

科學圖書大庫

電腦通信導論

編譯者 賈玉輝

629587

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信

發行人 石開朗

科學圖書大庫

版權所有

不許翻印

中華民國七十年六月二十八日三版

電腦通信導論

基本定價 2.60

編譯者 賈玉輝 國立臺灣大學電機工程碩士

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。 謝謝惠顧

局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱 13-306 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥帳戶第 15795 號

承印者 大原彩色印製有限公司 台北市武成街三五巷九號

電話 9221763
9271575
9271576

電話 3813998

序

電腦 (computer) 亦稱電子計算機，係現代化社會不可或缺之一種利器。先進國家莫不競相研究，故於短短二十餘年時間，進步了四代，作業方式亦由整批作業邁向電傳處理 (teleprocessing)。所謂電傳處理是指利用電信設備來傳輸資料 (data)，再由資料處理系統處理的一種作業方式；它係結合電信系統與資料處理系統而得。目前電信界成長最快的是資料傳輸，資料處理界成長最快的則是電傳處理，原因是這使得電腦巨大之威力帶至用者的指尖下，由是大大增加了用者之便利，開拓了電腦應用之新境界。因此我們或許可以認為電傳處理將在人類文明進步史上，繼我國發明印刷術之後，成為最輝煌之貢獻。

國內目前電腦系統安裝甚多，這是很好的現象；唯絕大部分尚係整批處理方式，採電傳處理者寥若晨星。此外電腦之應用亦停留在薪金、帳務等事務性工作、資料庫 (data base) 系統未建立、作業系統 (operating system) 缺乏研究、資源之利用度不夠高、甚至程式之撰寫亦鮮結構化，因此如何急起直追、迎頭趕上，以加速國家社會之現代化，應為當前重大課題。然新技術之引進，殊非易事，較易生效者，竊思當為有系統的編著一系列專書，以做深入淺出之介紹。雖然國外這些方面原文論著頗衆，但究竟非本國文字，無法在國內社會廣泛而有效的傳播開來，加上國情有別，很多國外有用之資料，國內不一定用的到。基於這些原因，促成了着手本書之動機，其旨在介紹電腦通信之觀念和實務。

電腦通信 (computer communications) 常稱為資料通信，它係電傳處理系統之中心論題。本書共分九章，第一章淺言電腦通信與社會之依存關係，第二章到第九章則分別說明整個電腦通信系統中各主要環節，即終端機、資料庫機、通信線路、錯誤控制、線路控制程序、複訊和集訊、通信處理機、和通信軟體。另外又利用三章附錄來回顧一些基本性觀念、介紹一些輔助性知識。

筆者於民國 56 年入電信局，一直從事資料傳輸和電傳處理工作，於民國 60 年 8 月，經電信局推荐、國科會甄選來美進修，匆匆已逾二年。在這段時間中，深深體會到國家培養人才用心之良苦，益覺得責任之重大。目前電信事業正飛躍進步，成長率高居全世界之冠，這些有目共睹之成功絕非偶

IV

然，應歸功於領導階層有勇氣不斷追求新知、建立新觀念、新構想、新計劃，和執行階層有敬業精神來實事求是、克服困難、開發新技術、新方法、新程序。筆者有幸爲其中一份子，欣喜之餘，聊記數筆，以彰其績。

本書就筆於課業繁重之際，完成於喜事重重之秋，心情之快慰無以復加。然筆者有四過：

- 對讀者諸君有難免疏忽之過，
- 對徐氏基金會有數度拖稿之過，
- 對長官同事有疏於問候之過，
- 對新婚內人有未盡體貼之過。

深盼此書之出版，能獲得最大之諒解與鼓勵。

賈玉輝 識於美國德州大學 奧斯汀校園

民國六十四年十月二十日

目 錄

第一章 電腦通信與社會

1. 引 言	1
2. 數字之壓力	2
3. 貯存知識	2
4. 服務之大量生產	3
5. 資訊和控制	3
6. 電腦和人	4
7. 人機相互作用	5
8. 經由電腦通信	5
9. 知識和權力	7
10. 何去何從	8

