

# 基于项目制教学的数字图像处理课程改革与实践

## ——以“机器视觉检测项目”为例

刘大洋, 马光凯, 李振杰, 张冬妍, 谢永华

东北林业大学控制与信息工程学院, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2026年7月30日; 录用日期: 2026年8月26日; 发布日期: 2026年9月3日

### 摘 要

针对数字图像处理课程存在理论教学与工程实践脱节、学生工程应用能力培养不足等问题, 结合新工科建设和工程教育认证要求, 提出一种基于项目制教学的数字图像处理课程改革方案。以“基于机器视觉的工业零件缺陷检测系统”为项目载体, 构建项目驱动、模块支撑、实践强化、多元评价的课程教学体系。通过重构课程内容、优化教学模式、建设实践教学平台和完善课程评价机制, 实现课程知识与工程实践的深度融合。该改革方案有助于提升学生工程实践能力、创新能力和团队协作能力, 为数字图像处理及相关课程教学改革提供参考。

### 关键词

数字图像处理, 项目制教学, 课程改革, 机器视觉, 工程教育

# Reform and Practice of Digital Image Processing Course Based on Project-Based Teaching

## —A Case Study of the “Machine Vision Inspection Project”

Dayang Liu, Guangkai Ma, Zhenjie Li, Dongyan Zhang, Yonghua Xie

College of Control and Information Engineering, Northeast Forestry University, Harbin Heilongjiang

文章引用: 刘大洋, 马光凯, 李振杰, 张冬妍, 谢永华. 基于项目制教学的数字图像处理课程改革与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 78-85. DOI: 10.12677/ae.2026.1691878

Received: July 30, 2026; accepted: August 26, 2026; published: September 3, 2026

## Abstract

To address the problems of disconnection between theoretical teaching and engineering practice, as well as insufficient cultivation of students' engineering application abilities in the Digital Image Processing course, and in alignment with the requirements of emerging engineering education (New Engineering) and engineering education accreditation, this paper proposes a reform scheme for the Digital Image Processing course based on project-based teaching. Taking the "Industrial Parts Defect Detection System Based on Machine Vision" as the project carrier, the scheme constructs a course teaching system driven by projects, supported by modules, strengthened by practice, and evaluated through multiple dimensions. By restructuring course content, optimizing teaching models, building practical teaching platforms, and improving course evaluation mechanisms, the reform achieves deep integration of course knowledge and engineering practice. This reform scheme helps enhance students' engineering practice abilities, innovation capabilities, and teamwork skills, and provides a reference for the teaching reform of Digital Image Processing and related courses.

## Keywords

Digital Image Processing, Project-Based Teaching, Curriculum Reform, Machine Vision, Engineering Education

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着人工智能、机器视觉、智能制造等新兴技术的快速发展,数字图像处理作为信息获取、分析与理解的重要技术基础,已广泛应用于工业检测、智能交通、医学影像、遥感监测以及机器人视觉等多个领域[1]。作为计算机科学、电子信息、自动化等专业的重要核心课程,数字图像处理不仅承担着图像分析与处理理论知识的教学任务,更是培养学生工程实践能力、创新能力和解决复杂工程问题能力的重要载体[2]。

在新工科建设和工程教育认证背景下,高等教育对人才培养提出了更高要求,强调学生知识、能力和素质的协同发展[3]。然而,当前数字图像处理课程教学仍存在一些亟待解决的问题。一方面,课程涉及图像变换、图像增强、图像分割、特征提取等大量抽象理论和数学推导内容,学生学习难度较大,容易出现“会公式、不会应用”的现象;另一方面,传统教学模式以教师讲授为主,实践环节相对薄弱,教学案例与工程实际联系不够紧密,难以充分调动学生的学习积极性和主动性[4][5]。同时,课程内容往往以知识点为中心进行组织,缺少贯穿整个课程的工程项目支撑,导致学生难以建立完整的知识体系和工程思维。

