

面向创新能力培养的研究生课程 计算机视觉与模式识别教学改革探索*

王盛邦^{1,2} 林惊^{2**}

1. 广州新华学院信息与智能工程学院, 广州 510520;
2. 中山大学计算机学院, 广州 10006

摘要 针对计算机视觉与模式识别课程存在的教学问题, 从知识体系更新滞后、实践项目单一等现存问题出发, 提出“三维立体化”教学改革方案。通过构建“理论-实践-创新”融合的教学体系, 实施项目驱动的混合式教学模式, 建立校企协同育人机制, 形成可量化的教学评价系统和可推广的课程“4C”模式。改革实践表明, 学生创新项目参与率提升57%, 高水平论文产出增长92%, 企业课题解决能力显著增强。

关键字 计算机视觉, 模式识别, 研究生教育, 课程建设, 教学改革, 创新能力培养

Graduate Course on Computer Vision and Pattern Recognition for Innovation Capability Development

Wang Shengbang^{1,2} Lin Jiong^{2**}

1. School of Information and Intelligent Engineering, Guangzhou Xinhua University,
2. School of Computer Science and Engineering Sun Yat-sen University Guangzhou, China;
705672012@qq.com linliang@iecc.org

Abstract—Aiming at the teaching challenges in the Computer Vision and Pattern Recognition course, this study proposes a “three-dimensional integrated” reform scheme addressing issues such as outdated knowledge systems and monotonous practical projects. By establishing a “theory-practice-innovation” integrated teaching system, implementing a project-driven blended teaching model, and building a university-enterprise collaborative education mechanism, the reform constructs a quantifiable teaching evaluation system and a replicable “4C” course framework. Practical implementation demonstrated significant improvements: student participation in innovation projects increased by 57%, high-level paper output rose by 92%, and enterprise-oriented problem-solving capabilities were notably enhanced.

Keywords—Computer Vision, Pattern Recognition, Graduate Education, Curriculum Construction, Teaching Reform, Innovation Ability Cultivation

1 引言

人工智能技术的迅猛发展使计算机视觉与模式识别成为其关键技术领域, 在学术研究和产业应用层面均获得高度关注。但在研究生教育阶段, 该领域的课程建设仍面临若干挑战: 部分高校在本科、硕士、博士等多个培养层次均设置了相关课程, 这种多层次开设模式往往导致课程目标定位模糊, 教学内容缺乏针对性, 难以满足不同层次人才培养的差异化需求^[1]; 而课程教学内容方面滞后于技术, 难以满足快速发展的技术需求和人才培养目标。为提高教学成效, 学者们进行了多种课程教学改革方面的有益尝试。文献[2]提

出“四合”创新教学模式, 通过多元化复合评价体系, 为课程教学改革提供了可借鉴的新思路。文献[3-5]研究利用项目驱动法, 增加学生基于实际项目的设计、编程经验, 提高其解决实际问题的能力。这些研究基于多元视角, 在课程教学改革方面开展了富有成效的实践探索。

作为培养高端创新人才的关键环节, 研究生教育阶段的课程体系构建与教学质量直接关系到人才培养的成效, 对提升研究生的专业素养和创新能力具有决定性影响^[6]。本研究聚焦研究生教育阶段计算机视觉与模式识别课程的体系构建与教学创新, 通过系统剖析当前课程教学现状, 构建科学合理的改革方案并实施效果评估。研究旨在为相关课程的教学优化提供实践依据, 有效提升研究生的创新思维与实践能力, 从

*基金资助: 本文得到广东省高等教育学会十四五规划 2023 年度课题 (23GYB101) 资助。

**通信作者: 林惊 linliang@iecc.org。

而推动计算机视觉与模式识别领域高层次人才培养质量的整体提升。

2 课堂教学现状分析

2.1 知识迭代与课程滞后的矛盾

在信息技术日新月异的推动下,计算机视觉与模式识别领域正经历着知识体系的快速迭代与更新。据统计,CVPR 顶会年论文在 2022-2023 年增长率达 12%,而传统教材更新周期却达 3-5 年,与技术发展速度不匹配,间接导致相关课程内容更新速度缓慢,难以跟上技术发展的步伐。据了解,许多高校目前 50%以上案例仍基于传统 CNN 架构,对深度学习等新兴技术如 Transformer 架构等的介绍不够深入和系统。Transformer 作为深度学习领域近年来广受青睐的网络架构,其在计算机视觉领域的应用研究日益深入,已取得显著成效,正逐步发展成为传统卷积神经网络(CNN)的重要替代方案^[7]。

