

物聯網系列

MicroPython 程式設計
(ESP32 物聯網基礎篇)

MicroPython Programming (An Introduction to Internet of Thing Based on
ESP32)

曹永忠、許智誠、蔡英德 著

MicroPython 程式設計(ESP32 物聯網基礎篇)

物聯網系列

作者：曹永忠、許智誠、蔡英德

主編：薛新光

發行人：曹永忠

出版者：渥瑪數位有限公司

地址：51099 彰化縣員林市員林郵局第 36 號信箱

電話：+886-985-056668

傳真：+886-4-8325434

電子郵件：tyc6095@msl.hinet.net

出版年月：西元 2024 年 8 月初版

定價：新台幣 1200 元

I S B N：9789860607468

電子書設計製作： 設計製作：渥瑪數位有限公司 地址：51099 彰化縣員林市員林郵局第 36 號信箱 電話：+886-985-056668 電子郵件：tyc6095@msl.hinet.net	電子書播放資訊： 作業系統：Windows/Mac 檔案格式：PDF 檔案內容：2D 播放軟體：PDF Reader
--	--

著作權聲明

本書著作權為作者所有，並受著作權法保護，未取得作者書面授權前，不得任意拷貝、翻印、重製或從事其他違反法令之行為。

軟硬體暨字型合法聲明

本書籍使用 Apple Inc. iMac 機器與 iOS 作業系統與微軟 Mac Word 編輯，其軟硬體皆合法取得，書籍內容字型使用 iOS 作業系統內建字型，字形皆受 Apple Inc. 合法授權，並可以商業上使用及銷售，書籍內容皆是著作人所編寫，著作權之合法性受著作權保障。

商標與聲明

本書所引用之商標、產品、圖片、產品名稱，產品相關資料等皆屬原所屬公司所有，本書引用純屬介紹與推廣之用，並依學術著作慣例標明引用出處，且無任何侵權之意。

原始程式聲明

本書所引用之網路上之程式、函數、範例等相關原始碼，其內容皆屬原創作者所有，本書引用純屬介紹與推廣之用，並依學術著作慣例標明引用出處，且無任何侵權之意

有限擔保責任聲明

雖然作者與出版社已全力著作與編輯本書籍，但不擔保本書內容與所附程式無任何瑕疵，亦不為讀者使用本書所引起之衍生利益、衍生損失或意外毀損擔保責任。本書所負之責任僅限於讀者購買本書所付出給作者實際支出金額為最高求償責任，讀者取得與閱讀本書所衍生之無形與有形之費用、損失、收益、衍生之效益皆屬讀者所有，一概與作者及出版社無關。

Copyright All Reserved

~ 版權所有，翻印必究~

自序

ESP32 系列的書是我出版至今十多年，出書量也破一百七十多本大關，專為 ESP32S 開發板(NodeMCU-32S) 學習用白色終極板出版的MicroPython的第一本教學書籍，當初出版電子書是希望能夠在教育界開一門 Maker 自造者相關的課程，沒想到一寫就已過十多年，繁簡體加起來的出版數也已破一百七十多的量，這些書都是我學習當一個 Maker 累積下來的成果。

這本書可以說是我的另一個里程碑，之前都是以專案為主，將別人設計的產品進行逆向工程展開之後，將該產品重新實作，但是筆者發現，很多學子的程度對一個產品專案開發，仍是心有餘、力不足，所以筆者鑑於如此，回頭再寫基礎感測器系列與程式設計系列，希望透過這些基礎能力的書籍，來培養學子基礎程式開發的能力，等基礎扎穩之後，面對更難的產品開發或物聯網系統開發，有能游刃有餘。

目前許多學子在學習程式設計之時，恐怕最不能了解的問題是，我為何要寫九九乘法表、為何要寫遞迴程式，為何要寫成函式型式…等等疑問，只因為在學校的學子，學習程式是為了可以了解『撰寫程式』的邏輯，並訓練且建立如何運用程式邏輯的能力，解譯現實中面對的問題。然而現實中的問題往往太過於複雜，授課的老師無法有多餘的時間與資源去解釋現實中複雜問題，期望能將現實中複雜問題淬鍊成邏輯上的思路，加以訓練學生其解題思路，但是眾多學子有於現實問題的困惑，無法單純用純粹的解題思路來進行學習與訓練，反而以現實中的複雜來反駁老師教學太過學理，沒有實務上的應用為由，拒絕深入學習，這樣的情形，反而自己造成了學習上的障礙。

