,使先進服務成為可行。」(A global infrastructure for the information society, enabling advanced services by interconnecting [physical and virtual] things based on existing and evolving interoperable ICT)。其中主要元素 有「感測與致動器」、「互聯通信」、「虛實整合」 以及「先進服務」四部分,含括非常垂直的領 域。然目前大學中人才愈走愈專精,偏向平行領 域,實不易找到合適的師資,因此最好的方法是 邀請業師來集合授課。而且要重視實作(hands on),從實作中去體會物聯網的廣泛知識。

然而,物聯網是台灣下一階段必走的路,社 會上談論過多的 AI,但 AI 的最重要資產就在於 Data,結合物聯網能有效地蒐集 Data,並應用 AI 的方法發揮其應用,軟硬整合,才是台灣產業

新書資訊:物聯網 ABC

的發展方向,這也是最近大家已經不光談 AI,而 是談 AloT 的原因。

物聯網是跨領域重視實證的學問,嚴格説來 需要計算機、通訊、控制等 3C 基礎入門,甚至 各元件模組的硬體知識也需精通,很少老師有這 麼多專長對不同背景的學生作完整的教學,即使 以台大電機系超過 100 位老師,也一直沒有辦法 開設這樣的課程。

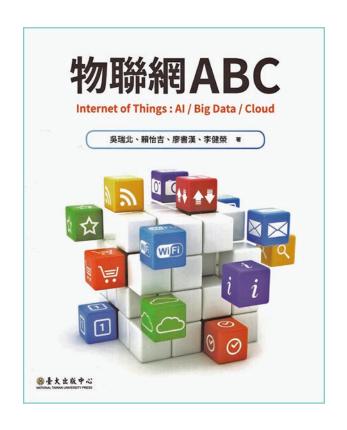
《物聯網 ABC》一書以台大電機系「物聯 網導論」課程與實作教材為基礎,同時結合人 工智慧(AI)、大數據(Big Data)及雲端運算 (Cloud Computing)等資通訊技術,歷經三 年試教與反覆修正後編撰而成。本書參照「網 宇實體系統」(Cyber-Physical System,簡稱 CPS)架構,涵蓋其中的網聯物(Connected Things)、網路傳輸(Conversion)、虛實統 合(Cyber)及辨識認知(Cognition)等四 大層次,並從計算機(Computing)、通訊 (Communication)與控制(Control)3C基礎 入門。全書配合學期課程共 11 章,逐步引導學 習者進入感測與控制物件、通訊協定與閘道、雲 端運算平台及智能服務等各重大研究議題,最後 搭配期末專題實作範例,以強化實作學習經驗與 延伸應用能力。內容以實作課程為主,有了這本 書當基礎,不論是上述那一個領域老師,都可以 來開授這樣的課程,這樣台灣走入智聯網就會能 事半功倍,真正做好「從人才培育做起,點亮下 世代的光」。

感謝多位業師共襄盛舉,包括賴怡吉、廖書

漢、李健榮共同授課及撰稿,也謝謝我的前後兩位課程助教陳昱志及林思綺,花了非常多心力整理及協助各項庶務。而過去任職資策會的多位同仁,包含起心動念開設此課程的張進福董事長,以及全力協助的教研所李進寶所長與資通所馮明惠所長,尤其是起始規劃的張栩嘉博士,還有其他人無法在此一一列舉,沒有他們無私的奉獻,本書無法完成。

另外,也要特別感謝台大出版中心,這本 書的草稿在前年二月就已經完成了,經連繫台大 出版中心同意全力支持出版,嗣後經過整整接近 一年的時間,負責編輯的李協芳先生在多次的校對、所有圖檔所有權的釐清,各文字用語的反覆推敲,終於付梓刊出,相當於懷胎十月一樣,出版中心對出版品質的要求,也讓我高度敬佩。

軟硬整合是台灣未來的機會,但無可諱言,智能製造還是台灣最可能的產業。台灣過去是硬體行銷,但因為缺軟體與平台服務,所以獲利不高。未來是物聯網的時代,如能基於台灣原有的硬體優勢,早一步掌握物聯網的技術與能力,配合刻正建立的充沛 AI 人力,將可在全球產業鏈創造不可替代的價值,讓台灣發光發熱。■■