第二章 終端機

1. 引 言	10
2. 終端機系統	12
3. 遠地終端機市場大觀	13
3.1. 鍵盤/印字終端機	
3.2. 陰射管終端機	
3.3. 遠地整批終端機	
3.4. 即時數據獲取和控制 終端機	
3.5. 交易和售貨點終端機	
3.6. 其他各式終端機	
4. 精幹終端機和將來趨勢	26
5. 結 論	29

第三章 數據機

1. 引 言	30
2. 調變之基本觀念	31
2.1. 基帶信號	
2.2. 調變之目的	
2.3. 時域和頻域	
3. 調變形式	36
3.1. 連續波調變	
3.2. 調幅	
3.3. 調角	
3.4. 脈波調變	
4. 數據機參數	43
5. 界面	46
6. 撥號裝置	49
7. 貝爾系統數據機	50
7.1. 貝爾系統數據機之分 類	
7.2. 工作程序示例	
8. 現況與展望	54

第四章 通信線路

1. 引 言	57
2. 傳輸之分類	57
2.1. 串列傳輸與並列傳輸	
2.2. 同步傳輸與非同步傳輸	

2.3. 點對點傳輸與多點式傳輸	
3. 通信線路之分類	58
3.1. 通信線路依傳輸方式之分類	
3.2. 二線制與四線制	
3.3. 通信線路依傳輸速度之分類	
3.4. 專線與公用線	
3.5. 傳輸特性和加優方式	
4. 費率	61
5. 交換網路	63
6. 資據機	64
7. 選擇最佳之電信服務	65

第五章 錯誤和錯誤控制

1. 引言	66
2. 複多與效率	66
2.1. 複多	
2.2. 效率	
2.3. 有效速率	
3. 錯誤控制	69
4. 錯誤預防	70
5. 錯誤偵測	71
5.1. 使用複多	
5.2. N中取M碼	
5.3. 模數-N檢驗數字	
5.4. 奇同位或偶同位	
5.5. 水平同位和垂直同位	
5.6. 交錯同位	
5.7. 多項式碼	
6. 錯誤改正	79
6.1. 重送系統	

6.2. 前向錯誤改正系統
6.3. 混合方式
6.4. 諸系統之比較

第六章 線路控制程序

1. 引言	92
1.1. 線路控制程序全貌	
1.2. 語言類比性	
2. 無錯傳輸介道之線路控制	93
2.1. 同步作為通信之意義	
2.2. 串列化	
2.3. 實際之單工同步	
2.4. 雙工同步	
2.5. 反向岔斷設備	
3. 錯誤	102
3.1. 錯誤之偵測	
3.2. 半雙工錯誤復元則理	
3.3. 全雙工錯誤復元	
4. 線路拓撲	106
4.1. 多點系統	
4.2. 環路系統	
4.3. 信息複訊環路	
5. 其他之考慮	110
6. 範例	111
6.1. ANSI 子目 2.4	
6.2. 高等資據通信控制程序	

第七章 複訊和集訊

1. 引言	116
2. 複訊和集訊技術	116
3. 劃頻複訊	117
4. 同步劃時複訊	118

5. 非同步翻時複訊	122
6. 保持再轉遞集訊	125
7. 信息交換集訊	128
8. 線路交換	130
9. 遠地複訊機和集訊機之定位	133

第八章 通信處理機

1. 引言	136
2. 前端處理機	138
2.1. 電傳處理前端之系統要求	
2.2. 用者要求	
2.3. 使用前端處理機之理由	
2.4. 前端處理機之形式	
2.5. 實例	
3. 遠地數據集訊	149
3.1. 處理機為主之集訊機所扮演之角色	
3.2. 典型處理機為主之遠地數據集訊機	
3.3. 在電傳處理系統中之數據集訊機	
4. 信息交換系統	152
5. 通信處理機應備之特性	154
6. 結論	157

