



臺灣大專院校資訊相關系所課程內容與 資訊人才職能需求情形之評估

An Evaluation of Taiwan's College Course Requirements in Information-Related Programs and the Competencies required by the Market

謝佩璇¹

Pei-Hsuan Hsieh

游佳萍^{2*}

Chia-ping Yu

邱厚儕³

Hou-chai Chiu

摘要

本研究目的是探究在臺灣學界與業界，資通訊科技相關專業人才供需情形。研究採用次級資料分析法，統整近年經濟部工業局重點產業專業人才需求推估的調查報告，以及參考美國課程指南IS2010、CE2016知識內容及其相對應課程領域，分別探討臺灣大專院校資訊管理、資訊工程相關學系的開課情形。經過三階段篩選後，八間公私立大專院校之資訊管理、資訊工程相關學系為人才培育的代表樣本。分析其教學相關資料後得知，資訊管理相關學系在兩個課程領域開課量充足、資訊工程相關學系在三個課程領域開課量充足。開課量充足的課程領域可涵蓋較多職業別，可視為有滿足職能需求；然而，未來產業需求人才的培育，目前臺灣大專院校開課情形是否涵蓋多個資通訊科技相關課程領域，值得本研究提出探討。

關鍵詞：資訊管理、資訊工程、人力需求評估、高等教育、重點產業

Abstract

The purpose of this study is to investigate the supply-and-demand status of information and communication technology professionals in certain industries and learning institutions in Taiwan. The study adopts secondary data analysis methods to summarize Taiwan's Industrial Development Bureau's "Needs Assessment Survey of Professional Labors in Key Industries" collected in recent years. We also reviewed the academic program guides in the United States (IS2010 and CE2016), especially the body of knowledge and their corresponding course areas, which are referenced by Taiwan's information management and information engineering programs, respectively. After a three-stage filtering procedure, eight public and private colleges were selected as a representative analysis sample for talent development, and the course offering status of these colleges was examined. The analysis results show that information management programs offer plenty of courses in two areas, whereas information engineering programs have an abundance of courses in three areas. Areas that have sufficient course offerings can cover more job types and can be viewed as putting school learning into practice. However, the key industries will involve more course

¹國立政治大學資訊科學系(教育學系合聘)hsiehph@nccu.edu.tw

²淡江大學資訊管理學系教授 cpyu@mail.tku.edu.tw*通訊作者

³淡江大學資訊管理學系碩士生 hugo.chiou@gmail.com

areas in the future. It is thus a worthy effort to discuss the status of course offerings in the selected colleges.

Keywords: Information Management, Information Engineering, Work Force Needs Assessment, Higher Education, Key Industry

1. 緒論與相關文獻

2019年底全球流行性傳染病開始影響各國經濟，Manpower Group於2020年進行的研究報告指出，雇主提供靈活的遠距工作型態並且重視員工健康與生活平衡，才能吸引優秀的科技人才。臺灣的防疫有成，Manpower Group於2020年末預估除了服務業與同期相比衰退，其他產業將會招募更多員工，尤其是雲端運算、電子商務及電玩遊戲等產業的增長，職缺將包括：雲端架構師、前端工程師、支援工程師等專長的人才居多。在臺灣，2016年至2018年，資通訊科技相關職缺逐年增長，2016年相較於2014年已增長一倍，2018年相較於2014年職缺更增長近四倍(網管人，2018)。科技變革需招募更多科技人才且職能需求更高，包括：雲端運算、行動應用、大數據、人工智慧、物聯網等技術，然而「百大好缺」調查排名前30名清單中，有14個正是資通訊科技相關的工作職缺(網管人，2019)。

根據教育部統計處2016年的調查資料可知，臺灣許多大專院校幾乎都有設置資訊管理學系或資訊工程學系，並且參考「美國計算機協會」(ACM)與「電氣和電子工程師協會—計算機學會」(IEEE-CS)於2005年提出《計算課程CC2005》(Computing Curricula 2005)，共計五大類課程：資訊系統(IS)、計算機工程(CE)、計算機科學(CS)、資訊科技(IT)與軟體工程(SE)，其中以「商管類」與「工程類」是最常設立於各大專院校的類別(ACM & AIS, 2010; ACM & IEEE-CS, 2013; ACM & IEEE-CS, 2016; ACM, 2017)。即使學校的資訊管理學系大多隸屬商學或管理相關學院，資訊管理學系的課程內容，除了包括商業管理課程，還包含資訊系統(Information System, IS)以及部分資訊科技類(Information Technology, IT)的課程。各大專院校的資訊工程學系多隸屬於電機或資訊相關學院，課程內容主要是以計算機工程類(Computer Engineering, CE)，輔以部分的計算機科學類(Computer Science, CS)、軟體工程類(Software Engineering, SE)及資訊科技類(IT)課程(Apigian & Gambill, 2014; Babb, Waguespack & Abdullat, 2019; Mills, Velasquez, Fadel, & Bell, 2012; Matthee & Turpin, 2019; Leidig, Ferguson, & Reynolds, 2019; Karanja & Grant, 2020)。簡言之，目前資訊科技教育培育資訊人才，最普及的兩個代表學系：資訊管理學系與資訊工程學系，並且課程內容大多參考美國計算機協會(ACM: Association for Computing Machinery)與電氣和電子工程師協會—計算機學會(IEEE-CS:IEEE computer society)於2005年提出的《計算課程CC2005》(Computing Curricula 2005)針對資訊系統類及計算機工程類的課程建議(何榮桂、陳麗如、吳正己，2007)。

然而，資通訊科技產業人才運用的問題，從2018年指出最嚴重的是人才數量不足、其次是人才外流、人才專業不足(經濟部工業局，2015)，並且已經橫跨所有產業。彙整經濟部工業局於2016年至2018年指出資通訊科技相關的重點產業，如表1可知，產業期望的資訊人才除了擁有資通訊科技相關的專業能力之外，也能具有跨領域能力。國家發展委員會於2021年提出未來三年重點產業人才調查及推估報告，更強調臺灣近年來資通訊領域缺工將越來越明顯，尤其是人工智慧應用及其相關設計服務等產業，在招募已遭遇困難。事實上，教育機構若要設立相關系所需花費2-3年的時間，加上讓大專院校的畢業生能勝任日益變化的新興科技產業且學有所成，至少還需要

