

## 7.2 軍事科技轉民生應用：（周世傑教授主筆）

### 7.2.1 資通電科技與材料研究中心

陽明交通大學【前瞻資通電科技與材料研究中心】將沿襲陽明交大在國防科技研發領域頂尖的研究基礎，掌握前端感測與後端分析技術。其中在前端感測技術，中心研究團隊已經掌握感測元件（雷達系統）、讀出電路（極高速 AD/DAC）、深度學習等關鍵技術，提供後端系統獨特與有效的數據集。在後端分析技術，則結合多階演算模型、平行與節能運算、嵌入系統整合等關鍵技術，開發出一快速且精準之 AI 演算法加速運算前瞻晶片，可以提供各式國防應用主軸即時與準確的判讀與分析。本前瞻性構想，會先以 FPGA 驗證，關鍵模組則結合半導體高階製程製作品片實現。

在人工智慧領域則透過機器與深度學習最新技術，發展裝置端之 AI 人工智慧演算法，導入監督式學習、非監督式學習及強化式學習，進行資料分析、分群、回歸、生成及分類等工作並解決裝置端與雲端運算中各式各樣的資料處理問題，包括最新深度學習之技術開發，期望獲得系統最佳學習效能，應用於所規劃的智慧雷達、智慧聲納、水面智慧自主無人載具群。

通信物聯網研究，則開發一個 5G 寬頻專網系統，結合資安科技的防護技術，組合成一個寬頻且又有資安防護的通信系統。此一優異的通信與資安防護整合技術未來可以應用來整合智慧無人自主載具群、無人機群與戰術通信系統的智慧國防科技應用主軸。而在無人自駕技術研究，已開發出於惡劣環境下避障與避撞的人工智慧深度學習智慧無人自主自駕控制技術，以波浪艇實現並參加美國 DARPA 競賽獲得優異成績。在先進材料分析研究初步完成匿蹤材料，未來可應用於新一代航太武器上。

交大在 107 年成立校級國防科技研究推動總中心，開始統整國防科技研發領域的能量。期間整合交大的人工智慧、電子電路、半導體與光電設計、物聯網、大數據、資、通信系統統整、機械與材料等研究團隊，連結軍方需求單位，規劃研究議題與國防應用主軸，研究成果豐碩。本計畫中的研究團隊基礎研究能量在邊緣端人工智慧電子與 IC 設計領域已分別掌握前端感測與後端分析技術。其中在前端感測技術，中心研究團隊已掌握雷達、通信、彩色及紅外線熱影像等多項前端感測器的感測元件、讀出電路、深度學習等關鍵技術，提供系統研究團隊獨特與有效的數據集。在後端分析技術，則結合多階演算模型、平行與節能運算、嵌入系統整合等關鍵技術，開發出多種不同特性的深度人工智慧演算法。這些研究成果應用於國防科技研發，將衍生出下列效益：

1. 國防科技人才培育：藉由研究技術的開發過程培育國防軍事武器系統相關產業所需之人才，協助國軍加速進入新興國防科技產業應用，爭取高附加價值的武器設備。
2. 掌握國防科技產業關鍵技術：研發過程中將掌握多項國防科技關鍵技術（感測元件、高速數位信號讀出電路（AD/DA）、無人載具、人工智慧控制讀出電路、智慧聲納精準判讀技術、低功耗架構（超穎結構之 CMOS 射頻元組件研製）、強而有力的資安與通信技術與系統整合解決方案（數位信號訊號、影像、視訊/影像、無人載具深度學習演算法等即時判讀與分析的軟體系統），並藉此導入國防科技應用解決方案至國防科技產業，提升國防科技產業的附加價值。
3. 國防工業自主化：將國防科技前瞻學術成果，透過與軍方單位的技術移轉與產學合作，整合應用於國軍的軍品生產線之上、中及下游體系，提升臺灣國防軍武的自主研發能力。

