

新工科背景下机器视觉课程建设实践与探索

黄景德

珠海科技学院机械工程学院, 广东 珠海
Email: jdh925@sina.com

收稿日期: 2021年7月12日; 录用日期: 2021年8月2日; 发布日期: 2021年8月9日

摘 要

为适应新工科背景下的应用型高校转型发展, 在分析新工科背景下智能制造与机器视觉关系的基础上, 提出了机器视觉课程对新工科专业的支撑作用, 探讨了机器视觉课程的教学方法, 给出了机器视觉课程师资队伍的建设思路。以期抛砖引玉, 为培训高素质的新工科创新性应用人才提供新的思路。

关键词

新工科, 机器视觉课程, 教学质量, 教学改革

Teaching Reform Method of Machine Vision Course under the Background of New Engineering

Jingde Huang

School of Mechanical Engineering, Zhuhai College of Science and Technology, Zhuhai Guangdong
Email: jdh925@sina.com

Received: Jul. 12th, 2021; accepted: Aug. 2nd, 2021; published: Aug. 9th, 2021

Abstract

In order to adapt to the transformation and development of Application-oriented Colleges and Universities under the background of new engineering, based on the analysis of the relationship between intelligent manufacturing and machine vision under the background of new engineering, this paper puts forward the supporting role of machine vision course for new engineering specialty, probes into the teaching methods of machine vision course, and puts forward the construction ideas of the teaching staff of machine vision course, in order to provide new ideas for training high-quality innovative application talents of new engineering.

Keywords

New Engineering, Machine Vision Course, Teaching Quality, Teaching Reform

Copyright © 2021 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. 新工科背景下设置机器视觉课程的必要性

1.1. 智能制造与机器视觉的概念

智能制造是基于新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能的新生产方式。2015年国务院发布的《中国制造2025》明确提出，信息化与工业化要深度融合，规模以上工业企业信息技术集成应用达到国内领先水平，具有自主知识产权的技术、产品和服务的国际市场份额大幅提高，建设一定规模的全国智能制造发展示范引领区和具有国际竞争力的智能制造产业集聚区。机器视觉是人工智能快速发展的一个分支，被誉为智能制造的“眼睛”，是提高制造业生产效率和智能化水平的关键。可以说，工业4.0离不开智能制造，智能制造离不开机器视觉。中国产业调研网发布的2016~2020年中国机器视觉市场深度调查分析及发展前景研究报告认为，国内机器视觉专利数量逐年增加，各大高校及企业纷纷投入精力在机器视觉领域进行研究，国内机器视觉行业正处于一个飞速发展的阶段。国内机器视觉产业主要集中在沿海发达省份及北京地区，江苏、广东、浙江、北京、上海五省市专利数量占到全国总申请数量的75%。当前国内机器视觉公司如雨后春笋般发展起来，国内机器视觉产业发展速度明显加快，用人单位对机器视觉与智能制造人才的需求在持续增加，应用型高校毕业生就业前景非常好。

1.2. 智能制造与机器视觉的关系

机器视觉是实现智能制造的必要手段，如果说工业机器人是人类手的延伸、交通工具是人类腿的延伸，那么机器视觉就相当于人类视觉在机器上的延伸。机器视觉实现了对工件尺寸、形状、颜色等特征的自动判断和识别，可以让机器代替人眼做测量和判断，是实现工业自动化和智能化的必要手段。

机器视觉与智能制造交叉结合具有广泛地应用前景。从人机交互到自动驾驶，从虚拟现实到物体自动识别，机器视觉都能担当着重要角色。在工业领域，机器视觉主要有尺寸测量、物体定位、零件检测和图像识别四个应用方向，在半导体及电子制造行业应用最为广泛，汽车行业次之，食品与包装、制药行业、农业、机械零部件等也是机器视觉应用的重要行业。在服务机器人领域，机器视觉可以用于扫地机器人的视觉导航等。在无人驾驶领域，摄像头(机器视觉)、激光雷达、毫米波雷达、超声波雷达、GPS是无人驾驶汽车感知系统的五大重要传感器。综上所述，作为智能制造领域采集和处理生产信息的关键技术，机器视觉表现出了巨大的优势。首先，用智能装备替代人工操作，避免了一切依赖人工而存在的弊端；其次，这极大的拓展了生产环境和生产条件，无需近距离接触危险的工作环境；最后，随着机器视觉装备和算法的不断革新和改进，机器视觉系统的准确性和效率会得到进一步的提升。

