

109 學年度台灣區工科技藝競賽數位電子術科試題二

一、試題名稱：ATM 自動櫃員機

二、試題說明：

本試題為設計一個 ATM 自動櫃員機，使用者須自行操作提款、顯示明細等功能。首先利用硬體輸入介面選擇提款卡片，選擇完畢後，透過通訊介面將卡片資料傳送至軟體介面，再於軟體介面輸入密碼，此密碼透過通訊介面傳送至控制核心(FPGA 或 CPLD)檢查無誤後，得操作提款功能。提款金額於硬體介面輸入，同時將操作過程中的訊息顯示於各項硬體輸出介面(如：七段顯示器用以顯示卡片餘額與提款金額，LCD 用以顯示交易明細、雙色點矩陣用以顯示系統狀態)。

三、系統架構：

本試題分為軟體端與硬體端，透過通訊介面連接，整體系統架構如圖 1 所示。硬體端分為三個部分:硬體輸入介面、硬體輸出介面、控制核心(FPGA 或 CPLD)，選手須實現上述硬體設計於麵包板、洞洞板或大會所提供之實驗板。

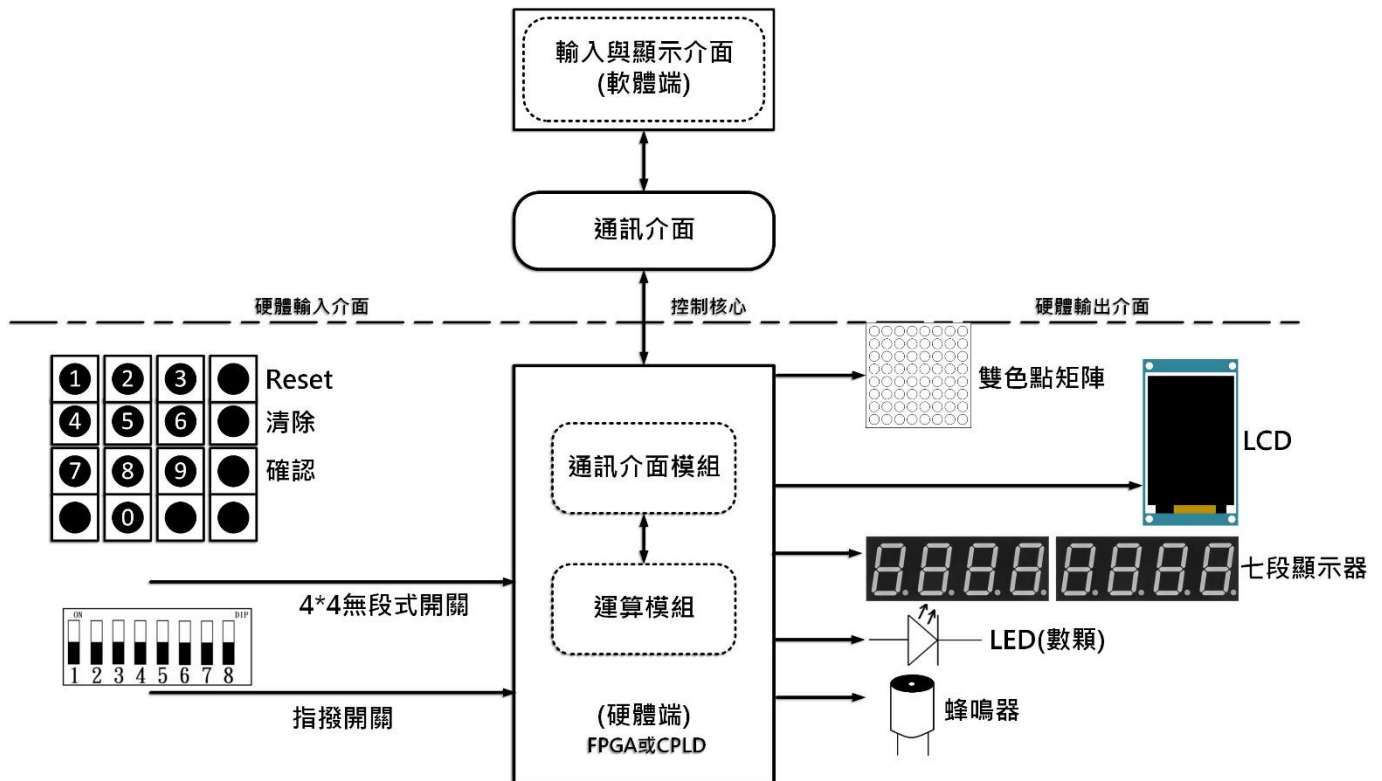


圖 1.系統架構圖

軟體端分為輸入與顯示介面，可透過通訊介面與硬體端傳輸資料，軟體介面如圖 2 所示。

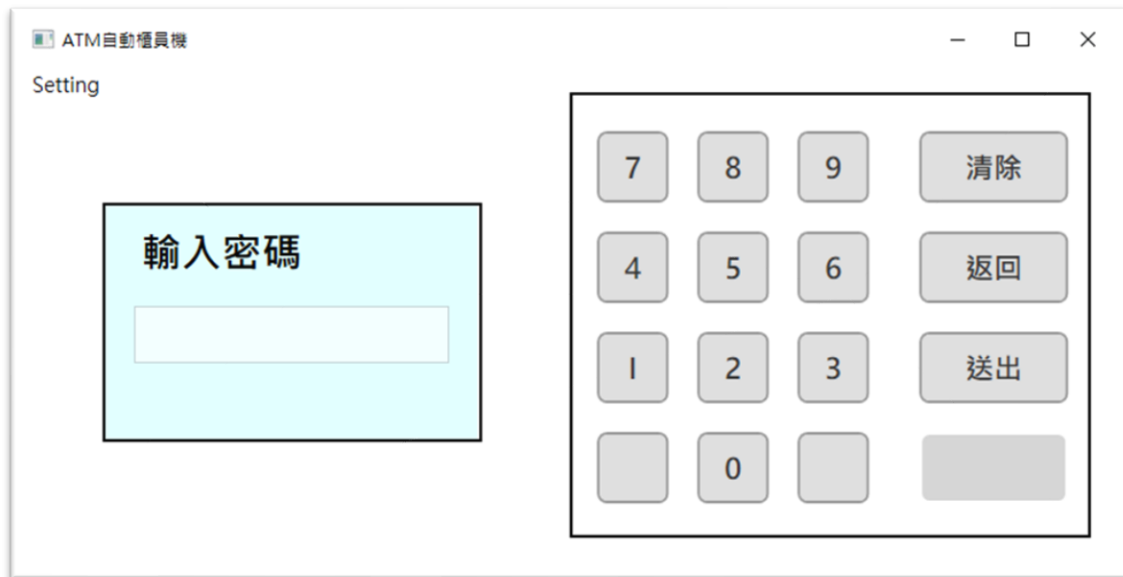


圖 2. 軟體輸入與顯示介面

四、系統流程與注意事項：

- ※ 本試題不得使用硬體語言產生器，違者零分計算。
- ※ 通訊介面為軟體端與硬體端溝通之橋梁，資料傳輸格式無強制規定，由選手自行設計，通訊介面的插拔不可影響到硬體端的資料儲存及運算。
- ※ 本系統於軟體端負責資料的接收顯示與傳送，不可進行資料的儲存與計算。實際運算與儲存由硬體端負責。
