**System Programming**

**Assignment #2**

**411021246**

**資工四 林威佑**

**作業問題描述**

Write a simple SIC simulator that reads a standard SIC object program into

memory.

1. **基本功能**

模擬器接受以下兩個指令：  
(a) load ObjectFileName：將標準 SIC 目標程式載入至指定的記憶體位置。  
(b) show：顯示載入目標程式的記憶體位置內容。

1. **進階功能**

除了基本功能，模擬器還接受以下兩個指令：  
(c) unload：釋放載入目標程式的資料結構。  
(d) exit：成功退出模擬器。  
此外，如果記憶體中已載入一個目標程式，執行 load 指令時需顯示錯誤訊息。

1. **完整功能**

除了進階功能，模擬器還需接受以下指令：  
(e) run：模擬執行已載入的目標程式，並在執行結束後顯示所有暫存器的內容。

**程式結構與主要功能概述**

**s\_load Function**：

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體 的圖片

自動產生的描述

1. **檢查是否已載入**：
   * 函數首先檢查是否已經有程式載入到記憶體中。如果 loaded 變數為真，則表示已經有程式載入，函數會輸出錯誤訊息並返回。
2. **開啟檔案**：
   * 使用 fopen 函數嘗試開啟指定的檔案 fname。如果檔案無法開啟，則輸出錯誤訊息並返回。
3. **讀取檔案內容**：
   * 使用 fgets 函數逐行讀取檔案內容，每次讀取最多 80 個字元到 o\_line 緩衝區中。
4. **解析記錄**：
   * 根據每行的第一個字元來判斷記錄的類型：
     + H：標頭記錄（Header record），調用 rd\_header 函數處理。
     + T：文字記錄（Text record），調用 rd\_text 函數處理。
     + E：結束記錄（End record），調用 rd\_end 函數處理。
5. **關閉檔案**：
   * 使用 fclose 函數關閉檔案。
6. **輸出成功訊息**：
   * 輸出載入成功的訊息，顯示檔案名稱、起始位址和程式長度。

**s\_show Function**：

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體 的圖片

自動產生的描述

1. **檢查是否有程式載入**：
   * 函數首先檢查是否有程式載入到記憶體中。如果 loaded 變數為假，則表示沒有程式載入，函數會輸出錯誤訊息並返回。
2. **顯示記憶體內容**：
   * 使用一個迴圈從記憶體的起始位址開始，遍歷記憶體內容，每次處理 2 個位元組。
   * 每 32 個位元組（16 個記憶體單元）換行一次，並顯示當前的記憶體位址。
   * 每 8 個位元組（4 個記憶體單元）插入兩個空格以便於閱讀。
   * 使用 printf 函數以十六進位格式顯示記憶體內容。

**s\_unload Function**：

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 軟體 的圖片

自動產生的描述

1. **檢查是否有程式載入**：
   * 函數首先檢查是否有程式載入到記憶體中。如果 loaded 變數為假，則表示沒有程式載入，函數會輸出錯誤訊息並返回。
2. **釋放記憶體**：
   * 使用 free 函數釋放先前分配給 memory 的記憶體空間。
   * 將 memory 指標設為 NULL，以避免懸空指標。
3. **重置狀態變數**：
   * 將 loaded 設為 0，表示沒有程式載入。
   * 將 mem\_size 設為 0，表示記憶體大小重置。
   * 將 prog\_len 設為 0，表示程式長度重置。
   * 將 start\_add 設為 0，表示起始位址重置。
   * 將 first\_add 設為 0，表示第一個位址重置。
4. **輸出成功訊息**：
   * 輸出卸載成功的訊息，顯示檔案名稱。

