

附件 6

河南省高等教育教学成果奖

附件材料

成果名称 产教融合背景下软件人才培养模式改革研究
第一完成单位 河南师范大学
主要完成人 袁培燕 王川 王亚丽 刘萍 段德全 阮宁
推荐序号 1711

附件目录：

- 一、《教学成果总结报告》（附查重证明）
- 二、国家级和省级教学项目、奖励
- 三、国家级和省级科研项目、奖励
- 四、教育教学类论文、论著
- 五、省级及以上新闻媒体报道
- 六、教学成果校外推广应用及效果证明

《产教融合背景下软件人才培养模式改革研究》

教学成果总结报告

本成果围绕软件类人才培养过程中面临的产教深度融合问题展开研究。依托的教改项目于 2020 年 1 月获批立项建设，经过两年的研究，目前已基本达到预期效果，现将研究成果总结如下：

一、成果简介

深化产教融合既是贯彻落实党的十九大精神、加快推进新工科建设的必然要求，更是全面提升人才培养质量的重要途径。该成果针对我省软件人才培养过程中存在的专业教学内容与企业实际需求脱节、学校师资力量不能满足人才培养需要、学生实践创新能力提升受限等实际问题，基于 OBE 教育理念，以软件人才培养为核心，计算思维能力、创新创业能力双轮驱动，依托校内企业研发基地与校外生产性实践基地，校企师资联合解决工程实际问题，开展任务驱动式教学，构建了产教融合背景下“厚基础、有特色、螺旋式提升”的人才培养模式；通过“通识教育拓宽度（大一）、理论知识厚基础（大二）、课程实训提技能（大三）、生产实训育良才（大四）”四个阶段，建立了“课程实训+生产性实训+专业实习+就业推荐”的校内校外协同育人机制，打通学校人才培养与企业需求的“最后一公里”。

主要成果包括发表及录用教改论文 3 篇，获批省部级教育质量工程项目 4 项；建立课程实训室 15 个，大数据开发平台 1 个，培养双师型师资 40 余人，直接受益学生人数超过 800 名。

二、成果解决的关键问题

1. 专业教学内容与实际需求存在差距

主要体现在教学内容与产业需求结合不紧密，不能有效培养学生工程能力和创新能力，线上线下混合式教学模式缺乏实施途径，实践学时不足等方面。解决途径：联合合作企业开展课程改革，从解决工程实际问题角度出发、任务驱动开展教学；引进或自制慕课、微课用于教学；引进具有研发资质的高水平、知名软件企业落户学校，建立

校内课程实训室和生产性实训基地，学院提供研发场地。以校内企业研发基地为依托，校企师资联合培养、提升，产教双方人才共育，真正实现产教融合、科教结合。

2. 校内师资力量不能满足人才培养需要

目前学院师资规模偏小，并且教师中具有真实项目开发经历的数量明显不足。即使部分教师具有 IT 行业从业经历，但由于信息技术更新换代快，教师的技能更新通常落后于行业研发进展，不能在第一时间掌握行业前沿技术，无法满足人才培养实时需要。解决途径：通过校内建立的企业研发基地，教师能够与参与教学的企业技术人员实时沟通，提升教师的工程实践能力。另一方面能够了解企业的真实项目需求，利用自身科研优势完成企业落地的横向课题。此外，校企双方教师共同开展课堂教学，不仅能够利用双方优势提升教学效率和学生工程实践能力，还能够有效推动教师总结规律、开展课堂教学改革。教师在参与教学及项目开发的过程中，进一步夯实专业技术，将掌握的新技术、新方法融合到教学内容中去，真正实现产教协同育人。

3. 软件类学生实践创新能力提升受限

学生在校外企业实践基地完成 1 到 2 个企业已开发项目的提升训练，由于时间有限，基本接触不到企业真实项目研发，学生在项目开发过程中应具备的工程能力、职业能力和创新能力等方面得不到有效提升。解决途径：基于校内建立的企业研发基地，校企师资联合培养，可以确保教学过程满足教学规律，同时学生还能够接触到企业先进技术，扎实提升学生专业技能水平。学生通过参与研发企业真实项目，能够切实提高其工程实践能力，并获得真实开发经验，在校内实训基地即可完成初次岗位能力培养全过程。

三、成果实施过程

(一) 整体实施方案

项目整体实施方案如图 1 所示。通过基础实践能力、技能提升、生产性实训三个阶段，培养技术型、技能型、工程型软件人才。

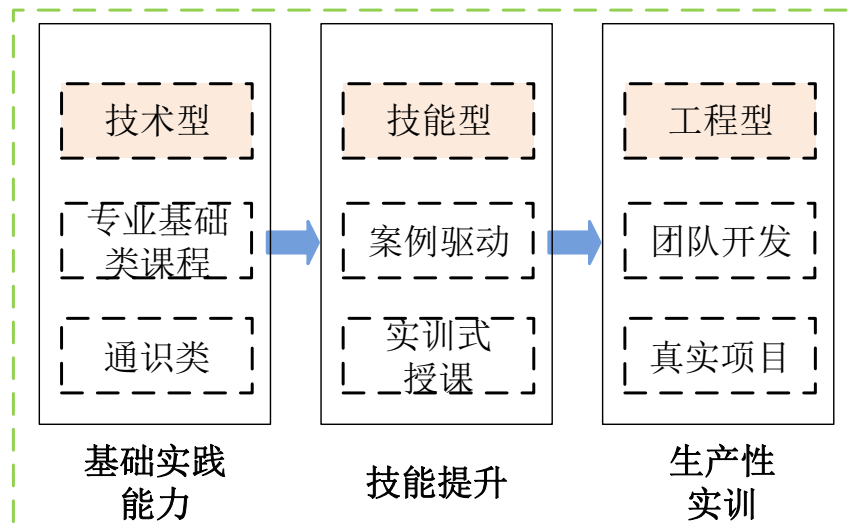


图 1 实施方案

1. 基础实践能力

软件学院学生大一大二打通培养，集中完成大部分通识类、专业基础类课程学习，强化学生专业基础培养。

2. 技能提升阶段

第三学年学生经二次选拔，分方向特色培养，引入企业师资参与专业教学，采取校企结合集中实训式授课模式，结合工程实际案例，驱动专业课教学，提升学生的工程实践能力。

3. 生产性实训阶段

第四学年，企业真实项目以横向项目形式落地校内校外研发基地，校企共同选拔技术先进的师生参与项目实施，学生之间形成研发小组协作完成，进一步提高学生的工程研发能力。

(二) 具体实施过程

1. 修订培养方案与教学大纲

校企双方经过多次协商，共同修订培养方案与教学大纲。具体来说，第五、第六学期由学校师资讲授的理论课压缩在前半学期内完成（不减少学时数），8 门实践课程由双方师资共同授课，在半学期内（两个学期各 9 周）完成。图 2 显示了 2018 级计算机科学与技术 python 方向 2020-2021 学年第一学期课表情况。可以看到，编译原理、人工智能、面向对象程序设计、机器学习、创新创业教育等课程安排

在前 9 周授课，实践类课程数据挖掘、人机交互、Windows/Linux 服务器管理等安排在后 9 周在校内实训室完成。

经过修订的培养方案总学分由原来的 170 学分压缩到目前的 160 学分，实践教学环节由 2017 级的 52 学分（表 1）增长到 78 学分（表 2），占比由原来的 30.6%提高到目前的 48.75%。

河南师范大学行政班级课表
2020-2021 学年第一学期

年份: 2018 专业: 计算机科学与技术(python方向) 行政班级: 18计科(python)班		星期一	星期二	星期三	星期四	星期五	星期六	星期日
上午	一		数据挖掘导论 王晓东 [10-19周][1-2节]	面向对象程序设计(Java) 岳冬利 [1-9周][1-2节] 启智楼405	人工智能 马媛媛 [1-9周][1-2节] 东区综合楼406	编译原理 张聪品 [1-9周][1-2节] 启智楼209		
	二	人机交互技术 李淳 [10-19周][3-4节]		人机交互技术 李淳 [10-19周][3-4节]	编译原理 张聪品 [1-9周][3-4节] 东区综合楼119	人工智能 马媛媛 [1-9周][3-4节] 东区综合楼408		
下午	三	编译原理 张聪品 [1-9周][5-6节] 东区综合楼417		形势与政策 张钱 [1-9周][5-6节] 文渊楼-418	机器学习 宋黎明 [1-9周][5-6节] 启智楼205	面向对象程序设计(Java) 岳冬利 [1-9周][5-6节] 启智楼404		
	四		数据挖掘导论 王晓东 [10-19周][7-8节]	创新创业教育 李淳 [1-9周][7-8节] 东区综合楼212 Windows/Linux 服务器管 理 段新涛 [10-19周][7-8节]	面向对象程序设计(Java) 岳冬利 [1-9周][7-8节] 启智楼207	机器学习 宋黎明 [1-9周][7-8节] 启智楼205		
晚上		数据挖掘导论 王晓东 [10-19周][9-10节]		Windows/Linux 服务器管 理 段新涛 [10-19周][9-10节]				

图 2 2018 级 2020-2021 学年第一学期课表

表 1 2016 级课程结构及学分构成表

课程结构		学分	占总学分的比例%	备注	
必修课 (120)	通识教育平台课程	46	70.0%		
	学科基础平台课程	33			
	专业基础平台课程	40			
选修课 (50)	限选课 (38)	通选课程模块	38	22.4%	至少在通选课程模块修读 3 学分
		研究性课程模块			
		应用性课程模块			
	任选课 (12)	专业任选课程	0-10	7.6%	第二课堂至少修读 2 学分, 详见《本科生“第二课堂学分”评定细则》
		第二课堂	2		
	素质拓展课程	0-10			
合计		170	100%		
其中, 实践教学环节(含实习、实验、毕业论文等)		52	30.6%	在必修课和限选课中的学分	

表 2 2017 级课程结构及学分构成表

课程结构		学分	占总学分的比例%	备注
通识教育课程 (57)	必修课	51	35.6%	根据专业性质设置通识教育必修课程，少于规定学分的其学分移至专业课程中。
	选修课	6		
专业课程 (103)	必修课	73	64.4%	要求专业课程学分不少于总学分的 50%；专业选修课程学分不少于专业课程学分的 25%。
	选修课	30		
合计		160	100%	
其中，实践教学环节（含实习、实验、毕业论文等）		78	48.75%	要求人文社会科学类专业实践教学学分不少于总学分的 15%，理工类专业不少于 25%。

2. 实践教学质量监控与过程化管理

(1) 岗前培训

岗前培训的目标之一是引导企业教师规范职业行为，明确师德底线，进一步增强责任感、使命感、荣誉感，做“四有”好老师；二是进一步推进课程思政建设，推动实训课程教学中“思政元素”与专业课程的有机融合，形成协同效应，确保实训教学守好一段渠、种好责任田；三是提升综合素质和教育教学水平，为企业教师和校内教师相互了解、交流、学习提供平台，打造校企结合的双师型教师队伍。

根据培训目标，2021 年 3 月 13-14 日，开展“引企入校”企业教师岗前培训。培训聘请河南省教学名师、全国和全省教学技能竞赛获奖者等多位专家，分别围绕师德师风、教学规程、课程思政、教师心理健康、教学技能、教学设计等方面进行讲授。同时，为使企业老师更好融入，培训期间安排参观了校史馆和生物标本馆，品味学校辉煌历史，体验自然文化底蕴。

同时，学院与企业教师签订了《实训教学工作责任提示函》，从师德师风、教学任务、安全管理、效果评价等方面进一步明确要求，压实主体责任。

(2) 教学质量保障

构建科学的教学管理和工程教育质量保障体系，树立学生中心、

产出导向、持续改进的教学理念，推进软件人才实践培养全过程质量管理，健全人才培养质量监控、质量预警和质量评价标准体系，持续提升人才培养水平。

为确保校企联合培养下教学计划各个环节的整体性、科学性、规范性，以建立完善标准化保障体系为目标，构建学院、企业两个层面的教学保障体系，在实训计划、实训课程、师资、学生管理四个方面有针对性的建立教学标准及办法，构筑完整的实践教学质量保障体系。

✓ 建立学生中心、产出导向的人才培养体系

软件人才需要具备以下素质：理论基础扎实，工程实践能力强，具备创新意识。结合企业用人需求及行业技能标准，通过对现有培养方案及内容进行仔细梳理，并继续调研国内外著名高校软件人才培养的课程，最终形成知识结构合理、强调工程实践能力培养的人才培养体系。

双方联合制定实践阶段的培养方案，包括基于实践的创新型实验实践课程体系，创新型师资队伍培训，企业对学生职业素养、工程实践、就业推荐等培训工作，校企合作的实践阶段培养体系如图 3 所示：

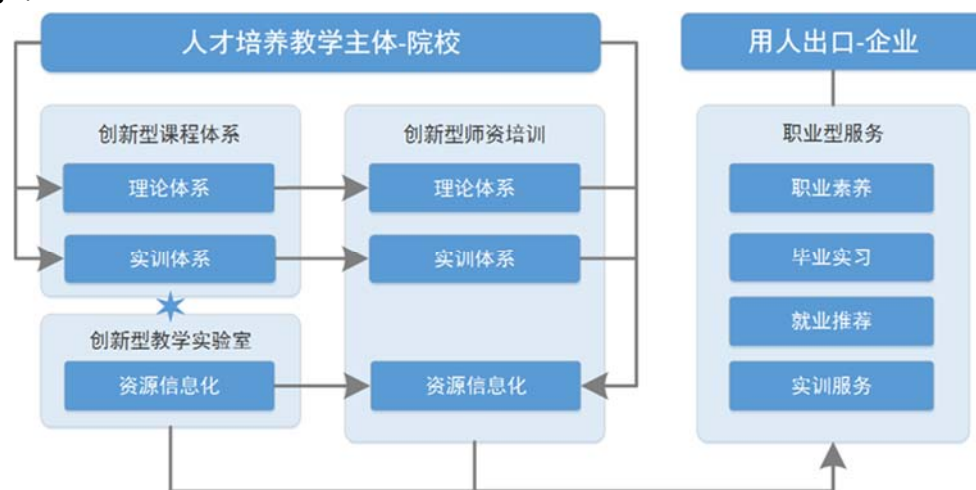


图 3 校企合作实践培养体系

✓ 建立专业实训计划与实训课程体系

紧密对接企业岗位需求，适合企业用工要求，结合专业要求与行业能力需求，制定专业实训计划；共同开发制定基于工作过程场景的

课程体系标准，提升学生职业素养与能力。

✓ 双团队建设

建立“双师”素质教师培养计划、专业带头人培养计划、专业兼职教师队伍管理办法，最终形成“双师”结构的专业教学团队；严格落实校企合作协议相关条款，建立专职管理团队，负责落实实训工作计划、工作总结、专项建设方案等完成情况。

(3) 完善针对培养过程的评价反馈机制

对于学生，完善多重教学质量评价和反馈机制建设，构建过程性学习评价系统。侧重于专业知识掌握和运用、工程实践能力的跟踪比较，贯穿于课程学习全过程。过程性评价在教学过程中即时、动态、持续对学生进行评价。评价要素包括教育数据环境教学过程中的教学视频资料融合教学过程中产生的多维度信息：学习者的学习过程、学习内容、知识迁移能力、情感获得、讨论和互动等一系列学习活动信息。针对教师，对现有教学激励制度进行优化，包括完善教学评价体系、教师业务提升目标体系、教学奖励办法等，研发1套软件人才培养质量评估平台。

采用追踪调查研究方法，对毕业生在业界的发展状况进行追踪反馈。学院实习实训办公室为每个企业实训小班配备1名校内师资开展联合授课，同时负责对合作企业进行《学生满意度调查》、《校内师资联合授课情况调查》《企业师资培养建议调查》和《学生未来发展跟踪调查表》，对毕业生进行中长期的持续跟踪，了解其职业发展情况及对相关专业培养目标、毕业要求的认同度和达成度评价，记录毕业生对他们所接受新工科教育的评价和感受，更全面地反映培养质量、发现培养问题，全面提出改进建议。通过反馈能够持续改进，不断优化软件人才培养全过程。

3. 生产性实训

2021年4月24日，软件学院在东区综合实验实训楼举办“深化产教融合 创新人才培养”2021年生产性实训项目对接会。学院积极搭建生产性实训项目培养双选平台，通过前期调研和校企洽谈相结合

的方式，推介和宣传学院人才培养情况。本次项目对接会吸引了来自北京、成都、武汉、郑州等地的 9 家研发型软件公司，提供生产性实训岗位 420 个。其中文思海辉技术有限公司、亚信科技控股有限公司、成都上程数据有限公司、软通动力信息技术（集团）有限公司、北京百知教育科技有限公司、河南弥纶软件科技有限公司、博彦科技股份有限公司、深圳信盈达电子有限公司、河南八六三软件股份有限公司等均为行业知名企业。通过学生与企业代表面对面深入沟通，现场达成生产性实训意向 200 余人次。目前，这批学生已在上述企业进行为期至少 3 个月（6-8 月）的生产性实训

(三) 典型合作案例

下面以学院与文思海辉为例，阐述学院在校企实训基地建设方面的情况。学院与文思海辉合作始于 2009 年，双方长期保持紧密的校企联合人才培养合作关系。2019 年，学院与文思海辉决定共建双创实践基地（以下简称“实践基地”见图 4）。结合校企双方实际情况，采用新工科思想开展产教融合人才培养模式改革，以行业产业岗位需求为目标，建立以培养复合型应用型人才和具有一定创新创业能力的高端软件人才为目标的新型实践基地。



图 4 阶乘数字化实训综合服务平台

1. 具体建设内容

(1) 实践专业

以计算机科学与技术专业为试点，推动人工智能、物联网、网络工程等专业实践改革。

(2) 实践形式

采用项目驱动与工程技术结合的方式，打造混合式实训模式：

“课程实训+专业实训+生产性实训”确保提质增效；

“校内实训+校外实训”深化产教融合；

“线上实训+线下实训”实现泛在学习。

(3) 实践内容

包括专业认知实习、专业课程设计、大学生创新项目（竞赛）、专业综合设计、生产性实训、毕业设计等。

(4) 实践课程

涉及云计算、大数据、物联网等方向核心课程，具体包括：操作系统、计算机网络、数据库等专业基础课程配置管理、虚拟机与容器技术、人机交互、J2EE 框架、WEB 前端设计、综合项目案例等实践类课程。

2. 实践基地组织管理体系框架

实践基地管理架构（图 5）下设两名基地主任，分别由软件学院王川院长和文思海辉梁恒总经理担任，分设项目副主任 1 名，实训副主任 1 名，学生管理副主任 1 名，思政班主任 2 名，负责基地及学生日常管理工作。

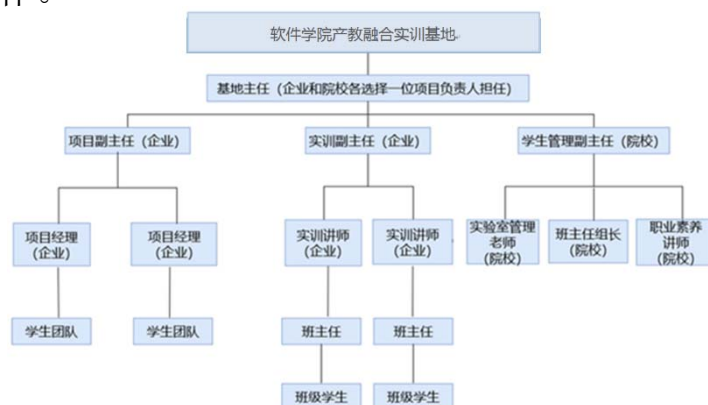


图 5 产教融合实训基地人员组成

3. 实践基地条件

既包括物理空间、实训环境、创新实践平台等硬件条件，也包括课程体系、服务平台等软件条件。

(1) 物理空间

实践基地分校内校外两个部分，总面积 2000 余平米的专用物理空间。

(2) 实训环境

实训环境包括 1000 套桌椅板凳，配置投影仪、音响、笔记本电脑，实训环境中所有工位节点都可连接互联网。

(3) 创新实践平台

采用文思海辉 PSCloud 软件工厂平台作为实践环节工具平台，为学生创造价值提供快速 APP 应用开发工具，企业师资线上指导。

(4) 课程体系

实践基地围绕云计算、大数据、人工智能、软件工程专业设立校企共同定制的课程体系和丰富的实践案例资源，分为课程和产品两个部门。主要课程包括云计算运维课程体系、大数据开发课程体系、人工智能技术应用课程体系、软件工程 JAVA 课程体系；主要产品包括云计算大数据实训系统、人工智能技术应用实训系统、JAVA 实践案例实训系统。

(5) 服务平台

文思海辉开发的阶乘数字化实训综合服务平台为实践基地提供企业岗位需求、人才测评、在线课程、在线简历制作指导、就业服务、就业跟踪统计服务。

4. 实践成效

最近三年双方共培养毕业生 657 名，全部进入高科技领域实习就业；4 位教师进入文思海辉交流学习；学院多次被学校评为“大学生科技创新活动先进集体”、“学生工作先进单位”；根据 2019 年以来的毕业生就业状况调查报告显示，学生一次就业率在 90% 以上，专业对口率和薪级水平较高。

四、成果总结

研究成果已在软件学院 2017、2018 级人才培养过程中实施，部分成果在河南工学院、新乡学院实践，周口师范学院等兄弟院校来校

进行了深度交流。主要成果如下：

1. “厚基础、有特色、螺旋式提升”的人才培养模式初步形成。修订了人才培养方案，调整专业课学分比例，新增实训课程环节。引企入教，第五、第六学期 8 门专业课程由企业师资完成。大三学生每年的第 6-8 月进行生产性实训。构建了“通识教育拓宽度（大一）、理论知识厚基础（大二）、课程实训提技能（大三）、生产实训育良才（大四）”螺旋式提升的深度产教融合人才培养模式，打通学校培养与企业需求“最后一公里”。

2. 已建立课程实训室 8 个，大数据开发平台 1 个。开展小班授课，直接受益学生人数超过 800 人。

3. 获批河南省一流课程两门，虚拟仿真项目 1 项。

4. 完成教改论文 3 篇，其中核心期刊录用 1 篇。

5. 出版河南省十四五规划教材 1 部。

查重情况说明：总体相似度 18%，其中 9.4%为学校、学院介绍该成果的相关新闻稿，其他为各级政府关于产教融合的相关文件内容。具体检索报告附后。

PaperPass旗舰版检测报告

简明打印版

比对结果(相似度):

总体 : 18% (总体相似度是指本地库、互联网的综合对比结果)
本地库 : 14% (本地库相似度是指论文与学术期刊、学位论文、会议论文、图书数据库、大学生联合比对库的对比结果)
期刊库 : 12% (期刊库相似度是指论文与学术期刊库的对比结果)
学位库 : 7% (学位库相似度是指论文与学位论文库的对比结果)
会议库 : 4% (会议库相似度是指论文与会议论文库的对比结果)
图书库 : 4% (图书库相似度是指论文与图书库的对比结果)
联合库 : 3% (联合库相似度是指大学生联合比对库的对比结果)
互联网 : 7% (互联网相似度是指论文与互联网资源的对比结果)

报告编号 : 61D26253D9664XDBW

检测版本 : 旗舰版

论文题目 : 产教融合背景下软件人才培养模式改革研究

论文作者 :

论文字数 : 9350字符(个订空格)

段落个数 : 229

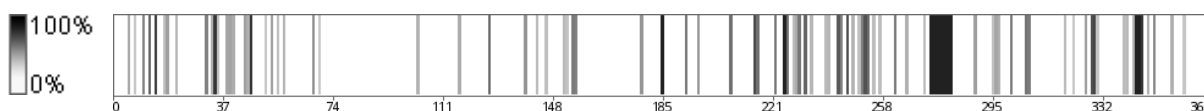
句子个数 : 369 句

提交时间 : 2022-1-3 10:41:23

比对范围 : 学术期刊、学位论文、会议论文、书籍数据、大学生联合比对库、互联网资源

查询真伪 : <https://www.paperpass.com/check/>

句子相似度分布图:



本地库相似资源列表(学术期刊、学位论文、会议论文、书籍数据、大学生联合比对库):

1. 相似度 : 2.9%
来源 : 大学生联合比对库

互联网相似资源列表 :

1. 相似度 : 4.4% 标题 : 《软件学院举办“深化产教融合 创新人才培养”202...》
<https://www.htu.edu.cn/2021/0426/c8957a195737/page.htm>
2. 相似度 : 4.3% 标题 : 《软件学院举办“深化产教融合 创新人才培养”202...》
<https://www.htu.edu.cn/sw/2021/0426/c12932a197146/page.htm>
3. 相似度 : 0.7% 标题 : 《办实事,开新局 有序推动生产性实训,深化...》
<https://www.htu.edu.cn/sw/2021/0419/c12915a194516/page.htm>

全文简明报告:

河南省教育厅

教高〔2021〕174号

河南省教育厅 关于公布第二批河南省一流本科课程 认定结果的通知

各本科高等学校：

根据《河南省教育厅关于实施河南省一流本科课程建设计划的通知》（豫教高〔2019〕166号）精神，按照《河南省教育厅办公室关于开展2020年省级一流本科课程认定工作的通知》（教办高〔2020〕306号）安排，经高校申报、资格审查、网络评审、会议评审、结果公示，我厅决定认定河南大学《外国教育史》等287门课程为省级线上一流本科课程、河南理工大学《危险化学品安全技术》等143门课程为省级线下一流本科课程、郑州大学《大学英语视听说》等598门课程为省级线上线下混合式一流本

科课程、洛阳理工学院《创新创业实践》等 45 门课程为省级社会实践一流本科课程、郑州大学《尿液生成的影响因素虚拟仿真实验》等 164 门课程为省级虚拟仿真实验一流本科课程，现予以公布（名单见附件）。

各高校要坚持立德树人根本任务，持续加强课程建设，定期更新资源和数据，着力打造具有高阶性、创新性和挑战度的“金课”。坚持以学生发展为中心，大力推进现代信息技术与教学深度融合，因校制宜、因课制宜，树立课程建设新理念，推进课程改革创新，完善过程评价制度，积极引导學生进行探究式与个性化学习，切实提高一流课程使用效果和教学质量，为推进高水平本科教育建设打下坚实基础。

省教育厅将通过日常监测、定期评价等方式，对省级一流本科课程的课程改革、组织教学、实际应用、教学效果和共享共用等进行跟踪监督和管理。对于未持续更新完善、政治导向错误、出现严重质量问题、课程团队成员出现师德师风等问题的课程，将取消其省级一流本科课程资格。

附件：河南省第二批一流本科课程认定名单

2021 年 5 月 21 日

附件

河南省第二批一流本科课程认定名单

一、线上课程（287门）

序号	申报学校	课程名称	负责人	主要成员	课程类别
1	河南大学	外国教育史	杨捷	王立、段晓明、王献玲、王永波	线上课程
2	华北水利水电大学	中华水文化	毕雪燕	朱伟利、慎泽明、孙梦青、罗玲谊	线上课程
3	洛阳理工学院	基础素描	韦晓坚	黄杰、程远、刘迪、王慧	线上课程
4	河南大学	生物化学	季少平	葛振英、张维娟、厉永强、刘广超	线上课程
5	郑州轻工业大学	自动控制原理	姜素霞	娄泰山、王妍、陈虎、王晓东	线上课程
6	华北水利水电大学	思想道德修养与法律基础	张梅	贾兵强、袁进霞、耿进昂、卢保娣	线上课程
7	平顶山学院	唐诗与中州文化	何梅琴	闫真真、罗浩刚、程丽娜、赵星	线上课程
8	郑州轻工业大学	基础英语写作	陈文凯	郭歌、翟文婧、刘星、王鑫	线上课程
9	河南大学	新闻编辑学	严励	杨萌芽、于春生、杨利娟、段乐川	线上课程
10	郑州轻工业大学	JSP 程序设计技术	邓璐娟	谷培培、郑倩、张王卫、李璞	线上课程
11	河南大学	电影概论	张霁月	王宏林、裴萱、李钦彤、燕俊	线上课程
12	河南大学	中国古都文化	程遂营	刘春迎、李竞艳、张野、滕亚秋	线上课程
13	河南理工大学	英语话中国传统节日	冉玉体	娄红立、温俊毅、刘秀敏、王静	线上课程
14	河南大学	健康评估	王强	靳艳、窦东梅、陶志敏、桂影	线上课程
15	信阳师范学院	奥尔夫音乐教育	周骏	张帆、朱欲晓、朱桂琴、李丹丹	线上课程
16	河南大学	莎士比亚在近现代中国的接受	李伟昉	孙彩霞、陈会亮、王鹏	线上课程
17	郑州轻工业大学	线性代数与空间解析几何	谭瑞梅	黄士国、郭晓丽、刘强、李乐	线上课程

32	许昌学院	表导演基础	张晶晶	刘晏良、郭海洋、王晓凡、袁若娟	社会实践
33	郑州工业应用技术学院	天然药物认知与创新实践	尹卫平	冯亚莉、李珂、梁君、李梦	社会实践
34	黄淮学院	食用菌生产技术应用与推广	王震	李莉、朱晓利、李思强、刘军和	社会实践
35	新乡学院	面向“三个服务”的大学生综合社会实践	周宁	毛戎、杜鑫森、苏晓哲、李春春	社会实践
36	郑州大学	工程设计与管理	杨守义	宋家友、蒋力、薛琦、张延彬	社会实践
37	南阳理工学院	网店运营	闫旭	刘新飞、苏锦、史彰民、郭永奇	社会实践
38	河南农业大学	土地利用规划学“五位一体”、“三三二”实践教学	栗滢超	蔚霖、冯新伟、孟庆香、王秀丽	社会实践
39	郑州轻工业大学	食以安为先	景建洲	董彩文、王楠、杜娟、孙新城	社会实践
40	河南大学	社区护理学	李博	王艳梅、耿慧霞	社会实践
41	河南师范大学	现代推销技术	张景龙	董雪冰、侯宏伟、段宏伟、崔保军	社会实践
42	周口师范学院	环境影响评价	陈亚红	李运林、朱超胜、韩松芳、陈春华	社会实践
43	郑州大学	社区卫生服务	张景华	孙亮、王乔、叶贝珠、杨伟民	社会实践
44	河南财政金融学院	包装设计	高飞	许家德、郭浩、李海翔、王莉	社会实践
45	河南农业大学	军事理论	徐峰	郭治鹏、韩笑、黄笑、李盼	社会实践