- ※ 本系統敘述之初始狀態，為按下 Reset 鍵後之狀態，所有硬體模組皆有定義初始狀態(詳閱《五、輸入/輸出模組功能要求》)。
- ※ 本系統敘述之待機狀態，為系統初始狀態 1 秒後自動進入之狀態。所有硬體模組皆有定義待機狀態(詳閱《五、輸入/輸出模組功能要求》)。
- ※ 卡片密碼由 5 位數字(0~9)組成。
- ※ 各軟硬體輸入與顯示格式將於《五、輸入/輸出模組功能要求》詳細說明。
- ※ 以下簡述本系統之操作流程。

ATM 自動櫃員機系統流程：

- ※ 系統流程分為多個階段，每一個階段操作完成後皆須按下硬體介面之“確認”鍵以進行到下一個階段，系統流程圖如圖 3 所示。

- a. **初始狀態**：所有硬體模組皆處於初始狀態，一秒後進入待機狀態。
- b. **待機狀態**：系統處於待機狀態時，透過硬體輸入介面選擇卡片，完成後按下確認鍵進入輸入密碼狀態。
- c. **輸入密碼**：於軟體介面輸入密碼後送出。再於硬體端按下確認鍵後，進行密碼檢核，若輸入密碼正確，即進入輸入金額狀態；若輸入密碼錯誤，則進入退出卡片狀態。
- d. **輸入金額**：使用硬體輸入介面輸入提款金額後，按下確認鍵，若卡片餘額足夠，即進入顯示明細狀態；若卡片餘額不足，則進入退出卡片狀態。
- e. **顯示明細**：於硬體輸出介面顯示本次交易明細，按下確認鍵進入退出卡片狀態。
- f. **退出卡片**：透過硬體輸入介面退出卡片後，按下確認鍵進入完成狀態。
- g. **完成**：使用單顆 RGB 燈來顯示結束訊息(以藍色、綠色、紅色的順序，每顏色每次持續 0.5 秒，循環 2 次，共 3 秒)。3 秒後自動返回到待機狀態。

