

單晶片微處理機實習儀器認識及實作

學習大綱

- ★ 2-1 單晶片微處理機的認識
- ★ 2-2 基本內、外部結構
- ★ 2-3 單晶片微處理機應用
- ★ 2-4 實習儀器

學習目標

- ★ 1. 能認識單晶片微處理機。
- ★ 2. 能瞭解單晶片微處理的內、外結構。
- ★ 3. 能瞭解單晶片微處理機的應用。
- ★ 4. 能瞭解本課程所需儀器。

2-1 單晶片微處理機的認識

✧ 微處理機

微處理機是由硬體和軟體所組成，硬體是指有形的電路；軟體則指用來控制微處理機工作的指令和程式。微處理機的硬體結構包括了五個主要單元，分別是輸入單元、輸出單元、記憶單元、算術邏輯單元和中央處理單元，其中算術邏輯單元和中央處理單元又可合併成爲一個單元，稱爲中央處理單元 (central processing unit)，就是所稱的 CPU，這五個單元的關係如圖 2-1 所示：

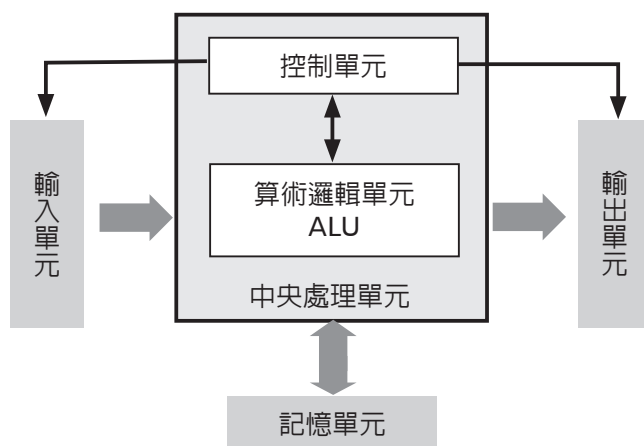


圖 2-1 微處理機架構圖

以上微處理機五大單元，分別說明如下：

1. **輸入單元 (input unit, IU)：**輸入單元的工作是將外來的資訊送到 CPU 處理或直接存入記憶單元。個人電腦上常用的輸入設備有讀卡機、磁碟機、鍵盤、滑鼠和掃描器等。在微處理機實習上常見的輸入元件有指撥開關、按鈕開關、極限開關、鍵盤、光感測器、溫度感測器、濕度感測器、聲音感測器、距離感測等各種物理量感測器。
2. **輸出單元 (output unit, OU)：**輸出單元負責將 CPU 處理過的資料輸出或儲存。個人電腦 (Personal Computer) 上常用的輸出設備有顯示器、列表機和繪圖機、硬碟、光碟等。在微處理機實習上常見的輸出元件有發光二極體 LED、液晶顯示器 LCD、七段顯示器、步進馬達、直流馬達、喇叭、蜂鳴器等。

3. **記憶單元 (memory unit, MU)**：記憶單元是用來存放系統運作所需的程式或資料，一般來說，單晶片微處理機的程式是儲存在唯讀記憶體中，資料儲存在隨機存取記憶體中。
4. **算術邏輯單元 (arithmetic logic unit, ALU)**：算術邏輯單元可將送來的資料執行算術運算（如加、減、乘、除等）及邏輯運算（如 AND、OR、NOT、XOR 等），在運算完成後，再由控制單元將資料送回記憶單元存放，或直接送到輸出單元。
5. **控制單元 (control unit, CU)**：控制單元是微電腦的指揮中心，負責協調和指揮以上各單元之間的資料傳送及運作，使得微電腦可以按照人們的要求完成工作。

