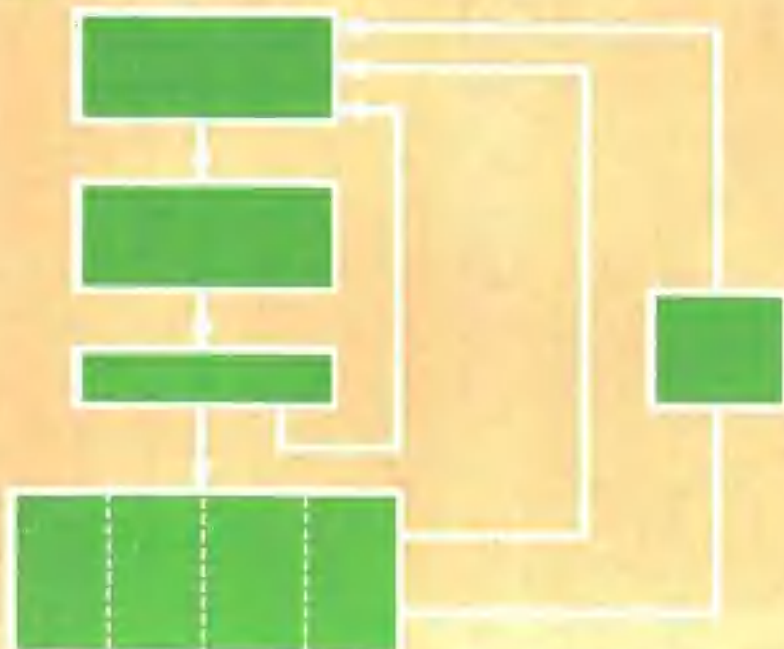


計算機系統結構

林同聖・周才加・蘇耀華 編譯

SECOND EDITION

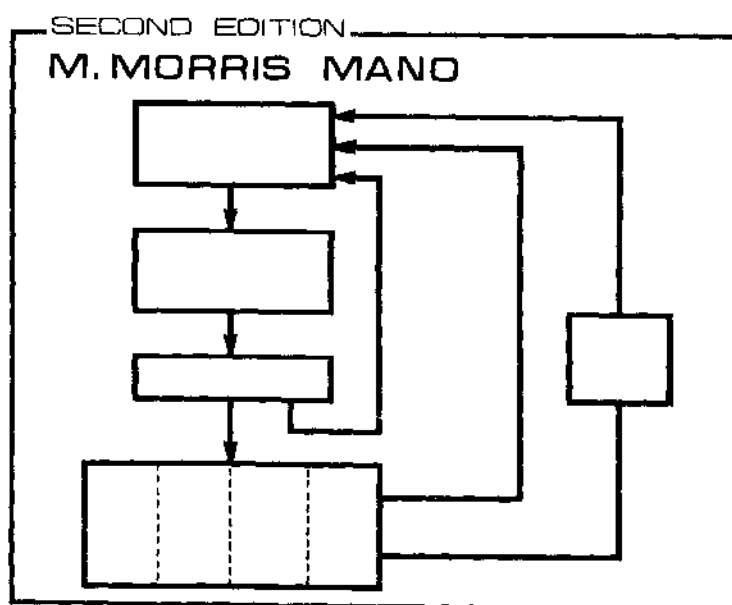
M. MORRIS MANO



全華科技圖書公司印行

計算機系統結構

林同聖・周才加・蘇耀華 編譯



全華科技圖書公司印行



全華圖書 版權所有 翻印必究

局版台業字第0223號 法律顧問：陳培豪律師

計算機系統結構

林同聖 周才加 蘇耀華
編 譯

出版者 全華科技圖書股份有限公司
北市龍江路76巷20-2號
電話 581-1300・541-5342
581-1362・581-1347
郵撥帳號 1 0 0 8 3 6

發行人 陳 本 源
印刷者 佳怡彩色印刷廠
定 價 新臺幣 230 元
再 版 中華民國73年4月

感謝您

感謝您選購全華圖書！

希望本書能滿足您求知的慾望！

圖書之可貴 在其量也在其質

量指圖書內容充實、質指資料新穎够水準，我們就是本著這個原則，竭心盡力地為國家科學中文化努力，貢獻給您這一本全是精華的全華圖書。

Second Edition

**Computer
System
Architecture**

M. MORRIS MANO

*Professor of Engineering
California State University, Los Angeles*

Original American edition published by Prentice-Hall, Inc.,
Englewood Cliffs, New Jersey, U.S.A.