1.3. 机器视觉技术对智能制造业的支撑

机器视觉作为人工智能的一个重要分支，已迈入高速发展期，深度学习算法的应用使得机器视觉在

效率、速度、精度、稳定性等方面均有较大幅度提升，机器视觉在智能制造领域的应用越来越广泛，与智能制造的结合越来越紧密。在智能制造领域机器视觉发展表现为如下特点：

1) 软硬件技术不断突破，企业将以智造需求为导向加速研发工业视觉解决方案

企业加速布局机器视觉硬件产品和软件服务，将围绕智能制造需求，重点研发工业视觉解决方案。目前，机器视觉软硬件技术不断取得突破，以工业相机、图像采集卡、光源及图像处理软件为核心的视觉产品日益完善，并逐渐应用于电子制造、汽车制造、机械加工、包装与印刷等行业。随着智能制造全面启动实施，各行各业对采用机器视觉的工业自动化、智能化需求日益凸显，市场发展潜力巨大。

2) 机器视觉与多种技术融合逐步深入，将成为提升产业自动化水平的重要抓手

机器视觉与多种技术融合，将不断提升智能制造自动化水平。制造业转型升级步伐加快，机器视觉技术与产品的需求逐步增多，应用领域逐渐扩大，将推动企业加速开展产品功能创新，以满足用户个性化需求。机器视觉将融合 3D 监测、彩色图像处理、人工智能、运动控制、信息网络等多种技术，由单一的检测、定位、测量功能向大数据分析、智能控制方向发展。基于机器视觉的自动化监测、智能控制系统将广泛应用于工业生产各个领域，并主要从中端生产线向前端制造和后端物流环节延伸，成为提升产业自动化水平的重要抓手。

因此，当前全国应用型高校针对机器视觉技术开设了不同种类的机器视觉课程，如《人工智能与机器视觉》、《机器视觉与传感技术》、《机器视觉技术与应用》等等。

2. 新工科背景下机器视觉课程的作用

2.1. 智能制造人才培养环境分析

目前，人工智能是高端制造业发展的大趋势，面对迅猛发展的科技与高端制造业升级的双重挑战，应用型高校必须转变人才培养思路，大力加强新工科建设，增强新工科专业落地见效和改造传统工科专业的实力^[1]。智能制造的核心是科技、关键是人才、基础在教育。顺应现代教育发展趋势，改革应用型高校育人体制，是当前应用型高校转型发展一项重要而紧迫的任务，也是适应高端制造业发展趋势的现实问题。新工科背景下的人才培养环境应呈现以下几个特点：

1) 宽厚扎实的专业基础

应用型高校的毕业生一般有较强的适应能力，而且在双创背景下蓄积有更大的发展潜力。毕业生掌握先进的制造知识和工程技术，对从事高端制造业的相关岗位具有重要支撑作用。而当前应用型高校普遍存在工程实践教学相对薄弱，与近年来形成的“淡化专业、厚基础、宽出口”的现代教育模式相比较，需要大力改善技术设备、着力加强工程实践教学。

2) 引领前沿的专业课程

当前新工科的发展动态主要以区域经济驱动和社会需求为导向，以“应用型创新人才培养”为目标，以“人才培养模式改革”为重点，以“新技术新成果应用”为导向，以“创新教学内容和教学质量改革”为主题，实现学生从课堂理论知识到新技术应用的无缝对接。其核心要有符合工程技术发展前沿的课程或课程群为载体，突出产教融合、学科融合、科教融合，培养学生对岗位的“认知能力、适应能力、创业能力、创新能力”。因此，对于如何改善和提高新工科专业课程中的技能训练水平值得相关应用型高校探索。

3) 密切协作的育人基地

新工科课程引领了传统工科专业的发展趋势，涉及到新理论、新方法、新技术、新成果的融合与应用，“新工科课程实训创新”也就成为应用型创新人才培养的关键问题和难点问题。因此，新工科课程

实训不仅要完成课堂理论知识的验证与升华,熟练操作新仪器新设备,更重要的是要模拟特定应用案例场景,强化学生对新技术新成果在工业生产中的应用性训练。综上所述,联合高端制造企业协同打造新工科课程实训育人基地的建设,已成为满足“新工科课程实训创新”的重要保证,新工科课程实训育人基地的作用见图1所示。



