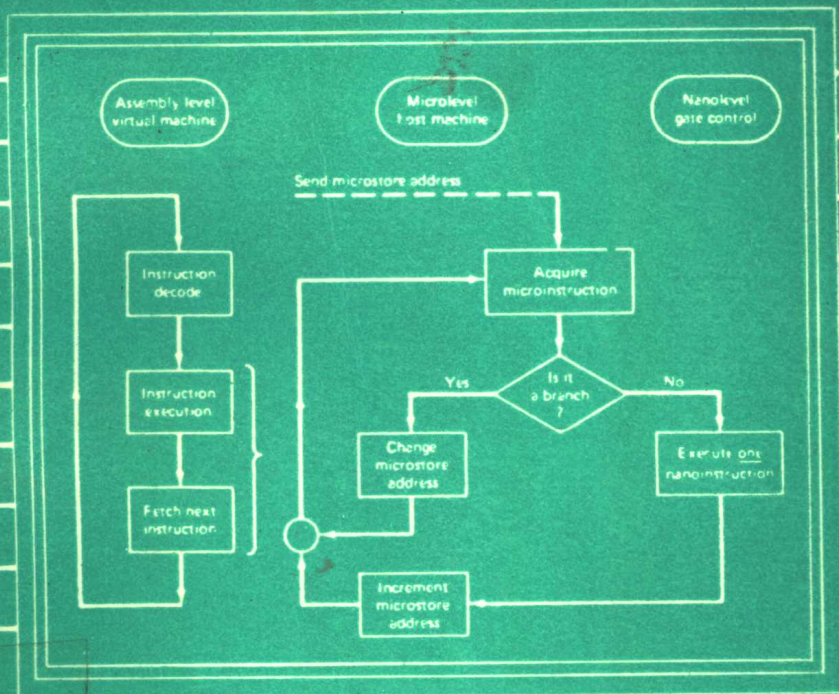


第二版

計算機組織

硬體 / 軟體

蕭如宣 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

世界图书出版公司重印

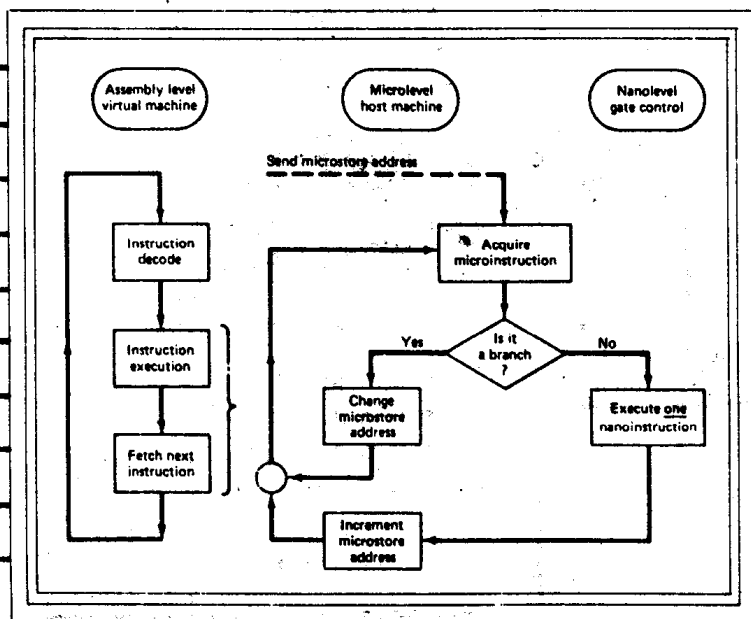
大 專 用 書

第二版

計算機組織

硬體 / 軟體

蕭如宣 編譯



全華科技圖書股份有限公司 印行

世界图书出版公司重印

计算机组织
硬件 / 软体 第二版

萧如宣 编译

全华科技图书股份有限公司出版

世界图书出版公司 重印

(北京朝内大街 137 号)

北京中西印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1991年2月第1版 开本: 711 × 1245 $\frac{1}{4}$

