Information Technology Curricula 2017

信息技术课程体系指南
2017

Association for Computing Machinery（ACM）
IEEE Computer Society （IEEE CS） 编制

ACM 中国教育委员会
教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会 译

高等教育出版社

Information Technology Curricula 2017

信息技术课程体系指南
2017

Association for Computing Machinery（ACM）
IEEE Computer Society （IEEE CS） 编制

ACM 中国教育委员会
教育部高等学校大学计算机课程教学指导委员会 译

高等教育出版社·北京

IT2017 Task Group(信息技术课程体系工作组)

Mihaela Sabin[c][e]
University of New Hampshire, USA
ACM and SIGITE Representative
Hala Alrumaih[e]
Al Imam Mohammad Ibn Saud Islamic University, Saudi Arabia
ACM Representative
John Impagliazzo[e]
Hofstra University, USA
ACM Education Board Representative
Barry Lunt[e]
Brigham Young University, USA
ACM and SIGITE Representative
Ming Zhang[e]
Peking University, China
ACM Representative
Brenda Byers[i]
Professional and Educational Activities Board, Canada
IEEE CS Representative
William Newhouse[i]
National Institute of Standards and Technology, USA; ISACA
ACM Representative
Bill Paterson
Mount Royal University, Canada
ACM and SIGITE Representative
Svetlana Peltsverger
Kennesaw State University, USA
ACM Representative
Cara Tang
Portland Community College, USA

ACM Representative

Gerrit van der Veer

ACM SIGCHI; Vrije Universiteit Amsterdam, the Netherlands

ACM Representative

Barbara Viola[i]

Viotech Solutions Inc., USA; AITP

ACM Representative

[c] = IT2017 Task Group Chair

[e] = IT2017 Executive Committee Member

[i] = IT2017 Industry Representative

中文版说明

IT2017 的中文版由北京大学张铭教授、西安交通大学李波教授、北京航空航天大学吴文俊教授、成都信息工程大学吴锡教授和周爽博士共同翻译完成。

ACM 中国教育委员会和教育部高等学校大学计算进课程教学指导委员会密切关注并积极参与本次的翻译工作。

高等教育出版社负责 IT2017 中文版的版式设计和印刷工作。

Translators and Publication Instructions

The Chinese version of IT2017 is translated by: Ming Zhang, Peking University; Bo Li, Xi-an Jiaotong University; Wenjun Wu, Beihang University; Xi Wu and Shuang Zhou, Chengdu University of Information Technology.

The translation is endorsed by ACM SIGCSE China as well as the Computer Curriculum Guidance Committee of ministry of education in China.

The Publisher of IT2017 Chinese version is Higher Education Press.

译者序

2008 年,国际计算机学会(ACM)和 IEEE 计算机分会(IEEE- CS)面向信息技术学士学位专业发布了第一份课程报告,称为 IT2008。从那时起,新一代信息技术蓬勃发展,教育理念、教育技术也有很大的进步。2013 年,ACM 成立了一个探索性委员会,考虑对 IT2008 进行更新。随后又成立了一个工作组,负责开发 IT2008 的更新版本,简称 IT2017,它将在 2017 年底取代其前身 IT2008。为高质量、严格的学士学位的信息技术专业制定这个指南,一方面要求有前瞻性,目标面向 2025 年,总结 2008 年以来技术和教育的基本并展望未来;另一方面,指南的编写得益于一种综合的方法,这种方法既要遵循基本的教学规律,又要密切关注行业和 IT 专业协会的需求和期望,还需要从国际视角出发,采纳亚洲、拉丁美洲、欧洲等国家的不同的经验。IT2017 引入了胜任力 (competency)模型,旨在为全世界的教育机构制定未来十年的信息技术课程体系提供指南,对信息技术学科的内涵以及融合知识、技能、应用的信息技术能力进行了定义,具体包括 10 个基本领域、9 个 补充领域和其他选修领域组成的信息技术能力域,目标是培养学生未来能胜任计算相关工作。通过工作组和许多大学教师的共同努力,该报告终于在 2017 年底成稿并发布。

ACM 中国教育委员会密切关注及积极参与该报告的研制,北京大学张铭教授是该工作组的成员。为了积极推进我国的计算学科本科人才培养工作,尤其是信息技术专业的发展,在张铭教授的领导下组织了西安交通大学的李波教授、成都信息工程大学的吴锡教授和周爽博士以及北京航空航天大学的吴文俊教授,成立了翻译组,由李波担任秘书,组织和完成了该报告的翻译。其中:第 1 章至第 4 章由张铭翻译、李波校对;第 5 章至第 8 章由李波翻译、张铭校对;附录 A、B 由吴文俊翻译,吴锡、周爽校对;附录 C、D 由吴锡、周爽翻译,吴文俊校对。

该报告对我国计算机教育界有十分重要的意义和作用,主要体现在两个方面。第一方面,该报告对我国数量巨大的计算机专业在人才培养的定位和具体课程体系的设置有十分重要的指导。我国的计算机专业可以大致分成两个层次,以系统能力为培养目标的高层次大学(包括部分 985 及 211 高校)和以培养实用人才为目标的应用层次大学。IT2017 是为应用层次大学设计的,为这类大学的计算机类专业的建设提供指导和支撑。第二方面,该报告强调基于胜任力模型的学习过程和课程体系的开发,并且全面地对知识体系按照学习成效进行了梳理、补充和完善,适应了工程认证、专业评估的要求。这对于学校制定培养方案和教师完成其课程设计有很好的

帮助。

由于自身水平的有限,以及西方的教育理念及术语和我国还是有很多差别,翻译存在不足,恳请批评指正。

译者

2019 年 4 月 16 日

目　　录

第 1 章　简介 …… 1
1.1　愿景、使命及目标 …… 1
1.2　计算学科概览 …… 2
1.3　IT2017 的结构 …… 3
1.4　指导思想 …… 4
1.5　核心主题和意义 …… 5
1.6　全球范围的影响力 …… 6
第 2 章　信息技术专业 …… 7
2.1　计算学科中信息技术的地位 …… 7
2.2　信息技术创新的驱动力 …… 8
2.3　信息技术学术规范的定义 …… 10
2.4　信息技术毕业生概况与专业素养储备 …… 11
2.5　信息技术研究 …… 12
第 3 章　培养现代信息技术的专业人员 …… 15
3.1　原因 …… 15
3.2　职业实践 …… 16
3.3　为全球化职场做准备 …… 17
3.3.1　职场意识 …… 17
3.3.2　模拟本地和国际工作环境 …… 18
3.3.3　行政部门、教师与学生角色 …… 19
3.4　将职业实践和道德纳入课程体系 …… 19
3.5　评估专业和道德工作 …… 20
3.6　资格证书 …… 21
第 4 章　胜任力与信息技术 …… 22
4.1　理论胜任力 …… 22
4.1.1　胜任力的含义 …… 22
4.1.2　学习成效 …… 24
4.1.3　学习迁移 …… 24
4.2　IT 胜任力与职业实践 …… 25

第 5 章　信息技术的行业视角 …… 28
5.1　行业和信息技术概述 …… 28
5.1.1　学术神话 …… 28
5.1.2　IT 技能差距的现状 …… 29
5.1.3　IT 就业形势 …… 30
5.2　普通(一般)IT 技能 …… 32
5.2.1　软技能 …… 32
5.2.2　沟通技能 …… 34
5.2.3　团队合作技能 …… 34
5.3　技术技能 …… 35
5.3.1　认证是经验指示器 …… 36
5.4　综合技能和体验式学习 …… 37
5.4.1　体验,体验,体验 …… 37
5.4.2　学界和业界合作 …… 38
5.4.3　对经验的追求 …… 38
5.4.4　IT 行业发声 …… 39
5.5　下一步 …… 41
第 6 章　信息技术课程框架 …… 43
6.1　信息技术课程框架的结构 …… 43
6.1.1　核心及补充领域 …… 43
6.1.2　构建 IT 本科专业的课程体系 …… 44
6.1.3　学习投入水平 …… 46
6.1.4　IT 领域的标签 …… 46
6.2　提炼信息技术课程框架 …… 47
6.2.1　IT 课程体系(核心和补充领域) …… 47
6.2.2　相关数学 …… 50
6.2.3　相关科学 …… 51
6.2.4　综合考虑 …… 51
6.3　IT 领域集 …… 52
6.3.1　IT 核心领域集 …… 53
6.3.2　IT 补充领域集 …… 58
6.4　IT 的现代形象 …… 62
第 7 章　IT 课程框架的实现 …… 65
7.1　总体要求 …… 65
7.1.1　沟通技巧 …… 65

7.1.2 团队合作技巧 …… 66
7.1.3 科学方法 …… 66
7.1.4 从事相关领域 …… 67
7.1.5 成为对社会有贡献的一员 …… 67
7.2 IT 课程框架和 IT 培养方案 …… 67
7.2.1 定制课程体系 …… 67
7.2.2 IT 专业培养和全球多样化 …… 67
7.3 IT 课程模型 …… 71
7.3.1 传统的四年制 IT 专业培养方案 …… 71
7.3.2 不同环境下的 IT 专业培养 …… 71
7.4 对待新技术的策略 …… 72
7.4.1 当前新技术 …… 73
7.4.2 概念性新技术 …… 73
第 8 章 院校采纳 …… 74
8.1 自我调整的需求 …… 74
8.2 课程体系设计原则 …… 75
8.3 转专业到四年制的 IT 专业 …… 76
8.4 保证充分的计算资源需求 …… 77
8.5 吸引并保留住教师 …… 77
8.6 教师对学位的承诺 …… 78
8.7 面向非计算机专业的信息技术 …… 79
8.8 小结 …… 80
附录 A:企业 IT 技能框架 …… 81
A.1 胜任力框架(Competency Frameworks) …… 81
A.2 信息时代的技能框架(Skills Framework for the Information Age) …… 81
A.3 欧洲胜任力框架 …… 83
A.4 信息胜任力词典 …… 86
A.4.1 任务词典 …… 86
A.4.2 任务词典图表 …… 87
A.4.3 任务评估诊断级别和标准示例 …… 87
A.4.4 技能词典 …… 88
A.4.5 技能词典图表 …… 89
A.4.6 技能熟练程度 …… 89
附录 B 表现(Performances) …… 91
B.1 核心 IT 领域(Essential IT Domains) …… 91

B. 2 补充的 IT 领域 …… 111
附录 C 传统四年制信息技术课程体系范例 …… 127
C. 1 格式和约定 …… 127
C. 1. 1 课程学时约定 …… 127
C. 1. 2 信息技术课程体系框架到课程体系范例的映射 …… 128
C. 1. 3 课程描述 …… 129
C. 2 进入专业的准备 …… 129
C. 3 课程体系的共性 …… 130
C. 4 典型的 IT 课程体系:美国 …… 130
C. 4. 1 培养目标和特色 …… 130
C. 4. 2 要求汇总 …… 130
C. 4. 3 美国四年制课程体系范例 …… 131
C. 4. 4 信息技术课程框架与美国课程体系范例之间的映射 …… 133
C. 4. 5 美国课程体系-课程概述 …… 133
C. 5 典型的 IT 课程体系:沙特阿拉伯及中东地区 …… 137
C. 5. 1 培养目标和特色 …… 137
C. 5. 2 要求汇总 …… 137
C. 5. 3 沙特阿拉伯及中东地区四年制课程体系范例 …… 138
C. 5. 4 信息技术课程框架与沙特阿拉伯及中东地区课程体系范例之间的映射 …… 140
C. 5. 5 沙特阿拉伯及中东地区课程体系-课程概述 …… 141
C. 6 典型的 IT 课程体系:中国 …… 146
C. 6. 1 培养目标和特色 …… 146
C. 6. 2 要求汇总 …… 147
C. 6. 3 中国四年制课程体系范例 …… 148
C. 6. 4 信息技术课程框架与中国课程体系范例之间的映射 …… 149
C. 6. 5 中国课程体系-课程概述 …… 151
附录 D 其他背景下的信息技术 …… 156
D. 1 格式和约定 …… 156
D. 1. 1 课程学时约定 …… 157
D. 1. 2 信息技术课程体系架构到课程范例的映射 …… 157
D. 2 加拿大范例 …… 158
D. 2. 1 培养目标和特色 …… 158
D. 2. 2 要求汇总 …… 158
D. 2. 3 BCIS-建议课表 4 年制(每学期 5 门课程) …… 159

D.2.4 BCIS 到基本课程框架的子域的映射 …… 161
D.3 应用计算机科学范例 …… 162
D.3.1 培养目标和特色 …… 162
D.3.2 要求汇总 …… 162
D.3.3 BAACS-建议课表 4 年制(每学期 5 门课程) …… 162
D.3.4 BAACS 到核心课程框架子领域的映射 …… 164
D.4 信息安全与保障工商管理本科专业范例 …… 165
D.4.1 培养目标和特色 …… 165
D.4.2 要求汇总 …… 166
D.4.3 BAA-ISA-建议课表 4 年制(每学期 5 门课程) …… 166
D.4.4 BAA-ISA 到核心课程框架子领域的映射 …… 168
D.5 三年制本科范例(根据欧洲和类似地区,如新西兰) …… 169
D.5.1 培养目标和特色 …… 169
D.5.2 要求汇总 …… 169
D.5.3 一般示例:典型 3 年制课表(每年 10 门课程,6 个学期) …… 170
D.5.4 本课程体系到核心课程框架子领域的映射 …… 171
D.6 2+2 本科专业范例 …… 172
D.6.1 培养目标和特色 …… 172
D.6.2 要求汇总 …… 173
D.6.3 一般示例:典型 2+2 课表(副学士学位水平 4 个学期,学士学位水平 4 个学期) …… 173
D.6.4 本课程体系到核心课程体系框架子领域的映射 …… 174
D.7 通用设计-ICT 课程体系中的一个专业 …… 175
D.7.1 培养目标和特色 …… 175
D.7.2 要求汇总 …… 175
D.7.3 模块安排建议,3~4 年的本科课程内教授 …… 176
D.7.4 具体能力 …… 177
D.8 三年制信息和通信技术本科范例 …… 178
D.8.1 培养目标和特色 …… 178
D.8.2 要求汇总 …… 178
D.8.3 典型 3 年制课表(前两年每年 10 门课程,第三年 8 门课程) …… 179
D.8.4 该课表到基本课程框架的子域的映射 …… 180
D.9 澳大利亚信息技术本科范例 …… 181
D.9.1 培养目标和特色 …… 181

D. 10 未来的 IT 课程体系:拉丁美洲 …… 184
D. 10. 1 培养目标和特色 …… 184
D. 10. 2 要求汇总 …… 184
D. 10. 3 拉丁美洲四年制课程体系范例 …… 185
D. 10. 4 IT 课程体系框架到拉丁美洲课程体系之间的映射 …… 187
参考文献 …… 189

第1章 简 介

上世纪八十年代,国际计算机学会(the Association for Computing Machinery,简称 ACM)以及电气与电子工程师学会计算机分会(the Computer Society of the Institute for Electrical and Electronics Engineers,简称 IEEE-CS)成立了一个联合委员会,为计算机专业本科生的培养制定课程指南,并推出了《计算学科课程体系指南(1991 年版)》(也被称为 CC´91 或 CC1991)。该委员会陆续又推出和更细了一系列课程体系指南,至今仍被广泛使用并且在持续更新中。其中包括《信息技术本科专业课程体系指南(2008 年版)》,简称为 IT2008。

出于承前启后的考虑,本报告将沿用《信息技术本科专业课程体系指南(2017 年版)》作为项目名,简称为 IT2017。需要注意的是,这并不是一套规章制度,因此其内容不是强制性的。相反,IT2017 为信息技术(IT)项目如何开发和实施现代 IT 课程体系提供了指导方针。制定这份报告的委员会是 IT2017 工作组,由 12 位专家组成,分别代表学界(9 位)和业界(3 位),地理范围包括三大洲(亚洲、欧洲、北美洲)和五个国家(加拿大、中国、荷兰、沙特阿拉伯、美国)。此外,工作组专家还代表了若干个专业组织,例如国际计算机学会(ACM)、信息技术专业人员协会(the Association for Information Technology Professionals,简称 AITP)、加拿大信息处理学会(the Canadian Information Processing Society,简称 CIPS)、电气与电子工程师学会计算机分会(IEEE-CS)以及信息系统审计与控制学会(the Information Systems Audit and Control Association,简称 ISACA)

1.1 愿景、使命及目标

自 2014 年来,IT2017 工作组一直在努力工作,并为该项目制定了愿景、使命和目标。下面的陈述反映了这一愿景:

IT2017 将成为一个广受欢迎的经得起时间考验的指南,它将服务于全球的教育机构,并在未来的十年内帮助他们建设信息技术专业的课程体系。

同样,下面这段话指出了本项目的使命:

在瞬息万变的信息技术时代,仅仅拥有知识是完全不够的。IT 胜任力(competencies)需要在知识之外的技能和品格,以达到现代职场期望的专业水准。IT2017 项目的任务是编写全球共同认可的学士学位课程的 IT 胜任力文档,能满足

不断变化的技术世界对人才培养的新需求,这些文档对业界和学界都是有益的。

项目的远景和任务明确了工作组的主旨和职能。

IT2017 工作组制定了一系列目标,这构成了 IT2017 项目的基础。下面列举了这些目标,并简要说明了这些目标的意图。

1. 制定一个计划表,规定一些可达成的里程碑来帮助按时完成 IT2017 项目。
2. 开发能反映行业和学界需求的健壮的文档。
3. 从 IT 毕业生的雇主那里获得关于 IT2017 报告的反馈和支持
4. 在全球范围内推广 IT2017。
5. 评估 IT2017 的有效性。

这些看起来颇具野心的目标构成了 IT2017 工作组的执行计划。工作组在 IT2008 的基础上,考虑了过去九年中涌现的新型信息技术,同时也预测了未来十年的信息技术专业发展脉络。在过去的九年中计算机技术持续的快速发展,对课程设计和学习者的学习行为产生了深远的影响。

第一个目标的设立初衷显而易见,工作组希望能够在保质保量的基础上按照规划完成任务。工作组基本采用了项目管理的方法来运作。第二个目标是想制定出一个业界和学界都能接受的指南,让他们认可指南的合法性和实用性,包括为研究生学习作好准备。第三个目标非常关键,因为大多数信息技术专业的毕业生将在工业、政府以及其他部门寻找工作,行业对 IT2017 项目的反应将是其成就的风向标。“成功”是这一目标的特征。第四个目标是向尽可能多的人分发临时文件和最后文件。考虑到 IT2017 工作组的范围,实现这一目标至关重要。至于第五个目标,工作组计划进行一次后续评价,以了解本指南是否达到了预期目标。

这份报告阐明基于知识内容的“胜任力”,使得教师在设计 IT 培养方案时,更多考虑的是学生应该学习什么,而不是教师应该教什么。本报告参考了学习科学、教育研究以及基于胜任力教育的教学实践。IT2017 任务小组将加强基于胜任力的学习方法。

总之,IT2017 报告提出了一个以学生学习为中心的框架,侧重于 IT 本科毕业生应用所学知识解决问题的能力。该报告阐明了 IT“胜任力”,使得教师在设计 IT 培养方案时,能令人信服地阐明学生应该学习什么,而不是教师应该教授什么。该报告借鉴了基于胜任力的教育中的学习科学、教育研究和实践。IT2017 报告强调基于胜任力的学习过程和课程体系的开发。

1.2 计算学科概览

鉴于计算学科规模的不断扩大,综合考虑前几个版本收到的反馈,计算学科课程体系指南分为几个专业领域,包括计算机工程、计算机科学、信息系统、信息技术

和软件工程等,各具独特的专业特点和教学传统。

为了适应计算学科的发展,相关专家团队分别制定了五个专业课程指南,这些领域(以及出版日期)分别是:

—计算机工程(2004,2016);

—计算机科学(2001,2008,2013);

—信息系统(1997,2002,2006,2010,2016 以及一份正在制定中的指南);

—信息技术(2008 以及本指南);

—软件工程(2004,2014)。

一些新的专业课程指南,例如网络安全和数据科学将在 ACM/IEEE 的后续工作中出现。

相关领域的专家在综合了以上五个专业课程体系指南的内容和特点之后,制定出了《计算学科课程体系指南 (2005 年版)》(简称 CC2005)。这份概览报告与整个计算学科相关,介绍了各个专业课程体系及其异同。CC2005 指出,在未来可能将加入更多专业的课程体系。

制定课程体系的团队为了防止过多地限制相关机构开展教学,特意将课程体系指南制定得尽可能精简。具体教学机构的专家可以拥有很大的自由度,但是应该认真考虑本指南提出的共性的核心内容。在遵循基本培养方针的基础上,可以添加更多各具特色的内容。

1.3 IT2017 的结构

本报告展现了信息技术专业的本科培养方案。报告正文除这一章外,还包括另外七章。第 2 章介绍了信息技术在计算学科中的作用,给出了信息技术学科新定义,以反映信息技术的创新和变化。它还突出了信息技术毕业生的特点,并确定了与之相关的研究领域。第 3 章强调了信息技术实践中的职业能力培养的重要性。第 4 章讨论了胜任力的定义以及与信息技术的关系,探讨了胜任力的一些理论问题,并提出了 IT 胜任力的一个可操作的定义。

第 5 章讨论了信息技术的产业视角,展示了 IT 雇主角度的信息技术从业者 IT 胜任力和技能的图表和数据分析。第 6 章概述了信息技术课程框架,并介绍了课程体系指南的基础。这个课程框架与前面小节中讨论的“愿景、使命及目标”相呼应,其指导思想源自业界的需求以及职业实践中的经验。这一章还阐明了课程框架中的各种 IT 领域、用于 IT 学士学位专业的时间百分比、数学和科学的要求,以及个人成为信息技术领域的优秀专业人才需要具备的各种能力。

第 7 章讨论了如何基于胜任力来设计课程;还讨论了影响信息技术课程实施的问题,如学生学习计划的安排、与本专业课程以及其他领域课程的相容以及其他教

育实施过程的考虑。第8章讨论了在实施或维护信息技术专业时可能遇到的一些挑战,如课程设计、计算资源和师资问题等等。

本报告还包括4个附录。附录A包括了IEEE正在研制的企业信息技术知识体系(the Enterprise Information Technology Body of Knowledge,简称EITBOK)的部分内容。附录B列举了信息技术不同领域所需要的专业能力(IT performance),这可以用于设计信息技术课程的学习成效或者评测学生能力。附录C提供了在不同学术机构可能出现的典型课程方案的示例,以及这些方案与本指南的映射关系。附录D中列举了信息技术专业交叉学科、三年学制、"2+2"等专业的培养方案。

读者可能会觉得本报告的内容过于复杂,因为它既包括了课程框架,也列举了希望培养的胜任力。但是考虑到当今计算学科的教育开展情况——教育机构的培养目标和教学资源千差万别——仅仅列出课程清单是不现实的。此外,科技领域的发展日新月异,时下的热门技术可能转瞬间就会成为明日黄花。因此,重要的是通过建立基础的胜任力以适应毕业之后的灵活多变的新环境,让学生为不确定的未来做好准备。

1.4 指导思想

本指南在制定过程中遵循了以下指导思想:

(1) IT2017报告必须具有前瞻性

重要的是,这份报告要反映本世纪20年代中期的业界和学界需求。第一批按照此报告中推荐的培养方针完成本科教育的学生,预计将于本世纪二十年代初毕业。因此,对本报告的首要要求是能够反映出2020~2025年业界和学界对信息技术的需求。因此,工作组尽一切努力确保这份报告具有先锋性的基调和内容,以达到这一目的。

(2) 依据IT胜任力框架形成信息技术课程框架

工作组明确了基本的胜任力,并允许依据这些胜任力来描述信息技术领域。胜任力模型由知识、技能和品格组成,这也是设计和实施具体的信息技术培养方案的核心内容。

(3) 修订必须是长效的,避免时髦的流行词

由于信息技术的迅速发展,工作组的目标是使本报告的内容更具有持久性。作者们试图从领域和胜任力中去除任何炒作或目前的时髦用语。当然,工作组建议信息技术专业学会继续定期审查,以便定期更新个别的课程建议内容。

(4) 信息技术的课程框架必须继续保持弹性,并尽量切合实际

信息技术专业的学生在毕业后将从事多样化的职业,所需的专业技能也千差万别。这份课程体系指南中课程框架的设计,不仅给这些学生提供了足够的空间来学

习他们所需的知识,也可以随着每个地区产业的需求而自由变更。为此,工作组推荐了信息技术培养方案必须满足的基本胜任力,并为每个 IT 课程领域的提供了更有深度的扩展胜任力。

(5) 本课程体系指南应当体现出信息技术与其他计算学科的差异

不同技术的集成和技术与组织的集成是信息技术的重要基础。因此,IT 毕业生必须具备的胜任力是能够成功地执行集成任务,应用系统方法开发和管理安全的技术解决方案,并支持用户实现其个人、组织和社会目标。

(6) 本指南应当体现出信息技术与其他计算学科的关系

IT 2008 遵循了 CC2005 系列中其他文档开发的形式,特别是计算机科学的 CC2001。虽然在不同的计算学科之间存在着显著的重叠,但是这个 IT 课程框架尽量关注胜任力而不是知识,与现有的计算课程指南文档系列明显不同。

(7) 本指南针对的是四年制的信息技术专业本科教育,但也应适用于其他学制

虽然不同国家和地区有关信息技术专业的培养制度千差万别,但是工作组仍希望本课程体系指南能够对全球范围内的计算学科教育者都有所裨益。此外,虽然不同学制之间有着巨大的差别,本指南中所探讨的教学方针仍然适用于四年制以外的学制。

(8) 本指南的制定需要得到信息技术相关从业者的广泛支持

为了能够更好地制定出一份符合信息技术发展现状的课程体系指南,需要业界、政府以及学界的鼎力相助,同时也需要全球信息技术教育界人士的大力支持。

(9) 本指南必须在实施信息技术课程架构方面提供重要的引导

尽管本报告阐明 IT 领域和胜任力非常重要,但是所有学位专业的成功都在很大程度上取决于课程实施细节。IT2017 只有定义了一小部分课程实现的示例,将 IT 胜任力及其相关子领域组合成合理的、易于实现的课程,才会有效。本报告还必须就设立课程的实际问题向各机构提供咨询意见,包括战略和战术部分以及课程学习材料的技术说明等。

1.5 核心主题和意义

考虑到全球范围内,信息技术均已渗透进社会的方方面面,IT2017 中的教学方针将尽可能与发展现状相匹配;但即便如此,IT2017 也未能覆盖到教学的方方面面。举例来说,虽然报告中提到了对实验教育学的应用,但是并未完全遵循这个理念。另外一个有所提及的理念是绿色计算(Green Computing),但是在本报告中也并未给出明确的实施方案。对于这些理念,不同的教学机构可以用各自独创的方法落实到教学过程当中。实训教育(Onsite Learning)就可以被视作一种可行方案,高年级或高水平的学生可以跟随 IT 员工或成为现有 IT 团队的一部分。这样的经历可以提升学生的领导能力,培养他们的人际交往能力,帮助学生成长为 IT 专业人士。

在信息技术教学的过程当中,充满了机遇,也充满了挑战。尽管该报告强调了让所有人都能接触到信息的必要性,但并没有讨论应该如何应对这种情况。例如,游戏化学习(Game-based Learning)可能是实现无障碍学习(Accessible Learning)的有效方法。但是工作组认为,应该通过在教学机构中通过学者和实践者来进行研究和探索。另一个值得关注的问题是,云计算和服务外包已经对信息技术产业产生了影响,自然也将对信息技术相关的学生及其未来的职业发展造成影响。虽然报告中也提及了云计算,但是工作组还是认为应当参考后续在实施机构中的教学研究,为云计算的教与学提供学习环境支持。

该报告的一个基本主题是为社会各界和团体培养信息技术人才。多样性的缺乏限制了创造力和生产力,排除了许多有潜力的合格人才,因此许多杰出的雇主都非常关注这一点。例如,IT 行业中女性比例很低,这引起了学界和产业界的广泛关注。本报告认识到多样性的重要性,并建议学术型的 IT 部门促进相关科学研究,并推动相关的教学实践,来吸引和留住更多的多样性学生。

在考虑组建队伍的伊始,工作组就把包容(Inclusive)问题作为其活动的核心。12 人小组由不同的性别、工作类型、地理位置和国际专业协会的专家组成。

—业界/政府:3 人;学界:9 人。

—国家分布:5 个。

—大洲分布:3 个。

—女性成员:7 人;男性成员:5 人。

—国际学术社团:4 个。

—工作组领导者性别:女性。

—IT2017 执行委员会人员构成:3 名女性,2 名男性。

IT2017 工作组清晰地认识到,这份指南不可能是普适的。尽管如此,工作组还是站在一个尽可能广阔的计算学科视角来定位信息技术学科的内容。作为一个全球性的文件,这份报告中所采用的课程样例来自多样化的教学机构,也不强制读者将其奉为圭臬。

1.6 全球范围的影响力

IT2017 工作组希望能帮助教学机构建立行之有效的培养方案,或帮助其在原有课程体系上进行改进。IT2017 报告,连同它的课程体系和课程描述的样例,应该成为全世界信息技术教育的指路明灯。此外,这些指导方针并不苛求学生掌握每个领域的所有细节。其目的是让学生培养 IT 胜任力,以便在未来的职业生涯中取得职业成功。

第 2 章　信息技术专业

2.1　计算学科中信息技术的地位

计算技术在现代社会中越来越重要并且得到了广泛的应用,这为信息技术专业的出现奠定了基础。信息技术学科是目前五个计算学科中最年轻的一个,2008 年发布了第一份 ACM/IEEE-CS 关于 IT 本科学位课程指南的报告,这标志着信息技术学科的诞生。从那时开始,它的姐妹学科就陆续开始了课程体系的更新与修改,图 2.1 给出了最近和的学科指南发布的时间线。信息系统在 2010 年更新了课程。计算机科学于 2013 年完成修订版,软件工程于 2014 年完成修订版。2016 年《计算机工程》课程指南发布。

随着计算学科的不断发展,ACM 将与其他计算机行业学会和学术研究学会一起,根据快速变化的计算技术来修订相关的学科课程指南。数据科学和网络信息安全等新型计算学科的课程体系指南将受益于类似的支持。

CS2001	IS2002	SE2004	CE2004	IT2008	CS2008	IS2010	CS2013	SE2014	CE2016	IT2017

图 2.1　计算学科各专业方向课程体系指南推出的时间线

在大学生计算教育的大环境下,信息技术学科课程体系的制定面临多重挑战:计算技术快速的发展;新的计算研究领域的出现;大学毕业生专业技术水平与企业雇主所期望的技术水平始终存在的差距;女性和其他代表性不足的群体继续参与 IT 专业和职业;限制 IT 课程体系的规模,使得课程方案易于设计和实施;信息技术领域职业的多样化趋势;专业素养实践的开展;将信息技术学科与其他计算学科区分开来等等。

2005 年计算机课程(CC2005)报告开创性地为计算学科奠定了格局,它描述了计算学科发展的历史、演变和共性特征,指出了计算学科各专业的共性,并绘制了一幅很好地揭示了计算学科各专业相互关系的示意图。这个报告还给出了“计算”一般的定义,该报告以一种通用的方式定义了计算,即任何需要、受益于或创建计算设备和计算组件的面向目标的活动。从这个层面而言,计算这个概念涵盖了计算的科学理论、软硬件系统的设计和构建,以及为满足个人、组织乃至社会各种各样的需求

而创造并成功投入使用的计算技术。这个定义从三个相互关联的角度揭示了计算的本质：

- 科学理论的角度：推进基础科学理论的研究以赋能计算的新发现。
- 工程技术的角度：设计和构建计算机器（设备、系统与服务）。
- 商业、专业和社会的角度：最终创造和管理计算技术的终极目标是为个人、组织乃至于整个社会服务。

工作组注意到计算技术在并不是抽象存在的。在数字平台经济的年代，计算技术成为联系不同参与者、生产者和消费者的纽带，使商业价值在所有经济参与者中得到有意义的交换。

纵观计算学科的所有专业，信息技术的综合性是最强的。“信息技术的深度依赖于它的广度”。图2.2中的两张图表揭示了信息技术在CC2005和IT2008这两个报告中所展现的学科独特性。

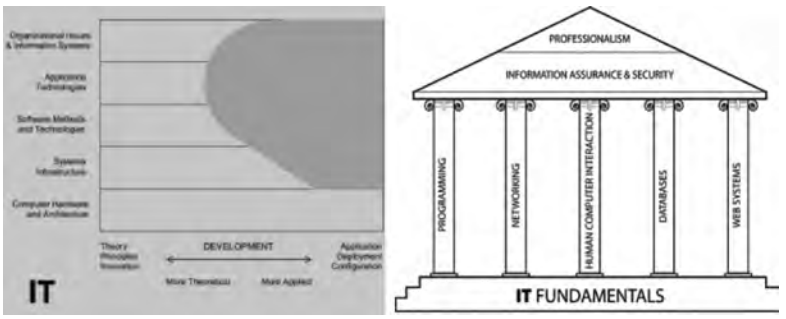

图2.2 10年前对于信息技术的图形化表示

来源：CC2005（左）和IT2008（右）

图2.2的左边是CC2005提供的信息技术专业概览：计算学科的空间有两个维度，理论和实践的维度（横向）以及基础架构和组织开发的维度（纵向）；在这个空间中，信息技术专业显示出它与其他专业的不同之处在于，它更偏重于应用而不是理论，更关注系统和应用技术。图2.2右边是IT2008报告对信息技术专业的描述。该报告将它的关键课程体系划分为五个支柱——编程、网络、人机交互、数据库和Web系统。这五大核心内容均建立在信息技术的基础上，并依赖于信息安全保障和职业素质。

2.2 信息技术创新的驱动力

当IT2008年发布时，Apple已经研发出了iPhone，Facebook已诞生，Amazon也发行了它的Kindle电子书，YouTube已然成为全球最受欢迎的视频分享网站，Google也发布了Android操作系统，移动网络通信采用了4G标准。这些革新都为Erik

Brynjolfsoon 和 Andrew McAfee 所说的“第二次机器时代”开创了道路。如果说工业革命和第一次机器时代是关于实现体力劳动和发动机自动化来辅助补充人们的工作,那么第二次机器时代则是用知识和软件驱动机器的自动化来代替人类。

网络服务的普及、移动计算、社交媒体、高速无线网络的出现以及数据中心的扩张,这些现象都标志着信息技术 2008 年已经进入到学术领域。约十年后,信息技术已经渗透到了人们生活的方方面面。以下是那些在本报告中“信息技术课程框架”一章中所提及的信息技术领域中最突出的 IT 创新:

- *移动应用平台*自 2016 年起就已经成为全球首要的数字化平台。调查显示,当移动互联网在 2014 年超过固定有线网络时,人们在移动设备上花费的时间就占去了人们在数字媒体上花费时间的三分之二。
- *社交平台*综合了社交媒体、社会合作和社会反馈(意见、评价和“点赞”)三方面内容,它们将社交技能与商业应用(社会客户关系管理、公司内部的交流与合作以及企业公共社交网站)有机融合。
- *用户体验*在用户设计、实现和评估中体现了触屏技术、手势控制、声音传感、视线跟踪、实时 Web 实现和视频的现代集成技术,逐步取代了传统用户界面(包括窗口、图标、菜单和鼠标控制)。例如,HTML5 和异步 Web 开发工具(异步 JavaScript 和数据互换格式等)的出现为跨平台移动 Web 应用程序的开发提供了一个长期解决方案,因而使得移动本地应用程序和移动 Web 应用程序的界限不再那么显著。而这些在用户体验方面取得的进步淡化了桌面应用程序、便携式应用程序和移动应用程序之间的区别,也对将用户体验融入并贯穿于使用环境、操作系统和硬件平台做出工艺技术方面的要求。
- *物联网*(IoT)和*大数据*(Big Data)是高德纳公司(Gartner,Inc.)2011 年公布的当年十大战略技术趋势之一。这与通用电气(General Electric)转向“通用电气数字”(GE Digital)的举措一致,GE 在 2016 年隆重推出 Predix。Predix 是一个开源的、基于云的物联网平台,它对于工业应用的重要性,就像 Android 对于移动应用的重要性、亚马逊网络服务对于网络应用的重要性一样。Predix 等物联网平台将数据分析和云计算结合起来,构建工业应用程序,以提高航天飞行器、发电机以及大规模制造业的工业机器的效率和生产率。
- *网络信息安全技术*的进步必能起到保护互联网的社会效益和经济效益的作用。21 世纪头十年,社交媒体的爆炸式发展、智能移动设备的加速普及、云计算在许多企业数据和服务架构中的中心地位,使网络空间成为社会结构的一个不可或缺的组成部分。社会越是依赖于信息技术,恶意网络活动所造成的危害越大。为了应对危机四伏的网络环境,计算机系统应该拥有能够修复防火墙、扫描病毒的动态实时防御系统。网络信息安全的风险管理包括各种各样的措施来保护信息技术和数据抵御来自未经授权的网站和其他不安全网站的威胁,并保持对网络威胁的危机意

识,追踪对信息技术和数据造成负面影响的异常事件,逐渐减轻该负面影响并且能够把信息技术和数据从异常事件中恢复。

- 自动化正逐渐发展成为改变经济与劳动力市场面貌的全球性力量。机器人和计算机不仅能比人类更好、更廉价地执行一系列常规的体力劳动活动,而且在自动化认知领域的能力也得到了持续的提升。

本指南最早将于本世纪二十年代才能见成效,届时依据 IT2017 的指导思想培养的毕业生将进入职场或者选择继续深造。本次报告有责任对 IT 创新的视野扩大到 2020 年,如此才能保证本次报告提出的建议在距今十年之后仍显得合理且有借鉴意义。加纳研究公司(Garner Research)对 2025 年 IT 创新的预测提出了三个将改变数字经济的主题:不断演进的由智能机器构成的数字网络;基于算法的商业模型和自动化技术的兴起;IT 平台支持的新生态系统,例如零售(Amazon Prime 平台)、出租车业务(Uber 平台)以及住宿服务(Airbnb 平台)。这些具有革命性商业力量的信息技术平台对即将到来的数字经济年代将产生重大影响。

2.3 信息技术学术规范的定义

全球范围内,“信息技术”一词通常指计算的各个方面,以及它与当今社会和数字平台经济的各个方面的集成。任何类型的组织都依赖于信息技术和计算系统,这些技术和系统必须正确有效地工作,安全可靠,并且具有组织目标和客户需求的可伸缩性。信息技术专家们挑选计算产品和服务,并加以集成来增强所支持的环境,并且开发、调整和管理计算技术来满足组织的目标和业务目标。

信息技术创新是信息技术学科的研究对象。这些创新给 IT 专业人员和研究人员提出了待研究的问题,并为解决 IT 复杂问题和获得新发现提供了研究方法和实践手段。本报告对信息技术学科的定义如下:

信息技术是研究选择、开发、应用、集成和安全管理计算技术的系统方法,使用户能够实现其个人、组织和社会目标(Information Technology is the study of systemic approaches to select, develop, apply, integrate, and administer secure computing technologies to enable users to accomplish their personal, organizational, and societal goals)。

一个学科会随着其研究目标的变化而变化。信息技术专业的出现是为了满足雇主的需求,这一事实对本学科的发展产生了重大影响。当代信息技术的创新与发现独树一帜,不落窠臼。若想要对当代信息技术专业有全面合理的认识,应当考虑到在未来十年此学科与信息技术领域的关联及其发展。

本报告将信息技术专业比作一幅织锦(如图 2.3 所示),它将相关研究与学习活

动联系起来,从而使毕业生为更好地适应这个千变万化的世界而做好准备。这个织锦的隐喻反对人为地把信息技术学习经历的内容、实践以及情境隔离开来。相反,它强调了信息技术领域许多不同方向之间的结构与功能的联系,并且呈现了在本次报告提出的指导方针下信息技术专业带来的创造力与创新性。

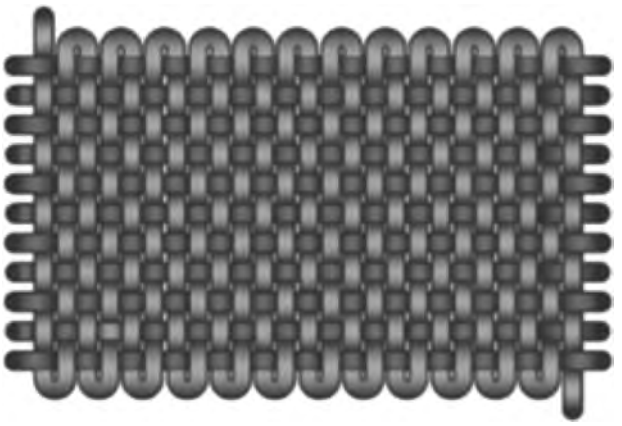

图 2.3 通用织锦(由 Richard Fry 提供)

2.4 信息技术毕业生概况与专业素养储备

信息技术毕业生应当是一个具有合作精神的问题解决者,一个技术娴熟的从业者;或者也可能是一个应用研究调查员,他们喜欢让技术有效地工作,并在各种环境中满足用户的需求。IT 毕业生们通力合作,在职场和社区生活中集成新的信息技术,给用户丰富优越体验并保证工作团队的正常运转。在企业环境中,IT 毕业生应用他们对系统集成、开发和操作的理解,部署和管理满足组织业务目标的 IT 服务和平台。在社区内,IT 毕业生运用他们在信息技术解决方案方面宽广的专业知识,来支援社区成员的项目和活动。IT 毕业生们都是随时准备肩负起他们的道德责任与义务的专业人士。他们熟悉管理其维护的 IT 平台的开发和操作的各种法律法规。IT 毕业生能以一种顾客与管理人员都能理解的方式向他们解释专业性的决策。同时他们会考虑到技术的选择所带来的预算开支,从而把预算控制在合理范围内。此外,IT 毕业生们还在保护 IT 网络、应用程序、数据中心以及在线服务等方面有着广泛的实践经历,并在不影响实现用户的目标的前提下,寻求安全可靠的技术手段来解决问题。

IT 毕业生的特点反映了信息技术教育成效以及他们的信息技术胜任力,这些胜任力是他们毕业后取得稳定工作并在职业生涯中取得进步和成功的重要基石。信

息技术专业认证是另一个决定 IT 毕业生概况的因素。ABET 计算机认证委员会(ABET CAC)最近提出的标准变更,承认了在最新的 ACM《信息系统课程体系指南》(IS2010)和《计算机科学课程体系指南》(CS2013)中关于“定义各种计算机课程的内容和边界”的最新工作的重要性。与本报告相关的是,IT 毕业生概况正驱使着 ABET CAC 课程标准 5 要求要求所有计算学科培养方案在其课程中包含信息保障和安全原则和实践。同样重要的是,ABET CAC 课程体系 3 对学生成效(Student Outcomes)部分进行了修订,提出了所有计算学科对学生学习所需要具备的共性要求。最近提出的中等教育课程框架,诸如 K-12 CS”计算机科学框架”和“进阶 CS 原理框架”都以学生为本而设计课程框架:学生需要展示出来的学习内容,对他们未来的职业规划和学术深造至关重要的高水平胜任力。

考虑到学科认证标准的更新,以及课程框架将学科内容与真实实践相结合的情况,本报告通过描述学生在学科学习过程中不断发展并能在毕业后展示出来的胜任力,来展现 IT 毕业生的教育成效,概况如下:

1. 分析现实生活中的复杂问题,识别并确定计算要求,将计算方法应用到解决问题的过程中;

2. 设计、实现并评估基于计算的解决方案,以满足当今 IT 学科背景下一系列的计算需求;

3. 与不同的客户进行有效的交流,保持技术信息与用户意愿和目标的一致性;

4. 在遵循法律和伦理原则的计算实践中,做出明智的判断并接纳其他人的独特的合理观点;

5. 在团队中有效地工作,并采用自我辩护和同行讨论的方式来解决交流中的偏差,建立目标,制定计划,在任务期限内完成工作,进行风险管理并实现可交付的工作成果;

6. 识别并分析用户需求,在此基础上考虑计算机系统的选取、集成以及管理。

2.5 信息技术研究

当今时代,信息技术正在飞速发展。然而,对信息技术领域的研究做出明确的陈述却绝非易事,原因有以下几点:

注重实践:强调熟练掌握 IT 核心概念并结合真实实践。这是针对将信息技术应用到组织机构与社会环境的困难而提出的。许多 IT 学位专业都是由四年制的学术机构提供的,这或许反映出这些机构想为毕业生就业机会提供更多的灵活性。而这一历史现实却与学科的产生过程相矛盾。学科往往是先作为研究课题而提出来的,然后才成长为一门专业方向。在信息技术领域,专业建设的实践和培养促进了相关研究的发展。更准确地说,研究课题是从实践中产生的。

计算的历史背景：CC2005 很好地解释了一系列计算学科专业的异同。但是，必须意识到曾经有很长一段时间，不同计算学科专业之间存在着内容的重叠、相互的误解甚至争执。这导致了可以从多个维度来划分计算学科。虽然一些顶级期刊涉及特定的学科，但也有很多顶级计算出版物跨越多个学科。类似地，一个计算学科的教员常常有对另一个计算学科的相关研究感兴趣。

对于一个学科的核心理念的审查，并不能将计算学科满意地分离。在某些情况下，例如计算工程这样，确实能这样分割出来。但是对其他学科而言，甚至在学科内部，对于核心理念的界定始终存在争议。考虑到整个计算学科的快速发展，这种情况并不让人感到意外，有可能还对计算学科的发展有益。另一方面，这也为单纯根据计算学科来唯一界定某项研究内容增加了难度。

考虑到这些情况，下面对于信息技术研究的言论就显得合理了。

- 作为一门实践驱动的学科，信息技术专业建立在已有的丰富研究基础上。信息技术的一个作用就是借鉴并应用其他计算学科专业的研究成果。信息技术的部分研究贡献，就是发现新问题并求得其答案，反过来夯实信息技术专业的相关理论和技术基础。
- 研究课题源自于信息技术实践。信息技术的研究着重于解决与实践内容相关的问题，即关于计算的问题。信息技术研究也关系实践过程的相关问题。
- 信息技术研究与其他计算学科的研究有重叠。所有的计算学科专业间都存在着重叠，信息技术专业也不例外。

信息技术社区内部的讨论促成了许多刊物的出版，它们提供了关于 IT 研究议程的初步想法。那些早期备受讨论的信息技术领域，时至今日仍然持续酝酿着大量的信息技术研究：

持续集成——计算技术的许多应用需要集成不同的系统组件。当人们以更广阔的视角看待系统，并将人作为系统的组成部分纳入系统时，会引起许多与集成相关的问题。

权衡分析——IT 解决方案的开发本质上需要在方法、流程、组件和其他实体之间进行权衡。成功的 IT 实践需要进行这种分析的原则和方法。

接口问题——系统组件的集成常常带来接口的问题。不论接口是否涉及硬件或软件，也不论该接口是软硬件接口还是人机交互接口，这个问题始终存在。

网络信息安全——对信息的保护几乎是整个信息技术系统中最薄弱的一环，也是信息技术在信息安全保障方面面临的一大挑战，因此信息技术领域对信息安全的保护十分重视。

开发和操作的相互作用——信息技术应用程序不同版本的持续发布往往给用户的使用环境带来细微的变化。预测 IT 应用程序将怎样影响用户使用环境，持续开发和操作的成功集成的有力保障。

上述研究方向是信息技术研究感兴趣的议题。作为一个学科,信息技术正在飞速发展,信息技术原来的关注点主要在系统方法上,这些新的研究领域将会转移到选择、开发、应用、集成以及管理安全可靠的计算技术,从而使用户能实现他们个人、组织和社会目标。

第 3 章　培养现代信息技术的专业人员

随着计算领域的不断变化,信息技术课程体系和其他计算学科也必须随之变化,以确保毕业生做好将来为企业贡献价值的准备。对于大多数信息技术专业的学生来说,理解职业实践的价值是至关重要的,因为大多数学生毕业后将进入劳动力市场。

本章的各个小节回顾了内在原因、当前的教育实践、私营和公共部门对职业实践的支持、将职业实践纳入课程体系的技术,以及评估这些技术有效性的策略。

3.1　原因

将专业准备纳入课程体系是十分重要的,因为信息技术专业的毕业生在将来的工作中将面临许多现实的问题,例如组织的需求、公众对高质量产品的需求、越来越多的计算机责任案件,以及促进人们终身学习的需要。在大多数情况下,学生进校时对这些问题并没有一个完整的了解和评估,这种情况令雇主沮丧。事实上,随着学生接触到这些问题并且知道如何表现得更专业化之后,他们会对学业以及如何与他人更好合作越来越感兴趣。因此,将职业实践纳入课程体系,可以作为催化剂,刺激和提高学生对 IT 专业的兴趣。

学生们的职业实践学习与行业息息相关。行业人士发现,具有实际专业工作经验的学生,在与团队同事及客户合作时,能理解人际关系的价值;能够专注于进行高质量的工作;拥有强烈的道德信念;愿意为有价值的外部事业贡献他们的时间和天赋;坚持终身学习;并且能够参与促进部门的完善。(有关雇主与学生关系的更深入讨论,请参阅本报告有关行业展望的第 5 章。)

对质量更好、缺陷更少的产品的需求日益增长,也加大了将职业实践纳入课程体系的压力。随意的 Web 系统设计技术被公认为造成高缺陷网站系统的一个重要因素。因此,在与供应商签署合同前,客户会索要可靠软件流程的“证据”。学生需要理解与客户建立面对面关系的价值,与客户达成可实施的产品需求,并产生高质量的系统。

专业会员协会和组织以多种方式促进专业责任的发展:

- 制定和推广伦理准则,如 ACM 道德规范和职业行为守则,CompTIA 信息技术专业人员协会(AITP)道德规范和标准守则,IEEE 道德守则软件工程道德规范和职业实践守则(SEEPP)。一般而言,这些规范提倡诚实、正直、维持高质素、领导力、