项目制教学是一种以真实工程任务为驱动、以学生主动学习为核心的教学模式,强调在项目实践过程中实现知识学习与能力培养的统一[6]。通过将课程知识点融入完整工程项目,引导学生在解决实际问题过程中掌握理论知识、提升实践能力和培养创新意识,能够有效弥补传统教学模式的不足[7]。在国外,

项目制教学已被应用于数字图像处理、计算机视觉及其他工程类课程。Ambika 等[8]将项目制学习引入数字图像处理课程,以实际图像处理问题作为学生理解和应用图像处理技术的载体,强调通过真实项目促进学生自主学习和理论知识应用。Khorbotly 等[9]在本科计算机视觉课程中将传统讲授与项目学习相结合,通过图像增强等课程项目实现课程知识与实际任务的衔接,并指出项目选择、课程知识覆盖以及公平有效的项目评价是项目制教学实施中的重要问题。近年来国内的一些课程改革也向问题驱动、项目驱动、综合实践和多元评价方向发展,已有研究通过工程案例引入、课程内容重构、综合项目设计以及过程性评价等方式,强化学生理论知识与工程实践之间的联系。王鹏等[10]将工程实践项目嵌入计算机视觉教学过程,通过设置逐步递进的小项目,加强理论知识与编程实践的结合;李鑫等[11]以遥感图像语义分割为载体,将项目驱动与跨学科融合相结合,并从技术能力、创新能力、协作能力和项目成果等方面开展多维评价。与此同时,项目制教学也逐渐应用于自动控制原理、模拟电子技术等工程类课程,相关研究通过真实工程项目引入、课程内容重构、实践环节强化和多元评价等方式,促进学生工程实践能力培养。总体来看,国内外研究已经为项目制教学应用于工程课程提供了良好基础,但对于数字图像处理这类知识模块联系紧密、工程应用流程较完整的课程,如何围绕同一工程项目,将课程核心知识、项目开发阶段、递进式实践训练和考核评价进行协同设计,仍具有进一步深化空间。

基于此,本文以机器视觉检测项目为载体,将数字图像处理课程中的图像采集、图像预处理、图像增强、图像分割、特征提取以及目标识别等核心知识点融入项目实施全过程,构建项目驱动、模块协同、实践贯通的教学体系。通过重构课程内容、优化教学模式、完善实践平台和评价机制,探索数字图像处理课程改革的新路径,为相关专业课程教学改革与人才培养模式创新提供参考。

## 2. 数字图像处理课程改革目标与创新点

### 2.1. 改革目标

针对传统数字图像处理课程存在理论教学与工程实践脱节、学生综合应用能力培养不足等问题,本研究以项目制教学理念为指导,以机器视觉检测项目为载体,对课程内容体系、教学组织形式、实践教学环节以及考核评价机制进行系统改革。

本次改革旨在构建以学生为中心、以能力培养为导向的教学模式,将图像采集、图像预处理、图像增强、图像分割、特征提取和目标识别等课程核心知识融入完整工程项目,通过项目驱动实现知识学习与能力培养的有机统一,提高学生工程实践能力、创新能力和团队协作能力。

同时,通过引入真实工程案例和项目任务,促进课程内容与产业需求有效衔接,推动数字图像处理课程由传统知识传授型教学向工程应用型教学转变,为新工科背景下高素质应用型人才提供支撑。