【書籍資訊】

作者:吳瑞北、賴怡吉、廖書漢、李健榮

出版:國立台灣大學出版中心

出版日期:2020/04/16

語言:繁體中文

ISBN: 9789863503897



專訪中華電信 前董事長 呂 學錦

深耕不輟的 台灣電信先鋒

聯盟特約記者/劉宜庭



優遊通信系統領域近 50 年,呂學錦親身見證台灣開放電信市場的重 要進程。他參與交通部電信總局的改制、中華電信股份有限公司的成立 與發展,引領中華電信團隊迎接 2G、3G、4G 等技術所帶來的機會與挑 戰,在強化固網、行動及網際網路等傳統電信服務之餘,也積極推動各 項雲端運算應用服務,協助中華電信走過民營化的蜕變,進一步轉型成 為資通訊企業。離開中華電信後,呂學錦持續活躍於電信領域,筆耕不 輟,對科技時事總有深入的觀察與獨到之見。

> 電磁聯盟有幸於 2020 年 12 月專訪時任交通大學榮譽教授的呂學錦 博士;在訪談中,呂學錦分享他的求學歷程與職涯選擇,闡述他對科技 與環境的看法,也盤整台灣企業在5G、VR等領域的產業鏈優勢,表達 對產業界與學界密切合作的期許。呂學錦指出,「培育人才是企業和學校 兩方面都要做的事情,需要密切合作」,企業界應該主動、繼續支持產學 密切交流,提供獎學金、研究題目,協助更多教授與學生從事電波領域 的發展,厚植技術能力,提高競爭力。呂學錦也鼓勵台灣企業發展系統 創新能力、培養國際行銷人才,尋求串起「微笑曲線」的兩端。

「在成大工科四年,最可貴的是給了我相伴 一輩子的貴人,她引導我申請出國留學的獎學 金,鼓勵我完成學業;支持我在職涯中所做的選 擇,甚至幫我打消感覺困頓時難免出現的三心兩 意、另謀出路的妄想。她堅持以持家為本,讓我 無後顧之憂,可以專心做好本分工作。」

提起在成功大學就讀工學院工程科學系的點滴,呂學錦特別表達對妻子的由衷感謝。呂學錦指出,他與妻子是成大工程科學系第二屆的同班同學,當時正逢太空科技崛起,由於太空科技的基礎是集合工學院、理學院的專長,需要跨領域的系統工程人才,為了因應太空科技的需求,成大工程科學系除了修習工學院的電機、機械、材料等專業,也要學習物理、化學、控制、工程數學(包括高等應用數學、實數分析、或然率)等科目,課程十分厚重,「為了自我實現是否能唸書,並回應父親對我的期許,在大學有一段時期是怎麼拚命唸書的呢?每天只做三件事:吃飯、睡覺、唸書,而且吃飯和睡覺以外的全部時間都用在唸書。果然成績斐然,自我感覺良好。」

「一分耕耘,一分收穫!學習只有下功夫, 沒有其他的捷徑。」呂學錦以他學習英語的經驗 為例,大學時有空就聽《空中英語教室》訓練英 語聽力,研究所時每週一定閱讀《TIME》,至少 看完封面故事和與科學、科技有關的文章,「接 觸多了就會有印象,懂不懂無所謂,每個禮拜兩 篇、三篇,累積下來的效用就很大」。

勇於探索前沿科技 向大師學習

呂學錦説,當年他獲得美國東西文化中心的 獎學金、選讀夏威夷大學電機工程所後,了解該 研究所在資訊與通訊理論方面擁有相當堅強的師 資群,還有早期電腦通訊網路 ALOHA System 的 創新發明,因此,呂學錦決定專攻資訊通信理論。 「修課期間,指導教授 N. Thomas Gaarder 帶我參與 ALOHA System 每週五的工作坊,一開始都聽不懂,但就是邊看邊學,老師 10 月給我一個小題目,寒假的某一天,我把連接電腦的終端機操作機制寫成數學模式,老師看了以後,提點我那是 Markov Chain,答案一下子就出來了!這份報告發表在 ARPANet Satellite Systems 的系列文件中,編號 ASS Note No. 36, 1973.3.12.,回想起來,我在那個地方還有一個足跡,也蠻不錯的。」

呂學錦感念能在夏威夷大學接觸到美國學院大師級教授,研究最前沿、最新領域的題目,他也強調「勇於探索困難題目」的重要性。「研究所修資訊理論(Information Theory),教授是鼎鼎有名的大師 David S. Slepian。他講 Source Coding 時,我對他兩年前寫的一篇得獎論文所列舉尚待研究的問題提出解答,請教授指導,因而親身體驗到大師風範:只見他沈思片刻,然後跟我說可以,我歡欣地 辭後,卻花了幾天才把所有公式都弄對。我想他是在沈思時,就已經想完、算完了這道題目。果然是大師!」

