

科技新貴的塑身課程——從 ACM/IEEE CC2001 探討大學資訊科系之課程規劃

何榮桂 陳麗如 吳正己

國立臺灣師範大學資訊教育研究所

摘要

「綠色矽島」係臺灣發展之願景。隨著社會對資訊人才需求孔急與「科技新貴」高收入趨勢，促使臺灣的大學院校普遍設立資訊科系，也因而吸引眾多學子將其視為大學入學的首要志願之一。大學資訊學系是培育資訊專才的搖籃，其課程規劃及內容對人才素質和國家競爭力皆有重大影響。本文首先概述 ACM 和 IEEE 公布之 Computing Curricula 2001 (CC2001)，其次列舉國內外著名大學的資訊科系課程與特色，並比較其異同。最後探討 CC2001 和國外大學資訊科系專業課程對我國資訊科系課程發展之啟示，俾供資訊科學相關領域教師與各界參考。

關鍵字：高等教育、資訊科學教育、資訊課程

壹、前言

新世紀國家發展以「綠色矽島」為願景（何榮桂，2001），因此增加對資訊科技（Information Technology, IT）人才的需求；而科技新貴的高收入，也影響就業市場動態，吸引年輕學子將大學 IT 相關科系視為其入學首要志願之一，希冀成為「BOBO 族」一員。「BOBO 族」為國外對「科技新貴」的稱呼，語出大衛·布魯克斯（徐子超譯，2001）的《BOBO：新社會菁英的崛起（Bobos in Paradise）》。「BOBO」係 Bourgeois 與 Bohemian 的複合詞，意指兼具野心勃勃求取富裕成功的布爾喬亞與崇尚自由心靈的波希米亞特質的新族群。

大學 IT 相關科系為培養 IT 人才的搖籃，其課程規劃和內容不僅影響資訊專業人

才之良莠，也關係未來的國家競爭力。然而，大學法（2002）修正後，尊重大學學術自由和自主，在提升運作效能和教學研究品質之發展趨勢下，各大學 IT 相關學系的課程規劃和內容為何？國內外大學 IT 相關學系的課程規劃是否有所差異？國外大學的課程規劃有何值得學習或借鏡？皆為值得探討的問題。本文首先概述美國 ACM 和 IEEE 於 2001 年公布大學電腦課程建議（Computing Curricula 2001, CC2001）之課程設計內容，其次列舉國內外著名大學 IT 相關學系的課程及特色，並比較國內外大學 IT 課程之異同，最後探討 CC2001 和國外著名大學資訊專業課程對我國 IT 相關學系課程發展之啟示，俾供 IT 相關領域的教師與各界參考。

貳、CC2001 概述

一、緣起

隨著 IT 的發展與普遍應用，電腦科學（Computer Science, CS）由數學或工程學系的附屬變為獨立的領域。美國計算機學會（Association for Computing Machinery, ACM）於 1968 年提出大學 CS 課程建議（Computing Curricula '68），供大學 IT 相關學系規劃課程參考。又於 1978 年提出修訂（Computing Curricula '78），以因應 IT 的發展。1991 年則由 IEEE-CS（Institute of Electrical and Electronic Engineering - Computer Society）和 ACM 組成聯合工作小組，提出第三次課程建議（Computing Curricula 1991），以確定 CS 的學門內容（ACM/IEEE Task Force, 1991）。1998 年又成立聯合工作小組進行修訂，期望修正之課程內容，符合 IT 發展需求。歷經三年努力，在 2001 年提出的最新的大學電腦課程建議—CC2001（ACM/IEEE Task Force, 2001）。IEEE-CS 和 ACM 提出的 CC2001 雖僅供大學規劃電腦課程時參考，但其配合 IT 和文化環境發展，為 CS 專業課程規劃適切的範圍、架構、深度、廣度及教學方法，頗值得臺灣 IT 科系規劃課程參考。

二、課程內容

IEEE-CS 和 ACM 公布的 CC2001，強調修訂大學電腦課程乃為配合（1）科技的改變，含網路科技、多媒體應用、資料庫、物件導向程式設計、人機介面和軟體安全、內嵌式系統、個人資料安全和密碼學等技術的發展，以及（2）文化環境的變化，含遠距教育造成學習型態、方式和管道的改變，電子

商務對消費型態和廠商行銷方式的改變，對 CS 的觀點由「技術應用」改為「學術領域」學門，並擴展 CS 的範圍。CC2001 提出 14 個知識領域（knowledge focus groups, KFGs）做為大學 CS 課程內容，知識領域下劃分數個學習單元（unit），學習單元之下則細分數個主題（topics）；而各知識領域中又訂出核心（core）單元，核心單元即指學生在 CS 中必須學習的課程內容，各知識領域之核心單元最低上課時數如表 1。課程時數規劃係考慮學生的學習時間，如選修 1 門課（3 學分），整學期上課至少 40 小時，學生尚需投入約 3 倍的課後練習時間，即平均須 160 小時修習一科目（ACM/IEEE Task Force, 2001）。

三、課程實施模式

知識領域和核心單元的概念雖具彈性，但並非完整的大學課程架構。為了將兩概念落實於課程中，同時兼具實施彈性，CC2001 也提出課程實施方式和策略。首先將課程內容依深淺分為初（introductory）、中（intermediate）和高（advanced）三級，再配合不同的策略，以組成完整的課程架構。各系在規劃課程時，可配合教育目標和發展特色、教學設備與資源、師資及學生需求，建立其課程實施架構和程序。表二為三級課程的實施年級和實施策略示例，並以下列兩例說明課程實施方式，例如學生甲之選課計畫為初級程式語法為主和中級主題課程，則選擇「程式設計簡介」、「資料抽象化」、「離散結構」、「演算法分析」、「計算機結構」、「作業系統」、「網路通訊計算」、「人工智慧」、「資料庫」、「社會和專業議題」、「軟體發展」和

「專題製作」等；而學生乙選課計畫為初級的物件為主和中級的採濃縮課程，則選擇「物件導向程式設計」、「物件導向設計」、「離散結構」、「演算法分析」、「計算機結構」、「作

業系統和網路通訊」、「資訊和知識管理」、「軟體發展和實務」等。兩人修課內容雖異，但皆涵蓋 14 個知識領域的核心單元（ACM/IEEE Task Force, 2001, p.18-25）。

表 1 CC2001 課程內容

知 識 領 域 名 稱	核心單元 講課時數
1. 離散結構 (Discrete Structures, DS)	43
2. 程式設計 (Programming Fundamentals, PF)	38
3. 計算機組織和結構 (Architecture Organization, AR)	36
4. 演算法 (Algorithms and Complexity, AL)	31
5. 軟體工程 (Software Engineering, SE)	31
6. 程式語言 (Programming Language, PL)	21
7. 作業系統 (Operation System, OS)	18
8. 社會和專業相關議題 (Social and Professional Issues, SP)	16
9. 網路通訊計算 (Net-Centric Computing, NC)	15
10. 智慧型系統 (Intelligent System, IS)	10
11. 資訊管理 (Information Management, IM)	10
12. 人機介面 (Human-computer Interaction, HC)	8
13. 圖形影像計算 (Graphics and Visual Computing, GV)	3
14. 計算科學和數值方法 (Computational Science and Numerical Methods, CN)	0

表 2 CC2001 課程分級和實施策略

級別	初	中	高
年級	一/二	二/三	四
策略舉例	程式語法為主 (Imperative First)	主題課程 (Topic-Based Approach)	附加
	物件為主 (Objects First)	濃縮課程 (Compressed Approach)	課程
	工具為主 (Functional First)	系統課程 (System-Based Approach)	
	廣度為主 (Breadth First)	網路相關課程 (Web-Based Approach)	
	演算法為主 (Algorithms First)		
	硬體為主 (Hardware First)		

參、大學主要資訊科系簡介

一、美國的大學主要資訊科系

美國大學約四千餘院校，為選具代表性者，筆者等參酌美國新聞與世界報導雜誌於

2005 年公布的全美最佳大學 CS 相關科系排行榜 (評估指標含校際同儕評量、學生選校、師資設備、學生畢業和留級率、學生平均教育支出、校友回饋、畢業率績效等) (Morse &