### 2.2. 改革创新点

(1) 构建项目贯穿式教学模式。以工业零件缺陷检测系统为主线,将课程知识点与工程任务深度融合,实现项目驱动知识学习、任务牵引能力培养。

(2) 构建模块化课程体系与协同培养机制。依据工程项目实施流程重构课程内容,建立“理论教学-实验验证-项目实践”协同培养体系,实现知识学习与工程实践深度融合。

(3) 构建多元化评价体系。采用过程考核、项目考核与期末考核相结合的评价方式,实现知识掌握与能力培养并重的综合评价。

(4) 强化工程应用与创新能力培养。通过开放式项目任务和团队协作实践,培养学生解决复杂工程问题的能力、创新意识和工程素养。

3. 基于项目制教学的数字图像处理课程改革方案设计

3.1. 改革方案总体设计

为解决传统数字图像处理课程中理论教学与工程实践脱节、学生综合应用能力培养不足等问题，本研究以项目制教学理念为指导，以“基于机器视觉的工业零件缺陷检测系统”为贯穿课程全过程的综合项目，构建“项目驱动、模块支撑、实践强化、多元评价”的课程教学模式。

课程教学以项目开发流程为主线，将图像采集、图像预处理、图像增强、图像分割、特征提取以及目标识别等知识内容融入项目实施的各个阶段，引导学生在解决实际工程问题过程中学习和应用专业知识。通过项目任务驱动学生开展自主学习、团队协作和实践探索，实现知识学习与能力培养的有机统一。课程总体设计框架如图 1 所示，形成“项目任务 - 知识学习 - 实验训练 - 系统开发 - 成果展示”的教学闭环。

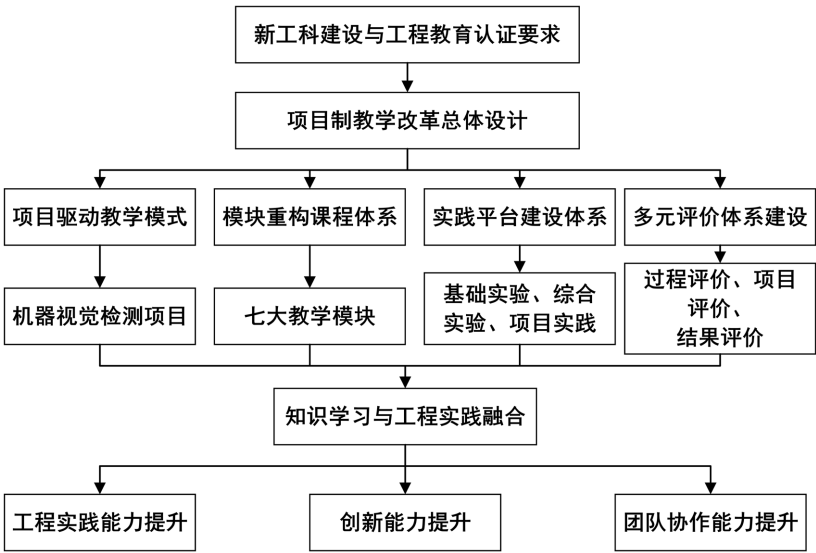


Figure 1. Overall framework diagram of the digital Image processing course reform  
图 1. 数字图像处理课程改革总体框架图

3.2. 改革方案具体措施与设计

3.2.1. 项目驱动教学设计

项目制教学是本次课程改革的核心内容。结合数字图像处理课程特点和工程应用需求，设计“基于机器视觉的工业零件缺陷检测系统”综合项目。该项目来源于工业生产中常见的零件缺陷自动检测需求，具有较强的工程背景和实践价值。

项目目标是利用数字图像处理技术实现零件图像获取、缺陷区域提取、特征分析、缺陷识别以及检测结果输出等功能。学生需要综合运用课程所学知识完成系统设计与开发。根据工程开发流程，将项目划分为七个阶段，如表 1 所示。

在教学实施过程中，每完成一个知识模块的学习后，学生立即开展对应项目任务，实现“边学边做、学做结合”。例如，在学习图像增强内容后，学生需完成零件图像对比度优化任务；在学习边缘检测算法后，完成零件轮廓提取任务。通过逐步完成各阶段任务，最终实现工业零件缺陷检测系统开发。