### 7.2.2 執行概況

此卓越研究計畫中分別針對資訊戰、電子戰、指管通情監偵蒐系統的整合、智慧寬頻通信與雷達系統、智慧自主無人載具控制技術、智慧聲納技術及智慧自主機器人等主要國防應用主軸，規劃出以資電通訊與智慧化科技為主要的研究領域（佔 75%），並結合前端感測與精密製造為次領域（佔 25%）成立【交通大學前瞻資電科技與材料學術研究中心】，並建構智慧晶片、無線通信、資安科技、人工智慧及先進感測與材料等五大研究團隊。同時以【雷達開放式系統架構共通模組之 CMOS 技術】二項、【AI 人工智慧與 CPU 軟硬體協同設計 FPGA 加速設計】及【融合式 Edge AI 運算平台晶片加速設計技術】二項指定先期研究項目為先期重點，以及【人工智慧多艘水面無人自主載具群惡劣環境下多重感知及多目標避障控制】納入智慧化國防科技研究團隊中，以推動國防科技研究跨領域整合。

有別於傳統武器開發技術，我們提出裝置端精準分析的區域智慧方案—結合前端的感測與後端的分析技術，並整合資、通、電、材料、水面/水下科技等跨領域的研究團隊，來執行所規劃的國防軍武應用主軸與關鍵技術。透過所研發的前端寬頻天線及及高速 AD/DAC 晶片，結合後端的智能化信號處理、智慧感測、深度學習演算法與邊緣端人工智慧晶片，提供裝置端即時檢測與精準分析的功能。透過寬頻無線通訊、強而有力的資安技術與無線通訊保密網路平台進而整合成智慧化國防科技系統，包含智慧化雷達系統、智慧自主無人載具群、智慧無人機群、智慧化平流層飛船與智慧聲納等前瞻國防科技系統。

參與計畫的各跨領域研究團隊所規劃出的國防應用主軸，將緊密結合臺灣在

機工具、材料、資通電及半導體產業鏈的優勢，進行裝置端智慧通資電系統、智慧雷達、無人自駕無人載具、高資安防護無人自主機群與探空飛船的研發。透過離型系統載具所收集的數據集與分析結果，同時藉由關鍵技術的整合，提供主軸應用所設定軍事情境場域智慧終端解決方案，有助於中心在國防科技研發成果的推廣與效益的擴散。

### 7.2.3 三年內工作計畫

#### A. 形成策略夥伴：

- (1) 協同國防大學理工學院、中山科學研究院、資通電軍訓測中心、空軍航發中心、海軍海發中心、電訊發展室、陸軍砲訓部、步訓部及裝訓部等國防軍事研究單位形成策略夥伴。藉由科技研發與國防科技應用不同屬性的跨領域合作，整合國防科技研發能量，轉換成民用資通電技術應用。
- (2) 與工研院、資策會、科技部國家研究實驗院如太空中心等財團法人合作，運用學術界前瞻關鍵技術，提出國防先進科技研究案，掌握國防尖端系統的關鍵技術，並應用於民用科技領域。

#### B. 國防自主化關鍵技術開發：

透過中科院系統整合，鏈結台船、漢翔與國防大學理工學院，進行關鍵技術開發與武器系統整合。

#### C. 國防科技技術移轉：

與國防部與軍方需求單位合作掌握關鍵技術與專利，佈局國防科技產業，技轉中科院等需求端，提供需求端關鍵技術，由需求端進行系統整合，安裝應用於國軍自製武器系統上。

#### D. 強化產學合作：

- (1) 透過技術移轉與產學合作，與國內其他相關科技產業密切配合，其中：
  - 元件與電路：與國內半導體產業緊密扣合。
  - 架構與深度學習：與智慧應用及 IC 設計業者密切合作。
- (2) 與國內的華邦電子、台積電、國外的 Intel 都與研究團隊成員有產學合作的交流，透過與產業界的長期合作，帶入外部資源，來強化本計畫所需的技術與產業應用經驗。

#### E. 國防民生通用技術移轉：

國防科技關鍵技術產出，結合軍方需求單位，由軍方需求單位技術轉移至民間產業，擴大應用面。

## F. 衍生新創事業：

藉由關鍵技術轉軍方需求端，協助軍方需求單位成立國防科技產業有關的新創事業。

### 7.2.4 十年願景

陽明交通大學研究團隊已與中科院、資通電軍與國防大學簽訂有合作協定，藉由科技研發與軍事應用不同屬性的跨領域合作，整合國防科技研發能量；亦與工研院、資策會、太空中心等財團法人合作，運用學術界前瞻關鍵技術，提出國防先進科技研究案，掌握國防尖端武器的關鍵技術。因此預期十年的願景如下：

