論大學的資訊教育

資訊與電腦第五期
69 年 11 月
謝清俊

一、前言

大學中資訊教育的目的。狹義的說，是培育資訊科學和資訊工程方面的專才，並從事於研究發展工作，以提高學術與工業水準。廣義的說，是訓練學生，都有能力運用自動處理資訊的工具，充分享用累積的智慧、知識、和專業的資訊，以協助他們未來的工作。

狹義的資訊教育，一如其他科學或工程教育，是屬於某科系的教育工作，然而，廣義的資訊教育就如同國文、英文等語言教育，是全面性、普及性的，也是一個現代大學生面對未來社會必備的基礎教育。

在過去的二十年的日子裡，我們資訊教育的推展幾乎全在大專學校裡，靠從事的教育家們，以他們的遠見、毅力，來推動資訊教育的發展。政府在政策上是支持這個工作的，但是坦誠地說，以往對資訊教育支持的具體措施，較之資訊教育對我們國家前途的重要性而言，是不成比例的。自去年起，我們很興奮地看到資訊工業的推動，如今，「普及電腦教育及使用」和「發展電腦、資訊工業」已成為施攻的重點，這是使我們國家有資格步入已開發國家的歷史關鍵和決策。

當此重要的時刻，感奮餘，讓我們了解一下資訊教育的本質和目前遇到的困難，以便確實地把資訊教育辦好，來配合資訊工業的全面發展。

資訊教育的目的是提供資訊建設所需的人力。因此，可以依其分為二類：其一是如何使社會上的在其位者和當其事者有能力從事資訊建設，其二是如何教育國家的新血，使他們在各級學校畢業，步入社會之時，就有能力參與資訊

建設的工作。大學的資訊教育，即屬後者中最重要之一環。也是本文詩論的主要對象。

資訊教育發展的成敗，涉及的因素很多，大致可分為師資、課程、設備和教育行政等四大類。本文先對資訊教育的發展過程作節要的回顧，然後就及課程師資和它們所涉及的教育行政問題分別探討。關於設備的問題，請閱本期「大學計算機中心縱橫談」。

二、大學資訊教育的發展

資訊科學和資訊工程發展的時期很短，迄今不過三十餘年，資訊教育的興起更是近二十年的事，但是進展之神速，是有史以來任何學科所不及的，而且方興未艾。由目前跡像顯示，到公兀二千年以前，只有更加速的進步，絕不會緩和下來。因此，現在推動資訊教育，正是時機！

較具規模的資訊教育，發展於一九五０年代末期，大致由美國的麻省理工學院、哈佛、賓州及伊利諾等大學肇其端。初期的教育形態分為兩類，其一是以邏輯設計的課程為主，傳授電腦電路的設計為目的。這類教育多發源自電機、電子相關的科系（以下簡稱電子科系）。其二是以偏重於組合語言的程式設計課程為主，傳授設計電腦中的控制程式和解決應用上的數學問題為目的。這類教育多由電腦中心協同數學系安排。此後的數年中，進展驚人，每年都更新深程的內容，且新添了許多課程。源於電子方面的，逐漸形成資訊工程（或稱計算機工程）的教育體系，而源於數學方面的，則逐漸形資訊科學（或稱計算機科學）的教育體系。資訊教育的兩大主流由此而生。

到一九六０年代中期，計算機科學系首先自理學院的數學系中脫穎而出，成為獨立的學系，如伊利諾（atUrbana）、史丹佛、西北、德州（atAustin)）等大學是。然而資訊工程則仍然留在電子科系中，但是由於資訊工程越來越多，影響越來越大，致使許多電子科系更名，目前多改稱為電機及計算機工程系

（ Computer Science and Electricsl Engineerin-g Dept.或 Electrical and Computer Engineering Dept.）。諸如麻省理工學院、加州（at Berkerly）、密西根、南加州、哥倫比亞、威斯康辛等大學。

計算機科學和計算機工程究竟有什麼區別呢？失們最好由他們授課的重點上來判斷。計算機科學以傳授演算及程式的理論和應用為主，多有：自動機理論、語言理論、數值分析、計算理論、演算法、資料結構、和程式結構等課程，涉及硬體的課程不多。而計算機工程則著重於資訊系統的規格、設計、實作、實施和應用，它不只涉及硬體，亦涉及軟骈，而且目前軟體課程已較硬體課程為多，不論計算機工程涉及多少軟、硬體，他是工程中的一支，是研究資訊系統的結構、組織、設計和應用的科學，他使手的主要工具是數位處理的電子系統，例如電腦，就是最常用的數位處理工具，但是，別忽略了其他的數位電子設備，例如數位儀器、數位通迅、數位控制等等系統均是，其重要性不亞於電腦。

