

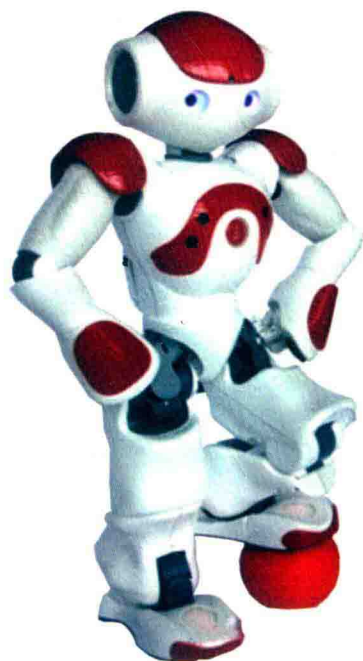
College Robotics Competition Guide
(Jiangsu)



大学生机器人 竞赛指南（江苏篇）

机器人非常适合通过竞赛来实现创新，机器人竞赛创建了通用可比较的机器人技术标准平台，并在此过程中促进研究人员之间的沟通和交流，进而推进机器人技术的发展；机器人竞赛在大学生创新教育中也发挥着巨大的作用。

◎ 谈英姿 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

大学生机器人竞赛指南

(江苏篇)

谈英姿 主编



东南大学出版社
SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

· 南京 ·

内 容 提 要

本书首先介绍机器人竞赛的缘起和国内外主要机器人赛事概况;其次针对 2018 江苏省大学生机器人竞赛十大类近 40 个竞赛项目,详细介绍各项目竞赛规则并提供相应的初步解决方案及部分项目技术报告,指导参赛队员设计机器人作品。机器人竞赛对培养大学生的实践能力、创新精神发挥着重要作用,本书对推动大学生机器人教育和竞赛具有现实意义。

本书可作为机器人赛事制定竞赛细则的指导书,也可供参加机器人竞赛的指导教师和参赛者参考。

图书在版编目(CIP)数据

大学生机器人竞赛指南. 江苏篇 / 谈英姿主编. —南京:东南大学出版社,2018.9

ISBN 978-7-5641-7968-7

I. ①大… II. ①谈… III. ①机器人技术—指南
IV. ①TP242-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 203743 号

大学生机器人竞赛指南(江苏篇)

主 编 谈英姿
责任编辑 陈 跃(025-83795627)

出版发行 东南大学出版社
地 址 南京市四牌楼 2 号
销售电话 (025-83794121/83795801)
网 址 <http://www.seupress.com>

出 版 人 江建中
邮 编 210096

电子邮箱 press@seupress.com

经 销 全国各地新华书店
开 本 889mm×1194mm 1/16
字 数 457 千字
版 次 2018 年 9 月第 1 版 2018 年 9 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5641-7968-7
定 价 53.00 元

印 刷 南京新世纪联盟印务有限公司
印 张 14 黑白 0.75 彩色

前 言

2004 年,作为东南大学 RoboCup 团队的指导教师,我参加了在南京邮电大学举办的首届江苏省大学生机器人竞赛。十多年过去了,江苏省大学生机器人竞赛已经成功举办了八届。该竞赛由江苏省教育厅和江苏省科学技术协会联合举办,每届竞赛由江苏省自动化学会和江苏省内一所高校共同承办。江苏省自动化学会专门成立了机器人竞赛工作委员会负责该项赛事。

近几年,智能制造 2025 和人工智能引发了机器人发展的一个新高潮。2017 年 11 月,江苏省第八届大学生机器人竞赛在南通理工学院举办,当时竞赛工作委员会主任林锦国教授提议,随着各个高校越来越多的机器人专业获批,机器人教育亟须实践创新项目的案例,出版一本机器人竞赛相关的书籍,为参赛队伍制作机器人作品提供思路,对推动江苏省各高校的机器人教育和竞赛具有现实意义。

全书内容主要分为总论篇和竞赛项目篇两个部分。

第一部分为总论篇(前 3 章),重点介绍机器人竞赛的缘起、国际重大机器人赛事和国内机器人主要赛项。旨在帮助读者了解机器人竞赛的发展史、项目设置和技术挑战等方面的基本信息。

- 第一章对整个机器人竞赛进行概述,从 1977 年 IEEE Spectrum 第一次提出“电脑鼠”竞赛的概念出发,探究机器人竞赛的缘起,并对机器人竞赛的项目设置进行简单探讨。
- 第二章介绍了国内外主要的机器人赛事,包括 1991 年开始比赛的 IARC 国际空中机器人大赛;有着超过 20 年历史的 FIRA 微型机器人世界足球锦标赛和 RoboCup 机器人世界杯;2002 年开始的 ABU Robocon 亚太大学生机器人大赛;2012 年启动的 DARPA 机器人挑战赛;2015 年由大疆创新创办的 RoboMasters 大赛和 2015 年开始的世界机器人大会上的“世界机器人大赛”。
- 第三章在回顾前七届江苏省大学生机器人大赛的基础上,重点总结了第八届赛事,包括项目设立和参赛队伍,并列出了每个参赛项目的前 3 名。

