

2007年富士通微電子杯8FX 競賽 計畫書

作品名稱：微處理機即時作業系統之設計與實現
參賽隊員：李運生(Lee, Yun-Sheng)、陳志哲 (Chen, Chih-Tse)
通訊地址：台南市東門路3段37巷22弄17號
E-Mail：49422032@webmail.stut.edu.tw
Tel：0910-652-936
指導老師：魏兆煌 (Wei, Chao-Huang)
E-Mail：drwei@mail.stut.edu.tw
學校：南台科技大學 電機系
地址：710台南縣永康市南台街1號
Tel：(06)253-3131 Ext. 3346 FAX：(06)301-0073
日期：2007年10月7日

零、摘要

作業系統是應用程式與硬體間的橋樑，並藉由作業系統的幫助與管理使得應用程式之開發可以不需理會低階硬體的複雜控制細節，它提供五項主要的功能：提供使用者簡易的操作環境、監控整個程式的執行過程、調配程式使用各種電腦資源、檔案管理、及記憶體管理。

隨著後 PC 時代的來臨，嵌入式系統設計日趨複雜，嵌入式作業系統就必不可少。不同於一般 PC 的作業系統，它有佔用空間小、執行效率高、方便進行個性化訂制和軟體要求固化儲存等特點。本系統將移植一個小巧的作業系統於富士通 8 位元微控制器，使其具有多任務與即時性處理功能。

壹、製作背景說明

作業系統提供五項主要的功能略述於下：

1. 提供使用者簡易的操作環境：

透過簡單的操作介面，讓使用者很容易地使用電腦系統資源，處理各項事務。

2. 監控整個程式的執行過程：

當電腦一被開機啟動時，作業系統中的一個監督程式也會一併被啟動常駐，負責整個作業系統的操作，一旦要使用到其他應用程式，它還會分配記憶體空間，並且載入執行。

3. 調配程式使用各種電腦資源：

電腦資源包括 CPU、主記憶體、I/O、磁碟檔案等，其中 CPU 速度快、I/O 速度慢，作業系統必須去調配各種電腦資源，以期能作充份而正確的使用

4. 檔案管理

檔案管理主要是針對檔案儲存與讀取的管理，和輔助儲存體的運用策略與安排等。

- (1)各種檔案狀態的記錄
- (2)檔案如何儲存？儲存在何處？使用權的設定
- (3)分配程式使用各種檔案資源等。

5. 記憶體管理

記憶體通常都會存放一個或一個以上正在執行或即將執行的程式，在記憶體裡應如何分配位置，每個程式佔用多少空間，都是作業系統應該解決的問題，而記憶體管理是負責處理這些問題。

目前除 PC 系統使用 Windows、Linux、Mac OS 外，在嵌入式設備中使用下列作業系統居多：

1. WindowsCE

Windows CE 作業系統是 Microsoft Windows 家族中的成員，專門設計給個人數位助理機(PDA)、及智慧型手機所使用的嵌入式系統環境。它具有強大的網路連結能力、即時性和佔用較小的記憶體空間以及豐富的多媒體和 Web 瀏覽功能。目前，Windows CE 支持四種微處理器家族：ARM 系列的 CPU、MIPS 系列的 CPU、Hitachi SH 系列的 CPU、及 Intel/AMD X86 系列的 CPU。

2. SymbianOS

Symbian 公司是由摩托羅拉、西門子、諾基亞等幾家大型移動通訊設備製造商共同出資組建的一個合資公司，專門研發手機作業系統(其研發作業系統名亦為 Symbian)。Symbian 作業系統擁有強大的應用程式及通信處理能力，其核心具有強大的物件導向系統、企業用標準通信傳輸協議，以及 SUN Java 語言的支援。

3. μ C/OS-II

μ C/OS 系統 1992 年由美國人 Jean Labrosse 完成，1998 年發展到 μ C/OS-II。得到美國航空管理局(FAA)的認證，可以用於飛行器控制系統的設計中作為典型嵌入式作業系統。 μ C/OS 系統應用面覆蓋了諸多領域，如照相機、醫療器械、音響設備、發動機控制、自動提款機等。