在職訓練4-6年，這些工作內容無法從既有的職能訓練達到的滿足，如此有6-8年的時間落差，實在難以因應產業界的快速需求變化。

表 1. 資通訊科技相關的重點產業

資通訊科技產業	關鍵技術型人才	關鍵服務型人才
IC 設計	軟硬體技術及其他產業技術	國際供應鏈生態競爭力
通訊	軟硬體技術，包括人工智慧	技術應用且掌握使用者經驗
雲端服務	大數據、通訊、人工智慧	服務創新、跨領域專案
資料服務	大數據、通訊、軟硬體整合	數位行銷、商業決策

綜上所述，業界與學界的供需情形值得探究，尤其是資通訊科技相關專業人才培育課程內容。本研究以次級資料的分析方法，蒐集、彙整與檢視目前提供資通訊科技專業人才培育的資訊管理、資訊工程學系所開設的必修、選修課程，包括：影響修課品質與學習成效的系所專任教師人數、在學生數等面向，以了解未來的關鍵資通訊科技專業相關人才畢業後，能在投入職場時將所學得的知識應用出來的情形。期待本研究評估結果，可提出具體改善資通訊科技相關專業人才培育的方向與建議。

2. 次級資料分析步驟

本研究採用次級資料(secondary data)的分析方法(Largan & Morris, 2019; Stewart & Kamins, 1993)，彙整學界及業界之公開資料，例如：經濟部的產業報告、資訊相關課程設計的網路資料，藉此整理出可以輔助本研究進行學界課程及業界資訊能力需求的比較分析之資料。

本研究有興趣探討之大專院校系所的課程內容，需符合以下條件：(1)有開設完整資訊學程：依教育部於2019年統計資料(教育部統計處，2020)顯示，共計152所一般大學與技專校院，其中116校開設資通訊科技相關學門日間部學士班，其中有83所學校開設「資訊管理類」、72所學校開設「資訊工程類」，兩類學程皆有開設的共51所學校(其中20所國立、31所私立)。(2)符合前項條件，再根據遠見雜誌自2016年起，調查企業愛用大專與技職院校排名前20名與最佳公私立大學排名前五名，兩者整合出近年2017-2019年連續上榜的學校，共計五所國立、六所私立的學校，視為與企業人才需求契合度高的學校。(3)符合前兩項條件後再篩選出進入世界大學排名名單的學校：在此採用英國QS 2018年世界大學排名(Quacquarelli Symonds World University Rankings)及泰晤士2018年高教世界大學排名(Times Higher Education World University Rankings)，可視為學校與國際接軌程度較高(QS：<https://www.topuniversities.com/subject-rankings/2020>、泰晤士：<https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings>)。

經上述三個條件篩選與整理後，共八所學校為本研究調查對象。其中，有四所國立大學、四所私立大學，以代碼N(國立)、P(私立)來表示在此僅以簡易編碼方式進行比較以尊重各校人才培育的發展特色。由於每所學校都有開設大學部，再加上本研究聚焦於評估資通訊科技相關專業人才培育現況，因此進一步比較各校資管系、資工系師生數量與修業規定等情形。由於每所學校對於輔系、雙主修以及碩、博士或在職進修的招生人數有不同行政制度且課程規劃差異較大，在此不深入分析。本研究參考教育部提供的統計資料(網站：<http://udb.moe.edu.tw/>)，擷取104~107學年度(2015-2018)最新數據以利於本研究進行分析與比較。

3. 分析結果

3.1 資管系與資工系之師生概況與課程開設

首先分析自104~107學年度(2015-2018)，這八所學校的資管系(IM)、資工系(CE)在資通訊相關人才培育相關的數據資料。如表2，各校在104學年度當屆的大學生在學總人數，除了兩所私立大學的資管系在學學生數大於資工系，其他學校都是資工系大於資管系在學學生數，甚至有兩所國立大學的資工系在學學生數是該校資管系的兩倍(N1、N4)。若八所學校資管系與資工系的學生，全部在四年後完成學業進入就業市場，將可預期資工相關技術的人才會多於資管相關人才。

由於各校107學年度畢業大學生人數，大多來自於104學年度大學一年級的新生四年後取得學士學位者，在學總人數的平均值可得到每屆大約在學的大學生數量。接著，畢業人數與每屆平均在學人數的比值，經過計算後可得知，八所大學資管系中，只有兩國立大學其畢業率大於或等於1.00；八所資工系中，有一所公立大學和一所私立大學其畢業率大於或等於1.00，表示該學系在107學年度畢業生多於或等於每屆平均在學人數，這情形可能是有延畢、轉學、轉系等。然而，若畢業率超過預期每屆在學人數，表示較多大學生需較長修業期，以取得資通訊科技相關專業的學歷。

表 2. 各學校的入學人數、畢業人數與專任教師數

校系/數據	在學數(平均)	畢業數(率)	教師數	生師比
N1-IM	206 (51.50)	44 (0.85)	15.00	2.93
- CE	511 (127.75)	123 (0.96)	29.25	4.21
N2-IM	210 (52.50)	68 (1.30)	15.25	4.46
- CE	248 (62.00)	97 (1.56)	23.25	4.17
N3-IM	405 (101.25)	95 (0.94)	20.50	4.63
- CE	456 (114.00)	105 (0.92)	27.25	3.85
N4-IM	163 (40.75)	43 (1.06)	13.75	3.13
- CE	381 (95.25)	92 (0.97)	26.75	3.44
P1-IM	824 (206.00)	177 (0.86)	20.25	8.74
- CE	794 (198.50)	151 (0.76)	27.00	5.59
P2-IM	470 (117.5)	106 (0.90)	15.50	6.84
- CE	505 (126.25)	100 (0.79)	15.00	6.67
P3-IM	427 (106.75)	96 (0.90)	14.75	6.51
- CE	429 (107.25)	88 (0.82)	15.25	5.77
P4-IM	373 (93.25)	90 (0.97)	15.50	5.81
- CE	225 (56.25)	56 (1.00)	17.50	3.20