✧ 單晶片微處理機

單晶片微控制機 (microcontroller unit, 簡稱 MCU) 是將上述五大單元、以及一些周邊電路（計時 / 計數器、燒錄介面、類比 / 數位信號轉換）都整合在一塊晶片上的微型電腦。傳統的工業控制都是由硬體電路所構成，以馬路上紅綠燈為例，燈號時序的轉換要靠順序邏輯電路的設計；但是單晶片微控制機的控制只要完成輸入與輸出電路就好，所有燈號時序的轉換控制都改為軟體時序陣列值指派，請看第 5 章範例 5-1a。所以單晶微處理機的控制，具有體積小、耗電低，可節省開發時間與成本，目前已經是所有工業控制的主流。

2-2 基本內、外部結構

✧ Arduino 開發板

目前常聽到的 macro:bit、8051、Arduino 等都是單晶片微處理機開發板，macro:bit 比較著重在圖形開發介面，主要是來讓小學生玩簡單的聲光控制遊戲；8051 與 Arduino 都是使用文字式的開發工具，是真實的嵌入式工業晶片，可真實改善許多生活與工業控制，適合中學生以上與社會人士學習嵌入式系統控制。但 8051 已經過時，漸漸被 Arduino 取代，Arduino 官網是 www.arduino.cc。Arduino 之所以能異軍突起，主要是它主張開源，它的軟硬體都是開放，官網有非常詳盡的軟硬體資料，是學習單晶設計最好的入門資料，使用者可以站在巨人的肩膀，繼續接力開發新產品。其次，Arduino 輸出電流變大，可以直接驅動 LED，使得產品的電路也變的簡單。還有，Arduino 腳位也變多，這樣可以直接驅動一些需要重複掃描輸出的元件，例如，本書要介紹的四位數七段顯示器與點矩陣 LED 驅動電路也變簡單了。Arduino 依照使用者不同的需求，開發很多版本的微控板，其中型號 Mega 2560 的全部 I/O 腳位共有 70 隻，因為腳位多、電流也夠大，可直接驅動本書介紹的四位數七段與點矩陣 LED，這樣電路與軟體最為省事，本書就選用 Mega 2560，下表是其技術規格（摘自 Arduino 官網）。

OVERVIEW	TECH SPECS	DOCUMENTATION
Microcontroller	ATmega2560	
Operating Voltage	5V	
Input Voltage (recommended)	7-12V	
Input Voltage (limit)	6-20V	
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)	
Analog Input Pins	16	
DC Current per I/O Pin	20 mA	
DC Current for 3.3V Pin	50 mA	
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader	
SRAM	8 KB	
EEPROM	4 KB	
Clock Speed	16 MHz	
LED_BUILTIN	13	
Length	101.52 mm	

外部結構

圖 2-2 是其微控板實體照片（摘自 Arduino 官網），中間黑色正方形 IC 就是 ATmega 2560 單晶片，旁邊共有 70 隻 I/O 腳位（數位 54 隻與類比 16 隻），這些接腳都可以使用軟體的設定，分別指派當作數位輸出、數位輸入、或有上拉電阻 INPUT_PULL UP 的輸入等 3 種功能，這會在本書陸續介紹。

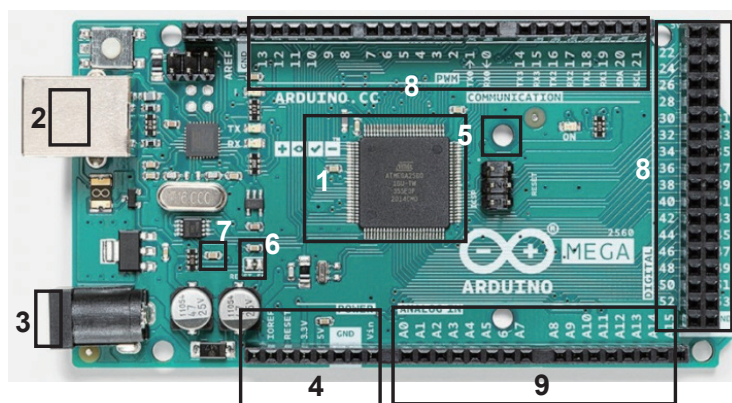


圖 2-2 Arduino Mega 2560 實體圖

1. ATmega 2560 單晶片：ATmega 2560 是本微控板的單晶片，其詳細資料如圖 2-3（摘自 Arduino 官網）。

Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V

8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash

DATASHEET

Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 135 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
 - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
 - 64K/128K/256KBytes of In-System Self-Programmable Flash
 - 4Kbytes EEPROM
 - 8Kbytes Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C

