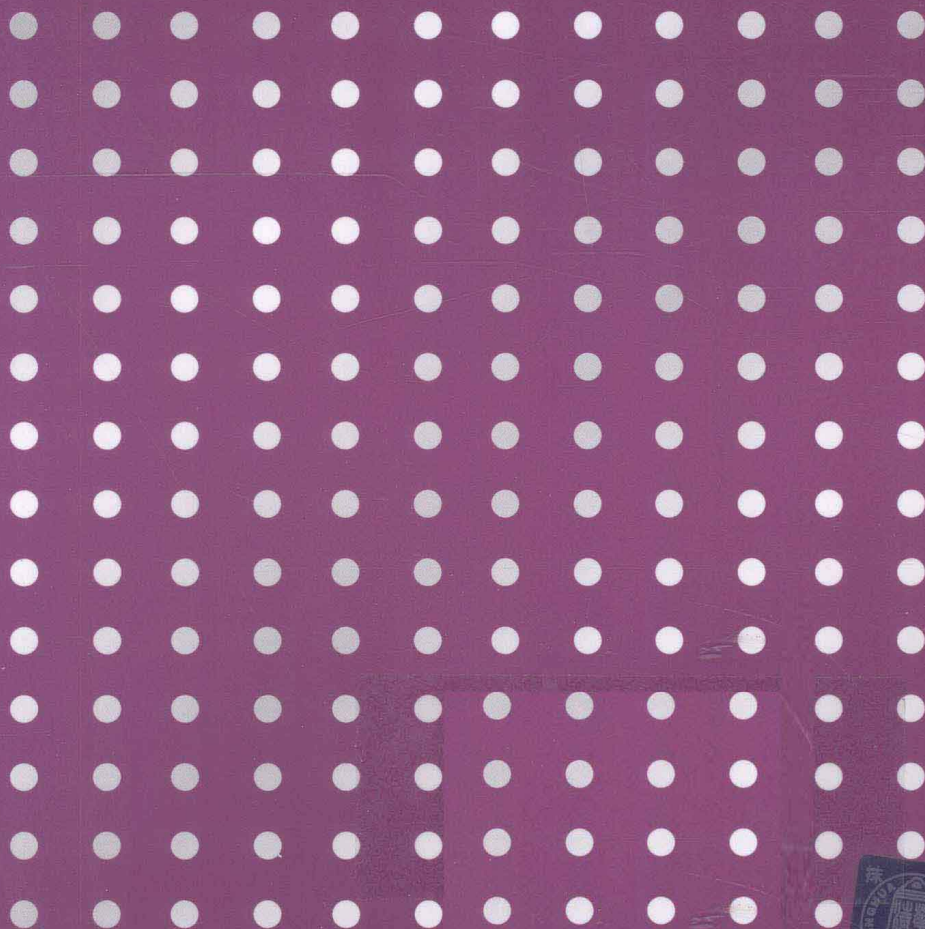


上海大学教材建设专项经费资助

高等院校信息技术规划教材

智能足球机器人系统

陈万米 张冰 朱明 等 编著
孙增圻 主审



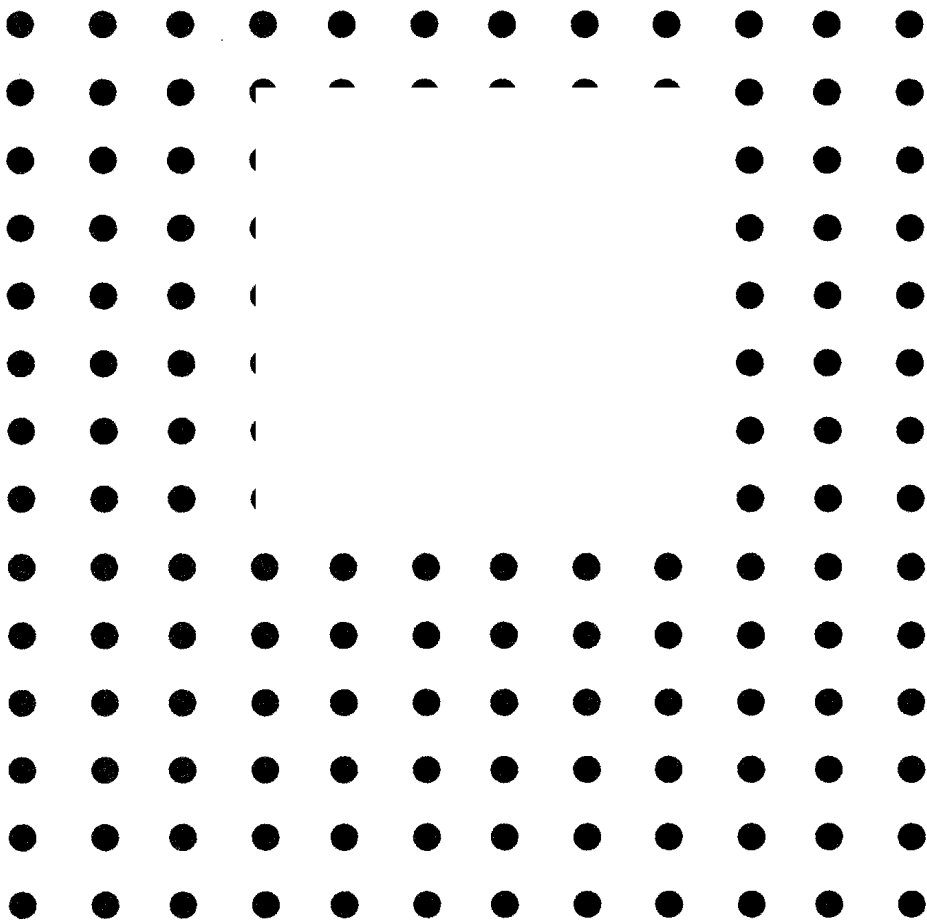
清华大学出版社

上海大学教材建设专项经费资助

高等院校信息技术规划教材

智能足球机器人系统

陈万米 张冰 朱明 等 编著
孙增圻 主审



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是国内第一本全面介绍智能足球机器人相关技术及制作的教材,全面总结了作者多年来对智能足球机器人的研究、制作和指导参赛的经验,反映了本领域目前的最新研究成果。全书由三部分共15章组成,分别讲解了智能小型足球机器系统、智能自主足球机器人系统的各个子系统及其关键技术,并详细介绍了智能足球机器人系统构建的DIY制作技术。本书配套光盘中提供了丰富的相关文献、资料 and 软件。本书适合作为高校参加智能足球机器人竞赛的培训用书和相应课程的教材及参考书,对于关注和喜爱智能足球机器人技术和相关国际竞赛的爱好者,本书也是一本非常好的重要资料。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

智能足球机器人系统/陈万米等编著. —北京:清华大学出版社,2009.10

高等院校信息技术规划教材

ISBN 978-7-302-20989-8

I. 智… II. 陈… III. 足球运动—智能机器人 IV. G843 TP242.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 164644 号

