

數位化轉型中的 MCU



Arm 首席應用工程師張維良



Imagination Technologies 異質 恩智浦半導體大中華區資深行銷
運算產品管理資深總監 Shreyas Derashri



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 的内部都是一

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 and 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 — 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 晶片靠著內建的专业週邊元件，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)。¹

“就恩智浦的觀察，安全、智慧家居、還有機器學習相關，領域展示出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

Imagination 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)



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地增加。

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

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

震動 (Vibration): 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，包括溫度、濕度、壓力檢測、物理檢測 (如滑倒偵測) 、物質偵測 (如漏水、漏氣)、透過量測與電場偵測等等。運用震動分析的預測性維護 (PdM)，在旋轉型機器系統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): 語音動在智慧家庭應用中很常見，例如智慧音響，但它也逐漸成為驅動智慧家庭裝置與智慧車載的語音中樞，如電視、遊戲主機與其它新的電腦。在工業環境中，供車床、銑床與磨床等電腦控制 (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 代工廠商將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來產品分級。透過相機上機器視覺攝影機後可即時檢測出雜草、分類其種類、分析其對農場的威脅、進而客製化行動方案解決方法。在工業上，包括利用熱顯影來監控互動機器零件的溫度，讓任何異常情況很快便覺明顯而易見。具備終端 AI 能力的裝置，可以長期檢測複雜的變化，應付排程系統，自動採取適當的行動來預防零件故障。