支持公众利益和终身学习。

- 赞助建立专业小组,比如直接关注道德和职业素养问题的计算机和社会专业小组(SIGCAS)和技术社会影响协会(SSIT)。
- 制定和完善课程指南,如本报告及以前的版本。
- 参与制定认证准则,确保课程中包含职业实践。
- 支持建立学生分会,鼓励学生树立一种成熟的职业实践态度。
- 通过技术出版物、会议和辅导课程(tutorial)提供终身职业发展的机会。

IT培养方案应告知学生和社会,一个在计算学科受过专业训练的人身上应有的品质。例如,学生需要明白专业行为对工作的重要性以及粗心大意的后果。他们也应该认识到,专业协会通过建立工作组制定职业实践和道德准则,可以提供多方面的支持,使他们能够坚持道义上正确的做法。在四年的培养方案中,就让学生充分了解这个支持网络,学生可以避免年轻专业人士经常感到的孤独感,并且准备好以一种更加成熟和合乎道德的方式进入职场。

3.2 职业实践

目前已有许多措施将职业实践纳入课程体系。这些措施中最普遍的是开设有关体现实践的IT课程,这些课程强调团队合作、真实的项目、外部客户、IT工作的相关方面、雇主的直接参与以及专业工具和平台的使用。

其中最普遍的是开设能够帮助学生提高沟通能力、解决问题的能力以及技术技能的课程。职业实践也可以是信息技术之外其他院系提供的课程。例如,学生可以在英语系或传媒系提供的课程中练习科技写作或公开演讲。学生也可以通过通识教育课程或信息技术专业核心课程来获得这些技能。此外,学生应该在以后的课程中应用这些技能。

整合在课程体系中的职业实践范围和深度取决于机构的承诺、部门资源和教员的兴趣。随着认证机构越来越强调专业精神,其他学校可能会加强对职业实践教学的承诺。

IT培养方案应该将职业实践整合进课程、研讨会及带学分的工作实习。下面的列表概述了几种可能性。

- 毕业设计课程:这些课程通常在学生的最后一年开设1个学期或2个学期。通常,学生必须以团队合作的方式来设计和实施项目。这些项目往往涉及到对实际问题的考虑,包括成本、安全性、效率以及预期用户的适用性。学生可以开发自己的项目,他们也可以从外部客户那里获取项目。虽然这门课程的重点是项目管理和学生报告,也可以包括一些关于知识产权、著作权、专利、法律和伦理的内容。
- 职业道德与法律课程。这些课程通常是一个学期。学生可以通过这些课程

接触职业实践、道德行为、计算机法律,以及不同国家法院管辖的地域界限等问题。课程内容包括计算历史、计算机对社会的影响、计算职业、法律与道德责任、国际计算机法律以及计算专业职业素养。

- 实习/实训/合作项目。这些项目由学校或系(最好是学校级)资助,让学生们在毕业前有机会在业界进行全职或兼职工作。对此类项目提供充分的行政支持是其成功的关键。四年制的学生们通常在第一到第三个暑假期间实习。学生在校外进行合作或实习通常会中断一个暑假或一个学期的学业。学生往往会得到工作报酬,还有可能得到课程学分。
- 基于团队的 DevOps 课程:这些课程强调 IT 系统开发和操作的过程,通常包括一个团队项目和持续有价值的项目交付。课程胜任力包括持续规划、开发、集成和测试、发布和部署,以及基础设施监视和优化。职业实践强调共同的目标、责任、集体所有、持续的沟通和不断的实验。
- 关于趋势与 IT 变革的研讨会:近年来出现了许多新的职业,比如信息安全专家、大数据分析师、用户体验设计师、全栈开发人员、软件定义网络架构师和云计算运营商等。IT 培养方案可以提供讲座或研讨会,帮助学生了解就业市场,以便他们能够将技能应用到未来的工作岗位。
- 企业创新课程:IT 行业需要创新,也需要大公司提供新的技术和更多的就业机会。本课程讨论的是每一个在成熟公司中的管理者成功组织技术驱动的创新所需要的基本知识,这些知识将创造性和设计思维整合到工程、管理、沟通和商业等组织功能中。学生将利用他们在创业过程中所学到的知识来评估、研究、撰写和展示商业计划。

许多信息技术系以外的课程也可以帮助学生培养更强的职业实践技能。这些课程包括但不限于哲学伦理学、心理学、组织管理、经济学、技术交流和工程设计。

3.3 为全球化职场做准备

还有很多途径可以将帮助学生进行职业实践准备的内容纳入培养方案。以下重点介绍行业责任、学术准备与工作环境之间的关系,以及大学行政管理、教师和学生在将职业实践作为教育优先事项方面的作用。

3.3.1 职场意识

大多数从大学毕业的学生在私营或公共部门就业。作为毕业生的主要雇主,工业和政府在帮助教育机构促进职业实践方面发挥着重要作用。例如,参加校企合作办学或在政府实习过的学生可能在 IT 胜任力方面成熟得更快,并能更加认真地学习。这样的实习也可以帮助那些提供实习机会的机构,因为学生毕业后可能选择继

续留在实习过的单位工作。有了私营和公共部门的支持,职业实践的规模在课堂内外均得到了扩展。

雇主支持教育过程最重要的方式之一是鼓励他们的员工在帮助培养学生方面发挥更大的作用。这些员工可以通过多种方式提供支持。

- 担当学生项目导师的角色。
- 给班级做关于公司、工作和发展过程的专题报告。
- 担任兼职讲师,以加强大学的课程设置。
- 为教师和学生提供开发、运营和专业研究的内部教学材料或课程。
- 在行业咨询委员会任职,就学生的优缺点向院系和机构提供有价值的反馈。

通过这些方式,雇主与IT院系建立了互利的长期合作关系,后者将为前者提供具备充分职业准备的未来员工。

除了校园里的各种机会,行业和政府也通过将教师和学生带到学术圈以外的环境来促进和完善职业实践。学生和教师可以参观当地的公司,并开始建立更好的关系。长期来看,合作办学、实践课和实习机会让学生们更好地了解工作中的生活是什么样子。此外,学生可能对学习更感兴趣,并且利用这种新的兴趣增加自身的市场潜力。学生也可能与雇主建立联系,这样就更有可能在毕业后返回公司工作。对教师来说,咨询机会为其与公司之间建立一个更高层次的信任。由于这些举措,用人单位、学生和教师加深了相互了解,并且更愿意提升彼此的价值。

作为最重要的支持形式,雇主还可以以硬件、软件、产品折扣、金钱、时间等形式向教育机构和专业协会捐赠或捐款。通常,这些捐赠和捐款对于学校是十分重要的,可以帮助实验室更新硬件和软件资源,设立学生的助学金和奖学金以及教师的教学和科研奖项,还可以赞助学生参加编程、设计和教育竞赛。资助可以帮助设立更多的研究和项目。在这个层面上,私营和公共部门有助于确保未来教育的活力和进步,并推进计算领域的进步。

通过耐心、长期的合作,理解对方受到的约束,并相互了解对方的价值观,私营和公共部门以及教育机构可以共同努力,培养出在现代竞争激烈的职场中具备高度胜任力的学生。为培养具有崇高道德水准的学生,也出于对使用这些学生开发的产品的用户安全考虑,企业、政府和教育机构之间的通力合作至关重要。

3.3.2 模拟本地和国际工作环境

正如业界代表越来越多地寻求“立即上岗”的毕业生,大多数学生希望一毕业就在工作地所直接工作,而不需要有大量额外培训。虽然在校实习不同于职场实习,但是教育工作者可以通过以下几点来实现从学界到工商界的平缓过渡:

- 模拟、镜像或使用工作环境的计算资源;
- 教学生如何在团队中工作;

- 讲授文化智慧和社会责任的概念,并提供重要的项目经验;

把这些要点引入课程体系使得模拟本地和国际工作环境中的重大问题成为可能。教师可以讨论,并且让学生在既定计算资源、团队和项目的背景下,去解决跨国家、跨文化以、社会及职场的问题。

由于计算技术的迅速变化,预测学生毕业后准确的工作环境是不可能的。因此,不能在课程体系中将注意力集中于特定的技术。接触各种各样的计算技术,为扎实的专业工作提供了坚实的基础,可以培养出灵活的学习者,而不是一味依附于自己熟悉的环境的学生。

对许多学生来说,学习如何在团队中工作不是一个自然的过程,但这仍然是非常重要的。学生应该学会在小型和大型的团队中工作,这样他们就可以获得计划、预算、组织协调和人际关系技能。应该有充足的课程教学内容来支持学生的团队合作能力培养。课堂内容应该包括项目计划、沟通技巧、运作良好团队和问题团队的特征,以及团队环境的压力来源。

教育工作者可以根据团队工作的结果、成员的个人工作或它们的某种组合来进行评估。团队成员的行为也可能是评估的一个因素。重要的项目经验可以提高学生解决问题的能力,让他们接触到没有明确定义或没有直接解决方案的问题。这样的项目可能是一种可控的课堂体验,或者是由外部客户带来的一些不可预测情况。该项目应该帮助学生超越在 IT 领域中练习基本技能的典型单人作业。除此之外,项目还可以跨越多个 IT 领域,从而帮助学生开发 IT 胜任力。

3.3.3 行政部门、教师与学生角色

在最高的机构一级,管理层必须支持教师进行职业实践以及院系发展活动。这些活动可能包括咨询工作、专业协会和社区服务、暑期奖学金、获得证书和专业执照、获得认证、成立行业指导委员会及相关分会、建立合作培养/实习/实践项目以获得课程学分,并与公共和私营部门建立更多的联系。这些活动可能非常耗时。然而,这些活动对个人和学校都非常有价值,在决定晋升职称和终身职位时必须考虑这些活动。

教师和学生可以通过共同采纳、促进和执行专业协会制定的道德和专业行为准则来协同工作。教师应加入专业协会,并帮助建立这些协会的学生分会。通过学生分会,教师可以对学生在课程工作、为社区服务或相关专业活动中取得的重大成就给予奖励。此外,学生分会可以提供一个与潜在雇主合作的论坛,并有助于从校外获得捐赠、演讲者和导师。

3.4 将职业实践和道德纳入课程体系

职业实践和道德素养的纳入必须是一种清晰且积极的行动,因为其中大部分内

容已经融合到了现有的课程结构中。例如,专业的导论课程可以介绍计算机、互联网对社会的影响以及职业实践的重要性之类的讨论和作业。随着学生进入二年级的课程,他们可以像专业人士那样,以需求、设计和测试文档(如章节和项目报告)的形式来记录他们的工作过程。

其他补充内容,如计算机历史、数字图书馆、处理未明确定义的问题的技术、个人责任的团队合作、现实生活中的伦理问题、专业标准和指南、法律约束和要求,以及伦理论证的哲学基础,既可出现在专门的课程中,也可以贯穿整个课程体系。贯穿于不同课程中的优点是可以在实际应用领域中呈现这些内容。但是,它带来的问题也是显而易见的,即教师会因为学时的原因而尽量减少职业实践内容的讲授,以便于给专业技术知识更多的时间。当然,项目也可为这些内容提供一个更自然的利用方式,特别是老师能找到那些需要非关键系统的外部客户的时候。当学生在社区中参与服务学习项目(service-learning projects)或与外部客户合作时,他们开始从完全不同的角度看待道德行为的必要性。因此,这些学生可以学到更多的方法来满足客户问题描述不清楚情况下的需求。然而,无论教师如何将职业实践融入课程,重要的是他们要用适当的评估来强化学习效果。

对于拥有足够师资和资源的院系来说,开设职业实践课程是合适的。在资源有限的情况下,应在职业实践、道德规范、计算机相关的法律知识等课程中涵盖该内容,并开设高级的毕业设计项目等相应课程。此外,关于项目管理、财务管理、质量、安全与防护的更高级的课程可能是实践的一部分。这些课程可以来自信息技术以外的院系,但仍然会对学生的专业发展产生深远的影响。

因此,他们可以学到更多的如何解决客户不确定问题的方法。

3.5 评估专业和道德工作

支持学生获得职业实践胜任力的学习环境包括以下要素:

- 基于胜任力的评估
- 对专业课程实践的合适的传统课程评估(作业、项目、考试、展示、报告等)
- 对学生实践活动中的进步和改善进行评估的适当方法
- 学生能参与审查和评估过程
- 来自业界、政府或其他雇主的专业人士参与考核IT毕业生在实习、合作培养与外部客户的合作等项目中的表现
- 行业标准化测试验证
- 对校友进行毕业后的调查,看看校友们认为在校教育对其职业生涯有何帮助
- 通过专业认证,以证明符合职业实践的相关教育标准

- 根据用人单位的需求同步课程实验,确保学生学到所需要的职业胜任力

评估过程应鼓励学生采用良好的技术实践和高标准的诚信和道德。即使学生是在一个团队中共同完成任务,考核过程也应充分考虑学生个人的责任心。该过程应该有一套一致的评估标准,让学生能够习惯使用,并知道如何将其与自身进步联系起来。

3.6 资格证书

工作组承认供应商和行业认证的价值,也鼓励学生去追求必要的证书。为完成此类认证或为备考这些认证而专门设计的提供学分的培养项目,必须确保所获得的技术知识也与本报告中定义的胜任力相对应。提供认证准备的机构还必须确保教师具有在高等院校任教的资格证书。许多供应商特定的认证是实践导向的,技术性很强,补充了 IT 程序课程中的理论理解、核心概念、计算实践和 IT 学习经验。因此,院校必须确保课程内容符合获得信息技术专业的大学学位所需胜任力。

第 4 章　胜任力与信息技术

IT2017 工作组讨论了计算学科学生学习的性质,并得出结论,信息技术专业的毕业生要成为信息技术领域的成功实践者和研究人员,需要的不仅仅是知识。IT 毕业生必须“做”或“执行”他们期望的活动,如系统集成、云安全或基于 API 的架构开发。这些活动需要在真实的环境中通过刻苦的实战练习获得相应的技能与品格,以证明对 IT 学习的达成度。也就是说,要想成为成功的 IT 从业者和研究人员,毕业生必须展示自己的胜任力。本章探讨了在 IT 环境中胜任力的含义及其与 IT 课程框架的关系。

4.1　理论胜任力

4.1.1　胜任力的含义

本书参考文献中对学习成效(Learning Outcome)有很多明确的定义。学习成效概念是从原有灌输知识向创造性学习(Producing Learning)的教育范型转变的关键因素。。学习成效概念关注的是学习者的成就,而非教育者的意图,如下定义。

学习成效是学习者在一个学习单元(紧密的一系列单元、课程模块、整个课程或整个培养方案)结束时期望知道并能够展示的内容的书面陈述。

与学习成效的定义存在鲜少争议形成对比的是,关于“胜任力”的定义存在广泛的混淆和模糊。尽管缺乏精准的定义,这个词仍然在弥合“教育”与“专业准备”之间的差别上起到了重要的作用。通常来讲,“胜任力”指的是专业或业界权威机构相关的绩效评判标准。在工作中评估绩效的等级也经常被用于评估胜任力的等级,这意味着工作绩效出色的人被认为胜任力出众。因此说胜任力是人们展现优秀工作表现所依托的内在品质。

教育界广泛认同大学或职场中的成功需要学生培养一系列优良品质,尤其是在以下三个维度:知识、技能、品格。本报告提出了一个有效的胜任力定义,将知识、技能和品格联系起来。图 4.1 展示了这些相互关联的能力维度。

这个三合一的胜任力模型有助于避免在实践中过多地从知识的角度围绕 IT 知识体来编写课程体系指南。最近 ACM 计算机课程报告的 IT 副学士学位专业和信息系统研究生专业也采用了胜任力模型。本报告对胜任力的定义中,这三个相互关

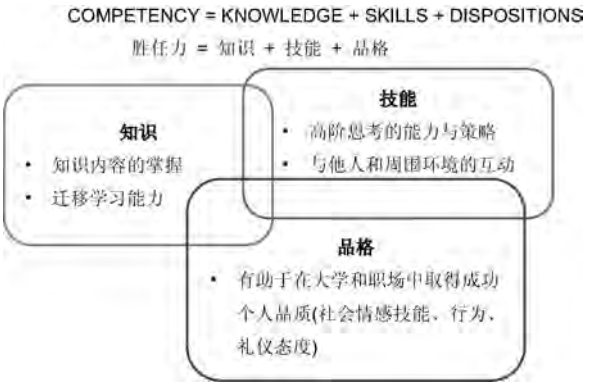

图 4.1 胜任力的相关维度

联的维度具有以下含义。

- 知识代表了对 IT 核心概念与内容的熟练程度以及在新环境中的学习和应用能力。在下面这些情境下,这个维度通常会得到最大程度的关注:教师设计某门课程的教学大纲时,院系开发课程体系时,认证机构阐明认证标准时。当被问及 IT 课程是关于什么的或 IT 专业培养的要求是什么时,最普遍的回答是一些知识点或课程的列表。选择、组织和交流课程内容仍然是设计课程体系时最简单的任务。

- 技能是在长期实践以及与他人和世界的交互中发展和培养出来的责任感与策略。技能也要求在高级认知行为中的投入,这意味着“动手”的技能实践要与“动脑”相结合。知识与技能的紧密联结在 Michael Polanyi 的显性与隐性知识表征理论中有着浅显的解释。显性知识,或称为“知道是什么”(know-that),反映了核心理念与原则,并与胜任力定义中的知识维度相对应。隐性知识,或称为“知道为什么”(know-how),是一项技巧性的需要持久投入与实践的活动。问题驱动的任务、基于现实生活的项目、与职场相关的实验活动等等,都是着重于发展技能的课程元素。精心设计的教学大纲和经过认证的课程,在阐述学生在课程和项目层面的成果时,会考虑到技能的发展。

- 品格包含社会情感技能、行为和态度,这些特征表现为执行任务的倾向以及对何时和如何从事这些任务的敏感性。从职业教育与职场研究发展而来的品格话题,受到了 K-12 计算机科学社区的持续关注。Barr 与 Stephenson 定义的具有可操性的计算思维,涵盖了价值、动机、情感、刻板印象以及态度。例如,处理复杂问题的信心、对于分歧的耐心、处理困难问题的恒心、知道自己的优缺点、与他人合作时求同存异等等品格。为了将品格与知识和技能区分开来,工作组采用 Schussler 的看法:“品格不关注人们拥有**什么**能力,而是关注人们会**如何**使用这些能力”。

4.1.2 学习成效

教学的传递理论,也被称为“以教师为中心”,认为知识是从专业教师向非专业学习者传递的过程中产生的,其目的是“使其理解”或涵盖学习材料中的所有主题。相反,主动学习则是学生自己通过设计适当的学习活动来创造理念并加深理解。在本科教育中,主动学习模式是管理高等教育机构的范式转变的基础。传统的以被动的课堂学习环境为主导的教学模式已经转变为学生活跃参与学习过程并积累经验的创造性教育范式。

在一个学生完成上述范式转变的过程中,从被动学习(参加标准的讲座)到主动学习(与同学一起解决问题),确保学生的高投入,要求设计的学生学习活动不只限于笔记、回忆、观察或描述等。学生活跃地参与诸如提问、应用概念、发现知识间的联结、将解决方案应用于新领域等活动,从而更有效地学习。如果教学仅仅限于信息、词汇、基本概念和离散的技能等描述性和过程性的知识,就不能鼓励更高层次的参与。虽然学生需要掌握基础知识和技能,但这只是准备工作阶段,更重要的真实的有绩效要求的任务和在新环境下的迁移学习。

Perkins 和 Blythe 形成了一种学习的“绩效视角”(Performance Perspective),提出了“理解某件事的关键在于能够体现与之相关的各种各样的绩效”的观点。学习的绩效视角需要“少量的转移,因为它要求学习者超越给定的信息”,并寻求“……超越知识点、学科或课堂的边界”。

4.1.3 学习迁移

为计算学科制定课程指南的传统方法是内容驱动。一个学科的知识体系可以分解为知识领域、知识单元和知识点,以跟踪快速变化的计算领域的最新发展。就本报告而言,工作组建议使用“设计认知”架构,将 IT2008 报告的基于内容的课程体系模式,转变为基于胜任力的信息技术课程架构。注意到《计算机科学原理框架》也使用 UbD(Understanding by Design)框架来开发大学理事会(College Board)批准的课程,以帮助学生为新的美国大学计算机科学预修课程会考(Advanced Placement)作好准备。UbD 框架的思想将内容掌握视为方法,而非目的,为学生的长期发展和成就做铺垫。学习者可以了解和实践许多离散的事物,但是可以用整体的场景、新的形式把这些离散的事务放在一个情境中,让学生自主地发挥他们的学习能动性。

将学习从课堂环境转移到职场和日常环境是在校学习任务的终极目标。在 UbD 框架中,学习迁移是多方面的,如表 4.1 所示。学习转移混合了技能和品格。阐释、理解、应用和调整这些技能,辅以下述品格:共情、对敏感的感知、识别偏见、考虑各种观点或反思新的学习和经验的意义等等。与元认知意识相关的品格包括负责任、适应性强、灵活、自我导向和自我激励,以及自信、正直和自我控制。还包括如

何与他人合作以实现共同的目标或解决方案。

表 4.1 关于学习迁移的六个方面(引用自《设计框架下的理解》[114])

阐释(Explain)	学习者将知识相互联结,举一反三,用自己的判断和理解重新表达,可以使用恰当的类比;能够教授给他人
理解(Interpret)	学习者能够理解并提供关于思想、数据和事件的历史或个人维度的解读;个人的解释可以通过图片、轶事、类比和故事来表达;将数据转化为信息;提供一个引人注目和连贯的理论。
应用(Apply)	应用型学习者将所学到的知识运用于各种独特的情境中;超越他们学习的环境,进入新的单元、课程和情境,超越课堂。
展示观点(Demonstrate Perspective)	学习者看到大局,意识到并考虑了各种各样的观点;采取批评和公正的态度;识别并避免不同意见中的偏见
共情(Show Empathy)	学习者感知敏感;"设身处地为他人着想";在别人可能觉得奇怪、陌生或难以置信的东西中发现潜在的价值。
自知(Have SelfKnowledge)	学习者在动机、自信、责任和诚信上表现出元认知意识;反思新学习和新体验的意义;认识到那些偏见、预测和思维习惯都塑造和阻碍了自己的理解;知道在特定的环境中自己不理解的东西。

IT 招聘广告经常列出雇主对员工的品格要求,比如热情、创新、精力充沛、积极主动、尊重他人或有弹性。例如,极力主张品格的重要性,激发负责任或自信地"不断行动的愿望",这接近于塑造性格。教师和课程开发人员应该更加努力地思考如何设计良好的学习环境,有利于培养学生形成能帮助他们在大学和职业生涯中获得成功的品格。

4.2 IT 胜任力与职业实践

Tyler 极具影响力的著作《课程体系与教学的基本原则》是一本标准的参考书,介绍了如何开发一种动态的而现代的课程,支持创造性学习,而不仅仅是提供教学。设计课程体系需要综合考虑学习成效、教学活动和学生学习评价。构建胜任力驱动的课程体系的基础是将学习成效、活动和评估结合起来。

在实际操作层面,将胜任力概念化为与绩效任务相关的高层次学习成效,并描述了这些任务的专业背景。本报告遵循 Van der Klink 和 Boon 的建议,即胜任力的"模糊性""在清晰的学习成效中消失"。一种明智的表达胜任力的方法是采用学习成效,从而使这些胜任力和评估指标一起成为专业的背景。没有基于绩效的评估,就不可能有关于学习的绩效视角。绩效评估的设计考虑了专业人员遇到的真实情

况和工作的各个方面,并通过这些方面展示了他们的专业知识。因此,实施基于胜任力的课程的一个很有前途的实践是,确定并将课程与专业背景联系起来。

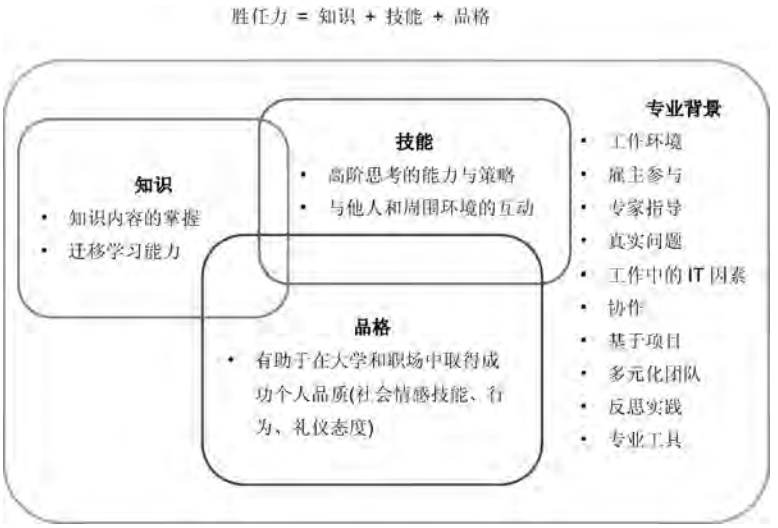

图 4.2 IT 胜任力模型

工作组对 IT 能力的可操作定义将专业环境中的知识、技能联系起来。IT 专业背景的主要特点概述了以下内容的重要性:

- 职场的经验和相关的工作
- 鼓励雇主支持实习和合作项目,并提供专家指导
- 解决真实的问题并参与各种团队
- 使用专业工具完成基于项目的协作型活动
- 缜密和批判性思维,有效地参与决策,并参与到持续学习的过程中

正确回答测验问题和熟练地进行练习是非常简单的成就达成手段,因为它们表明对事实和基本知识的掌握。创建专业背景的学习环境的例子包括实践和实习经历、与真实客户合作的项目、反映个人对复杂团队项目贡献的反思日志、由外部合作伙伴判断的技术演示,以及由外部评估人员参与的高级项目或毕业项目。这些示例可以根据每个 IT 专业培养相关的特定机构优先级、环境、资源和专门知识等情况进行改编和扩展。

一个以胜任力为基础的 IT 课程框架的长远目标是让学生获得真正的胜任力,需要持续地帮助学生迁移他们在大学中所学到的知识,有助于他们在职业和高级学术研究中的后续发展。使用基于胜任力的方法开发 IT 课程框架,需要在绩效目标的情境中重新考虑 IT 课程体系领域。为了清晰地表达每个 IT 领域的绩效目标,工作组建议采用 UbD 方法,考虑与学习迁移的六个方面相关的绩效动词:阐释、理解、

应用、展示观点、共情和自知,如表 4.1 所述。第六章中列出了一些行为动词的例子,这些行为动词为绩效目标和职业实践提供了思路;有助于描述业界期望的 IT 毕业生的 IT 胜任力。

通过把培养重点放在胜任力上面,学术部门跟有意参与的雇主建立合作关系,这些雇主可以分享他们的专业知识,并有能力安排学生进行职业实践。下一章将从行业视角全面分析如何塑造基于能力的课程框架。

第5章　信息技术的行业视角

信息技术(IT)的领域持续发展、演变,并不断地扩大对世界经济的重要性。IT专业人员将他们的技能应用于广泛多样的职业领域,包括商业、工业、政府、服务、组织和其他结构实体,利用计算机自动化地或高效地驱动相关领域的产品或服务。第三章主要从整体专业角度阐述了信息技术,这一章主要关注的是行业的视角。

5.1　行业和信息技术概述

如果拥有相关的IT技能,IT领域人寻找工作是有可能获得成功的。美国劳工统计局(BLS)最近的一项研究估计,到2024年,美国IT从业人员的就业人数将增加12%,信息安全领域以36.5%增长率领先。预计2014—2024年的信息安全分析师的就业增长率为18%。其他计算机行业的预期增长更大:应用软件开发人员(19%)、计算机系统分析师(21%)和Web开发人员(27%)。所有职业的平均增长率为7%。信息安全的36%是计算机行业(BLS所说的"计算机系统设计和相关服务")的百分比,而不是所有行业。在计算机行业中,Web开发人员职业的增长幅度要大得多,为39%。此外,2014年每个职业的就业人数也存在巨大差异。具体数据见图5.1。

不幸的是,尽管有很多的就业的机会,但雇主们发现越来越难去找到合适的人才来填补这些职位。从信息技术等技术专业毕业的学生往往不具备满足行业需求的素质。也许他们从课程学习中获得了技术技能,但他们可能缺乏"适应"行业或政府环境的其他技能(例如:沟通,团队合作)。还有一些情况下,个人可能具有典型的技术技能,但不具备更复杂的分析和故障排除技能。

5.1.1　学术神话

大学毕业生认为:具有学士学位是获得工作职位的充分条件。在某些领域,这种理解可能是正确的,但是对这个神话的信仰误导了全世界许多求职者。学位证书可能是必要的,但它不是一个职位的充分条件。在IT和其他领域中,一个成功的专业人士必须是:一个良好的沟通者、一个强大的团队合作者、一个有对成功充满激情的人。因此,拥有学位往往不足以保障就业。

有些人认为:一个拥有高GPA(平均绩点)的IT专业的毕业生比低GPA的毕业生更容易找到工作。但这种认识也开始被质疑。有高GPA的毕业生当然是值得称

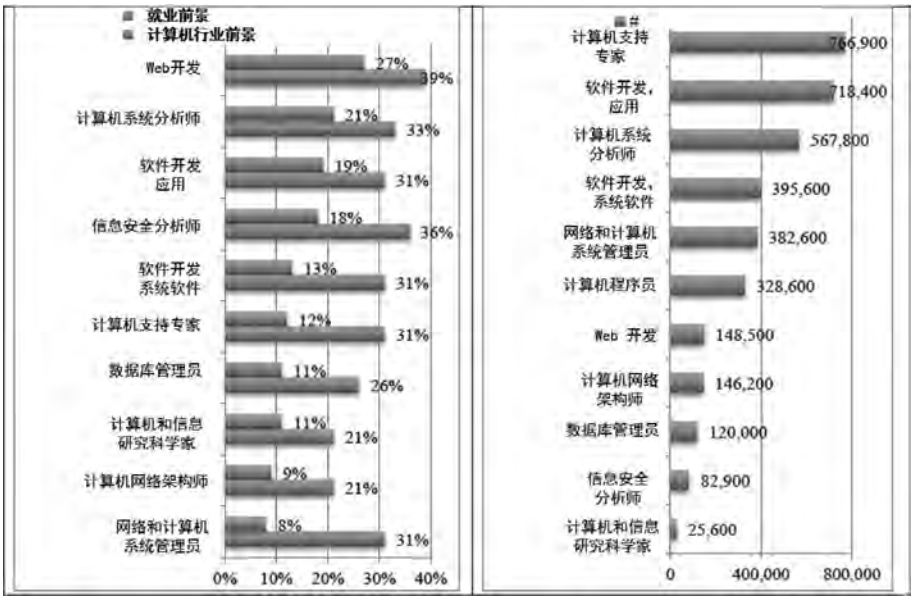

图 5.1 左：2014—2024 年所有行业中与计算机相关的就业和计算机行业的就业的增长率；右：2014 年计算机行业的工作职数

赞的。但是如果该生没有激情和动力，或者在团队中表现不太好，或者没有有效地沟通，那么他很有可能不会通过第一次面试。

5.1.2 IT 技能差距的现状

技术协会倾向于关注促进技能发展的行业标准，并在全球提供中立的 IT 认证。其中一个组织认为 IT 行业的四个重要领域是：

- 基础设施：包括网络管理、项目管理、帮助台和服务桌面以及管理云的实现。
- 开发：物联网（IoT）、移动性和云设备的编程及软件开发。
- 安全性：专注于确保系统不易受到攻击。
- 数据：关注数据库管理，以及对存储数据的分析。

这些领域提供了 IT 中可用的工作类别的远景。

此外，越来越多的人依赖 IT 工作者来推动组织的发展和提高工作效率。在 CompTIA 的一份对全球 1507 名 IT 和企业高管的在线调查报告中提到："68%的技术对商业成功至关重要或非常重要，而这一比例预计会上升"。技术已经成为创新和组织发展的关键推动力，而技术趋势正在推动组织的变革。麦肯锡公司预测，全球需要超过 4000 多万具备技术能力的受够大学教育工作者，以及 9500 万技术工人。技术技能的需求是多种多样的，如技术支持、客户服务、项目管理、故障排除、问

题解决、团队协作及建立有效关系的能力。由于对IT专业人员的高需求,全球IT技能人才的缺口已经产生,而且在未来这种状况会继续加剧。

对这些技能的需求突出表明:“现在只有20%的劳动力拥有在未来五到十年内将要出现的60%的工作所需的技能。”由于这一严峻的形势,学术界和行业都意识到,重视发展和培养具有这些技能的人才至关重要。此外,从2015年4月开始的统计数据显示,绝大多数(93%)的人力资源经理发现,填补IT工作是困难的或有挑战性的。图5.2反映了这种IT技能差距在2015年2月的全球影响。

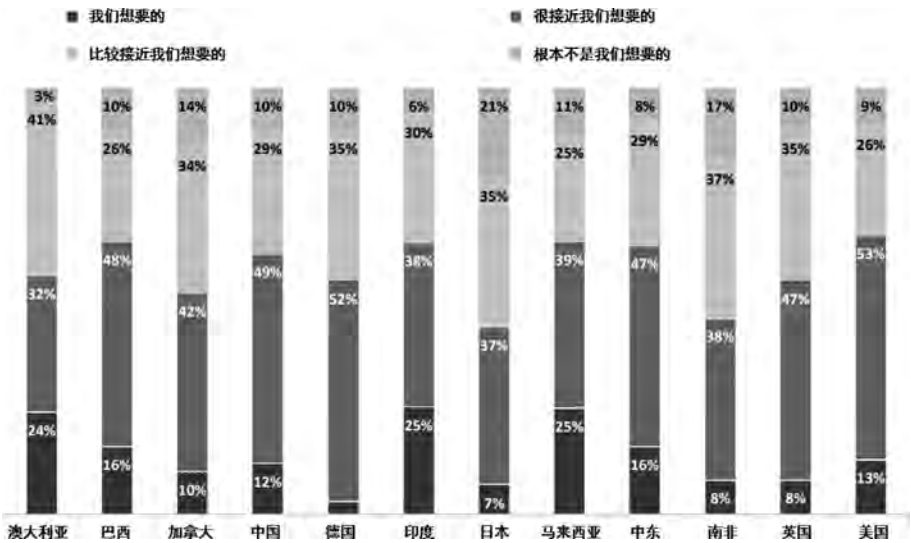

图5.2 IT员工技能和不同国家的组织需求(由CompTIA提供)

除了获得所需技术技能的劳动力之外,非技术的技能对这些工作的重要性使得招聘的任务更加艰巨。一项与就业分析和劳动力市场信息公司Burning Glass一起进行的研究得出结论,“提供更高薪酬的劳动力市场和企业,需要更高水平的认知技能和社交技能的员工,同时,以生产为主的企业对认知技能和社交技能的需求更大。”。这是一场全球性的IT技能竞赛。图5.3说明了组织在填补合适的候选人时所面临的挑战。难以捉摸的技术和非技术技能是这种情况的重要组成部分。

5.1.3 IT就业形势

对于拥有行业必备的技术和非技术技能的IT毕业生而言,就业市场形势非常好。美国劳工统计局估计2013年估计,到2020年,计算机信息和技术行业的就业人数将增加约22%,超过整体经济14%的增长率。

填补合适的候选者时组织面临的挑战	总计	小规模 5-99 雇员	中等规模 100-499 雇员	大规模 500+ 雇员
找到有合适的经验的求职者	44%	35%	45%	57%
找到有合适的硬技能的求职者	37%	31%	30%	52%
当地高质量求职者群	37%	32%	37%	43%
及时填补空缺	37%	24%	40%	53%
在合适的薪资范围内填补求职者	36%	28%	29%	53%
找到有正确软技能的求职者	36%	31%	27%	49%
与可以提供更好工作的其它大公司竞争	33%	29%	32%	41%
与招聘相关的成本（工作委员会费用，猎头）	32%	28%	35%	35%

图 5.3 大公司招聘的挑战(由 CompTIA 提供)

如 Burning Glass 提供的图 5.4 和图 5.5 所述,IT 毕业生的首选工作是系统工程师、网络工程师、系统管理员、系统分析师、解决方案架构师、业务系统分析师和安全工程师。另外 IT 技术增长最快的领域包括物联网、Docker 软件、甲骨文云、DevOps 和网络安全等。

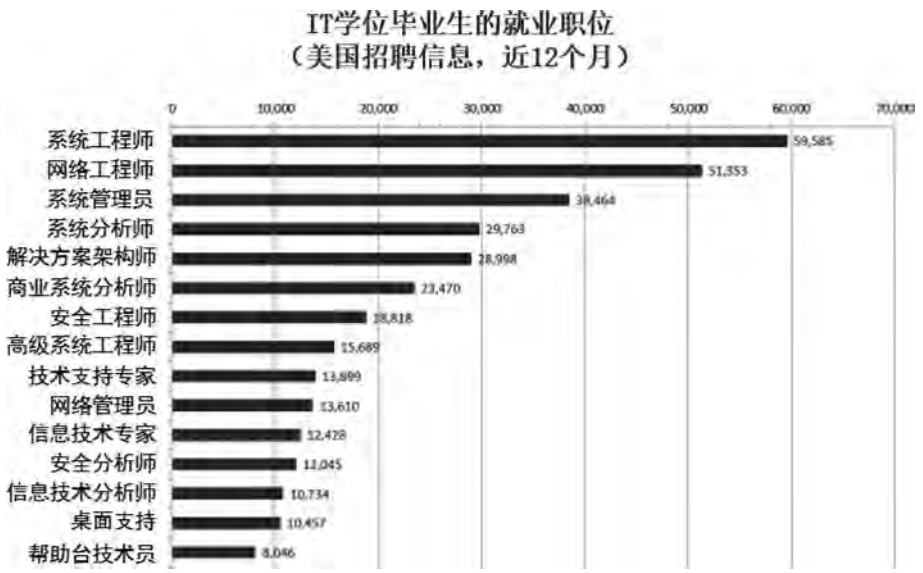

图 5.4 排名居前的 IT 学位的职位市场[2015](来源:Buring Glass Technologies)

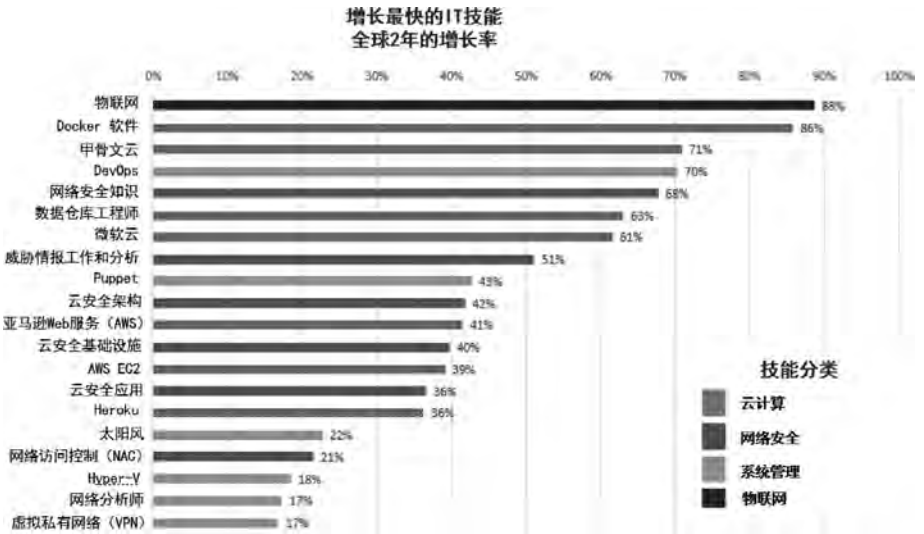

图 5.5 不断发展的市场中的 IT 毕业生[2014—2015]（来源:Buring Glass Technologies）

5.2 普通(一般)IT 技能

各种各样的 IT 技能集合是 IT 行业人员从业的基础技能。本章涵盖了与“软”技能、沟通技巧和团队合作技能相关的各种问题。最近的研究通过面试和调查数千名软件工程师和工程经理,更精确地定义了这些术语。那些拥有最多需求的技术技能和非技术技能(也称为基本技能)的人很可能有很多的就业机会。在 2015 年与信息技术工作场所相关的研究中,突出了需求最大的技术和非技术技能,具体见图 5.6。

5.2.1 软技能

行业管理者几乎一致认为,软技能是 IT 职位招聘毕业生的主要标准。行业管理者的传统观点认为,非技术技能和技术技能具有同等或相似的价值。

那么,什么是软技能?一种定义是,软技能是不依赖于获得知识的某些就业形式的理想素质:它们包括常识、与人打交道的能力,以及积极灵活的态度。

另一种定义表明,软技能是表征了一个人与其他人关系的特征:性格特征和人际交往能力。

软技能更多的与人们的身份,而不是人们所知道的东西有关。因此,软技能——包括一个人能和其他人相处的好的特征,并且通常是一个人性格的决定性组成部分。

图 5.6 2015 年技术和非技术(基准)技能(来源:Burning Glass Technologies)

请注意,在这种情况下,软技能可能有其他术语作为“工作场所”或“专业”技能。软技能的例子可能包括时间管理、适当的和非破坏性的习惯、任务完成、对共同目标的贡献,以及给予和接受反馈的能力。

在信息技术和其他领域中,软技能通常是对技术技能的补充,是特定的学习能力,例如配置网络连接、管理大型数据库、为局域网安装防火墙或用特定的语言编写代码。通常,把这些软技能称为社交智力的一部分,或者“深入且直接的方式与他人交流的能力,感知和刺激反应以及期望互动”。这种以令人信服的方式与同事沟通的能力在未来将是极其重要的。事实上,这很可能会成为那些事业成功人士和不成功人士之间的区别因素。软技能的例子包括客户服务、团队合作、项目管理、灵活性、解决问题、积极性和适应性、建立有效的关系和时间管理。图 5.7 显示了国家或

软技能/非技术技能	澳大利亚	巴西	加拿大	中国	德国	印度	日本	马来西亚	中东*	南非	英国	美国
项目管理	44%	54%	29%	50%	33%	52%	35%	62%	48%	58%	34%	41%
客户服务	49%	59%	47%	45%	33%	48%	29%	57%	48%	72%	49%	41%
口头和写作沟通技能	35%	31%	29%	34%	25%	32%	19%	58%	26%	54%	29%	34%
团队合作	46%	50%	57%	45%	52%	54%	24%	72%	34%	66%	49%	49%
较高的职业道德	38%	35%	37%	35%	37%	39%	23%	62%	23%	69%	41%	40%
积极性和主动性	24%	43%	35%	43%	31%	40%	39%	55%	26%	58%	40%	37%
灵活性和适应性	30%	38%	40%	58%	33%	40%	28%	44%	10%	52%	33%	43%
分析技巧	28%	26%	30%	40%	31%	35%	25%	50%	8%	46%	26%	32%
创新/创意解决	24%	33%	25%	28%	24%	25%	20%	43%	7%	53%	21%	28%

图 5.7 软技能/非技术技能在不同国家或地区的重要性(由 CompTIA 提供)

地区的软技能的重要性。为开发这个有价值的技能集第5.4节提供了建议,包括指导、实习和工作学习计划。

大学善于传授IT技术技能;然而,他们在处理非技术性技能时遇到了挑战——尤其是软技能。大学和大学教师应尽全力发展非技术技能,因为从行业招聘的角度来看,具备很强软技能的求职者更容易找到工作。

5.2.2 沟通技能

行业管理者认为,沟通技巧也是应聘IT职位毕业生的必要条件。沟通技巧,是指"能够有效地传达信息和想法"的能力。这个定义很简单,然而意义深远。几乎每个求职者在简历上都声称自己拥有出色的沟通能力。那么,在信息技术领域拥有强大的沟通能力意味着什么呢?

尽管许多大学都在尝试培养学生有效的沟通技巧,但这方面需要从行业的角度进行改进。通常情况下,信息技术课程可能要求学生完成一个演讲班或一个技术写作课,从而相信它在处理沟通技巧方面已经完成了自己的任务。这种看法是不正确的,参加一个课程可能会满足大学学位的要求,但这对工作场所来说是不够的。

在行业中,良好的沟通技巧意味着以清晰而简单的方式向人们传达信息。

沟通技巧是传递和接收信息,并且能够读懂你的听众。这意味着你可以给予和理解指令,学习新事物,提出请求,提问和轻松的传达信息…适应新的和不同的情况,读懂别人的行为,妥协,达成协议,避免和解决冲突…沟通是双向的,所以做一个好的倾听者是至关重要的。

在信息技术中,由于不明确的信息而导致的错误可能代价高昂,甚至是危险的。因此,聘用那些沟通技巧真正优秀的人是符合行业的最佳利益的。行业不能教人成为一名的好的倾听者!