Figure 1. Function diagram of new engineering course training cooperation base

图1. 新工科课程实训育人基地功能图

从图1中可以看出,充分利用企业技术资源和人力资源及具有高新技术成果引领的平台是日新月异的工程教育不可或缺的重要部分,机器视觉课程具备了上述协同育人基地的所有特点。

2.2. 机器视觉课程对专业技能的培养作用

机器视觉课程在新工科专业教学体系中起着重要作用。常言道:“百闻不如一见,百见不如一试”。要使学生的专业技能得到提高,必须让他们得到充分的实践,即让他们在实践中学习技能。因此,在教学过程中,需要结合新工科专业的特点,联系企业实际案例,采用灵活多样的示教方法,提高学生的专业技能[2]。

1) 理论与技能的综合运用

机器视觉课程是理论与实践结合紧密的课程。涉及到电子信息、自动控制、计算机技术等方面的知识。要使这些知识上升为技能,只靠理论教学和实践教学中的任意一方面都是不行的。机器视觉课程体现了理论知识与操作技能的综合运用。首先,培训理论知识,使学生对新设备新工艺原理有一定的理性认识;其次,通过训练器材进行实践教学,把课程堂上不易表现的操作在训练器材上进行操作演示。这样学生就可以对视觉技术有一定的感性认识并逐渐形成技能;最后,通过课程设计找出各种应用与平时管理中的共性和不同之处,并由此延伸到更高级别的要求,这样就可以使学生的技能得到扩充,达到举一反三、触类旁通的效果。实践证明,通过这样的从理论到实践,再从实践到实践运用的学习,学生无论是专业理论还是技能都得到了明显的提高,可以使得学生毕业后能够较快地进入工作状态。

2) 培养创新创业的工程素养

机器视觉课程具有技术性强、应用性强、实操性强的特点,为充分提高学生的工程素养,同时调动学生的积极性,机器视觉课程可以在学生实践教学的最后阶段,通过专业竞赛促进学生知识转化,鼓励学生踊跃参加互联网+、“挑战杯”课外科技作品设计及大创项目申报等活动,选拔赛依据学生的课程设

计作品，采用计分的方式进行，事先宣布得分点和扣分点，这也是机器视觉课程的特点所在。让学生在赛前进行针对得分点和扣分点的自我演练，达到规范其操作行为之目的。在此过程中，使得学生在操作规范内的创造性也得到发挥。同时选拔赛可采用分组方式进行，还有利于提高学生的协作精神。这样的竞赛既是教学，又是操演，可以极大的能够提高学生的工程素养。

2.3. 机器视觉课程对综合素质的培养作用

机器视觉课程是实践性很强的课程，但由于受场地、经费等条件的限制，呈现自动化环境的专业实践教学在学院内很难进行[3]。如果仅进行课程堂讲授和模拟训练，无法使学生身临其境的话，那么就不能使学生养成良好的心理素质，从而无法满足将来的工作需要，更谈不上为企业培养高素质应用型人才。

1) 形成良好的心理素质

良好的心理素质应该是一种稳定的、临危不惧的心理。只有在心理上临危不惧，能保证智能装备系统的顺利与安全。也就是说，不但要“艺高”，而且要“胆大”。为了强化学生的心理素质，必须充分利用校企协同育人基地，教师带队，组织学生接收或参加一线企业的项目研发及生产任务，校企导师通力合作，用一线案例培养学生们的心理素质，增强他们的信心，促使学生养成稳重、细心、谨慎的工作态度，逐渐适应各类高新装备的操作规程与运用环境。

2) 提高实际工作能力

应用型高校毕业生的岗位职责，既是工程技术人员，又是设备管理人员。因此如何提高他们的技术协调与管理能力就成为一个重要问题。因此，在机器视觉课程设计过程中，可以按照不同的设计内容将学生分成不同的小组，然后将设计内容下达给对应的组别。各小组接到任务后，需要写出软硬件设计方案、人员的组织分工及有关的注意事项，经校企导师修改批准后，展开设计。这样以来，每个学生都在课程设计过程中得到实际工作中的训练与培养，当他们毕业后面临着曾训练过的工作，做起来自然而然的得心应手。

