

# 數位化轉型中的 MCU



Arm 首席應用工程師張維良



Imagination Technologies 異質運算產品管理資深總監 Shreyas Derashri



恩智浦半導體大中華區資深行銷經理黃健洲



Silicon Labs MCU 產品經理 Eric Bauereis

■文：徐俊毅

這兩年，全球各地的人們都在與 COVID-19 病毒進行不懈地鬥爭，疫情也在很多方面改變了人類的生活方式，並加快了全球的數位化轉型。在全球數位化轉型這一過程中，大量技術被釋放出來，產品研發進程得到加速。越來越多包含 MCU、MPU 的設備被製造出來，成為數位世界的一部分，他們正變得無所不在，為我們變得不方便的工作生活提供方便，很多設備還能保護我們的健康。

歷經半個世紀發展的 MCU，如何應對時下困難，滿足各種各樣的需求？我們有幸邀請到幾家知名公司共同來探討這一話題。

## 異構 SoC 架構 MCU 或 MPU 更好滿足未來需求

“MPU 開始朝多重處理器的趨勢邁進，兩者都會採用多重處理器的配置。每個 MCU 的內部都是一

顆 CPU( 中央處理單元 )，有些還會配置第二或第三核心負責處理專屬功能，包括從無線電到機器學習等各種任務。估計這項趨勢還會延續。”Silicon Labs MCU 產品經理 Eric Bauereis 說。

SoC 架構方面的挑戰是平衡元件面臨的要求，以更高的效率完成任務。多重核心在這方面將持續扮演重要角色。包括管理通訊、資料、排程等作業也將變得更加複雜。最大的挑戰很可能是如何管理在多重核心元件上運行的軟體。

隨著物聯網與 AI 的進展以及 5G 的推出，更多的終端智慧讓小型且成本敏感的裝置，愈來愈有聰明、功能也愈來愈強，同時因為對雲端與網際網路的依賴較小，也將具備更高的隱私性與可靠度。

“異構的架構將越來越普遍，因為應用越來越廣泛—特別是 AIoT 的崛起，對效能需求越高，就越需要特殊的加速器、或是專用運算單

元，來滿足這部份需求”Arm 首席應用工程師張維良表示。

Arm 在 Cortex M 系列的最新產品中就加入了專門針對機器學習的一系列功能。例如：ArmCortex-M55+Ethos-U55 組合：Ethos-U55 就是針對 Cortex-M 平臺推出的業界第一個微神經網路處理器 (microNPU)，Cortex-M55 結合 Ethos-U55 為微控制器帶來 480 倍 - 跳躍式的機器學習效能。

Imagination 異質運算產品管理資深總監 Shreyas Derashri 指出：各界普遍認同摩爾定律與 Dennard 縮放定律已走近終點，在此同時運算需求的成長速度卻日漸加快。據估計運算需求每年成長 10 倍 ( 相較過去每 18 個月成長 2 倍 )。因此，未來將會需要更加複雜的異質化 SoC 架構。

“多核和異構的 SoC 架構是恩智浦 MCU 和 MPU 設計技術趨勢之一。”恩智浦半導體大中華區

資深行銷經理黃健洲表示。

因此，恩智浦 MPU 新產品將結合更高效能的應用核心、獨立的 MCU 式即時域、Energy Flex 架構、與恩智浦獨有並是業界最先進的 EdgeLock 安全隔離區 (secure enclave) 和專用多感測數據處理引擎 (可處理圖形、圖像、顯示、音訊和語音)。它需要重組 IP 設計，例如為了達到 Energy Flex 架構，它需要重新定義應用域 (application domain)、即時域 (Real-time domain) 和彈性域 (flexible domain)，以管理和控制 MPU 電源，達到提高效率和節省電源。

## MCU 與 MPU 已經不再有明顯邊界

“MCU 與 MPU 之間的界線越來越模糊。依我個人來看，區別 MCU 與 MPU 其中的一個方法就是工作頻率，雖然選擇頻率是很主觀的工作。另外還可以用其他標準來區別兩者”Shreyas Derashri 說。