圖 2-3 AT mega 2560 特性圖

以上資料是「微處理機」課程闡述的重點，請讀者自行對照課本，並與家用電腦的微處理機規格做比較。

2. **USB 連接器**：此連接器除提供燒錄程式以及監控程式之用外，還被當成開發板之電源連接器，可提供 +5V/0.5A 之電源，而此電源足以驅動整塊開發板。使用者外接電路若短路，或使用電流超過 0.5A，微控版具有自我保護電路，將自動切斷該 USB，不會損害到個人電腦。只要拔開 USB 線，待排除故障後，USB 線再重新插入，即可重啓 USB 之功能，並提供電源。
3. **外接電源與電源穩壓電路**：可使用 +7V ~ +12V 之電源變壓器做為輸入電壓，而由左下方之連接器引入，經內部電源穩壓電路而得到 +5V 電源。本書的所有實驗電路，USB 供電就綽綽有餘，若是一些較耗電的馬達裝置，才需由此裝置提供額外電源。
4. **電源連接器**：由右而左分別為 V_{in} 、GND、GND、+5V、+3.3V、RESET、IOREF、與一個空腳， V_{in} 端可接受外部提供的電源 (+7 ~ +12V)，而這個電源將經過內部穩壓電路而取得 +5V 電源，以供整塊開發板之用。兩個 GND 端提供外部裝置接地之用，+5V 端與 +3.3V 端分別提供外部裝置 +5V 與 +3.3V 電源。RESET 端提供外部重置之用（低態重置），IOREF 端提供外部裝置之參考電壓，在此為 +5V（內部已連接到 +5V 端）。
5. **Reset 按鈕**：此按鈕可重置微處理機。
6. **電源指示 LED**。
7. **內建輸出 LED**：此 LED 連接腳位 13，可讓使用者插入開發板後，即刻進行開發板自我測試，測試與自己電腦是否安裝完成。
8. **數位 I/O 接點**：腳位編號 0 到 53 共 54 個數位 I/O 接點，每個接腳都有印出編號，可用此編號指派這些接點工作。其中編號 23、25、27、29 因為電路板造型裁切問題，沒有印出。
9. **類比輸入接點**：右下方的 A0 ~ A15 接腳除可做為通用的數位輸出入埠外（功能同以上 54 支數位接腳），也提供類比信號輸入之用，而這 16 支類比輸入腳具有 10 位元類比 / 數位轉換功能。

自我練習

1. 以上 ATmega 2560 單晶規格是「微處理機」課程的重點，請參考「微處理機」教材內容，將專門名詞中文化，並說明其用途。
2. 請將 ATmega 2560 單晶規格與家用電腦規格作一個比較表。