第二部分为竞赛项目篇(第四章至第十三章),详细介绍了江苏省大学生机器人大赛十大类项目各个子项目的竞赛规则和参考方案及部分项目的技术报告。

- 第四章工业机器人包括机器人装配、双机器人工作站、码垛机器人和建筑工程师 4 个分项目。
- 第五章交通/物流机器人包括无人车多车交互赛、分拣搬运机器人和智慧快递等项目。
- 第六章安防/武术机器人包括排爆救援、密室夺宝、武术机器人和阵地攻防等项目。
- 第七章空中机器人包括室外空中巡防和室内空中救援 2 个子项目。
- 第八章水中机器人包括管道巡检和水下角力 2 个子项目。
- 第九章服务机器人包括医疗服务机器人规定动作项目和技术挑战项目、人物识别挑战赛、物品辨识挑战赛等项目。
- 第十章体育机器人的子项目在 10 个大类中是最多的,包括机器人跳高、跳远,机器人越野,机器人足球(小型组),机器人高尔夫球赛,机器人竞步,机器人体操等项目。
- 第十一章文化休闲机器人包括机器人舞蹈、机器人书法和机器人探险游等项目。
- 第十二章仿真机器人包括机器人足球仿真和机器人救援仿真 2 个项目。
- 第十三章综合类机器人包括机器人自主创新设计竞赛和格斗机器人 2 个项目。

江苏省自动化学会机器人竞赛工作委员会全体成员为本书的编写提供了大力支持,特别是竞赛工作委员会顾问张颖超教授和主任林锦国教授,一直在努力促成本书。还要特别感谢竞赛工作委员会副主任南京航空航天大学的赵东标教授和南京工程学院郁汉琪教授,还有南京师范大学申忠宇教授和南京邮电大学高翔教授,他们都为本书提出了宝贵的修改意见。另外,江苏省大学生机器人竞赛项目的所有裁判长也对本书的编写给予了大力支持!这里一并感谢:高翔、陈磊、夏海洵、卢涌、王军、朱恩亮、贾永兴、王善华、夏庆锋、张建兵、胡凯、杨雪、朱海荣、吴青聪、毛丽民、申忠宇、李汉军、王程民、谢玲、梁志伟、钱厚亮。

最后特别感谢江苏省自动化学会理事长、东南大学费树岷教授在百忙之中抽出时间为本书作序。

作者

2018 年 8 月

序

源自 1977 年 IEEE Spectrum 首次提出“电脑鼠”竞赛的概念,机器人概念下的各种形式竞赛于 20 世纪 90 年代开始在全世界范围内萌芽成长,经过 20 多年的发展,现今的机器人竞赛可谓精彩纷呈。大学生层次的机器人竞赛,不仅对激发大学生在校期间科技创新精神起到促进作用,也提升了他们在学习科技类知识的兴趣。

人工智能的快速发展对机器人相关技术的促进是不言而喻的,这反过来也促进了人们对机器人的高度关注和兴趣,同时进一步点燃了大学生参加机器人竞赛的热情。

2004 年首届江苏省大学生机器人竞赛,由江苏省自动化学会和南京邮电大学共同承办。江苏省大学生机器人竞赛至今已成功举办八届,最初每两年 1 届,2014 年之后每年 1 届。参赛队伍不断扩大——从第一届的 17 所高校 65 支参赛队伍,到 2017 年第八届的 92 所高校超过 700 支参赛队;竞赛项目也不断加入新的赛项,首届江苏省大学生机器人竞赛正式比赛不到 10 个项目,而即将举办的 2018 年第九届省赛共有十大类近 40 个竞赛项目。

该赛事不仅受到全省各高校的高度重视,也得到了大学生的积极参与和支持,激发了他们的科技创新的高度热情和兴趣。

江苏省大学生机器人竞赛组委会需面对越来越多的项目和更多的队伍,为更好地推动该赛事的健康发展,江苏省自动化学会组织编写本书,作为江苏省大学生机器人竞赛指定参考书,不仅可以了解机器人竞赛的发展、竞赛类别、规则与项目设置等信息,同时对指导教师和参赛队员起到良好的指导作用。通过竞赛规则介绍与提供相应的初步解决方案及部分技术报告,指导参赛队员进行机器人作品设计。本指导书具有很强的可读性和指导性。我相信机器人竞赛对培养大学生的实践能力、科技创新精神的培养将发挥重要作用,本书对于推动大学生机器人教育和竞赛指导具有重大意义。

费树岷

2018 年 8 月于南京

目 录

第一篇 总论

第一章 机器人竞赛概述	002
1.1 机器人竞赛的缘起	002
1.2 机器人竞赛的意义	003
1.3 机器人竞赛项目设置	004
1.4 机器人竞赛赛项分析	005
第二章 国内外机器人赛事概览	006
2.1 国际著名机器人赛事	006
2.2 国内主要机器人赛事	014
第三章 江苏大学生机器人竞赛	019
3.1 江苏大学生机器人竞赛历程	019
3.2 第八届江苏省大学生机器人大赛	021

第二篇 竞赛项目

第四章 工业机器人	031
4.1 机器人装配	031
4.2 双机器人工作站	035
4.3 固定式码垛机器人	040
4.4 建筑工程师	043
第五章 交通/物流机器人	046
5.1 无人车多车交互赛	046
5.2 分拣搬运机器人	060
5.3 智慧快递	065
第六章 安防/武术机器人	074
6.1 排爆救援	074
6.2 密室夺宝	080
6.3 武术机器人综单对打	084
6.4 武术机器人动作投影	090