μC/OS-II 嵌入式作業系統具有以下特點。

- (1) **公開原始碼**。用戶可以方便地在網路上下載 μC/OS 嵌入式作業系統的原始碼以及應用程式，這在很大程度上減少了用戶開發的難度。
- (2) **可移植性**。絕大部分 μC/OS-II 的原始碼是用移植性很強的 ANSIC 寫的，可移植性非常理想。由於和微處理器硬體相關的那部分是用組合語言寫的，並且將這部分減少到最低限度，使得 μC/OS-II 便於移植到其他微處理器上。μC/OS-II 可以在多數 8 位元、16 位元、32 位元以至 64 位元微處理器、微控制單元、數位信號處理器(DSP)上運行。
- (3) **可固化性**。μC/OS-II 是為嵌入式應用而設計的，可以嵌入到產品的硬體中成為產品的一部分，也就是說具有可固化性(ROMable)。
- (4) **可裁剪性**。可以只使用 μC/OS-II 中應用程式需要的某些系統服務。也就是說產品可以選用需要的 μC/OS-II 服務，這樣可以減少產品中的 μC/OS-II 所需的儲存空間(RAM 和 ROM)，也就是說具有可裁剪性(Scalable)。
- (5) **佔先式特性**。當一個執行的任務使一個比它優先級高的任務進入了就緒態，當前任務的 CPU 使用權就被剝奪了，那個高優先級的任務立刻得到了 CPU 的控制權，即具有佔先式特性(Preemptive)。
- (6) **多任務操作**。μC/OS-II 可以管理 64 個任務，其中保留 8 個給系統，應用程式最多可以有 56 個任務。
- (7) **可確定性**。全部 μC/OS-II 的函數呼叫與服務的執行時間具有可確定性。
- (8) **任務堆疊**。每個任務有自己單獨的堆疊，μC/OS-II 允許每個任務有不同的堆疊空間，以便壓低應用程式對 RAM 的需求。
- (9) **系統服務**。μC/OS-II 提供很多系統服務，例如：郵箱、信息隊列、信號量、區塊大小固定的記憶體的申請與釋放、時間相關函數等；
- (10) **中斷管理**。中斷可以使正在執行的任務暫停，如果優先級更高的任務被該中斷喚醒，則高優先級的任務在中斷巢狀全部退出後立即執行，中斷巢狀層數可達 255 層。

至今，μC/OS-II 已被移植到許多嵌入式微處理器上。μC/OS 被廣泛應用於上百種產品中，如航空電子設備、醫療設備、行動電話、路由交換設備、高級音響設備、洗衣機及、UPS、工業控制、GPS 導航系統、微波電台、儀表、POS 終端機等領域。

4. PalmOS

PalmOS 是 Palm 公司開發的 32 位的嵌入式作業系統，它的操作界面採用觸控模式，差不多所有的控制選項都排列在螢幕上使用觸控筆便可進行所自操作。作為一套極具開放性的系統，開發商向用戶免費提供

Palm 作業系統的開發工具，允許用戶利用該工具在 Palm 作業系統的基礎上編寫、修改相關軟體，使支持 Palm 的應用程式多元化。

Palm 作業系統是一套專門為個人數位助理機編寫的作業系統，由於在編寫時充分考慮到了掌上電腦記憶體相對較小的情況，所以 Palm 作業系統本身所占的記憶體極小，因為基於 Palm 作業系統編寫的應用程式所佔的空間也很小，通常只有幾十 KB，因此雖然 PDA 只有幾 MB 記憶體卻可以執行眾多的應用程式。當然，Palm 在其他方面也存在些不足，其本身不具有錄音、MP3 播放功能等，如果需要使用這些功能，就需要加入第三方軟體或硬體設備方可實現。

5. Linux/ μ Clinux

如同 μ C/OS，Linux 和 μ Clinux 作業系統均是性能優良、源碼公開、被廣泛應用，但免費的嵌入式作業系統。 μ Clinux 延伸自 Linux 2.0 核心，繼承了標準 Linux 的優良特性，提供給沒有記憶體管理單元 (MMU) 的微型控制器使用，具有內嵌網路協定、支援多種檔案系統，開發者可利用標準 Linux 先驗知等優勢。其編譯後目標檔案可控制在幾百 KB 量級。

