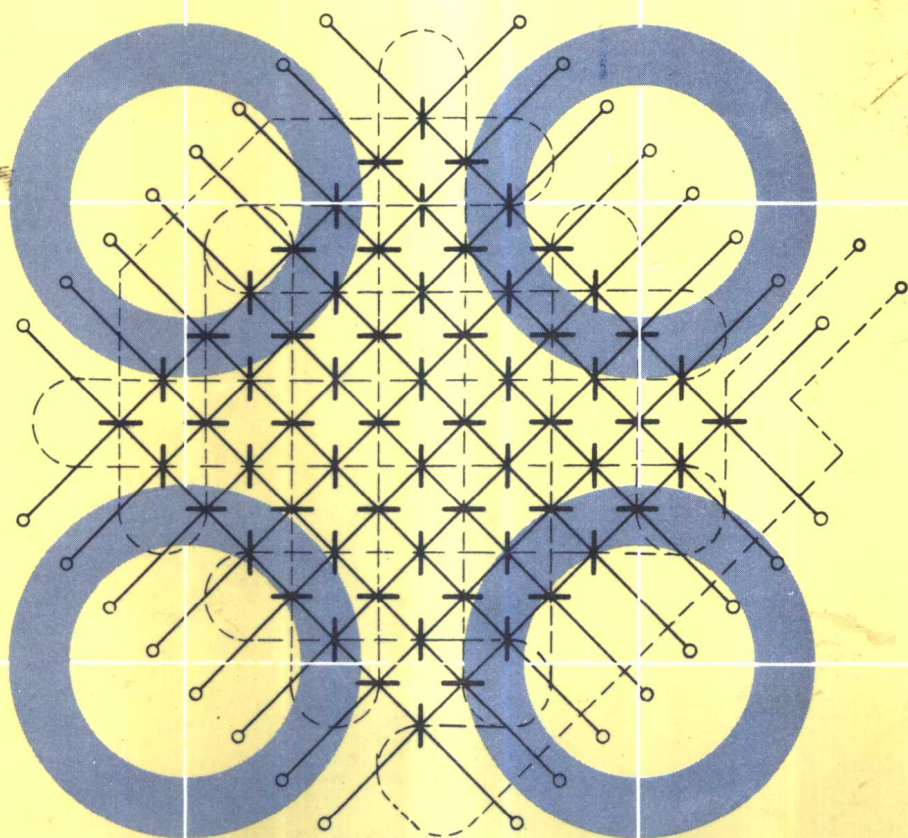


電子計算機記憶系統

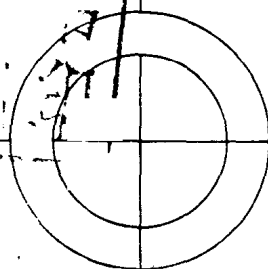
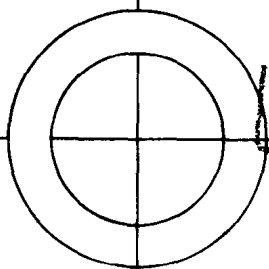
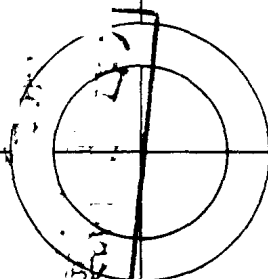
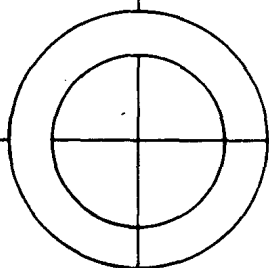
林同聖 編著



全華科技圖書公司印行

電子計算機記憶系統

林同聖 編著



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

電子計算機記憶系統

林同聖 編著

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

發行者 陳 本 源

印刷者 華一彩色印刷廠

定價 新臺幣 160 元

再版 中華民國72年9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。

記憶是無私的 記住哀傷也記住歡樂
(記念錦女姊,A.D.1949—80)

本書幫助對基本計算機結構已具初步認識的人，
深入瞭解記憶系統的組織結構與軟品管理法則。

PREFACE

The memory parts of electronic computers have been experiencing tremendous changes in recent years. The main cause for such an impressive progress of memory system is due to the rapid development of electronic integration techniques. There is no one who can definitely predict what the next innovative breakthrough of tomorrow will be. But one thing is evident that memory devices are appearing smaller and smaller in size, whereas larger and larger in density and cheaper and cheaper in price.