6.5 阵地攻防	097
第七章 空中机器人	114
7.1 空中巡防(室外)	114
7.2 空中救援(室内)	117
第八章 水中机器人	121
8.1 水中机器人管道巡检	121
8.2 机器人水下角力	123
第九章 服务机器人	127
9.1 医疗服务机器人(规定动作)	127
9.2 医疗服务机器人(技术挑战)	130
9.3 人物识别挑战赛	135
9.4 物品辨识挑战赛	138
第十章 体育机器人	142
10.1 机器人跳高/跳远	142
10.2 机器人越野	146
10.3 机器人足球(小型组)	151
10.4 机器人高尔夫球赛	155
10.5 机器人竞步	160
10.6 机器人体操	167
第十一章 文化休闲机器人	172
11.1 机器人舞蹈	172
11.2 机器人书法	178
11.3 机器人探险游	180
第十二章 仿真机器人	189
12.1 RoboCup 机器人 3D 足球仿真	189
12.2 RoboCup 救援仿真	193
第十三章 综合类机器人	198
13.1 机器人自主创新设计竞赛	198
13.2 机器人格斗搏击	199
附录 1 小型机器人足球比赛规则	203
附录 2 全国机器人专业高校名录	213
附录 3 彩色图表清单	217
参考文献	224

总 论

机器人是传统机械结构与现代电子技术及智能控制相结合的产物,涉及人工智能、机器人学、通讯、传感、精密机械和仿生材料等诸多领域。机器人技术作为一门综合性学科,世界各地的高校、科研院所每年都投入大量的人力物力进行研究;但机器人是一个具有环境交互性、多学科综合的复杂系统,各类机器人研究方法之间很难相互比较和验证。

1977年,IEEE Spectrum杂志首次提出了电脑鼠(Micromouse)的概念,并于1979年举办了首届电脑鼠竞赛,从此开启了机器人竞赛的历程。各类机器人竞赛集趣味性、观赏性、科普性为一体,通过设置丰富多彩的项目竞赛规则,使得机器人能在一个可比较的平台上充分展示其机械传动的精巧性、运动控制能力和智能化水平,从而推进机器人相关技术的研究水平。

机器人竞赛作为创新教育的战略性手段,也在世界各地的教育机构广泛开展,从小学、中学到大学都有机器人竞赛的教育活动。本书将重点关注大学生机器人竞赛。主要面向机械、电子、自动化、仪器科学与工程、计算机、航空航天技术、通信技术等相关工科类专业学生的机器人竞赛教学实践平台,在培养学生创新意识和提高专业技能与工程实践能力方面具有显著优势,对培养学生多学科交叉的创新能力和综合知识应用能力和团队协作精神均有重要意义。

在国际上,IARC国际空中机器人大赛、FIRA国际机器人足球联盟、RoboCup机器人世界杯赛等都有着超过20年的历史,参赛队伍众多,越来越多的国家和地区参与其中,各种国际机器人会议也开辟了形式多样的机器人竞赛。中国机器人大赛的历史可追溯到1997年,通过近20年的发展,参与的学校越来越多,机器人赛事也有了更多的发展,不仅有全国范围的机器人大赛,而且江苏、山东、浙江等也相继举办省级机器人竞赛。

本篇重点介绍机器人竞赛的缘起、国际重大机器人赛事和国内机器人主要赛事,旨在了解机器人竞赛赛事的发展史、项目设置和技术挑战等方面的基本信息。

第一章 机器人竞赛概述

机器人竞赛大多需要制作一个实物,机器人的设计和实现涉及多方面能力,包括多学科知识、动手技能和创新精神,可以说机器人是当今竞争最为激烈的领域。机器人竞赛在培养大学生团队协作精神、智能产品设计能力、智能算法开发应用能力、人工智能应用能力、智能仿真能力等方面具有不可替代的作用,机器人领域特别适合通过竞赛进行创新。

总体来说,机器人竞赛分为机器人竞技类项目和基于任务挑战项目两大类。机器人竞技类项目是受人类竞技启发的项目,其中大多数是体育类,如 RoboCup 的机器人足球、FIRA 的机器人射击和马拉松等。基于任务挑战项目则为机器人系统提出高性能目标来吸引参赛人员解决关键技术问题,如 IARC 的任务挑战、RoboCup 的救援机器人和家庭服务机器人等。特别是基于任务挑战的机器人竞赛项目,在比赛过程中不断推进相关的机器人技术,并最终在现实社会得到实际应用。

本章从 1977 年 IEEE Spectrum 第一次提出电脑鼠竞赛的概念出发,探究机器人竞赛的缘起,并对机器人竞赛的项目设置和赛项进行简单说明。

1.1 机器人竞赛的缘起

机器人竞赛起源于电脑鼠(Micromouse)竞赛。电脑鼠是使用嵌入式微控制器、传感器和机电运动部件构成的一种智能行走装置,可以算作微型机器人,电脑鼠可以在不同“迷宫”中选择路径,采用相应的算法,快速达到所设定的目的地。