註：N：國立、P：私立、IM：資管、CE：資工

接著，分析八所學校的資管系與資工系的專任教師(講師以上)人數，由於每年教師數有1-3位新增或減少，在此計算104~107學年度教師數的平均值。結果可得知，(1)四所國立大學與一所私立大學的資管系平均教師人數超過23.25人，而三所私立大學的資管系平均教師人數低於17.5。在資工系教師人數方面，一所公立大學與一所私立大學平均教師人數超過20.25，其他三所公立大學與三所私立大學的平均教師人數低於15.5。整體來說，國立大學資管系平均教師人數高於私立大學資管系；而資工系的平均教師人數，公私立大學的差異並不大。

表3(可同時參考附件一)為各校資管系與資工系畢業最低學分數，兩者差異不大，除了N1-IM、P1-IM學系與P4-CE學系設定較高畢業門檻，其他皆128-136學分(修業規

定適用104學年度入學者)，包括專業必修與選修學分數的總計。若瀏覽這些學系的選修的課程名稱與簡述，可知皆涵蓋四大關鍵產業，例如：IC設計-演算法、程式設計、計算機組織等課程，通訊-網路概論、數位電路、計算機網路等課程，雲端服務-資料庫設計、資料結構、網路應用等課程，以及資料服務-影像處理、網路安全與管理、專案管理等課程。

表 3. 各校 104 學年度修業規定-畢業最低門檻、專業必修與選修學分數

校系	專業(必、選)	其他	總計	校系	專業(必、選)	其他	總計
N1-IM	115 (79, 36)	24	139	N1-CE	81 (51, 30)	47	128
N2-IM	102 (61, 19)	34	136	N2-CE	102 (75, 27)	34	136
N3-IM	97 (81, 16)	31	128	N3-CE	124 (94, 18)	16	128
N4-IM	79 (58, 21)	49	128	N4-CE	88 (61, 27)	40	128
P1-IM	92 (71, 21)	48	140	P1-CE	101 (74, 27)	38	139
P2-IM	81 (71, 10)	47	128	P2-CE	96 (72, 24)	32	128
P3-IM	84 (69, 15)	44	128	P3-CE	94 (79, 15)	34	128
P4-IM	86 (60, 26)	42	128	P4-CE	111 (81, 30)	30	141

註：N：國立、P：私立、IM：資管、CE：資工

3.2 課程領域對應各校資管與資工學系課程清單與學分數

根據課程指南IS2010的課程領域，針對各校資管系開設資訊相關的專業必修與必選課程清單與學分數，進一步分析各課程在14項領域課程中的開課情形(參考附件二表A)。結果可知，最多所學校(平均6.14)開設課程以「應用程式開發」領域為最多，七門不同課程共計43次的開課量。此外，七門課是每所學校的資管系都有開設，包括：物件導向程式設計、網頁程式設計、資料結構、網路程式設計、資料庫管理、網路與通訊、系統分析與設計，分布在三個不同的領域：「資料和資訊管理」、「資訊科技基礎建設」、「企業系統」。整體而言，所有學校在四個領域(「應用程式開發」、「資料和資訊管理」、「資訊科技基礎建設」、「企業系統」)，有共通性的課程，除了一項領域未開設相關課程，其他九個領域課程，各個學校著重不同的課程領域發展，提供有別於其他學校的特色課程。例如：有一所學校的資管系開設文字探勘、計算理論、作業管理等，是其他資管系較少開設的課程。

此外，根據課程指南CE2016的課程領域，針對各校資工系開設資訊相關專業必修與必選課程清單與學分數，進一步分析在12項領域課程中的開課情形(參考附件二表B)。結果可知，六所以上學校開設課程有對應到的共有三個領域，分別是：「計算機架構與組織」(平均6.67)、「軟體設計」(平均6.14)與「計算機網路」(平均6.00)。最高的開課量為42次，屬於「計算機架構與組織」領域的共七門不同課程，其次是「系統資源管理」、「計算機網路」領域。整體而言，所有學校在兩個領域(「計算機網路」、「軟體設計」)，有共通性的課程，除了一項領域未開設相關課程，其他九個領域在不同學校有不同的重視程度或師資組合。例如：有一所學校資工系開設前瞻資訊科技、資訊與社會，是其他資工系較少開設的課程。值得注意的是，部分資工系課程隸屬於兩個課程領域，相較於資管課程的領域界線較為明顯，因此計算開課量在此仍需採重複計算方式。

3.3 課程領域的職能需求與重點產業對應職業別現況

在此進一步整理IS2010、CE2016課程指南之核心領域與輔助的知識類別之描述。兩個課程指南的設計方式皆相同，細分不同課程領域的主題，再將每個課程領域的內

容主題對應目前職業別現況的職能需求，接著分別針對「商管類」、「工程類」資通科技相關專業人才所需職能需求，參考經濟部工業局從2017-2020年調查報告彙整後提出的四大重點產業，將各產業對應到目前的職業別，將相似的職業名稱整合後，提出彙整表(限於本文字數與頁數，請參考附件二表C與表D及附件三分析圖)。

整體而言，四大重點產業可對應到「商管類」系所課程約17個職業別，其中雲端服務、資料服務是較多職業對應到的重點產業，其次是通訊產業，較少職業別對應到IC設計產業。依據IS2010課程指南所列的14項知識類別，除了四項可能間接對應職業別，「資訊系統基礎」、「資料和資訊管理」、「系統分析與設計」、「資訊科技基礎建設」與「應用程式開發」是各職業別極為重要的課程。此外，共有八種職務需獲得約6~8種IS2010課程領域的訓練，五種職務需獲得約5種IS2010課程領域的訓練。簡言之，未來「商管類」系所課程內容在設計上若能獲得半數以上IS2010課程領域訓練，加強硬體/軟體，尤其是IC設計相關的學習內容，讓資通科技相關專業人才具備解決技術、人員、企業流程、管理流程等複雜的資訊服務工作，未來應該可滿足所有重點產業的專業需求。