✧ 內部結構

MEGA2560 控制板內部單片片採用 ATmega 2560，其電路架構如圖 2-4：

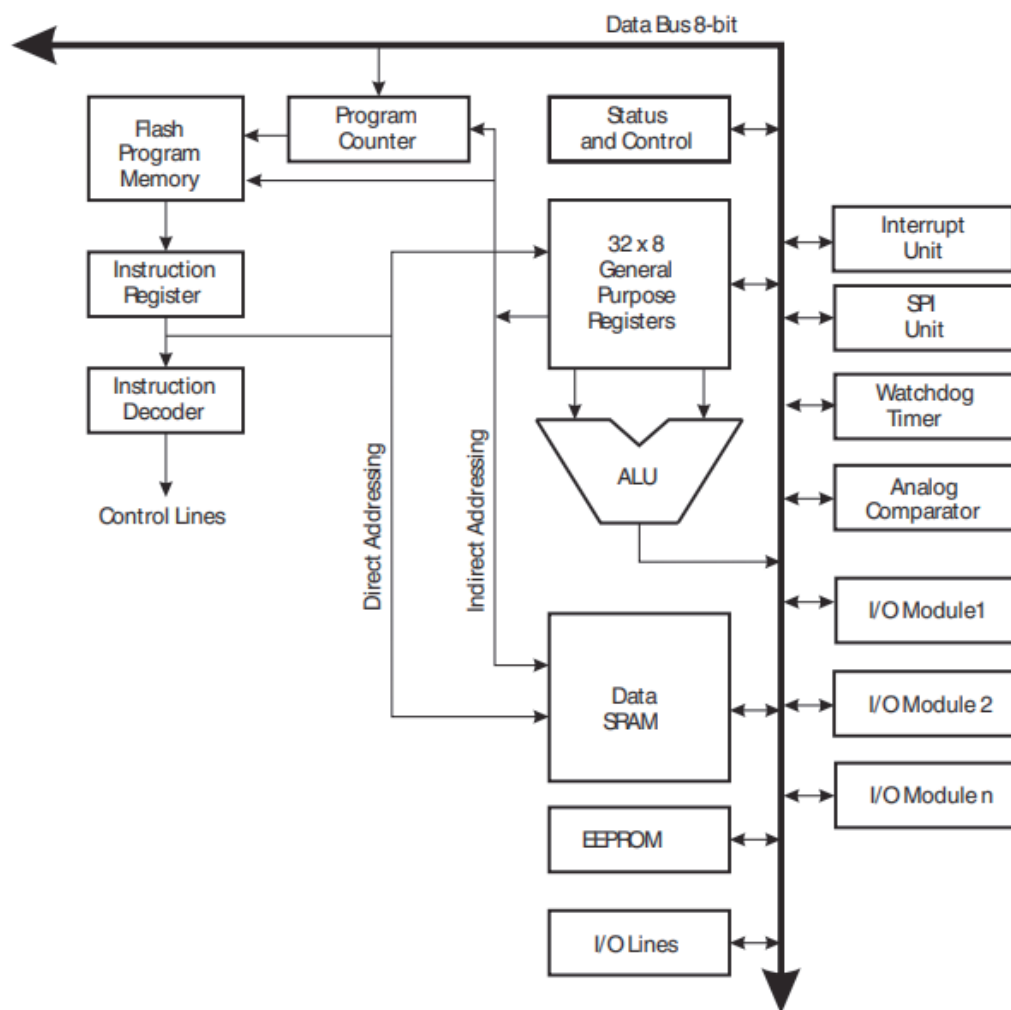


圖 2-4 AT mega 2560 架構圖（摘自 Arduino 官網）

自我練習

- 圖 2-4 的單元名稱，例如，Flash Program Memory, Instruction, Instruction Decoder, Program Counter, Status and Control 等是「微處理機」課程重點，請翻閱「微處理機」教材，寫出其中文名稱與功能。

