

软件工程学术型硕士研究生培养方案优化与实践

刘年生, 杨宝容, 苏锦河, 蔡国榕, 王宗跃

(集美大学计算机工程学院, 福建 厦门 361021)

[摘要] 在智能化时代背景下对高水平软件人才培养方案进行优化与实践, 提升学术型硕士研究生综合能力以应对智能化时代日益复杂的现实问题, 从而满足软件研发对人才能力和素质的要求。通过优化培养方案, 构建人工智能与软件工程学科相结合的课程新体系, 将科技项目研究融汇于研究生培养过程中; 强化培养重点环节的管理与考核, 促进研究生的学术成果产出, 突出学校育人特色; 亟需明确软件工程学科建设目标、改进人才培养方案、合理设置课程、与科研项目相结合, 使得学科成果可满足软件领域卓越人才培养的需求。

[关键词] 软件工程; 智能化时代; 学术硕士培养方案; 办学特色

[中图分类号] G 642

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-6493 (2024) 01-0022-06

以2016年的谷歌AlphaGo战胜世界围棋冠军李世石、2018年OpenAI发布的GPT (Generative Pre-trained Transformer) -1模型为标志^[1-2], 人类社会文明开始步入智能化时代。目前基于OpenAI GPT的各类专业大模型不断发布、应用与发展, 将会对包括语言学、伦理学和教育学等在内思想文化学科和全部的自然科学技术形成巨大的冲击, 促进社会结构与国际关系的变革, 推动人类社会从AI (Artificial Intelligence) 1.0加速演进到AI 2.0^[3]。在这一时代背景下, 软件工程学术型硕士研究生培养方案应及时进行修订与优化, 培养出适应时代发展要求的高水平软件人才^[4], 体现我校的软件工程学科的优势, 彰显集美大学“工海”办学特色和嘉庚精神的传承。

一、优化软件工程学术型硕士研究生培养方案的基本原则

在2011年国务院学位委员会增设软件工程为一级学科 (学科目录代码: 0835), 经过十余年的发展, 国内在研究生教育方面积累了许多经验, 相继出台了我国软件工程研究生教育的基本规范; 同时, 国际上由IEEE-CS和ACM联合发布了

SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge, 软件工程知识体系) V4.0^[5], 对软件工程专业的知识结构和课程体系进行了系统性规范。在这一基础上优化集美大学软件工程一级学科学术型研究生培养方案, 在方案优化过程中遵循以下原则要求:

1. 以国务院学位委员会、教育部及相关部委新出台的有关学术型研究生教育方面的政策法规、文件通知为基础, 包括国务院学位委员会、教育部关于印发《研究生教育学科专业目录 (2022年)》《研究生教育学科专业目录管理办法》的通知 (学位〔2022〕15号)、《关于深入推进学术学位与专业学位研究生教育分类发展的意见》 (教研〔2023〕2号)、《关于进一步严格规范学位与研究生教育质量管理的若干意见》 (学位〔2020〕19号)、《关于加快新时代研究生教育发展的意见》 (教研〔2020〕9号)、《关于“双一流”建设高校促进学科融合, 加快人工智能领域研究生培养的若干意见》 (教研〔2020〕4号) 等新文件精神, 落实好习近平同志在建设人才强国战略和科教兴国战略方面所作的系列重大部署以及对青年成才的重要指示^[6], 立德树人, 培养在软件工程和人工智能相关学科掌握坚实的理论基础和专门知识,

[收稿日期] 2023-11-07

[基金项目] 福建省自然科学基金项目 (2021J01857、2017J01761、2020J05146、ZP2020044); 集美大学教改项目 (KCSZ058); 福建省本科高校重大教改项目 (FBJG20180092)

[作者简介] 刘年生 (1967—), 男, 湖北红安人, 集美大学计算机工程学院教授, 主要研究方向为人工智能与信息安全、网络通信。

具备从事学科前沿研究、解决实际问题 and 开展交叉创新应用的能力,具有高度社会责任感的高层次复合型人才。

2. 吸收国内外软件硕士生培养的成功经验,参照中国学位与研究生教育学会工科工作委员会、教育部软件工程专业教学指导委员会有关软件工程专业研究生培养方案的指导意见和教育质量国家标准要求,服务于国家与地方软件与信息服务产业发展战略规划,采纳学术型软件硕士生用人单位的建议,符合《集美大学硕士研究生培养方案制(修)订基本要求》,体现集美大学软件工程学科优势和“嘉庚精神立校、诚毅品格树人”的研究生人才培养特色。

