

作業系統導論

—附UNIX系統介紹

蔡君玖・鄭得旺・莊祖康 編譯

OS/360

SCOPE

MULTICS

OS/MVS

VMS

UNIX

松崗電腦圖書資料有限公司

作業系統導論

—附UNIX系統介紹

Operating System Concepts

蔡君玖
鄭得旺 編譯
莊祖康

松崗電腦圖書資料有限公司 印行

松崗電腦圖書資料有限公司已
聘任本律師為常年法律顧問，
如有侵害其著作權或其他權益
者，本律師當依法保障之。

長立國際法律事務所

陳 長 律師



作業系統導論

—附UNIX系統介紹

編譯者：蔡君玖・鄭得旺・莊祖康

發行人：朱 小 珍

發行所：松崗電腦圖書資料有限公司

台北市敦化南路五九三號五樓

電 話：(02) 7092125 (代表號)

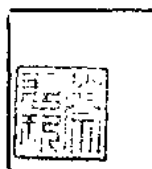
郵政劃撥：0109030-8

印刷者：建發印刷設計公司

中華民國七十五年 一 月 初 版

中華民國七十八年 二 月 第五版

版權所有



翻印必究

每本定價 330 元整

書號：4101038

本出版社經行政院新聞局核准登記，登記號碼為局版台業字第三一九六號

譯 序

作業系統 (operating system) 是電子計算機的靈魂，它不僅協助使用者達到作業預期的目的，並能有效地利用電子計算機的資源。值此國內政府及企業全面業務電腦化之際，如何將中文需求納入作業系統中，以發展並建立國人自己的電算機系統，成為研究發展的重要課題。

本書譯自 James L. Peterson 及 Abraham Silberschatz 所著之 “Operating System Concepts” 第二版。全書共分十五章，分別是緒論、作業系統的運作項目、檔案系統、CPU 排程、記憶體的管理、虛擬記憶體、磁碟與磁鼓之排程、死結、同作處理、同作程式設計、保護措施、設計原則、分散式系統、Unix 系統，及歷史的回顧等；與第一版比較，著者將許多章節予以改寫，更使讀者易懂及領會；此外，尚加入目前最受矚目的 Unix 系統的章節，仔細針對加州大學柏克萊分校所設計之版本，4.2 BSD，作為討論的對象，可使讀者一窺真面目。

翻譯書籍最苦惱的問題，就是專有名詞的中文譯名無法一致，尚幸教育部曾在 72 年公佈“電子計算機名詞”一種，本書據以做為一致性的依據。

為了使閱讀本書的讀者能夠容易領會起見，本書並非完全直譯英文版本的內容；也加入了譯者對於內容的明瞭。

本書倘有疏誤之處，至盼學者專家指正。

譯者 中華民國七十四年十二月一日

序

作業系統 (operating system) 在電腦系統上佔了一席重要的地位。相同地，作業系統的課程亦在電腦科學教育的領域裏佔了重要的一環。本書的目的在提供大學三年級、四年級及研究所一年級的作業系統的教科書，作為技術入門的教材之用；本書主要是針對作業系統的概念作了一個詳細明確的敘述。

本書並不著重於任何特定之作業系統或硬體設置的解說，而是對於一般作業系統上均採行的基本概念提出詳細的說明；且對於在設計作業系統時所遭遇的問題更予以強調其解決的方案，至於其所採用的硬體設備則不予以考慮；此外閱讀本書時必須具備及熟悉一般的組合語言及電腦架構的基本知識，不過本書對於 I/O 裝置的特性以及有關的驅動程式 (driver) 之任何細節，則不予以探討。

本書所包容的章節大致區分如下：

1. 緒論
2. 作業系統的運作項目
3. 檔案系統
4. CPU 的排程
5. 記憶體的管理
6. 虛擬記憶體

7. 磁碟及磁鼓之排程
8. 死結
9. 同作處理
10. 同作程式設計
11. 保護措施
12. 設計原則
13. 分散式處理系統
14. Unix 作業系統
15. 歷史的回顧

在第一、二及第三章中主要是在解說作業系統的定義及其功能。在這些章節中敘述作業系統的概念是如何發展出來的，作業系統應具備的功能，對於使用者提供何者功用以及對於電腦操作員提供何種服務等。在本質上，這些章節中所陳述者均具有推動性、歷史性及解釋性的。對於實質上內部處理的細節，在這些章節中並不討論。所以這些章節的內容適合於只想瞭解何謂作業系統而並不想太深入了解演繹法則的詳細內容的讀者或較初級的班次的學習之用。