责任编辑:战晓雷

责任校对:梁 毅

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:29

字 数:684 千字

(附光盘 1 张)

版 次:2009 年 10 月第 1 版

印 次:2009 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:010-62770177 转 3103 产品编号:034013-01

前言

FOREWORD

2008年11月的中国国际工业博览会(上海)上,先进制造与工业机器人基本上以国外引进为亮点,这是我国制造业的一大遗憾。目前全球正进入智能机器人的研究发展新时代。本书正是迎合时代特点,抛砖引玉,为智能足球机器人系统的研究添砖加瓦。

智能足球机器人系统,就是制造和训练机器人代替人类或机器人与人类进行足球比赛。通过这种方式来提高人工智能、机器人等相关领域,如图像采集、图像处理、图像识别、知识工程、专家系统、决策系统、轨迹规划、自组织与自学习理论、多智能体协调、机器人学、机电一体化、无线通信、精密仪器、实时数字信号处理、自动控制、数据融合等相关技术的研究水平。

智能足球机器人比赛是将人们喜爱的足球运动和人工智能领域多智能系统结合的产物,据有关专家预言,智能足球机器人比赛的最终目标是实现2050年左右的人机大战,即在“可比”的条件下,智能足球机器人冠军队和当时的人类世界冠军队进行比赛,并要赢得比赛。这是从事智能足球机器人事业的科技工作者所面临的十分艰巨的挑战。如果50年后智能足球机器人冠军队真能战胜当时的人类世界冠军队,将充分表明人类的科学技术综合能力有了质的飞跃。

