

# 選擇微處理器還是微控制器？

每項新的應用設計都需要一個微控制器或微處理器。當在兩者之間選擇其一時，需要考慮一些因素。以下是微處理器、微控制器以及異構架構的概述。

■作者：王灝 / 儒卓力數位產品經理

考慮選擇微處理器 (microprocessor, MPU) 或者微控制器 (microcontroller, MCU) 時，應用類型通常是關鍵因素。另一方面，最終選擇則取決於如作業系統和記憶體之類的因素。不過，有時可以將微處理器和微控制器核心結合使用，這稱作異構架構。

## 作業系統

對於一些基於 Linux 或 Android 作業系統的計算機密集型工業和消費性應用，需要大量高速連接或功能範圍廣泛的使用者介面，微處理器就是最佳選擇。這是因為大多數微控制器都沒有作業系統，而只有裸機程式，藉助於順序處理迴圈和狀態機，幾乎無需任何人為干預即可執行程式。然而，許多高性能微控制器可以支援諸如 FreeRTOS 之類的即時作業系統 (RTOS)，可為需求硬即時行為 (hard real-time behavior) 的應用程式提供確定性反應和即時反應。

作為具有許多免費軟體、廣泛硬體支援和不斷發展的生態系統的通用作業系統，嵌入式 Linux 取得了巨大的成功。它的另一個優點就是沒有使用者或授權許可費用。不過，與嵌入式 Linux 一起執行的應用程式至少需要 300 至 400 DMIPS (ARM-Dhrystone MIPS) 效能，因此較適合使用微處理器。微控制器沒有足夠的計算能力和記憶體來應付此類應用。

如果是用於複雜或對即時性要求高的控制系統，RTOS 就很有用，但至少要配合 50 DMIPS 的高效能微控制器。這比嵌入式 Linux 所需的性能要求要少得多。傳統的 RTOS 設計精簡，因此可以在

微控制器上執行。就即時計算硬體時而言這是合理的，例如用於車輛的防鎖死煞車系統，若反應時間過長會帶來致命的後果。即使必須支援大量的功能、中斷源和標準通訊介面，也建議使用帶有 RTOS 的微控制器。

## 記憶體

微處理器與微控制器之間的另一個主要區別，就是微處理器依賴外部記憶體來儲存和執行程式，而微控制器則依賴嵌入式快閃記憶體。在微處理器中，程式通常儲存在非揮發性記憶體中，例如 eMMC 或串列快閃記憶體。在啟動過程中，將其載入到外部 DRAM 中並在此執行啟動程式。DRAM 和非揮發性記憶體都可以具有數百 MB 甚至數百 GB 的容量，這意味著微處理器幾乎從來不受儲存容量限制。但有一個潛在缺點：外部記憶體可能會使得 PCB 佈局的設計變得更加複雜。

即使是當前的高效能微控制器，例如由意法半導體 (STMicroelectronics) 生產的 STM32H7，最多也僅提供 2 MB 程式記憶體，對於許多需要作業系統的應用而言可能不足。由於程式位於晶片內建的記憶體中，因此其優點是執行啟動和重置過程的速度明顯更快。

## 計算能力

計算能力是典型的選擇因素。不過，在這方面，微處理器與微控制器之間的界線變得模糊了。例如，如果我們將 ARM 架構視為微控制器和微處理器市場中分佈最廣泛的架構之一，就變得顯而易見了。

ARM 提供了不同的處理器體系結構以滿足各種要求：

- Cortex-A 提供了最高性能，並且已經針對綜合作業系統進行了最佳化。它們主要部署在功能強大的設備中，比如智慧手機或伺服器。
- Cortex-M 較小，具有更多的晶片內建周邊功能，能耗較低，並且針對嵌入式應用進行了最佳化。
- Dhrystone 是比較不同處理器效能的測試基準。根據該基準，普通平價微控制器具有 30 DMIPS，而當前性能最高的微控制器（包括嵌入式程式快閃記憶體）與這些平價微控制器的差距高達 1027 DMIPS。相比之下，微處理器的起步點約為 1000 DMIPS。

## 能耗

微控制器在能耗方面表現出色，要比微處理器優先很多。儘管微處理器具有節能模式，但其能耗仍然比典型的微控制器高得多。而且，微處理器使用外部記憶體，因此比較難切換到節能模式。對於需要較長的電池執行時間，並且很少使用或沒有使用者介面的超低功耗應用，微控制器是更好的選擇，特別是對消費性電子產品或智慧電錶而言。

## 連線性

大多數微控制器和微處理器都配備了所有常規周邊裝置介面。但是，如果使用者的需求是超高速週邊裝置，在微控制器裏是沒有配備像 Gigabit 乙太網路這類相關介面的，儘管它實際上已經是微處理器中的一個標準性能。這是可以理解的，因為微控制器幾乎無法處理這些高速介面所產生的資料量，關鍵問題在於：有沒有足夠的頻寬和通道來處理爆發的資料量？

## 即時效能

當即時效能是最重要的考慮因素時，微控制器絕對是首選。憑藉處理器核心、嵌入式快閃記憶體和軟體（RTOS 或裸機作業系統），微控制器可以出

色地完成即時任務。因為 Cortex-A 微處理器使用高效能的流水線，使用者可以看到在跳轉和中斷期間，隨著時間的延長，流水線的深度會不斷增加。由於作業系統與微處理器一起執行多工處理，因此很難實現硬即時操作。