3. 依据马克思主义关于人的全面发展理论^[7],遵循学术型硕士研究生教育与培养的规律,体现软件工程的学科特色与最新发展成果,用最新的人工智能技术、方法和成果培养硕士生,满足智能化时代对高层次软件人才的要求。

4. 优化学科专业类课程设置,首先应删除一些内容过时的课程,增加一些智能化方面课程;其次,与本科生、博士生相关课程在教学内容上有显著性区别,既要避免硕士生与本科生课程在内容与要求上的重复,又要为博士生课程学习打下扎实基础;第三,保持 SWEBOK 的灵活性与可伸缩性,鼓励开设双语或全英文专业课程。最后,将软件学科前沿性讲座课程、专业实践课程与导师组的科研项目相结合,提高硕士生的科研素质与水平。

二、优化软件工科学术型硕士研究生培养方案的具体举措

(一) 优化培养目标

集美大学软件工程一级学科硕士研究生的培养目标在原来的基础上优化,在思想品德、专业能力和学术诚信方面提高要求,具体如下:

1. 思想品德要求。拥护党的基本路线和方针政策,热爱祖国,拥有为国家富强、民族昌盛而奋斗的责任和担当意识,具有团结统一、自强不息的精神;具有强烈的法治观念和法律意识,遵纪守法、诚实守信;具有良好的道德品质、行为习惯和职业道德,传承嘉庚精神,树立诚毅品格。

2. 学术能力要求。培养能够独立承担软件工程学科的理论研究,进行软件系统设计与开发的高层次科技工作者。毕业生应掌握坚实的软件工程技

术领域软件工程和软件服务工程的基础理论知识和相关专业知识、先进技术和方法,并在上述至少一个方面掌握系统的专业知识和专业技术技能。了解学科发展现状、趋势及研究前沿,具有独立承担工程规划、设计、研发、实施与管理的能力,具备创新精神。熟练掌握一门外语,鼓励学习第二外语,具备良好的外文(主要为英文、日文、法文和德文等)阅读、理解、听力、口语表达和写作能力,能够对外进行国际化交流与合作,具有广阔的国际事业能力。

3. 学术诚信要求。恪守学术道德、崇尚学术诚信,热爱科学研究,具有严谨的科研工作作风和勇攀科学高峰的钻研精神。

(二) 优化课程设置与培养要求

根据 SWEBOK 所定义的软件工程的学科内涵和国内知名高校(如北航、中国科大、复旦等)关于软件工科学术型硕士研究生课程设置的规范,结合集美大学的实际情况,体现软件工程学科“厚基础、重实践、强能力”的培养理念。因此,在软件工程培养方案的课程表中设置了学位课、非学位课和实践课三个模块。首先,学位课包括公共必修课和专业必修课,共计 8 门,17 学分,这一模块占修课总学分(总修课学分不低于 27 学分)的比例最高,将“厚基础”培养理念落到实处。同时,为保证学位课的培养质量,规定每门学位课的总评成绩必须在 70 分以上(满分为 100 分)方能获得该门学位课的学分。在专业基础必修课中开设了一门智能化最具代表性的入门课程“机器学习”,占 3 学分;在新时代中国特色社会主义思想理论与实践、自然辩证法等思政教学课中将习近平同志对集美大学的系列重要讲话、嘉庚精神、诚毅校训等放在突出位置,深入领会习近平新时代教育论述、传承嘉庚精神,塑造诚毅品格。其次,非学位课包括专业选修课和其他选修课,必须修满 8 学分,每门课程的总评成绩为 60 分(满分 100 分)以上方能获得该门课程的学分。在专业选修课中共设置了 6 门与智能化密切相关的课程,分别为高级人工智能、模糊理论与智能系统、自然语言处理、算法设计与分析(高级)、计算智能、复杂系统与数据可视化;这些课程从不同的角度反映智能化的基本原理、算法设计与评估、编程实现和结果可视化展示,满足学生对智能化领域的不同兴趣与

