

## AIoT 異質性嵌入式系統開發實戰系列

**【嵌入式 ARM Cortex-M7 及 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：網絡、液晶顯示、攝像頭、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。

即時作業系統(Real-Time Operating System, RTOS)包含硬即時與軟即時，而本課程所講授之嵌入式物聯網採用最高規格的 RTEMS RTOS 軍用即時作業系統，是種微核心搶占式的硬即時系統且為開源程式碼。RTEMS RTOS 最早用於美國國防系統，早期的名稱為實時飛彈系統(Real Time Executive for Missile Systems)，後來改名為實時軍用系統(Real Time Executive for Military Systems, RTEMS)。目前無論是在航空航天、軍用系統，還是民用領域皆大量廣泛的被使用。

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	1/19、1/24、1/26、1/31 (三、五)	嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發	28
二	3/8、3/13、3/15(三、五)	嵌入式 RTEMS RTOS 硬即時作業系統移植與開發	21

❖ 培訓證書：總出席率達 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。

### ❖ 課程特色：

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	113/01/19 (五) 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	113/01/24 (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	113/01/26 (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	113/01/31 (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 RTEMS RTOS 硬即時作業系統移植與開發

RTEMS 是種微核心搶占式的硬即時系統，具有下面的優點：優秀的實時性能、支持硬即時和軟即時(可搶占核心)、支持優先權繼承，防止優先權反轉、支持單調周期調度、支持優先權高度協定，RTEMS 非常的穩定，運行速度快，支持多種 CPU。除了上述優點，RTEMS 還有高度可剪裁核心、占用系統資源小等特性，且支持多種處理器移植，其提供 POSIX API 可以方便移植 Linux/UNIX 下的程式，另提供完整的 BSD 的 TCP/IP 協議棧以及 FTP、WebServer、NFS 等服務功能。種種優勢讓這原本 RTEMS RTOS 軍用即時作業系統可以使用在通信、航空航天、工業控制、軍事等領域。

本課程將著名 Open Source 之硬即時內核 RTEMS RTOS 與 ARM Cortex M3/M4/M7 作一完美結合，以發揮 ARM-Cortex M3/M4/M7 CPU 的特點。

### ❖ 課程特色：

1. 特別增加各種 RTEMS RTOS 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 RTEMS RTOS 硬即時的工作原理，與瞭解 RTEMS RTOS 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	112/03/08 (五) 09:30-17:30	(1) RTEMS RTOS 分析及移植：即時作業系統及 RTEMS RTOS 概述、分析及安裝、配置與移植 (2) 任務、行程概念 (3) 內核資料結構與內核調度演算法、RTEMS RTOS 之 Scheduling (4) 系統中斷處理、系統移植方法 ★【LAB】RTEMS RTOS 在 STM32 開發板上的移植、分析移植的關鍵代碼 (5) RTEMS RTOS 應用程式架構
2	112/03/13 (三) 09:30-17:30	(1) 多任務(RTEMS Tasks)程式開發 (2) RTEMS RTOS 的 Interrupt 與 Timers Management (3) RTEMS RTOS 的時間管理 ★【RTEMS RTOS 基礎 LAB】多任務程式控制 LED，閃爍時間不同 (4) RTEMS RTOS 之 Events and Signals
3	112/03/15 (五) 09:30-17:30	(1) RTEMS RTOS 之 Semaphores、Message Queues, Reentrancy，任務間的通信與同步、任務優先順序控制 ★【RTEMS RTOS 之按鍵輸入/GPIO 輸出實作 LAB】任務間通信實驗 a.各種多任務的方式控制 LED。 b.多任務 Task：一 Task 執行辨識按鍵輸入，藉任務間通信控制另一 Task 之 LED。 (2) RTEMS RTOS 之 I/O 與 Memory Management。★【RTEMS RTOS Share Memory LAB】多任務以 Share Memory 方式控制 LED 進階 LAB: ★【RTEMS RTOS 之串列介面 LAB】串列介面控制應用程式。 ★【RTEMS RTOS 之 SPI 介面 LAB】多任務 Task：一 Task 執行自 I2C 或 SPI 介面讀入數值，藉任務間通信控制另一 Task 之 LED。 ★【RTEMS RTOS 之進階 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 304 · [finn@itri.org.tw](mailto:finn@itri.org.tw) 黃小姐。
- ❖ 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> (前 10 名繳費加贈 STM32H750 開發板及 ST-Link V2 仿真編程器)		

❖ 系列課程推薦：

課程名稱	單元名稱	時數	課程日期
嵌入式 ARM Cortex-M7 及 RTOS 應用開發	嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發	28	1/19、1/24、1/26、1/31(三、五)
	嵌入式 RTEMS RTOS 硬即時作業系統移植與開發	21	3/8、3/13、3/15(三、五)
嵌入式物聯網 Linux 系統開發工程師培訓班 (假日班)	嵌入式 Linux 系統實作與程式設計實務	21	3/9、3/16、3/23(六)
	嵌入式 Linux 驅動程式實務	21	4/13、4/20、4/27(六)
	嵌入式 IoT Linux 網路通訊及多媒體應用實務	21	5/11、5/18、5/25(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	3/27、4/3、4/10、4/17(三)
	FPGA 設計與圖像處理實戰 - 使用 Vitis/Vivado HLS	28	5/8、5/15、5/22、5/29(三)

# 報名表

FAXTO : (02)2381-1000 黃小姐收

## 【嵌入式 ARM Cortex-M7 及 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	一	嵌入式物聯網 ARM Cortex-Mx 系統韌體開發	28	1/19、24、26、31
<input type="checkbox"/> 實體 <input type="checkbox"/> 數位	二	嵌入式 RTEMS RTOS 硬即時作業系統移植與開發	21	3/8、13、15
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, 黃小姐收。
- 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。