第九章 通信軟體

1. 引言	158
2. 通信子系統	158
3. 網路控制部	159
3.1. 終端機選擇	

3.2. 裝置控制	
3.3. 緩衝管理	
3.4. 其他功能	
4. 信息候列控制部	163
4.1. 信息趨取功能	
4.2. 應用趨取功能	
5. 信息整輯部	165
5.1. 本文入碼和重分段	
5.2. 信頭解釋	
5.3. 列整輯	
6. 錯誤復元	166
7. 通信子系統之實現	168
7.1. 功能專門化	
7.2. 多元程式環境	
7.3. 等效記憶環境	
8. 展望	172

附錄一 資源語言

1. 引言	174
2. 數系觀念	174
3. 二進數系	175
3.1. 二進和十進之比較	
3.2. 十進變二進	
3.3. 二進變十進	
3.4. 二進加法	
4. 資訊之定義	179
4.1. 資訊值	
4.2. 信息之資訊量	
5. 比次	180
5.1. 比次之定義	
5.2. 資訊之測量	
5.3. 資訊量之計算	
5.4. 資訊比次	

6. 鮑.....183

6.1. 鮑之定義

6.2. 鮑率與比次率之比較

6.3. 五單位起止式電傳打字機作業

7. 資訊之寫碼.....184

7.1. 術語之定義

7.2. 入碼

7.3. 單位之變換

附錄二 各式訊碼

1. 引言.....189

2. 紙帶碼.....190

2.1. 五介道和八介道紙帶

2.2. 錯誤和同位

2.3. 鮑多碼

2.4. ASCII 碼

2.5. 其他紙帶碼

3. 卡片碼.....198

3.1. 霍氏碼

3.2. 雷明碼

3.3. 鑿邊卡

3.4. 縮整十進式

4. 磁帶和電腦碼.....202

4.1. 二碼化十進數

4.2. 過三碼

4.3. 二碼化八進數

4.4. 七比次文數碼

4.5. 五取二碼

4.6. 二五碼

5. 常用訊碼表.....208

附錄三 傳輸媒介之特性

1. 引言.....215

2. 帶寬.....215

2.1. 頻譜

2.2. 資料信號之頻率

2.3. 帶寬、通帶、和截止頻率

3. 失真.....217

3.1. 信號特性

3.2. 波封遲延

3.3. 衰減

3.4. 衰減失真

3.5. 偏閃

3.6. 非線性失真

4. 紛音.....225

4.1. 串音

4.2. 回音

4.3. 回音抑制器

4.4. 失能器

5. 雜音.....226

5.1. 白雜音

5.2. 脈衝雜音

5.3. 白雜音干擾下可得之介道容量

6. 變動.....230

索引 - 中文至英文.....231

英漢名詞對照.....234

英文縮寫表.....245

第一章 電腦通信與社會

1. 引言

電腦(computer)與通信(communication)的結合是深值慶幸且卓有成就的。迄今開始階段已經過去，兩者面臨到的是彼此相互依存中的許多實質問題。

電訊通信系統擴大了我們的接觸面，使打出的文稿，繼而聲音，最後是圖面能在遠方重現。這些能力使一個組織化社會欲發揮其功能所必須的通信過程（指廣意言）大為易行。距離不再能限制社會中的通信，代之而起的限制因素是人類控制、瞭解、和利用那些傳送而來資訊(information)的能力。現在人類的心智必須要擴大了，於是電腦便走進了通信的領域。

電腦的應用係沿著一條變化多端的路徑。起初它是用來作快速計算的機器，但是不久以後，它能作為資料（資料或數據,data）處理機用途益為明顯，這導致它在事務作業自動化上之廣泛應用。然後人們發現它能藉密切的人機相互作用(man-machine interaction)來作為人們在許許多多智慧活動中出色的助手，從文稿整輯(text editing)到工程設計，從由很大檔案(file)中取得所需資料到很複雜問題之列式和求解。目前電腦能使社會間之通信大大易化的事實日趨明朗，許多過去由人執行的功能、現均由機器為之。不但出自不同來源的資料可被合併(merge)、重新結構、和選擇性的分發，以適合個人需要，而且人們藉電腦以共同或單獨參照和修改資料的方式而能即時(real-time)相互作用。更有進者，貯存在電腦中之資料除了資料外還可以是程序(procedure)，這樣過去在靜態介質（例如紙）中很難記錄以傳送給他人之各個情況的動態模型便可得以表示。