我們的資訊教育，肇始於民國五十年交大電子研究所，民國五十二年，台大電機系繼之。大學四年的完整教育，則始於民國六十年，由淡江、東吳、交大、逢甲等校相繼設立計算機科學系，開始推廣。目前，計有：計算機科學、計算機工程、資訊科學、資訊工程等四種學系暨研究所的名稱。此外，許多電子科系中，仍有資訊方面的課程。在國內，常將「資訊」、「計算機」、「電腦」三個名詞互相交替使用著，略可認為是同義詞。就其含義及範圍而言，「資訊」是較恰當的，在本文中除科系名稱外，多用此語。國內的所系，大致上冠以科學為名的多重視資訊科學的課程，而冠以工程式在電子科系中的，多重視資訊工程的教育。

目前，國內每年約造就一位博士，一百位碩士，五百五十位學士，以及四百位專科畢業的人才。就發展的趨勢及需求看來，應有計劃地全面增加人數，其中特別重要的是碩士及博士的訓練，這是帶動發展的種子。基於精密高級工

業的需求，碩士與學士的比例應於近年內達到一比二的結構，始可應付未來的需要。

一般科系的資訊教育究竟始於何時，已難考證，大致在一九六０年代中期以後，已經意識到全面推廣資訊教育的重要性，之後，陸續地要求各科系的學生，必修資訊方面的課程。

在國內，如交大、清大、淡江等校亦自動於六、七年前，要求全校學生必修資訊的基礎課程，但是，今天仍有許多大學沒能做到，這是很大的缺失。

三、資訊教育的課程

在資訊教育發展的過程中，最重要的是課程的發展。此所謂的課程，包括授課的科目、內容、教材和實驗的安排，以及全部科目的規劃、結構和彼此間的配合關係。課程可以具體地顯示教育的目的和品質，反映出資訊學術和工業的水準，是教育行政中規劃師資和設備等要求的主要依據、它的發展過程，足以代表資訊工程和資訊科學的成長和內涵。所以，良好的課程規劃和執行，是大學資訊教育成功最基本的必要條件。

資訊課程的規劃，有三個重要的里程碑：第一個是民國五十七年發表的 ACM Curriculu-m 68. 為便於稱呼，以下簡稱為 ACM 課程,其次是 COSINE Committee 自民國五十七年玉六十一年間，一系列的課程設計，簡稱為 COSINE 課程。再次是 IEEE 的 Computer Society 自民國六十三年以後的努力，簡稱為 IEEE 課程。自民國五十七年迄今的十二年中，課程設計方面研究的論文和報告，有二百五十篇以上，目前尚且持續不斷。這說明了資訊科技發展的神速，迫使課程不斷的更新，以反映資訊科技的實質和配合實際的需要。這現象呈現出一個重要的事實，那就是：資訊科技的機動性極大，要辦好資訊教育，課程務必要日新又新，適時調整。這是教育行政上必需要配合的。

茲將上列三種課程之要點介紹如次：

（一）ACM 課程

ACM 課程是為四年制大學及研究所的教學所設計的課程,除了資訊本科的課程外,有關的學科，例如數學課程也包括在內。此課程雖然陸續受到其他研究的影響而有修改，在資訊教育的基本課程安排上，仍有其權威性，許多學校仍以它為課程之骨幹。

（二）COSINE 課程

這是美國國家工程學院（National Acadamy of Engineering）在一九六０年代中期開始研究及設計的一系列課程。主要的對象是在電子科系中資訊教育的課程安排和內容。是目前資訊工程的課程主要依據。所涵蓋的範圍大致在計算機結構、數位系統、各種實驗課程、迷你電腦等領域之內。

（三）IEEE 課程

這是 IEEE 的 Computer Society 在一九七四年籌組的教育委員會設計的課程，又稱為模式課程（Model Curriculum），這個課程的主要構想是協調過去十餘年所成長的資訊科學與資訊工程間的關係，以期相輔相成。他們把所有課程分為四個主要系列：1.數位邏輯，2.計算機組統與結構，3.操作系統和軟體工程，4.計算理論。詳細課程請分別參考表一至表四。"（圖片省略）"

ACM 課程和 IEEE 課程的精神是有重要區別的，在 ACM 課程中，並不明顯地劃分資訊科學和資訊工程，認為他們是一個整體。而 IEEE 課程則認為他們是兩個主流，強調彼此之間交織著的關係。車施 IEEE 課程時，可以根據它的四個主要系列，依照自己所訂定的教育目的，選擇重點配合執行。由另一角度看來，IEEE 課程有意彌補日益加大的硬體和軟體之間的間隙，也是減少資訊科學和資訊工程之間的差距，使資訊發展成為均衡、健全的一門學問。

