



浙江省高等教育重点建设教材

竞赛机器人 本体制作教程

JINGSAI JIQIREN
BENTI ZHIZUO JIAOCHENG



主 编 赵明岩
副主编 檀中强
主 审 陈秀宁

 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

浙江省高等教育重点建设教材

竞赛机器人本体制作教程

主 编 赵明岩
副主编 檀中强
审 稿 陈秀宁

图书在版编目(CIP)数据

竞赛机器人本体制作教程 / 赵明岩主编. —杭州:
浙江大学出版社, 2013. 8
ISBN 978-7-308-11779-1

I. ①竞… II. ①赵… III. ①机器人技术—教材
IV. ①TP24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 146356 号

内 容 提 要

本教程内容与机器人竞赛紧密相关,既可作为初学者的入门教材,也适用于中、高级机器人制作者使用。本书是高校开展创新教育、培养创新人才的参考书,也可作为学生参加各种竞赛活动的辅导教材。本书从实践方面给学生最直接的指导,使学生全面认识机器人竞赛,提高参赛学生的竞赛成绩。

全书共分 10 章,系统地介绍了参加机器人竞赛的整个过程,内容包括:机器人竞赛中常采用的各种方案、运动系统的选择、各种类型的机械手臂、机械手、行走、搬运、越障、攀爬等方案;竞赛中常用的机械加工方法及工具;机械本体的加工、装配及调试;本体设计及三维动态仿真、创新设计实例及现代设计方法;电控、传感器部分的设计与制作,常用的驱动方式及电机的选择、竞赛常用的控制平台;4 种解救人质机器人、3 种抗灾救援机器人制作实例;机器人竞赛及机器人技术的发展趋势等。

竞赛机器人本体制作教程

赵明岩 主 编
檀中强 副主编

责任编辑 杜希武

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 浙江时代出版服务有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14

字 数 358 千

版 次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-11779-1

定 价 29.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式:0571-88925591; <http://zjdxcbbs.tmall.com>

序

赵明岩先生新著《竞赛机器人本体制作教程》即将正式出版面世,我有幸得以提前研阅,深感这是一本具有鲜明特色的指导机器人竞赛的创新专著。

机器人竞赛是近年来国际国内迅速兴起的一种集高新科技、趣味性和竞技性于一体的极具魅力的科技创作竞赛活动,为培养和提高学生创新意识、创新思维和创新能力提供良好的实践平台。深受广大青少年喜爱,引起社会广泛的关注。实践表明越来越凸显其对培养创新人才所发挥的重要作用。与此同时,这一新兴的竞赛当前确也存在缺少较系统的相关指导资料的情况。本书应运而生,成为率先出版的指导机器人竞赛的创新专著。

本书作者赵明岩先生多年指导学生参加机器人竞赛和机械设计竞赛,取得丰硕的竞赛成果和殊荣,积累和研究了成熟的指导经验,汇集和编写了大量精辟的资料,并在实践中充实、精炼和提高。数载辛勤笔耕,终于编著成书。

本书针对性、实用性强。全书以学生参加竞赛机器人本体制作进行系统全面论述和指导为主线,并以广大学生的实际情况和条件作为切入点,抓住机器人设计制作竞赛中的关键问题加以介绍、分析和指导。书中案例精典,机电多学科共融,图文并茂,注重启迪,参赛学生和指导教师可有良多获益。

以上浅见与广大读者交流,深信本书在今后的使用实践中,随着机器人竞赛深入开展,定会不断予以提升和拓展,对培养创新人才作出更多贡献。

陈秀宁

2013年5月18日于杭州

近年来,国内兴起了各种机器人竞赛热潮。其中,既有国际性、全国性的大赛,又有各省、市及各个高校、中学举行的机器人大赛。举办这么多大赛的原因,一是为了增强学生的创新意识和学习兴趣,二是为了提高学生的动手能力以及培养在校学生的工程素养。

通过参加各类机器人制作及比赛,在巩固理论知识的同时,还可以体验到一种特殊的快乐,那就是“创作、创新的快乐”。当看到自己设计、制作的作品运行起来的时候,那种喜悦和快乐是难以用语言表达的。机器人竞赛给大家提供了这样一个展示自我的舞台。因此,希望大家能积极地参加各类机器人竞赛,去体验创作和创新的快乐。

尽管很多学生想参加机器人竞赛,但是他们却不知道应该从何处入手,不清楚应该如何设计、加工零部件,相关材料和零部件在哪里购买,如何设计、装配机器人本体。要参加机器人竞赛,必须具有一定的基础知识,必须掌握电路的设计与制作、机械零件的设计与加工、计算机、单片机、PLC 等知识。为了给大家参赛提供帮助,本书将解答大家制作和参赛过程中遇到的问题。

本书作者总结自己多年来指导学生参加各类机器人竞赛、机械设计大赛的经验,以通俗易懂的形式,辅以大量的图片,介绍了参加机器人竞赛的相关知识。本书将制作和参赛过程中经常遇到的问题,归纳成若干个要点,针对每个要点,分别进行了比较详细的说明。希望大家能够参考本书制作出自己的作品参加比赛,去体验一下自己制作的机器人运行时的那种快乐。

