

# 【嵌入式 ARM Cortex-M7 及 Azure RTOS 應用開發】

## 使用 ARM Cortex M7 ( STM32H7 ) 開發板教學

前 10 位報名全系列且繳費加贈 STM32H750 開發板及 ST-Link V2 仿真編程器  
開發版功能含：液晶顯示、攝像頭、網路、USB、SPI/I2C..等

STM32H7xx 是 Cortex M7 最新及強大的架構，而 Cortex M3/4 則是較早期 ARM MCU 的架構。STM32H7(CM7)與 STM32F1(CM3)、F4(CM4)系列晶片的區別是，STM32H7 比 F1/F4 系列多出了一個 L1 Cache 一級緩存，及 STM32H7 必須要完成合適的 MPU 和 Cache 的配置，這配置在為低速記憶體帶來加速的同時，會為程式設計帶來一些其他問題。本課程將會講解與實作示範如何合適的完成配置 MPU 和 Cache，協助學員明確了解配置過程。

Azure RTOS 是一個由微軟支援的開源嵌入式即時作業系統，提供了免費的開發版供開發者使用，後續可與 Azure 雲端平台緊密整合，同時用於開發各種物聯網應用。核心 ThreadX 是一種即時內核，當前優勢為針對各種嵌入式和物聯網應用有高度完善、高度最佳化的解決方案供使用。

Azure RTOS 經過嚴格的測試，通過了工業認證 IEC-61508 SIL 4、醫療認證 IEC-62304 Class C、汽車認證 IEC-61508 ASIL D 和運輸/鐵路認證 EN50128。

工研院產業學院特邀擁有多年實務開發經驗之專業講師進行授課，課程內容強調以業界實務為導向，著重於程式設計實務之演練，除了以教學投影片講解程式設計理論及語法，同時將於課堂上現場撰寫程式範例，並直接於教學板上執行測試，讓學員清楚了解如何從無到有，完整的撰寫程式，望能培養學員全方位完整系統開發與符合業界需求之能力。

單元	課程日期	課程名稱	時數
一	9/10、9/17、9/19、 9/24(三、五)	嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發	28
二	11/5、11/12、11/19 (隔週三)	嵌入式 Azure RTOS ThreadX 即時作業系統移植與開發	21

❖ 培訓證書：各單元出席率達 80%，將由工業技術研究院產業學院核發培訓證書。

本課程規劃「線上同步數位學習」形式，同步線上學習不受地點限制、增進專業能力！

## 單元一：嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發

現今產業越來越多的 AIoT 應用需要高效能、功能豐富且高度整合的微控制器。早期的 Cortex M3/M4 等級的 MCU 已經逐漸無法勝任，CM3/4 在高效能、功能豐富且高度整合的應用上也不適用。ST 公司在 2020 年發布的 STM32H7xx 系列的高效能 MCU、並推出 STM32Cube 生態系統和硬體工具可以開發高效能、功能豐富且高度整合的應用程式。

STM32H7 的自帶週邊比較之前的任何 STM3 型號功能都要強勁，更換了 ADC、DMA、USART ... 等重要週邊設備。如 ADC 換成了 3.6Msps 16 位元分辨率、USART 支援 Baud-Rate 自適應... 等等。與之前 STM32F1、F4 系列晶片在週邊的設定技術就有一定程度的不同，因此初學 Cortex Mx 或有經驗的工程師，希望快速進入 AIoT 高效能、功能豐富且高度整合的應用設計工程師，首選使用與學習 STM32H7 系列的 MPU 微控制器。

**STM32H7/CM7 晶片功能強大，軟體複雜度也相對提高許多，適合用於高效能 Edge AIoT 應用或具有大量通信需求的應用：如工業控制、醫療儀器、資料處理和網路通訊產品。**

### ❖ 課程目標：

1. 瞭解 Cortex-M7 系列結構及其指令集，及熟悉 Cortex-M7 系列結構之嵌入式程式設計的方法。
2. 瞭解 STM32 處理器各個介面開發的原理。