本系列的書籍，針對目前學習上的盲點，希望讀者從感測器元件認識、使用、應用到產品開發，一步一步漸進學習，並透過程式技巧的模仿學習，來降低系統龐大產生大量程式與複雜程式所需要了解的時間與成本，透過固定需求對應的程式撰寫技巧模仿學習，可以更快學習單晶片開發與 C 語言程式設計，進而有能力開發

出原有產品，進而改進、加強、創新其原有產品固有思維與架構。如此一來，因為學子們進行『重新開發產品』過程之中，可以很有把握的了解自己正在進行什麼，對於學習過程之中，透過實務需求導引著開發過程，可以讓學子們讓實務產出與邏輯化思考產生關連，如此可以一掃過去陰霾，更踏實的進行學習。

這四年多以來的經驗分享，逐漸在這群學子身上看到發芽，開始成長，覺得 Maker 的教育方式，極有可能在未來成為教育的主流，相信我每日、每月、每年不斷的努力之下，未來 Maker 的教育、推廣、普及、成熟將指日可待。

最後，請大家可以加入 Maker 的 Open Knowledge 的行列。

曹永忠 於貓咪樂園

自序

隨著資通技術(ICT)的進步與普及，取得資料不僅方便快捷，傳播資訊的管道也多樣化與便利。然而，在網路搜尋到的資料卻越來越巨量，如何將在眾多的資料之中篩選出正確的資訊，進而萃取出您要的知識？如何獲得同時具廣度與深度的知識？如何一次就獲得最正確的知識？相信這些都是大家共同思考的問題。

為了解決這些困擾大家的問題，永忠、智誠兄與敝人計畫製作一系列「Maker 系列」書籍來傳遞兼具廣度與深度的軟體開發知識，希望讀者能利用這些書籍迅速掌握正確知識。首先規劃「以一個 Maker 的觀點，找尋所有可用資源並整合相關技術，透過創意與逆向工程的技法進行設計與開發」的系列書籍，運用現有的產品或零件，透過駁入產品的逆向工程的手法，拆解後並重製其控制核心，並使用 Arduino 相關技術進行產品設計與開發等過程，讓電子、機械、電機、控制、軟體、工程進行跨領域的整合。

近年來 Arduino 異軍突起，在許多大學，甚至高中職、國中，甚至許多出社會的工程達人，都以 Arduino 為單晶片控制裝置，整合許多感測器、馬達、動力機構、手機、平板...等，開發出許多具創意的互動產品與數位藝術。由於 Arduino 的簡單、易用、價格合理、資源眾多，許多大專院校及社團都推出相關課程與研習機會來學習與推廣。

以往介紹 ICT 技術的書籍大部份以理論開始、為了深化開發與專業技術，往往忘記這些產品開發背後所需要的背景、動機、需求、環境因素等，讓讀者在學習之間，不容易了解當初開發這些產品的原始創意與想法，基於這樣的原因，一般人學起來特別感到吃力與迷惘。

本書為了讀者能夠深入了解產品開發的背景，本系列整合 Maker 自造者的觀念與創意發想，深入產品技術核心，進而開發產品，只要讀者跟著本書一步一步研習與實作，在完成之際，回頭思考，就很容易了解開發產品的整體思維。透過這樣的

思路，讀者就可以輕易地轉移學習經驗至其他相關的產品實作上。

所以本書是能夠自修的書，讀完後不僅能依據書本的實作說明準備材料來製作，盡情享受 DIY(Do It Yourself)的樂趣，還能了解其原理並推展至其他應用。有興趣的讀者可再利用書後的參考文獻繼續研讀相關資料。

本書的發行有新的創舉，就是以電子書型式發行，在國家圖書館(<http://www.ncl.edu.tw/>)、國立公共資訊圖書館 National Library of Public Information(<http://www.nlpi.edu.tw/>)、台灣雲端圖庫(<http://www.ebookservice.tw/>)等都可以免費借閱與閱讀，如要購買的讀者也可以到許多電子書網路商城、Google Books 與 Google Play 都可以購買之後下載與閱讀。希望讀者能珍惜機會閱讀及學習，繼續將知識與資訊傳播出去，讓有興趣的眾人都受益。希望這個拋磚引玉的舉動能讓更多人響應與跟進，一起共襄盛舉。

