

智能科学与技术专业的多机器人 智能化特色实验教学

王鸿鹏^{1,2}, 刘忠信¹

(1. 南开大学 计算机与控制工程学院, 天津 300071; 2. 天津市智能机器人技术重点实验室, 天津 300071)

摘要: 针对智能科学与技术新兴本科专业建设过程中缺乏能够突出专业特色, 体现课程内容连贯性的实验教学问题, 提出“空地一体化多机器人协调控制”智能化特色实验教学内容, 介绍如何以引导学生通过分组协作的方式进行实验, 增强其对分布式部署的飞行与地面移动机器人系统的控制、通信、规划、协调等相关技术的了解与掌握。

关键词: 智能科学与技术; 特色实验; 机器人; 空地一体化; 多机器人协调控制

0 引言

“智能科学与技术”专业是一个新兴的交叉学科专业, 需要不断完善专业建设和深化教学改革, 既要注重加强学生的综合素质, 也要注重培养学生的特色专业能力, 从而将学生的跨学科知识转化为综合实践创新能力。

我们所探讨的智能化特色实验教学, 是通过建设分布式部署的飞行与地面移动机器人系统, 构建多机器人/多智能体协调控制实验平台, 指导学生进行分组研发与实验, 将智能技术、智能工程等课程中所讲授的人工智能、机器视觉、机器学习、智能计算、复杂系统控制等内容纳入到本实验教学中, 促进专业课程教学内容之间的有效衔接, 启发学生的科学研究思维, 提升技术研发能力。

1 智能化特色实验的开设时机

南开大学“智能科学与技术”专业始建于 2005 年, 首届本科生于 2010 年毕业。在 10 年

发展历程中, 智能科学与技术专业借助于南开大学文理并重, 基础宽厚的学科优势, 以及发展现代工学、突出应用与创新的办学特色, 依托于计控学院自动化与智能科学系、机器人与信息自动化研究所、计算机科学与信息安全系等单位, 在课程体系设计、教材建设、专业实践等方面均取得了长足的进步^[1-5], 目前已培养出 5 个年级的具有光、机、电系统综合知识、具备较强适应能力、能够在相应领域从事科研、开发、管理工作的高级工程技术人才, 学生毕业后去向较为理想^[6]。

在智能科学与技术专业的课程体系方面, 南开大学近年来将“智能技术”课程调整为“机器视觉”“机器智能”两门专业必修课程, 分别安排在二年级下学期与三年级上学期, 在三年级下学期安排“智能工程”“机器人学导论”专业必修课程, 以及“智能移动机器人导论”英文特色选修课程。

为加强学生实践环节与扩大学校的国际交流, 从 2013 年开始南开大学实行夏季小学期,

基金项目: 南开大学 2014 年新专业建设立项项目; 南开大学 2014 年本科重点教学改革项目。

第一作者简介: 王鸿鹏, 男, 副教授, 研究方向为智能机器人技术, hpwang@nankai.edu.cn。

我们所设计与开展的“空地一体化多机器人协调控制”实验已纳入到开设于大三夏季小学期的“智能专业实践”特色课程中,在 4 周时间里集中进行。此时学生已经掌握自动控制原理、现代控制论、计算机数据结构等自动化、计算机相关课程与机器视觉、机器智能、智能工程、机器人学等智能专业特色课程知识,这些知识的学习与能力的训练为学生进行智能化特色实验奠定了理论与实践基础。

“空地一体化多机器人协调控制”实验能够增强学生对分布式部署的飞行与地面移动机器人系统的控制、通信、规划、协调等相关技术的了解与掌握。学生们可以将该实验课程所掌握的技术进行延伸,既可以与“国家级大学生创新训练计划(国创)”“本科生创新科研百项工程(百项)”等大学生创新项目与“华为杯中国大学生智能设计大赛”等智能专业特色竞赛相结合,也可以在四年级继续进行智能系统方面的本科毕业设计,激发学生的创新性设计与实现的热情。

2 智能化特色实验的内容设置

“空地一体化多机器人协调控制”智能化特色实验主要由飞行与地面移动机器人、网络通信系统、协调控制系统组成。南开大学智能科学与技术专业利用 2013 年度新专业建设经费采购了 8 台地面移动机器人平台,利用 2014 年度新专业建设经费采购了 14 台多旋翼无人机飞行实验平台,基本上构建起一套能够支持 40 名本科生分组研发、联合调试的综合性实验平台。

本试验中学生所要实现的协作机器人系统是由多个具有一定智能的自治机器人组成,机器人之间通过网络通信的方式实现相互间的协作以完成联合探索与建图等复杂的任务。学生首先实现单个飞行或地面移动机器人的飞行控制与视觉检测,然后建立分布式多机器人系统的通信网络,

