

MCU 結合 AI 的現況

■文：馬承信



照片人物：工研院產業科技國際策略發展所系統 IC 與製程研究部范哲豪

市面上很多電子產品設計都是運用 MCU (微控制器)，MCU 已經自然的融入在我們生活當中。現今，隨著智慧化趨勢眾多企業開始在 MCU 上運用 AI 的特點，注重 MCU 結合 AI 的開發。

工研院系統 IC 與製程研究部范哲豪表示，在 MCU 上面運用 AI 的機會非常多，生活中應用 MCU 的行業非常廣泛。應用的好處在於降低功耗、降低成本、快速上市、直接在前端處理不需要再丟到雲端運算；相對的，也有三個難度，第一個是算力非常弱，從運算時脈傳統的 8 bit，到 Arm 的 Cortex M3 系列最多做到 120 MHz，跟傳統 Embedded 或 CPU GHz 來比有著明顯的差距。第二則是缺少建模和訓練工具，要在 MCU 上實現 AI 計算的整體流程必須分為 PC 端

工具以及 MCU 終置端，在 PC 端收集數據，使用 AI 建模軟體來訓練模型，在 MCU 硬件與數據部份是運行 AI 模型的基礎環境，通常只做推論而不做學習。而最後一點則是缺少集成工具，對於 MCU 來說，以往都在雲端運算並建模，但建完後的模都是非常大的，不適合 MCU 去使用，還有開發工具難度，這都是目前廠商比較缺乏。

而在機會上，可以看到 MCU 廠商都在增加效能，像是 Arm 的 Cortex M7 系列已經可以跑到 1 GHz，可以處理一些外部的 DRAM。MCU 的運算時脈越來越快，硬體雖然可以跑 AI 的運算，但要在演算法上更加精進，須要有另外 AI 加速器廠商的搭配，讓開發工具做改善。

tinyML 被受重視

在大趨勢朝向更精簡的模型下，tinyML 受到重視。tinyML 是指超低功耗的機器學習在物聯網各種裝置端微控制器的運用，而 tinyML 通常功耗為毫瓦 (mW) 級別甚至更低，因此可以支援各種不同的電池驅動設備，和需要始終在線的應用，例如智能攝像頭、遠端遙控、可穿戴裝置等等設備。無論是算法、網路、低於 100KB 的 ML

模型，tinyML 都已取得重大突破。今年 2 月在美國矽谷舉行的產業會議，tinyML 議題更加被重視，且多家廠商如英偉達、Arm、高通、GOOGLE、微軟、三星以及各家新創公司都紛紛展示最新成果。

傳統 MCU 廠商在 MCU+AI 的布局

瑞薩 e-AI 端點嵌入式設備人工智慧應用

瑞薩電子 (Renesas) 從端點智慧入手，而不只靠在雲端使用大資料來解決。憑藉靈活可擴展的嵌入式人工智慧 (e-AI) 概念，瑞薩電子面向未來提供即時低功耗人工智慧處理方案，以滿足端點嵌入式設備人工智慧應用的特定需求。

瑞薩的可動態重配置處理器 (DRP) 的 AI 加速器，可以搭配瑞薩自身的 MCU 做應用。瑞薩提出 e-AI (嵌入式人工智慧) 開發環境，可在 MCU 實現 AI 推論，可以把模型在 e2 studio 的工具裡面轉換成想要的形式，並且符合 C/C++。

NXP 的 eIQ 工具計畫

NXP 的 eIQ 機器學習軟體開發環境支持在 NXP MCU、i.MX RT 跨界處理器 (該詞由 NXP 創造，形容新裝置類型，兼具應用

處理器的性能及 MCU 的易用性、低功耗與即時操作) 和 i.MX 系列及 SoC 上使用機器學習算法。eIQ 軟體包括推理引擎、神經網路編譯和優化庫。這工具可以支援 NXP MCU、i.MX RT 跨界處理器以及 i.MX 系列 SoC 上機器學習算法。

eIQ 框架包含 Cortex-M、A 核以及 DSP、GPU 和 ML 加速器，其中 ML 加速器可以跨平台、跨處理器和 MCU。

Microchip memBrain 神經形態記憶體解決方案

Microchip 透過旗下子公司冠捷半導體 (SST)，推出可大幅降低功耗的類比記憶體技術——memBrain 神經形態記憶體解決方案。由於當前的神經網路模型可能需要 50M 或更多的突觸來處理，因此為晶片外 DRAM 提供足夠的頻寬變得困難，成為神經網路計算的瓶頸，同時導致整體計算功耗的提高。