1991年2月第1次印刷 印张: 26.334

印数: 001—820 字数: 62.2万字

ISBN 7-5062-0836-0/TP·13

定价: 12.80元

本书经全华科技图书股份有限公司香港和中國大陸总代理

香港出版社有限公司特许世界图书出版公司独家重印

限国内发行

Computer Organization: Hardware/Software

SECOND EDITION

G. W. GORSLINE

*Professor of Computer Science
Virginia Polytechnic Institute and State University*

PRENTICE-HALL, INC.
Englewood Cliffs, New Jersey 07632

原著二版前言

到底什麼原因促使我再花時間與精力，來增訂第二版呢？就我而言，原因相當的多。第一，計算機結構與組織在過去幾年內進步相當快速。在1980年本書初版時，有許多基本研究與非常好的原型機在發展，並且現在已經應市，許多讀者對這些都想了解一下就竟是怎麼來得。

第二，常久以來計算機科學與工程所教授的內容，有逐步往下移的現象。因此，某些當年在研究所的課程，已經移至大學部高年級來開，而他們的課程也移至二年級或甚至一年級來上。很明顯地，爲了教學必須再加入一些新內容，以及換掉一些老舊的範例。

第三，計算機科學與工程的學生已經改變了。我並不是說他們比較聰明，但的確他們對標準的要求比較高，因此低效能的東西都不適合他們。我亦不是說他們對工作與研究都較認真，因爲在每週七天 24 小時的時間內，確實是一件不容易的事。我的意思是說他們在中學已經先修了一些課程，基本的數學與通訊技巧已經具備，並且有他們個人的意願。此外，在我的班級，研究生的比例快速地增加，而他們的學士專長却是有多種不同的科系。這種“改換科系”的學生（有部分時間的學生以及熟悉電腦專業的學生在內）學術能力相當強，但對計算機的認識過於偏狹，以致於沒有對計算機有全盤了解。本書的部分內容，特別適合於這些學生的需要。

最後，計算機科學的課程必須隨時汰舊換新。因此，我個人的自尊要求我再版增訂。

比較再版與初版的確是件煩人的事，但你會發現前五章與最後一章大致相同，不過資料較新，包括新加的資料及目前使用的系統範例。第六、七與八章則重新編排過，以迎合目前使用及衆所注目的計算機組織情形，而忽略了先前所著重的系統大小。本書特別將重點移至計算機結構的演進過程。目前使用的系統加入了許多新的程式語言與作業系統的重要觀念，例如：資料體、權力以及共時處理。

如果本書用在大二下學期及大三上學期的話，則建議使用第一章到第五章，以及第六章的第一部分。少數學生預備有很好的程序語言程式能力，有的則有很好的組合語言能力，並且有自己閱讀及思考能力。依據課程的宗旨與學生的實際背景，教師可附加一些電路方面的教材與實驗練習。此外，研究課題的設計是必要的，以確保對微程式的徹底了解。

如果本書是使用在雙層式課程，即初級研究生與大四學生，他們有電路、組譯器、語言及作業系統的背景。那麼第一章到第五章可看成是深入複習計算機組織的教材。經5到6星期的研讀，就可了解這些內容了。在學期制教學，還有大約9週的時間可集中在六至九章上。如果祇有單一學期，可略過八、九章的內容，就我的看法雙學期比較適合老師的教學在(1)第六章增加其它現有的微計算機，以及更深入的RISC與CISC比較教材；(2)第七章增加一些共處理／共時處理觀念；(3)第八章可增加有關向量編譯器，以及一些資料流擁護者與功能程式設計支持者，所提供的一些最新資料。

我要特別對那些立即回答我的技術問題，並且允許我使用資料與說明的電腦製造商，表示我個人的謝意。不僅如此，所有錯誤的解釋與真實的錯誤都應是我個人造成，當然就需負這個責任。此外，我亦深深地感謝對第一版的建設性批評，以及其它課程的講師與教授的有益註解，尤其要感謝我的學生對那些以前沒有適切處理及語意不明的問題，做很好的解釋建議。當然我希望本書能對讀者及一些專業人員增廣知識，同時亦希望能幫助我再一

