組合語言與嵌入式系統

期末報告

(1) 程式說明

1. name.s

先把要印出的內容寫在.data，再把內容逐一存進暫存器再印出來。

2. id.s

在.data 寫好自己要 printf 的東西，在用 scanf 把學號讀入。最後先設定一個字 p 在和讀入的指令做比較，相同就印出學號和 total，在把 total 存起來，把預先丟入的指標分別指向三個 id 和 id 總和，main 就可以使用這四個數字。

3. main.c

把 name.s 和 id.s 和 drwajuliaset.s 和 main.c 都 link 在一起，在執行 main.c 會分別呼叫前三個函數，把前三個 function 設為 global 即可使用。

4. drawjuliaset.s

用二維陣列畫出圖，在先前 main 宣告的二維陣列，把先前計算的數值存入陣列內，並在 main.c 印出顏色，在螢幕上顯示出該圖形。

(2) 設計重點說明

1. name.s

先用 asciz 把要用到的名字存起來，再把存在.data 的資料分別存進 r4, r5, r6, r7 再把 r0 move 到其中一個暫存器再 printf 出來，過程不斷重複 move 和 printf 的動作。

2. id.s

一開始會先丟入四個指標存 id 和 sum 的位置，這四個指標會分別存在 r0~r3，先把這四個指標記起來。先讀三次資料儲存在.data 的 id1, id2, id3，再利用預設好的 total 計算 id 全部加起來的總合，ADD 完後用 str 指令把計算後的結果儲存起來，最後判斷輸入的 command 的是不是符合 p，是 p 的話進入 Isp:，把學號和 total 一一印出來，否則進入 Isnotp:輸出”end print”。在呼叫此 function 時會先丟入四個 pointer。等全部程式做完在把丟入的四個 pointer 指向 id1~id3、total 的位置，用 str 指令存進去，main 就會得到這些數值，就可以在 main 使用。

3. drawjuliaset.s

```
@r4 =x
@r5 =y
@r6 =zx
@r7 =zy
@r8 =cx
@r9 = cy
@r10 = frame
@r11 = i
```

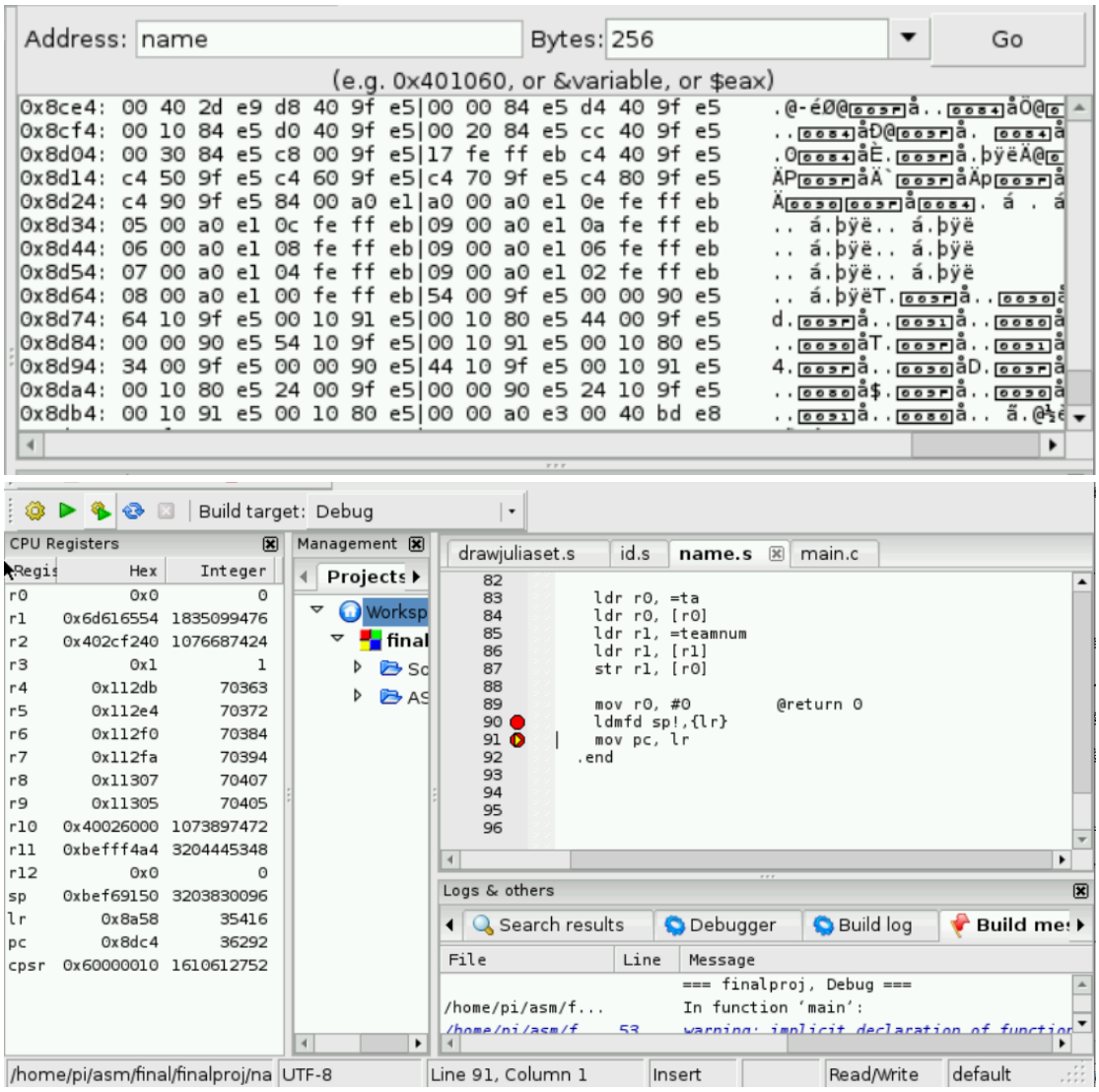
main 會丟入 5 個數值，cx,cy,width,height 和 frame 要給 drawjuliaset 使用，這五個數值分別存入 r0~r4 裡面，剩下的會存在 sp 裡面，現在 frame 會在 sp 裡最上面，我是用 ldr r10, [sp]取出陣列的起始位置。去在做這題之前要先分配好暫存器的使用，如右圖，r8 存 cx,r9 存 cy，用 mul 和 __aeabi_idiv 去算 zx 和 zy 的各種乘除運算。該程式會把計算好的數字存入二維陣列 frame[y][x]中再印出來，第一次能全部做好之後去完成 operand2 和要求的 add lr, r0, pc 的指令。