在学术界的人应该知道,参加交流课程并不足以培养有效的沟通者。至少,在整个课程中,阅读、写作、演讲和听力都应该是一个贯穿始终的主线。学生需要获得持续的沟通技巧,因此,在他们毕业的时候将为工作做好准备,以培养更好的理解能力,并为他们的雇主提高生产力。

5.2.3 团队合作技能

行业员工孤立地工作的日子已经过去。尽管他们可能有办公室或小隔间,但信息技术专家必须与来自不同背景和领域的人合作,比如销售、工程、艺术设计、市场营销和会计。这些领域的人与信息技术领域的人有不同的想法。因此,有必要了解在行业环境中可能和将要发生的不同的动态。

当想到一个信息技术团队时,需要设想一群人朝着一个共同的目标努力。团队

合作的理念是“团队合作或共同努力,以团队合作或共同利益为目标”。在 1997 年的信息技术报告中,美国国家科学基金会报告说,信息技术专业的学生应该“把更多的学习工具(包括技术和非技术的)结合起来,这些工具是开放式的、基于探究的、团队合作的,以及与专业的职业需求相关的”。

有益的团队合作所需的必需技能很多,在这里描绘了一些非优先级的属性。团队成员必须是良好的沟通者,因为他们必须从事多方面的事实和想法的转移。他们还必须抛开个性问题,专注于手头的工作。出勤和准时对成为一个优秀的团队合作者来说是很重要的;由于重复和失去动力,习惯迟到的人给团队带来了不必要的负担。团队成员应该扮演领导角色,并自愿主动承担角色,例如当角色未被预先指定时,自愿成为团队领导或协调者。这些和其他相关的属性是团队有效的实现共同目标所需要的一些技能。

在信息技术课程体系的背景下,团队合作通常是课程实施的一部分。除了可能的毕业设计或高级项目之外,本科生还可能在几个 IT 课程中体验团队合作。这些团队往往是同质的,也就是说,只有 IT 学生是解决 IT 特定问题的团队成员。团队合作的技能需要通过跨学科的机会扩展,包括 IT 学生和来自其他领域的学生合作,探索超出 IT 的任务或组织挑战。因此,可能的话,来自不同学科的学生应该尝试在 IT 团队中合作。

5.3 技术技能

业界很自然的认为,从有名的四年制信息技术专业毕业的学生,将具备行业就业所需的基本 IT 技能。在第六章中所表达的 IT 课程框架,定义了描述 IT 专业毕业生的技术教育基础的 IT 领域。全球范围内的 IT 本科专业应该与行业建立关系,优化 IT 课程框架的学习,这对那些潜在的雇主来说是最有价值的。

图 5.8 说明了与美国地图的关系,显示了各州的位置和各种 IT 技能集合的城市统计区(MSA)集。例如,如果一个大学的 IT 培养方案位于聘用网络专家的主要区域内,他们可能希望侧重增加网络应用程序的课程,这样能够开发出对当地雇主最有利的 IT 课程框架。

从行业角度来看,招聘具有技术能力的毕业生很重要。然而,除了少数例外情况,技术胜任力可能不像前面提到的非技术属性如软技能、沟通技巧和团队技能那样重要。如果一个潜在的、新的或准雇员缺乏特定的技术技能,雇主通常会允许他或她参加一系列的研讨会或准备会议,以获得缺少的技能。

图 5.8 不同区域的 IT 占比（CompTIA 提供）

5.3.1 认证是经验指示器

IT 认证是经验的一个指示器。参加并通过认证考试的个人可以使用这些证书来补充他们的学术教育对潜在雇主的价值。受过良好教育的员工可以利用证书向潜在雇主展示他们对工作的准备和对课外活动的追求，从而展示他们的 IT 技能。

表 5.1 列出了由 CRN 媒体出版社编制的 2017 年主流的 IT 认证。这份报告的读者可能会发现这些信息很有用。

表 5.1 常见的 IT 认证

• 初级网络和安全（CompTIA，Cisco） • 专业网络，路由，交换（Cisco，Citrix） • 虚拟化和网络（Citrix VMWare） • Windows 服务器和基础设施（Microsoft） • IT 服务管理（Axelos）	• 项目管理（项目管理学院，Axelos） • 安全性（ISC2） • 安全管理（ISC2） • 云计算（亚马逊） • 风险管理（ISACA） • IT 审计（ISACA）

如图 5.9 所示，认证还帮助雇主为某些 IT 职位提供一套知识基准；这个基线允许雇主快速“挖掘”他们所需要的基本技能。雇主们还发现，IT 认证可以让他们更快地选择潜在的候选人。因此，如果潜在的员工拥有 IT 认证，他们会发现自己在市

场上更有吸引力。

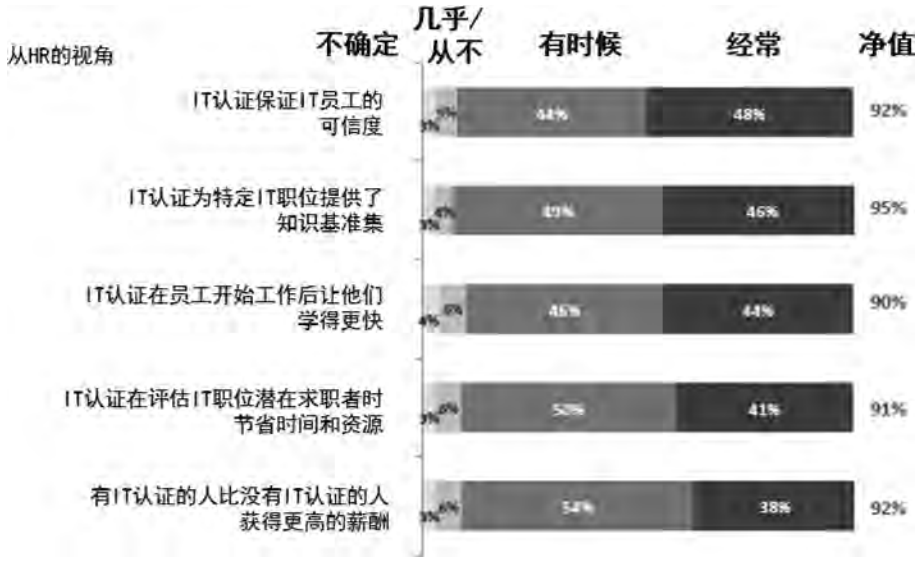

图 5.9 获得 IT 认证的求职者的优势(由 CompTIA 提供)

此外,获得认证的 IT 员工的受益包括较长时间的留任、更高的升职可能性以及比非 IT 认证员工更好的工作表现。很明显,IT 行业重视认证和教育。

5.4 综合技能和体验式学习

5.4.1 体验,体验,体验

技术知识,即使具备必要的软技能、沟通和团队合作技能,在没有行业经验的特定行业环境中也可能是不够的。这种“先有鸡还是先有蛋”的局面对大学毕业生追求理想工作的过程构成了挑战。缓解这种缺乏经验的一种方法是鼓励学生获得尽可能多的实践经验。仅仅参加课程和读书是不够的。对于信息技术来说,实践和体验式学习是必不可少的。通过“现场实验”实践“做中学”的学生是被推崇的。

近年来,IT 行业非常幸运地拥有很多兼职或全职的临时工作机会。这样的机会对学生来说可以有多种形式。参加实习项目不仅可以让学生获得实践经验,还可以让他们获得学分。另一个机会是勤工俭学项目,学生们在工业界工作,以获得临时全职或兼职的学分。通常,这种经历不用学生上课,所以他们的注意力集中在实践上,而不是通过考试。学生能获得的任何有建设性的经验,对那些毕业后寻求行业工作的人来说,无疑是一个加分项。这些经验对于发展那些在工作中很有价值的重

要的软技能或专业技能也很重要。强大的 IT 项目使学生能够应用他们所学的知识。实习项目是帮助学生进一步评估他们的知识和实施他们所学技能的理想方式。

5.4.2 学界和业界合作

学界是否有必要为学生提供动手实践的机会？在 2016 年 ITICSE 会议期间收录的“行业展望和 2017 报告”的墙报(poster)受到了关注。为了让人们注意到学界和业界合作的重要性,该墙报登载了 2015 年夏季进行的行业调查的一些重要结果,收录在 IT2017 报告中。结合墙报介绍,与会者完成了一项只有两个问题的简短调查,以确定他们是否提供了与行业或政府的正式(有偿)合作,如实习、合作项目、咨询委员会,或全职或兼职工作。受访者来自 37 个国家,反映了全球对 IT 的看法。本次会议共有 165 人参加,87 人填写了调查问卷,回复率为 53%。参与调查的人数最多的是美国,其次是秘鲁、澳大利亚和英国。国家分布见图 5.10。

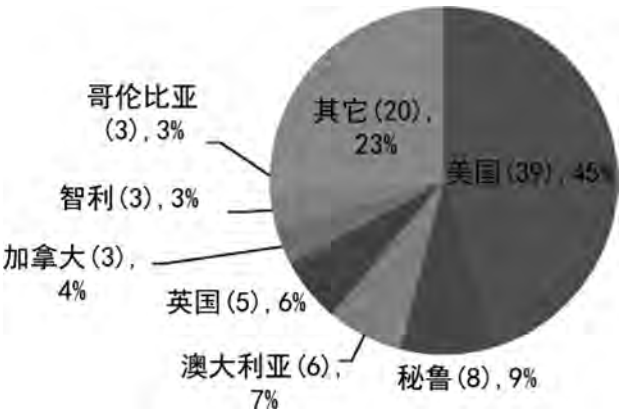

图 5.10 ITiCSE 会议调查结果分布

在这项调查中,大学与政府或行业雇主合作的方式的选择,反映了投票给每个项目的受访者的百分比。图 5.10 显示了八个国家（从最高到最低)的雇主选择的合作。

在回答关于合作类型的问题时,最受欢迎的合作类型是实习(68%),其次是指导(37%),其次是兼职工作(29%)。调查显示,26%的人受益于教学课程的专业知识。图 5.11 显示了响应的分布。很明显,学术界正在鼓励和促进 IT 学生在这一领域获得实际经验。

5.4.3 对经验的追求

大学生在读书时经常兼职,这种现实世界的经验和学术活动的结合为他们决定未来的职业目标提供了必要的帮助。学界需要接受这种经验,因为这有助于区分求

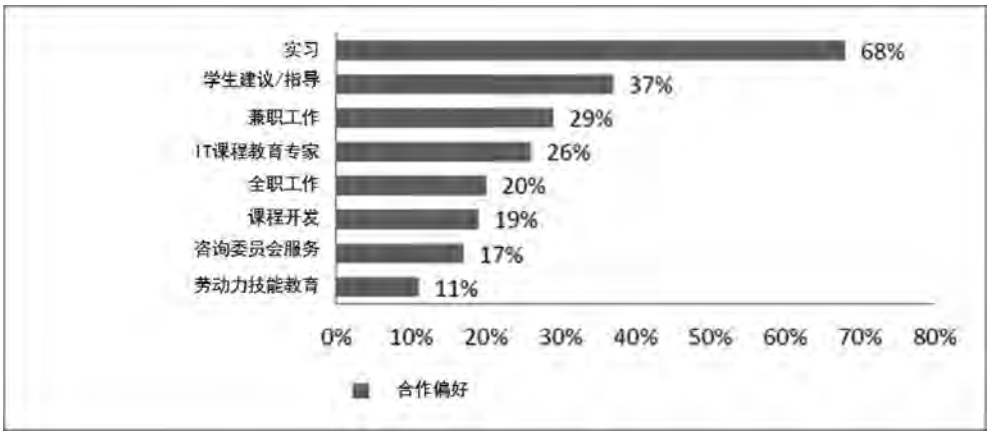

图 5.11 2016 ITiCSE 调查结果

职者。在毕业后的工作中,经验往往是成功的关键因素。尽管合格 IT 员工资源的短缺预计将持续到本世纪二十年代,但竞争理想职位的复杂的面试场景仍将继续存在。

本科 IT 培养方案应该探索所有的可能性,以弥合学界和业界之间的专业经验鸿沟。建立稳固的行业联系应该始终是重中之重。例如,发展强大的专业咨询委员会是打开行业大门的一种方式,因为该委员会的成员将与该项目建立联系。因此,大学的 IT 专业培养方案体现应该寻求与行业的所有途径建立联系,这样毕业生就有更大的机会就业和参与。教师应该与潜在雇主合作,让他们能够将毕业生区分为拥有所需的“关键任务”或商业产品特定技能的人。

5.4.4 IT 行业发声

2015 年春季,IT2017 工作组进行了两项调查:一项聚焦于信息技术领域的行业专业人士,另一项针对的是来自计算机系的教师。行业调查的受访者大多来自美国,他们在不同的 IT 部门工作,其中 45%的部门规模小于 10 人。大约 22%的人来自 100 人以上的 IT 部门。这项调查产生了一些有趣的结果,现在总结一下。

调查显示一个严谨的 IT 培养方案需要的数学课程,最受欢迎的是统计学、商业数学和金融建模这 3 门。概率论,离散数学和线性代数也有吸引力。针对该方案,有 56%的人认为物理是必修的自然科学,而只有 25%的人认为化学专业是必修的自然科学,也有一些受访者认为自然科学不一定是 IT 专业培养方案的一部分。

该行业调查要求 IT 专业人士选出本世纪 20 年代中期最有用的 8 个 IT 领域。毫不奇怪,如此广泛的选择引起了广泛的关注,是在意料之中。得分最高的领域包括网络安全、云计算和 Web 系统。最低的选择是绿色计算和平台技术。关于本世

纪 20 年代中期的 IT 技能,项目管理以 78%的吸引力超过了所有其他技能。网络安全技能和非技术技能分别以 73%和 64%位居第二和第三。在业界调查中,有三分之一的受访者表示愿意自愿参与和协助实施本报告的指导。这是令人鼓舞的,因为几乎所有的 IT 毕业生都选择直接工作,而不是继续攻读研究生学位。

在进一步分析结果表明,很明显,对非技术技能的强调(64%)直接对应于行业专业人士认为最重要的顶级技能——项目管理。这个技能集需要优秀的人际关系、团队和沟通技巧。此外,它依赖于在 5.2 和 5.4 节中讨论的软技能和团队合作。由于业界认为适应性强的个人可以学习任何所需的技术技能,项目经理往往更多地是由于这些品质而不是技术技能而获得更多的认可。图 5.12 显示了 2017 年初所需的技术和组织技能;将这些数据与图 5.6 中所示的数据进行对比是很有趣的。

技术技能	企业需要
安全	40%
数据库/信息管理	38%
PC 支持	36%
存储/备份	33%
网络	31%
云架构	29%
电信	27%
Web开发	27%
服务器/数据中心管理	27%
移动设备支持	24%
应用程序开发	23%
大数据工具/分析	23%
虚拟化	21%

商业技能/软技能	企业需要
灵活性	41%
分析技能	39%
团队合作	37%
客户服务	34%
创新/解决问题	33%
项目管理	30%
很强的职业道德	29%
积极性	28%
商业理解	27%
广泛的技术知识	27%
口头/写作沟通	22%

图 5.12　2017 年 IT 技术需求(由 CompTIA 提供)

在现实世界中,许多例子证明了人际关系、团队和沟通技巧的必要。例如,在开发软件方面,业界经常抱怨软件工程教育缺乏持久性素质的培养,特别是在代码增强和与客户合作方面。

社交技能要求员工与非技术客户有效地合作,并在团队中工作得很好,这对开发人员的整个职业生涯都是有帮助的。

另一个例子是荷兰银行集团 ING,它模仿了技术公司,在公司内部创建了一个面向团队的、敏捷的工作环境。这些团队由来自公司各个领域的人员组成,共同合作以解决客户的需求。他们需要知道如何与各种各样的人和部门合作来实现目标——这是对一个人的软技能和团队合作能力的真正考验。通过将将新软件版本

(release)更快地推向市场,ING 的这种新的技术模拟组织结构带来了更大的员工参与度、热情和最终的生产力。

5.5 下一步

附录 A 提供了一份与 IEEE 计算机分会开发报告中相同的,关于不同技术和信息技能的摘要。Guide to the Enterprise Information Technology Body of Knowledge (EITBOK)是成功交付 IT 服务所需要的高级知识领域的概要,对所有企业至关重要的。EITBOK 定义了 IT 行业的关键知识领域,它体现了 IT 领域中公认的良好做法的概念,并且适用于大多数 IT 工作。这份报告强调了全球范围内的 IT 胜任力。框架能够识别在企业 IT 工作环境中所履行的职责和所需的技能与能力。所讨论的框架包括信息时代的技能框架(SFIA)、欧洲胜任力框架(e-CF)和日本的信息胜任力词典(iCD)。

当学生为他们未来的职业生涯做准备时,一个重要的考虑是他们是否有能力在公司、组织、学术机构,甚至是创业环境中从学术环境过渡到职业生涯。人们可以理解,如果个人在学术生涯中没有获得技术和非技术技能的同步培养,这将是多么困难的转变。

适应性是个人特质,在 IT 行业中尤为重要,它对未来的职业生涯的成功非常重要。适应性描述了“在不同条件下随时调整自己”的能力。在未来的几年里,员工们将会发现,学习新技术的能力并接受改变的重要性。Georgia Nugent 说:“在这个世界变得更加复杂的时刻,我们鼓励年轻人高度专注于一项任务,这是一个可怕的讽刺。我们告诉年轻人生活是一条笔直的道路,这是在伤害他们。通识教育(Liberal Arts)仍然很重要,因为它使学生能够灵活地适应不断变化的环境。”IT 行业历来都呼吁那些在不断变化的环境中茁壮成长的人们。

除了专注于行业并在大学期间获得有价值的工作经验外,重要的是,即将毕业的学生通过将简历组织成一种突出他们技术背景的格式来准备重要的面试。技术简历与标准简历的区别在于它强调了特定的技术和非技术技能以及行业认证。像 Monster. com、Dice. com 和 Indeed. com 这样的招牌网站有助于书写技术简历。

能够成功地参与面试是一种职业技能,是学生在学习过程中实践和掌握的基本职业技能,这和学习基本的技术科目一样重要。如果学生无法应付一次职业面试的严酷考验,他们的学术 GPA 和各种学术成就也无法使他们实现有用的 IT 教育的愿望目标——毕业并获得一个能够通向职业发展和成长的职位。

IT 咨询委员会可以帮助学生在 IT 行业中提供重要的人脉,帮助他们在面试过程中表现出色。通常,IT 咨询委员会会充当学生的导师,对他们的简历和学术背景提供有价值的反馈。他们通常会帮助和鼓励学生从事实习工作,其价值也是讨论的

话题。此外,软技能的重要性和与团队成员相处良好都是良好的人际关系的组成部分。如过想要未来的职业生涯不断发展,人脉和发现职业机会的能力将是一项非常重要的技能。事实上,对商业和创业课程的进一步研究应该能更好地理解商业运作和 IT 专业人员之间的关系。

总之,信息技术领域已经真正发展起来并正工业界异军突起。IT 专业人员每天都面临着挑战,要运用他们的技能来帮助组织成长和壮大。具有正确技能的学生有能力应对不断变化的环境,具有当前环境所需的技术技能的人将会有很好的发展并取得成功。学术机构对其学生有责任,使他们能够获得在不断发展的 IT 领域中成功立足所需要的所有技能。

第 6 章　信息技术课程框架

接下来介绍信息技术课程框架的制定,它定义了 IT 毕业生应该具备的胜任力(Competency)。经过工作组成员多次讨论和互动之后,很明显,未来的 IT 胜任力应该有更广泛的参考意义。在本报告中,IT 课程框架的胜任力基础来自于 IT 学科本身(第 2 章)、专业实践(第 3 章)、基于胜任力的方法(第 4 章)以及行业视角(第 5 章)。这些前提预示了现代信息技术学位的课程体系所定义的胜任力集合。

6.1　信息技术课程框架的结构

IT 课程框架使 IT 院系能够根据其机构使命和专业培养目标实施、评估和修订学士学位 IT 专业培养。框架组织在 IT 域组成,这些域共同表示 IT 的范围。需要注意的是,IT 领域不是一门课程。将 IT 领域映射到专业课程需求考虑与框架实现相关的因素,下一章会进一步讨论。

IT 域由子领域组成,每个子领域在域标识的后面添加数字后缀进行标识,例如,ITE-NET-2 是网络领域内的一个子领域(有关详细信息,请参见第 6.1.4 节)。用一组胜任力和一组范围陈述语句进一步描述了 IT 领域。有些胜任力与其他胜任力相关或依赖于其他胜任力。本报告没有区分这种依赖关系,例如,问题解决策略、测试和迭代细化,以及数据抽象和过程抽象的使用为编程实践创建了一个学习过程。

6.1.1　核心及补充领域

IT2017 报告的目标之一是尽可能减少 IT 课程框架的实施要求,使信息技术专业培养具有灵活性。为了实现这一目标,在 IT 领域中进行了区分,确定了对 IT 课程体系的核心领域和补充的领域。核心领域包括任何获得该领域学士学位的人必须具备的胜任力。补充领域包括学生根据专业培养目标从事更多专业工作的领域的胜任力。补充领域给 IT 专业提供了更直接的选择和灵活性。所有的学位专业都应该要求学生在一些补充领域中取得胜任力。

针对 IT2017 报告在制定过程中收到的公众意见,报告强调了以下几点:

- 核心领域是所有信息技术学位专业的学生必须具有的胜任力。在学生的教育中人们认为重要的几个胜任力可能不会在核心部分出现。在核心领域的这种缺失并不意味着对其价值、重要性或与课程相关的负面判断。相反,它只是意味着没有一个广泛的共识,即在信息技术的所有学位专业中,是否每个学生都应该具备这

些领域的胜任力。

- 核心领域不会产生完整的课程,它代表了在一个完整的学士学位 IT 专业中必须具备的最低胜任力。
- 每个学士学位专业都应该在 IT 课程框架中包含来自补充领域的一些课程要求。补充领域的选择和进一步扩展将根据各自机构的任务反映出各个 IT 专业的培养目的和目标。
- 在专业培养的初期,并不需要在一系列介绍性(入门、导论)课程中引入 IT 核心领域。虽然 IT 核心领域定义的很多胜任力确实是介绍性的,但是,学生只有在学习了重要的背景知识后,才能掌握一些核心领域的胜任力。

6.1.2 构建 IT 本科专业的课程体系

IT 2017 工作组认为,四年 IT 本科专业的毕业生至少应该经历一年半的信息技术学习。例如,一个基于学期、总学分为 120 分的 IT 本科专业中,一年的学习包括两个学期或 30 学分,一个学期安排 15 学分。因此,一年半的信息技术研究部分至少要达到 45 学分或专业所需 120 学分的 37.5%。

IT 2017 工作组建议,IT 毕业生应该掌握所有的 IT 核心领域,并且在他们的培养计划中至少应该有 40%的 IT 课程体系。此外,工作组建议 IT 毕业生应该掌握部分补充领域内容,大约占其培养计划的 20%。剩下的 40%代表其他一些 IT 培养计划的要求,反映的是个性化的目标和任务。图 6.1 说明了 IT 课程体系在四年 IT 本科专业中的结构。

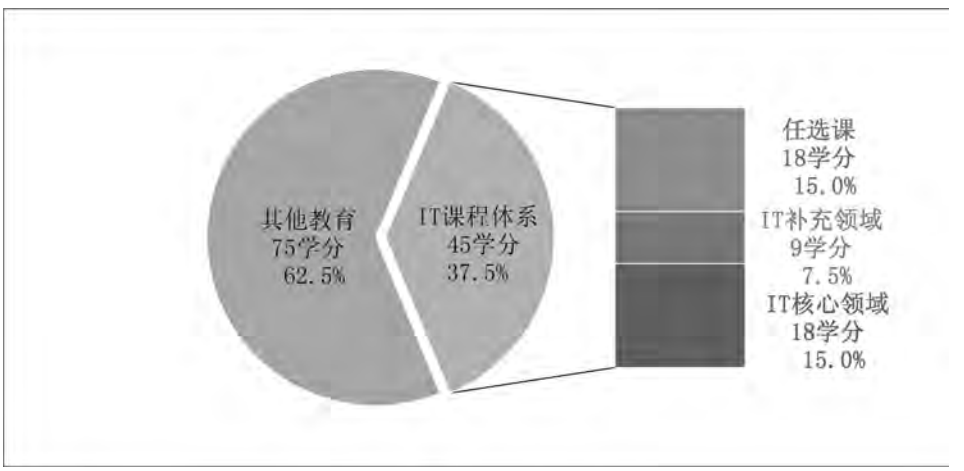

图 6.1 120 学分 IT 本科专业的 IT 课程体系示例

表 6.1 列出了本报告中涉及的 IT 领域及其核心领域或补充领域。请注意,有

些领域同时跨越了核心和补充的分类。该表还显示了与培养计划中的完整 IT 课程体系相关的每个领域的百分比。

表 6.1 IT 课程框架和相对百分比

IT领域	核心部分所占百分比	补充部分所占百分比
仅核心领域		
信息管理	6%	0
系统集成技术	3%	0
平台技术	1%	0
系统范型	6%	0
用户体验设计	3%	0
总计	19%	0
核心+补充		
信息安全**原理**/信息安全新挑战	6%	4%
专业素养实践/社会责任	3%	2%
网络/应用网络	5%	4%
软件基础/软件开发及管理	4%	2%
Web及移动系统/移动应用	3%	3%
总计	21%	
仅补充领域		
云计算	0	4%
数据扩展性及分析	0	4%
物联网	0	4%
虚拟系统及服务	0	4%
合计	0	
IT 2017 合计	40%	

IT 2017 工作组建议培养计划应有大约 20%来自补充领域。该规划可以通过多种方式实现,例如可以选择 5 个 4%的补充领域。另一种可能性是采取 6 个补充领域,相对百分比分别是 4%、4%、4%、4%、2%和 2%。每个 IT 专业都应该选择补充领域来反映专业的目标和任务。

本次讨论为信息技术专业的实施提供了一个最低限度的框架。强 IT 本科专业可以开设更多的 IT 类课程,能够超过总课程的 37.5%,为 IT 行业或研究生课程培养有能力和有胜任力的毕业生。在大学入学之前就进行通识教育的地区或国家,IT 类

课程甚至可能超过培养计划的 80%。

6.1.3 学习投入水平

为了让读者了解学生在本课程架构下对 IT 胜任力的掌握情况,本报告使用了一套分级系统作为学习投入的指标。IT2017 工作组将三个级别(L1、L2 和 L3)定义为任意给定 IT 领域中每个子领域的学习投入度量。最终,根据课程实际需求、教学方法和学生学习评估等级确定了个体培养计划的水平。在任何情况下,这些级别都不会反映任何子领域的重要性,因为每个子领域都很重要。

请注意 L2 级包含 L1 级,L3 级包含 L2 级。这里所提出的分级制度的灵感来自 Jerome Bruner 的经典著作《教育的过程》(*The Process of Education*)和螺旋课程的概念,即“不断拓宽和深化知识”。在螺旋式课程模式中,学习者首先在当前教学目标的背景下,通过集中的理解和实践,激活他们之前的经验。第二,螺旋课程建立在最初学习的概念和实践的基础上,并通过将学习应用到新的问题或环境中来进一步发展这些概念和实践。第 L1 级对应螺旋课程模型的第一级,L2 和 L3 对应螺旋课程模型的第二级。

为了消除任何潜在的混淆,重要的是要强调以下关于使用级别指标的意见:

- 子领域中使用的 L1 (L1)级表示与该子领域基础的学习熟练程度相关的最小参与度。
- 子领域中使用的第 2 级(L2)和第 3 级(L3)表示与将学习应用于复杂问题和情况并将其转化,需要中、大规模的相应学习投入。研究性实验活动、计算工件的原型化、真实的项目、公开的专业演示以及其他真实的展示都是 L2 和 L3 级与子领域学习材料的学习参与的例子。这种学习需要更多时间密集的评价,需要有深入和个性化的反馈,需要参与的雇主提供外部评价的机会。

尽管工作组使用了一个相对的标准来衡量学习投入的水平,但它强烈认为,教师应该支持探究性、协作性和反思性学习,并使用公平性和文化响应性的教学方法来有效地让所有学生参与到 IT 领域的内容和实践中。水平指标是一种比较指标,因为水平 L3 表示与水平 L1 相比的参与程度的三倍。当然,这只是一个近似,因为每个培养方案都将以不同的形式(面授、在线、混合)设计自己的学习体验和环境。为了确保专业培养的灵活性,为 IT 子领域指定的级别表示最小程度的参与。在适当的时候,希望在课程的子领域中比推荐的最低水平更深入地吸引学生。

6.1.4 IT 领域的标签

所有 IT 领域都包含标识标签。这些标签总是包含前缀“IT_”,以区别于其他相关的计算课程报告。将“ITE”用于核心的 IT 域,“ITS”用于补充 IT 领域,“ITM”用于相关的 IT 数学。每个 IT 域都有一个三字母的缩写,如 IOT 用于表示物联网 ,

NET 代表网络。每个域包含由连字符分隔的两个部分。例如,使用 ITE-UXD 表示“用户体验设计”代表的是核心的 IT 域,ITS-VSS 表示“虚拟系统及服务”作为补充 IT 域,以及 ITM-DSC 表示“离散结构”作为与信息技术相关的数学领域。每个 IT 领域的子领域都被编号。例如,ITE-UXD 中的前两个子领域是 ITE-UXD-01 和 ITE-UED-02。

6.2 提炼信息技术课程框架

报告的这一部分讨论了信息技术课程框架的要素。这些元素包括 IT 技术课程体系(核心和补充领域),数学、科学和其他课程需求。

6.2.1 IT 课程体系(核心和补充领域)

IT 课程框架的主要内容见表 6.2a 和 6.2b。核心的 IT 领域如表 6.2a 所示,补充 IT 领域列在表 6.2b 中。这些表格显示了 IT 领域及其子领域,以及每个子领域的学习参与程度,它们使用括号中所示的级别指标表示。标签用来区分不同的域和子领域。例如,ITE-IMA-05 数据组织架构[L3]表示“数据组织架构”应该具有很大程度的学习参与度,因为它的层次是 L3;属于信息管理领域的第五个子领域,对信息技术专业培养至关重要。

表 6.2a IT 核心领域

IT 核心领域和学生参与层次	
ITE-CSP 信息安全原理[6%]	
ITE-CSP-01 观点与影响[L1]	ITE-GPP 全球专业素养实践[3%]
ITE-CSP-02 政策目标和机制[L1]	ITE-GPP-01 观点与影响[L1]
ITE-CSP-03 安全服务、机制与对策[L2]	ITE-GPP-02 专业问题和责任[L1]
ITE-CSP-04 网络攻击与检测[L2]	ITE-GPP-03 IT 治理与资源管理[L1]
ITE-CSP-05 高保障系统[L2]	ITE-GPP-04 风险识别与评估[L1]
ITE-CSP-06 漏洞、威胁和风险[L2]	ITE-GPP-05 环境问题[L1]
ITE-CSP-07 匿名系统[L1]	ITE-GPP-06 伦理、法律和隐私问题[L1]
ITE-CSP-08 实用安全[L1]	ITE-GPP-07 知识产权[L1]
ITE-CSP-09 密码学概述[L1]	ITE-GPP-08 项目管理原则[L1]
ITE-CSP-10 恶意软件基本原理[L1]	ITE-GPP-09 表达交流[L1]
ITE-CSP-11 缓解和恢复[L1]	ITE-GPP-10 团队合作与冲突管理[L1]
ITE-CSP-12 个人信息[L1]	ITE-GPP-11 就业技能与就业[L1]
ITE-CSP-13 运行问题[L2]	ITE-GPP-12 信息系统原理[L1]
ITE-CSP-14 报告需求[L1]	

续表

IT 核心领域和学生参与层次	
ITE-IMA 信息管理［6%］ ITE-IMA-01 观点与影响［L1］ ITE-IMA-02 数据信息概念［L2］ ITE-IMA-03 数据建模［L3］ ITE-IMA-04 数据库查询语言［L3］ ITE-IMA-05 数据组织结构［L3］ ITE-IMA-06 专用数据库［L1］ ITE-IMA-07 管理数据库环境［L2］	ITE-IST 系统集成技术［3%］ ITE-IST-01 观点与影响［L1］ ITE-IST-02 数据映射与交换［L2］ ITE-IST-03 系统间通信协议［L2］ ITE-IST-04 集成规划［L2］ ITE-IST-05 脚本技术［L2］ ITE-IST-06 防御一体化［L1］
ITE-NET 网络［5%］ ITE-NET-01 观点与影响［L1］ ITE-NET-02 网络基础［L1］ ITE-NET-03 物理层［L2］ ITE-NET-04 网络和互联［L3］ ITE-NET-05 路由,交换和互联［L2］ ITE-NET-06 应用网络服务［L2］ ITE-NET-07 网络管理［L3］	ITE-PFT 平台技术［1%］ ITE-PFT-01 观点与影响［L1］ ITE-PFT-02 操作系统［L3］ ITE-PFT-03 计算基础设施［L1］ ITE-PFT-04 架构和组织［L1］ ITE-PFT-05 应用程序执行环境［L1］
ITE-SPA 系统范型［6%］ ITE-SPA-01 观点与影响［L1］ ITE-SPA-02 要求［L2］ ITE-SPA-03 系统架构［L1］ ITE-SPA-04 收购与采购［L2］ ITE-SPA-05 测试与质量保障［L2］ ITE-SPA-06 集成和部署［L2］ ITE-SPA-07 系统治理［L2］ ITE-SPA-08 操作活动［L3］ ITE-SPA-09 操作域［L3］ ITE-SPA-10 性能分析［L1］	ITE-SWF 软件基础［4%］ ITE-SWF-01 观点与影响［L1］ ITE-SWF-02 概念与技术［L2］ ITE-SWF-03 问题解决策略［L1］ ITE-SWF-04 程序开发［L3］ ITE-SWF-05 基础数据结构［L2］ ITE-SWF-06 算法原理与开发［L2］ ITE-SWF-07 现代应用程序编程实践［L1］
ITE-UXD 用户体验设计［3%］ ITE-UXD-01 观点与影响［L1］ ITE-UXD-02 设计中的人为因素［L2］ ITE-UXD-03 有效接口［L2］ ITE-UXD-04 应用领域方面［L1］ ITE-UXD-05 情感用户体验［L1］ ITE-UXD-06 以人为本的评价［L1］ ITE-UXD-07 辅助技术和辅助功能［L1］ ITE-UXD-08 用户宣传［L1］	ITE-WMSWeb 及移动系统［3%］ ITE-WMS-01 观点与影响［L1］ ITE-WMS-02 技术［L2］ ITE-WMS-03 数字媒体［L2］ ITE-WMS-04 应用概念［L2］ ITE-WMS-05 开发框架［L2］ ITE-WMS-06 漏洞［L1］ ITE-WMS-07 社交软件［L1］

表 6.2a 表示一个培养方案应该选择所有的 IT 核心领域,大约是 IT 课程体系的 40%。此外,表 6.2b 表明培养方案应选择的 IT 补充领域要接近 IT 课程体系的 20%。

表 6.2b IT 补充领域

IT 补充领域和学生参与层次	
ITS-ANE 应用网络[4%] ITS-ANE-01 专有网络[L2] ITS-ANE-02 网络编程[L2] ITS-ANE-03 路有协议[L2] ITS-ANE-04 移动网络[L2] ITS-ANE-05 无线网络[L2] ITS-ANE-06 存储区域网络[L1] ITS-ANE-07 网络应用[L2]	ITS-CCO 云计算[4%] ITS-CCO-01 观点与影响[L1] ITS-CCO-02 概念与基础[L2] ITS-CCO-03 安全和数据考虑[L2] ITS-CCO-04 使用云计算应用[L2] ITS-CCO-05 架构[L2] ITS-CCO-06 云计算开发[L2] ITS-CCO-07 云基础架构和数据[L2]
ITS-CEC 信息安全新挑战[4%] ITS-CEC-01 案例研究和经验教训[L1] ITS-CEC-02 网络取证[L2] ITS-CEC-03 存储数据取证[L2] ITS-CEC-04 移动取证[L1] ITS-CEC-05 云安全[L1] ITS-CEC-06 安全度量[L1] ITS-CEC-07 恶意软件[L1] ITS-CEC-08 供应链和软件保证[L1] ITS-CEC-09 人与人类安全[L1] ITS-CEC-10 社会维度[L1] ITS-CEC-11 安全实施[L1] ITS-CEC-12 网络物理系统和物联网[L1]	ITS-DSA 数据的可伸缩性与分析[4%] ITS-DSA-01 观点与影响[L1] ITS-DSA-02 大规模数据的挑战[L2] ITS-DSA-03 数据管理[L2] ITS-DSA-04 方法、技术和工具[L2] ITS-DSA-05 数据治理[L2] ITS-DSA-06 应用[L2]
ITS-IOT 物联网[4%] ITS-IOT-01 观点与影响[L1] ITS-IOT-02 物联网架构[L2] ITS-IOT-03 传感器和执行器接口[L1] ITS-IOT-04 数据采集[L1] ITS-IOT-05 无线传感器网络[L2] ITS-IOT-06Ad-hoc 网络[L1] ITS-IOT-07 自动控制[L2] ITS-IOT-08 智能信息处理[L2] ITS-IOT-09IoT 应用与设计[L2]	ITS-MAP 移动应用[3%] ITS-MAP-01 观点与影响[L1] ITS-MAP-02 架构[L1] ITS-MAP-03 多平台移动应用开发[L2] ITS-MAP-04 服务器和通知[L1] ITS-MAP-05 性能问题[L1] ITS-MAP-06 视图和手势[L1] ITS-MAP-07 接口实现[L2] ITS-MAP-08 相机,状态,和文件交互[L1] ITS-MAP-09 二维图形和动画[L1]

续表

IT 补充领域和学生参与层次	
ITS-SDM 软件开发与管理［2%］ ITS-SDM-01 过程模型和活动［L2］ ITS-SDM-02 基于平台开发［L1］ ITS-SDM-03 工具和服务［L2］ ITS-SDM-04 管理［L2］ ITS-SDM-05 部署、操作与维护［L2］	ITS-SRE 社会责任［2%］ ITS-SRE-01 计算的社会背景［L2］ ITS-SRE-02 目标，计划，任务，期限和风险［L2］ ITS-SRE-03 政府作用和规定［L1］ ITS-SRE-04 全球挑战与方法［L1］ ITS-SRE-05 风险管理［L1］ ITS-SRE-06 可持续计算［L1］
ITS-VSS 虚拟系统及服务［4%］ ITS-VSS-01 观点与影响［L1］ ITS-VSS-02 虚拟化应用［L2］ ITS-VSS-03 用户虚拟化平台［L1］ ITS-VSS-04 服务器虚拟化［L1］ ITS-VSS-05 网络虚拟化［L2］ ITS-VSS-06 集群设计和管理［L2］ ITS-VSS-07 软件集群应用［L2］ ITS-VSS-08 存储［L1］	

表6.2a 和表6.2b 中列出的 IT 领域是行业和教师共同调查的结果，工作组成员在参考文献[96,97]中进行了分析和报告，以及在参考文献中的[26,62,63,64,97,98,99,100,109]信息技术社区中进行了展示。列表根据标签名称按字母顺序排列。每个域的百分比对应于 IT 课程体系的百分比，如表6.1 所示。本报告中的任何内容都不会阻止 IT 培养方案增加核心或补充领域的广度和深度。IT 培养方案可以包括符合其培养目标的新补充领域。事实上，IT 2017 工作组鼓励这样的行为。

6.2.2 相关数学

IT 2017 工作组建议，强大的信息技术计划应至少具有离散结构（数学）和各种其他数学经验，到20 世纪20 年代中期能够培养出合格的 IT 专业人员。提供信息技术课程的机构必须确保进入该计划的学生具有能参与大学数学课程必要的先决条件。先决条件因地区而异，但至少应该包括微积分，通常在中学或在预科阶段讲授。

以类似于 IT 领域的方式，将 IT 课程框架的数学部分分为核心和补充领域。表6.3 描述了一个单一的核心领域及其子领域。补充领域包括适合 IT 学科的大学水平数学的选定科目。这些包括但不限于以下内容：

- 概率

- 统计
- 财务模型
- 数据分析
- 线性代数
- 微积分

在计划中应涵盖尽可能多的有用数学,反映其成员的目标和需要,以便毕业生可以在行业或研究生学习中取得成功。IT 2017 工作组建议 IT 学生除了补充数学外,还必须掌握核心数学领域。工作组还建议数学应至少为本科 IT 本科专业的 10%。

表 6.3 IT 相关的核心数学

IT 核心数学和学生参与层次
ITM-DSC 离散结构
ITM-DSC-01 展望与影响 [L1]
ITM-DSC-02 集合 [L1]
ITM-DSC-03 功能与关系 [L1]
ITM-DSC-04 证明技术 [L1]
ITM-DSC-05 逻辑 [L1]
ITM-DSC-06 布尔代数原理 [L1]
ITM-DSC-07 最小化 [L1]
ITM-DSC-08 图和树 [L2]
ITM-DSC-09 组合 [L1]
ITM-DSC-10 迭代和递归 [L1]
ITM-DSC-11 复杂度分析 [L1]
ITM-DSC-12 离散信息技术应用 [L1]

6.2.3 相关科学

IT 2017 工作组不推荐与 IT 培养方案相关的特定科学领域。但是工作组建议,参与信息技术计划的学生应适当地参与科学研究以满足项目和机构的目标。行业和教师的调查都将物理学作为一种合适的选择。推荐科学的理由是,技术领域的学生应该发展出强大的分析和批判性思维能力,并获得经验和实验的学习技能。IT 2017 工作组还建议科学组成部分应至少为本科 IT 本科专业的 5%,以培养有能力和胜任力的 IT 毕业生。

6.2.4 综合考虑

第 6.2.1 节讨论了本科信息技术专业培养计划的 IT 课程体系部分。该部分包

括核心 IT 领域(40%),补充 IT 领域(20%)和其他 IT 选修课程要求(40%)。6.2.2 节介绍了 IT 数学要求,第 6.2.3 节提供了 IT 科学要求。例如,对于四年制 120 学分(学期学时)的 IT 专业培养方案,一年半至少学习 45 学分或 37.5%的课程。数学应至少为 12 学分(10%),科学应至少为 6 学分(5%)。图 6.2 显示的是整个本科 IT 专业培养方案。请注意,培养方案其他组成部分可以包含技术和非技术主题的任何组合。

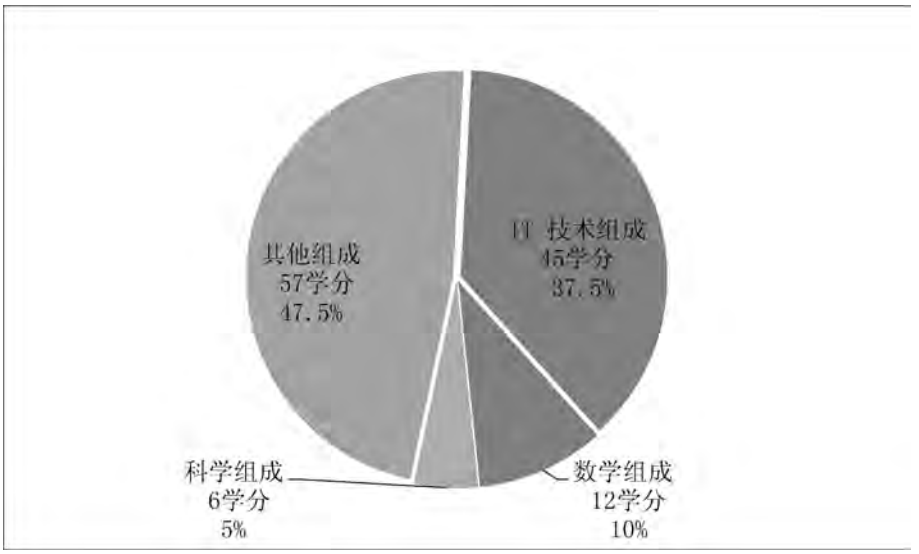

图 6.2 本科四年制课程的总体情况,包括 IT、数学和科学组成部分

6.3 IT 领域集

本工作组选择将 IT 域的描述合并为一组范围声明、胜任力和子领域。并将领域合并为 IT 领域集,由 IT 域标签和名称来标识。

描述学习迁移和表现的胜任力不是凭空产生的。胜任力要求有真实的工作经验背景,以促进雇主的参与。第 4 章全面讨论了胜任力及其在信息技术中的应用,建议使用能够产生绩效目标和职业实践想法的绩效动词。这些动词符合表 6.4 所示的六个特征。该表的目的是有指导意义的,而不是说明性的。表中包含的动词举例说明了如何通过应用来传达学习迁移,其他主动动词,尤其是那些来自非英语环境的主动动词,可以反映这六个特征中的任何一个。表中的这些特征指定了在每个 IT 领域集中出现的胜任力;动词则是描述情景化的职业实践的起点。

表 6.4 为成绩目标和专业实践提供思路的绩效动词

解释	解读	应用	观点论证	感同身受	自知之明
demonstrate	create	adapt	analyze	assume role of	be aware of
derive describe	analogies	build	argue	be like	realize
how design	critique	create	compare	be open to	recognize
exhibit	document	debug	contrast	believe	reflect
express	evaluate	decide	criticize	consider	self-assess
induce	illustrate	design	infer	imagine	
instruct	judge	exhibit		relate	
justify	make sense of	invent		role play	
model	make meaning of	perform			
predict	provide metaphors	produce			
prove	read between the lines	propose			
show how	represent	solve			
synthesize	tell a story of	test			
teach	translate	use			

此外,附录 B 提供了与特定领域胜任力相关的学习绩效表现的列表。下面的小节介绍了 IT 核心和补充领域集。

6.3.1 IT 核心领域集

下面的描述反映了各核心领域集的内容。

信息安全原理	
范围 1. 一种基于计算的规程,涉及技术、人员、信息和过程,以确保操作的实现。 2. 重点关注计算技术安全的实施,运行,分析和测试 3. 认识到网络安全应用的跨学科性,包括法律、政策、人类因素、伦理和风险管理等方面的知识。 4. 保证信息和信息的使用、处理、存储和传输,以及用于这些目的的系统和过程的信息和管理风险的实践。 5. 通过确保信息和信息系统的可用性,完整性,认证,机密性和不可否认性来保护和维护信息和信息系统的措施。	胜任力 评估网络安全技术的目的和功能,确定能够减少数据泄露风险的工具和系统,同时支持重要的组织实践。(网络安全功能) 实现系统、应用工具和使用概念,以最大程度地减少组织网络空间的风险,以应对网络安全威胁。(工具和威胁) 使用风险管理方法来响应和恢复包含高价值信息和资产(如电子邮件系统)的系统上的网络攻击。(响应和风险) 制定响应和修复信用卡系统的网络攻击所需的策略和程序,并描述恢复基础架构功能的计划。(政策与程序)

续表

子领域			
ITE-CSP-01	观点与影响[L1]	ITE-CSP-08	实用安全[L1]
ITE-CSP-02	政策目标和机制[L1]	ITE-CSP-09	密码学概述[L1]
ITE-CSP-03	安全服务、机制和对策[L2]	ITE-CSP-10	恶意软件基本原理[L1]
ITE-CSP-04	网络攻击与检测[L2]	ITE-CSP-11	缓解和恢复[L1]
ITE-CSP-05	高保障系统[L2]	ITE-CSP-12	个人信息[L1]
ITE-CSP-06	漏洞、威胁和风险[L2]	ITE-CSP-13	运行问题[L2]
ITE-CSP-07	匿名系统[L1]	ITE-CSP-14	报告需求[L1]

ITE-GPP 全球专业素养实践	
范围 1. 重要的是识别和理解在行业内成功的职业生涯所需的基本技能,包括专业的口头和书面沟通技巧。 2. 识别团队合作的方式以及它支持组织的方式。 3. 信息技术和计算的社会和专业背景,以及遵守道德规范的行为准则。	胜任力 分析沟通技巧在团队环境中的重要性,并确定这些技能如何有助于优化组织目标。(沟通和团队合作) 评估在 IT 职业中保持持续就业所必需的特定技能,包括在环境背景中进行系统开发。(就业) 在公司内部制定 IT 政策,包括隐私、法律和伦理方面的考虑。(法律和伦理) 评估 IT 项目所面临的相关问题,并使用成本/效益分析来开发一个项目计划,包括从项目开始到完成时创建有效的项目计划的风险考虑。(项目管理)

子领域			
ITE-CSP-01	观点与影响[L1]	ITE-CSP-07	知识产权[L1]
ITE-CSP-02	专业问题和责任[L1]	ITE-CSP-08	项目管理原则[L1]
ITE-CSP-03	IT 治理与资源管理[L1]	ITE-CSP-09	表达交流[L1]
ITE-CSP-04	风险识别与评估[L1]	ITE-CSP-10	团队合作与冲突管理[L1]
ITE-CSP-05	环境问题[L1]	ITE-CSP-11	就业技能与就业[L1]
ITE-CSP-06	伦理、法律和隐私问题[L1]	ITE-CSP-12	信息系统原理[L1]

ITE-IMA 信息管理	
范围 1. 高效数据建模、收集、组织、检索和管理的工具和技术。 2. 如何从数据中提取信息,使数据有意义。 3. 如何开发、部署、管理和集成数据和信息系统以支持该组织。 4. 与数据和信息相关的安全问题。 5. 通过使用工具和技术从信息中提取有用知识	胜任力 了解互联网和信息需求的增长如何改变数据处理,事务和分析处理,并创建了专门的数据库。(需求) 设计并实现一个基于适当的组织规则的物理模型,包括标准化和索引的影响。(需求和发展) 为简单和中级查询创建工作 SQL 语句,以创建和修改数据和数据库对象,以存储、操作和分析企业数据。(测试和性能) 分析数据分散、复制和分配对企业环境中的数据库性能的影响。(集成和评价) 执行主要的数据库管理任务,例如创建和管理数据库用户、角色和胜任力、备份和恢复数据库对象,以确保组织效率、连续性和信息安全。(测试和性能)

续表

子领域	
ITE-CSP-01 观点与影响[L1]	ITE-CSP-05 数据组织架构[L3]
ITE-CSP-02 数据信息概念[L2]	ITE-CSP-06 专用数据库[L1]
ITE-CSP-03 数据建模 [L3]	ITE-CSP-07 管理数据库环境[L2]
ITE-CSP-04 数据库查询语言[L3]	

ITE-IST 系统集成技术	
范围 1. 脚本语言,其用途和体系结构 2. 应用编程接口 3. 编程实践以促进系统的管理、集成和安全	胜任力 说明如何在计算机中编码、存储字符、图像和其他形式的数据,并说明为什么在合并不同计算系统时,常常需要进行数据转换。(数据映射和交换) 展示常用的系统间通信协议的工作原理,包括其优点和缺点。(系统间通信协议) 设计,调试和测试包含选择,重复和参数传递的脚本。(集成编程和脚本) 说明安全编码的目标,并说明如何在处理防止缓冲区溢出、包装代码和保护方法访问时使用这些目标作为路标。(防御一体化)
子领域	
ITE-CSP-01 观点与影响[L1]	ITE-CSP-04 集成规划[L2]
ITE-CSP-02 数据映射与交换[L2]	ITE-CSP-05 脚本技术[L2]
ITE-CSP-03 系统间通信协议[L2]	ITE-CSP-06 防御一体化[L1]

ITE-NET 网络	
范围 1. 各种规模的特设和固定网络拓扑 2. 分层模型在标准演进和互操作性中的角色 3. 物理层通过路由层问题 4. 与应用程序和安全性相关的更高层次,例如 功能和设计 5. 设计和建模延迟、吞吐率和错误率的方法	胜任力 分析和比较各种通信协议的不同特征以及它们如何在系统中支持应用程序的需求。(需求和技术) 分析和比较几种网络拓扑的健壮性、可扩展性和吞吐量。(技术) 描述分布式计算环境中网络协议的不同网络标准、组件和要求。(网络协议技术) 制定管理政策,以解决银行系统内部的服务器故障问题。(风险管理) 解释与网络管理相关的主要问题。(网络管理)
子领域	
ITE-CSP-01 观点与影响[L1]	ITE-CSP-05 路由、交换和互联[L2]
ITE-CSP-02 网络基础[L1]	ITE-CSP-06 应用网络服务[L2]
ITE-CSP-03 物理层[L2]	ITE-CSP-07 网络管理[L3]
ITE-CSP-04 网络和互联[L3]	

ITE-PFT 平台技术	
范围 1. 比较各种可用的操作系统,包括它们各自的特点、优点和缺点 2. 选择、部署、集成和管理平台或组件来支持 IT 基础建设 3. 硬件和软件的基础知识以及它们如何整合以形成 IT 系统的基本组件	胜任力 描述硬件和操作系统计算平台的历史发展是如何产生今天所拥有的计算系统的。(计算机系统) 演示如何在操作系统选项中进行选择,并在计算机设备上安装至少一个操作系统。(操作系统) 证明 IT 环境中需要功率和热量预算,并记录计算系统中考虑功率和热量时所需的因素。(计算基础设施) 生成一个框图,包括计算机的主要部分的相互连接,并举例说明计算机用于存储和检索数据的方法。(架构和组织)
子领域	
ITE-CSP-01 观点与影响[L1] ITE-CSP-02 操作系统[L3] ITE-CSP-03 计算基础设施[L1]	ITE-CSP-04 架构和组织[L1] ITE-CSP-05 应用程序执行环境[L1]

ITE-SPA 系统范型	
范围 1. 收集需求、源代码开发、评估和组件集成到单个系统中的技能和工具以及系统验证 2. 计算机系统的设计、选择、应用、部署和管理,以支持整个体系 3. 对操作系统、网络、软件、文件系统、文件服务器、Web 系统、数据库系统和系统文档、策略和过程的管理至关重要的技能和概念 4. 项目管理的基础以及 IT 应用程序和相关组织过程之间的相互作用 5. 系统集成问题,包括系统集成和系统联合、体系结构在系统集成中的作用、性能和有效性 6. 计算机系统用户的教育和支持	胜任力 证明组织内部的 IT 系统可以使用不同的体系结构来代表利益相关者,以及这些体系结构与系统生命周期的关系。(需求和发展) 演示软件和硬件采购的采购过程,并解释用于测试可能影响 IT 系统性能关键问题的过程。(测试和性能) 评估中间件平台的集成选择,并演示这些选择如何影响 IT 系统开发中的测试和评估。(整合和评价) 制定和实施流程,并运用技术在公司环境中实现行政政策。(经营活动) 在技术中心组织人员和信息技术资源到适当的管理领域。(操作域) 使用适当和新兴的技术来提高系统的性能,并发现系统中性能问题的原因。(性能分析)
子领域	
ITE-CSP-01 观点与影响[L1] ITE-CSP-02 要求[L2] ITE-CSP-03 系统架构[L1] ITE-CSP-04 收购与采购[L2] ITE-CSP-05 测试与质量保证[L2]	ITE-CSP-06 集成和部署[L2] ITE-CSP-07 系统治理[L2] ITE-CSP-08 操作活动[L3] ITE-CSP-09 操作域[L3] ITE-CSP-10 性能分析[L1]