為了要開發電腦之促進社會間通信易化的潛能，首先就要使電腦與人間和電腦與電腦間通信能易於進行；換言之在通信網路(network)中加入電腦是很重要的。當然我們不能期望目前既有形式的通信網路和電腦能滿足彼此需要而達成電腦通信系統(computer-communication system)之目標，它們將

需朝新方向進化，從而使它們周圍的立法、規章、和經濟觀隨之進化。這進化已經開始，不過加諸於公民營企業各種強大壓力，使得許多電腦通信系統的完成是利用現有設備、裝置、和技術，而並不太兼顧長期之後對社會上所產生之後果；事實上，為滿足當地需要而特別形成令人不安的各種系統正零星地被發展。因此深入瞭解電腦通信系統在社會作業中擔任的角色，推出適切的政策，進而從社會、經濟、和技術上的觀點引導其發展，是極為重要的。下面舉出一些我們所面臨的例子。

2. 數字之壓力

在社會作業中導致使用電腦的主要力量是各種各類必須處理的交易（transaction）筆數大量增加。例如在五〇年代中期就領先使用電腦的美國銀行（Bank of America）認為：若用人工處理支票，在可預見的將來所需要的人力，是加州全州成年人口的總和。很明顯的，現在若沒有電腦，則社會上可達成就的程度會受限制於必須從事簿記工作的那部分人口。然而經常被忽略的是類似的限制亦正開始加諸於更高智慧的工作；除非我們能成功地利用電腦來克服之，否則整個社會的作業可能在其本身複雜性的重壓下而崩潰。

我們聽到許多有關醫療、教育、及種種其他服務不足的怨言，這些不足一般歸諸於各種原因，例如缺乏經費、無法勝任、計劃不周，或安於現況。然而更深一層觀之，這些因素均僅是另一更基本限制所引起，即社會沒有具有足夠的人力資源來執行所有必須的工作，特別是就其增加之複雜性及人口增長之可能性而言。依照現今標準來看，顯然一個社會本身是無法提供所有這些其所需之服務的，即雖然我們並不知道我們的期望如何與之比較，但這些服務的質與量都一定會有個極限，這個極限能被超越嗎？

3. 貯存知識

我們面臨的部分問題出自下面的事實：提供上述服務需要很多的知識和經驗，要將其自一個人傳給另一個人並非易事；儘管很多其他人已具備有這些知識和經驗，另一個人還是要化費大半生的時間以擁有它們。是否能將大部分的知識和經驗貯存在電腦中，當需要時就可得之？當然每個電腦程式（program）貯存了一些人類知識這一點是事實，然而此知識的廣泛價值通常是十分有限的。我們要問，真正重要的知識能貯存在一程式裡，以致電腦能執行需要真正智慧性的工作嗎？下面是個現已成功的例子。

符號性積分（symbolic integration）是一個好例子，即不定積分的非數

值解法。由於一批人奉獻了十幾年的時間，如今得到了一大套程式來做符號性積分，其技巧可與一很幹練的數學家比擬。有一點很重要的是符號性積分通常包括很多步驟，每一步驟要從幾個一般熟知的技巧中擇一應用，但就某一例子言，並沒有精確的規則來決定應該用那一個技巧，我們必須用累積而得的經驗做為下判斷的引導，由嘗試法得解。換言之，符號性積分真正是一件需要智慧的工作，它要化相當的功夫以獲得，且會很容易地因疏於練習而失去。