次組織與肯定我的學識。

Blacksburg, Virginia

G. W. Gorsline

原著一版前言

計算機組織在本書以結構 (structure) 的字眼來表示由數個獨立部分，依固定組織形式組合而成的意義，並以組織 (organization) 表示各個獨立部分的安排，每個都有其特殊功能或對整體而言有特別關係。文內的結構 (architecture) 並不表示設計與建立結構的科學或藝術，本書介紹計算機組織與計算機結構，而不涉及計算機的設計與建立的科學或藝術。

本書並不打算徹底研究，即不打算對計算機組織的各方面做詳細探討，僅是對主題的介紹而已。

此外，本書侷限於程式儲存式 (stored-program) 數位計算機的介紹。對於類比計算機及不使用儲存程式的數位裝置，則忽略不談。雖然非以電子為基礎的技術，如光學 (Gilder, 1974)，在計算機設計與製作上日漸重要，但亦僅談到為止，本書的主要部分是描述，但同時說明設計決定的理由與結果。

本書累積了我多年來在大學四年級與研究所的計算機組織的教學經驗，而且是在 ACM 課程 68 建議書之後所擬定。大多數學生傾向於軟體，並且在應用程式、公用程式與系統軟體的設計與製作上，有濃厚興趣、經驗與實際目標工作經歷。這些資料安排對某些有經驗的專業程式師，有加速其閱讀的方便。這個課程對學生有兩個主要目的：使學生(1)獲得各種不同計算機的組織概念，以及(2)了解這些組織對整個計算系統的設計、有效性、效率與經濟方面的影響。

我要提醒讀者，由於我的經驗所導致的成見有：一、雖然我認為計算系統是值得全心與長期研究的課題，但我不認為計算系

統是完成資料處理的最主要有效工具。我認爲硬體費用對軟體費用，應該把額外功能加入硬體或假硬體（pseudohardware）（微程式規劃），即使是硬體費用相對地增加亦要這麼做。此外，不同的設計方法正不斷地在出現，包括高階語言結構（higher-level-language）（Chu, 1975）、微程式規劃的作業系統基本指令（Sell, 1975）以及其它方法。

二、我有個相當強烈的成見是所有程式師，應該了解其使用的工具——問題分解技術、軟體設計方法、語言、計算機軟體控制系統以及計算機的硬體等。本書祇是介紹性的層次，並且稍微簡化，讓讀者了解這個基本工具——計算機硬體。

本書至少可在三種情形下使用：

1. 可當成對有經驗計算機專業人員的介紹材料或複習教材，做爲個人的研讀材料亦相當適合。此外，本書亦可當成 4 至 5 天的密集研討會的補充教材。
2. 可當成大四／研究所一學期的計算機組織，計算機結構課程的教科書。雖然本書的材料主要是安排給對軟體有興趣的讀者，但對於硬體有興趣的讀者亦相當適合。
3. 可當成大三程度部分學期的計算機組織介紹課程的教科書，或做爲進一步研讀編譯器、作業系統及檔案管理技術預備課程的教材。若是爲了這個目的，建議你採用第一、二章、第三、四、五章的前半部以及第六章的前半部內容。

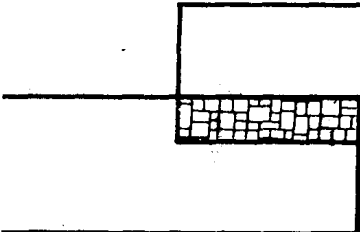
原則上，假設讀者具有一種以上的高階語言使用經驗，如 FORTRAN、COBOL 或 PL / 1，並且了解使用這種語言的基本控制語言陳述（control-language statement）。進一步假設讀者已經開始使用組合語言編寫、除錯一些小程式，無論如何，如果讀者具有資料結構、程式寫作與作業系統背景的話，對於計算機組織的含意就能越深入與完全了解。