ITE-SWF 软件基础	
范围 1. 技能和基本编程概念、数据结构和算法过程 2. 有效解决问题的编程策略和实践 3. 解决各种编程问题的编程范例	胜任力 使用多级抽象,并选择适当的数据结构来创建一个与社会相关的新程序,并需要团队合作。(程序开发) 评估如何编写程序,包括程序风格、特定输入的预期行为、程序组件的正确性以及程序功能的描述。(应用程序开发实践) 开发算法来解决一个计算问题,并解释程序如何在指令处理、程序执行和运行过程中实现算法。(算法开发) 根据用户体验设计、功能和安全分析,创建一个有趣且相关的应用程序(移动或 Web),并使用标准库、单元测试工具和协作版本控制来构建应用程序的程序。(应用开发实践)
子领域 ITE-CSP-01 观点与影响[L1] ITE-CSP-02 概念与技术[L2] ITE-CSP-03 问题解决策略[L1] ITE-CSP-04 程序开发[L3] ITE-CSP-05 基础数据结构[L2] ITE-CSP-06 算法原理与开发[L2] ITE-CSP-07 现代应用程序编程实践[L1]	

ITE-UXD 用户体验设计	
范围 1. 理解 IT 应用程序和系统开发中对用户的支持 2. 开发一种意识到用户的重要性、使用环境和组织上下文的思维模式 3. 在设计、开发、评估和部署 IT 应用程序和系统的过程中使用以用户为中心的方法 4. 评估标准,基准和标准的应用 5. 用户和任务分析、人为因素、人体工程学、可访问性标准、体验设计和认知心理学	胜任力 设计交互式应用程序,应用以用户为中心的设计周期以及相关工具和技术(例如原型设计),针对企业环境中的可用性和相关用户体验。(设计工具和技术) 对于以用户为中心的设计,分析和评估使用环境、利益相关者需求、最先进的交互机会和设想的解决方案,考虑用户态度,应用相关工具和技术(例如启发式评估),针对普遍的接入和包容性,并在考虑辅助技术和文化敏感性设计的情况下,展示出一种响应式的设计态度。(涉众需求) 评估以用户为中心的设计,阐明评估标准和遵守相关标准(基准和标准) 在设计和分析中,应用相关学科的知识,包括人类信息处理、人类学和人种学,以及人体工程学/人类因素。(综合设计) 为服务领域应用经验设计,涉及多个领域,关注多个涉众,并在一个跨学科设计团队中进行协作。(程序设计)

续表

子领域	
ITE-UXD-01 观点与影响［L1］	ITE-UXD-05 情感用户体验［L1］
ITE-UXD-02 设计中的人为因素［L2］	ITE-UXD-06 以人为本的评价［L1］
ITE-UXD-03 有效接口［L2］	ITE-UXD-07 辅助技术和辅助功能［L1］
ITE-UXD-04 应用领域方面［L1］	ITE-UXD-08 用户宣传［L1］

ITE-WMS Web 及移动系统	
范围 1. 基于 Web 的应用程序包括相关软件、数据库、接口和数字媒体 2. 基于移动应用的应用程序包括相关软件，数据库，接口和数字媒体 3. 当代网络技术，社交媒体	胜任力 设计一个响应性的 Web 应用程序，利用 Web 框架和表示技术来支持不同的在线社区。（Web 应用程序开发） 开发一款可用、高效、安全的移动应用程序。（移动应用开发） 分析 Web 或移动系统，并改正安全性漏洞。（Web 和移动安全） 用适当的文件、数据库或流格式实现 Web 应用程序中数字媒体的存储、传输和检索。（数字媒体存储和传输） 描述 Web 系统的主要组件及其功能，包括 Web 服务器、数据库、分析和前端。（Web 系统基础结构）
子领域	
ITE-WMS-01 观点与影响［L1］	ITE-WMS-05 开发框架［L2］
ITE-WMS-02 技术［L2］	ITE-WMS-06 漏洞［L1］
ITE-WMS-03 数字媒体［L2］	ITE-WMS-07 社交软件［L1］
ITE-WMS-04 应用概念［L2］	

6.3.2 IT 补充领域集

以下描述反映了每个补充领域集的内容。

ITS-ANE 应用网络	
范围 1. 专用网络协议的目的和作用，并将专有网络与开放标准协议进行比较 2. 网络编程中的协议和语言；基于套接字的网络应用程序设计和实现 3. IP（VoIP）网络和协议的组成部分，以及语音网关的配置，用于支持使用各种信号协议的调用。 4. 互联网的路由和协议，IPv6 和未来的互联网协议 5. 无线通信中使用的基本移动网络架构和协议	胜任力 设计、开发和测试一个套接字程序，该程序通过 TCP/IP 套接字和数据报套接字来在两个不同的服务之间进行通信，以及使用消息传递服务将异步消息发送到网络上的另一应用程序的程序。（开发和测试） 对比现有的技术，以优化和增强客户端-服务器架构的移动通信。（技术） 执行模拟并描述与无线网络相关的安全和性能问题。（安全和性能）

续表

子领域	
ITS-ANE-01 专有网络［L2］	ITS-ANE-05 无线网络［L2］
ITS-ANE-02 网络编程［L2］	ITS-ANE-06 存储区域网络［L1］
ITS-ANE-03 路有协议［L2］	ITS-ANE-07 网络应用［L2］
ITS-ANE-04 移动网络［L2］	

ITS-CCO 云计算	
范围 1. 云计算范型 2. 云计算基础、安全原则和应用 3. 云计算的理论、技术和商业方面 4. 体系结构和云软件开发 5. 新兴技术和现有的基于云的基础设施	胜任力 分析云计算的意义，了解不同的云服务类别。（科技） 对云服务类型进行分类，并了解隐私规则对云应用程序需求的影响。（法律和设计） 考虑云服务交付需要的合同谈判，并开发评估安全漏洞及其对组织的影响所需的技能。（风险管理） 分析什么时候使用云应用程序，以及体系结构如何影响性能。（技术） 开发具有用户界面的云应用程序，并了解数据组件。（设计）
子领域	
ITS-CCO-01 观点与影响［L1］	ITS-CCO-05 架构［L2］
ITS-CCO-02 概念与基础［L2］	ITS-CCO-06 云计算开发［L2］
ITS-CCO-03 安全和数据考虑［L2］	ITS-CCO-07 云基础架构和数据［L2］
ITS-CCO-04 使用云计算应用［L2］	

ITS-CEC 信息安全新挑战	
范围 1. 基于计算的学科的新兴挑战涉及技术、人员、信息和流程，以实现有保证的操作，并支持竞争环境中对取证分析日益增长的需求。 2. 云计算的安全考虑 3. 数字取证包括恢复和调查在数字设备中发现的材料，通常与计算机犯罪有关。 4. 由软件支持和控制的信息技术对安全的影响和供应链的影响	胜任力 在计算机系统上执行恶意软件分析，并对本地网络、系统内的存储数据和企业环境的移动设备进行分析。（恶意软件和取证分析） 应用标准、程序和应用程序，以保护云计算环境中信息和信息系统的机密性、完整性和可用性。（系统完整性） 分析能够利用基于计算的系统的人为因素。（人类的多样性） 基于信息安全原则设计安全程序，以解决计算环境中的安全挑战（例如物联网）的基于计算的系统的隐私问题。（安全程序）

续表

子领域	
ITS-CEC-01 案例研究和经验教训［L1］	ITS-CEC-07 恶意软件［L1］
ITS-CEC-02 网络取证［L2］	ITS-CEC-08 供应链和软件保证［L1］
ITS-CEC-03 存储数据取证［L2］	ITS-CEC-09 人与人类安全［L1］
ITS-CEC-04 移动取证［L1］	ITS-CEC-10 社会维度［L1］
ITS-CEC-05 云安全［L1］	ITS-CEC-11 安全实施［L1］
ITS-CEC-06 安全度量［L1］	ITS-CEC-12 网络物理系统和物联网［L1］

ITS-DSA 数据的可伸缩性与分析	
范围 1. 用于收集、清理、操作、存储、分析可视化的关键技术，以及从大而多样的数据集中提取有用的信息。 2. 数据挖掘和机器学习算法，用于分析大量的结构化和非结构化数据。 3. 在不同的应用领域中，大规模数据分析的挑战。	胜任力 使用适当的数据分析方法来解决实际问题。（需求和发展） 执行数据预处理技术、数据集成、数据清理、数据转换和数据简化，以清理和准备数据集进行分析。（测试和性能） 使用大数据平台，包括但不限于 Hadoop、Spark 和包括但不限于 R 和 RStudio、MapReduce 和 SAS 的工具，以便在不同的应用领域分析数据。（测试和性能） 在集群和云基础设施上使用数据密集型计算和流分析来驱动更好的组织决策。（测试和性能） 使用案例研究来检查大规模数据分析对组织绩效的影响。（整合和评估）
子领域	
ITS-DSA-01 观点与影响［L1］	ITS-DSA-04 方法、技术和工具［L2］
ITS-DSA-02 大规模数据的挑战［L2］	ITS-DSA-05 数据治理［L2］
ITS-DSA-03 数据管理［L2］	ITS-DSA-06 应用［L2］

ITS-IOT 物联网	
范围 1. 从事创新设计和开发 IoT 解决方案的基础知识和技能 2. 物联网领域的趋势和特点 3. 分析物联网环境中用户交互的挑战和应用模式 4. IoT 对信号处理、数据采集和无线传感器网络的影响 5. 物联网和智能信息处理之间的关系 6. 互联网与物联网业务相比	胜任力 设计各种领域、关键组件和架构框架，然后在传感器防盗报警系统中对传感器和执行器进行信号处理。（IoT 系统设计与开发） 在自组织网络架构中使用无线传感器来捕获多媒体系统中的数据。（无线数据采集） 用智能信息处理和自动控制系统评估物联网系统的成功应用。（物联网系统评价）

续表

子领域	
ITS-IOT-01 观点与影响［L1］	ITS-IOT-06 Ad-hoc 网络［L1］
ITS-IOT-02 物联网架构［L2］	ITS-IOT-07 自动控制［L2］
ITS-IOT-03 传感器和执行器接口［L1］	ITS-IOT-08 智能信息处理［L2］
ITS-IOT-04 数据采集［L1］	ITS-IOT-09 IoT 应用与设计［L2］
ITS-IOT-05 无线传感器网络［L2］	

ITS-MAP 移动应用	
范围 1. 具有创建移动应用程序经验的移动应用技术 2. 移动架构,包括 iOS 和 Android 3. 在不同平台上创建移动应用程序 4. 移动应用的评估和性能改进 5. 为移动应用设计友好的界面	胜任力 在不同的移动系统对比全球架构范围。(需求和技术) 通过应用程序编程接口(API)和独立于平台的 Web 应用程序来比较几个混合 Web 应用程序。(技术) 设计服务器端应用程序,使用多种技术进行服务器端编程。(设计和开发) 使用面向对象语言分析和比较跨平台 2D 图形和动画的实现。(技术和实施)
子领域	
ITS-MAP-01 观点与影响［L1］	ITS-MAP-06 视图和手势［L1］
ITS-MAP-02 架构［L1］	ITS-MAP-07 接口实现［L2］
ITS-MAP-03 多平台移动应用开发［L2］	ITS-MAP-08 相机,状态,和文件交互［L1］
ITS-MAP-04 服务器和通知［L1］	ITS-MAP-09 二维图形和动画［L1］
ITS-MAP-05 性能问题［L1］	

ITS-SDM 软件开发与管理	
范围 1. 软件过程模型和软件项目管理 2. 软件开发阶段:需求和分析、设计和构造、测试、部署、操作和维护 3. 现代的软件开发和管理平台、工具和服务	胜任力 使用工具和服务来开发计算系统,这些系统考虑到平台的约束、支持版本控制、跟踪需求和错误,以及自动构建。(开发) 使用项目管理工具和度量标准来计划、监控、跟踪进展,并处理影响在计算系统开发过程中涉及到不同的人才和专业经验的决策的风险。(管理)
子领域	
ITS-SDM-01 过程模型和活动［L2］	ITS-SDM-04 管理［L2］
ITS-SDM-02 基于平台开发［L1］	ITS-SDM-05 部署、操作与维护［L2］
ITS-SDM-03 工具和服务［L2］	

ITS-SRE 社会责任	
范围 1. 社会、政府法规与计算环境 2. 团队动力、道德和专业精神对组织成功的重要性 3. 信息技术和风险管理的作用 4. 能源管理和标准导引导“绿色”计算	胜任力 分析团队合作、道德和法律考虑在 IT 环境中所起的作用。(团队合作、法律和道德考虑) 评估政府和环境法规以及它们对组织环境的影响。(政府和环境) 开发必要的技能来评估安全漏洞及其在银行环境中对企业的影响。(风险管理) 根据当前的能源标准,分析和开发使用和交付项目。(能量考虑)
子领域	
ITS-SRE-01 计算的社会背景 [L2] ITS-SRE-02 目标,计划,任务,期限和风险 [L2] ITS-SRE-03 政府作用和规定 [L1]	ITS-SRE-04 全球挑战与方法 [L1] ITS-SRE-05 风险管理 [L1] ITS-SRE-06 可持续计算 [L1]

ITS-VSS 虚拟系统及服务	
范围 1. 虚拟化及其相关的开源组件 2. 构建虚拟化和集群解决方案的部署技巧 3. 用于虚拟化基础设施的网络存储	胜任力 对比虚拟化和非虚拟化平台。(技术) 为应用程序,台式机,服务器和网络平台实施虚拟化。(安装技术) 安装和配置一个存储环境,并使用性能度量工具。(技术和性能)
子领域	
ITS-VSS-01 观点与影响 [L1] ITS-VSS-02 虚拟化应用 [L2] ITS-VSS-03 用户虚拟化平台 [L1] ITS-VSS-04 服务器虚拟化 [L1]	ITS-VSS-05 网络虚拟化 [L2] ITS-VSS-06 集群设计和管理 [L2] ITS-VSS-07 软件集群应用 [L2] ITS-VSS-08 存储 [L1]

6.4 IT 的现代形象

本节介绍 IT 课程体系的现代形象。在呈现表示信息技术的“现代画”之前,首先考虑表 6.5,它是表 6.1 的一个版本,表 6.5 介绍了 19 个 IT 域(10 个核心领域和 9 个补充领域),以及与每个领域相关联的 19 个不同颜色——仅核心(5),仅补充(4),以及既有核心(5)又有补充(5)的分组。对于包含核心和补充分类的区域,表 6.5 显示了类似的颜色,但强度不同。

表 6.5 IT 课程框架和相对颜色

IT领域	核心领域	补充领域
仅核心部分		
信息管理(ITE-IMA)		
系统集成技术(ITE-IST)		
平台技术(ITE-PFT)		
系统范式(ITE-SPA)		
用户体验设计(ITE-UXD)		
核心+补充		
网络安全原则(ITE-CSP)/网络安全新挑战(ITS-CEC)		
全球专业实践(ITE-GPP)/社会责任(ITS-SRE)		
网络(ITE-NET)/应用网络(ITS-ANE)		
软件基础(ITE-SWF)/软件开发管理(ITS-SDM)		
Web和移动系统(ITE-WMS)/移动应用(ITS-MAP)		
仅补充部分		
云计算(ITS-MAP)		
数据可扩展性和分析(ITS-DSA)		
物联网(ITS-IOT)		
虚拟系统和服务(ITS-VSS)		

回想一下,核心领域构成了 IT 专业培养方案的核心,而补充领域通过增强和修饰来提供纹理,以反映培养方案的任务和组成部分的本地化需求。也就是说,课程体系可以用像织锦那样的一副现代画来形象比拟,该现代画应该能描述课程体系的核心部分和补充部分的内涵,这些内涵被精心编织成一个与 IT 领域相关和实用的织锦。

图 6.3 展示了 IT 形象的现代版本,就像一个织锦。在这个例子中,纬线(垂直)通过经线(水平),10 个经线代表了 IT 课程框架的 10 个核心领域,9 个纬线代表了该框架的 9 个补充领域。请注意,在图像中一个经线(ITE-CSP)穿插于经线和纬线,强调网络安全是贯穿于整个织锦的一条“线”,即贯穿整个信息技术领域。随着时间的推移,这条编织经线可能会随着时间的推移而改变名称。由此产生的图像提供了一种图示,展示了 IT 以宽度方式渗透计算。

新技术不断涌现,从而加强了 IT 胜任力的集成。图 6.3 通过允许经线和纬线编织动态且不断发展的 IT 领域的织锦,试图捕捉未来 IT 创新的精神。

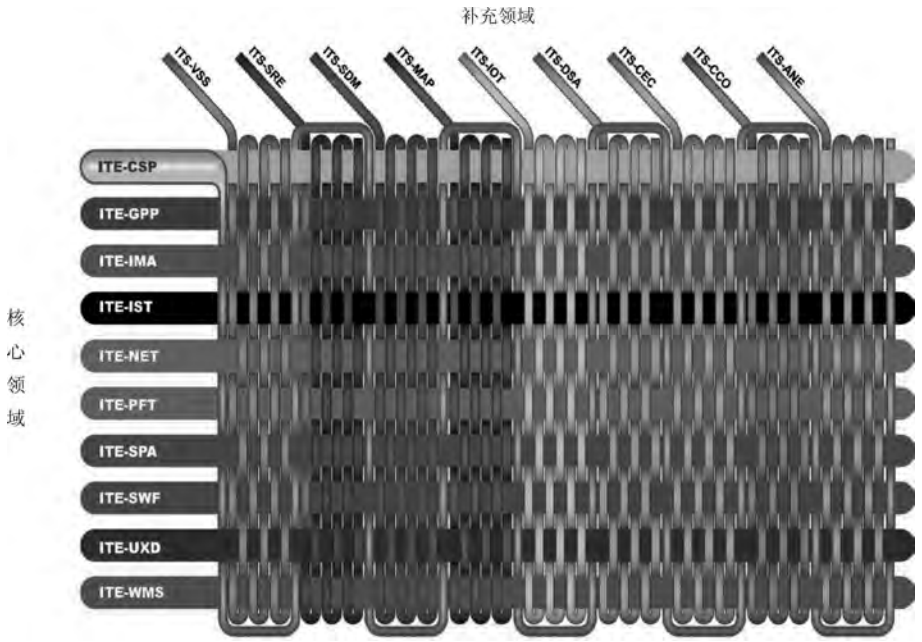

图 6.3 描绘 IT 领域图解(Richard Fry 提供)

第 7 章　IT 课程框架的实现

前一章阐述了 IT 课程框架的结构和内容。要实现这个框架,IT 专业培养方案还必须确保学生具备在职业生涯中获得成功所需的背景知识和软技能,并有机会专攻核心子领域之外的 IT 领域。本章就这些问题提供了策略和指导方针。第 7.1 节阐述了培养 IT 学生通识教育的总体要求,包括第五章中描述的对该行业成功至关重要的非技术技能。第 7.2 节给出了一些建议,说明培养方案如何对这里提供的 IT 课程框架进行专门化的裁剪以满足本地需求,并简要回顾了几个国家的 IT 专业培养方案。第 7.3 节展示了 IT 专业人员应该如何与新兴技术时代相关联。

7.1　总体要求

一个成功的 IT 毕业生需要许多技能,而不仅仅是 IT 课程框架中出现的技术和数学技能。IT 学生必须具备有效的沟通和团队协作技能,熟悉科学方法,了解如何在实践中运用计算机,为成为一个全面而有效的社会成员做好准备。本节概述了为实现这些目标和关于 IT 专业培养方案的若干总体性建议。

7.1.1　沟通技巧

正如第 5 章所述,用人单位广为流传的一个主题是:IT 专业人员必须能够有效地与同事和客户沟通。由于良好的沟通技巧在所有计算机职业中的重要性,IT 专业的学生必须在各种环境中提高他们的口头和书面技能——包括 IT 课程内外。尤其,培养方案应要求的学生能够做到以下几点:

- 以书面形式有效地交流意见
- 正式和非正式地进行有效的口头陈述
- 了解并对他人的陈述提出建设性的批评
- 无论是面授交流或者通过电话交流,在与别人一起工作时,都要展现令人愉快的态度
- 向所有 IT 部门的各级员工编写适当的电子信息(包括电子邮件、博客、即时消息等)。

尽管各院校可能会采取不同的策略来实现这些目标,但针对每个 IT 学生的培养计划必须包括大量的机会,以强调口语和主动听力技能的方式改进写作和练习口语交流。

IT 课程体系最少应包括：

- 强调写作原则和过程的课程作业；
- 至少对一个小组做两次正式的口头报告；
- 有机会对至少两个口头陈述进行评论。

此外，IT 课程体系应以实质的方式，持续整合书面与口头讨论。沟通技巧不应孤立，相反它们应该是 IT 课程体系及其需求中反复出现的主题。

7.1.2 团队合作技巧

正如在第 5 章中提到的，计算专业人员不能期望在很长时间内独立工作。通常，由不同的人员组成的团队一起实现信息技术项目。因此，信息技术专业的学生需要学习有效的团队参与机制和动力，这是他们四年教育的一部分。IT 培养计划应该提供在团队环境中利用沟通、协商和协作技能来实现共同目标的机会。因为团队合作的价值以及由此产生的困难在小规模的项目中并不明显，所以学生需要参与以团队为导向的项目，这些项目需要持续相当长的一段时间，比如一整个学期或大半学期。此外，IT 专业的学生应尽可能体验与非 IT 学生的团队合作。

为了确保学生作为本科生能够获得这些技能，建议所有的 IT 专业培养方案包括以下内容：

- 有机会在较早开始的课程中与团队合作。
- 涉及复杂实施任务的重大项目，由一个小型学生团队负责设计和实施。
- 在培养计划的最后一年里安排的一个大项目，它可以作为毕业设计。

教师可以通过使用跨学科的团队来提高学生从重大团队项目中获得的经验。例如，IT 专业的学生可以与工程、艺术设计或市场营销专业的学生一起进行一个项目，该项目需要来自多个学科的专业知识。应强烈支持多元化跨学科团队项目的概念，并认识到此类项目能为学生提供了丰富和宝贵的信息技术的内部和外部经验。

7.1.3 科学方法

抽象过程（数据收集、形成假设和测试、实验、分析）是计算领域中逻辑思维的一个重要组成部分。科学方法代表了许多计算领域的基本方法论，因此学生应该对这种方法论有充分的认识。

为了加深对科学方法的理解，学生必须有直接的动手实践经验，包括假设陈述、实验设计、假设检验和数据分析。尽管课程体系可以以多种方式提供这种体验，但学生必须“做科学”，而不仅仅是“阅读科学”，这一点至关重要。

因此，对 IT 课程体系中的科学提出以下建议：

- 学生必须发展对科学方法的理解，并在提供实验作业机会的课程中体验这种探究模式。

- 学生可能会在不同的领域获得他们的科学观点,这取决于专业培养方案的目标和他们感兴趣的领域。

7.1.4 从事相关领域

由于信息技术几乎遍及人类努力的每一个领域,IT 专业的学生必须能够有效地与其他学科的人合作,并将其应用于其他学科。为此,建议所有信息技术专业的学生深入学习一些实质地应用计算机的学科。

IT 专业的学生有广泛的兴趣和专业目标。将计算与应用领域结合起来进行培养,在许多方面都是非常有用和可行的。一种方法是将案例研究以强调理解应用领域的重要性的方式集成到 IT 培养计划中。其他的方法可能包括延长实习时间,或者相当于一个学期的工作,这些都可以算作该学科的专业培养内容。此外,教师应该鼓励 IT 学生考虑专注于另一门学科,这种机会存在于卫生、经济、统计、数据科学、商业、科学和许多其他学科等领域。

7.1.5 成为对社会有贡献的一员

不管一个人的技术背景有多深或多集中,每个人都应该在社会上表现得有效和友好。这包括接受和重视他人的不同意见和观点,认识到他们自己的专业知识为他们提供了独特的机会为社会作出贡献,以及了解社会和政治发展的影响。IT 学生应该能够讨论重大的趋势和新兴的科技,以及它们对全球社会的影响。

7.2 IT 课程框架和 IT 培养方案

7.2.1 定制课程体系

如第 6 章所述,本报告中的 IT 课程框架包括基本的和补充的 IT 领域。IT 专业培养方案应该包括所有基本的 IT 领域,并对补充 IT 领域进行选择。这种结构允许为学位专业定制专门领域。在基本胜任力的基础上,20%的 IT 课程可以来自补充的 IT 领域,以构建满足本地社区需求的课程。

在推行 IT 课程架构的过程中,应鼓励高校以深思熟虑的方式设计课程,以切合本地需要,或培养具备市场价值的专业人才。作为一个反例,从每个补充 IT 领域中选择入门级别的胜任力来满足的 20%推荐级别的胜任力,这样设计出来的培养计划可能会导致毕业生的知识面广度过大,深度不足,不能具备当今就业市场必要的的实用技能。

7.2.2 IT 专业培养和全球多样化

IT 专业培养的结构和形式在不同机构和国家间差别很大。在下面的内容中,简

要地回顾包括中国,欧洲国家,日本,印度,菲律宾,沙特阿拉伯,和美国在内的几个国家的IT专业培养方案。

在中国,IT专业已经超越了传统的计算机科学与技术(CST)和软件工程(SE)专业。目前中国教育部最近更新设计了八项IT本科专业。计算机学科分为网络工程、信息安全、物联网工程和数字媒体技术四个子学科。此外,还有四个与信息技术有关的跨学科专业,分别是卫生信息学、生物信息学、地理信息科学和信息系统管理。

在欧洲,情况不同。

- 在英国,英国计算机协会(BCS)提供计算机学位的认证。如果至少50%的课程是计算机专业的,那么IT学位可以达到IT专业认证水平。完整的准则可参见BCS的网页。请注意,认证是可选的,苏格兰的几所大学已经选择退出该认证。这种认证正在降低某些大学的学位质量。还有一年的IT硕士培养,这些通常是转专业的学位,这意味着他们允许任何拥有学士学位的学生进入并"转换"为IT专业人员。
- 在苏格兰,有两种不同类型的本科IT本科专业。第一种是学位专业,结合计算机与管理课程。其中包括格拉斯哥卡利多尼亚大学商学院的IT管理学位和爱丁堡纳皮尔大学的信息技术管理学位。另一种是结合了计算技术的许多方面,例如,苏格兰西部大学的信息技术学位,其结合计算科学课程,音乐技术课程,计算机动画课程和商业技术课程。对于从IT专业毕业,编程能力不是一个必要条件。因此,这些IT学位与计算或信息学学位相差甚远。在苏格兰(也是英国的一部分),有两种不同的学士学位专业。第一类是将计算机课程与管理课程结合起来的专业,例如Glasgow Caledonian大学的IT管理商业学位和爱丁堡的Napier大学的信息技术管理学位。另一种类型的信息技术专业结合了计算技术的许多方面,例如西苏格兰大学的信息技术学位,它结合了计算科学课程、音乐技术课程、计算机动画课程和商业技术课程。许多IT专业并不要求具备编程能力。因此,这样的IT学位与计算机或信息学学位是截然不同的。
- 在法国,信息技术课程开始反映ACM《计算机科学课程体系指南》(CS2013)和IEEE《软件工程知识体系》(SWEBOK)。物理、数学和化学等其他学科的内容已经减少,为信息技术留下了更多的课时。大多数的本科课程包含了整整两年(2年级和3年级)致力于学习IT,而第一年仍然有更广泛的科学基础,成为在多个科学领域的教学课程的公共课程。通常,各种子专业针对不同职业的IT专业人士,比如开发新技术、网络工程以及互联网和媒体通信。请注意,大多数学生将继续接受两年计算机科学硕士学位的教育。
- 在芬兰,计算机科学、信息系统科学以及信息和通信技术(ICT)的各种学士学位专业可以来自大学和理工学院(应用科学大学)。对于新生来说,大多数大学的

硕士课程都是从学士学位(三年)开始的。在芬兰 ICT 不同学位有五十种以上,有不同的重点领域(例如,网络安全、网络智能、服务工程、音乐技术、商业信息系统、生物信息学、地理信息、大数据、人机交互等)。

- 根据芬兰媒体对信息技术的各种炒作,人们对 IT 和 ICT 教育的兴趣也有所不同。诺基亚过去的成功一直是影响芬兰人总体态度的主要因素之一。自千禧年以来,IT 专业的申请人数略有减少。然而,自 2010 年以来,申请者的数量有了惊人的增长(与美国相似)。对近期增长的潜在解释可能是芬兰游戏行业的成功案例,以及现代社会对 IT 的重视。芬兰 IT 行业的就业率很高:毕业后的头五年里,失业率在 3%到 5%之间,五年后,失业率几乎为零。然而,年轻女性对 IT 教育和职业兴趣较低。此外,大学生表现出进步慢和毕业率低的现象。这是因为超过 90%的 IT 学生在学习期间工作,只有 50%的学生最终会毕业。不管毕业与否,IT 学生通常在 IT 行业工作。这个问题不容易解决,因为目前 IT 部门没有法规可以采用(与教师、律师和医生不同)。在芬兰,IT 行业有“个人英雄”的工作传统:文凭和学位并不像实际的 IT 技能那么重要。没有国家层面的 IT 课程体系,但一些大学遵循国际 ACM、IEEE 或 AIS 课程指南进行培养计划的设计。在芬兰 Aalto 大学,Jyvaskyla 大学,Tampere 技术大学和 Oulu 大学根据教育及文化部的要求提供了最高层次的 IT 教育和研究资料。

- 在奥地利,面向信息技术的教育涵盖了计算机科学、管理、信息系统以及从医学信息学、经济信息学到人机交互和人本计算领域的各种专业。在大学范围内开设了二十五个不同的学士学位专业和超过二十五个不同的硕士专业,分布在十多个不同的机构,可供全日制学生和兼职学生学习。这些专业主要集中在算法和编程结构、网络工程、信息安全、操作系统以及硬件/软件/网络系统的需求规格和实现上。硕士培养的多样性使学生能够专注于从地理信息学到人本计算领域。在奥地利,教育专业化从小就开始了。经过九年的义务教育后,可以选择在公司、中学或高中学习(以 12 或 13 年的教育结束,所谓“成熟”教育)。大学和应用型大学的教育遵循 Bologna 结构,包括学士、硕士和博士学位。

- 在西班牙,信息学工程的教学大纲结合了计算机工程、网络、软件工程和计算机科学,而电信工程的教学大纲则包括工程、电子工程和计算机网络,以及一些软件工程的学科。课程大纲还包括计算机工程(硬件设计)、网络管理、软件工程以及形式化方法和人工智能等方面的必修课程(所有信息类专业学习的公共基础)。不同的选修课提供不同的方向,最常见的是软件工程或计算机科学。

- 在荷兰和波兰等其他欧洲国家,高等教育部公布了一套 IT 胜任力模型,作为 IT 学士学位的一套通用学习成效集合。涵盖了 IT 或计算机科学专业毕业生所期望的知识、技能和社会认可资格。基于这个学习成效集,每个 IT 学院根据大学的具体情况和毕业生的期望情况建立自己的教学计划。该学习成效涵盖了一组典型的技

术问题(例如网络、系统、架构、数据库、语言、人工智能和安全性),并辅以团队协作和沟通管理技能。最近,除了以用户为中心的设计之外,许多专业计划还强调为创造性IT项目添加必要的新技能,包括交互设计、设计思维、敏捷项目管理方法论和有效的供应商-客户沟通管理。

在日本,2007年,日本信息处理学会发布了《计算机课程标准J07》,该标准是基于IEEE-CS和ACM在2005年编写的"计算机课程2005"。J07提供了基于计算机工程、计算机科学、信息系统、信息技术和软件工程五个学科的五门示范性课程体系。许多主要的IT大学提供基于这些示范课程体系的专业培养计划,并作出一些安排以满足行业的需求。此类行业需求的例子包括物联网、游戏开发、软件即服务(SaaS)、云计算和嵌入式系统开发。然而,教育文化体育科技部的严格规定削弱了此类培养计划设计的灵活性。

在印度,大学大体上有四年制的计算机科学与工程学士学位专业,涵盖了计算机科学所有核心领域的核心课程,以及涉及高级课程的其他必修课程和选修课程。此外,许多大学都有:四年制的信息技术专业,其重点是学习实用技能,减少理论;以及四年制的计算机工程专业,其中涵盖计算机硬件,基本覆盖软件范围。此外,许多大学提供三年制的计算机科学学士学位,接着是两年制计算机科学硕士学位。此外,大多数大学提供计算机应用硕士(MCA)项目,这是一个为期三年的研究生培养计划,招收在任何一个领域拥有基础学位的学生,然后提供类似于信息技术专业的课程,但更加强调实用技术。

在菲律宾,根据高等教育委员会的建议,IT专业目前正在转向基于学习能力的标准,其核心是使用基于学习成效的方法。高等教育委员会根据中小学教育向采用K-12课程的转变、信息技术的新发展及菲律宾信息技术产业的需要,规划了菲律宾高等院校的三个主要IT专业:计算机科学专业,侧重于计算概念、算法和软件工程;信息技术专业,重点是管理IT基础设施;信息系统专业,重点是为组织管理信息技术。总体而言,所有专业都强调软件开发、数据结构和算法设计、信息管理、Web和移动应用程序开发、用户体验和设计(人机交互和设计)、网络/系统管理和安全等核心概念。所有培养计划都包括了让学生融入IT行业的实习需求。最后,也有越来越多地推动诸如以用户为中心的系统设计、敏捷运动、健康信息学、自然语言处理和图像处理等子学科的发展。

在沙特阿拉伯,信息技术专业遵循Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology(也称为IT2008)中定义的指导方针。IT专业培养方案围绕着信息技术中健壮专业培养计划的关键优势构建。把重点放在超出编程或沉浸式软件开发的领域,加上对数学和科学的强烈接触,造就了批判性思维的毕业生。此外,培养方案还提供了开展项目、实习和研究,并强调了增强学生实践经验的组成部分。IT专业还通过提供易于互换的特定而集中的深入知识来培

养对就业市场需求变化的适应性。因此,沙特阿拉伯备受推崇的 IT 专业在这些原则中获得了成功,并成为该地区其他 IT 专业效仿的典范。

整个美国的信息技术专业涵盖了计算机科学、管理和信息系统的融合。IT 培养方案强调信息技术规划、开发、实施和运作的集成和执行,以及支持实现组织目标所需的过程的基础设施的开发。一般来说,IT 专业培养了核心领域的能力,包括软件开发、Web 和交互式媒体内容和开发、数据管理和数据库系统以及网络系统管理和安全。此外,还强调以用户为中心的系统定义、设计和部署,这通常被认为是 IT 专业人员应具备的能力。

IT2017 课程框架补充了上述各国所关注的共性特征,还补充了在本世纪 20 年代中期培养合格的 IT 学士学位毕业生所需的技术和专业知识、技能和态度的相关内容。因此,基于 IT 课程框架的专业实施应该为全世界的计算机教育社区提供良好的指导。

7.3 IT 课程模型

下面将讨论几个反映 IT 专业的课程设置的模型或例子,包括传统的四年制例子、跨学科、三年和 2 + 2 等模型。

7.3.1 传统的四年制 IT 专业培养方案

与其他课程报告一样,重点放在假定入学学生具备适当入学资格的四年制专业上。在某些情况下,学生可能需要在数学、英语或其他领域进行长达一年的准备工作,以增加他们成功完成信息技术专业的机会。在这一补习或基础学年(有时在一些机构称为“0 年级”)中获得的学分不计入学位的学分。附录 C 举例说明了在没有任何补习或基础研究的情况下,学生进入传统的四年制 IT 专业的课程模式或范例。

7.3.2 不同环境下的 IT 专业培养

各院校提供 IT 专业培养的方式应该因地区、国家和地理区域而异。上一节介绍了以“准纯”方式提供的典型培养方案。也就是说,IT 专业培养方案是独立的,独立于院校可能提供的其他专业。

由于信息技术作为一门学科是相对较新的,各院校有时会在先前确立的学科范围内提供信息技术学士学位培养。例如,一个 IT 学位专业可以存在于一个已经建立的信息系统专业中,也可以存在于一个已经建立的计算机科学专业中。事实上,由于制度上的便利,一个院校甚至可以将所有 IT 专业作为现有学科的子集提供。

如何将信息技术课程体系整合到学位课程中,院校应该考虑到培养的可用时间。从本报告的第六章可以看到大多数学位专业在通识教育要求之外提供大约 2.5

年,拟议的IT课程建议需时1.5年,这将为技术类选修课或其他必修课程留出1.5年的时间。将信息技术课程融入大专业培养的关键在于如何利用技术选修课和“其他”课程课时。

7.3.2.1 信息技术专业作为一个大类学位

一个常见的版本将信息技术专业作为理学学士学位来要求。现有的课时空间必须满足学士学位的一般要求,剩余的时间可以分配给技术选修课。

在这种背景下,信息技术学科往往是从现有的计算机科学专业“成长”起来的。因此,许多信息技术专业都有其他名称,信息技术相关培养经验可能被归类为“计算机科学”或“计算机信息系统”专业。

7.3.2.2 信息技术学位被认为是其他学科的专业方向

一个常见的案例就是医疗信息技术专业。在这种情况下,未分配的课程课时可能会转向其他学科。可能仍然没有足够的课时,在这种情况下,有必要减少专门用于信息技术的课程课时。为此,删除一个或多个模型中的补充领域。试图删除的领域要与其他学科不相关,建议课程删除一个完整的领域,而不是从几个领域中删除部分内容。这是因为领域内列出的胜任力相互关联。在某些情况下,消除一个与学位无关的核心领域是可以接受的,例如从医疗信息学中删除计算机网络的内容。

7.3.2.3 信息技术是大类学位专业的一个专业方向

在这种情况下,“其他”学科可能规定了大多数学位要求。信息技术大概只有相当于一个学年的时间。IT课程建议的主要部份只需要一年便可完成,方便快捷。还请注意,大类学科的专业实践课程可能涵盖“全球专业实践”核心领域的重要部分。

7.3.2.4 相关问题

信息技术是一个研究的领域,其内容因国家和地区而异。为了展示这种多样性,附录D举例说明了在不同环境下提供的信息技术方案,它显示了不同地区的信息技术的广度。工作组还意识到IT与其他课程报告(例如交叉编码问题)的重叠,推动在大学预科课程中进行计算研究的倡议(例如,美国的CS原则倡议),以及多样性和包容性的需要。关于这些问题的讨论应该在其他环境中进行。

信息技术是一个多样化的研究领域,其内容因国家和地区而异。为了展示这种多样性,附录D举例说明了在不同的环境中提供的信息技术专业培养——这些例子展示了不同地区的信息技术的广度。工作组也认识到它与其他课程报告(例如美国的CS Principles initiative)有重叠之处,比如交叉编码问题。CS Principles initiative是在大学预科课程中促进计算机学习的倡议。也认识多样性和包容性的需要。这些问题的讨论在本报告之外的其他环境中进行。

7.4 对待新技术的策略

近年来,信息技术领域发生了迅速的变化,有一个不成文的承诺,未来这些领域

的变化将大大加快。因此,IT 专业人员必须具备以敏捷方式适应新技术和新兴技术的能力。他们应该能够识别出新技术的贡献者,识别出那些因为不适应不断变化的领域而失败的公司。

那么,IT 专业人士应该如何与新兴技术的时代息息相关?一种方法是识别与这些技术相关的涉众,并确定与这些新领域的开发和应用相关的一些战略假设和社会价值。通常,行业会打破了科学的障碍来制定这些策略;有时,政府制定战略政策来扩大或限制这些战略。在处理新兴技术时甚至可能出现标准。这些策略可能涉及补充技术;其他可能是概念性的。

7.4.1 当前新技术

信息技术专家应该了解当前的新技术。这些技术已经在市场上存在,但它们足够新,对社会的影响还不完全清楚。学生应该能够识别一些新技术,并指出它们对 IT 的影响。

信息技术课程体系应该允许对新技术的探索。例如,教师可以鼓励学生审查 3D 打印机可能产生对社会有害的工件,或描述设计云服务器时所面临的挑战。另一个例子,学生应该能够解释纳米技术或物联网(IoT)如何改变技术工作场所。新技术和现代技术给 IT 学生和从业者带来了挑战,这些挑战可能涉及在不断变化的世界中影响专业实践的财务和道德权衡。

7.4.2 概念性新技术

IT 专家也应该意识到概念性新技术。这些技术是在一些发展中国家存在的技术,最近进入或可能进入市场。学生应该能够识别一些概念性新技术,并指出它们对信息技术的一些影响。

IT 课程方案应该允许探索尚未成为可行技术的新发明。例如,教师可以鼓励 IT 专业人员探索如何设计可能影响 IT 领域的环境,包含增强现实和虚拟世界的环境,以及大数据和数据分析的方法。此外,让学生探索 IT 专业人员的角色,讨论开发有益的绿色计算和可持续性所需的 IT 战略。新技术甚至可能暴露影响 IT 领域的安全问题。对这些和其他问题的认识,对于培养一个全面和有社会意识的信息技术人员是很重要的。

第 8 章　院校采纳

本章旨在为那些正在寻求发展和提高信息技术专业本科生培养方案的大学或学院提供具有借鉴意义的内容。报告的附录广泛地分析了信息技术专业知识的范围和结构,以及开展本科生课程可行的方法。然而,成功地开展课程教学,要求每一个教育机构全面考虑战略战术问题,涵盖但不局限于这些细节。本章的目的是通过列举这些问题,并说明如何解决这些问题进而去影响课程的设计。

8.1　自我调整的需求

设计 IT 课程体系是一项艰巨的任务,一部分原因是因为这项任务与教育机构自身的特性以及教师的研究领域及科研水平是密不可分的。即使所有教育机构可以遵循同一套关于本科所需讲授的知识和技能的标准,仍然有很多额外的因素会影响课程的设计。这些因素包括下面几个方面:

- 教育机构的类型及毕业预期。不同的教育机构在使命、结构和毕业要求上具有巨大的差异。
- 毕业后潜在的教育范围。每一所学校制定的课程体系必须要为学生将来的学术和职业发展提供必要的准备。
- 新生背景和入学准备。不同教育机构的学生(通常一个学生只就读于一所教育机构)在入学准备的程度上有很大的差异。因此,信息技术系通常需要调整引导型课程,以满足学生的实际需求。
- 教师资源。当前下,信息技术领域中有限的研究生专业培养,导致教育机构的信息技术相关教师资源显得不够充分。因此,在师资队伍中需要建立优先次序,以更好地使用有限的教师资源。
- 教师的研究方向及科研水平。单个课程通常因特定的研究领域及院系的知识库而异,尤其在那些具有特定研究领域的较小的教育机构。
- 当地产业的具体需求。单个课程的定制通常需要满足当地相关组织机构的需求。

想要完成切实可行的课程体系,就必须在这些因素之间找到一种平衡,这使得不同的教育机构会做出不同的选择。没有任何一种课程体系适用于所有教育机构。所有大学或学院都需要考虑本文中提到的各种模型,然后设计一种适合自己的方案以应对实际环境。

8.2 课程体系设计原则

尽管事实上课程体系设计需要在很大程度上适应当地情况,课程设计人员可以借鉴几个关键原则,以帮助决策过程。这些原则包括以下几个方面:

- 课程体系必须反映信息技术专业作为一门独立学科的完整性和特性。信息技术本身是一门学科。理论、实践、知识和技能的结合是这门学科的特点。任何 IT 课程体系都应同时确保理论和职业素养指导实践的精神。
- 课程体系必须应对快速的技术变革,并鼓励学生也要与时俱进。信息技术是一个充满活力、快速变化的学科。巨大的变化步伐意味着信息技术培养方案必须定期更新它们的课程。同样重要的是,课程体系必须教导学生应对变化。信息技术专业的毕业生应激发对工程的好奇心,从而跟上时代的发展。培养方案的一个最重要目标应该是培养能成为终身学习者的学生。
- 用培养方案所期望达到的培养目标来指导课程体系设计。在定义 IT 课程体系的整个过程中,很有必要考虑培养目标和学生在培养方案结束时必须具备的具体能力。这些目标和确定培养方案是否满足这些目标的相关技术提供了整个课程体系的基础。在世界各地,认证机构都越来越重视目标的定义和评估策略。教育者若试图捍卫其有效性,必须表明他们的课程达成了目标。
- 整体上,课程体系应该保持一致的精神,促进创新、创造力和职业素养。当学生理解到对他们的期望时,他们会作出最好的反应。若是在早期课程中鼓励某些特定的行为模式,却在后期课程中反对同样的行为,这对学生是不公平的。老师应该鼓励学生在整个课程体系中运用他们的主动性和想象力,以超越最低要求。同时,应该鼓励学生从一开始就保持一个对自己工作的专业而负责任的态度。
- 课程体系应该能让绝大多数学生容易接受。通常情况,信息技术专业培养服务于一个同质的群体,因此这些群体中很少有女性,或学生他们的民族、社会或者经济背景不是主流文化的一部分。尽管导致这种不平衡的很多因素是院校无法控制的,但是每个教育机构都应该通过消除课程体系中的偏见和积极鼓励更广泛的学生参与其中,进而寻求更大的多样性。根据符合当地或地区政府监管的法律(比如美国残疾人法 ADA 或康复法案第 504 条),培养方案应该为符合上述法律的学生提供合理的安排。在涉及到选择工具、软件或者学习材料时,相关部门应该考虑到所有学生都有能力很轻松就能获取到。
- 课程必须为学生提供毕业设计经验,给他们一个机会运用他们的技能和知识来解决一个具有挑战性的问题。四年制信息技术学位课程的顶峰要求应该包括一个最后一年的毕业设计项目,要求学生使用一系列的实践和技术来解决一个实质性的问题。信息技术学科的某些方面在正式的课堂环境中不能完成,学生可能、只

能在一个独立的高难度的实践环节中学习这些技能。

- 教师要不断的寻找更好的方式去提供课程体系。在课程体系的所有领域都需不断地进步,才能成为健康的IT专业培养方案的标杆。

8.3 转专业到四年制的IT专业

传统的上学过程是在高中毕业之后进入大学四年培养方案,具体的入学要求是根据国家、学校和具体的一些规章制度在改变,而这也不是所有学生的唯一路径,对于IT培养方案的教学计划来说,应该更多的去考虑不同学生的不同背景和基础,这是很重要的。

进入和通过IT专业的途径有很多种。在一项对IT专业进行的国际范围内进行的调查中发现,35%的调查者认为他们学习IT专业很少从其他方向转过来,33%的学生认为转向去学习IT专业的学生的主要来源是那些学制为2到3年的学校。从这项调查中还发现,有8%的调查者是由于生活经验,3%由于一些行业性学校的转移,另外,还有21%的人回答“不确定”或“不可用”。这项调查中有一个重要发现是,从两年制或者三年制学校转移过来的学生中,美国学生所占比例过高,这一比例为69%,而美国学校、机构占比例为35%。

两年制或者三年制的社区大学在美国高等教育中扮演着重要的角色。根据美国社区大学协会的数据中可以看到,美国所有本科生中有46%的人上过一所社区大学。其中一些学生最终进入了四年制大学学位专业。任何接受转移学生的IT专业都可以通过创建一个顺畅清晰的方法来帮助学生取得成功。这可能涉及到与IT教育途径中涉及的两到三年的项目或其他实体进行合作。

社区大学计算机教育委员会(CCECC)在ACM认可的计算学科中已经发布了副学位(两年)项目的课程指导。这其中包括了2014年出版的关于协会学位专业的能力和评估的信息技术能力模型。IT2017任务小组支持这些指导方针,并建议为打算转到IT专业的学生考虑。为了帮助在2017年使用联合学位指导方针,在ACM CCECC网站上可以找到这两者之间的映射。一个映射到IT2008的映射也可以使用。附录D包含一个2+2的场景,学生在社区学院完成一个副学位(第一和第二学年),然后转到4年的教育机构,继续完成他们第三年和第四年的教学计划。

在美国之外的国家或地区,从两年到四年制的学校不是很常见。例如,在日本,一些初级技术学院的毕业生可以通过选拔进入到四年制学校的第三年继续学习,然而,这类学生还不到所有学生总数的10%。一般来说,和日本本科院校相比,研究生中的非传统学生的比例要高不少。

在印度,唯一可以变更的是计算机应用的硕士课程,允许学生在任何领域获得三年学士学位都可以。而对于其他的专业和课程,都需在正常的教育之后才能

入学。

欧洲的情况各不相同。例如,在苏格兰,学士学位专业的持续时间是 4 年。对于素质很高的人来说,直接进入第二年有时候也是是很有可能的。此外,在欧洲高等教育融合的进程之前,通常命名为 Bologna 进程,这是一个 5 年的工程学位,并且在所有西班牙大学中都有类似的专业。在欧洲融合之后,所有这些学位都变成了四年,还有一年或两年的硕士学位。目前,在每一所大学,信息学工程的专业都是不同的,一个共同的核心课占总学分的三分之一。在其他欧洲国家(例如:荷兰,波兰)只有一种类型的本科过程:科学学士,学位由 6 个学期(3 年)组成。在这种情况下,目前还没有四年的 IT 学位专业。因此,由于不同的大学所提供的不同的专业和方向,使得学生不太可能从两年制的学校转到其他大学。

8.4 保证充分的计算资源需求

高等教育往往会受制于各种资源的限制。从某种程度上来讲,所有的教育项目都必须考虑到成本,如果不受经济条件的制约,就不能任由他们做想做的事情。在许多方面,信息技术学科相关的限制不比其他的学科少。例如,和早期的学科对于计算资源和网络硬件的缺乏相比,经过 20 年信息技术的发展,计算资源和网络设备变得随处可以买到的商品,使得硬件产品更加便宜。