需求。第三,实践课为学科专业必修课,包括学 共计 2 学分(见表 1)。
术活动和实践活动两个类型,每种类型 1 学分,

表 1 集美大学软件工程学科学术型硕士研究生课程设置表

课程模块		课程名称	学分	学时
学位课	必修课	新时代中国特色社会主义理论与实践	2	32
		体育（学硕）	1	32
		英语（学硕）	3	48
		自然辩证法	1	16
		数值分析	2	32
		机器学习	3	48
		高级软件工程	2	32
		软件体系结构	3	48
非学位课	选修课	现代数据库系统及其应用	2	32
		基础软件与开源系统	2	32
		大规模领域软件系统	2	32
		复杂系统与数据可视化	2	32
		模糊理论与智能系统	2	32
		软件需求工程（高级）	2	32
		软件形式化方法（高级）	2	32
		自然语言处理	2	32
		软件开发方法学	2	32
		海量分布式存储技术	2	32
		软件可信计算	2	32
		数据挖掘	2	32
		算法设计与分析（高级）	2	32
		软件质量保障	2	32
		计算机视觉（高级）	2	32
		计算智能	2	32
		高级人工智能	2	32
		学科前沿专题讲座	1	16
		科研伦理与学术规范	1	16
		习近平法治思想概论	1	16
实践课	必修课	学术活动	1	16
		实践活动	1	16

(三) 优化实践类培养环节 实验和独立设置的实践课,改进了实践教学的评价
在培养方案中实践类课程包括课程实践、课程 机制和方法,以产出为导向,强化实践过程评价、

投稿网址: <http://xuebaobangong.jmu.edu.cn/jkb/>

增值评价和综合评价,重在提高硕士研究生工程能力和科研素养,包括他们对前沿性问题的理解与分析、提出新的解决方案以及其他具有创新意义的学术成果等。

在独立设置的实践课中包括学术活动和学术实践两类;首先培养方案规定每名硕士研究生必须全程参加十次以上学术活动,这些学术活动包括学校或学院组织的专题性学术讲座、学术研讨会、国际性学术会议、CCF(China Computer Federation,中国计算机学会)-C以上的国内学术会议等,所有学术活动必须记录在每名硕士研究生专门的《学术活动记录本》上,并附有会议签到表或学术报告证书等证明材料,经导师签字确认、学院审核合格后才能获得相应的学分。其次,学术实践是要求每名硕士研究生必须参加各导师组主持的科研项目,在导师组的指导下接受系统性的科研能力训练,包括科研任务的明确与分解、科学问题的凝练与理解、学术资料的收集与整理、解决方案的设计与研讨、方案实现与实验结果讨论、创新点的凝练与比较、学术论文的撰写与投稿(审稿意见的回复与修改稿)、发明专利申请撰写与实审回复等;近五年学院科研项目以智能化方向为主,实践结果证明硕士研究生的专题汇报与导师组的质询点评相结合的方式是一种有效提高硕士研究生科研能力的方式。导师组通过考察硕士研究生在项目研究中的表现、审核他们提交科研项目总结报告和科研成果证明材料确定是否给予相应的学分。

(四) 优化学位论文质量管理

学位论文的学术规范与质量是衡量学术型硕士研究生能否获得硕士学位的重要参考依据,国家对研究生学位论文的研究工作、撰写标准、学术水平和学术规范性有着严格具体要求^[8],实施了严格的抽检制度^[9];集美大学相应制定了《集美大学硕士学位和博士学位授予实施细则》;学院积极落实上级文件要求,为了保证软件工程学术型硕士研究生的学位论文质量,主要从如下5个关键环节进行规范和优化,加强过程和质量管

1. 研究方向选择与文献综述报告制度。研究生在录取后入学前通过双向选择的方式初步预先确定导师,充分利用入学前一个暑假时间开展师生互动交流,一方面让导师充分了解该硕士生的专业兴趣与现有基础,给予指导和帮助,为硕士生开展相关研究奠定基础;另一方面,让硕士生充分了解导

师的近期研究项目、成果与方向,评估与个人的研究兴趣与规划匹配度,在导师组的指导下阅读相关研究领域的文献,选择一篇前沿性新文献进行系统性源代码阅读、分析与重现,与原文献的实验结果进行比较和分析,为最终选择导师和研究方向做准备。硕士生入学后二个月内最终选定导师组,由导师组确定该生的研究方向。硕士生围绕预定的研究方向,应系统和全面地收集和整理国内外相关文献资料,特别是近五年的高水平学术论文和专题报告,其中外文文献资料至少15篇以上。在对文献资料系统分析和复现部分关键性新文献实验结果的基础上,撰写相应的文献综述报告,综述报告字数不少于三千字,要求报告主题突出、结构完整、观点鲜明、证据充分、分析深入;在文献综述报告准备过程中与导师组保持经常性交流,在每周导师组研讨会上汇报阅读文献与报告撰写进展,认真听取导师组的意见与建议;文献综述报告应在第三学期的开学初完成,由导师组统一组织考核工作,在听取硕士生专题汇报的基础上经质询、查看复现记录与结果,集体给予考核等级与评价意见。