Flanigan, n.d.) 前五名的大學 (<http://lazowska.cs.washington.edu/usnews2003/cs.htm>)，即麻省理工學院電機電腦科學系 (Department of Electrical Engineering and Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, MIT-EECS)、史丹佛大學電腦科學系 (Department of Computer Science, Stanford University, Stanford-CS)、柏克萊大學電機電腦科學系 (Department of Electrical Engineering and Computer Science,

University of California–Berkeley, UCB-EECS)、卡奈基美倫大學電腦科學系 (Department of Computer Science, Carnegie Mellon University, CMU-CS) 及伊利諾大學香檳校區電腦科學系 (Department of Computer Science, University of Illinois–Urbana-Champaign, UIUC-CS)，以探討 IT 相關學系課程概況，五校系基本資料於表 3，並略述於后。

表 3 美國五校基本資料

校系	MIT-EECS	Stanford-CS	UCB-EECS	CMU-CS	UIUC-CS
成立年度	1974	1965	1967	1965	1964
師資數	41	46	57	53	38
生人數 (約)	1140	510	1050	525	1100
入學新生 (約)	360	150	160-200	150	260

(一) MIT-EECS

MIT 以工程學院 10 個系所的學生人數最多，每學年 3 學期。MIT-EECS 源於電機工程系 (成立於 1902 年)，在 1950-1970 間，隨電腦的發展，電機工程系逐漸增設 CS 課程，1974 年決議不分系且改名為電機工程與電腦科學系 (EECS)，每年超過三成 MIT 新生選擇 EECS 的學程，大學部與研究生人數皆為 MIT 之冠 (<http://www.eecs.mit.edu/facts.html>)。研究成果卓著，尤其在人工智慧和多媒體技術有諸多著名學者執教於此，對 CS 領域貢獻頗鉅，近年來則重視生物與 IT 整合的理論及研究。

(二) Stanford-CS

Stanford 大學每學年 4 學期，全校七學院約一萬六千餘名學生，工程學院占四分之一強。學生完成大二課程後，才能選擇 CS 學程，據資料顯示 (<http://www.stanford.edu/>

home/stanford/facts/undergraduate.html)，2003 年申請 CS 的學生數居全校 60 餘系第三。Stanford-CS 在電腦科學理論、硬體結構、資料庫、軟體和人工智慧等領域皆具堅強實力，並支援創建電腦歷史博物館 (<http://cs.stanford.edu/Info/depinfo.html>)。

(三) UCB-EECS

UCB 大學有二萬三千多名大學生，工學院約占一成，其中超過 40% 的學生申請 UCB-EECS (<http://buffy.eecs.berkeley.edu/Programs/studentstats.html>)。UCB-EECS 分 EE 和 CS 兩組，多位科學和工程研究院院士及電腦科學巨擘執教於此，研究團隊堅強，在 CS 領域研究成果輝煌，如 FreeBSD 版 UNIX 與 SUN 之 SPARC 微處理器核心技術的 RISC (<http://www.eecs.berkeley.edu/Department/>)。

(四) CMU-CS

CMU 全校學生約七千多名，在工程、人

文科學和藝術領域皆具地位。CMU-CS 是一系一學院，研究成果豐碩，如 1985 年開發的 Mach 核心系統，經多年研創的 NeXT OS、IBM RS6000 工作站版的 OS/2 和麥金塔的 MachTen 等作業系統，CMU-CS 設有軟體工程研究中心，在軟體、人機介面、語言技術、機器人等領域具領導地位(<http://www.cs.cmu.edu/aboutscs/mission.html>)。

(五) UIUC-CS

UIUC 大學部含 9 學院，學生約二萬六千多名，工學院約占一成，CS 學生數為工學院的四分之一 (<http://www.dmi.uiuc.edu/stuenr/SP02E.htm>)。在電腦發展史上，UIUC-CS 占重要地位，如早期的超級電腦和 CEDAR 皆為其研究成果，在軟硬體、人工智慧和資料庫領域頗為堅強，由美國國家高速電腦及應用中心 (National Center for Supercomputing Applications, NCSA) 設立於

此，即可知其權威性。

二、臺灣的大學資訊科系

國內大學為因應 IT 人才需求，各大專院校大多設有 IT 相關科系，此僅舉居學術研究卓著、歷史較久及較具特色之 9 學系 (以下簡稱)，即臺灣大學資訊工程系 (臺大資工)、交通大學資訊工程系 (交大資工)、清華大學資訊工程系 (清大資工)、中央大學資訊工程系 (中央資工)、成功大學資訊工程系 (成大資工)、中正大學資訊工程系 (中正資工)、臺灣師範大學資訊教育系 (臺師大資教)、淡江大學資訊工程系 (淡大資工) 及逢甲大學資訊工程系 (逢甲資工)，以探討國內大學 IT 相關學系的課程概況。上列前五校 (臺大、交大、清大、中央、成大) 為教育部 91 年「研究型大學整合計畫」所遴選出之研究型大學，各校系的基本資料列於表四，並簡介各系概況於后。

表 4 臺灣九校系基本資料

校系	臺大 資工	交大 資工	清大 資工	中央 資工	成大 資工	中正 資工	臺師大 資教	淡江 資工	逢甲 資工
學院別	電機 資訊	資訊	電機 資訊	資訊 電機	工	工	教育	工	資訊 電機
成立年度	1977	1972	1990	1992	1997	1992	1985	1969	1969
師資數 (不含講師) (約)	31	71	27	19	21	21	14	23	24
招收學生數 (約)	100	200	150	100	100	110	40	200	170

(一) 臺大資工

臺大資工是成立較早的 IT 科系，設備優良和師生優異。目前約有 400 大學部學生和 100 多名研究生，不僅培育優異的資訊人才，在 IT 領域的學術研究與技術研發，頗具聲譽 (<http://www.csie.ntu.edu.tw>)。

(二) 交大資工

交大資工前身為計算科學系 (1972 年成立)，1979 年更名為計算機工程學系，隔年另成立資訊科學系，計算機工程學系於 1995 年更名為資訊工程系，2005 年兩系合併成資訊工程系。該系有近 800 名大學部學生及 800 名研究生，設立「大一課程不分組」、「五年

碩士、七年博士」制度。除重視理論基礎、實務研發能力和培育團隊合作精神之外，更透過與科學園區產業界合作教學，在計算機架構與理論、軟體工程、網路技術、網路安全及人機界面皆有豐碩成果(<http://www.csie.nctu.edu.tw>)。

(三) 清大資工

清大資工原名資訊科學系，1997年更名為資訊工程系。師資及設備俱佳，在高速網路、影像處理、資料庫、多處理機、電腦圖學、設計自動化、人工智慧、自然語言處理、分散式系統等領域的研究成果卓著，據ACM於1996年對全球1086個資訊學術機構進行學術成就排名，該系為亞洲第一。此外，校內具有高速光纖電腦網路，為國家資訊基礎建設(NII)之種子單位，設有「電腦與通訊科技研發中心」提供師生與工業界之合作研究(<http://www.cs.nthu.edu.tw>)。

(四) 中央資工

中央資工成立於1992年，現有近400名大學部學生和200多名研究生，課程包括IT基礎理論、系統軟體、計算機硬體、人工智慧、學習科技、資料庫及網路應用等領域，該系主持之學習科技研究計畫已列為國科會重點支助項目之一(<http://www.csie.ncu.edu.tw>)。

(五) 成大資工

成大資工於1987和1992年先後成立碩、博士班，1997才設大學部。成大為完整綜合大學，領域涵蓋甚廣，所以資工系與航太所之飛航資訊處理、成大附設醫院之醫療管理、圖書館圖書資訊處理及數位內容等皆有合作關係。課程重視基礎教育及實用，因鄰近台南科學園區，積極與業界和政府機構合作，以

強化學生之實作技能(<http://www.csie.ncku.edu.tw>)。

(六) 中正資工

中正資工課程規劃著重提升學生獨立思考解決問題能力，教學目標為培育具人文素養、團隊精神和創新與領導能力的人才，並以培養領導國際的企業家及對民生具深遠貢獻的發明家為願景。研究領域涵蓋軟硬體、VLSI、計算機系統及網路、計算方法、影像處理與多媒體等(<http://www.cs.ccu.edu.tw>)。