### ❖ 適合對象：熟悉 C & C++ 語言、數位邏輯

序	日期	課程內容
1	114/09/10 (三) 09:30-17:30	(1) 軟體開發工具(STM32CubeMx / STM32CubeIDE)介紹、安裝與使用 (2) Cortex-M Kernel 結構 (3) ARM-Cortex-M 指令集 (4) 基於 Cortex-M 的嵌入式軟體設計:Programmer's Model、System Control、Memory Map、Exceptions、Clocking and Resets、Power Management、Nested Vectored Interrupt Controller(NVIC)、Memory Protection Unit(MPU)、Debug ★【LAB1】第一支 ARM-Cortex-M 程式:Coding 完成 Cortex Mx Vector table( Stack、Reset_Handler...) 及各種 ARM ASM 範例 ★【LAB2】實作完成「Startup Code to C」實驗 ★【LAB3】Explicate the Startup Code(俗稱 Booting Code) and How to Modify (5) STM32H7 處理器簡介：CPU 架構、記憶體及啟動模式、周邊模組 (6) STM32H7 介面開發-1：GPIO 基本輸入與輸出 ★【LAB4】GPIO 按鍵及 LED 閃爍實驗(包含講解開發板電路圖及 MCU、IC 之 Datasheet 查閱)

2	114/09/17 (三) 09:30-17:30	(1) CM7 韌體撰寫方式介紹：1. CM7 MCU' s Register Access、2. CM7 Standard Peripherals Library (2) STM32H7 介面開發-2:中斷/NVIC(巢式中斷)、串列介面、RTC/ALARM 實驗、PLL ★【基礎 LAB1】:LED 實驗、按鍵輸入實驗、EXTI 中斷(NVIC)實驗、串列介面實驗、RTC/ALARM 實驗、PLL Control 實驗
3	114/09/19 (五) 09:30-17:30	(1) STM32H7 介面開發-3： SysTick and Delay、Watchdog ★【基礎 LAB2】:SysTick/Delay 實驗、Watchdog 實驗 (2) STM32H7 進階介面開發-1： DMA/ADC、SD Interface、USB Device ★【進階 LAB1】:DMA/ADC 介面講解與實驗、SD 卡實驗、USB Device 實驗
4	114/09/24 (三) 09:30-17:30	(1) STM32H7 進階介面開發-2： I2C、SPI、TFT/LTDC、DMA2D ★【進階 LAB2】:溫濕度 I2C 模組實驗、G-sensor SPI 模組實驗、網路介面實驗(TCP/IP + Web Server+控制板上 IO)、LCD TFT+FATS 檔案系統實驗

※ 因不可預測之突發因素，主辦單位得保留課程之變更權利。

## 單元二：嵌入式 Azure RTOS ThreadX 即時作業系統移植與開發

嵌入式 Azure RTOS 是一款適用於深度內嵌應用程式設計的進階即時作業系統，它是一個開源 RTOS，核心為 ThreadX 即時內核。其優點有提供進階排程、通訊、同步處理、定時器、記憶體管理和中斷管理功能。經過嚴格的測試，通過了工業認證 IEC-61508 SIL 4、醫療認證 IEC-62304 Class C、汽車認證 IEC-61508 ASIL D 和運輸/鐵路認證 EN50128，因此本課程中主要使用之 Azure RTOS ThreadX 與 GUIX 皆可用於安全關鍵型系統。

此外，Azure RTOS ThreadX 有許多進階功能：包括其 picokernel™ 架構、先佔臨界值™ 排程、事件鏈結、執行分析、™ 效能計量，以及系統事件追蹤。同時結合其較佳的易於使用性，是內嵌應用程式的理想選擇，種種優勢讓 Azure RTOS ThreadX 即時作業系統可以使用在通信、工業、醫療、汽車電子、運輸/鐵路等等領域。

