

基于机器人足球平台的工程训练研究

陈雯柏, 吴细宝, 许晓飞

(北京信息科技大学 自动化学院, 北京 100192)



摘要:为提高工科自动化类相关专业学生的工程“综合、实践”能力,基于工程型人才的素质与能力要求,提出以机器人足球竞赛为平台的多学科工程综合与创新实践教学方案。首先介绍了机器人足球竞赛的相关背景,然后从本科阶段工科教育模拟“解决复杂工程问题”的角度,构建了符合“构思、设计、实施、运行”理念的基于机器人足球比赛系统的工程训练方案,最后对系统方案中关键技术与训练内容进行了详细分析与讨论。机器人足球工程训练活动的开展,有利于本科学生的工程能力、创新实践能力的提高。

关键词:机器人足球; 创新实践; 工程训练; 工程科技人才培养

中图分类号:G 642.4 **文献标志码:**A

文章编号:1006-7167(2017)05-0228-04

Engineering Training Based on Robot Soccer

CHEN Wenbai, WU Xibao, XU Xiaofei

(School of Automation, Beijing Information Science and Technology University, Beijing 100192, China)

Abstract: In order to improve practice ability and compound quality of students majored in automation, a multidisciplinary engineering comprehensive and innovative teaching scheme based on robot soccer competition platform is proposed. Firstly, the background of robot soccer competition is introduced, then engineering training plan which matches the concept of CDIO based on robot soccer competition system is built to improve the ability of “solving complex engineering problems” for undergraduates. Finally, The key technologies and the training Content in the scheme are analyzed and discussed in detail. Practice shows that the robot soccer training activities are benefit to improve undergraduate students’ engineering innovation and practice ability.

Key words: robot soccer; innovative practice; engineering training; engineering talents training

0 引言

为推进工程教育改革,促进教育界与工业界之联

系,2006年教育部正式启动了工程教育专业认证试点工作^[1-2]。2008年5月,“中国CDIO工程教育模式研究与实践”课题组,开始组织开展CDIO工程教育模式的研究与探索。2010年6月,教育部启动“卓越工程师教育培养计划”重大改革。2012年,“中国工程教育认证协会”获得教育部支持,按照华盛顿协议要求,开展工程教育认证工作^[3-4]。相关改革工作正是解决学生的工程实际训练较少的实际问题,提高工程教育人才培养质量^[5-8]。

机器人足球赛涉及传感、通讯、人工智能、机器人学等诸多领域前沿技术,是高技术的对抗赛^[9-10]。本文基于工程型人才的素质与能力要求,从模拟“解决复杂工程问题”的角度,设计并构建了符合“构思、设

收稿日期:2016-05-20

基金项目:北京市教师教学促进-双培计划虚拟教学团队建设PXM2016_014224_000048;北京市属高等学校青年拔尖人才培养计划CIT&TCD201404125;北京信息科技大学2014年教学改革立项项目2014JG08

作者简介:陈雯柏(1975-),男,四川广安人,博士,副教授,中国人工智能学会理事、机器人文化艺术专业委员会副主任委员、青年工作委员会副主任委员,,北京信息科技大学自动化学院副院长,从事人工智能、智能机器人方面的教学与科研。

Tel.: 010-82427155; E-mail: chenwb@bistu.edu.cn

计、实施、运行”理念的基于机器人足球比赛系统的多学科工程综合与创新实践教学方案。

1 工程型人才培养

1.1 工程型人才的素质与能力要求

华盛顿协议对工程类本科生的能力要求主要有以下几方面^[7]:①在系统、工艺和机器的设计、操作和改进过程中,能够应用数学、自然科学和工程技术知识。②发现并解决复杂工程问题。③了解并解决环境、经济和社会与工程相关的问题。④具有有效沟通能力。⑤能够接受终身学习并促进职业发展。⑥遵守工程职业道德。⑦能够在当今社会中发挥作用。2013年在韩国举行的国际工程大会上,我国加入《华盛顿协议》。2015年,中国工程教育专业认证协会发布了《工程教育专业认证标准》对学生提出的基本要求^[8]。

1.2 工程训练

1.2.1 “复杂工程问题”特征

参照《华盛顿协议》要求,详细界定“复杂工程问题”必须具备下述特征①,同时具备下述特征②~⑦的部分或全部^[8,11-12]:①基于深入原理。必须运用深入的工程原理经过分析才可能得到解决。②协同攻关。需求涉及多方面的技术与工程因素,并可能相互有一定冲突。③建模求解。需要通过建立合适的抽象模型才能解决,在建模过程中需要体现出创造性。④需新方法和现代工具不是仅靠常用方法就可以完全解

决的。⑤不确定与创新思维。问题中涉及的因素可能没有完全包含在专业标准和规范中。⑥利益冲突。问题相关各方利益不完全一致。⑦综合性。具有较高的综合性,包含多个相互关联的子问题。