本书是作者在上海大学研究、制作智能足球机器人并参加机器人大赛8年来的技术总结,吸收并借鉴了国内外期刊论文的最新研究成果及相关书籍内容编著而成的,是目前国内第一本智能足球机器人系统的学习、研究用书。本书对RoboCup小型组、中型组、类人型仿真平台等从机械、运动控制、视觉系统、决策系统等理论介绍到DIY实际制作,体现了理论联系实际的特色。本书在上海大学《机器人足球基础》讲义的基础上增补了智能足球机器人系统的仿真平台与仿真实践,以及智能足球机器人的制作要点及实验方法等,以期给国内更多的大学生与机器人爱好者提供帮助。

本书分为15章,第1章阐述了智能足球机器人系统的产生以及在国际和国内的发展,各比赛赛种、意义、技术特点、应用以及智能足球机器人的系统组成等;第2章系统介绍了智能小型足球机器人的本体结构,主要包括机械子系统和控制子系统,小型足球机器人运动学模型的建立,机载传感器以及底层运动控制,基本运动轨迹规划以及板载软件;第3章介绍了智能足球机器人系统的通信系统,分为无线通信(包括无线局域网)、有线通信(串口通信,

对等网络通信)以及电源子系统(包括供电电池与智能充电器);第4章介绍了智能小型足球机器人图像处理的通用流程与常见的软件算法;第5章介绍了智能小型足球机器人系统的路径规划方法,包括人工势场法,“连锁网络”方法等;第6章介绍了智能小型足球机器人系统的综合决策、增强学习、预测控制、数据融合等;第7章介绍了智能小型足球机器人系统的仿真平台,利用该平台可以进行路径规划和多机器人队形等算法研究;第8章阐述了智能自主足球机器人系统的概念、关键技术、发展与应用等;第9章介绍了智能中型足球机器人的机械结构组成、底层控制系统、常用通信、机器人定位辅助方法等;第10章介绍了智能中型足球机器人的软体结构,包括视觉子系统、通信子系统、决策子系统、运动控制子系统等;第11章介绍了智能类人型足球机器人系统的仿真实现;第12章全面介绍了智能小型足球机器人的构建(DIY),包括机械结构、运动控制、通信、电源及充电器、图像处理等;第13章介绍了智能中型足球机器人系统的构建,包括机械部分、底层硬件电路部分和软件部分;第14章介绍了智能类人足球机器人系统仿真平台的构建(DIY);第15章为本书的总结与应用展望。

上海大学围绕智能足球机器人系统开设了系列课程,分别为“机器人足球基础”,“自主机器人实践”,“智能机器人仿真实践”,“课程设计”,总学时120。选用本书作为教材的学校,建议安排80学时作为理论教学,另外40学时作为实践或课程设计等。

本书由上海大学机电工程与自动化学院副教授、上海大学大学生科技创新实验中心负责人、中国自动化学会机器人竞赛工作委员会常务委员陈万米博士编写第1、2、3、8、15章,张冰编写第5、7章,朱明编写第11、14章,魏延钦编写第4章,桂春胜编写第9章,程硕远编写第10章,陈万米、张冰、魏延钦编写第6章,陈万米、魏延钦编写第12章,桂春胜、程硕远编写第13章,全书由陈万米统稿。研究生范海艇、项宗杰、宋鑫坤、陈海波以及上海大学智能足球机器人系统研究团队的张顺鑫、郭其明、陈志燕、黄俊宇等也参与了相关章节以及附录的资料收集和整理工作。清华大学的孙增圻教授、博士生王磊、冯帅以及清华大学出版社的战晓雷等为本书提供了宝贵的意见,谨此表示诚挚的感谢。

本书的研究工作和出版得到了上海大学、上海大学机电工程与自动化学院相关领导的大力支持,并得到“上海大学教材建设专项经费资助”。特别感谢中国自动化学会机器人竞赛工作委员会主任、RoboCup中国委员会主席、清华大学孙增圻教授给予的大力支持;感谢上海大学费敏锐教授、阚树林教授、徐昱琳副教授在本书成稿过程中给予的帮助;感谢上海大学RoboCup自强队曾经做出过贡献的所有队员。同时也感谢国内外机器人领域的专家同意作者参考他们的论文与专著。

智能足球机器人系统内容十分广泛,涉及诸多学科领域。受作者的水平 and 经验所限,书中不足之处在所难免,敬请读者批评指正。作者联系邮件:wanmic@163.com

陈万米

2009年6月1日于上海

序

Preface

智能足球机器人系统诞生于 20 世纪末,是高科技与体育运动结合的产物,其目标是到 2050 年前后,在“可比”的条件下,一支智能足球机器人比赛队伍要能战胜当时的人类世界足球冠军队。