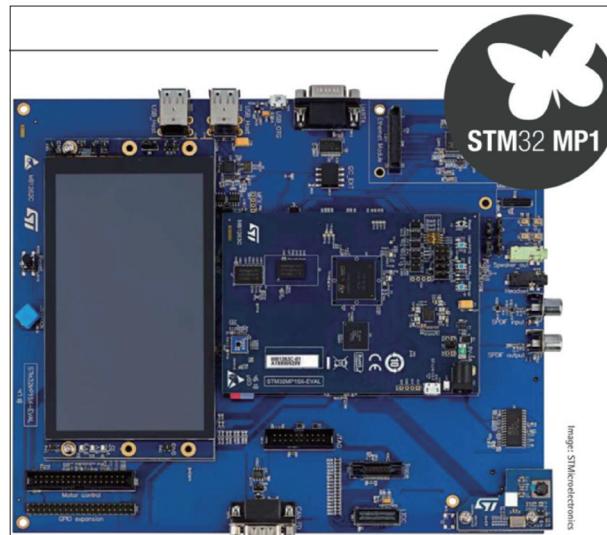
## 系統基礎 IC

由於電源已經整合在微控制器中，因此它們僅需要一個單電壓的電源。另一方面，微處理器需要許多不同電壓的電源來為核心和其它元件供電，所以通常需要一個特殊配置的電源管理 IC（即所謂的系統基礎晶片）來進行供電管理。

## 異構架構

儘管如此，微處理器和微控制器之間的界線顯然變得越來越模糊。意法半導體推出的 STM32MP1 帶有一個或兩個通常用於微處理器的 Cortex-A7 核心和一個微控制器類型的 Cortex-M4 核心。意法半導體的這款主控晶片功能強大，適用於基於開放程式碼軟體，並且需要高效能和大量資源的應用。這為結合兩者之長提供了可能性。例如，可以在其中的微處理器核心上執行 OpenST Linux，而在 M4 核心上執行 FreeRTOS，以便滿足過程監視中對即時

圖說：評估板 STM32MP157A-EV1 配備了許多個介面和一個顯示器。



性和安全性的要求。由於這種分而治之的結構，可以使用所有作業系統功能，例如用於觸控和網路通訊的人機介面，而不會因為即時性影響整個應用的安全要求。當涉及系統啓動的延遲時間或能源消耗時，異構架構也具有優勢，因為可以在任何時間使用更合適的處理器。例如，帶有保留 RAM 的 M4 核心可以在幾毫秒內喚醒，而 A7 核心則需要長達一秒鐘的延遲時間才能喚醒。

## STM32MP1 的參考設計

儒卓力提供 STM32MP1 和評估板 (STM32MP157C-EV1) 及探索套件 (STM32MP157C-DK2) 可一起用作參考設計。開發人員可從系統設計支援中受益。

它結合了 STM32MP1 主控和一個南亞科技的 4Gb DDR3L SDRAM、一個 Kioxia (前身為 Toshiba) 的 4GB e-MMC 和一個作為支援晶片的最佳化電源管理 IC STMPIC1。

## 結論：選擇微處理器還是微控制器？

微處理器和微控制器哪個才是更好的選擇，實在很難說，但經驗法則是，你應該不斷衡量各種利弊條件。以下幾點可以用作大致性的指導：

- 微控制器非常適合以能耗為主要考慮點且價格較低的行動應用，以及具有即時需求的應用。
- 微處理器則非常適合與作業系統一起執行並需要高速介面的密集計算應用。遊戲和其他繪圖密集型應用，則是使用特殊的微處理器來進行網路連線處理。CTA

### 嘉義看守所採用 NEC 人臉辨識技術

NEC 台灣宣布，法務部矯正署嘉義看守所已成功將 NEC 全球最精準的人臉辨識技術應用在矯正機關的智慧監獄計劃，藉由科技輔助流程創新的模式，整合人臉辨識技術與智慧管理平台，優化戒護管理的效能，同時提升收容人在購物與掛號就醫的效率，進而打造以人本關懷為核心與兼顧戒護平衡的智慧化服務。

NEC 台灣總經理賴佳怡表示：「與看守所矯正人員朝夕與共，形影不離的就是『鑰匙』，科技讓這把鑰匙變成每一個人無可取代的人臉。運用人臉辨識也讓收容人在自由受限的矯正機關內可以在某個區域內適度的自主行動，強化人道處遇的環境改善，」法務部矯正署嘉義看守所所長林豐材表示。「NEC 人臉辨識技術在管理與戒護上的效益十分顯著，在智慧監獄專案團隊的共同努力下，讓戒護人員可以更高效的方式完成工作。」

嘉義看守所的智慧監獄專案是由 NEC 提供技術協助與共同開發的方式優化智慧監控與智慧管理機制，以科技化手法提升看守所在各種場域的管理與營運效率。

NEC 將人臉辨識技術與門禁管制功能整合，協助嘉義看守所建立一個可以有效隔離收容人接觸、降低無戒護人員提帶風險，以及增加無障礙使用空間的智慧廊道，優化對收容人活動場域的管控能力。同時整合收容人生活平台上的購物系統與掛號系統，以自動化作業機制取代人工紙本作業模式，加速收容人申請購物與掛號就醫的效率，優化嘉義看守所對收容人的生活照護能量。本次智慧辨識系統應用的範疇包含：

**單人驗證**：人臉辨識系統建置於特定區域及戒護區，主要功能為門禁出口控管，可快速、清楚辨識管理人員、授權人員及收容人身分，有效改善戒護安全設備。

**多人驗證**：人臉辨識系統建置於戒護區，收容人站立於戒護區的多人辨識攝影機前，可清楚辨識收容人身分與人數，優化對收容人活動場域的管控能力。

**購物驗證和掛號**：將人臉辨識技術與收容人生活平台上的智慧購物系統與醫療掛號系統整合，以人臉辨識自動化作業機制取代人工紙本作業模式，加速收容人申請購物與掛號就醫的效率，優化嘉義看守所對收容人的生活照護能量。