1977 年,IEEE Spectrum 杂志介绍了 Micromouse(电脑鼠)的概念并发布准备举办电脑鼠竞赛的消息,于 1979 年在纽约进行了首届竞赛。当时大约有 6000 人参加报名,要求设计一个具有移动能力、感知能力和判断能力的综合智能机构,能够在迷宫中寻找出口,最终有 15 名参赛者完成了首届比赛,此次比赛夺冠的是一个简单的跟随机机器人。之后比赛规则迅速改变,将电脑鼠的目标点从迷宫的边缘移到中心,相关的技术挑战难题重点在路径搜索方面。20 世纪 80 年代,电脑鼠比赛在欧美和日本等地变得非常流行。

电脑鼠迷宫竞赛结合了机械、电机、电子、控制、光学、程序设计和人工智能等多方面的科技知识。1991 年以来,国际电气和电子工程学会(IEEE)每年都要举办一次国际性的电脑鼠竞赛,如图 1-1 所示,依照比赛规则,当电脑鼠放入起点,按下启动键之后,它就必须自行决定路径搜寻并且在迷宫中前进、转弯、记忆迷宫墙资料、计算最短路径、搜寻终点等功能。该竞赛目前已经是一个高度优化的比赛,参赛队的电脑鼠可以在 5 s 内走完迷宫。

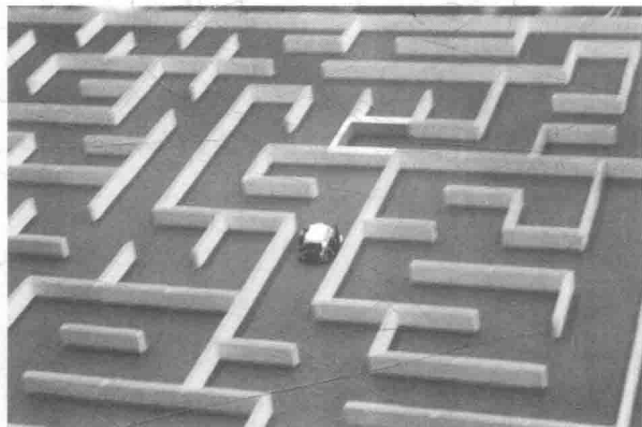


图 1-1 电脑鼠比赛平台

在人类科技发展史上,人们一直在尝试着想要

创造出具有肢体、感官、脑力等集成一体的智能机器人,所以 1977 年电脑鼠的概念被提出后很快被大众接受,电脑鼠就是一个能够用来诠释肢体、感官及脑力综合工作的基本实例,希望能够借助电脑鼠的竞赛平台来研究与推进更加复杂的智能机械。

电脑鼠竞赛的成功,开启了越来越多的机器人竞赛之路。

1.2 机器人竞赛的意义

机器人非常适合通过竞赛来实现创新。机器人竞赛的意义在于创建通用的机器人技术可比较标准平台;并在机器人竞赛过程中促进研究人员之间的沟通和交流进而推进机器人技术的发展;同时,机器人竞赛在大学生创新教育中也发挥着巨大的作用。另外,通过机器人竞赛也进行了相应的机器人知识科普宣传。

1.2.1 机器人技术可比较标准平台

机器人领域非常广泛,涵盖了机械设计、电子学、控制理论、信号处理、软件工程和机器学习等方面的研究。除了该领域的广度之外,研究的本质还要求 1 种或多种智能体与环境相互作用,从而限制了机器人领域中研究人员相互之间的分享和验证他们的研究成果。

在科学和工程中常见的标准化测试,共享测试数据集(如用于图像处理和机器学习社区的测试数据集)和参考实现(用于计算机科学算法评估)等标准技术,无法涵盖机器人系统的全部范围。事实上,机器人系统中使用的许多子系统是可以用这些相同的技术进行单元测试的,然而机器人的各个子系统被整合到一起后具有与环境进行相互作用的特性,标准测试集的方法就突显其局限性。机器人领域迫切需要创建一个通用测试平台,用于机器人技术之间的相互比较,机器人竞赛承担起了这个机器人技术可比较标准平台的角色。

1.2.2 学生创新教育实践平台

机器人本身就是创新的产物,在大学生创新教育方面可以提供一个好的实践平台。机器人教育的创新性、实践性能够较好地培养学生创新意识和探索新事物的综合能力。

开展机器人竞赛对学生的创新实践意义非常深远。

首先,学生在参加机器人竞赛过程中学习综合利用机械工程、自动控制、计算机、人工智能和电子技术等多学科的知识 and 机器人技能操作,不仅提升了动手实践能力、开阔了思维,也提高了解决实际问题的能力。

其次,学生在搭建机器人完成相关竞赛任务中,难免遇到不少问题和挫折,需要不断地尝试和摸索,这是一个相对漫长的过程。学生在这个不断遇到问题、解决问题的过程中,意志和毅力也得到了磨炼。

再次,机器人竞赛也培养了学生的协作能力和团队合作的精神。机器人活动不是独自一个人的活动,大部分机器人项目都需要 2 个甚至更多的成员协同合作完成。一个团队共同去探索问题并努力解决问题的过程中可以锻炼团队成员之间互帮互助以及协作能力,共同完成任务。