(七) 臺師大資教

臺灣師大在國內師範院校體系具重要地位，除培養IT專才，也是高中職資訊專科教師的搖籃。自1989年首屆畢業生迄今，為臺灣中等教育培育眾多優質的電腦師資。臺師大資教的課程規劃強調學生人文素養和資訊基礎知能的培育，在研究方面除一般IT學術領域，也兼顧教育上之研究與應用，自2006年起，該系調整為「資訊工程系」與「資訊教育研究所」，前者與「資訊工程研究所」合併，並歸於理學院(<http://www.ice.ntnu.edu.tw>)。

(八) 淡大資工

淡大資工原為電子計算機科學系，1992年更名為資訊工程學系，是臺灣較早成立的資訊科系之一。其招收新生數與交大資工並列九校之冠，且因歷史悠久，為國家培育很多IT專才。課程規劃兼重理論與實用，並以多媒體、網路及平行處理等應用領域為重點課程(<http://www.cs.tku.edu.tw/tw/board/index.jsp>)。

(九) 逢甲資工

逢甲資工原為電子計算機科學系，1982

年改名為資訊工程學系，與淡大資工同為臺灣較早成立之資訊科系。其新生招生數居九校之第三位，對國家 IT 人才培育有諸多貢獻。課程規劃兼重理論基礎及實務，且特別重視「資訊專題製作」實務課程。(http://www.iecs.fcu.edu.tw/)。

由各校系之基本資料可知，美國大學資訊科系之規模皆比國內大，系齡也較長，但臺灣資訊科系師生比則較國外為高。在系所

發展方面，國內大學資訊科系較重視 IT 應用領域，而國外則強調基礎理論和特殊應用領域發展，如 MIT-EECS 以生物與 IT 整合應用領域為發展重點，並重視多媒體和人工智慧的研究，CMU-CS 為軟體工程和人機界面的發展重鎮，Stanford-CS 和 UIUC-CS 在計算機硬體領域有輝煌成果，而 UCB-EECS 則於作業系統領域有卓越貢獻。

肆、大學資訊科系之課程規劃及特色

一、美國大學資訊科系之課程規劃及特色

(一) 課程規劃概況

美國各校系自主性高，上述五校系學分數之計算單位略有不同，五校系的專業學程

最低學分數、專業必修與選修、及共同或通識課程學分數列於表 5，專業必修課程科目之相關知識領域及學分數規劃如表 6，茲分別簡述於后。

表 5 美國五校系課程規劃概況

校 系	MIT-EECS	Stanford-CS	UCB-EECS	CMU-CS	UIUC-CS ^e
專業學程 最低學分數	180 ^a	97-112	120 ^c	288 ^d	94-106
專業必修	117	59-60	51	139-148	55
專業選修					
限制	48	28-31	42	61-69	31-37
非限制	42	10-21	27	71-88	8-14
共同/通識課程	17 個科目	83 ^b	寫作及美國文史	72	22-34
每學年學期數	3	4	3	3	2

^a: MIT-EECS 之科目多設為 9-12 units，實施方式頗具彈性，如 3-3-3 表示講授、實驗及討論或準備名 3 小時，而 3-0-9 則為 3 小時講授與 9 小時討論，每 1 unit 表示每學期上課總時數約為 14 小時。專業課程含 27 units 與通識課程相符，專業學程最低學分數為 180units (即 117+48+42-27=180)。

^b: Stanford-CS 之科目多設為 3 units，每 1 unit 表示每學期上課總時數約為 10-12 小時，而共同課程 (83 units) 包含寫作、通識教育、外語及活動課程。

^c: UCB-EECS 之科目多設為 3 units，每 1 unit 表示每學期上課總時數約為 15 小時，而學生選修 1 unit 預估須 2 小時於此科目之課業討論或作業。

^d: CMU-CS 之科目多設為 9-12 units，通常修 9 units 表示每週講授 3 小時及 6 小時作業時間，12 units 則表示每週講授 3 小時及 9 小時作業時間，其 unit 數即代表學生每週須用於課業之小時數，其最低畢業學分數 360 units，不計通識教育 72 units，專業學程最低學分數為 288 units。

^e: UIUC-CS 最低畢業學分數 128 hours，院訂通識教育 39-51 hours，包含自然科學 14 hours 及電腦科學 3 hours，此 17 hours 列於專業必修及選修課程後，通識教育課程為 22-34 hours。

表 6 美國五校系專業必修課程領域概況

課程領域 ^a	校系				
	MIT-EECS ^b	Stanford-CS	UCB-EECS	CMU-CS	UIUC-CS ^c
數學	48	17	16	38	20
自然科學	48	8	8	9	4
工程	42	9	15	12	0
CS	48	25-26	12	77/86	31

^a：各課程領域類別概括之科目如下：

數學：微積分、線性代數、機率論、統計學、離散數學、工程數學及數值方法。

自然科學：物理、化學、生物學、機械學、電磁學等（含實驗）。

工程：電子學、電路學、數位電路、數位系統或數位邏輯、資工導論及電機資工實驗等（含實驗）。

CS：資料結構、演算法、計算方法概論、程式設計及計算機理論、技術與應用等。

^b：MIT-EECS 通識課程含物理、化學、生物及微積分。

^c：UIUC-CS 通識課程含化學。

1. MIT-EECS

MIT-EECS 教育目標為培育電機工程與 IT 領域具既廣且深之專業知識、設計能力、全球觀點、溝通與社交技巧，以及專業倫理的領導人才，其所授之科學學士學位（Bachelor of Science, B. S.）提供電機科學與工程（VI-1/VI-1A）、電機工程與 CS（VI-2/VI-2A）和 CS 與工程（VI-3/VI-3A）三學程，課程領域分 CS、電機工程和生物電機工程三大類，而 CS 領域下又分人工智慧與應用、電腦系統和結構工程、CS 理論三個子領域。電機工程領域也設有（1）溝通、控制和訊號處理，（2）週邊裝置、電路與系統；及（3）電動力學和電力系統三個子領域（<http://www.eecs.mit.edu/acad.html>）。專業必修部分學生須配合七個子領域之核心課程選課，自由選修課程的規畫除考量廣度外，也包含具深度的進階課程，以滿足優異學生的需求。此外，各科目設有「工程設計點數」（Engineering Design Points, EDPs），規定學生至少須取得 48EDPs，以協助學生瞭解個人的修課概況。大一課程結束後，學生可自 VI-1、VI-2 和 VI-3 學程擇一主修，或選擇該系與 20 餘所企業合辦的建教合作學程，即

VI-1A、VI-2A 和 VI-3A。全系約有一成學生選擇此學程，以增加實務經驗和收入（<http://eecsweb.mit.edu/via/index.html>）。修畢大三課程，若成績優良（GPA 高於 4.25），可選擇 5 年制 VI-P 學程，以取得 B.S. 及工程碩士學位。2003-2004 年，超過 250 名學生選擇 VI-P 學程（<http://www.eecs.mit.edu/ug/index.html>）。

2. Stanford-CS

Stanford-CS 之教學目標強調兼顧人文教育、專業技能及終身學習態度的培養，學生修畢 180 units 後取得 B.S. 學位。大二前之課程以重視廣度的共同課程為主，包含寫作、外語、活動及通識教育，於大二結束或修畢 85 units 後，才可申請主修學程，但學生若於高中時已修習相關大學先修課程（The Advance Placement Program, AP），成績優異者最高可抵免 45 units。Stanford-CS 提供 CS 和電腦系統工程（CSE）兩主修學程，並與其他學院合開跨領域學程。本文僅探討 CS 學程，其課程內容涵蓋概論、硬體系統、人工智慧、數值分析、軟體系統、計算機數學、演算法分析、程式語言、獨立研究與實務等領域，學生可依能力選擇不同難度的程式設

計課程，表 5 所列專業課程最低學分數為 97 至 112 units，其中 47 至 71 units 為系內開設課程，33 至 57 units 為外系所設課程，其課程概況見表 6 (<http://www.stanford.edu/dept/registrar/bulletin/bulletin03-04/pdf/DegreePrograms.pdf>)。

3. UCB-EECS

UCB-EECS 之教學目標為培養 IT 研究人員及技術領導人才，強調專業知識技能、人文科學、團隊合作及終身學習態度的培養。UCB-EECS 之下分成 EE 和 CS 兩組，分別提供電機與電腦工程 (ECE) 和電腦科學與工程 (CSE) 學程，學生入學後即可選修。本文僅探討 CSE 學程，其課程偏重數學和電子工程，內容包括演算法分析、複雜理論、計算理論、軟體系統、人工智慧和電腦圖學，課程領域概況如表 6。通識課程是否必修乃依學生 SAT 相關科目成績決定。此外，設有以教師講授為輔之自主學習課程 (http://sis450.berkeley.edu:4500/catalog/gcc_search_sends_request)。

4. CMU-CS

CMU 一學年三學期，大一可選擇主修學程。課程含人文藝術(通識教育)、數學(含機率與統計)、工程與自然科學、電腦科學和電腦技術研討等。CS 必修課程包含基礎、應用、演算法、程式設計、系統程式等，偏重程式設計和演算法。學生可依個人程度，選擇基礎或進階課程，而專業選修則有人工智慧、認知模式、電腦系統、企業、圖形或虛擬實境、人機介面、語言技術、機器人、科學計算、軟體系統、理論等十一個子領域，課程概況如表 6 (<http://www.csd.cs.cmu.edu/bcs/ugcourses.html>)。

5. UIUC-CS

UIUC-CS 授與 B.S.學位，設有 CS 和電機電腦工程 (ECE) 兩學程，還設有整合 B.S.