2.2 能力培养与教学方法的脱节

传统的教学体系倾向于构建严谨的理论框架,专注于传授基础概念、算法原理以及经典模型,在技术快速更新与应用场景日益多元化的背景下,这种以理论灌输为主的教学方式往往难以有效激发学生的实践创新能力,不利于培养其解决复杂工程问题的思维模式,这种教学方式尤其不适合直接应用于研究生层次的课堂教学^[8]。某高校调研显示,78%学生认为"项目实践不足",实验环节仍以MNIST/CIFAR等经典数据集为主。实际上,近年来出现了许多更好、更新的数据集,涵盖了更复杂的任务和更广泛的应用场景,如图像分类的ImageNet/Open Images Dataset,人脸识别与检测的CelebA/LFW等。其次,课程教学沿袭了本科阶段的传统模式,采用以教师单向讲授为主的单一教学方法,缺乏必要的师生互动和实践训练环节,这种教学方式既难以调动学生的学习积极性,也不利于其创新能力的培养。

2.3 课程评价体系不够完善

课程评价体系不够完善。通常研一是集中学习,但仍以考试的方式进行课程考核,且大多笔试得分占比达到60%,甚至有的超70%。现行考核体系过度偏重理论知识测评,对实践技能和创新思维的评估相对欠缺。这种考核导向导致课程目标定位出现偏差,致使学生应用能力培养效果欠佳,难以深入理解理论知识在实际场景中的具体应用^[8]。作为研究生教育,没有要求学生阅读专业文献资料,仍以滞后于技术的教材为主。上述问题直接影响着教学质量,致使学生难以实现预期的学习目标,所学理论知识无法有效转化为解决实际工程问题的能力,不能有效了解业界最新研究

进展。

2.4 产业需求与培养目标的偏差

部分高校在制定课程培养方案时,未能充分考虑产业界对计算机视觉人才的实际需求,特别是在专业技能标准、知识体系构建以及实践经验积累等方面缺乏针对性设计。往往将目标笼统描述为“使学生具备基本的方向知识和研究方法,并能够自主拓展学习或解决相关问题”,缺少工程方面能力的培养目标。

目前头部企业岗位要求包含多模态处理(60%)、模型部署(65%),而高校课程涵盖相关内容的仅占38%,产学研合作项目参与率更低,不足15%。研究生完成课程学习后,在技术实践能力、创新思维水平以及工程问题解决能力等方面仍难以满足计算机视觉产业的实际需求。因此,推进研究生阶段计算机视觉与模式识别课程的体系重构与教学创新已成为当前亟待解决的重要课题。

3 课程建设与教学改革举措

3.1 "金字塔型"课程体系重构

针对研究生与本科生的不同需求,应该对课程内容进行差异化处理。针对研究生教育特点,课程设置应着重强化理论深度与实践应用能力的培养,这与本科阶段侧重基础知识传授和基本技能训练的目标定位形成明显区分。基于这一理念,本文系统提出了一套完整的课程体系优化与教学模式创新方案。首先,优化课程体系,将课程内容分为基础层、核心层和应用层三个层次,构建"金字塔型"课程体系,如图1。

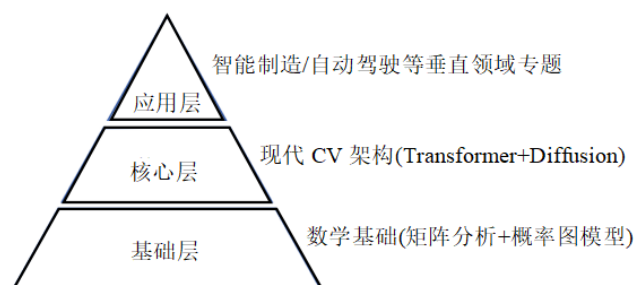


图1 "金字塔型"课程体系

基础层涵盖数学基础和传统算法,如矩阵分析、概率图模型;核心层重点介绍深度学习和计算机视觉的最新进展,如现代 CV 架构(Transformer+Diffusion);应用层属于前沿应用,通过案例分析,让学生了解技术在各个领域的实际应用,如智能制造、自动驾驶、医疗影像等垂直领域。

其次,创新教学方法,采用混合式教学模式,结合线上资源和线下讨论,增加课堂互动。采用项目导向式教学模式,引导学生在实际项目开发过程中实现

知识的内化与应用。项目驱动教学法具有提升实践能力、促进团队协作、增强问题解决能力等诸多优势，并鼓励结合最新技术趋势，这样可以保持课程内容的时效性和前沿性。这些项目可以根据课程目标和学生背景进行调整和扩展，以适应不同的教学需求。