由課程發展的趨勢看來，今後大學的資訊教育是朝著將理論（工程及科學）、硬體（工程）、軟體（工程及科學）、等合而為一的教育，以期更能培育出具有整體資訊系統設計、研究、發展能力的人才，不是往一方向教育而產偏頗現象。

由國內各大學目前所提供的課程實質來評，仍主要停留在 ACM 的課程的精神上，由於師資質與量的不足，在執行上能夠全面照顧妥善，保持良好的教育水準者實為少數。依 IEEE 課程的精神來評的話，則顯得不夠均衡，涵蓋不夠廣泛，要培養育能力從事資訊系統整體規劃、設計、應用等方面的人才，有基困難之處。導致此情形的理由之一固然是師資欠缺，另外的原因是系所的編制太小，不足以容納。這些問題都是我們今後共同期勉，努力的要點。

從一九七五年以後，有幾篇論文是呼籲在資訊教育的課程中，加入資訊系統管理、電腦中心管理，以及資訊研究發展專題管理等科目。國內教育界人士對於在資訊課程中加入相關管理科學之科目的做法，亦多有相同之見解，業者亦盼如是，這也是今後值得參考的做法。

關於一般科系資訊教育的課程內容，請參閱同期內「大專院校非資訊科系的資訊教育」一文，在此不贅述。

有一件事，我們應該在此特別指出的，那就是：許多國家已將資訊的基礎教育推廣到中學及小學去了。如果我們預定在五年內將資訊教育推到高中高職，十年久到小學的話，就會產生一個持續的課程向下推移的現象，也就是說：資訊的礎教學的部份內容，會自大學而專科而高中而初中而小學，第次的推移。因此，課程的科目及內容，勢必持續地變化，才能夠順利的銜接每個階段的教育以構成一貫的資訊教育系統。由此觀之，這是第二個理由，使課程的修訂成為一件長期持續的工作，它應該作為一個長期研究計劃來處理。

有關課程設的一般參考資料請參閱文後附表。

四、師資

目前在推展資訊建設的國家，都普遍的呈現極嚴重的資訊人力缺乏現象，這情形預估在十年之內都難以消失。造成缺乏的主要原因是資訊自動化的應用程度成長過速和應用面擴展太廣。其次是資訊人力培義的量過少。例如，去年美國市場資料顯示需要一千五百位博位，而當年的供應量只有三面人而已。

人力供應不足第一個受責難的自然是學校，為什麼不多教些學生呢？學校也有苦衷，那就是，學校本身就人力不足：師資不夠。

造成這種情形的原因之一是工作過重，資訊科技進展過速，教師們除了本身教學及研究的工作以外，還要不停學習，否則至多四、五年，他們就落伍了。其次是新課程不斷地添加、選讀資訊的學生人數、班數不斷加多、非資訊科系的資訊課程不斷增加這種種原因。自然造成學校中教師大夠的現象。但是，更糟的是：師資供應的來源幾乎斷絕了，很難找到新老師。大學中的師資一直是由大學本身培養的，由於市場需求過大，畢業生就業業情況太好，願意就低薪教職者，百難選一，尤有堪者，有些教師甚至為了高薪改行到工商業界去了。造成一個標準的惡性循環。

社會上覺得缺乏人力的另一個原因是現職人員的能力不足以應付所需。否則就不必向學校要那麼多的人。這完全是科技發展過速所造成前所未有的問題。以國內的情況為例，大學四年的資訊科系成立於民國六十年以後，算上二年兵役，畢業生在就業時應是民國六十六年。試問大部份在六十六年以前就業的人如何解決職務上遇到資訊自動化的難題？再者，全國各校開設「微算機」（微電腦）課程大都份在民六十四年以後，就算課在四年級，等他們就業時，也到了六十七年（二年兵役），一則是：六十七年以前就業的人遇到了微算機怎麼辦？二則是：即使是在六十四年學過微算機，但是，六十七年微算機的機種由已與六十四年的大不相同了，微算機自民國六十二年問世以來，每二年就有一次重大的技術突破，至今非正式的算法已歷四代，即便是學過的學生，待

服完兵役後再就業，就會感到落伍了。這情形中外皆然，根據民國六十六年電子雜誌（Electronics）的調查，約有一半的學生不滿意美國當時的資訊教育內容，豈非無因？這現象使得社會上認為學校供應的人力，不只是量不夠，連質也有問題。