和碩士學位規劃之五年學程。本文中僅探討 CS 學程，課程領域見表 6，課程內容見 (<http://www.cs.uiuc.edu/about/brochure.pdf>)。表 6 所列之數學與統計領域內含於系訂之專業必修課程，自然科學領域列於院訂通識教育課程，CS 領域學分數為系訂專業課程扣除數學與統計和工程兩領域，並加入院訂通識教育課程中屬 CS 之課程。在課程整體規劃上，大一和大二選課，以數學、物理、化學、程式設計、計算理論、硬體結構和數值分析等 CS 基礎理論為主，大三和大四則為配合學生興趣選修加深、加廣的專業課程。UIUC-CS 另規畫軟體工程認證學程，提供大三學生申請，以利學生通過軟體工程能力檢定。

(二) 課程規劃之特色

綜觀上述 5 所大學資訊科系的基本資料、專業課程規劃及內容，筆者等整理各校系專業必修課程涵蓋之科目，配合各校系最常用的分類方式歸納為數學、自然科學、工程及 CS 四個領域，將科目及學分數列於表 7，也歸納其專業課程規劃特色於后。

1. 學位主修領域多元化：為因應社會對 IT 人才之需求，各校系招生數逐年成長，主修學程也朝跨領域發展，如 MIT-EECS 的生物電機學程；CMU-CS 提供人機介面主修，以及機器人、語言學、計算科學等副修課程；UIUC-CS 與其他院系合開的電腦工程（與電機電腦工程學系合開）、數學 CS 及統計 CS（配合人文與科學學院開設）等學程，而 UCB-EECS 除 B.S.學位外，也配合人文與科學學院合開人文 CS 學程，提供人文學士學位(Bachelor of Art, B.A.)，以期培育具多元領域整合能力的 IT 專才。

表 7 美國五校系專業必修課程內容

課程	校系	MIT -EECS	Stanford -CS	UCB -EECS	CMU -CS	UIUC -CS	備註
數學領域							
微積分		24	10	8	10	8	
微分方程		12		4 ^a	10		^a ：線代與微分方程
機率		12 ^b	3				^b ：機率／計算機數學
離散結構			4			3	
多變數微積分				4		3	
線性代數					9	3	
數學概論					9		
數值方法						3	
正規模式計算							
自然科學領域							
物理		24		8			
化學		12				4	
生物學		12					
機械學			4				
電磁學			4				
認知心理學研究方法					9		
工程領域							
電子電路		15		4			
電子學		12	5				
訊號與系統		15		4			
通訊技術				3			
數位系統			4				
材料工程					12		
機械結構				4			
CS 領域							
程式設計		15	10	8	28/37	3	
資料結構				4 ^c	12	4	^c ：資結與演算法
計算機結構		15				6	
演算法分析與設計			4		12	3	
自動機與複雜度理論			4				
軟體工程		12					
專題		6			12		
物件導向系統設計			4				
人工智慧			3-4				
電腦系統概論					12		
計算機概論						4	
計算理論						3	
系統程式						3	
程式語言與編譯器						3	
CS 倫理與專業議題						2	
新生入學課程					1		

2.主修學程選擇彈性化：除 CUM-CS 外，其餘四校皆設有至少兩個以上的主修學程，供學生選擇（見表 8）。部分學校大一新生即可選定主修，如 UCB-EECS、CMU-CS 及 UIUC-CS 等，部分規定大一或大二先修畢基礎

課程後，再選定主修，如 MIT-EECS 和 Stanford-CS。然而，因主修對學生之生涯規劃深具影響，不論上述校系對主修選定時限上之差異，皆另設有可供學生變更主修之相關彈性措施。

表 8 美國 4 校系 B.S.學位可選擇之學程

校系名稱	MIT-EECS	Stanford-CS	UCB-EECS	UIUC-CS
學程名稱	1.CS 與工程 2.電機科學與工程 3.電機工程與 CS	1.CS 2.電腦系統工程	1.CS 與工程 2.電機與電腦工程	1.CS 2.電機與電腦工程

3.學碩士學位學程統整化：為協助優異學生之適性發展，吸引更多優秀人才投入 IT 研究，提供成績優異學生直升碩士班，部分校系對大學部和碩士班課程重新規劃與統整為 5 年制學程，如 MIT-EECS 的 VI-P 學程和 UIUC-CS 的五年制 B.S.及碩士整合學程。

4.課程安排適性化：因學生數多，先備知識和能力較難齊一，所以除提供修課順序建議外，還提供分級課程，如 CMU-CS 的「程式設計」分 A（初／中）、B（高）和 C（中／高）級課程，學生可依程度選擇 A 和 B 課程，或選 C 課程；而 Stanford-CS 的「程式設計方法」和「離散與結構」也分 A、B 及 X 三類，X 即為合併 A 和 B 之濃縮課程，此能力分班式之課程設計，可供學生彈性選擇，助其適性發展。

5.專業必修課程重且修習時間長：尤其是程式設計、微積分、資料結構和計算機構等，且每一門科目的修習時間也較長，例如 MIT-EECS 的科目大抵設為 15 units，CMU-CS 科目多設為 9-12 units，五校系之微積分皆多於 8

units。為確保學生具紮實的知識，各校系皆提供選課建議，使學生平衡課業負擔，達最佳學習成效。

6.兼顧理論基礎與實務經驗：面對全球競爭環境，IT 專才須具備資訊專業知識、團隊合作及溝通協調能力，各校系皆自行或與業界合作開設實務課程。如 Stanford-CS 的「專題」和 CMU-CS 的「電腦技巧研討」皆屬必修，MIT-EECS 提供 VI-1A、VI-2A 和 VI-3A 學程，UCB-EECS 於夏季班開設「實習課」，學生修畢上述課程，可獲得學分、實務經驗及學費獎助。

7.通識課程強調基礎科學及表達能力培養：通識或共同課程皆包含數學、物理、化學、寫作及外文等課程，且上課總時數頗具份量，可知各校系不僅重視學生的基礎科學知識和技能，也注重溝通及表達能力的培養。

8.大學先修課程（AP）抵免學分：各校系畢業學分數標準雖高，但皆設有先修 AP 成績證明或 SAT 高分抵免學分之措施，以免重覆修課，也節省教學資源，如 Stanford-CS 最高可抵免 45

units 課程。

此外，由表七所列可知，資訊科系之專業必修課程繁重。在數學方面，微積分為各校系皆列之必修科目，其次為微分方程、機率、離散結構、多變數微積分、線性代數、數學概論、數值方法及正規模式計算等。在科學領域，有兩校系將物理、化學列為必修，而 MIT-EECS 重視生物資訊，將生物列為必修；CMU-CS 偏重軟體工程和人機介面，將認知心理學列為必修；Stanford-CS 首重 CS 理論和硬體結構領域，將機械學和電磁學列為必修。在工程領域，有兩校系將電子電路、電子學、訊號與系統等列為必修，僅有一校將通訊技術、數位系統、材料工程和機械結構等列為必修。在 CS 領域，程式設計為各校系之必修科目，其次為資料結構、計算機

結構、演算法、專題、軟體工程、人工智慧、物件導向系統設計、計算機概論、系統程式、編譯器、CS 倫理與專業議題等；換言之，上述五校系專業必修課程之 CS 領域核心為程式設計和軟體開發。

