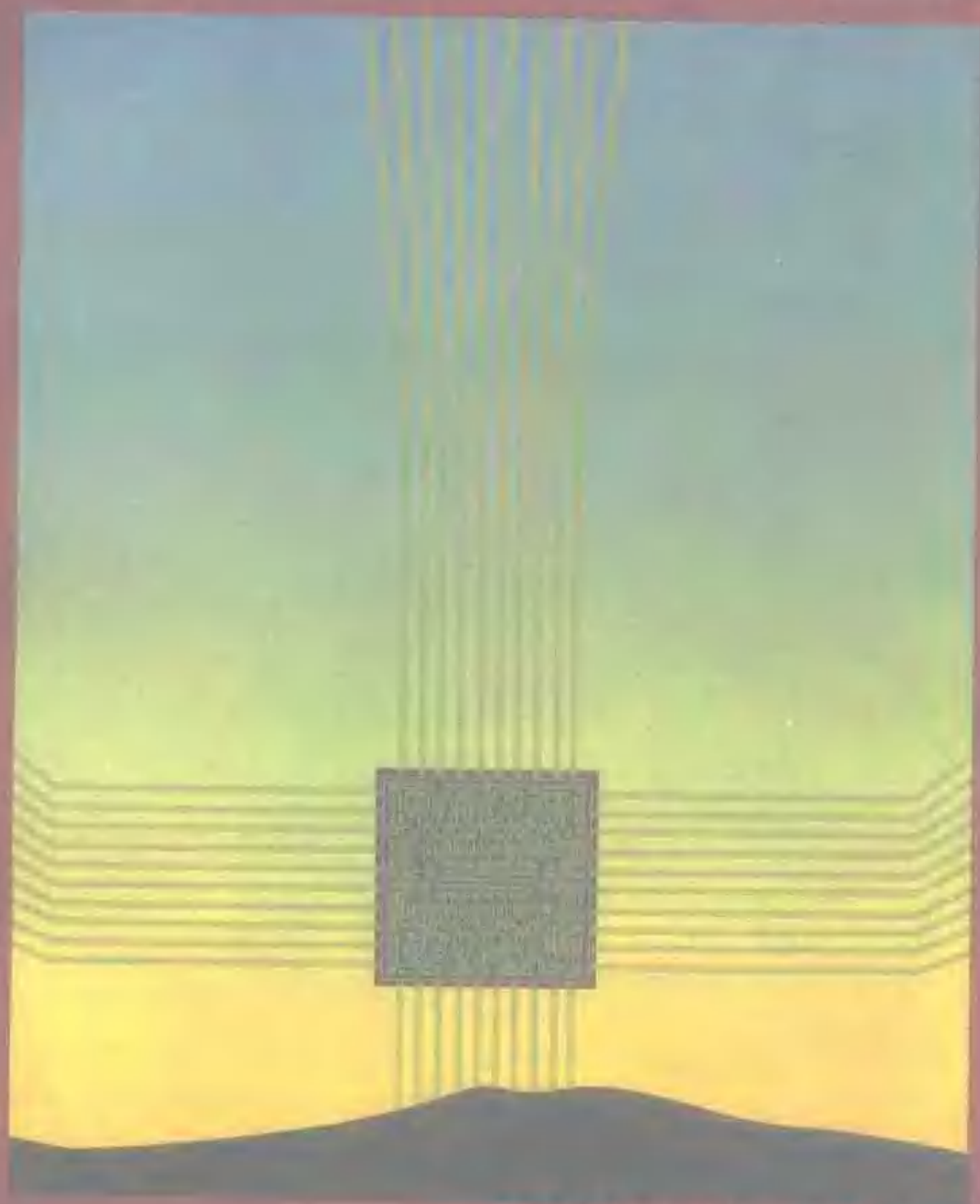


INTEL 8086/8088

最新十六位元微處理機
及 IBM 個人電腦學習指引

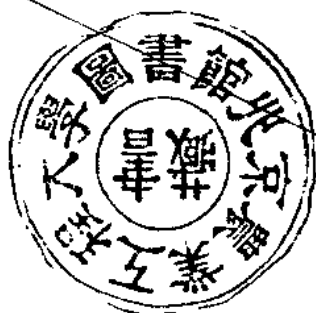


郭學武 編譯

INTEL 8086/8088

最新十六位元微處理機
及IBM個人電腦學習指引

農業工程大學圖書館
年 月 日



389567

郭學武 編譯

最新十六位元微處理機IBM個人電腦學習指引

中華民國74年11月初版

編譯者 郭 學 武
發行人 楊 榮 川
發行所 五南圖書出版公司

局版臺業字第0598號

臺北市銅山街1號

電話：3916542

郵政劃撥：0106895-3

印刷所 茂榮印刷事業有限公司

臺北縣三重市重新路五段632號

電話：9711628・9713227

售價 250 元

(本書如有缺頁或倒裝，本公司負責換新)