呂學錦也分享他選定博士論文題目的過程,最初是指導教授把一份 IBM 專家們寫的保密技術報告交給他研讀。研讀過程中,呂學錦在圖書館找到 Claude Shannon 的論文 Communication Theory of Secrecy System,看到裡面用資訊理論早期手法去導出公式,遂讓他嘗試用已經成熟的當代方法研究保密系統的相關理論,「很有意思,創新就是這樣,A 理論用到 B 問題上,像我是把資訊理論用到保密系統的分析,某種程度也算是跨領域呀!」

投身電信研究所 致力打造自由電信環境

取得夏威夷大學電機工程所博士學位後,呂 學錦決定返台就業。他申請某國立大學教職、某 國防科技研究機構、交通部電信研究所,三個單

位都願意聘僱呂學錦,但他最終選擇前往交通部 電信研究所任職,「我自己的衡量是這樣,到學校 是錦上添花,去了只是 n + 1,多你一個而已;國 防科技研究機構很好,但或許有很多管制,很多 研究成果無法發表;我想到 Claude Shannon、 David S. Slepian 這些大師都是 Bell Labs 出身, 電信研究所的性質在台灣就類似 Bell Labs,而且 我們那時候才剛開始,我是電信研究所第三位有 PhD 學位的研究員,所以最後決定去交通部電信 研究所。我一開始是聘用進去的研究員,後來參 加甲等特考,取得公務員資格,有公務員資格才 可以擔任副所長、所長等職務。」

呂學錦分享,他到電信研究所的第二年,在 時任電信總局局長方賢齊的安排下,與其他兩位 同仁前往 Comsat Labs 參與研究工作一年,「那 是我非常重要的一年! Comsat Labs 是衛星通訊 研究所,地位相當於衛星通訊領域的 Bell Labs, 我在那邊繼續做 communications security 的題 目,一年期間跟該所同仁合作,研究成果主要刊 載於 1979 年的 Comsat Technical Review, 有好 幾篇論文。」

「我從 Comsat Labs 回來後,就知道自己 應該做些什麼!我覺得一個人可以做的,了不起 也就是我在 Comsat Labs 能做的那麼多,那我不 如把我的精神、想做的事情放大到整個電信研究 所,讓300多人發揮出更好的效益,所以我致力 創造及改善整個電信研究所的環境,把待遇、做 研究的條件改善能夠招聘到台大、清大、交大、 成大等國立大學的畢業生,讓這些人才願意進 來,而不會再被新竹科學園區、中科院吸走。有 了人才,才能發展起來。」

呂學錦回憶,當時在孫運璿院長、李國鼎政 務委員等人的大力支持下,推動科技發展方案, 電信也受到重視,因緣際會,交通部電信研究所 獲得擴大授權的行政命令,在用人和資源運用上 具備較多彈性,加上行政院科技顧問的指導,電 信技術評估小組的協助,同仁們倍加努力,研發 成果逐漸顯現,不負期待。

傳輸速率、計算能力 推動網際網路爆炸性成長

「因為台灣希望加入 WTO, 開放電信市 場是美國支持台灣加入 WTO 的條件之一。行 政院透過政策積極推動台灣的電信產業朝向自 由化、全球化發展,也獲得成功的。我覺得特 別的是,電信本來很單純,打電話、打電報而 已,電腦的發明,帶動數據通信的需求,後來 microprocessor 出現, Intel 4004、Intel 8085等 帶動個人電腦,帶動電子化產業澎勃發展,使得 數據通信變得更重要。」

ALOHA 是最早的分封無線電數據通信網 路, ARPANET 是最早的分封交換數據通信網 路,尤其是 TCP/IP 的制定,促進電腦網路網網 相連,形成網際網路(Internet),而網際網路商 用化和全球資訊網(world wide web)的發明, 驅動指數成長的數據通訊與應用。呂學錦指出, 學術界本來認為 Packet switching 的資料要像裝 拆信封,傳遞很麻煩、很囉唆,而且早期計算能 力有限,頂多只能應用在特定領域,很多應用還 是要依靠傳統的電路交換 (circuit switching),或 是用專線,傳輸速度才夠快;有趣的是,這些顧 慮後來都被快速演進的數據傳輸速率及電腦計算 能力所克服。

「1970年代我當研究生的時候, ALOHA System 的 數 據 通 訊 速 率 是 用 kB/s 計 算 的, 4,800 kB/s 已經很快, 9,600 kB/s 還沒出現; 近 50年來,數據通訊速率進步一百萬倍以上,計算 能力也呈現指數性的成長,用摩爾定律可以推算 出 computing power 大概是成長 1,500 萬倍。」