相信本教程会对大家参加机器人竞赛、机械设计大赛有一定的帮助。同时,本书也可作为《大学生机器人竞赛指导》、《大学生机械设计竞赛指导》等相关课程的教材,或者《机械原理》、《机械设计》等机械类主干课程的配套教材。

本书能够完成撰写并出版,首先感谢参赛学生对我的巨大帮助,书中很多作品的图片、案例均由参赛学生提供。

浙江大学陈秀宁教授给予本书很多建设性和指导性的意见,并对本书进行了审稿,在此表示衷心的感谢。本教程受浙江省重点建设教材项目与国家自然科学基金科学仪器基础研究专款项目(61027005)的资助,在此表示感谢。

本书第2—10章及附录由中国计量学院赵明岩编写,第1章由中国计量学院的檀中强老师编写。全书由赵明岩统稿并整理编目。

由于时间仓促,限于编者水平,书中难免有遗漏及不妥之处,敬请专家及广大读者批评指正。

赵明岩

2013年3月 杭州

第 1 章 绪 论	(1)
1.1 开展机器人竞赛的意义	(1)
1.2 国外机器人及机器人竞赛开展情况	(2)
1.3 国内机器人及机器人竞赛开展情况	(3)
1.4 本书内容及特点	(7)
第 2 章 机器人特定功能的实现	(8)
2.1 机械手的设计制作	(8)
2.2 机械手臂的设计制作.....	(13)
2.3 行走装置.....	(15)
2.4 提升装置.....	(19)
2.5 爬楼梯装置.....	(21)
2.6 越障装置.....	(24)
2.7 跨沟装置.....	(27)
2.8 攀爬装置.....	(29)
第 3 章 机械加工的基本知识及常用工具	(32)
3.1 机械加工基本知识.....	(32)
3.2 常用工具及其使用.....	(36)
3.3 常用的加工方法.....	(42)
第 4 章 机械本体的加工、装配及调试	(52)
4.1 竞赛机器人常用零件及设计加工.....	(52)
4.2 机器人装配.....	(65)
4.3 机器人本体制作的注意事项.....	(69)
第 5 章 竞赛机器人机械本体设计及三维仿真	(73)
5.1 机器人本体的设计方法.....	(73)
5.2 三维仿真与动态模拟.....	(80)

第 6 章 机器人本体制作中的创新设计	(94)
6.1 现代设计方法及创新设计	(94)
6.2 机器人竞赛中的创新实例	(103)
第 7 章 电路与控制部分	(108)
7.1 常用电机及电源的选择	(108)
7.2 一种竞赛机器人控制平台	(112)
7.3 机器人竞赛中对常用电机的控制	(113)
7.4 机器人竞赛中常用的传感器	(130)
第 8 章 竞赛机器人本体制作实例一:解救人质机器人	(141)
8.1 “解救人质机器人”题目	(141)
8.2 题目分析	(142)
8.3 解救人质机器人 1	(144)
8.4 解救人质机器人 2	(147)
8.5 解救人质机器人 3	(150)
8.6 解救人质机器人 4	(152)
8.7 其他方案	(158)
第 9 章 竞赛机器人本体制作实例二:抗灾救援机器人	(161)
9.1 变形金刚与长蛇小车	(162)
9.2 黄金拍档	(167)
9.3 “双层巴士”救援小车	(170)
第 10 章 机器人竞赛及机器人技术的发展趋势	(177)
10.1 机器人竞赛的发展趋势	(177)
10.2 机器人技术的发展趋势	(184)
附录 1 机器人竞赛相关网站	(196)
附录 2 设计、加工、装配、调试心得	(197)
附录 3 浙江省第二届大学生机械设计竞赛题目	(201)
附录 4 浙江省第三届大学生机械设计竞赛题目	(204)
附录 5 浙江省第八届大学生机械设计竞赛题目	(207)
附录 6 浙江省第十届大学生机械设计竞赛题目	(211)
参考文献	(215)

绪 论

1.1 开展机器人竞赛的意义

机器人竞赛是近年来国际上迅速开展起来的一种高技术对抗活动,它涉及人工智能、智能控制、机器人、通讯、传感及机构等多个领域的前沿研究和技术融合。随着机器人水平的逐步提高,这种集高技术、娱乐和比赛于一体的活动,引起了社会的广泛关注和极大兴趣。目前,国际上推出了各种不同类型的机器人比赛,如机器人足球、机器人舞蹈、机器人相扑、机器人投篮等,其中尤以机器人足球比赛最为引人注目,图 1-1 为比赛中的足球机器人。



图 1-1 足球机器人

机器人竞赛具有重大意义,可以培养新生代的发散思维,为我国科技事业培育后备力量;为青年人创造科学环境;引导青少年进行新的科学思维模式。青少年机器人大赛不仅是科技的较量,更是创意和智慧的较量。通过比赛能让学生们看到自己的优势和不足,对今后的学习态度和方式改善有重要指导意义。