此外，四大重點產業可對應到「工程類」系所課程約12個職能需求，較多職業別對應的重點產業是IC設計，其次是資料服務，通訊與雲端服務則較少職業別對應。依CE2016課程指南所列的12項知識類別，除了一項可能間接對應職業別，「嵌入式系統」、「資訊安全」、「系統資源管理」、「軟體設計」是資工類職務較注重的課程。此外，三種職務需獲得約6~8種CE2016領域課程的訓練，九種職務需獲得約3~5種CE2016領域課程的訓練。也就是，未來「工程類」系所的課程內容在設計上若能深入學習3~5類CE2016領域課程的訓練，就能勝任多數職業別且涵蓋較多重點產業。因此，增加學習廣度也是課程內容在設計上的重點，才能使資通科技相關專業人才全面掌握系統開發、設計、測試階段的問題。

4. 結論與建議

本研究目的在評估臺灣的大專院校在資通科技相關專業的課程開設情形，對照業界目前提供的職業別來探討資訊人才是否已滿足市場的職能需求。本研究根據臺灣大專院校長年參考美國課程指南，尤其針對「商管類」、「工程類」學程的知識類別，分別對照IS2010、CE2016的課程領域，評估目前大專院校在資訊管理、資訊工程相關學系的開課情形，包括分析在學學生數、畢業生人數、專任教師人數等，以確認哪些課程領域的開課量與進入就業市場的資訊人力已經滿足哪些市場的職能需求。此外，針對未來四大重點產業：IC設計、通訊、雲端服務、資料服務的人才需求，對照目前大專院校人才培育情形與目前職業別，可預估哪些課程領域尚須加強以提出學用落差的具體改善方向。

本研究提出合適的學校篩選條件，確定四所國立、四所私立大學的資訊管理與資訊工程相關學系符合條件，從教育部統計處蒐集這些學系大學部104學年的入學人數、專任教師數(可計算生師比)、107學年度畢業人數(自104學年入學者)並且進入這些學系的網站瀏覽修業規定，包括專業必選修學分數、畢業門檻等。經過許多統計分析與圖表繪製後，對於資訊人才的職能需求情形獲得以下結論：

第一、資訊管理相關學系，大專院校畢業生視為可將所學知識應用在職場中的課程領域為「資料和資訊管理」、「資訊科技基礎建設」、「系統分析與設計」、「應用程式開發」，有超過半數以上學系開設、有較多開課量，並且畢業生可對應到較多職業別。這四個領域對未來的雲端服務、資料服務產業，所需的人才將會有所幫助。然而，

「資訊系統基礎」領域對應到較多的職業別，平均開課學校數卻較低，表示大多數的學系未加強此方面人才培育，對於市場的職能需求程度較低或者需要較長的職前訓練。反之，「IS創新與新技術」、「資訊系統戰略以及管理及收購」領域的課程在半數以上學系開設，對應到較少的職業別或無對應，因此較無法將所學知識應用在職場中。此外，「企業系統」、「企業架構」、「資訊系統專案管理」、「人機互動」、「IT安全和風險管理」、「企業流程管理」、「資訊稽核與控制」這些領域開課量較少或無開課，目前的職能需求少，但是對於未來重點產業應有相當高的職能需求。

第二、資訊工程相關學系，大專院校畢業生視為可將所學知識應用在職場中的課程領域為：「電路與電子」、「計算機架構與組織」、「計算機網路」、「系統資源管理」、「軟體設計」，這些領域有超過半數以上學系開設、有較多開課量，並且畢業生可對應到較多職業別。這些領域對於未來四大重點產業所需人才也將會有所幫助，尤其是IC設計、通訊產業的資訊人才培育。值得注意的是這五個領域中的「電路與電子」、「系統資源管理」的平均開課學校數都不及其他三個領域，卻對應到較多職業別；「嵌入式系統」、「資訊安全」、「訊號處理」、「系統和專案工程化」也有相同情形，開課量少或者平均開課學校數較少，卻對應到較多職業別，表示大多數的學系未加強此方面人才培育，對市場的職能需求程度較低或者需要較長的職前訓練。反之，「演算法」、「數位設計」在半數以上學系開設，卻對應到較少的職業別，目前所學知識較無法應用在職場中，但是對於未來重點產業應有相當高的職能需求。此外，「專業實踐」的課程領域缺乏學校提供相對應的課程，因為這些與實務經驗相關的能力，比較無法使用理論去學習，必須實際進入業界團隊中才能逐漸累積。

從上述的結論可知，學界課程培育方向與業界職能需求，兩者所仍有些許的差異，對於未來重點產業的發展與人才培育的方向，兩者大致符合。產學合作是需要持續進行的活動，但是有必要尋求一個能即時調整的合作機制，讓各課程領域的學習內容能因應全球化市場需求改進，以符合學用合一的目標(何榮桂等，2007; 張良政，2013)。一方面，業界需要提出資通訊科技相關專業的職能需求，持續修正人才培育的方向與內容；另一方面，教育機構需要規劃兼具技術與管理的課程架構，加深學習者基礎資訊技術能力，加廣科技應用時跨領域的能力，以因應職涯中快速變化的資訊科技技能需求。此外，根據2020年「人才發展協會」(Association for Talent Development, ATD)最新的人才職能模型，從73個國家進行最大規模調查三千多名從業人員，得出三個領域共23種能力，為成功專業人才學習與發展的職業藍圖(建立個人能力-7種、發展專業能力-8種、完成任務影響組織能力-8種)，相較於2014年發展的全民共通核心職能(動機、行為、知識)，如今提出完整模型且更強調專業人才在全球化時代的文化意識與包容性(郭振昌，2020)。