呂學錦認為,當前 O-RAN (Open Radio Access Network) MEC (Multi-access Edge Computing)帶出來的機會,有利於台灣網通

廠發展;由於台灣的網通廠規模都不大,M&A(Merger and Acquisition)的可能性似乎不高,O-RAN的普及需要一家大的系統整合業者,集合元組件產品,提供電信業者解決方案並負責處理可能產生的問題,讓電信業者放心。XRSPACE在VR(Virtual Reality)頭盔和平台已經有所建樹,行銷推廣和應用內容的強化是當務之急,若能在某項應用面做到最好,突顯出最領先的VR地位,就有可能成為全球爭相採用的平台。此外,前瞻性研發能力的投入也必須加強,尤其是在定義新技術方面,必須尋求掌握更多更有價值的創新。

台灣有很多企業在關鍵零組件佔據重要地位,有很棒的公司,但系統方面的人才和經驗不太夠;從施振榮的「微笑曲線」來看,智財權不夠強大仍是台灣網通業者的弱項,在品牌、服務上的國際行銷能力也不夠。台灣企業缺乏系統的創新與國際行銷的人才,要串起整個產業鏈還需要很大的努力。

產學落差問題大 盼重新規劃教育分科

「台灣的強項是做代工,替一個品牌做事,但這個品牌掌握設計、行銷,利益都他拿去,他還可以算好要給你多少錢;台灣如果要突破,就要在微笑曲線的兩端有足夠能耐,這種能耐要靠人才。我在中華電信常跟同仁説,真正的人事單位是要去了解事業要做什麼、要朝哪個方向發展,因應未來發展方向所需的人才是什麼,然後再去找人、訓練人。培育人才是企業和學校兩方面都要做的事情,而且需要密切合作,彼此知道對方需要什麼。」

人類已經進入知識經濟、數位經濟時代, 走到工業 4.0、智慧製造,但台灣教育體系的類 科分法,還停留在滿足工業 1.0、工業 2.0 需求 的專科分類,因此,校園培訓的人力跟社會及產 業界的需求出現落差,以 AI(人工智慧)發展來說,產業界急需人工智慧人才補充,但培養人工智慧人才的系所有限,自然供不應求。過去的土地、資本、人力三大要素,已經被資料、演算法、隨選服務所取代,「現在產業界需要的人,還是當前教育體系那樣子的 skill set 嗎?我認為教育體系是需要改革的,要從最上面著手,不然底下動不了!這方面很難,雖然難,還是需要做,要有人敢出來做。」

呂學錦指出,學校需要透過轉型升級來克服 產學落差,要以智慧大學(Smart University)為 目標,訂出智慧大學的成熟度指標,縮小企業需 求與學校培訓的人才落差,方能增加就業,提高 學習滿意度。

呂學錦也勉勵同學,「Frequency management、spectrum allocation、frequency assignment、interference 分析與降低或免除、和諧使用都是重要課題,radio astronomy 也是重要的前沿科技。有一說,現在的學生不喜歡電磁學,Maxwell Equations太難懂了!但是,這是基礎學問。學好它就是練好基本功,未來的應用千變萬化卻離不開基本功。建議同學們努力練好基本功!」

「欲望」是全球科技產業創新與發展的 源頭

提到驅動全球科技產業發展的主要因素,呂 學錦引用中國古籍《素書》中的一句名言「夫欲 為人之本」,指出「欲望」包括個人的欲望、國 家的欲望、中國夢、美國夢,「欲望」驅動所有 的創新與發展,如果地球人都沒有欲望,就不會 有二氧化碳排放量過多、氣候變遷的問題。假設 一切的源頭都是欲望,最重要的是,什麼樣的欲 望可以讓人類與自然和諧發展。

「我甚至認為 COVID-19 病毒可能是自然的反撲。科技發展到今天,人要修行的是善念的

欲望,需要有那樣子的欲望,地球才不會持續暖 化。我很希望透過這麼嚴重的疫情,人類可以反 思:『Are we doing the right things?』」,包括科 技的應用,人類應該反思是不是把地球的生態系 統破壞得太嚴重,要重新去思考人與地球如何才 能永續共存。

呂學錦也指出,ICT + OT 搭配 IOT、人工智 慧,加快數位化、智能化的數位經濟,在 COVID-19 期間成長快速,帶來了新常態的生活與 工作模式; Work From Home 對於資通訊網路系 統的需求必然增加,對辦公室空間的需求相信會 減少,新型態的成本費用結構及競爭力的衝擊, 對防疫成績優異的台灣來說,應該特別注意。