貳、 工作原理

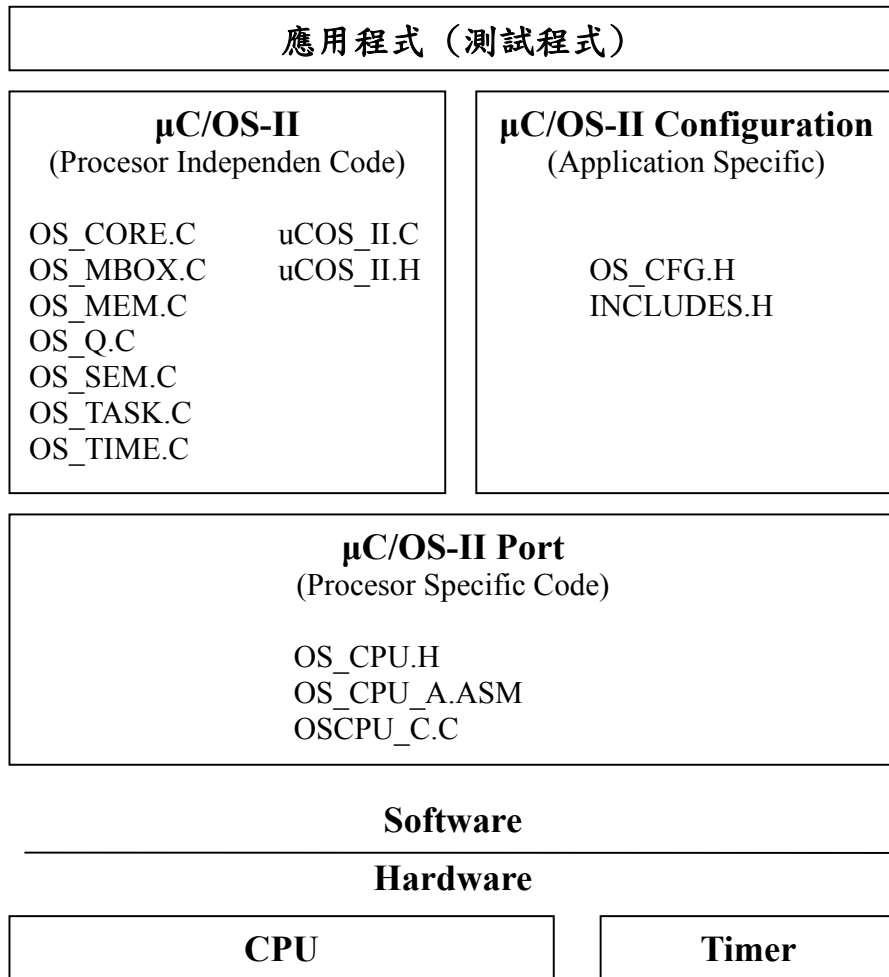
由上述的分析， μ C/OS-II 是可適用於中小型的嵌入式系統，是一種免費公開源碼、結構小巧、具有即時內核的即時操作系統。其內核能提供任務調度與管理、時間管理、任務間同步與通信、記憶體管理和中斷服務等功能。雖然有這麼多優點，但要使 μ C/OS-II 正常運作，則處理器必須滿足以下的要求：

1. 處理器的 C 編譯器能產生可重入代碼。
2. 用 C 語言就可以打開和關閉中斷。
3. 處理器支持中斷，並且能產生定時中斷(通常在 10 至 100Hz 之間)。
4. 處理器支持能夠容納一定量數據(可能是幾 KB)的硬體堆疊。
5. 處理器有將堆疊指標和其它 CPU 暫存器讀出和儲存到堆疊或記憶體中的指令。

圖一顯示一個標準 μ C/OS-II 的系統結構。在理解了處理器和 C 編譯器的技術細節後， μ C/OS-II 的移植只需要修改與處理器相關的程式碼就可以了。具體有如下內容：

1. `os_cpu.h` 中需要設置一個常數來標識堆疊增長方向；
2. `os_cpu.h` 中需要聲明幾個用於開關中斷和任務切換的向量；
3. `os_cpu.h` 中需要針對具體處理器的位元重新定義一系列資料類型；
4. `os_cpu_a.asm` 需要改寫 4 個組合語言的函數；
5. `os_cpu_c.c` 需要用 C 語言編寫 6 個簡單函數；