架構一 MCU 目前正逐漸朝 32 位元發展。MPU 通常為 32/64/128 位元，目前朝 64/128 位元架構邁進。另一項架構區別則是記憶體架構。MCU 通常採用簡單的無快取架構，需要更趨決定性的即時工作模式。

Shreyas Derashri 表示，在最近，發展出內嵌快取晶片的 MCU，就不需要外部記憶體。這種設計促成業界開發出 MCU 支援的壓縮指令集。

MPU 鎖定更高效能，因此採用較複雜的記憶體架構，包含快取以及支援虛擬記憶體系統。最後一點，MCU 屬於單核架構，而 MPU 可能是單核心或多核心。

使用情境 - 應用中採用的 MCU 負責直接解譯與控制來自感測器與制動器的訊號。MCU 晶片靠著內建的專業週邊元件，逐漸變成無須依賴外部的全功能晶片。MPU 更偏向泛用型元件 — 應用在 richOS 環境 (像是 Linux、Android 等作業系統)，需要搭配外部週邊元件組建成完整的運算系統。

Eric Bauereis 認為：MCU 專注在控制層面 (微“控制器”單元)，涵蓋類比輸入與輸出的控制動作。同樣對 MCU 相當關鍵的是內嵌記憶體用來存放所有需要的資料。有些高階產品針對額外記憶體配置專屬連結埠，但這屬於例外狀況。MPU 屬於非控制器類型的處理器，專注於處理資料，而非處理或量測類比輸入或輸出訊號，它們沒有內嵌 DRAM 記憶體，但幾乎都會用外部記憶體來存放程式資料，速度屬於次要參數。

實際上，高性能的 MCU 已經可以運行作業系統。

比如：恩智浦的跨界 MCU 系列。i.MX RT 產品系列已能達到 1GHz 效能。恩智浦使用核心和操作系統執行來定義 MCU 和 MPU。如 MCU 是指使用 ArmCortex M 核心或 NXP 專有 DSC 和 8bit 核心，並在各種即時操作系統上運行。MPU 則是定義為使用 Arm Cortex A 核心，在 Linux 或 Android OS

上運行。也正是因為性能和功能不斷提升，設計人員在選擇時會更多地從需求角度出發，而非局限於刻板的定義。

## 對於 RISC-V 的看法

RISC-V 一直是 MCU&MPU 領域的熱門話題，MCU 供應商基本表現出了謹慎樂觀的態度，有些已經著手相關產品研發。

Imagination 尤為樂觀：RISC-V 市佔率正持續攀升，尤其是低階 MCU 領域中，其已逐漸取代 Arm 32 位元 MCU(Cortex-M)。預估到了 2025 年 RISC-V 晶片的累計出貨量將超過 6500 萬。目前進入障礙較低的產業生態系，比較容易從中覓得機會。

“儘管恩智浦目前並沒有 RISC-V 作為主 CPU 的產品，但恩智浦計劃在某些 NXP 新處理器子系統中將 RISC-V 作為共同處理器”恩智浦的黃健洲說。

Silicon Labs 認為：RISC-V 架構仍在持續演進，相比其他成熟的 RISC 價格，最大的差異顯然是忠誠度、可用的工具、軟體，以及新架構在沒有大量測試及實用基礎下的信心度等。RISC-V 的成熟度將取決於需求，而需求則有賴於易用性、價位、信心，因此成長或與成熟度就形成互為因果的關係。

“許多消費應用深受價位以及亞太市場政策層面影響，這種環境很可能推動業界率先採用 RISC-V 設計”Eric Bauereis 表示。

### MCU 供應緊張會持續到 2022 年

從目前市調公司的公開資訊報告看來，供應鏈吃緊的情況可能會延長至 2022 年。

“對於設計人員而言，提前下單是避免長交期的方法之一；另一種方法是基於 2 種不同的 MCU 設計作為備案，如使用恩智浦 KL 和 LPC8xx MCU 系列進行設計，可互為備案。”NXP 黃健洲表示。

Silicon Labs 對於 MCU 表達了類似觀點：預料在明年整年這樣的分配或至少供應層面的挑戰將會延續。

“最好的作法是與晶片供應商密切合作。如果能像團隊一般合作，元件供應商將能做出許多讓步。雖然這並不需要規劃或協作，但由於供應問題很可能再延續一年半或更久，因此確實值得投入更多心力。”Silicon Labs 的 Eric Bauereis 說。