另外,教育机构应该认识到计算资源和网络的成本是真实存在的。而这些成本不光只存在于硬件。软件也占到了计算资源和网络中的很大一部分,其中教学软件就是其中很重要的一部分开发成本。为计算资源和网络设备提供足够的维护和支持需要很大的人力成本。为了获取一个成功的课程教学,IT 专业培养必须争取到足够的经费以支持老师和同学们对计算资源和网络的需求。

IT 专业是一门实验学科,在很多课程中都有课堂教学,也有实验教学。实验教学作为 IT 专业的一部分也促使一些老师对实验环境的开发以及实验部分教学增加了需求。这一发展也将会加大对高质量 IT 专业在学术经费上的支持。此外,作为学术活动的一部分,很多供应商会提供一些免费的实验室软件给教育机构。比如 IBM 的物联网技术 Bluemix 和来自 EMC 公司的信息存储管理软件。

8.5 吸引并保留住教师

信息技术系面对的一个最令人沮丧的问题是招募并留住高质量的教职员工。为了减轻师资短缺的影响,建议教育机构可以尝试以下策略:

- 对招募高质量教师采取一个积极的计划。教师资源短缺不是教育机构放弃寻找招募优秀教师的理由,而是需要他们更加努力。通过坚持不懈主动的去想办

法,这个问题就能迎刃而解,教育机构需要提前启动招聘程序,去接触更大范围的有潜力的申请者,包括海外的学生和目前从事信息技术领域的人士。

- 建立专注于教学的学术职位。和其他大多数学科一样,IT 的教师通常都需要一个博士学位,并且在教学和科研中都需要有一些期望。如果有足够多的 IT 候选人员拥有该有的证书和技能,那么坚持上述那些要求认证就没有问题。由于目前 IT 教师候选人的短缺,教育机构无法保证这一种单一的选择。对于 IT 学科来说,不是所有的系、所都对持续的科研有要求。与此同时,对于所要的教师重要的是要在自己的领域与时俱进,因为信息技术是一个比较新兴的学科,所以如果想从事 IT 教学的教师,明智的做法就是要不断思考自己紧密相关的领域,例如信息系统和计算机科学等内容。此外,可以对那些不被科研吸引而专注于教学的教师增加他们的相关经费支持。
- 教育机构应该确保教师员工应用的学术环境。美国国家科学基金会在 19 世纪 80 年代的研究中发现教师离开教育机构去其他的公司工作,经济并不是主要的动机。相反,研究发现教师的离职在很大程度上是由于他们的工作环境、巨大的班级规模、沉重的教学负担、对科研支持的不足、对个人发展前景的不确定以及官僚气氛的困扰等一系列问题,而美国国家科学基金的研究则把这些问题统称为“制度上的缺陷”。随着 IT 专业招生人数的增加,教育机构应该更多的去考虑减轻教师员工的负担,这个很关键。
- 让学生担任课程助教。由于目前短缺的教师资源无法满足日益增长的学生需求,而一个最佳的解决方案就是让学生参与到教学过程。利用学生助教不但可以弥补教师资源的不足,并且还可以为学生助教提供宝贵的学习经验。

8.6 教师对学位的承诺

IT 学科可以有效利用来自计算机学科不同的教师,然而,重要的是需要一个核心教学团队能够提供正确的视角和知识,使得整个培养计划全面工作。具体的说,这个核心团队必须提供以下几点:

- 经验——由于 IT 是一个实践导向的学科,因此重要的是团队中大部分教师在核心信息技术方面应该有相关的实际经验。
- 寻求变化——计算机的快速发展需要定期更新所有的计算程序。对于 IT 学科,需要不断地对更新一些实践项目,包括不断的更新在实验室和演示中的特定技术案例。
- 寻求协调——本文前半部分的主题主要介绍了 IT 学位的核心要素。然而,比较挑战的是要确保这些主题是被整合到课程中,而不是在培养计划层面的教师之间进行的一些协调。在大多数高等教育机构里采用跨课程层次的协调是很难实现

和维持那些主题的。如果教学人员没有有意的、持续的去沟通和协调,再怎么整合前面讨论的那些主题,也是不平衡的。

8.7 面向非计算机专业的信息技术

IT 通识教育和服务课程可以为学生提供他们以前可能没有考虑过的 IT 职业选择信息,并帮助 IT 专业吸引更多的学生进入该学科。以下是信息技术通识教育课程应具备的不同类型的胜任力。

- 信息技术相关技能:这类知识是指使用当代信息技术应用的能力,如信息管理、网络、信息保障、人机交互、Web 系统和技术。
- 基本和持久的信息技术概念。概念解释了信息技术的方式和原因,并洞察其机会和局限性。它们包括有说服力的 IT 主题、信息技术的历史、应用领域、组织问题、数据建模、数据组织和检索、集成编程、新兴技术以及系统集成和体系结构。
- 一般智力能力。这类能力包括广泛的知识技能,在几乎每个研究领域都很重要,而不仅仅是信息技术。这些技能使学生能够以有效和有用的方式将信息技术应用于复杂的任务。例如,通过抽象、建模、使用适当的工具、人际关系技能、项目管理、开发有效的接口、资产管理和成本/收益分析、逻辑推理、道德规范,以及有效的口头和书面沟通技能,来解决问题、管理复杂性。这些能力对所有学生都是有益的,有助于发展和提高学生的整体智力能力。

IT 通识教育与服务课程应涵盖新技术等核心 IT 概念,教授学生如何找到合适的计算技术来完成任务,熟悉与信息技术相关的伦理、法律和社会问题,以及与网络安全和隐私相关的基本问题。这些课程应该是灵活的,以适应不同研究领域的不同应用领域。

信息技术学科的综合性有助于创建跨学科课程。应用类课程应展示计算系统在特定学科或研究范畴内的应用。在这些课程中,非计算机专业的学生将学习信息技术术语,并准备在企业环境中准确地解释和沟通信息。这些课程将帮助培养更好的专业人才,使他们具备 IT 技能。例如,数据驱动的新闻课程可能包括信息技术课程内容和实践,例如数据获取、清理、分析、关键编程和 Web 开发概念的基础。

IT 专业应能吸引学生对信息技术有更深入的了解,从而为他们提供专业课程以外的额外好处。对于许多学科来说,信息技术的实际应用对学生的职业成功至关重要。例如,市场营销人员的招聘广告列出了许多计算技能,包括客户关系管理(CRM)软件、搜索引擎优化(SEO)技术、Web 分析和 SQL。此外,雇主还要求电气工程师编写 UNIX shell 脚本。拥有 IT 专业方向能力的学生将能更好地为其职业生涯做好准备。

由于信息技术领域不断变化的性质,行业需要寻找在现有的或新的信息技术领

域(如信息安全和健康信息)具备先进技术及知识的个人。IT 院系可能会考虑提供独立的信息技术或 IT 特定领域的学术证书。

8.8 小结

在设计 IT 课程体系的过程中,没有单一的成功公式。虽然本工作组认为本报告的建议和本章的具体策略建议将被证明对各种各样的机构是有用的,但是对于每一个 IT 专业培养方案必须使得这些建议和战略适应其机构的特点。

IT 专业的学生应该考虑在大学快毕业的时候选修相关课程,培养当前职场中需要的技能。更为重要的是,大学定期评估和修订培养方案,从而跟上迅速发展的 IT 领域。今天的课程体系是信息技术教育工作者在各自的机构中多年试验和改进的产物。未来的课程体系将同样依赖于这份报告之后的创造力,它将为全世界的本科生建立更好的 IT 专业培养方案。

附录 A:企业 IT 技能框架

A.1 胜任力框架(Competency Frameworks)

随着企业 IT 和 ICT 技术成为全球不可或缺的核心技术,国际上对于企业 IT 胜任力日益重视,大家逐渐认识到需要一个共同的术语体系来定义相关的胜任力、知识、技能和熟练程度等,以便于跨越国界的交流。这样的公用框架使得我们可以找出在企业 IT 工作中承担各项工作和任务所需要的关键技能和能力。同时他们也为公司选拔和聘用 IT 技术人员,以及制定相应工作的合同要求、职业发展规划和业绩考评标准等提供了公用的基础。

许多国家和地方的政府部门要求对 EIT 从业者进行认证。因此,

他们必须制定自己的 ICT 胜任力定义。鉴于日益国际化的 IT 队伍人员组成,EITBOK 已经综合了三个主要的国际框架。总的来说,这些框架致力于对 e-CF 定义的胜任力的共同理解,例如,“展现出综合运用知识、能力和态度来取得可显现成果的能力“。

在这些框架和本指南的章节之间建立映射和关联,是一项挑战性的任务,因为他们往往来自不同的角度和目标。所以很难 100%地确定这些框架的概念和本指南之间的联系,尽管我们进行了仔细的思考和分析,难免还是出现了一些比较主观的想法来定义这些关联。请在审核时考虑到这一点。

A.2 信息时代的技能框架(Skills Framework for the Information Age)

信息时代的技能框架(SFIA)已经有 26 年的历史,是通过协作的方式制定的。国际化的 SFIA 委员会负责指导非盈利 SFIA 基金会的工作,按照完善的开放流程,为 IT 产业和 IT 从业人员定期更新 SFIA 框架。这个框架已经被翻译为 6 种语言(英语、西班牙语、德语、阿拉伯语、日语和中文),法语(包括加拿大法语区)的版本也将在未来翻译出来。它已经被 180 个国家的机构和个人下载和使用。它的免费下载网址是 www. sfia-online. org 。

SFIA 框架从 IT 和支持领域确定了 97 项专业技能和 7 个层次的责任。SFIA 框架中,这 7 个层次定义通用的责任层级,反映出 IT 经验和能力需求。SFIA 框基于多

个层次的能力运用要求,包括综合运用知识、行业和行为技能。SFIA 给出具体的胜任力的定义,描绘了在每个层次 IT 专业人员所需具有的行为、价值、知识和性格。在 SFIA 的每个层级,都包括自主性、复杂度、影响力和业务性等方面的技能和责任。

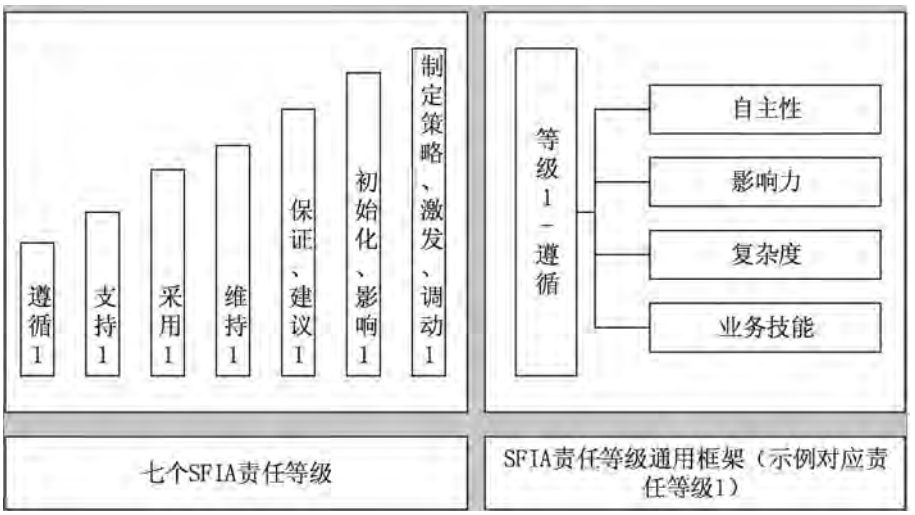

图 A.1 SFIA 的责任等级

SFIA 框架的 97 个 IT 技能被分为类别和子类别,技能具有名称,代码,技能描述和级别描述(针对每个级别的技能)。

属性	描述
通用职责	所有技能的通用责任属性: • 自主性 • 复杂性 • 影响力 • 业务性
技能类别	用于导航目的的技能逻辑分组 • 策略和架构 • 改变和转变 • 开发和部署 • 交付和运营 • 技能和质量 • 关系和参与 这些类别进一步细分为子类别。

续表

属性	描述
技能名称	技能名称
技能描述	未参考实践水平的技能描述
级别描述符	每个实践级别的技能描述,旨在促进它们作为专业能力的使用。 • 1 级-严密监督下完成工作任务。在意外情况下寻求指导。有组织的工作方式吗?仅与直系同事合作。 • 2 级-使用一些酌处权来解决问题或处理查询。适用于一系列任务,并主动管理个人发展。 • 3 级-仅在大方向工作,定期进行工作审查。知道何时将问题升级到更高级别。与供应商和客户合作,对经验不足的员工可能有一些监督责任。执行广泛的任务,有一定复杂性。计划安排和监督自己的工作。 • 4 级-具有重大的个人责任和自主权。计划自己的工作来实现目标并执行端到端流程。做出影响项目和团队目标的决定。执行广泛的复杂技术或专业活动。 • 5 级-广泛的工作方向,客观的责任。可以影响组织,建立有效的工作关系。执行有挑战性和不可预知的工作,自给自足的商业技能。向他人提供标准方法和工具的建议。 • 6 级-拥有重要工作领域的权力。设定组织目标。影响高层次的政策,客户和供应商。执行高度复杂和战略性的工作。启动并引导技术和组织变革。 • 7 级-在最高的组织层面上,对包括政策制定和应用在内的重要工作领域的所有方面具有权威性。使决策对组织成功至关重要。激发组织,影响行业内最新发展。发展长期战略关系。

A.3 欧洲胜任力框架

来自欧盟的欧洲胜任力框架(e-CF)提供信息和通信技术(ICT)领域所需的 40 项能力参考,使用可以在欧洲被理解的胜任力,知识,技能和熟练程度方面的通用语言。整个欧洲各地的公司和组织使用电子 CF 来支持 ICT 行业相关的人力资源规划与发展的透明度,流动性和效率。

作为欧洲资格框架(EQF)第一个特定部门实施,e-CF 可以由 ICT 服务,需求和供应组织以及管理人员和人力资源部门用于教育机构和培训机构,包括高等教育,由专业协会,工会,市场分析师和决策者以及公共和私营部门的其他组织和政党使用。框架的结构基于四个维度:

维度 1	5 个电子胜任力领域,源自 ICT 业务宏观流程:规划-构建-运行-使能-管理。维度 1 的主要目标是通过框架帮助导航
维度 2	每个领域的一组参考电子胜任力,每个胜任力的通用描述。总共确定的 40 项胜任力提供了框架的欧洲通用参考定义。
维度 3	每个电子胜任力的能力水平提供欧洲参考级别 e-1 至 e-5 级别的规范,这些规范与 EQF 级别 3-8 相关。
维度 4	知识和技能的样本与维度 2 中的电子胜任力相关。它们被提供以增加价值和背景,而不是详尽无遗的。

有五个 e-CF 熟练程度,e-1 到 e-5,与 EQF 学习水平 3 到 8 有关。有关 EQF 等级的描述,请参见 https://ec.europa.eu/ploteus/en/内容/描述页。

电子胜任力等级	EQF 等级
5(最高)	8
4	7
3	6
2	4 和 5
1	3

与 SFIA 一样,并非所有技能都受到所有 5 个级别的限制。下表显示了每项技能在胜任力水平上的跨度。

维度 1 5 个 e-CF 方面(A-E)	维度 2 40 个 e-Competences 定义	维度 3 e-Competence 熟练等级 e-1 到 e-5,对应 EQF 的 3-8 级				
		e-1	e-2	e-3	e-4	e-5
A. 规划	A.1. IS 和业务战略一致				√	√
	A.2. 服务等级管理			√	√	
	A.3. 业务规划开发			√	√	√
	A.4. 产品/服务规划		√	√	√	
	A.5. 架构设计			√	√	√
	A.6. 应用设计	√	√	√		
	A.7. 技术趋势监控				√	√
	A.8. 可持续开发			√	√	
	A.9. 创新				√	√

续表

维度 1 5 个 e-CF 方面(A-E)	维度 2 40 个 e-Competences 定义	维度 3 e-Competence 熟练等级 e-1 到 e-5,对应 EQF 的 3-8 级				
		e-1	e-2	e-3	e-4	e-5
B. 构建	B.1. 应用开发	√	√	√		
	B.2. 组件集成		√	√	√	
	B.3. 测试	√	√	√	√	
	B.4. 方案部署	√	√	√		
	B.5. 文档成果	√	√	√		
	B.6. 系统工程			√	√	
C. 运行	C.1. 用户支持	√	√	√		
	C.2. 变更支持		√	√		
	C.3. 提供服务	√	√	√		
	C.4. 问题管理		√	√	√	
D. 使能	D.1. 信息安全策略开发				√	√
	D.2. ICT 质量策略开发				√	√
	D.3. 提供培训		√	√		
	D.4. 采购		√	√	√	
	D.5. 营销方案开发		√	√		
	D.6. 渠道管理			√	√	
	D.7. 价格管理			√	√	√
	D.8. 合同管理		√	√	√	
	D.9. 个人能力提升		√	√	√	
	D.10. 信息知识管理			√	√	√
	D.11. 需求定义			√	√	√
	D.12. 数字化营销		√	√	√	
E. 管理	E.1. 预测开发			√	√	
	E.2. 项目组合管理		√	√	√	√
	E.3. 风险管理		√	√	√	
	E.4. 关系管理			√	√	
	E.5. 过程提升			√	√	
	E.6. ICT 质量管理		√	√	√	
	E.7. 业务变更管理			√	√	√
	E.8. 信息安全管理		√	√	√	
	E.9. IS 治理				√	√

图 A.2 欧洲胜任力框架概览

A.4 信息胜任力词典

信息胜任力词典(iCD)由日本的信息技术促进局(IPA)开发和维护。它由一个综合的任务词典和相应的技能词典组成。任务词典包含 EIT 外包商或 EIT 部门预期完成的所有任务,而相应的技能词典则提供执行这些任务所需的技能。

下面的图表显示了任务和技能词典如何被组合在一起使用。在任务对技能表中列举了胜任每个任务所需的技能。在每个 EITBOK 章节中,我们展示了相关任务之一(任务层 2),以及第 2-4 层的前提技能。在下图中,我们已经指出了包含在完整 iCD 中的任务和技能的数量。完整的 iCD 任务词典(图 1-4)和技能词典(图 1-4)可以通过从 http://www.ipa.go.jp/english/humandev/icd.html 获得。请注意,IPA 还负责信息技术工程师考试(ITEE),该考试已经发展成为日本规模最大的国家考试之一,每年约有 60 万申请人。

A.4.1 任务词典

任务词典旨在由公司和组织使用和应用,以根据组织策略或组织计划确定任

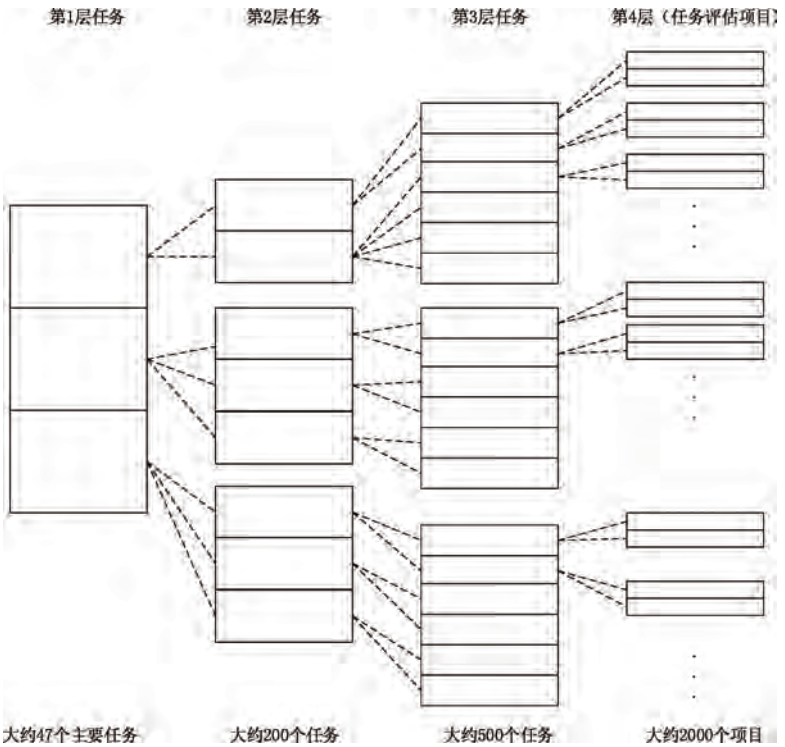

图 A.3 iCD 任务词典结构

务。任务用于定义他们的组织职能和人员的作用。词典的结构假设了广泛的公司活动,所以具有任何商业模式的公司可以使用和应用它。任务词典由四个层组成,分为三个任务层和任务评估项目层。

A.4.2 任务词典图表

任务词典图表可用于获取第 1 层任务级别上整个任务词典的鸟瞰图。该图表展示了一个任务结构,它由组织生命周期作为纵轴(策略,规划,开发,利用,评估/改进),由与整个生命周期相关的任务(管理/控制和升级/支持)做为水平轴。

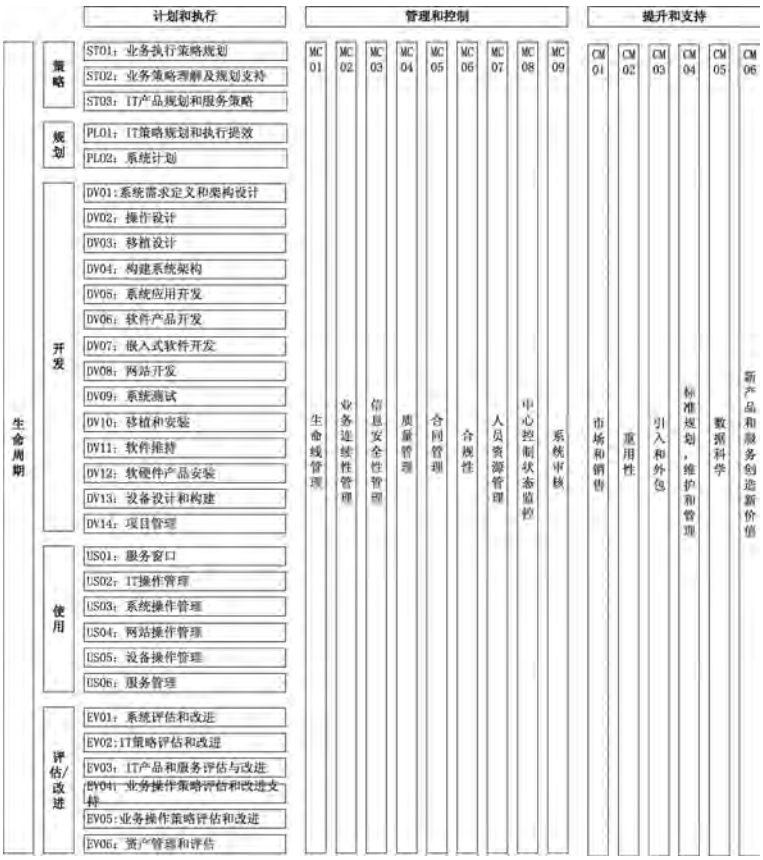

图 A.4 iCD 任务词典表

A.4.3 任务评估诊断级别和标准示例

图 A.5 将任务诊断级别与诊断标准相关联。诊断标准可以应用于任务评估项目或适当的层任务,以评估一个人的任务执行能力。级别从 L0 到 L4。此诊断标准

可应用于个人,并通过汇总所有部门成员的结果作为部门整体的任务执行能力。

诊断等级	诊断标准
L0	没有知识或经验
L1	具有基于培训的知识
L2	可以在有支持的情况下执行或有这样的经验
L3	可以独立工作或有这样的经验
L4	可以指导别人或有这样的经验

图 A.5　任务评估诊断等级和标准的示例

A.4.4　技能词典

技能是处理相关知识项以执行任务所需的能力。技能词典包括四层,分为三个技能层,加上相关知识项。技能词典是指世界上主要的知识体系/过程和技能标准中的项目。

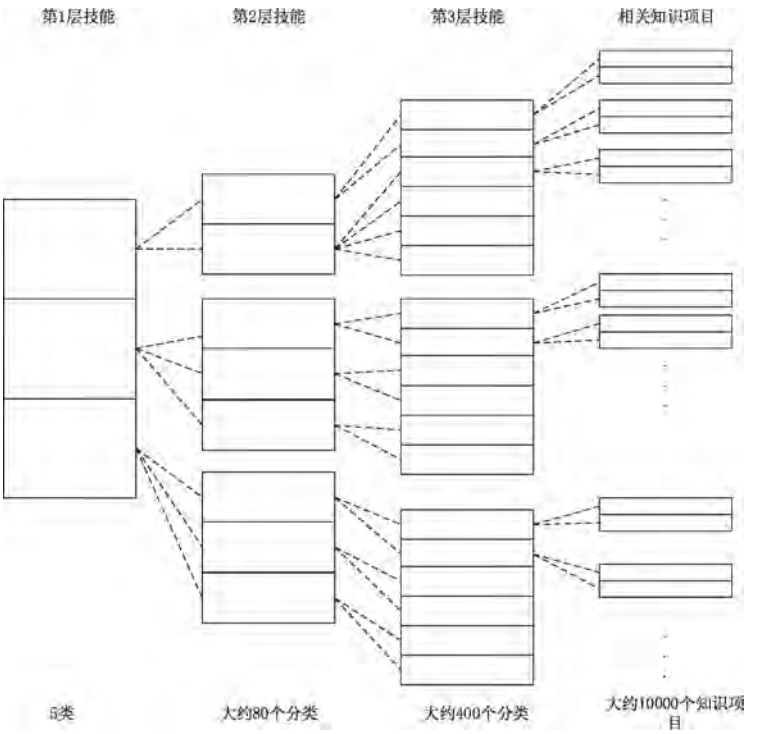

图 A.6　iCD 技能词典结构

A.4.5 技能词典图表

技能词典图表(图 A.7)可用于获得第 1 和第 2 技能层上整个技能词典的概览。技能词典根据技能特征分为五类:方法论,技术,相关知识,IT 人力技能和具体技能(可选)。该图表示 IT 技能趋势(水平线:高-低)和应用领域(垂直线:宽-窄)的技能结构。

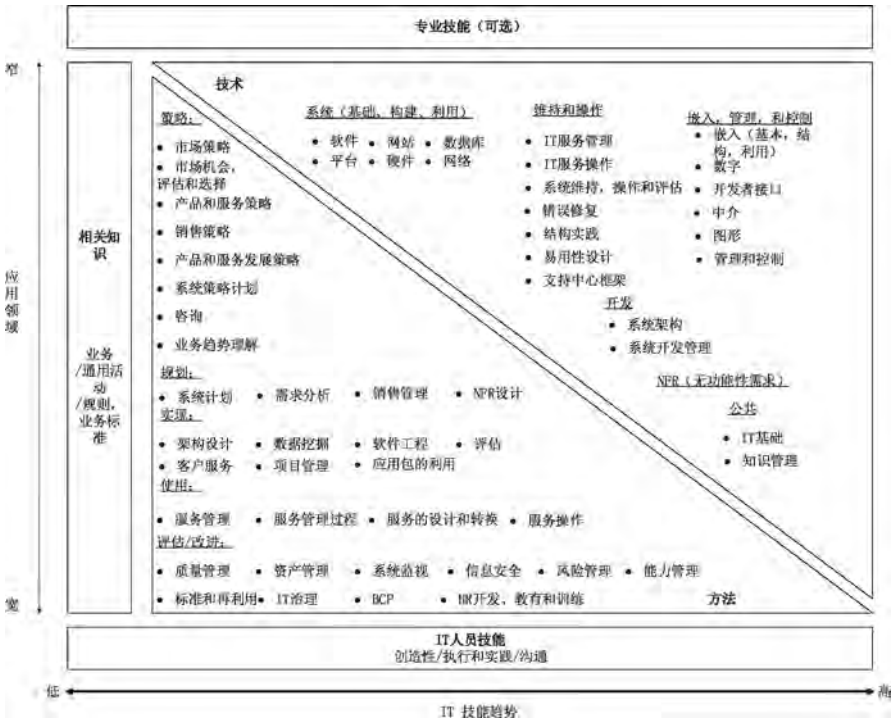

图 A.7 iCD 技能词典表

A.4.6 技能熟练程度

图 A.8 中使用七个级别标准来衡量技能熟练程度。1-4 级标准根据技术/方法/相关知识的内容而有所不同。技能熟练级别 4 是任务完成技能的最高水平。在各类别中定义 5 至 7 项标准,以社会贡献度作为专业人士进行评估。

级别 7	具有市场影响的行业领导等级对应的技能		
级别 6	行业知名贡献者等级对应的技能		
级别 5	协会或组织内知名贡献者等级对应的技能		
级别 4	能产生涉及非功能需求的,超越已有方案且通过先进信息技术测试的最佳解决方案对应水平	可以选择最合适方法,并可以根据情况自主应用方法	能够讨论在行业或业务的高级管理中需要做的
级别 3	可以产生功能性需求和在限定环境下独立工作	能够根据问题应用合适的方法和结论	在行业或业务的 IT 相关问题中可以使用相关方法
级别 2	有部署经验,并在指示有效时能够使用相应技术	能够使用方法进行分析或在指导下使用方法论	理解在行业和业务中 IT 相关的问题
级别 1	有知识,理解科技课程和讲座	理解有关方法的课程和讲座,理解并且可以解释	理解并可以解释所参与的行业和业务种类,理解公共信息,如安全报告
分类	技术	方法论	相关知识

图 A.8 技能水平

附录 B　表现(Performances)

B.1　核心 IT 领域(Essential IT Domains)

ITE-CSP 网络安全原则(Cybersecurity Principles)

ITE-CSP-01 展望和影响

a. 了解网络安全中那些让网络安全成为实施挑战的难题
b. 描述一个重要的网络安全事件如何导致组织更重视网络安全。
c. 讲述一个重要的网络安全进展的故事。
d. 评估何时或可能违反信息的保密性,完整性和可用性(CIA)。
e. 比较和评估数字货币的不同方法/实现。

ITE-CSP-02 政策目标和机制

a. 认识到组织的重点是遵守标准 vs. 实践状态 vs. 现有技术水平。
b. 在网络安全背景下,请注意“政策”一词的多重定义。
c. 考虑漏洞通知和修复或不修复漏洞相关的问题,并披露或不披露漏洞。
d. 基于开放式或安全性设计的相关保密含义。
e. 说明为什么网络安全是社会必须的。

ITE-CSP-03 安全服务,机制和对策

a. 分析平衡关键安全属性(保密性,完整性和可用性)的权衡。
b. 了解风险,威胁,漏洞和攻击向量的概念(包括不完全安全的事实)。
c. 记录具体威胁“对策”的例子。
d. 制定一个能够持续确定网络安全风险的列表功能和工具。
e. 展示身份管理的概念及其重要性。
f. 说明认证,授权和访问控制的概念。
g. 指出多因素认证的好处。

ITE-CSP-04 网络攻击和检测

a. 对比预防,威慑和检测机制的作用。

b. 识别日志文件中的密码猜测,端口扫描,SQL 注入探针和其他网络攻击。

c. 了解基于签名和基于行为的反病毒技术的作用和局限性。

d. 对比基于主机和基于网络的入侵检测系统。

e. 为基于网络的入侵检测系统设计若干规则,以防止特定的已知攻击。

f. 描述如何使用恶意软件的欺骗手段来逃避安全机制。

ITE-CSP-05 高保证系统

a. 理解信任和可信赖的概念。

d. 描述如何将最小权限和隔离原则应用于系统设计。

c. 描述故障安全和拒绝默认原则如何适应高保证系统。

d. 描述调解和完整调解原则如何适用。

e. 了解可信计算的概念,包括可信计算基础和攻击面以及最小可信计算基础的原理。

f. 描述如何将代码和数据应用于提供高保证服务的商业方法,包括 SE Linux,安全增强型管理程序,基于角色的访问系统和数字签名。

g. 记录正式方法在创建高保证软件和系统中的作用。

h. 描述如何使用可信平台模块(TPM)来创建高保证系统。

ITE-CSP-06 漏洞,威胁和风险

a. 表达漏洞,威胁和风险之间的区别。

b. 描述安全机制如何容纳漏洞。

c. 使用风险管理框架。

d. 使用渗透测试工具来识别漏洞。

e. 说明纵深防御的几个好处,即具有多层防御。

f. 描述安全问题在组件之间的边界如何出现。

g. 使用国家漏洞数据库来确定安装在服务器或网络组件上的软件是否存在已知漏洞。

h. 识别网络基础设施,云计算服务器,台式机和移动设备不同的漏洞,威胁和风险。

i. 对一个将无界数据读入固定大小的数据结构的服务器使用缓冲区溢出攻击。

j. 在浏览器中显示结果之前,对未正确清理用户输入的服务器使用跨站点脚本攻击。

ITE-CSP-07 匿名系统

a. 比较当前使用的匿名通信和支付系统的局限性和优势。

b. 提出匿名系统的合法和非法使用。

c. 在组织内禁止或使用匿名系统的示范政策。

d. 使用匿名系统(例如 Tor)。

e. 记录不受通信匿名系统保护的信息。

f. 评估搜索查询对保持匿名性的影响。

g. 评估 DNS 查询对维护匿名的影响。

ITE-CSP-08 可用性的安全

a. 描述“心理可接受性”的概念和可用性对安全机制设计的重要性。

b. 理解研究表明信任型接口设计可以促进更可靠的系统的开发。

c. 设计安全机制的用户界面。

d. 分析安全策略和/或程序,以显示其考虑或未考虑人为因素的位置。

e. 研判复杂密码策略实现预防未经授权访问敏感系统的预期目标的能力。

f. 识别擦除信息指针和覆盖信息的差异,适用于文件系统,数据库和云存储。

g. 从视力障碍者的角度判断认证机制的有效性。

h. 为新的数字货币设计和开发软件套件。

ITE-CSP-09 密码学概述

a. 对加密,解密,密钥,公钥加密,对称加密,算法,密钥长度,密钥托管,密钥恢复,密钥分解,随机数生成器,随机数,初始化向量,加密模式,明文,密文,S/MIME,PGP,IPsec,TLS 的理解。

b. 对比加密,数字签名和散列函数。

c. 比较静止时的数据和运动中的数据的加密。

d. 了解加密存储的块级加密,文件级加密和应用级加密。

e. 说明为什么优先使用经过验证的算法和实现,而不是开发新的算法和实现。

ITE-CSP-10 恶意软件基础知识

a. 讲述如何隐藏恶意软件以及恶意软件对系统的影响。

b. 使用基于签名或行为检测的恶意软件对策来解决恶意软件感染机制。

c. 提出在组织信息系统的架构中哪里可能最有效地提供防止恶意软件的保护。

d. 调试系统(网络,计算机或应用程序)是否存在恶意软件。

e. 使用技术来安全地将恶意软件样本与被感染的系统隔离开来并对样品进行分类。

ITE-CSP-11 缓解和恢复

a. 讨论风险缓解和事件恢复计划。

b. 在企业客户端和企业服务器上缓解恶意软件的感染。

c. 记录检测到内部入侵后的管理和恢复步骤。

d. 对比备份和恢复计划在防止自然灾害与敌对行为的设计。

e. 凭证丢失或损坏后采取步骤的文档示例。

f. 描述如何降低供应链风险。

ITE-CSP-12 个人信息

a. 了解个人信息,个人身份信息,取消身份识别,匿名化,伪词,掩蔽和揭幕等术语。

b. 描述公平信息实践如何应用于个人信息以及在线收集和使用个人信息的方法。

c. 根据隐私和披露风险对几类个人信息进行分类。

d. 对比收集,处理,存储,共享和处置个人信息的政策。

e. 说明加密对于保护个人信息的角色和限制。

f. 了解将个人数据与企业数据隔离的策略和技术。

g. 分析控制个人信息访问的方法。

ITE-CSP-13 操作问题

a. 说明如何确定丢失的笔记本电脑和移动设备的曝光率和恢复计划。

b. 记录适用于组织信息安全状态的标准。

c. 评估安全产品方面的潜在供应商。

d. 理解新兴威胁,漏洞和缓解。

e. 设计继续教育计划。

f. 了解招聘,保留和保留安全人员的挑战。

g. 使用相关的脚本技术(colored coins paradigm)建议和实施数字货币扩展

ITE-CSP-14 报告要求

a. 记录共享威胁和违规信息的法律和法规要求。

b. 对比不同的漏洞披露政策,包括“全面披露”和“负责任披露”。

c. 了解隐私违规与安全漏洞的概念以及适用于这两种违约的管理规则。

ITE-GPP 全球专业实践

ITE-GPP-01 展望和影响

a. 描述专业性的本质及其在信息技术领域的地位。
b. 与信息技术相关的道德和法律问题之间的对比。
c. 描述 IT 如何使用或受益于社会和专业问题。

ITE-GPP-02 专业问题和责任

a. 对比信息技术和计算的专业背景,遵守道德行为准则。
b. 描述和批判计算的几个历史,专业,伦理和法律方面。

ITE-GPP-03 IT 治理和资源管理

a. 分析 IT 治理的不断扩大的作用及其对组织的影响。
b. 了解 IT 治理中的管理问题。
c. 比较和对比组织文化及其对 IT 治理的影响。
d. 证明管理系统所需的适当资源。
e. 对比几个替代供应商的系统资源。
f. 为系统中的资源开发命名约定。
g. 创建和证明一些适当的策略和过程来管理系统中的资源。

ITE-GPP-04 风险识别和评估

a. 分析风险对组织的作用以及确定关键风险因素的方法。
b. 评估各种风险和适当的行动。
c. 设计和构建风险矩阵。

ITE-GPP-05 环境问题

a. 分析和研判制定绿色 IT 政策,标准和学习识别绿色 IT 的方法。
b. 对比几个绿色计算框架。
d. 描述绿色计算的几个用途,以提高能源效率。

ITE-GPP-06 伦理,法律和隐私问题

a. 评估与组织相关的 IT 中的法律,伦理和隐私问题的作用。
b. 反思现有法律是否需要修改以跟上技术发展。
c. 为所有员工建立包含隐私,法律和道德考虑因素的计算机使用政策。
d. 将道德算法与道德中立的算法进行对比。

ITE-GPP-07 知识产权

a. 描述知识产权的基础。
b. 研判几个有关知识产权的跨国问题。
c. 区分员工,承包商和顾问以及每个岗位的影响。
d. 比较软件专利和其他形式的知识产权保护。

ITE-GPP-08 项目管理原则

a. 描述项目计划的关键组成部分。
b. 显示成本/效益分析对成功实施项目计划的重要性。
c. 评估适当的项目规划和跟踪工具。
d. 说明如何确定项目结束和审查会议中吸取的经验教训。

ITE-GPP-09 通信

a. 评估在写作和口语方面有效的专业沟通的几个策略。
b. 根据可接受的标准制定组织良好的技术报告。
c. 分析和描述 IT 内部通信的作用以及与组织建立关系。
d. 说明团队环境中沟通的几项基本技能。

ITE-GPP-10 团队合作和冲突管理

a. 分析在团队环境中有效运行的几个技能集。
b. 对比几种方式,其中行业针对共同目标的团队合作。
c. 描述和研判冲突管理有助于建立更强大的团队的几种方式。

ITE-GPP-11 IT 中的就业技能和职业

a. 评估 IT 职业生涯中必不可少的可行技能。
b. 说明成功的技术简历的要素。
c. 反映在 IT 领域对行业经验的需求。
d. 对比 IT 职位面试需求的重要元素。

ITE-GPP-12 信息系统原理

a. 研判信息系统支持组织需求的方式。
b. 描述系统开发生命周期,其阶段和模型。
c. 评估系统的有效性和效率。
d. 对比几种高级 IT 战略,以避免实现组织目标的障碍。

ITE-IMA 信息管理

ITE-IMA-01 观点和影响

a. 描述数据存储和检索如何随时间变化。

b. 证明与传统文件处理相比数据库方法的优点。

c. 描述互联网的增长和组织(客户和供应商)之外的用户对信息的需求如何影响数据处理和处理。

d. 介绍数据库模型及其演变的简史。

ITE-IMA-02 数据信息概念

a. 描述组织中数据,信息和数据库的作用。

b. 比较和使用关键术语,如:信息,数据,数据库,数据库管理系统,元数据和数据挖掘。

c. 说明数据质量,准确性和及时性,并解释他们的缺少如何影响组织。

d. 描述数据收集的机制及其影响(自动数据收集,输入表单,来源)。

e. 描述数据保留的基本问题,包括保留,物理存储,备份和安全性的需要。

ITE-IMA-03 数据建模

a. 基于给定情景的组织规则来设计实体关系图。

b. 描述逻辑模型和物理模型之间的关系。

c. 评估数据库约束的重要性。

d. 设计一个最佳性能的物理模型,包括归一化和索引的影响。

e. 比较关系和维数据建模(OLTP vs. OLAP)之间的差异和相似之处。

ITE-IMA-04 数据库查询语言

a. 使用结构化查询语言(SQL)创建,修改和查询数据库对象。

b. 使用各种子句执行过滤和排序数据,包括 where,order by,between,like,group by 和 having。

c. 使用联接来跨多个表格选择数据。

d. 使用嵌入式 SQL 查询。

e. 使用计算字段和聚合函数在查询中执行计算。

f. 创建可更新和不可更新的视图。

ITE-IMA-05 数据组织架构

a. 使用简单的示例关系演示查询,投影,并集,交集,差集和自然连接等关系操

作符。

b. 比较和对比关系数据库概念和非关系数据库,包括面向对象,XML,NewSQL 和 NoSQL 数据库。

c. 表达功能依赖关系和键之间的关系并给出例子。

d. 评估数据完整性,并提供实体和引用完整性的示例。

e. 分析数据碎片,复制和分配如何影响数据库性能。

ITE-IMA-06 专用数据库

a. 描述面向对象,XML,NewSQL 和 NoSQL 数据库的主要概念。

b. 展现对线分析处理和数据仓库系统的理解。

c. 描述数据挖掘的方法和这些方法可以获得的见解。

ITE-IMA-07 管理数据库环境

a. 对比数据管理和数据库管理。

b. 描述数据库管理员通常执行的任务。

c. 创建和管理数据库用户,角色和权限。

d. 考虑数据库安全和备份/恢复的概念。

e. 评估元数据在数据库环境中的重要性。

ITE-IST 集成系统技术

ITE-IST-01 展望和影响

a. 描述如何集成各种模块生产工作系统。

b. 说明整合是所有 IT 专业人员的重要技能。

ITE-IST-02 数据映射和交换

a. 产生术语定义,元数据。

b. 描述 ASCII,EBCDIC 和 Unicode 如何用于编码数据,并说明如何使用。

c. 描述 XML 和文档对象模型如何用于在系统之间集成和交换数据。

d. 使用 DTD 为数据结构创建文档定义。给定数据结构的 DTD,创建一个带有真实数据的 XML 文档。

e. 描述 XSL,XSLT 和 XPath 如何用于转换数据流。

ITE-IST-03 系统间通信协议

a. 描述在集成系统时必须考虑不同类型的架构。

b. 演示 DCOM,CORBA 和 RMI 在分布式处理中的作用。

c. 描述如何使用 Web 服务将不同的应用程序集成到组织中。描述 WSDL,SOAP 和 UDDI 架构在创建和使用 Web 服务方面的作用。

d. 演示套接字编程在系统间通信中的作用。对比 TCP/IP 套接字和数据报套接字的协议和使用。

e. 描述消息和排队服务的目的,并演示它们的工作原理。说明一个消息服务(例如 JMS)使用的协议。

f. 列出常用的低级数据通信协议(例如 RS232),描述如何知道何时应使用每个协议,以及说明一个低级通信协议的协议。

ITE-IST-04 集成编程

a. 描述设计模式在集成编程中的价值。

b. 评估使用以下每种设计模式的动机:MVC,单例模式,工厂方法,外观模式,代理服务器,Decorator 模式和观察者模式。

c. 描述编程接口如何在编程中使用,并举例说明使用编程接口简化系统的开发。

d. 定义继承的概念,并描述如何将其应用于激励代码重用。

e. 设计抽象类并使用继承来创建一个扩展抽象类的类。

f. 设计,开发和测试使用抽象类的应用程序。

ITE-IST-05 脚本技术

a. 描述脚本语言如何用于 Web 脚本,服务器端脚本和操作系统脚本。

b. 编写,调试和测试包含选择,重复和参数传递的脚本。

ITE-IST-06 防护整合

a. 对比基于证据的安全性与代码访问安全性。

b. 定义和评估安全编码的几个目标。

c. 证明验证和定义系统服务和资源权限的准则。

d. 对于以下每个“最佳安全编码”实践,给出一个当不遵守实践发生的例子,并描述如何解决该问题:

- 防止缓冲区溢出;
- 保护状态数据;
- 保护方法的访问;
- 包装代码;
- 非托管代码;

- 验证用户输入;
- 远程注意事项;
- 受保护对象;
- 序列化;
- 强大的错误处理。

ITE-NET 网络(Networking)

ITE-NET-01 展望和影响

a. 描述网络领域的研究范围。

b. 识别一些网络组件。

c. 命名部分网络设备并描述其目的。

d. 描述信息技术如何利用网络或从网络中获益的方式。

e. 阐述网络在信息技术中的作用.

f. 了解对网络领域有影响或贡献的人.

g. 知道网络技术的主要贡献者,并了解他们在网络领域的成就。

ITE-NET-02 网络基础

a. 识别几种当前标准(例如 RFC 和 IEEE 802)并描述标准组织和标准化过程如何影响网络技术。

b. 将 OSI 和互联网模型应用于当代通信协议。

c. 分析为什么在不同的网络环境中要用不同的技术部署,例如拓扑,带宽,距离和用户数量。

d. 快速了解网络系统的基本组件和媒体,区分局域网和广域网。

e. 描述带宽和延迟如何影响数据通信信道中的吞吐量。

f. 部署基本以太网 LAN,并将其与其他网络拓扑进行比较。

g. 描述寻址方案的概念,包括端口号,IPv4 和 IPv6 地址。

h. 配置客户端和服务器操作系统,并通过 LAN 将客户端机器连接到服务器。

i. 分析和比较各种通信协议的特性以及它们如何支持应用程序的要求。

j. 展示在 LAN 和所连接的设备上解决基本问题的能力,并执行基本的故障排除操作。

ITE-NET-03 物理层次

a. 了解香农定律的变量如何影响信道容量。(Shannon's law)

b. 比较几种物理通信媒体的带宽特性。

c. 对比交换和路由基础设施的历史演变。

d. 分析无线固定和无线移动通信信道固有的物理挑战。

e. 比较奇偶校验,循环冗余校验(CRC)等错误检测和纠正方法错误检测和纠正(EDC)。

f. 描述现代通信标准的发展,解决法律和实际的标准。

g. 为给定类型的应用程序选择适当的压缩方法(有损或无损)。

h. 在稳健性,可扩展性和吞吐量方面分析和比较四种网络拓扑结构。

ITE-NET-04 网络和互连

a. 描述 OSI 模型的七个层次。

b. 对比电路交换和分组交换之间的差异。

c. 对比点对点网络和多点网络的线路配置。

d. 示例说明一些网络和网络互连设备,如中继器,网桥,交换机,路由器和网关。

e. 识别多种网络拓扑,例如网格,星形,树形,总线,环形,3-D 环形。

f. 比较无连接服务和连接服务。

g. 教学网络协议的特性,如语法,语义和时序。

h. 了解分层协议软件(堆栈),例如物理层网络概念,数据链路层概念,网络互连和路由。

i. 比较多种协议,如 IPv4,IPv6,IPvN 和 TCP/UDP。

j. 评估一些主要协议的操作原理,如 FTP 和 SNMP。

k. 确定网络标准和标准化机构。

ITE-NET-05 路由,交换和网络互联

a. 描述数据通信和电信模型的数字信号处理,拓扑,协议当前使用的标准和体系结构。

b. 识别 LAN 和 WAN 技术拓扑的基本概念。

c. 描述网络协议的不同组件和要求。

d. 讨论当今的数据通信网络,如交换机,路由器和布线的概念和“构建模块(building blocks)”。

e. 描述 802. 1 设备和协议的操作和功能。

f. 描述用于建立多个网络通信的必要硬件(交换机和路由器)和组件(路由算法和协议)。

g. 分析各种拓扑,应用程序和设备对网络性能主题的影响,如延迟,抖动,响应时间,窗口大小,连接丢失和服务质量。

ITE-NET-06 应用网络服务

a. 描述 Web 软件栈技术,如 LAMP 方案软件栈(Linux,Apache HTTP 服务器,MySQL,PHP/Perl/Python)。

b. 使用 LAMP 作为说明性示例描述 Web 方案栈的关键组件。

c. 阐述客户端和服务器在一系列应用程序中的角色和职责。

d. 选择几种工具,确保能实现多个客户端-服务器的方法。

e. 设计和实现一个简单的基于 Web 的交互式应用程序(例如,一个简单的 Web 表单,它从客户端收集信息并将其存储在服务器上的文件中)。

f. 对比点对点,客户端-服务器和云网络。

g. 描述几种 Web 技术,如动态 HTML 和客户端模型,服务器端模型。

h. 描述 Web 服务器的几个特征,如处理权限,文件管理,常见功能服务器架构。

i. 使用支持网站创建和网站管理的工具。

j. 设计电子邮件系统的体系结构和服务。

k. 描述网络在数据库和文件服务应用程序中的作用。

l. 演示 DNS 的工作过程,解析器查找远程名称的步骤。

m. 分析大多数路由器停止运行对互联网的影响。

n. 解决分发内容的问题,设计内容分发网络和对等网络的体系结构。

ITE-NET-07 网络管理

a. 提出一些与网络管理相关问题。

b. 讨论四种典型的网络管理体系结构,包括管理控制台,聚合器和设备代理。

c. 通过管理控制台来演示管理企业交换机等设备。

d. 比较适用于有线和无线网络的各种网络管理技术,如设备,用户,服务质量,部署和配置等主题。

e. 讨论用于将 IP 地址与 MAC 地址相关联的地址解析协议(ARP)。

f. 展示域名和域名系统(DNS)的概念。

g. 描述动态主机配置协议(DHCP)。

h. 描述与互联网服务提供商(ISP)相关的几个问题。

i. 阐述了几个服务质量问题,如性能和故障恢复。

j. 描述无线自组网络(ad hoc networks)。

k. 教学与网络相关的故障排除原则和技术。

l. 描述与网络功能管理相关的领域。

ITE-PFT 平台技术(Platform Technologies)