The system performance of an electronic computer is highly dependent upon the performance of its corresponding memory system. The more you learn about the memory system, the more you understand the whole organizational structure of the machine. This book gives

detail discussions on the software management algorithms and hardware devices of current computer memory systems with a special comment on the future development of memory devices. The materials adapted are new and up-to-date. As one of my best students, Mr. Tony Lin has been involved in the field of computer science and engineering for more than seven years since he entered National Chiao Tung University as a student of the Department of Computer Engineering. I believe he has done a remarkable job in composing this book.

Sunil R. Das

Professor

Institute of Computer Engineering

National Chiao Tung University

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

序 言

電子計算機的記憶在最近幾年中，歷經了極大的改變，電子積體技術的快速發展是造成這一令人感受深刻的進步的主要原因，沒有人能夠肯定地預測明天將會有什麼創新性的突破出現，不過，我們可以很清楚地看出，記憶裝置的體積愈來愈小了，而其密度却愈來愈大，價格也愈便宜。

一部電子計算機的系統效能與其記憶系統的效能關係極為密切，我們對記憶系統知道得愈多，便愈瞭解機器的整個組織結構；這本書對目前計算機記憶系統的軟品管理法則及硬品裝置有詳細的討論，所用的資料都相當新；林同聖君是我衆多最優秀學生中的一個，自從他考進國立交通大學計算機工程系之後，在計算機科學與工程的領域中已鑽研了七年，我相信他已盡全力去編著這本書。

Sunil R. Das

教授

國立交通大學

計算機工程研究所

中華民國·台灣·新竹

1981年1月1日

前言

記憶系統是電子計算機系統中極為重要的一部份，尤其最近幾年中，由於電子科技的驚人進步，記憶系統始終扮演著進步最激烈而且對計算機系統影響最大的角色。

記憶系統的性能好壞，直接影響電子計算機的執行效能甚鉅，不過，一套設計完美的記憶系統；並非都適用於任何種類的電子計算機，因為，任何計算機系統，都必須配合它機器本身的組織結構來設計在硬品及軟品上適合自身的記憶系統，才能使機器全盤的功能發揮至最佳的狀況。

記憶系統有許多種不同的型式，它們是由許多種新技術依據不同學理製作成的記憶裝置所構成，記憶系統在其設計的過程中，依據其不同的設計目標，常配以不同的記憶管理法，其目的主要無非是以低成本、高運算效率、高彈性、及高可靠性等性質為着眼。

本書內容，主要是幫助已具有基本計算機結構概念的人深入瞭解記憶系統的各種詳細結構與管理法則，以淺顯的文字，廣泛而深入淺出地探討記憶系統的各種技術、結構、管理及應用，包括硬品電路及軟品演算法則。

第一章為綜合性的介紹，第二章針對虛擬記憶系統做一般性的敘述，

第三、四章對記憶系統的軟品管理法則做詳細的探討及分類，第五章討論特殊用途的高速記憶，第六章為記憶的目前發展與未來趨勢預測，第七章對非數值性記憶做一簡單的介紹。

本書適合高工以上，五專4、5年級，及大學理、工系學生教學或自習之用，也適合電腦從業人員做為學理上的參考。

對本書逐章閱讀，可收全盤瞭解之效果，選讀第三、四章，可瞭解記憶系統的軟品法則，只讀第六章，可知記憶的目前發展及趨勢，選讀其它各章，則可獲得硬品方面及其它綜合性的概略瞭解。

本書雖經謹慎編寫，疏漏之處，在所難免，尚請專家學者，不吝指正，又本書的順利完成，吾師達斯教授（Dr. Sunil R. Das，國際知名學者，交大客座教授，主授時序機、偵錯、微程式計劃等課程）輔助甚多，吾兄林同慶提供寶貴意見，功不可沒，特此一併申謝。