五、虚拟仿真实验课程（164门）

序号	学校名称	实验教学项目名称	负责人	主要成员	课程类别
1	郑州大学	尿液生成的影响因素虚拟仿真实验	张宏伟	胡香杰、闫明、张莉蓉、韩圣娜	虚拟仿真
2	河南师范大学	中国共产党革命精神虚拟仿真实践教学	马福运	余保刚、王江波、曲嘉、陶利江	虚拟仿真
3	新乡学院	纪录片画面编辑及叙事思维训练虚拟仿真模型系统	祁晓霞	庄鹏、任金州、夏锦红、贾菁	虚拟仿真
4	河南中医药大学	人体循经感传的测定虚拟仿真实验	曹珊	李伟、王培育、田丰、张明昊	虚拟仿真
5	郑州大学	金刚石的合成及物理性能测试虚拟仿真实验	史新伟	侯晓强、贾建峰、单崇新、谷运红	虚拟仿真
6	河南师范大学	常减压蒸馏工艺仿真实习	张贵生	轩小朋、杨东晓、张西军、王元宝	虚拟仿真

52	黄淮学院	H型钢梁整体失稳虚拟仿真实验	杨德磊	杨艳、王昌盛、展猛、贾志刚	虚拟仿真
53	许昌学院	化工生产突发事件应急处理仿真实训	徐静莉	孙国富、姚川、侯珂珂、张洪浩	虚拟仿真
54	郑州大学体育学院	雪上技巧 Mogul 运动技诊断虚拟仿真实验	张庆来	王浩、崔志勇、李杰、厉阳	虚拟仿真
55	河南大学	脑卒中病人平衡功能评定及训练虚拟仿真实验	李瑞玲	赵慧杰、杨长永	虚拟仿真
56	安阳师范学院	虚拟仿真情景心理训练项目	姚曙光	王宝玲、任国防、刘海玲、樊瑞华	虚拟仿真
57	郑州轻工业大学	典型过程设备故障处置虚拟仿真实验	许培援	张羽翔、陈宇慧、董华东、岳利文	虚拟仿真
58	河南城建学院	网络舆情大数据挖掘分析、虚拟仿真实验	董国忠	张俊峰、刘荣辉、薛冰、王斌斌	虚拟仿真
59	郑州大学	基于中原美术的定格动画虚拟仿真实验系统	严琰	魏小杰、王皓、付铭、张兴华	虚拟仿真
60	郑州大学	跨境电商虚拟仿真实验教学项目	朱永明	张金灿、张孟豪、田晓、范萌萌	虚拟仿真
61	河南师范大学	基于智云框架的无线传感网虚拟组态仿真	袁培燕	赵晓焱、史宵波、张会芝、高慧	虚拟仿真
62	河南中医药大学	基于表情分析及安慰训练的婴幼儿推拿虚拟仿真教学实验软件	翟文生	张建、李付根、张静、杨濛	虚拟仿真
63	南阳师范学院	玉石雕刻工艺	王征	吴信英、刘柏涛、赵唯、卢娜	虚拟仿真
64	郑州航空工业管理学院	民航应急撤离虚拟仿真	谢晓芳	刘长旭、王萌、华康民、张怡驰	虚拟仿真
65	中原工学院	无人驾驶环境感知技术虚拟仿真实验	刘卫光	杨关、刘伎昭、单芳芳、底恒	虚拟仿真
66	郑州工程技术学院	桩基检测虚拟仿真实验教学项目	罗晔	范红军、刘成才、南大洲、刘应然	虚拟仿真
67	郑州轻工业大学	智能机械制造系统计划与执行综合实验	肖艳秋	崔光珍、冯振伟、姚雷、侯俊剑	虚拟仿真
68	华北水利水电大学	建筑排烟虚拟仿真实验	宋刚福	石岩、白国强、陈长飞、李东颖	虚拟仿真
69	许昌学院	装配整体式叠合楼盖建造虚拟仿真实验	尚世宇	王俊、杜书廷、李丽慧、杨毅哲	虚拟仿真
70	河南中医药大学	头颈部危险穴位针刺安全操作实训	张大伟	高希言、陈新旺、牛乐、杨旭光	虚拟仿真
71	郑州商学院	财务共享虚拟仿真实验项目	董红杰	祝利芳、李芳、闫琰、贾孝魁	虚拟仿真
72	河南大学	融媒体视频直播虚拟仿真、实验项目	杨萌芽	张国伟、乔新玉、于春生、肖帅	虚拟仿真
73	河南理工大学	煤矿瓦斯抽采钻机操作虚拟仿真实验	王文	王春、王伸、熊祖强、李东印	虚拟仿真



首批认定河南省一流本科课程名单公布

河南省人民政府门户网站 www.henan.gov.cn 时间: 2020-05-29 15:15 来源: 河南政府网

分享:

5月29日, 省教育厅公布首批河南省一流本科课程认定结果, 全省高校590门课程获评“一流”。

根据《河南省教育厅关于实施河南省一流本科课程建设计划的通知》(豫教高〔2019〕166号)精神, 按照《河南省教育厅关于开展河南省精品在线开放课程建设工作的通知》(教高〔2016〕698号)要求, 省教育厅决定认定前期立项建设并通过连续三年评价的郑州大学《化工设备设计基础》等52门省级精品在线开放课程为省级线上一流本科课程。按照《河南省教育厅办公室关于开展2019年线上线下混合式社会实践省级一流课程认定及国家级遴选推荐工作的通知》(教办高〔2019〕474号)要求, 经学校申报、专家评审和结果公示, 省教育厅决定认定郑州大学《济学》等265门课程为省级线下一流本科课程、郑州大学《仪器分析》等252门课程为省级线上线下混合式一流本科课程、郑州大学《创新与创业》等21门课程为省级社会实践一流本科课程。

省教育厅将通过日常监测、定期评价等方式, 对省级一流本科课程的课程改革、组织教学、实际应用、教学效果和共享共用等进行跟踪监督管理。对于未持续更新完善、政治导向错误、出现严重质量问题、课程团队成员出现师德师风等问题的课程, 将取消其省级一流本科课程资格。(瑞)

附: [首批认定河南省一流本科课程名单](#)

责任编辑:

扫一扫在手机打开当前页



河南省一流本科课程 证书

课 程 名 称：C程序设计基础

课 程 负 责 人：王亚丽

课程团队主要成员：史霄波 洪双喜 李 源
张荣荣

课 程 类 型：线下一流课程

主 要 建 设 单 位：河南师范大学



文件号：教高〔2020〕193号

证书编号：豫教〔2020〕12979号



jyt.henan.gov.cn

首页

机构设置

教育动态

政务公开

政务服务

交流互动

专题子站

您好, 今天是2021年08月25日, 欢迎访问中共河南省委高校工委、河南省教育厅网站!

新乡 28°C 阴

首页 > 信息公开 > 文件通知 > 正文

分享:

河南省教育厅关于公布2019年度河南省虚拟仿真实验教学项目立项建设名单的通知

教高〔2019〕672号

2019-10-10 10:02 【浏览字号: 大 中 小】 来源: 教育厅办公室

各本科高校:

根据河南省教育厅《关于开展2019年度省级虚拟仿真实验教学项目认定工作的通知》(教办高〔2019〕369号)要求,经学校申报、会评答辩和公示,我厅确定安阳工学院《典型飞机结构部件前机身装配及双机器人铆接虚拟仿真实验》等153个项目为2019年度河南省虚拟仿真实验教学立项建设项目,现予以公布(名单见附件)。

各有关高校要发挥主体作用,加大经费投入,强化虚拟仿真实验教学团队建设,完善考核、奖励、监督机制和实验教学效果评价体系。项目建设团队要继续建设完善虚拟仿真实验教学项目并保持对外联通开放,提供稳定、优质的实验教学服务,为全省高等学校提供实验教学示范。各高校要积极借鉴和应用虚拟仿真实验教学项目建设成果,探索线上线下相结合的实验教学模式,稳步提升实验教学质量。我厅将适时组织开展省级虚拟仿真实验教学项目的教学实践与效果、服务质量、持续更新等方面的跟踪监测和综合评价,对未达标的实验教学项目,将取消其立项建设资格。

附件: [2019年度河南省虚拟仿真实验教学项目立项建设名单](#)

2019年9月30日

打印

关闭

相关文章

文件通知教高〔2021〕272号 河南省教育厅关于印发《河南省本科高等学校智慧教学三年行动计划》的通知	2021-08-04
2021年全国职业院校技能大赛中职组“电子电路装调与应用”赛项举办	2021-07-30
郑州科技学院智慧校园建设风采	2021-07-29
商丘师范学院智慧校园建设风采	2021-07-29
黄河水利职业技术学院智慧校园建设风采	2021-07-29



关于我们 | 教育厅方位图 | 联系我们

版权所有: 河南省教育厅 地址: 郑州市郑东新区正光路11号

邮政编码: 450018 豫ICP备09011211号

政府网站标识码: 4100000085 公安机关备案号: 41000043003-18025

Copyright © 2020 jyt.henan.gov.cn All Rights Reserved



附件

2019 年度河南省虚拟仿真实验教学项目立项建设名单

(按照项目申报院校名称拼音排序)

序号	学校名称	虚拟仿真实验项目	负责人	所属类别
1	安阳工学院	典型飞机结构部件前机身装配及双机器人铆接虚拟仿真实验	马洪儒	航天航空类
2	安阳工学院	BIM 技术装配式施工工艺虚拟仿真实验	闫春岭	土木类
3	安阳师范学院	甲骨文虚拟仿真实验教学-战争项目	郭旭东	历史学类
4	安阳师范学院	Linux 系统下使用 Suricata 进行入侵检测虚拟仿真实验教学项目	陈卫军	计算机类
5	河南财经政法大学	基于多角色扮演交互式社区矫正虚拟仿真实验教学	朱 贺	法学类
6	河南财经政法大学	建筑工程项目进度管理虚拟仿真实验	宋素亚	经济管理类
7	河南财经政法大学	智能物流虚拟仿真实验教学项目	何 惠	经济管理类
8	河南财经政法大学	基于区块链的企业费用结算虚拟仿真实验教学项目	张 斌	经济管理类
9	河南财政金融学院	“本量利分析”虚拟仿真实验教学项目	李爱红	经济管理类
10	河南财政金融学院	“智能物联”虚拟仿真实验教学项目	孙飞显	计算机类
11	河南城建学院	网络舆情大数据挖掘分析虚拟仿真实验	董国忠	经济管理类
12	河南大学	昆虫的变态与生活史虚拟仿真实验	谷艳芳	动物类
13	河南大学	多酸羧基金属衍生物的合成及其催化 CO ₂ 环加成反应综合虚拟仿真实验	柏 奕	化学类

序号	学校名称	虚拟仿真实验项目	负责人	所属类别
52	河南农业大学	重铬酸钾的应用及重金属铬废液的处理、检验	徐翠莲	化学类
53	河南农业大学	2-甲基-2-己醇的合成及核磁共振波谱表征虚拟仿真实验	吴璐璐	化学类
54	河南农业大学	麦-玉两熟绿色耕作管理虚拟仿真综合实验	熊淑萍	植物类
55	河南农业大学	基于 Crispr-Cas9 基因编辑技术的玉米定向种质改良	石永春	植物类
56	河南农业大学	有机化学单元操作综合实验——绿色杀菌剂吡唑醚菌酯合成	那日松	化学类
57	河南农业大学	吸收法处理典型气态污染物 3D 虚拟仿真实验	袁 远	环境科学与工程类
58	河南农业大学	沼气厌氧发酵工艺参数调控虚拟仿真	李 刚	农业工程类
59	河南师范大学	抑郁小鼠模型构建及鉴定虚拟仿真实验	唐超智	动物类
60	河南师范大学	高效可逆捕获二氧化碳的离子液体设计及性能测试	赵 扬	化学类
61	河南师范大学	肺纤维化小鼠模型构建、诊断及治疗虚拟仿真实验	余国营	基础医学类
62	河南师范大学	法学虚拟仿真实验教学中心	韦留柱	法学类
63	河南师范大学	基于云平台的电商运营及大数据分析虚拟仿真实验	任太增	经济管理类
64	河南师范大学	中国共产党革命精神虚拟仿真实践教学	马福运	马克思主义理论类
65	河南师范大学	基于智云框架的无线传感网虚拟组态仿真	袁培燕	计算机类
66	河南师范大学	高压开关柜绝缘故障局部放电仿真实验	彭玉峰	电气类
67	河南中医药大学	黄连素及衍生物的制备方法虚拟仿真设计实验	李玉贤	化学类
68	河南中医药大学	计算机图形学虚拟仿真实验	王雨佳	医学技术类
69	河南中医药大学	地黄内生放线菌及代谢物分离鉴定的虚拟仿真实验	郑晓珂	植物类
70	河南中医药大学	基于表情分析及安慰训练的婴幼儿推拿虚拟仿真教学实验	翟文生	中医类

教育部司局函件

教高司函〔2021〕18号

教育部高等教育司关于公布2021年第二批 产学研合作协同育人项目立项名单的通知

各省、自治区、直辖市教育厅（教委），新疆生产建设兵团教育局，有关高等学校，有关企业：

为深入贯彻党的十九届六中全会和中央人才工作会议精神，贯彻落实《国务院办公厅关于深化产教融合的若干意见》（国办发〔2017〕95号）和《教育部 工业和信息化部 中国工程院关于加快建设发展新工科 实施卓越工程师教育培养计划2.0的意见》（教高〔2018〕3号）要求，调动好高校和企业两个积极性，实现产学研深度融合，我司组织有关企业和高校持续深入实施产学研合作协同育人项目。

根据《教育部产学研合作协同育人项目管理办法》要求，现公布2021年第二批产学研合作协同育人项目立项名单（见附件）。有关高校要加强对项目的指导和管理，项目负责人要与相关企业加强联系，按照要求高质量高效推进项目实施。有关企业要保证资金及软硬件投入按时到位，切实加强项目管理，严禁要求高校额外购买配套设备或软件、支付培训费

等违规行为，保证项目顺利实施。

- 附件：1. 2021 年第二批产学合作协同育人项目立项名单
（按企业排序）
2. 2021 年第二批产学合作协同育人项目立项名单
（按高校排序）



项目编号	承担学校	公司名称	项目类型	项目名称	项目负责人
202102629075	河南大学	珍岛信息技术（上海）股份有限公司	教学内容和课程体系改革	《网络营销》课程教学内容与体系优化研究	喻晓蕾
202102633005	河南大学	郑州新思齐科技有限公司	教学内容和课程体系改革	企业信息化在数据库课程体系中的应用	葛强
202102004013	河南师范大学	安徽省科大奥锐科技有限公司	教学内容和课程体系改革	虚拟仿真实验在物理实验教学内容和课程体系改革中的实践	尚军
202102078007	河南师范大学	北京软通动力教育科技有限公司	教学内容和课程体系改革	基于“产教融合”的实训教学评价模式改革研究	段德全
202102084070	河南师范大学	北京世纪超星信息技术发展有限责任公司	师资培训	高校教师教研结合实践能力提升培训项目	李鹏飞
202102089014	河南师范大学	北京天融信教育科技有限公司	教学内容和课程体系改革	《高性能计算导论》课程教学改革	柴旭清
202102126016	河南师范大学	北京中科致远科技有限责任公司	教学内容和课程体系改革	互联网背景下的女大学生创业教育教材开发	魏静
202102126144	河南师范大学	北京中科致远科技有限责任公司	创新创业联合基金	“星耀中华”公益支教团联合基金项目	杨艺文
202102153085	河南师范大学	大恒新纪元科技股份有限公司	实践条件和实践基地建设	基于产业导向的光电信息创新实践平台建设	赵志军
202102255010	河南师范大学	河南信安世纪科技有限公司	实践条件和实践基地建设	网络安全实践添加和实践基地建设	洪双喜
202102330006	河南师范大学	蓝鸥科技有限公司	新工科、新医科、新农科、新文科建设	统一建模语言UML课程建设项目	刘慧
202102345003	河南师范大学	美亚联创（北京）科技有限公司	新工科、新医科、新农科、新文科建设	社会治理与社会工作TPRI智慧融合与协同创新研究	魏雷东

关于

第十四届教学成果奖暨 2021 年河南省 高等教育教学成果奖推荐评审结果的公示

发布者：刘炳辉发布时间：2022-01-10 浏览次数：145



根据《河南省教育厅关于做好 2021 年河南省高等教育教学成果奖励申报工作的通知》（教高〔2021〕371 号），我校开展了第十四届教学成果奖暨 2021 年河南省高等教育教学成果奖推荐评审工作。

经个人申请、教务处审核、专家评审，评选出第十四届教学成果奖 17 项，其中，特等奖 10 项，一等奖 7 项，并推荐参评 2021 年河南省高等教育教学成果奖，现将评审结果予以公示，详见附件。

任何单位和个人对公示的评审结果及教学成果权属问题持有异议，可以书面形式向教务处教学研究科提出。单位提出的异议，须在异议材料上加盖本单位公章，并写明联系人姓名和电话；个人提出的异议，须在异议材料上签署真实姓名，并写明本人工作单位和电话。不符合上述要求的异议，不予受理。

公示时间：2022 年 1 月 10 日至 2022 年 1 月 14 日

举报电话：

举报信箱：

联系人：

附件：

第十四届教学成果奖暨 2021 年河南省高等教
育教学成果奖推荐评审结果

教务处

2022 年 1 月 10 日

附件： 第十四届教学成果奖暨 2021 年河
南省高等教育教学成果奖推荐评审结果

序号	成果名称	主持人	主要完成人	获奖等级	备注

11	产教融合背景下软件 人才培养模式改革研 究			一等奖	推荐 省级

国家自然科学基金资助项目批准通知

袁培燕 先生/女士：

根据《国家自然科学基金条例》规定和专家评审意见，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）决定资助您申请的项目。项目批准号：62072159，项目名称：边缘物联网中感知数据协作卸载机制研究，直接费用：51.00万元，项目起止年月：2021年01月至2024年12月，有关项目的评审意见及修改意见附后。

请尽早登录科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>），获取《国家自然科学基金资助项目计划书》（以下简称计划书）并按要求填写。对于有修改意见的项目，请按修改意见及时调整计划书相关内容；如对修改意见有异议，须在电子版计划书报送截止日期前向相关科学处提出。

电子版计划书通过科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>）上传，依托单位审核后提交至自然科学基金委进行审核。审核未通过者，返回修改后再行提交；审核通过者，打印纸质版计划书（一式两份，双面打印），依托单位审核并加盖单位公章，将申请书纸质签字盖章页订在其中一份计划书之后，一并将上述材料报送至自然科学基金委项目材料接收工作组。电子版和纸质版计划书内容应当保证一致。**自然科学基金委将对申请书纸质签字盖章页进行审核，对存在问题的，允许依托单位进行一次修改或补齐。**

向自然科学基金委补交申请书纸质签字盖章页、提交和报送计划书截止时间节点如下：

1. **2020年10月14日16点**：提交电子版计划书的截止时间（视为计划书正式提交时间）；
2. **2020年10月21日16点**：提交电子修改版计划书的截止时间；
3. **2020年10月28日16点**：报送纸质版计划书（其中一份包含申请书纸质签字盖章页）的截止时间。
4. **2020年11月18日16点**：报送修改后的申请书纸质签字盖章页的截止时间。

关于国家自然科学基金资助项目批准及有关事项的通知

袁培燕 先生/女士：

根据《国家自然科学基金条例》的规定和专家评审意见，国家自然科学基金委员会（以下简称自然科学基金委）决定批准资助您的申请项目。项目批准号：

U1804164，项目名称：移动边缘计算中共享内容的后验式缓存机理研究，直接费用：47.00万元，项目起止年月：2019年01月至2021年12月，有关项目的评审意见及修改意见附后。

请尽早登录科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>），获取《国家自然科学基金资助项目计划书》（以下简称计划书）并按要求填写。计划书电子文件通过科学基金网络信息系统（<https://isisn.nsf.gov.cn>）上传，由依托单位确认后，自然科学基金委进行审核；打印为计划书纸质版（一式两份，双面打印）由依托单位审核并加盖单位公章后报送至自然科学基金委项目材料接收工作组。

自然科学基金委接收依托单位提交计划书电子版截止时间为**年月日16点前**，提交计划书电子修改版截止时间为**年月日16点前**；计划书纸质版于计划书电子版通过自然科学基金委审核后先行打印（建议双面打印），自然科学基金委接收计划书纸质版截止时间为**年月日16点前**。

请按照依托单位规定时间，及时将计划书电子版和纸质版先后提交依托单位进行确认审核。对于有修改意见的项目，请按修改意见及时调整计划书相关内容；如对修改意见有异议，须在计划书电子版报送截止日期前提出。计划书电子文件和纸质文件内容应当保证一致。

未说明理由且逾期不报计划书者，视为自动放弃接受资助。

附件：项目评审意见及修改意见

国家自然科学基金委员会
信息科学部

2018年12月07日

Proceedings of

2nd International Conference on Computer Science and Educational Informatization

IEEE CSEI 2020

Xinxiang, China • June 12-14, 2020

<http://csei.dbw.org.cn/>



Henan Normal University



中科院数据科学研究院
National Academy of Guo Ding Institute of Data Sciences

Copyright and Reprint Permission: Abstracting is permitted with credit to the source. Libraries are permitted to photocopy beyond the limit of U.S. copyright law for private use of patrons those articles in this volume that carry a code at the bottom of the first page, provided the per-copy fee indicated in the code is paid through Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923. For reprint or republication permission, email to IEEE Copyrights Manager at pubs-permissions@ieee.org. All rights reserved. Copyright ©2020 by IEEE.

Part Number: CFP20U04-USB

ISBN: 978-1-7281-7007-7

Contents

Research and Design of APP for Primary School Students' Safety Education Based on Embodied Cognitive Theory.....	1
<i>Yufeng Xu and Lianshuan Shi</i>	
How to Use Stock Data for Data Science Education: A Simulated Trading Platform in Classroom.....	5
<i>Yunkai Liu and Xiangjing Wei</i>	
A Distributed Exam Item Bank System Based on Hadoop Ecosystem.....	9
<i>Bo Wang, Xiaoyun Qin, Changhai Wang, Wanwei Huang, Ying Song, Xiao Cui</i>	
Visualization Analysis of Learning Analysis Research in International Education during the Past Decade.....	13
<i>Juan Ang and Jun Ren</i>	
Design of Online Teaching for Network Security Technology under Epidemic Situation.....	20
<i>Xuelan Zou, Xuemei Wang and Yunxia Hu</i>	
The Effect of Inhibition on the Processing and Comprehension of L2 Garden Path Sentences.....	24
<i>Xie Ma, Sheng-Fei Bao, Xiao-Yan Bi, Peng Wu, Gong-Run Li and Yan Liu</i>	
Simulation and Implementation of an Ultrasonic Ranging Experiment System.....	28
<i>Haosong Yue, Xinyuan Zhang and Zhixin Shi</i>	
Simulation Study of Optimal Scheduling Algorithm for Massive Data in the Complex Network Environment.....	32
<i>Xiuming Li, Huaisheng Wu</i>	
Experimental Study on Gamification Teaching of Mathematics Classroom Practice Based on Flow Experience...36	
<i>Jian Zhao and Yingqi Li</i>	
The Influence of Vocational Physical Training on Physical Fitness Test for Vocational College Students.....	41
<i>Lei Wang, Rui-Qing Liu, Wen-Ya Xu and Xia Liu</i>	
Construction of Personalized Autonomous Learning Combining Online and Offline under Epidemic Situation....	46
<i>Huandong Chen, Jinmei Shi, Juntao Chen and Jinmei Zhan</i>	
The Reform and Exploration of Teaching Team in Postgraduate Courses.....	51
<i>Qian Wen Hua, Xu Dan and Yuan Guowu, WU Hao</i>	
Application of a Knowledge Dissemination Model based on Forgetting Mechanism in Interactive Collaborative Learning.....	54
<i>Wei Zheng, Fangli Liu, Qianjing You</i>	
Study on the Reform of the Physics Experimental Teaching in University Based on Virtual Reality Technology.....	58
<i>Wei Wang and Yaru Wang</i>	
Preference Cognitive Diagnosis for Predicting Examinee Performance.....	63
<i>Peichao Jiang, Xiaodong Wang and Bingxin Sun</i>	
Chinese Learner Feature Classification Based on IFE Attribute Weighted kNN Algorithm.....	70
<i>Shu Wang, Lingyun Yuan, Binjie Wang and Hongzhi Yang</i>	
Construction and Research of Education Emergency Network Model Based on Complex Network-A Case Study of Child Abuse Incident in Beijing RYB Education Pre-school.....	75
<i>Wenhui Lu, Bin Wen</i>	

Research on the Application of a High-dimensional Bayesian Network in the Evaluation of Ethnic-Chinese Bilingual Teaching.....	80
<i>Yongxian Pu, Yunju Feng and Quan Yu</i>	
Construction and Application of Teaching Resources Library Regarding Flight Attendant Specialty.....	87
<i>Mei He, Chao Li, Yang Wang</i>	
Deep Knowledge Tracking based on Attention Mechanism for Student Performance Prediction.....	95
<i>Dong Liu, Huanhuan Dai, Yunping Zhang, Qinpeng Li, Congpin Zhang</i>	
Design and Adoption of Bring Your Own Device (BYOD) in Smart Classroom.....	99
<i>Hua Feng and Wei Hu</i>	
The Design of Collaborative Reflective Activity Based on Shared-Regulation.....	104
<i>Guanqun Liu, Xd Chen</i>	
Research on Java EE Mixed Teaching Mode Based on CDIO.....	109
<i>Li Caimao and Chen Shaofan</i>	
The Application of SVR-based Combination Algorithm in Applying for College in China.....	114
<i>Xingbing LIU, Yingying Wang, Zhen Zhang, Bin Chai, Yun Zhou, Shaoshuai Zhang</i>	
Mining the World University Rankings from Wikipedia.....	119
<i>Yating Li, Aoxing Wang, Qifeng Li and Kui Xiao</i>	
A Method for Constructing Knowledge Graph of Ethnic Cultural Information Resources.....	126
<i>Wang Jun, Zhaoxiang Ouyang, Jianhou Gan</i>	
Design and Implementation of A Scrum Project Training Platform Supporting Virtual Enterprise Environment	130
<i>Yifei Zhang, Zhezhu Li, Kun Liu</i>	
Relation Extraction of Minority Cultural Information Resources based on Bi-LSTM and Double Attention Mechanism.....	135
<i>Lin Cui, Jianhou Gan and Bin Wen</i>	
Malware Analysis Platform Based on Software Gene for Cyberspace Security Practice Teaching.....	140
<i>Fudong Liu, Ping Zhang, Yifan Hou, Lixin Wang, Zheng Shan and Junchao Wang</i>	
A Personalized Recommendation Algorithm for College Books based on User Interest.....	144
<i>Jiabei Li, Tianwei Xu and Juxiang Zhou</i>	
Research on the Application of VR Technology in Military Electronic Countermeasure Teaching.....	150
<i>Yang Tao, Junrong Feng</i>	
A Study of English Learning Risk-taking Of High School Students in Ethnic Areas of Yunnan.....	155
<i>Yuan Yuan, Yichuan Yuan, Zhidan Zhou, Jianlin Wang and Lulu Zhan</i>	
Thinking and Practice of Online Teaching under COVID-19 Epidemic.....	165
<i>Zhang Ping, Fudong Liu and Zheng Shan</i>	
Research and Design on the Comprehensive Experimental of Network Security Technology Course.....	168
<i>Lili Yan, Shibin Zhang and Yan Chang</i>	
The Design of the Challenge Experimental Course of "Information Security System R & D" under the Background of Emerging Engineering Education.....	172
<i>Ruijin Wang, Shijie Zhou, Mengjie Zhang, Xuchenghao Luo, Jin Wu, Fengli Zhang</i>	
Active Project-Driven Learning Method for Taking the Teaching Reform of Android Programming.....	175
<i>Weifeng Yin</i>	

A Study on the Influence of Scene Reality of VR Environment on English Learners' Learning Engagement and Learning Effectiveness.....	181
<i>Caifeng Sun, Yirong Yao, Ruofan Wang and Xindong Ye</i>	
Exploration on Cultivation of Practical Ability of Artificial Intelligence Talents in Universities in the Context of Innovation and Entrepreneurship Education.....	186
<i>Jiao Ge, Li Lang, Deng Hongwei, Zheng Guangyong, Zou Yi and Zhao Junxia</i>	
An Application of Face Recognition Technology in University Classroom Teaching.....	190
<i>Yang Tao, Yuanzi He, Wei Zhang</i>	
The Influence of Emotion on Inhibition Control: An ERP Study.....	194
<i>Zhi Zhu, Xie Ma and Yun Tao</i>	
Integrated Curriculum Framework Design for Embedded Systems.....	197
<i>Wei Hu, Jing Wu, Fang Liu, Hong Guo and Min Jiang</i>	
Classroom Learning Assessment: Modeling and Tool Design Based on the SOLO Classification Theory.....	202
<i>Yichong Zhang, Xiaoniu Li, Ke Zhu and Chunhong Liu</i>	
Online Platform of Computer Organization Principle Teaching and Learning.....	207
<i>Qu Wu, Bo Lv, Yuxi Gong, Chuanwang Song, Junneng Zhang and Shuxia Liu</i>	
Teaching Reform of Practice Course Based on a Unified Teaching and Experiment Platform.....	211
<i>Li Zhang, Qingsheng Li and Xuemei Wang</i>	
Book Borrowing Behaviour Driven Interdisciplinary Learning Interest Network Mining.....	215
<i>Qiang Zhang, Qingqing Zhang, Linli Gong, Zhigang Li, Xujuan Zhang and Wanghu Chen</i>	
The Presence Design of Online Teaching based on CoI Model.....	225
<i>Wenyu Zhang, Weiwei Chen, Rui Wang, Honghua Zhao, En Yuan, Zhen Wang</i>	
A Study on Providing Blended Learning Support to EFL Students of Advanced English Course.....	230
<i>Yuanbing Duan and Jingzheng Wang</i>	
Personalized Learning Service Based on Big Data for Education.....	235
<i>Jinjiao Lin, Yanze Zhao, Chunfang Liu and Haitao Pu</i>	
Three Approaches to the Design of a Golden Online Course on Data Structure.....	239
<i>Weiwei CHEN, Zhigang LI, Yanqin TANG, Baohua WANG, Bin WANG, Lei ZHOU, Ying LIU</i>	
Virtual Experiment Platform Based on Chinese Speech Interaction.....	244
<i>Shunqing Lin, Dongfeng Liu, Kai Zhang</i>	
Experimental Design of the Mechanical Design Course in Distance Education.....	248
<i>Yong Sang, Pengkun Liu and Lianjie Liao</i>	
Reform in the Teaching Model of English Writing in the Big Data Era.....	252
<i>Yu Rongqi</i>	
Construction and Implementation of Blended Online Teaching Mode Based on Live Broadcasting and MOOC.....	260
<i>Ying CHEN, Yanyan ZHENG, Tiantian YU</i>	
A Collaborative Filtering Recommendation Method based on Knowledge Points and Learning Ability Evaluation Model.....	264
<i>Songhua Hu, Lei Chang, Yanping Chen</i>	

