

系統晶片組

1. 系統整合設計主要是以 SOC 為導向之研究，係以微處理器結合 FPGA 提供軟硬體整合設計的環境，具高階的系統除錯環境，現階段以發展系統晶片雛型設計的方向擴充研發容量。隨著當前相關技術的迅速發展，猶如巨輪般的推動著教學相關技術的新陳代謝，並結合與相關產業的專題合作，追求系統整合開發與當前技術之支援為導向的實習環境的維持。在類比及數位 IC 設計上，本所已有多年的教學及研究成果，近年來著重於射頻微機電系統與介面電路、射頻通訊 IC 設計、類比 IC 與濾波器設計、生醫微感測器與電路設計，並朝 Mixed-signal IC 與 SOC 設計為目標。短期目標將著重於類比 IC 設計、RF-MEMS 與介面電路設計、固態微感測器與介面電路設計、類比濾波器設計、射頻通訊電路設計、行動通訊系統、展頻通訊技術、高速 DSP 晶片、系統晶片驗證及嵌入式系統應用開發等課程之教學與技術研發。除了致力於推動類比 IC 設計與 RF-MEMS/介面電路設計學程之教學外，將積極與業界建立建教合作關係，推動產學合作計畫，協助國家培訓 IC 設計產業、通訊產業與微機電系統產業之人力，並提昇相關產業之國際競爭力。

2. 下世代高效能極化碼解碼器之硬體架構設計

在科技快速發展的趨勢下，通訊系統將面臨越來越多變的環境，為了抵抗雜訊的干擾，錯誤更正碼對於通訊系統晶片是至關重要的。眾多錯誤更正碼中，唯一能達到香農極限的極化碼(Polar Codes)，被第三代合作夥伴計劃(3GPP)採用做為 5G 增強移動頻寬之控制通道編碼方法，因此極化碼在 5G 通訊技術當中具有舉足輕重的地位；另外，由於低軌道衛星的发展，使得從地表到太空任何空間都會成為通訊傳輸的場景，因此通訊晶片對於通道環境的適應度是極為重要的。最後，由於 5G 通訊技術要傳輸更多資料量，需要更大頻寬，所以 5G 通訊設備耗電量大，會使得電池續航短，所以低耗能也是本研究追求的目標。目前國內外相關研究文獻上，極化碼解碼器大都只能支援單一模式，即單一種解碼演算法與單一固定碼長(Code Length)，在硬體上完全沒有任何相關參數可以調整，因此本研究主題希望可以克服研究上的重重障礙，研發出可重置式(Reconfigurable)之多模式(Multi-mode)硬體架構，讓有限資源產生最大效益。此成果將使 5G 通訊系統克服上述的困難，提供學界和業界一個系統性且強而有力的設計概念。以下列舉幾項研究發展子題：

- (a) 可支援不同碼長的多模式連續消除解碼器(Successive Cancellation, SC)。
- (b) 可支援不同碼長的多模式連續消除列表解碼器(Successive Cancellation List, SCL)。
- (c) 可支援不同保留路徑的多模式連續消除列表解碼器(Successive

Cancellation List, SCL)。

(d) 雙模式連續消除解碼器(SC)與連續消除列表解碼器(SCL)。

(e) 可支援不同參數的多模式連續消除翻轉解碼器(Successive Cancellation Flipping, SCF)。

3. 精準硬體木馬偵測與系統保護之硬體架構設計

科技的進步使晶片的生產流程複雜度逐漸提高，晶片設計公司為了縮減設計成本，常外購第三方矽智財進行晶片整合，因此各流程中皆有可能被惡質廠商植入惡意電路，造成功能異常或資料外洩。然而多數文獻著重於軟體層的防護措施，卻很少討論硬體木馬(Hardware Trojans)，但後者潛藏的風險卻遠大於前者。若硬體木馬無法即時地在設計階段精準檢測出來，即便到晶片下線後發現，最終也只能丟棄造成浪費。有鑑於目前文獻上大部分研究都是利用純軟體的方式去解決，我們提出全硬體的方式來處理此問題，善加利用機器學習(Machine Learning)等方法，將一連串硬體木馬的訓練、分類和偵測運算，實作出硬體架構設計，以達到低延遲、高吞吐量、高效率和高精準等功效。以下列舉幾項研究發展子題：

(a) 利用邏輯網表之快速字串辨識硬體架構設計

(b) 閘級特徵萃取之硬體加速器

(c) 支撐向量機之高效能硬體架構設計

(d) 利用群心收斂之自適應訓練加速器

(e) 無除法器硬體木馬訓練之核心計算硬體架構設計

相關課程：

大學部選修課程：硬體描述語言；計算機組織

研究所選修課程：系統晶片設計；數位通訊電路設計；超大型積體電路數位訊號處理；錯誤更正碼之硬體架構設計；硬體木馬偵測與防護

4. 半導體式感測讀取電路及智慧化

近年來，物聯網(Internet-of-Things, IoT)快速地興起，感測器的需求及應用也引發人們更多的想像。為了讓電子設備及機器人具備有類似人類的感觀，需要各種感官的感測器，而由於需要與電子設備整合，以矽為基底的半導體式感測器尤其重要。例如：半導體式氣體感測器、半導體式影像感測器、半導體式熱源感測器等。半導體式氣體感測器可用以偵測空氣中對人體有害的氣體，如 NO₂、CO、O₃ 及揮發物有機氣體(VOC)等，以降低其對人體呼吸系統、腦神經系統、及心血

管系統之影響。此外，氣體感測器也可用於人工嗅覺裝置，也稱為電子鼻，可用以偵測食物之味道或判斷食物是否過期，有助於保障食品安全。半導體式影像感測器分為 CCD 和 CMOS 式，廣泛地用於數位相機、數位攝影機、掃描器等器材。半導體式熱源感測器主要是利用偵測紅外線能量，可用於遠距離偵測體溫，作為 Covid-19 等流行病的初步判斷，另外，紅外線感測器也可作為熱像儀、夜視鏡之應用。前述之各類半導體式感測器，又稱為電化學式感測器，分為電壓式、阻抗式、和電容式，由電極陣列之感測材料與物質產生生化反應，而分別造成電壓、阻抗、或電容的變化。因此，後端需要一個讀取電路，將電壓、阻抗、電容的變化轉為一個電訊號，使用校正電路、補償電路去除雜訊、非均勻性、環境變異等問題，再透過類比數位轉換器將類比電壓訊號轉為數位值，或是使用電壓頻率轉換器將之轉為頻率訊號給後端運算電路或微控器進行後續處理。當訊號轉為數位值時，可結合深度學習(Deep Learning)的捲積神經網路(Convolutional Neural Network, CNN)等神經網路，可讓晶片具備辨識功能，可以判斷出汙染氣體、食物品質、動態影像的移動或辨識、人體、動物的體溫、或夜間影像，其應用變得更為多元。以下列舉幾項研究發展子題：

- (a) 智慧化氣體感測讀取及辨識晶片
- (b) 氣體式電池可靠度偵測晶片
- (c) 軍事用夜間影像讀取及辨識晶片
- (d) 核汙染食品檢測晶片
- (e) 矽基 Covid-19 檢測晶片