編者 謹識于新竹

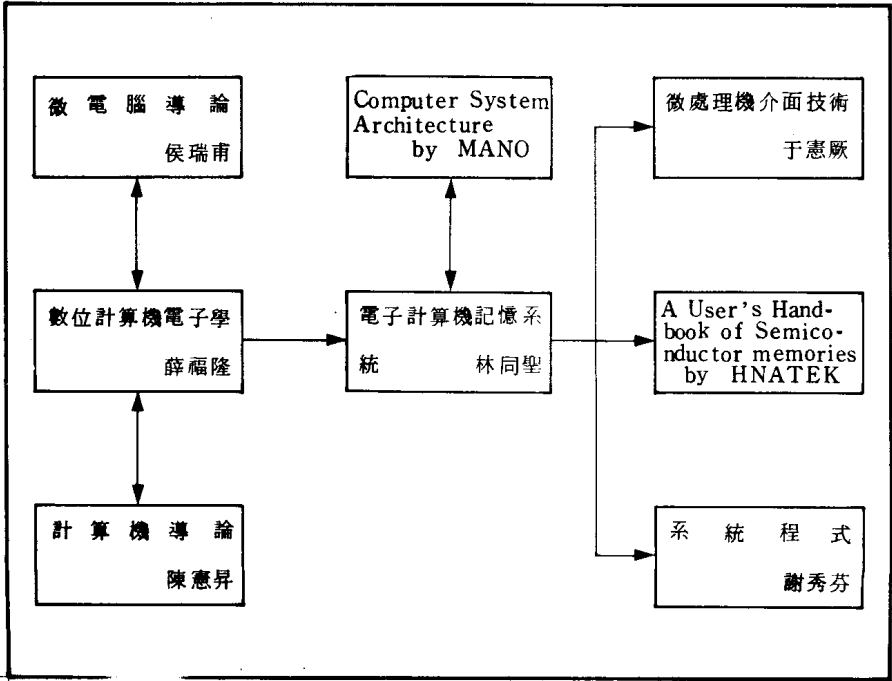
1981年2月1日

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，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，且循序漸進。

現在，我們將這本「電子計算機記憶系統」呈獻給您，使您能正確了解電子計算機記憶系統的基本原理及應用。近年來積體電路進步神速，促使電子計算機的製造技術大幅更新，尤其是最佔體積的記憶器方面，有長足的改進，這些改進使得計算機更具功能，用途更加廣泛。本書對計算機記憶器的設計與演進有詳盡的說明，尤其著重於各種不同型式的記憶器之比較，及其有關軟體、硬體之考慮。適合大專院校學生授課、自修，以及電腦從業人員進修之用。深信經由本書必可使您具有電子計算機記憶系統最新最完整的知識。

同時，為了使您能有系統且循序漸進研習有關計算機系列叢書，我們將全華公司一整套計算機叢書按深淺順序以流程圖方式列之於後，只要您按順序詳加研讀，除可減少您摸索時間外，更可使您具備計算機方面完整的知識，希望您能善加利用。有關以下各書內容如您需要更進一步資料時，歡迎來函聯繫，我們將可給您滿意的答覆。



目 錄

第一章 記憶技術

1 · 1	導論	1
1 · 2	記憶裝置的特性	2
1 · 3	隨意進出式記憶器	10
1 · 4	串式進出式記憶	21
1 · 5	摘要	34
	參考資料目錄	35
	問題	37

第二章 虛擬記憶

2 · 1	導論	39
2 · 2	記憶階層	39
2 · 3	主記憶的分配	49
2 · 4	記憶替代	54
2 · 5	記憶片段及記憶頁	61
2 · 6	資料檔組織	66

2 · 7	綜觀虛擬記憶技術	74
2 · 8	摘要	80
	參考資料目錄	82
	問題	84
第三章	記憶管理(A)	87
3 · 1	導論	87
3 · 2	單一連續式記憶分配	88
3 · 3	分割式記憶管理	91
3 · 4	可重定位分割式記憶管理	100
3 · 5	分頁式記憶管理	106
3 · 6	摘要	116
	參考資料目錄	117
	問題	119
第四章	記憶管理(B)	121
4 · 1	供求分頁式記憶管理	121
4 · 2	分段式記憶管理	133
4 · 3	分段且供求分頁式記憶管理	151
4 · 4	其它的記憶管理法	155
4 · 5	記憶管理的未來趨勢	158
4 · 6	摘要	167
	參考資料目錄	168
	問題	171
第五章	高速記憶	173
5 · 1	導論	173
5 · 2	交插式記憶	173
5 · 3	快取記憶	177