在第四至第八章中將討論傳統的內部演繹法則及架構：包括 cpu 之排程，主記憶體法則及周邊裝置之管理。在這些章節中對於相關的演繹法則詳加解釋，並以範例加以解說，使讀者能夠確實瞭解它們的含意，它們的性質以及它們的缺點及優點。演繹法則的陳述是以深入淺出的方式加以表達，所以一些比較新穎的及複雜的系統可憑藉著較簡單的系統逐次建立起來。

在第九章中將以相互關連之循序處理的理念闡述電腦系統的單一性之觀念。在第十、十一、十二及十三章中將討論一些高層次的技術以及目前技術發展趨勢，其中包括：為撰寫同作程式而設計的高階語言，保護系統，設計原則以及分散式系統等；雖然目前這些技術仍在繼續研究階段，往後也許會有新的技術予以取代；但是本書仍將這些題材納入，其理由有二：第一是雖然這些技術的研究工作尚在進行及最後的解決問題的方案亦在尋找中，但是目前有一個共同的想法就是上述的技術是相當重要的，而且學習者必須熟悉這些技術的內涵

；第二是現有的系統已採行了若干的解決問題的方案，不過在未來的五年當中有意從事作業系統研究工作者應警覺到這些技術是技術發展的主流。

爲了因應各方面的要求，在本書再版中特別新增一個章節，進一步說明如何將許多敘述過的概念溶合在一起，納入一個實際應用的作業系統上。我們特地挑選了 Unix 系統，並指定柏克萊分校之 4.2BSD 爲版本，做爲實例介紹。所以挑選此作業系統的理由，是本系統使讀者可以在許多的範圍內深入瞭解而又不會讓讀者感覺太過簡單的一種系統。至於系統內部的演繹法則，是取其單純性而非取其速度或複雜性。目前 Unix 已裝置在許多大學的電腦科系中，並有許多學生已上機使用過了。

每篇章節結束時，均列有一些參考文獻提供讀者參閱；第十五章中更列出對全書有關的文獻，提供讀者進一步的研讀，並且對於極具影響力的作業系統予以扼要說明。

組織

作業系統是在 1950 年代的後期才開始出現，無論是在觀念及技術上已經過了廿多年的改進。所以在這段期間中所出版的第一代作業系統的教科書中（包括 Brinch Hansen [1973a]，Madnick 及 Donovan [1974]，Shaw [1974]，Tsichritzis 及 Bernstein [1974]），就亟欲說明書中有關技術的立論在撰寫該書後可能立即有新的觀點予以取代。

現今作業系統的理論及其應用業已呈現出成熟及穩定的狀況。有關的基本概念已有完善的定義並易於瞭解。不過下列的技術則爲新近發展出來的演繹法則：對於 cpu 排程的基本解決方式，主記憶體的管理，使用者介面等等，但是再次改變它們的理論是不太可能的。最明顯的例子就是最近已極少有新的作業系統設計出來，這是值得注意的一件事；而在大型電腦上所使用的作業系統大都是在 1960 年代設計的；目前最新的作業系統均是針對多數的微電腦系統而設計的，但也僅僅只有 CP/M，UNIX 及其他類似產品而已；所以現階段將一些易於瞭解，

且無爭議及已是古典的題材予以撰寫成書，以供大家學習之用，確實是一個恰當的時機。

本書係屬第二代作業系統的教科書（如同 Calingaert〔1982〕），且在內容及組織上和其他教科書有所不同。本書將一些基本概念予以仔細的彙整及編撰，並以簡入繁地研討較煩雜的理論。

不過本書在組織上亦呈現出一些矛盾的地方，尤其是在第九章中描述形式處理（formal processes）模式的定義時更為明顯；在其他性質相似的教科書上均將這個題材置放在書的前幾章（如第二章）；不過依據經驗顯示，這種安排並不恰當；不錯，這種處理模式是一種有用的及簡便的概念；然而在學習初期，由於讀者無法領會它的基本理念而毫無意義。為了能真正獲益於處理模式的觀念，學習者首先需要瞭解如何將 cpu 排程及主記憶體管理之理念顯示在個別的虛擬處理器上，各處理器均各自佔用虛擬記憶空間，然後學習者方能真正瞭解處理模式的用途；一旦學習者能夠體會到處理模式在作業系統設計上的價值之後，則其餘有關連的技術，如處理間的合作、同步及通訊，方能陸續予以引介。

雖然在第一章中即已述及同作的觀念，它是屬於輸入／輸出重疊，周邊同作（spooling），多元程式及分時作業中必備的一種程式；不過，有關形式處理模式的理論最好是在一些基本概念（如 cpu 排程及記憶體管理等）已經深入瞭解之後才予以解說。

