

机器人工程专业本科人才培养研究

杨哲海, 金鑫, 尹竞瑶, 王昊, 王承业, 朱守琦, 席静, 吴峰华

沈阳城市学院, 辽宁 沈阳

Email: 80660614@qq.com, phil_yzh@163.com

收稿日期: 2020年9月7日; 录用日期: 2020年9月20日; 发布日期: 2020年9月27日

摘要

随着机器人技术的快速发展及其在许多国民经济领域的广泛应用, 中国机器人产业已成为全球最大的机器人市场, 迫切需要大量全面掌握机器人及应用技术, 能从事机器人及系统设计、制造、检测与维修、生产运行与管理等工作的复合应用型高级工程技术人才。但中国高校机器人工程专业开设时间较晚, 培养的毕业生远远不能弥补行业用人缺口, 因此人才问题一直是困扰中国机器人行业发展的瓶颈。本文介绍了沈阳城市学院机器人工程专业人才培养方案, 课程体系, 教学科研师资队伍建设等, 为已开设和即将开设该本科专业的高校提供参考。

关键词

机器人工程专业, 人才培养, 课程体系, 教学科研师资队伍

Research on Undergraduate Cultivation of Robot Engineering Specialty

Zhehai Yang, Xin Jin, Jingyao Yin, Hao Wang, Chengye Wang, Shouqi Zhu, Jing Xi, Fenghua Wu

Shenyang City University, Shenyang Liaoning

Email: 80660614@qq.com, phil_yzh@163.com

Received: Sep. 7th, 2020; accepted: Sep. 20th, 2020; published: Sep. 27th, 2020

Abstract

With the rapid development of robot technology and its wide application in many fields of national economy, China's robot industry has become the largest robot market in the world. There is an urgent need for a large number of compound application-oriented senior engineering and tech-

nical personnel who can comprehensively master the robot and its application technology and can be engaged in the design, manufacture, inspection and maintenance, production operation and management of robots and systems. However, the opening time of robot engineering specialty in Chinese universities is relatively late, and the graduates cannot make up for the employment gap of the industry. Therefore, the talent problem has been the bottleneck of the development of China's robot industry. This paper introduces the talent training program, curriculum system, teaching and research faculty construction of Shenyang City University of robotics, which provides reference for the colleges and universities that have opened or will soon establish the undergraduate specialty.

Keywords

Robot Engineering Specialty, Talents Cultivation, Curriculum System, Teaching and Research Team

Copyright © 2020 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

国发[2015]28号文件《中国制造2025》[1]和工信部联规[2016]109号文件《机器人产业发展规划(2016~2020年)》[2]已经明确把机器人作为重点发展领域。2017年8月国务院印发了《新一代人工智能发展规划》[3],指出“针对我国人工智能发展的迫切需求和薄弱环节,加强与新一代人工智能重大科技项目的衔接”、“加快智能制造与机器人研究”、“加快培育智能机器人等领域的龙头企业”。近年来中国机器人及智能制造产业蓬勃发展,对机器人专业技术人才的迫切需求显而易见。

在国家政策的大力扶持下,受产业发展利好政策的影响,机器人产业迎来爆发式增长,中国一跃成为全球机器人及智能装备产业最大的市场。随着机器人产业规模的发展壮大,整个市场不仅仅需要的是关键核心技术,人才发展更是关键。

中国劳动力价格上涨推高生产成本,以及对产品的质量要求越来越高,被认为是智能机器人产业快速进入增长的最主要原因,而智能机器人应用的深度与广度已成为衡量一个国家制造业水平和科技水平的重要标志。

随着机器人技术的快速发展及其在许多国民经济领域的广泛应用,中国机器人产业已成为全球最大的机器人市场,迫切需要大量全面掌握机器人及应用技术,能从事机器人及系统设计、制造、检测与维修、生产运行与管理等工作的复合应用型高级工程技术人才。人才问题一直是困扰中国机器人行业发展的瓶颈。未来几年,国内机器人研究人员将重点研究各类机器人的智能化体系结构、机器人仿真技术、机器人的感知能力、高速高精度控制、智能化作业、形成新一代智能机器人的核心关键技术体系,并在相关行业开展应用示范和推广。《中国制造2025》和《机器人产业发展规划(2016~2020)》为十三五期间发展机器人产业规划了宏伟的蓝图。沈阳城市学院于2019年新开设机器人工程专业充分响应了教育部“新工科”建设号召,也是适应“中国制造2025”对专业人才需要的战略发展规划,为满足当前我国新经济和未来社会发展对机器人技术的人才需求,积极培养掌握各类机器人研究、设计、制造及应用等知识和技能的专业复合型应用人才。