从 1954 年美国 Devol 颁布工业机器人专利至今已经半个世纪了,它的成长历程印证了这样的论断:机器人是 20 世纪人类的伟大发明,机器人学的进步和应用是 20 世纪自动控制最有说服力的成就,是当代最高意义的自动化。

随着智能技术突飞猛进的发展、教育理念的不断更新,作为综合了人工智能、计算机、自动控制、图像处理、传感器及信息融合、精密机构、无线通讯、机械电子学和新材料等前沿科技的机器人技术也在为教育改革贡献自己的力量。为了推动机器人技术的发展,培养学生创新能力,在全世界范围内相继出现了一系列的机器人竞赛,如 RoboCup、Fira、ABU—RoboCon、CCTV—ROBOCON、国际机器人奥林匹克竞赛、FLL 机器人世界锦标赛、中国青少年机器人竞赛等,更多小型的机器人赛事更是数不胜数。

机器人竞赛融趣味性、观赏性、科普性为一体,给青年提供了越来越多充分展示聪明才智的舞台,也为青年提供了一个充分表现科技思想和行动的舞台,培养了他们实际动手能力、团队协作能力,提高了创新能力。机器人竞赛已经成为一个能激发学生的学习兴趣、引导他们积极探索未知领域、参与国际性科技活动的良好的平台。

机器人竞赛实际上是高技术的对抗赛,从一个侧面反映了一个国家信息与自动化领域基

基础研究和高技术发展的水平。机器人竞赛使研究人员能够利用各种技术,获得更好的解决方案,从而又反过来促进各个领域的发展,这也正是开展机器人竞赛的深远意义,同时也是机器人竞赛的魅力所在。

1.2 国外机器人及机器人竞赛开展情况

国际性的机器人竞赛起源于上世纪末,最先出现在美国、日本和欧洲发达国家。当前,举办各类竞赛已成为机器人研发热潮的一个新动力。机器人的国际比赛,目前以“机器人世界杯锦标赛”最具国际性,每年举行一次,在世界各地举行。这是比照足球世界杯比赛的形式而策划的。该锦标赛是一个集高新科技、娱乐性及竞技性的大型比赛,吸引了大量青少年观众。

目前,美国、日本、欧洲等发达国家的机器人竞赛发展很快,在学校,有小学生、中学生、大学生的机器人竞赛,也有社会组织的各种各样的机器人大赛。机器人竞赛开展最普及的当数日本,日本每年都有很多机器人比赛,如循迹机器人竞赛、走迷宫机器人竞赛、相扑机器人竞赛等。由于受到政府的大力支持,参与的人数很多,形成了较为完整的机器人竞赛体系,而这些竞赛也大大促进了机器人的发展。如图 1-2 所示为跳舞机器人。

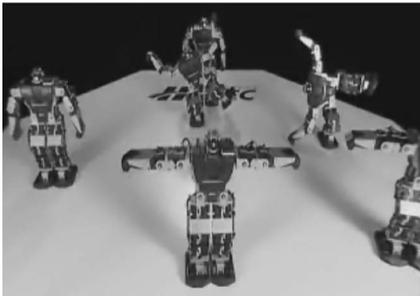


图 1-2 日本跳舞机器人

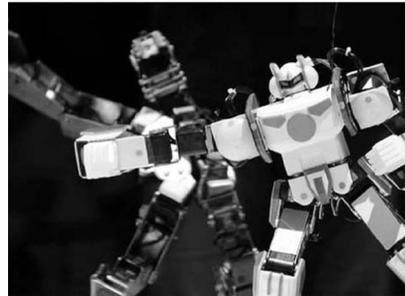


图 1-3 格斗机器人

开展不同级别、科目、门类的比赛,在日本全国各地最为蓬勃,以“ROBO-ONE”的比赛较为大型,韩国也有同名的竞赛。日本的 ROBO-ONE 至今已举行七届,日本的大学也有组队去美国进行友谊比赛等活动,并一起切磋技艺,互相交换资料及情况。最值得关注的是日本的“青少年机器人大赛”,比赛分为两个级别,小学生—初中二年级、初三学生—高中生。这个比赛有区、市、县的对抗及选拔赛,最后选出最佳代表队参加全国比赛。从比赛的场面来看,场面十分热闹,而各地电视台现场转播,也为这个热潮推波助澜。此外,还有“机器人创造国际竞技大赛”、“全日本机器人相扑大赛”、“全国高中机器人大赛”等,如图 1-3 所示为格斗机器人。并分有年龄级别、专项比赛,对参赛者年龄及机器人的体高、体积、配置、电源等都有明确的规定。

韩国除了“ROBO-ONE”大赛之外,还有“机器人对抗赛”,最有名的机器人大赛是重 30 公斤级的“Battle Robot”大赛。韩国的青少年中正在掀起一股机器人热潮,同时,韩国政府与企业正在投入大量资金开发机器人产业,并使之逐步商品化。我国香港特区自 2004 年起开始举办中学生机器人比赛,如今进步很快。我国台湾地区也举办了小学生、中学生的机器人比赛,起点稍低,但相当受欢迎。图 1-4 为一款滑板机器人。