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

序 言

凡是從事計算機系統硬體設計的計算機工程師或是從事與硬體有關的軟體系統設計的計算機科學家都必須瞭解計算機架構；一部計算機系統包括軟體及硬體，本書內容偏重計算機系統的硬體部份，但是也沒有忽略軟體對計算機架構的衝擊。

計算機架構有時候被定義成只包含程式設計員所感興趣的那些計算機組成部分，而在這裏，我們所定義的計算機架構則是包含一般職業性的計算機建造師所應知道的內容；計算機建造師必須熟悉那些組成計算機的基本硬體建築方塊，也必須具有計算機系統的結構、行為以及它們如何被設計出來的知識，所以，在本書中所定義的計算機架構是指電子計算機系統的結構性組織及硬體設計。

一部特殊處理器的實際組織包括它的暫存器、資料流向、微運算以及控制函數，最好能以一組暫存器轉移語言以符號方式來描述，在本書中，我們發展了這樣的一種語言，而且也詳細地描述了它與硬體組織與數位計算機設計的關係，在許多場合中，我們都可以用暫存器轉移語言來精確地說明多種計算機的運算。

本書的安排是先介紹較簡單的内容，然後再介紹較高級一些的内容，最初六章的内容包括欲瞭解基本的計算機組織、設計、以及規劃一部簡單的數位計算機所需的知識，後面六章所討論的是各自分開的獨立單元，強調前面所沒談到的較高級的論題。

第二版中所做的修訂是在後面六章中，第 3 章中央處理單元及第 11 章輸入輸出組織的内容已經完全改寫過，第 8 章微程式控制及第 12 章記憶組織則經過修訂並新增一些内容，其它幾章的内容大致與第一版相同。

第 1 章介紹以邏輯閘或正反器來組成數位系統時所需的基本知識，包括布爾代數、組合式電路、及時序式電路，本章中所包括的内容可幫助你加強瞭解數位系統所需的背景能力。

第 2 章開始便列舉積體電路的一般特性，内容包括一些最基本的數位函數電路，例如暫存器、計數器、解碼器、多工器、隨意存取式記憶、以及僅讀記憶，它們都是以後幾章中較大電路單元的基本組成方塊。

第 3 章中敘述數位計算機中所用的不同資料類型，以及它們在計算機的暫存器中是如何以二進位來表示，我們的重點放在算術運算中數字的表示法及符號的二進位寫碼。

第 4 章中定義了暫存器傳移語言並且討論如何將之以符號形式來表示計算機暫存器之間的微運算順序，我們定義了一些符號給算術、邏輯、移位以及啟動所有微運算的控制函數用。

第 5 章敘述了一個小型而基本的數位計算機的組織及設計，我們定義了這計算機的暫存器並且設計了一組特定的計算機指令，有關於這計算機的描述都是以正式的暫存器傳移述語來表示，以指明各暫存器之間的微運算以及啓起微運算的那些控制函數，依據這些微運算的集合，我們便可以設計出資料處理電路，而利用這些控制函數，我們也可以設計出控制單元。

第 6 章中利用第 5 章中所定義的計算機的 25 個特殊指令來說明在設計計算機程式時經常用到的技巧，我們舉了許多基本的資料處理工作來說明以符號碼表示的程式設計的例子，並且解說二進位程式、符號式程式及高階語言程式之間的關係，本章的目的是要介紹計算機軟體的大致概念，軟體原則的知識加上硬體的說明應可以給讀者對包括硬體及軟體的整個計

算機系統有一個全盤的概念。

第 7 章討論數位計算機的中央處理單元 (CPU)，我們提出一個匯流排組織式的處理器並設計一個特別的算術邏輯單元 (ALU)，我們也討論了不同指令格式及它們的定位型式，微算器的內部及外部特性，本章最後以一小節討論平行及流水管式處理做結尾。