3. 新工科背景下机器视觉课程的教学方法

当前高端制造企业需要大量的复合型应用人才，前述专业技能和综合素养水平是新工科专业的毕业要求，因此提高毕业生的两个素质是新工科课程的着力点。

3.1. 侧重专业技能培养的教学法

前已述及，新工科专业要求基础知识比较宽厚，基本功扎实，因此，根据机器视觉课程的特点，在教学方法上应突出机器视觉系统的特点和优势，可以采取以下方法实施教学：

1) 学生自学自讲法

机器视觉课程的主要环节是运用视觉软件处理图像，具有趣味性和操作性，因此选取典型社会聚焦的新闻图片，可采取课程前布置自学提纲，课堂外学生自主处理，课堂内由若干学生分析不同的内容，最后由教师讲评的方法。由于学生具备图片处理的基础知识，完全能进行自学，同时，透过学生的讲解，教师能及时把握学生理解的程度、理解的偏差，从而能有针对性地辅导、讲授、交流，真正实现教一学互动，使各层次的学生均能与教师的教学较好地配合，提高培训效果。这种方法充分体现素质教育主体性的特点，唤起学生的主体意识，能充分发挥学生的主动精神。

2) 依据专业特点的施训法

虽然智能制造类课程具有相同的共同特点，均体现了智能制造的特性，但在教学过程中应根据专业设置有所区别，比如自动化专业的《人工智能与机器视觉》侧重讲述机器视觉系统的开发与应用、机器

人工程专业的《机器视觉与传感技术》侧重讲述工业互联中的视觉应用、计算机专业的《计算机视觉》侧重讲述视觉软件的原理、编程与联合开发等。因此，依据专业特点的施训法具有其独特的优势。一是优选配置与相关专业匹配的教材体系；二是协同企业共同开发新技术新成果教学案例，共同组织编写相关课程实训教材，以突出该专业的行业企业文化建设与企业管理制度。

3) 实际操作中互讲法

采用这种方法，在一定程度上体现了素质教育中的整体性的特点，适合在智能装备实际操作技能的培训中采用。在实际操作时，可分为两人一组，每人给对方讲解一遍操作要领，并对对方的操作过程进行评价，指出错误，在互讲中同步提高，达到强化实际操作能力之目的。

当然，在教学中还可采用启发式、问答式、引导式等多种教学方法，使学生掌握所学内容，培养学生的自学能力、实际动手能力，增强学生对所学专业技能的自信心，对未来将从事的工作充满乐观向上的激情。

3.2. 面向工程素养培养的教学法

严格地讲，新工科专业毕业生工程素养的培养是日常养成的转变过程，贯穿于整个专业学习过程，因此必须在平常生活中点滴积累，这就要求教师在教学过程中也要重视本门课程对工程素养养成的作用。具体地讲，可以从课程堂纪律、工作态度、工作作风等方面有意识地培养学生养成大国工匠的传统作风，按照“新时期社会主义核心价值观”的要求锤炼学生，使之早日成材。

众所周知，在工程素养培养过程中，企业承担着不可或缺的角色，校企协同编写的新技术新成果应用案例和学生创新能力均是教学质量的组成部分。首先，企业优选具有一定质量的最新科技成果，并将其进入课堂，使课程学习具有精准性；其次，授课教师适时将案例背景、分析方法、结论与未来工作联系起来，引导学生从工程角度逐步深入，熟悉新技术原理、新成果应用。

4. 新工科背景下机器视觉课程的师资建设

机器视觉技术在我国起步较晚，骨干人才主要集中在高端制造企业。因此，当前应用型高校机器视觉课程的师资水平与社会需求不匹配，需要加大培养力度，以提高他们的双师双能型教师比例，并使他们具有理论授课和就业导师的双重身份。新工科背景下建设一支高质量的机器视觉课程教师队伍，必须从提高师资职业道德、优化师资知识结构、提升师资教学科研水平入手，师资建设的根本要求见图2。