最后,机器人竞赛也提升了学生的科技素养。在机器人竞赛探索过程中激发了学生对科学的热爱和学习、追求发明创造的热情,提升他们的科技素养。机器人竞赛就不仅是高校创新人才培养的重要手段,也逐渐成为用人单位选拔人才的重要依据。

1.2.3 大众科普教育窗口

机器人在大多数人眼中是高新科技的代表,越来越多的机器人竞赛现场向公众开放,而且有媒体来报道,特别是传播广泛的电视媒体和网络媒体。如 RoboCon 比赛,自 2002 年开始至 2013 年一直由中央

电视台直播比赛现场。通过机器人竞赛可以让广大普通民众易于理解和接受机器人的基本知识,一般机器人竞赛现场也会有一些相关机器人企业展示各自的机器人产品,推广机器人技术的应用,可以说机器人竞赛的同时也是大众机器人科普教育的窗口。

1.3 机器人竞赛项目设置

机器人竞赛的范围非常广泛,本节中将从不同的角度来讨论机器人竞赛项目的设置和实施。

1.3.1 机器人竞赛参与者

大学生机器人竞赛中,机器人教育与机器人研究两方面是相互支持的。一方面,大多数的机器人竞赛参赛人员为不同背景和不同专业的学生,具有一定的教育成分;另一方面,如果把机器人竞赛看作是一种教育工具,那么它就代表了最先进的教育形式之一。虽然研究和教育是相互关联的,但在许多机器人竞赛中需要在机器人研究和教育之间获得平衡发展。

1.3.2 机器人竞赛的挑战

机器人竞赛依赖于挑战。虽然现在的比赛大多是机器人和机器人比赛,而不是机器人和人比赛,但大量的项目受人类竞赛的启发,如机器人足球。竞技类机器人项目都是提出一项明确的性能要求让机器人之间进行技术比较;另一种挑战旨在提出一个具体问题来解决机器人技术难题,如国际空中机器人大赛设计的挑战任务,希望通过实现这一目标,推进新的机器人技术的成熟使用。

1.3.3 机器人类型的选择

竞赛形式和参赛目的决定着机器人的选择。使用商用机器人和机器人套件使得参赛队伍能够快速上手,参加机器人竞赛,如 RoboCup 机器人足球中的标准平台组,使用统一的 NAO 机器人。使用同类机器人,可以使得参赛队伍专注于算法创新方面的竞争。对于一些基于任务的挑战类项目,机器人类型应不受限制,其中新颖的机器人机构设计可能是简化问题和实现挑战任务(如空中飞行机器人大赛)的关键。

1.3.4 机器人竞赛场景设置

大部分对抗型(竞技类)机器人比赛项目竞赛环境的设置在竞赛规则中是已经确定好的,在比赛前各参赛队伍都已明确知晓;而另外一些机器人竞赛,事先只提供一般性描述,比赛现场的环境并不是事先预知的,例如在机器人救援比赛中,比赛场景的设置对参赛队伍有很大影响。

另外,机器人竞赛场景的设置要考虑到易于现场搭建,还要考虑到参赛队伍需要在赛前备战搭建比赛环境,机器人竞赛场地的材料要易于获取或购置。

1.3.5 机器人竞赛的现场评估

性能评估是机器人领域的一个悬而未决的问题,机器人竞赛为机器人系统研发和机器人技术的相互比较提供了一条新的途径。所设置的机器人竞赛项目的现场评估应该有较为细致的评分规则,以提供对机器人进行可靠和可重复的测试。

1.3.6 机器人竞赛的组织者

机器人竞赛通常起源于相关科学兴趣小组的需要,例如会议(例如 AAI, ICRA)、研究资助机构(例如 DARPA)或企业私人公司。前两种组织建立的持续竞赛往往会通过一个专门的非营利基金会,如

RoboCup 和 FIRA。然而,越来越多的机器人竞赛正在成为一项重大活动。以企业为主导的机器人竞赛也不断涌现,如大疆创新的 RoboMaster 机甲大师赛,公司现在将机器人竞赛视为超越最先进产品的开发并推广其产品的可行工具。

1.3.7 机器人竞赛的赞助机构

竞赛的组织需要大量的人力财力。

机器人竞赛获得赞助的来源:

- 承办竞赛的学校(作为其教育活动的一部分)和为机器人研究提供支持的资助机构。
- 政府机构。它们把机器人竞赛作为推动公众关注科学技术发展的手段。
- 机器人制造商往往也有意赞助推动使用其产品的机器人竞赛。除了赞助特定的机器人竞赛外,公司也将支持竞赛作为广告的一种形式,扩大企业知名度并以此作为招聘的另一种形式。

1.4 机器人竞赛赛项分析

机器人竞赛分为竞技类项目和基于任务挑战的项目,本节将重点分析这两大类项目的特点。

1.4.1 机器人竞技类的竞赛

最初的机器人竞赛项目大多是从人类竞技中获取灵感的。这些竞赛项目通常与体育相关,如机器人奥运会比赛、机器人足球比赛等比赛项目。这类竞赛项目的显著特征是模仿人类的竞技规则,这些项目的另一个挑战是有些项目涉及多个机器人(如机器人足球),这样的竞赛项目不仅仅是机器人团队合作,更需要参赛的机器人研发团队的成员协作。