第二版序

各界對於本書的第一版有諸多的建議與指教，現在併同我們在德州大學與 IBM 公司執教的經驗促成了本書第二版的付梓。基本上，在第二版中我們將每一個章節均予以重新組合並部份予以改寫，以使得一些過時的題材予以更新，並將練習題目的內容予以加強；此外，針對 Unix 系統，特別加入新的一章予以討論。

有關第二版中所做的一些重要改進如下：

- 第一章：內容予以重新組合，使得作業系統的效率與保護措施之間能夠有一個清晰的劃分。
- 第三章：將各章節予以重新組合，以呈現出更順暢的資訊流程，首先我們討論有關檔案的問題，其次再討論有關目錄的細節。
- 第八章：我們加入一些新的範例，以解說各種演繹法則的邏輯過程，並將第 8.6 節有關系統回復的問題，予以重新改寫，以獲致較清晰的說明。
- 第九章：我們改寫了第 9.5 節，以納入許多新穎的題材。尤其是將臨界區間的問題賦予一個新的，較為簡潔的定義；對於兩個處理間的同步作業，則以 Peterson 演繹法則來取代 Dekker 演繹法則；此外，並納入一種新的同步演繹法則，即利用一個 Test and Set 的特殊硬體指令來完成的法則。原有討論 RC 4000 系統的章節，則以較為現代的 Accent 系統取代。

- 第十三章：加入一個新的章節，以討論有關Byzantine的一般性問題。
- 第十四章：在第一版中，對於解決各類作業系統問題的方案，經常困擾許多學生（或者教授），因為他們無法理解的是，如何將各種片段的概念予以整合成爲一個完整的系統；爲了闡明此要旨，我們加入新的章節，來討論一個完整的系統；首先我們所考慮的問題是本章的題材是採用紙上作業（例如採用Lister〔1979〕）或者是選擇一個真實的系統。最後，我們決定選擇一個真實系統；接下來的問題，是選擇怎樣的系統；最後選擇了Unix系統之4.2BSD版本。
- 第十五章：由於加入一個新的第十四章，所以第一版的第十四章，就改爲第十五章了。

指正

我們盡量將本書的錯誤之處予以訂正，但是就如同作業系統一樣，難免有所疏誤之處，至盼各位讀者，能將本書錯誤及遺漏之處予以告知；並企盼各位讀者能夠對本書提出改進之處；各位教師對於第一版所提出的指正之處，我們將在本版中予以訂正。

感謝

經過八年的演練（作爲德州大學奧斯汀分校中CS372課程的教材），本書的架構方才定稿；David Orshalick在內容的編排上助益良多，而Dick Kieburtz對於第11.9節的以語言爲基礎的保護功能之內容貢獻頗多；在撰寫過程中，我們曾受邀爲IBM公司設計及教授作業系統的課程，亦有助於本書架構的設計。

在本書初稿完成後，就我們的手稿，Carol Engelhardt予以訂正並編輯成爲Scribe型式，就是因爲她的大力鼎助，本書方能定案。

Jeff Ullman協助將我們的草稿送至Dover的史丹福大學，並經Arthur

Keller之協助將這些草稿送回至德大，由於能與 Susan Lilly 徹底的溝通，所以將本書的草稿修改至可讀性較高的教科書形式。並經由 Elaine Rich, Richard Cohen 及 Brian Reid 詳述 Scribe 的難解之處，並協助我們規劃文件並能有效的運用。本書手稿並經 Michael Molloy, Gael Buckley, 及其他人員反覆閱讀校正過。

在我們校訂第二版的時間內，Carnegie-Mellon 大學的資訊技術中心提供了極佳的工作環境。

本書第十四章的內容是導源於 John Quarterman 的手稿，而他的理論又源自 Samuel J. Leffler, Bill Shannon, William N. Joy, 及 John B. Chambers 的早期手稿。爲了促成本章的撰寫及一再改寫，使得 John Quarterman 忍受了我的幾個月的訊問及永無休止的複查，所以對於本章的任何口碑，應歸功於 John Quarterman；而本章的任何錯誤，以及本書的其他錯誤，其責任則應由我們來負擔。

最後，對於密西根大學的 Larry Flanigan，加州大學聖地牙哥分校的 William Appelbe，印地安納大學的 Christopher Haynes，以及 Case Western Reserve 大學的 Raymond Hookway 等諸位先生的鼎力相助及校訂，一併致謝！

在編寫本書時，我們深深體會到我們永遠無法將所有相關的題材納入本書中，因此，我們也考慮再版的可能性，所以我們企望讀者能將本書的錯誤之處給予指正，我們亦樂意接受讀者之建議及習題方面的增添，並在一年中將會提供勘誤表給教授們。