Microchip 針對神經網路的向量矩陣乘法 (VMM) 執行進行優化，透過類比儲存計算方法改進 VMM 的系統架構規劃，提高邊緣 AI 推理能力。與傳統的數位 DSP 和 SRAM/DRAM 的方法相比，新產品的功耗降低了 10 到 20 倍。

意法半導體推動 Edge AI 運作在嵌入式節點設備的技術

意法半導體 (ST) 也為開發工具做出創新。ST Cube.AI 人工智慧神經網路開發套件，目標是將 AI 導入採用 MCU 的智慧設備，位

於節點邊緣，以及物聯網，智慧建築、工業和醫療應用中的嵌入式設備。

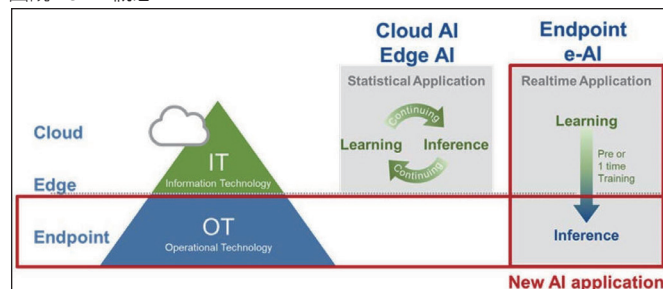
現在開發人員可以使用 STM32Cube.AI 將預先訓練的神經網路轉換成可在 STM32 微控制器上運作的 C 程式碼，以及經過優化的函數庫。

STM32-Cube.AI 附帶即用型軟體功能包，其中包括用於識別人類活動和音頻情境分類的範例代碼，可在 ST SensorTile 參考板和 ST BLE Sensor 行動 App 立即使用這些範例程式碼。

