課程：DCP3117 Microprocessor System Lab 授課教師：曹孝櫟教授 2019

NCTU CS 國立交通大學 資訊工程學系

**Lab1 ARM Assembly I**

**0616018 林哲宇**

1. **What 實驗要做什麼**

這個實驗是要用ARM Assembly來寫出三支程式，分別為 Hamming distance, Fibonacci serial, Bubble sort。

其中Hamming distance的題目內容是會給兩個2 bytes數字，求出兩個數字的漢明距離。也就是說，要把兩個數的二進制做比較，算出不一樣的bit數，最後存到變數result中。

Fibonacci serial則是給一個1～100的數字，最後求出費氏數列的那一項並存到 r4 暫存器中。

最後是Bubble sort，給兩個陣列，要把它們從小到大或從大到小排列。

1. **How 實驗要怎麼做**

我是有好好做完Lab0才開始做Lab1的，所以基本的debugger用法大致了解，不過還是遇到了一些坑，以下：

1. 不小心把 memory 的觀察視窗關掉了。之後查資料後才知道按alt + shift + Q可以叫出options。
2. 不知道怎麼設斷點。查資料後知道在要設斷點的那一行按shift + ctrl + B，就可以設斷點了。
3. 程式有 loop，一直按 F5 很累，東試西試之後才發現按 F8 可以 continue。

再來是這三題的解決過程，

**Hamming distance：**

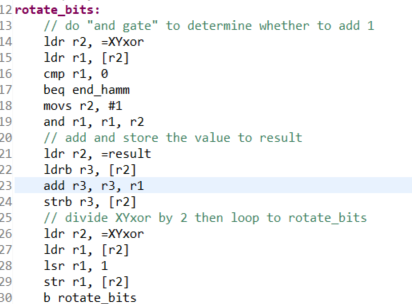
這是助教提供的部分code



試著跑了一次，發現真的會出錯。之後把數字調成1 byte似乎就沒問題，但是2 bytes以上就會噴錯，於是最後的改法是



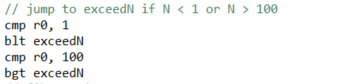
接著要把兩個數字做 xor，才可以算出兩個數的漢明距離，查資料後知道arm的 xor是eor指令。再來就要開始算有哪幾個bit是1了，我們計算幾個 bits 的方式是，



先把 xor 的結果和 1 做 and，如果是 1，則 result 就加 1，然後把 xor 的結果右移一位。重複上述動作直到 xor 的結果為 0。

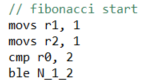
**Fibonacci serial :**

這題有三種情況，第一種是輸入的N小於一或大於一百，這個情況要讓最後的結果r4等於-1。

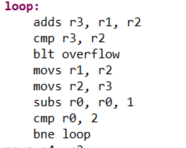


利用 cmp 和 blt, bgt 來判斷N是否小於一或大於一百。

第二種是正常情況，一開始先把r1, r2兩個暫存器當作費氏數列的兩個數，如果N <= 2，就直接回傳1。



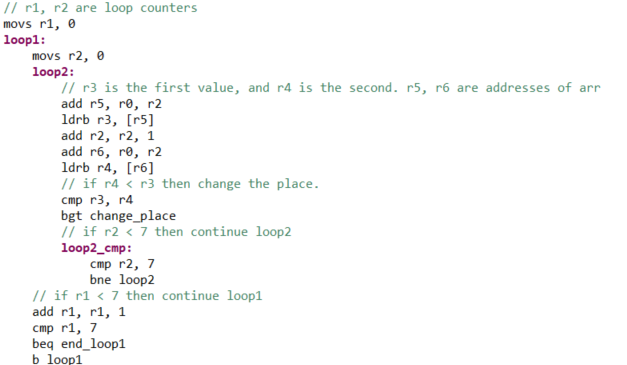
如果 N > 2，則 r1 跟 r2 相加後給 r3，判斷有沒有overflow之後(如果有就是第三種情況)，把 r0 減一，如此循環值到 r0等於 2 才離開迴圈。



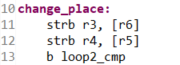
第三種情況就是前面所提到的overflow，如果發生overflow，得到的r3應該會變成負數，也就是會小於費氏數列的上一項，所以透過cmp比較之後，就可以判斷是否overflow並回傳-2

**Bubble sort:**

把 r1, r2 分別當作雙重迴圈中的兩個計數器，r5, r6 則用來存放 arr 的開始位址，以便之後ldrb 和 strb 的時候方便使用。



接著就是把陣列中第一個參數和第二個參數比，如果第一個比較大，就交換位置，交換位置的程式碼如下



利用strb蓋掉位址的那個byte，再來把第二個參數和第三個參數比，以此類推，直到第七個參數和第八個參數比為止。以上的動作要重複八次就能保證正確。

1. **Feedback 實驗心得或建議**

能夠用assembly寫程式還挺有成就感的，Lab1就這麼有趣，讓我有點期待接下來的Lab會怎樣。以前就想學些底層的東西，然而因為實做不出什麼，所以也沒特別有動力去做，希望能在這堂課學到更多底層的知識。