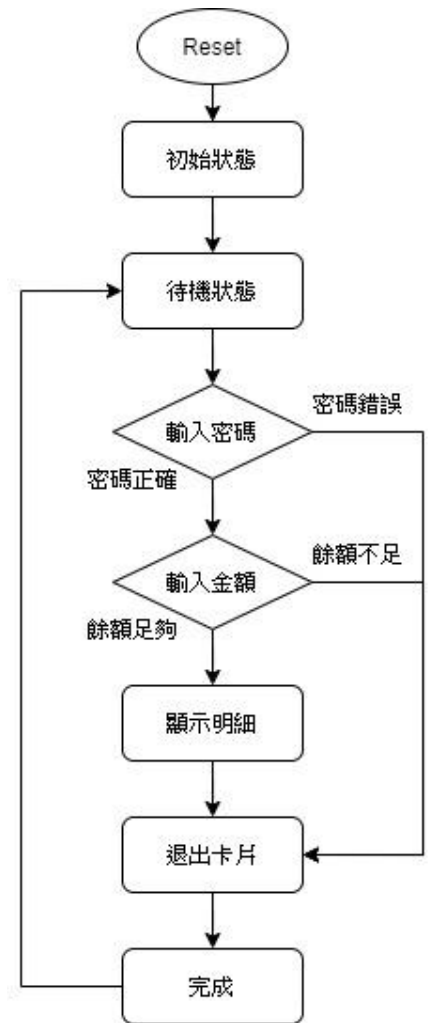


圖 3. 系統流程圖

五、輸入/輸出模組功能要求：

1. 軟體介面(如圖 2 所示)

- ※ 使用者僅能於**輸入密碼**狀態中使用，其餘狀態皆沒有作用。
- ※ 軟體介面包含所有輸入與顯示之圖形介面(GUI)元素(輸入密碼顯示介面、數字與功能鍵)。
- ※ 所有按鍵之狀態顯示：滑鼠左鍵未按下狀態(灰色)；滑鼠左鍵按下狀態(黃色)，可參考圖 4。

- a. **數字鍵**：為軟體介面上之 0 到 9 的數字鍵。
- b. **功能鍵**：
 - (a) 清除鍵：清除所有已輸入之密碼。
 - (b) 返回鍵：清除上一位已輸入之密碼。
 - (c) 送出鍵：將已輸入之密碼傳送至控制核心，並清空密碼欄位。
- c. **輸入密碼顯示介面**：可於軟體介面上**即時顯示**數字鍵輸入之密碼。



圖4. 軟體介面之按鍵顏色變化(以3為例)

2. 無段式開關

※ 無段式開關之“按下”表示開關按壓至放開的動作，且在該過程中開關只會觸發一次。

- a. **Reset 鍵**：為系統優先權最高之按鍵，無論何時按下此鍵，系統都會進行 Reset 動作。所有硬體模組皆回到初始狀態，卡片餘額皆恢復為初始金額。詳細初始狀態請參考各個硬體的輸入/輸出模組功能要求。進入初始狀態一秒之後，系統進入待機狀態。
- b. **確認鍵**：按下時，表示完成目前狀態的操作，系統將進入下個狀態。
- c. **清除鍵**：於輸入金額狀態時，按下清除鍵可清除已輸入之金額，並可再重新輸入。
- d. **數字鍵**：為硬體介面上的“0”~“9”之按鍵，用於輸入提款金額。