Design of Online and Offline Blending Teaching Mode.....	268
<i>Huandong Chen, Shulei Wu, Jinmei Shi</i>	
Using Word2vec to Match Knowledge Points and Test Questions: A Case Study.....	272
<i>Peiyan Yuan, Aimei Du and Chuan Wang</i>	
The Online English Course Activities Design Based on the Motivation Mechanism of Adult Online Learning...	277
<i>Yu Jianjun</i>	
An Intelligent Recommendation Drilling Platform for Online Computer Education.....	283
<i>Lan Huang, Liang Zhang, Xiaofang Zhang, Rui Xing, Yichuan Jiang and Yan Wang</i>	
Exploration and Practice of Online Teaching for Data Structure in Epidemic Period.....	288
<i>Xuemei Wang, Xuelan Zou and Weifeng Yin</i>	
Construction and Implementation of Blended Teaching Ecology Based on Cloud Class.....	292
<i>Yanyan Zheng and Ying Chen</i>	
Learning Outcomes Depreciation to Solve Knowledge Timeliness in Lifelong Education.....	296
<i>Yang Zhao</i>	
Application of Mixed Reality Technology in Education With the case of a Huangmei Opera Cultural Education System.....	301
<i>Guangjun Wang, Zhichao Lu, Zhang Yufei, Yu Qian, Zhao Haiying and Liu Deyang</i>	
Research on Personalized Recommendation of learning Resource Based on Big Data of Education.....	306
<i>Nan Wan, Xinli Wu, Shi Guo, Li Yang, Qi Han and Rongzhang Yin</i>	
Research and Application of Personalized Learning System based on Knowledge Map.....	312
<i>Zhijun Yang, Ning Lei, Yang Wang, Cuilian Lv</i>	
Study on Chinese Open Domain Question Answering based on Support Vector Machine.....	316
<i>Yao Xianming, Xu Jian and Yang Wanhua</i>	
Online Teaching Design of University Computer Course Based on BOPPPS Mode.....	322
<i>Juan Chen, Yong Wang and Ying Yang</i>	
The Exploration and Practice on the Cultivation of Design and R&D Capability of Computer Students under the Model of School Enterprise Cooperation.....	326
<i>Yan Zhang, Lin Tong, Bin Ding, Qiang Sun, Limin Chen and Nan Xiao</i>	
Exploration and Research of blended learning in the " Principles of Computer Organization".....	331
<i>Hou Yifan, Wang Wei, Liu Fudong, Shan Zheng, Wang Junchao and Wang Lixin</i>	
An Analysis on Paths of Promoting the Construction of Modern Vocational Education System by Educational Informatization.....	335
<i>Haoming Wang, Zhongpu He, Jiawen Ji and Juntao Chen</i>	
Research on Information-based Teaching and its Influence on Future Education under the Background of Epidemic Situation.....	340
<i>Wanhong Peng, Xiaoniu Li and Lilin Fan</i>	
Research on the Algorithm of Education Data Mining Based on Big Data.....	344
<i>Lixia Ji, Xiao Zhang, Lei Zhang</i>	

Using Word2vec to Match Knowledge Points and Test Questions: A Case Study

Pei-Yan Yuan*

*School of Computer and Information
Engineering*

Henan Normal University

Xinxiang, China

peiyang@htu.cn

A-Mei Du

*School of Computer and Information
Engineering*

Henan Normal University

Xinxiang, China

hh_amei@163.com

Chuan Wang

*School of Computer and Information
Engineering*

Henan Normal University

Xinxiang, China

wangc@htu.cn

Abstract—The development of artificial intelligence and machine learning has strengthened the deep integration of information technology and education. Test questions are important for students' daily practice as online learning resources. Therefore, studying the matching method between knowledge points and test questions has great meaning both in theory and reality. In this paper, the cosine distance is used to calculate the similarity between the knowledge points text and the test questions text. The Word2vec model is used to distill the character words to obtain word vectors. The similarity in vector space is used to represent the semantic similarity of text. On the similarity computing, we compared the method based on Word2vec with TF-IDF word frequency statistics. It is verified that the method based on Word2vec can quickly find the relationship between knowledge points and test questions, so as to provide technical support for education and teaching.

Keywords—Knowledge points, Cosine distance, Similarity, Word2vec

I. INTRODUCTION

With the rapid development of information technology, the online media represented by modern educational resources plays an important role in the education community. New educational methods and technologies have become an important means for learners to acquire knowledge. Tests are an effective way to examine the learning effect of students. For example, the daily exercises become a general way to check whether students have mastered the target knowledge points. Therefore, by using the matching methods between knowledge points and test questions, it can help teachers find the correlation between test questions and knowledge points. Furthermore, it not only reduces the workload of teachers but also helps teachers design appropriate test questions based on the target knowledge points. Based on the information about students' learning on knowledge points, teachers can conduct collective comments and personalized counseling, and make timely adjustments in teaching strategies and methods. In-depth research on data correlation of knowledge point matching can help students obtain learning suggestions and solving strategies from teachers, so that students can clearly understand their weaknesses and correctly evaluate self-learning behaviors, thereby improving learning efficiency.

In this paper, the automatic correlation is achieved by calculating the similarity between the knowledge points text and the test questions text. The similarity is calculated by the cosine distance. Due to the cosine similarity, the two texts of the test questions and the knowledge points need to be converted into vector text. In this paper, we use the Word2vec model to distill the character words, so as to obtain word vectors. We compared the Word2vec with the TF-IDF model, one classical word frequency statistics

method. Since the corpus-based model fully uses the knowledge of probability theory and statistics to calculate the similarity between knowledge points, the computing method is more advanced in theory. The simulation results show the efficiency of Word2vec.

II. RESEARCH STATUS

At present, domestic and foreign scholars have conducted many in-depth studies on the computing of text similarity. There are three mature similarity computing methods: text similarity computing based on keyword surface information, text similarity computing based on vector space model, and text similarity computing based on semantic information. Among them, using the surface information of the keywords is the most popular method, which is based on simple word matching. It only considers surface-level information such as part-of-speech similarity in texts or sentences, word order similarity, and sentence length similarity to calculate similarity [1], and it ignores the semantic information of words in the text. It is not comprehensive and inaccurate due to the lack of measurement of semantic and grammatical information.

Some researchers use feature space vectors to represent text, convert the processing of text content to the calculation of distances of vectors in vector space, and use some distance calculation formulas to calculate similarity, such as the VSM (vector space model) [2]. This model is first proposed by Salton in 1975, it was originally used for automatic indexing of English natural language texts, and was then widely used in text classification, retrieval and other fields [3]. Some scholars use Wikipedia, WordNet, HowNet and other external knowledge bases to expand the text and perform text processing on the expanded text content [4][5][6]. However, with the development of neural network language models in recent years, word vectors (Word2vec) that can represent information such as semantics and grammar of words have appeared in text mining and related fields [7][8][9]. It can be obtained by training on a large-scale data set, which can better calculate the distance between words, and therefore can improve the accuracy of the semantic similarity computing between texts.

In summary, although many researchers have achieved rapid development in the study of text similarity, educational big data research that uses information technology such as the Internet to serve education is still an important engine to promote the development of education modernization. Therefore, using the vector space model based on Word2vec to discover the relationship between knowledge points and test questions automatically, it provides beneficial help for students and teachers.

III. METHOD OF MATCHING KNOWLEDGE POINTS WITH TEST QUESTIONS

For the problem of matching knowledge points with test questions, it is based on the large-scale corpus of Word2vec semantic similarity computing [10]. It includes preprocessing, text vectorization, and text similarity computing of knowledge points and test questions. The process is shown in Figure 1. For the test questions and knowledge points text, first we use the word segmentation

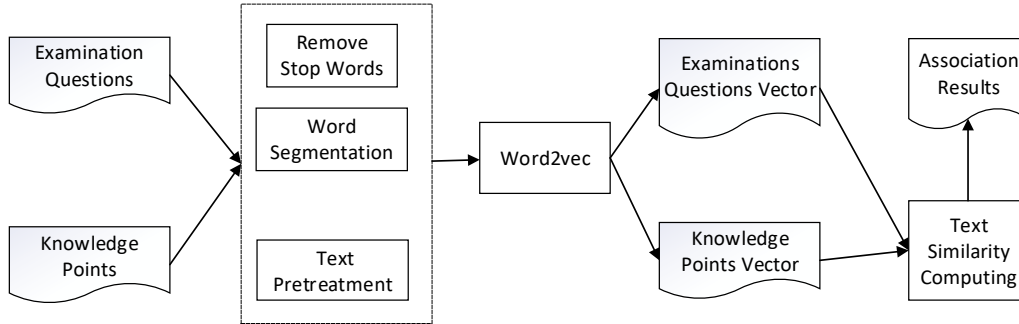


Fig. 1. Flow Diagram of Matching Method Between Knowledge Points and Test Questions

A. Word2vec Model Theory

Word2vec is a model proposed by Mikolov [13] in 2013 to convert feature words into word vectors. This model maps words from the original space to a new low-dimensional space, so that semantically similar words are close in distance in this space, so Word2vec word vectors can be used to measure the similarity between words. Since the semantically similar words are relatively similar distributed in the vector space, the spatial similarity between words can be calculated to represent the semantic similarity between words. Therefore, the Word2vec word vector reflects semantics of two words [14].

Word2vec contains two training models, namely CBOW

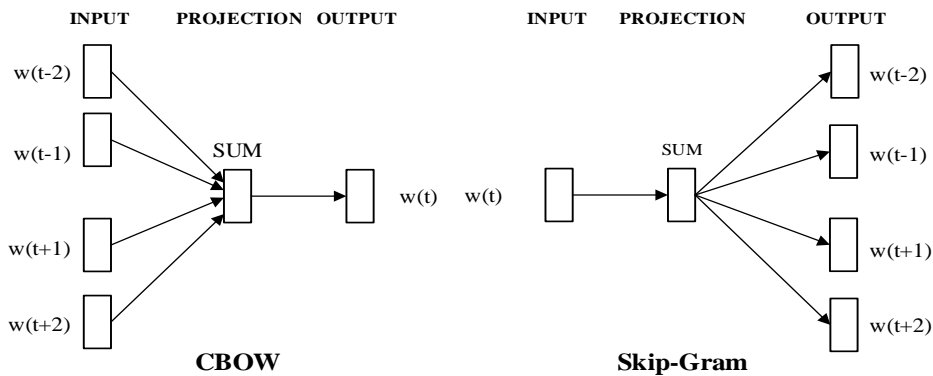


Fig. 2. Network Structure of Two Models

B. Vector Cosine Similarity Computing Method

The Word2vec model trains CBOW and Skip-Gram models on a given corpus, and then outputs a vector of single words. The similarity between texts is represented by calculating the similarity between word vectors. The vector cosine similarity computing method can be used to get the similarity value.

In this paper, the cosine similarity between vectors is

used by measuring the cosine of the angle of the inner product space of the two vectors [16]. The angle between the two vectors ranges from 0° to 180° . The cosine of the 0° and 180° angles are 1 and -1, and the cosine of any other angle is between the two. The closer the cosine value is to 1, it means that the included angle is closer to 0° , that is, the more similar the two vectors are. The cosine value is closer to 0, and the included angle is closer to 90° , indicating that the two vectors are less similar. In the

comparison process, only the direction of the vector is considered, and the size of the vector is ignored. In this paper, the angle between two word vectors is usually less than 90° , so the range of cosine similarity is $[0,1]$. The correlation coefficient $Sim(D_1, D_2)$ between any two texts D_1 and D_2 refers to the topical correlation between the two texts. Let texts D_1 and D_2 represent the two vectors in the vector space model, as shown in formula (1).

$$\begin{aligned} D_1 &= D_1(w_{11}, w_{12}, \dots, w_{1n}) \\ D_2 &= D_2(w_{21}, w_{22}, \dots, w_{2n}) \end{aligned} \quad (1)$$

The specific calculation method of the cosine similarity is shown in formula (2):

$$Sim(D_1, D_2) = \frac{D_1 \bullet D_2}{\|D_1\| \times \|D_2\|} = \frac{\sum_i (w_{1i} \times w_{2i})}{\sqrt{\sum_i w_{1i}^2 \times \sum_i w_{2i}^2}} \quad (2)$$

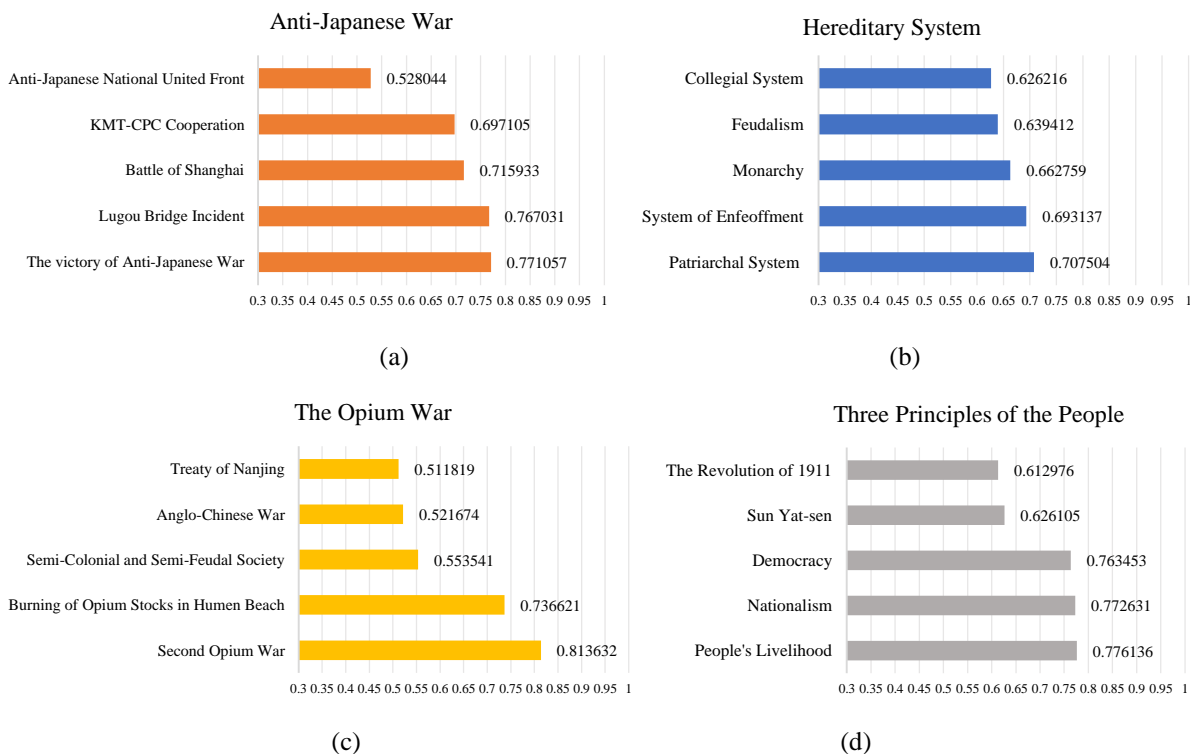


Fig. 3. Features of Approximate Words

TABLE I. SEMANTIC RELATIONS

Word1	Word2	Word 3	Forecast Result	Word 1	Word 2	Word 3	Forecast Result
Nationalism	Democracy	People's Livelihood	Three Principles of the People	System of Enfeoffment	Patriarchy	Hereditary System	Political System
Truman Doctrine	Marshall Plan	Warsaw Treaty	US-Soviet Cold-War	The Yellow Sea Battle	Battle of Liaodong	Weihai Battle	Sino-Japanese War
Agriculture	Handicraft Industry	Capitalist Industry and Commerce	Three Great Transformations	Marx	Friedrich Engels	The Communist Manifesto	Marxism

We use the TF-IDF word frequency statistics method as a counterpart to evaluate the similarity. The TF-IDF method

IV. EXPERIMENTAL RESULTS AND ANALYSIS

This paper uses the textbooks of Compulsory 1, Compulsory 2 and Compulsory 3 in the history teaching of senior high school as well as Baidu Encyclopedia entry explanation text corresponding to knowledge points as training corpus, training with Word2vec, and we use historical practice questions and answers as test objects. First of all, the training results are used as a case study. Figure 3 shows the characteristics of the four groups of approximate words. It can be seen that the similarity between words is high through the training of the Word2vec model on the corpus. Table 1 shows the semantic and grammatical relationship. From the three groups of words, the group with the most relevance can be predicted.

based on the vector space model is a typical representative of similarity calculation [17]. If a word in a text appears

more frequently in this article, its contribution will be greater, but if the word appears less frequently in the entire text, its contribution will be reduced. It uses words as feature items of text, and the weight of each feature item consists of two parts: TF weight and IDF weight [18]. In the TF-IDF, the knowledge is classified. That is, the knowledge of each chapter is placed in a text, and the knowledge of different chapters is placed in different texts. After the TF-IDF results are calculated, each text is taken the first ten words with larger weights as a comparison criterion. The first ten words extracted match the test document.

Suppose that a certain document set Ω , N represents the total number of documents in the Ω set, and in a given test document, use the TF-IDF method to calculate the weight formula for a given word t , as shown in formula (3).

$$W_{ij} = TF_{ij} \times IDF_j \quad (3)$$

$$IDF_j = \text{Log}(N/n_j)$$

Among them, TF_{ij} (term frequency) represents the frequency of occurrence of the word t_j in the document. IDF_j (inverse document frequency) represents the inverse document frequency of the occurrence of the word t_j . N represents the number of documents containing the word t in the set Ω . n_j represents the number of documents in which the word t_j appears. It can be known from the above formula that when the term t appears more frequently in document d and the frequency of occurrence of the entire document set is lower, the TF-IDF weight of the term is higher, reflecting that the term has High representation in the text Ω . It can be used to express the actual content of the document.

The performance evaluation of the matching results

TABLE II. COMPARATIVE TEST RESULTS

Number of Test Questions		50	100	200
Number of Knowledge Points		13	34	87
Precision	TF-IDF	48.19%	49.63%	52.71%
	word2vec	53.26%	54.18%	56.32%
Recall	TF-IDF	50.64%	52.19%	55.34%
	word2vec	58.21%	59.36%	61.25%
F1-Measure	TF-IDF	49.75%	50.28%	51.66%
	word2vec	54.38%	55.61%	57.39%

V. CONCLUSION

The method based on Word2vec to match knowledge point and test question matching is presented and analyzed. The similarity between texts is expressed by calculating the similarity between word vectors. This paper introduces the theory of the Word2vec model. We use the Chinese corpus to train the Word2vec model and compare it with TF-IDF word frequency statistics. We discuss the application of Word2vec technology in Chinese processing, especially in textbooks of Compulsory 1, Compulsory 2 and Compulsory 3 in the history teaching of senior high school. And it verifies the efficiency of this technology to education and teaching. Because Chinese semantics is relatively more complex than English, and the test results of the Word2vec

between the knowledge points and the test questions uses the F1-Measure standard, which combines the precision and the recall. The specific calculation method is as shown in formula (4) to formula (6).

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (4)$$

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (5)$$

$$F_1 = \frac{2 \times \text{Precision} \times \text{Recall}}{(\text{Precision} + \text{Recall})} \quad (6)$$

TP indicates the number of pairs of test questions and knowledge points that the system successfully matches, FP indicates the number of pairs of test questions knowledge points that the system incorrectly matches, and FN indicates the number of pairs of test points that the system did not find. There is a one-to-many relationship between test questions and knowledge points, and each knowledge point examined by the test questions is a matching pair.

Table 2 gives the precision, recall and F1-Measure values of the two methods: TF-IDF and Word2vec. From the result, it can be seen that the similarity computing method based on Word2vec can better achieve the relationship between knowledge points and test questions. With the increase in the number of questions, the F1-Measure value of the test results of this method increased gradually, but the precision and recall were yet not high, and there was still a certain gap from expectations. The similarity computing method based on the TF-IDF word frequency statistics has a poor matching effect, because this method only considers that keywords need to be consistent to have high similarity.

model in English are better than Chinese. Though the Word2vec has a better performance than the TF-IDF, the metrics in precision, recall and F1-Measure is still low compared to match the English texts. It indicates the application of Word2vec in Chinese education still faces certain difficulties, which is also a part of future research that needs to focus on.

ACKNOWLEDGMENT

This work was supported in part by the National Natural Science Foundation of China under Grant U1804164, Science and Technology Development Center of Ministry of Education under Grant 2018A03008, Henan virtual simulation experiment teaching project, and the key research project of higher education reform in Henan

REFERENCES

- [1] Cao L L, Wang W Y. Research on Question Similarity Computation Method of Multi-Feature with Word Embedding [J]. *Modern Computer (Professional Edition)*, 2017 (17): 11.
- [2] Guo F J, Ling C L, Wang X D. The Study of Interdisciplinary Literature Classification Based on VSM --Taking Intelligence and Computer Science for Example [J]. *Information Magazine*, 2014, 3(33): 171-175.
- [3] Li Z Y, Yang S W. Improvement of Weight of Web Page Features in Computing Based on VSM [J]. *Computer and Modernization*, 2010, 1(6): 137-139.
- [4] Xu Z H. Research on the Construction of a Wikipedia-based Chinese Named Entity Corpus [D]. Soochow University, 2016.
- [5] Bouras C, Tsogkas V. A clustering technique for news articles using WordNet[J]. *Knowledge-Based Systems*, 2012, 36: 115-128.
- [6] Zhu Z Y, Dong S J, Yu C L, et al. A text hybrid clustering algorithm based on HowNet semantics[C]//*Key Engineering Materials*. Trans Tech Publications Ltd, 2011, 474: 2071-2078.
- [7] Yan E, Zhu Y. Tracking word semantic change in biomedical literature[J]. *International journal of medical informatics*, 2018, 109: 76-86.
- [8] Zhang S, Zhang X, Cheng J J. Chinese Sentiment Classification Using Extended Word2Vec[J]. *Journal of Donghua University (English Edition)*, 2016 (5): 28.
- [9] Xue B, Fu C, Shaobin Z. A study on sentiment computing and classification of sina weibo with word2vec[C]//2014 IEEE International Congress on Big Data. IEEE, 2014: 358-363.
- [10] Pasti R , Fabrício G. Vilasbôas, Roque I R , et al. A Sensitivity and Performance Analysis of Word2Vec Applied to Emotion State Classification Using a Deep Neural Architecture[C]// *International Symposium on Distributed Computing and Artificial Intelligence*. Springer, Cham, 2019.
- [11] Yilmaz S, Toklu S. A deep learning analysis on question classification task using Word2vec representations[J]. 2020.
- [12] Wang T, Cheng H Y. Concept Semantic Similarity Computing Based on Bayesian Network [J]. *Computer and Modernization*, 2012, 1(9): 65-68, 1.
- [13] Mikolov T, Chen K, Corrado G, et al. Efficient estimation of word representations in vector space[J]. *arXiv preprint arXiv:1301.3781*, 2013.
- [14] Kim H K, Kim H, Cho S. Bag-of-concepts: Comprehending document representation through clustering words in distributed representation[J]. *Neurocomputing*, 2017, 266: 336-352.
- [15] Lei S, Liu X M, Xu W X. Chinese Short Text Classification Based on Word Vector Extension [J]. *Computer Applications and Software*, 2018, 35(8): 269-274.
- [16] Hermjakob U. Parsing and question classification for question answering[C]//*Proceedings of the ACL 2001 workshop on open-domain question answering*. 2001.
- [17] Koufakou A, Georgiopoulos M. A fast outlier detection strategy for distributed high-dimensional data sets with mixed attributes[J]. *Data Mining and Knowledge Discovery*, 2010, 20(2): 259-289.
- [18] Arroyo-Fernandez I, Mendez-Cruz C F, Sierra G, et al. Unsupervised sentence representations as word information series: Revisiting TF-IDF[J]. *Computer Speech & Language*, 2019, 56(JUL.):107-129.

文章编号: 1672-5913(2021)08-0057-04

中图分类号: G642

课程思政引领的数据结构课程教学

王亚丽^{1,2,3}, 高淑敏¹, 袁培燕^{2,3,4}

1. 河南师范大学 计算机与信息工程学院, 河南 新乡 453007;
2. 教学资源与教育质量评估大数据河南省工程实验室, 河南 新乡 453007;
3. “教育人工智能与个性化学习”河南省重点实验室, 河南 新乡 453007;
4. 河南师范大学 软件学院, 河南 新乡 453007)

摘要: 以计算机专业主干课程数据结构为例, 探讨如何在教学大纲、教学内容、课堂教学和实验教学方面融入思政教育, 提出将思政元素融入数据结构课程的方法和途径。

关键词: 数据结构; 课程思政; 思政元素; 课堂教学; 实验教学

DOI:10.16512/j.cnki.jsjy.2021.08.013

0 引言

习近平总书记明确指出, 要用好课堂教学主渠道, 坚持在改进中加强思想政治理论课, 其他各类课程都要守好一段渠、种好责任田, 使其与思想政治理论课形成协同效应^[1]。思政教育不应只在高校思想政治课群进行, 专业课教学更应该是思政教育的“主战场”。在高校专业课程里渗透思政教育, 把社会主义核心价值观的基本内容、实现中华民族伟大复兴的理想和责任、做人做事的基本道德等思政教育元素融入各类课程里, 在教育教学全过程塑造学生的思想观念、政治观点、道德规范等, 对全面培养学生的社会责任感, 树立学生正确的世界观、人生观和价值观, 实现全方位育人, 具有非常重要的推动作用。

然而, 专业课程的课程知识体系并没有将思政因素考虑在内, 导致高校专业教学往往忽视了对学生思想道德修养的培养。如何将思政教育落实于专业课程仍处于探索阶段。一方面, 部分专业课教师的“课程思政”观念尚未形成, 导致专业课的教学内容和思政教育相互脱节; 另一方面, 高校专业课教学内容较多、课程安排较满, 使得思政教育容易被忽略。

1 “课程思政”的内涵

“思政”是“思想政治”的简称。当“思政”与“课程”联结起来组成“课程思政”时, 其涵义应为“思想政治教育”^[2]。因而, “课程思政”就是以课程为载体, 将思想政治教育融入到教育教学的全过程。

实施“课程思政”, 需要厘清思政课程和课程思政的概念。思政课程指的是高校思想政治理论课。16号文件指出:“高等学校思想政治理论课是大学生思想政治教育的主渠道。思想政治理论课是大学生思想政治教育的必修课, 是帮助大学生树立正确世界观、人生观、价值观的重要途径, 体现了社会主义大学的本质要求”^[3]。可见, 思政课程具有较强的意识形态属性, 在课程体系中具有重要地位。习近平总书记在全国高校思想政治工作会议上指出, 要用好课堂教学主渠道。在高校课程的设置上, 通识课、专业上占了相当大的比重。思想政治教育不应只在思政课堂体现, 各门功课均具有育人之功能; 思想政治教育也不应只由专业思政教师实施, 所有教师皆担负育人之职责。“课程思政”要求在各门课程中融进思想政治教育, 使思政教育与专业教学形成协同效应, 从而把思想政治教育工作贯穿于教育教学全过程, 实

基金项目: 国家自然科学基金项目(62072149); 河南省高等学校重点科研项目(20A520019); 河南省高等教育教学改革研究与实践重点项目(2019SJGLX066, 2019SJGLX067); 河南省虚拟仿真项目。

第一作者简介: 王亚丽, 女, 讲师, 研究方向为边缘计算、软件定义网络, yaliwan_g@163.com。

现全方位育人。可见,“课程思政”和思政课程在方向和功能上是一致的,在任务和目标上是共同的,在内容和要求上是契合的。它们是高校思想政治工作的重要组成部分。从思政课程到“课程思政”,反映了高校育人理念的深化,体现了新时代高校思想政治工作的要求。

“课程思政”是一种课程观和教育理念^[4],实施“课程思政”需要在各类各门课程的教学过程中完成思政引导,在传道授业解惑的同时引导学生形成正确的价值观。因而,在规划和建设课程思政时,需要将通识课和专业课中的隐性思想政治元素发掘出来,以现有课程为载体,在课程目标的制订、课程内容的安排、课程组织的实施以及课程评价的全过程中融入思政元素,“润物细无声”地实现思想政治教育功能。

2 在数据结构课程中融入课程思政元素

在专业课程教学中践行“课程思政”理念,需要积极探索课程教学改革。根据课程思政与教学内容的契合点,合理采用教学方式,使课程思政教育和专业教学形成合力,增强育人效应。数据结构课程包括54学时的理论教学和36学时的实验教学。通过理论教学,学生将掌握线性表、树型结构、图型结构、查找以及排序等基本概念和方法,学会分析算法的时间复杂度和空间复杂度,培养程序设计思想和科学思维方式;通过多层次的实验教学,引导学生点、线、面地把所学知识串联起来,构筑整体知识结构,启迪学生进行知识的再发现,激发问题和创新意识,培养学生的工匠精神和创新精神^[5]。