1.2.2 “解决复杂工程问题”与工程属性“综合、实践、创新”的关系

工程教育专业认证的毕业要求是对原有“科学教育”烙印的课程体系提出了挑战,融合理论课程与试验课程以及实践环节是必然趋势。本科阶段工科教育要求以模拟“解决复杂工程问题”为载体,根据成果反向设计理念,按照核心能力,以现代实际、成熟的复杂工程问题研发过程典型化为载体,转化为系统化、可操作的教学过程,其重点是“综合、实践”。“创新源于实践”,培养工程“综合、实践”能力是本科阶段毕业生具有创新意识的基础。

2 机器人足球

1992年,加拿大大不列颠哥伦比亚大学 An Mackworth 教授首次提出机器人足球的概念,旨在通过机器人足球比赛,为人工智能和智能科学与技术的发展提供一个具有挑战性的课题。表1、表2分别列出了目前最为主流的两大机器人世界杯比赛的机器人足球比赛项目信息。图1所示为足球机器人比赛场景示意图。

表1 FIRA 比赛项目的设置

项目	名称	机器人		场地	
		尺寸/cm	队员数	尺寸/m	球
NaroSot	超微机器人足球	4×4×5	5	1.3×0.9	乒乓球
AMiRESot	自主微型机器人足球	11×11	1	1.3×0.9	高尔夫球
AndroSot	仿人形机器人足球		3	2.2×1.8	高尔夫球
			3	1.5×1.3	
			5	2.2×1.8	
MiroSot	微机器人足球	7.5×7.5×7.5	7	2.8×2.2	高尔夫球
			11	4×2.8	
RoboSot	小型机器人足球	15×15×30	3		曲棍球

表2 RoboCup 比赛项目的设置

项目	类别	机器人		场地	
		尺寸/cm	队员数	尺寸/m	球
类人组	小型组	30 ~ 60	不多于 3 人 不多于 2 人	6 × 4	网球
	中型组	100 ~ 120			沙滩手球
	大型组	130 ~ 160			
中型组		30 × 30 ~ 50 × 50	2 ~ 4	8 × 6 ~ 18 × 12	5 号足球
小型组		直径 < 18	5		高尔夫球
标准平台组		NAO 机器人	5	6 × 9	曲棍球

图像处理需要解决如何适应环境光线变化等问题。这些都需要能够灵活应用相关基本知识原理,阅读大量学术文献予以考虑。

(6) 具有较高的综合性,包含多个相互关联的子问题。机器人小车系统是控制单元、速度检测单元、电机驱动单元等不同单元的关联综合,各个单元的协调配合是精确控制小车的前提,需要在系统设计时全面考虑相互关联的子问题。

4 MiroSot 创新实践训练内容

4.1 运动系统设计

如图 3 所示,MiroSot 足球机器人小车采用两轮差动式运动控制结构,几何尺寸为 $7.5\text{ cm} \times 7.5\text{ cm} \times 7.5\text{ cm}$,电机采用 Series 2224U006SR,质量小于 550 g 。在 MiroSot 系统中,机器人的基本动作主要包括跑位到定点、转到定角、原地转动等。从控制的角度来看就是不断减小机器人当前位置、角度与目标位置、角度的差值,从而使机器人快速地完成任

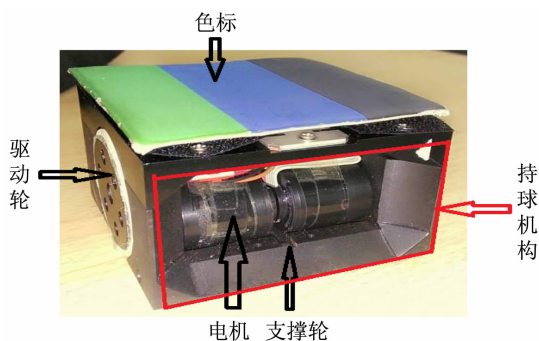


图 3 MiroSot 足球机器人

务。运动系统的设计包括 CPU 控制单元、电机速度检测单元与电机驱动单元等模块,完成的运动系统控制电路板如图 4 所示。

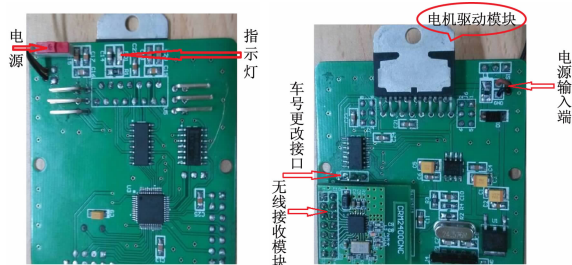


图 4 控制板平面布置图

4.2 通信系统设计

通信系统结构如图 5 所示,主机通信程序向无线数据发射器给出机器人左右轮速度指令,无线数据接收器解码获得左右轮速度等机器人运动控制数据。通信系统采用广播方式,每个控制周期内发射一帧数据,各机器人根据自身编号读取数据帧的不同字段,获得运动指令。