序 文

8086 / 8088 系列 16 位元微處理機是 Intel 公司的最新產品，其設計精巧、功能優異，代表近年來固態積體電路科技的結晶。不遠的將來，16 位元微處理機將取代 8 位元微處理機，成為微電腦產品的主要軀幹。

16 位元微處理機的執行效率是 8 位元微處理機的 2 到 4000 倍。當用於執行簡單的整數運算時，8086 的速度只比 8080 (Intel 公司出產的 8 位元微處理機) 快了兩倍多；但是對於需要雙倍精確的浮點算術運算，如果同時使用 8086 和 8087 (8086 的協同處理機，專門用於執行算術運算工作) 的話，速度約可達到 8080 的 4000 倍。

對同一件計算工作而言，16 位元微處理機程式長度不到 8 位元微處理機的一半。16 位元微處理機具有內設整數乘除常式，也具有處理字元串列的指令，同時也具有許多其他方面的優越特性。程式人員可以像使用高階程式語言一樣簡單的運用 16 位元微處理機的指令集。

Intel 公司在發展 8086 / 8088 系列微處理機的時候，使用了許多比較進步的電腦設計觀念，諸如記憶體管理、多階向量式中斷處理和多處理機協同運作等。這些新電腦科技的應用使得 16 位元微處理機的整體運作效率大大的超越了其前身 8 位元微處理機。16 位元微處理機系統的處理單元是由幾個協同作業的處理機組合而成，其合

作激發的運作效率又比個別處理機原有工作效率的總合增強了許多。

在本書中，我們除了介紹 8086 / 8088 系列處理機中每一種處理機的基本原理和功能之外，也將解釋協同處理機（8087 和 8089）如何協助 8086 / 8088 和為什麼協同處理機的使用大幅提昇了 8086 / 8088 的運作效率。簡單的說，運作效率提高的主要原因是 8086 / 8088 把比較需要時間的數值資料運算工作和輸出入資料移轉工作分別交由 8087 和 8089 這兩個協同處理機負責。8087 是專門為數值資料而設計的，可以說是一個嗜食數值資料的好傢伙。如果單靠 8086 / 8088 的話，我們必須另行設計數學常式（軟體）處理數值資料的運算工作；有了 8087 之後，這些工作由邏輯電路（硬體）取代，速度自然快了許多。8087 也擴充了 8086 / 8088 的指令集，爾後程式人員在碰到三角函數、對數函數和其他超越函數的計算工作時，可以直接以一指令解決之。8087 所能處理的數值資料可以大到 10 的 4000 次方。8089 專門應付輸出入資料移轉工作，能在 8086 / 8088 執行程式指令的同時，以高速度執行雙通道分離式輸出入作業。因此，8087 和 8089 這兩個協同處理機的使用讓 8086 / 8088 獲得高於單獨使用時將近 100 倍的處理速度。

在同類型介紹 16 位元微處理機的書籍中，本書可以算是第一本以追根究底的精神闡述 8086 / 8088 系列微處理機運作原理以及它們如何協同作業的書。本書也是第一本介紹 Intel 186、Intel 286 和 Intel 432 等微處理機的書籍。186 是 8086 的改良品，286 是在 8086 上附加內設記憶空間管理功能而得。Intel 432 則是 Intel 公司即將推出的超強 32 位元微處理機。

本書的第一章由說明 16 位元微處理機的大義開始，接着介紹全書概要；之後我們詳細說明 16 位元微處理機的特殊面，探討它們可

以應用在那些工業產品中，並簡單介紹 16 位元微處理機的主要單元 8086 和 8088 處理機。最後我們也將陳述 16 位元微處理機的軟體概要和本書的章節安排。

第二章涵蓋了 16 位元微處理機的基本觀念和構造原理，包括 16 位元微電腦的基本組成、資料型態、實體記憶單元的結構與組織、記憶空間的管理、多重處理、協同處理以及 8086 微處理機和 8088 微處理機的同異點。另外我們也將介紹 16 位元微處理機的程式語言，由高階語言、組合語言、微碼（microcode），直到最基本的毫微碼（nanocode）。