图 1-4 滑板机器人

1.3 国内机器人及机器人竞赛开展情况

我国 20 世纪 90 年代末开始引进机器人,2000 年在长沙举行了首届“广茂达杯”中国智能机器人灭火大赛,2001 年由中国科协青少年工作部和霍英东基金会联合举办我国第一届中国青少年电脑机器人竞赛,此后每年举办一届,规模也越来越大。2005 年,参加该项比赛的省、市、自治区达 31 个(包括香港、澳门特区),参加决赛人数达几千人。2002 年我国首次参加国际机器人奥林匹克竞赛(WRO),2005 年我国首次组团参加美国 FLL 工程挑战赛(FIRST LEGO LEAGUE)。

我国机器人竞赛虽然起步很晚,但是发展迅速,很快成为了深受广大青少年喜爱的科技竞赛活动,如图 1-5 所示为一款跳舞机器人。在青少年竞赛中,所谓的“机器人”并不一定是仿人形的自动化机器,实际上是通过一个微机系统和一些搭配器材做成的、能按照人们预先编制的程序去完成一项或几项任务的模型。科学家对机器人的定义是:“机器人是一种自动化的机器,所不同的是这种机器具备一些与人或生物相似的智能能力,如感知能力、规划能力、动作能力和协同能力,是一种具有高度灵活性的自动化机器。”



图 1-5 2012 年春晚上的跳舞机器人

机器人技术的本质是感知、决策、行动和交互技术的结合。科学家将具有感觉、思考、决策和动作能力的系统称为智能机器人,这一概念不但指导机器人技术的研究和应用,而且又赋予机器人技术向深广发展的巨大空间,水下机器人、空间机器人、空中机器人、地面机器人、微型机器人等各种用途的机器人相继问世。由于机器人的种类很多,用途、器材与技术各不一样,所以作为竞赛中出现的机器人,则必须在许多规定性、限制性的条件下进行,而且需要建立规则以体现比赛的公正性。尽管如此,在竞赛的过程中仍然存在着许多创造的空间,激发学生的巨大的热情。

1. 国际机器人足球锦标赛在中国的开展

标准的足球机器人比赛国际上主要有两个组织,一个是 RoboCup,另一个是 FIRA。相比之下,RoboCup 在国际上具有更大的影响力。RoboCup 的目标是:到 2050 年左右,机器人足球队可以按照国际足联的规则与世界杯冠军队进行一场举世瞩目的人机大赛,并战而胜之,这个目标是人工智能与机器人学今后 50 年的重大挑战。从莱特兄弟的第一架飞机到阿波罗计

划将人类送上月球并安全返回地球花了约 50 年时间;同样,从数字计算机的发明到“深蓝”高性能计算机击败人类国际象棋世界冠军也花了约 50 年时间。科学家们相信,经过约 50 年的努力,建立人形机器人足球队并完成上述目标是完全有可能实现的。有史以来,人类不断地挑战自我,战胜自我,相信机器人足球队战胜人类世界冠军队将是人类智慧的又一次胜利。

将机器人足球作为一个标准问题和研究工具,其目的是促进人工智能和智能机器人科学与技术的研究与发展。机器人足球是以体育竞赛为载体的高科技对抗,是培养信息、自动化领域科技人才的重要手段,同时也是展示高科技的生动窗口和促进科技发展的有效途径。RoboCup 有严格的比赛规则,它融趣味性、观赏性、高科技为一体,逐渐得到许多人,尤其是青少年的关注和喜爱,是人们了解和关注人工智能和智能机器人科学与技术的一座桥梁。

1996 年,RoboCup 国际联合会成立,并于 1996 年在日本举行了表演赛。1997 年,首届 RoboCup 比赛及会议在日本的名古屋举行,从而为实现机器人足球队击败人类足球世界冠军的梦想迈出了坚实的一步,此后每年举办一届。1998 年在法国巴黎,1999 年在瑞典斯德哥尔摩,2000 年在澳大利亚墨尔本,2001 年在美国西雅图,2002 年在日本福冈,2003 年在意大利帕多瓦,2004 年在葡萄牙里斯本,2005 年在日本福冈,2006 年在德国不来梅,2007 年在美国亚特兰大举行。2008 年,在中国的苏州举办,这是首次在中国举行的机器人足球世界杯。如图 1-6 所示为一款足球机器人。



图 1-6 足球机器人

近年来,RoboCup 系列比赛积极地发展与壮大,正在成为一项涵盖大学生和中小学生的全方位的国际著名赛事。目前 RoboCup 的活动包括:技术会议、机器人比赛、挑战计划、教育计划、基础发展等。机器人比赛是所有活动的核心,在足球比赛、救援比赛和青少年比赛三个大项目下,分别设立了 2D 仿真、3D 仿真、小型组、中型组、四腿组、类人组,救援组、家庭组、微软足球挑战赛、青少年舞蹈组、青少年足球组、青少年救援组等十多个类别的不同赛事。