这是从事智能足球机器人事业的科技工作者所面临的十分艰巨的挑战。智能足球机器人涉及计算机、自动控制、传感与感知融合、无线通信、精密机械和仿生材料等众多学科的前沿研究与技术融合,包括动态不确定环境中的多主体合作、实时推理—规划—决策、机器学习和策略获取等当前人工智能的热点问题。智能足球机器人系统的研究和开发是培养信息—自动化科技人才的重要手段,也是展示高科技发展的生动窗口和促进科技成果实用化的一个途径。

自 1997 年以来,RoboCup 机器人世界杯每年举办一届,举办地优先考虑足球世界杯、奥运会、欧洲杯或人工智能国际年会的举办国。至今已举办了十二届,产生了很大的国际影响力。2000 年,中国科技大学蓝鹰队参加了在澳大利亚墨尔本举行的机器人世界杯,是我国高校最早参加世界大赛的队伍。2001 年,清华大学风神队首次参加在美国西雅图举行的机器人世界杯,并获得仿真组冠军,极大地鼓舞了我国广大高校的参与热情,包括浙江大学、国防科技大学、上海大学等均在 2001 年组队参加了在云南昆明举办的中国机器人大赛。之后,我国每年举行一届机器人大赛,2006 年及以后并同时举办中国公开赛,接纳国外队伍的参赛。2008 年 7 月,中国苏州成功举办了第 12 届 RoboCup 机器人世界杯,更加扩大了这项活动在我国的影响力。2008 年 12 月,在广东中山成功举行了中国机器人大赛暨 RoboCup 中国公开赛,中国中央电视台进行了为期 3 天的直播,进一步扩大了它的影响。

2001 年以后的 7 年中,继清华大学、中国科技大学之后,我国高校如北京大学、东南大学、大连理工大学、北京理工大学、上海大学、上海交通大学、同济大学、国防科技大学、中南大学、华南理工大学、南京邮电大学、厦门大学等相继参加了 RoboCup 机器人世界杯大赛,并在一些项目上多次获得冠、亚、季军的好成绩,显示了我国在这些智能足球机器人项目上已经处于世界的先进水平。

上海大学是参加 RoboCup 项目较早的高校之一,其参赛项目逐年增加,参赛水平也在逐年提高。至 2008 年,上海大学参加了几乎所有 RoboCup 大



学组的项目。上海大学 RoboCup 小型组、中型组、家庭组均是他们自己设计、制作和开发的,并在 2003~2008 年的历次全国比赛中获得了多个奖项。

随着 RoboCup 项目的不断开展,越来越多的高校将参与到足球机器人竞赛活动中来,并需要开设相应的课程,因而急需一本相关教材和参考书。上海大学陈万米副教授(博士)正是适应这样的需求总结编写了《智能足球机器人系统》一书。该书全面总结了上海大学 8 年来在 RoboCup 小型组、中型组等比赛项目的实践经验和体会,在结构安排和内容阐述方面颇具特色。尤其是用了较大的篇幅,编写了智能足球机器人系统的 DIY,广大的学生、教师、科技工作者及机器人爱好者均能从中获益良多。相信这本书的出版必将为我国机器人竞赛活动的开展和机器人知识的普及起到重要的促进作用。

孙增圻

中国自动化学会机器人竞赛工作委员会主任

RoboCup 中国委员会主席

清华大学教授

2009 年 6 月 1 日

目 录

CONTENTS

第 1 章 绪论	1
1.1 机器人的由来	1
1.2 智能足球机器人系统	3
1.2.1 智能足球机器人系统的产生与发展	4
1.2.2 历届机器人世界杯赛情况	5
1.2.3 机器人世界杯组织机构	7
1.2.4 智能足球机器人在中国的发展	8
1.2.5 智能足球机器人系统的比赛种类	10
1.2.6 智能足球机器人系统的意义	16
1.2.7 智能足球机器人系统的技术特点	22
1.2.8 智能足球机器人系统技术的应用	26
1.3 智能足球机器人系统的组成	27
1.3.1 视觉子系统	27
1.3.2 决策子系统	27
1.3.3 机器人本体子系统	29
1.3.4 通信子系统	31
1.4 智能足球机器人系统发展趋势	31
1.5 本教材的安排	32
思考题	35

第一部分 智能小型足球机器人系统

第 2 章 智能小型足球机器人的本体结构	39
2.1 机械子系统	39
2.1.1 机械结构总体要求	39
2.1.2 四轮结构的行走结构	43
2.1.3 击球、控球及挑球结构	43
2.1.4 小型足球机器人各结构比较	45
2.1.5 小型足球机器人结构安排	47
2.2 运动学模型的建立	47