**s\_run Function**：

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體 的圖片

自動產生的描述 一張含有 文字, 螢幕擷取畫面 的圖片

自動產生的描述 一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體, 陳列 的圖片

自動產生的描述 一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 軟體 的圖片

自動產生的描述 一張含有 螢幕擷取畫面, 文字, 字型, 行 的圖片

自動產生的描述

1. **檢查是否有程式載入**：
   * 函數首先檢查是否有程式載入到記憶體中。如果 loaded 變數為假，則表示沒有程式載入，函數會輸出錯誤訊息並返回。
2. **初始化執行環境**：
   * 輸出 "Start running the program." 訊息。
   * 調用 init\_run 函數初始化執行環境。
3. **執行指令**：
   * 使用 while (running) 迴圈執行程式，直到 running 變數設為 0。
   * 在每次迴圈中，調用 get\_op 函數獲取當前指令。
   * 使用 switch 語句根據指令碼 (op) 執行相應的操作。
4. **指令處理**：
   * oADD：將操作數加到暫存器 A。
   * oAND：將操作數與暫存器 A 進行 AND 操作。
   * oDIV：將暫存器 A 除以操作數（如果操作數不為 0）。
   * oLDA：將操作數載入暫存器 A。
   * oLDCH：將操作數的低位元組載入暫存器 A。
   * oLDL：將操作數載入暫存器 L。
   * oLDX：將操作數載入暫存器 X。
   * oMUL：將暫存器 A 乘以操作數。
   * oOR：將操作數與暫存器 A 進行 OR 操作。
   * oRSUB：返回子程式，將暫存器 L 的值載入程式計數器（PC），如果 L 為 0 則結束執行。
   * oSTA：將暫存器 A 的值存儲到操作數位置。
   * oSTCH：將暫存器 A 的低位元組存儲到操作數位置。
   * oSTL：將暫存器 L 的值存儲到操作數位置。
   * oSTX：將暫存器 X 的值存儲到操作數位置。
   * oSUB：從暫存器 A 中減去操作數。
   * oCOMP：比較暫存器 A 和操作數，更新狀態暫存器（SW）。
   * oJ：無條件跳轉到操作數位置。
   * oJEQ：如果狀態暫存器為 0，則跳轉到操作數位置。
   * oJGT：如果狀態暫存器大於 0，則跳轉到操作數位置。
   * oJLT：如果狀態暫存器小於 0，則跳轉到操作數位置。
   * oJSUB：跳轉到子程式，將當前程式計數器存儲到暫存器 L。
   * oRD：讀取一個字元輸入到暫存器 A。
   * oTD：設置狀態暫存器為 1。
   * oTIX：將暫存器 X 增加 1，並與操作數比較，更新狀態暫存器。
   * oWD：輸出暫存器 A 中的字元。
5. **檢查程式結束條件**：
   * 如果程式計數器（PC）超過程式的結束位址，則設置 running 為 0，結束執行。
6. **顯示暫存器狀態**：
   * 調用 show\_reg 函數顯示暫存器的當前狀態。
   * 輸出 "Program execution ended!" 訊息。

Object Program & Run Result

**Test1.obj**

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

**Show the memory of loading Test1.obj**

一張含有 螢幕擷取畫面, 樣式, 布, 單色 的圖片

自動產生的描述

(省略擷取memory中間的空值)

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

**Result After running Test1.obj**

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 印刷術 的圖片

自動產生的描述

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 設計 的圖片

自動產生的描述

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

**Test2.obj**

一張含有 螢幕擷取畫面, 文字, 字型 的圖片

自動產生的描述

**Show the memory of loading Test2.obj**

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型 的圖片

自動產生的描述

**Result After running Test2.obj**

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 設計 的圖片

自動產生的描述

**Test3.obj**

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 行 的圖片

自動產生的描述

**Show the memory of loading Test3.obj**

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 行 的圖片

自動產生的描述

**Result After running Test3.obj**

一張含有 文字, 螢幕擷取畫面, 字型, 設計 的圖片

自動產生的描述

Discussion

這份作業設計與實作一個簡單的 SIC 模擬器，幫助深入了解組合語言與計算機架構的基本原理。藉由實現功能如 load、show 和 run，實際體驗目標程式如何被載入記憶體並執行，進一步掌握機器層級指令的運作方式。