圖 2-5 則是內外部連結架構圖：

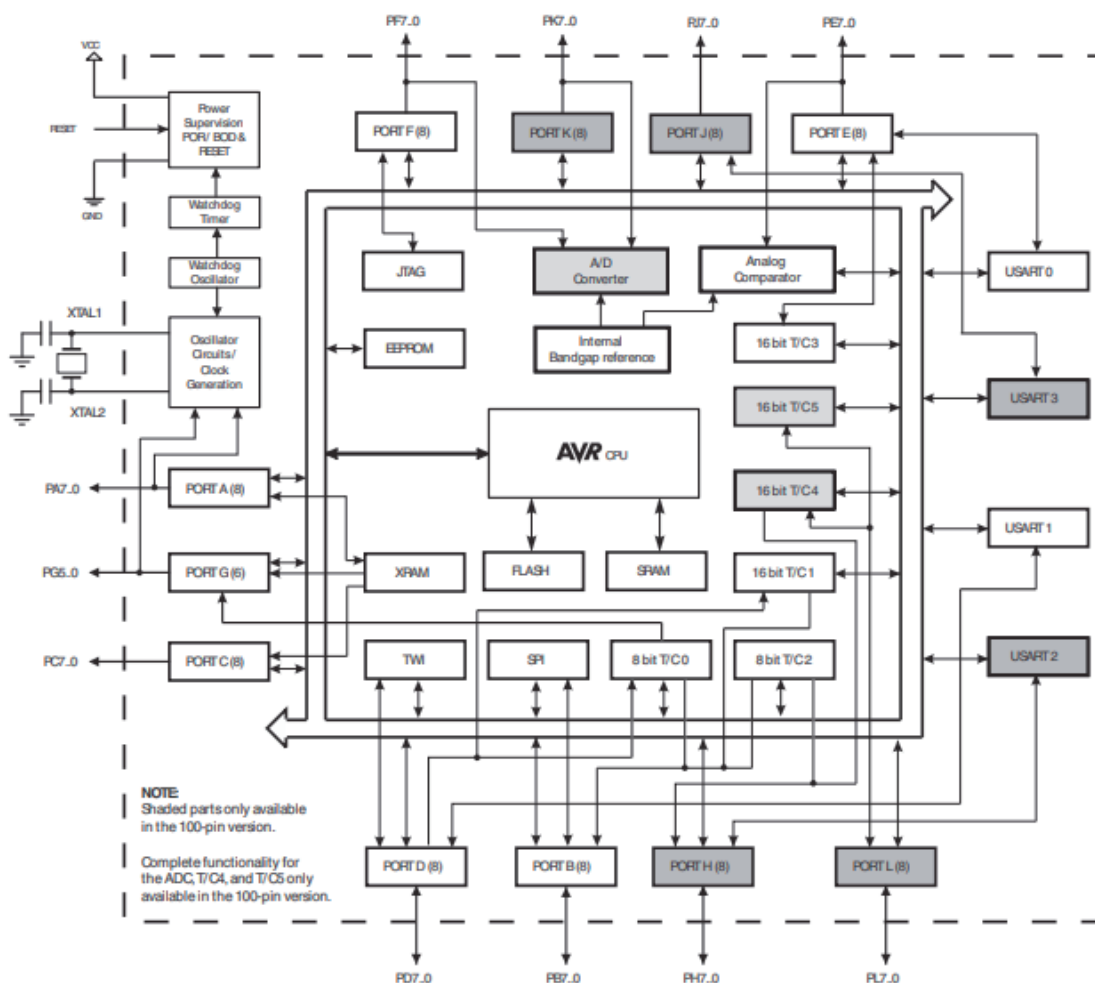


圖 2-5 AT mega 2560 內外部連結架構圖（摘自 Arduino 官網）

自我練習

- 圖 2-5 的單元名稱，例如，Power Supervision, Watchdog Timer, Watchdog Oscillator, Oscillator Circuits / Clock Generation 等是「微處理機」課程重點，請翻閱「微處理機」教材，寫出其中文名稱與功能。

2-3 單晶片微處理機應用

現代單晶片微處理機的應用可說與我們日常生活息息相關，生活中的電器產品到處充滿單晶片微處理機的應用，家裡的電視、冰箱、空調、風扇、小至無線耳機、無線滑鼠等、汽車的 ABS 防鎖死剎車系統、TRC 循跡防滑控制系統、EBD 電子剎車力分配系統、倒車雷達、胎壓偵測等等都是單晶片微處理機應用。以汽車與家用冷氣為例，以前的冷氣都是吹到一定的溫度，然後送風，等到溫度上升，冷氣又啟動，這樣當然冷冷熱熱不是很舒適，現在的冷氣則都是直流變頻恆溫控制系統，馬達的轉速都是依照所設定的溫度控制轉動，整個過程都是穩定持續運轉，溫度非常穩定，不會忽冷忽熱。又例如，現在的晶片可說越作越小，以小米穿戴式手環為例，小小的手環功能就包括時間、GPS 定位、全天候心率監測、血氧飽和度監測、睡眠監測、壓力監測、呼吸訓練、女性健康管理等功能。