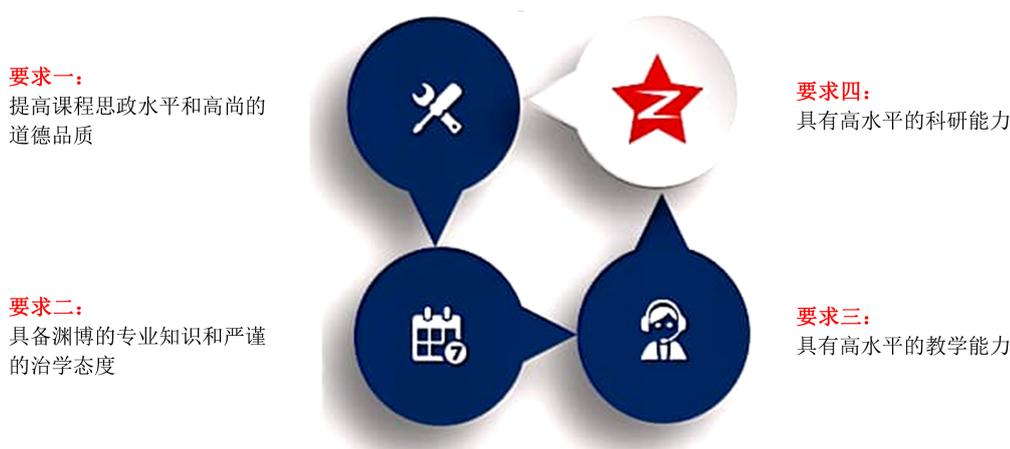


Figure 2. Construction requirements of teachers for intelligent manufacturing courses
图 2. 机器视觉课程师资建设要求图

4.1. 提高课程思政水平和高尚的道德品质

刚走上工作岗位的年轻教师，风华正茂，思想十分活跃，但是对企业了解不深，学生是他们步入高校大门后接触的第一批人，教师的思想政治观点、道德品质行为，对学生有潜移默化的影响，影响着学生对未来工作的“第一印象”。因此，要求机器视觉课程教师必须具备较高的课程思政水平和高尚情操，教育学生“爱岗敬业爱专业，学理学技术学做人”，为高端制造企业培养爱岗敬业、又红又专的创新型高素质人才。

4.2. 具备渊博的专业知识和严谨的治学态度

渊博的专业知识、雄厚的基础理论是对机器视觉课程教师的基本要求。机器视觉课程教师只有对本学科本专业内容及理论有较深的造诣，对所负担的教学内容有深广的知识基础，对相关内容融会贯通，能不断吸收本学科的前言信息和最新成果，并应用到教学中，同时，深刻理解本学科的历史、现状和发展趋势，才能更好地达到教学目标，进一步提高毕业生的专业技能；另一方面，只有具备严谨的治学态度，才能在教学过程中实事求是、虚心学习、科学严谨，才能对学生诲人不倦、循循善诱、耐心细致。

4.3. 具有高水平的教学和科研能力

高水平师资队伍是提高课程教学质量，快速提高学生实训技能的智力保障。对学校来讲，采用教师到企业进行挂职锻炼、开展多种形式的专业教师技能培训，提升教师教学能力。教学能力包括三个方面：一是教学理论水平，二是灵活多样教学方法的运用，三是演讲水平，三者相辅相成。即只有具备扎实的教学理论基础，才有条件在教学过程中采用更多更好的教学方法，而只有具备较高的演讲水平，才能在教学实践中灵活运用各种教学方法。

提高科研能力有助于提高教师自身的业务水平，跟上本专业的发展；通过对新技术新理论的培训和他们在企业的实际应用，也有助于加速科研成果向课堂案例的转化，提高课堂授课质量。除此之外，机器视觉课程教师也应该提高工程素养、身体素质、心理素质等多方面的素质，提高对学生的专业技能培养水平，使他们早日成材。

5. 结束语

新工科专业是一种创新性、实践性、应用性持续发展，竞争格局异常激烈的专业，也是我国人才培养模式中的重要力量源泉。本文以机器视觉课程为例，立足校企深度融合，探索全面革新的新工科课程教学方法和改良师资队伍的建议及措施，旨在提高新工科专业毕业生的技能水平，为我国高端制造业培养出具有崇高人生理想、严谨科学态度、精湛专业技术、优良工作作风、良好身心素质的高素质专业人才。

基金项目

本文得到了广东省普通高校重点专项(2020ZDZX2032)和珠海科技学院教学质量工程项目资助。

参考文献

- [1] Wang, L. and Zhang, E.G. (2017) Integration of Virtual Manufacturing Technology and Course Teaching of Manufacturing Technology. *Proceedings of the 2017 2nd International Conference on Humanities and Social Science (HSS 2017)*, February 2017, 191-194
- [2] Zhan, X.H and Li, X.D. (2017) Creation of Manufacturing Information Collaborative Innovation Center-Taking Zhuhai College of Jilin University as an Example. *Lecture Notes in Management Science*, **85**, 164-168.
- [3] Huang, J.D. and Li, X.M. (2020) Research on the Method of Engineering Course Training New Students Based on IPE. *International Conference on Education, E-learning and Social Science (EELSS2020)*, June 2020, 41-44. <https://doi.org/10.12783/dtssehs/eelss2020/34587>