本書可能還有不盡完美之處，非常歡迎您的指教與建議。近期還將推出其他 Arduino 相關應用與實作的書籍，敬請期待。

最後，請您立刻行動翻書閱讀。

蔡英德 於台中沙鹿靜宜大學主顧樓

自序

記得自己在大學資訊工程系修習電子電路實驗的時候，自己對於設計與製作電路板是一點興趣也沒有，然後又沒有天分，所以那是苦不堪言的一堂課，還好當年有我同組的好同學，努力的照顧我，命令我做這做那，我不會的他就自己做，如此讓我解決了資訊工程學系課程中，我最不擅長的課。

當時資訊工程學系對於設計電子電路課程，大多數都是專攻軟體的學生去修習時，系上的用意應該是要大家軟硬兼修，尤其是在台灣這個大部分是硬體為主的產業環境，但是對於一個軟體設計，但是缺乏硬體專業訓練，或是對於眾多機械機構與機電整合原理不太有概念的人，在理解現代的許多機電整合設計時，學習上都會有很多的困擾與障礙，因為專精於軟體設計的人，不一定能很容易就懂機電控制設計與機電整合。懂得機電控制的人，也不一定知道軟體該如何運作，不同的機電控制或是軟體開發常常都會有不同的解決方法。

除非您很有各方面的天賦，或是在學校巧遇名師教導，否則通常不太容易能在機電控制與機電整合這方面自我學習，進而成為專業人員。

而自從有了 Arduino 這個平台後，上述的困擾就大部分迎刃而解了，因為 Arduino 這個平台讓你可以以不變應萬變，用一致性的平台，來做很多機電控制、機電整合學習，進而將軟體開發整合到機構設計之中，在這個機械、電子、電機、資訊、工程等整合領域，不失為一個很大的福音，尤其在創意掛帥的年代，能夠自己創新想法，從 Original Idea 到產品開發與整合能夠自己獨立完整設計出來，自己就能夠更容易完全了解與掌握核心技術與產業技術，整個開發過程必定可以提供思維上與實務上更多的收穫。

Arduino 平台引進台灣自今，雖然越來越多的書籍出版，但是從設計、開發、製作出一個完整產品並解析產品設計思維，這樣產品開發的書籍仍然鮮見，尤其是能夠從頭到尾，利用範例與理論解釋並重，完完整整的解說如何用 Arduino 設計出

一個完整產品，介紹開發過程中，機電控制與軟體整合相關技術與範例，如此的書籍更是付之闕如。永忠、英德兄與敝人計畫撰寫 Maker 系列，就是基於這樣對市場需要的觀察，開發出這樣的書籍。

作者出版了許多的 Arduino 系列的書籍，深深覺的，基礎乃是最根本的實力，所以回到最基礎的地方，希望透過最基本的程式設計教學，來提供眾多的 Makers 在入門 Arduino 時，如何開始，如何撰寫自己的程式，進而介紹不同的週邊模組，主要的目的是希望學子可以學到如何使用這些週邊模組來設計程式，期望在未來產品開發時，可以更得心應手的使用這些週邊模組與感測器，更快將自己的想法實現，希望讀者可以了解與學習到作者寫書的初衷。

許智誠 於中壢雙連坡中央大學 管理學院

目 錄

自序.....	iii
自序.....	v
自序.....	vii
目 錄.....	ix
圖目錄.....	xiv
表目錄.....	xxvi
云端系统开发系列.....	1
開發板介紹.....	3
ESP32 WROOM	5
NodeMCU-32S 物聯網開發板.....	8
安裝 ESP 開發板的 CP210X 晶片 USB 驅動程式.....	13
章節小結.....	19
開發環境介紹.....	21
MicroPython 介紹.....	21
Thonny 開發 IDE 安裝.....	23
連接 ESP32 開發板	40
燒錄 MicroPython 於 ESP32 開發板	71
下載 MicroPython 韌體版本	72
開啟 Thonny 開發工具進行燒錄 MicroPython for ESP32	83
使用線上韌體進入燒錄模式.....	97
上下傳程式與副程式.....	110
上傳程式.....	111
下載程式.....	117
安裝套件.....	124
搭配硬體.....	124
安裝對應硬體的韌體套件.....	125