2.3	控制子系统·····	50
2.3.1	运动控制流程·····	51
2.3.2	电机驱动及速度检测·····	52
2.3.3	击球子系统·····	54
2.3.4	本体传感器红外测球电路·····	56
2.4	底层运动控制·····	57
2.4.1	底层控制器算法·····	57
2.4.2	采样周期的选择·····	59
2.4.3	运动控制器程序·····	60
2.5	基本运动轨迹规划·····	61
2.5.1	行为控制算法·····	61
2.5.2	动态目标拦截·····	61
2.5.3	击球角度·····	62
2.6	板载软件·····	64
2.6.1	基本思想·····	64
2.6.2	机器人软件系统结构·····	65
	思考题·····	66
第3章	智能小型足球机器人系统的通信与电源子系统·····	67
3.1	图像处理计算机与决策计算机之间的通信(Sockets)·····	68
3.2	裁判盒及其 RS-232 通信·····	69
3.2.1	比赛裁判盒·····	69
3.2.2	串口通信·····	70
3.3	无线通信系统的组成·····	76
3.3.1	无线通信系统的类型·····	77
3.3.2	信号、频谱与调制·····	77
3.3.3	智能小型足球机器人系统的无线通信电路·····	80
3.4	板载 DSP 芯片间的通信·····	83
3.5	无线局域网·····	84
3.6	智能小型足球机器人的电源子系统·····	88
3.6.1	机器人常用电池·····	88
3.6.2	干电池·····	89
3.6.3	铅酸蓄电池·····	90
3.6.4	锂离子/锂聚合物动力电池·····	90
3.6.5	镍镉/镍氢电池·····	91
3.6.6	电池充电方法·····	94
	思考题·····	97

第 4 章 智能小型足球机器人系统的实时图像处理	99
4.1 实时图像处理概述	99
4.2 图像颜色特征提取	101
4.2.1 图像信息的色彩处理基础	101
4.2.2 颜色模型	102
4.2.3 图像的色彩分割	105
4.3 图像边缘特征提取	108
4.3.1 灰度突变点检测	108
4.3.2 边缘检测算法	109
4.3.3 边缘特征提取方法	112
4.4 目标识别	114
4.4.1 目标匹配算法	114
4.4.2 目标搜索策略	116
4.4.3 目标坐标的几何畸变校正	117
思考题	119
第 5 章 智能小型足球机器人系统的路径规划	120
5.1 路径规划典型方法	120
5.1.1 人工势场法	120
5.1.2 栅格建模法	123
5.1.3 遗传算法	125
5.1.4 快速随机树搜索	128
5.2 运动姿态控制算法	130
5.2.1 速度分解	130
5.2.2 质心速度的确定	131
5.2.3 旋转速度的确定	133
5.3 人工势场路径规划方法的具体实现	134
5.3.1 路径规划实现结构	134
5.3.2 势场法的弊端与改进方法	135
5.3.3 “连锁网络”障碍物的整体规划方法	138
思考题	142
第 6 章 智能小型足球机器人系统的综合决策与机器学习	143
6.1 综合决策与机器学习概述	143
6.2 综合决策	144
6.2.1 各策略模式	145
6.2.2 战术设计	148



6.3	多层增强学习	149
6.3.1	增强学习算法概述	149
6.3.2	Q 学习算法	150
6.3.3	双层增强学习算法	151
6.4	预测控制	154
6.4.1	控制延时问题	154
6.4.2	预测控制方法	155
6.4.3	球的扩展卡尔曼滤波估计	156
6.4.4	人工神经网络机器人跟踪预测	161
6.5	数据融合的应用	165
6.5.1	决策系统中的多信息数据融合	165
6.5.2	运动的直线校正	167
6.5.3	运动避障	167
6.5.4	运动路径及“受伤”机器人的智能判断	168
	思考题	169
第 7 章	智能小型足球机器人系统的仿真研究平台	170
7.1	路径规划仿真平台	170
7.1.1	平台的搭建	170
7.1.2	多机器人队形实验	171
7.1.3	路径规划仿真平台的结构	176
7.2	利用 OpenGL 构建 3D 仿真平台	177
7.2.1	OpenGL 技术简介	177
7.2.2	仿真平台 3D 建模	178
7.3	碰撞检测	179
7.3.1	碰撞检测技术简介	179
7.3.2	碰撞检测在仿真平台中的应用	180
7.3.3	运动的质点与平面的碰撞检测	181
7.3.4	运动的质点与圆柱面的碰撞检测	181
7.3.5	碰撞响应	183
7.4	运动建模	184
7.4.1	路径规划	184
7.4.2	踢、挑球以及带球功能仿真	184
7.5	交互式设计	185
7.5.1	场景平移与视点转换	185
7.5.2	可动对象的选取和互动	185
7.6	仿真平台应用	186
7.6.1	比赛重演以及数据分析	186