#### 1. 發展前瞻先進科技：

本計畫將以人工智慧為基礎，智慧晶片、前瞻通信技術、資安技術、智慧化國防科技及創新材料元件為載具，在陽明交大既有的優異國防科技研發能量下，發展「雷達開放式系統架構共通模組之 CMOS 技術」、「人工智慧 CPU 軟硬體協同設計 FPGA 加速運算整合平台」與「融合式 Edge AI 運算平台晶片設計」及「人工智慧多艘水面無人自主載具群惡劣環境下多重感知及多目標避障控制」等五項先進科技。來進行國防科技研究來探討國防科技跨領域整合應用的架構模型，作為創新國防科技應用於民生領域的研究主軸。

#### 2. 開啟 AI 晶片關鍵技術民生應用：

- (1) 在智慧晶片領域結合多階演算模型、平行與節能運算、嵌入系統整合等關鍵技術，開發出一快速且精準之 AI 演算法加速運算前瞻晶片，可以提供各式民生應用主軸即時與準確的判讀與分析。本前瞻性構想，會先以 FPGA 驗證，關鍵模組則結合半導體高階製程製作晶片實現。
- (2) 其中在前端感測技術，中心研究團隊已經掌握感測元件（雷達系統）、讀出電路（極高速 AD/DAC）、深度學習等關鍵技術，提供後端系統獨特與有效的數據集。人工智慧領域則透過機器與深度學習最新技術，發展裝置端之 AI 人工智慧演算法，導入監督式學習、非監督式學習及強化式學習，進行資料分析、分群、回歸、生成及分類等工作並解決裝置端與雲端運算中各式各樣的資料處理問題，包括最新深度學習之技術開發，期望獲得系統最佳學習效能。

#### 3. 強化資安與通信科技整合應用：

- (1) 高資安防護 5G 寬頻專網與具有機器學習、深度學習、大數據資料挖掘核心技術的 5G 通訊整合平台整合運用於國軍寬頻戰術終端通信與網路

系統。

- (2) 由於 5G 未來將廣泛應用於網際網路上，而市面上嵌入式物聯網軟體安全檢測技術對於 5G 的防護技術才剛起步，而 5G 通信未來若要應用於國軍網路，對於資安技術防護要求勢必要高於市面上的安全防護技術。因此陽明交大研究團隊將針對軍規要求開發出一套適用於 5G 物聯網軟體安全檢測技術與所開發的軍用 5G 寬頻專網技術整合成一高資安防護 5G 寬頻專網可以應用於民間各式通信系統上，未來並可進一步應用於 6G 系統的開發上。

#### **4. 以 AI 硬體系統帶動創新智慧化科技應用：**

- (1) 研究團隊將將複雜戰場環境之目標辨識、地形判斷、景物識別、人臉辨識 人工智慧演算法與複雜戰場環境下 AI 加速運算與無線通訊保密網路平台整合成智慧自主無人機群，結合高資安防護 5G 寬頻專網系統，可以運用於軍方的戰場智慧決策支援系統，提供戰場指揮官及時情資下達指令。這個系統可用於民間的工廠自動化、公司、廠庫及大樓的安全維護系統。
- (2) 在無人自駕技術研究，將開發出於惡劣環境下避障與避撞的人工智慧深度學習智慧無人自主自駕控制技術與邊緣 (Edge) 人工智慧聲納前端感測與後端分析整合技術結合，並與計畫團隊所開發出來的高資安防護 5G 寬頻專網整合，應用於水面自主無人載具上。在民間應用部分，廣泛用於船舶控制、港口航運控制系統。