下載函式庫.....	134
上傳函式庫到裝置端.....	137
下載裝置端函式庫到開發端.....	142
章節小結.....	148
擴充板介紹.....	150
彩色 0.96 吋 OLED 顯示螢幕.....	151
外部 GPIO 腳位	153
外部串列周邊介面 SPI 腳位.....	155
外部 I ² C 腳位	156
外部 I ² C 電壓控制跳線帽	156
I ² C 感測元件直插線 I ² C 腳位	157
透過 XH2.54 轉接版連接 I ² C 腳位.....	162
透過 XH2.54 轉杜邦母頭連接 I ² C 腳位.....	167
外部通用非同步收發傳輸器 (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, 通常稱為 UART) 腳位	171
透過 XH2.54 轉接版連接 UART 腳位	172
透過 XH2.54 轉杜邦母頭連接 UART 腳位	177
輸出外部電源腳位.....	180
外接嗡鳴器.....	180
外接電源腳位.....	183
外接開關腳位.....	185
ESP32S 開發板(NodeMCU-32S)插座	189
ESP32S 學習用白色終極板銅柱螺絲孔	190
重置按鈕(Reset Button)	196
章節小結.....	199
基礎元件與 GPIO 控制介紹.....	201

板載預設 LED 之 GPIO 腳位	202
硬體組立.....	204
預設 LED 之 GPIO 腳位程式	205
程式結果畫面.....	206
顯示連接任一 GPIO 腳位之 Led 燈明滅.....	208
硬體組立.....	209
LED 之 GPIO5 腳位程式	211
程式結果畫面.....	211
透過 GPIO 腳位讀取按鈕之數位訊號	212
硬體組立.....	213
按鈕控制 Led 燈明滅程式.....	215
程式結果畫面.....	216
透過按鈕控制繼電器模組開啟與關閉.....	217
硬體組立.....	218
按鈕控制繼電器模組開啟與關閉程式.....	220
程式結果畫面.....	221
透過類比輸出控制 LED 漸亮與漸滅.....	222
硬體組立.....	224
透過類比輸出控制 LED 漸亮與漸滅程式.....	226
程式結果畫面.....	227
章節小結.....	228
I ² C 元件基本控制介紹	230
I ² C 的基本特性	230
I ² C 與感測器的關係	231
I ² C 在感測器應用中的優勢	231
典型應用.....	231

I ² C 通訊協定細節	232
地址分配.....	232
數據傳輸.....	232
時鐘速度.....	232
I ² C 在感測器中的應用實例	233
顯示模組(Display Module).....	233
使用指南.....	234
溫度感測器(Temperature & Humidity Sensor)	234
加速度計(Accelerometer)	235
光學感測器.....	236
氣壓計.....	237
I ² C 系統設計考慮	238
溫溼度模組電路組立.....	239
準備實驗材料.....	239
驅動 OLED 12832 測試程式	242
HTU21D 溫溼度感測測試程式	244
整合 OLED 12832 之 HTU21D 溫溼度感測測試程式.....	246
傳送溫溼度資料到雲端開發測試程式.....	249
HTTP GET 程式原理介紹	254
章節小結.....	260
網路基礎篇.....	262
硬體組立.....	263
硬體組立.....	264
取得自身網路卡編號.....	265
取得自身網路卡編號實驗材料.....	265
取得環境可連接之無線基地台.....	267

硬體組立.....	269
連接網際網路.....	272
硬體組立.....	273
建立網站來控制 GPIO.....	276
硬體組立.....	278
建立網站來控制多組 GPIO.....	285
硬體組立.....	287
建立溫溼度感測網站.....	295
準備實驗材料.....	297
章節小結.....	306
本書總結.....	306
作者介紹.....	308
附錄.....	310
本書教學用 PCB	310
本書教學用電路板(成品).....	311
NodeMCU 32S 腳位圖	312
ESP32-DOIT-DEVKIT 腳位圖	313
HTU21D 函數程式	314
參考文獻.....	317