### MCU 在邊緣計算領域展示著各種 “才能”

在邊緣計算領域，MCU 要負責處理各式各樣的情況，包括感測器信號、連接、設備控制等等，系統的多樣性被展現得淋漓盡致。

Silicon Labs 認為：邊緣運算是一種架構選擇，對於應用有很高的依賴性。此外由於物聯網元件的功能快速改進，因此應該經常重新評估這個領域。

Arm 首席應用工程師張維良指出：從技術趨勢角度，現階段在邊緣節點有以下幾個方向是技術和

產品的熱門區域：震動 (Vibrance)，語音 (Voice) 和視覺 (Vision)。<sup>1</sup>

“就恩智浦的觀察，安全、智慧家居、還有機器學習相關，領域展示了較為強勁的市場潛力”恩智浦的黃健洲舉例說：

- 適用於電子鎖、智慧門禁等應用的臉部識別功能
- 適用於智慧家居、智慧音箱、家庭影院、視訊會議等的語音 / 音訊輔助功能
- 適用於安全門禁、電子鎖等應用的指紋識別功能
- 適用於姿勢檢測、AI 機器人、智慧零售等應用的機器學習

Imaginaiton 補充了雲端遊戲和智慧住宅 / 智慧建築，同樣將帶動邊緣運算市場的發展。

應因邊緣應用兼具高效能和安全基礎的市場需求，意法半導體新一代超低功耗微控制器 STM32U5 系列面世，採用高效節能的 Arm Cortex-M33 處理器，以滿足穿戴式裝置、個人醫療設備、家庭自動化和工業感測器等智慧應用對功耗性能比的嚴格要求。

STM32U5 降低功耗的同時提升處理性能。新產品線還增加現圖說：意法半導體 STM32U5 系列

今應用所需的最新技術，其中，先進網路安全功能包括針對 PSA 和 SESIP( 物聯網平臺安全評估標準 ) 三級標準的硬體安全功能，圖形加速器可實現功能豐富的圖形化使用者介面，提升使用者體驗。

### COVID-19 疫情加速 Embedded / MCU 市場成長

COVID-19 疫情在全球各地反復蔓延，已經大大改變了人們的生活工作方式。

“隨著遠距工作成為普遍常態，對於個人化與居家運算的需求勢必會隨之增長。這也將促成網路端的需求跟著水漲船高”Imagination 的 Shreyas Derashri 表示。

張維良表示，根據 Arm 於 2020 年 8 月與麻省理工學院科技評論洞察 (MIT Technology Review) 合作的訪談報告顯示，超過 62% 的受訪者表示，他們正在投資並使用 AI 技術。來自大型企業組織 ( 年營收超過 5 億美元 ) 部署率較高，接近 80%。較小型的企業組織 ( 營收低於 500 萬美元 )



的部署率則為 58%。1/3 的受訪者表示，2020 年新冠疫情的爆發加速了他們在 AI 策略上的部署。超過半數企業將 AI 部署在終端裝置或邊緣運算：在越來越需要極低延遲的數據存取，以及端點 / 邊緣處理能力的應用上，為了兼顧成本效益及運算效率，越來越多應用將往數據產生的來源靠近。同時，AI 對幾乎所有商業與社會活動層面的衝擊持續擴大，讓企業領袖必須正視 AI 能否在負責任的規範下使用。因此在邊緣運算上，也衍生出對軟硬體攻擊以及保護隱私等運算能力的強烈需求。

“Arm 正與生態系夥伴合作，確保那些不同且持續演進的工作負載，能在各個裝置與作業系統上，簡單地轉移、維護與部署，同時還能無縫地連接到所有的雲端服務。例如 Arm 推出的 Project Cassini，這是個開放、建立標準架構的提案，目的是在安全的 Arm 終端生態系上，為開發者達成統一且簡化的 AI 體驗。”Arm 張維良說。