中国很早就参加了国际上的 RoboCup 的各项比赛,并在一些比赛项目中表现突出。例如清华大学的清华风神队在 2001 年至 2003 年连续夺得仿真组两次冠军和一次亚军,中国科技大学的蓝鹰队近年来也在仿真组中取得了骄人的成绩。近年来中国代表队在 RoboCup 系列比赛的各项赛事中参与范围不断扩大,参与队伍越来越多,表现也越来越出色。在美国亚特兰大结束的 RoboCup2007 比赛中,中国参加了本次机器人世界杯的绝大部分赛事,在多项比赛中取得优异成绩,荣获仿真 2D 亚军、仿真 3D 冠军和季军、微软仿真组冠军、小型组第四名、四腿组第四名、救援智能体仿真季军等奖励,并且在青少年组的竞赛中也有出色表现。

在中国国内,1999 年第一次 RoboCup 机器人足球赛在重庆举行,此后也是每年举办一次。2001 年中国自动化学会机器人竞赛工作委员会成立,主要负责在国内开展、组织与机器人技术相关的赛事与研讨会,以及参与国际机器人技术领域的竞赛和交流。此后,中国的机器人竞赛开始朝着多样化、大规模、高水平的方向发展。例如,在江苏苏州举行的 2006 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国公开赛上,共有 60 多所高校及近 200 所中小学的 400 多支队伍 1000 多人针对 RoboCup 的 12 个项目展开了激烈的角逐,同时本次赛事还包括了 7 个其他类型的机器人比赛项目,充分体现了国内在竞赛机器人方面全面的技术能力、浓厚的参与兴趣和长足的发展势头。

2007 中国机器人大赛暨 RoboCup 中国公开赛在山东济南举行,比赛包括 RoboCup 机器

人比赛、FIRA 机器人比赛、空中机器人比赛、水中机器人比赛、舞蹈机器人比赛及双足竞步机器人比赛等多种类型共 34 个比赛项目。这是历届中国机器人大赛中比赛种类最多和最全的一次。水中机器人比赛是首次出现的新赛种,空中机器人比赛是第一次与中国机器人大赛合并举行。

2. 我国选手参加亚广联亚太地区大学生机器人竞赛

亚洲广播电视联盟亚太地区机器人大赛是由亚广联节目部发起的致力于培养各国青少年对于开发、研制高科技的兴趣与爱好,提高各参与国的科技水平,为机器人工业的发展发掘培养后备人才的一项重要赛事。每届比赛由亚广联统一制定赛题与规则,并由亚太地区的高等学校组织本科在校生设计制作参加比赛。由于亚太地区高校众多,所以一般先由当地亚广联成员组织各赛区的比赛,选出最优秀的团队代表该国参加亚太地区总决赛。各个亚广联成员机构都有权参加该项目的比赛,但参赛对象只限于各国的大学或工科院校的学生。

为了选拔中国大学生的优秀代表队参加“亚广联亚太地区大学生机器人大赛”,经国家广电总局和中宣部批准,中央电视台于 2002 年 6 月开始举办中国“全国大学生机器人电视大赛”。CCTV 机器人大赛自 2002 年至今共举办了 11 届,成为国内机器人领域最具影响力的赛事。每一年全国都有 40 支左右的参赛队参加这项比赛,其中包括中国科学技术大学,上海交通大学,华中科技大学,西安交通大学等名校。比赛后的录像会制作成节目,分别在十一黄金周和寒假在中央电视台播出。图 1-7 为亚广联一款竞赛作品。



图 1-7 亚广联比赛作品

“亚广联亚太地区机器人大赛”是由亚广联节目部发起倡导,并于 1999 年在亚广联年会上正式通过了该项目的提案。该项目规模较大,其宗旨是致力于培养各国青少年对于开发、研制高科技的兴趣与爱好,提高各参与国的科技水平,为机器人工业的发展发掘培养后备人才。各个亚广联成员机构都有权参加该项目的比赛,但参赛对象只限于各国的大学或工科院校的学生。

此活动的前身是日本广播协会的机器人比赛,该项赛事从 1988 年开始,于 1989 年成为日本 NHK 每年的赛事,命名为“全日本机器人大赛”。1990 年第一次邀请除日本之外的国外代表队参赛,成为一项国际性比赛,历时十年。我国清华大学、北京航空航天大学 and 上海交通大学都曾参加过该项赛事,其中清华大学曾于 1998 年获得第三名的好成绩。

2000 年 3 月“亚广联亚太地区机器人大赛”第一次筹备会议在日本举行,在此次会议上成立了“亚广联亚太地区机器人大赛”筹备委员会,并选举了六个常任理事机构(中国 CCTV、日本 NHK、韩国 KBS、新加坡 TCS、泰国、印尼),该筹备委员会的秘书处设在日本 NHK 的总部。同年 9 月,六个常任理事机构的代表在泰国举行了第一届“亚广联亚太地区机器人大赛”董事会,在此之前成立的筹备委员会正式过渡为“亚广联亚太地区机器人大赛”董事会。会议上确定了“亚广联亚太地区机器人大赛”的章程、规则以及赞助方式等。

2002 年 6 月,由中央电视台主办的“首届全国大学生机器人电视大赛”在北京隆重举行,来自全国各地 27 所院校的 32 支代表队参赛,经过激烈的争夺,最后中国科技大学代表队胜出,并代表中国参加第一届亚太地区机器人大赛的总决赛。

