

6502 組合語言

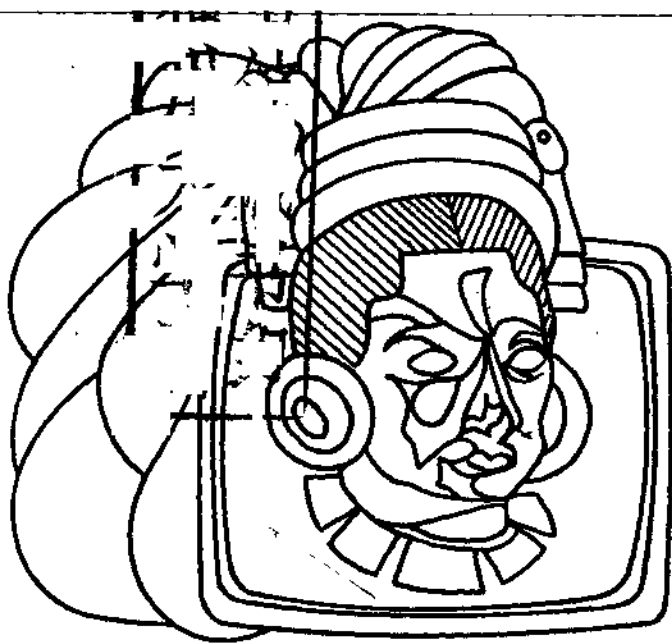
謝忠健校閱・德鵬微電腦教育研習中心編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

6502組合語言

謝忠健校閱・德鵬微電腦教育研習中心編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

6502

ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING

Lance A. Leventhal

**OSBORNE/McGraw-Hill
Berkeley, California**



近幾年來，微處理機正帶動着另一次的工業革命。個人電腦已漸漸走進了每一個家庭，辦公室自動化的腳步也近了，您能不警覺於微處理機的存在及其將對我們生活產生的影響嗎？當您學會了BASIC而正沾沾自喜於程式設計能力時，是否會因發現別人程式爲什麼總是“跑”得快，佔用的空間少而氣餒呢？現在正是您學習組合語言的時候了！

“6502 組合語言”這本書是研究6502微處理機的經典之作，從基本的6502結構開始，深入淺出地解答各指令的含義與用法，並用實例驗證，使讀者讀起來不會有空洞不實的感覺。輸入／出更是研究微處理機所不可遺漏的部份，本書對輸入／出也做了詳盡的分析。有關軟體設計的理論一般組合語言的書很少提到，本書却花了很大的篇幅介紹了設計的程序、方法、偵斷、測試及文件說明，很值得研究。

對一個初學者，本書採循序漸進的步驟，引導您，使您不致盲從摸索；對一個有經驗的人，本書提供您實用的範例，加深您的認識。只要您潛心研讀必可對微處理機徹底了解，應用起來更可隨心所欲！

筆者才疏學淺，書本內容又多，疏漏之處在所難免，但望不吝指導，衷心感謝！

譯者謹識
七十三年二月

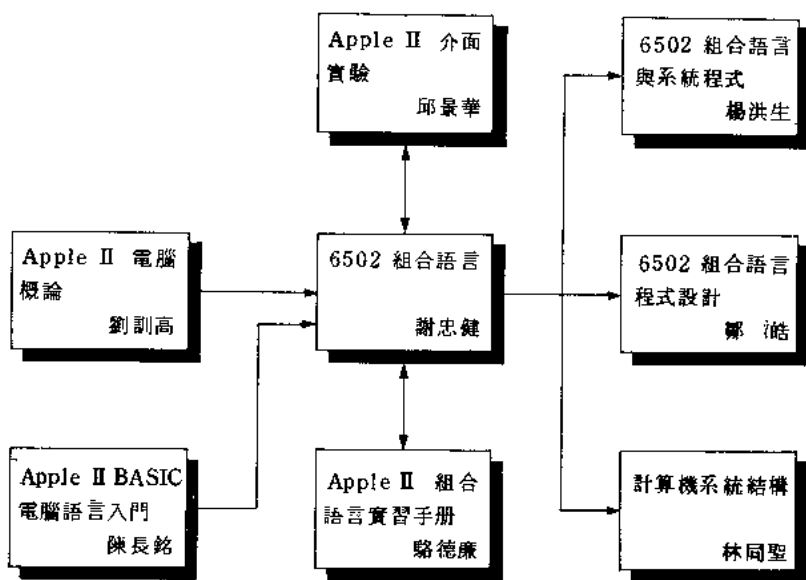
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