2. 开题报告制度。学位论文的选题应是解决工程实际问题或基础研究前沿性问题,具有较高的理论创新意义或实用价值,能体现硕士研究生综合运用所学专业知

3. 中期检查制度。中期检查是保证学术型硕士生培养质量的重要的过程性控制措施,主要检查学术型硕士生的当前阶段性成果,包括学位课程学习情况、开题报告的完成情况、学术论文和发明专利的完成情况、学位论文研究进展等,与培养方案的预期结果相比存在哪些差距与不足,分析其原

因,提出补救措施。中期检查一般在第四学期完成,由学院协助导师组,统一组织校内外专家进行检查和评价。

4. 学术研究成果制度。硕士生在校期间应参加导师组主持的科研项目研究,重在培养硕士生的科研素养和能力,需要有相应的学术成果产出来支撑和证明,学术成果主要为以集美大学为第一单位的学术论文、发明专利和学科竞赛为主;对学术论文的最低要求是在本科高校学报或国内外 SCI (或 EI) 论文检索源收录的刊物 (不含报刊和摘要) 上发表或录用一篇学术论文;对发明专利的最低要求是申请一项发明专利,包括经过实质性审查公示或授权的发明专利;学科竞赛应为国际级或国家级的 A 类学科竞赛,主要为中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛、“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛、“挑战杯”中国大学生创业计划大赛、ACM-ICPC 国际大学生程序设计竞赛、美国大学生数学建模竞赛等,获得二等奖以上;学术研究成果应在导师组指导下完成,与学位论文的核心内容密切相关,是学位论文质量的重要支撑材料。

5. 学位论文撰写、评阅与答辩制度。软件工程学术型硕士研究生应完成培养方案规定的所有环节 (包括课程学习、开题报告、中期检查、科研论文、实践课程等),各项考核成绩合格,达到培养方案规定总学分 (不低于 27 学分) 和各课程模块学分的最低要求,方可申请参加硕士学位论文答辩。《集美大学硕士学位和博士学位授予工作细则》对学术型硕士学位论文的撰写、评阅与答辩有详细具体规定,学院以高标准严格地执行该文件的规定,比如,学院规定所有学术型硕士生的学位论文采用双盲方式评阅,在教育部学位与研究生教育发展中心的学位论文质量监测服务平台中邀请 3 位专家进行盲审;盲审评阅结果如果有一个 C 的,就在平台中加送两位专家进行双向盲审,若两位专

家的评阅结果中又有一个 C 及其以下的,该生不能参加学位论文的答辩,学位论文需进一步修改后进入下一轮统一双向盲审。

(五) 提高发表论文的标准要求

对软件工程学术型硕士学位申请人,学校规定其科研成果须满足以下条件中的一项:1. 公开发表或被录用至少 1 篇学校规定的四类及以上学术期刊论文或获得视同相应等级的成果。2. 获得 1 项国内外授权发明专利。3. 获得 1 项学校认定的 A 类省级及以上学科竞赛奖。学院在实际执行中要求高一些,如学术论文应为 SCI 或 EI 收录的期刊论文,学科竞赛奖应为学校认定的 A 类国际级或国家级学科竞赛。

三、优化软件工程学术型硕士研究生培养方案的实际成效

集美大学计算机工程学院从 2019 年就开始了学术型硕士研究生的培养,学制三年,至今已有两届毕业生,均按时毕业,毕业率和学位授予率都为 100%,每位硕士毕业生在答辩前发表了 SCI 或 EI 收录的期刊论文,平均每人 2 篇多,其中 SCI 一区有 5 篇,这些高水平论文都是属于工程和人工智能交叉领域的;他们的就业去向 (见表 2),以继续深造读博和到知名企业就业为主,攻读博士学位的学校主要是国内“双一流”建设高校 (如厦门大学、中山大学等) 和加拿大滑铁卢大学 (University of Waterloo);所就业的企业均为中国 500 强的企业,他们初次就业的年薪均在 20 万元人民币以上。学院在学术型硕士生培养中积累的经验将为今后的软件工程学术型硕士研究生培养提供了坚实的基础和良好的开局;同时要与时俱进,以社会需求为导向,持续改进培养方案,培养高水平的软件人才,体现集美大学学术型硕士研究生培养特色,为智能化时代的国家和地方经济高质量发展助力,提供高水平软件人才支撑。