第 8 章介紹微程式計畫的觀念，我們發展了一個特殊的控制單元，用例子來說明如何產生一組常見的計算機指令的微程式，並且用一個微程式排序器來說明用 LSI 元件來設計數元分割式電路的程序，最後一小節討論微程式設計的好處及應用。

第 9 章討論算術處理器的設計，內容包括二進位帶正負號整數的加法、減法、乘法及除法的演算法，我們利用暫存器轉移語言來設計這個算術處理器，並且討論到一個可以利用微程式設計來做的二進位計算器。

第 10 章討論其它的算術演算法，包括正負號與補數二進位數字、浮動點數字、及十進位數字，先以流程圖來表示，然後再用暫存器轉移語言來敘述將演算法實做出來所需的那些微運算及控制函數。

第 11 章解釋了一些常用輸入及輸出裝置的功能，說明何以在處理器及 I/O 裝置之間需要一個介面，列舉各種 I/O 傳輸的安排方式，包括不同步傳輸、直接記憶進出、及優先排序中斷，另外也談到輸入輸出處理器、數據通訊處理器、以及多處理器系統組織。

第 12 章介紹記憶階層的觀念，包括快取式記憶、主記憶及次要記憶裝置，例如磁碟及磁帶等，並且也詳細解釋了結合式記憶的內部組織及外部運算，透過了快取式記憶及虛擬記憶系統對硬體需求的敘述，我們也介紹了記憶管理的觀念。

本書每一章都包括一些問題及一系列參考資料，問題中，有些是做為內文所談到資料的練習，有些則較為高級，可做為計算機硬體設計領域中的練習；教師可由出版商那兒索取解答手冊。

本書適合做為電機工程、計算機工程或計算機科學系的計算機架構課本，本書的課文可以如下三種方式加以安排利用：(1)取第 1 章到第 5 章，另外由教師視情況加入第 7、8 或 9 章的部份內容而做為計算機硬體組織

第一學期的課程；(2)取第 7 章到第 12 章做為計算機設計的一學期課程，可以用第 5 章做為數位邏輯設計的複習；(3)取用第 7 章處理器、第 8 章控制部門、第 10 章算術電路、第 11 章輸入輸出單元、及第 12 章記憶單元，涵括數位計算機的五大功能單元，做為計算機硬體系統的課程；本書也適合計算機工程師及科學家們自修之用，以增強他們對計算機硬體架構的基本知識。

M. 莫瑞斯·梅諾

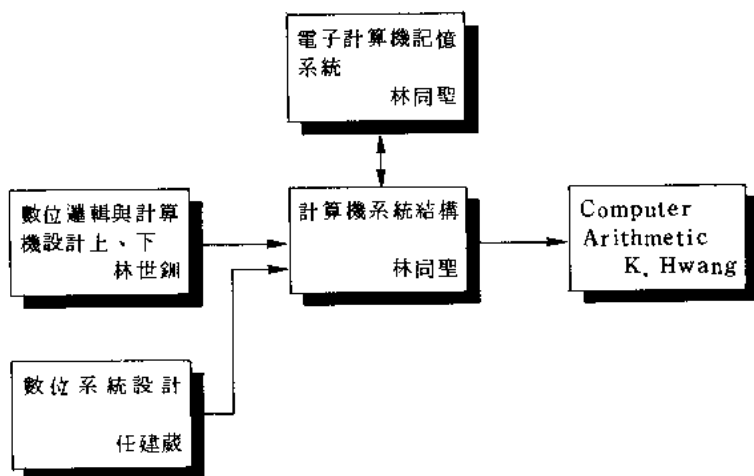
編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所將提供給您的，絕不只是…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「計算機系統結構」呈獻給您。本書譯自Mano教授所著的「Computer System Architecture」一書，全書內容詳實，因此在國外廣受大學採用為教科書。計算機是包括軟體及硬體，本書從硬體的觀點討論計算機系統，但又不忽略軟體在計算機設計上的功能。在說明上採循序漸進的方式，先提出基本題材內容，再介紹較為精深的主題。讀完本書除對計算機內部結構有一完整的認識，並足以自行訂定計算機系統的功能規格，或研習更高級的計算機系統設計。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習計算機方面叢書，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：