深挖课程内容中隐含的思政元素,将思政教育和课程内容相结合,通过灵活组织课堂教学和实践方式,把思政教育贯穿在教育的全过程,积极引领大学生的思想价值,实现立德树人的根本任务。

2.1 在数据结构教学大纲中和教学目标中纳入思政元素

教学大纲是每门课程的教学纲要。按照课程思政的教学理念,应对原有数据结构的教学大纲进行修改,将思政教学目标纳入到教学大纲中。首先,在数据结构的教学任务中添加思政教育

的任务;课程的基本要求方面增加思政教育的要求,明确该门课程要达到的思政教育目标为培养学生的计算思维和工程素养,塑造学生正确的人生观和价值观。

2.2 在数据结构教学内容中补充思政元素

在专业课堂开展思政教育,要考虑如何把思政教育的内容融入到专业课知识点中的问题。知识点和思政教育之间的融合应该是自然的,不能生硬突兀。笔者对数据结构课程的内容进行了梳理,对知识点进行了深入解读,发掘了其中蕴含的思想政治教育元素。表1列出了部分课程知识点和思政内容的对应关系,教师在讲授这些知识点的时候,可以巧妙地设计课程,把思政课程教育完成于润物无声中。

表1 数据结构课程知识点与思政教育相结合的设计安排

专业知识点	拟融入的思政内容
线性表	找准个人定位,开启人生华章
队列	遵守社会秩序,遵守社会公德
串	团队整体作战,不抛弃不放弃
遍历二叉树	经常换位思考,挖掘人生精彩
哈夫曼树	关爱拯救孤儿,人人奉献爱心
最小生成树	铁路进藏,提升民族自豪感
递归	脚踏实地,进步每一天
堆排序	竞争优胜劣汰,勇攀人生高峰
查找表	寻寻觅觅,ta在灯火阑珊处

比如,在讲授线性表时,由于线性表的不同存储方式有其各自的优缺点,具体在使用的时候,要根据具体问题具体分析,每一个人也都有自己独特的闪光点,一定找准定位,做自己最擅长的事情,发掘无穷潜力,开启人生华章;对于队列这种先进先出的线性表,教师在讲解过程中可以和现实中的排队联系起来,引申出遵守社会秩序和社会公德的必要性和重要性,从而引导学生躬行;对于“字符串”这种整体参与运算的一种数据结构,可引申出团队建设,只有团队中的“短板”变长,团队才能发挥出最大的效用;二叉树是数据结构中非常重要的知识点,在讲解遍历二叉树(或周游二叉树)的时候,对根、左子树和右子树这个部分的访问顺序不同可得到不同的遍历序列,引导学生看待问题或事物的时候,

可以尝试着换位思考,站在另一个角度,能看到不一样的风景;在讲解哈夫曼树的时候,可以根据其构造方法,类比至孤儿的生存状况,呼吁大家奉献爱心,关爱和拯救孤儿;对于最小生成树,教师在讲解的时候,通常会列举用最小代价构建交通网的例子,由此可引出铁路进藏,在世界屋脊构建“幸福天路”,是中国人永远的自豪;对于递归这一解决问题的基础工具,在讲解该思想时,可把递归的出口类比为个体的所作所为为基础,无论基础如何,所有重大的革新和发展最终都是众多个体合力的结果,因此可见,只要同学们脚踏实地,每天进步一点点,每个人都对推动社会进步贡献自己的一份力;在讲解堆排序时常用锦标赛排序作为引入,按照锦标赛的晋级规则,每个同学都要面临竞争,在竞争中会有优胜劣汰,只有做最棒的自己,才能在残酷的社会竞争中勇攀人生高峰;在讲解查找表的时候,教师会讲解适用于不同存储方式的查找算法,引导学生在寻觅爱情的时候,要寻找适合自己的ta。

2.3 加入思政元素的数据结构课堂教学

课堂教学是教学实施的主要形式。要在课堂教学中融入思政教育,需要充分利用多样化教学方式。首先,改革传统课堂,融合线上教学平台和学习资源。由于传统课堂要在有限的时间内与所有学生互动是件不可能完成的事情,让所有同学参与讨论也不现实。因而,教师在传统课堂上也可借助于在线学习平台,如雨课堂、超星学习通等。教师可以提前在平台上发布讨论主题,要求学生手机端编辑讨论结果并提交,这样可以避免部分学生不参与讨论。生生之间还可以对讨论发言进行互评,教师从中选择部分发言进行点评。教师还可以在平台发布测试试题,课前、课中或者课后均可以进行,这样可以立刻检验每个学生知识的掌握程度,继而及时调整教学策略和方法。

第二,以多媒体形式辅助展示思政元素。通过对课件再加工,在课件的背景图片和音乐、标题等部分增加思政内容。教师在讲解知识的同时进行适时的引导,把相关的思政元素穿插到专业课知识点中。

第三,改革课堂教学方法,采用启发式教学、案例式教学、类比和联想等多种教学方法,

按表1所提炼出来的专业课知识点和思政元素对照关系,将专业知识点中所蕴含的人生哲理和家国情怀等自然地渗透到学习当中。

另外,在课前预习环节和课后巩固,主要以问题为导向^[6],引导学生自主进行探究式学习。课前,教师通过布置程序设计作业,引导学生去思索这样一个问题:该题能否采用已学过的数据结构,如果不能,该题需要具有什么特性的数据结构;如果能,那么能否采用更好的数据结构来提高其效率。课后,学生再次深入探讨该问题,尝试用新学的知识解决该问题,并和之前的方法作比较。在这个过程中,引导学生探究、讨论、查阅资料等,既巩固所学知识,又激发学生强烈想学新知识的欲望。

2.4 融入思政元素的数据结构实验教学

数据结构实验教学是该门课程非常重要的一个环节,每个章节都需要相应的实验课程来加深理解内容、全面夯实基础,进而融会贯通知识点,达到活学活用。因此,在实验环节中进行相关“思政”教育,对培养学生个人精神、品格和能力也至关重要,是加强“课程思政”建设的重要途径。与数据结构实验课程相关的思政元素主要体现在两个方面。第一,在个人精神素养方面,由于数据结构实验是将算法思想用代码来实现,不仅要求代码能够正确执行,还要有良好的时间复杂度和空间复杂度。在这期间,需要学生克服一个又一个问题、改正一个又一个错误,可以充分培养学生一丝不苟、勇于克服困难、勇攀人生高峰的精神。第二,在团队协作精神的培养方面,通过布置综合型大作业、要求学生分组共同完成的方式,培养学生的团队协作意识和协作精神,养成学生的团队协作素养。

比如,综合型实验安排了“旅游景点咨询系统”。实验要求采用泰山旅游导览图,用顶点表示景点,类型为字符串(例如,泰山导游图的部分景点:“天地广场门”“十八盘”“南天门”“玉皇顶”等),弧表示两个景点之间可以直达,弧上的权值表示两个景点之间的路程(公里数),弧上还有到达方法的信息(有步行和索道两种)。学生3人成组,分工合作,完成从分析、分工、编码、联调、测试及汇报的全部任务。通过旅游景点咨询系统的实现,学生可以掌握图的存储、

遍历及运算等基本操作, 深入理解求最短路径的算法。在完成的过程中, 小组需要经过不断地讨论、分析遇到的问题, 尝试并最终找到解决问题的方法, 这就需要组内成员谦虚友善, 勇于担当, 团结一致完成任务, 因而他们解决问题的能力不断提高, 个人素养逐步加强, 团队协作精神也会不断增强。

3 结 语

在习近平总书记建设新时代中国特色社会主义思想的指导下, 坚持知识传授与价值引领的相结合, 培养学生的政治认同、科学精神、法制意识和公共参与能力, 全面提高大学生的自学、自省、自控能力。笔者在数据结构课程中开展“课程思政”融入研究, 并且在软件学院两个专

业的教学活动中践行思政教育, 收到了不错的效果, 也取得了一些经验。

在专业课程中融入“课程思政”, 不能简单地生搬硬套思想政治教育内容, 而应“因势利导, 顺势而为”, 自然地将思政教育元素渗透于专业课教学中。因而, 高校专业课教师应和思政教育教师合作打造“育人共同体”。思政教师从“课程思政”的目标出发, 对思政元素进行解析, 从社会热点问题、国内外形势以及学生的思想动态等方面关联思政内容, 为专业课教师实施“课程思政”提供资源和途径。专业课教师要挖掘专业课程中蕴含的思政元素, 明确本门课程要融入的思政教育元素和融入点, 研究专业课程融入思政的方式方法, 改革课堂教学组织形式, 建设专业课程思政案例素材资源库, 在教学实施全过程践行“课程思政”理念。

参考文献:

- [1] 远俊红, 林波. 课程思政在计算机专业课程中的应用: 以“Java程序设计”为例[J]. 智库时代, 2019, 189(21): 157-158.
- [2] 赵继伟. “课程思政”: 涵义、理念、问题与对策[J]. 湖北经济学院学报, 2019(2): 114-119.
- [3] 张正光. 中央16号文件颁布以来高校思想政治理论课建设举措、成效及经验[J]. 思想理论教育, 2016(2): 63-67.
- [4] 石书臣. 正确把握“课程思政”与思政课程的关系[J]. 思想理论教育(综合版), 2018(11): 57-61.
- [5] 孙翠翠, 李霞. “课程思政”教学实践探索: 以“数据结构”课程为例[J]. 山东广播电视大学学报, 2019(4): 21-23.
- [6] 李薇, 黑新宏, 王磊, 等. 课程思政教育在C语言程序设计课程中的应用[J]. 计算机教育, 2020(11): 20-23.

(编辑: 孙怡铭)

(上接第56页)

4 结 语

随着人工智能、大数据和互联网等技术的不断推进, 数据库类课程相关技术发展日新月异, 引导和教育学生在学习中的科学精神与工匠精神

以及创新能力和基本职业品质塑造, 要远比课程本身的专业知识传授更为重要。今后的工作将进一步梳理“课程思政”与课程育人、教书育人的关系, “守好一段渠, 种好责任田”。理工类学科的课程思政的建设之路我们任重道远。

参考文献:

- [1] 梁焰. “课程思政”在理工科课程中的实践研究: 以FPGA原理与应用设计课程为例[J]. 教育现代化, 2019(4): 159-161.
- [2] 邱伟光. 论课程思政有内在规定与实施重点[J]. 思想理论教育, 2018(8): 62-65.
- [3] 陆道坤. 课程思政推行中若干核心问题及解决思路: 基于专业课程思政的探讨[J]. 思想理论教育, 2018(3): 64-69.
- [4] 余江涛, 王文起, 徐晏清. 专业教师实践“课程思政”的逻辑及其要领: 以理工科课程为例[J]. 学校党建与思想教育, 2018(1): 64-66.
- [5] 郎振红. 高校理工类学科课程思政建设的实践研究[J]. 大学教育, 2020(11): 23-26, 50.

(编辑: 孙怡铭)

教育与职业

稿件录用通知书

袁培燕 杜阿美 王川 范黎林 邵赛珂 您好:

您所撰写的题为《基于知识点的认知诊断方法分析》的稿件,本刊已录用,计划安排在2021年 12月刊期,特此通知。

国内刊号: CN11-1004/G4 国际刊号: ISSN1004-3985

此稿请不要投寄其他期刊,如已投寄其他期刊,请速将所投刊物的名称和投寄日期告之本刊,避免重复刊登。编辑加工中的问题将随时与您联系,希望配合本刊工作。谢谢!





河南省“十四五”
普通高等教育规划教材



河南省“十四五”普通高等教育规划教材
高等学校计算机应用规划教材

计算机科学导论



计算机科学导论

JISUANJI KEXUE DAOLUN



王川 范黎林 / 主编
刘栋 袁培燕 / 副主编

刘王
栋川
袁范
培黎
燕林
副主
编主
编

- ✓ 教学课件
- ✓ 教学大纲
- ✓ 电子教案
- ✓ 习题参考答案

清华大学出版社



清华大学出版社

内 容 简 介

本书共有 8 章：第 1 章概述计算机及其发展历史；第 2 章对数据在计算机中的表示与运算进行了介绍；第 3 章从计算思维的角度出发，讨论经典问题的建模方法和常用算法；第 4~5 章对计算机程序与软件开发过程中的数据结构进行了介绍；第 6 章介绍了两类重要的系统软件、操作系统和数据库原理；第 7~8 章分别讨论了计算机网络与信息安全，以及计算机社会中的职业问题。

本书既作为计算机类、通信类专业的教材，也可作为计算机爱好者、拟从事计算机相关工作的工程技术人员等的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。
版权所有，侵权必究。侵权举报电话：010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

责任编辑：王 定
封面设计：高娟妮
版式设计：孔祥峰
责任校对：
责任印制：

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社 总 机：010-62770175 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张： 字 数： 千字

版 次：2020 年 月第 1 版 印 次：2020 年 月第 1 次印刷

定 价： .00 元

产品编号：

前 言

本书根据 2009 年 10 月教育部高等学校计算机基础课程教学指导委员会出版的《高等学校计算机基础教学发展战略研究报告暨计算机基础课程教学基本要求》(简称白皮书)、结合高校计算机学科特点和作者多年在计算机基础课程教学实践与教学改革方面的经验编写而成。本书的目标是激发学生学习掌握计算机相关专业知识的兴趣, 凸显计算机学科的工程实践性与逻辑思维创新。

针对上述认知, 结合教学实际, 本着精讲多练的原则, 我们编写了《计算机科学导论》这本教材, 以期对提高信息技术课程的教学质量和学生的计算机操作技能有所帮助。

本书围绕计算机科学与技术学科的定义、特点、基本问题、学科方法论、历史渊源、发展变化、知识组织结构与分类体系、发展潮流与未来发展方向、学科人才培养与科学素养等内容进行了系统而又深入浅出的论述, 全面阐述了计算机科学与技术及相关专业学生需要了解、认识的计算机学科的基本概念、基础知识及相关职业要求。

本书主要围绕以下两点组织教学内容。

第一, 彰显中国元素。我们既对象形记数、算筹等古人智慧进行了梳理, 同时对物联网、移动通信、激光打印中的中国技术与标准进行了总结, 中国元素贯穿全文。

第二, 强调逻辑思维创新。本书主要面对大学一年级新生。当前大学生在初高中甚至小学阶段已经具备了较好的信息素养, 文字录入、网络浏览, 甚至简单的程序开发已初步掌握, 而对计算机、计算机专业、计算机学科的整体发展缺乏宏观规划。针对这一点, 本书在编写过程中, 侧重于专业知识的逻辑关系描述, 尽量简化相关专业概念的复杂性分析与讨论, 激发学生的学习兴趣。

本书由河南师范大学王川策划并担任主编, 内容由教学经验丰富的一线教师编写完成。本书共分为 8 章, 其中第 1 章和第 8 章由王川编写, 第 2、3 章由范黎林编写, 第 4 章由段德全编写, 第 5 章由刘栋编写, 第 6 章由袁培燕编写, 第 7 章由毛文涛编写。全书由王川统稿审定。

本书在编写过程中得到了清华大学出版社、河南省教师教育改革研究项目、河南省虚拟仿真项目、河南师范大学出版基金的资助, 在此一并向有关部门、人士表示衷心的感谢。

由于时间仓促, 书中难免有不妥之处, 恳请各位读者和专家批评指正, 以便再版时及时修正。

编 者
2020 年 7 月

目 录

第 1 章 计算机及其发展	1
1.1 计算机的发展	1
1.1.1 早期的计算工具	2
1.1.2 中世纪的计算机	4
1.1.3 现代计算机发展	7
1.1.4 微型计算机发展	11
1.2 计算机系统	14
1.2.1 计算机模型	15
1.2.2 计算机硬件	16
1.2.3 计算机软件	24
1.3 计算机新技术	25
1.3.1 物联网技术	25
1.3.2 云计算技术	27
1.3.3 大数据技术	28
1.3.4 人工智能技术	30
1.3.5 区块链技术	32
1.3.6 量子计算机	36
1.4 习题	39
第 2 章 信息表示和数据运算	41
2.1 数值信息编码	41
2.1.1 二进制编码特征	41
2.1.2 不同数制的转换	44
2.1.3 二进制整数编码	47
2.1.4 二进制小数编码	48
2.1.5 二进制补码运算	51
2.2 非数值信息编码	54
2.2.1 英文字符编码	54
2.2.2 中文字符编码	56
2.2.3 国际字符编码	58

2.2.4	声音的数字化	61
2.2.5	图像的数字化	63
2.3	逻辑运算	66
2.3.1	基本逻辑运算	66
2.3.2	逻辑运算应用	68
2.4	习题	69
第3章	计算思维与建模	71
3.1	计算思维	71
3.1.1	计算思维的特征	71
3.1.2	数学思维的概念	72
3.1.3	计算机解题方法	75
3.1.4	计算模型的构建	77
3.2	经典计算模型	78
3.2.1	囚徒困境：博弈策略建模	78
3.2.2	平均收入：安全计算建模	81
3.2.3	网页搜索：布尔检索建模	83
3.3	习题	85
第4章	计算机程序与软件开发	87
4.1	程序语言	87
4.1.1	程序语言的演化	87
4.1.2	程序语言的类型	92
4.1.3	程序解释与编译	93
4.2	常见程序设计语言	98
4.2.1	面向机器编程语言——汇编语言	98
4.2.2	面向过程编程语言——C	101
4.2.3	面向对象编程语言——Java	103
4.2.4	其他主流编程语言	107
4.3	软件开发方法	108
4.3.1	软件开发设计原则	108
4.3.2	软件开发模型	109
4.3.3	软件开发语言选择	111
4.3.4	软件测试方法	112
4.4	习题	116
第5章	算法与数据结构	117
5.1	算法	117
5.1.1	算法的定义	117
5.1.2	算法的表示	118

5.1.3	算法的评估	121
5.2	常用算法	122
5.2.1	基本算法	122
5.2.2	排序算法	124
5.2.3	查找算法	129
5.2.4	递归与迭代算法	131
5.3	数据结构	137
5.3.1	数据结构的基本概念	137
5.3.2	线性结构	140
5.3.3	树形结构	142
5.3.4	图形结构	149
5.3.5	文件结构	152
5.4	习题	156
第 6 章	操作系统和数据库	157
6.1	操作系统	157
6.1.1	操作系统的类型	157
6.1.2	操作系统的功能	159
6.1.3	程序执行过程	163
6.1.4	系统引导过程	165
6.1.5	常见操作系统	166
6.2	数据库	173
6.2.1	数据库概述	173
6.2.2	数据模型	178
6.2.3	关系数据库	179
6.2.4	SQL语言	185
6.2.5	常见数据库管理系统	189
6.3	习题	190
第 7 章	计算机网络与信息安全	191
7.1	计算机网络基础	191
7.1.1	计算机网络概述	191
7.1.2	计算机网络体系结构	196
7.1.3	局域网基本技术	198
7.1.4	网络互连	206
7.2	Internet基础	209
7.2.1	Internet简介	209
7.2.2	TCP/IP协议和Internet地址	209
7.2.3	Internet基本服务	216
7.3	信息安全	220

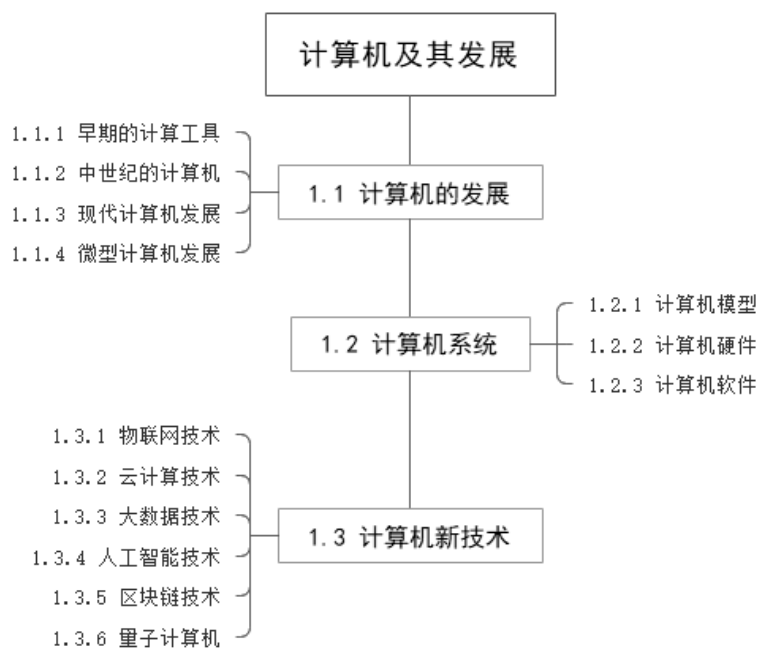
7.3.1	信息安全概述	220
7.3.2	信息安全隐患	226
7.3.3	信息安全防御	227
7.4	习题	235
第8章	计算机社会与职业问题	237
8.1	计算机的社会问题	237
8.1.1	计算机的应用及影响	238
8.1.2	计算机网络的社会问题	250
8.1.3	计算机游戏与网瘾问题	252
8.2	职业道德和信息伦理	253
8.2.1	道德与伦理	253
8.2.2	计算机职业道德	253
8.2.3	信息伦理道德	255
8.3	计算机知识产权	256
8.3.1	知识产权及法律法规	256
8.3.2	软件知识产权	257
8.3.3	网络知识产权	259
8.4	网络隐私与自由	259
8.4.1	隐私权的道德和法律基础	259
8.4.2	网络隐私权与保护	260
8.4.3	网络自由	262
8.5	习题	264
	参考文献	265

计算机及其发展

计算机的产生是 20 世纪重大的科技成果之一。自从第一台电子计算机诞生以来，计算机学科已经成为 20 世纪以来发展最快的一门学科，尤其是微型计算机的出现和计算机网络的发展，极大地促进了社会信息化的进程和知识经济的发展，引起了社会的变革。现在，计算机被广泛应用于社会的各行各业，正深刻地改变着人们工作、学习与生活的方式。

本章作为全书的开端，将从计算机的发展、计算机系统以及计算机最新技术等几个方面，介绍计算机的相关基础知识，帮助读者对计算机建立一个初步的认识。

本章内容结构



1.1 计算机的发展

自古以来，人类就在不断地发明和改进计算工具，从古老的“结绳计数”到算盘、计算尺、手摇计算机，再到 1946 年第一台电子计算机诞生，经历了漫长的岁月，推动了计算机技术的发

展。从总体上来看,计算机的发展经历了计算工具→计算机器→现代计算机→微型计算机 4 个历史阶段,下面分别进行介绍。

1.1.1 早期的计算工具

1. 人类最早的计数工具

人类最早的计算工具也许是手指和脚趾,因为这些计算工具与生俱来,无须任何辅助设施。但手指和脚趾只能实现计算,不能存储计算结果,并且局限于 0~20 的计算。

1937 年,人们在摩拉维亚(捷克东部)地区发现了一根 40 万年前(旧石器时代)幼狼的前肢骨,有 7 英寸长,上面“逢五一组”,有 55 道很深的刻痕,如图 1-1 所示,这是迄今为止人类发展最早的计数工具。



图 1-1 狼骨计数

1963 年,在山西朔州峙峪旧石器遗址出土了一些 2.8 万年前的兽骨,这些兽骨上刻有条痕,并且有“分组”的特点,说明当时的人们对数目已经有了一定的认识。

2. 十进制计数法

在人类世界古代计数体系中,除巴比伦文明的楔形数字为十六进制,玛雅文明为二十进制外,几乎全部为十进制。公元 3400 年,古埃及已有十进制计数法,但是 1~10 只有两个数字符号,没有“位值”(数符位置不同,表示的值不同)的概念。

在陕西半坡遗址(距今 6000 年以上)出土的陶器上,其中已经辨认的数字符号有 1、2、3、…、13,如图 1-2 所示。

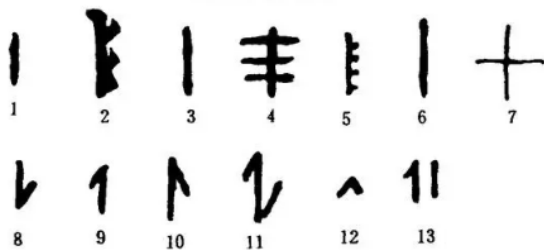


图 1-2 半坡陶符

商朝时,已经有了比较完备的文字记数系统,在商代甲骨文中,已经有了一、二、三、四、五、六、七、八、九、十、百、千、万这 13 个记数单字。在商代一片甲骨文上可以看到将“547”天记为“五百四旬又七日”,这是最早表明中国人使用十进制计数法和“位值”概念的典型案例。

中国周代(公元前 1045—前 256 年)的十进制已经有了明显的“位值”概念。如图 1-3 所示西周早期青铜器“大孟鼎”铭文记载:“自驭至于庶人,六百又五十又九夫,易(注:赐)尸司王臣十又三白(注:伯)人鬲(注,俘虏),千又五十夫。”另外,根据“大孟鼎”铭文记载:“伐

鬼方□□□三人获馘(读[guó], 首级)四千八百[又]二馘。俘人万三千八十一人。俘马□□匹。俘车卅辆。俘牛三百五十五牛。”这里的三、五等数都具有“位值”记数功能。



图 1-3 西周大孟鼎和其铭文拓片

3. 算筹

算筹是中国古代最早的计算工具之一，成语“运筹帷幄”中的“筹”就是指算筹。南北朝科学家祖冲之(429—500年)借助算筹作为计算工具，成功地将圆周率计算到了小数点后第7位。算筹可能起源于周朝，在春秋战国时期已经非常普遍了。根据史书记载和考古材料发现，古代算筹实际上是一些差不多长短和粗细的小棍子。

4. 九九乘法口诀

中国使用“九九乘法口诀”(简称“九九表”)的时间较早，在《荀子》《管子》《战国策》等古籍中，能找到“三九二十七”“六八四十八”“四八三十二”“六六三十六”等语句。可见早在春秋战国时，“九九表”已经流行了。“九九表”广泛用于筹算中进行乘法、除法、开方等运算，到明代改良后用在算盘上。如图 1-4 所示，中国发现最早的“九九表”实物是湖南湘西出土的秦简木牍，上面详细记录了“九九乘法口诀”。与今天乘法口诀不同，秦简上的“九九表”不是从“一一得一”开始，而是从“九九八十一”开始，到“二半而一”结束。



图 1-4 秦代木牍

“九九表”是早期算法之一，它的特点是：只用 1 到 10 这 10 个数符；“九九表”包含了乘

法的交换性，如只需要“八九七十二”，不需要“九八七十二”；“九九表”只有 45 项口诀。

5. 算盘

“算盘”一词并不专指中国的穿珠算盘，从文献资料看，许多文明古国都有过各种形式的算盘，如古希腊的算板、古印度的沙盘等。如图 1-5 所示为宋代《清明上河图》中的穿珠算盘。但是，它们影响和使用范围都不及中国发明的穿珠算盘。从计算角度看，算盘主要有以下进步：一是建立了一套完整的算法规则，如“三下五去二”；二是出现具有临时存储功能(类似于计算机中的内存)，能连续运算；三是出现了五进制，如上档一珠当五；四是使用方便，工作可靠。2013 年，中国穿珠算盘被联合国公布为人类非物质文化遗产。



图 1-5 《清明上河图》中的穿珠算盘

1.1.2 中世纪的计算机

算盘作为主要计算工具流行了相当长的一段时间，直到 18 世纪，欧洲科学家兴起了研究计算机器的热潮。当时，法国数学家笛卡尔(Rene Descartes)曾经预言：“总有一天，人类会造出一些举止与人一样‘没有灵魂的机械’来。”

1. 机器计算的萌芽

1614 年，苏格兰的数学家约翰·纳皮尔(John Napier)发明了对数，对数能够将乘法运算转换为加法运算(他还发明了简化乘法运算的纳皮尔运算)。

1623 年，德国的谢克卡德(Wilhelm Schickard)教授在给天文学家开普勒(Johannes Kepler)的信中，设计了一种能做四则运算的机器(注：没有实物佐证)。

1630 年，英国的威廉·奥特雷德(William Oughtred)发明了圆形计算尺。

2. 帕斯卡加法器

1642 年，法国数学家帕斯卡(Blaise Pascal)制造了一台能进行 6 位十进制加法运算的机器，如图 1-6 所示。这台机器在巴黎博览会展出期间引起了轰动。加法器发明的意义远远超出了机器本身的使用价值，它证明了需要人类思维的计算过程，完全能够由机器自动化实现，从此欧洲兴起了制造“思维工具”的热潮，帕斯卡制造的加法机没有存储器。

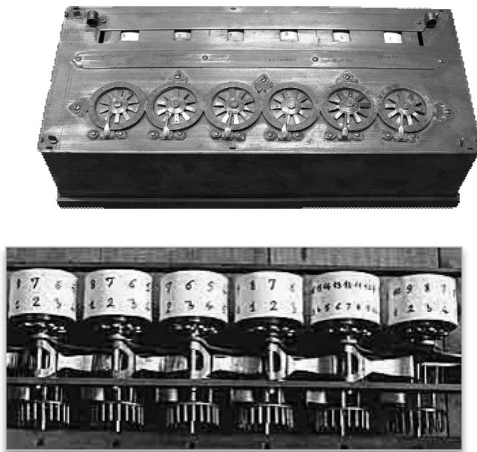


图 1-6 帕斯卡发明的加法器和其内部齿轮结构

目前，故宫博物院收藏有 6 台帕斯卡型加法器，估计是康熙年间来华的法国传教士与我国科学家共同研制的。清代对计算器有很大的改进，它可以做四则运算(与莱布尼兹计算机相似)，并且将最初帕斯卡加法器的 6 位数计算扩展到了 12 位数计算。