看好數位科技成為通用技術 籲「數位發展部」重劃頻譜

全球約60%人口在使用某種形式的無線通 信,這凸顯出行動通信、無線電通信的重要性, 在這之中,「電波就是核心」,電波傳播特性搭配 環境因素,決定通信品質,也決定成本與費用。 行動電話不管是 wireless 或 cellular, 用的都是 無線電波,靠的都是無線電波的傳播技術,培養 電波領域人才至關重要。

呂學錦指出,電波的技術發展不只有越來越 高的頻率,因為高頻的有效傳輸距離越短,而社 會上真正要解決的問題,不一定是愈用愈高頻。 Spectrum sharing、frequency re-use 等技術都 在精進中, frequency re-farming 有其時代意義, 「網路紅人不需要政府分派的頻段就能做廣播, 那麼原本分配給廣播電視的頻率,是否可以進行 類似土地改革的重劃,讓更多頻率開放給行動通 訊使用,以利於開發更多的產品及應用」。雖然 頻率規劃需要專家去研究,因為牽涉到基礎建設 的問題,「但還是回到那句話,你能想像得到的 話,就能做出你想要的東西。」

頻率重劃類似國土重劃,涉及的部會複雜, 目前由行政院主導是正確的。如果成立「數位發 展部」主導數位科技發展,則要留意數位科技成 為通用技術(GPT)後可能引發的衝突。「5G、 IOT、大數據分析、人工智慧,這些數位科技未 來都會變成通用技術,變成各行各業都會使用的 東西,如果另外創一個部,難免讓人聯想到科技 部、國科會的經驗;以前的國科會屬於部長級參 加的單位,非常有執行力,相對於現在的科技 部,大家的共識已經是國科會比較好,我對創設 『數位發展部』的真正效用,其實還抱有疑問」, 創設「數位發展部」的共識應在於,Regulator 要跟 Developer 分開,以免數位監理業務牽絆到 數位科技的發展。Ⅲ

呂學錦先生 簡歷

現任

國立交通大學榮譽教授

學歷

國立成功大學工程科學系 夏威夷大學電機工程博士

交通部電信研究所所長

經歷

交通部郵電司司長 電信總局副局長 中華電信股份有限公司總經理 中華電信股份有限公司董事長



+ Job Opportunities

世界的距離有多遠·由身懷絕技的您來做主~ 歡迎加入我們的行列!詳細職缺內容請至104網站。

軟體工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉C/C+程式語言,有Linux開發經驗者尤佳
- + 未來負責前端網頁及IoT嵌入式系統開發

RF/電子產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢
- + 熟悉AutoCAD, Circuit Design, OrCAD
- + 未來負責微波電路設計/無線充電電路設計

產品工程師

- + 電子、電機、通訊、電信、資工相關科系畢/熟悉RF
- + 未來負責新產品NPI, 環境驗證測試,量產前準備/測試站問題分析與改善

+ Our Company

- + 國內首家專業的微波及衛星通訊公司
- + 製造基地:台灣新竹科學園區、中國江蘇省無錫市
- + 研發中心:美國California、丹麥Hillerød
- + 積極投人虛擬化無線接入網 (vRAN)及低軌衛星(LEO)商機
- + 北美高階衛星電視接收高頻頭市占率第一供應商