4. main.c

要先把前三隻程式 link 起來，再一起呼叫執行，在寫 name.s 的時候，輸入 p 來執行 drawjuliaset，輸入為 p 後，會把數值存入二維陣列內，陣列的 width 和 height 為 640 和 480，之後就會進入 write，將之前在 drawjuliaSet 設定好的圖畫出來，然後繼續跑 for 迴圈，再印出學號、名字和.*.*.*.<:: Happy New Year ::>.*.*.*.

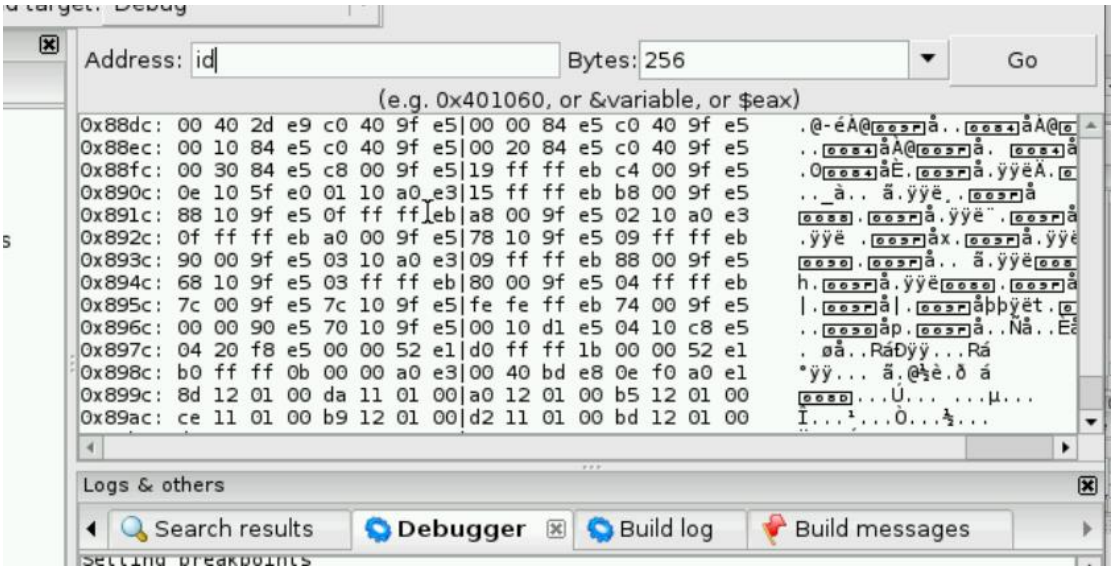
(3) 程式驗證結果

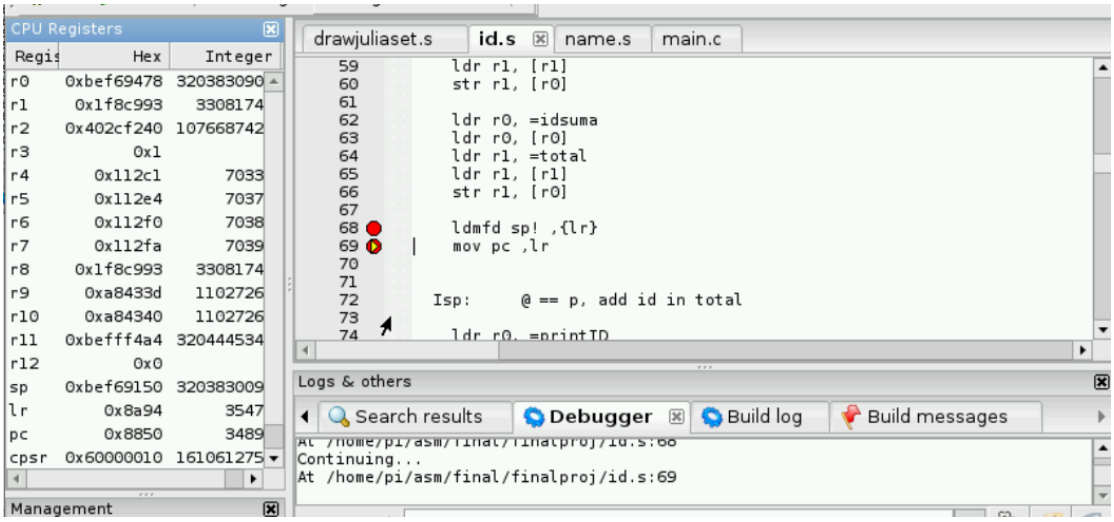
name.s



	起始位置	結束位置	返回位置