3. 莱布尼兹的二进制思想

1664 年，德国科学家莱布尼兹(Gottfried Wilhelm Leibniz)研制了一台机器，这台机器能够驱动轮子和滚筒执行更复杂的加减乘除运算，如图 1-7 所示。莱布尼兹描述了一种能够解代数方程的机器，并且能够利用这种机器生成逻辑上的正确结论。他希望这台机器能够使科学知识的产生变成全自动地推理演算过程，这反映了现代数理逻辑演绎和证明的思想。

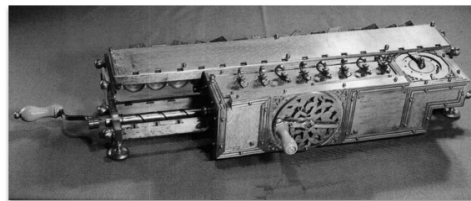


图 1-7 莱布尼兹及其发明的四则运算机器(乘法器)

1679 年，莱布尼兹在《1 与 0，一切数字的神奇渊源》的论文手稿中断言：“二进制是具有世界普遍性的、最完美的逻辑语言”。1701 年，他写信给北京的神父闵明我(Domingo Fernández Navarrete, 西班牙)和白晋(Joachim Bouvet, 法国)，告知他们自己发明的二进制可以解释中国《周

易》中的阴阳八卦，莱布尼兹希望这能够引起他心目中“算术爱好者”康熙皇帝的兴趣。莱布尼兹的二进制具有四则运算功能，而八卦则没有这项功能，因此它们本质上并不相同。

4. 巴贝奇自动计算机器

1) 差分机设计制作

18 世纪末，法国数学界调集了大批数学家组成人工手算流水线，经过长期的艰苦工作，终于完成了 17 卷《数学用表》的编制。但是手工计算的数据表格出现了大量的错误，这件事情极大地刺激了当时剑桥大学的著名数学家查尔斯·巴贝奇(Charles Babbage)。巴贝奇经过整整 10 年的反复研制，终于在 1822 年研制出第一台差分机，如图 1-8 所示。差分机由英国政府出资，工匠克里门打造，估计有约 25000 个零件，重达 4 吨。1862 年，伦敦世博会展出了巴贝奇的差分机。差分机是现代计算机设计的先驱。

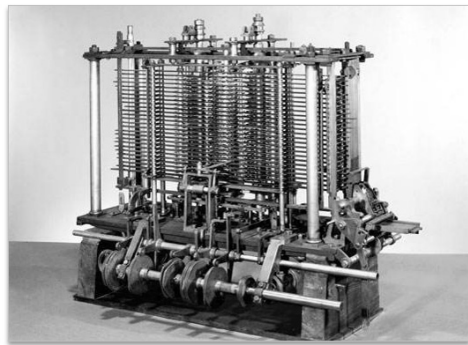
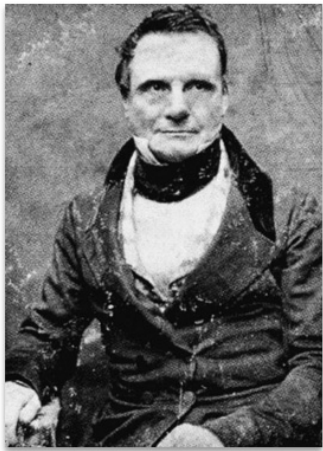


图 1-8 计算机之父“查尔斯·巴贝奇”及其研制的差分机是

巴贝奇的设计思想是利用“机器”将计算到表格印刷的过程全部自动化，全面消除人为错误(如计算错误、抄写错误、校对错误、印刷错误等)。差分机是一种专门用来计算特定多项式函数值的机器，“差分”的含义是将函数表的复杂计算转化为差分运算，用简单的加法代替平方运算。差分机专用于编辑三角函数表、航海计算表等。

2) 分析机基本结构

1837 年，巴贝奇辞去了剑桥大学教授职务，开始专心设计一种由程序控制的通用分析机。巴贝奇先后提出过大约 30 种不同的分析机设计方案，并对各种方案都绘出了图纸，图纸上的零件数量多达几万个。巴贝奇希望分析机能自动计算有 100 个变量的复杂算题，每个数达 25 位，速度达到每秒钟运算一次。巴贝奇的朋友爱达(Ada)女士在描述分析机时说：“我们可以毫不过分地说，分析机编织的代数图案就像杰卡德(Jacquard)提花机编织的鲜花和绿叶一样。在我们看来，这里蕴含了比差分机更多的创造性。”

分析机是第一台通用型计算机，它具备了现代计算机的基本特征。分析机采用蒸汽机做动力，驱动大量齿轮机构进行计算工作。分析机由以下四部分组成。

(1) 存储器，巴贝奇称为“堆栈”(Store)，采用齿轮式寄存器保存数据，存储器大约可以存储 1000 个 50 位的十进制数(相当于 $50 \times 3.4 \times 1000 / 8 / 1024 = 20.7\text{KB}$)。

(2) 运算器, 巴贝奇命名为“工场”(Mill), 它包含一个算术运算单元, 可以进行四则运算、比较、求平方根等运算, 为了加快运算速度, 巴贝奇设计了进位机构。

(3) 输入和输出部分, 分析机采用穿孔卡片读卡器进行程序输入, 采用打孔输出数据。

(4) 进行程序控制的穿孔卡片, 分析机采用与杰卡德提花机类似的穿孔卡片作为程序载体, 分析机用穿孔卡片上有孔或无孔来表示一个位的值, 它可以运行“条件”“转移”“循环”等语句, 程序类似于今天的汇编语言。

3) 巴贝奇对计算机发明的贡献

分析机的设计思想非常具有前瞻性, 在当今计算机系统中依然随处可见, 如采用通用型计算机设计, 而非专用机器(差分机是专用机器); 核心引擎采用数字式设计, 而非模拟式设计; 软件与硬件分离设计(通过穿孔卡片变成), 而非软件与硬件一体化设计(如 ENIAC 通过导线和开关编程)。图灵在《计算机与智能》一文中评价道:“分析机实际上是一台万能数字计算机。”巴贝奇以他天才的思想, 划时代地提出了类似于现代计算机的逻辑结构, 他也因此被人们公认为计算机之父。分析机将抽象的代数关系看成可以由机器实现的实体, 而且可以机械地操作这些实体, 最终通过机器得出计算结果。这实现了最初由亚里士多德和莱布尼兹描述的“形式的抽象和操作”。

在多年研究和制造实践中, 巴贝奇写作了世界上第一部计算机专著《分析机概论》。分析机的设计理论非常先进, 它是现代程序控制计算机的雏形。但遗憾的是这台分析机直到巴贝奇去世也没有制造出来。

5. 布尔与数理逻辑

英国数学家布尔(George Boole)一辈子都没有接触过计算机, 但他的研究成果却成为现代计算机设计提供了重要的数学方法。布尔在《逻辑的数学分析》和《思维规律的研究——逻辑与概率的数学理论基础》两部著作中, 建立了一个完整的二进制代数理论体系。

布尔的贡献主要体现在以下几方面。

(1) 将亚里士多德的形式逻辑转化成了一种代数运算, 实现了莱布尼兹对逻辑进行代数演算的设想。

(2) 用 0 和 1 构建了二进制代数系统(布尔代数), 为现代数字计算机提供了数学方法。

(3) 用二进制语言描述和处理各种逻辑命题, 将人类的逻辑思维简化为二进制代数运算, 推动了现代数理逻辑的发展。

1.1.3 现代计算机发展

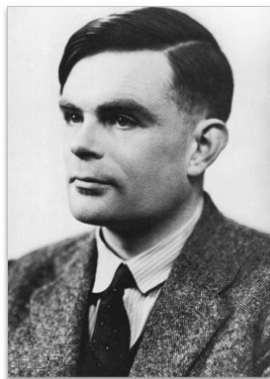
1. 现代计算机科学先驱

现代计算机是指利用电子技术代替机械或机电技术的计算机。现代计算机经历了 70 多年, 许许多多的科学家接力发展, 其中最重要的代表人物有英国科学家阿兰·图灵(Alan Mathison Turing)和美籍匈牙利科学家冯·诺依曼(John von Neumann), 图灵是计算机科学理论的创始人, 而冯·诺依曼则是计算机工程技术的先驱人物, 如图 1-9 所示。

美国计算机协会(Association for Computer Machinery, ACM)于 1966 年设立了“图灵奖”, 目的是奖励对计算机事业做出重要贡献的个人; 国际电子和电气工程师协会(Institute of

Electrical and Electronics Engineers, IEEE)于1990年设立了冯·诺依曼奖,目的是表彰在计算机科学与技术领域具有杰出成就的科学家。

计算机专家查尔斯·彼得兰德(Charles Petzold,世界顶级编程大师)曾经中肯地评价道:“阿兰·图灵是一个典型内向的人,而冯·诺依曼则是一个典型外向的人。我觉得他们对于计算机科学的贡献与他们的个性有着惊人的相似。图灵可以专注于非常困难的问题,并且他有很强的原创性和巧妙的思维,但是我并不认为他是一个很好的组织者。相比之下,冯·诺依曼具有强烈的个性,他可以综合来源不同的各种想法,并且合理地组织在一起。尽管是图灵的可计算性论文帮助冯·诺依曼理清了计算机本质的想法,但是冯·诺依曼才是那个把想法有效地实现在现实世界中的人。”



计算机科学之父阿兰·图灵



现代计算机之父冯·诺依曼

图 1-9 阿兰·图灵与冯·诺依曼

2. 第一台现代电子数字计算机(ABC)

第一台现代电子计算机是阿塔纳索夫-贝瑞计算机(Atanasoff - Berry Computer, 通常简称ABC 计算机)。美国爱荷华州立大学物理系副教授阿塔纳索夫(John Vincent Atanasoff)和他的研究生克利·贝瑞(Clifford Berry)在1939—1942年研制成功第一台现代电子计算机的第一代样机,如图1-10所示。因此,1990年,阿塔纳索夫获得了全美最高科技奖“国家科技奖”。

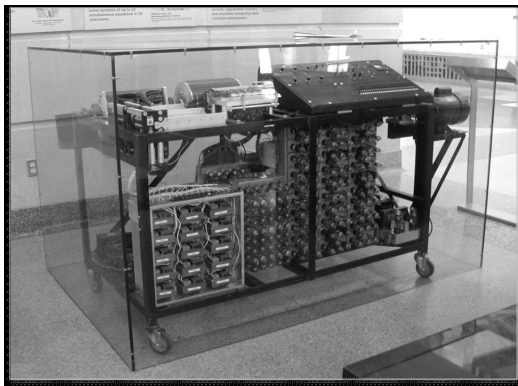


图 1-10 阿塔纳索夫与阿塔纳索夫-贝瑞计算机(复制品)

ABC 计算机采用二进制电路进行运算;存储系统采用不断充电的电容器,具有数据记忆功

能；输入系统采用了 IBM 公司的穿孔卡片；输出系统采用高压电弧烧孔卡片。通过 ABC 的设计，阿塔纳索夫提出了现代计算机设计最重要的三个基本原则。

- (1) 以二进制方式实现数字运算和逻辑运算，以保证运算精度。
- (2) 利用电子技术实现控制和运算，以保证运算速度。
- (3) 采用计算功能与存储功能的分离结构，以简化计算机设计。

3. ENIAC 计算机

在第二次世界大战时期，宾夕法尼亚大学莫尔学院 36 岁的莫克利(John Mauchly)教授和他的学生埃克森(Presper Eckert)，向军方代表戈德斯坦(Herman H.Goldstone)提交了一份研制 ENIAC 计算机的设计方案，军方提供了 48 万美元经费资助。1946 年，莫克利成功地研制出了 ENIAC 计算机。ENIAC 采用大约 18 000 个电子管，10 000 个电容器，7000 个电阻，1500 个继电器，耗电 150kW，重达 30t，占地面积 170m²，如图 1-11 所示。

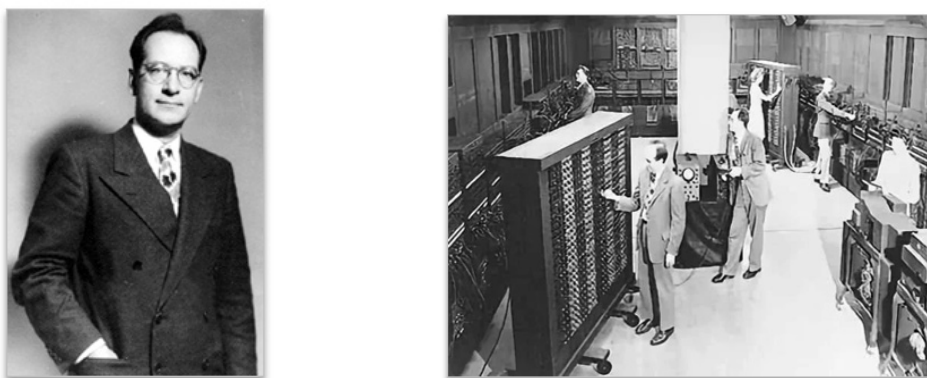


图 1-11 莫克利博士和 ENIAC 资料图

ENIAC 虽然不是第一台电子计算机，但是它在计算机发展历史中影响很大。

莫克利在设计之前拜访过阿塔纳索夫，并一起讨论过 ABC 计算机的设计经验，阿塔纳索夫将 ABC 的设计笔记送给了莫克利。因此，莫克利在 ENIAC 设计中采用了全电子管电路，但是没有采用二进制。ENIAC 的程序采用外插线路连接，以拨动开关和交换插孔等形式实现。ENIAC 采用电子管作为基本电子元件，用了大约 18 800 个电子管，每个电子管大约有一个灯泡那么大。它没有存储器，只有 20 个 10 位十进制数的寄存器。输入/输出设备有穿孔卡片、指示灯、开关等。ENIAC 做一个 2s 的运算，需要两天时间进行准备工作。为此，埃克特与同事们讨论过“存储程序”的设计思想，遗憾的是没有形成文字记录。

4. 冯·诺依曼与 EDVAC 计算机

1944 年，冯·诺依曼专程到莫尔学院参观了还未完成的 ENIAC 计算机，并参加了为改进 ENIAC 而举行的一系列专家会议。冯·诺依曼对 ENIAC 计算机的不足之处进行了认真分析，并讨论了全新的存储程序通用计算机设计方案。当美国军方要求设计一台比 ENIAC 性能更好的计算机时，他提出了 EDVAC 计算机设计方案。

1945 年，冯·诺依曼发表了计算机史上著名的 *First Draft of a Report on the EDVAC*(EDVAC 计算机报告的第一份草案)论文，这篇手稿为 101 页的论文称为“101 报告”。在“101 报告”

中,冯·诺依曼提出计算机的五大结构,以及存储程序的设计思想,奠定了现代计算机的设计基础。

1952年,EDVAC计算机投入运行,它主要用于核武器理论计算。EDVAC的改进主要有以下两点。

- (1) 为充分发挥电子元件的高速性能采用了二进制。
- (2) 将指令和数据都存储起来,让机器自动执行程序。

EDVAC使用了大约6000个电子管和约12000个二极管,占地45.5m²,重达7.85t,消耗电力56kW。EDVAC利用水银延时线作为内存,可以存储1000个44位字,用磁鼓做辅存,具有加减乘和软件除功能,运算速度比ENIAC提高了240倍。

5. IBM System 360 计算机

如图1-12所示,1964年由IBM公司设计的IBM System 360是现代计算机最经典的产品,它包含了多项技术创新。IBM System 360的创新改变了商业界、科学界、政府以及IT界本身。IBM System 360采用晶体管和集成电路作为主要器件;它开发了非常经典的通用分时操作系统IBM OS/360,可以在一台主机中允许多道程序;它是第一台可以仿真(模拟)其他计算机的机器;它第一次开始了计算机产品的通用化、系列化设计,从IBM System 360开始有了兼容的重要概念;它解决了并行二进制计算和串行十进制计算的矛盾;它的寻址空间达到了 $2^{24}=16\text{MB}$,这在当时看来简直是一个天文数字。



图 1-12 IBM System 360

IBM System 360 计算机的开发过程是历史上最大的一次豪赌。为了研发这台大型计算机,IBM公司征召了大约6万多名新员工,创建了5座新工厂,耗资50亿美元(十多年前的原子弹“曼哈顿工程”才花费了大约20亿美元),历时5年时间进行研制,而出货时间却不断延迟。IBM System 360的硬件结构设计师是阿姆达尔(Gene Amdahl),操作系统总负责人是布鲁克斯(Frederick Phillips Brooks, 1999年获图灵奖),参加项目的软件工程师超过2000人,编写了将近100万行源程序代码。布鲁克斯根据项目开发经验,出版了《人月神话:软件项目管理之道》一书,记述了人类工程史上这一项里程碑式的大型复杂软件系统的开发经验。

现代计算机诞生后,基本元器件经历了电子管、晶体管、中小规模集成电路、大规模和超大规模集成电路等4个发展阶段(有专家认为它们是四代计算机)。计算机运算速度显著提高,存储容量大幅增加。同时,软件技术也有了较大发展,出现了操作系统、编译系统、高级程序设计语言、数据库等系统软件,计算机应用开始进入许多领域。

1.1.4 微型计算机发展

1. 早期微机

现代计算机的普及得益于台式微机的发展, 微机(Microcomputer, 又称微型计算机)的研制始于 20 世纪 70 年代, 早期产品有 1971 年推出的 Kenbak-1, 这台机器没有微处理器和操作系统。1973 年推出的 Micral-N 微机第一次采用微处理器(Intel 8008), 它同样没有操作系统, 而且销量极少。1975 年, 施乐公司的泰克(Charles P.Thacker)设计了第一台桌面微机 Alto(奥拓), 如图 1-13 所示。Alto 由 Xerox Palo 研究中心的研究人员开发而成, 这是计算机图形发展史的开端。这台微机具备大量创新元素, 包括显示器、图形用户界面、鼠标以及“所见即所得”的文本编辑器等。Alto 的机器成本约为 1.2 万美元, 在当时并没有进行量产推广。



图 1-13 第一台桌面微机 Alto

2. 牛郎星微机 Altair 8800

1975 年 1 月,《大众电子》杂志的封面刊出了 Altair 8800(牛郎星)问世的消息, 它是第一台量化的通用型微机。如图 1-14 所示, 最初的 Altair 微机包括以下几部分: 一个 Intel 8080 微处理器, 256 字节存储器(后来增加为 64KB), 一个电源, 一个机箱, 大量开关和显示灯面板。Altair 8800 微机售价为 395 美元, 与当时大型计算机比较, 它非常便宜, 牛郎星推出立即引起了市场极大的轰动。



图 1-14 《大众电子》封面与 Altair 8800

Altair 8800 微机发明人爱德华·罗伯茨(Edward Roberts)是美国业余计算机爱好者, 他拥有电子工程学位。Altair 8800 微机在现在看来非常简陋, 它既没有输入数据的键盘, 也没有输出计算结果的显示器。插上电源后, 使用者需要用手拨动面板上的开关, 将二进制数 0 或 1 输入机器。计算完成后, 面板上几排小灯会忽明忽灭, 用发出的灯光信号表示计算结果。

Altair 8800 完全无法与当时的 IBM System 360、PDP-8 等计算机相比, Altair 8800 更像是一台简陋的游戏机, 它只能勉强算是一台计算机。尽管如此, 现在看来正是这台简陋的 Altair 8800 微机, 掀起了一场改变整个计算机世界的革命。它的一些设计思想直到今天也具有重要的指导意义, 如开放式设计思想(开放系统结构、开放外设总线等), 微型化设计方案(如追求产品的短小轻薄), OEM(如部件定制、贴牌生产), 硬件与软件分离的经营模式(早期计算机硬件和软件由同一厂商设计), 保证易用性(如非专业人员使用、DIY)等。Altair 8800 的发明为后来完整的微机工业体系的形成提供了借鉴, 并带动了一批软件开发商(如微软公司)和硬件开发商(如苹果公司)的成长。

3. 苹果微机 Apple II

在 Altair 8800 微机获得市场追捧时, 1976 年, 青年计算机爱好者史蒂夫·乔布斯(Steve Jobs, 见图 1-15)和史蒂夫·沃森(Steve Wozniak)凭借 1300 美元, 在家庭汽车库里开发了 Apple I 微机。1977 年, 乔布斯推出了经典微机 Apple II(见图 1-16), Apple II 在市场上大受欢迎, 计算机产业从此进入了发展的黄金时代。

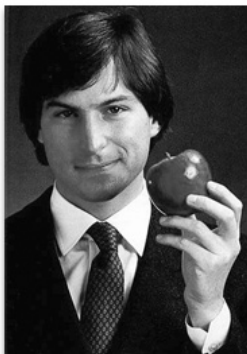


图 1-15 史蒂夫·乔布斯



图 1-16 Apple II

Apple II 微机采用摩托罗拉(Motorola)公司 M6502 芯片作为 CPU, 整数加减法运算速度为 50 万次/秒。它有 64KB 动态随机存储器(DRAM), 16KB 只读存储器(ROM), 8 个插槽的主板, 一个键盘, 一台显示器, 以及固话在 ROM 芯片中的 BASIC 语言, 售价 1300 美元。Apple II 微机在当时风靡一时, 是当时市场上的主流微机。1978 年, 苹果公司股票上市, 3 周内股票价格达到 17.9 美元, 股票总值超过了当时的福特汽车公司。

4. 个人计算机 IBM PC 5150

微机发展初期, 大型计算机公司对它不屑一顾, 认为那只是计算机爱好者的玩具而已。但是苹果公司 Apple II 微机在市场取得了极大的成功, 以及由此引发的巨大经济利益, 使大型计算机公司 IBM 开始坐立不安了。

1981年8月,IBM公司推出了第一台16位个人计算机IBM PC 5150,当时计算机上使用的是86-Dos系统,如图1-17所示。IBM公司将这台计算机命名为PC(Personal Computer,个人计算机)。微机终于突破了只为个人计算机爱好者使用的局面,迅速普及到工程技术领域和商业领域。

IBM PC 微机继承了开放式系统设计思想,IBM公司公开除BIOS(基本输入/输出系统)之外的全部技术资料,并通过分销商传递给最终用户,这一开放措施极大地促进了微机的发展。IBM PC 微机采用了总线扩充技术,并且放弃了总线专利权。这意味着其他公司也可以生产同样总线的微机,这给兼容机的发展提供了巨大空间。



图1-17 IBM PC 5150 和 86-DOS 系统

20世纪90年代后,每当Inter(英特尔)公司推出新型CPU产品时,马上就会有新型PC推出,如表1-1所示,PC在过去几十年里发生了许多重大的变化。

表1-1 1984年第一台PC与2019年PC的性能比较

技术指标	技术参数	
机器型号	IBM PC 5150	联想扬天 P680
推出日期	1981年8月	2019年8月
CPU 型号	Intel 8088(单核)	Intel Core i9 9700 (8核8线程)
CPU 频率	4.77MHz	4.7GHz
内存容量	64KB DRAM	16GB DDR3 DRAM
外存容量	160KB的5.25英寸软皮	256GB+2TB(电子硬盘+机械硬盘)
显示系统	单色11.5英寸阴极射线管	彩色32英寸液晶显示屏 LCD
显示系统	单色720×350m, 文本处理	彩色1920×1080, [A1]3D图形处理
音频系统	内置扬声器	5声道集成声卡
网络系统	无	1000Mb/s网卡
操作系统	DOS 1.0(16位, 字符界面)	Windows 10(64位图形用户界面)
启动时间	16s左右	10s左右
操作方式	87键键盘	107键键盘+鼠标
外部接口	1个LPT并口, 2个COM串口	2×USB2.0+4×USB3.0
市场价格	3045美元(1981年)	RMB7500元(2020年2月)

从表 1-1 可以看出,与 30 年前的 IBM PC 5150 比较,现今的微机在性能上得到了极大的提高,功能也越来越强大。国家统计局数据显示,2020 年 1—3 月份中国计算机产量达到了 5623.6 万台,占全球计算机产品的 80%以上,中国已经成为名副其实的计算机生成大国。

5. 中国计算机行业的发展

中国的计算机(主要指电子计算机)事业起步于 20 世纪 50 年代中期,与国外同期的先进计算机水平相比,起步晚了约 10 年,在计算机的发展过程中,中国经历了各种困难,走过了一段不平凡的历程。随着科研人员艰苦卓绝的奋斗,使中国的研制水平从与国外的差距整整一代直至达到国际前沿水平。中国自主研发的计算机为国防和科研事业做出了重要贡献,并且推动了计算机产业的发展。截至目前,中国既研制出了世界上计算速度最快的高性能计算机,也成为了国际上最大的微机生产基地和主要市场。与此同时,中国计算机行业的发展呈现出多元化、智能化、微型化和专业化的发展趋势。

(1) 多元化。在 21 世纪的今天,不管是从全球现状来看还是在国内现状来看,个人计算机已经的到全面普及。不仅如此,当前在生产和生活中,人类对于大型机、巨型机、中微型、小型机等不同型号和功能计算机的依赖程度和需求量在逐年上涨,人类要求其工作效率和工作精准度,甚至在创新水平上都要达到理想水平,因此在当前科技水平范畴内,计算机应用早已形成了多元化趋势发展。不管是在军事、气象、天文、地质,还是在医学、教育,甚至是航天飞机和卫星轨道等领域,对巨型计算机尖端科技也提出了更高和更精准的要求。相信在未来的发展过程中,人类会发现更多领域会需要用到计算机,并将使其投入更加先进的理念当中。

(2) 智能化。目前的计算机已经能够代替人类进行部分脑力劳动和体力劳动,使其工作效率更高,工作效果更精准。虽然当前水平相对于人的逻辑能力显得笨拙,但计算机的智能功能已然在日趋提升,例如无人操控生产车间、智能机器人、电子追踪定位系统等,此类计算机的应用不但大大降低生产成本,更可以提高工作效率,为人类的生活水平和社会服务水平的提高提供了高效的保障,同时也为人类文明的发展又推进了一大步。

(3) 微型化。原始形态的计算机具有体积大、功耗大、速度慢等特点,不仅如此,其还存在存储容量小、可靠性差、维护困难和价格昂贵等缺点,随着技术的不断推新,当前的计算机已经充分弥补了原始形态的不足,并在应用方面更高一筹。21 世纪的人类对计算机使用的方便性又提出了更高的要求,例如手掌微型计算机和人类眼球内置微型计算机正在研发过程当中。相信在不久的将来,计算机的应用将会从形式、方法、概念等方面展现新的突破。

(4) 专业化。计算机的应用具备广泛化和专业化,其分布于工业、农业、科技、医疗、教育、军事、航空航天、服务、经济等社会各个角落,同时又有工控计算机、车载电脑、智能终端设备、医疗远程控制设备、高精度自动感应设备等具备特殊服务的功能。人类文明关键在于对生活和生产质量的提高,这就要求中国计算机应用水平要不断改革和创新,一方面要加大对计算机技术的研发,掌控核心专利技术,另一方面要不断缩减与发达国家的差距。

1.2 计算机系统

计算机系统包括硬件系统和软件系统两大部分。计算机是依靠硬件和软件协同工作来完成

某一给定任务的。所谓“硬件”是指组成计算机的所有实体部件，例如键盘、鼠标、显示器、主机、打印机、磁盘等；所谓“软件”是指建立在硬件基础之上的所有程序和文档的集合。

其中，硬件部件是计算机进行工作的物质基础，任何软件都是建立在硬件基础之上的。离开了硬件，软件将一事无成。如果把硬件系统比作计算机的躯体，那么软件系统就是计算机的头脑和灵魂。这两者是互相依存、密不可分的。

1.2.1 计算机模型

1. 计算机系统的组成

计算机由许多部件组成，但总的来说，一个完整的计算机系统由两大部分组成，即硬件系统和软件系统，如图 1-18 所示。

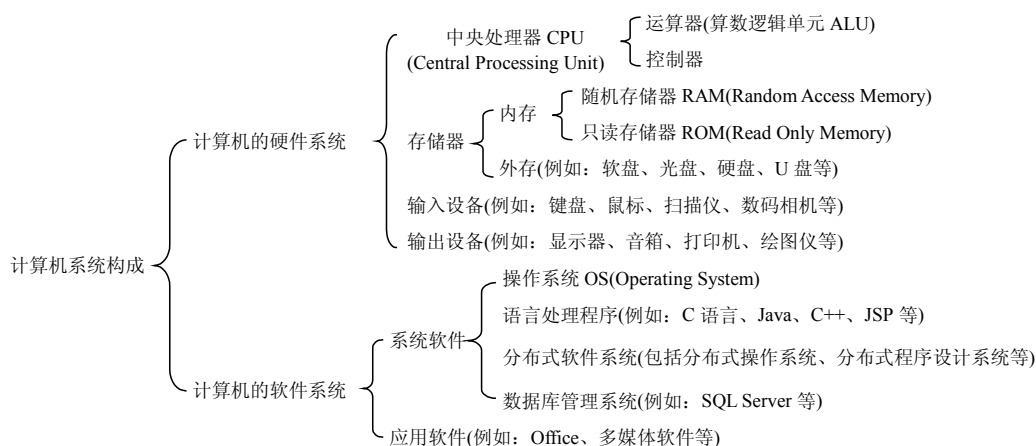


图 1-18 计算机系统的组成

(1) 计算机的硬件系统：是组成计算机系统的各种物理设备的总称，是计算机系统的物质基础，如 CPU、存储器、输入设备和输出设备等。计算机硬件系统又称为“裸机”。裸机只能识别由 0、1 组成的机器代码。没有软件系统的计算机几乎是没有用的。

(2) 计算机的软件系统：指的是为使计算机运行和工作而编制的程序和全部文档的总和。硬件系统的发展给软件系统提供了良好的开发环境，而软件系统的发展又给硬件系统提出了新的要求。

2. 计算机的工作原理

在介绍计算机的基本工作原理之前，首先介绍几个相关的概念。

所谓指令，是指指挥计算机进行基本操作的命令，是计算机能够识别的一组二进制编码。通常一条指令由两部分组成：第一部分指出应该进行什么样的操作，称为操作码；第二部分指出参与操作的数据本身或该数据在内存中的地址。在计算机中，可以完成各种操作的指令很多，计算机所能执行的全部指令的集合称为计算机的指令系统。把能够完成某一任务的所有指令(或语句)有序地排列起来，就组成程序，即程序是能够完成某一任务的指令的有序集合。