教学组织采用“教师引导、学生实施、小组协作、成果展示”的模式。教师负责项目设计和过程指

导，学生以小组形式开展项目开发，通过阶段汇报、项目答辩和成果展示等方式完成学习任务，提高学生工程实践能力和团队协作能力。

**Table 1.** Correspondence between project tasks and course knowledge points  
**表 1.** 项目任务与课程知识点对应关系

| 项目阶段 | 主要任务      | 对应课程内容       |
|------|-----------|--------------|
| 阶段 1 | 图像采集      | 数字图像基础、图像数字化 |
| 阶段 2 | 图像去噪      | 空域滤波、中值滤波    |
| 阶段 3 | 图像增强      | 灰度变换、直方图均衡化  |
| 阶段 4 | 边缘提取      | 边缘检测算法       |
| 阶段 5 | 目标分割      | 阈值分割、区域分割    |
| 阶段 6 | 特征提取      | 形态学处理、特征提取   |
| 阶段 7 | 缺陷识别与系统开发 | 图像识别、综合项目实践  |

**3.2.2. 模块化课程体系建设**

为实现课程知识与项目任务的有效衔接，依据数字图像处理知识结构和项目开发流程，对课程内容进行模块化重构，形成“基础知识 - 核心技术 - 综合应用”三级课程体系。

课程共设置七个教学模块，分别为数字图像基础模块、图像增强模块、图像变换模块、图像分割模块、特征提取模块、目标识别模块和综合实践模块。各模块之间按照项目实施流程逐层递进，实现知识学习与工程实践同步推进。

其中，数字图像基础模块主要完成图像获取与表示相关知识学习；图像增强和图像变换模块主要解决图像质量优化问题；图像分割和特征提取模块实现目标区域提取与信息获取；目标识别模块完成目标分类与判别；综合实践模块则围绕完整项目开展系统开发与优化。通过模块化课程体系建设，增强课程内容的系统性和逻辑性，帮助学生构建完整知识框架。

**3.2.3. 实践教学平台建设**

实践教学是培养学生工程实践能力的重要环节。为提高课程实践教学效果，构建“基础实验 - 综合实验 - 项目实践”三级实践教学平台，实现课程知识学习与工程项目开发的有效衔接。

基础实验主要围绕图像灰度变换、图像滤波、直方图均衡化、边缘检测以及形态学处理等基础算法展开，使学生掌握数字图像处理基本原理及程序实现方法，为后续项目开发奠定基础。

综合实验以工业零件缺陷检测中的典型任务为对象，设置图像预处理、目标分割、特征提取和缺陷识别等实验内容，引导学生综合运用多种图像处理方法解决实际工程问题，提高算法应用能力和系统分析能力。

项目实践以“基于机器视觉的工业零件缺陷检测系统”开发为核心任务，要求学生完成系统需求分析、方案设计、算法实现、功能测试及成果展示等环节，实现从知识学习到工程应用的转变。

同时，依托 MATLAB、Python 和 OpenCV 等软件平台建设线上线下融合教学资源库，开发实验指导书、项目案例库、微课视频和程序示例资源，为学生自主学习、项目开发和创新实践提供支持。

**3.2.4. 多元化评价体系构建**

为全面评价学生知识掌握情况和综合能力水平，本研究构建过程评价、项目评价和结果评价相结合的多元化考核体系。



过程评价占总成绩的 40%，主要包括课堂参与、实验完成情况、阶段任务完成情况以及学习态度等内容，重点考察学生学习过程和自主学习能力。

项目评价占总成绩的 30%，主要考核项目方案设计、程序实现效果、成果展示质量以及团队协作情况，重点评价学生工程实践能力和创新能力。

结果评价占总成绩的 30%，通过期末考试考查学生对课程基本理论和核心算法的掌握情况。

通过建立“过程考核 + 项目考核 + 结果考核”的评价机制，引导学生由被动学习向主动学习转变，实现知识、能力和素质的综合培养。

## 4. 改革方案的预期成效与推广价值

### 4.1. 提升学生工程实践与综合应用能力

数字图像处理课程具有较强的理论性和实践性，传统教学模式下学生往往能够掌握相关算法原理，但在面对实际工程问题时缺乏综合运用知识解决问题的能力。本次课程改革以机器视觉检测项目为主线，将课程核心知识贯穿于完整工程项目开发过程之中，引导学生在项目实践中完成图像采集、图像处理、特征分析和目标识别等任务。

