

110-1 組合語言與嵌入式系統 Final Project 作業說明

【Project 目的】

使用 GCC、GAS、GDB 與 Code::Blocks，以 Midterm Project 所設計之組合語言程式為基礎，撰寫 ARM 組合語言程式，並在包含 ARM 處理器之電腦環境中驗證執行。

ARM 組合語言程式撰寫請參考以下資料：

1. 組合語言與嵌入式系統課程講義
2. 教科書：Modern Assembly Language Programming with the ARM Processor
3. 參考資料：ARMv5 Architecture Reference Manual

【Project 基本說明】

請參考 i-Learning 上之 Project 範例程式。其中包含四個範例程式檔案：name.c, id.c, main.c, drawJuliaSet.c。四個檔案一起編譯後執行，可在視窗上，看到 Julia Set 繪製的動畫。請參考 Midterm Project 的說明，使用 Midterm Project 所開發之 NAME 與 ID 兩個組合語言函數，列印組別、組員名字、與學號。同時以 ARM 組合語言重新設計 drawJuliaSet 函數。並修改 main.c。除了 main.c 以外，所有程式均需以 ARM Assembly 完成。

● 程式需符合「Project 基本要求」：

1. 需使用 Midterm Project 的 2 個函數：NAME, ID，並分別存放於 name.s 與 id.s 檔案內。
2. 需以 ARM 組合語言重新撰寫計算 Julia Set 的函數：drawJuliaSet，並存放於 drawJuliaSet.s 檔案裡。
3. drawJuliaSet 函數之 ARM 組合語言程式，需滿足以下三個項目：
 - [1] 需使用 Data Processing 指令中，13 種 Operand2 格式的當中 3 種以上。
 - [2] 需包含 3 道以上的非 Branch 指令的 Conditional Execution（不包括 AL 或”不指定”條件）。
 - [3] 須包括 1 道一定要執行的指令：`adds r14, r0, r15`。

【Project 功能說明】

1. **NAME 函數功能說明**：請參考 Midterm Project 的說明。
2. **ID 函數功能說明**：請參考 Midterm Project 的說明。

3. drawJuliaSet 函數功能說明：

(1) 功能：

這個函數主要是用來計算並決定 Frame 二維陣列裡每個元素的值，並以此來決定該元素投影至畫面(Frame Buffer)上的 Pixel 顏色。範例程式 drawJuliaSet.c 裡提供相關計算方式。

(2) 程式設計：

(a) 請參考範例程式，以 ARM 組合語言重新設計 drawJuliaSet 這個函數，並儲存至 drawJuliaSet.s 檔案中。

(3) 預期輸出結果：需與所提供之範例程式功能相同。在與 main 函數整合後，可以正確繪製畫面。

(4) 程式要求：

(a) 程式須以 ARM Assembly 完成，並可順利執行。

(b) drawJuliaSet 函數中，需滿足以下三個項目：

[1] 需使用 Data Processing 指令中，13 種 Operand2 格式的當中 3 種以上。

[2] 需包含 3 道以上的非 Branch 指令的 Conditional Execution（不包括 AL 或”不指定”條件）。

[3] 須包括 1 道一定要執行的指令：**adds r14, r0, r15**。

(c) 報告除了程式說明外，需以 Code::Block 中，Debug 功能的顯示 Memory dump 的方式，印出 frame 陣列的記憶體區塊部份內容，說明其意義。並以螢幕截圖，貼在報告上，說明 frame 陣列起始與結束記憶體位址。

4. main 函數功能說明：

(1) 功能：

整合前述三個函數的功能，先由 MAIN 與 ID 函數印出相關資料。按下 p 鍵後，由 drawJuliaSet 函數與 main 函數，進行計算並完整畫出 Julia Set 動態畫面。透過 NAME 函數與 ID 函數的回傳資料，最後印出整合組別、學號、姓名於最後一個畫面。