綜上所述，本研究具體建議學校與業界加強溝通管道，即使學校有畢業學分門檻的限制，可能無法加廣或加深課程，學校仍應定期邀請業界參與專業課程，增加多樣化的新技術課程，例如：與業師合作，在課程中提供最新資通訊科技相關專業知識。教學也可採問題導向式引導學生，搭配儀器或設備進行實作，讓學生能充分與實作連接。此外，約四年左右全面檢視與調整課程架構，以避免忽略對於未來重點產業的重要課程內容(Apigian & Gambill, 2014; Karanja & Grant, 2016; Mills 等, 2012)。最新的《計算課程CC2020》除了五大類課程指南，還增加兩個課程指南：網路安全(cybersecurity, CSES2017)以及資料科學(data science, DS202x仍編修中)，前者採用布盧姆分類學(Bloom's Taxonomy)已經提出相對應的核心領域與輔助知識類別，並且課程強調資訊跨領域(Computing + X)或各領域跨資訊(x + Computing)的課程內容，以提

供產業需求的教育訓練內容，包括：人工智慧的深度學習、機器學習、數位貨幣、區塊鏈、物聯網、虛擬與擴增實境、隱私相關的法律、倫理與政策等(ACM & IEEE, 2021)。最後，建議學校除了持續建立學生基礎資訊技術的能力，也能善用政府單位人力市場預測資料，以進行未來資訊產業人力培育的完善籌畫。

本研究貢獻對於臺灣資通訊科技相關專長領域的「學用落差」現象，可提供較新的分析結果與討論，學術上能充實相關文獻，實務上能具體提出目前市場的職能需求對應課程規劃之具體建議。資通訊科技相關專業人才的培育，並非短期一蹴可幾，至為關鍵的工作是高等教育在課程架構定期更新與課程內容多樣化設計，並且應正視人力市場的需求。業界的需求可作為學校思考課程設計的基礎，而學校也必須對培育人才有更前瞻的眼光。面對少子化的時代，人力供需情形的評估不只從「量」來分析，更需要從「質」的層面來觀察專業發展與培育方向。在本研究中，僅聚焦在資訊管理、資訊工程學系的資料蒐集，並且針對近幾年(104學年入學、107學年畢業生)評估學用落差的情形，在結果上提出的寬度與廣度有待未來的研究進行長期資料的蒐集，才能更掌握課程演進、產業發展等，關於人力市場的影響因子。值得注意的是，部分學校從105學年度開始調降畢業門檻，甚至調降專業學分，109學年度還有部分學校再次調降專業必修與必選學分數，對於四年後畢業生(112學年度)在未來市場職能需求的影響值得後續研究的進行。此外，未來研究也可實際分析資訊人力市場上的數量缺口，以及在職人士培養第二專長，探究對於資訊人力市場學用落差的影响，包括彙整人力銀行的資料，或者對人才供需的雙方進行訪談，將有助於更精準地提出資訊產業人才培育的方針。

參考文獻

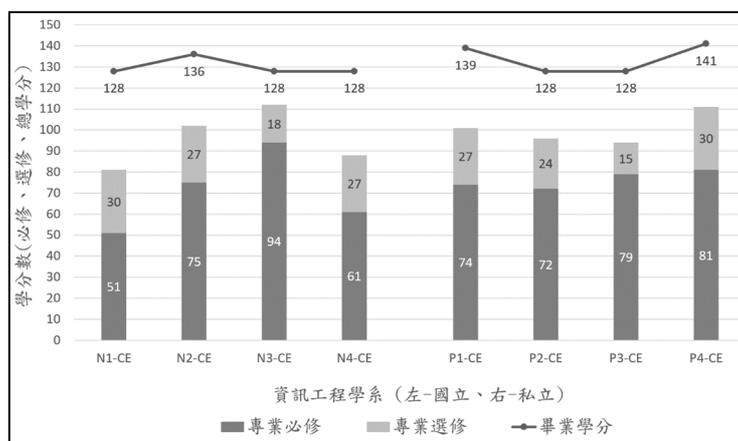
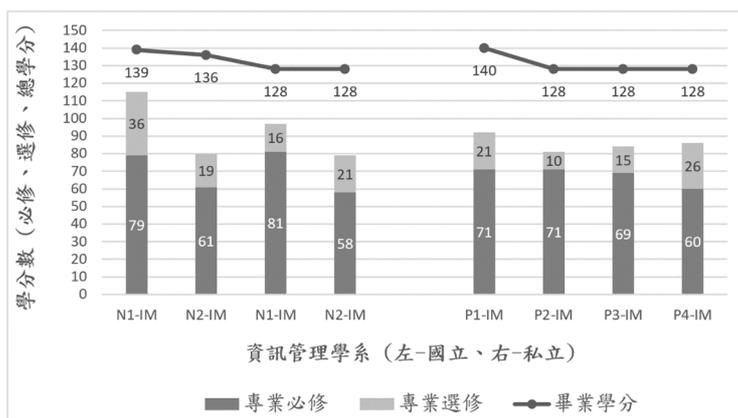
1. 何榮桂、陳麗如、吳正己(2007)·科技新貴的塑身課程—從ACM/IEEE CC2001 探討大學資訊科系之課程規劃。《師大學報》，5(12)，87-110。
<https://doi.org/10.29882/JTNUE.200704.0005> doi: 10.29882/JTNUE.200704.0005
2. 林育如(2019, 11月6日)·學以致用難?! 55%學生自認念錯科系(1111人力銀行產經新聞)。<https://www.1111.com.tw/news/jobs/129674>
3. 國家發展委員會(2021)·未來3年重點產業人才調查及推估。https://www.ndc.gov.tw/nc_27_34964
4. 張良政(2013)·資訊工作需求與資管系核心能力比較·管理資訊計算，2(2)，114-128。[https://doi.org/10.6285/MIC.2\(2\).09](https://doi.org/10.6285/MIC.2(2).09) doi: 10.6285/MIC.2(2).09
5. 教育部(2016)·2016-2020 資訊教育總藍圖。<https://ws.moe.edu.tw/001/Upload/3/refile/6315/46563/65ebb64a-683c-4f7a-bcf0-325113ddb436.pdf>
6. 教育部統計處(2020)·大專院校統計。<https://stats.moe.gov.tw/qframe.aspx?qno=MgAwADgA0>
7. 郭振昌(2020)·2020年國際人才發展協會(ATD)人才發展能力模型的建構與啟發·新社會，68，36-42。
8. 經濟部工業局(2015)·2016-2018 重點產業專業人才需求推估調查。<https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/refile/6037/4223/5f4f202f-23ea-4f79-9a77-687ab41bcb10.pdf>
9. 經濟部工業局(2016)·2017-2019 重點產業專業人才需求推估調查。<https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/refile/6037/8312/b4b316ef-824c-40eb-bcea-5835d29cd175.pdf>