5 · 4	結合式記憶	181
5 · 5	摘要	188
	參考資料目錄	190
	問題	192
第六章	記憶技術的創新	193
6 · 1	導論	193
6 · 2	微算機的儲存媒體	194
6 · 3	磁泡記憶——未來的寵兒	204
6 · 4	磁泡與軟性磁碟的共用	218
6 · 5	磁泡記憶的潛力估測	225
6 · 6	摘要	232
	參考資料目錄	234
	問題	236
第七章	非數值式系統的記憶	237
7 · 1	導論	237
7 · 2	結合式處理器與結合式記憶	240
7 · 3	結合式記憶的演算法則	247
7 · 4	摘要	256
	參考資料目錄	258
	問題	260

記 憶 技 術

記憶是無窮的寶藏
記取過去，
包容現在，
計劃未來。

1 · 1 導 論

每一部計算機系統都包含許多不同的裝置，以儲存運算時所需的指令及數據。這些儲存設備加上那些用來控制或管理所存資料的演算法則 (algorithm) [不論是做成硬品或軟品形式] 便組成計算機的記憶系統，通常，我們都希望中央處理器隨時能夠立即並且不中斷地進出記憶器，以便使處理器與記憶器之間傳遞資料所需的時間盡量少，而使得處理過程得以等於或近於最大的速度來進行；可是，運算速度接近於處理器速度的記憶器非常昂貴，因此，只用某一種型式的技術，或只用一種記憶，都不算適當（除非是非常小的系統），事實上，計算機所儲存的資料通常都以複雜的形式分散到許多種具有極為不同物理特徵的記憶裝置上。

一部計算機的記憶系統可分成主要的三類：

1. 處理器內部記憶 (internal processor memory)。它們通常包括一小組高速記錄器，例如做為暫時儲存指令及數據之用的運作暫存器 (working register) 便是屬於這類。
2. 主記憶 (也叫做原始記憶) [main memory]。這是一種相當大的快速記憶器，用來在計算機運算時做為程式及數據資料的儲存，主記

憶的特性是，中央處理器（CPU）的指令可以直接進出其住址；主記憶器所用到的主要技術是半導體積體電路（IC）及磁蕊（ferrite core）。

3. 次要記憶（也叫做輔助記憶或備用記憶）〔secondary memory〕。它的容量通常較主記憶大得多，但也慢得多，它是被用來存放系統程式、大量的資料檔及一些中央處理器不必一直用到的東西，當主記憶負荷過量時，它也可做為“溢流”（overflow）記憶。放在次要記憶中的資料，經常都是間接地由一特殊程式取出，再優先將所要的資料傳送到主記憶之中；次要記憶所利用的具有代表性的技術是磁碟及磁帶。

在設計任何記憶系統時，設計的主要目標是，我們要以合理的成本，提供具有可被人接受的效能水準的夠用儲存容量。一般而言，共有 4 種重要而且彼此相關的做法，可以滿足這一目標。

1. 利用若干具有不同成本／性能（cost / performance）比例的記憶裝置，加以組織，以便以低的平均每數元成本（cost per bit）提供高的平均作業效能；而這些不同記憶裝置形成了儲存裝置之間的階層形式。
2. 發展自動空間分配法（automatic space-allocation methods），以便對可用的記憶空間做更有效的利用。
3. 發展虛擬記憶（virtual memory）的觀念，使一般使用者不必操心記憶的管理，並且，使得程式大大地與所用到的實際記憶體獨立。
4. 設計所有連接到記憶系統的通訊交連（communication links），以使所有與它接在一起的處理器可以用等於或近於最大的速率來運算。這包括，增進記憶器與處理器之間的有效頻寬（bandwidth）並且提供保護策略（protection policies）以防止某一程式進入或改變另一程式的儲存區域。

1 · 2 記憶裝置的特性

計算機設計師現在很為難地面對了許多不同的可供採用的記憶裝置。