一般来说年轻人容易对竞技类项目产生兴趣,进而被吸引投入时间和精力进行机器人研究,所以竞技类机器人项目容易吸引大量参赛者。另外竞技类机器人竞赛对公众也有很大的吸引力,很多媒体也参与机器人竞技竞赛,并且在体育新闻中进行报道。

机器人足球在这类比赛中扮演着重要的角色。1992 年开始提出机器人来踢足球的概念,1996 年开始进行机器人足球竞赛尝试,目前有 FIRA 和 RoboCup 两个主要的组织在进行机器人足球比赛。本书将在第二章对 FIRA 和 RoboCup 进行论述。

1.4.2 基于任务挑战的项目

基于任务挑战的机器人竞赛项目旨在推动创新,提高机器人技术在特定领域的应用,这种类型的竞赛也吸引了机器人专业人士,是提高机器人企业参与积极性的有效方法,如 DARPA 机器人挑战赛中就有不少机器人专业公司和高校参赛。

基于任务挑战的机器人竞赛项目同样会吸引大量的观众观战,但与机器人竞技类项目不同,有些竞赛项目可能仅仅对组织者、参赛队伍和媒体开放。

基于任务挑战的机器人比赛中,要完成任务没有明确的技术路线,通常被视为挑战。挑战往往会设置现金奖励,如 DARPA 机器人挑战赛中冠军队的现金奖励是 200 万美元,亚军奖励 100 万美元,季军是 50 万美元。

在诸如 AAI 和 ICRA 等科学会议中,也将机器人竞赛推向基于任务挑战。在此背景下,服务机器人也成为灵感的来源,解决诸如供应饮料或识别主人等任务。RoboCup@ Home 将服务机器人面临的多项挑战整合到一个结构化环境中。

本书第二章将介绍两个代表性基于任务的竞赛国际空中机器人大赛和 DARPA 挑战赛。虽然机器人差异显著,但驱动因素和竞赛方法却有相似之处。

第二章 国内外机器人赛事概览

1977 年电脑鼠(Micromouse)的提出,开创了机器人竞赛的先河。计算机软硬件技术的飞速发展,推动了机器人相关领域的研究和创新活动,各类国际组织相继开展机器人竞赛活动,并逐渐形成了每年一届的赛事。本章重点介绍目前国内外的主要机器人赛事。

如图 2-1 所示,IARC 国际空中机器人大赛、FIRA 微型机器人世界足球锦标赛、RoboCup 机器人世界杯等都有着超过 20 年的历史,越来越多的国家和地区的队伍参与到这些机器人的竞赛中;2002 年开始的 ABU Robocon 亚太大学生机器人大赛由于中国中央电视台的转播,使得机器人竞赛在中国国内的影响力不断增加;2012 年提出的 DARPA 机器人挑战赛受到福岛核灾启发,模拟类似核电厂事故的情况,要求机器人完成包括开车、进门、打开活阀、破墙、清理瓦砾堆和爬楼梯等任务;2015 年由大疆创新创办的 RoboMasters 大赛,要求参赛队伍建造能够发射弹丸的机器人与其他队伍进行对抗。

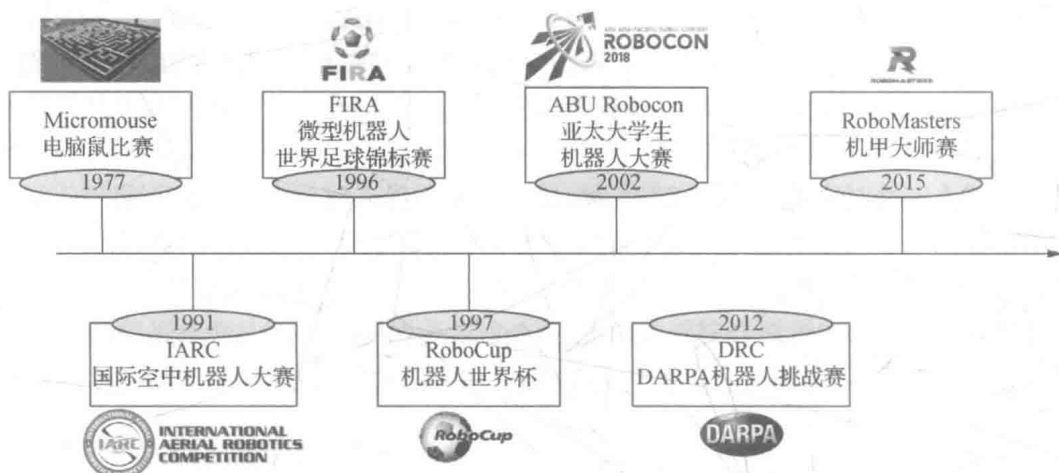


图 2-1 国内外主要机器人赛事

2.1 国际著名机器人赛事

本节重点介绍 IARC(International Aerial Robotics Competition)国际空中机器人大赛、FIRA(Federation of International Robot-soccer Association)国际机器人足球联盟、RoboCup(Robot World Cup)机器人世界杯和 DRC(DARPA Robotics Challenge)DARPA 机器人挑战赛等。