本課程將 Open Source 之即時內核 Azure RTOS ThreadX 與 ARM Cortex M3 / M4 / M7 作一完美結合，以發揮 ARM-Cortex M3 / M4 / M7 CPU 的特點。

### ❖ 課程目標：

1. 特別增加各種 Azure RTOS ThreadX 實務 LAB Demo，包含多任務程式開發/按鍵輸入/GPIO 輸出、任務間通信實驗、串列介面實作、SPI 介面實作及 LCD 控制應用，以適用於業界不同之需求。
2. 瞭解 Azure RTOS ThreadX 即時作業系統的工作原理與移植方式。

❖ 適合對象：

1. 熟悉 C & C++ 語言、數位邏輯。
2. 建議需上過【單元一】嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發。

序	日期	課程內容
1	114/11/05 (三) 09:30-17:30	(1) Azure RTOS ThreadX 分析及移植：即時作業系統及 Azure RTOS ThreadX 概述、分析及安裝、配置與移植 (2) Threads and stacks、priorities、preemption、Context switches 概念 (3) 內核資料結構與內核調度演算法、Azure RTOS ThreadX 之 Scheduling (4) 系統中斷處理、系統移植方法 ★【LAB】 Azure RTOS ThreadX 在 STM32 開發板上的移植、分析移植的關鍵代碼 (5) Azure RTOS ThreadX 應用程式架構
2	114/11/12 (三) 09:30-17:30	(1) 記憶體管理、多任務(ThreadX Tasks)程式開發 (2) ThreadX RTOS 的 Interrupt 與 Application timer (3) Wait Abort 來中斷執行緒掛起 ★【基礎 LAB】 多任務程式控制 LED，閃爍時間不同 (4) 使用 counting semaphore 進行 event notification
3	114/11/19 (三) 09:30-17:30	(1) 使用 event flags group 同步 ThreadX 的 threads (2) 使用 message queues 進行 IPC(inter-thread communication)通訊 (3) 使用 event-chaining 掛起 ThreadX 中的 multiple objects (4) ThreadX priority inversion solutions ★【串列介面 LAB】 串列介面控制應用程式。 ★【SPI 介面 LAB】 多任務 Task：一 Task 執行自周邊(例如 I2C 或 SPI) 介面讀入數值，藉任務間通信控制另一 Task 之 LED。 ★【進階 LAB】 網路控制應用程式。

※ 因不可預測之突發因素，主辦單位得保留課程之變更權利。

❖ 講師簡介：江老師

**學歷：**中正大學資訊工程所博士班研究、逢甲大學資訊工程研究所畢

**專長：**嵌入式系統開發、智慧型嵌入式家庭自動化系統設計、8051 單晶片、多套自動化系統及驅動程式 Driver、WEB-ERP 系統、ERP 系統、生產線自動化系統。

**作品：**1.MX6/8 產品開發設計、S3C6410 開發板研發設計、STM32F7/H7 產品設計  
 2.智慧型嵌入式家庭自動化系統  
 3.8051 單晶片於工業機台之自動化系統  
 4.多套自動化系統(群錄自動化)及驅動程式 Driver  
 5.WEB-ERP 系統、多套 ERP 系統  
 6.華映公司生產線自動化系統  
 7.手機遊戲程式(象棋、打磚塊)  
 8.國內第一套網路中文傳呼系統

★自備物品-筆記型電腦★

建議使用 Windows 7 以上、Mac 2011 或更高階的作業軟體。筆記型電腦規格 CPU I5 或同等級以上、硬碟需求容量 256G(含)以上、RAM 8G(含)以上、具 Wifi 或網路連網功能。

【課程辦理資訊】

- ❖ 上課地點：工研院產業學院 台北學習中心。 實際地點依上課通知為準!
- ❖ 數位同步：Cisco Webex 線上會議室
- ❖ 洽詢專線：(02)2370-1111 分機 609 · 林小姐 itri462692@itri.org.tw。
- ❖ 課程費用：**數位與實體價格一致**