現在，我們將這本「6502組合語言」呈獻給您。有關6502組合語言的描述，本書是最為詳盡的了。它擁有其他組合語言很少提到的軟體設計理論，以一個初學者而言，本書是採循序漸進的步驟，引導您，使您不致偏了方針，而對一個有經驗的人而言，本書可提供您實用的範例，加深您對組合語言的認識，並能靈活運用。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習6502組合語言方面叢書，我們以流程圖方式，列出各有關圖書的閱讀順序，以減少您研習此門學問的摸索時間，並能對這門學問有完整的知識。若您在這方面有任何問題，歡迎來函連繫，我們將竭誠為您服務。

流程圖：





1

組合語言程式設計簡介

指令的意義	1
一套電腦程式	2
程式設計問題	3
使用八進制或十六進制	4
指令碼助記憶符號	6
組合語言翻譯程式	7
組合語言翻譯程式的其他特性	8
組合語言的缺點	8
高階語言	10
高階語言的優點	10
高階語言的缺點	11
微處理機的高階語言	13
你應該選用那一階層的語言呢？	15
未來的趨勢又如何呢？	16
爲什麼要編寫這本書呢？	16
參考書目	18

2

組合語言翻譯程式

組合語言翻譯程式的特性	19
組合語言翻譯程式指令	19

標記	21
組合語言翻譯程式操作碼(助記憶碼)	23
偽指令	24
DATA 偽指令	25
EQUATE 或 (DEFIND) 偽指令	27
ORIGIN 偽指令	28
RESERVE 偽指令	29
連結偽指令	30
家務處理偽指令	31
偽指令的標記	31
位址和運算子欄	32
條件組合	34
互指令	35
註解	37
組合語言翻譯程式的種類	38
錯誤	39
載入程式	40
參考書目	41

3

6502組合語言指令集

CPU 暫存器與狀態旗標	45
6502 記憶體定址模式	48
記憶體——立即模式	48
記憶體——直接	49
總合或內藏定址	51
累加器定址	51
前指標間接定址	51
後指標間接定址	52

指標定址	53
間接定址	54
相對定址	55
6502 指令集	56
縮寫	57
指令助記憶碼	59
指令目的碼	59
指令執行時間	60
狀態	60
ADC——包含進位，記憶體與累加器資料相加	80
AND——記憶體和累加器AND	82
ASL——累加器或記憶體左移	83
BCC——若 $C = 0$ 則分支	85
BCS——若 $C = 1$ 則分支	86
BEQ——若 $Z = 1$ 則分支	87
BIT——位元測試	87
BMI——若 $S = 1$ 則分支	89
BNE——若 $Z = 0$ 則分支	89
BPL——若 $S = 0$ 則分支	90
BRK——強迫間斷（陷阱或軟體中斷）	90
BVC——若 $V = 0$ 則分支	92
BVS——若 $V = 1$ 則分支	93
CLC——清除進位	93
CLD——清除十進制模式	94
CLI——清除中斷屏蔽（中斷激能）	95
CLV——清除溢位	95
CMP——記憶體和累加器比較	96
CPX——指標暫存器 X 和記憶體比較	98
CPY——指標暫存器 Y 和記憶體比較	98

DEC——記憶體減 1	99
DEX——指標暫存器 X 減 1	101
DEY——指標暫存器 Y 減 1	101
EOR——累加器和記憶體做“互斥或”運算	102
INC——記憶體加 1	103
INX——指標暫存器 X 加 1	105
INY——指標暫存器 Y 加 1	105
JMP——藉絕對或間接定址法跳越	106
JSR——跳往副程式	107
LDA——記憶體載入累加器	109
LDX——記憶體載入指標暫存器 X	110
LDY——記憶體載入指標暫存器 Y	111
LSR——累加器或記憶體邏輯右移	113
NOP——無動作	115
ORA——記憶體和累加器做邏輯“或”	115
PHA——累加器參疊上	117
PHP——狀態暫存器 (P) 堆至堆疊上	118
PLA——自堆疊上取回累加器	118
PLP——自堆疊上取回狀態暫存器	119
ROL——包含進位之記憶體或累加器左移	120
ROR——包含進位之記憶體或累加器右移	122
RTI——自中斷回歸	124
RTS——自副程式回歸	126
SBC——自累加器減去記憶體資料與借位	126
SEC——設定進位	128
SED——設定十進制模式	129
SEI——設定中斷屏蔽 (中斷除能)	130
STA——將累加器存入記憶體	130
STX——將指標暫存器 X 存入記憶體	131

STY——將指標暫存器Y存入記憶體	133
TAX——自累加器移入指標暫存器X	134
TAY——自累加器移入指標暫存器Y	135
TSX——自堆疊指示器移入指標暫存器	136
TXA——自指標暫存器X移入累加器	136
TXS——自指標暫存器X移入堆疊指示器	137
TYA——自指標暫存器Y移入累加器	138
6800/6502的相容性	139
MOS 6502組合程式標準語言翻譯	141
標記	144
偽指令	144
範例	145
範例	146
偽指令的標記	147
位址	147
其他組合語言翻譯程式特性	148