二、臺灣九大學資訊科系之課程規劃及特色

(一) 課程規劃概況

上述國內九校系的專業必修、專業選修和自由選修和共同必修課程的學分數列於表 9，專業必修課程科目之相關知識領域及學分數規劃如表 10，各系課程規劃概況分別略述於后。

表 9 臺灣九校系課程規劃概況

課程	校系	臺大	交大	清大	中央	成大	中正	臺師大	淡大	逢甲資工 ^a			
		資工	資工	資工	資工	資工	資工	資教	資工	A	B	C	D
專業必修課程		78	56	60	66	71	70	70	77	76	79	76	76
專業選修課程		18	28/31	36	9	36	21	24	21	27	24	27	27
自由選修		10	22/19	10	33		15	6	5			-	
共同/通識/核心課程		30	28	30	28	32	28	28	36			28	
畢業學分數		136	134	136	136	139	134	128	139			131	

^a：A、B、C、D 分別為電腦系統、軟體工程、3C 科技及網際網路 4 學程。

表 10 臺灣九校系專業必修課程領域概況

課程領域 ^a	校系	台大	交大	清大	中央	成大	中正	臺師大	淡大	逢甲資工			
		資工	資工	資工	資工	資工	資工	資教	資工	A	B	C	D
數學		17	15	18	18	18	20	15	22	18	15	18	15
自然科學		6	6	8	8	8	0	8	6			4	
工程		7	7	10	4	7	10	8	8	20	17	23	17
CS		48	28	24	36	38	40	39	41	34	43	31	40

^a：各課程領域類別概括之科目如下：

數學：微積分、線性代數、機率論、統計學、離散數學、工程數學及數值方法。

自然科學：物理、化學、生物學等（含實驗）。

工程：電子學、電路學、數位電路、數位系統、數位邏輯、微處理機系統、數位系統程式設計、資電概論、資工導論、電機資工實驗及硬體實驗等（含實驗）。

CS：資料結構、演算法、計算方法概論、程式設計及計算機理論、技術與應用等。

1. 臺大資工

臺大資工之課程設計兼重軟硬體理論和實作，大一以資訊科學和程式設計基本概念為中心，大二以數學、硬體知識、程式設計之資料結構和演算法為主軸，大三和 大四則探究大型資訊工程系統或專精的 IT 領域，並設有積體電路設計、知識管理及生物資訊等學程，以利學生規劃未來的發展方向。此外，組合語言、資料結構、物件導向程式設計等課程也將部分授課內容及學生報告整理於網站上，供學生自主學習 (<http://www.csie.ntu.edu.tw>)。

2. 交大資工

交大資工分為網路工程、多媒體工程和資訊工程三組，資訊工程組又細分資訊系統和系統設計兩組。由表 9 可知，其專業必修課程學分數較少，選修課程較多，此乃因課程採分組設計，且將分組的專業課程列於專業選修課程中。大一選課以數學和 IT 基礎理論的共同必修為主，大二分組後的專業選修課程，除系統設計組偏重硬體工程，其他各組皆兼重資訊應用和硬體工程兩大類課程。此外，交通大學也整合不同領域學系開設光電科技、網際網路、生物資訊、網路社會、電腦軟體、智慧財產權、科技管理、3C 整合科技、數位圖書資訊，及半導體製造管理製商整合等學程，供學生選修 (<http://www.csie.nctu.edu.tw>)。

3. 清大資工

清大資工課程規劃在大二前以基礎理論課程為主，大三之後則為多元領域的專業理論、應用及實作課程。為培育具專業知識、應用能力和獨力研究之 IT 專才，將選修課程歸納為應用物理、系統、電路與計算機硬體、計算機系統和計算機應用等五個群組，前三個群組是由電機系所開設，包含電子學、電路學、電子元件、光電工程、數位訊號、電

動機械、控制系統、積體電路等硬體和工程類課程，後兩個群組則以資訊應用類課程為主，其專業課程見 (<http://www.cs.nthu.edu.tw>)。

4. 中央資工

中央資工之專業必修課程分為基礎理論、系統軟體、計算機硬體和 IT 應用四類。在專業課程規劃上，其與清大資工之必修學分數較少，選修則較多 (見表 9)。其專業選修課程包含多元應用領域，超過一百個選修科目，並與其他系所合作設立光電、材料、半導體、電子商務、資訊傳媒、生物資訊、微系統科技整合等學程，以利學生適性發展，其專業課程見 (<http://www.csie.ncu.edu.tw>)。

5. 成大資工

成大資工之課程內容以積體電路輔助設計、計算機系統、多媒體系統、電腦網路、資訊安全、人工智慧、軟體工程與物件導向系統、分散式系統與作業系統設計、編譯系統、資料庫系統、語音處理，以及影像與圖像技術等十二項資訊技術為主，並提供軟體工程和電腦多媒體數位設計兩學程，修畢學程可取得專業學程證書，其專業課程見 (<http://www.cs.ccu.edu.tw>)。

6. 中正資工

成為 IT 領導與創新人才的搖籃是中正資工之教育願景，其為中南部公立大學中，最早成立涵蓋大學部、碩士班及博士班完整學程者之資訊系所。大一以數學和 IT 基礎課程為主，大二大三重視理論和應用課程，大四則可依興趣選修。由表 10 可知，其專業必修課程未列科學領域相關科目，此不同於其他 8 校系，其專業課程見 (<http://www.cs.ccu.edu.tw>)。

7. 臺師大資教

臺師大資教除培育 IT 專才外，也肩負培

育中等學校資訊科學師資的使命，招生人數較其他學校少。由表 9 可知，其專業選修課程學分數較少，此乃因部分學生會選修中等教育學程，須修 154 學分方能畢業。但是，其仍設有眾多的選修課程，供無意擔任教職的學生朝 IT 專業領域發展，其專業課程見 (<http://www.ice.ntnu.edu.tw>)。

8. 淡大資工

淡大資工之在校學生數為九校之冠，但受限師資人數，其專業課程內容與其他各校相近。在整體規劃上，其專業課程可歸納為網路及分散式系統、圖書及多媒體系統、軟體工程及軟體系統、人工智慧與專家系統、程式語言與電腦學理、電腦硬體系統等六大領域，而各領域又可分成基礎、進階和特殊三階層。大一以共同、通識及基礎理論課程為主，大二為軟、硬體及數學等課程，大三及大四則朝軟體及特殊應用領域發展，其專業課程見 (<http://www.cs.tku.edu.tw/tw/introduction/course.jsp>)。

9. 逢甲資工

逢甲資工每年招生數眾多，為中部 IT 專

才之重鎮。課程規劃採學程制，與交大資科學程制不同點為該系提供電腦系統、軟體工程、3C 及網際網路工程等四學程，學生須修畢上述任一學程，方能取得學位。表九所列之專業必修課程包括院定必修和學程必修，其院定必修為 41 學分，各學程之必修為 30 至 33 學分，選修則為 27 至 30 學分，任一學程之必、選修學分數總和為 60，其專業課程見 (<http://www.iecs.fcu.edu.tw>)。

(二) 課程規劃之特色

綜觀上述九校系之基本資料、專業課程規劃及課程內容，筆者等整理各校系專業必修課程涵蓋之科目類別及學分數於表十一，並統計各科目被列為必修之概況，做為該科目重要程度之參考指標，再依科目排序列表。其中逢甲資工雖具四學程，但統計時仍視為一校，表 11 之中分別以 A、B、C、D 代表電腦系統、軟體工程、3C 和網際網路工程等學程，歸納各校系專業課程規劃之特色於后。

表 11 臺灣九校系專業必修課程內容及學分數

課程	校系										備註				
	臺大資工	交大資工	清大資工	中央資工	成大資工	中正資工	臺師大資教	淡大資工	逢甲資工						
									A	B	C	D	開設校數(校)		
數學領域															
微積分	8	6	6	6	6	8	6	6	6					9	
離散數學	3	3	3	3	3	3	3	4	3					9	
線性代數	3	3	3	3	3	3	3	3	3					9	
機率	3	3	3*	3*	3*	3	3*	3	3	3				9	*：機率與統計
工程數學			3	3	3	3		3	3					6	
數值方法								3						1	
自然科學領域															
普通物理	6	6*	6	6	6		6**	4	3					8	*：物理/化學/生物 **：物理/生物
普物實驗			2	2	2		2	2	1					6	
工程領域															
數位系統設計	3	4*		4*	4*	4*		4*	3	3				7	*：數位系統導論含實驗(1)