ITE-PFT-01 观点和影响

a. 描述硬件和操作系统计算平台的历史发展,如何推动我们今天的计算操作系统的产生。

ITE-PFT-02 操作系统

a. 描述操作系统的功能组件如何协同工作来提供一个计算平台。

b. 展示 Windows 和 Unix 系统作为计算平台的能力。

c. 描述了 Windows 和 Unix 系统之间的异同,并说明如何利用不同操作系统为这些计算平台提供不同的优势。

d. 展示通过脚本自动执行计算任务的主要好处。

ITE-PFT-03 计算基础架构

a. 分析计算机系统的电源要求。

b. 证明 IT 环境中对电源和热量平衡的需求。

c. 描述如何用各种类型的服务器满足不同的组织要求。

d. 证明硬件和软件集成的需求。

ITI-PFT-04 架构和组织

a. 描述如何在计算机中表示数字和字符。

b. 制作计算机主要部分相互连接的框图。

c. 描述计算机如何在内存和硬盘驱动器中存储和检索信息。

d. 为每个术语制定一个定义:总线、握手、串行、并行、数据速率。

ITE-PFT-05 应用程序执行环境

a. 设计一个简单的有限状态机,至少有六个状态和四个条件分支,然后构建并排除故障。

b. 比较两个不同计算机与两个不同操作系统的性能。

c. 示例说明五个主要硬件安装选择的优缺点。

ITE-SPA 系统范式

ITE-SPA-01 观点和影响

a. 对比系统集成和系统架构。

b. 从组织的角度解释系统集成。

ITE-SPA-02 需求

a. 比较各种需求建模技术。
b. 非功能性和功能性需求之间的对比。
c. 演示详细用例的结构。
d. 根据相关功能性需求表达用例。
e. 说明用例中事件流的类型以及它们发生的条件。
f. 描述需求获取如何补充系统开发的生命周期。
g. 描述用例如何在整个系统生命周期中驱动测试。

ITE-SPA-03 系统架构

a. 以反映 IEEE1471 标准的系统集成和架构为背景,展现“体系结构”。
b. 证明如何使用架构视图表示复杂系统,及其如何促进系统随时间的演变。
c. 描述一些特定体系结构的视图与系统生命周期的关系。
d. 对比 SOA,Zachman 框架,ITIL,COBIT 和 ISO 20,000 架构框架。
e. 通过示例描述建模工具如何支持体系结构视图的描述和管理。

ITE-SPA-04 获取和采购

a. 对比获取软件和硬件的构建和购买。
b. 展示一般构建和购买的优点和缺点。
c. 获取 IT 服务和支持的内包和外包之间的对比。
d. 对比一般内包和外包的优缺点。
e. 证明在任何 IT 采购决策中测试,评估和基准测试的重要性。
f. 演示提案请求(RFP)中的主要组成部分。
g. 对比在 IT 采购决策中使用 RFP 的优缺点。
h. 说明在任何 IT 采购决策中结构良好的合同的重要性。
i. 给定 RFP,证明一个或多个满足 RFP 标准的产品是合理的。

ITE-SPA-05 测试和质量保证

a. 表明当前测试标准的不同方式。
b. 演示可用性测试的各个组件。
c. 表明执行和评估验收测试的不同方法。

ITE-SPA-06 集成和部署

a. 表明中间件平台的不同方式。

b. 展示一些中间件平台的优缺点。
c. 证明选择企业集成平台的主要考虑因素。
d. 使用“包装”方法表达不同的集成方式。
e. 使用“粘合代码”方法表达不同的集成方式。
f. 描述框架如何促进组件的集成。
g. 描述数据仓库的概念如何与企业信息集成相关联。
h. 描述集成选择如何影响测试和评估。

ITE-SPA-07 系统治理

a. 比较系统资源的替代供应商并证明选择的合理性。
b. 为应用程序域(例如,医疗保健组织)中的联网系统制定策略。
c. 为包括低容量嵌入式设备(例如智能家居)的网络制定策略。
d. 为小型企业制定灾难恢复计划。

ITE-SPA-08 业务活动

a. 设计并实现允许用户有效使用系统资源的用户和组管理结构。
b. 针对不同类型的用户设计和构建有关管理策略的开发资源。
c. 制定和监督主要系统管理活动的项目计划。
d. 安装,配置和测试适当的软件和其他资源。
e. 安装,配置和测试自动设备管理技术。
f. 为系统设计并实施备份和恢复策略。

ITE-SPA-09 操作域

a. 描述系统中每个操作域的范围。
b. 开发并证明每个域的策略,允许域之间的平滑交互,而不会牺牲其安全性。
c. 为各种操作域制定资源分配计划并证明其合理性。

ITE-SPA-10 性能分析

a. 为系统设计并实施备份和恢复策略。
b. 测试小型企业灾难恢复计划的准确性。
c. 确认备份的准确性和完整性。

ITE-SWF 软件基础

ITE-SWF-01 观点和影响

a. 反思软件的创造如何改变了我们的生活。

b. 综合分析软件如何帮助人们,组织和社会解决问题。

c. 描述软件创造新知识的几种方式。

ITE-SWF-02 概念和技术

a. 比较多个抽象级别来编写程序(常量,表达式,语句,过程,参数化和库)。

b. 选择适当的内置数据类型和库数据结构(抽象数据类型)来建模,表示和处理程序数据。

c. 使用过程和参数化可以降低编写和维护程序的复杂性并概括解决方案。

d. 解释开发复杂程序所涉及的多级硬件架构抽象(处理器,专用卡,内存组织和存储)和软件抽象(源代码,集成组件,运行过程)。

e. 通过修改和组合现有程序来创建新程序。

ITE-SWF-03 解决问题的策略

a. 解释用于表示数字数据的抽象。

b. 在编写程序或 IT 工件时开发抽象。

c. 应用分解策略来设计复杂问题的解决方案。

d. 解释迭代和递归问题解决方案的适当性。

e. 编写使用迭代和递归技术来解决计算问题的程序。

ITE-SWF-04 程序开发

a. 通过使用迭代过程,程序组件文档以及与程序用户协商来开发正确的程序来解决问题。

b. 使用适当的抽象来促进程序编写:集合、过程、应用程序编程接口和库。

c. 根据程序样式,特定输入的预期行为,程序组件的正确性以及程序功能的描述来评估程序的编写方式。

d. 使用与当前行业实践相关的工具开发程序:版本控制,项目托管和部署服务。

e. 展示考虑多种观点,多样化人才和社会文化体验的合作策略。

ITE-SWF-05 基本数据结构

a. 编写使用数据结构(内置,库和程序员定义)的程序:字符串,列表和映射。

b. 分析不同数据结构实现的性能。

c. 确定用于对给定问题建模的适当数据结构。

d. 解释所选数据结构的适当性。

ITE-SWF-06 算法原理与开发

a. 描述算法解决计算问题的原因和方法。

b. 创建算法来解决计算问题。

c. 解释程序如何在指令处理,程序执行和运行过程方面实现算法。

d. 在编程中应用适当的数学概念:表达式、抽象数据类型、递归关系、以及算法效率和正确性的形式推理。

e. 根据经验评估算法的效率。

ITE-SWF-07 现代应用编程实践

a. 使用有效的界面创建 Web 和移动应用程序,以响应丰富的用户交互,传感器和计算设备的其他功能所生成的事件。

b. 分析应用程序的可用性,功能性和适用性。

c. 协作创建有趣且相关的应用程序。

d. 使用标准库、单元测试工具和调试器构建和调试应用程序。

e. 根据程序风格、文档,前后条件和程序抽象,评估应用程序的可读性和清晰度。

ITE-IMA 用户体验设计

ITE-UXD-01 观点和影响

a. 指明人为因素第一次成为计算机硬件和软件设计问题的时间

b. 定义人机交互或 HCI 的含义。

c. 定义用户体验设计或 UXD 的含义。

d. 描述从人为因素到用户体验设计(UX)的演变过程。

e. 对比 UXD 的物理和非物理因素。

f. 确定可以展现 UXD 挑战的几个现代高科技计算技术。

g. 描述使 UXD 成为信息技术学科重要组成部分的几个原因。

ITE-UXD-02 设计中的人为因素

a. 解释分析人类与产品交互的概念术语(如可得性和反馈)。

b. 分析几种不同的用户群体或用户文化对软件和硬件产品的使用能力。

c. 解释用户能力和特性在产品可用性中的重要性。

d. 阐述认知和社会原则在产品设计中的几种应用。

e. 说明产品设计的物理方面影响可用性的几种方式。

f. 确定几个与 UX 项目相关的目标、活动和任务。

g. 描述创造性技术(如头脑风暴)如何产生了最佳的用户界面。

ITE-UXD-03 有效接口

a. 解释用户界面(UI)和交互如何影响可用性。

b. 设计一个有效运用本地化和全球化技术的界面。

c. 使界面更有效地与用户的特征(如年龄、教育程度、文化差异)相关联。

d. 使用故事板技术设计用户体验。

e. 为系统或产品设计和验证一个低保真度的原型。

f. 为系统或产品设计和验证一个高保真度的原型。

g. 演示在某些情况下,非窗口、图标、菜单和指针之外的用户界面模式的优势。

ITE-UXD-04 应用领域方面

a. 描述不同类型的交互环境。

b. 描述为不同的应用程序环境和服务类型开发用户界面的几个区别。

c. 指明用户界面设计与用户领域专业知识模型之间的联系。

d. 将认知模型的描述与模型名称进行比较。

e. 提出应用用户界面设计的认知模型。

f. 在用户界面设计中支持社会心理学

g. 展示如何在用户界面设计中应用背景、社会、文化和组织因素。

h. 分析由多个不同用户类型和不同涉众(包括服务提供者)组成的 IT 中介服务。

ITE-UXD-05 用户情感体验

a. 举例说明用户如何对产品、服务或系统产生情感反应或依恋。

b. 描述用户对界面的情感反应如何影响产品或服务的接受度。

c. 描述用户对产品的情感反应如何促进产品或服务的接受度。

ITE-UXD-06 以人为本的评价

a. 演示在用户界面设计的启发式评估中使用的几个一般性原则。

b. 介绍可用性和偏好指标:学习状态、任务时间、任务完成情况、效率和用户满意度。

c. 描述通用的可用性指南和标准。

d. 演示使用启发式评估度量应用程序可用性的几种方法。

e. 使用故事板技术为现有的系统或产品生成文档。

f. 创建一个合适的可用性测试计划。

g. 提出从性能和偏好指标衡量产品可用性的几种方法。

ITE-UXD-07 辅助技术和可访问性

a. 描述通用设计的几个主要原则。
b. 说明生物特征访问控制的优缺点。
c. 描述重复性应激综合征的症状;列出一些可以改善这个问题的方法。
d. 在用户界面设计中使用易访问性指南和标准。
e. 设计一个用户界面来有效地使用易访问性特性,比如自动叙述者。
f. 制定为给定应用程序选择生物特征访问系统的标准。
g. 为有视觉、听觉、认知或运动障碍的人设计一种辅助技术计算机设备。
h. 描述一个允许身体有严重残疾的用户使用网站的可能界面。
i. 描述辅助技术的结构和组成部分。

ITE-UXD-08 用户宣传

a. 阐述使用以人为中心的软件开发方法的优点和缺点。
b. 在设计软件应用程序之前,分析和建模用户环境和使用背景知识。
c. 分析用户组并在设计中开发合适的角色来代表。
d. 为正在考虑的应用程序提供合适的用户任务。
e. 描述社会化对应用程序界面有效性的影响。
f. 说明评价拟设系统改变用户体验的重要性。

ITE-WMS Web 和移动系统

ITE-WMS-01 观点与影响

a. 描述万维网如何影响人们的生活。
b. 说明移动设备和应用程序随时间的增长和变化。

ITE-WMS-02 技术

a. 描述 HTTP 和 HTTPS 在 Web 应用程序环境中所扮演的角色。
b. 建立一个简单的网站。
- 有效组织信息,
- 使用有效的 HTML 和 CSS,以及
- 应用适当的 Web 标准,如 W3C 等标准组织。

c. 开发一个 Web 或移动应用程序。
- 使用行业标准技术,
- 以结构化格式(如 XML 或 JSON)同步和异步地集成序列化数据,
- 根据需要验证客户端和服务器端的数据输入,

- 使用 cookies,
- 读取或修改服务器端数据库中的数据,以及
- 使用 JAVASCRIPT。

d. 表示 Web 和移动环境中状态管理(cookie、查询字符串、会话)所涉及的约束。

e. 对比客户端和服务器端安全问题。

ITE-WMS-03 数字媒体

a. 比较颜色深度、压缩、编解码器和服务器需求等特征。

- 图形媒体文件格式和
- 流媒体格式。

b. 针对给定的一组图像特征,提出一种图形文件类型。

c. 为部署和提供媒体内容所涉及的问题做出隐喻。

ITE-WMS-04 应用程序的概念

a. 显示移动平台对开发人员的约束,包括性能与功耗之间的权衡。

b. 对比移动编程、Web 编程和通用编程。

c. 应用 UXD 的原则来增强网站或移动应用程序的用户体验。

d. 评估 Web 或移动系统的设计和体系结构,包括设计模式(包括 MVC)、分层、冗余和可伸缩性之间的权衡、状态管理和搜索引擎优化等问题。

ITE-WMS-05 开发工具和框架

a. 使用行业标准的工具和技术进行 Web 和移动开发。

b. 讨论 Web 和移动开发框架的优缺点。

c. 使用 jQuery、Angular、Laravel、ASP 等开发框架。NET MVC、Django 或 WordPress。

d. 在 Web 或移动应用程序上使用协作工具(如 GitHub)与团队合作。

ITE-WMS-06 漏洞

a. 说明浏览器安全模型,包括 Web 安全中的同源策略和线程模型。

b. 描述如何在 Web 会话中使用身份验证、安全证书和安全通信。

c. 指导他人了解 Web 和移动应用程序中常见的漏洞和攻击类型,例如

- 使用网页图形作为网络信标,
- 使用 cookie 损害隐私,
- 拒绝服务攻击,

- 跨站点脚本攻击,以及
- SQL 注入攻击。

d. 保护 Web 或移动应用程序,并使用诸如此类的技术抵御常见的攻击。

- 客户端安全功能,
- 公钥加密,
- 安全证书,以及
- 安全持久化用户登录(例如“记住我”功能)。

e. 使用公认的标准,确保用户在 Web 页面上的输入不会影响服务器端流程。

ITE-WMS-07 社交软件

a. 说明 Web 上异步通信和同步通信的区别。

b. 对比各种网络和手机传播媒体的特点。

B.2 补充的 IT 领域

ITS-ANE 应用网络

ITS-ANE-01 网络属性

a. 描述几种专有网络协议。

b. 描述构建专有网络的优缺点。

c. 比较专有网络协议与开放标准协议。

d. 描述 IBM 的专有网络中系统网络体系结构(SNA)的主要组件和技术。

e. 分析专有网络管理方案。

f. 设计和维护专有网络协议。

ITS-ANE-02 网络编程

a. 描述套接字编程在系统间通信中的作用。

b. 对比 TCP/IP 套接字和数据报套接字的协议和使用。

c. 使用各种解决方案来执行进程间通信。

d. 展示在 Web 和多媒体交付中使用的协议和语言的知识。

e. 展示网络通信编程的高级知识。

f. 编写自己的基于套接字的网络应用程序。

g. 描述网络通信中使用的几种主要技术。

h. 使用 TCP/IP 套接字和数据报套接字在几个不同的服务进行通信之间设计、开发和测试套接字程序。

i. 使用在不同网路间将异步消息发送到网络上的另一个程序的消息传递服务设计、开发和测试程序。

ITS-ANE-03 路由协议

a. 描述路由协议的含义。

b. 将 IPv4 子网与 IPv6 子网进行对比。

c. 展示在内部网关路由协议(IGRP)上使用增强型内部网关路由协议(EIGRP)的优势。

d. 使用静态路由对比动态路由。

e. 说明移动 IP 是如何路由的。

ITS-ANE-04 移动网络

a. 使用基本的移动网络架构。

b. 分析移动通信和移动互联网领域的新发展。

c. 使用整个课程中开发的原理、技术和工具评估移动通信和互联网领域的新发展。

d. 展示对移动互联网现有技术的理解,以及如何在实际情况中使用所提出的概念和技术,优化和增强它们。

e. 描述移动 IP 的几个主要特征,并说明它在移动性管理和位置管理以及性能方面与 IP 的区别。

f. 描述移动网络中感兴趣的领域,包括多媒体,无线,移动计算和分布式计算,对比不同质量的移动网络。

g. 描述客户端-服务器模型的扩展,以适应移动性和客户端缓存管理。

h. 说明与移动计算相关的几个安全问题。

i. 描述与移动计算相关的性能问题。

ITS-ANE-05 无线网络

a. 概述无线标准的历史,发展和兼容性。

b. 确定与无线和移动计算相关的几个特殊问题。

c. 无线局域网和蜂窝网络之间的对比。

d. 演示有线网络和无线网络之间的几个具体差异。

e. 在每一层比较几种不同的通信解决方案。

f. 确定无线通信中使用的几种协议。

g. 执行无线网络模拟方法。

h. 描述与无线网络相关的安全问题。

i. 描述与无线网络相关的性能问题。

ITS-ANE-06 存储区域网络

a. 描述存储区域网络(SAN)。

b. 描述网络附加存储(NAS)。

c. 与直接访问存储(DAS)相比,SAN 和 NAS 的对比优势。

d. 列举使用存储区域网络获得的一些好处。

e. 描述互联网小型计算机系统接口(iSCSI)在小型计算机系统接口(SCSI)上的存储优势。

ITS-ANE-07 网络应用

a. 描述一个网络应用程序。

b. 区分网络应用程序和基于网络的应用程序。

c. 将对等(P2P)架构与客户端-服务器架构进行对比。

d. 描述即时消息和电子邮件之间的差异。

e. 表达用于多用户网络游戏的底层架构。

f. 对比有线电话与互联网通信。

g. 描述实时视频会议的挑战。

ITS-CCO 云计算

ITS-CCO-01 观点和影响

a. 认识到当 IT 被定义为“在云中”时它意味着什么。

b. 决定云计算何时首次成为服务交付模型。

c. 对比不同类别的云计算服务(例如,SaaS,IaaS,PaaS,业务流程-BPAaS)。

d. 讨论云计算是信息技术必不可少的一部分的原因。

ITS-CCO-02 概念和基本原理

a. 展示云计算的概念术语。

b. 在云服务交付中对不同的服务类型进行分类。

c. 比较服务提供商与云服务消费者/客户的责任。

d. 请注意与云计算相关的几个隐私立法示例。

e. 对比私营部门和公共部门的要求。

f. 分析使用云服务的组织驱动因素,包括风险/收益评估(例如,首先是云)。

ITS-CCO-03 安全和数据考虑因素

a. 考虑合同谈判如何与云计算相关(例如,审计权)。

b. 说明为什么云服务,交付模型中仍然存在数据和系统安全的组织责任。

c. 想象一下可能发生安全漏洞的几种情况。

d. 建议应采用哪些安全防护和安全模型来降低组织风险(例如,同意/通知要求,数据分类)。

e. 使用安全工具和设计技术确保安全性内置于云服务中。

ITS-CCO-04 使用功能云计算应用

a. 比较内部应用程序和云应用程序之间的差异。

b. 对比云应用程序的优缺点。

c. 将云服务类型的描述与云服务名称进行匹配。

d. 在选择云应用时,提出几个风险/收益评估的例子。

e. 确定哪些应用程序特征不会或不应该在云中运行。

ITS-CCO-05 结构

a. 了解云计算服务交付的架构原则。

b. 将云架构与外包(即托管)和共享服务模型进行对比。

c. 批评与云服务相关的共同变更控制指南和标准。

d. 提出了几种衡量云服务性能和服务水平协议重要性的方法。

e. 认识到云中“大数据”分析的挑战。

f. 对比单云与多云部署模型。

ITS-CCO-06 在云中的发展

a. 与传统环境相比,比较云环境中的开发系统。

b. 按需记录,自助设计要求。

c. 对比使用同步和异步事务。

d. 分析选择耦合或解耦系统集成的标准。

e. 构建和部署几个基本云应用程序。

f. 设计用于在智能手机上使用的云应用程序的界面。

ITS-CCO-07 云基础架构和数据

a. 比较公共云计算,私有云计算和混合模型之间的基础架构差异。

b. 争论虚拟化如何成为云计算背后的驱动原则。

c. 说明快速弹性是云计算基础设施的特征。

d. 对比云数据管理的理想和不良特征。

e. 反思新兴技术如何改变云服务的设计(例如,物联网)。

ITS-CEC 网络安全新挑战

ITS-CEC-01 案例研究和经验教训

a. 描述新技术的部署如何影响网络安全。

b. 描述如何通过引入新的网络安全技术来影响执法。

c. 显示网络安全事件如何具有全球影响力,例如 DigiNotar 事件或 SSL Heartbleed 漏洞。

d. 讲述网络安全案例研究的故事,描述案例的影响和经验教训。

ITS-CEC-02 网路取证

a. 使用工具识别可在网络中检查的信息。

b. 执行网络清单。

c. 比较网络取证的主动和被动方法。

d. 描述中间人攻击如何揭示加密网络通信的内容。

e. 利用监控机制发现网络入侵。

ITS-CEC-03 存储数据取证

a. 显示数据存储在复杂系统中的位置。

b. 在计算机法医调查场景中使用刑事侦查技术。

c. 展示数字证据以便在法庭上展示。

d. 在台式计算机上查找违禁品信息。

e. 准备台式计算机上的文件清单。

f. 根据被分析设备的信息重建时间线。

g. 执行逻辑文件提取。

h. 进行物理提取证据。

i. 从正在运行的计算机中提取内存转储。

j. 比较商业和开源取证工具。

ITS-CEC-04 移动取证

a. 准备移动设备(例如,手机,平板电脑或嵌入式系统)上的文件清单。

b. 准备移动设备使用的应用程序和远程服务的列表。

c. 使用特定于主要移动操作系统的取证工具。

d. 解锁和 root 移动设备。

e. 描述如何检测或显示加密内容。

ITS-CEC-05 云安全

a. 了解因使用平台即服务,基础架构即服务和软件即服务而产生的不同安全问题。

b. 争论风险和授权管理计划(如 FedRAMP)的价值以及这些计划中使用的关键流程。

c. 对比云存储系统的安全优势和风险。

d. 描述如何为云系统用户实施身份验证策略。

e. 提出用于分析基于云的系统的取证选项。

f. 分析云服务器的审核和恢复选项。

ITS-CEC-06 安全指标

a. 记录安全指标的要求。

b. 提出支持创建指标的数据。

c. 对网络资源执行安全性测量。

d. 分析连续监控在安全实践中的作用。

e. 描述如何使用安全指标来检测合规性和风险问题。

ITS-CEC-07 恶意软件分析

a. 使用二进制分析工具。

b. 使用反汇编工具。

c. 使用调试器工具。

d. 使用沙箱。

e. 比较静态和动态分析。

f. 说明处理恶意软件的适当实验室程序。

g. 分析特定恶意软件检测程序是否会识别恶意软件样本。

ITS-CEC-08 供应链和软件保障

a. 说明硬件供应链。

b. 说明一个软件供应链。

c. 提出应针对产品生命周期中的每个阶段进行评估的安全注意事项。

d. 注意安全的软件开发,包括使用安全语言、静态软件分析和动态软件测试。

e. 展示软件中的几个常见缺陷,错误和逻辑缺陷。

ITS-CEC-9 人员和人身安全

a. 描述内部人员如何有意无意地减少或影响组织的安全状况。

b. 了解筛选组织员工的背景检查限制。

c. 说明如何识别网络钓鱼和鱼叉式网络钓鱼。

d. 将这些好处与“自带设备”(BYOD)计划的风险进行比较。

e. 讲述一个关于网络上危险场所的故事,以及如何浏览其中一个可能对隐私或安全产生负面影响。

f. 讲述如何使用社交媒体上发布的数据设计社交工程攻击的故事。

ITS-CEC-10 社会维度

a. 讨论云计算,文件共享和点对点服务的效用和风险之间的权衡。

b. 了解 IT 系统对隐私的影响。

c. 理解与网络安全事件相关的个人隐私,责任和威慑概念之间的内在张力。

d. 描述大数据挖掘等众包技术如何影响数据机密性,完整性和可用性。

ITS-CEC-11 安全措施

a. 分析企业恶意软件检测的选项。

b. 将恶意软件检测的有效性和成本与应用程序白名单进行对比。

c. 了解渗透测试的局限性。

d. 对比同构和异构网络的安全含义。

e. 模拟小型组织和大型企业的防御,恢复和补救成本。

f. 识别“安全容器”并确定其在移动设备方面的局限性和可用性缺陷。

g. 提供对数字货币实施的全面安全性分析。

h. 使用相关的开发工具和协议设计和开发数字货币电子商务应用程序。

ITS-CEC-12 网络物理系统和物联网

a. 理解 CPS 和 IoT 这两个术语的含义以及为什么它们经常互换使用,并确定表明它们之间差异的定义。

b. 识别通常用于将 CPS 和 IoT 设备连接到网络的协议和网络。

c. 描述如何使用安全机制来解决在 CPS 或 IoT 领域可能不可行的 IT 挑战。

d. 使用开源和低成本计算平台设计,创建和部署 IoT 设备。

e. 描述物联网设备提供的数据处理和存储如何对安全性和隐私性提出挑战。

ITS-DSA 数据可伸缩性和分析

ITS-DSA-01 观点和影响

a. 讨论新兴的数据科学领域。

b. 确定大量数据的来源。

c. 认识到分析大量数据的挑战。

d. 描述如何在组织的主要功能区域中使用分析。

ITS-DSA-02 大规模数据挑战

a. 定义和描述数量,数量,速度和准确性的大规模数据挑战。

b. 定义和描述传感器网络,金融,零售,基因组学和社交媒体等不同领域的大规模数据分析挑战。

c. 比较可用于处理和生成大型数据集的不同数据平台。

d. 使用统计编程语言,如 R 或 Python。

ITS-DSA-03 数据管理

a. 论常见的 Extract Transform Load 场景。

b. 应用数据预处理技术-数据集成,数据清理,数据转换和数据缩减。

c. 讨论如何从大型复杂的数字数据集中提取知识和见解。

d. 使用数据挖掘软件执行数据挖掘。

ITS-DSA-04 方法,工具和技术

a. 释常用数据分析方法的技术基础。

b. 应用适当的数据分析方法来解决实际问题。

c. 使用 R 和 RStudio,MapReduce/Hadoop 和 SAS 等工具。

d. 将数据分析结果传达给技术和管理层。

e. 使用可视化有效地传达数据分析的结果。

ITS-DSA-05 数据治理

a. 确定数据治理对于管理大规模数据的重要性。

b. 确定逻辑和物理访问安全控制以保护数据。

c. 确定由大规模数据分析引起的当前社会,道德,法律和政策问题。

d. 定义数据伦理。

e. 列出适用于数据管理的法规遵从性规则和法规。

ITS-DSA-06 应用

a. 将组织问题定义为分析问题。

f. 描述如何最好地应用大规模分析方法和技术来解决战略性组织问题。

g. 将数据分析生命周期应用于案例研究方案。

h. 在集群和云基础架构上实施数据密集型计算。

i. 使用案例研究检查大规模数据分析对组织绩效的影响。

ITS-IOT 物联网

ITS-IOT-01 观点和影响

a. 将物联网与万维物联网、工业互联网、普适计算和智能系统进行对比。

b. 表述物联网概念的历史阶段和演变发展。

ITS-IOT-02 物联网架构

a. 对比物联网架构领域。

b. 为物联网环境搭建架构框架。

c. 举例说明定义不同物联网应用的架构时所面临的挑战。

ITS-IOT-03 传感器和执行器的连接

a. 对比开发多媒体物联网系统元件的战略途径。

b. 举例说明信号处理在语音应用和基础声音生成应用中的作用。

c. 对比模拟信号处理、连续时间信号处理、离散时间信号处理和数字信号处理之间的差异。

d. 对比信号处理设备,包括滤波器、采样器、信号压缩器和数字信号处理器。

e. 举例说明将物联网组件连接到传感器和执行器的方法。

ITS-IOT-04 数据采集

a. 对比数据采集与信号调节。

b. 举例说明物联网对多路复用技术和采样理论的影响。

c. 介绍几种使用物联网传感器进行电器、温度和应变测量的方法。

d. 介绍几种减少和隔离信号噪声的方法。

e. 举例说明机器与机器(M2M)之间的通信,这是物联网技术的主要组成部分。

f. 展示物联网协同数据采集所面临的安全问题及挑战。

ITS-IOT-05 无线传感器网络

a. 从历史角度展示无线传感器网络(WSNs)的协议和算法。

b. 对比基于堆栈和基于拓扑的无线传感器网络集成方法。

c. 举例说明医疗保健问题、辅助和改善生活问题、工业和生产监控问题以及网络控制问题之间的物联网共性。

ITS-IOT-06 自组织网

a. 表述与自组织网相关的设计和实验问题,并提出可行的解决方案。

b. 对比一下路由技术之间的差异:主动路由,被动路由、混合路由和基于位置的路由。

c. 演示几种自组织网中的几种聚类机制。

d. 分析自组织网环境中的服务质量和可扩展性问题。

e. 对于移动自组织网(MANET),在车载自组织网(VANETs)、智能手机自组织网(SPANs)和基于互联网的移动自组织网之间进行对比。

ITS-IOT-07 自动控制

a. 举例说明经典控制理论的要素在飞行器和航天器控制中的应用。

b. 对比正反馈和负反馈的性质。

c. 在自动控制功能方面,对比测量、比较、计算和校正之间的差异。

d. 表示几个在系统自动控制中被应用于测量、错误检测和最终控制的常见元素。

e. 演示几种应用于飞行器和航天器的基本线性设计技术。

ITS-IOT-08 智能信息处理

a. 表述在工业中的智能信息处理及其应用。

b. 表述在物联网上的智能信息发现、检索和挖掘。

c. 演示知识表达和上下文感知系统。

d. 演示传感器选择,信息混搭和集成。

e. 表述传感器网络中的信息质量管理。

f. 演示实时场景重建、信息可视化。

ITS-IOT-09 物联网应用和设计

a. 演示物联网在智慧城市、智慧环境、电子健康等领域的相关应用。

b. 举例说明物联网对现有组织模型和组织用例的影响。

c. 结合大数据、应用和移动性来表述物联网。

d. 演示物联网所需的组件。

e. 表述在设计物联网时所使用的工具。

f. 列举技术专家依靠在物联网设计中的权衡和决策可以进行调整的权利列表。
g. 表述智能制造,例如流程优化、实时库存、资产跟踪、员工安全等。
h. 演示可穿戴设备,例如娱乐、健身、智能监控和追踪等。
i. 演示物联网设计时应考虑的因素:领域、需求、成本、远程、网络等。

ITS-MAP 移动应用

ITS-MAP-01 观点和影响

a. 描述移动开发和移动应用的历史。
b. 演示实现移动应用过程的全局范围。
c. 描述并比较几种移动应用程序的开发环境。

ITS-MAP-02 架构

a. 描述不同移动系统架构的全局范围。
b. 辨识有关手机用户界面(UI)元素和概念的专有词汇。
c. 阐述移动架构框架中的每个元素。

ITS-MAP-03 多平台移动应用开发

a. 将 iOS、Android、Windows Phone、黑莓和 Symbian 平台进行对比。
b. 在指定移动平台上设计与实现一个简单的移动应用程序。
c. 在浏览器中构建一个移动网页应用。
d. 通过应用程序编程接口(API)演示混合网页应用程序。
e. 描述一个独立于平台的解释网页应用程序。
f. 描述交叉编译生成应用程序的重要性。

ITS-MAP-04 服务器和通知

a. 描述协议族。
b. 阐述通知传递的机制。
c. 提供服务器端编程的技术。
d. 设计并实现服务器端应用程序。

ITS-MAP-05 性能问题

a. 描述几种评估移动应用程序性能的指标和方法。
b. 评估一个移动应用程序的性能并给出结果。
c. 描述几种提高移动应用性能的方法。

ITS-MAP-06 视图和手势

a. 描述文本和排版单元。

b. 表述并对比几种改善图片表现的方法。

c. 演示几种改进手势定义的方法及其应用。

ITS-MAP-07 接口实现

a. 设计一个友好的界面框架。

b. 演示几种通过颜色调整和其他途径提升用户体验的方法。

c. 定义几种有关现代 UI 设计的工具。

d. 对比软件开发工具包(SDK)间的方法设备特性。

e. 演示几种改善跨平台调节和支持的方法。

ITS-MAP-08 相机、状态和文档交互

a. 描述几个有关基本服务和功能的概念。

b. 操纵来自相机和麦克风的数据流。

c. 描述并对比几种实现移动状态应用程序的技术。

d. 演示文档交互控制的有效性。

ITS-MAP-09 二维图形和动画

a. 表述几个有关二维图形和图画的基本概念。

b. 在不同的移动平台上创建图形。

c. 为动画设计一个动态图形转换。

d. 使用不同的操作系统在多个移动设备上设计二维图形和动画。

ITS-SDM 软件开发与管理

ITS-SDM-01 流程模型和活动

a. 阐述软件开发过程。

b. 区分软件开发的各个阶段。

c. 根据软件系统的规模、功能需求和设计质量以及团队和基础设施的资源,比较软件过程模型。

ITS-SDM-02 基于平台的软件开发

a. 描述除浏览器外的现代用户体验如何影响移动设备、触摸屏、手势和语音控制的交互、3D 沉浸或虚拟现实、传感器工业网络和游戏平台的软件开发。

b. 使用特定于用户平台的库和其他服务接口(例如 API)开发软件应用程序。

c. 解释特定平台开发和通用编程之间的区别。

d. 测试平台对开发施加的一些约束。

ITS-SDM-03 工具和服务

a. 展示现代工具和服务如何提高在团队中和处于多种挑战的系统中的开发人员工作的效率和有效性。

b. 选择并使用适当的工具进行需求跟踪、设计建模、实现、构建自动化和错误跟踪。

c. 进行检查、代码评审、审核并指出评估结果。

d. 描述版本控制在管理软件结构和发布管理方面的用途。

ITS-SDM-04 管理

a. 论证项目管理与软件开发相关联的重要性。

b. 在软件开发项目中参与团队建设和团队管理。

c. 使用项目管理工具计划、监视和跟踪项目活动的进展。

d. 对在软件开发过程中影响决策的风险进行评估、缓解和管理。

e. 通过践行承诺和管理项目质量,评估开发工作并参与流程改进。

f. 使用项目指标来监督项目的进度。

ITS-SDM-05 部署、操作和维护

a. 使用适当的工具来部署、操作和维护软件系统。

b. 对版本跟踪、自动化构建和软件系统的发布进行实践。

c. 解释预生产和生产软件操作环境之间的区别。

d. 使用与 IT 更贴近的步骤扩展软件过程:部署、操作和可维护性。

ITS-SRE 社会责任

ITS-SRE-01 计算的社会背景

a. 展示 IT 社会背景和遵守道德行为准则的重要性。

b. 描述绿色计算战略的重要性。

c. 将电子计算在历史、社会、专业、道德和法律等几个方面进行对比。

d. 描述几种 IT 一体化并支持组织的团队合作方式。

e. 描述计算改变人与人之间交互模式的方式。

f. 描述设计伦理算法所需的参数。

ITS-SRE-02 目标、计划、任务、截止日期和风险

a. 评估几个团队合作起重要作用的计算器 IT 项目。

b. 举例说明工业为实现共同目标而进行团队合作的几种方法。

c. 评估在团队环境中有效工作时所必备的技能。

d. 执行多个团队计划目标。

ITS-SRE-03 政府角色和法规

a. 展示政府法规在组织和全球范围内的作用。

b. 分析政府的作用及其对软件项目的影响。

c. 对比在不同国家绿色计算政策制定和实施的方法。

d. 评估在有效减少废物以及循环再造方面监管的重要性。

ITS-SRE-04 全球挑战与对策

a. 评论可以降低能耗的 IT 方法,例如小型客户端的解决方案及其在全球范围内的应用。

b. 描述在 IT 应用和系统设计的生命周期中环境计算实践的使用。

c. 评估组织绿色计算性能指标、回收实践、能源利用和电子垃圾的减少。

d. 描述在机器人和人工智能中使用伦理算法的原因。

ITS-SRE-05 风险管理

a. 评估组织中可能受到安全漏洞或操作中断影响的方面。

b. 量化因潜在安全漏洞和操作中断而产生的财务损失。

c. 分析并描述评估由公认安全标准指定的安全性相关的风险的步骤。

d. 描述可用于降低安全风险的操作相关的成本。

ITS-SRE-06 可持续计算

a. 了解常用的节能指南和标准(如能源之星国际标准),了解用于跟踪能源使用的传感器和检测软件。

b. 了解工业标准(例如高级配置和电源(ACP)接口设计和用于节省能源的计算机组件制造)。

c. 描述几种使用可再生能源(即太阳能和风能)的技术。

d. 展示工作场所激励措施如何促进绿色计算和计算机危险材料管理的实施。

e. 分析并评论需要持续稳定能源输送的资本投资项目。

ITS-VSS 虚拟系统和服务

ITS-VSS-01 观点和影响

a. 描述虚拟化如何创造一个更好的解决方案。

b. 将虚拟机与虚拟化进行比较。

c. 将主机与虚拟机进行比较。

d. 演示管理程序的角色。

e. 比较裸机上的虚拟机管理程序(VMware)和在操作系统(Hyper-V,RHEV,OracleVM)中运行的虚拟机管理程序。

ITS-VSS-02 虚拟化的实现

a. 分析在何种情况下虚拟化是恰当的解决方案。

b. 对比虚拟化在不同应用领域的优缺点。

c. 记录在 Windows、Linux 和 Max OS x 操作系统中,不同虚拟化的许可问题。

d. 将应用程序虚拟化与集群应用程序进行比较。

ITS-VSS-03 用户平台虚拟化

a. 评论不同用户平台(即桌面和设备)的虚拟化框架。

b. 对比虚拟化设备的操作优缺点。

c. 在主机上安装虚拟机。

d. 在虚拟机上安装并配置不同的操作系统。

ITS-VSS-04 服务器虚拟化

a. 评论不同服务器虚拟化平台和他们的软件许可证之间的差异。

b. 对比虚拟化服务器在操作方面的优势和劣势。

c. 在主机服务器上安装虚拟机。

d. 在虚拟计算机上安装并配置不同的服务器系统。

e. 根据行业基准评估虚拟化服务器的性能。

ITS-VSS-05 网络虚拟化

a. 比较物理网络和虚拟网络之间的差异。

b. 对比虚拟网络在操作方面的优势和劣势。

c. 使用虚拟网络评估不同的网络管理策略。

ITS-VSS-06 集群设计和管理

a. 对比几种不同的服务器集群设计。

b. 描述如何使用工具和技术进行集群管理。

c. 在实验室中设计、安装和配置集群。

d. 调整集群配置以实现不同的操作目标。

ITS-VSS-07 软件集群应用

a. 解释集群软件的功能。

b. 对比高可用性和高性能的集群。

c. 研究并评估集群软件和集群软件和中间件工具在不同操作上下文中的适用性。

d. 举例说明应用程序集群的概念,例如负载均衡、故障转移和节点监视。

ITS-VSS-08 存储

a. 对比不同的存储环境,并描述它们的功能。

b. 对比存储替代方案的操作优劣势。

c. 安装并配置存储环境和文件系统。

d. 根据行业基准评估存储和文件系统的性能。

e. 举例说明分层存储环境。

附录 C　传统四年制信息技术课程体系范例

本附录包含几个范例课程体系,说明如何按照报告正文中详述的信息技术课程体系规范来制定专业培养方案。这些范例展示了不同特色的本科培养方案是如何实施报告中的建议,以适应于不同的机构需求和资源约束。因此,这些范例可适用于广泛的教学目标和学生需求,但并不作为强制标准。

下表中概括了本附录中的课程体系范例。可参考此表,寻找最契合地域,机构需求和培养方案的范例。

国家或地区	附录章节
美国	C. 4
沙特阿拉伯及中东地区	C. 5
中国	C. 6

C. 1　格式和约定

本附录中的所有课程体系范例采用共同的格式来描述,其包含以下五个部分:

1. 一系列本专业的培养目标,以及对于任何假设的机构,学院,系或者资源的约束。
2. 获得学位的培养要求汇总,以表格的形式呈现,展示了整体的课程体系内容。
3. 典型的学生课表范例
4. 课程体系中的课程到 IT 课程体系框架的映射关系
5. 课程体系中计算机,数学以及科学专业课的课程描述

C. 1. 1　课程学时约定

为了阐明层次与实现的标识,课程的编号显示了该课程在专业培养方案中所处的层次。例如:编号为 MTH100 的课程通常在第一年讲授 (本科一年级水平)。同样地,编号为 PHY200 的课程通常在第二年讲授(本科二年级水平);编号为 IT300 的课程通常在第三年讲授(本科三年级水平);而编号为 IT400 的课程通常在第四年讲授(本科 4 四年级水平)。对于所有信息技术以及计算机科学专业课程,课程代码

显示了开设该课程的国家。例如,CMPC 是一门计算机专业课,通常在中国的大学中开设; ITU 是一门信息技术专业课,通常在美国的大学中开设。

为了便于比较,所有的课程体系实施方案都呈现为一系列的课程,即一个学期包含 15 周的课堂教学与实验。其中包含一周用于考试,放假和阅读的时间。简单起见,我们用“学时”来描述课堂教学和实验时间,通常 1 学时代表 50 分钟。

根据一周内正式教学活动的数量和类型,我们为每一门课程设置了学分,安排如下:

- 课堂教学时间:在教室环境中的教学材料讲解。
  1 学分 = 连续 15 周(含考试周), 每周一次 1 学时的课堂教学
- 实验时间:在实验室环境中的正规实验。
  1 学分 = 连续 15 周(含考试周), 每周一次 2 学时或者 3 学时的实验课程

下面举例说明如何计算课堂教学和实验的学分,其中 1 学时代表长度为 50 分钟的时间段。

- 学分的课程:
  每周 3 次课堂教学,连续 15 周= 45 课堂学时(包含考试)
- 学分的实验课程:
  每周 1 次 2 学时的实验课程,连续 15 周=30 实验学时(包含考试)
  或者 每周 1 次 3 学时的实验课程,连续 15 周=45 实验学时(包含考试)
- 学分的课程,包含每周 2 次课堂教学和 1 次实验课程:
  每周 2 学时课堂教学,连续 15 周=30 课堂学时(包含考试)
  每周 1 次 2 学时或者 3 学时实验,连续 15 周=30 或 45 实验学时(包含考试)
- 学分的项目设计课程
  每周 1 次课堂会议,连续 15 周=15 课堂学时(包含考试)
  每周 2 次 2 学时或者 3 学时的实验,连续 15 周=60 或者实验 90 学时(包含考试)

C.1.2 信息技术课程体系框架到课程体系范例的映射

每个课程体系范例都包含一个表格,该表格描述了信息技术课程体系框架到课程的映射关系。表格中行标题是课程编号,列标题是 IT 领域。如果表格里某一行中的某一格非空,那么这一行所对应的课程涵盖了这一列所对应的知识领域中的一个或者多个子领域,其数字为所涵盖的子领域的编号。例如,GPP 知识领域下的数字 3,4,6-10 代表了这门课涵盖了 ITE—GPP 领域下编号为 3,4,6,7,8,9,10 的子领域。请注意,

- 一门课程可以涵盖同一个知识领域中的多个子领域, 也可能涵盖多个知识

领域中的子领域。

- 一个子领域可以在多门课程中出现。例如,两门连续的软件基础课程可能都涵盖了 ITE-SWF 知识领域中编号为“1”的子领域,因为它们都包含了发展史方面的内容,但是从不同的角度来讲解。

末尾的一行,即涵盖子领域,列举了该课程体系范例涵盖了的每个 IT 领域中的子领域。由于所有课程体系范例都完整涵盖了每个领域,因此最后一行中包含了 IT 核心领域中的所有子领域。课程体系范例不包含所有的补充领域,这个包含关系并不反映它们优先级和推荐程度。

C.1.3 课程描述

这里提供的课程描述通常出现在课程目录中。由于长度的限制,这些简介无法详尽地列举出课程中涵盖的所有知识点。因此,需要通过一个附加的表格来列举出课程所涵盖的所有知识领域及子领域。对于包含实验的课程,课程描述中不涉及实验的细节。报告正文中描述了对于实验的要求和期望,包括团队合作,数据收集与分析,以及其他技能。

C.2 进入专业的准备

本附录中课程体系范例的主要目标是为毕业生进入信息技术领域做好准备。一个本科课程体系可以通过多种方法来构建,以培养出一个训练有素的信息技术工程师。为了体现这一点, 这里的专业培养方案在侧重点和制度约束上各有不同。例如,许多专业中会包含一门用以介绍学科,提供实际 IT 经验并吸引学生参加实践的一年级课程。如果这门课未出现在某些课程体系中,也并不影响对课程本身价值的判断。

IT2017 工作组设计这些课程体系是为了确保本报告中定义的计算机工程核心领域能够被合理地涵盖。但是,正如报告正文中讨论的那样,制定一个有效的专业培养方案为毕业生进入职场做好准备,还需要考虑到许多其他因素, 比如:系统管理,实验经验, 口头和书面交流能力,以及使用流行的 IT 工具的能力。因此,专业认证解决的不仅仅是课程体系。对此有兴趣的读者可以咨询认证机构,了解完整的认证标准。

另外,每个 IT 培养方案中可能包含本专业特有的教学目标,而这些目标并不能在本报告中的 IT 课程体系框架和课程体系范例中直接体现。因此,每个培养方案有责任去确保学生能够达到支撑该教学目标的学习结果。

C.3 课程体系的共性

对于希望学习计算机和网络应用的学生来说,掌握信息技术将会是非常有价值的经历。学习内容是紧凑的,并且会让希望精通信息技术某些子领域,如物联网,云计算的学生意识到,信息技术是一个有趣的挑战。应用技术将使学生掌握如何分析,设计和测试 IT 过程。每一个课程体系范例都是以培养信息技术学士为目标,并且对软件和硬件原则提供了均衡的处理。

共同的需求在一系列课程中广泛传播,并允许通过螺旋式学习对课题进行回顾。每个课程体系都应该有足够的灵活性,以支持不同领域的专业知识。每个培养方案结构应该允许广泛的基础课程的学习,并且提供大量的专业选修课。每一门课程的建设都应该是理论,实践,应用以及态度相结合。

每个专业培养方案的目标都是通过为终身学习和发展奠定基础,为学生进入信息技术职业生涯做好准备。并且它为未来进入信息技术研究生学习,或是从事商业,法律,医药或者管理等其他职业提供了平台。学生的技能发展是循序渐进地,从第一门课程开始,然后将其积累的知识应用于整个课程体系中的实际问题。信息技术课程体系所提供的全面准备包括了解 IT 解决方案在全球和社会背景下的影响所需要的广泛教育。每个毕业生都应为就业或深造做好充分的准备。他们应该了解信息技术的各个领域,应该把他们所掌握的知识和技能应用到多个信息技术领域。

C.4 典型的 IT 课程体系:美国

本节的信息技术专业培养方案由一所科技学校管理。

C.4.1 培养目标和特色

该专业旨在培养信息技术学士,由工程技术学院,技术系开设。部分必修课程由计算机系承担。该专业通常在编程,Web 系统,数据库,网络,人机交互和网络安全方面提供一个多课程的系列。该方案针对计算机领域的广度,而不是任何特定领域的深度,但允许并推荐计算机应用中的至少一个深度区域。毕业生在计算机的任何一个应用领域都具有竞争力。

C.4.2 要求汇总

该专业培养方案包含 3 门计算机必须课(9 学分),11 门信息技术(IT)必须课(36 学分),3 门信息技术选修课(9 学分)和 5 门计算机应用深度领域选修课(15 学分)。IT 选修课可以来自任何非必修的 IT 课程;深度领域选修课可以来自任何计算

机应用领域。所有的课程都包含实验时间,为学生提供体验式学习中非常强大的组件。IT 顶点课程出现在大四两个学期中,使学生从开放性问题中获得可观而完整的设计经验。它同时包含了数学,科学,伦理,全球考虑和科技写作方面的要求。该课程体系要求 41 门课程,如下所示。

科目	学分
信息技术必修课	36
信息技术选修课	10
集中或应用领域选修课	18
数学	7
计算机必修课	9
自然科学(物理,生物)	9
英文写作,人文,社会科学	21
创新,全球化,道德	4
自由选择	6
总学分	120

由于学士学位通常需要至少 120 学分,所以剩下 6 个学分可以由院系适当分配。

C.4.3 美国四年制课程体系范例

ITU:由信息技术或相关院系开设。

CMPU:由计算机系开设。

课号	课名	学分	课号	课名	学分
第一学期			第二学期		
ITU 101	IT 奠基石	3	ITU 120	计算机系统入门	3
CMPU 101	计算机程序设计入门	3	CMPU 201	计算机基础	3
Math 120	微积分 1	4	Physics 120	大学物理 1	3
Am Htg	美国传统	3	Writing 150	写作	3
总学分		13	总学分		12