最後，我要感謝許多的學生，幫助我把本書登錄在維吉尼亞技術學院的 CS 404 與其後來的 CS 4500 上。此外，亦感謝出版社校閱人員（Walter G. Rudd, John L. Fike 與

Richard Austing 的善意批評與建議。

Blacksburg, Virginia

G. W. Gorsline



譯者序

本書的翻譯目的有二。一是，便利讀者了解計算機組織與結構的整體概念。因此儘量保持原著（“Computer Organization: Hardware/Software, second edition”, G.W. GORSLINE）的精髓，並尋求口語化的描述，使讀者容易閱讀。二是，個人毅力的考驗。雖然第二個目的已經達成，但首要目的有待市場的驗證。當然，計算機科學範圍浩瀚，加上譯者才疏學淺（爲了生活，不得已讓讀者見笑了）難免有疏漏或錯誤的地方，尚祈讀者、先進賜教糾正，不勝感激。

本書的用途亦可分爲兩方面。一是，幫助計算機專業人員掌握目前計算機組織與結構的全貌。因爲原著再版時（1986年），重新加入許多新內容與計算機範例。這些內容與範例都是在介紹目前新推出的計算機特性與設計理念，值得讀者細讀一番。二是，當成教科書來使用。若當成教科書，請參閱原著的一版前言與二版前言的建議。就譯者的看法，應以二學期的課程爲宜，並視學生的背景，擇要講授。

最後，本書的翻譯要感謝家人的精神支持與實質的協助，亦感謝好友黃國賢與馬譯政先生的幫助。更感激全華科技圖書公司給予機會與其編校人員、打字小姐的全力幫忙之下，使本書力求完美，當然亦感謝讀者花時間看這一本書。謝謝！

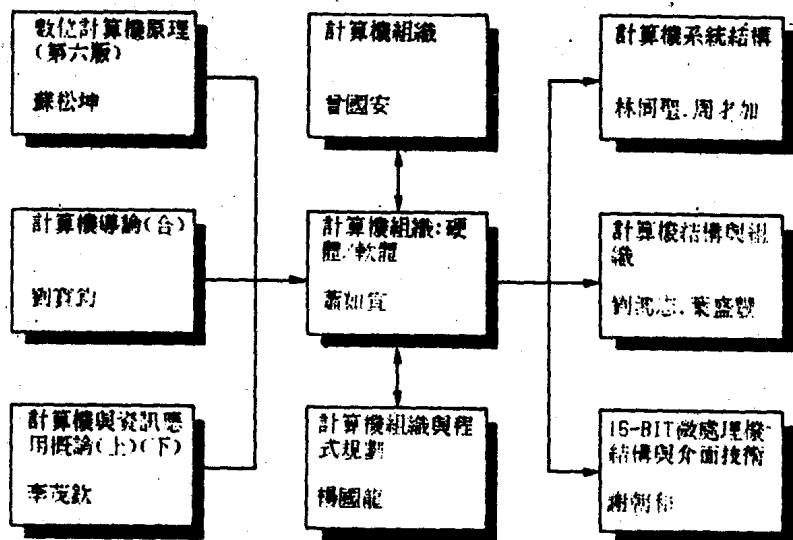
編輯部序

「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。

本書為 G.W. Gorsline 所著 Computer Organization Hardware/Software 第二版，是作者累積多年教學與實務經驗而成的經典書籍。它除了具有第一版精闢詳實及易學易懂的優點外，其在內容方面所補充的題材，更是現代電腦科技不可或缺的知識，尤其，本書層次分明，譯筆流暢，且範例豐富，使得讀者在研覽本書後，不僅會對本書的價值及實用性有所肯定，更能對各型計算機組織有深一層的認識。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習相關方面的叢書，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