2. “机器人工程”本科专业人才培养方案

沈阳城市学院机器人工程专业是顺应教育部新工科建设需求和人工智能领域发展趋势而设立的专业,办学基础雄厚。该专业自主研发的机器人曾获得 2018 和 2019 年 RoboCup 足球机器人世界杯赛中国赛区冠军[4],标志着沈阳城市学院在类人足球机器人研发领域达到国内领先、国际一流的水平。带动了机器人工程、人工智能、智能科学与技术、机械设计制造及其自动化、计算机科学与技术、自动化等相关工科专业集成“智能制造与人工智能”专业群建设。在自动化类专业基础上,深化机器人科学与工程学科特色,采用以岗位能力形成为核心的职业情境化人才培养模式(PST-CCE) [5]培养精通机器人基础理论和专业知识,具有创新精神和实践能力的高素质、国际化、复合型研发和技术应用人才。机器人工程专业坚持育人为本、注重能力培养,以控制科学与工程、机械设计制造工程、计算机科学与技术、材料科学与工程、脑科学和认知科学等学科中涉及的机器人科学技术问题为研究对象,综合应用自然科学、工程技术、社会科学、人文科学等相关学科的理论、方法和技术,研究机器人的智能感知、优化控制与系统设计、人机交互模式等学术问题,涵盖控制理论、机械设计与制造、计算机技术与应用和人工智能等方面的基本理论和基本知识。本专业依托省级类人机器人实验教学示范中心、沈阳市仿人机器人重点实验室,下设智能感知与动态控制实验室、仿真实验室、视觉实验室和工业机器人联合产线。作为机器人及人工智能领域最前沿的学科专业,本专业构建了符合新工科建设理念的课程体系,配合以自主学、动手学为主要特征的实践化教学手段,使专业学生具有强实践、富创新的特点,具有团队组织协调与综合运用所学知识的能力,具有融合掌握多学科基础理论的专业优势,学生就业和深造前景十分广阔。

2.1. 机器人工程专业人才培养目标

旨在培养德、智、体、美、劳全面发展[6],系统掌握机器人智能感知、目标识别与追踪、运动控制、智能决策、机器人教育等基本知识,具有较强的团队合作意识和创新精神,具备仿生机器人产品实现,工业机器人应用、调试、维护,机器人技术传播和机器人科学研究等专业能力,能够在机器人研发、生产、应用及机器人技术传播的企事业单位,从事机器人本体设计与系统集成、机器人软件系统设计与开发、机器人应用、调试与维护、机器人教育与新技术开发的高素质应用型人才。

2.2. 机器人工程专业课程体系

本专业遵循学校“坚持育人为本,注重能力培养”的办学理念,紧密结合机器人与智能制造行业发展趋势和岗位人才需求,构建以自主学和动手学为主要特征的实践化教学体系。通过课程内容与职业标准对接,教学环节与生产过程融合,培养学生掌握仿生机器人、工业机器人、机器人教育与应用基础研究等领域的基本知识,具备机器人设计方案策划、机器人产品实现、机器人技术传播等技能,能够熟练运用机器人工程技术,从事智能机器人开发、工业机器人系统运行、机器人技术传播与科学研究等工作。所设置的主干课程体系如表 1 所示。

沈阳城市学院机器人工程专业人才培养面向仿生机器人、工业机器人、机器人教育与应用基础研究三大核心领域。面向仿生机器人领域培养机器人产品实现能力,设置的核心课程有智能系统信息感知分析和机器人智能仿真设计。主要支撑课程有智能系统电子设计基础、机器人本体设计技术和智能系统软件开发技术。面向工业机器人领域培养机器人设计、应用、调试与维护能力,设置的核心课程有影像目标辨识与跟踪和机器人运动控制技术。主要支撑课程有工业机器人组态设计、智能建模与系统优化、信号与机器人系统和机器人学。面向机器人教育与应用基础研究领域培养机器人技术传播与科学研究能力,设置的核心课程有多智能体 VR 交互技术和类脑智能决策技术。主要支撑课程有智能科学编程基础、机器人操作系统与应用和人工智能教育。为培养学生的创新精神和手脑并用的自主学习能力,本专业还设