续表

课号	课名	学分	课号	课名	学分
第三学期			第四学期		
ITU 201	基于 Web 的 IT	4	ITU 202	计算机结构	3
Phys 121	大学物理 2	3	CMPU 202	离散结构	3
Bio 100	大学生物	3	Stat 201	统计学入门	3
Hist 201	文明史 1	3	Hist 202	文明史 2	3
总学分		13	总学分		12
第五学期			第六学期		
ITU 402	IT 研讨会	0.5	ITU 402	IT 研讨会	0.5
ITU 301	数据库原理与应用	3	ITU 302	操作系统	3
ITU xxx	数字通信	4	ITU 303	网络	3
TKU 201	全球化;道德	3	ITU 304	人机交互	3
Engl 301	科技写作	3		集中或应用领域选修课	3
	集中或应用领域选修课	3		集中或应用领域选修课	3
总学分		16.5	总学分		15.5
第七学期			第八学期		
ITU 451	顶点课程 1	3	ITU 447	顶点课程 2	3
ITU xxx	IT 技术选修课	3	ITU xxx	IT 技术选修课	3
ITU 420	信息保障与安全	3	Econ 110	经济学原理	3
ITU 402	IT 研讨会	0.5	ITU 402	IT 研讨会	0.5
	集中或应用领域选修课	3		艺术或文学	3
	集中或应用领域选修课	3		集中或应用领域选修课	3
总学分		15.5	总学分		15.5

C.4.4 信息技术课程框架与美国课程体系范例之间的映射

下表的解释请参照章节 C.1.2。

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
ITU 101	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
ITU 102										
ITU 201		2-7				2-6				
ITU 202								2-6		
ITU 301			2-7							
ITU 302					2-5					
ITU 303	2-7									
ITU 304							2-8			
ITU 401								7-10		
ITU 402										2,11
ITU 420									2-14	
ITU 451										3,4, 6-10
ITU 452										12
CMPU 101				1-4						
CMPU 201				5-7						
CMPU 202										
TKU 201										1,5
包含子领域	1-7	1-7	1-7	1-7	1-5	1-6	1-8	1-10	1-14	1-12

C.4.5 美国课程体系-课程概述

ITU 101: IT 奠基石

为在信息技术方面取得成功的事业进行规划和准备。开发计算机,解决问题,学习和时间管理方面的技能。对比信息技术与计算机科学,计算机工程以及信息系统。介绍网络,数据库,计算系统和平台,网络安全,网络系统和计算机程序设计入

门知识。

先修课程:无。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域: ITE-NET 1,ITE-WMS 1,ITE-IMA 1,ITE-SWF 1,ITE-PET 1,ITE-IST 1,ITE-UXD 1,ITE-SPA 1,ITE-CSP 1。

ITU 102:计算机系统入门

介绍计算机如何工作,从硬件到高级编程语言。逻辑电路,布尔代数,计算机指令,汇编语言,二进制算术和 C 编程。

先修课程:CMPU 101。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:无。

ITU 201 基于 Web 的信息技术基础

Web 技术,包括:分布式框架,网络,数据库概念,客户端和服务器开发,基础设施管理和 Web 系统集成。

先修课程:ITU 101,CMPU 101。

学分:4。授课学时:45。实验学时:30。

覆盖 IT 领域: ITE-IMA 2-7,ITE-IST 2-6。

ITU 202 计算机体系结构与组织

计算机硬件和指令集框架原理。主题包括:内部 CPU 组织和实现,外设互连和 IO 系统以及低级编程和安全问题。

先修课程:ITU 102,CMPU 201。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-SPA 2-6。

ITU 301 数据库原理与应用

数据库理论与框架;数据建模;设计应用数据库。查询语言,数据安全性,Web 上的数据库应用程序。

先修课程:CMPU 202。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-IMA 2-7。

ITU 302 操作系统

应用和使用计算机操作系统。配置,文件系统,安全性,管理,网络接口,多任务,多用户,设备驱动程序安装。分析操作系统性能。

先修课程:CMPU 101,ITU 202。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-PET 2-5。

ITU 303:计算机网络

计算机网络。组织和服务提供商的本地和广域网。工作组/路由器/集线器/交换机;网络服务器管理;互联网协议和路由;安全和隐私。

先修课程:CMPU 202。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-NET 2-7。

ITU 304:人机交互

用户体验设计技术和最佳实践,包括需求分析,可用性研究,原型设计方法,评估技术以及认知,社会和情感理论。

先修课程:ITU 201。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-UXD 2-8。

ITU 401:系统管理与维护

计算机系统活动及域的管理,包括性能分析,备份和恢复。

先修课程:ITU 302。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-SPA 7-10。

ITU 402:IT 研讨会

与 IT 专业人士会面,了解 IT 专业问题和责任,就业能力和职业生涯。在四个学期中召开,每两周一次。

先修课程:本专业大二水平。

学分:2。授课学时:30。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:IITE-GPP 2,11。

ITU420：信息保障与安全

计算机安全原则。事件预防和管理。可靠性,完整性,认证,机密性和不间断性的信息保障层面,以确保信息的传输,存储和处理。

先修课程:ITU 301,ITU 302,ITU 303。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-CSP 2-14。

ITU 451：高级项目设计/顶点课程 1

IT 高级项目提案和可行性研究。项目管理,团队合作原则,知识产权,供应商互动,识别和使用专业技术文献,口头和书面演示。

先修课程:ITU 301,ITU 302,ITU 303。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 3,4,6-10。

ITU 452：高级项目设计/顶点课程 2

高级项目设计与整合。两课程序列的第二节。实施设计项目管理,团队协作和演示。

先修课程:ITU 451。

学分:3。授课学时:15。实验学时:60。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 12。

CMPU 101:计算机程序设计入门

关于面向对象程序设计与开发的介绍。算法制定与实现原理。

先修课程:无。

学分:3。授课学时:30。实验学时:编程作业。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 1-4。

CMPU 201：计算机基础

计算机科学的基础数据结构和算法;基本算法分析;递归;排序和搜索;列表,堆栈,队列,树,散列;面向对象的数据抽象。

先修课程:CMPU 101。

学分:3。授课学时:30。实验学时:编程作业。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 5-7。

CMPU 202:离散结构

语法介绍和解析;谓词和命题逻辑;证明技术;集合,功能,关系,关系数据模型;图形和图形算法。

先修课程:CMPU 201。

学分:3。授课学时:30。实验学时:编程作业。

覆盖 IT 领域:无。

ITU 201:全球化领导技能基础

从整体的道德,技术和社会角度,在全球范围内,个人和组织领导的基本原则和行为。强调发展诚信,重视和利用多样性,获得和应用领导技能。

先修课程:本专业大二水平。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 1,5。

C.5 典型的 IT 课程体系:沙特阿拉伯及中东地区

本节的信息技术专业培养方案由沙特阿拉伯或中东地区信息技术院系管理。

C.5.1 培养目标和特色

该专业旨在培养信息技术学士,由传统的信息技术系开设。一个或多个计算系将提供计算机基础课程,如编程;信息技术系将教授剩下的课程。

C.5.2 要求汇总

该专业培养方案包含 6 门计算机(CMP)必修课(22 学分)和 17 门信息技术(IT)必修课(51 学分)。其灵活性源于 4 门 IT 选修课(12 学分),可根据培养目标,选择可以涵盖所选择的 IT2017 补充领域的课程。两门顶点课程安排在大四学年,可以提供大量完整的实践经验。学生可以通过参加至少 8 周的 IT 中心全日制工作来通过实习培训课程。本专业要求 44 门课程,学分分配如下。

要求类型	课程数量	课程	学分
学校要求	6	CUL101,102,103,104	8
		ARB 104,201	4
		本区域学分总计	12

续表

要求类型	课程数量	课程	学分
院系要求（通用）	6	COM 207	2
		ENG 140,190,208	9
		ECO 100	2
		BUS 100	3
		本区域学分总计	16
院系要求（数学 & 科学）	5	MATH 113,114,227	12
		STA 111	3
		PH 103	3
		本区域学分总计	18
院系要求（领域特定）	27	CMPS 104,106,220	10
		CMPS 140,141,242	12
		ITS 280 300, 301, 310, 315, 320, 331, 340, 360,390	34
		ITS 410,412,420,490,491,492,493	17
		IT 选修课	12
		本区域学分总计	85
总计	44	学分总计	131

C.5.3 沙特阿拉伯及中东地区四年制课程体系范例

ITS：由信息技术或相关系开设。

CMPS：由计算机系开设。

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
CMPS 104	离散结构	3	CMPS 106	数字逻辑	3
CMPS 140	计算机程序设计 1	4	CMPS 141	计算机程序设计 2	4
MATH 113	微分微积分	4	ITS 280	IT 基础	3
PH 103	大学物理和实验	3	MATH 114	积分微积分	4

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
ENG 140	英语 1	3	ENG 190	英语 2	3
总学分		17	总学分		17

第三学期			第四学期		
CMPS 220	计算机组织	4	ITS 360	操作系统	4
CMPS 242	数据结构	4	ITS 320	数据库入门	3
ITS 300	人机交互	3	ITS 315	技术支持	3
ITS 301	项目管理	4	STA 111	概率与统计	3
MATH 227	线性代数和微分方程	4	ENG 208	科技写作	3
			CUL 101	文化课程 1	2
总学分		19	总学分		18

第五学期			第六学期		
ITS 340	计算机网络	4	ITS 420	数据库管理 DBMS	3
ITS 310	网络安全基础	4	ITS 410	IT 安全和风险管理	3
ITS 390	Web 系统	3	ITS 490	学习 & 思考 & 研究	1
ARB 201	说明性写作	2	ITS xxx	IT 选修课 1	3
COM 207	沟通技巧	2	ECO 100	经济学原理	2
CUL 102	文化课程 2	2	CUL 103	文化课程 3	2
			ARB 104	语言能力	2
总学分		17	总学分		15.5

暑期实习					
ITS 491	实践培训	1			
总学分		1			

第七学期			第八学期		
ITS 331	n 层架构基础	3	ITS 493	高级信息技术项目 2	4

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
ITS 412	IT 治理	3	ITS xxx	IT 选修课 3	3
ITS 492	高级信息技术项目 1	2	ITS xxx	IT 选修课 4	3
ITS xxx	IT 选修课 2	3	BUS 100	工商管理入门	3
CLU 104	文化课程 4	2			
总学分		13	总学分		13

C.5.4 信息技术课程框架与沙特阿拉伯及中东地区课程体系范例之间的映射

下表的解释请参照章节 C.1.2。

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
CMPS 104										
CMPS 106										
CMPS 140				1-4						
CMPS 141				7						
CMPS 220										
CMPS 242				5-6						
ITS 280	1	1	1		1	1	1	1	1	1
ITS 300							2-8			
ITS 301								2-6		
ITS 310									2-7	
ITS 315								7-10		
ITS 320			2-4							
ITS 331						2-6				
ITS 340	2-7									
ITS 360					2-5					
ITS 390		2-7								
ITS 410									8-14	

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
ITS 412										2-7
ITS 420			5-7							
ITS 490										6-10
ITS 491										8-11
ITS 492										3,4, 6-10
ITS 493										12
包含子领域	1-7	1-7	1-7	1-7	1-5	1-6	1-8	1-10	1-14	1-12

C.5.5 沙特阿拉伯及中东地区课程体系-课程概述

CMPS 104:离散结构

本课程将为学生介绍一系列数学概念,这些概念对掌握一些高级计算机科学课程至关重要。主题包括:集合理论,函数和关系,命题和谓词逻辑,证明技术,递归算法,基本组合和计数方法,图论和离散概率。

先修课程:无。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITM-DSC 1-12。

CMPS 106:逻辑设计

本课程重点介绍计算机硬件和软件的基础结构和概念,包括:数字系统,二进制算术,代码,布尔代数,门,布尔表达式,布尔开关函数综合,迭代阵列,顺序机器,状态最小化,触发器,顺序电路,简单处理器。

先修课程:CMPS 104。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:无。

CMPS 140:计算机程序设计 1

本课程向学生介绍结构化编程技术。主题包括不同的控制语句(顺序,选择和循环),函数,基本数据类型和数据结构(数组和指针)。成功完成课程后,学生将通过使

用结构化编程技术和适当的工具(文本编辑器,编译器和调试器)来解决计算机问题。

先修课程:无。

学分:4。授课学时:45。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 1-4。

CMPS 141:计算机程序设计 2

本课程将介绍面向对象编程的概念。成功完成课程后,学生将掌握:使用类和对象对数据进行隐藏/封装和抽象,继承,多态,使用模板的泛型编程,操作符重载和文件 I/O。

先修课程:CMPS140。

学分:4。授课学时:45。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 7。

CMPS 220:计算机组织

本课程介绍计算机系统组织的一般概念。向学生展示指令周期,并描述了 CPU,I/O 和内存单元的组织。

先修课程:CMPS141,CMPS106。

学分:4。授课学时:45。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:无。

CMPS242:数据结构

本课程使学生理解计算机应用开发中使用的数据表示和组织概念。其涵盖的主题包括:1)通过抽象数据类型(ADT)的抽象和封装,2)基本和高级的数据结构,如链表,堆栈,队列,树和图,3)基本算法分析:最差和平均复杂界限的渐近分析;区别最佳,平均和最差表现之间的差异;大“O”表示法,4)通过各种排序和搜索算法来说明上述概念。

先修课程:CMPS141,CMPS104。

学分:4。授课学时:45。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 5-6。

ITS 280:IT 基础

本课程为入门级别的课程,旨在为后续课程提供基础技能。它概述了 IT 学科,描述了它与其他计算学科的关系,并灌输 IT 思维。目标是帮助学生了解 IT 在不同背景下的应用,和创新技术传播中面临的挑战。

先修课程:无。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-NET 1,ITE-WMS 1,ITE-IMA 1,ITE-PFT 1,ITE-IST 1,ITE-UXD 1,ITE-SPA 1,ITE-CSP 1,ITE-GPP 1。

ITS300:人机交互

本课程介绍了人机交互领域(HCI),这是一个将认知心理学,设计,计算机科学与其他学科相结合的跨学科领域。本课程将对 IT 的设计和评估中使用的人员绩效,技术组成部分,方法和技术进行考察。HCI 的社会影响,如可达性;以用户为中心设计方法的介绍和评估;经验评估方法中使用的当代技术。

先修课程:ITS 280。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-UXD 2-8。

ITS301:项目管理

本课程讨论了组织用于管理其信息系统项目的过程,方法,技术和工具。该课程涵盖了启动,规划,执行,控制和关闭项目的系统方法。本课程假设现代组织中的项目管理是一个复杂的团队活动,其中各种类型的技术(包括项目管理软件以及支持小组协作的软件)是项目管理过程的固有组成部分。

先修课程:ITS 280。

学分:4。授课学时:60。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-SPA 2-6。

ITS 310:网路安全基础

该课程为学生提供了构建和定义网络安全的数据和技术原理。学生将深入了解网络安全的重要性和网络安全专业人士至关重要的作用。交互式,自我指导的模式将提供动态的学习体验,用户可以探索基础网络安全原则,安全架构,风险管理,攻击,事件和新兴 IT 技术。

先修课程:ITS 301。

学分:4。授课学时:60。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-CSP 2-7。

ITS 315 技术支持

本课程深入全面地介绍了在技术支持环境中工作所需的基本沟通和计算机技能。学生将通过各种实践活动开发技能:有效地排除个人电脑故障;使用和实施安全战略;拆卸和组装电脑;操作系统安装和故障排除;并对各种网络和外围设备进行

故障排除。

先修课程:ITS 300。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-SPA 7-10。

ITS320:数据库入门

本课程将介绍数据库系统和架构中的基本概念,包括数据模型,数据库设计,数据库编程和数据库实现。它重点强调了 ER 模型和关系数据库,包括关系数据模型,关系代数和计算,SQL,功能依赖和规范化以及数据库设计过程。

先修课程:CMPS 242。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-IMA 2-4。

ITS 331 n 层架构基础

本课程将探讨 n 层数据库应用程序开发的演进,以及各层级在 n 层架构中的作用。它探讨了跨层数据整理的选项,并展示了使用面向组件的设计的优势。

先修课程:ITS 320,ITS 390。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-IST 2-6。

ITS 340:计算机网络

本课程讲述了组织,组织中网络和通信基础设施的选择,设计,部署,整合和管理。它包括关于计算机网络及其协议的设计和实现的基本概念。此外,它还包括分层网络架构,应用,传输,拥塞,路由,数据链路协议,局域网。重点强调了互联网上使用的协议。课程从应用层开始,直到数据链路层,强调了自上而下的方法。

先修课程:ITS 360。

学分:4。授课学时:60。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-NET 2-7。

ITS 390:Web 系统

本课程涵盖了基于 Web 的应用程序的设计,实现和测试,包括相关软件,数据库,界面和数字媒体。它还涵盖网络和社交软件引起的社会,道德和安全问题。

先修课程:ITS 315。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-WMS 2-7。

ITS 410:IT 安全和风险管理

本课程从组织层面提供了信息技术安全和风险管理的原则和课题。学生将学习关键的安全原则,使他们能够规划,开发和执行安全任务。该课程将从组织 IT 安全和风险管理的角度解决硬件,软件,流程,通信,应用程序以及政策和程序的问题。

先修课程:ITS 310。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-CSP 8-14。

ITS 412:IT 治理

该课程涵盖 IT 治理框架和路线图,用于规划和实施成功的 IT 治理流程,并详细介绍其主要组件。涵盖的主要课题是:IT 治理的执行观点,行业最佳实践标准概述,涵盖 IT 治理的一些方面的模式和指南。此外,课程还包括:卓越业务/ IT 结合原则,卓越计划/项目管理原则,卓越 IT 服务管理和交付原则以及卓越供应商管理和外包原则。最后,它提出了一些经验教训,关键的成功因素和一些选择性的案例研究。

先修课程:ITS 410。

学分:3。授课学时:45。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 2-7。

ITS 420:数据库管理 DBMS

本课程介绍了各种关于数据库管理的课题,包括容量规划,数据库管理系统(DBMS)架构,性能调优,备份,恢复和灾难规划,归档,重组和碎片整理。

先修课程:ITS 320。

学分:3。授课学时:30。实验学时:30。

覆盖 IT 领域:ITE-IMA 5-7。

ITS 490:学习 & 思考 & 研究

课程包括对信息技术中大量概念和理论问题的深入研究。需要学生提供书面报告和口头演讲。

先修课程:ITS 340,ITS 320。

学分:1。授课学时:15。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 6-10。

ITS 491:实践培训

培训是教育过程的一个重要方面。学生必须全职加入政府或私营部门的 IT 中

心至少 8 周,

完成 280 小时工作。其目的是让学生将学习到的知识应用在现实生活中和团队合作中,并熟悉他领域的工作环境。

先修课程:学生成功完成至(包含)第五学期的所有 IT 课程。

学分:1。授课学时:0。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 8-11。

ITS 492:高级信息技术项目 阶段 1

本课程旨在介绍实施系统所需的技术,编写技术报告和为观众介绍工作的技能。本课程重点介绍与信息技术领域相关的课题。该课程还将为学生选择项目提供指导,了解研究流程以及支持实施系统所需的工具,撰写项目提案和报告。在本课程期间,学生的项目提案需要得到导师的批准。

先修课程:ITS 390,ITS 310,ITS 490。

学分:2。授课学时:30。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 3,4,6-10。

ITS 493:高级信息技术项目 阶段 2

这是课程 ITA492 中开始的毕业项目的延续。本部分的重点在于低级别的设计,实施,测试和质量保证以及项目管理。这个项目的成果应该是通过课程中获取的知识,实现一个显著的信息技术产品。学生必须提供代码,最终报告,并进行展示。

先修课程: ITS 492。

学分:4。授课学时:0。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 12。

C.6 典型的 IT 课程体系:中国

本小节的信息技术专业培养方案由中国计算机科学系开设的信息技术专业管理。

C.6.1 培养目标和特色

该专业旨在培养具有扎实的背景,广泛的知识面,独立的创造力,及具有移动互联网特色的先进计算机科学技术人才。

C.6.2 要求汇总

该专业培养方案包含 26 门计算机科学(CMPC)必修课(89 学分)。其灵活性源于 4 门计算机科学选修课(12 学分),可根据培养目标,选择可以涵盖所选择的 IT2017 补充领域的课程。两门顶点课程安排在大四学年,可以提供大量完整的实践经验。本专业要求 48 门课程,学分分配如下。

要求类型	课程数量	课程	学分
学校要求	9	F101,102,502	7
		F201,202,103A	7
		F403,301,401	2.5
		本区域学分总计	16.5
院系要求(通用)	6	F104A,104B,204A,204B	16
		CMPC102	2
		F402	3
		本区域学分总计	21
院系要求(数学 & 科学)	7	F105A,CMPC104	6.5
		F207,205	6
		F107,206,106	8
		本区域学分总计	20.5
院系要求(专业特定)	26	CMPC101,103,201,202,CMPC203,208,206	25.5
		CMPC 209,301,331,327	10.5
		CMPC 311, 312, 332, CMPC 314, 333, 711,323	20
		CMPC 501,601	5
		4 门 IT 选修课	12
		CMPC 401,402	16
		本区域学分总计	89
总计	48	学分总计	147

C.6.3 中国四年制课程体系范例

CMPC:由计算机系开设。

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第 1 学期			第 2 学期		
F101	马克思主义基本原理	3	F502	思想政治理论与社会实践	1
F102	思想道德修养与法律基础	3	F104B	大学英语 2	4
F103A	体育	1	F106	大学物理实验	2
F104A	大学英语 1	4	F107	大学物理 1	4
F105A	微积分 1	4.5	CMPC104	离散数学	2
CMPC101	程序设计	4	CMPC103	数据结构	4
CMPC102	计算机入门	2	CMPC501	计算机专业综合课程设计 1	2
总学分		21.5	总学分		19

第 3 学期			第 4 学期		
F204A	大学英语 3	4	F202	中国近现代史	2
F201	毛泽东思想理论与社会主义特色理论体系	4	CMPC209	计算机网络原理与实验	4
F205	线性代数	3	F204B	大学英语 4	4
F205	大学物理 2	2	F207	概率与数理统计	3
CMPC201	计算机系统	5	CMPC206	操作系统原理	4
CMPC202	面向对象程序设计	3	CMPC208	数据库系统:设计与开发	3
CMPC203	数据库系统原理	2.5	CMPC601	计算机专业综合课程设计 2	3
总学分		23.5	总学分		23

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第 6 学期			第 7 学期		
F301	体能测试 1	0.5	CMPC327	IOS 移动应用开发	3
CMPC301	软件工程基础	2.5	CMPC314	跨平台脚本开发技术	3
CMPC311	智能终端和移动应用开发	3	CMPC333	JAVA EE 架构与应用开发	3
CMPC312	物联网技术与应用	3	CMPC323	软件开发指南	2
CMPC331	高级 JAVA 程序设计	3	ITC * * *	IT 选修课 1	3
CMPC332	编程语言原理与编译器	3	CMPC711	移动互联网应用开发实践	3
总学分		15	总学分		17

第 7 学期			第 8 学期		
F401	体能测试 2	1	F403	当代局势与政治	1
CMPC401	毕业实习	4	CMPC402	毕业设计	12
ITC * * *	IT 选修课 2	3	ITC * * *	IT 选修课 4	3
ITC * * *	IT 选修课 3	3			
F402	基本质量实践	3			
总学分		14	总学分		14

C.6.4 信息技术课程框架与中国课程体系范例之间的映射

下表的解释请参照章节 C.1.2。

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
CMPC 101				2-3						
CMPC 102				1						

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
CMPC 103				5-6						
CMPC 501				4						
CMPC 201					4-5					
CMPC 202				4						
CMPC 203			1-4							
CMPC 206					1-4					
CMPC 208			5-7							
CMPC 209	1-5,7									
CMPC 601								1, 9-10	1-2, 4,6	
CMPC 301								1-3		8
CMPC 311		1-5		7			4-7			
CMPC 312	6									
CMPC 331		6		4						
CMPC 332										
CMPC 327		5,7		7			1-3,8			
CMPC 314						4-5				
CMPC 333										12
CMPC 711				7			2-4			
CMPC 323						1-2		5-6		9-10
CMPC 401										1-2
CMPC 402										7,11
包含子领域	1-7	1-7	1-7	1-7	1-5	1-2, 4-5	1-8	1-3, 5-69 -10	1-2, 4,6	1-2, 7-12

C.6.5 中国课程体系-课程概述

CMPC101:程序设计

数据类型和表达式;控制结构(顺序,开关,循环);函数;数组;指针;结构; 文件操作;基本调试技术;常用算法。

先修课程:无。

学分:4。授课学时:48。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 2-3。

CMPC102:计算机入门

关于专业知识和课程的讨论;计算过程和编程;数据处理和信息系统;移动互联网和应用;计算机网络和安全;社会和职业问题。

先修课程:无。

学分:2。授课学时:32。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 1。

CMPC103:数据结构

课题包括数据结构的基本概念;算法的评估方法;数据的逻辑结构(包括线性列表,堆栈,队列,树,图等);数据存储结构(包括序列存储和链表存储);基本操作类型的实现方法;常用的排序算法和搜索算法。

先修课程:CMPC101。

学分:4。授课学时:48。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 5-6。

CMPC501:计算机专业综合课程设计 1

数据类型和表达式;控制结构(顺序,开关,循环);函数;数组;指针;结构; 文件操作;基本调试技术;常用算法。

先修课程:CMPC101,CMPC103。

学分:4。授课学时:48。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 4。

CMPC201:计算机系统

课题包括电脑系统介绍;机器级程序;程序执行机制;存储系统及访问;可执行代码的生成,异常和中断,I/O 和文件操作。

先修课程:CMPC101,CMPC103。

学分:5。授课学时:64。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-PET 4-5。

CMPC202:面向对象程序设计

介绍了计算机,程序和 Java;初级程序设计;对象和类;字符串和文本 I/O;对象思维;继承和多态;异常处理;抽象类和接口;二进制 I/O;泛型,Java 收集框架。

先修课程:CMPC101。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 4。

CMPC203:数据库系统原理

数据库系统管理概述;数据模型;数据库系统的组织;关系型的数据库;关系代数和关系计算;SQL 语言;查询优化。

先修课程:CMPC101。

学分:2.5。授课学时:32。实验学时:16。

覆盖 IT 领域:ITE-IMA 1-4。

CMPC206:操作系统原理

操作系统的作用和目的;进程和线程管理;进程的同步和并发;存储管理:内存管理和虚拟内存;进程调度;I/O 设备管理和文件管理。

先修课程:CMPC101,CMPC103。

学分:4。授课学时:48。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-PET 1-4。

CMPC208:数据库系统:设计与开发

数据库应用程序开发的方法;数据库应用分析与设计方法;通过典型的工具开发数据库应用程序,例如:MS SQL Server,JDBC 和 Eclipse。

先修课程:CMPC203。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-IMA 5-7。

CMPC209:计算机网络原理与实验

计算机网络介绍;网络架构和网络协议;物理层和数据链路层;MAC 子层;网络层;传输层;应用层;网络安全。

先修课程:无。

学分:4。授课学时:48。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-NET 1-5,7。

CMPC601:计算机专业综合课程设计 2

数据库故障诊断与分析;Oracle Listener 配置和管理;Oracle 控制台管理;SCN 和检查点;数据库启动和关闭;数据库空间管理和监测;Oracle 性能优化;SGA 性能优化;数据库物理备份和恢复;物理数据保护配置和管理;综合实践项目。

先修课程:CMPC203。

学分:3。授课学时:0。实验学时:96。

覆盖 IT 领域:ITE-SPA 1,9-10,ITE-CSP 1-2,4,6。

CMPC301:软件工程基础

软件流程;规格和要求分析;软件分析与设计;编程技术和工具;软件检验与确认;软件指标。

先修课程:CMPC101,CMPC102,CMPC302。

学分:2.5。授课学时:32。实验学时:16。

覆盖 IT 领域:ITE-SPA 1-3,ITE-GPP 8。

CMPC311:智能终端和移动应用开发。

移动互联网应用的基础和特征;Android 应用程序基础知识;UI 设计;数据存储;网络应用设计;先进的应用设计(传感器,摄像头,GPS,语音等);图形和游戏;基于 Web 的混合应用设计。

先修课程:CMPC302。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-WMS 1-5,ITE-SWF 7,ITE-UXD 4-7。

CMPC312:物联网技术与应用

IoT 的网络结构;软件和硬件平台及 IoT 的系统组成;云计算;节点传感识别技术,包括射频识别的基本原理;RFID 系统及其典型应用;传感器和检测技术。

先修课程:CMPC 201,CMPC 203,CMPC 206,CMPC 209。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-NET 6。

CMPC331:高级 Java 程序设计

Java 和 XML 的主要特征和基本知识;Java 的面向对象,流处理的特征和方法;

多线程编程;GUI 编程。

先修课程:无。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-WMS 6,ITE-SWF 4。

CMPC 332:编程语言原理与编译器

语法和语义;命名,范围和约束力;扫描和解析;语义分析;控制流程,子程序类型系统;数据抽象和存储管理;强制性,功能性和面向对象的编程范例,编程环境和工具。

先修课程:无。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:无

CMPC327:IOS 移动应用开发

iOS 平台应用程序编程概述;介绍 iOS 架构;objective-C 编程语言;视图和视图控制器;触摸事件处理;界面控件的使用;使用开发工具;数据持久性,多媒体,网络,游戏开发。

先修课程:CMPC 101,CMPC 201。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-WMS 5,7,ITE-SWF 7,ITE-UXD 1-3,8。

CMPC314:跨平台脚本开发技术

JavaScript 基础知识; JavaScript 设计模式;脚本模块化;脚本部署和封装;JavaScript 前端设计;JavaScript 后端设计;Backbone. js;Node. js;解决方案架构;跨平台应用程序。

先修课程:CMPC 101,CMPC 103,CMPC 302。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-IST 4-5。

CMPC333:JAVA EE 架构与应用开发

J2EE 的基本概念;编程技术;服务器级技术(Enterprise JavaBean);客户端技术,网络级技术(Servlet/JSP);EJB 查询语言,数据事务和安全性,封装,部署。

先修课程:无。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-GRR 12。

CMPC711:移动互联网应用开发实践

响应式 UI 设计;网页应用设计;混合应用设计;与后端服务交互;后端服务设计;需求分析和基于环境的移动互联网设计;应用工具; 集成和部署。

先修课程:CMPC 202,CMPC 311,CMPC 314。

学分:3。授课学时:32。实验学时:32。

覆盖 IT 领域:ITE-SWF 7,ITE-UXD 2-4。

CMPC323:软件开发指南

软件开发风险分析;进度管理;工作量分析; 需求分析;代码规范;试验规范;质量保证;沟通管理。

先修课程:CMPC 301。

学分:2。授课学时:32。实验学时:0。

覆盖 IT 领域:ITE-IST 1-2,ITE-SPA 5-6,ITE-GPP 9-10。

CMPC401:毕业实习

参与实际项目的开发研究;学生通过使用获得知识和掌握的工具,负责制作相对独立的子功能模块;可以在校外执行,参加学校或者其他组织提供的实际项目,或者参加导师的研究项目。

先修课程:得到院系的许可。

学分:4。授课学时:0。实验学时:128。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 1-2。

CMPC402:毕业设计

学生需要完成文献翻译,文献调研,开题报告,系统设计与开发,论文的写作与答辩;使学生获得科研能力,系统设计和开发能力,为未来就业奠定基础。

先修课程:得到院系的许可。

学分:12。授课学时:0。实验学时:384。

覆盖 IT 领域:ITE-GPP 7,11。

附录 D　其他背景下的信息技术

附录 D 包含几个范例课程体系,说明在传统的四年制信息技术专业以外的背景下可能实施的信息技术课程体系。由于信息技术是一门相对较新的学科,所以机构有时会在以前建立的学科中提供 IT 相关的学士学位课程。在这种情况下,信息技术学位课程可存在于已经建立的信息系统学位课程中,或已建立的计算机科学学位课程中。信息技术课程可能是计算机科学甚至信息系统课程。另一个背景是在欧洲和澳大拉西亚的常见的三年制本科专业。一些机构甚至可以提供一种机制,使两年制的毕业生返回大学,并在“2 + 2”环境下完成四年制本科学位。

下表总结了本附录中的课程体系范例。可参照此表,区分对应于不同背景的范例。这些范例都不作为规定。

专业类型	国家	附录章节
计算机信息系统本科专业	加拿大	D. 2
应用计算机科学本科专业	美国	D. 3
信息安全与保障工商管理本科专业	美国	D. 4
信息技术三年制本科专业	欧洲	D. 5
2+2 本科专业	美国,加拿大及其它地区	D. 6
通用设计-ICT 课程体系中的一个专业	西班牙	D. 7
三年制信息和通信技术本科专业	南非	D. 8
信息技术本科专业	澳大拉西亚	D. 9
信息技术本科专业	拉丁美洲	D. 10

D. 1　格式和约定

本附录中的大部分课程体系范例都采用共同的格式来描述,其包含以下部分:

6. 专业培养目标及特色的说明
7. 获得学位的要求汇总,展示整体课程体系内容
8. 典型的学生课表范例
9. 课程体系中的 IT 课程到课程体系架构的映射关系

D.1.1 课程学时约定

为了明确课程级别和实施,课程的编号显示了该课程出现在哪一个课程体系中,以及它在该课程体系中的级别。因此,编号为 MTH100 的课程通常在第一年讲授(本科一年级水平)。

同样地,编号为 PHY201 的课程通常在第二年讲授(本科二年级水平);编号为 IT305 的课程通常在第三年讲授(本科三年级水平);而编号为 IT405 的课程通常在第四年讲授。

为了便于比较,所有的课程体系实施方案都按照统一的教育系统的模式呈现,即一个学期包含 15 周的课堂教学与实验。其中包含一周用于考试,放假和阅读的时间。简单起见,我们用"学时"来描述课堂教学和实验时间,通常 1 学时代表 50 分钟。

根据一周内正式教学活动的数量和类型,我们为每一门课程设置了学分,安排如下:

- 课堂教学时间:在教室环境中的教学材料讲解。
  1 学分 = 连续 15 周(含考试周),每周一次 1 学时的课堂教学
- 实验时间:在实验室环境中的正规实验。
  1 学分 = 连续 15 周(含考试周),每周一次 2 学时或者 3 学时的实验课程

下面举例说明如何计算课堂教学和实验的学分,其中 1 学时代表长度为 50 分钟的时间段。

- 学分的课程:
  每周 3 次课堂教学,连续 15 周= 45 课堂学时(包含考试)
- 1 学分的实验课程:
  每周 1 次 2 学时的实验课程,连续 15 周=30 实验学时(包含考试)
  或者 每周 1 次 3 学时的实验课程,连续 15 周=45 实验学时(包含考试)
- 学分的课程,包含每周 2 次课堂教学和 1 次实验课程:
  每周 2 学时课堂教学,连续 15 周=30 课堂学时(包含考试)
  每周 1 次 2 学时或者 3 学时实验,连续 15 周=30 或 45 实验学时(包含考试)
- 学分的项目设计课程
  每周 1 次课堂会议,连续 15 周=15 课堂学时(包含考试)
  每周 2 次 2 学时或者 3 学时的实验,连续 15 周=60 或者实验 90 学时(包含考试)

D.1.2 信息技术课程体系架构到课程范例的映射

每个课程体系范例都包含一个表格,该表格描述了信息技术课程体系架构到混

合课程体系范例的映射关系。表格标题包含了核心领域的名称。表格中行标题是课程编号,列标题是 IT 知识领域。如果表格里某一行中的某一格不为空,那么这一行所对应的课程涵盖了这一列所对应的知识领域中的一个或者多个子领域。例如,GPP 知识领域下的数字 3,4,6-10 代表了这门课涵盖了 ITE—GPP 领域下编号为 3,4,6,7,8,9,10 的子领域。请注意,

- 一门课程可以涵盖同一个知识领域中的多个子领域,也可能涵盖多个知识领域中的子领域。
- 一个子领域可以在多门课程中出现。例如,两门连续的软件基础课程可能都涵盖了 ITE-SWF 中编号为“1”的子领域,因为它们包含了同一观点,但是从两个不同的角度来看。

课程体系范例中的必修课程可能无法涵盖所有的核心和补充知识领域。如何使该信息技术课程体系适用于更大的专业,关键在于如何利用专业选修课和课程体系中的“其他”空间。

D.2 加拿大范例

计算机信息系统本科专业,由加拿大皇家山大学数学和计算机系管理,由其商学院联合开设。

http://www.mtroyal.ca/ProgramsCourses/FacultiesSchoolsCentres/ScienceTechnology/Programs/BachelorofComputerInformationSystems/CurriculumCourses/index.htm

D.2.1 培养目标和特色

该专业旨在培养在商务基础下,熟悉计算机信息技术的毕业生。这是一个由商学院提供的 IT 专业的实例。

D.2.2 要求汇总

该专业的 24 门核心课程包括 15 到 17 门计算机科学课程,及 7 到 9 门商科课程。

这允许学生根据兴趣将他或她的专业偏向于计算机科学或者商科。12 门通用课程包括 1 门数学必修课,1 门商务沟通必修课,和 1 门信息技术职业道德必修课。学生可以另外选择

4 门任意方向的选修课,总计 40 门课程。此外还需要 4 个月的工作经验,该项不计学分。

该专业侧重于编程和系统分析。另外,课程空间应涵盖第 7 至 9 门商科课程以及四个“自由”学生选修课。这样一来,一些核心知识领域会出现在选修课中。这意

味着大多数学生不能接触到所有核心领域的内容。

D. 2. 3　BCIS-建议课表 4 年制(每学期 5 门课程)

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
COMP 1501	程序设计 1：解决问题入门	3	COMP 1502	程序设计 2：面向对象编程	3
	核心商科课程	3	COMP2511	网络 1：客户端开发	3
GNED 11xx	通识教育-层次 1	3		核心商科课程	3
GNED 14xx	通识教育-层次 1	3	MGMT3210	商务沟通	3
GNED 1xxx	通识教育-层次 1	3	MATH1505	数学解惑冒险	3
总学分		15	总学分		15

第三学期			第四学期		
COMP 2503	程序设计 3：数据结构	3	COMP 2531	计算机结构和操作系统	3
COMP 2521	数据库 1：数据建模和查询语言	3	COMP 2541	系统分析	3
	核心商科课程	3		核心商科课程	3
GNED 1xxx	通识教育-层次 1-第 2 或第 3 组	3	GNED 2xxx	通识教育-层次 2	3
GNED 2xxx	通识教育-层次 2	3		学生选修课	3
COOP 0001	工作经验准备	0	COMP 3591	强制性的工作经验	0
总学分		15	总学分		12

第五学期			第六学期		
COMP 3512	网络 2：Web 应用开发	3	COMP 3533	网络与安全	3
COMP 3532	系统管理与维护	3	COMP 3309	信息技术与社会	3

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
	高级商科选修课	3		高级商科或计算机选修课	3
	高级商科选修课	3		高级计算机选修课	3
GNED 2xxx	通识教育-层次 2	3		学生选修课	3
总学分		15	总学分		15
第七学期			第八学期		
COMP 4543	项目管理与质量保障	3		高级计算机选修课	3
	高级计算机选修课	3		高级计算机选修课	3
	高级计算机或商科选修课	3		高级商科选修课	3
GNED	通识教育-层次 3	3		学生选修课	3
GNED	通识教育-层次 3	3		学生选修课	3
总学分		15	总学分		15
高级计算机选修课程					
COMP 3012	机器人技术	3			
COMP3504	程序设计 4:软件工程	3			
COMP 3553	人机交互	3			
COMP 4513	网络 3:高级 Web 开发	3			
COMP 4522	数据库 2:高级数据库	3			
COMP 4535	计算机安全	3			
COMP 4545	信息系统组织	3			
COMP 4555	游戏开发	3			

D. 2. 4　BCIS 到基本课程框架的子域的映射

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
核心										
COMP 1501				1-4						
COMP 1502				2-4			3			
COMP 2503				1-6						
COMP 2511		1-3					3			
COMP 2521			1-4							
COMP 2531					1-5					
COMP 2541								1-4		4,9, 10,12
COMP 3309		7								1
COMP 3512		4-6				1-4				
COMP 3532								7-10		
COMP 3533	1-7									
COMP 4543								4-6		8,10
选修										
COMP 3012		5		4,7	5			5,6		
COMP 3504		5-7		7		3-4	3			
COMP 3553							1-8			
COMP 4513		4-7				2-6				
COMP 4522			5-7							
COMP 4535									1-6,8 13,14	
COMP 4545										1-4, 11,12
COMP 4555		5-7		7		3,4	3			

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
涵盖子域	1-7	1-7	1-7	1-7	1-5	1-6	1-8	1-10	1-6,8 13,14	1-4, 8-12

D.3 应用计算机科学范例

应用计算机科学本科专业,由美国肯尼索州立大学计算机及软件工程学院计算机科学系管理。http://ccse.kennesaw.edu/cs/programs/baacs.php

D.3.1 培养目标和特色

该专业弱化了对数学能力的要求,注重于计算机应用技术。毕业生致力于计算机科学的新兴领域,包括跨其他学科的领域。

D.3.2 要求汇总

该学位要求 9 个学分的数学课程(包含微积分 1),两门连续的实验室科学课程,外语课,两门传统计算机科学课程,两门信息系统课程,以及关于网络开发,社交媒体,数据库, 游戏设计,Linux 操作系统,移动计算,数据仓库,云计算,数据挖掘和机器人技术的 8 门计算机科学应用课程。该专业可以通过规定侧重点与其他学科相结合。该专业不覆盖路由和交换(NET3-5),系统采集和采购(SIA4)知识领域,部分核心知识领域出现在选修课中。这意味着大多数学生不会接触到所有核心知识领域的课程。

D.3.3 BAACS-建议课表 4 年制(每学期 5 门课程)

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
ENGL 1101	写作 1	3	ENGL 1102	写作 2	3
MATH 1113	预备微积分	4	MATH 1190	微积分 1	4
IS 2200	信息系统与通信	3	FL 1002 or COM 1100	外语或人际沟通	3

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
KSU 1XXX	一年级研讨会	0-3	区域 E	社会科学	3
ACST 2301	解决问题和数字游戏设计	3	CS 1301	程序设计原理 1	4
总学分		13-15	总学分		17

第三学期			第四学期		
IS 3260	Web 开发 1	3	MATH 1107	统计学入门	3
ACST 3150	NET 框架编程	4	CS 3410	数据库系统入门	3
区域 D	实验室科学	4	区域 D	实验室科学	4
Fl 2001	外语	3	FL 2002	外语	3
区域 C-2	世界艺术与文化	3	ACST 3540	社会媒体与全球计算	3
总学分		17	总学分		16

第五学期			第六学期		
区域 E	社会科学	3	ECON 1000	当代经济问题	2
Concentration	核心课程	3	Concentration	核心课程	3
区域 C-1	世界文学	3	Concentration	核心课程	3
ACST 3510	计算机结构与机器人技术	3	ACST 3530	Linux 操作系统与网络	3
区域 E	社会科学	3	ACST 3330	数据结构和数据库应用	3
总学分		15	总学分		14

第七学期			第八学期		
Concentration or Elect	必修核心课程或专业选修课	3	自由选修课		3
Concentration	核心课程	3	Concentration	核心课程	3
区域 E	社会科学	3	ACST 4620	计算机安全	3

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
ACST 3710	数字游戏设计	3	ACST xxxx	专业选修课	3
ACST xxxx	专业选修课	3	CS 4850	高级项目	3
总学分		15	总学分		15
选修课程					
ACST 3720	过程和系统建模	3			
ACST 4320	数据仓库与数据挖掘	3			
ACST 4550	基于 Android 的移动计算	3			
ACST 4570	云计算	3			

D. 3. 4 BAACS 到核心课程框架子领域的映射

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
核心										
ACST 2310				1,3			1			
ACST 3150				3,4,7			2,3			
ACST 3330			4	5,6		2		2,3,5		
ACST 3510					1-5	3		5,6		
ACST 3530	1,2,6,7					4,5		7-10		
ACST 3540		7				3,6	4,5		7,12	7,9,10
ACST 3710		4,5		2,4,7		3				

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
ACST 4620		6							1-6, 8-11, 13,14	
CS 1301				1-4						
CS 3410			1-5,7							
CS 4850										8,11
IS 2200						1			1	1-6,9, 10,12
IS 3260		1-3								
选修										
ACST 3720			3				4-8	1,5,6		
ACST 4320			6							
ACST 4550		1,4,5		4,7						
ACST 4570						3,4				
涵盖子域	1,2, 6,7	1-7	1-7	1-7	1-5	1-6	1-8	1-3, 5-10	1-14	1-12

D.4 信息安全与保障工商管理本科专业范例

信息安全与保障工商管理本科专业,由美国肯尼索州立大学商学院的信息系统系管理。http://coles.kennesaw.edu/programs/undergraduate/information-security-assurance.php

D.4.1 培养目标和特色

信息安全与保障(BBA-ISA)工商管理本科专业旨在培养精通技术,有商业头脑的信息安全专业人士,能够应用政策,教育和技术解决方案来保护信息资产免受各个方面的威胁,并管理与现代信息使用相关的风险。信息安全是通过应用政策,技术,教育和意识来保护传输,存储或处理过程中信息的机密性,完整性和可用性。信息保障涉及通过确保可用性,完整性,身份验证,机密性和不可否认性来保护和维护

信息和信息系统的信息操作。该专业跨越了这两个领域的方法来保护组织中的信息。

D.4.2 要求汇总

该学位要求几门商科和营销课程,6 学分的数学课程,包括初级应用微积分或微积分 I,两门连续的实验科学课程,两门信息系统课程,以及关于操作系统,客户端/服务器安全性,网络和业务连续性的 10 门信息安全和保障的课程。相比 IT 模型,该专业更注重网络安全。

因此,一些必要的领域只是被部分涵盖。选修课程涵盖更多的信息安全和保障的内容。这意味着大多数学生,除非他们参加 IT/IS/CS 选修课程,否则将不会接触到所有的集成系统技术,用户体验设计,及 Web 和移动系统的核心领域内容。

D.4.3 BAA-ISA-建议课表 4 年制(每学期 5 门课程)

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
ENGL 1101	写作 1	3	ENGL 1102	写作 2	3
MATH 1111, 1112, or 1113	大学代数或三角函数/预备微积分	3	MATH 1160, 1190, or 2202	初等应用微积分/微积分 1 或 2	3-4
ECON 1000	当代经济问题	2	ACCT 2100	财务会计入门	3
区域 D2	实验室科学课程	4	ECON 2100	微观经济学原理	3
KSU 1XXX	一年级研讨会	0-3	Area D2	科学过程-第二分组中的课程	3
总学分		12-15	总学分		15-16

第三学期			第四学期		
ACCT 2200	管理会计入门	3	BLAW 2200	企业的法律和道德环境	3
ECON 2200	宏观经济学原理	3	区域 C1	世界文学	3
ECON 2300	商业统计学	3	区域 C2	世界艺术与文化	3

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
IS 2200	信息系统与通信	3	HIST 1100, 1111,或 1112	世界史	3
BUSA 2150	专业与事业探索	0	POLS 1101	美国政府	3
总学分		12	总学分		15

第五学期			第六学期		
ISA 3100	信息系统管理	3	ISA 3200	网络安全	3
ISA 3010	安全脚本编程	3	ISA 3300	全球环境下的信息安全管理	3
ISA 3210	客户端系统安全	3	ISA 4xxx	专业选修课	3
BUSA 3150	发展事业基本要素	0	FIN 3100	金融学原理	3
ECON 3300	应用统计学和最优化建模	3	MGT 3100	管理和行为科学	3
		3	WELL 1000	健康生活基础	3
总学分		15	总学分		18

第七学期			第八学期		
ISA 4200	周边防御	3	ISA 4820	信息安全和保障,方案与策略	3
ISA 4220	服务器系统安全	3	MGT 4199	策略管理	3
BUSA 4150	走向成功	0	ISA 4xxx	专业选修	3
HIST 2111 or 2112	美国历史	3		商科选修课	3
MGT 3200	运筹学	3		商科选修课	3
MKTG	市场原理	3		非商科选修课	3
总学分		15	总学分		18

D.4.4 BAA-ISA 到核心课程框架子领域的映射

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
核心										
BLAW 2200		7								5-7
BUSA 2150										2,8,11,12
IS 2200						1			1	1-6,9,10,12
IS 3100			1-2					1-6		
ISA 3010				1-7		5-6				
ISA 3100									1-10	
ISA 3200	1-7									
ISA 3210		6			1-4			7-11		
ISA 3300									12-14	3-5
ISA 4200									3-4,11-14	
ISA 4220								7-11		3-5,13
ISA 4820										4,6,8,9,10
MGT 3100										5-6
MGT 3200							1,2,7			
MGT 4199										8-10
涵盖子域	1-7	6,7	1-2	1-7	1-4	1,5-6	1,2,7	1-11	1-14	1-11

D.5 三年制本科范例(根据欧洲和类似地区,如新西兰)

信息技术本科专业,全球范例,主要基于由日内瓦 IT 研究所和新西兰奥塔哥理工学院开设的示范课程体系。

http://www.giti-edu.ch/en/home/

http://www.op.ac.nz/

D.5.1 培养目标和特色

该本科专业旨在从多方面培养信息技术(IT)毕业生,成为计算机专业人士,使用 IT 来成为更好的科学家,或者让自己更好地了解当今许多职业背后的技术。越来越多的雇主认为 IT 资格是学术上圆满的标志。IT 驱动创新,如人类基因组计划,疫苗研究,环境建模。重要的 IT 领域包括网络安全,移动计算,云计算和数据分析。独立就业市场调查显示,企业对毕业生的需求,以及薪水正在上升,并对人才的短缺表示担忧。

该专业的一个主要目标是通过加强对实际的考虑来响应行业和市场的需求。世界上各个行业,组织和企业都依赖于计算机技术,该行业的从业资格将为您在海内外创造许多的就业机会。目前,IT 职位比毕业生多得多,雇主极度渴望对行业有深刻了解并且愿意继续开发新技能的人才。毕业生可以成为 Web 开发人员,系统管理员,软件开发人员,程序员,业务分析师,数据库管理员或计算服务经理等等!