目 錄

第1章 基本概念

1.1 一些準備	1
1.1-1 指令群	1
1.1-2 計算機的描述層次	2
1.1-3 縱觀：G-1計算機	3
1.2 PMS系統	14
1.3 資料型態	21
1.3-1 運 輯	23
1.3-2 有號整數	23
1.3-3 浮點數表示法	24
1.3-4 文數資料（字元）	28
1.3-5 指 令	28
1.3-6 其 它	29
1.4 全意資料	30
1.4-1 標籤欄	31
1.4-2 資料描述器	32
1.4-3 資料體	33
1.5 定址結構	34
1.5-1 計算機指令	34
1.5-2 指令長度	36
1.5-3 四址計算機	40
1.5-4 三址計算機	40

1.5-5	雙址計算機	41
1.5-6	單址計算機	41
1.5-7	零址計算機(堆疊結構)	42
1.5-8	發展趨勢	44
1.5-9	高階語言結構	45
1.6	暫存器	45
1.6-1	一般暫存器	45
1.6-2	累積器與邏輯單元	47
1.6-3	索引暫存器	47
1.6-4	基底位址暫存器	48
1.6-5	有效區域暫存器	48
1.6-6	頁控制暫存器	50
1.6-7	跳躍位址暫存器	51
1.6-8	時鐘暫存器	51
1.6-9	輸出/入暫存器	51
1.6-10	中斷暫存器	51
1.6-11	優先權控制與其它暫存器	52
1.7	經濟效益	52
1.8	問答題	59

第 三 章 指令與模態

2.1	指令的變化性	64
2.1-1	模 態	64
2.1-2	運算碼的變化性	64
2.1-3	運算元位址的變化	66
2.2	主記憶體의 定址模式	76
2.2-1	直接定址法	76
2.2-2	間接定址法	77
2.2-3	相對定址法	79
2.2-4	索引定址法	80

2.3 指令集	82
2.3-1 權位指令	83
2.3-2 MOVE群	84
2.3-3 算術／邏輯／修飾群	85
2.3-4 位移／旋轉群	87
2.3-5 跳躍／略過群	88
2.3-6 堆疊群	95
2.3-7 I/O群	95
2.3-8 其它指令	97
2.4 指令集：大小、複雜度、完整性	101
2.5 問答題	106

第3章 控制單元

3.1 程式計數器	110
3.2 指令暫存器	111
3.3 指令的執行	112
3.3-1 指令擷取週期	112
3.3-2 運算元擷取週期	112
3.3-3 執行週期	114
3.4 控制功能的製作	114
3.4-1 控制的問題	115
3.4-2 硬式接線邏輯	115
3.4-3 微程式設計	118
3.4-4 計算機的族系	118
3.5 範例：G-1 主計算機	120
3.6 一些理論	130
3.6-1 微程式設計的經濟理論	130
3.6-2 電腦是什麼？	131
3.6-3 什麼是一個指令？	132
3.7 微程式的橫式與直式編碼	134

3.8 範例：HP 2100A	135
3.9 第二個範例：DEC LSI 11	138
3.10 第三個範例：摩托羅拉M68000	142
3.11 第四個範例：INTEL 180150 CP/M-86 作業 系統晶片	149
3.12 第五個範例：位元基片(bits slice)處理器AMD 2900 系列	155
3.13 問答題	164

第4章 記憶體

4.1 簡 介	167
4.1-1 運 算	167
4.1-2 主記憶體／輔助記憶體的區別	170
4.1-3 RAM / SAM / DAM的區別	171
4.1-4 費用／速度／大小／時間的關係	172
4.1-5 記憶體層次	174
4.1-6 虛擬記憶體	177
4.1-7 讀取破壞與非讀取破壞記憶體	185
4.1-8 資訊保護措施	187
4.1-9 額外記憶體的需求	190
4.1-10 暫存記憶體	191
4.1-11 內容可定址記憶體	192
4.1-12 概 觀	193
4.2 隨機存取記憶體	194
4.2-1 製作方式	194
4.2-2 磁蕊記憶體	195
4.2-3 固態記憶體	195
4.3 記憶體速度限制的突破	201
4.3-1 存取寬度的增加	201
4.3-2 交插式記憶庫存取	202