name	0x8ce4	0x8dc4	0x8a58

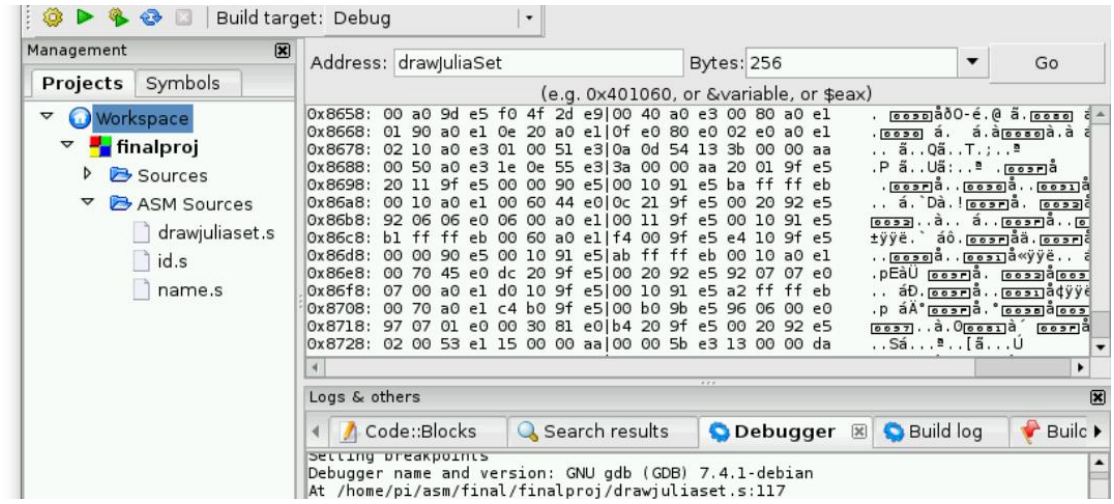
Id. s

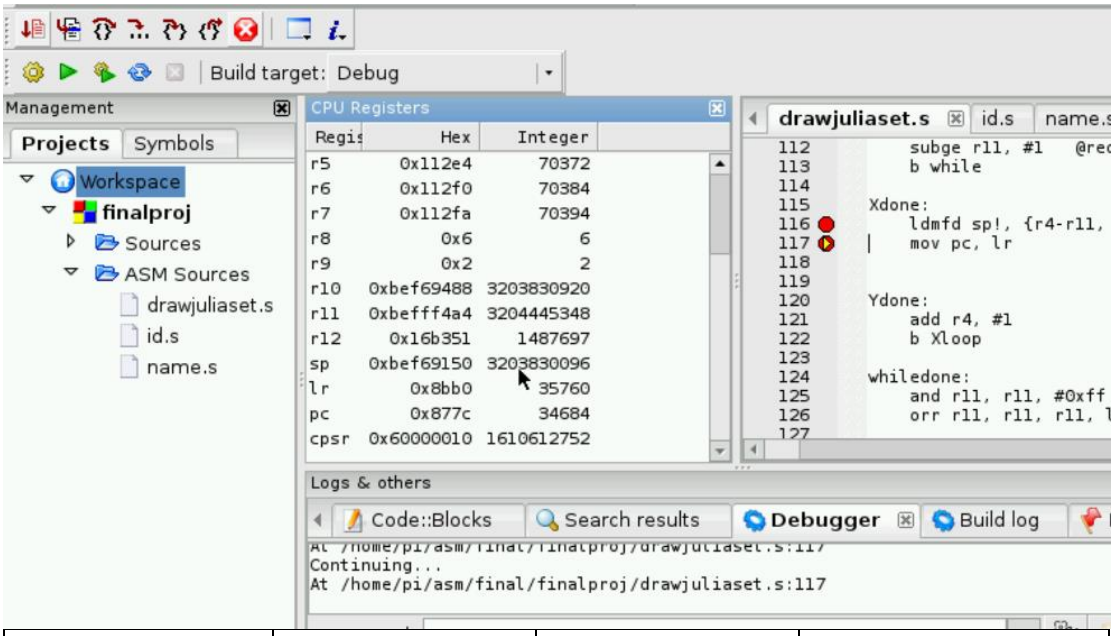




	起始位置	結束位置	返回位置
ID	0x88dc	0x8850	0x8a94

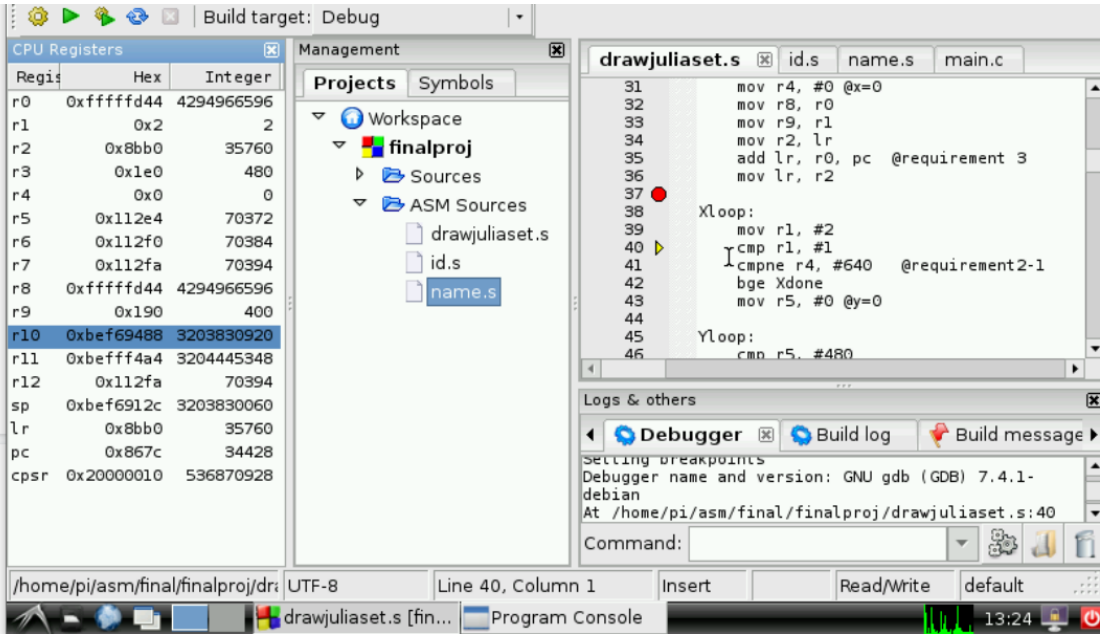