值得注意的是將知識貯存到程式並不與人們獲得它相抵觸，反而，這給人們一個前所未有的選擇。我們能利用程式直接完成我們的要求，我們也能從程式學習它所使用的技巧和方法。事實上由程式來學習會比由書本容易的多，因為程式能像老師般引導學習者工作，改正他的錯誤，和回答他的問題。這樣做的可能性是顯而易見的，但在大部分人類知識能用電腦程式貯存之前，尚有太多的事要做，特別是我們不能奢望具某知識的人憑空就能發展適當的程式，這應該能用敘述和回答問題的方式，正如同他們傳授知識給其他人一樣，以將他們的知識傳給通用性 (general-purpose) 程式。

4. 服務之大量生產

社會本身如何提供更多量與質的服務這個問題，可由物品大量生產的類似性得到更佳的瞭解。大量生產的技術不僅增加了可得物品的量，並且改進了品質。尤其是大量生產物品的品質僅受限制於社會整體的知識和能力，不像工匠生產物品的品質之完全受限制於他自己的知識和技術。就服務而言，我們尚停留在工匠的階段，我們能得到服務的素質仍主要受限制於提供服務者（例如醫生、教師、修護人員等）個人的知識、經驗、和技術。其平均素質是遠難令人滿意的，再加上供應不足，無法滿足全體人類的需要。同理推之，我們所需要的是服務的大量生產，就是使提供服務的素質與整個社會全部的知識與能力一致，且可得之量足夠滿足全體人類的需要。為達成此目的，資訊就必須要在任何時刻傳輸到任何需要它的地方以呈現之，於是一個全面性而經濟的電腦通信網路對服務的大量生產顯然就很重要，正如同一個全面性而經濟的運輸網路對物品的大量生產經證明是很重要一樣。

5. 資訊和控制

在這個非常複雜而又千變萬化的環境中，常常需要得到各種各樣的資訊和建議，以期能事半功倍的邁向成功。然而事實上要獲得足夠的資訊和建議

所需化費的時間和金錢經常是過於龐大，以致令人視為畏途。

在組織化的社會中，控制是必要的功能。通常在地方性階層而其詳細資訊隨時可得時，即能有效控制。然而對目標更遠大而要協調才能達成之事務，控制就無法適切執行了。每當在本地無法做取捨時，就必須由見識較豐的他地提供特別指示。因此目前一般趨勢傾向中央集權，即可視為相互依存性之增加和個別能力無法持有日益複雜之周圍環境所需所有工作知識的直接結果。但在另一方面，中央集權導致了本身固有的資訊問題，特別指示若要得當，必須基於詳細的地方性資訊，然而收集範圍廣闊之各活動適時資料，再由其產生詳細的控制資訊，顯將很快成為十分艱巨的工作，況且某地易於獲得和利用的資訊，可能很難用於他地。

中央集權的資訊問題確較地方分權者易於解決嗎？還是相反呢？由於複雜電腦系統和通信網路之設計，使得地方分權似較優於中央集權。理由之一是需加以貯存的資訊較少。地方分權顯然與個人自由和自動自發之原則更為一致，但若沒有充分的資訊交流則不易生存。中央集權就個人觀點而言是不受歡迎的，然優點是資訊集貯中央。電腦通信系統在兩種控制中均屬需要，但被賦予之性質則大不相同。我們若依照一條在短期內似乎比較容易且安全的路徑前進，則將來我們可能發現走到非己所欲之處，而已無能力來改變方向了。

6. 電腦和人

從事電腦工作者必須要記取在過去十年中化費了相當金錢、時間和精力而得之的重要教訓，即在設計或品評電腦設備時不留意其與用者界面的軟體 (software) 是不適的。理由很簡單，因設備性質大大限制了所能得到的界面性質。推而廣之，另一類似教訓正待記取，即在設計或品評電腦系統時，不留意人類社會將因其使用而直接或間接的受其影響是不適的，甚至是危險的。理由同樣十分簡單，因電腦系統的性質大大限制了相關人類社會的結構和作業模式 (model)，由此影響了社會中個人的態度和行為，但社會特性轉而會影響電腦系統本身的進化，由此結果所產生的回授 (feed-back) 環路 (loop)，使包含硬體 (hardware)、軟體、和人的整個系統得到並非預期甚至可能亦非所欲的性質。