(2) 程式設計：

(a) 在 main 中呼叫 NAME、ID、與 drawJuliaSet 之 ARM 組合語言函數，分別達成這三個函數的功能。本程式可直接使用 C 語言撰寫。

(b) 應用 NAME 與 ID 函數所記錄的資料。在第一個畫面，讓使用者輸入組員學號，並輸出完整的組別、組員資訊、與組員學號，與學號總和。並在最後一個畫面：印出完整的組別、組員資訊、與組員學號。

(c) 應用 ARM 組合語言版本之 drawJuliaSet 函數，畫出 Julia Set 動畫。本程式需在文字模式的 Console 下執行，才能完整呈現動畫。在 GUI 畫面中，僅能看到破碎的畫面。

(3) 預期輸出結果範例：假設第 1 組組員有(1) Peter Huang、(2) Mary Sue、(3) Tom Smith，且輸入的學號分別是(1) 10027001、(2) 10027002、(3) 10027003。

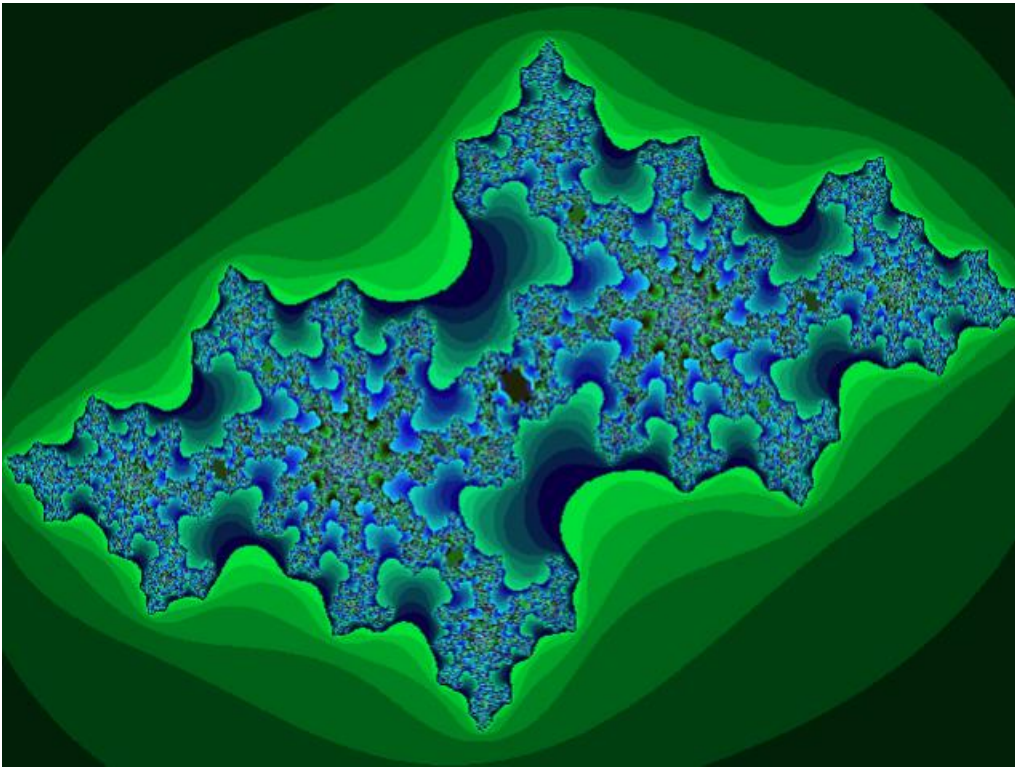
【第一個畫面】

```
Function1: Name
*****Print Name*****
Team 01
Peter Huang
Mary Sue
Tom Smith
*****End Print*****
Function2: ID
**** *Input ID*****
**Please Enter Member 1 ID:**
10027001
** Please Enter Member 2 ID:**
10027002
** Please Enter Member 3 ID:**
10027003
** Please Enter Command **
P
*****Print Team Member ID and ID Summation*****
10027001
10027002
10027003

ID Summation = 30081006
*****End Print*****

Main Function:
*****Print All*****
Team 01
10027001   Peter Huang
10027002   Mary Sue
10027003   Tom Smith
ID Summation = 30081006
*****End Print*****
```