10. 經濟部工業局 (2017) · 2018-2020 重點產業專業人才需求推估調查。 <https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/refile/6037/9073/5028eb30-b6ad-4250-93e6-044adce30b74.pdf>
11. 經濟部工業局 (2018) · 數位經濟：人工智慧產業2019-2021重點產業專業人才需求推估調查。 <https://ws.ndc.gov.tw/001/administrator/18/refile/6037/9189/db3abc9b-c7b6-4929-8054-bc61670652bb.pdf>
12. 經濟部工業局 (2019) · 2020-2022 專業人才需求推估調查。 <https://theme.ndc.gov.tw/manpower/cp.aspx?n=E8A714D9C15F1A96&s=78F108EB6FF75B3E>
13. 網管人 (2018) · 產業變革搶成 IT 人才荒，人力銀行揭供需真相。 <https://www.netadmin.com.tw/netadmin/zh-tw/trend/85E0F15EBDB9468D8C6260C810040CE0>
14. 網管人 (2019) · 隨轉型變需求 IT 人才搶手。 <https://www.netadmin.com.tw/netadmin/zh-tw/feature/69C7AF19CBEE44E7BBD0295644BEC7CF>
15. ACM & AIS (2010). *IS 2010: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in information systems*. Retrieved July 20, 2021, from <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/is-2010-acm-final.pdf>
16. ACM & IEEE-CS (2013). *Computer science curricula 2013: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer science*. Retrieved July 20, 2021, from https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/cs2013_web_final.pdf doi: 10.1145/2534860
17. ACM & IEEE-CS (2016). *Computer engineering curricula 2016: Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in computer engineering*. Retrieved July 20, 2021, from <https://ieeecs-media.computer.org/assets/pdf/ce2016-final-report.pdf>
18. ACM (2017). *Information technology curricula 2017: Curriculum guidelines for baccalaureate degree programs in information technology*. Retrieved July 20, 2021, from <https://dl.acm.org/doi/book/10.1145/3173161> doi: 10.1145/3173161
19. ACM & IEEE (2021). *Computing curricula 2020 - Paradigms for global computing education*. Retrieved July 20, 2021 from <https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula-recommendations/cc2020.pdf>
20. Apigian, C. H., & Gambill, S. (2014). A descriptive study of graduate information systems curriculums. *Review of Business Information Systems*, 18(2), 47-52. <https://doi.org/10.19030/rbis.v18i2.8978> doi: 10.19030/rbis.v18i2.8978
21. Babb, J. S., Waguespack, L., & Abdullat, A. (2019). Subsumption of information systems education towards a discipline of design. *Journal of Information Systems Education*, 30(4), 311-320.
22. Karanja, E., & Grant, D. M. (2016). Evaluating learner-centeredness course pedagogy in project management syllabi using a content analysis approach. *Journal of Information Systems Education*, 31(2), 131-146.
23. Largan, C., & Morris, T. (2019). *Qualitative secondary research: A step by step guide*. Sage Publication Ltd.
24. Leidig, P. M., Ferguson, R. C., & Reynolds, J. H. (2019). IS2010 A retrospective review and recommendation. *Journal of Information System Education*, 30(4), 298-302.

25. Matthee, M., & Turpin, M. (2019). Teaching critical thinking, problem solving, and design thinking: Preparing IS student for the future. *Journal of Information Systems Education*, 30(4), 242-252.
26. Mills, R. J., Velasquez, N. F., & Fadel, K. J. (2012). Examining IS curriculum profiles and the IS 2010 model curriculum guidelines in AACSB-accredited schools. *Journal of Information Systems Education*, 23(4), 417-428.
27. Stewart, D. W., & Kamins, M. A. (1993). *Secondary research: Information sources and methods*. Sage Publication Ltd.

附件一

下方兩張圖分別呈現資管與資工專業必修與選修兩者學分數的差異，即使已降低畢業門檻為128學分，資管系必選修學分數最大差距為65學分(編號N3)，而資工的最大差距為76學分(也是編號N3)，學生若欲選修其他專業領域的學分可能受限，除非申請輔系、雙主修或自我進修。若專業必選修學分未跟進畢業學分數來調降，其他選修學分也會受限，也就是進行跨領域學習機會可能減少。近幾年，歷經調降畢業學分數，各校在專業必修與選修的學分數也調降，在此僅針對107學年度畢業生已經修習的學分數進行分析(部分學校於105學年已調降)，教育部網站尚未公布108學年度畢業生人數且輔或雙主修或自我進修(超修畢業學分數)難掌控而不再討論。



附件二

表 A. 各校資管系開設必選修課程分布於課程指南 IS2010 的課程領域

課程領域	課程名稱 (開設校數)	M	Total
1. 資訊系統基礎	計算機概論 (6)、資訊管理導論 (4)、資訊倫理與法律 (3)、商業智慧 (2)	3.75	15
2. 資料和資訊管理	資料結構 (8)、資料庫管理 (8)、巨量資料 (3)、資料探勘 (3)、文字探勘 (2)	4.80	24
3. 資訊科技基礎建設	網路與通訊 (8)、作業系統 (7)、網路管理 (4)、計算機組織與結構 (3)、雲端運算 (2)	4.80	24
4. 系統分析與設計	系統分析與設計 (8)、軟體工程 (4)、軟體專案管理 (3)	5.00	15
5. 企業架構	企業管理概論 (3)、企業電子化 (3)	3.00	6
6. 資訊系統專案管理	專案管理 (2)	2.00	2
7. 應用程式開發	物件導向程式設計 (8)、網頁程式設計 (8)、視窗程式設計 (5)、C 程式設計 (6)、網路程式設計 (8)、行動裝置程式設計 (5)、NET 程式設計 (3)	6.14	43
8. 人機互動	行動軟體應用 (3)	3.00	3
9. IT 安全和風險管理	資訊安全 (5)、網路安全 (2)、RFID 資訊安全 (2)、密碼學與資訊安全 (2)	2.75	11
10. IS 創新與新技術	電子商務 (7)、人工智慧 (2)	4.50	9
11. 資訊系統戰略以及管理及收購	行銷管理 (6)、管理資訊系統 (5)、知識管理 (3)、決策管理與決策分析 (2)	4.00	16
12. 企業流程管理	-	0	0
13. 企業系統	生產與作業管理 (6)、財務管理資訊系統 (3)、人力資源管理 (3)、供應鏈管理 (3)、顧客關係管理 (3)、組織行為 (3)、企業資源規劃 (2)	3.29	23
14. 資訊稽核與控制	電腦審計與稽核 (2)	2.00	2