D.5.2 要求汇总

该学位课程所需的技能包括良好的沟通能力,技术能力以及规划,组织和解决问题的能力。所有学生都会接受个人评估,以确保他们符合学位层次的入学要求,并且必须达到所要求的数学水平。如果英语不是学生的第一语言,申请人必须表现出相当于雅思(学术)综合得分 6.0 的英语能力,且没有单科得分小于 5.5。欧洲许多学校以及澳大利亚和新西兰的所有学校均提供英语授课专业。

IT 课程或模块通常相当于每周三到四学时的面授课时。全日制专业通常由每学期四个或五个模块组成,或者每年十个模块。在平均的一周内,学生通常完成 15 至 16 小时有指导的学习,另外还要完成 15-20 小时的自主学习,完成作业和阅读。

该专业的主要要求包括大约 30 个模块或课程,其中最多 10 门课程可以从相关领域选择,如可视化,计算机图形学,数据分析,物理计算和交互设计工作室。最终有四到六个月的实践项目,大多由四名学生组队完成。

每个模块包含个人训练或监督训练期。最终的项目是 100%的实践。如果考试

未通过,可以进行第二次考试。

D.5.3 一般示例:典型 3 年制课表(每年 10 门课程,6 个学期)

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
COMP 1101	专业实习	3	COMP 1013	TCP/IP 与网络	3
COMP 1021	MS-Office 1 或 ECDL	3	COMP 1023	VB. NET 1	3
COMP1022	程序设计入门	3	COMP 1032	任务分析与 Web 设计	3
COMP 1031	HTML 编程	3	COMP 10 * *	IT 选修课	3
COMP 1033	层叠样式表	3	COMP 10 * *	IT 选修课	3
总学分		15	总学分		15

第三学期			第四学期		
COMP 2011	MS 交换服务器	3	COMP 2023	Java 1	3
COMP 2013	路由与交换	3	COMP 2012	Linux	3
COMP 2021	MS-Office 2	3	COMP 2031	Joomla	3
COMP 2022	C++ 1	3	COMP 2034	多媒体与用户界面	3
COMP 2033	Web 服务器	3	COMP 20 * *	IT 选修课	3
总学分		15	总学分		15

第五学期			第六学期		
COMP 3011	电信	3	COMP 3013	虚拟机技术	3
COMP 3012	系统安全	3	COMP 3021	SQL/MySQL	3
COMP 3022	VB. NET 2	3	COMP 3032	PHP 编程	3
COMP 3031	JavaScript	3	COMP 30 * *	IT 选修	3
COMP 3023 or COMP3024	C++ 2 或 Java 2	3	COMP 3100	最终项目	3
总学分		15	总学分		15

D.5.4 本课程体系到核心课程框架子领域的映射

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
COMP 1011							1,8			1-12
COMP 1013	1-7									
COMP 1021				1-2						
COMP 1022				1-4						
COMP 1023					1-4					
COMP 1031				1-4						
COMP 1032		1-4					2,3, 4,7			
COMP 1033								1-2		
COMP 2011						1-6			1-3	
COMP 2012					1-5					
COMP 2013	4-7					1-3				
COMP 2021				1-3						
COMP 2022				1-7						
COMP 2023				1-7						
COMP 2031			1-3					1-3		
COMP 2033		1-7								
COMP 2034		3-5					2,3, 5,6			
COMP 3011	6-7									
COMP3012							1,8		1-14	
COMP 3013					3-5					
COMP 3021			4-7							

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
COMP 3022					1-5					
COMP 3023				4-7						
COMP 3024				4-7						
COMP 3031				2-4						
COMP 3032				2-4						
COMP 3100										
涵盖子域	1-7	1-7	1-7	1-7	1-5	1-6	1-8	1-3	1-14	1-12

D.6 2+2 本科专业范例

在北美的一些司法管辖区,机构已经制定了方案,允许已经毕业于两年制本科专业的学生(美国副学士学位,加拿大文凭)将他们在两年制专业中完成的课程转到四年制专业。理想情况下,学生能够在额外的两年内完成四年制学位。乍一看,这似乎很容易。学生已经在机构 A 完成了两年,所以他们只需要在 B 机构学习第三年和第四年。然而,事实证明这不是那么简单。

两年制专业(机构 A)中通常有几门可以满足第三,甚至第四年要求的课程。这些高级课程的空间由以下几个组合构成:提供较少的通识教育课程,减少数学,或者提供偏重于应用课题,减少基础课题的计算机课程。结果是,学生在第一年和第二年中没有接受学位所要求的所有课程,而其已接受的一些计算机课程并不能很好地映射到学位要求的课程。为了克服这些问题,机构 B 必须进行调整。学生可能需要额外的课程来弥补之前的不足,从而导致该专业需要更长的时间来完成。有时,可能需要修改学位要求才能使学生及时毕业。

下面的例子显示了两年制专业的课程如何映射到四年制学位。

D.6.1 培养目标和特色

本专业提供信息技术学士学位,其拥有广泛的基础和选修课程,允许精通 IT 若干领域中的任意一个领域。由社区大学提供的副学士学位的专业要求,代表学士学位的前两年,与大学的专业紧密相连。

D.6.2 要求汇总

下面的例子展示了学位的核心要求。学生在社区大学参加了前两年的课程,学分转入该生将完成学位的大学。同时,该生从社区大学获得副学士学位。在大学完成后续两年学习后,该生将获得学士学位。该专业的前两年几乎没有选修课。在接下来的两年中,学生可以挑选一个重点领域来完成选修课。

D.6.3 一般示例:典型 2+2 课表(副学士学位水平 4 个学期,学士学位水平 4 个学期)

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
MTH 111	大学代数	3	EC 201	经济学原理	3
COMM 111	公众演讲	3	CIS 278	数据通信概论	3
WR 121	英语写作	3	CIS 133	C#. NET 编程入门	3
CIS 145	微型计算机硬件	3	BA 206	管理学基础	3
SC xxx	实验室科学选修课	3	WR 227	科技/专业写作	3
总学分		15	总学分		15

第三学期			第四学期		
CIS 275	关系数据库 &SQL	3	CIS 288	微软网络管理	3
CIS 244	系统分析	3	PSY 201	人文选修课	3
CIS 233	C#. NET 编程 2	3	COMM 215	小组交流	3
BA 211	会计学原理	3	CIS 245	项目管理	3
MTH 244	统计学	3	ELEC	选修课	3
总学分		15	总学分		15

在理想情况下,所有的学分可以从两年制机构(机构 A)转入四年制机构(B 机构),学生以“大三”的状态开始。其余两年的课程,5-8 学期,作为 4 年制专业的后两年的课程。

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第五学期			第六学期		
ACC 325	金融学	3	BUS 457	商业研究方法	3
BUS 356	商务演讲	3	HUM xxx	人文选修课	3
WRI 350	文档制作	3	ELEC	专业选修课	3
BUS 226	商业法	3	ELEC	专业选修课	3
ELEC	专业选修课	3	ELEC	专业选修课	3
总学分		15	总学分		15
第七学期			第八学期		
MGT 461	精益六西格玛管理	3	MIS 498	高级项目	3
MIS 496	高级项目管理	3	BUS 478	战略管理	3
PSY 347	组织行为学	3	PHL 342	商业道德	3
ELEC	专业选修课	3	ELEC	专业选修课	3
ELEC	专业选修课	3	ELEC	专业选修课	3
总学分		15	总学分		15

D.6.4 本课程体系到核心课程体系框架子领域的映射

下表展示了前两年的 IT 课程如何映射到 IT2017 的内容。

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
前两年										
CIS 145					1-4			1-3		
CIS 278	1-7									
CIS 133				1-4						
CIS 275			1-7							
CIS 244								1-6		8-10, 12
CIS 233		1-2		1-7		1-2	1-3			

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
CIS 288	6-7					5			1-3,8, 12-14	
CIS 245										1-4,6, 8-12
涵盖子域	1-7	1-2	1-7	1-7	1-4	1-2,5	1-3	1-6	1-3,8, 12-14	1-4,6 8-12

D.7 通用设计-ICT 课程体系中的一个专业

基于计算机和电信课程计划中的一个由西班牙开设的专业。

D.7.1 培养目标和特色

这个课程范例的主要目标是让西班牙 ICT 专业人士获得在日常工作中适用于“通用无障碍”和“通用设计”(D4ALL)原则的技能和知识(能力)。当潜在用户是有特殊需求的人(老年人,残疾人等)时,这些能力尤其重要。

这个例子的主要来源是由 Abascal 等人为西班牙基金会 ONCE 和 Coordinadora del Diseño para Todos 设计的“计算机和远程教育本科专业”。因此,本课程教授 ICT 产品和服务的设计,使所有人都可以使用它们。这包括子孙后代,无论年龄,性别,能力,文化背景或所需的辅助技术。它提供平等的机会,使访问,使用和理解通信环境的任何部分尽可能地具有极大的独立性。因此,它适用于 D4ALL 的概念。

D.7.2 要求汇总

这个例子展示了将专注于“通用无障碍”和 D4ALL 的特殊课程加入到现有的本科专业中。由于这涉及欧洲模式,这个西班牙的例子将需要大约四年的时间才能完成。也就是说,除了按欧洲学制的三年学习时间,还需额外加上一年的时间来获得该专业的学士学位。

该课程体系的附加组成部分的细节被安排成了专题(强制和选修)模块组。

(a) 前三个模块可以出现在关于“D4ALL 和以用户为中心的评估”的课程或者分组中

(b) 接下来三个模块可以出现在关于“接口,支持技术和 Web 应用程序”的分

组中

(c) 最后四个模块形成了另外一个关于“D4ALL 高级知识及其使用”的分组。

上述安排建议了学生学习的顺序;每组中的模块顺序为下一节(D.7.3)中建议的顺序提供了建议。

这些教学模块涵盖不同大小和复杂性的课题。按照欧洲委员会建立的欧洲学分迁移和累积系统(ECTS)框架,模块的大小为 1 或 2 个 ECTS。欧洲模式中 1 个 ECTS 等价的学分代表 150 个学时,可分为 30 学时的理论课,30 学时的实践或实验室工作以及 90 个学时的个人学习。此外,模块可分为两种类型:必修模块,总计 12 个 ECTS 学分,以及选修模块,总计不超过 6 个 ECTS 学分。这里提出的例子代表了普遍的建议,如欧洲终身学习资格框架(EQF),欧洲职业教育与培训学分系统(ECVET),还有欧洲社区教育和培训指南中的类似建议,以及任何相关的西班牙法规。

D.7.3 模块安排建议,3~4 年的本科课程内教授

模块分组(a):D4ALL 和以用户为中心的评估。

模块	名称	类别	学分	目标
1	通用设计(D4ALL)和目标用户组	C	2	人口统计,用户偏好和需求,D4ALL 的好处。 目标群体多样性;D4All 的原则和用户参与
2	以用户为中心的设计	C	2	以用户为中心的设计流程原理和方法,包括 D4ALL 支持以用户为中心的设计和 D4ALL 进程的方法。
3	用户评估系统	C	2	以 D4All(可用性和可访问性)评估用户界面 专家和用户自动评估界面的方法。

模块分组(b):接口,支持技术和 Web 应用程序。

模块	名称	类别	学分	目标
4	用户界面	C	2	设计满足广泛用户和使用情况的界面,包括新的用户范例。 最先进的,创新用户界面设计方法和 D4All。

续表

模块	名称	类别	学分	目标
5	辅助技术	C	2	AT 和 D4All 的可访问性障碍。 在有具体需求的人的特定环境中适当的 AT。 深入了解 AT 与 ICT 之间的互操作性。。
6	Web 应用程序	C	2	构建通用 Web 应用程序的原理和方法 可访问和可用的 Web 应用程序设计方法和指南。

模块分组(c):D4ALL 高级知识及其使用。

模块	名称	类别	学分	目标
7	道德,法规及隐私	E	1	道德,法规及隐私保护 事件,道德和隐私保护的良好实践
8	公司和 tabor 的关系	E	2	在公司内实施 D4All 企业社会责任。 通过 D4All 建立成功商业模型的技术和方法
9	电子消费品和游戏	E	2	电子消费品和游戏中的 D4All 在电子消费品和游戏中实现 D4All 和“通用无障碍”的方法和技术。
10	后端技术	E	1	支持终端用户 ICT 服务的可用性和可访问性的后端技术。

D.7.4 具体能力

在该学术模型下获得的具体能力如下:

SC.1. 应用 D4All 来开发新 ICT 的能力。

SC.2. 将通用无障碍性引入现有 ICT 设备和系统的能力。

SC.3. 能够认识到 ICT 中支持技术对 D4ALL 的需求。

SC.4. 能够对可访问性应用所需的规定。

	具体能力	发展这些能力的模块
SC. 1	应用 D4All 来开发新 ICT 的能力	1,2,3,4,6,8,9,10
SC. 2	将通用无障碍性引入现有 ICT 设备和系统的能力	1,2,3,4,6,8,9,10
SC. 3	能够认识到 ICT 中支持技术对 D4ALL 的需求	1,2,3,5,7
SC. 4	能够对可访问性应用所需的规定	3,5,6,7,8

此外,所有这些都有助于跨界能力 TC1:可持续发展和社会承诺:意识到并了解福利社会典型经济和社会现象的复杂性;使福利与全球化和可持续性相关联的能力;以平衡兼容的方式使用技术,科技,经济和可持续性的能力。

D. 8 三年制信息和通信技术本科范例

信息和通信技术本科专业由南非德班理工学院会计和信息学院信息技术系开设。http://www. dut. ac. za

D. 8. 1 培养目标和特色

信息和通信技术学士(BICT)的目的是为学生提供探索广泛 ICT 领域的机会,使毕业生具有一系列重要 ICT 领域的知识和技能,在 ICT 领域中得到终生的事业。

BICT 学位的理论观点及其实践方向旨在发展 ICT 行业高度需求的技术知识和技能。本专业的毕业生熟悉当前的 ICT 问题和标准,并能从技术角度,从组织角度,和从社会角度理解和预测 ICT 演进。

本专业旨在培养具有信心,团队精神,无论是在当地环境还是在全球视野下,对社会和组织需求的敏感的 ICT 毕业生。它还力求发展必要的基础知识和技能,为学生进行下一步的研究生学习做准备。

D. 8. 2 要求汇总

该专业的主要入学要求是拥有南非高中证书(国家高级证书,高级证书或国家职业证书)或南非资质认证局(SAQA)认定的等价资格。国家高级证书持有人必须 50%通过数学和英语,以及以下科目中的至少一科:物理科学,信息技术,会计和工程设计。高级证书持有者必须至少 50%通过数学,英语以及以下科目中的至少一科:物理科学,信息技术和会计。职业国家证书持有人必须至少 60%通过包括英语和数学在内的三个基本科目,至少 70%通过与信息技术领域相关的 4 个职业科目。获得这种资格的其他形式包括对工作经验,年龄和成熟度,或者是对先前学习的

认可。

上述入门要求旨在确保未来学生在进入本专业之前具备必要的数学和沟通能力,并且能够对自己的学习负责。

这是一个三年制的专业,其中的所有模块需要相当于每周四至五学时的面授时间,为期一学期,约十五周。一学年包含两个学期;该专业的前四个学期中,每个学期都有五个模块,但最后两个学期中,每学期只有四个模块。该专业的所有模块都是必修的,除了一个第三年的模块,学生可以从各种计算领域(如:机器智能,图形,并行和分布式计算)中选择一门课程,这里仅举几例。该专业包含一个专注于行业曝光的模块,出现在最后一个学期,以及一个三年级的项目,贯穿最后一年的第一和第二学期。

该专业总体的关注点在计算机上,具体在信息技术方面。但这一事实并不能免除该专业学生对来自其他领域的通用教育模块的学习,例如沟通,创业,法律,组织行为,这里只给出了部分例子。该专业包括总计二十八(28)个模块,其中大约四分之三来自于计算机,其余四分之一来自于其他领域。

D.8.3 典型3年制课表(前两年每年10门课程,第三年8门课程)

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
CMPT 1011	计算机数学 1A	3	CMPT 1012	计算机数学 1B	3
CMPT 1014	计算机入门	3	CMPT 1016	系统基础	3
CMPT 1015	软件开发基础	3	CMPT 1013	离散结构	3
BSNS 1011	商务基础 1A	3	BSNS 1012	商务基础 1B	3
CMNU 1011	人际交往与自我	3	CSED 1011	栋梁教育	3
总学分		15	总学分		15

第三学期			第四学期		
CMPT 2012	程序设计语言	3	CMPT 2011	算法和数据结构	3
CMPT 2013	网络和操作系统	3	CMPT 2014	计算机组织和结构	3
CMPT 2015	系统分析和设计	3	CMPT 2016	信息管理	3
OGBV 2011	组织行为学	3	CMPT 2017	信息保障与安全	3
LAWL 2011	生存法则	3	ETRP 2011	创业课程	3
总学分		15	总学分		15

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第五学期			第六学期		
CMPT 3011	项目 3A	6	CMPT 3012	项目 3B	6
CMPT 3014	基于平台的开发	3	CMPT 3013	行业曝光	3
CMPT 3015	集成编程与技术	3	CMPT 3017	社会与专业问题	3
CMPT 3016	软件工程	3	CMPT 302 *	计算机选修课	3
总学分		15	总学分		15
选修课					
CMPT 3021	Web 系统和技术	3			
CMPT 3022	人机互动	3			

D.8.4 该课表到基本课程框架的子域的映射

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
CMPT 1011										
CMPT 1012										
CMPT 1013										
CMPT 1014				1-3						
CMPT 1015				4						
CMPT 1016					1,3,5					
CMPT 2011				5						
CMPT 2012				6-7						
CMPT 2013	1-7				2					
CMPT 2014					4					
CMPT 2015								1-5		
CMPT 2016			1-7							

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
CMPT 2017									1-14	
CMPT 3011										1-3
CMPT 3012										7-9
CMPT 3013										10-12
CMPT 3014		1-4				5-6				
CMPT 3015						1-4				
CMPT3016								6-10		
CMPT 3017										4-6
选修										
CMPT 3021		5-7								
CMPT 3022							1-8			
涵盖子域	1-7	1-7	1-7	1-7	1-5	1-6	1-8	1-10	1-14	1-12

D.9 澳大利亚信息技术本科范例

由澳大利亚昆士兰大学工程、建筑与信息技术学院开设。

http://www.eait.uq.edu.au/

D.9.1 培养目标和特色

学生学习信息和通信技术(ICT)的原因有很多-成为计算机专业人士,使用 ICT 来成为更好的科学家,或者让自己更好地了解当今许多职业背后的技术。雇主越来越多地将 ICT 资格视为学术全面性的证明。ICT 驱动创新,如人类基因组计划,疫苗研究,环境建模。ICT 领域包括网络安全,移动计算,云计算和数据分析。独立就业市场调查显示,对毕业生的需求随着薪金一起升高;企业担心人才短缺。

3 年,48 个单位。学生必须完成以下任一项:

1. 无专业 IT 本科,包括:

a. A 部分至少 18 个学分;

b. B 部分至少 6 个学分,B1 部分至少有 1 个课程;

c. C 部分至少 8 个学分;

d. 其余为来自 D 部分的选修课。

2. 单专业 IT 本科,包括:

a. A 部分至少 18 个学分;

b. E 部分某一个标题下的 14 个学分;

c. 其余为来自 B,C 或者 D 部分的选修课。

3. 两个单专业 IT 本科,包括:

a. A 部分至少 18 个学分;

b. E 部分某一个标题下的 14 个学分;

c. E 部分另一个标题下的 14 个学分;两个专业的必修课程必须为来自 B 或 C 部分的课程;

d. 其余为来自 B,C 或者 D 部分的选修课。

4. 双专业 IT 本科,包括:

a. A 部分至少 18 个学分;

b. F 部分某一个标题下的 24 个学分;

c. 其余为来自 B,C 或者 D 部分的选修课。

d. 级别 1 的课程不超过 20 个学分。

A 部分——7 门必修课程,每门 2 个学分:

- 软件工程介绍;
- 设计思维;
- 网页设计简介;
- 设计计算工作室 I-互动技术;
- 设计计算工作室 2-测试与评估;
- 信息系统介绍;
- 离散数学。

加上至少 4 个学分来自:

- 设计计算工作室 3-提案(2 个学分);
- 设计计算工作室 3-构建(2 个学分);
- 计算机系统与软件工程特别项目(4 个学分)。

B1 部分——2 门课程,每门 2 个学分:

- 大型程序设计;
- 关系数据库系统;

B2 部分——7 门课程,每门 2 个学分:

- 计算科学中的数值方法;
- 计算机系统简介;
- 计算机系统原理与编程;

- 图形设计；
- 数字样机；
- 人机交互；
- 生物信息学简介。

C 部分——高级选修课 15 门课程，每门 2 个学分：

- 信息分析与系统设计；
- 操作系统架构；
- 算法和数据结构；
- 人工智能；
- 信息安全；
- 计算机网络 1；
- 可视化，计算机图形和数据分析；
- 高性能计算；
- 软件过程；
- 社会与移动计算；
- 高级数据库系统；
- 网络信息系统；
- 面向服务的架构；
- 科学计算：先进技术与应用；
- 运筹学与数学规划。

1 门 4 学分的课程：物理计算与互动设计工作室。

D 部分——其他选修课（每门 2 个学分）：

- 基因，细胞与进化；
- 遗传学；
- 基因组学与生物信息学；
- 高级生物信息学；
- 电子商务系统与策略；
- 商业信息安全；
- 科学与工程化学；
- 电气系统简介；
- 研究实践介绍：大问题；
- 数学基础；
- 微积分和线性代数 1；
- 微积分和微分方程；
- 微积分和线性代数 2；

- 线性与抽象代数与数理论；
- 离散数学 2；
- 数学生物学；
- 电磁学与现代物理学；
- 科学理论与实践；
- 概率与统计；
- 统计建模与分析。

偶尔提供的课程，特别专题（每门课程 2 个学分）：

计算机科学（6 门课程）；

软件工程（2 门课程）；

设计计算（4 门课程）。

E 部分——专业选择（系列课程，共计 14 个学分）：

- 计算机系统与网络（14 个学分）；
- 软件设计（14 个学分）；
- 软件信息系统（14 个学分）；
- 用户体验设计（14 个学分）；

F 部分——双专业（系列课程，共计 24 个学分）：

- 软件信息系统（同部分 E，14 个学分）；
- 企业信息系统（共 10 个学分）。

D. 10 未来的 IT 课程体系：拉丁美洲

信息技术专业由拉美地区信息技术院系管理。

D. 10. 1 培养目标和特色

该专业旨在培养信息学（部分分支）的学士，其培养重点在于信息技术。在拉丁美洲，该学位的名称五花八门，如：工程学，计算机科学，系统科学，科技，信息学或者软件。因此，无法单独剥离出信息技术（IT）这个学位名称。一些基础课程，如：程序设计，由计算机系开设；剩余课程由其他相关院系开设。

D. 10. 2 要求汇总

本报告基于已发表的研究，提出了一个未来适用于拉丁美洲的 IT 专业培养方案。拟议的培养方案包含 6 门计算机（CMP）必修课（22 学分）和 22 门信息技术（IT）必修课（62 学分）。

该方案的灵活性源于 3 门 IT 选修课（9 学分）。两门顶点课程安排在大四学年，

可以提供大量完整的实践经验。学生必须在 IT 中心全日制工作至少 8 周,完成 280 小时以通过实习培训课程。此外,英语在拉美地区学生中并不普及。然而英语是信息技术专业的基础,因为大多数技术文献,在线课程和视频,以及其他在线 IT 资源仅提供英文版,并且英文将继续作为国际商务语言。本培养方案要求 46 门课程,学分分配如下。

要求类型	课程数量	课程	学分
学校要求	8	ENG 140,190,208,203,204	15
		SPN 104,201	4
		ETH 101	2
		本区域学分总计	21
院系要求(总体)	5	COM 207,403	4
		BUS 100,402	4
		ECO 100	2
		本区域学分总计	10
院系要求(数学 & 科学)	5	MATH 113,114,227	12
		STA 111	3
		PH 103	3
		本区域学分总计	18
院系要求(针对专业领域)	28	CMPL 104,106,220	10
		CMPL 140,141,242	12
		ITL 280 300,301,310,315,320,331,340,360,390	34
		ITL 410,412,420,490,491,492,493,438,406,407,439,409	32
		IT 选修课	9
		本区域学分总计	97
总计	46	学分总计	146

D.10.3 拉丁美洲四年制课程体系范例

ITL:由信息技术或相关系开设。

CMPL:由计算机系开设。

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
第一学期			第二学期		
CMPL 104	离散结构	3	CMPL 106	数字逻辑	3
CMPL 140	计算机程序设计 1	4	CMPL 141	计算机程序设计 2	4
MATH 113	微分微积分	4	ITL 280	IT 基础	3
PH 103	大学物理和实验	3	MATH 114	积分微积分	4
ENG 140	英语 1	3	ENG 190	英语 2	3
总学分		17	总学分		17

第三学期			第四学期		
CMPL 220	计算机组织	4	ITL 360	操作系统	4
CMPL 242	数据结构	4	ITL 320	数据库入门	3
ITL 300	人机交互	3	ITL 315	技术支持	3
ITL 301	项目管理	4	STA 111	概率与统计	3
MATH 227	线性代数和微分方程	4	ENG 104	英语 4	3
ENG 103	英语 3	3			
总学分		22	总学分		16

第五学期			第六学期		
ITL 340	计算机网络	4	ITL 420	数据库管理 DBMS	3
ITL 310	网络安全基础	4	ITL 410	IT 安全和风险管理	3
ITL 390	Web 系统	3	ITL 490	学习 & 思考 & 研究	1
ARB 201	说明性写作	2	ITL 409	IT 服务管理和运营	3
COM 207	沟通技巧	2	ETH 101	职业道德	2
ECO 100	工程经济学	2	SPN 104	语言能力	2
ITL 438	商业技术建模	3	ENG 208	科技写作	3
总学分		20	总学分		17
暑期实习					

续表

课程代码	课程名称	学分	课程代码	课程名称	学分
ITL 491	实践培训	1			
总学分		1			
第七学期			第八学期		
ITL 331	n 层架构基础	3	ITL 493	高级信息技术项目 2	4
ITL 412	IT 治理	3	ITL xxx	IT 选修课 2	3
ITL 492	高级信息技术项目 1	2	ITL xxx	IT 选修课 3	3
ITL 406	云计算	4	COM 403	人力资源管理	2
BUS 100	工商管理入门	2	ITL 407	大数据管理	2
ITL xxx	IT 选修课 1	3	BUS 402	技术创业与创新	2
ITL439	质量管理体系	3			
总学分		20	总学分		16

D.10.4 IT 课程体系框架到拉丁美洲课程体系之间的映射

下表的解释请参照章节 C.1.2。

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
CMPL 104										
CMPL 106										
CMPL 140				1-4						
CMPL 141				7						
CMPL 220										
CMPL 242				5-6						
ITL 280	1	1	1		1	1	1	1	1	1
ITL 300							2-8			
ITL 301								2-6		
ITL 310									2-7	

续表

课程 基本领域	NET	WMS	IMA	SWF	PFT	IST	UXD	SPA	CSP	GPP
ITL 315								7–10		
ITL 320			2–4							
ITL 331						2–6				
ITL 340	2–7									
ITL 360					2–5					
ITL 390		2–7								
ITL 406	6–7	2–7								
ITL 407			1–7							
ITL 410									8–14	
ITL 412										2–7
ITL 420			5–7							
ITL 438			3					2–6		4–12
ITL 439								7–10		
ITL 490										6–10
ITL 491										8–11
ITL 492										3,4, 6–10
ITL 493										12
包含子领域	1–7	1–7	1–7	1–7	1–5	1–6	1–8	1–10	1–14	1–12

参考文献

[1] Abascal, J. , Garay, N., Guasch, D.2013.Education on Design for All in Information Systems and Telecommunications Curriculum. Instituto de Mayores y Servicios Sociales (IMSERSO) y Fundación ONCE.

[2] ABET Criteria for Accrediting Computing Programs, 2016 - 2017; http://www.abet. org/accreditation/% 20accreditation - criteria/criteria - for - accrediting - computing-programs-2016-2017/.Accessed 2017 Dec 2.

[3] ABET News.2016.CAC Releases Proposed Criteria Changes for Public Review and Comment (Nov 10, 2016). http://www. abet. org/blog/news/cac - releases - proposed-criteria - changes - for - public - review - and - comment/. Accessed 2017 Dec 2.

[4] ACM Information Technology Competency Model of Core Learning Outcomes and Assessment for Associate-Degree Curriculum, October 14, 2014 http://ccecc.acm.org/files/publications/ACMITCompetencyModel14October201420150114T180322.pdf.Accessed 2017 Dec 2.

[5] ACM Code of Ethics and Professional Conduct; https://www.acm.org/about-acm/acm-code-of-ethics-and-professionalconduct.Accessed 2017 December 2.

[6] ACM Special Interest Group on Computers and Society (SIGCAS); http://www.sigcas.org/.Accessed 2017 Dec 2.

[7] ACM Committee for Computing Education in Community Colleges. Information Technology Classification Mappings; http://ccecc.acm.org/guidance/information-technology/classification-mappings/.Accessed 2017 Dec 2.

[8] Adam, S.2004. Using learning outcomes. A consideration of the nature, role, application and implications for European education of employing "learning outcomes" at the local, national and international levels. UK Bologna seminar 1-2 July, Heriott-Wyatt University, Edinburgh. Scotland.

[9] American Association of Community Colleges; 2015 Community College Fast Facts. https://www.aacc.nche.edu/research-trends/fast-facts/.Accessed 2017 Dec 2.

[10] Association of Information Technology Professionals (AITP), Code of Ethics and Standards of Conduct; http://c.ymcdn.com/sites/www.aitp.org/resource/resmgr/forms/code_of_ethics.pdf.Accessed 2017 Dec 2.

[11] Barr, R.B. and Tagg, J. 1995. From Teaching to Learning: A New Paradigm for Undergraduate Education. Change, 27(5), 12-25.

[12] Barr, V. and Stephenson, C. 2011. Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of computer science education community? ACM Inroads, 2, 1 (May 2011), 48-54.

[13] British Computer Society; http://www. bcs. org/category/5844. Accessed 2017 Dec 2.

[14] Burning Glass Technologies, Labor Insight™: Real-Time Labor Market Information Tool, Special Boston Meeting, slide 4.

[15] Burning Glass Technologies, Labor Insight™: Real-Time Labor Market Information Tool, Special Boston Meeting slide 7.

[16] Burning Glass Technologies, Labor Insight™: Real-Time Labor Market Information Tool, special Boston meeting slide 5.

[17] Biggs, J. 1996. Enhancing teaching through constructive alignment. The International Journal of Higher Education Research, 32, 347-364, Springer Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

[18] Biggs. J. 1999. Teaching for Quality Learning at University-What the Student Does (1st Edition), SRHE/Open University Press, Buckingham.

[19] Bureau of Labor Statistics, U. S. Department of Labor, Occupational Outlook Handbook, 2016-17 Edition, Computer and Information Technology Occupations; https://www. bls. gov/ooh/computer - and - information - technology/home. htm. Accessed 2017 Dec 2.

[20] Bureau of Labor Statistics, U. S. Department of Labor, Occupational Outlook Handbook, 2016-17 Edition, Computer and Information Technology Occupations, on the Internet at https://www.bls.gov/ooh/computer-and-informationtechnology/information-security-analysts.htm. Accessed 2017 Dec 2.

[21] Blythe, T. 1998. The teaching for understanding guide. San Francisco: Jossey-Bass.

[22] Blythe, T, and Perkins, D. 1988. Understanding understanding. In T. Blythe (Ed.), The teaching for understanding guide, 9-16. San Francisco: Jossey-Bass.

[23] Bransford, J. 2000. How people learn: brain, mind, experience, and school. Washington, D.C.: National Academy Press.

[24] Bruner, J.S. 1960. The Process of Education. New York: Vintage.

[25] Brynjolfsson, E. and McAfee, A., 2014: The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. First Edition. New York: W.W. Norton & Company.

[26] Byers, B., Paterson, B., and Hepler, C. 2016. IT2017 Report: Panel Discussion. In Proceedings of the 21st Western Canadian Conference on Computing Education (WCCCE'16).

[27] Career FAQs; http://www.careerfaqs.com.au/news/news-and-views/excellent-communication-skills-what-does-itreally-mean/. Accessed 2017 Dec 2.

[28] The College Board's Advanced Placement Program. 2017. AP Computer Science Principles Course. The College Board, New York.

[29] Committee for Computing Education in Community Colleges (CCECC); http://ccecc.acm.org/. Accessed 2017 Dec 2.

[30] Council of Chief State School Officers. 2013. Knowledge, Skills, and Dispositions: The Innovation Lab Network State Framework for College, Career, and Citizenship Readiness, and Implications for State Policy.

[31] Cearley, D.W., Burke, B., and Walker, M.J., 2016: Top 10 Strategic Technology Trends for 2016. Gartner Research.

[32] China Gorman; http://chinagorman. com/2013/04/16/you - think - we - have - skills-shortages-now-lets-talk-in-2020/. Accessed 2017 Dec 2.

[33] Clear, T. 2017. Thinking Issues: Meeting Employers Expectations of DevOps Roles: Can Dispositions Be Taught? ACM Inroads 8, 2 (May 2017), 19-21; https://doi.org/10.1154/3078298.

[34] Compassess Open Framework, (2017); http://www.compassess-project.eu/wp-content/uploads/2017/02/Compassess _ Open _ framework. pdf. Accessed 2017 Dec 2.

[35] Collins Dictionary; http://www. collinsdictionary. com/dictionary/english/communication-skills. Accessed 2017 Dec 2.

[36] Computer Society of the IEEE, Enterprise IT Body of Knowledge (EITBOK), Skill Frameworks Report, Chapter 1. http://eitbokwiki.org/Enterprise_IT_Skill_Frameworks. Accessed 2017 Dec 2.

[37] CompTIA, Information Technology (IT) Industry & Association; https://www.comptia.org/. Accessed 2017 Dec 2.

[38] CompTIA, A Functional IT Framework, July 2016, p.3

[39] CompTIA, International Technology Adoption and Workforce Trends Study. April 2015.

[40] CompTIA, HR Perceptions of IT Training and Certification, February 2015, p.4.

[41] CompTIA, Mapping the IT workforce; https://www. comptia. org/resources/mapping-the-it-workforce? cid=download-. Accessed 2017 Dec 2.

[42] CompTIA, Building Digital Organizations, February 2017.

[43] Curtis, K.K. 1983. Computer manpower: Is there a crisis? National Science Foundation, Washington D. C.; http://cs. stanford. edu/people/eroberts/Curtis-ComputerManpower/. Accessed 2017 Dec 2.

[44] Deming, D. and Kahn, L. B. 2016. Firm Heterogeneity in Skill Demands; https://scholar.harvard.edu/files/ddeming/files/demingkahn6_3_16.pdf. Accessed 2017 Dec 2.

[45] Diamond, R.M. 2008. Designing and Assessing Courses and Curricula: A Practical Guide, 3rd edition. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.

[46] Dictionary. com; http://dictionary. reference. com/browse/soft + skills. Accessed 2017 Dec 2.

[47] Dictionary.com; http://dictionary. reference. com/browse/teamwork. Accessed 2015 Dec 2.

[48] Dictionary.com; http://dictionary. reference. com/browse/adaptability. Accessed 2015 Dec 2.

[49] Ekstrom, J.J., Dark, M.J., Lunt, B.M., and Reichgelt, H. 2006. A research agenda for information technology: does research literature already exist? In Proceedings of the 7th Conference on Information Technology Education (Minneapolis, Minnesota, USA, October 19-21, 2006). SIGITE '06. ACM, New York, NY, 19-24. DOI= http://doi.acm.org/10.1145/1168812.1168820

[50] Ekstrom, J.J., and Lunt, B.M. 2003. Education at the seams: preparing students to stitch systems together; curriculum and issues for 4-year IT programs. In Proceedings of the 4th Conference on Information Technology Curriculum (Lafayette, Indiana, USA, October 16-18, 2003). CITC4 '03. ACM, New York, NY, 196-200. DOI=http://doi.acm.org/10.1145/947121.947165

[51] Fox, A. and Patterson, D. 2013. "Engineering Software as a Service: An Agile Approach Using Cloud Computing." Strawberry Canyon LLC. First edition. (Kindle Location: 246-250).

[52] Glasgow Caledonian University; http://www. gcu. ac. uk/study/courses/details/index.php/P00280-1FTA-1617/IT%20Management%20for%20Business? loc = uk. Accessed 2017 Dec 2.

[53] Gentile, J.R. 2004. Assessing fundamentals in every course through mastery learning. New Directions for Teaching and Learning, 100, 15-20 (December 2004).

[54] Hargreaves, A. & Moore, S. 2000. Educational outcomes, modern and postmodern

interpretations: response to Smyth and Dow. British Journal of Sociology of Education, 21(1), 27-42.

[55] Hawthorne, E., Campbell, R., Tang, C., Tucker, C., and Nichols, J. 2014: Information Technology Competency Model of Core Learning Outcomes and Assessment for Associate-Degree Curriculum. ACM, New York, NY, USA. DOI = http://dx.doi.org/10.1145/2686614.

[56] Harvard Business Review.2016."The Solution to the Skills Gap Could Already Be Inside Your Company;" https://hbr.org/2016/09/the-solution-to-the-skills-gap-could-already-be-inside-your-company, Eben Harrell, September 27, 2016.

[57] Hislop, G.W., Ardis, M., Budgen, D., Sebern, M. J., Offutt, J., and Visser, W., 2013: Revision of the SE 2004 curriculum model. In Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education (SIGCSE '13). ACM, New York, NY, USA, 383-384; https://dl.acm.org/citation.cfm? doid = 2445196.2445312. Accessed 2017 Dec 2.

[58] IBM Bluemix Educator Guide; https://developer.ibm.com/academic/resources/bluemix-educator-guide/. Accessed 2017 Dec 2.

[59] IEEE Code of Ethics; https://www.ieee.org/about/corporate/governance/p7-8.html. Accessed 2017 Dec 2.

[60] IEEE Society on Social Implications of Technology (SSIT); http://ieeessit.org/. Accessed 2017 Dec 2.

[61] Impagliazzo, J., Conry, S., Hughes, J., Junlin, J., McGettrick, A., Durant, E., Lam, H., Reese, R. and Herger, L., 2016: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Engineering. Technical Report. ACM, New York, NY, USA.

[62] Impagliazzo, J.2015. Curriculum Design for Computer Engineering and Information Technology Workshop, 2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Tallinn, Estonia.

[63] Impagliazzo, J., Sabin, M., Alrumaih, H., and Viola, B. 2016. An information technology competency model and curriculum, 2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), Abu Dhabi, pp.892-895.

[64] Impagliazzo, J., Cuadros-Vargas, E., Escobedo, G. B., Miranda del Solar, J. J., Sabin, M., and Viola, B. 2016. Latin American Perspectives and the IT2017 Curricular Guidelines. In Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE'16).

[65] https://insights.dice.com/2013/01/30/the-5-top-tech-jobs-of-2018/. Accessed 2017 Dec 2.

[66] Investopedia; http://www.investopedia.com/terms/s/soft-skills.asp . Accessed 2017 Dec 2.

[67] Jaakkola, T. 2013. ICT in Finnish education and ICT education in Finland. Materials of the 1st international research seminar of the project "Conceptual framework for increasing society's commitment in ICT" (Tallinn, Nov 14th, 2013). University of Turku.

[68] Jacobs, P., Schlatmann, B., Mahadevan, D., 2017. McKinsey Quarterly, (January 2017); http://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/ings-agile-transformation. Accessed 2017 Dec 2.

[69] Joint Task Force on Computing Curricula, Association for Computing Machinery (ACM) and IEEE Computer Society. 2013. Computer Science Curricula 2013: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Computer Science. ACM, New York, NY, USA.

[70] Joint ACM/AIS MS IS 2016 Task Force. 2016. MSIS 2016: Global Competency Model for Graduate Degree Programs in Information Systems. ACM, New York, NY, USA.

[71] K-12 Computer Science Framework. 2016; http://www.k12cs.org. Accessed 2017 Dec 2.

[72] Kennedy, D., Hyland, Á., & Ryan, N. 2007. Writing and using learning outcomes: a practical guide. Cork: University College Cork.

[73] Kennedy, D., Hyland, A, and Ryan, N. 2009. Learning Outcomes and Competences. Bologna Handbook. Introducing Bologna Objectives and Tools, B 2.3-3, 1-18.

[74] Klink M. van der, Boon, J., and Schlusmans, K. 2007. Competences and vocational higher education: Now and in future. European Journal of Vocational Training No 40-2007/1, 67-82.

[75] Lassnigg, L. 2012. 'Lost in translation': learning outcomes and the governance of education. Journal of Education and Work, 25(3), 299-330.

[76] Lella, A. and Lipsman, A., 2016: The 2016 U. S. Mobile App Report. 2016. comScore, Inc. White Paper, September 2016.

[77] Li, P.L., Ko, A.J., & Zhu, J. 2015. "What makes a great software engineer?" Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering - Volume 1 (pp.700-710). IEEE Press.

[78] Lunt, B.M., Ekstrom, J.J., Gorka, S., Hislop, G., Kamali, R., Lawson, E., LeBlanc,

R., Miller, J. and Reichgelt, H. 2008. Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Technology; https://dl.acm.org/citation.cfm? id =2593311. Accessed 2017 Dec 2.

[79] McKinsey Global Institute. 2017. A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity. McKinsey &Company.

[80] Edinburgh Napier University; http://www. napier. ac. uk/courses/bsc - hons - information-technology-managementundergraduate-fulltime. Accessed 2017 Dec 2.

[81] National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016. Supporting Students' College Success; Assessment of Intrapersonal and Interpersonal Competencies. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17726/24697.

[82] National Science and Technology Council. 2016. Federal Cybersecurity Research and Development Strategic Plan: Ensuring Prosperity and National Security. President's Cybersecurity National Action Plan, White House Office of Science and Technology Policy, Washington, D.C.

[83] Neary, M. 2002. Curriculum studies in post - compulsory and adult education. Cheltenham: Nelson THornes.

[84] Net Development Group (NDG); https://www. netdevgroup. com/content/emc/labs/. Accessed 2016 April 16.

[85] Novinson, M. 2017. Top 15 Moneymaking Certifications for 2017. CRN, The Channel Company. http://www. crn. com/slide - shows/managed - services/300080027/top-15-moneymaking-certifications-for-2016. htm. Accessed 2017 Dec 2.

[86] National Research Council. 2012. Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/13398.

[87] Olson, M. 2016. "A Multilateral Approach to Bridging the Global Skills Gap." Cornell HR Review, 5/8/15, p.1.

[88] Parker, G., Van Alstyne, M.W., and Choudary, S.P. 2016. Platform Revolution. W. W. Norton & Company; 1st. edition

[89] Perkins, D. 1993. Teaching for understanding. American Educator: The Professional Journal of the American Federation of Teachers, 17(3), 8, 28-35, Fall 1993.

[90] Perkins, D., Jay, E., and Tishman, S. 1993. Beyond abilities: A dispositional theory of thinking. Merrill-Palmer Quarterly, 39(1), 1-21.

[91] US Presidential Executive Order on Strengthening the Cybersecurity of Federal Networks and Critical Infrastructure;https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2017/05/11/presidential - executive - order - strengthening - cybersecurityfederal. Accessed 2017 Dec 2.

[92] Polanyi,M.1966.The Tacit Dimension.University of Chicago Press: Chicago.

[93] Reichgelt,H. 2004. Towards a research agenda for information technology. In Proceedings of the 5th Conference on Information Technology Education (Salt Lake City,UT,USA,October 28-30,2004).CITC5 '04.ACM,New York,NY,248-254.DOI= http://doi.acm.org/10.1145/1029533.1029596.

[94] Roberts,E., Lilly, J., and Rollins, B. 1995. Using undergraduates as teaching assistants in introductory programming courses: an update on the Stanford experience.In Proceedings of the Twenty-Sixth SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education (Nashville,Tennessee,United States,March 02-04,1995).C.M.White,J.E.Miller,and J.Gersting,Eds.SIGCSE '95.ACM,New York,NY,48-52.DOI= http://doi.acm.org/10.1145/199688.199716.

[95] Sabin,M.,Viola,B.,Impagliazzo,J.,Angles,R.,Curiel,M.,Leger,P.,Murrilo,J.,Nina H.,Pow-Sang,J.A.,and Trejos,I.2016.Latin American Perspectives to Internationalize Undergraduate Information Technology Education. In the Proceedings of the 2016 ITiCSE Working Group Reports (ITiCSE'16).

[96] Sabin,M.,Snow,P.,and Impagliazzo,J.2016.Towards the Internationalization of Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs.Research Highlights in Technology and Teacher Education 2016. Liu, L. and Gibson, D. (Eds.). Waynesville,NC: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

[97] Sabin,M.,Snow P.,and Viola,B.2016.Industry and faculty surveys call for increased collaboration to prepare information technology graduates.Journal of Computing Sciences in Colleges,31,5 (June 2016),70-78.

[98] Sabin,M.,Peltsverger,S.and Tang,C.2015.Updating the ACM/IEEE 2008 Curriculum in Information Technology (Abstract Only).In Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE '15). ACM,New York,NY,USA,695-695.

[99] Sabin,M.,Alrumaih,H.,Impagliazzo,J.,Lunt,B.M.,Tang,C.,and Zhang,M. 2015.ACM/IEEE-CS Information Technology Curriculum 2017: A Status Update. In Proceedings of the 16th Annual Conference on Information Technology Education (SIGITE '15).ACM,New York,NY,USA,75-76.

[100] Sabin, M., Peltsverger, S., Tang, C., and Lunt, B. M. 2016. ACM/IEEE - CS Information Technology Curriculum 2017: A Status Update. In Proceedings of the 17th Annual Conference on Information Technology Education (SIGITE ´16). ACM, New York, NY, USA, 102-103.

[101] Sabin, M., Alrumaih, H., Impagliazzo, J., Lunt, B., and Zhang, M. 2015: Designing an Information Technology Curriculum Framework to Prepare Successful Graduates in 2025. In Proceedings of the 2015 conference on Innovation & technology in computer science education (ITiCSE' 15). ACM, New York, NY, USA.

[102] Schussler, D.L. 2006. Defining dispositions: Wading through murky waters. The Teacher Educator, 41(4).

[103] Segran, E.2015. Why Top Tech CEOs Want Employees with Liberal Arts Degrees; https://www.fastcompany.com/3034947/why-top-tech-ceos-want-employees-with-liberal-arts-degrees. Accessed 2017 Dec 3.

[104] Shackelford, R., McGettrick, A., Sloan, R., Topi, H., Davies, G., Kamali, R., Cross, J., Impagliazzo, J., LeBlanc, R. and Lunt, B., 2006, March, Computing curricula 2005: The overview report. https://www.acm.org/binaries/content/assets/education/curricula - recommendations/cc2005 - march06final. pdf. Accessed 2017 Dec 3.

[105] Shepard, L.A.2000. The Role of Assessment in a learning Culture. Educational Researcher, 29 (7), 4-14.

[106] Social Gorman; http://chinagorman.com/2013/04/16/you-think-we-have-skills-shortages-now-lets-talk-in-2020/ .Accessed 2017 Dec 3.

[107] Software Engineering Ethics and Professional Practices (SEEPP), Code of Ethics; https://www.acm.org/aboutacm/ code-of-ethics. Accessed 2017 Dec 3.

[108] Stephenson, C. and Malyn - Smith, J. 2016. Computational thinking from a dispositions perspective. The Keyword, Google Education. Accessed July 6, 2017, https://www.blog.google/topics/education/computational-thinkingdispositions-perspective/? m=0.

[109] Timanovsky, Y. and Impagliazzo, J., 2016. EduBits. ACM Inroads, 7, 2 (May 2016), 9-11.

[110] Topi, H., Kaiser, K.M., Sipior, J.C., Valacich, J.S., Nunamaker, J.F., Vreede, G. J.de, and Wright, R., 2010: Curriculum Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems. Technical Report. ACM, New York, NY, USA.

[111] Tucker, A.B.1991. Computing curricula 1991. Communications of the ACM, 34

(6),pp.68-84;http://dl.acm.org/citation.cfm? doid=103701.103710.

[112] Tyler.R.W.1940. Basic Principles of Curriculum and Instruction, University of Chicago Press, Chicago.

[113] University of the West of Scotland; http://www. uws. ac. uk/bscinformationtechnology/.Accessed 2016 April 16

[113] Wiggins, G.P., McTighe, J., and Ebrary, I. 2005. Understanding by design (Expanded second edition). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

[114] Wiggins, G., and McTighe, J. 2011. The Understanding by Design Guide to Creating High-Quality Units. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.

[115] Wiggins, G. 1989. A True Test: Toward More Authentic and Equitable Assessment. Phi Delta Kappa, 72 (May), 703-713.

[116] Williams, S.L., 1997. Information technology: Its impact on undergraduate education in science, mathematics, engineering, and technology. In Report on an NSF Workshop (pp.33).

[117] Wood, D.2016. What is GE Predix Really Building? Forbes Tech; https://www.forbes.com/sites/danwoods/2016/09/28/what-is-ge-predix-really-building/#52018e2d3c5b. Accessed 2017 Dec 3.