4

簡單程式

一般範例格式	149
解決問題的指引	151
程式範例	152
8位元資料傳送	152
8位元加法	153
向左移動一位元	154
遮蔽四個最高有效位元	155
清除一記憶體位置	156
拆字	156
找出較大的數(由二數中)	158

16 位元加法	159
平方表	161
1 的補數	164
問題	165
16 位元資料傳送	165
8 位元減法	165
向左移動兩位元	165
遮蔽四個最低有效位元	166
將一記憶體位置的所有位元設定為 1	166
字的組合	166
找出兩數中較小的一數	166
24 位元加法	167
平方加	168
2 的補數	168

5

簡單程式迴路

範例	171
資料和	171
16 位元資料和	176
負數的個數	179
最大值	181
調整一二進制小數	184
後指標（間接）定址	187
前指標（間接）定址	189
問題	190
資料的校驗和	190
16 位元資料和	190
正數、負數及零的個數	191

找最小值	192
計算值為 1 的位元數	192

6

字元編碼資料

範例	195
一字元串的長度	195
找出第一個非空白字元	198
把開頭的零換成空白	201
為 ASCII 字元加上偶極性位元	204
比較兩字串是否相等	207
問題	210
一電傳打字訊息的長度	210
找出最後一個非空白字元	210
將一十進制數元串截成整數型式	211
檢驗 ASCII 字元之偶極性	212
字串比較	212

7

字碼轉換

範例	215
十六進制至 ASCII	216
十進制至七段碼	218
ASCII 至十進制	221
BCD 至二進制	224
將二進制數轉換成 ASCII 字元	226
問題	228
ASCII 至十六進制	228
七段碼至十進制	228

十進制至ASCII	229
二進制至BCD	229
ASCII字串轉換至二進制數	229
參考書目	231

8

算術問題

範例	234
多準二進制加法	234
十進制加法	236
8位元二進制乘法	240
8位元二進制除法	245
自校驗數倍數加倍數模10	252
問題	259
多準二進制減法	259
十進制減法	260
8位元乘16位元二進制乘法	261
帶符號二進制除法	261
自我校驗數Aligned 1, 3, 7 Mod	262
參考書目	264

9

表格和串列

範例	265
在串列中加入資料項	265
檢查一按序排列的串列	269
自隊列中移去一項資料	272
8位元排列法	275
按序排列跳越表的使用	281

問題	283
自串列中移去一項資料	283
在按序排列的串列中加入一項資料	284
將一資料加入隊列中	285
16 位元排列	286
使用一包含鍵的跳越表	286
參考書目	288

10

副程式

副程式文字說明	291
範例	292
十六進制至 ASCII	292
一字元串的長度	296
最大值	301
比較兩字元串是否相同	305
多準加法	310
問題	314
ASCII 至十六進制	315
一電傳打字訊息的長度	315
最小值	315
字串比較	316
十進制減法	317
參考書目	319

11

輸出／入

計時間隔（延時）	330
延時副程式	331

延時程式	332
6502 輸出／入晶片	334
6520 週邊界面接合器	335
PIA 控制暫存器	336
PIA 之連結	341
PIA 連結範例	342
用 PIA 傳送資料	345
6522 多用途界面接合器 (VIA)	347
VIA 之連結	352
CA2 輸入	354
CA2 輸出	354
VIA 連接範例	356
使用 VIA 傳送資料	358
VIA 中斷旗標暫存器	358
VIA 計時器	359
6522 VIA 計時器 2 的操作	360
6522 VIA 計時器 1 的操作	362
6530 和 6532 多功能支援裝置	363
範例	367
—— 按鈕開關	367
—— 觸發開關	373
一個發光二極體	384
七段 LED 顯示器	387
顯示器上的讀數為 6527218804	395
問題	397
—— 按鈕式開關	397
以軟體方式消除開關反彈現象	398
控制——旋轉開關	398
以燈號記錄開關位置	399

在一七段顯示器上計數	400
更複雜的 I/O 裝置	400
範例	404
—— 未編碼鍵盤	404
—— 編碼鍵盤	412
—— 數位至類比轉換器	415
類比至數位轉換器	420
—— 電傳打字機 (TTY)	425
6850 非同步傳輸界面接合器 (ACIA)	434
6551 非同步傳輸界面接合器 (ACIA)	439
邏輯和實體裝置	444
標準界面	445
問題	446
辨識一來自未編碼鍵盤的字鍵閉合	446
自一編碼鍵盤讀取資料	446
—— 可變振幅方波產生器	446
求類比讀數的平均值	447
—— 每秒 30 字元終端機	447
參考書目	448

12

中 斷

6502 中斷系統	453
6502 PIA 中斷	456
6522 VIA 中斷	457
6530 和 6532 多功能裝置中斷	460
ACIA 中斷	461
6502 指名詢問式中斷系統	462
6502 向量式中斷系統	464