【繪製 Julia Set 畫面】(請離開 Code::Blocks 與 X-Window 環境，直接在 Console 下執行。)



【最後一個畫面】

```
.*.*.*.<:: Happy New Year ::>.*.*.*.
by Team 01
10027001   Peter Huang
10027002   Mary Sue
10027003   Tom Smith
```

(4) 程式要求：

- main 函數可直接使用 C 語言撰寫，並可順利執行。
- 在 main 中呼叫 NAME、ID、與 drawJuliaSet 之 ARM 組合語言函數，分別達成這三個函數的功能。
- 在 main 中使用 NAME 與 ID 所記錄的資料，輸出完整的組別、組員姓名、與組員學號數值計算結果。
- main 函數需適當修改，以便能正確呼叫符合 Midterm Project 規格的 NAME 與 ID 函數。並能正確呼叫 ARM 組合語言版本之 drawJuliaSet 函數。
- 報告除了程式說明外，需以 Code::Block 中，Debug 功能的顯示 Memory dump 與 CPU Register 的方式，印出 NAME、ID、drawJuliaSet 三個函數的所在位址與返回位址(Return Address)，並以螢幕截圖，貼在報告上並說明前述記憶體位址與其內容。
- 報告中需提供 Julia Set 動畫的 5 張畫面，最後一張為包含全組資料與 Julia Set 之結束畫面。請在 Console 下執行，取得完整的 Julia Set 畫面。

5. 設計注意事項：

- (1) 程式需包含前述之「**Project 基本要求**」。並於報告中完整說明符合基本要求之指令與功能。
- (2) 程式需分檔案，一個 Function 一個檔案，並以 Function 名稱命名，所有程式不可寫在同一 Function 裡。
- (3) 除了 main 函數外，所有程式須以 ARM Assembly 設計完成，並在包含 ARM 處理器之電腦環境中驗證執行。請完整理解所有指令之功能。助教機測將詢問指令功能與作用。無法通過測試者，依通過之功能部份給分。

【報告撰寫格式與繳交說明】

1. 報告撰寫格式：

需依照「組合語言與嵌入式系統報告格式」撰寫，範本置於 i-Learning，至少 8 頁，除依照格式各章節所需之說明外，需包含下述項目：

- (1) 組別、學號、班別、姓名等資料。
- (2) 程式說明。
- (3) 設計重點說明。
- (4) 程式驗證結果、指定之說明項目、與相關說明之螢幕截圖，並加以解釋說明。
- (5) 心得感想。
- (6) 各組員分工方式與負責項目。

2. 報告上傳：

2022/01/05 PM 9:00 前上傳至 **i-Learning**。上傳資料需包括：

- (1) 報告 Word 電子檔
- (2) 所有程式檔案與其執行目錄

並將這些檔案置於一資料夾，予以壓縮。

檔案名稱為 ALE_Final_班級_組別_組員學號_組員姓名_重傳次數.7z。

例如：二甲 第三組 10027000 王大明 重傳第一次

==> ALE_Final_二甲_第三組_10027000_王大明_1.7z

3. 機測時間：

機測：2022/01/07 至電學 310 機測。

各組機測時間請於 2022/01/05 PM 9:00 前，至電學 701B 門口填寫機測時間表。

除排定的機測時間，不接受其他時間機測。亦不接受當場修改。

注意：機測當天需同時繳交報告之書面資料。

4. 注意事項：

(1) 評分標準：機測分數(書面+口試)，答錯者扣該分項分數，並請助教繼續詢問至回答正確或扣完為止。同組同學可能不同分。

(2) 嚴懲抄襲：不論抄襲或被抄襲者均為 0 分。

PS：問題反應至 i-Learning 討論區，助教會儘快回覆。

如有補充說明會公佈在 i-Learning 討論區，請同學隨時注意消息

朱守禮 2021.12.16