2-4 實習儀器

單晶片微處理機實習所需儀器如下：

1. 微電腦或筆電。微電腦或筆電可編輯、編譯、燒錄程式到單晶片微控板。
2. 單晶片微控板。本書採用 Arduino Mega 2560 微控板，使用者將 I/O 裝置接在微控板提供的腳位，然後寫程式控制這些腳位電位的變化，即可完成很多工業與家庭控制系統。
3. 三用電表。三用電表用來檢測輸出入電壓與判別電子零件的好壞。
4. I/O 電子零件。本書所使用電子零件都是標準零件，每節開頭都有零件清單，所有零件可單獨購買，再用麵包板組裝。
5. 實驗教具。本書所有電路也開發成實驗教具，如圖 2-6，所有電子零件與 Arduino 都作在一塊實驗板，使用者可用杜邦線讓電子零件與 Arduino 腳位連結而完成本書電路。使用教具的優點是合乎環保議題，所有零件可重複使用，老師與學生上課不用為張羅零件耗費心力與時間。

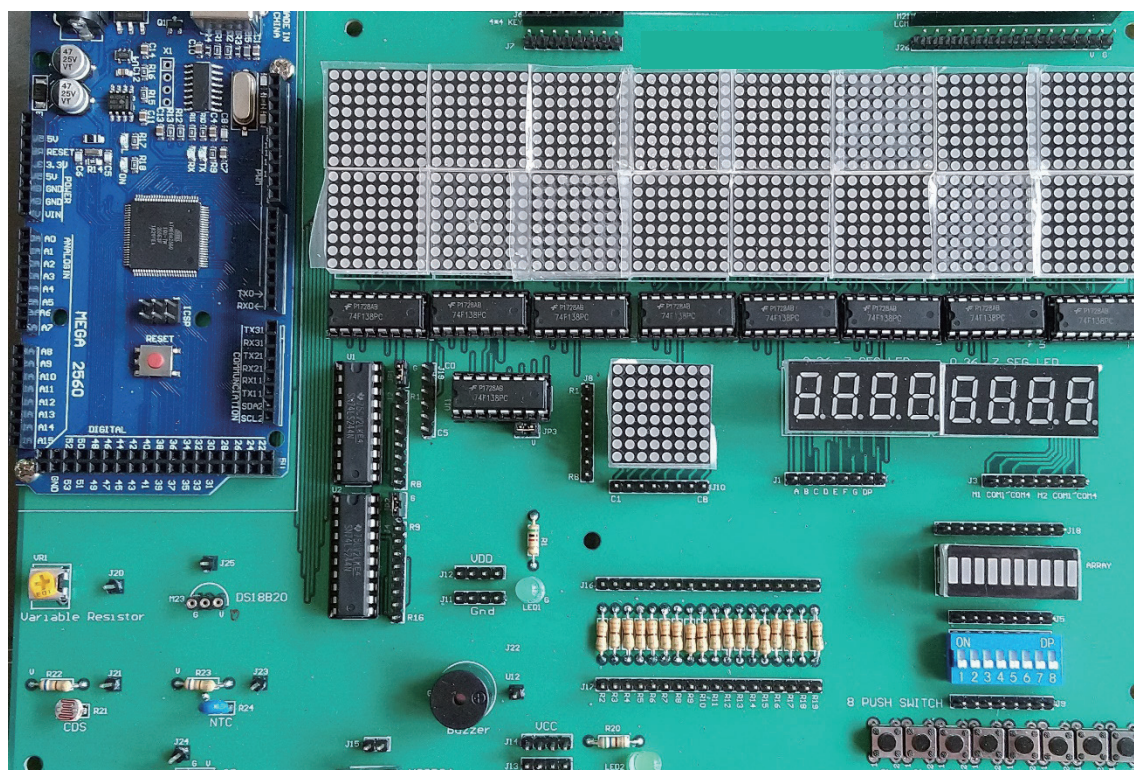


圖 2-6 本書實驗板實體圖

6. Arduino 魔法教具如圖 2-7。圖 2-6 的實驗教具電子零件與 Arduino 獨立放在實驗板，使用者必須自己用杜邦線連接 Arduino 與電子零件，但是初學單晶微處理機的最的困擾是，當錯誤發生時，根本不知道是硬體錯還是軟體錯。