Jim Peterson

Avi Silberschatz

目 錄

第一章 緒論	1
1-1 何謂作業系統	1
1-2 早期的系統	4
1-3 簡單的監督程式	6
1-4 運作效能	9
1-5 多元程式系統	18
1-6 分時系統	19
1-7 即時系統	22
1-8 保護	22
1-9 電腦的分級	32
1-10 多元處理機系統	34
1-11 摘要	35
習題	37
參考文獻引註	40
第二章 作業系統的運作項目	43
2-1 運作項目	43
2-2 從使用者的觀點來看	45
2-3 從作業系統的觀點來看	54
2-4 摘要	61
參考文獻引註	45
第三章 檔案系統	65
3-1 檔案觀念	65
3-2 檔案支援	74

3-3	存取方法	78
3-4	配置方法	83
3-5	目錄系統	95
3-6	檔案保護	107
3-7	製作問題	110
3-8	摘要	112
	習題	114
	參考文獻引註	117
第四章	CPU的排程	119
4-1	多元程式設計概念的回顧	119
4-2	排程的概念	122
4-3	排程的演繹法則	134
4-4	排程演繹法則的評估	154
4-5	多重處理機的排程	161
4-6	摘要	163
	習題	165
	參考文獻引註	169
第五章	記憶體的管理	171
5-1	前言	171
5-2	陽春機組	174
5-3	駐存監督器	175
5-4	調換	182
5-5	多重分割	188
5-6	分頁	208
5-7	分段	223

5-8 兼具分頁與分段的系統	238
5-9 摘要	241
習題	247
參考文獻引註	249
第六章 虛擬記憶體	249
6-1 交疊	249
6-2 需求分頁	254
6-3 需求分頁的積效	262
6-4 頁面替換	266
6-5 虛擬記憶體的概念	270
6-6 頁面替換的演繹法則	272
6-7 配置的演繹法則	290
6-8 猛移現象	294
6-9 其他需要考量的因素	302
6-10 摘要	313
習題	316
參考文獻引註	325
第七章 磁碟及磁鼓之排程	327
7-1 硬體特性	327
7-2 先來先服務排程	331
7-3 尋找時間最短者優先排程	333
7-4 掃描法	334
7-5 選擇符合需要的磁碟排程演繹法則	338
7-6 扇區行列排程演繹法則	339
7-7 摘要	341

習題	342
參考文獻引註	345
第八章 死結	347
8-1 死結問題之探討	348
8-2 死結之特徵	352
8-3 預防死結	358
8-4 避免死結	362
8-5 偵測死結	372
8-6 回復	377
8-7 結合前述之各種方法來處理死結問題	380
8-8 摘要	382
習題	384
參考文獻引註	389
第九章 同作處理	391
9-1 居先圖	391
9-2 規範	396
9-3 處理概念的回顧	404
9-4 處理的階組	407
9-5 臨界區間問題之探討	411
9-6 號誌	431
9-7 處理間；協調間	436
9-8 處理間之溝通	443
9-9 摘要	457
習題	459
參考文獻引註	465

第十章 同作程式設計..... 467

10-1	動機.....	467
10-2	模組化.....	468
10-3	同步作業	474
10-4	同作程式語言	495
10-5	摘要.....	504
	習題.....	506
	參考文獻引註	509

第十一章 保護措施..... 511

11-1	保護之目的	512
11-2	機作與政策	513
11-3	保護的定義域	513
11-4	存取矩陣	515
11-5	存取矩陣之建立	516
11-6	動態保護結構	521
11-7	存取權之撤銷	527
11-8	現有的系統	530
11-9	以語言為基礎的保護措施.....	537
11-10	保護問題	542
11-11	安全.....	544
11-12	摘要.....	547
	習題.....	549
	參考文獻引註	551

第十二章 設計原則..... 55

12-1	目標.....	555
12-2	機轉和政策	556
12-3	層次方法	557
12-4	虛擬機器	560
12-5	多元處理機	564
12-6	系統製作	566
12-7	系統建立	567
12-8	摘要	569
	習題	570
	參考文獻引註	572

第十三章 分散式處理系統..... 575

13-1	動機.....	575
13-2	拓模架構.....	578
13-3	通信.....	583
13-4	系統型態.....	591
13-5	檔案系統.....	594
13-6	計算模式.....	597
13-7	事件順序.....	599
13-8	同步化.....	603
13-9	死結處理.....	608
13-10	強韌性.....	617
13-11	達成協議.....	620
13-12	選舉法則.....	623
13-13	摘要.....	626