第三章的主題是 8086 微處理機和 8088 微處理機。我們將詳細討論這兩個一般用途微處理機的電氣特性、結構、指令集和功能。第四章和第五章分別介紹協同處理機 8087 和 8089。在第六章裡面我們依序分別討論 8086 / 8088 微處理機系統的支援晶片。第七章我們由淺到深以十一個精彩的實例呈現給讀者如何在 8086 / 8088 微處理機系統上設計程式。這些實例包括輸出入資料移轉、程式迴路控制、決策選擇與分歧指令之運用、次常式呼叫、算術運算、字串處理、布林邏輯運算、移位與旋轉、堆疊器的操作、處理機控制、中斷狀況的處理、記憶體與暫存器傾印……等等。本書的最後一章（第八章）裡面，我們以市場和應用眼光告訴讀者，環繞著 8086 / 8088 微處理機發展出來的硬體設備和軟體支援系統，同時我們也將簡單扼要介紹目前最受歡迎的個人電腦——IBM PC。IBM PC 是這個被稱為藍色巨人（Big Blue）的電腦界巨無霸踏入個人電腦市場的第一步。IBM PC 的成就可觀，震撼了全世界的個人電腦市場。IBM PC 係採用 Intel 8086 / 8088 系列微處理機設計而成。以 IBM 公司本身的財力和技術水準，而仍採用 Intel 8086 / 8088，足見這一系列

微處理機優越之處。

在本書之末附錄部份我們另外介紹三個超功能的微處理機：iAPX186、iAPX 286 和 iAPX 432，目的在讓讀者對未來的微處理機系統能先有一些概括的認識。

我們在本書中儘量採用圖片和實例程式來幫助讀者了解全書的內容。三度空間構圖也是本書的一大特點。我們也儘量避免使用在製造廠商手冊和其他同類書籍中所採用的時序圖和參考資料指示方式。本書中所採用的視覺式圖示方法和實例解說方法，相信一定能幫助讀者更快瞭解 16 位元微處理機系統的全部內容，同時提高讀者的學習興趣。

Intel 8086 和 8088 是第三代高效率 16 位元微處理機晶片中最受歡迎的一批產品，它們的出現使得第一代微處理機看起來就如福特 T 型車一樣的笨重。相信由這一系列新一代晶片所發展出來的產品，將大幅提升低成本微電腦系統的功能。我們由衷的希望這本書能夠幫助讀者儘快瞭解這一項劃時代的科技結晶，以及由它們衍生出來的個人電腦系統。

Christopher L. Morgan, Ph. D.
Mitchell Waite

目 錄

序 文

1	導言與全書概要	1
1.1	十六位元微處理機大義	1
1.2	本書主題	2
1.3	十六位元微處理機的優異點	3
1.4	8086 / 8088 微處理機簡介	9
1.5	8086 / 8088 軟體概要	14
1.6	本書章節安排與學習指引	18
2	十六位元微處理機的基本原理	21
2.1	由外到內看微電腦系統	21
2.2	整體化設計與黏合觀念的運用	36
2.3	8086 / 8088 基準系統	41
2.4	資料型態與資料表示方法	45
2.5	十六位元微電腦的重要觀念和設計原理	59
2.6	巨集碼、微碼與韋微碼	82
2.7	如何建立十六位元微電腦組合語言程式	87

2.8 結 論 102

3 8086和8088一般用途處理機 103

- 3.1 8086 和 8088 是什麼？ 103
- 3.2 8088 ，為什麼？ 105
- 3.3 8088 和 8085 相同之處 106
- 3.4 8086 / 8088 主要特性介紹 108
- 3.5 管路式架構 116
- 3.6 暫存器組 117
- 3.7 信號與對外接腳 122
- 3.8 中斷處理結構 130
- 3.9 定址方式 135
- 3.10 記憶體結構和區段分割法 139
- 3.11 指令集 146
- 3.12 指令碼的內容與編碼規則 211
- 3.13 程式實例 217
- 3.14 結 論 224

4 8087數值資料處理機 227

- 4.1 概 述 228
- 4.2 數值資料的表示方法 229
- 4.3 作為協同處理機使用的 8087 NDP 238
- 4.4 8087 NDP — 8086 / 8088 的延伸體 240

4.5	資料型態	246
4.6	8087 NDP 的堆疊設計	251
4.7	指令集	258
4.8	控制字組和狀態字組	267
4.9	例外狀況的處理	269
4.10	程式實例	271
4.11	結 論	278
5	8089輸出入處理機	281
5.1	輸出入管理作業	282
5.2	8089 IOP 的本地配組方式和遠程配組方式	296
5.3	8089 IOP 的工作原理	299
5.4	8089 IOP 的暫存器組	305
5.5	8089 IOP 的定址方式	310
5.6	8089 IOP 的指令集	311
5.7	程式實例	317
5.8	結 論	322
6	8086/8088的支援晶片組	323
6.1	時計產生邏輯—8284 時計產生器	323
6.2	匯流排界面邏輯	327
6.3	系統控制器和設備控制器	339
6.4	結 論	368