最后进行多机器人系统的协调控制,如图 1 所示。

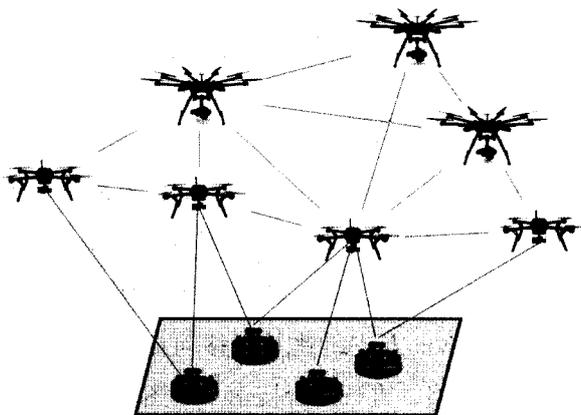


图 1 空地一体化多机器人协调控制实验平台架构图

我们建议在开展实验时,每个机器人系统安排 2 名学生,分别负责飞行控制与视觉检测;通信网络系统共安排 2 名学生进行网络设计与程序开发;协调控制系统安排 2 名学生进行算法设计与程序开发,该实验平台按照 2 个飞行机器人与 2 个地面移动机器人的最简配置,可组织 8 名学生进行联合实验,更多的学生也可以通过增加机器人数量、各小组增加人数的方式参与到实验教学中来。

2.1 飞行与地面移动机器人系统

移动机器人控制技术是智能专业本科生需要掌握的核心技术之一,本试验所选用的移动机器人系统包括了多旋翼无人机实验系统与轮式移动机器人实验系统,每台机器人都配备了网络摄像机用于进行图像采集与视觉伺服。在飞行机器人方面选用了 DJIS1000 型 8 旋翼无人机平台与 3DR-IRIS4 型 4 旋翼无人机平台,两种平台有侧重,8 旋翼无人机平台上搭载了可控自稳云台与高能微单相机,主要引导学生进行视觉 SLAM 方面的实践;4 旋翼无人机平台选用的是开源飞行控制系统,主要引导学生进行无人机飞行稳定性控制方面的实践。两种无人机平台均具备自主飞

行与视频图像采集的能力。在地面移动机器人平台方面, 选用了 QBot 轮式移动机器人系统, 学生可以基于 MATLAB 控制机器人和网络摄像机。

2.2 网络通信系统

通信是各机器人之间进行交流和协作的基础, 本实验采用基于无线局域网的多机器人通信平台, 学生应设计基于 TCP/IP 协议簇的网络模型, 以 Ad hoc 方式组建基于移动自组网的多机器人通信网络, 进行联合搜索与建图。

2.3 协调控制系统

本实验采用分布式的在线规划方法来进行多移动机器人的运动协调, 实验任务是多个机器人共同完成一个现场环境下的联合搜索与建图任务, 学生实验中要学习与体会多机器人体系结构设计、机器人自主定位、多机器人协调协作机制等技术, 并通过编程方式加以实现。

3 特色实验与课程体系的结合

智能化特色实验教育的目的在于培养学生在智能系统设计与分析方面的能力, “空地一体化多机器人协调控制” 实验涉及学生在多门专业课程中所学习到的知识与技能。学生可以从自动控制原理、机器人学导论、智能移动机器人导论等课程中学习到对于飞行或地面移动机器人的控制

与编程; 从机器视觉课程中可以学习到对机载网络摄像机的应用技术, 包括摄像机标定、图像采集与分析、主动视觉技术等知识; 从机器智能课程中可以学习到对机器人与环境知识的描述、空间搜索与路径规划、基于学习方法的视觉识别、多机器人协调控制等知识; 从智能工程课程中可以学习到如何分布式复杂智能系统设计、研发中的相关技术问题。

4 结语

智能科学与技术专业的“智能专业实践”课程采用大三小学期集中授课的方式, 学生能够利用 4 周时间通过分组研发, 协作实验的方式完成一个较大规模的综合性实验。我们所提出的“空地一体化多机器人协调控制”智能化特色实验可以使学生们综合运用在基础性课程与特色专业课程中所学到的知识, 根据个人兴趣选择开发模块, 共同实现一个分布式复杂系统的协调控制任务。

设计与开展智能化特色实验能够突出智能专业特色, 促进专业课程教学内容之间的有效衔接, 今后我们将在所提出的“空地一体化多机器人协调控制”进行效果评估的基础上, 总结经验并进行示范, 促进智能化特色实验教育工作开展, 深化教学改革与技术创新。

参考文献:

- [1] 方勇纯, 刘景泰. 南开大学“智能科学与技术”专业教学体系与实验环境建设[J]. 计算机教育, 2009(11): 21-25.
- [2] 杨鹏, 张建勋, 刘冀伟, 等. 智能科学与技术专业课程体系和教材建设的思考[J]. 计算机教育, 2010(19): 11-14.
- [3] 许林. 智能科学与技术专业本科实践课程的建设[J]. 计算机教育, 2011(15): 120-123.
- [4] 许林. 机器人课程在智能专业本科教学中的探索[J]. 计算机教育, 2012(18): 78-81.
- [5] 许林. 智能科学技术专业实践课程内容设计[J]. 计算机教育, 2013(19): 76-79.
- [6] 方勇纯. 智能科学与技术专业毕业生情况分析专业建设[J]. 计算机教育, 2010(19): 51-54.

(编辑: 赵 廓)