+ Benefits

激勵與肯定

- + 三節獎金及年度盈餘分紅
- + 提供激勵措施獎勵績優
- + 專利獎金/績優表揚/資深獎勵
- + 內部晉升調遷制度

訓練與發展

- + 海外專業工作歷練及集團內培訓
- + 多職能及多能工培育
- + 工作授權、任務指派、專案參與
- + 全額補助內/外訓練課程

保障與關懷

- + 勞保、健保、退休金提撥及團保
- + 結婚、喪葬、生育、傷病住院給付
- + 提供醫療保健服務/定期員工健檢
- + 急難救助及重大災變補助

生活與休閒

- + 設有員工休閒中心及圖書室
- + 年度旅遊補助、家庭日活動、多元化社團
- + 生日禮金、三節賀禮、特約廠商優惠

Min. É

台揚科技股份有限公司

若有任何招募事官, 歡迎來電洽詢人力資源部招募任用網 Tel: 03-5773335 Fax:03-5777121

新竹市科學園區創新二路1號 招募信箱:talents@mtigroup.com 公司網址:www.mtigroup.com





加入盟登 建足免登

先進5日研發團隊 技術設備領先業界



天線研發工程師 軟韌體研發工程師



Scan To Apply

具有5GmmWave天線或系統設計經驗優先面談 持有經濟部能力鑑定(PAS)證書者優先面談

数迎加入我們的團隊 共同成長茁壯





不要再猶豫 快成為我們的夥伴吧



欣興電子員工福利









獎金類

分紅制度、調薪制度、達成獎金 專 利 申 請 獎 金 、 績 效 獎 金 年終獎金、年節獎金

補助 類

生日禮金、結婚禮金 喪葬補助、急難救助金 獎助學金

其他類

員工餐廳、咖啡吧、健身房、停車場 宿舍、廠醫駐診、專業按摩服務 健康促進活動、免費健檢、孕期關懷 及哺集乳室

休閒類

家庭日活動、社團活動 年終聯歡會

訓練 類

內外部教育訓練、贏的團隊 海外派訓

保險類

勞、健、團保、眷屬團保、出差& 海外派駐保險、退休金提撥

職務名稱

工作內容

系所

研發

- 新產品導入之技術開發
- 新產品試產及量產導入新材料開發專案執行
- ◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理 等理工相關科系

電路設計

- 熱應設計分析、設計佈線模擬、電路設計 分析
- ◎ 電機/電子/機械/通訊等理工相關科系

製浩

- 製造程序管理、產線問題解決、人員訓練 管理品質管控
- 生產成本管理與改善

◎ 工工/材料/化學/化工/電子/電機/機械/ 物理等理工相關科系

製程

- 製程設定(兼顧品質與效能)、異常分析與改善良率提升
- ●新製程/新技術導入

◎ 材料/化學/化工/電子/電機/機械/物理 等理工相關科系

智能工廠 (大數據、自動化)

- 評估與規劃機台自動化系統,整合機台資料收 集與控制
- ◎ 資訊工程/工業工程/電子電機工程/數學統計相關

設備

- ■工廠設備維護、機器日常保養自動化控制 PLC設備規劃
- ◎ 電子/電機/機械/自動化控制光電/輪機

環工廠務

- 處理廠區電儀、機電、空壓設備相關維修保養 與規劃。
- 工廠廢水/空污/供藥系統操作、管理、改善
- ◎ 環境工程/電機/電子/冷凍空調/機械

招募中心聯絡資訊:電話:03-350-0386 分機26800 | 信箱:recruit@unimicron.com

各廠地址

(山鶯廠) 桃園市龜山區山鶯路177號 (山鶯二廠) 桃園市龜山區山鶯路169-2號 (合江廠) 桃園市中壢工業區合江路12號 (合二廠) 桃園市中壢工業區合江路2號

(合江廠) 桃園市中壢工業區合江路12號 (合二廠) 桃園市中壢工業區合圳南路2號 (中園廠) 桃園市中壢工業區中園路192-3號 (蘆二廠) 桃園市蘆竹區南山路二段470巷21號 (蘆三廠) 桃園市大園工業區民權路5號

(楊梅廠) 桃園市楊梅區新農街二段209巷166-1號

(中興廠) 新竹縣竹東鎮中興路四段669號

(新豐廠) 新竹縣新豐鄉中崙村290號



立即行動・開拓您的欣夢想・成就精彩興未來・歡迎您的加入。



奇景光電股份有限公司



| | | | Brive for the Better vision | | |
|--------------|---------------------------------|---------------------------|--|--|--|
| 職稱 | 工作地點 | 科系 | 工作內容 | | |
| 類比IC設計工程師 | ■台北 ■新竹 ■台南 | 電子/電機工程 相關科系 | 1. 觸控IC , TDDI or 指紋辨識 IC 開發經驗 2. ADC or sensor IP 開發經驗 3. TFT-LCD or OLED Display driver IC 開發經驗 | | |
| 數位IC設計工程師 | □台北 ■新竹 ■台南 | 電子/電機工程 相關科系 | 1.高速介面IP設計開發 2.影像處理IP設計開發 3.Familiar with digital logic design and verilog RTL coding. With DSC and MIPI DSI will be a plus. | | |
| 電源系統應用工程師 | ■台北 □新竹 ■台南 | 電子/電機工程 相關科系 | 1.1C驗證 2.驗證系統開發 3.客戶design in問題解決 4.FPGA驗證 | | |
| 類比IP設計工程師 | □台北 ■新竹 ■台南 | 電子/電機工程 相關科系 | 1.PLL design 2.High speed receiver design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 3.High speed transmitter design (1.5Gbps/4Gbps/5.4Gbps/8.1Gbps/12Gbps) 4.eDP receiver 5.V-by-One receiver 6.MIPI D-PHY 7.HDMI Receiver 8.HDMI Transmitter 9.LCD P2P interface Transmitter | | |
| SI/PI/EMC工程師 | ■台北 □新竹 ■台南 | 電子/電機工程 相關科系 | 1."Chip+PKG+Board" modeling & co-simulation for pre-silicon SI/PI/EMC analysis. 2.Co-work with RD/CAD/SE for chip design-in SI/PI/EMC issue support. 3.Gbps interface SI/PI co-design and validation, such as DDR2/3, LPDDR1/2, HDMI, VBO, eDP, MIPI, etc. 4.Provide pkg/board-level SI/PI/EMC design guideline or reference design. 5.Familiar with transmission line | | |
| 系統軟韌體設計工程師 | □台北 ■新竹 ■台南 ■深圳 ■上海 | 資訊工程/電機 /電子/通信 相關科系 | 1.有電容式觸控韌體開發相關經驗 2.有電容式觸控演算法開發相關經驗 3.熟悉8051組合語言,C,C++,C# 4.有Linux/Android driver開發相關經驗 5.有MCU(8051/ARM···)相關經驗 6.熟USB interface 7.具相關driver開發經驗 | | |