最后，建立多维度的综合评价机制，将课堂参与度、项目完成质量、创新思维能力等核心要素纳入考核指标体系，实现对学生学习成效的全方位评估。同时，研究生教育应着力凸显其高层次人才培养的定位，重点强化科研素养和创新思维的培育，突破传统知识传授的局限，致力于培养具有独立研究能力和创新意识的高端人才。这要求我们在课程设置和教学实施中，更加注重研究方法训练、创新思维培养以及解决复杂问题能力的提升。

3.2 项目驱动的 OBE 教学模式

基于成果导向教育（OBE）理念的教学模式已形成完整体系，其核心在于以学生的学习成效作为教学设计导向^[10]。因此，课程建设首要任务是明确预期学习成果，具体界定学生在完成课程后应达成的核心能力目标，包括：系统掌握计算机视觉与模式识别的基础理论体系，熟练运用相关开发工具与算法模型，具备解决实际工程问题的实践能力，以及开展团队协作与项目展示的综合素质。

3.3 开发项目任务

根据预期学习成果，开发项目任务，涵盖课程的核心内容。项目应具备综合性、实践性、挑战性等特点，部分如表 1 所示。综合性即涉及多个知识点；实践性是基于真实问题或数据集；挑战性则要求学生运用所学知识解决复杂问题。实施理论学习→开源复现→自主创新"三阶段"培养流程。

表 1 “项目驱动教学法”实例

项 目	目 标	技术要点	教学意义
行人检测与跟踪	设计并实现一套智能视频分析系统，该系统具备实时处理视频流数据的能力，可准确识别场景中的行人目标并实现持续跟踪定位	使用深度学习模型（如SSD、YOLO）进行行人检测；应用多目标跟踪算法（如DeepSORT）实现行人跟踪；优化算法以适应不同光照和遮挡条件	理解目标检测与跟踪的核心算法，并培养其在智能监控、自动驾驶等领域的应用能力
手势识别系统	开发一个利用计算机视觉技术的手势识别系统，该系统能够对手势进行识别，并根据识别结果执行相应的操作	使用OpenCV进行手部区域分割；应用卷积神经网络（CNN）或LSTM进行手势分类；实现实时手势识别并与应用程序交互	掌握图像分割技术、特征提取方法和分类算法等核心知识体系，并深入理解这些技术在智能人机交互系统、沉浸式虚拟现实环境等前沿领域的具体应用场景与实现方法
车道线检测与自动驾驶模拟	开发一个车道线检测系统，模拟自动驾驶中的车道保持功能	使用Canny边缘检测和霍夫变换提取车道线；应用深度学习模型（如LaneNet）进行车道线检测；结合模拟器（如CARLA）测试系统性能	掌握图像处理、深度学习模型的应用，并了解其在自动驾驶领域的实际需求
无人机目标跟踪	开发一套基于无人机平台的智能视觉跟踪系统，实现地面移动目标的实时识别与持续跟踪功能	使用目标检测算法（如YOLO）定位目标；应用卡尔曼滤波或粒子滤波进行目标跟踪；结合无人机控制算法实现目标跟随	学习目标检测、跟踪算法和无人机控制技术，并了解其在军事、物流等领域的应用
图像风格迁移	实现一个图像风格迁移系统，能够将艺术风格应用到普通图像中	使用生成对抗网络（GAN）或卷积神经网络（CNN）进行风格迁移；优化模型以提高生成图像的质量；实现实时风格迁移功能	掌握生成模型的设计与优化，并了解其在艺术创作、图像处理等领域的应用
人脸识别与情感分析	设计一个人脸识别系统，能够识别用户身份并分析其情感状态。	使用MTCNN或Haar级联检测器进行人脸检测；采用FaceNet或VGG-Face深度学习模型实现人脸特征提取与身份识别；基于卷积神经网络（CNN）架构构建情感分析模型，实现快乐、悲伤、愤怒等情感状态的智能分类	学习人脸检测、特征提取和情感分析技术，并了解其在安防、人机交互等领域的应用

项目可以如行人检测与跟踪、手势识别系统、车道线检测与自动驾驶模拟、无人机目标跟踪、图像风格迁移等，同时创建和开发"渐进式"项目库。项目库的项目分基础项目（如图像分类基准优化）、进阶项目（如少样本学习实现）、创新项目（如导师或产业