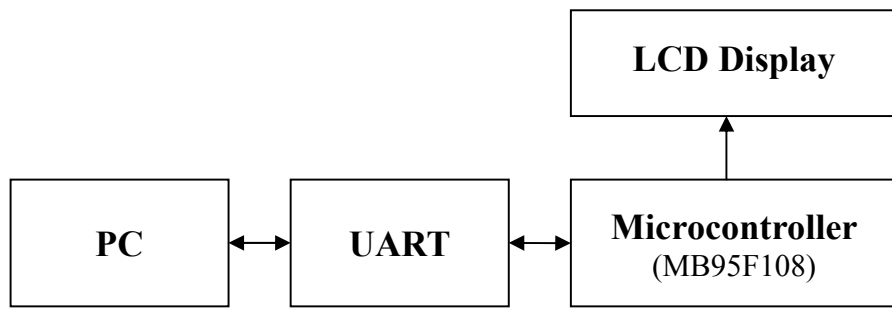
6. 修改主標頭檔案 include.h，將上面的三個檔案和其他自己的檔頭加入。



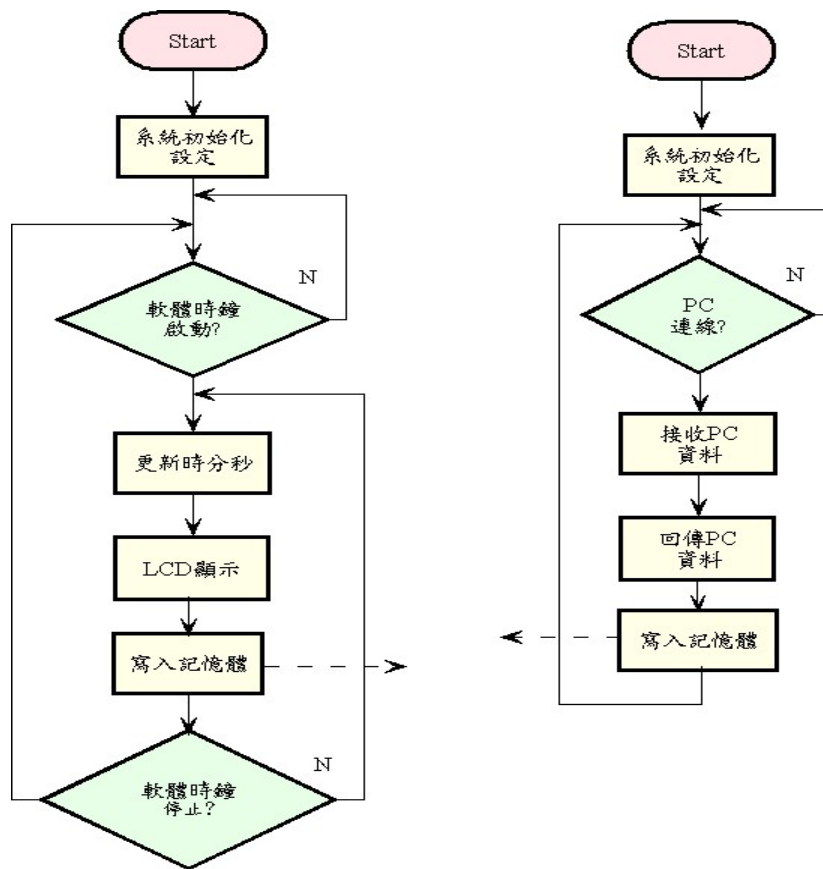
圖一 μC/OS-II 系統軟硬體結構

本系統在完成 μC/OS-II 的移植後將進行一個簡單的測試，如圖二所示結構，包含一個富士通 8 位元微控制器 MB95F108、文字行 LCD 顯示器、及 UART 介面。

此測試系統將預設兩獨立程序，其一執行軟體時鐘，持續將即時時間顯示於 LCD 螢幕，並將數據寫入一公用記憶體內，另一執行與 PC 串列資料交換，隨時反應 PC 輸入數據及回傳。此兩程序經由公用記憶體區塊可互相存取另一程序之資料，如此以驗證本系統之多工及即時性功能(圖三)。



圖二 μC/OS-II 系統測試結構



圖三 μC/OS-II 系統測試程序

參、 作品功能、特色、市場競爭力

μC/OS-II 適合小型控制系統，具有執行效率高、佔用空間小、即時性能優良和可擴展性強等特點，最小內核甚至可編譯至 2KB。本專題將此作業系統移植至富士通 8 位元微控制器，具有下列特色：

1. 使應用程式的開發更為簡便，不用顧及系統硬體的操作細節。
2. 使 8 位元微控制器也具有多任務處理的能力，便利於複雜系統的操作。
3. μC/OS-II 的源碼及測試應用程式碼公開，便於了解與修改、擴充。