目 錄

第一章 數位邏輯電路

1-1	邏輯閘·····	1
1-2	布爾代數·····	4
1-3	圖覽化簡法·····	7
1-4	組合式電路·····	12
1-5	正反器·····	17
1-6	時序式電路·····	22
1-7	結 論·····	29
	參考資料·····	30
	問 題·····	30

第二章 積體電路與數位函數

2-1	數位積體電路·····	33
2-2	1C 正反器與暫存器·····	39
2-3	解碼器與多工器·····	42
2-4	二進位計數器·····	46

2-5	移位暫存器.....	50
2-6	隨意存取記憶 (RAM).....	53
2-7	僅讀記憶 (ROM).....	57
	參考資料.....	60
	問 題.....	60

第三章 資料表示法

3-1	資料類型.....	65
3-2	固定點表示法.....	71
3-3	浮動點表示法.....	77
3-4	其他二進位碼.....	79
3-5	錯誤偵測碼.....	81
	參考資料.....	83
	問 題.....	83

第四章 暫存器傳移及微運算

4-1	暫存器傳移語言.....	87
4-2	暫存器之間的傳移.....	89
4-3	算術性微運算.....	98
4-4	邏輯性微運算.....	102
4-5	移位性微運算.....	108
4-6	控制函數.....	110
	參考資料.....	114
	問 題.....	115

第五章 基本計算機組織與設計

5-1	指令碼.....	119
5-2	計算機指令.....	122
5-3	時序及控制.....	126

5-4	指令的執行	130
5-5	輸入輸出及中斷	136
5-6	計算機的設計	141
5-7	結 論	145
	參考資料	146
	問 題	147

第六章 計算機軟體

6-1	導 論	151
6-2	程式設計語言	152
6-3	組合語言	155
6-4	組合編譯器	158
6-5	程式重複環	162
6-6	規劃算術及邏輯運算	165
6-7	副程式	170
6-8	輸入輸出的程式設計	174
6-9	系統軟體	179
	參考資料	183
	問 題	184

第七章 中央處理器組織

7-1	處理器漚流排組織	189
7-2	算術邏輯單元 (ALU)	191
7-3	堆疊器組織	198
7-4	指令格式	203
7-5	定位類型	207
7-6	資料傳移及處理	212
7-7	程式控制	216
7-8	微算器組織	225

7-9	並行處理	233
	參考資料	242
	問 題	243

第八章 微程式控制組織

8-1	控制記憶	251
8-2	位址排序	253
8-3	微程式例子	258
8-4	微程式排序器	265
8-5	微指令格式	269
8-6	軟體支援	274
8-7	優點及應用	276
	參考資料	278
	問 題	279

第九章 算術處理器設計

9-1	導 論	285
9-2	無正負號二進位數字的比較及減法	286
9-3	加法及減法演算法	290
9-4	乘法演算法	293
9-5	除法演算法	295
9-6	處理器的結構安排	300
9-7	控制部份的設計	303
9-8	用微程式設計的計算器	305
	參考資料	313
	問 題	313

第十章 算術演算法

10-1	導 論	317
------	--------	-----

10-2	正負號2補數數字的算術	318
10-3	乘法及除法	320
10-4	浮動點算術運算	326
10-5	十進位算術單元	334
10-6	十進位算術運算	338
	參考資料	344
	問 題	345

第十一章 輸入輸出組織

11-1	週邊裝置	351
11-2	I/O 介面	353
11-3	不同步資料轉移	361
11-4	直接記憶存取 (DMA)	372
11-5	優先排序式中斷	377
11-6	輸入輸出處理器 (IOP)	382
11-7	多元處理機系統結構	389
11-8	資料連繫處理機	392
	參考資料	397
	問 題	398

第十二章 記憶組織

12-1	輔助記憶	401
12-2	微算機的記憶	404
12-3	記憶階層	408
12-4	結合式記憶	410
12-5	虛擬記憶	413
12-6	快取記憶	419
12-7	記憶管理硬體	426
	參考資料	434

問 題.....	435
----------	-----