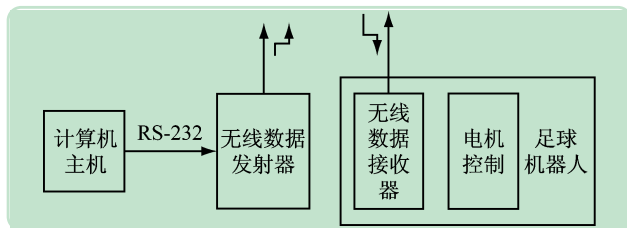


图 5 无线通信系统的结构

4.3 视觉系统设计

足球机器人视觉系统主要有图像获取、预处理和图像处理 3 部分,如图 6 所示。

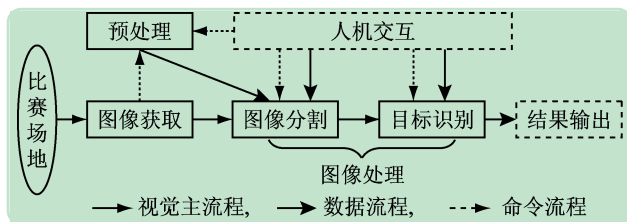


图 6 视觉系统结构图

图像处理包括图像分割和目标识别,它是整个视觉系统的核心。足球机器人视觉系统通过识别机器人顶部不同色标(由队标、队员标组成)来实现双方机器人与球的识别。识别过程包括:目标采样与颜色分析、图像分割等步骤^[13-14]。识别出己方队员后进一步进行处理得到各机器人的编号以及位姿信息。色标与各足球机器人一一对应,用来区分不同足球机器人;位姿识别通过计算队标与初始设定坐标轴之间的夹角来实现。

MiroSot 视觉处理算法流程如图 7 所示。

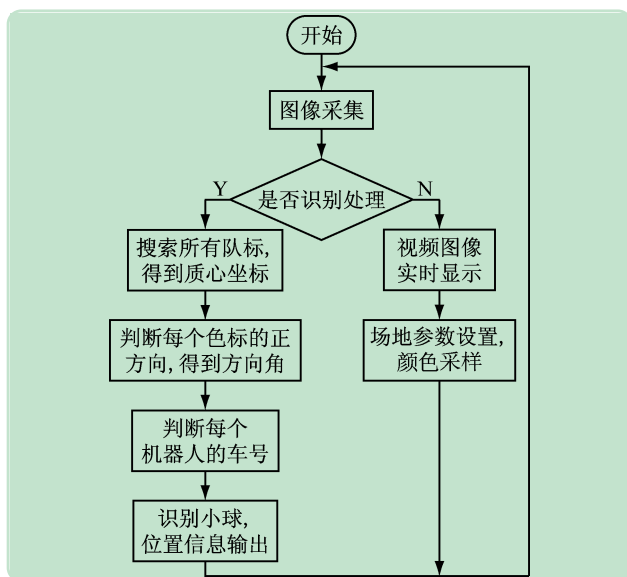


图 7 视觉算法流程图

4.4 决策系统设计

根据双方机器人位姿信息、球的信息,决策系统需

(下转第 235 页)

学生只有完成测评,才能进入到下一个试卷提交步骤,也就是说只有完成测评才能提交获得考试成绩,从而避免个别学生不进行测评而直接提交试卷,影响对教师的测评结果。最后系统会自动将每个学生的评分结果进行统计,并按时间顺序计算出每位教师的平均得分,如月平均分和年平均分等。

3 结 语

该新型考试系统充分发挥现代网络技术的优势,集考试、预约及测评于一身,并实现个性化自主组卷,彻底解决目前工程训练考试中遇到的考试内容与实训内容不符的问题,并兼具针对开放实验室的预约功能和对实训指导教师的测评功能,从而实现了该考试系统的多功能化,提高效率,降低成本。该新型考试系统已于2015年在工程训练中心成功运行,在学生自主组卷、开放实验室有序运行及教师自查等方面取得了良好效果,大大提高了工程训练教学质量。

参考文献 (References):