置了丰富的实践化教学课程体系,如表2所示。

Table 1. Key competence and main curriculum system of robot engineering talents training

表 1. 机器人工程专业人才培养核心能力与主要课程体系

核心领域	核心能力	核心课程	主要支撑课程
仿生机器人	机器人产品实现能力	智能系统信息感知分析 机器人智能仿真设计	智能系统电子设计基础 机器人本体设计技术 智能系统软件开发技术
工业机器人	机器人系统设计、应用、调试 与维护能力	影像目标辨识与跟踪 机器人运动控制技术	工业机器人组态设计 智能建模与系统优化 信号与机器人系统 机器人学
机器人教育与应用基础研究	机器人技术传播与科学研究能力	多智能体 VR 交互技术 类脑智能决策技术	智能科学编程基础 机器人操作系统与应用 人工智能教育

Table 2. Practical curriculum system for robot engineering specialty

表 2. 机器人工程专业人实践化课程体系

实训课程	实训项目	专业实训	专业实习
机器人智能感知技术	机器人智能感知实训		
机器人视觉处理技术	机器人视觉处理实训	专业实训 1: 机器人视觉识别实训	
机器人运动控制技术	机器人运动控制实训		机器人设计岗位顶岗实习
机器人智能决策技术	机器人智能决策实训	专业实训 2: 机器人路径规划与实现实训	机器人研发岗位顶岗实习
机器人智能仿真技术	机器人智能仿真实训		机器人调试岗位顶岗实习
机器人工程制图基础	机器人工程制图实训	专业实训 3: 仿人机器人步态稳定性实训	机器人编程岗位顶岗实习
机器人开发程序设计	机器人开发程序实训		机器人售后服务岗位顶岗实习
机器人 Python 编程	机器人 Python 编程实训	专业实训 4: 机器人结构件与外壳加工实训	
机器人操作系统应用	机器人操作系统实训		
机器人智能建模与加工工艺	机器人智能建模与加工工艺实训		

3. 机器人工程专业教学科研师资团队建设

在研制机器人参加比赛和承担科研项目过程中,逐步引进和培养了机器人科学与技术教学科研师资队伍 15 人。全部人员均为具有多年企业项目经验的双师双能型教师。其中,博士后/博士 4 人,硕士 11 人,包括在读博士 1 人;教授 1 人、副教授 6 人、讲师 8 人。教学团队人员毕业专业包含控制理论与控制工程、计算视觉、测绘工程、自动化、电子信息、应用数学和机械设计与制造。是一支结构合理、年富力强、勇于拼搏的教学科研创新团队。团队遵循《沈阳城市学院关于加强青年教师培训指导意见》、《沈阳城市学院青年教师导师制暂行办法》,对新加入团队的青年教师给予充分的业务指导和事业心激励。对新教师进行教师素养、学校文化、业务能力等方面的培训,使新教师深切领会沈阳城市学院“坚持育人为本,注重能力培养”的办学理念、“教师与学生紧密接触、教学与实际紧密联系、创新与传承紧密结合”的办学思想、“实践化教学、可转移能力、互联网基因、国际化视野”的教育观念、“以岗位能力形成为核心的职业实境”人才培养、“坚定信念、执着追求、锲而不舍”的责任担当、“有爱心、