換言之，當我們應用電腦到任何關係人的工作時，我們實際却是做一社會性決策。其後果可能遠出意料。事實上當時所能應用的工作種類，大部分取決於可得電腦系統的特有性質和那些受我們支配的有關設備和工藝。很可

能在某時所有可得而用的均具有非吾所欲的社會後果，然由於需要電腦的協助是如此迫切，以至忽視這些社會後果可能被視為兩害相權取其輕者。但關鍵是在一旦如此做後，我們在應用電腦上之選擇自由很可能就大受限制了，它將不像由我們依將來所要之工藝性質去作選擇而得到的那麼廣，那麼立於時代尖端。

7. 人機相互作用 (man-machine interaction)

從心智上和實際上的觀點言之，對社會可能有深遠影響的電腦系統特性應是人機相互作用之簡易、有彈性、和密切感。若電腦之所作所為無法迅速地被人們監視和引導，若人腦的資訊處理不能容易地與電腦處理相互混合，電腦就會趨於為其所執行功能的無上權威，舉一個簡單的例子，當資料貯存在一捲磁帶或其他任何電腦系統中貯存裝置上後，它們就不再受到人們直接的檢查，若電腦系統無法提供簡便方法去瀏覽它們，要找錯而改正之就成為困難而昂貴的了。由此導致了資料和由其得到結論的橫行，就因為要找錯是太化時間或太化錢！

當電腦用在社會上有關決策和問題求解的各種作業上時，人機相互作用就是很重要的要求。在解釋一個問題是如何被解時，為了教學上方便起見，常常首先討論其構式 (formulation)，然後才是其解答。但是區分為不同的階段並不代表實際就是如此，事實上問題構式和問題求解在過程中大部分時間都是同時進行的，這是自然而然的，並非我們有意要這樣。因不經檢查由這構式所導致的一些結果，我們無法確信它是否適當的表示了要解的問題。當一個重要的約束被忘了時，常可藉某一邏輯上正確但顯然無法被接受的解來偵知。因為電腦是問題求解的利器，而問題構式就本質言是屬於人腦的範疇，人與電腦間如何來建立密切共事的能力就成為極端重要的論題。若無法建立這種密切的共事性，構式中的某一方面很可能就由電腦自行設定 (default) 而代表之，這一代表可能使問題套入非其所適的模式，也可能由於超過時間或紙張限制而僅得不完整的結果。若那是重要的問題，很可能就得到嚴重的後果，甚而悲劇。已逝的維訥教授 (Prof. Norbert Wiener) 早在四〇年代後期就一再警告我們：電腦是一板一眼的，它所解的，是它面對的問題，而非它應該面對者。

8. 經由電腦通信

電腦通信系統的另一相當重要特性是使人與人間通信不僅超越了距離，

而且還超越了時間和智慧上的障礙，它使人們在一個相互作用的社會中，密切結合為社會之一份子而非孤立的個體，故為一很重要的特性。本系統具有在彈性而安全的管制下共用資據和程序的能力，這能力不僅對任何涉及人與人間密切共事之各電腦協助性 (computer-aided) 活動十分重要，而且對任何要依靠電腦才能執行重要功能之社會作業的結構和型式均有重大影響。

若在一電腦系統中對趨取資訊之安全管制 (security control) 未具有選擇性，它就得藉傳統方法在系統外執行，這表示所有程式在執行前必須被個別地分析和批准。由於資訊易被誤用而不覺，僅檢查結果仍是不夠的。實際上，要接近資訊和電腦必須經過嚴格管制，而各個機構甚至整個社會之這種管制將因需要而逐漸集中。

即使撇開需要管制這一點不談，要在電腦系統中共用資訊仍有作業上和語意 (semantic) 上困難，我們必須要能辨認資訊，從其貯存處取回 (retrieve)，並與其他資訊適當配合。若一電腦系統是被用作為資訊經紀人，它必須能將貯存在其記憶 (memory) 中的資訊做有智慧性的轉換回來。雖然這方面有很大進步，但大多數尚須努力。同時克服這些困難的計劃必須慎重，要避免應用固定的格式 (format)，因為將各情況強迫套入預先設計的格式，常會導致其真實性被危險地歪曲。