- [1] 曹中一,刘舜尧.工程训练中心中实践能力与创新精神的培养[J].现代大学教育,2003(3):81-84.
- [2] 唐寿高,王洪涛,杨琦.《工程训练》在线学习与考试系统的研究与设计[J].计算机与信息技术,2010(Z1):76-78.
- [3] 刘庆.基于Web的工程训练考试系统的设计和实现[J].现代计算机(专业版),2010(1):168-171.
- [4] 胡松涛.基于ASP的工程训练网上考试系统的设计与实现[D].合肥:合肥工业大学,2008:1-4.
- [5] 孙卫.基于Web的网络考试系统的设计与实现[D].南京:淮海大学,2007:4-7.
- [6] 苟正启.金工实习考试系统的设计与实现[D].北京:北京邮电大学,2009:1-3.
- [7] 刘顺.高职院校建立在线考试系统探讨[J].技术与市场,2009,16(8):110-111.
- [8] 赵青.基础工程训练理论在线考试系统的设计[J].考试周刊,2015(15):1-2.
- [9] 马如宏,李立尧.金工实习在线考试系统的设计[J].盐城工学院学报(自然科学版),2004,17(4):34-38.
- [10] 郑红梅,胡松涛,余宏涛.工程训练网上考试系统的设计与实现[J].安徽警官职业学院学报,2008,7(2):83-85.
- [11] 张江,黄迪明,廖建明.通用考试系统的设计与实现[J].电子科技大学学报,2001,30(2):157-161.
- [12] 朱婧.工程训练管理系统组卷及自动排课方法的研究[D].广州:广东工业大学,2013.
- [13] 管晓光,葛升平,李光辉,等.以网络模式提升《机械工程训练》教学质量研究[J].黑龙江教育(理论与实践),2014(5):37-38.
- [14] 郑志军,项聪,曹雪璐,等.开放式工程训练中心建设与管理[J].实验室研究与探索,2015,34(5):40-43.
- [15] 梁永春,王凯成,赵方舟,等.开放式实训教学管理系统的开发[J].实验技术与管理,2014,31(6):210-212.

(上接第231页)

要分析攻防态势,然后进行任务分解、角色分配,给出机器人的运动参数。系统层次结构可分为协调层、运动规划层与基本动作层。协调层着眼于机器人之间的协调组织,运动规划层重在将协调层意图分解为各个机器人的目标。决策系统需要考虑球的位置、运动方向及机器人的位置、姿态4个关键因素。

5 结 语

机器人足球的工程训练方案符合“构思、设计、实施、运行”理念。项目的完成需要多名学生组成跨学科的团队并进行协作,需要同学们就最终目标的达成进行有效沟通和交流。如参加国际比赛,还要求在跨文化背景下进行沟通和交流。学生通过竞赛享受到自主学习的快乐,具有持之以恒为学习和适应发展的能力。基于机器人足球的工程训练方案的开展有利于应用型创新人才的培养,有利于本科学生的工程能力、创新实践能力的提高。

参考文献 (References):

- [1] 王树国.面向创新创业教育深化工程教育改革[J].中国高教研究,2016(1):48-49.
- [2] 吴启迪.发展高等工程教育,推动国家创新体系建设——在第七次全国高等工程教育学术研讨会上的书面发言[J].高等工程教育研究,2006(5):1-2.
- [3] 工程教育专业认证视角下我国高等工程教育质量提升研究[J].实验室研究与探索,2015,34(5):166-168.
- [4] 林健.“卓越工程师教育培养计划”通用标准研制[J].高等工程教育研究,2010(4):21-29.
- [5] 高文兵.众创背景下的中国高校创新创业教育[J].中国高教研究,2016(1):49-50.
- [6] 秦志强.论工程教育的科学主导与工程回归[J].高等工程教育研究,2005(5):87-90.
- [7] 楼建明,鲍淑娣,傅越千.面向工程教育专业认证,加强工程训练中心建设[J].实验室探索与研究,2013,32(11):340-343.
- [8] 曹其新,李翠超,张培艳.中国特色的工程训练教学模式与内容思考[J].实验室研究与探索,2016,35(1):129-131.
- [9] 赵逢达,孔令富,李贤善.基于分层结构模型的机器人足球决策系统设计[J].哈尔滨工业大学学报,2005,37(7):933-935.
- [10] 洪炳熔,韩学东,孟伟.机器人足球比赛研究[J].机器人,2003,25(4):373-377.
- [11] 陈雯柏,曹荣敏,吴细宝.面向专业认证的工程训练模式与创新体系构建[J].计算机教育,2015(19):47-49.
- [12] 工程教育认证标准(2015版).中国工程教育专业认证协会[Z].2015.
- [13] 洪炳熔,刘新宇.基于视觉的足球机器人系统[J].计算机应用研究,2001,18(1):1-3.
- [14] 廖华丽,王廷旗,傅湘国.MiroSot足球机器人系统的构成分析[J].河海大学常州分校学报,2007,21(2):32-35.
- [15] 王亚良,张焯.基于CDIO的实验项目开发与实践[J].实验技术与管理,2010,27(2):119-121.
- [16] 朱向庆,胡均万.CDIO工程教育模式的微型项目驱动教学法研究[J].实验技术与管理,2012,29(11):159-162.