现代计算机的基本工作原理是存储程序和程序控制。这一原理是美籍匈牙利数学家冯·诺依曼于 1946 年提出的，因此又称为冯·诺依曼原理。其主要思想如下。

- 计算机硬件由运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备 5 个基本部分组成。
- 在计算机内采用二进制的编码方式。
- 程序和数据一样，都存放于存储器中(即存储程序)。
- 计算机按照程序逐条取出指令加以分析，并执行指令规定的操作(即程序控制)。

计算机的基本工作方式如图 1-19 所示。

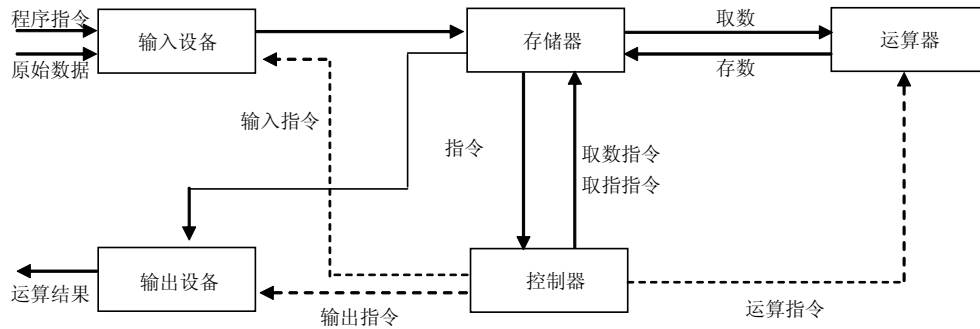


图 1-19 计算机的基本工作方式

在图 1-19 中，实线为数据和程序，虚线为控制命令。首先，在控制器的作用下，计算所需的原始数据和计算步骤的程序指令通过输入设备送入计算机的存储器中。接下来，控制器向存储器发送取指令命令，存储器中的程序指令被送入控制器中。控制器对取出的指令进行译码，接着向存储器发送取数指令，存储器中的相关的运算数据被送到运算器中。控制器向运算器发送运算指令，运算器执行运算，并得到结果，把运算结果存入存储器中。控制器向存储器发出取数指令，数据被送往输出设备。最后，控制器向输出设备发送输出指令，输出设备将计算机结果输出。一系列操作完成后，控制器再从存储器中取出下一条指令进行分析，执行该指令，周而复始地重复“取指令”“分析指令”“执行指令”的过程，直到程序中的全部指令执行完毕为止。

按照冯·诺依曼原理构造的计算机称为冯·诺依曼计算机。其体系结构称为冯·诺依曼体系结构。冯·诺依曼计算机的基本特点如下。

- 程序和数据在同一个存储器中存储，二者没有区别，指令与数据一样可以送到运算器中进行运算，即由指令组成的程序是可以修改的。
- 存储器采用按地址访问的线性结构，每个单元的大小是一定的。
- 通过执行指令直接发出控制信号控制计算机操作。指令在存储器中按顺序存放，由指令计算器指明将要执行的指令在存储器中的地址。指令计算器一般按顺序递增，但执行顺序也可以随外界条件的变化而改变。
- 整个计算过程以运算器为中心，输入/输出设备与存储器间的数据传送都要经过运算器。

如今，计算机正在以难以置信的速度向前发展，但其基本原理和基本构架仍然没有脱离冯·诺依曼体系结构。

1.2.2 计算机硬件

计算机硬件的基本功能是接受计算机程序的控制，实现数据输入、运算、数据输出等一系

列操作。虽然计算机的制造技术从计算机诞生到现在发生了翻天覆地的变化，但在基本的硬件结构方面，一直沿用冯·诺依曼结构，即由运算器、存储器、控制器、输入设备和输出设备等5个基本部分构成。

1. 中央处理单元

1) CPU 的组成

中央处理单元简称 CPU(Central Processing Unit)，它是计算机系统的核心，计算机发生的全部动作都由 CPU 控制。CPU 有 3 个组成部分：算术逻辑单元(ALU)、寄存器和控制单元，如图 1-20 所示。

(1) 算术逻辑单元(ALU)：对数据进行逻辑、移位和算术运算。

(2) 寄存器：用来临时存放数据的高速、独立的存储单元，主要包括数据寄存器、指令寄存器和程序计数器。

(3) 控制单元：对计算机发布命令的“决策机构”，用来协调和指挥整个计算机系统的操作。它是控制计算机有条不紊地自动执行程序元件。

2) 主流 CPU

CPU 作为计算机的核心部件，其性能在很大程度上决定了计算机的性能，通常用户都以它来判断计算机的档次。目前主流的 CPU 为双核、四核、六核处理器，例如 Intel 公司的奔腾、酷睿 i 系列和 AMD 公司的速龙、羿龙、锐龙系列等，如图 1-21 所示。

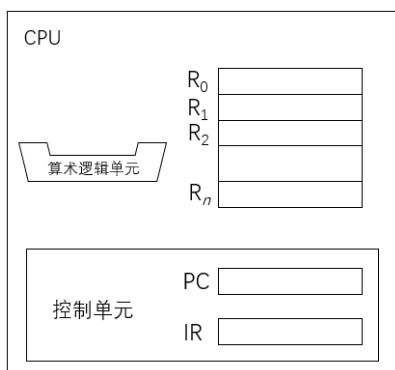


图 1-20 中央处理单元



图 1-21 intel 和 AMD 处理器

3) CPU 的主要功能

CPU 的主要功能包括处理指令、执行指令、控制时间和处理数据。

(1) 处理指令：是指控制程序中指令的执行顺序。程序中的指令之间是有顺序的，必须严格地按照程序规定的顺序执行，才能保证计算机系统工作的正确性。

(2) 执行指令：一条指令的功能往往是由计算机中的部件执行一系列的操作来实现的。CPU 要根据指令的功能、产生相应的操作控制信号。发给相应的部件，从而控制这些部件按指令的要求进行动作。

(3) 控制时间：就是对各种操作定时，在一条指令的执行过程中，在什么时间执行什么操作均应受到严格的控制。只有这样，计算机才能有条不紊地工作。

(4) 处理数据：就是对数据进行算术运算和逻辑运算，或进行其他信息处理。其功能主要

是解释计算机指令，处理计算机软件中的数据，并执行指令。

4) CPU 的工作过程

CPU 的工作过程如下所示：CPU 从存储器或高速缓存取出指令，放入指令寄存器，并对指令译码。它把指令分解成一系列微操作，然后发出各种控制命令，执行微操作系列，从而完成一条指令的执行。指令是计算机规定执行操作的类型和操作数的基本命令。

5) CPU 的性能参数

CPU 的性能参数包括主频、外频、倍频系数和缓存。计算机的性能在很大程度上由 CPU 的性能所决定，而性能主要体现在运行程序的速度上。

(1) 主频：主频也叫时钟频率，单位是兆赫(MHz)或千兆赫(GHz)，用来表示 CPU 运算、处理数据的速度。通常，主频越高，CPU 处理数据的速度越快。

$$\text{CPU 的主频} = \text{外频} \times \text{倍频系数}$$

(2) 外频：外频是 CPU 的基准频率，单位是 MHz。CPU 的外频决定了整块主板的运行速度。通常，在台式计算机中所说的超频都是超 CPU 的外频。但对服务器 CPU 而言，超频是绝对不允许的。因为对 CPU 超频(改变外频)会产生异步运行，造成整个服务器系统不稳定。

(3) 倍频系数：倍频系数指的是 CPU 主频和外频之间的相对比例关系。在相同的外频下，倍频越高，CPU 的频率越高。但实际上，在相同外频的前提下，高倍频的 CPU 本身意义并不大。这是因为 CPU 与系统之间的数据传输速度是有限的，一味追求高主频而得到高倍频的 CPU 会出现明显的“瓶颈”效应，即 CPU 从系统中得到数据的基线速度不能够满足 CPU 运算的速度。

(4) 缓存：CPU 的重要指标之一，其结构和大小对 CPU 速度的影响非常大。CPU 缓存的运行频率极高，一般与处理器同频运作，其工作效率远远大于系统内存和硬盘。CPU 缓存仅一部分可以细分为一级缓存、二级缓存和三级缓存。

- 一级缓存(L1 Cache)：是 CPU 第一层高速缓存，分为数据缓存和指令缓存。内置的 L1 高速缓存的容量和结构对 CPU 的性能影响较大。不过高速缓冲存储器均由静态 RAM 组成，结构较复杂，在 CPU 管芯面积不能太大的情况下，L1 级高速缓存的容量不可能做得太大。一般服务器 CPU 的 L1 级高速缓存的容量通常为 32~256KB。
- 二级缓存(L2 Cache)：是 CPU 的第二层高速缓存，分为内部和外部两种芯片。内部芯片二级缓存运行速度与主频相同，外部芯片二级缓存运行速度只有主频的一半。L2 高速缓存容量也会影响 CPU 的性能，原则是越大越好，目前家庭用 CPU 的 L2 容量最大为 4MB，服务器和工作站上用 CPU 的 L2 容量通常高达 8MB 或 16MB。
- 三级缓存(L3 Cache)：分为外置和内置两种。使用 L3 可进一步降低内存延迟，同时提升大数据量计算时处理器的性能。

2. 存储器

1) 存储器概述

存储器(Memory)是计算机用来存放程序和数据的记忆装置。计算机中的全部信息，包括输入的原始信息，经过计算机初步加工后的中间信息以及处理得到的结果信息都记忆或存储在存储器中。另外，对数据信息进行加工处理的一系列指令所构成的程序也存放其中，存储器按照

用途, 分为主存储器(内存)和辅助存储器(外存)。

(1) 主存储器(内存)是指主板上的存储部件, 主要采用半导体器件和磁性材料, 用来存放当前正在执行的数据和程序。它可直接和运算器、控制器交换数据, 具有容量小、速度快等特点。

(2) 辅助存储器(外部)是指磁性介质或光盘等, 能长期保持信息。相对于内存, 它有容量大、速度较慢等特点。

2) 地址空间

存储器由一些表示二进制数 0 和 1 的物理器件组成。这种器件称为记忆元件或记忆单元。每个记忆单元可以存储 1 位二进制代码信息(即 1 个 0 或 1 个 1)。位、字节、存储容量和地址等都是存储器中常用的术语。

内存中的每个字节各有一个固定的编号, 称为地址。CPU 在存取存储器中的数据是按地址进行的。所谓存储容量, 是指存储器所能存储的字节数, 通常用 KB、MB、GB、TB 和 PB 作为存储容量单位。

3) 存储器类型

内存储器按工作方式不同, 分为只读存储器 ROM(Read-Only Memory)和随机存储器 RAM(Random Access Memory)。

(1) RAM 是一种能读出预先所存放数据的半导体存储器, 在计算机运行过程中, ROM 中的信息只能读出而不能写入。计算机断电后, ROM 中的信息不会丢失。它常用来存放一些固定的程序、数据和系统软件等, 如检测程序、BOOT ROM、BIOS 等。

(2) RAM 是一种可读/写存储器, 其内容可以根据需要随时读出, 也可以随时写入新的信息。这种存储器又分为静态 RAM 和动态 RAM 两种。静态 RAM 的特点是存取速度快, 但价格较高, 一般用作高速缓存。动态 RAM 的特点是存取速度相对于静态较慢, 但价格较低, 一般用作计算机的主存。不论是静态 RAM 还是动态 RAM, 当电源电压去掉时, RAM 中保存的信息都将全部丢失。RAM 在微机中主要用来存放正在执行的程序和临时数据。

4) 存储器的层次结构

存储器有 3 个重要的指标: 速度、容量和每位价格。一般来说, 速度越快, 位价越高; 容量越大, 位价越低; 而容量越大, 速度就越低。计算机主存储器不能同时满足存取速度快、存储容量大和成本低的要求, 因此在计算机中必须有速度由慢到快、容量由大到小的多层次存储器, 该层次结构如图 1-22 所示。

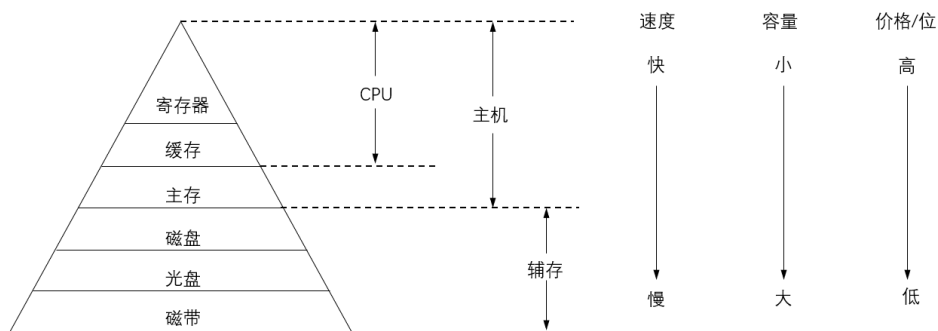


图 1-22 存储器的层次结构图

(1) 根据各种存储器的存储容量、存取速度和价格比的不同, 将它们按照一定的体系结构

组织起来，使得程序和数据按照一定的层次分布在存储器中。

(2) 按照存储器在计算机系统中作用的不同，将其划分为主存储器(内存)、辅助存储器(外存)和高速缓冲存储器等。

5) 常见存储器

(1) 硬盘。硬盘(Hard Disc Drive)是计算机主要的存储媒介之一，由一个或者多个铝制或者玻璃制的碟片组成。碟片外覆盖有铁磁性材料。绝大多数硬盘是固定硬盘，被永久性地密封固定在硬盘驱动器中，如图 1-23 所示。

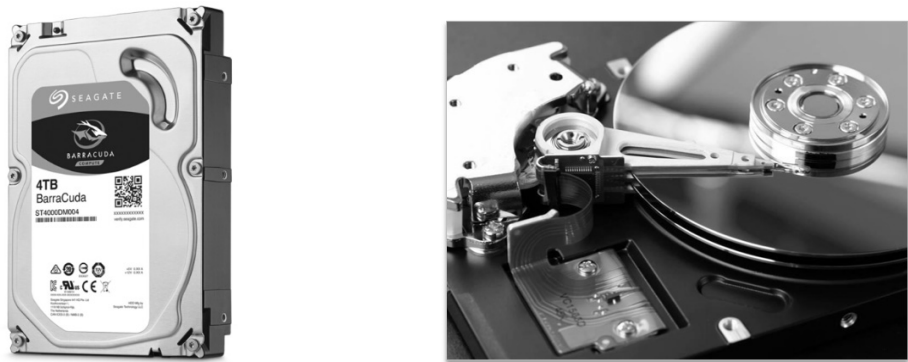


图 1-23 计算机(机械)硬盘

硬盘的常用基本参数有以下几个。

- ① 容量：硬盘的容量一般以兆字节(MB/MiB)、千兆字节(GB)或百万兆字节(TB)为单位。硬盘厂商通常使用的是 GB。一般情况下，硬盘容量越大，单位字节的价格越便宜。
- ② 转速：转速(Rotational Speed 或 Spindle Speed)是硬盘内电机主轴的旋转速度，也就是硬盘盘片在 1 分钟内能完成的最大转数。转速的快慢是反映硬盘档次的重要参数之一，它是决定硬盘内部传输率的关键因素之一，在很大程度上直接影响硬盘的速度。硬盘的转速越快，硬盘寻找文件的速度越快，访问时间越短，硬盘的整体性能越好。硬盘转速的单位为转/每分钟，表示为 RPM(Revolutions Per Minute)。
- ③ 平均访问时间：平均访问时间(Average Access Time)是指磁头从起始位置到达目标磁道位置，并且从目标磁道找到要读/写的数据扇区所需的时间。平均访问时间体现了硬盘的读/写速度，包括硬盘的寻道时间和等待时间，即平均访问时间=平均寻道时间+平均等待时间。
 - 硬盘平均寻道时间(Average Seek Time)是指硬盘的磁头移动到盘面指定磁道所需要的时间。这个时间越小越好。硬盘的平均寻道时间通常为 8~12ms，SCSI 硬盘应小于或等于 8ms。
 - 硬盘的等待时间，又被称为潜伏期(latency)，是指磁头已处于要访问的磁道，等待所要访问的扇区旋转至磁头下方的时间。平均等待时间为盘片旋转 1 周所需时间的一半，一般应在 4ms 以下。
- ④ 传输速率：硬盘的数据传输速率(Data Transfer Rate)是指硬盘读/写数据的速度，单位为兆字节每秒(MB/s)。硬盘数据传输速率又包括内部数据传输率和外部数据传输率。
- ⑤ 缓存：缓存(Cache Memory)是硬盘控制器上的一块内存芯片，具有极快的存取速度。它是硬盘内部存储和外界接口之间的缓冲器。由于硬盘的内部数据传输速度和外界界面传输速度

不同, 缓存起到缓冲的作用。缓存的大小与速度直接关系到硬盘的传输速度, 能够大幅度地提高硬盘整体性能。

(2) 光盘。光盘是以光为信息作为存储的载体并用来存储数据的一种物品, 分为不可擦写光盘(如 CD-ROM、DVD-ROM 等)和可擦写光盘(如 CD-RW、DVD-RAM 等)。它是利用激光原理进行读、写的设备, 是迅速发展的一种辅助存储器, 可以存放文字、声音、图形、图像和动画等多媒体数字信息。目前, 随着存储技术和计算机网络的不断发展, 光盘已经被淘汰。

(3) U 盘。U 盘全称 USB 闪存盘, 英文名为 USB flash disk。它是一种使用 USB 接口的无须物理驱动器的微型高容量移动存储产品, 通过 USB 接口与计算机连接, 能够实现即插即用。

6) 高速缓冲存储器

高速缓冲存储器的存取速度比主存快, 但是比 CPU 及其内部的寄存器要慢, 主要用来解决 CPU 和主存之间的速度差距, 提高计算机的整体运行速度。高速缓存常置于 CPU 和主存之间, 三者之间的位置关系如图 1-24 所示。

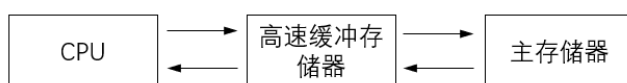


图 1-24 高速缓冲存储器与 CPU 和主存储器的位置关系

高速缓冲存储器在任何时候都包含主存中一部分内容的副本。当 CPU 要存取主存中的一个字时, 将按以下步骤操作。

(1) CPU 检查高速缓存。

(2) 如果要存取的字存在, CPU 将其复制; 否则, CPU 从主存中复制一份从需要读取的字开始的数据块, 并用该数据块覆盖高速缓存中的内容。

(3) CPU 存取高速缓冲存储器并复制该字。

采用上述方式, 将提高运算速度。如果字在高速缓存中, 立即存取它; 否则, 字或整个数据块会被复制到高速缓存中。

3. 输入/输出设备

输入/输出设备(I/O)将人和计算机、设备和计算机以及计算机和计算机联系起来, 是计算机的外部设备。

1) 输入设备

输入设备(Input Device)是向计算机输入数据和信息的设备, 是计算机与用户或其他设备通信的桥梁, 是用户和计算机之间进行信息交换的主要装置之一。它能够将计算机不能直接处理的信息转换为计算机能处理的数据形式, 例如数字量、模拟量、文字符号、语音和图形、图像等。

输入设备的种类很多, 常见的有键盘、鼠标、扫描仪等。

(1) 键盘(Keyboard): 通过键盘, 可以向计算机输入各种指令和数据, 指挥计算机工作。按键盘的按键数量, 可以将其分为 83 键盘、101 键盘、104 键盘、107 键盘等; 按键盘的形式, 可以将其分为有线键盘、无线键盘、带托键盘和 USB 键盘等; 按工作原理, 可以分为机械键盘、塑料薄膜式键盘、导电橡胶式键盘、无接点静电电容键盘; 按外形分, 可以分为标准键盘和人体工程学键盘等, 如图 1-25 所示。

(2) 鼠标(Mouse): 鼠标是计算机显示系统纵横坐标定位的指示器, 因形似老鼠而得名, 如图 1-25 所示。按工作原理分, 可以分为机械鼠标和光电鼠标; 按形式分, 分为有线鼠标和无线鼠标等。

(3) 扫描仪(scanner): 扫描仪是利用光电技术和数字处理技术, 以扫描方式将图形或图像信息转化为数字信号的装置。常用扫描仪又有台式扫描仪、手持式扫描仪和滚动式扫描仪等几种。

2) 输出设备

输出设备(Output Device)是将计算机中的数据或信息输出给用户, 是人与计算机交互的一种部件。它把各种计算结果数据或信息以数字、字符、图像和声音等形式表现出来。常见的输出设备有显示器、扫描仪、绘图仪、影像输出系统、语音输出系统和磁记录设备等。

(1) 显示器(Display): 也称监视器(见图 1-26), 是一种将一定的电子文件通过特定的传输设备显示到屏幕上, 再反射到人眼的显示工具。按使用器件, 分为阴极射线管显示器(CRT)、液晶显示器(LCD)和等离子显示器; 按显示颜色, 分为彩色显示器和单色显示器。显示器的主要性能指标有像素、分辨率、屏幕尺寸、点间距、灰度级、对比度、帧频、行频和扫描方式等。

(2) 打印机(Printer): 打印机用于将计算机处理的结果打印在相关介质上。衡量打印机性能的指标有 3 项: 打印分辨率、打印速度和噪声。按打印机对纸张是否有打击动作, 分为击打式打印机与非击打式打印机。其中击打式打印机包含字模式打印机和点阵式打印机。非击打式打印机包含喷墨打印机、激光打印机、热敏打印机和静电打印机等。



图 1-25 键盘和鼠标



图 1-26 常见液晶显示器

4. 子系统互连

计算机主要由 3 个子系统(CPU、主存和输入/输出设备)组成, 它们之间通过一定的方式互连, 以实现信息传递。

1) CPU 与主存的互连

CPU 和主存之间通常利用 3 组总线连接起来, 分别是数据总线、地址总线和控制总线, 如图 1-27 所示。

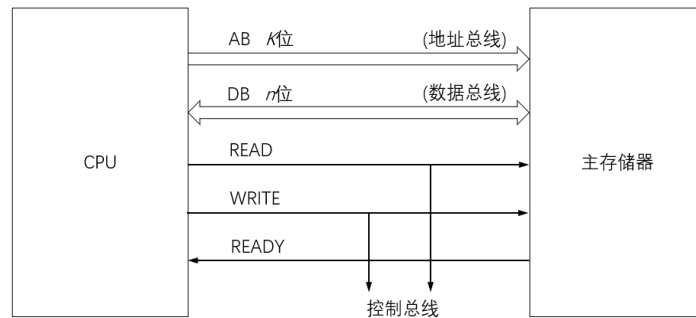


图 1-27 CPU 与主存的互连

(1) 数据总线: 数据总线由多根线组成, 每一根线上每次传送 1 位数据。线的数量取决于字的大小。例如, 计算机的字是 64 位(8 个字节的), 需要有 64 根数据总线, 以便在同一时刻同时传送 64 位的字。

(2) 地址总线: 地址总线允许访问存储器中的某个字, 其线取决于存储空间的大小。如果存储器容量为 2^n 个字, 那么, 若要地址总线一次传送 n 位数据, 需要 n 根线。

(3) 控制总线: 控制总线负责在 CPU 和内存之间传送控制信号和时序信号, 对于控制信号, 有些是从 CPU 送往存储器和输入/输出接口电路, 比如读/写信号、片选信号、终端响应信号等; 有些是从其他部件反馈回给 CPU, 如中断申请信号、复位信号等。因此, 控制总线的传送方向由具体的控制信号确定, 一般是双向的; 同时, 控制总线的线数取决于计算机需要的控制命令的总数。

2) CPU 与 I/O 设备的互连

由于输入/输出设备的本质与 CPU 和内存的本质不同, 一个是机电、磁性或光学设备; 另一个则是电子设备。因此它们之间不能直接通过总线相连, 必须要有中介来处理这种差异。输入/输出设备就是通过输入/输出控制器或接口器件连接到总线上, 如图 1-28 所示。

(1) I/O 接口的功能。I/O 接口使计算机主机和显示器之间按照各自的形式传输信息。

(2) 常见的接口主要如下。

- 显示卡: 主机和显示器之间的接口。
- 硬盘接口: 包括 IDE 接口、EIDE 接口、ULTRA 接口和 SCSI 接口等。
- 串行接口: 简称串口, 也称 COM 接口, 是采用串行通信协议的扩展接口。
- 并行接口: 简称并口, 也称 LPT 接口, 是采用并行通信协议的扩展接口。

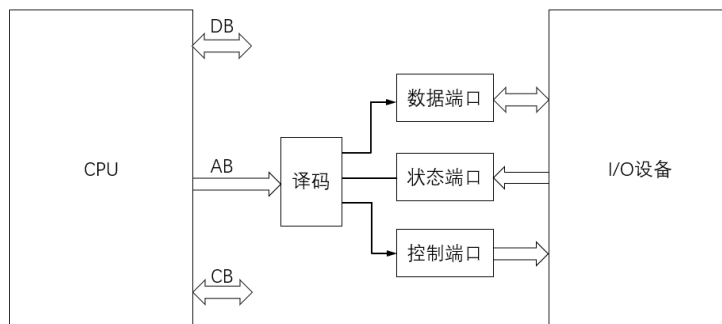


图 1-28 CPU 与 I/O 设备的互连

1.2.3 计算机软件

系统软件、支撑软件和应用软件组成了计算机软件系统(Software Systems),它是计算机系统,它是计算机系统中由软件组成的部分,主要功能是帮助用户管理计算机的硬件,控制程序调度,执行用户命令,方便用户使用、维护和开发计算机。

1) 软件的概念

软件(Software)是一系列按特定顺序组织的计算机数据和指令的集合。一般来讲,软件划分为系统软件、应用软件和介于这两者之间的中间件。软件并不只包括可以在计算机(这里指广义的计算机)上运行的计算机程序,与这些计算机程序相关的文档一般也被认为是软件的一部分。简单地说,软件就是程序加文档的集合体,即软件=程序+数据+文档。

2) 软件的特点

从应用的角度看,硬件和软件在逻辑功能上可以等效,既可以用硬件实现,也可以用软件实现。与硬件相比,软件有以下几个特点。

- (1) 软件容易改变或修改。
- (2) 软件易于复制,生产效率高。
- (3) 软件适宜选择多种方法和算法进行比较。
- (4) 软件适宜用在条件判断和控制转移多的情况,适宜实现复杂算法。
- (5) 软件实现的功能不如硬件实现的运行速度快。
- (6) 软件实现在安全性方面不如硬件,不适宜用在安全性要求高的情况。

3) 软件的分类

按照应用类别,软件一般划分为系统软件和应用软件,如图 1-29 所示。

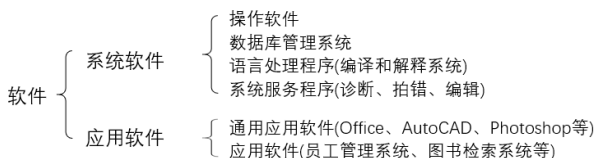


图 1-29 软件分类

(1) 系统软件。系统软件是计算机系统的必备软件,是管理、监控和维护计算机资源(包括硬件和软件)的软件,它支持应用软件的运行。系统软件通常指操作系统、各种计算机语言处理程序、数据库管理系统、系统服务程序等。

① 操作系统。操作系统是控制和管理计算机系统的硬件和软件资源,合理地组织计算机工作流程,以及方便用户使用的程序集合,是人机交互的接口。其作用主要包括以下几点。

- 管理计算机的硬件和软件资源。
- 为用户使用计算机提供友好和方便的接口。
- 最大限度地发挥整个计算机系统的效率。

② 语言处理程序。语言处理程序有汇编程序、编译程序、解释程序等。它的作用是把人们编写的源程序转换成计算机能识别并执行的程序。

③ 数据库管理系统。计算机处理的数据往往相当庞大,使用数据库管理系统可以有效地实现数据信息的存储、更新、查询、检索、通信控制。常用的数据库管理系统有 SQL Server、Oracle、Sybase、DB2 等。

④ 系统服务程序。系统服务程序是一些工具性的服务程序，便于用户对计算机的使用和维护。

(2) 应用软件。应用软件是指除了系统软件以外的所有软件，它是用户利用计算机及其提供的系统软件为解决各种实际问题而编制的计算机程序，如：各种用于科学计算的软件包，各种办公自动化软件，计算机辅助设计、辅助制造、辅助教学软件，图形软件以及各种工具软件等。

① 通用应用软件。通用应用软件是指具有通用信息功能的商品化软件。它的特点是通用性，因此可以被许多有类似应用需求的用户所使用。通用应用软件提供的功能往往可以通过选择、设置和调配来满足用户的特定需求。比较常用的通用软件有文字处理软件、表格编辑软件、数据统计分析软件、财务核算软件等。

② 专用应用软件。专用应用软件是满足用户特定要求的应用软件。因为在某些情况下，用户对数据处理的功能需求存在很大的差异性，在通用软件不能满足要求时，需要由专业人员采取单独开发的方法，为用户开发具有特定要求的专门的应用软件。

1.3 计算机新技术

计算机新技术研究热点很多，如物联网、云计算、大数据、人工智能技术、区块链技术、量子计算机、3D 打印、可视化计算、虚拟现实、无线传感器网络、移动计算、机器学习、情感计算、普适计算等。下面将重点介绍其中几种影响较大的计算机新技术。

1.3.1 物联网技术

1. 物联网的发展

2005 年，国际电信联盟(International Telecommunication Union, ITU)发布了《ITU 互联网报告 2005：物联网》报告，正式提出物联网(IoT)的概念。ITU 报告指出：无所不在的“物联网”通信时代即将来临，世界上所有的物体(从轮胎到牙刷、从房屋到纸巾)都可以通过物联网主动进行信息交换。RFID(射频识别)技术、传感器技术、纳米技术、智能嵌入技术将得到更加广泛的应用。