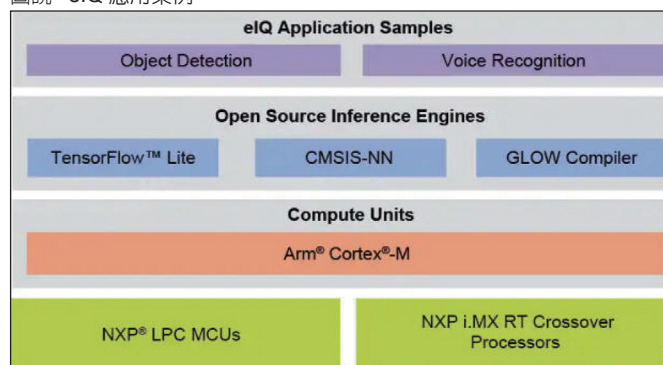
使用者可以在意法半導體的 STM32-CubeMX MCU

軟體程式碼產生器的生態系統內配置和下載 STM32Cube.AI 擴充包。

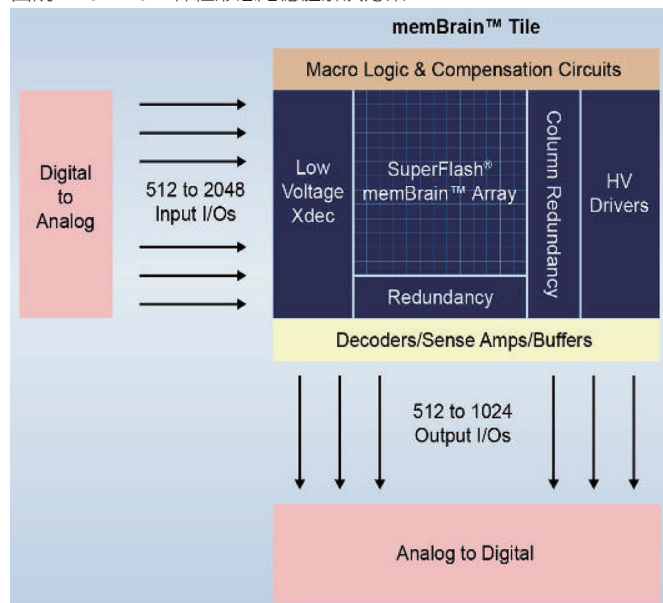
圖說：e-AI 概念



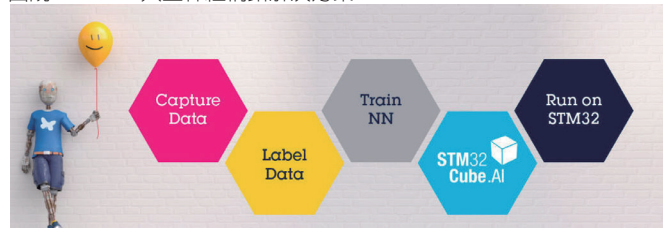
圖說：eIQ 應用案例



圖說：memBrain 神經形態記憶體解決方案



圖說：STM32 人工神經網路解決方案



Arm 供數十億個裝置應用的終端人工智能

Arm Cortex-M55 處理器與 Ethos-U55 微型神經網路處理器將終端人工智能的好處推向數十億個裝置與人們。它們為微控制器提供顯著的 AI 效能提升，帶動了次世代的物聯網與嵌入式裝置。它們延伸了業界最廣的 ML 處理解決方案的產品選項，並維持統一的軟體工具，同時大幅簡化開發人員的工作，為運算帶來全新的世代。

新創公司在 MCU+AI 的產品布局

Syntiant 與 Sensory 合作 AI 音訊辨識處理

2020 年 CES 展會上，Syntiant 與 Sensory 宣布，Sensory 高性能 TrulyHandsFree 喚醒引擎與語音控制解決方案，支援 Syntiant 的微瓦級 (microwatt-power) 神經決策處理器 (NDP, Neural Decision Processors)。

NDP 100 可以置入空間受限的手機和助聽器中。NDP 101 則可做為智慧喇叭等大型系統中的主要系統單晶片。

XMOS 的 Xcore.AI「跨界處理器」

英國語音與音訊方案供應商 XMOS 發表專用於機器學習的 Xcore 處理器核心，從而為人工智慧物聯網 (AIoT) 應用打造新的跨界處理器 (crossover processor)。

Xcore.ai 採用 XMOS 專有的

Xcore 架構。Xcore 本身建立在稱為邏輯核心的建構模組上，可用於 I/O、DSP、控制功能或 AI 加速。

Eta Compute 的 ECM3532

AI 晶片初創公司 Eta Compute 推出首款量產的邊緣 AI 晶片 ECM3532，以僅 100μW 的功率可實現物聯網中的在線圖像處理和傳感器應用，號稱能效是其競品的 100-1000 倍。ECM3532 為雙核 (Arm Cortex-M3 和 NXP CoolFlux DSP) SoC，可支持用於電池供電或能源採集設計的微瓦級傳感氣融合運用。

Gree Waves 的 GAP8 多核心處理器

法國無晶圓廠 IC 設計公司 GreeWaves Technologies 即將投片其 GAP8 多核心處理器，GAP8 處理器來自義大利波隆納大學與瑞士蘇黎世聯邦理工學院開發的 RISC-V 開放源碼軟體 PULP 核心技术轉移。GAP8 採用 8 顆 PULP 核心以及 1 個 TensorFlow 處理器元 (TPU)，為基於硬體的模式匹配應用加速卷積神經網路。

這款晶片的設計目的在於導入位於 AI、IoT 和微控制器可能都使用到的電池終端設備。

Esperanto 64 位元 7nm 處理器

Esperanto 即將推出的 64 位元 7nm 處理器，Esperanto 表示它將利用 OCP(Open Compute

Platform，開放計算平台)、Facebook 的 Pytorch 框架、Glow 編譯器以及 ONNX(Open Neural Network Exchange，開放神經網路交換)等標準來加速人工智慧和機器學習工作流。

Picovoice 的軟體語音 AI

Picovoice 它生產的軟體可以辨識語音命令，它只是運行在一個價格不超過幾美元的小微處理器上嗎？目前已經在與各大家電公司合作開發語音控制設備

被蘋果收購的 Xnor.ai

蘋果以 2 億美元收購一家開發以裝置運行人工智慧的新創公司 Xnor.ai。

Xnor.ai 的技術標榜能讓低階硬體執行 AI 演算法，預計能強化 iPhone 相機的影像處理能力，減少耗電力，用於智慧音響 HomePod，以 AI 提供智慧家庭功能。

裝置端 MCU+AI 晶片是未來的發展趨勢

范哲豪表示，裝置端 MCU+AI 晶片因具低延遲、高隱私等特性是未來的發展趨勢。而新舊 MCU 廠商的策略大不同，傳統廠商會以 ARM 的方式為主，新創則不一定。但針對軟體的部分，MCU 廠商除了專注在精進開發工具上面，搭配一些軟體的廠商，便可以從軟硬體、開發工具上面來做一個有效的結合，對未來加入市場會是一個很好的幫助。 CTA