表 B. 各校資工系開設必選修課程分布於課程指南 CE2016 的課程領域

課程領域	課程名稱 (開設校數)	M	Total
1. 電路與電子	數位電子與數位電路 (4)、演算法 (含高等演算法) (7)、人工智慧 (5)、類神經網路 (2)、機器學習 (2)	4.00	20
2. 演算法	演算法 (含高等演算法) (7)、人工智慧 (5)、類神經網路 (2)、機器學習 (2)	4.00	16
3. 計算機架構與組織	計算機概論 (8)、計算機組織 (8)、計算機結構 (4)	6.67	20
4. 數位設計	數位系統實驗 (6)、多媒體 (含系統、應用、互動整合設計等) (6)、數位系統導論 (4)	5.33	16
5. 嵌入式系統	組合語言 (5)、嵌入式系統設計 (4)、微處理機應用設計 (2)	3.67	11
6. 計算機網路	計算機網路 (5)、無線通訊與網路 (4)、Web 基本原理與技術 (3)、網路程式設計 (3)、計算機網路實驗 (2)、雲端計算概論 (2)、物聯網 (2)、網頁程式設計 (2)	6.00	23
7. 資訊安全	網路安全 (6)、資訊安全 (4)	5.00	10
8. 訊號處理	影像處理 (3)、訊號與系統 (2)、電腦視覺 (2)	2.33	7
9. 系統和專案工程化	資訊工程概論 (3)、人機互動 (2)	2.50	5
10. 系統資源管理	系統程式 (7)、作業系統 (含 Linux、UNIX 等) (8)、視窗程式設計 (3)、作業系統實務 (2)、Android 程式設計 (2)、計算機程式設計 (2)	4.00	24
11. 軟體設計	資料結構 (8)、資料庫系統 (8)、程式設計 (含程式語言) (7)、編譯器設計 (6)、軟體工程 (5)、物件導向程式設計 (4)、資料探勘 (4)	6.14	42
12. 專業實踐	-	0.00	0

註: Total-開課量總計、M- 平均開課學校數

根據內文可知資通訊科技相關專業人才培育的課程內容，不論是「商管類」或者「工程類」系所進行跨領域學習的重要。表 C 從職業別可知，無任何職業別僅涵蓋唯一產業。從另外一個角度來看，雲端或系統相關的職業別需要接受較多的課程領域訓練，例如：職業別 A、C、D、J；反之，有少數職業別(例如：L、N、P、Q)即使目前接受的課程領域訓練較少，面對未來的重點產業仍需加強較多的課程領域訓練，才能較符合未來職能需求。表 D 若從職業別來看，系統開發工程師(整合/設計/測試)(代號 E)、應用設計研發工程師(代號 L)涵蓋所有重點產業，一半的職業別涵蓋 IC 設計產業(6 個)，少數職業別涵蓋 2-3 大重點產業(4 個)。

表 C. 課程指南 IS2010 領域職能需求對應重點產業的職業別現況 (本研究整理)

產業/職業別/ 職能需求	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
IC 設計					v									v	v		v
通訊		v	v	v			v	v	v	v	v	v	v	v		v	v
雲端服務	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	
資料服務	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v		v	v	v	v	v
1.資訊系統基礎	網路管理與設備維護、開源軟體技術、虛擬化技術、專案管理、軟體工程、系統分析與開發、資訊安全技術																
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2.資料和資訊管理	資料庫技術、資料分析與整合																
	●	●	●	●	●	●	●	●	●			●	●	●	●	●	●
3.資訊科技基礎建設	平台技術、網路管理與設備維護																
	●	●	●	●	●	●	●	●		●			●				
4.系統分析與設計	軟體工程、系統分析與開發																
	●	●	●	●		●		●	●	●	●	●	●	●			
5.企業架構	開源軟體技術、虛擬化技術																
	●		●	●		●	●				●						
6.資訊系統專案管理	專案管理																
	●	●		●						●			●				
7.應用程式開發	程式設計																
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		●	●	●	●
8.人機互動	UI & UX 設計、行動裝置技術																
					●						●				●		●
9.IT 安全和風險管理	資訊安全技術																
			●				●		●	●					●		
10.IS 創新與新技術	創新市場分析																
	●			●						●			●				
職業別涵蓋領域數	8	6	7	8	5	6	6	5	5	7	5	4	6	4	5	3	4
11~14 無對應或間接相關職能需求 (11.資訊系統戰略以及管理及收購、12.企業流程管理、13.企業系統、14.資訊稽核與控制)																	

共 17 個職業別：A.技術研發工程師(含雲端)、B.系統分析師(含雲端)、C.客服/技術支援(含雲端)、D.專案經理(含雲端)、E.軟體工程師(含雲端)、F.軟體架構師(含雲端)、G.資安網管工程師(含雲端)、H.資料分析師(含巨量資料)、I.資料庫管理師、J.資訊系統顧問、K.前端工程師(含 UI/UX)、L.後端工程師、M.產品企劃與設計、N.系統測試工程師、O.軟硬體維修工程師、P.資料工程師、Q.網路工程師

表 D. 重點產業對應到「工程類」職業別現況 (本研究整理)