2. 物联网的定义

早期 1999 年对物联网的定义是：将物品通过射频识别信息、传感设备与互联网连接起来，实现物品的智能化识别和管理。

上述定义体现了物联网的三个主要本质。

(1) 互联网特征：物联网的核心和基础仍然是互联网，需要联网的物品一定要能够实现互联互通。

(2) 识别与通信特征：纳入物联网的“物”一定要具备自动识别(如 RFID)与物物通信(M2M)的功能。

(3) 智能化特征：网络系统应具有自动化、自我反馈与智能控制的特点。

物联网中的“物”要满足以下条件：

- 要有相应信息的接收器。
- 要有数据传输通路。
- 要有一定的存储功能。
- 要有专门的应用程序。
- 要有数据发送器。
- 遵循物联网的通信协议。
- 在网络中有被识别的唯一编号。

物联网的核心技术和应用如图 1-30 所示。

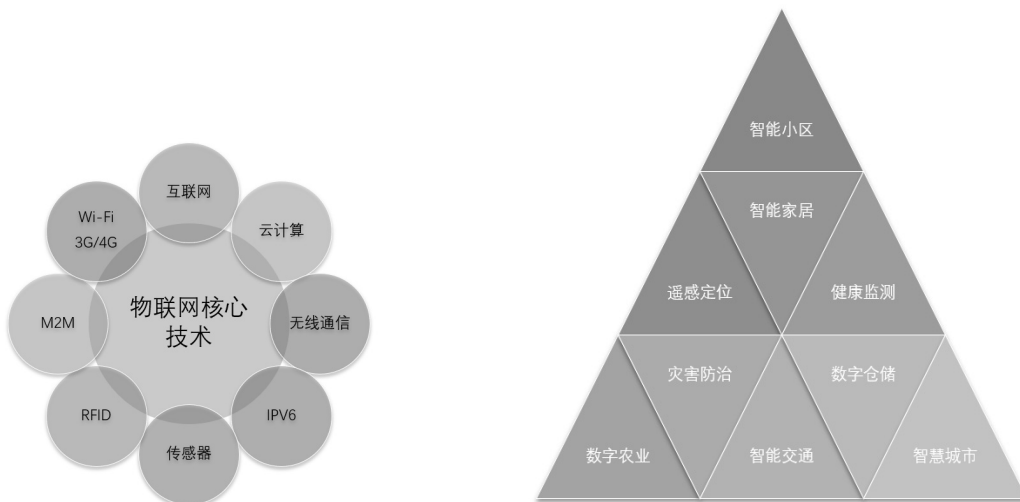


图 1-30 物联网的核心技术和应用

通俗地说，物联网就是物物相连的互联网。这里有两层含义，一是物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络；二是用户端延伸和扩展到了物品和物品之间进行信息交换的通信。物联网包括互联网上所有的资源，兼容互联网所有的应用，但物联网中所有的元素(设备、资源及通信等)都是个性化和私有化的。

3. 物联网的应用前景

物联网通过智能感知、识别技术和普适计算，广泛应用于社会各个领域之中，因此被称为继计算机、互联网之后，信息产业发展的第三次浪潮。物联网并不是一个简单的概念，它联合了众多对人类发展有益的技术，为人类提供着多种多样的服务。IBM 公司认为 IT 产业下一阶段的任务是把新一代 IT 技术充分运用在人类社会生产的各行各业之中，具体来说就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、油气管道等各种设施中，并且普遍连接，形成物联网。在这一巨大的产业中，需要技术研发人员、工程施工人员、服务监管人员、大规模计算机提供商，以及众多领域的研发者与服务提供人员。可以想象，这将派生出规模十分庞大的经济规模。

【实例 1-1】

Find My Car Smart 是一款可以让用户查找自己汽车停放位置的物联网应用软件。该软件在

汽车中放置一个 USB 接口的蓝牙感应器部件, 这个感应器可以与苹果 iPhone 手机配对使用。当用户离开汽车时, 软件会自动记录汽车的地理位置, 无须用户动手操作。此外, 蓝牙感应器在后台运行的耗电量极小, iPhone 手机可以不依靠 GPS 就能准确、快速地找到汽车的停放位置。对于大型停车场而言, 这种物联网应用是非常实用的, 它也可以用于儿童或老人位置的感知。

1.3.2 云计算技术

1. 云计算的概念

计算机可能是人类建造的效率最低的机器, 因为全球 99.9% 的计算机都在等待指令, 向云计算转变, 可以将平时浪费的资源利用起来。云计算是一种商业计算模型, 它将计算任务分布到大量计算机构成的资源池上, 使用户能够按需获取计算能力、存储空间和信息服务。为什么叫“云”呢? 因为云一般比较大(如“百度云”提供巨大的存储空间), 规模可以动态伸缩(如大学的公共计算云则规模较小), 而且边界模糊, 云在空中飘忽不定, 无法确定它的具体位置(如计算设备或存储设备在不同的国家或地区), 但是它确实存在于某处。

云计算将计算资源与物理设备分离, 让计算资源“浮”起来, 成为一朵“云”, 用户可以随时随地根据自己的需求使用云资源。云计算实现了计算资源与物理设施的分离, 数据中心的任何一台设备都只是资源的一部分, 不专属于任何一个应用, 一旦资源池设备出现故障, 马上退出一个资源地, 进入另外一个资源池。云计算的服务模式称为 SPI(SaaS 软件即服务、PaaS 平台即服务、IaaS 基础设施即服务)。

2. 云计算的特征

云计算将网络中分布的计算、存储、服务设备、网络软件等资源集中起来, 并以虚拟化的方式为用户提供方便和快捷的服务。云计算是一种基于因特网的超级计算模式, 在远程数据中心, 几万台服务器和网络设备连接成一片, 各种计算资源共同组成了若干个庞大的数据中心。

云计算的系统结构和云管理层, 如图 1-31 所示。



图 1-31 云计算系统结构和云管理层

云计算中最关键的技术是虚拟化,此外还包括自动化工具,如可以让用户自助服务的门户,计费系统以及自动进行负载分配的系统等。云计算目前需要解决的问题有降低建设成本、简化管理难度、提高灵活性、建立“云”之间互连互通标准等。

3. 云计算的应用

云计算的应用如亚马逊(Amazon)提供的专业云计算服务,包括弹性计算云(Amazon EC2)、简单存储服务(Amazon S3)、简单队列服务(Amazon SQS)等, Amazon 云提供全球计算、存储、数据库、分析、应用程序和部署服务,有免费服务,也有按月收费的服务。如 Google Earth(谷歌地图)包括卫星地图、Gmail(邮箱), Docs(在线办公软件)等免费服务;微软 Azure 云计算提供“软件和服务”等。

在云计算模式中,用户通过终端接入网络,向“云”提出需求;“云”接受请求后组织资源,通过网络为用户提供服务。用户终端的功能可以大大简化,复杂的计算与处理过程都将转移到用户终端背后的“云”去完成。在任何时间任何地点,用户只要能够连接至互联网,就可以访问云,用户的应用程序并不需要运行在用户的计算机、手机等终端设备上,而是运行在互联网的大规模服务器集群中。用户处理的数据也无须存储在本地,而是保持在互联网上的数据中心,这意味着计算能力也可以作为一种商品通过互联网进行流通。

1.3.3 大数据技术

1. 大数据时代

美国互联网数据中心指出,互联网上的数据每年增长 50%,每两年翻一番,目前世界上 90% 以上的数据是最近几年才产生的。此外,这些数据并非单纯是人们在互联网上发布的信息,85% 的数据由传感器和计算机设备自动生成。全世界的各种工业设备、汽车、摄像头,以及无数的数码传感器,随着都在测量和传递着有关信息,这导致了海量数据的产生。例如,一个计算不同地点车辆流量的交通遥测应用,就会产生大量的数据。

2. 大数据的特点

大数据是一个体量规模巨大、数据类别特别多的数据集,并且无法通过目前主流软件工具,在合理时间达到提取、管理、处理并整理成为有用的信息。大数据具有 4V 的特点。

(1) 数据体量大(Volumes),一般在 TB 级别。

(2) 数据类型多(Variety),由于数据来自多种数据源,因此数据类型和格式非常丰富,有结构化数据(如文字、计算数据等)、半结构化数据(如报表、层次树等)以及非结构化数据(如图片、视频、音频、地理位置信息等)。

(3) 数据处理速度快(Velocity),在数据量非常庞大的情况下,需要做到数据的实时处理。

(4) 数据的真实性高(Veracity),如互联网中网页访问、现场监控信息、环境监测信息、电子交易数据等。

大数据并不在于“大”,而在于“有用”。大数据能告诉我们客户的消费倾向,他们喜欢什么,每个人的需求有哪些区别,哪些需求可以集合在一起进行分类等。大数据是数据数量上的增加,是一个从量变到质变的过程。例如,一个人在骑马,我们每隔一分钟拍一张照片,只能看到这个人不同骑马姿态的照片。随着照相机处理速度越来越快,1 分钟可以拍 30 张照片时,

就产生了电影。当数量的增长实现了质变时，就从照片变成了一部电影。

3. 大数据的处理技术

大数据的处理结果往往采用可视化图形表示，基本原则是：要全体不要抽样，要效率不要绝对精确，要相关不要因果。具体的大数据处理方法很多，如图 1-32 所示，主要处理流程是大数据采集、数据导入和预处理、数据统计和分析、数据挖掘。

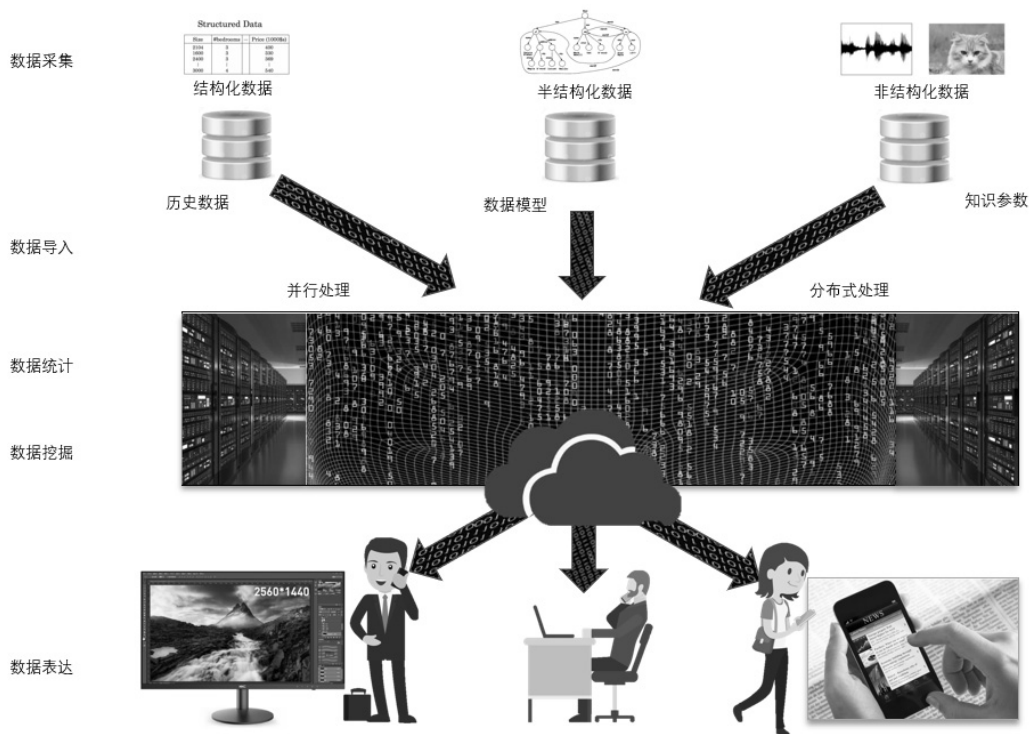


图 1-32 大数据处理流程示意图

(1) 大数据采集。大数据的采集是指利用多个数据库来接收发自客户端(Web、App 或者传感器等)的数据。大数据采集的特点是并发数高，因为可能会有成千上万的用户同时进行访问和操作。例如火车票售票网站和淘宝网站，它们的并发访问量在峰值时达到了上百万，所以需要采集端部署大量数据库才能支持数据采集工作，这些数据库之间如何进行负载均衡也需要深入思考和仔细设计。

(2) 数据导入和预处理。要对采集的海量数据进行有效的分类，还应该将这些来自前端的数据导入一个集中的大型分布式数据库中，并且在导入基础上做一些简单的数据清洗和预处理工作。导入与预处理过程的特点是数据量大，每秒钟的导入量经常会达到百兆，甚至千兆。可以利用数据提取、转换和加载工具将分布的、异构的数据(如关系数据、图形数据等)抽取到临时中间层后，进行清洗、转换、集成，最后导入数据库中。

(3) 数据统计和分析。统计与分析主要是对存储的海量数据进行普通的分析和分类汇总，常用的统计分析有假设检验、显著性检验、差异分析、相关分析、方差分析、回归分析、曲线分析、因子分析、聚类分析、判别分析等技术。统计与分析的特点是涉及的数据量大，会极大

地占用系统资源，特别是 I/O 设备。

(4) 数据挖掘。大数据只有通过数据分析才能获取很多深入的、有价值的信息。大数据分析最基本的要求是可视化分析，因为可视化分析能够直观地呈现大数据的特点，同时能够非常容易被读者接受。数据挖掘主要是在大数据基础上进行各种算法的计算，从而起到预测的效果。数据挖掘的方法有分类、估计、预测、相关性分析、聚类、描述和可视化等，复杂数据类型挖掘(如 Web、图像、视频、音频)等。这个过程的特点是：如果数据挖掘算法很复杂，设计的数据量和计算量就会很大，常用数据挖掘算法以多线程为主。

4. 大数据应用案例

谷歌搜索、Facebook 的帖子和微博信息，使得人们的行为和情绪的细节化测量成为可能。挖掘用户的行为习惯和喜好，可以从凌乱纷杂的数据背后，找到更符合用户兴趣和习惯的产品与服务，并对这些产品和服务进行针对性的调整和优化，这就是大数据的价值。

【实例 1-2】

百度公司在 2014 年春运期间推出“百度地图春节人口迁徙大数据”项目，对春运大数据进行计算分析，并采用可视化呈现方式，实现了全程、动态、即时、直观地展现中国春节前后人口迁徙的轨迹与特征。

【实例 1-3】

Google 的“流感趋势”工具可以通过跟踪搜索词来判断全美地区的流感情况(如患者会搜索“流感”等关键词)。它对流行病专家非常有用，因为它的时效性极强，能够很好地跟踪流行病的爆发。例如 Google 利用大数据预测了 H1N1 在美国某个小镇的爆发。

1.3.4 人工智能技术

人工智能(Artificial Intelligence, AI)，是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。

1. 人工智能的概念

人工智能是计算机科学的一个分支，它企图了解智能的实质，并生产一种新的能以人类智能相似的方式做出反应的智能机器，该领域的研究包括机器人、语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能从诞生以来，理论和技术日益成熟，应用领域也不断扩大，可以设想，未来人工智能带来的科技产品，将会是人类智慧的“容器”。人工智能可以对人的意识、思维的信息过程进行模拟。

人工智能虽然不是人的智能，但能像人那样思考，也可能超过人的智能。

2. 人工智能的发展

1956 年夏季，以麦卡赛、明斯基、罗切斯特和香农等为首的一批有远见卓识的年轻科学家在一起聚会，共同研究和探讨用机器模拟智能的一系列有关问题，并首次提出了“人工智能”这一术语，它标志着“人工智能”这门新兴学科的正式诞生。IBM 公司“深蓝”电脑击败了人类的世界国际象棋冠军更是人工智能技术的一个完美表现。

从1956年正式提出人工智能学科算起,60多年来,人工智能取得长足的发展,成为一门广泛的交叉和前沿科学。总的说来,人工智能的目的就是让计算机这台机器能够像人一样思考。如果希望做出一台能够思考的机器,那就必须知道什么是思考,更进一步讲就是什么是智慧。什么样的机器才是智慧的呢?科学家已经制造出了汽车、火车、飞机、收音机等,它们模仿我们身体器官的功能,但是能不能模仿人类大脑的功能呢?到目前为止,我们也仅仅知道这个装在我们天灵盖里面的东西是由数十亿个神经细胞组成的器官,我们对这个东西知之甚少,模仿它或许是天下最困难的事情了。

而当计算机出现后,人类开始真正有了一个可以模拟人类思维的工具,在以后的岁月中,无数科学家为这个目标努力着。如今人工智能已经不再是几个科学家的专利了,全世界几乎所有大学的计算机系都有人在研究这门学科,学习计算机的大学生也必须学习这样一门课程,在大家不懈的努力下,如今计算机似乎已经变得十分聪明了。例如,1997年5月,IBM公司研制的深蓝(DEEP BLUE)计算机战胜了国际象棋大师卡斯帕洛夫(KASPAROV)。

许多人或许不会注意到,在一些地方,计算机帮助人进行原来只属于人类的工作,计算机以它的高速和准确为人类发挥着它的作用。人工智能始终是计算机科学的前沿学科,计算机编程语言和其他计算机软件都因为有了人工智能的进展而得以存在。

3. 人工智能的特点

现有人工智能的特点可以总结为:弱人工智能比人强,强人工智能不如人。

弱人工智能就是指应用到专一领域只具备专一功能的人工智能系统,例如股价预测,无人驾驶,智能推送或者Alpha狗。这类应用的领域非常专一,重复劳动量大,训练数据体量异常庞大,涉及复杂决策或分类难题。

强人工智能就是指通用型人工智能。目前人工智能系统受限于学习能力、算法、数据来源等,只适合训练针对单一工作的弱人工智能系统。况且人类目前对于自己的认知行为的研究尚且有限,更不要说开发出具有跟人类一样认知能力的全能型人工智能系统。

4. 人工智能的应用

人工智能应用的范围很广,包括:计算机科学,金融贸易,医院和医药,工业,运输,远程通信,在线和电话服务,法律,科学发现,玩具和游戏,音乐,等等诸多方面。下面举例介绍。

(1) 计算机科学。人工智能产生了许多方法解决计算机科学最困难的问题。它们的许多发明已被主流计算机科学采用,而不认为是AI的一部分。下面内容原来在AI实验室发展:①时间分配;②介面演绎员;③图解用户介面;④计算机鼠标;⑤快发展环境;⑥联系表数据结构;⑦自动存储管理;⑧符号程序;⑨功能程序;⑩动态程序;⑪客观指向程序。

(2) 金融贸易。银行用人工智能系统组织运作,金融投资和管理财产。2001年8月,在模拟金融贸易竞赛中,机器人战胜了人。金融机构已长久用人工神经网络系统去发觉变化或规范外的要求,银行使用协助顾客服务系统;帮助核对账目、发行信用卡和恢复密码等。

(3) 医院和医药。医学临床可用人工智能系统组织病床计划,并提供医学信息。例如,人工智能可以帮助解析医学图像。这样,系统可以通过扫描数据图像,从计算X光断层图发现疾病(典型应用是发现肿块)。

(4) 工业。如今，在工业中已普遍应用人工智能技术，其应用有如下场景。

- 应用数据的可视化分析：人工智能除了能够收集设备运行的各项数据(如温度、转速、能耗情况、生产力状况等)，并存储数据以供二次分析，对生产线进行节能优化，提前检测出设备运行是否异常，同时提供降低能耗的措施。
- 机器的自我诊断：如果一条生产线突然发出故障报警，人工智能能够进行自我诊断，找到哪里产生了问题，原因是什么，同时还能够根据历史维护的记录或者维护标准，告诉人们如何解决故障，甚至让机器自己解决问题、自我恢复。
- 预测性维护：通过人工智能技术让机器在出现问题之前就感知到或者分析出可能出现的问题。比如，工厂中的数控机床在运行一段时间后刀具就需要更换，通过分析历史的运营数据，机器可以提前知道刀具会损坏的时间，从而提前准备好更换的配件，并安排在最近的一次维护时更换刀具。

下面介绍几个国际科技公司的人工智能技术在工业领域布局的案例。

【实例 1-4】阿里巴巴

2017 年，在 BAT 和 AMG 中，阿里 ET 工业大脑是第一个下到车间里的人工智能。光伏材料制造商保利协鑫和阿里云的合作是中国工业制造领域的创新示范，阿里云在该制造商车间做的第一件事，是把生产线上所有端口的数据上了云，然后调集上千台服务器的算力，短时间内从数千个变量里找到了影响良品率的 60 个。接下来则交由人工智能实时监测和控制这些变量，生产线只要“奉命行事”即可。

【实例 1-5】西门子

西门子中央研究院在慕尼黑演示了双臂机器人的一部分，借助人工智能的高度自动化，该机器人无须编程即可自主分工协作，用于产品制造。传统的机器人无法理解这种 CAD/CAM(计算机辅助设计和制造)模型，但新的机器人原型可以做到。从某种意义上说，这就好像机器人能够理解不同的语言，从而不必对其运动和工艺进行编程。

【实例 1-6】通用电气

通用电气宣布与众多电气公司达成多年协议，并与纽约电力管理局(NYPA)达成广泛的协议，致力于成为全球首个全数字化电力公司。如今，GE 预测分析软件的综合智能运营中心已经开放，该运营中心是一家尖端的资产监控和诊断中心。其中，GE 和 Enel 将部署和优化 GE 的资产绩效管理(APM)软件，该软件在 GE 的工业物联网(IIoT)平台 Predix 上运行，以监测、预测和提高 13 个燃气电厂和 1 个燃煤电厂的可靠性，这 14 个发电厂都使用通用电气或阿尔斯通的涡轮机和发电机。

(5) 客户服务。人工智能是自动上线的好助手，可减少操作，使用的主要是自然语言加工系统。呼叫中心的回答机器也用类似技术，如语言识别软件可方便计算机的顾客更好地操作。

1.3.5 区块链技术

现在谈论“区块链有什么用？”有点像在 20 世纪 80 年代谈论互联网的意义一样。在当时个人没有电脑、不知上网为何物的情况下，需要天才级的想象力才能预测到现在的网站、网购、

微信等应用,想象到了也是非常模糊的,与最终的实现相差很远。同样,现在谈论区块链的应用也需要一些想象力,肯定有一些是不切实际或与最终实现相差很远的。下面通过介绍区块链的概念来探讨它的应用价值和理论意义。

1. 区块链技术的概念

1) 什么是区块链

区块链是一连串按时间排序的数据块,用于记录各种信息资源及其交易的信息。每一个数据块含有一个数字指纹,是从本数据块以及前一个数据块的数字指纹按标准的哈希(Hash)函数计算出来的一个独一无二的数字序列。改变任何一个数据块,就必须修改本块以及之后所有数据块的数字指纹,否则就会被发现。因此,除非控制了大部分节点,区块链中的记录是不能修改的。信息资源可以是各种各样的。如果代表的是财产或物资,交易可以从一个所有者转给另一个所有者;如果代表的是事实数据,交易可以是一方或多方的认证,或从一方传递给另一方的证据。每一次交易都带有一个或多个不可否认的数字签名,以此代表财产或数据拥有者的授权,并保证交易数据不能被修改。下面介绍出现于20世纪70年代的公私钥的加密和数字签名技术。

2) 数字交易和数字签名

传统的交易一般是在标明拥有者甲方名字的财产证书上写上转移对象乙方的名字,然后甲方在证书上签名或按指纹印。数字交易也是同样的过程,每个人或个体必须从权威机构得到一对包含数字和字母的符号序列,其中一个序列称为公钥,是代表个体的公开且独一无二的标识号;另一个序列称为私钥,是只有个体知道且必须严格保密的。这一对公钥和私钥有一个特点,用私钥加密的数据只能用公钥解密,反之亦然。

下面以甲方把财产证书转移给乙方为例来说明数字交易的过程。财产证书包含有一系列公钥作为以前所有拥有者的标识号,最后的公钥代表现在的拥有者甲方。为了把财产证书转移给乙方,甲方把乙方的公钥加到财产证书上,然后用一个标准的数学函数(Hash-哈希函数)对整个文件产生一个固定长度的符号序列,这一序列如同数字指纹一样对于该文件来说是独一无二的,哪怕改变文件中一个字母,产生出来的指纹就不一样。甲方再用自己的私钥对数字指纹进行加密,加密后的序列就是甲方的数字签名。这样,含有乙方公钥的财产证书以及甲方的数字签名就构成了新的属于乙方的财产证书。任何一方可以用以下步骤验证财产证书和签名的真实性。

(1) 用上面提到的标准的哈希函数对财产证书产生一个数字序列。

(2) 用证书中前一个公钥对数字签名解密得到另一个序列。

(3) 如果这两个序列等同就证明了以下事实:财产证书没有被修改过,签名是前一个拥有者甲方用私钥产生的。

3) 中心交易系统的必要性

完整的数字交易还必须解决另一个问题,防止甲方重复消费(Double-spending)——把同一个财产转给多个个体。比如,上述乙方在收到新的财产证书后,没法断定在此之前甲方是否已经把财产转给了丙方。传统上,所有交易都是通过一个交易中心完成的(比如银行或股票交易所)。甲方把签了名的新的财产证书送给中心系统,该系统从一本中心账本查阅该财产的拥有者是否为甲方,如果是,就把新的财产证书传给乙方,并在中心账本上把拥有者改为乙方。如果甲方企图再次把财产转给其他人,就会遭到系统的拒绝。注意,新的财产证书必须是从中心系

统发出来才是可信的。任何财产证书的有效性也必须通过中心系统来验证。中心系统的问题是可能受到人为的非法操纵。如果有人干预中心系统的正规操作或修改中心账本，将导致交易不能正常进行或蒙受损失。美国经常用金融手段制裁一些国家和企业就是因为控制了美元的交易系统。因此，任何有可能被人为操纵的中心系统原则上都是不可靠的，其可靠性建立在信誉上。区块链去中心化的意义就在于用科学的方法代替人为的信誉。

4) 分布式区块链的实现

区块链技术还处于初期发展阶段，存在不同的实现方法。其基本原理是，网上存在多个平等的结算中心，各自维持一本以区块链为基础的账本，然后通过协调达到一个大家公认的最正确的区块链账本。如果有超过半数的中心是按正当规则运行的，整个网络就能成功运行。下面以上述甲方把财产证书转让给乙方为例，介绍一个比特币交易网络的形成过程。

(1) 网络上存在多个平等的服务器(计算机)参与交易验证并将交易记录到区块链中，每个服务器称为一个节点(Node)。新的节点可以随时加入交易网络，现有的节点也可以随时退出。节点和节点之间是平等的，不存在任何形式的中心控制和管理。

(2) 为了使交易网络能成功运行，系统制订了共识规则，正当的节点必须严格遵守这些规则。但没有任何监督和强制执行的机制。整个网络没有寄托于任何一个节点是可信的(即遵守共识规则)，但只要超过 50%的节点是可信的，网络就能成功运行。区块链的算法设计让遵守规则的节点有利可图，不遵守的不仅浪费钱财(计算资源和电费)而且作假很难得逞。

(3) 如上所述，当甲方在财产证书加上乙方的公钥并签了名之后，把新的财产证书送给网上所有的节点。每个节点在收到一个交易后，首先检验其数字签名是否正确，并且在自己维持的区块链中根据以前所有的交易检验该交易是否合法，即甲方是否拥有该财产(如果是付款，是否有足够的资金)。如果检验不通过，就抛弃该交易；如果通过，就放入当前的数据块(注意：一个交易并不需要被所有节点收到，只要有一些节点收到，最终就会被存到公认的区块链中)。

(4) 当数据块增长到一个数额或时间达到一个期限，节点就开始给数据块计算一个独一无二的数字指纹：在数据块上加一个随机的整数(称为 Nonce)，并和上一个数据块的数字指纹结合起来，然后用哈希函数对其计算一个数字序列。为了给计算增加难度，以证明该节点花费了计算工夫(Proof-of-Work)，规则要求得到的数字指纹的前几位必须是零。节点需要不断随机地改变整数并重新计算数字指纹，直到前几位是零为止。现在不存在任何算法可以推测正确整数的范围，因此节点只能随机选择并试错。要求的数字指纹的零的位数越多，计算的难度就越大。计算完毕后，节点把数据块和数字指纹发布给所有的节点。

(5) 当一个节点收到一个数据块时，节点首先验证数据块的数字指纹是否正确(注意：搜索和计算合格的指纹需要花费计算工夫，但验证指纹是很简单的计算)。并且验证区块链中所有的交易是否合法。如果检验通过，节点就把收到的数据块加到区块链的末端，并开始新的数据块的工作。

(6) 所有节点都公认最长的区块链是正确的，并在此基础上努力拓展。如果两个节点同时公布的数据块内容不同，其他节点把先收到的数据块加到区块链上，并保留另一个数据块作为分叉备份。如果以后发现备份的区块链发展更长，节点就转移到更长的区块链。注意，每一个数据块含有一个顺序递增的序号，由此可以判断相应区块链的长度。如果一个节点发现自己缺了一些数据块，比如刚加入网络，可以向其他节点索取。

(7) 上述的乙方在收到甲方转让的财产证书后，向所有节点索取各自维持的区块链，并选

择一条有超过 50%的节点认同的最长的区块链。如果新的财产证书(交易)存在于最长的区块链中,就证明该交易已经被大多数节点验证接受了,因此是合法有效的。上述忽略了一些实现的细节,乙方无须取得区块链中所有的数据,只需得到每个数据块中保存检索信息的头部就行,这样大大减少了传输量和时间。

在上面的交易网络中,如果有 51%的节点是按照规则正当运作的,交易就能成功并合法地完成。为了防止恶意分子轻易建立大量的节点从事非法运作,上述算法特意给数据块指纹的搜索和计算设置了难度,迫使每个节点都花费计算工夫(proof-of-work)。如果要取得 51%的优势,就必须花费整个网络 51%的计算资源和电费。仅用 51%的虚拟节点(即虚拟 IP 地址)而背后只有几台电脑是不可能得逞的。由于每一个数据块的指纹不仅和本块的数据有关,还和前面链接的数据块的指纹有关,如果修改一个数据块,必须重新搜索计算之后所有数据块的指纹。这样企图修改以前的数据就会掉队,要赶上并超过最长的区块链的概率就越越来越小(注意,修改后的区块链必须成为最长才会被接受)。交易规则还制订了奖励机制,一个节点如果在公认的最长的区块链上增添一个新的数据块能得到奖励(节点的运作也因此称为挖矿——Mining,比特币网络的奖励是 12.5 个比特币以及交易方自愿定的小费)。因此,恶意团体必须选择花费大量计算资源和电费来从事攻击(一般是删掉把钱财已经转移给别人的交易)而且冒着被发现和受到法律惩罚的风险,还是从事正当的运作而得到奖励。