7 8086/8088程式實例 371

- 7.1 概 述 371
- 7.2 建立操作環境 372
- 7.3 資料移轉 380
- 7.4 簡單迴路控制指令 388
- 7.5 測試、比較和跳躍指令 394
- 7.6 次常式呼叫與返回 401
- 7.7 算術運算指令 408
- 7.8 串列處理 413
- 7.9 邏輯操作指令 420
- 7.10 移位、旋轉和進位指令 424
- 7.11 堆疊操作指令 432
- 7.12 處理機控制 438
- 7.13 中斷處理指令 439
- 7.14 結 論 452

8 8086/8088硬軟體產品現況 455

- 8.1 概 述 455
- 8.2 軟體的發展—兩個方式 456
- 8.3 第一個四年發展期 459
- 8.4 IBM 個人電腦 466
- 8.5 結 論 475

附錄 A	Intel iAPX 186 和 iAPX 286 16 位元微處理機介紹	477
A.1	iAPX 186 16 位元微處理機介紹	477
A.2	iAPX 286 16 位元微處理機介紹	479
A.3	結 論	481
附錄 B	Intel 32 位元微處理機 iAPX 432 介紹	483
B.1	概 述	483
B.2	科技的進步與新的設計需求	484
B.3	兩個基本設計觀念	491
B.4	iAPX 432 產品系列	496
B.5	微主機	497
B.6	矽目的物基準操作系統	501
B.7	主題目的物	502
B.8	指令編碼方式	505
B.9	結 論	508
附錄 C	8086/8088 指令集	511

導言與全書概要

1.1 十六位元微處理機大義

16 位元微處理機是矽魔術師（積體電器製造廠商）點矽成金的一項新產品，是新一代的電腦晶片。8 位元微處理機帶動了七十年代的微電腦革命，16 位元微處理機則將更上一層樓把微電腦革命的成就推上八十年代科技成就的巔峯。

16 位元微處理機的重要性由其超凡的處理速度可見一斑。在適當的配組之下，16 位元微處理機的計算速度（浮點算術運算）可以達到其前身 8 位元微處理機的 4000 倍，而成本並未增加多少。16 位元微處理機的好處還有很多，後面我們將另闢一節專門說明，在此不另贅述。

我們相信這件驚人的新產品必定會為人類社會創造出許多不可思議的貢獻。由它們製造出來的終端產品將具有非凡的智慧。我們將能夠馬上目睹各式各樣的革命性產品問世，諸如會聽會說話的超智慧型機器人，能夠顯示三度空間和各種顏色的高解像度終端顯示裝置，更

進步的通信網路、自動化的辦公室、電腦化運輸工具、智慧型傢俱設備、能夠自動調節氣溫節省能源的房舍……等等。

1.2 本書主題

本書是以介紹 16 位元微處理機的代表性產品 Intel 8086 / 8088 系列微處理機為主。8088 是 8086 的姊妹品，我們將在後面另闢一節介紹此二者的異同之處。本書後文中，如果未加特別說明的話，將以 8086 作為 8086 和 8088 的通稱。

8086 (見圖 1.1) 是 Intel 公司繼 8080 和 8085 後的又一大貢獻。它們是 16 位元微處理機各機種中功能最強、最受歡迎，而且價錢最公道的一種。在本書中我們除了向讀者介紹 8086 與其同系列支援晶片的構造原理之外，也將探討如何將這些晶片組合成一套高性能的微電腦系統。另外我們也將告訴讀者怎麼樣去運用 16 位元微處理機的優越計算能力和資料處理能力。

以邏輯觀點而言，8086 系列產品是 8080 系列產品的衍生物；因此如果您已經對 8080 有所認識的話，應該很快就能掌握本書中介紹的 16 位元微處理機系統。如果讀者對微處理完全陌生的話，您也不必擔心，本書的編排和撰寫方式能夠很快的引導您進入微處理機世界。