通过项目驱动教学，学生能够将分散的知识点有机整合，建立完整的知识体系和工程思维模式，逐步掌握数字图像处理算法设计、程序开发、系统调试与结果分析等关键技能。改革实施后，预计学生综合运用专业知识解决实际工程问题的能力将得到明显提升，实现由“知识学习”向“工程应用”的有效转变，为后续专业课程学习、科研训练及工程实践奠定良好基础。预计课程改革实施后，学生能够独立完成图像处理算法设计与系统开发任务，课程实践能力和综合应用能力将得到明显提升。

### 4.2. 培养创新意识与团队协作能力

项目制教学强调学生在真实任务情境中的主动学习和自主探索。在项目实施过程中，学生需要根据实际需求自主设计技术方案、选择图像处理算法并不断优化系统性能。不同团队可以采用不同的实现路径完成项目任务，这为学生开展创新实践提供了较大的发挥空间。

同时，项目开发以团队协作形式开展，学生需要完成任务分工、技术交流、方案论证以及成果汇报等工作。在合作学习过程中，学生不仅能够提高沟通表达能力和组织协调能力，还能够增强团队合作意识和责任意识。通过项目实践与团队协同训练，预计学生的创新意识、自主学习能力以及团队协作能力将得到进一步提升，为培养具有创新精神和实践能力的高素质人才提供支撑。改革实施后，有望进一步提高学生参与创新创业项目、学科竞赛和科研训练活动的积极性，促进创新意识和团队协作能力的提升。

### 4.3. 提高课程教学质量与人才培养效果

本次课程改革以项目为载体重构课程教学内容，将知识学习、实验训练和项目开发有机结合，有助于增强课程内容之间的逻辑联系，提高学生对课程知识的理解和掌握程度。项目任务与工程案例的引入能够有效激发学生学习兴趣，增强课堂互动性和参与度，改善传统教学中学生被动接受知识的现象。

此外，课程构建了“理论教学 - 实验验证 - 项目实践”相结合的教学体系，并引入过程评价与项目评价机制，实现对学生知识掌握情况和综合能力水平的全面考核。预计改革实施后，学生课程学习积极性、实验完成质量和课程达成度将得到提高，课程教学质量和人才培养效果也将进一步提升。有望进一步提升课程目标达成度、课堂参与度和实验完成质量，为课程教学质量持续改进提供支撑。

### 4.4. 推广价值与示范作用

本研究构建的项目制教学改革模式具有较强的通用性和可推广性。其核心思想是以工程项目为载体，

将课程知识体系与实际应用场景深度融合,形成知识学习与能力培养协同发展的教学模式。该模式不仅适用于数字图像处理课程,也可推广应用于计算机视觉、模式识别、机器学习、人工智能等相关课程的教学改革与课程建设。

同时,本研究充分利用 MATLAB、Python 和 OpenCV 等开放式开发平台开展教学实践,实施成本较低、操作性较强,便于不同高校根据专业特点和培养目标进行调整与应用。未来可进一步丰富项目案例资源库,拓展实践教学内容,形成具有专业特色的课程改革模式,为新工科背景下工程类课程教学改革和创新人才培养提供有益参考。

## 5. 讨论

本研究以机器视觉检测项目贯穿数字图像处理课程教学全过程,在促进理论知识与工程实践融合的同时,也对教学实施条件提出了一定要求。首先,项目制教学对教师的工程实践能力、项目设计和过程指导能力要求较高,不同学生或小组在项目实施过程中可能采用不同的技术方案,需要教师给予针对性指导,在一定程度上增加了教学组织难度和工作量。其次,虽然课程可依托 MATLAB、Python 和 OpenCV 等软件平台开展实践教学,但涉及真实图像采集和机器视觉系统搭建时,仍需要一定的实验设备和教学资源支持。此外,学生在程序设计、数学基础和算法理解等方面存在差异,团队项目中还可能出现任务分工不均、成员参与度不同等问题,进而影响项目实施效果和评价的公平性。

