林志民以仿腦ＡＩ改寫飛安、醫療、資安與機器人的未來

文字／鸞九辰　攝影／汪忠信

未來某天早晨，一臺人形機器人要端一杯熱咖啡給你，卻在走廊上遇到一只矮凳擋路，接著地板的一灘水漬又讓它差點滑倒，最終它仍順利把咖啡交到你手中。對人類來說，這是再簡單不過的過程，但機器人至少歷經三重關卡：首先取杯時，它的「模糊判斷」機制必須評估杯子的大小與重量，決定手掌張開幾分；遇到矮凳時，「大腦情感」系統開始盤算，該推開矮凳還是繞道而行；當遇水險些滑跤時，更需在短短幾微秒內，透過模擬人類小腦的「肌肉記憶」自動感應偏差，精準調修並驅動全身關節馬達補償扭矩，穩住身體。

這不是科幻電影的場景，而是第二十九屆國家講座主持人、元智大學電機工程學系講座教授林志民，在實驗室裡日夜鑽研的真實課題。

同樣叫ＡＩ，生成式ＡＩ與仿腦ＡＩ為何天差地遠？

想理解林志民的研究，得先跳脫ＡＩ就是ChatGPT的既定印象。眾所周知，生成式ＡＩ由美國科技巨頭砸下數千億美元打造，參數規模動輒上兆，堪稱包山包海；但它需要時間思考，回答時是以機率推算下一個字，因此偶爾會無中生有、一本正經地胡說八道，即所謂的「幻覺」。

林志民的仿腦神經網路則走上截然不同的道路，專注於解決特定問題，追求精準與透明；他說：「工程控制與科學研究絕不容許幻覺，我們打造的仿腦神經網路必須建構在嚴謹的數學與理論基礎上，推導過程完全透明、具解釋性，不然無法發表在最頂尖的期刊。」例如，利用「李亞普諾夫穩定性」理論（Lyapunov Stability），確保神經網路在學習過程中穩定收斂，不會產生不可預測的崩潰。

「人類的大腦是極為精密的智慧系統，我們希望ＡＩ能模仿人腦的神經網路，包含學習、記憶、回憶、推論、聯想等能力。」為此，林志民將人腦三大機制分別建立成演算法：模擬小腦的動作協調與記憶對映的「小腦模型」（ＣＭＡＣ）、模仿大腦面對危機時進行雙重決策的「大腦情感模型」（ＢＥＬＣ），以及處理如醫療影像診斷等複雜問題時，將模型擴大至參數達幾千萬的「深度學習模型」。



林志民

工程及應用科學領域

第二十九屆國家講座主持人獎

元智大學電機工程學系講座教授

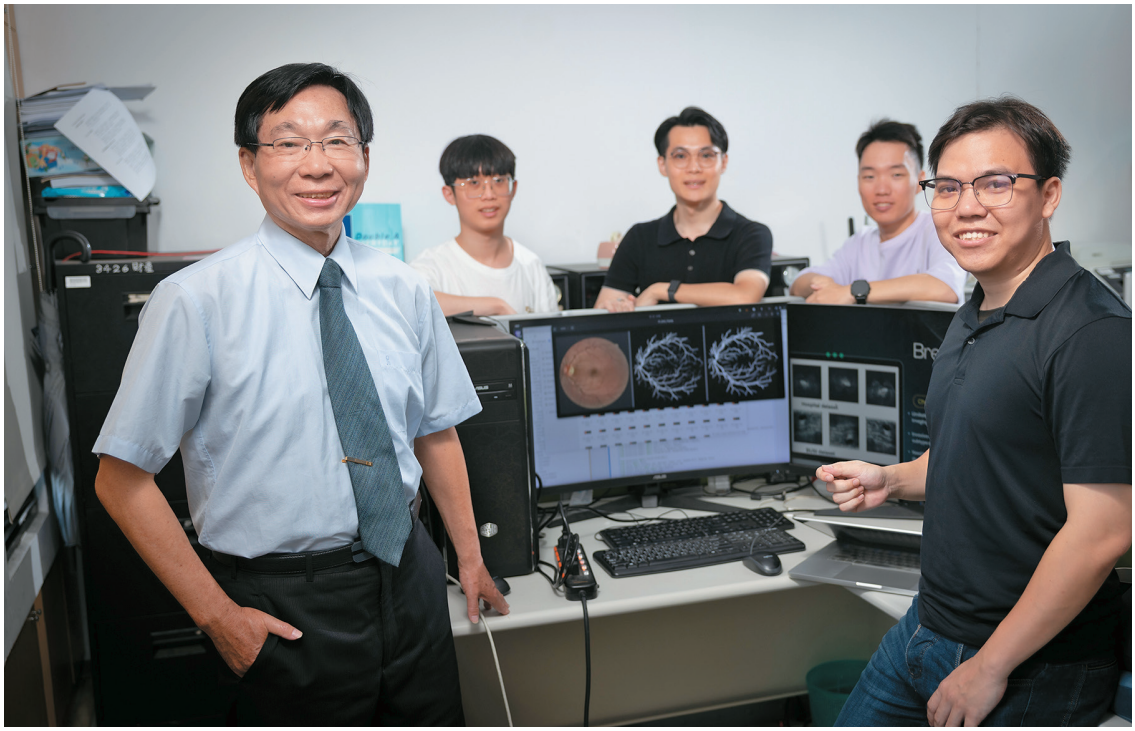
把「小腦」裝進電腦，因應微秒之間的生死一瞬

林志民鑽研「小腦模型」至今逾二十五載，鮮少人知道，一九九八年的大園空難是關鍵緣由之一；他回憶：「空難發生後，我不斷地思索，能不能透過人工智慧，創造一個比人類操控更安全、能處理突發強風的自動降落系統？」