课题攻关），建立动态课程更新机制，如每学期更新30%案例，每年重构20%内容。

3.4 项目分组与角色分配

采用小组协作模式，将学生划分为3-5人组成的项目团队，并为每个成员分配特定角色（如项目负责

人、算法工程师、数据分析师等），确保所有成员都能深度参与并发挥技术专长。指导教师提供过程指导与技术反馈，协助学生攻克关键技术难点，保障项目按计划有序推进。指导方式可以是定期会议（每周或每两周检查进展）、阶段性评审（在关键节点进行评审，提供改进建议）、在线支持（通过在线平台及时答疑）。

3.5 项目评估与考核

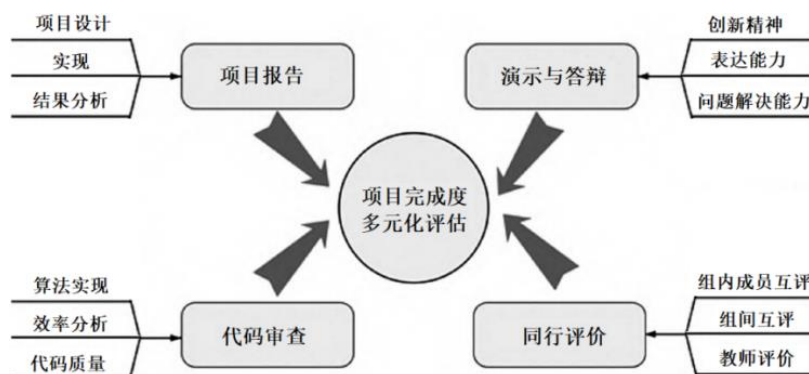


图2 项目完成度多元化的评估方式

3.6 多维教学评价体系改革

为客观科学开展教学改革评价、有效衡量项目实践效果，优化现有项目并为新建项目提供决策参考，结合学习成效，从理论考核、项目完成度、创新成果和职业能力四个维度设计评价“4A-BCDE”指标体系。所构建的“四维度”评价指标如图3。

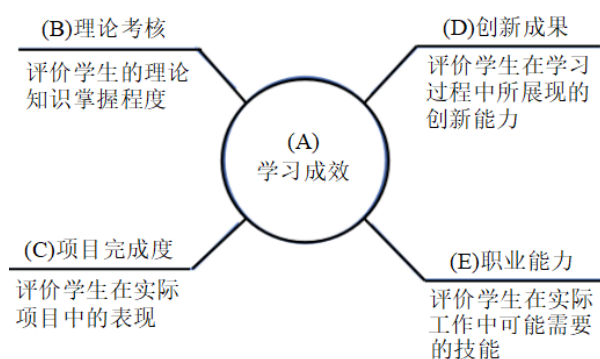


图3 四维教学评价体系

其中，理论考核评价学生的理论知识掌握程度，可以包括课程考试、课堂测验、文献阅读、作业成绩等；项目完成度评价学生在实际项目中的表现，包括项目计划、实施、成果展示等方面；创新成果评估用于衡量学生在学习过程中展现的创新能力。如提出新的解决方案、改进现有方法等，或者如专利、论文、竞赛获奖等；职业能力评价学生在实际工作中可能需要的技能，如团队协作、沟通表达、领导力等。将

建立多维度的项目评估体系，确保全面衡量学生的学习成果，如图2所示。通过项目报告评估方案设计、系统实现与结果分析能力；开展代码审查，重点考察算法实现效果、执行效率与代码质量；组织项目演示与答辩，综合评价学生的创新思维、表达技巧与问题解决能力。实施多元评价机制，包括组内成员互评（侧重团队协作）、组间互评以及教师评价。基于学生反馈与项目表现数据，持续优化课程内容与项目设置，确保课程体系与行业技术发展保持同步。

这四个维度组合在一起，可以形成一个教学评价体系的框架。而课程成绩评定可以综合考虑，例如： $B(30\%)+C(40\%)+D(20\%)+E(10\%)$ 。

4 教学改革实施效果

4.1 学生能力提升量化分析

改革措施的实施取得了显著成效。在教学质量方面，课程满意度调查数据显示，学生对教学内容与教学方式的认可度从改革前的75%提升至92%，实现了质的飞跃。学生实践能力与创新水平显著增强，多个项目团队在国内权威赛事中斩获佳绩，充分体现了课程改革的实际效果。创新能力指标对比如表2，图4更为直观地表示出这种变化。图表中数据来源于改革前后最近三年一年级研究生，每班学生数约40名。