3. 指撥開關

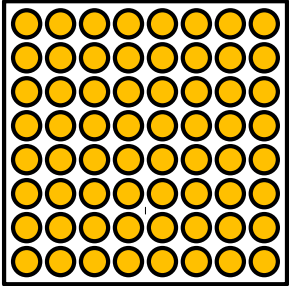
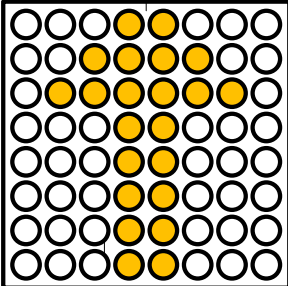
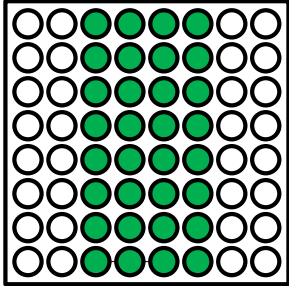
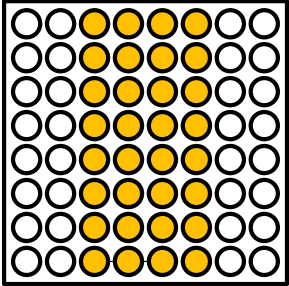
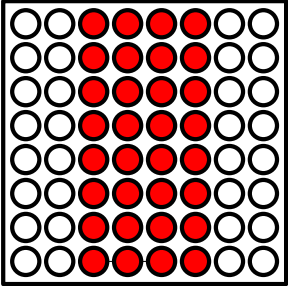
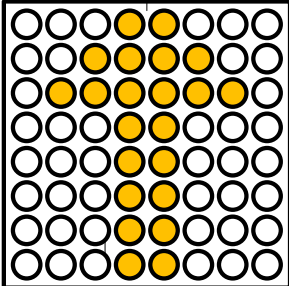
- a. 指撥開關僅在待機狀態與退出卡片狀態中動作。
- b. 指撥開關用於模擬插入或取出卡片之動作，初始狀態置於下方“Off”。
- c. 當撥動開關至“On”時表示插入卡片；撥至“Off”時表示取出卡片。
- d. 一組指撥開關共有 8 個開關，使用最左邊的 3 個開關分別模擬 3 張不同餘額與密碼之卡片，由左至右的餘額分別為 1000 元、2000 元、3000 元；密碼分別為 12345、23456、34567；並以密碼的最高位數作為卡片的編號。
- e. 當使用者按下 Reset 鍵回到待機狀態時，若有開關置於“On”則表示目前已有卡片插入，此時可再撥至“Off”將卡片取出。

4. 雙色點矩陣

※ 用以顯示系統狀態，如表 1 所示。

- a. **初始狀態**：雙色點矩陣顯示橘色。
- b. **待機狀態**：(1)尚未插入卡片時，顯示指定箭頭圖形；(2)插入卡片後，中間四行顯示綠色。
- c. **輸入密碼、輸入金額、顯示明細(狀態)**：中間四行顯示綠色。
- d. **退出卡片狀態**：(1)尚未取卡時，中間四行顯示橘色；(2)取出卡片後，中間四行顯示紅色。
- e. **完成狀態**：顯示指定箭頭圖形。

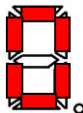
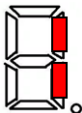
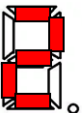
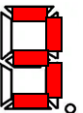
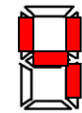
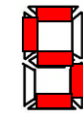
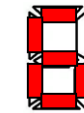
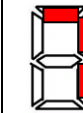
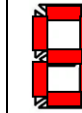
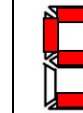
表 1. 雙色點矩陣

		
a. 初始狀態步驟(橘色)。	b.(1) 待機狀態(尚未插入卡片)： 顯示指定箭頭圖形。	b.(2) 待機狀態(插入卡片後)。 c. 輸入密碼、輸入金額、顯示明細狀態：中間四行顯示綠色。
		
d.(1) 退出卡片(尚未取卡)狀態： 中間四行顯示橘色。	d.(2) 退出卡片(已取出卡片)狀態： 中間四行顯示紅色。	e. 完成狀態：顯示指定箭頭圖形。

5. 七段顯示器

- ※ 本系統共使用兩個四位數七段顯示器；七段顯示器顯示 0~9 方式，如表 2。
- ※ 初始狀態：七段顯示器皆為熄滅狀態。
- ※ 待機狀態、輸入密碼狀態、退出卡片狀態、完成狀態：所有位數皆顯示為 0。
- ※ 輸入金額狀態、顯示明細狀態：左邊四位數七段顯示器用於顯示**卡片餘額**；右邊四位數七段顯示器用於顯示**提款金額**，如圖 5。

表 2. 七段顯示器 0~9 顯示方式

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
									

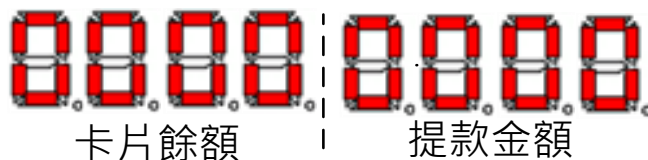


圖 5.七段顯示器顯示狀態

- a. **輸入金額狀態**：卡片餘額區域顯示插入的卡片餘額；提款金額區域**即時**顯示目前透過硬體端的數字鍵所輸入的金額。
- b. **顯示明細狀態**：卡片餘額區域顯示原本的卡片餘額扣掉提款金額後的結果；提款金額區域顯示於輸入金額狀態時所輸入的提款金額。