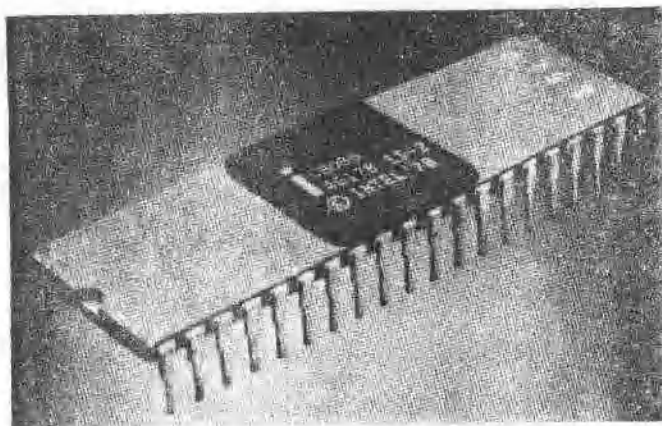
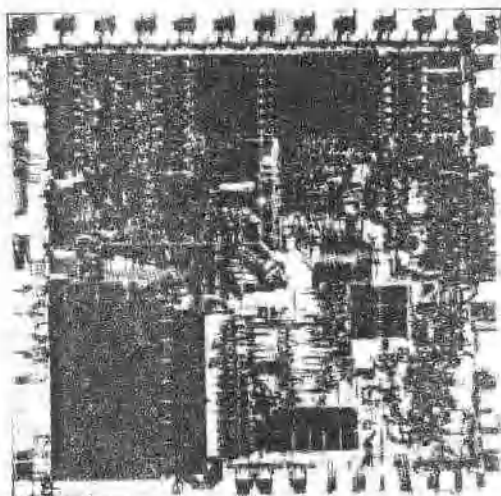


圖 1.1 Intel 8086 晶片：(1)內部放大圖；(2)封裝後外觀

1.3 十六位元微處理機的優異點

顧名思義，16 位元微處理機是以 16 個位元為基本處理單位的機器。16 是 8 的兩倍，這是否就表示 16 位元微處理機的功能是 8 位元微處理機的兩倍呢？答案是否定的。如果只是兩倍的話，就不值得大書特書 16 位元微處理機的優異點了。下面讓我們分條陳述 16 位元微處理機的特殊面，也就是優於 8 位元微處理機的地方。

1. 內部諸裝置皆以 16 個位元為設計著眼點

16 個二進數元最大可代表 65535，是 8 個二進數元所能代表之最大值（255）的 256 倍。因此，對數值資料而言，16 位元微處理機大幅提升了資料值的範圍以及計算結果的精確性。對文字資料和程式指令而言，16 位元微處理機每次抓取兩個位元組，是 8 位元微處理機的兩倍。16 位元微處理機的指令長度由 1 個到 6 個位元組，8 位元微處理機的指令長度最長只到 3 個位元組；由此可知，16 位元微處理機的指令比較豐富，彈性較大，程式人員得益不少。16 位元處理能力使新一代微處理機的軟體效率增強，一個 16 位元指令所能完成的動作，如果換在 8 位元微處理機上面執行的話，通常需要四條以上的指令。

2. 使用了更進步的大型積體電路科技

微處理機晶片是由數以千、萬計的小電晶體在一塊很小的矽晶片上面聚合而成。愈多的電晶體單元代表愈高超的資料處理能力或資料儲存能力。8086 系列晶片採用最進步的 HMOS 積體電路科技。HMOS 允許晶片製造者

商將 70000 個或更多的電晶體安置在一小塊矽晶片上。有了這麼多的電晶體存在，廠商可以設計更多和更複雜的硬體電路。舉例來說，乘法運算和除法運算可由硬體電路直接執行，而不必呼叫軟體乘除常式。另外對於各種中斷需求的處理和優先順序的安排也可以直接設計在晶片裡面，只需增加少量的硬體電路就能有效控制許多輸出入週邊設備。

3. 定址範圍擴大

大多數 8 位元微處理機的直接定址區間只有 64 K，無法與 16 位元微處理機的定址範圍相比。例如 8086 和 8088，可直接運用到一百萬個位元組 (1 mega bytes) 的讀/寫記憶空間。一般而言，電腦的操作系統最少要佔用 256 K 才能應付功能完整的應用軟體程式系統。記憶空間愈大，程式人員就可以設計愈大和愈複雜的程式。比較大的記憶空間也代表電腦能夠允許比較多的程式同時放在主記憶體裡面執行。

4. 可附加協同處理機

16 位元微處理機最具吸引力和符合計算機設計趨勢的地方應該算是協同處理機的使用。設計人員當初在發展 16 位元微處理機的時候就已經決定不要讓主處理單元負責所有的工作，以提昇電腦系統的整體效率。主處理單元只負責一般的資料處理和計算工作，特殊的處理功能則交給協同處理機。例如浮點算術運算（包括三角函數值的計算）由數值資料處理機負責，輸出入工作由輸出入處理機負責。