各個人和企業隱私權 (privacy) 之保護，並非保證貯存在一電腦系統中資訊的完整性 (integrity) 和管制其使用所需可靠方法的唯一目標。在發展廣用性軟體和資據庫 (data base) 的設計者和應用這些成品的用者間，我們也需要用安全管制以達成合同上之協議。由於未加管制的收集、貯存、和傳佈 (dissemination) 資訊必導致資訊環境之污染，此一現象就算不嚴重也夠擾人的了。最後可能為害大眾的資訊，例如會造成恐慌或會引起不法活動或令人心懷不軌等，均需執行安全管制，以確保公共安全。

個人隱私權之保護產生了一些特別問題，因為它牽涉到那麼多人，而且增衍得的檔案又包含了有關每個人的資訊。一個不正確、不完全、或易引起誤解的檔案，對個人言至少是像未經授權或因不當以致洩露其有關資據那麼的危險。因此我們不僅需要保護個人資訊以免有意或無意的被修改，並且要能讓每個人核對有關他自己資訊的正確性，但不侵犯到他人的隱私權，又不會讓他花費太多的時間和精力。若每個人無法直接接近其資訊所貯存的電腦系統，目前日趨增衍的檔案又不能藉共用而減少，我們真不敢想像如何才能做到這些要求。

在電腦系統中管制資訊所使用方法的發展，目前僅處於嬰兒時期。有少

數一些分時系統 (time-sharing system) 能選擇性接受和拒絕存取各個檔案的要求，以期讀出、寫入、或執行；但大多數的電腦系統就是連這基本形式的管制都不允許。其實我們所需要的是更多更複雜的管制形式，例如僅指定誰能接近某一特別的資料庫是不夠的，限制自某一資料庫中可以取出的資訊亦屬重要。更進一步，依照組織系統而建立的管制之管制和稽核方法亦屬必須。

在 1972 年美國春季聯合電腦會議 (Spring Joint Computer Conference) 聽到 IBM 董事會主席一項令人興奮的宣布：IBM 正將資安安全 (data security) 加入其系統。這是電腦製造業方面首次體認到資安安全問題需要立即應及；電腦工業之其他廠商亦應採取類似的行動。欲設計出充分設備，以便能有管制地共用資訊，實係非常困難，就是在個別的電腦系統中作有限度的實施，亦非易事。這若在電腦通信系統中廣泛的實施，例如在某電腦中執行的程式要能召調 (call) 貯存在其他電腦中的程式和資據，這問題就變得更大更困難了。我們面臨的工作真正是既艱鉅且複雜，若不做必須的投資，結果是極為嚴重的。

9. 知識和權力

電腦提供了接近知識之道。但局限於社會一部分始能得到的知識，常會轉變為控制社會其他部分的權力。因此除非廣大群眾真能接近到電腦，否則必然將會在能夠接近到電腦者與不能接近到者之間產生一危險的權力差距，這特別是就公民營企業和個人而言。

藉電腦系統共享知識的能力將來可能像目前藉著印刷界所擔任的角色相當。在印刷術發明之前，受教育是少數人的權利，這並不足以驚訝，因為大部分人讀的是別人手寫的。到了現在，我們均承認受教育是有效參與社會生活所應先予具備的。另一方面，今天很少人想到如何來開發電腦的能力，因為貯存在電腦系統中的資據和抽出適當資訊所必須的程式都未備妥。但電腦通信網路正邁向形成社會神經系統之途，每個人若不便於接近它，如何能在社會上扮演正確的角色？

因此有一點似乎很重要：我們要朝“在日常生活上幫助每個人，在社會中使通信簡易化”的方向努力。方法之一就是投資發展一個能為社會大眾服務的電腦通信網路，它必須是單一相互連結的網路，以避免在人之間和在他們各自不同的活動面間造成人為的障礙。這並不表示網路必須由一家公司獨營，亦未對網路的結構和處理與貯存容量的分佈有任何指定。然而它必須對各用者看起來恰似單一系統般，即他大可不知道網路的內部結構和組織，亦