#### **5. 研製新型無人噴射機：**

陽明交大機械系近年來在學術界已累積優異的航太設計能力與人工智慧演算法開發能力，如圖 7.2.1 所示。未來十年可以結合國內飛機引擎製造廠商，開發新型智慧無人噴射機。研製成果具備最大推力 100 公斤、續航時間 1 hour、最高飛行速度 600 km/hr、最大載重 300 kg 及擁有 Auto-takeoff、auto-landing、auto-pilo 等不同飛行模式的功能。未來可以編配陸軍及空軍航空部隊，執行狼群戰術，擔任無人偵察機，針對中共東南沿海敵情蒐集。亦可擔任電戰機，干擾並偵蒐敵人雷達參數。甚或搭載炸藥成為無人自主噴射轟炸機，攻擊敵人沿海或臺灣海峽上的重要目標。



圖 7.2.1：國立陽明交通大學精準入軌火箭引擎研究團隊示意圖

#### 6. 發展微衛星系統：

- (1) 臺灣因為國際政治環境因素，對外國防通訊主要僅依 4-5 條海底電纜與有限頻寬的中新二號地球同步軌道衛星，尤其是前者在戰時極易遭受中國破壞，因此極需要發展太空通訊，確保臺灣國防通訊與監偵能力。
- (2) 陽明交大在火箭發射技術上已有成效，未來可以積極協助國家微衛星計畫，發射低軌道微衛星能力，建立低軌道（Low Earth Orbit, LEO）微衛星星群保持臺灣對外通訊與其他重要國防應用。
- (3) 因為微衛星可攜帶進行軌道轉換（orbit transfer）的燃料極少，因此精準入軌（姿態與速度）與否對其在太空中操作壽命長短影響極大。

#### 7. 發展精準入軌火箭引擎：

陽明交大火箭研究中心研究團隊已具備開發火箭引擎系統（upper-stage rocket engine）能力。首先我們可以建立雙氧水混合式火箭引擎系統設計、製作與地面推力測試的標準流程，藉此流程開發一套微衛星載具入軌段高濃度雙氧水混合式火箭引擎系統（upper-stage rocket engine）。

#### 8. 發展雷射防禦系統：

雷射具有高能量集中性，快速精準，安靜，可針對目標物進行無聲的破壞能力。再過去的研究上常用來作為量測與偵測系統，但隨著高能雷射的開發與工業應用的普及，以雷射作為防禦性武器以成為各國進行國防武器的研究重點項目之一。未來陽明交大光電學院可以發展一套雷射系統，結合偵測、自動瞄準、追蹤目標，在目標上持續以雷射進行加熱升溫，造成其結構性損壞，以此建立起集偵察和攻擊能力於一身的雷射防禦性武器系統的製造能力。



圖 7.2.2：臺灣頂尖大學研究團隊代表國家參加美國 DARPAR 競賽

### 9. 發展水面/水下智慧無人自主載具：

現今陽明交大研究團隊在無人載具的領域已累積深厚的技術，近年來電機系王學誠老師研究團隊多次代表國家參加美國 DARPAR 競賽，也獲得不錯的成績(如圖 7.2.2 所示)。這些累積的技術轉移應用在臺灣國防科技的領域，可以迅速縮短建置期程降低成本，對臺灣國防的發展有莫大且快速的效益。因此本研究未來可以與國內傑出 DARPA 競賽團隊一起合作開發自主無人載具技術，並應用於水面無人載具掃雷技術，是可以增加臺灣的國防實力。

### 10. AI 人工智慧聲納主/被動辨識系統：

完整的主/被動聲納系統又大致分成「前端感測」與「後端處理分析」系統二大部份：

- (1) 在前端感測技術方面，本研究將由國內大學機械與電子電路相關領域科系，整合國內機械工具業與半導體業界共同開發以水中聽音器 (Hydrophone) 感測器與感測電路，同時掌握關鍵半導體電路、微機電製程與感測元件模型技術，並技術轉移，協助國內產業發展，達到國防工業深耕臺灣的目標。
- (2) 在後端智慧分析技術，現有的聲納監測均靠人力來辨識，人力辨識需經過長期的訓練，靠的是經驗的累積與傳承，且辨識的精確度不一致有高有低，因人而異。本研究將提出一個強大的演算分析法則，增加我軍辨識敵人水上及水下目標物的正確性。