1. 學位主修領域單一化：除逢甲資工採學程制，其餘校系皆提供單一學位課程。若學生欲朝跨領域發展，可採加選輔系方式或選修跨院系學程，前者

為九校系皆具之修業方式，如加修資訊管理為輔系；而後者則為上述之臺灣各校系中多數採行之方式，6校開設與 IT 相關之跨院系學程見表 12。

表 12 臺灣六校開設與 IT 相關之跨院系學程

校名	學程名稱(學分數)		
臺灣大學	光電顯示技術 (20) 奈米科技 (24) 晶片系統商管 (21)	知識管理 (20) 光機電系統 (21) 科技創業與管理 (20)	生物資訊 (20) 積體電路設計 (22)
交通大學	光電科技 (18) 網路社會 (18) 科技管理 (21) 半導體製造管理製商整合 (33)	網際網路 (24) 電腦軟體 (24) 3C 整合科技 (24)	生物資訊 (24) 智慧財產權 (18) 數位圖書資訊 (24)
清華大學	奈米科技 (15) 半導體產業與製造 (18)	電子商務 (15) 資訊傳媒 (15)	生物資訊 (15) 微系統科技整合 (15)
中央大學	光電 (27) 材料 (20) 半導體 (20)	資訊管理 (21) 工程管理 (25)	生物資訊 (23) 積體電路設計 (24)
成功大學	軟體工程 (21)	電腦多媒體數位設計 (28)	
逢甲大學	半導體製程 (24) 科技管理 (24)	電子商務 (24) 地理資訊 (24)	生物科技 (24) 電腦輔助研發 (24)

2. 選擇主修學程齊一化：除交大大一新生不分系之外，其餘校系大多採入學即分系並確定主修學程，學生入學後欲變更主修學程，須參考轉系申請或考試。

3. 開設學碩士合班課程：除交大資工「五年碩士、七年博士」學制外，各校系皆逐年增加成績優異大學部學生直攻碩士機會，並增設大學高年級和碩士班學生皆可選修之課程，以擴充優秀學生的發展機會。

4. 課程安排簡單化：除臺師大資教招生少於 50 名，其餘 8 校系每屆新生約 100-200 位，所以將學生的先備知識與技能視為一致，而「程式設計」課程不安排分級課程。

5. 專業必修課程繁重：由表 9 可知，各校系為達成教學目標，畢業最低學分數大多高於大學法之規定 (128 學分)，專業必修課程幾乎占專業學程三分之二強，並提供課程安排建議，如臺大資工建議學生每學期至少選 15 至 18 專業必修學分，以循序漸進成為 IT 專才。

6. 專題課程加強實務經驗：由表 11 可知，各校系為增進學生之實作能力，皆設有「專題製作」或「專題實習」課程，且大多將其列為必修，以鼓勵其研發創意，並充實團隊合作經驗。

7. 加強學生外語能力：為提升學生外文能力和國際競爭力，部分校系的專業課程已逐漸採英語授課，而逢甲資工

還設有頒發英文修課證書或優先推薦申請獎學金等措施，鼓勵學生選修英語授課之專業課程。

此外，由表 11 所列之各領域課程內容可知，資訊科系之專業必修課程繁重。在數學領域，微積分、離散數學、線性代數及機率為各校系之必修，其次為工程數學及數值方法等科目。在自然科學領域，多數校系僅列普通物理為必修。在工程領域，數位系統、電子學、數位邏輯、資電概論為較多校系之

必修科目。在 CS 領域，資料結構、演算法及作業系統為各校系之必修，其次為計算機概論、程式語言、編譯器、專題、程式設計、計算機組織、組合語言、計算機網路、計算機結構、系統程式、資料庫等科目。換言之，上述九校系在 CS 領域之專業必修課程與美國五校系相同，皆以程式設計和軟體開發為核心課程，但臺灣校系更重視資料結構和演算法等課程。

伍、國內外大學資訊相關學系課程之比較

一、資訊專業課程之相同點

(一) 配合 IT 發展調整課程結構

專業課程之調整須經系課程委員會審查通過，方能執行。為因應 IT 快速發展，國內外各校系亦適時調整課程，諸如於專業選修課程開設物件導向程式設計、XML、JAVA 程式設計、網路理論與應用以及資料安全等課程。

(二) 專業必修課程以理論為主

本文列舉之美國五校系皆屬研究型大學，臺灣九校系之台大、交大、清大、中央、成大經教育部於 91 年遴選為指標型大學，台師大列為指標型大學候補，而各校系皆肩負培育市場所需人力及專業領域研究人才之使命。由表 6、7、10、11 可知，國外五校系及臺灣九校系的必修課程不僅理論科目頗多，總修習時數高，且皆以數學、工程和 CS 的理論為主，此皆可讓學生為未來的發展做好準備。

(三) CS 領域之必修科目偏重程式設計課程

由表 7 與 11 之必修科目統計結果可知，

CS 領域的程式設計、資料結構、演算法等科目為必設的核心課程，即程式設計為資工系學生必備的基本能力之一。

(四) 專業選修課程重視應用與實作

國內外各校系為增進學生之實務經驗和團隊合作能力，皆致力創新課程的設計，如 MIT-EECS 與業界協定的實務學程 (VI-1A、VI-2A 和 VI-3A)、UCB-EECS 實習課程、合作研究專題或校內之專題製作等課程，而臺灣各校系將「專題製作」或「專題研究」列為必修，也設有實驗、製作或實習課程，皆為豐富學習內容的實例。

二、資訊專業課程之相異點

(一) 國外各校系的畢業學分數偏高

臺灣各校系之專業資訊課程大多採每學期 3 學分之規劃，但國外校系各課程之授課時數計算方式略有差異，如 MIT-EECS 的專業必修課程為 9-12 units，CMU-CS 為 5-12 units，Stanford-CS 和 UCB-EECS 每科約為 4-5 units，而實施方式大多為 3 小時講授，其餘時間為實驗或作業與討論，僅 UIUC-CS 以 3 hours 的科目居多，與臺灣實施方式較相

似。此外，CMU-CS 建議學生每學期至少須修 45 units，即全職學生每週至少花 45 小時於課業，方能於 4 年後取得學位。

(二) 國外各校系學程規劃較多元化

由表 8 及 12 可知，臺灣各校系多採單一主修學程，配合系內或跨院系學程，供學生適性發展。國外各校系因招生人多，人力、設備及教學資源較豐富，可開設兼顧學術、技術和應用的多元主修學程，並提供較多的專精領域選修課程，如 MIT-EECS 提供 VI-1、VI-2 和 VI-3 學程，UCB-EECS 設有電機電腦工程(ECE)和電腦科學與工程(CSE)學程，CMU-CS 提供 CS、人機介面(HCI)和機器人研究(RI)學程，不僅具整合性和前瞻性，也配合社會及科技發展，培育跨領域整合人才。

(三) 臺灣各校系朝獨立設系發展

臺灣資工系均為獨立設系，國外則各校系不一，如 MIT-EECS 和 UCB-EECS 即電機工程(EE)與 CS 不分系，課程規劃含 EE 和 CS 領域，而 Stanford-CS、CMU-CS 和 UIUC-CS 則獨立設系，但五校系皆整合特殊應用領域以發展其特色，如 MIT-EECS 整合生物電機工程領域，CMU-CS 強調人機介面，Stanford-CS 側重數學和人工智慧，UIUC-CS 則重視數學和應用課程。

(四) 臺灣各校系未提供配合能力分級的彈性課程

由表 3 及 4 的基本資料可知，臺灣九校系之系齡雖短、專任師資雖少，除淡大資工和逢甲資工外，其餘六校系學生可擁有之教師資源較美國五校系高。但臺灣校系學生數少，也易造成不利影響，如不易開設配合學生能力之分級課程，以及多元化的選修科目

分散學生人數，導致修課人數不足而無法開課。

(五) 國外各校系學程重視程式設計和程式語言等專業必修課程

由表 7 可知，MIT-EECS、Stanford-CS、CMU-CS 和 UIUC-CS 皆重視程式設計及程式語言課程，CMU-CS 規定之必修學分數更高達 30 units。反觀表 11 之統計結果，臺灣部分校系將程式設計融入資料結構、演算法和計算機概論等課程中，以奠定學生程式設計能力之基礎。