表 2 集美大学计算机工程学院学术型硕士研究生毕业就业情况 (人数)

入学年份	招数人数	毕业人数	学位人数	国内读博	出国读博	公务员录用	企业就业
2019	4	4	4	1	1	1	1
2020	10	10	10	4	0	1	5

四、结束语

随着智能化时代的来临,集美大学及时科学地修订软件工程学术硕士研究生的培养方案,将软件工程与智能科学两大学科有机结合起来,为培养符合社会急需的高质量软件人才提供了坚实的基础;集美大学软件工程学术硕士研究生培养优化与实践的成效证明,所制定的培养方案既体现了SWEBOK对软件工程统一定义的学科内涵,又将人工智能融于软件人才培养中,主动适应智能化发展的时代需要。新培养方案还体现了集美大学“嘉庚精神立校、诚毅品格树人”办学特色,为福建省区域性的软件与服务产业的高质量发展,提供了人才保障和实践经验。

[参考文献]

- [1] 田渊栋. 阿法狗围棋系统的简要分析 [J]. 自动化学报, 2016, 42 (5): 671-675.
- [2] 王晓丽, 严驰. 生成式 AI 大模型的风险问题与规制路径: 以 GPT-4 为例 [J/OL]. [2023-10-31]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2023. <https://doi.org/10.13766/j.bhsk.1008-2204.2023.0535>.
- [3] 金家琴, 刘炜. AI2.0 时代的数字学术及其范式变革 [J/OL]. 图书馆杂志. [2023-10-11]. <https://link.cnki.net/urlid/31.1108.G2.20231011.1555.002>.
- [4] 吴亮, 宋振振, 陈占龙, 等. 智能化时代地理空间信息软件人才培养模式研究与实践 [J/OL]. 软件导刊: 1-6. [2023-10-31]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1671.TP.20231026.1723.020.html>.
- [5] IEEE-CS. SWEBOK V4 Drafts in PDF [EB/OL]. [2023-10-31]. <https://waseda.box.com/v/ieee-cs-swebok>.
- [6] 本刊编辑部. 习近平总书记引领中国式现代化 加快建设人才强国 [J]. 经济, 2023 (12): 6-9.
- [7] 韩奥林. 马克思主义关于人的全面发展理论与大学生成才 [J]. 广西教育学院学报, 2018 (3): 110-112.
- [8] 国务院学位委员会, 教育部. 关于进一步严格规范学位与研究生教育质量管理的若干意见. 学位 [2020] 19 号 [A/OL]. [2023-10-31]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-09/28/content_5548010.htm.
- [9] 国务院学位委员会, 教育部. 关于印发《博士硕士学位论文抽检办法》的通知. 学位 [2014] 5 号 [A/OL]. [2023-10-31]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/s7065/201402/t20140212_165556.html.

(责任编辑:上官林武)

Optimization and Practice of Academic Master Graduate Training Program for Software Engineering in the Era of Intelligence

LIU Nian-sheng, YANG Bao-rong, SU Jin-he, CAI Guo-rong, WANG Zong-yue
(School of Computer Engineering, Jimei University, Xiamen 361021, China)

Abstract: In the context of the era of intelligence, the reform and practice of high-level software talent training program are carried out to improve the comprehensive ability of academic master students to address the increasingly complex real-world problems and meet the requirements of modern software engineering development in terms of talent capabilities and qualities. To achieve this, the training program of academic master students is optimized, a new curriculum system combining artificial intelligence and software engineering disciplines is built to integrate science and technology project research into the process of graduate training. The management and assessment of training key points is strengthened. The academic output of academic master students is promoted. The characteristics of school education is highlighted. It is crucial to clarify the objectives of software engineering disciplinary development, improve training programs, enrich curriculum and practical resources, combine with scientific research projects. This ensures that the outcomes of disciplinary meet the training of outstanding software talents.

Key words: software engineering; era of intelligence; programs for academic master; school-running characteristics