会讲课、肯奉献”的九字箴言，以及“我行、我能”的校训精神。明确机器人专业基于脑科学的人工智能在仿人机器人运动控制中的应用、融合 V-SLAM 与深度学习的仿人机器人未知复杂环境足迹规划研究、基于深度卷积计算的仿人机器人快速多目标识别策略、基于失衡度和截面映射稳定性理论的机器人稳定控制、基于人工智能解析的仿人机器人构型优化设计等科研方向与人才培养核心领域的对应关系；为老教师提供校内外培训和进修的机会、给予工龄待遇、鼓励老教师成长为科研课题带头人，将自身的职业发展与学校和专业的发展融为一体，增强职业归属感。全员坐班制管理，保证青年教师加入团队就与老教师一起研究机器人、输出文档化科研成果、夯实理论依据、融入前导论后续知识和研究成果，自然而然形成教学材料。建立青年教师助课制，学习老教师规范化教学文件准备、挖掘老教师的教学方法、体会老教师对于教学气氛的把控。后入职的几位老师加入团队后，都有很好的成长。都能够独立承担主干课程的建设 and 讲授、能够带队取得机器人比赛全国总冠军。

4. 机器人工程专业教学方法与策略

机器人科学与技术教学科研团队从事的机器人同时定位与地图构建(SLAM)、机器人优化设计与动力学仿真、机器人路径规划与建模、仿人机器人稳定控制与应用、机器人目标识别与追踪[4]等教学和科研方向均为机器人学科热点课题[7]、行业急需的关键技术和人才核心能力需求。利用仿人机器人平台和 RoboCup 比赛[8]，为师生提供良好的教学科研实践平台，使项目教学、案例教学和小组研讨等教学手段得以充分体现，教学内容随研究成果不断更新。充分发挥学生学习的自主性和能动性、挖掘学生的创新能力、培养学生的科学思维。例如，在学习调整机器人步态速度的方法的过程中，老师介绍基本原理和可调参数以及调整过程的注意事项、需要观察的现象和需要记录的数据，学生利用实际机器人进行探索式学习，通过数据分析和现象总结，自主发掘机器人的内部规律，在此基础上通过调整机器人的控制模型并反复试验，实现创新设计。以提升机器人性能为目标，激发学生的学习兴趣并培养和锻炼学生的专业能力和顽强的意志。机器人科学与技术教学科研团队积极参加教学改革与创新研究。紧扣辽宁省教育厅普通高等学校大学生在线学习跨校修读学分的工作精神，与沈阳工程学院[9]联合共建“机器人技术及其应用”等课程的网络教学资源[10]、与沈阳理工大学[11]共享机器人工程实验室、工业机器人实验室、机械机构综合创新实践平台(机械系统创新搭建及运动测试实训平台)等，完成机器人操作系统与应用、多智能体交互技术、机器人学、工业机器人组态设计、机器人智能仿真设计等课程的 ROS 程序编写调试、分布式强化多 Agent 协调模型及算法、机器人的机械结构数学建模、机器人运动轨迹的设计、机器人控制系统建模、正运动学控制机器人、逆运动学控制机器人、机器人 PLC 点控动作、机器人 PLC 模拟量控制、机器人监控机界面设计、工业机器人组态软件与 PLC 联动、机器人机构优化设计、机器人控制器设计等实验实训项目。机器人科学与技术教学科研团队始终坚持以教学质量为生存根本。紧扣学校的教学质量监控体系。首先抓住最小闭环：课堂效果和学生学习状态把控。课前充分准备课堂内容、规划好教学方法和手段。课上盯住学生学习状态，一旦发现状态欠佳，根据实际情况及时采取实时激励、心理督导、鼓励鞭策、必要的扩展辅导等措施，确保每堂课有良好的教学效果。再根据校院系三级教学质量监督过程的反馈意见，及时对教学过程的欠缺之处进行纠偏。确保教学质量完整、有效、可持续发展。合理的教学内容、良好的教学手段和严格的质量监控，促成了学生的丰硕的学习效果。

5. 机器人工程专业建设成果

沈阳城市学院机器人工程专业近年与法国波尔多大学 LaBRI 实验室、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、浙江大学工业控制技术国家重点实验室、中国科学院沈阳自动化研究所、中国科学院沈阳计算研究所、长春光机所等科研院所和知名企事业单位建立了战略合作关系。申报获批辽宁省教育厅高等教