2002 年 8 月 31 日,由亚广联主办,日本 NHK 承办的第一届亚太地区机器人大赛的总决

赛在日本东京成功落下了帷幕。参加此次比赛的有来自包括中国科技大学和澳门大学在内的 19 个国家和地区的 20 支代表队,各个参赛队均来自亚太地区的著名大学,竞相参与主题为“攀登富士山顶”的角逐。中国科技大学在比赛中一路过关斩将,除了战胜同组的蒙古队和曾两获 NHK 机器人比赛冠军的泰国队之外,还在复赛及半决赛中分别战胜了尼泊尔队和实力雄厚的日本丰桥科技大学队,最后在决赛中获得亚军,取得了我国参加同类比赛的最好成绩。澳门大学代表队也进入了前八强。

在这次比赛中,中国科技大学代表队设计的机器人在技术上引起广泛关注,六个机器人均有视觉和触觉,速度快,抗干扰能力强,定位准确,反映了中国在机器人技术方面已经具有国际先进水平,最后当之无愧地获得了本届大赛的“最佳技术奖”。

该项赛事将作为亚广联的重要项目,今后将每年一届地举办下去,并考虑继续扩大规模和影响,最终发展成为吸纳欧、亚、北美著名高校和大学生参加的重大国际赛事。表 1-1 为我国在亚广联亚太机器人竞赛中历届成绩的一览表。

表 1-1 我国在亚广联亚太机器人竞赛历届成绩

序号	时间	举办地	主题	冠军	亚军
1	2002 年第一届	日本	攀登富士山顶		中国科技大学
2	2003 年第二届	泰国	太空征服者		
3	2004 年第三届	韩国	鹊桥相会		
4	2005 年第四届	中国	登长城点圣火		中国科技大学
5	2006 年第五届	马来西亚	修建双子高塔		西安交通大学
6	2007 年第六届	越南	下龙湾的传说	西安交通大学	
7	2008 年第七届	印度	竞技牛郎	西安交通大学	
8	2009 年第八届	东京	胜利鼓乐	哈尔滨工业大学	
9	2010 年第九届	埃及	搭建金字塔	电子科技大学	
10	2011 年第十届	泰国	祈福荷灯		
11	2012 年十一届	香港	平安大吉	电子科技大学	

随着我国机器人竞赛的快速发展,尤其是高校、科研院所的机器人水平得到了很大的提高,图 1-8 为浙江大学智能系统与控制研究所机器人实验室研制的两个仿人机器人“悟”和“空”,这两个会打乒乓球的机器人可以通过头上安装的摄像头捕捉乒乓球在空中的运动轨迹,预测球的落点,然后做出相应的反应动作,甚至可以实现与人对打。

但是,总体而言,我国的机器人的研究与开发仍处于落后状态,我们对于机器人的认识可能存在着两个误区:一个是将机器人的开发视作是西方国家纯粹为了解决劳动力不足而去研制的,而中国是世界人口大国,劳动力低廉,不必去开发此类产品;另一个则视机器人为青少年儿

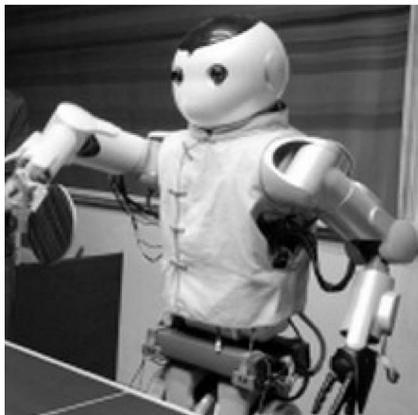


图 1-8 浙江大学研制的乒乓球机器人

童的玩具,却没有注意到一个新的领域,就是两者的结合导致了一种新的未来产业。

我国人口众多,若在全国范围内(尤其是中、小学生)推动与发展机器人的相关赛事,一者将培养青少年的科学创造及发明的兴趣;二者将为此产业打下扎实、广阔的基础,涌现出一批人材;三者可以调整产业结构,为中国科技赶超世界先进水平及发展技术型经济、开拓新的知识产权市场而有所作为。国外青少年非常热衷于此类科学活动,并且,在国外的未来产业上已出现了机器人的商品及实用性产品,我们在这一产业方面与国外的差距越来越大,必须引起各方面的注意和重视。

1.4 本书内容及特点

本书内容与机器人竞赛紧密相关,从实践方面给学生最直接的指导,使学生全面认识机器人竞赛,提高参赛学生的竞赛成绩。

内容包括:机器人竞赛中常采用的各种方案、运动系统的选择、各种类型的机械手臂、机械手、行走、搬运、越障、攀爬等方案;竞赛中常用的机械加工方法及工具;机械本体的加工、装配及调试;本体设计及三维动态仿真、创新设计实例及现代设计方法;电控、传感器部分的设计与制作,常用的驱动方式及电机的选择、竞赛常用的控制平台;4种解救人质机器人、3种抗灾救援机器人制作实例;机器人竞赛及机器人技术的发展趋势。