綜合以上所述，資訊人力的缺乏，不是學校可以獨自解決的問題，其問癥結包括了一個龐大的在職人員再教育問題，絕非學校中薄弱的師資可以負擔的，亦非任何一個公民營機構可以承擔的，應該是社會各界全面配合，共同努力，才能解決的問題。在資訊科技技的發展和應用未趨飽和之前，這個需求一直會存在著，再教育的工作將永無休止，而且是資訊建設成敗的直接關鍵。這是一個教育的問題，大學應該負擔一部份的責任，但是以大學中自願不暇的師資，有心無力，目前能夠做的實在不多。

由以上所談的兩方面來看，學校要師資，再教育要師資，師資便成為整個資訊人力問題的焦點，而師資需要培育，此事實是當務之急。我們建議此事宜有全盤的規劃，兒解決能培育師資的師資問題，以專案方式解除不合實際需要的名額限制，以可行的方案協助學校充實師資，也就是先要解決目前各校資訊師資缺乏的現況，並且要特別輔導國內的博士班，用以長期加張師資的供應，師資若能供應充份，則可收到以滾雪球方式加速人力供應的效果。

本文坦率地談到了許多大學中資訊教育的如題，每個問題都交織著計多複雜的因素，要解決這些問題，人與人之間，機關與機關心間的互相諒解、互助合作、掌握住我們共同的大目標是必要的條件。

環顧過去的廿年之間，我們國家曾經歷過多少各式各樣的困難，也擺平過多少荊棘。這一切，都在別人讚許我們進步的聲中，走了過來，雖然，目前推動資訊教育仍舊存在有許多困難的問題，雖然，以後的工作一直會艱鉅辛苦，但是，我們有信心，我們過去在進步，如今在進步，以後還是會艱鉅辛苦，但

是，我們有信心，我們過去在進步，如今在進步，以後還國會進步。而在這進步的輪轍當中，一定有我們大家以血汗推動的痕跡。

參考資料

1.ACM. Curriculum Committee on Computer Sceince: Curriculum 68; Comm ACM 11, 3 ; March 1968, P151-197

2.M.C. Mulder,model Currcula for 4-year Computer science and engineering prog- ram; Computer Vol. 8 No. 12, DEC. 1975 p28-34

3.lEEE;Special Supplement:Computer Science and Engineering Education(includes 11 papers) Computer, Vol.10,No.12,DEC.1977.

4.lEEE;The Oregan's Report:Computing in the 1980's (includes 7papers), Compu- ter, Vol.11, No.9, Sept 1977.

5.lEEE;Special lssue:Micro processors and Education(includes 8 papers), Compu- ter Vol.10,No.1 Jan.1977.

6. A.l. Wasserman & P.Freeman;Software Engineering Concepts and Computer Science Curriculs, Computer, Vol. 10, No.6, June, 1977.P85-92.

7. P.HSIA & F.E.Petry;A framework for Piscipline in Programming, lEEE Trans on Software Engineering Vol.SE-6 No.2, March. 1980. P22-231.

8. lEEE;Special lssue:Computer Education Cincludes 4 papers); Computer, Vol. 13, No.6, June, 1890

9. lEEE;Special lssue:using Computers in Educaton (includes 5 papers) Computer, Vol. 13, NO.7, July. 198.

10.A.Ailken; Computer Science Education in the 1980's Computer, Vol.13, No.ja- n. 1980

11.W.Lin;Micro-Processor Education:Botton Up Acadamic Course Series for Tc down System Deign;Dept. of E.E & Applied physics, Case Westerm Univ.1979.

12.C.V.Ramamoorthy;Computer Science and Egineering Education,lEEE Trans. on Co- mputers Vol.c-25 No.2, Dec. 1976 P.1200-1206

13.R.Austing, B. Barues and G.Engel;A survey of the literature in Computer Science Education Science Courriculum 68, Comm.ACM. Vol.20, No.1,Jan, 1977; p13-21

14.F.McFarlan & R. Nolan; Curriculum Recommandations for graduate profess Ional programs in lnformation Systems: Recommended Addendum on lnformation Systems: Recommended Addendum on lnformations Ststem: Administration; Comm. ACM. Vol. 16, No.7;july 1973,p439-441

15. S.Conte & M. Halstead; The Technology of Computer Center Management: A prop- osed course for graduate professional Programs in Computer Science or information systems Comm. ACM. Vol.19 No.7 July 1976,P369-370

16. M.E. Solam; Survey of Electrical Enginee ring and Computer Science Departments in the U.S;Computer. Vol.8 No.12 1975,P35-42