因應疫情產生的非接觸需求增加，同時物聯網從家庭自動化領域已經拓展到如暖氣、通風與空調 (HVAC)、車庫門和電風扇等家庭控制領域，以及在建築和工業自動化領域的加速應用，市場對高度整合、安全可靠的物聯網 (IoT) 連線性的需求前所未有的增加。

“因為疫情影響，語音輔助或非接觸式的新要求越來越多，如語音控制撥入會議系統、停車場支付機流程等。臉部識別、遠端醫療診斷、遠端監控、可穿戴式的醫療保健設備也帶給嵌入式系統 MPU 和 MCU 新機會。”恩智浦的黃健洲表示。

**Silicon Labs**：顯然疫情導致一些消費與醫療元件的需求增加。大量在家工作的情況加速了包括家庭自動化在內許多領域對電子產品需求的長期趨勢。製造業也意識到工業自動化降低人力勞動的利益。“我們預計一旦供應鏈恢復正常，其他領域將增加對 MCU 和物聯網裝置的使用，以提高自動化並簡化連接”Silicon Labs 的 Eric Bauereis 表示。

物聯網從家庭自動化領域已經拓展到如暖氣、通風與空調、車庫門和電風扇等家庭控制領域，以及在建築和工業自動化領域的加速

應用，市場對高度整合、可靠和安全的工業物聯網 (IIoT) 連線性的需求前所未有的增加。

**Microchip 無線解決方案事業部副總裁 Steve Caldwell**表示：「隨著攻擊事件的增加，傳統的軟體資料加密已不足以保護資料傳輸的安全。設備需要一個硬體編碼、可驗證和可信任的身份才能安全地連接到雲端。」

**Microchip 高度整合的 WFI32E01PC** 是一款為雲端平臺預設置，支持 Trust&Go 安全平臺的 Wi-Fi 微控制器模組。與現有設備不同，Microchip 的新技術包括頂尖的 PIC32 微控制器核心、豐富的周邊支援和成熟的硬體安全平臺。新技術不僅能提供 Wi-Fi，還能充當整個工業互聯網系統的強大微控制器核心。除工業應用外，WFI32E01PC 還適用於家庭自動化設備、計算和消費性產品。 CTA

圖說：WFI32E01PC 是支持 Trust&Go 安全平臺的 Wi-Fi MCU



<sup>1</sup> 備註：Arm 指出邊緣節點技術的三個方向點

■震動 (Vibrance)：包含來自多種感測器數據的處理，從加速計感測器到溫度感測器，或來自馬達的電氣訊號。它可將智慧帶進 MCU 中的終端 AI 的進展，產生不同應用領域，包括溫、濕度、壓力檢測、物理檢測 (如滑倒偵測)、物質偵測 (如漏水、漏氣)、磁通量偵測與電場偵測等等。運用震動分析的預測性維護 (PdM)，在旋轉型機器密集的製造工廠裡相當常見，可以揭露鬆脫、不平衡、錯位與軸承磨損等狀況。

■語音 (Voice)：語音啓動在智慧家庭應用中很常見，例如智慧音箱，而它也逐漸成為啟動智慧家庭裝置與智慧家電的語音中樞，如電視、遊戲主機與其它新的電器。在工業環境中，供車床、銑床與磨床等電腦數值控制 (CNC) 機器使用的電腦語音引擎正在興起。語音整合在車輛中也相當關鍵，因為語音有潛力成為最安全的輸入模式。OEM 代工廠商持續對車載娛樂系統中的語音辨識系統，進行大量投資。

■視覺 (Vision)：終端 AI 提供視覺領域全新的機會，特別是與物件檢測及辨識相關。包括觀察生產線的製造瑕疵，以及找出自動販賣機需要補貨的庫存。其它實例包括農業應用，例如依據大小與品質為農產品分級。曳引機裝上機器視覺攝影機後可即時檢測出雜草、分類其種類、分析其對農穫的威脅、進而客製化除草解決方案。在工業上，包括利用熱顯影來監控自動機器零件的溫度，讓任何異常情況很快變得顯而易見。具備終端 AI 能力的裝置，可以長期檢測微細的變化，觸發排程系統，自動採取適當的行動來預防零件故障。