针对上述问题,可根据学生基础和项目完成情况设置不同层次的任务要求,在保证核心教学目标一致的基础上增加提高性和拓展性任务,以兼顾学生个体差异;同时,通过阶段检查、个人任务记录、小组互评、项目答辩等方式加强项目过程管理,并将个人表现与团队项目成绩相结合,提高评价的真实性和公平性。此外,目前本研究主要侧重课程改革方案及实施路径设计,改革成效仍需在后续教学实践中结合课程目标达成度、实验成绩、项目成果质量和学生反馈等数据进行持续验证,并根据实施效果进一步优化项目任务、教学资源分配和评价机制。

## 6. 结语

针对数字图像处理课程存在理论教学与工程实践脱节、学生综合应用能力培养不足等问题,本文提出了一种基于项目制教学的课程改革方案。以机器视觉检测项目为载体,构建了项目驱动、模块支撑、实践强化、多元评价的课程教学体系,实现课程知识与工程实践的深度融合。该改革方案有助于提升学生工程实践能力、创新能力和团队协作能力,提高课程教学质量和人才培养效果。未来将结合课程实施情况不断完善项目案例资源和教学资源建设,进一步推动数字图像处理课程教学改革与创新发展。

## 基金项目

本文系东北林业大学教育教学研究课题(项目编号: DGY2025-36)。

## 参考文献

- [1] 廖苗,荣佳丽,邱拴虎,等. 基于问题驱动教学模式的“数字图像处理”课程教学改革研究[J]. 当代教育理论与实践, 2025, 17(3): 62-67.
- [2] 王忠芝,刘文萍,王晗,等. “数字图像处理”课程教学改革探索[J]. 中国林业教育, 2019, 37(3): 66-69.
- [3] 董芳,李红莲,祝彦,等. “新工科 + 工程教育认证”双背景下工程创新能力提升模式研究[J]. 职业发展与教育, 2025, 1(20): 7-10.
- [4] 强薇,安胜男. 基于 OBE 理念的数字图像处理(photoshop)课程教学模式创新研究[J]. 教育与研究, 2024, 6(11).
- [5] 陈晓,李碧涛. 数字图像处理课程教学改革的思考[J]. Educational Theory and Research, 2024, 2(23): 177-179.

- 
- [6] 李振杰, 班明飞, 刘大洋, 等. 基于项目制教学的电气类专业电力电子技术课程群建设改革——以“无线充电系统”为例[J]. 教育进展, 2026, 16(2): 290-297.
- [7] 王延云, 王婧雯, 刘俊杰, 等. 基于设计思维的项目制教学在专业实践的探索——以乐山师范学院动植物检疫专业为例[J]. 职业教育发展, 2024, 13(6): 1975-1982.
- [8] Ambika, D.R. (2015) Project-Based Learning in Digital Image Processing Course. *Journal of Engineering Education Transformations*, Special Issue, 280-285. <https://doi.org/10.16920/ijerit/2015/v0i0/59746>
- [9] Khorbotly, S. (2015) A Project-Based Learning Approach to Teaching Computer Vision at the Undergraduate Level. *2015 ASEE Annual Conference and Exposition Proceedings*, Seattle, 14-17 June 2015, 26.91.1-26.91.12. <https://doi.org/10.18260/p.23432>
- [10] 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.
- [11] 李鑫, 吕鑫, 刘凡. 基于项目驱动与跨学科融合的计算机视觉课程改革——以遥感图像语义分割为例[J]. 软件导刊, 2025, 24(11): 67-75.