(六) 臺灣各校系偏重網路及應用的課程

參酌各校系之專業必、選修課程內容，可知美國五校系皆朝其朝專精領域開設選修科目，臺灣九校系的專業選修課程偏重網路、多媒體及 IT 應用領域，如臺大資工以資料庫應用及資訊管理、網路應用等課程較多，交大資工設資訊系統、系統設計、網路工程及多媒體工程等四個分組課程，清大資工則開設 web 程式設計、網路程式設計、多媒體技術與應用及多媒體資訊系統等技術應用導向課程，中央資工的選修課程以軟體發展、網路理論、技術與應用及資訊管理相關者較多，中正資工則設有軟體工程、軟體品質管理、電信網路等課程，成大資工則有多門通訊網路、軟體工程及電腦視覺相關課程，臺師大資教也設立多門影像處理及無線網路相關課程，淡大資工設有多門多媒體應用和影像處理課程，逢甲資工的電腦系統、軟體工程、3C 科技和網際網路工程等四學程則著重 IT 應用與實作課程。

(七) 臺灣高中無大學先修電腦科學 (APCS) 課程

美國約 49% 的高中設有 AP 課程供學生

選讀，學生經 AP 測驗合格者，則可憑成績證明抵免大學學分 (Riley, 1999)。但臺灣高中缺乏 AP 課程，僅部分大學提供先修機會，讓高中生隨班附讀選修大學課程。

(八) 臺灣學程所需之學費較低

自表 5 及 9 可知，國外大學資訊科系之學分數大多高於我國，但部分校系之上課時數為包含教授講授、實驗及作業討論等，如 MIT-EECS 及 CMU-CS。臺灣各大學資訊科系雖學分數較少，但上課時間多以教授講授

為主，學生討論活動多於課後時間進行，學生實際所花之修習時數未必少於國外，但若以學生選修學分數計算學費，臺灣之採計方式則比國外之學費為低。

(九) 臺灣校系大多以資訊工程系命名

從表 3 和表 4 可知，美國五校系之命名雖不一，但以 CS 為主，而臺灣之校系名稱皆為資訊工程系，表示各校系的教學目標皆期望學生成為理論知識和實作技術兼具的 IT 專才。

陸、對臺灣的大學資訊相關學系課程發展之啟示

為達成建立「綠色矽島」，臺灣諸多高等教育學府須規劃符合 IT 發展且具前瞻性的資訊專業課程，以培育切合國家和社會所需的人才。前述 ACM 和 IEEE-CS 提出之 CC2001，此列舉國內外資訊專業課程之規劃、特色及異同。以下分別整理美國五校系、臺灣九校系專業課程與 CC2001 知識領域之對照於表 13 及 14，其中專業課程含必修及選修，必修部分見前述所列科目，選修部分因各校系開設之科目眾多，受篇幅所限，難以盡列 (讀者可參閱各校系之網站)。此外，筆者等也歸納 CC2001 和國外各校系資訊專業課程規劃，可供臺灣各大學資訊相關科系借鏡之處，分述如下列：

一、技術與人性化應用需求的均衡發展

楊龍立與潘麗珠 (2005) 將課程學者提出之課程組織原則整理為：範圍、繼續性、順序性、銜接性、連貫性、相關性、彈性、平衡性、分化性及統合性等十項，其中平衡性即指多元學科安排須均衡，以免課程內容偏頗於單一觀點。由表 14 可知，臺灣資訊專

業課程組織不僅涵蓋 CC2001 諸多知識領域之核心範圍，在理論和技術部分更有過之而無不及，但人機介面卻常被忽略，而軟體工程則列於選修。在軟體工業已成為臺灣 IT 發展重點之一，但大學卻忽略此部分之課程，將使業界增加教育訓練成本，也延誤國家科技發展政策目標的完成。各大學發展資訊專業課程時，應留意課程內容的平衡性，如同廣告標語—「科技始終來自於人性」，當學生多留意與人類生活相關的議題，將有助激發科技創新應用的契機。

二、發展橫向連貫的跨系際整合學程

跨系際整合學程不僅承繼課程組織之統合性、銜接性 (水平銜接)、相關性等原則，更培育資訊社會所需的專業技術與科際整合人才，如科技法律、生物科技等皆為具發展潛力之產業，臺灣大學資訊科系在發展跨系際的整合學程方面，仍有很大之發展空間。此外，資訊科系課程繁重，如何激勵學生修習多元領域學程，以培養業界急切需求的科際整合人才，也將是各校系應努力之方向。

表 13 美國五校系之資訊專業課程與 CC2001 知識領域之對照

校系	MIT-EECS	Stanford-CS	UCB-EECS	CMU-CS	UIUC-CS
DS	△*	◎	○	○	◎
PF	◎	◎	◎	◎	◎
AR	◎	○	○	○	○
AL	○	◎	◎	◎	◎
SE	◎	◎	○	△	○
PL	△	○	○	○	◎
OS	△	○	○	○	◎
SP	◎	○	◎	△	◎
NC	△	○	×	○	○
IS	○	◎	△	○	○
IM	△	○	○	○	○
HC	△	○	○	△	○
GV	△	○	○	○	○
CN	△	○	×	△	◎

*：表內符號指課程類別涵蓋 CC2001 知識領域的對應關係，「◎」指必修或限制選修，「○」指列有科目的限制選修，「△」指非限制選修，「×」指未開設涵蓋此知識領域的相關課程。

表 14 臺灣九校系之資訊專業課程與 CC2001 知識領域之對照

校系	臺大資工	交大資工**				清大資工	中央資工	中正資工	成大資工	臺師大資教	淡大資工	逢甲資工***					
		A	B	C	D							A	B	C	D		
DS	◎*		◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎				
PF	◎		◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎				
AR	◎		◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎
AL	◎		◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎				
SE	△		◎			○	○	○	△	◎	△	△	◎	△	△	△	△
PL	◎		◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△
OS	◎		◎			◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎				
SP	◎		◎			◎	◎	◎	◎	△	◎		◎				
NC	◎	△	○	○	△	○	◎	○	△	◎	◎	△	◎	◎	◎	◎	◎
IS	△	△	○	△	△	△	○	○	△	△	△	△	△	△	×	×	×
IM	◎	△	○	△	○	○	○	○	△	◎	◎	△	◎	△	△	△	△
HC	△	△	△	△	○	△	×	×	△	△	△	△	△	△	×	△	△
GV	△	△	△	△	○	△	○	○	△	△	△				△		
CN	△	△	○	○	△	○	○	○	◎	△	◎	△	×	×	×	×	×

*：表內符號指課程類別涵蓋 CC2001 知識領域的對應關係與表 13 同。

**：A、B、C、D 分別為系統設計、電腦系統、網路工程及多媒體工程 4 組。

***：A、B、C、D 分別為電腦系統、軟體工程、3C 科技及網際網路 4 學程。

三、建立縱向銜接的學碩士整合學程

臺灣各校系雖逐漸增加學士直攻碩士名額，但在課程的規劃及修業規定，除開設學碩合班課程外，並未做適切調整。若能在規劃整合學碩士學程考量繼續性、順序性、銜接性（垂直銜接）、連貫性及統合性等課程組織原則，將可豐富學程內容，精簡修業時間，並鼓勵優秀學生發揮其學習潛能。

四、嘗試自主學習式的自我步調課程

Zimmerman、Bonner 及 Kovach（林心茹譯，2001）認為自律學習活動（self-regulatory activities）對學生的有效學習具影響力，具體的自律學習可提高學生的學習，並提升學生的自我效能。隨著網際網路環境的發展，遠距學習已成為修課型態之一。臺灣各校系也開始提供線上教材，輔助學生自主學習，如交大網路教學課程（http://www.cc.nctu.edu.tw/~nacad/netclass/nc_class.htm）和台大非同步教學課程（<http://ceiba.cc.ntu.edu.tw/course5.html>）。若能設計適切指導和評量制度，自主式的自我步調學習課程可使學生的學習更具彈性，如UCB-EECS 諸多程式設計自我步調課程皆具良好實施成效。