歡迎您將履歷請寄到 resume@himax.com.tw 更多職缺內容請上104查詢 或掃描QR Code







正式職缺

軟體工程/電子工程/機構工程/顯示器與光學技術工程/ 產品研發與管理/製造工程/供應鏈管理

實習職缺

軟體工程 / 電子工程 / 機構工程 / 量測中心 / 產品研發與管理 / 顯示器與光學 / 經營管理 / 製造工程 / 產品品質工程 / 供應 鏈管理 / 資訊科技 / 市場行銷 / 產品支援 / 業務銷售

招募領域

資訊通訊科技領域/工程製造及營建領域/自然科學、數學及統計領域/商業、管理及法律領域/社會科學、傳播學及教育領域/外語、藝術及人文領域

GARMIN.

______ 動態 **報導**

最新活動&消息 Ⅲ

最新活動

自聯盟成立以來,一直希望能提供更好的會員服務。初期曾設立產學聯盟徵才媒合網,由於操作及註冊程序較為繁瑣,效益不偌專業的人力銀行網站,因此希望能調整運作方式。 我們知道各位會員很希望每年都能招募到各大專院校優秀傑出的畢業生,因此調整聯盟可協助項目如下:

• 轉發徵才或實習訊息:

如您需要聯盟代為轉發相關<u>徵才</u>或<u>寒暑假實習訊息</u>,惠請將訊息內容告知我們, 聯盟將協助轉發相關訊息給全國 160 多位聯盟教師及 8 校學生。

• 開放企業會員擺設徵才攤位:

為提供更有效益的媒合方式,聯盟擬於**每次的季報中,免費開放企業會員擺設徵才 攤位、徵才集點活動及徵才說明會**。

• 於季刊中刊登徵才訊息:

目前聯盟每次季刊紙本發行量約 400 份,寄送對象包括聯盟會員、教師以及電磁相關單位,電子季刊寄送對象則為聯盟企級會員、研級會員、聯盟 140 多位教師、聯盟 8 校學生(超過 600 名研究生),以及先前活動參與者(上千位),開放每位會員可於每次季刊中刊登 1 頁 A4 之徵才訊息,出刊前將詢問各位會員是否提供徵才稿件,敬請踴躍報名。

• 可邀請聯盟教授於徵才說明會中致詞:

會員在各校的徵才説明會中,如需邀請聯盟教授撥冗出席簡短致辭,歡迎不吝告 知,聯盟會協助後續安排。

電磁產學聯盟儀器設備借用優惠方案 ~ 歡迎會員踴躍申請

為了確實落實跨校產學合作及資源共享的目標,聯盟彙整各校微波儀器及實驗室的借用辦法及收費標準,並特別訂定「電磁產學聯盟廠商申請使用儀器設備及實驗室優惠方案」,歡迎聯盟會員踴躍申請利用,詳情請上聯盟網站查詢(網址:http://temiac.ee.ntu.edu.tw → 關於聯盟 → 聯盟實驗室)。

【聯盟廠商的儀器借用優惠方案】

- 1. 凡電磁產學聯盟廠商申請使用台灣大學、台灣科技大學、中正大學在聯盟網頁所列示的儀器設備,一年可免費使用共計 50 小時,相關協助研究生之鼓勵經費由聯盟支出,自第 51 小時起再按各校實驗室辦法的收費標準收費。
- 2. 凡電磁產學聯盟廠商申請使用元智大學通訊研究中心近場天線量測實驗室、中央大學在聯盟網頁所列示的儀器設備,一年內申請使用的前 50 個小時(與上款合計),聯盟補助每小時優惠 500 元。
- 3.各校微波儀器及實驗室的借用辦法及收費標準,請詳閱聯盟網站關於聯盟→聯盟實驗室→各校實驗儀器對外借用規定。
- 4. 相關細節歡迎進一步連繫,並隨時提供寶貴意見讓我們可以參考改進,請洽詢聯盟助理 許瑋真小姐,電話: 02-33663713, e-mail: weichenhsu@ntu.edu.tw