Drawjulaiset

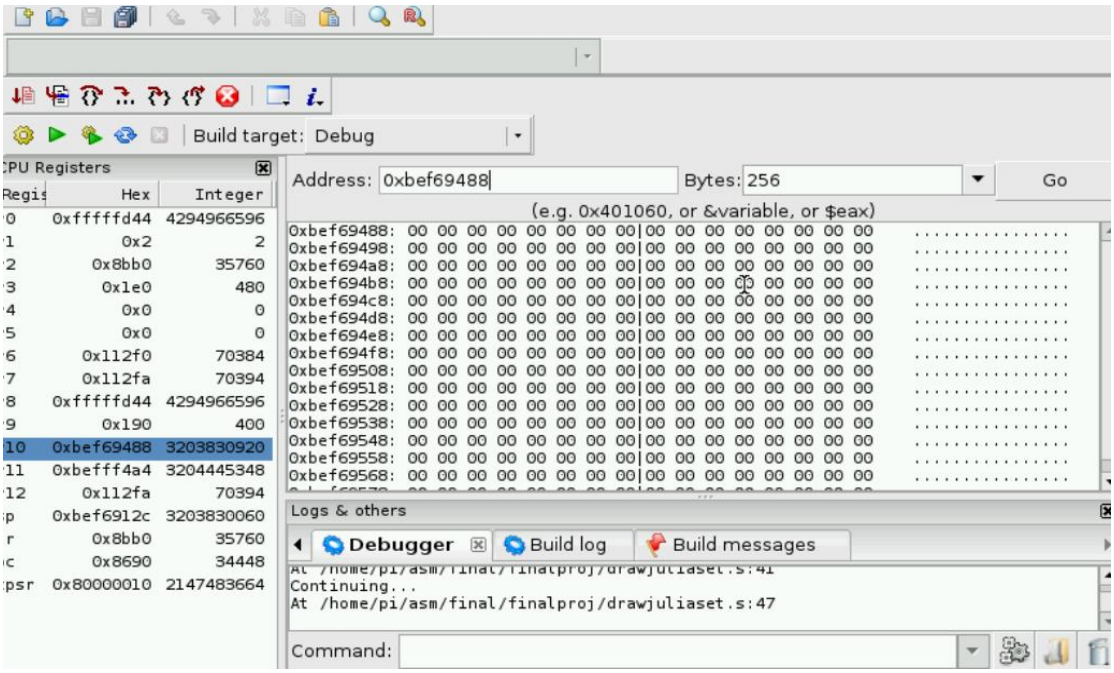




	起始位置	結束位置	返回位置
drawjuliaset	0x8658	0x877c	0x8bb0

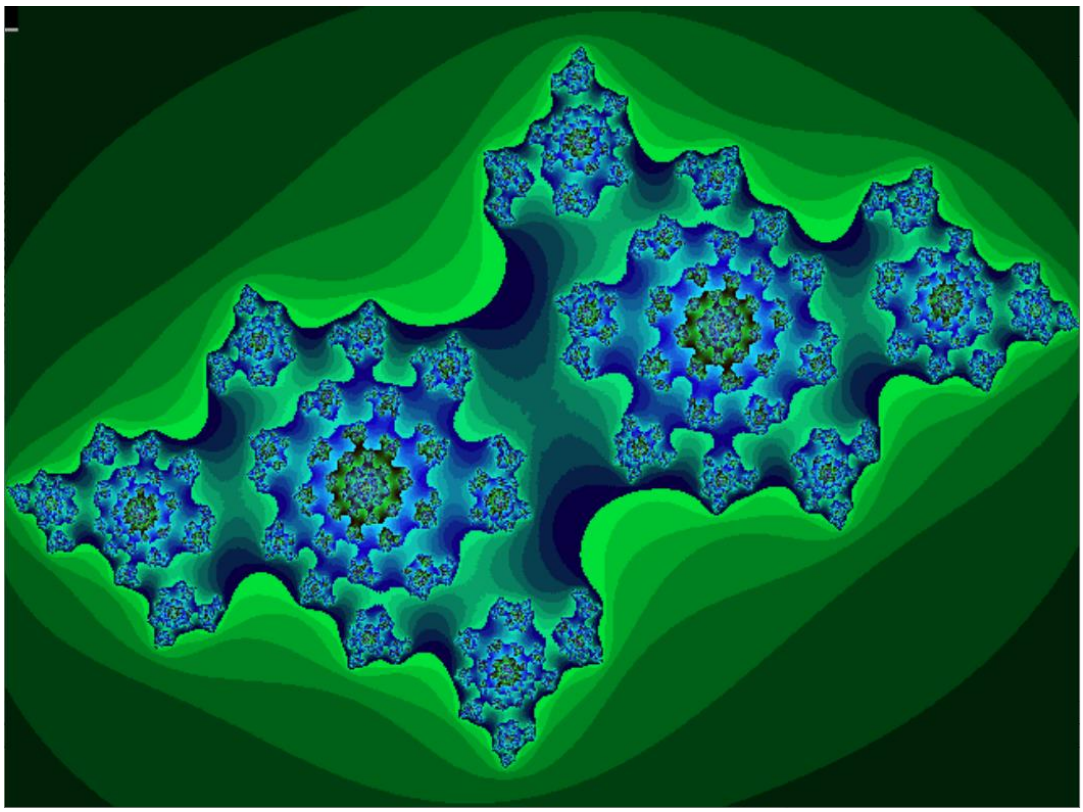
frame:

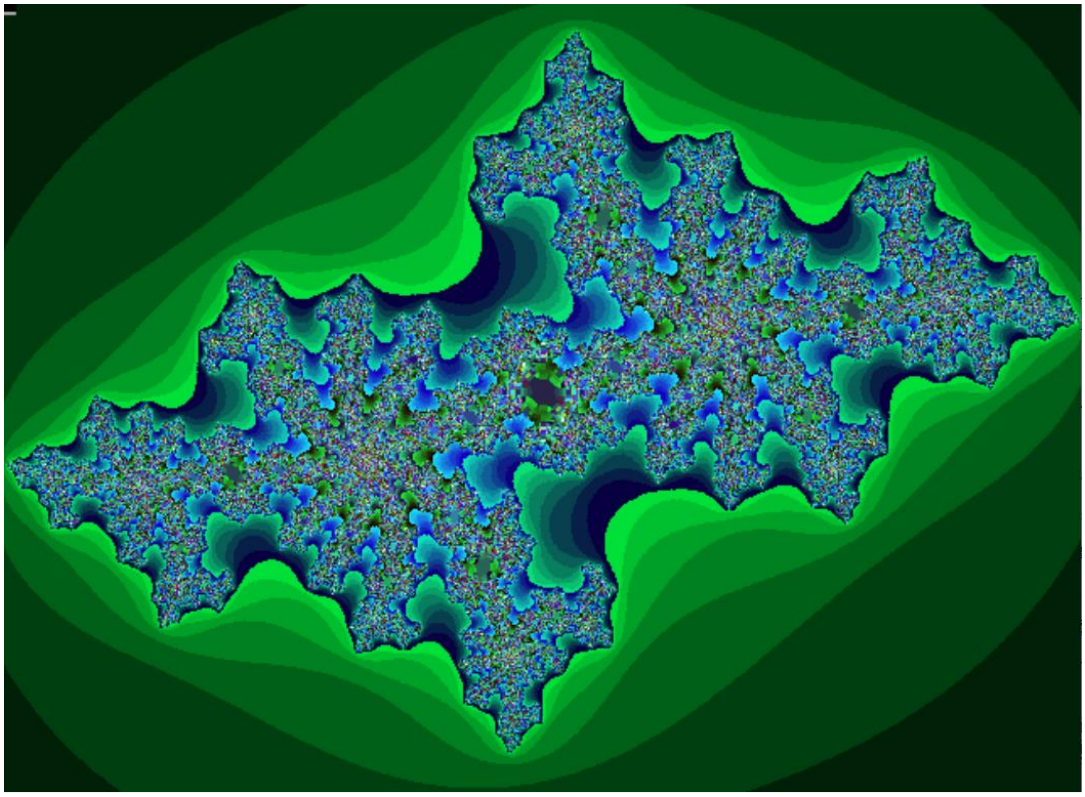


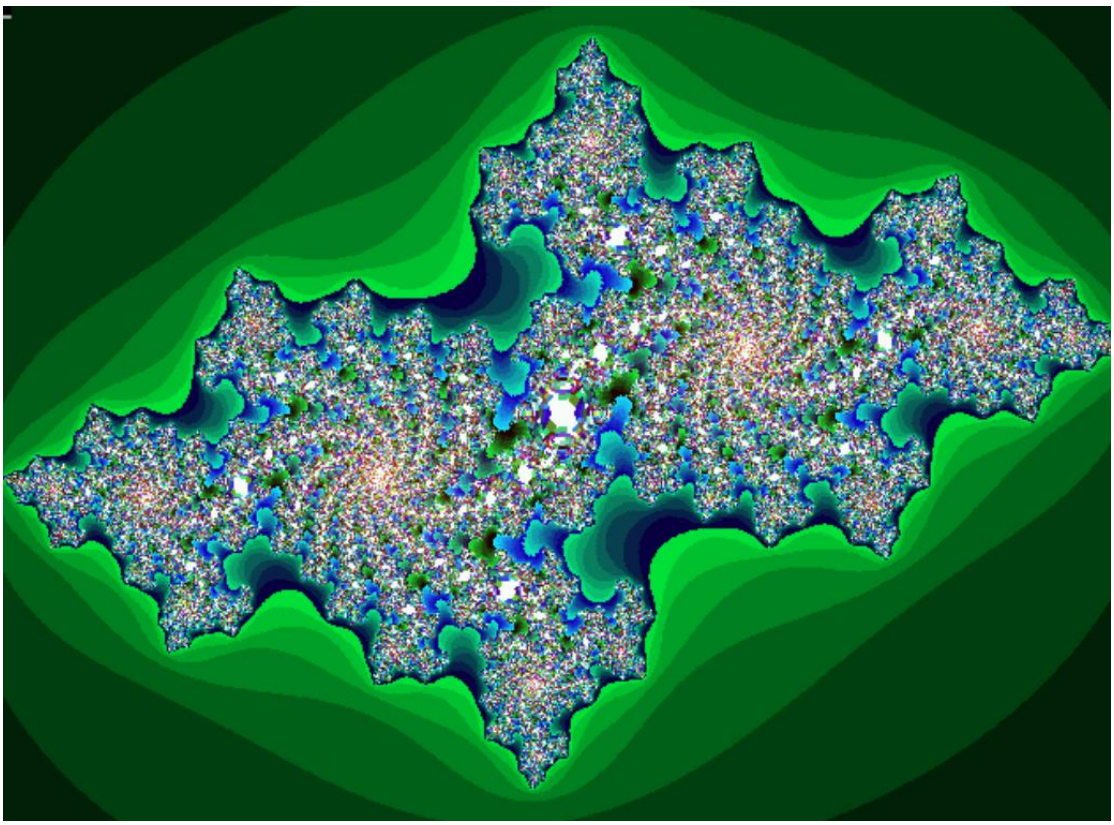


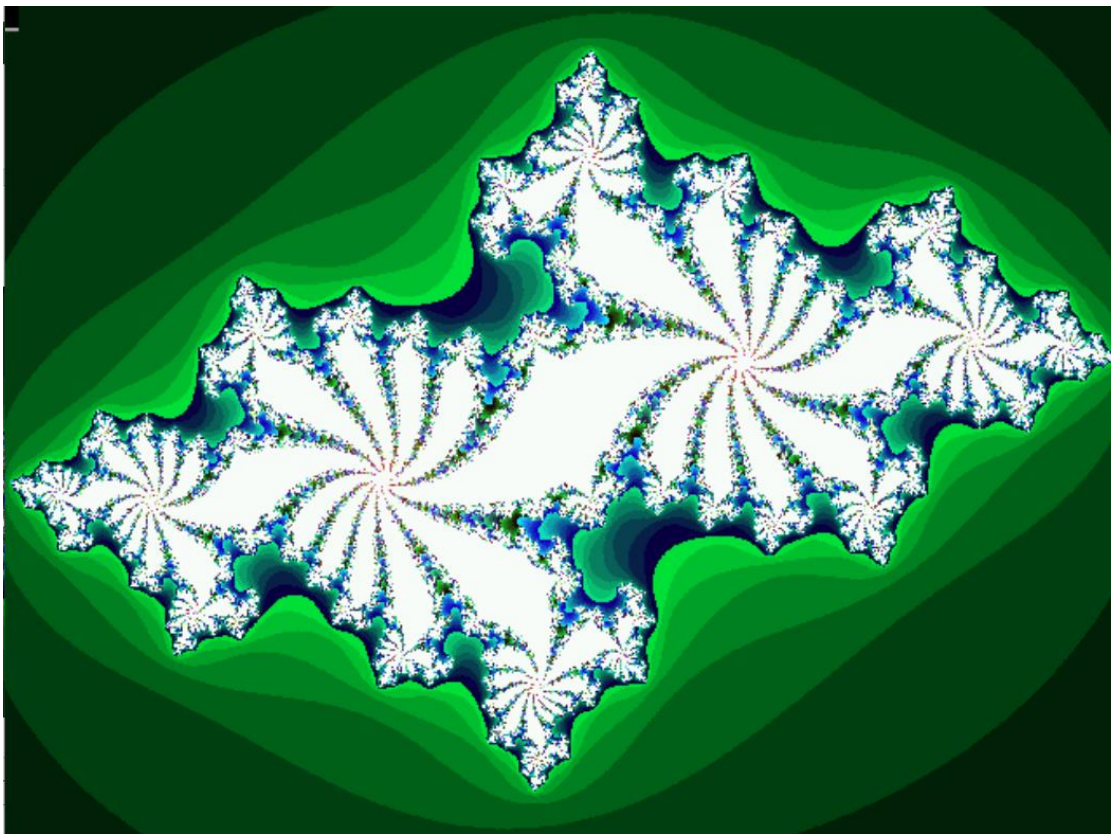
	起始位置	結束位置
frame	0xbef69488	0xbefff488

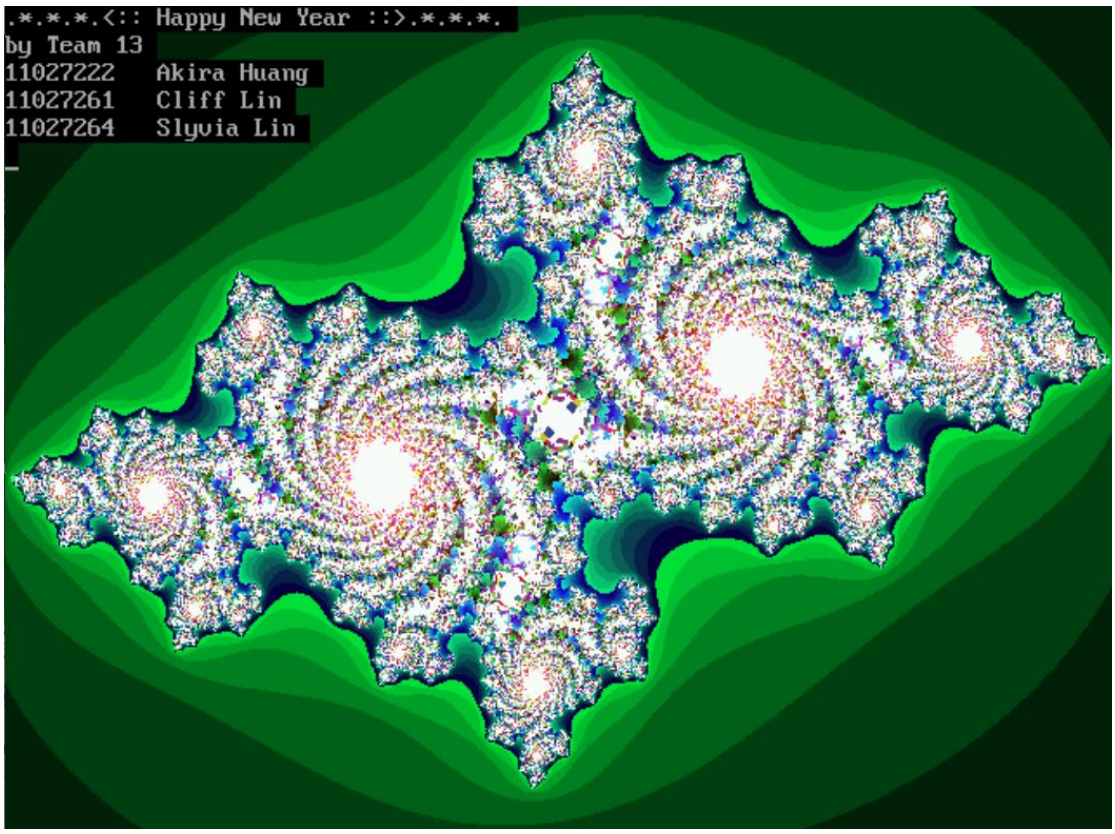
Drawjuliaset 輸出圖











(4) 心得感想

黃彥霖:

這次期末 project 相比期中花費了更多時間，不論是難度和複雜度都比期中高出許多，但在期中 project 已經大部分了解系統環境和組合語言的寫法，在做一些基本運算上幾乎不太會出差錯，這次主要是寫迴圈、除法、二維陣列和分配暫存器的地方比較複雜，一開始不太懂要怎麼把 drawjuliaset 