方案	一般報名	早鳥優惠(課前三週繳費)	三人以上團報優惠
單元一(28 hrs)	25,200/人	22,700/人	21,500/人
單元二(21 hrs)	18,900/人	17,000/人	16,000/人
全系列優惠(49hr)	原價 44,100 元 · <b>全系列優惠 37,500/人</b> <u>(前 10 名繳費加贈 STM32H750 開發板及 ST-Link V2 仿真編程器)</u>		

❖ 系列課程推薦：

課程名稱	單元名稱	時數	課程日期
嵌入式 ARMCortex-M7 及 Azure RTOS 應用開發	嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發	28	9/10、9/17、9/19、9/24(三、五)
	嵌入式 Azure RTOS ThreadX 即時作業系統移植與開發	21	11/5、11/12、11/19(隔週三)
嵌入式物聯網 Linux 系統開發 工程師培訓班	嵌入式 Linux 系統實作與程式設計實務	21	9/6、9/13、9/20(六)
	嵌入式 Linux 驅動程式實務	21	10/18、11/1、11/8(六)
	嵌入式 IoT Linux 網路通訊及多媒體應用實務	21	11/22、11/29、12/6(六)
嵌入式 FPGA 系統加速應用 程式設計	FPGA Verilog HDL 數位邏輯電路設計與周邊控制實戰-使用 Xilinx Vitis/Vivado	28	8/6、8/13、8/20、8/27(三)
	FPGA 設計與圖像處理實戰-使用 Vitis/Vivado HLS	28	10/1、10/15、10/22、10/29(三)
使用 HLS 進行 FPGA 加速應用設計-快速入門 AI 電腦視覺 (Xilinx Vitis/Vivado)		35	10/31、11/7、11/14、11/21、11/28(五)

# 報名表

FAXTO : (02)2381-1000

## 嵌入式 ARM Cortex-M7 及 Azure RTOS 應用開發

勾選	單元	課程名稱	時數	開課日期
<input type="checkbox"/> 實體 <input type="checkbox"/> 數位	—	嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發	28	9/10、9/17、9/19、 9/24(三、五)
<input type="checkbox"/> 實體 <input type="checkbox"/> 數位	—	嵌入式 Azure RTOS ThreadX 即時作業系統移植 與開發	21	11/5、11/12、11/19 (隔週三)
公司全銜		統一編號		
發票地址		傳 真		
參加者姓名	部 門	電 話	手 機	E-mail
		( )		
		( )		
		( )		
聯絡人		( )		

- 信用卡 (線上報名) : 繳費方式選「信用卡」, 直到顯示「您已完成報名手續」為止, 才確實完成繳費。
- ATM 轉帳 (線上報名) : 繳費方式選擇「ATM 轉帳」者, 系統將給您一組轉帳帳號「銀行代號、轉帳帳號」, 但此帳號只提供本課程轉帳使用, 各別學員轉帳請使用不同轉帳帳號!! 轉帳後, 寫上您的「公司全銜、課程名稱、姓名、聯絡電話」與「收據」回傳。
- 銀行匯款(公司逕行電匯付款) : 土地銀行 工研院分行, 帳號 156-005-00002-5(土銀代碼: 005)。戶名「財團法人工業技術研究院」, 請填具「報名表」與「收據」回傳。
- 即期支票: 抬頭「財團法人工業技術研究院」, 郵寄至: 106 台北市大安區復興南路二段237號4樓。
- 計畫代號扣款(工研院同仁): 工研院員工報名請網路點選「工研人報名」填寫計畫代號後, 經主管簽核同意即可。

- 1、請註明服務機關之完整抬頭, 以利開立收據; 未註明者, 一律開立個人抬頭, 恕不接受更換發票之要求。
- 2、若報名者不克參加者, 可指派其他人參加, 並於開課前一日通知。
- 3、如需取消報名, 請於開課前三日以書面傳真至主辦單位並電話確認申請退費事宜。逾期將郵寄講義, 恕不退費。