以上以利益交易为例介绍了区块链。但区块链的应用比这广泛得多,还可以应用于各种数字资源的管理和流通,每一个数据块可以存储数据、文件、图像等,交易方的签名可以是有关人员的认证,或者是从一方专递给另一方的证据。数据块中的数据还可以加密,以保护隐私。另一种区块链技术(Ethereum)允许用交易方定义的程序执行更为复杂的有条件的交易,用于实现能自动执行的智能合同、保险等业务。

2. 区块链技术的意义与应用构想

区块链技术最重要的意义就在于去除中心管理和控制的必要性,用分布存储、数字签名技术和统计的方法建立一种让互不信任的各方可以信赖的机制,用于记录和交换信息资源。这为许多原来不能实现的应用开辟了途径,并颠覆了一些习以为常的思维方法,其影响是深刻的。比特币是区块链最成功的应用,已经是广为人知了。下面介绍几个有代表性的应用的构想,有助于进一步理解区块链的意义。

(1) 食品和生活用品的生产供应链及流通过程的监督记录。原料供应商、生产商、销售商、政府监督部门联合组成一个区块链网络,用区块链实时记录原料供应、生产流程、以及产品库存和流通的信息,为最终的产品提供可以跟踪的历史数据。由于这些团体利益不同,保证了任何一个团体没法控制整个系统而单独修改或删除数据。这有助于保证和提高产品的质量。

(2) 各级政府的资源管理和项目审批过程的监督记录。各级政府控制的地产、矿产等各种自然资源,及其利用和审批过程的各种文件交流和结果;工程项目的招标、投标的各种信息和文件交流、决策及项目结果等都可以记录到区块链中。甚至项目合同也可以通过区块链实现。区块链由全国的各级政府、媒体、民间团体组成网络共同维护,使得任何一方无法单独修改记录。这不仅大大提高政府的行政效率,还提高政府的透明度和信誉,让腐败难以藏身。

(3) 建立全面的个人数字档案。详细地记录教育和工作经历,包括就读学校和学习成绩、工作单位和年薪、家庭及财产和债务构成、身体健康和医疗记录、成就、荣誉以及犯罪记录等。

这些信息分布在不同的区块链中，分别由教育系统、就业或税收系统、医疗系统、金融系统以及执法系统维持。有些敏感数据的所有权属于个人，用个人的公钥加密并且只有个人的私钥才能解密。有些数据的所有权属于个人和有关部门，只有各自的私钥才能解密。个人可以根据要求授权让第三方查阅有关资料。具备这些丰富的、真实且不可修改的数据，申请房贷将成为一个人工智能的决策过程，而交易合同可以通过金融系统的区块链自动实现，如每月自动从银行账户转移还款数额。可靠又能正当盈利的网络 P2P 也可能重获生机。医生可以在病人的授权下随时随地查阅所有的健康数据、用药和治疗历史，进而提高治疗的水平。

区块链技术去除了容易被人操纵的中心系统的要求，用分布存储、数字签名技术和统计的方法建立了一个让互不信任的各方可以信赖的平台，用于自动记录和交换各种信息资源。这将为社会、经济和政治的许多机制提供新的思路和新的方法。

1.3.6 量子计算机

量子计算机是利用原子所具有的量子特性进行信息处理的一种全新概念的计算机，被誉为未来世界的计算机革命。不同于使用二进制或三极管的传统计算机，量子计算机应用的是量子比特，可以同时处在多个状态，而非像传统计算机那样只能处于 0 或 1 的二进制状态。具体来说，传统计算机每个单位只可处理 0 或 1，在量子计算机则可同时处理 0 及 1 以上，只需 3 个字节(Byte)便可处理 1600 万项任务，效率之高绝非传统计算机可比。理论上，现时最快的超级计算机需要花 10 亿年处理极端复杂的排程运算，量子计算机只需 1 分钟即可完成。

1. 量子计算机的产生过程

几十年来，集成电路的尺寸一直按照所谓的“摩尔定律”(Moore Law)，以每 18 个月缩小一倍的速度持续发展，从而使计算机的性能指针(如计算速度、存储密度等)取得了每 18 个月翻一番的巨大成就。目前集成电路的特征尺寸已经降到了几十个纳米的量级，这个趋势还在继续着，预计再经过 20 年左右，将要降到几个原子的大小，甚至更小。于是出现了一个新的问题，在原子的尺度上，传统的物理定律不再适用，遵循的是全新的量子力学规律，在原子的尺度上不再可能制造出传统的计算机。也就是说，大约 20 年后，传统计算机将达到它的“物理极限”。科学家们能看到传统的计算机结构必将有终结的一天，而且尽管计算机的运行速度一再提升，但是有一些难题是计算机根本无法解决的，例如大数的因式分解，理论上只要一个数足够大，这个难题够目前最快的计算机忙几亿年的。

“基于量子力学的计算设备”最早是随着计算机科学的发展在 1969 年由史蒂芬·威斯纳(Stephen Wiesner)提出。而关于“基于量子力学的信息处理”的最早文章则是由亚历山大·豪勒夫(1973)、帕帕拉维斯基(1975)、罗马·印戈登(1976)和尤里·马尼(1980)年发表。20 世纪 80 年代，一系列的研究使得量子计算机的理论变得丰富起来。1982 年，理查德·费曼(Richard Phillips Feynman)在一次著名的演讲中提出利用量子体系实现通用计算的想法。紧接着，1985 年英国物理学家大卫·杜斯提出了量子图灵机模型。人们研究量子计算机最初的出发点是探索通用计算机的计算极限。当使用计算机模拟量子现象时，因为庞大的希尔伯特空间中数据量也变得庞大。一个完好的模拟所需的运算时间则变得相当可观，甚至是不切实际的天文数字。理查德·费曼当时就想到如果用量子系统所构成的计算机来模拟量子现象，则运算时间可大幅度减少，从而量子计算机的概念诞生。

进入 20 世纪 90 年代, 实验技术和理论模型的进步为量子计算机的实现提供了可能。量子计算机只用 3 个 Byte(字节)便可处理 1600 万项任务, 可以大幅提升计算速度, 如图 1-33 所示。尤其值得一提的, 是 1994 年美国贝尔实验室的彼得·秀尔证明运用量子计算机竟然能有效地进行大数的因式分解。这意味着以大数因式分解算法为依据的电子银行、网络等领域的 RSA 公开密钥密码体系在量子计算机面前不堪一击。几年后 Grover 提出“量子搜寻算法”, 可以破译 DES 密码体系。于是各国政府纷纷投入大量的资金和科研力量进行量子计算机的研究, 如今这一领域已经形成一门新型学科——量子信息学。如图 1-33 所示。

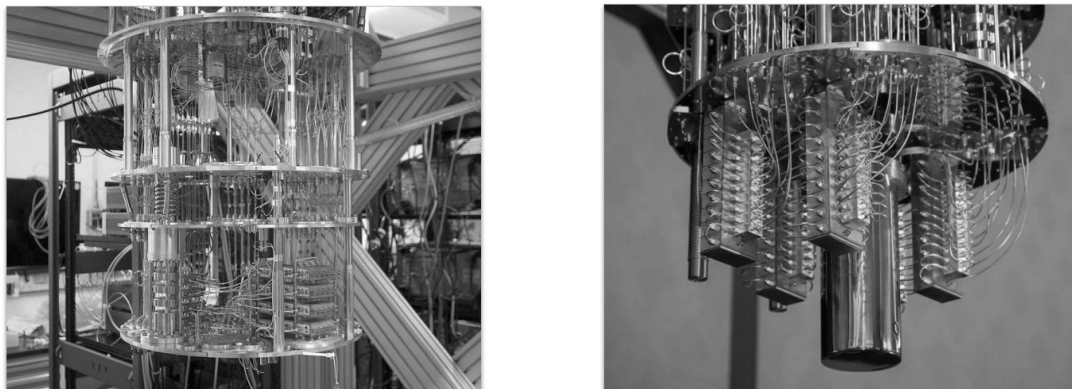


图 1-33 量子计算机

2. 量子计算机的开发理论

量子理论认为, 非相互作用下, 原子在任一时刻都处于两种状态, 称为量子超态。原子会旋转, 即同时沿上、下两个方向自旋, 这正好与电子计算机 0 与 1 完全吻合。如果把一群原子聚在一起, 它们不会像电子计算机那样进行线性运算, 而是同时进行所有可能的运算, 例如量子计算机处理数据时不是分步进行而是同时完成。只要 40 个原子一起计算, 就相当于今天一台超级计算机的性能。量子计算机以处于量子状态的原子作为中央处理器和内存, 其运算速度可能比目前的奔腾 4 芯片快 10 亿倍, 可以在一瞬间搜寻整个互联网信息。

3. 量子计算机的主要用途

量子计算机可以进行大数的因式分解, 和 Grover 搜索破译密码, 但是同时也提供了另一种保密通信的方式。

在利用 EPR 对进行量子通信的实验中发现, 只有拥有 EPR 对的双方才可能完成量子信息的传递, 任何第三方都不能获得完全的量子信息, 正所谓解铃还需系铃人, 这样实现的量子通信才是真正不会被破解的保密通信。

此外, 量子计算机还可以用来做量子系统的仿真, 人们一旦有了量子模拟计算器, 就无须求解薛定谔方程或者采用蒙特卡罗方法在经典计算机上做数值计算, 便可精确地研究量子体系的特征。

4. 量子计算机的应用前景

社会生产力的发展是科学发展的基石和原动力, 从物理学的诞生到技术文明高度发达的今天都是如此。近年来由于社会对高速、保密、大容量的通信及计算的需求, 促进了量子信息、

量子计算理论与实验的迅速发展。

目前，美国的洛斯阿拉莫斯和麻省理工学院、IBM、斯坦福大学、武汉物理教学所、清华大学等研究组已实现 7 个量子比特量子算法演示，如图 1-34 所示为 D-Wave 量子计算机。

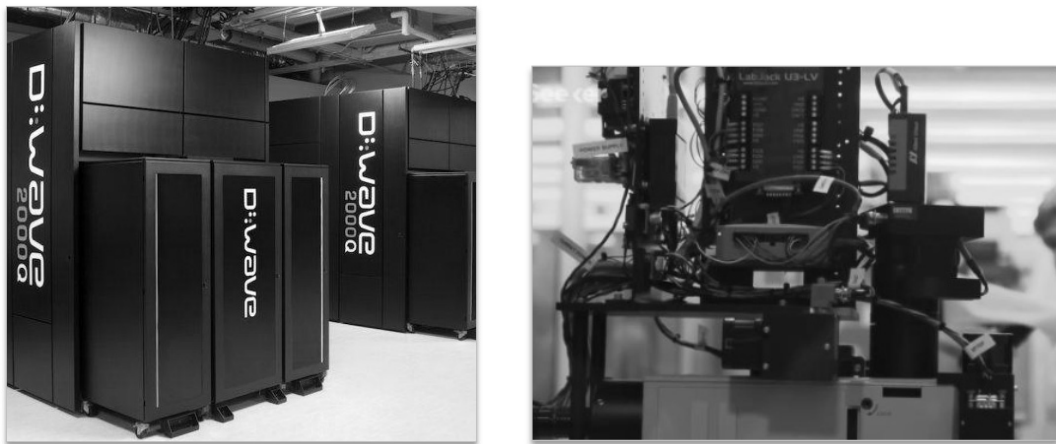


图 1-34 D-Wave 量子计算机

未来，当量子计算机进入市场时，以下这些应用将会大放异彩。

(1) 人工智能：量子计算的主要应用之一就是人工智能(AI)。人工智能的原理就是从经验中学习，随着反馈增加越来越准确，直到计算机程序看上去显得“智能”。例如，洛克希德马丁公司计划利用其 D-Wave 量子计算机来测试因为过于复杂而无法在传统计算机上运行的自动驾驶软件，Google 也正在利用量子计算机来设计能够将车辆与地标区分开来的软件。其重要性也将与日俱增。

(2) 分子建模：量子计算机另一个应用例子是对分子相互作用的精准建模，为化学反应找到最优配置。化学反应是高度纠缠的量子叠加态。这样的“量子化学”过于复杂，现有的数字计算机只能对最简单的分子进行分析。但成熟的量子计算机即使对最复杂的过程进行评估也毫不费力。目前，Google 已经在氢分子能量模拟这一领域取得了突破。这将会带来更高效的产品，从太阳能电池到医疗用药都是如此，尤其是化肥产品。化肥占全球能量消耗的 2%，更高效的化肥对全球能量和环境而言意义深远。

(3) 加密：现今的网络安全大多取决于将大的数字分解成质数的困难性。虽然现有的数字计算机可以通过搜索每一个可能的分解因子来达到目的，但所需的海量时间会让“解码”过程变得昂贵而不现实。量子计算机在分解因子上的效率比数字计算机有了指数级的提高，这意味着传统的安保方式将很快成为过去。尽管需要一定时间，对新的加密方式的研发正在进行中。2015 年 8 月，美国国家安全局开始引入一套可以抵御量子计算机的加密方法。2016 年 4 月，美国国家标准与技术研究所展开了一项为期 4~6 年的公共评估过程。

(4) 天气预报：量子计算机可以帮助人们建立更好的气候模型，更深刻地洞悉人类是如何影响环境的。科学家们依据这些模型做出未来全球变暖的预估，这些模型还能帮助人们确定现在需要采取哪些步骤来防止可能到来的灾害。

(5) 粒子物理学：粒子物理学的模型往往非常复杂，以纸笔计算无法应对，且需要大量的计算时间来进行数值模拟。这使得它们成为量子计算的理想选择，而研究人员已经利用了这一

点。因斯布鲁克大学和量子光学和量子信息研究所(IQOQI)的研究人员最近就使用了一种可编程量子系统进行了这样的模拟。该团队发表在《自然》上的文章中称，他们使用了一个简单的量子计算机，其中的离子执行逻辑运算，这是所有计算机进行计算的基本步骤。与实际的物理实验相比，这种模拟表现出了极好的一致性。

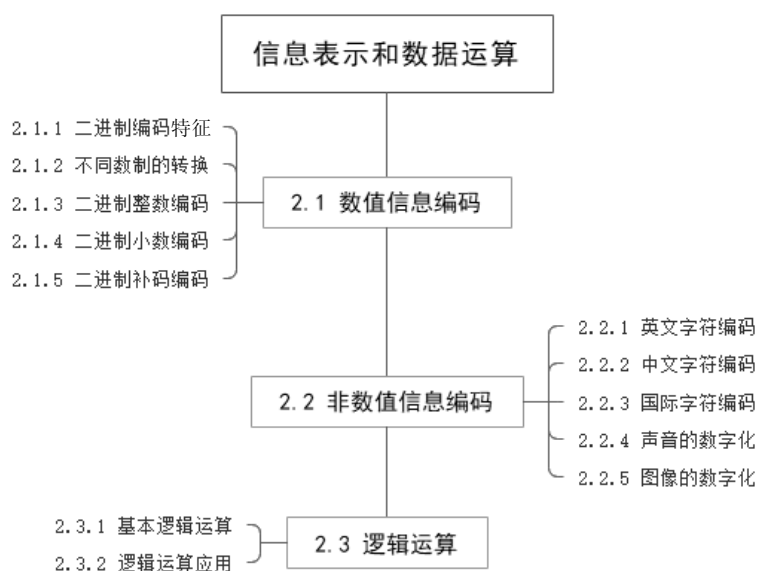
1.4 习题

1. 简述微型计算机的结构。
2. 软件系统由几部分组成？
3. 存储器如何分类？
4. CPU 由几个部分组成？

信息表示和数据运算

计算机只能处理 0 和 1 的数值信号，因此必须对各种信息进行编码，将它们转换为计算机能够接收的形式。本章将从“抽象、编码、转换”等计算机思维概念出发，讨论数值、字符、声音和图像的编码方法，以及逻辑运算的基本形式和用途。

本章内容结构



2.1 数值信息编码

本节将介绍二进制编码特征、不同数制转换、二进制整数编码、二进制小数编码，介绍数值信息编码的基础知识。

2.1.1 二进制编码特征

1. 信息的二进制数表示

一切信息编码都包括基本符号和组合规则两大要素。信息论创始人香农(Claude Elwood

Shannon)指出:通信的基本信息单元是符号,而最基本的信息符号是二值符号。最典型的二值符号是二进制数,它以 0 或 1 代表两种状态。香农提出,信息的最小度量单位为比特(bit)。任何复杂信息都可以根据结构和内容,按一定编码规则,最终变换为一组 0、1 构成的二进制数据,并能无损地保留信息的含义。

信息可以用十进制或二进制的数字来表示。例如当我们和别人说话时,说的每个汉字(或单词)都是字典中的一个基本单元。如果将字典中所有汉字(或单词)从 1 开始顺序编号,我们就可以精确地使用数字进行交谈。当然对话的两个人需要有一本编过号的字典以及足够的耐心,而人与计算机之间的交谈也是这个道理。

2. 二进制编码的优点

如果计算机采用十进制数作信息编码,则加法运算需要 10 个(0~9)(数字符号、数码,符号或基本符号),加法运算有 100 个运算规则($0+0=0,0+1=1,0+2=2,\dots,9+9=18$)。如果采用二进制编码,则只需要 2 个(0 和 1),加法一共只有 4 个运算规则($0+0=0,0+1=1,1+0=1,1+1=10$)。另外,用二进制做逻辑运算也非常方便,可以用 1 表示逻辑命题值“真”(True),用 0 表示逻辑命题值“假”(False)。基于二进制的计算机并不意味着非黑即白,计算机采用二进制只是为了物理实现的简单化和逻辑推理的方便,降低计算机设计的复杂性。

或许我们可以指出,由于加法运算服从交换律, $0+1$ 与 $1+0$ 具有相同的运算结果,这样,十进制运算规则可以减少到 50 个;但是对于计算机设计来说,结构还是过于复杂。

或许我们还能指出,十进制 $1+2$ 只需要做一位加法运算;而转换为 8 位二进制数后,至少需要做 8 位加法运算(如 $0000001+0000010$),可见二进制数大大增加了计算工作量,但是目前普通的计算机每秒钟可以做大约 80 亿次以上的 64 位二进制加法运算,可见计算机最善于做大量的、机械的、重复的高速计算工作。

3. 计算机中二进制编码的含义

当计算机接收到一系列二进制符号(0 和 1 字符串流)时,它并不能直接“理解”这些二进制符号的含义。二进制数据的具体含义取决于程序对它的理解。

【实例 2-1】

简单地问二进制数 01000010 在计算机中的含义是什么。这个问题无法给出简单的回答,这个二进制数的意义要看它的编码规则是什么、如果这个二进制数是采用原码编码的数值,则表示为十进制数+65;如果采用 BCD 编码,则表示为十进制数 42;如果采用 ASCII 编码,则表示字符 A;另外,它还可能是一个图形数据,一个视频数据,一条计算机指令的一部分,或者其他含义。

4. 任意进制数的表示方法

任何一种进位制都能用有限几个基本数字符号表示所有数。 R 进制可使用数字符号的个数称为基数,如十进制的基数为 10,二进制的基数为 2。在数制中,各位数字所表示值的大小不仅与该数字本身的大小有关,还与该数字所在的位置有关,人们称之为数的位权,十进制数的位权是以 10 为底的幂,二进制数的位权是以 2 为底的幂,十六进制数的位权是以 16 为底的幂。对任何一种进位计数制表示的数都可以写成按其权展开的多项式之和,如公式(2-1)所示:

$$N=A_{n-1} \times R^{n-1}+A_{n-2} \times R^{n-2}+\dots+A_0 \times R^0+A_{-1} \times R^{-1}+\dots+A_{-m} \times R^{-m} \quad (\text{公式 2-1})$$

式中： A 为任意进制数字符号； R 为基数； n 为整数的位数； m 为小数的位数 R^i 为位权。

【实例 2-2】 将二进制数 1011.0101 按位权展开表示。(是不是应该把 0 的也展开?)

$$[1011.0101]_2=1 \times 2^3+1 \times 2^2+1 \times 2^0+1 \times 2^{-2}+1 \times 2^{-4}$$

5. 二进制数运算规则

计算机内部采用二进制数进行存储、传输和计算。用户输入的各种信息，由计算机软件 and 硬件自动转换为二进制数，在数据处理完成后，再由计算机转换为用户熟悉的十进制数或其他信息。二进制数的基本符号为 0 和 1，二进制数的运算规则是“逢二进一，借一当二”。二进制数的运算规则基本与十进制相同，四则运算规则如下。

- 加法运算：0+0=0,0+1=1,1+0=1,1+1=10(有进位)。
- 减法运算：0-0=0,1-0=1,1-1=0,0-1=1(有借位)。
- 乘法运算：0×0=0,1×0=0,0×1=0,1×1=1。
- 除法运算：0÷1=0,1÷1=1(除数不能为 0)。

【实例 2-3】 二进制数与十进制数四则运算的比较，如图 2-1 所示。

二进制数用下标 2 或在数字尾部加 B 表示，如 $[1011]_2$ 或 1011B。

二进制计算	十进制计算	二进制计算	十进制计算
$\begin{array}{r} 1001+10=1011 \\ + \quad 10 \\ \hline 1011 \end{array}$	$\begin{array}{r} 9+2=11 \\ + \quad 2 \\ \hline 11 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1110-1001=101 \\ - \quad 1001 \\ \hline 101 \end{array}$	$\begin{array}{r} 14-9=5 \\ - \quad 9 \\ \hline 5 \end{array}$
$\begin{array}{r} 101 \times 10=1010 \\ \times \quad 10 \\ \hline 000 \\ 101 \\ \hline 1010 \end{array}$	$\begin{array}{r} 5 \times 2=10 \\ \times \quad 2 \\ \hline 10 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1010 \div 10=101 \\ 10 \overline{)1010} \\ \underline{10} \\ 10 \\ \underline{10} \\ 0 \end{array}$	$\begin{array}{r} 10 \div 2=5 \\ 2 \overline{)10} \\ \underline{10} \\ 0 \end{array}$

图 2-1 二进制数与十进制数四则运算比较

6. 十六进制数编码

二进制表示一个大数时位数太多，计算机专业人员辨认困难。早期程序员采用八进制来简化二进制，以后又采用十六进制数来表示二进制数。十六进制的符号是 0、1、2、3、4、5、6、7、8、9、A、B、C、D、E、F。运算规则是“逢 16 进 1，借 1 当 16”。计算机内部并不采用十六进制数进行存储和运算，引入十六进制数的原因是让计算机专业人员可以很方便地将十六进制数转换为二进制数。为了区分数制，十六进制数用下标 16 或在数字尾部加 H 表示。如 $[18]_{16}$ 或 18H；更多时候用前置 0x 的形式表示十六进制数，如 0x000012A5 表示十六进制数 12A5。

常用数制的基本特征如表 2-1 所示。

发言证书

SPEECH CERTIFICATE

尊敬的_____：

感谢您在新乡召开的河南省高等学校计算机教育研究会软件专委会第十四届软件人才培养研讨会上发表了题目为“**河南师范大学软件学院经验交流**”的精彩演讲，特颁此证。

河南省高等学校计算机教育研究会

二〇二一年七月十六日



河南主流新媒体
中原政经第一端

河南日报
客户端



当前位置: 新乡

软件需要“硬”人才! 河南高校连续14年研讨软件人才偏“软”问题

2021.07.16 20:37 来源: 河南日报客户端



数字报

2021
08.26



0:00 / 1:04

河南日报客户端记者 赵同增 通讯员 冀虹飞 刘吉磊 实习生 吴志飞

7月16日,由河南省高等学校计算机教育研究会软件专业委员会主办、软件学院承办的河南省高等学校第十四届软件人才培养研讨会,在新乡召开。来自全省的高等学校软件类专家和相关互联网技术企业负责人,齐聚一堂,共同研讨如何为我省软件产业培养出更多过硬的专业人才。

会议以“一流专业开新局、一流课程结硕果”为主题,聚焦软件类一流专业与一流课程的建设与发展,围绕“双万计划”核心要求,重点研讨软件类一流本科专业建设方案、五类一流本科课程建设的核心要点、软件类人才培养模式等内容,并就鲲鹏产业学院、校企合作、特色化示范性软件学院建设等展开探讨。

教育部软件工程专业教学指导委员会副主任委员、国家示范性软件学院联盟理事长、北京交通大学软件学院卢苇教授,西安电子科技大学计算机科学与技术学院党委书记、西安市智能软件工程重点实验室主任李青山教授,国家示范性软件学院联盟副理事长兼秘书长、北京交通大学软件学院副院长邢薇薇教授等15位嘉宾,分别以《特色化软件学院的建设与发

精彩专栏

豫政
双周

清风
中原

河南
制造

中原
风

展》《新时代学科评估导向下软件工程学科建设的思考与实践》《示范性软件学院特色化人才培养》等为题，作了主旨演讲。



“我省软件人才培养的数量较多，质量有待进一步提升。”河南省高等学校计算机教育研究会常务副理事长、郑州工程技术学院副校长甘勇说，以郑州为例，全市有在校大学生120万人左右，其中1/6~1/5所学与计算机相关专业，这其中又有1/4以上学的是软件专业，人数约有5万多人。但大部分都是高职高专和本科层次，硕士、博士研究生比例偏低，软件人才质量有点偏“软”。

软件是信息产业的“魂”，对整个国民经济发展至关重要和其他行业不一样的地方就是数字经济。其他行业可以通过自动化来减少人力，软件开发和应用是一种智力的这种活动，需要一大批懂技术的人才来支撑。“所以，怎样培养能够满足经济社会发展的‘过硬’的软件人才，是一个很严峻的问题。”甘勇说。

高校软件人才培养研讨会连续14年不间断召开，主要目的就是为了解决这个问题。

河南省高校计算机教育研究会副理事长兼秘书长李学相教授告诉记者，通过召开高校软件人才培养研讨会，我省积极推动校企融合、国际化交流、人才质量保证体系建设，让培育出来的软件人才，能够更好地和产业需求、经济社会发展需求“无缝对接”。

“我省还先后挂牌成立了19所特色化软件学院和25家鲲鹏产业学院，数量在全国领先！”李学相说，特色化软件学院从关键基础软件、大型工业软件、嵌入式软件、行业应用软件、新型平台软件等五大领域来进行建设，鲲鹏产业学院主要是以信息技术为基础。特色化软件学院和鲲鹏产业学院建设，将打造软件学科“高峰”，培养出更多的高端人才。



豫见

新浪微博



河南日报 河南

加关注

#你知道残奥运动员有多励志吗# 看着看着了，当你想要放弃的时候看一看，有梦想[拳头] <http://t.cn/A6ljCI3A>

50分钟前

不要总说没准备好，去行动，才能解除焦虑幸福绑在别人身上，安全感，只有自己给油，#早安#！ [太阳][加油]



TA 的粉丝 (6271614)



我的小甜



myl56888



BabyLmr

软件学院

，近年来，

（基于学习产出的教育模式）理念，深入实施产教融合战略，不断改革人才培养模式，构建了“通识教育拓宽度、理论知识厚基础、课程实训提技能、生产实训育良才”螺旋式提升的深度产教融合人才培养模式，打通学校培养与企业需求的“最后一公里”，毕业生的工程思维、创新能力、团队精神等素质得到大幅提升。

由组成的暑期数字中原调研实践团也走进会场，高质量做好会务志愿服务，受到与会嘉宾一致点赞。同时，也深刻感知了数字河南建设对软件人才的需求，增强了时代责任感。



友情链接

[百度新闻](#) [新华网](#) [人民网](#) [解放网](#) [四川日报](#) [重庆日报](#) [云南](#)
[河南政府网](#) [北京青年报](#) [新浪河南](#) [凤凰网](#) [大河印刷](#) [更多>>](#)

[关于河南日报](#) | [河南日报联系方式](#) | [关于本网](#) | [友情链接](#) | [广告服务](#) | [邮箱登录](#) | [版权声明](#) |

© 2015-2020 Henan Daily, All Rights Reserved 河南日报版权所有 豫ICP备05013524号

附件 4

教学成果校外推广应用及效果证明

成果名称：产教融合背景下软件人才培养模式改革研究

成果应用单位：河南工学院

面向对象及受益人数	<input checked="" type="checkbox"/> 教师	12
	<input checked="" type="checkbox"/> 学生	265

成果应用效果（应用后所取得的成效、应用前后对比等）

主持完成的 2019 年河南省高等学校教学改革与研究项目《产教融合背景下软件人才培养模式改革研究》，针对本教学改革项目的研究，我校相关专业教师与该成果研究团队进行了一系列富有成效的接触和交流。热情地向我们展示了其近几年对于生产性实训建设的理论思考、方法探索和建设经验；详细介绍了其实训课程体系逐步凝练的过程；毫无保留地提供了系列实训课程计划、主要教学方法和过程性管理办法。在河师大同行的帮助下，我们对其成果进行了有效的消化吸收和参考借鉴。我校教学实践表明，同行的研究成果对我校软件类实训课程教学改革的成功进行发挥了积极有效的促进作用。



成果名称：产教融合背景下软件人才培养模式改革研究

成果应用单位：新乡学院

面向对象及受益人数

教师

7

学生

136

成果应用效果（应用后所取得的成效、应用前后对比等）

主持完成的2019年河南省高等学校教学改革与研究项目《产教融合背景下软件人才培养模式改革研究》，该成果基于OBE理念，创新性构建了“通识教育拓宽度、理论知识厚基础、课程实训提技能、生产实训育良才”螺旋式提升的深度产教融合人才培养模式，打通了学校培养与企业需求的“最后一公里”，大幅提升学生的项目设计、开发、团队合作等创新思维能力，为学生未来发展奠定坚实的基础。

该成果在我校计算机类专业取得了良好的实训教学效果，具有较强的推广应用价值。

特此证明