本书的特色和价值:

本教材与实际联系紧密,在提高学生机器人竞赛成绩的同时,还培养学生的综合素质与创新能力,巩固学生的基本理论和基本知识,开阔学生思路。所以本书内容的编排,有如下特点:

1. 教材的内容与机器人竞赛、机械竞赛紧密结合,可帮助大学生在各类机器人竞赛中去成功参赛;
2. 包含了多年来参赛学生及指导教师 in 竞赛过程中积累的大量创新思想、创新方法,对参赛学生具有一定的启发作用;
3. 本书包含大量的简图、实物照片、三维仿真图形,以及竞赛作品实例等,可以增强学生的感性认识、扩大知识面。
4. 可作为高校大机类专业主干课程的辅助教材、实践课程的配套教材、实习课程的补充教材。

机器人特定功能的实现

机器人竞赛主要分为两种,一种是竞技类比赛,一种是创意设计大赛。竞技类比赛要求机器人能够高效、可靠地完成比赛规定的动作以及实现某些功能;而创意设计大赛体现在“创新”二字上,要么是前人没有做过的东西,要么是在原有的基础上做出较大的改进和完善。本章总结了机器人大赛中常用的机构,如抓取机构、行走机构、越障机构、提升机构、攀爬机构等,并作了举例说明。不管是哪种类型的竞赛,读者将会从本章提供的方案中得到一些启发。

在竞赛机器人制作的前期准备中,方案的制订非常重要,尤其是作品采用哪些机构、哪些传动,对设计的成败有着举足轻重的作用。方案是否合理,对完成指定的任务,会起到事半功倍的效果。本章把机器人制作中常用的机构及传动逐一介绍和分析,为方便起见,从实现作品功能的角度进行了归类。

本章给出了 70 余项案例,近 200 幅图片,希望这些例子能给参赛学生带来一些启发,总之,方案是无穷尽的,而创新更是无止境的。

2.1 机械手的设计制作

机器人的手是最重要的执行机构,从功能和形态上大致可以分为两类,一是工业机械手,如图 2-1 所示,是三种工业生产中常用的坐标机械手。竞赛中,通常需根据被抓取的物体的形状、质量、材质等来设计机械手。机械手用来直接抓取目标物体,因此要求高效、可靠、易于控制、制作简单。机械手的种类虽然很多,但机器人竞赛中常有以下几种。

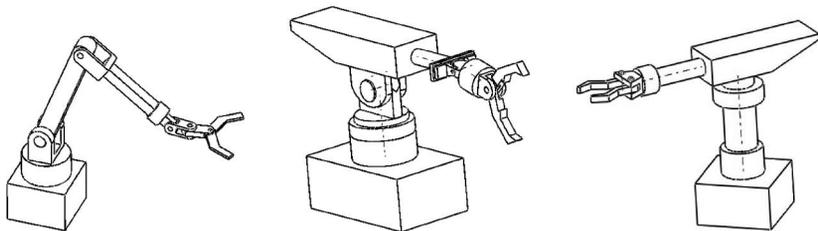


图 2-1 坐标机械手

1. 普通机械手

如图 2-2 所示,这种机械手可以采用角铝、角钢、铝片、铁丝等制作,是一种最为简单的机

械手。这种机械手的成本低,容易制作,动力只需一个电机(电机驱动活动手指),一般可抓取轻质物体。机械手可以通过直流电机进行控制,需要引起注意的是,如果机械手抓紧目标后持续通电,此时电机已经不能转动,瞬间电流过大,可能会导致电机损坏。

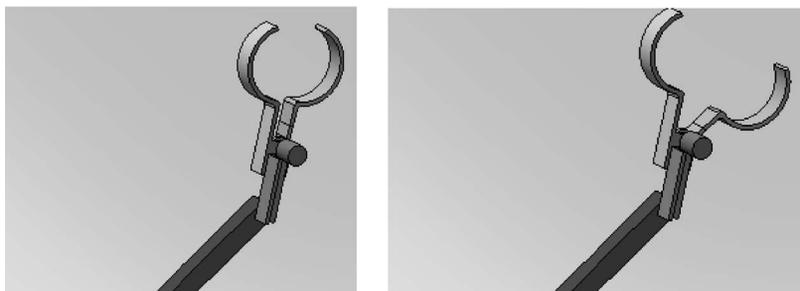


图 2-2 普通机械手

除了直流电机,还可以采用舵机或步进电机、伺服电机等,但舵机等转动角度需要事先精确设定,需单片机、PLC 等控制,编程较为复杂。

如果抓取目标结构复杂,或者目标位置不确定,可能需要设计多关节机械手,或者称为多自由度机械手。这种机械手具有多个关节,每个关节均需要安装有电机或舵机等,可抓取目标物并将其放置在指定位置。

2. 凸轮弹簧机械手

如图 2-3 所示,凸轮弹簧机械手可抓取重量较轻的中空物体(例如圆环),当机械手深入目标的中空部位并撑开手指时,可以抓取目标物。通常采用盘形凸轮(可在数控铣床上加工,也可采用线切割、激光雕刻等),若精度要求不高,甚至可以手工制作。材料可以用铝、钢、塑料、尼龙等,无需计算弹簧的相关参数,适用即可。