2.1.1 IARC 国际空中机器人大赛

◆ 赛事简介

竞赛组织者: AUVSI (Association for Unmanned Vehicle Systems International)

竞赛主页: <http://www.aerialroboticscompetition.org>



该竞赛属于典型的基于任务型的竞赛挑战项目。国际空中机器人大赛始创于 1991 年,由美国乔治亚理工大学罗伯特教授倡导,AUVSI 资助,每年举办 1 次。赛事至今已完成了 6 代任务,均是从自动到自主控制逐步提高的智能高技术比赛任务。

第 6 代比赛任务从 2010 年开始,2012 年该项赛事由中国航空学会制导、导航与控制分会引入国内,设立国际空中机器人亚太赛区,每年与美国赛区同期举行赛事。2015 年,中国中央电视台(CCTV)在亚洲所有电视台播出,上亿人观看了亚太区比赛。

◆ 赛事历程

如图 2-2 所示,从 1991 年开始,每次设定一个挑战任务,完成后再设立下一个任务。目前已完成的挑战中,中国清华大学于 2013 年完成了任务六的挑战。

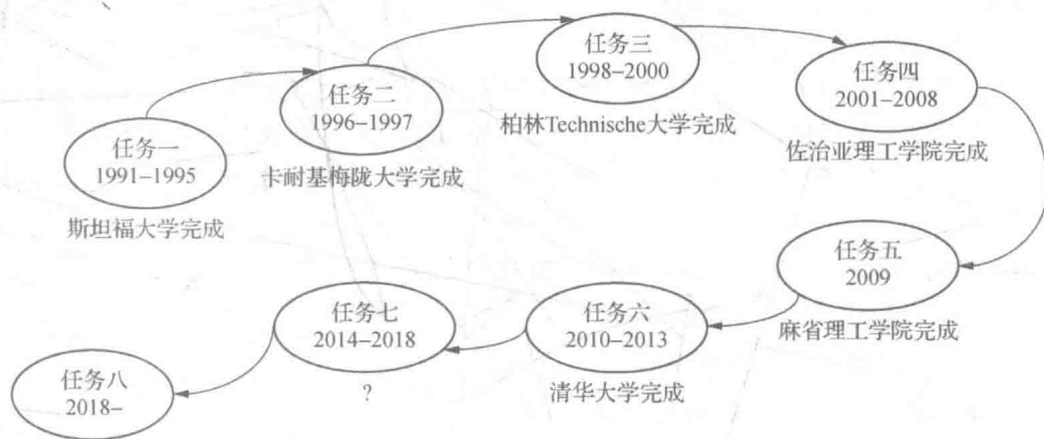


图 2-2 IARC 国际空中机器人大赛历次任务完成情况

- 任务一:空中机器人使用了三合一 GPS 载波天线/接收机,验证了全自主飞行能力和不依赖惯性系统导航能力以及两个地点间物体搬运能力。
- 任务二:空中机器人使用差分 GPS 导航技术,验证了自主空中测绘、毫米级目标识别和目标获取的能力。
- 任务三:空中机器人验证了自主搜索和营救的能力。该次任务结合了定位和识别灾害中生还者和死者的能力,在混乱、烟雾和昏暗环境中对各种威胁的规避能力(15 m 高的火焰、间歇的水柱),以及描绘灾害场景的能力。
- 任务四:空中机器人验证了长距离自主飞行的能力(3 km)。空中机器人需发现一个村庄及其中的一间特定房屋,识别房屋所有的入口(开着的窗户/门),并派遣辅助机器人进入入口。
- 任务五:即第四次任务的延伸。第四次任务中的辅助机器人使用 SLAM 技术完成自主飞行,绘制室内地图及定位一个目标。
- 任务六:室内飞行场景更加复杂。空中机器人需能够自主地绘制建筑物的室内地图,躲避或摧毁安防措施,发现并理解墙上的文字指引信息(阿拉伯文),进而找到放置机密物品的房间。空中机器人需进入房间取走机密物品,放入替代品,并快速地退出建筑物。利用 SLAM 和目标识别技术,该次任务在 2013 年 8 月被清华大学团队完成。
- 任务七:将有 3 个新行为挑战。这 3 个行为在前 6 次 IARC 任务中从未被尝试过。第一,空中机器人与地面移动物体(具体而言是地面自主机器人)的交互行为。第二,在一个开放环境中的导航行为。该环境中无外界导航辅助、GPS 或墙壁等静止点。第三,与其他竞争对手(空中机器人)的博弈行为。
- 任务八:除了之前一系列任务所要求的技术特性(如全自主能力、避障能力、导航制导能力等)以

外,任务八的参赛机器人还需要具备以下特性:

- (1) 非电子人机交互能力(即对无人机的非电子控制,如语音控制、手势控制等)。
- (2) 通过机群上传感器的信息融合,增强操纵人员的态势感知能力。
- (3) 机群间交互能力。
- (4) 空中目标辨识能力。
- (5) 不同空中机器人在同一片空域中执行不同任务时彼此的交互能力。