聯盟會員專圖

| 徵才媒合服務 | 轉發徵才或實習訊息 開放企業會員擺設徵才攤位 於季刊中刊登徵才訊息 可邀請聯盟教授於徵才説明會中致詞 相關説明: http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=208 |
|--------|--|
| 會員邀請演講 | ● 會員自行邀請聯盟教授前往演講● 聯盟可提供演講部分補助(聯盟補助上限 3,000 / 次,每位會員一年至多申請 2 次)● 相關説明: http://temiac.ee.ntu.edu.tw/news/news.php?Sn=203 |
| 會員舉辦季報 | ● 補助各界申請辦理季報,初期希望能以 IEEE MTT 支會、AP 支會、EMC 支會為主 ● 每次補助上限 8 萬元(補助金額由召集人決定) ● 103 年度申請案以彈性提出方式申請,104 年度請於 103 年度 9 月底之前將申請提交聯盟辦公室,俾利於年度委員會議提出審查。 ● 相關説明: http://temiac.ee.ntu.edu.tw/app/news.php?Sn=202 |

編輯小組

發行人 吳瑞北

總編輯 毛紹綱

執行編輯 沈妍伶

發行單位 臺灣電磁產學聯盟



臺灣電磁聯盟季刊中,特別設置「電磁園地」專欄, 歡迎聯盟業界成員及聯盟師生投稿發表電磁相關文章, 以促進產學研多方交流意見。若您欲惠賜稿件, 請與臺灣電磁產學聯盟辦公室聯繫!

聯絡人 沈妍伶

電話 +886-2-3366-3713 傳真 +886-2-3366-5599

e-mail temiac02@ntu.edu.tw

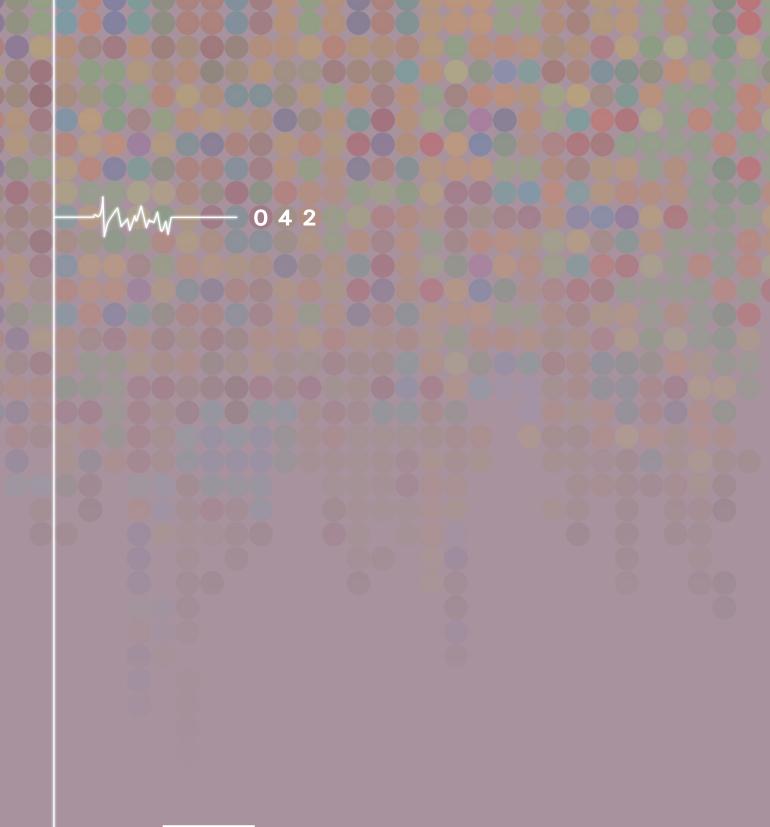
地址 10617 台北市大安區羅斯福路四段一號

(國立臺灣大學電機系博理館7樓BL-A室)

美編印刷 麥田資訊股份有限公司

地址 10055 台北市中正區仁愛路二段一號四樓一六八室

電話 +886-2-2322-1930 傳真 +886-2-2396-4260 e-mail dnecyy@gmail.com





臺灣電磁產學聯盟通訊

Taiwan Electromagnetic Industry-Academia Consortium Newsletter