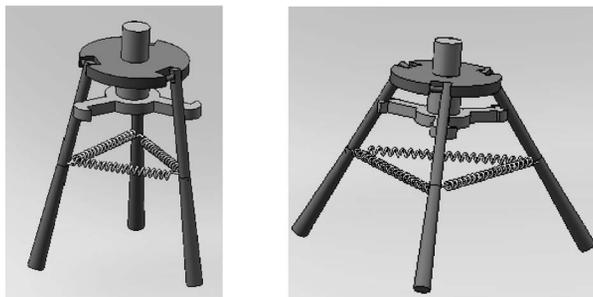


图 2-3 凸轮弹簧机械手

3. 弹簧片机械手

弹簧卡片机械手制作简单,用弹簧配以自制的弹性卡片即可。卡片可用薄钢片、铝片等制作,

为增加其稳定性,数量一般多于三片。弹簧卡片机械手可抓取较轻的目标物体。如图 2-4(a)所示,弹簧片一端固定,另一端与同电机相连的绳子固定,当电机正转时,弹簧手缩紧抓住目标,电机反转时,弹簧手松开目标。这种机械手适合抓取圆柱形、圆筒形以及其他相对规则的物体。

如图 2-4(b)所示,机械手类似倒扣的一次性纸杯,内设 3 个弹簧钢片及三个小弹簧,当机械手从目标物的正上方压下时,弹簧钢片卡住目标物,随后机械手提起,在重力的作用下,目标

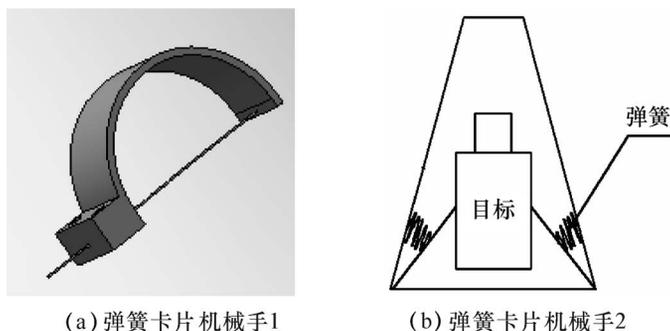


图 2-4 弹簧卡片机械手

物被三个机械手(弹簧卡片)牢牢卡住。若要释放目标物,需将机械手压入一圆管,圆管管壁将三个弹簧片撑开,目标物在重力的作用下落入圆管。显然,圆管的内径大于目标物直径,圆管外径小于机械手内部空间。这样机械手就可以方便地抓取目标物(一般为圆柱形,且质量较轻)。

4. 移动机械手

如图 2-5(a)所示,电机带动丝杆(这里为正、反旋丝杆,即一段丝杆左旋,另一段丝杆右旋)转动,则两个机械手指就会同时张开或者同时合拢。图 2-5(b)中的电机带动齿轮旋转,将齿轮的旋转运动转化为齿条的直线移动,使其中一个机械手指相对另一个固定不动的机械手指做相对运动,实现机械手的张合,对目标物体进行抓取。

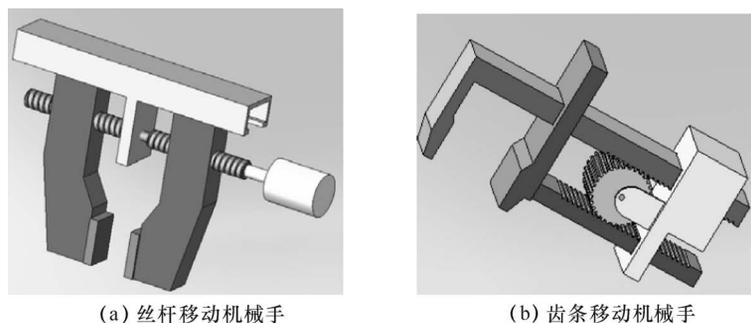
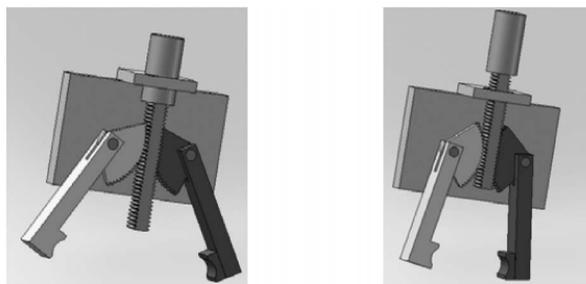


图 2-5 移动机械手

5. 不完全齿轮机械手

机械手由两个不完全齿轮组成,实现对目标物体的抓取。如图 2-6(a)所示,当动力(例如丝杆)驱动齿条移动时,齿条会带动两个不完全齿轮转动,使得两个机械手指张开或者合拢。如图 2-6(b)所示,当气缸(或者丝杆)移动时,带动一个不完全齿轮转动,同时驱动与其啮合的另外一个不完全齿轮,实现了两个机械手指的开合。



(a)齿条驱动不完全齿轮