所以本書也將所有電路預接完成，製作 Arduino 魔法教具，如圖 2-7 Arduino，特色是所有電子零件與 Arduino 的連接線都已經按照本書的電路接線完成，其電路請看附錄 1，使用者可直接鍵入本書教材的所有程式，就都有執行成果，有如變魔術，所以稱為 Arduino 魔法教具。優點是硬體接線已完成，可先專注在軟體的學習，當軟體學成後，再練習接線，以上循序漸進的教具，可降低學習的複雜度。

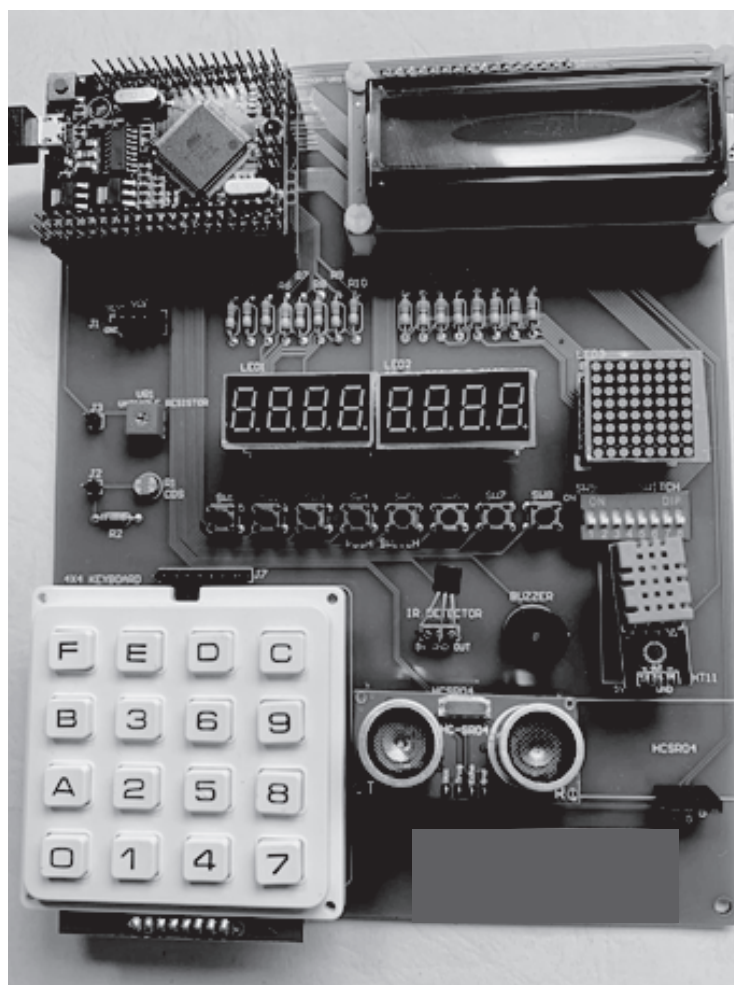


圖 2-7 Arduino 魔法教具實體圖

學後測驗

1. 請寫出微處理機五大單元？_____，_____，_____，_____
_____，_____
2. Arduino 數位接腳共幾支？_____類比接腳共幾支？_____
3. 寫出 Arduino 的接腳可指派為哪三種功能？_____，_____，_____
4. Arduino 接腳高電位時，最大輸出電流為何？_____
5. Arduino 接腳低電壓時，最大可流入電流為何？_____
6. Arduino 接腳輸出高電壓時，電壓為多少？_____