6. LCD

※ 必須使用大會提供之圖片。

※ 詳細的顯示格式，如表 3。

- a. **初始狀態、完成狀態**：顯示空白。
- b. **待機狀態、輸入密碼、輸入金額、退出卡片(狀態)**：於第二列顯示“BANK”。
- c. **顯示明細狀態**：顯示本次提款的明細。

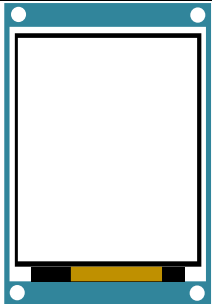

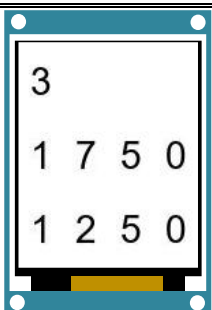
7. LED 燈

- a. **單色綠燈**只在**輸入金額**狀態中亮起，該狀態結束後熄滅。
- b. **單色紅燈**只在“密碼錯誤”或是“餘額不足”的情況下，進入**退出卡片**狀態中才會亮起，該狀態結束後熄滅。
- c. 單顆 RGB 燈用於在**完成**狀態中，以藍色、綠色、紅色的順序，各顏色持續顯示 0.5 秒，循環 2 次，共 3 秒。

8. 蜂鳴器

- a. 在**輸入密碼**狀態時，若密碼錯誤，則按下確認鍵後蜂鳴器發出警報 1 聲。
- b. 在**輸入金額**狀態時，若卡片餘額不足，則按下確認鍵後蜂鳴器發出警報 2 聲。

表 3. LCD 狀態顯示表

狀態	LCD 顯示訊息	顯示說明
a. 初始狀態、 完成		顯示空白。
b. 待機狀態、 輸入密碼、 輸入金額、 退出卡片		於第二列顯示“BANK”。
c. 顯示明細狀態		<p>顯示本次提款明細。</p> <p>範例：</p> <p>第一列：顯示插入卡片之編號； 卡片 3 號(餘額 3000 元)。</p> <p>第二列：顯示本次提款金額； 提款金額 1750 元。</p> <p>第三列：顯示提款後之卡片餘額； 卡片餘額 1250 元。</p>

六、評分點：

項目	評分內容	配分	實得
1	模擬情境:系統初始化 <input type="checkbox"/> 七段顯示器熄滅一秒後，所有位數顯示 0，得 7 分。 <input type="checkbox"/> LCD 顯示器顯示空白一秒後，第二列顯示“BANK”，得 8 分。 <input type="checkbox"/> 雙色點矩陣全亮橘一秒後，顯示“指定箭頭圖形”，得 10 分。	25	
以下 2、3 項目中的情境若確認鍵無法進入流程圖的下一狀態時，則停止當項測試，並計算至當項之得分。			
2	模擬情境:提款成功與功能測試 <input type="checkbox"/> 插入卡片測試，得 5 分。 <input type="checkbox"/> 輸入密碼成功測試，得(/10 分)。 檢測運算是否由硬體端執行 <input type="checkbox"/> 是(繼續評分) <input type="checkbox"/> 否(停止測試，以當前分數計算) <input type="checkbox"/> 輸入金額狀態測試，得(/15 分)。 <input type="checkbox"/> 顯示明細狀態測試，得(/10 分)。 <input type="checkbox"/> 退出卡片狀態測試，得(/6 分)。 <input type="checkbox"/> 回到待機狀態，得 4 分。	50	
3	模擬情境:提款失敗測試 <input type="checkbox"/> 密碼錯誤測試，得(/7 分)。 <input type="checkbox"/> 餘額不足測試，得(/8 分)。	15	
4	模擬情境:Reset 測試 <input type="checkbox"/> Reset 鍵正確動作，得 5 分。	5	
5	選手於時間內完成製作且全部功能正確 <input type="checkbox"/> 2 小時內得 5 分 <input type="checkbox"/> 2.5 小時內得 4 分 <input type="checkbox"/> 3 小時內得 3 分 <input type="checkbox"/> 3.5 小時內得 2 分	5	
評分老師簽名			總分
備註	一、使用硬體描述語言(VHDL/Verilog)或其他程式設計語言，在評分後請建立一資料夾，名稱為“崗位編號_代表學校_選手姓名”，並將所有設計檔案放置資料夾內後，請評分老師檢視並備份以完成繳交。		