2.1.2 FIRA

◆ 赛事简介

竞赛组织者: FIRA 国际机器人足球联盟

竞赛主页: <http://firaworldcup.org>

1996 年,国际机器人足球联合会(FIRA)组织了第一次机器人足球和其他体育比赛。FIRA 的主要目标是通过使用机器人运动作为基准问题,推动机器人、机器学习、计算机视觉和人工智能的尖端研究。第二个目标是向学生介绍上述领域的最新技术和方法,并为他们未来的职业做好准备。

许多有趣的研究都来自 FIRA 社区,包括滑冰和滑雪智能人形机器人。

2017 开始,FIRA 竞赛分为 4 个大赛:

- FIRA Sports: 体育运动项目和类似赛事。
- FIRA Youth: 针对青少年,包括初中和高中学生。
- FIRA Challenges: 如搜索和救援等更复杂的事件,往往只能通过远程操作解决。
- FIRA Air: 自主式无人机的新赛项。

◆ 赛事历程

如表 2-1 所示,从 1996 年在韩国大田的 KAIST 举办第一届 MiroSot 比赛至今,FIRA 已经举行了 22 届世界杯比赛,足迹遍布亚洲、欧洲、美洲和大洋洲,成为各类国际机器人竞赛中最具水平和影响力的赛事之一。除了一年一度的世界杯比赛以外,每年还有许多地区性的 FIRA 机器人足球比赛。蓬勃发展的机器人足球比赛对机器人足球的研究起到了巨大的推动作用。

表 2-1 FIRA 历届比赛

竞赛	时间	主办国或地区	城市
MiroSot '96	1996 年 11 月 9 日至 12 日	韩国	大田
MiroSot '97	1997 年 6 月 1 日至 5 日	韩国	大田
FIRA 1998	1998 年 6 月 29 日至 7 月 3 日	法国	巴黎
FIRA 1999	1999 年 8 月 4 日至 8 日	巴西	坎皮纳斯
FIRA 2000	2000 年 9 月 18 日至 24 日	澳大利亚	洛克汉普顿
FIRA 2001	2001 年 8 月 1 日至 5 日	中国	北京
FIRA 2002	2002 年 5 月 23 日至 29 日	韩国	釜山
FIRA 2003	2003 年 9 月 27 日至 10 月 30 日	奥地利	维也纳
FIRA 2004	2004 年 10 月 27 日至 31 日	韩国	釜山
FIRA 2005	2005 年 12 月 11 日至 16 日	新加坡	新加坡



续表

竞赛	时间	主办国或地区	城市
FIRA 2006	2006 年 6 月 30 日至 7 月 3 日	德国	多特蒙德
FIRA 2007	2007 年 6 月 14 日至 17 日	美国	旧金山
FIRA 2008	2008 年 7 月 22 日至 25 日	中国	青岛
FIRA 2009	2009 年 8 月 18 日至 20 日	韩国	仁川
FIRA 2010	2010 年 9 月 15 日至 19 日	印度	班加罗尔
FIRA 2011	2011 年 8 月 26 日至 30 日	中国台湾	高雄
FIRA 2012	2012 年 8 月 20 日至 25 日	英国	布里斯托尔
FIRA 2013	2013 年 8 月 24 日至 29 日	马来西亚	莎阿南
FIRA 2014	2014 年 11 月 5 日至 9 日	中国	北京
FIRA 2015	2015 年 8 月 4 日至 9 日	韩国	大田广城市
FIRA 2016	2016 年 12 月 14 日至 18 日	中国	北京
FIRA 2017	2017 年 8 月 23 日至 27 日	中国台湾	高雄
FIRA 2018	2018 年 8 月 6 日至 12 日	中国台湾	台中

2.1.3 RoboCup

◆ 赛事简介

竞赛组织者: RoboCup(Robot World Cup)国际联合会

竞赛主页: <http://www.robocup.org>

RoboCup(Robot World Cup)机器人世界杯赛,是当前国际上级别最高、规模最大、影响最广泛的机器人赛事。1993 年,日本研究者浅田埤(Minoru Asada)、YasuoKuniyoshi 和北野宏明(Hiroaki Kitano)等人决定创办机器人比赛,随后得到国际研究者的响应,并扩展成国际性项目——Robot World Cup 机器人世界杯,简称为 RoboCup。1997 年组织了首届比赛,并在此次比赛中提出了 RoboCup 的终极目标——到 2050 年,将会有一支全自主的类人形机器人足球队能够击败人类世界杯冠军球队。

“By the middle of the 21st century, a team of fully autonomous humanoid robot soccer players shall win a soccer game, complying with the official rules of FIFA, against the winner of the most recent World Cup.”

有了这样一个长期的目标,RoboCup 是一个持续竞赛,通过一系列在机器人之间实现足球比赛的测试平台来应对研究、教育和工程挑战。该竞赛每年都在不断发展,每年评估参赛机器人的表现并为各个项目的目标制定路线图。

如图 2-3 所示,RoboCup 目前的赛事从最初的机器人足球,不断发展形成了 RoboCup Soccer(足球)、RoboCup Junior(青少年)、RoboCup Rescue(救援)、RoboCup@home(家庭)和 RoboCup Industrial(工业)5 个大类。

◆ 赛事历程

如表 2-2 所示,自 1997 年,RoboCup 已经成功举办 22 届。