育内涵发展——转型与创新创业教育项目“类人机器人实验教学示范中心”和“沈阳城市学院富创大学生校外教育实践基地”。教学科研团队师生成功研制4代类人机器人，连续夺得2018和2019年两赛季足球机器人世界杯中国赛冠军，并在世界比赛中挺进四强。在短短几年间，把沈阳城市学院机器人智能制造研发水平提升到国内领军、国际一流水准。这样的成就引起了社会各界人士的高度关注，被各大媒体报道100多次，被称为机器人“梦之队”、“沈阳智造”新名片。沈阳城市学院类人机器人工程中心成为苏家屯区30所小学人工智能教育基地，被苏家屯区政府授予“人工智能科普基地”称号，年接待来访者600余人次。并屡次在省级以上大型活动中受邀展演，受到了高度认可和赞扬，社会效益显著，被中共沈阳市委教科工委授予高校服务沈阳先进集体称号。团队的科研成果在高校科技人才培养和科学普及教育等方面实现了多维度转化，形成了以科研反哺教学为特征的产教研用融合的新工科专业群建设模式，对于机器人学科人才培养方案的改革创新产生了切实推动作用，在实施过程中承担的项目“以‘新工科’内涵为导向的机器人工程专业建设”被中共沈阳市委教科工委评为沈阳高校“双服务”优秀项目，获得“服务内涵发展类成果奖”。机器人工程专业的建设推动沈阳城市学院成长为全国排名第17位、东北地区排名第一的中国顶尖民办大学。

致 谢

本文作者衷心感谢法国波尔多第一大学 LaBRI 实验室 Rhoban 团队、清华大学北京信息科学与技术国家研究中心、浙江大学工业控制技术国家重点实验室、沈阳新松机器人自动化股份有限公司、中国科学院沈阳自动化研究所副研究员张华良、东北大学机器人工程学院方正、王斐、王帅老师为本文的工作提供的帮助。

基金项目

辽宁省自然科学基金项目“融合 V-SLAM 与深度学习的仿人机器人智能行为研究”(2019-ZD-0345)、“仿人机器人视觉环境认知与类脑智能行为研究”(2020-CSLH-41)、沈阳市高层次创新人才项目“仿人机器人若干关键技术研究及应用推广”(RC190324)。

参考文献

- [1] 工业和信息化部装备工业司. 《中国制造 2025》规划系列解读之推动机器人发展[J]. 科技导报, 2015, 33(21): 76-78.
- [2] 蔡自兴. 中国智能控制 40 年[J]. 科技导报, 2018, 36(17): 23-39.
- [3] 吴峰华, 李婷雪, 李连德, 杨哲海, 尹竞瑶, 王昊, 金鑫. 产学研用一体化机器人学科建设[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(8): 189-196+208.
- [4] 吴峰华, 杨哲海, 张玉萍, 王昊, 刘实, 尹竞瑶, 金鑫, 王承业, 盖宇. 仿人足球机器人快速多目标识别方法[J]. 计算机辅助设计与图形学学报, 2019, 31(12): 2152-2165.
- [5] 陈文华, 陈桂萍. 科教产教融合, 打造高水平应用型本科高校——访沈阳城市学院董事局主席、校长徐伟浩[J]. 中国高校科技, 2019(7): 64-66.
- [6] 周星, 徐伟浩. 沈阳城市学院: 全员育人与艺术教育精神的实践探寻[J]. 艺术教育, 2019(10): 30-35.
- [7] 吴峰华, 李连德, 王昊, 王悦勇, 姜娇, 陈思. 仿人机器人关键技术研究[J]. 人工智能与机器人研究, 2017, 6(3): 97-105.
- [8] Wu, F.H., Li, L.D., Wang, C.Y., Jin, X., Wang, H., Yang, Z.H., Yin, J.Y. and Zhang, Y.P. (2019) Design and Development of Autonomous Soccer Humanoid Robot CU-Legendary. *Journal of Physics: Conference Series*, **1176**, 266-271.
- [9] 吕勇军, 祝尚臻, 雷彦华, 于宏涛. 面向工程应用型人才培养工程实践训练体系构建的研究与实践[J]. 大学教育, 2015(12): 155-156.

-
- [10] 吕勇军, 祝尚臻, 雷彦华, 于宏涛. 搭建平台培养应用型创新人才的探索与实践——以机器人平台为例[J]. 中国电力教育, 2014(9): 14-15+17.
- [11] 刘宝琦, 朱世君, 黄雪峰. 机电一体化技术在机械领域的应用[J]. 电子技术与软件工程, 2016(20): 114.