的 c code 轉成組合語言，也嘗試去用 c 的編譯器把他轉成組合語言，雖然還是不知道 compiler 怎麼寫的，但從中也順便得到了除法的用法，可以用__aeabi_idiv 來做除法運算，算是得到了一個省事的工具。結果後來發現他會用到 r12 的暫存器，才解決一些 bug，這題能用的暫存器真的很少，只有 r4~r11 而已，其他都不適和用，r0~r3、r12 也不太能用到，中間不小心用到 r3 也是一直跑錯，後來就想辦法用僅有的暫存器來做這題，一開始想用 pop 來取出存在 sp 裡面的 frame，結果跑一次就會出現 fault。後來用 ldr 的方式就解決了。

寫完這次期末 project 也大概知道組合語言是在做什麼，從 c code 要換成組合語言不容易，但寫完還蠻有成就感的，只要不要一直出現 segmentation fault 就好。

林玟妤:

期中報告完後接著是期末報告，跟期中不一樣的是這次多了要繪製 julia set 圖形出來。一開始我覺得整個非常抽象，不知道如何去打出程式碼。隊友完成後就跟我解釋還有教了我許多，才知道這是如何運作的，很感謝他。加上上課聽老師的講解，對 ARM 組合語言程式有了更多的概念。包括各種 Operand2 的指令和非 Branch 指令的 Conditional Execution 是如何運用在程式當中，還有迴圈在 ARM 組合語言中要如何撰寫，這個作業也比上次用到多了一點東西，像__aeabi_idiv，是個很方便好用的函數。還有因為隊友而用懂得一個觀念還有是要分清現在處理的到底是值還是地址，花了一段時間才搞懂及會運用。這次的 project 讓我學會了很多東西，希望下次能有能力自己寫出一支 ARM 的程式。

(5) 各組分工方式與負責項目

11027222 黃彥霖 : 報告、程式
11027264 林玟妤 : 報告