表2 教学改革创新能力指标

指标	改革前	改革后	增幅
顶会论文	1.2篇/年	2.3篇/年	92%
发明专利	1.5项/年	3项/年	100%
竞赛获奖	1项/年	3项/年	200%
教学满意度	75%	92%	23%
课程内容涵盖业界要求	38%	75%	97%
创新项目参与率	35%	55%	57%

4.2 课程改革有效促进了教师队伍的专业发展

通过深度参与课程建设与教学创新，教师团队不断更新教育理念，丰富教学手段，显著提升了教学水平。在教学研究方面取得突破性进展，成功立项3项省级教改课题，发表多篇高质量教研论文，扩大了

课程的学术影响力。同时，改革举措有力推动了产学研深度融合，多个校企合作项目取得实质性成果，为学生搭建了优质的实践平台，拓宽了职业发展通道。形成可复制推广的课程 (Curriculum)—能力 (Capability)—协同 (Collaboration)—创新 (Creation)的 "4C"模式。

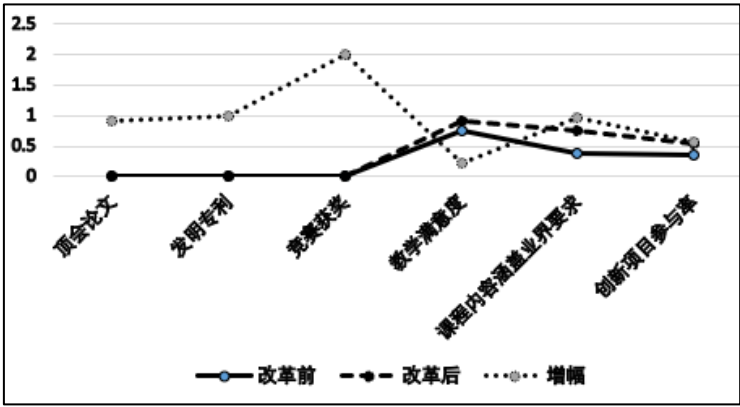


图 4 教学改革创新能力指标变化

5 结束语

本文针对研究生课程“计算机视觉与模式识别”进行了教学改革的探讨和实践。通过引入创新教学方法、加强实践环节、促进跨学科交流与合作，旨在培养学生的创新能力、解决实际问题的能力以及团队协作精神。教学改革成效证实，所实施的创新举措显著提升了学生的学习积极性与实践应用能力，为其未来从事科研工作和技术创新奠定了坚实基础。实践证明，通过持续优化课程体系与教学模式，能够培养出更符合时代需求的、具有创新精神和实践能力的计算机视觉与模式识别领域高端人才。

参考文献

[1] 罗晓清, 张战成, 康振. “双一流”高校建设背景下研究生“计算机视觉原理与应用”课程教学改革探索[J]. 江苏理工学院学报, 2020, 26(02): 100-105.

[2] 白鸿一, 贾红剑. 基于“四合”模式的“机器视觉原理与应用”课程教学改革探索[J]. 职业技

术, 2025, 24(01): 96-101.

[3] 付贵忠, 牛福洲, 陈浩, 等. 面向新时代人才培养需求的“机器视觉”课程教学改革研究[J]. 南方农机, 2023, 54(19): 195-198.

[4] 杨洪薇, 周永宁. 机器视觉实验课程教学改革与实践[J]. 现代信息科技, 2021, 5(11): 195-198.

[5] 王鹏, 高刚. 基于项目驱动的计算机视觉教学改革探索[J]. 科教文汇, 2024, (19): 95-98.

[6] 夏晨星, 许家昌, 高修菊, 等. 关于计算机专业研究生科研素养的提升路径探讨[J]. 软件, 2021, 42(08): 30-32.

[7] 石泽男, 陈海鹏, 张冬, 等. 预训练驱动的多模态边界感知视觉 Transformer[J]. 软件学报, 2023, 34(5): 2051-2067.

[8] 苏颖娜. “以研哺教”在计算机视觉应用教学中的实践探索[J]. 信息与电脑(理论版), 2024, 36(16): 35-38.

[9] 唐泽恬, 张泽敏, 祝昆, 等. 新工科背景下地方应用型高校“图像处理与机器视觉”课程教学改革研究[J]. 六盘水师范学院学报, 2024, 36(06): 106-120.

[10] 蔡慧英. 基于“OBE理念”和“多元驱动式”的本科生计算机视觉课程建设[J]. 大学教育, 2024, (05): 40-43.