於是，他想到把人類的「小腦」搬進電腦。小腦在神經學上主要負責體態平衡、姿態修正與各肌群動作協調，尤其當我們反覆練習某個動作，如學騎腳踏車，小腦會與大腦運動區合作，將複雜動作轉化為自動化的神經迴路，俗稱「肌肉記憶」，這就是為什麼學會騎腳踏車後，即使中斷多年，再次騎上車仍能瞬間自動反應。

林志民將此機制轉化為「小腦模型」，把大量飛行情境與應變方案預先「記憶」在演算法裡；一旦飛機遭遇瞬間強側風，CMAC能在微秒內調用最相近的記憶，發出修正指令、調整機身姿態，確保安全降落。

值得一提的是，林志民是全球首位將「模糊理論」引入小腦模型的學者。他以學開車為例，當教練說方向盤偏右一點時，我們不會精算車子偏航五度或三〇．五度，而是憑感覺判斷「偏很大，要修正多一點」或「偏一點點，輕輕調整就好」。這就是模糊理論（Fuzzy Logic），模仿人類表達的模糊性，讓AI面對充滿雜訊與不確定性的真實世界時，能像人類一樣從容應對。



是蛇還是樹枝？讓ＡＩ先閃躲、再冷靜判斷的「情感大腦」

如果說小腦模型賦予ＡＩ「即時反應」能力，林志民的另一項研究「大腦情感模型」，則希望ＡＩ兼具直覺警報與理性判斷。

他先描繪人類大腦的運作情境：當一個人走在森林裡，突然從樹上掉下一個黑影，在還沒看清是「蛇」還是「樹枝」時，你已經尖叫並往後跳一大步，這個「還沒看清就先躲開」的超快反射動作，就是大腦杏仁核發出的警報；緊接著，另一個腦區「眶額皮質」快速比對記憶，當你確認「只是一根樹枝」後便發出抑制訊號，讓你從驚嚇中冷靜下來、心跳漸趨平穩，這就是眶額皮質的「理性修正」功能。

「我們的大腦模型把情感因素融入決策過程，讓仿腦神經網路在遇見突發狀況時，不僅能即時反應，還可進一步進行比對與理性判斷，避免過度反應，做出更安全合理的決策，」林志民解釋。

從醫療診斷到資安防護，仿腦技術如何守護你我的日常？

林志民的研究從來不止步於實驗室，他說：「做研究，最重要的是對人類和社會有貢獻。例如開發的小腦模型用於精

準診斷糖尿病、心臟病、肝炎或乳腺癌，當學生意識到自己的成果能改善人類健康時，就會產生極大的動力主動投入。」

在智慧醫療領域，林志民團隊長年與亞東醫院、臺北榮總等頂尖機構合作，將仿腦模型應用於疾病影像診斷。他以乳房腫瘤為例指出，單純由ＡＩ或醫師判讀時，準確率約九成；若採「ＡＩ輔助判讀＋醫師最終決策」的聯合模式，準確率躍升至九五％以上，在大型公開臨床數據庫驗證中更可達九九％。

「ＡＩ系統就像最可靠的助手，能協助醫師做出最佳決策。」林志民表示，這項技術不僅降低誤診率，更能早期發現微小病灶，避免病患進行不必要的切片或手術等侵入式檢查，減輕身心負擔。

除了診斷準確，他也十分重視模型輕量化和資安防護。林志民直言：「傳統大型ＡＩ或高階診斷設備動輒數百萬元新臺幣，通常只有大型醫學中心能配備；若能做到輕量化與低成本化，智慧診斷設備就能普及至偏鄉衛生所、基層診所，甚至用於離島遠距醫療，真正造福大眾。」

在資安領域，他開發的「４Ｄ混沌加密系統」，不僅是整合小腦模型、大腦情感模型與第二型模糊邏輯（Type-2 Fuzzy）的代表作之一，甚至因多增加一個維度的數學複雜度，使加密軌跡呈現指數級的不可預測性。

「為確保病患腦電波（ＥＥＧ）訊號和醫療影像的傳輸安全，我們將其隱藏於極度不規則的混沌軌跡中發送，即便訊號被駭客攔截，只要不知道解密公式，便完全無法破解。」林志民透露，為讓理論走向實際應用，他已將這套加密系統整合進僅新臺幣幾百元的微型晶片中，落實低成本的物聯網與醫療資安防護。

至於現今備受關注的具身智能領域，林志民團隊正著手開發軟體模擬模型以解決「現實差距」，他解釋：「在機器人進入實際應用前，先於虛擬環境中讓它學習應對路面濕滑、碰撞、負重等突發狀況；但之後仍須經歷實測、反覆修正與強化學習的循環，方能讓系統真正成熟落地。」

ＡＩ時代如何不被取代？林志民給未來人才的關鍵提醒

「如果只是為了寫程式而寫，你會很痛苦；但如果是為了拯救生命、實現夢想而研究，你就會樂在其中。」同時，林志民提醒學子們，在ＡＩ時代，不僅需具備自學能力、團隊合作與不恥下問等三大特質，還要懂得「軟硬兼施」，因為只會寫軟體容易被ＡＩ工具取代，唯有掌握將演算法實作於晶片的軟硬體整合能力，才是不可取代的關鍵。