重點產業/職業名稱	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	H'	I'	J'	K'	L'
IC 設計	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v
通訊					v							v
雲端服務				v	v							v
資料服務	v	v	v	v	v							v
1. 電路與電子	IC 設計、IC 產品測試及驗證、數位電路設計、數位邏輯合成、驅動程式設計、韌體設計、信號處理											
	●					●	●	●		●		
2. 演算法	演算法開發											
	●					●		●	●			
3. 計算機架構與組織	內核映射配置與設計、系統及架構設計、編譯程式、計算機組織											
			●	●					●		●	
4. 數位設計	IC 設計、IC 產品測試及驗證、數位電路設計、數位邏輯合成											
	●									●		
5. 嵌入式系統	組合語言、嵌入式系統、韌體設計、驅動程式設計、微控制器、觸控技術											
	●	●		●	●	●	●					●
6. 計算機網路	通訊協定、網路技術、雲端技術、通訊軟體設計											
	●			●	●							●
7. 資訊安全	通訊協定、網路技術、雲端技術、作業系統、平台技術、網頁技術、通訊軟體設計、Android 程式設計、資料庫技術(含伺服器)											
	●		●	●	●		●				●	●
8. 訊號處理	信號處理、影像處理											
	●					●		●		●		
9. 系統和專案工程化	最佳化技術、用戶端程式設計、圖形化介面、軟硬體分割與驗證、自動化測試、測試報告、技術研發											
	●		●	●			●					●
10. 系統資源管理	作業系統、平台技術、系統設計與驗證、虛擬化技術											
	●		●	●	●		●				●	●
11. 軟體設計	資料庫技術(含伺服器)、Android 程式設計、網頁技術、C&C++程式設計、分析除錯、整合測試(系統/軟硬體)											
	●		●	●	●		●		●	●		●
職業別涵蓋領域數	4	7	5	7	5	4	6	3	3	4	5	4
12. 專業實踐 - 無對應或間接相關職能需求												

共 12 個職業別：A' 程式設計開發工程師(韌體/驅動/BIOS)、B' 程式設計開發工程師(應用程式/APP)、C' 程式設計開發工程師(介面/平台)、D' 軟體開發工程師(設計/測試)、E' 系統開發工程師(整合/設計/測試)、F' 觸控研發工程師(晶片設計/DPS algorithm)、G' 嵌入式軟體工程師、H' DRAM 設計工程師、I' 演算法工程師、J' 電路設計工程師、K' 通訊軟體設計工程師、L' 應用設計研發工程師

附件三

下方兩圖依文獻彙整IS2010課程指南14個領域與17個職業別(表C)，分析結果如下：(1)對照上述八所學校資訊管理學系的課程，其中有五個課程涵蓋了10個以上的職業別，這些課程分別是“1.資訊系統基礎”、“8.人機互動”、“3.資訊科技基礎建設”、“5.企業架構”、“4.系統分析與設計”。這些課程有助於畢業生在學校習得知識後，從事A~G職業別，而且對於未來投入雲端服務、資料服務相關職業也會有所幫助，是學校培育資通訊人才的重要課程。然而，“8.人機互動”與“5.企業架構”兩項課程在在樣本中只有半數以下的學校提供，這說明了這些對提升職能幫助極大的課程，需要更多學校提供。(2)資訊管理學系的課程中涵蓋了6~4個以上職業別的課程是：“6.資訊系統專案管理”、“7.應用程式開發”、“10.IS創新與新技術”、“2.資料和資訊管理”、“9.IT安全和風險管理”。大多數資訊管理學習都有開設這類課程，像是“7.應用程式開發”的平均開課校數為6.1，但是“6.資訊系統專案管理”與“9.IT安全和風險管理”的平均開課校數只有2.0、2.8。這些課程對於跨職業別的能力也是極為重要，需要更多學校將其加入到資訊管理學系的課程中。(3)面對未來資通訊相關專業人才的培育方向，各校可能需隨時調整師資組成或課程學分數，這些領域包括：“11.資訊系統戰略以及管理及收購”、“12.企業流程管理”、“13.企業系統”、“14.資訊稽核與控制”。這四項課程沒有對應到任何職業別，其中“12.企業流程管理”在樣本中並沒有學校提供課程，而“11.資訊系統戰略以及管理及收購”、“13.企業系統”、“14.資訊稽核與控制”的平均開課校數為：4.0、3.3、2.0。這些課程雖然沒有對應任何職能，但是有些課程是培育能整合個別學科知識的能力，有的課程設計是為未來職能鋪路，對於未來職能是否有幫助？對於資訊能力基礎培養是否有助益？這些都應該是資訊管理學系檢視課程架構時，必須謹慎考慮的。

依相同分析方式，從文獻彙整CE2016課程指南12個領域與12個職業別(表D)，分析結果如下：(1)樣本中資訊工程學系的課程，其中有六個課程涵蓋了5個以上的職能，這些課程分別是：“11.軟體設計”、“7.資訊安全”、“10.系統資源管理”、“5.嵌入式系統”、“1.電路與電子”、“9.系統和專案工程化”，目前的職業別涵蓋數量較多，畢業生應能將所學應用於數個職業上。除了“5.嵌入式系統”、“9.系統和專案工程化”的課程，其他課程一半以上的資訊工程學系都會開設。這些課程對提升跨領域職能的幫助極大，需要更多學校提供相關課程，資訊工程學系可持續加強此方面的人才培育課程。(2)資訊工程學系的課程中涵蓋了4~2個以上職業的課程是：“3.計算機架構與組織”、“6.計算機網路”、“2.演算法”、“8.訊號處理”、“4.數位設計”，前四者對於未來在IC設計、通訊相關職業別應該可預見畢業生能學以致用，這些課程的平均開課學校數大多超過一半，只有“8.訊號處理”課程投入的學校過於稀少。此外，“4.數位設計”雖然平均開課校數是5.33，但是能應用的職能數只有2個，畢業生可能無法將學校習得的知識應用於多樣的職業別上。(3)“12.專業實踐”目前職業別涵蓋雖然為0，但是，資訊工程學系面對未來重點產業及日益更新的科技趨勢，仍需考慮這樣的課程對於未來職能是否有幫助？對於資訊能力基礎培養是否有助益？並以此調整課程學分數與師資。