五、程式設計課程配合學生能力的分級實施

臺灣的高中電腦為選修課程，大學資訊科系新鮮人的程式設計先備知識和技能可能有差異，若能提供配合學生能力的分級課程，不僅符合課程組織之彈性原則，教學者較易準備適切教材，亦可因應學生個別差異，對提升教學品質將有正面助益（楊龍立、潘麗珠，2005）。

六、各科目學分數配合課業內容適度調整

臺灣大學資訊科系的科目，其學分數相同者不代表等重之課程負擔，若能配合課業內容適度調整學分數，有助於學生瞭解各科目的內容份量，調配課後學習時間。如CMU-CS 為科目所設之“unit”數量即代表學生每週須花於該科目的小時數。

七、與業界建立產學合作

提升大學知識創新與國際競爭力是大學教育發展藍圖規劃重要內容之一，具體做法則有加強高等教育國際化和人才培育回應社會需求（黃政傑，2001）。國家經濟發展以科技產業為重點，與產業界合作可培養團隊合作能力和溝通技巧，並可配合科技發展，培養熱門領域所需兼具理論知識和實務經驗之人才。

柒、結論

World Economic Forum 公布的「2004-2005 全球競爭力報告」中，臺灣的成長競爭力為全球第四名，此歸功於科技領域表現。依據 2005 年 1 月「第七次全國科學技術會議」結論，國家中長程科技發展方向以資訊與軟體、電信系統、微機電與精密機械、能源與環境、前瞻材料與化學品、生物與生醫等六

大技術為主軸；而經濟部擬定的「兩兆雙星產業發展計畫」中，則以半導體、影像顯示、數位內容及生物技術與醫藥工業等四大產業為發展重點。此外，2005 年 6 月 104 人力銀行分析 14 萬筆社會新鮮人工作機會，光電通訊、電子及半導體產業分居第一、三、五名。由上述國家科技研究計畫內容及就業市場人

動態，可推測半導體、影像顯示（光電）、通訊網路、生物資訊、軟體工業及數位內容等將是未來 IT 重點發展方向。再者，依企業用人因素（魏棻卿、楊永妙，2002）、兩岸人才競賽（林婉蓉、徐嘉卉，2002）及臺灣科技大學對校友進入業界之適應力及競爭力（劉清田、朱子君，2000）等調查顯示，企業用人最重視之因素依序為敬業和工作態度、專業能力、團隊合作精神、學習能力、人格特質是否符合公司文化、情緒穩定度、忍受挫折度、領導潛力及畢業學校等，兩岸企業迫切需求者則為科技整合人才，而職場中科技專才需加強語文能力，方能因應全球競爭力環境。歸納上述調查結果，業界所需之 IT 專才須具專業、高情緒智商、語文溝通及跨領域整合等能力。

課程規劃與實施對教育願景及教學目標之達成有重大影響，觀之我國大學 IT 相關學

系的課程規劃，皆能符合科技發展，兼顧理論研究與技術應用，培育社會所需的資訊專業人才。在課程發展上，各校系可參酌校內人力、物力及教學資源現況，選定重點領域，以發展具特色之課程；在課程設計上，可增設人機介面，將社會議題和軟體工程列為限制選修課程，發展跨領域及校際的整合學程，並加強通識、人文和語文等課程，以培養具科技整合和溝通能力的 IT 人才；在課程實施上，可發展遠距教學和自主學習，增加學習彈性；以及與業界合作開設實務課程，將有助於培育符合產業需求、具理論知識、解決問題和團隊合作能力的 IT 人才。微軟公司總裁比爾·蓋茲（樂為良譯，1999）強調新世紀競爭的成功關鍵在於「速度」，如何加速培育 IT 人才，也是未來資訊專業課程規劃和實施須考量的重點之一。

參考文獻

- 大學法 (2002)。全國法規資料庫。2005 年 8 月 31 日，取自 <http://law.moj.gov.tw/Scripts/Query4B.asp?FullDoc=所有條文&Lcode=H0030001>
- 何榮桂 (2001)。從九年一貫新課程規劃看我國資訊教育未來的發展。《資訊與教育》，85，5-14。
- 林心茹 (譯) (2001)。拜瑞·利莫曼 (immerman, B. J.) 席貝斯坦·包納 (onner, S.) 羅柏·柯維奇 (Kovach, R.) 著。《自律學習》。台北：遠流。
- 林婉蓉、徐嘉卉 (2002)。兩岸人才直接過招—「兩岸人才競賽」獨家調查。《遠見雜誌》，188，100-105。
- 徐子超 (譯) (2001)。大衛·布魯克斯 (Brooks, D.) 著。《BOBO 族：新社會菁英的崛起》。台北：遠流。
- 黃政傑 (2001)。《大學教育改革》。台北：師大書苑。
- 楊龍立、潘麗珠 (2005)。《課程組織理論與實務》。台北：高等教育。
- 劉清田、朱子君 (2000 年 10 月)。教育改進與業界需求。東吳大學虛擬教育學院。2005 年 8 月 31 日，取自 http://vschool.scu.edu.tw/Class02/Content.asp?Data_Code=102
- 樂為良 (譯) (1999)。比爾·蓋茲 (Gates, B.) 著。《數位神經系統：與思考等快的明日世界》。台北：商業周刊。
- 魏棻卿、楊永妙 (2002)。台、成、清、交是企業界最愛-《遠見》雜誌獨家調查-企業最愛大學前十五名排行榜。《遠見雜誌》，192，146-155。
- ACM/ IEEE Task Force (1991). A summary of the ACM/IEEE-CS joint curriculum task force report: Computing Curricula 1991. *Communications of the ACM*, 34(6), 9-84.
- ACM/ IEEE Task Force (2001). *Computing Curricula 2001*. Retrieved September, 1st, 2005, from <http://www.computer.org/education/cc2001/index.htm>
- Morse, R. J. & Flanigan, S. M. (n.d.). America's best colleges 2005-Undergraduate ranking criteria and weights, *U.S. News & World Report*. Retrieved September, 1st, 2005, from http://www.usnews.com/usnews/edu/college/rankings/about/weight_brief.php
- Riley, R. W. (1999, September 15). *Changing the American High School to Fit Modern Times*. Retrieved September, 1st, 2005, from <http://www.ed.gov/Speeches/09-1999/990915.html>

致謝

本文承 Peggy Carney (graduate administrator, EECS/MIT)、Amanda Cleaver (classroom scheduling, EECS/UCB)、Catharine Fichtner (CS underground program coordinator, Carnegie Mellon University)、Mike Brzozowski (CS course advisor, Stanford University) 及臺師大資教所林美娟教授等提供課程實施及調整相關資訊，謹致謝忱，筆者等也要對匿名的審查者的建設性意見表示謝意！

作者簡介

何榮桂，國立臺灣師範大學資訊教育研究所，教授

Rong-Guey Ho is a professor of Graduate Institute of Information & Computer Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan. E-mail: hrg@ntnu.edu.tw

陳麗如，國立臺灣師範大學資訊教育研究所，博士班研究生

Li-Ju Chen is a doctoral student of Graduate Institute of Information & Computer Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.

吳正己，國立臺灣師範大學資訊教育研究所，教授

Cheng-Chih Wu is a professor of Graduate Institute of Information & Computer Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan.

收稿日期：94.11.23

修正日期：95.06.28

接受日期：95.07.04

Tailored Curricula for Becoming Bobos in the Field of Computer Science — Viewing the Bachelor Programs of Computer Science through ACM/IEEE CC2001

Rong-Guey Ho Li-Ju Chen Cheng-Chih Wu

Graduate Institute of Information & Computer Education, National Taiwan Normal University

Abstract

Fulfilling the “Green Silicon Island” is our country’s vision. With the need of information technology professionals, there are more universities providing computer science programs for freshmen and more freshmen majoring in computer science even if some freshmen know little about computer science education or computing curricula. The computing curricula not only affect the quality of information technology professionals but also influence the development of our country. In this essay, we introduced the Computing Curricula 2001(CC2001) recommended by IEEE and ACM. Second, we took some computer science bachelor programs in USA and Taiwanese universities for examples, and compared their characteristics of curricula. Finally, we analyzed the influences of the CC2001 and American computer science bachelor programs on Taiwan programs; this analysis is useful for the faculties of universities and for information technology businesses.

Keywords: higher education, computer science education, computing curriculum