不受不同結構和組織的影響。

儘管最近在通用性電腦通信網路上做了些努力，電腦和通信的技術及有關法令制度仍與此目標大大未克吻合。趨勢反而是朝互不關連亦不相合（compatible）的專用性（special-purpose）系統發展。若這種趨勢繼續發展一段相當時間，要實際上合併這些專用性系統以成爲一個單一的通用性網路可能就很困難了。這方面令人記憶猶新的是有線電話已進化成單一通用性網路，但無線電通信則演變成許多專用性又不能相合的系統之雜會，且就技術和政治言，均已很難合併成單一的一貫性網路。

使大眾得到電腦爲主的（computer-based）各種服務，要較發展必要的硬體設備更有意義。使電腦通信網路對大眾有用而又能爲全體人類既經濟又明智地得而用之，可真是艱鉅的工作，需要長時間做相當的努力。除非我們很快的對準目標，否則在社會中形成的知識差距將會是如此之大，以至於造成牢不可破的權力差距，那時要回到民主社會的原貌，即使不是不可能亦相當困難的了。

10. 何去何從

本章欲闡述二個要點。第一點是現代社會之結構上和作業上複雜性及其間日益增加的相互依存性，使我們欲完全瞭解和處理我們個人或集體面臨之衆多問題感到力不從心。雖然僅靠電腦和通信工藝本身並不能解決我們的問題，但沒有它們之大力協助是絕對不可能有解決的一天，事實上這種協助幾乎在社會的各種作業中均日見增加，而其功用在很多方面均極卓越。這種趨勢一定會繼續下去，因爲我們似乎別無他途以預防我們的社會在其本身複雜性的重壓下而崩潰。

第二點是電腦和通信工藝應用之不斷增加，對整個社會的作業，我們日常的生活，甚至我們的價值觀和世界觀都毫無疑問地有重大的影響。然而這些社會效果的本質是大大依我們所選擇發展和應用電腦與通信工藝的方向而定。概括地說，或是從使社會中那些人們似乎不再能繼續有效執行的作業加以自動化，或是協助人們成功地對抗其面臨工作之日益增多和日趨複雜，這二者中我們要做一選擇。目前趨勢是向前者，即藉人們不能容易接近有關資訊之方式，來大大減低其對這些作業的控制，以達成作業自動化。這種趨勢並非出自自願的選擇，而是因爲就此時可得之工藝言，不如此做就會大不方便、大不經濟，或甚至是大不可能。這種趨勢的不斷下去，很可能導致一個極權社會，其權力之產生出自對資訊的普遍監視和控制，即“1984”年形

式的社會。這最可能由於許多好心人欲以當時他們所知道最好的方法，來解決他們面臨的問題，却在無意間所造成的後果。後者之選擇是藉開發電腦和通信技術，以擴大人的智慧能力，使其間的通信易行，目標在使整個社會在更複雜的情況下亦能有效作業。工業革命的主要成就是發展了各色各樣的裝置，以擴大我們肌肉能及的精確度、技巧、和威力。電腦和通信工藝同樣可擴大我們心智能及精確度、技巧、和威力。然而欲邁向此途，就需要一個自覺性和決策性的選擇，因為大多數經濟性、技術性、和政治性的短期考慮似乎均非有利。質言之我們必須刻意朝此方向來發展我們的工藝、確使適當的技術能力在需要時可得，而不是由短期地方性考慮所得者而為之。

即使在最佳情況下，社會中新的作業方式和人們的傳統習慣仍會繼續有衝突。這些衝突使我們這些喜歡技術革新者感到氣餒，更氣餒的是那些要接受新作業方式的人，因為他們往往不願獻出心智和精力，來改變他們對事物的展望和習慣。因此我們呼籲要尊重個人、瞭解其需要、體認其感受，以及特別認清做為萬物之靈的人所獨有的驕傲。若沒有這些觀念，電腦和通信對社會的衝激可能轉變為一場惡夢。