7.6.2 仿真调试功能·····	186
思考题·····	188

第二部分 智能自主足球机器人系统

第 8 章 智能自主足球机器人系统简介·····	191
--------------------------	-----

8.1 智能自主足球机器人系统·····	191
8.2 智能自主足球机器人系统的关键技术·····	194
8.2.1 多任务实时控制技术·····	194
8.2.2 自定位·····	195
8.2.3 实时视觉·····	196
8.2.4 复杂行为控制技术·····	196
8.2.5 机器人控制系统的体系结构·····	197
8.2.6 智能自主多机器人传感器融合·····	198
8.2.7 智能自主多机器人的协作·····	198
8.2.8 智能自主多机器人的学习·····	199
8.3 智能自主足球机器人系统存在的难题和解决途径·····	199
思考题·····	200

第 9 章 智能中型足球机器人的硬体结构·····	201
---------------------------	-----

9.1 硬体结构组成·····	201
9.2 机械结构·····	202
9.2.1 移动平台·····	202
9.2.2 踢球系统·····	204
9.2.3 带球机构·····	207
9.3 微处理器单元·····	209
9.3.1 常用微处理器·····	209
9.3.2 基于 FPGA 的 SOPC 介绍·····	210
9.3.3 FPGA 选型·····	212
9.3.4 Nios II 软核处理器·····	213
9.3.5 时钟电路·····	213
9.3.6 FPGA 配置电路·····	214
9.3.7 基于 FPGA 的 SOPC 开发应用·····	214
9.4 电机驱动部分·····	219
9.4.1 全桥电路·····	219
9.4.2 电机控制算法·····	221
9.5 USB 和 1394 通信·····	223
9.5.1 USB 通信·····	223



9.5.2	IEEE 1394	224
9.6	基于里程计的辅助定位	225
	思考题	228
第 10 章	智能中型足球机器人系统的软体结构	229
10.1	视觉子系统	230
10.1.1	视觉系统的硬件配置	230
10.1.2	视觉系统基本信息的提取	233
10.1.3	自定位	245
10.2	通信子系统	250
10.2.1	比赛规则	250
10.2.2	服务机程序与机器人程序	251
10.3	决策子系统	253
10.3.1	决策能力	254
10.3.2	决策的意识层	258
10.4	运动控制子系统	262
10.4.1	速度分解	262
10.4.2	通信协议	262
	思考题	263
第 11 章	智能类人足球机器人仿真平台	264
11.1	仿真比赛平台	265
11.1.1	仿真 2D 组比赛平台	265
11.1.2	仿真 3D 组平台介绍	266
11.2	RoboCup3D simulation 人型足球机器人的实现	272
11.2.1	人型机器人智能体结构的整体设计	272
11.2.2	智能体与服务器信息交互的实现	273
11.2.3	机器人基础动作在仿真平台中的实现	275
11.2.4	机器人自身位置的确定	280
11.2.5	世界模型预测子模型	282
11.3	高层决策	283
	思考题	284

第三部分 智能足球机器人系统的构建

第 12 章	智能小型足球机器人系统的构建	287
12.1	机械部分	287
12.1.1	二轮机械结构制作	287

12.1.2	制作实例	290
12.2	四轮全向移动机械结构	295
12.3	运动控制部分	298
12.3.1	TMS320LF2407A 简介	299
12.3.2	电机驱动及速度检测	300
12.4	Windows Sockets 创建 TCP 通信的过程及相关函数	305
12.4.1	服务器端操作 Socket	306
12.4.2	客户端 Socket 的操作	309
12.4.3	数据的传送	309
12.4.4	自定义 CMySocket 类的实现代码	310
12.4.5	双绞线的标准做法	314
12.4.6	串口连接线制作方法	316
12.4.7	无线通信电路实例	317
12.4.8	板载通信电路	318
12.5	电源部分	319
12.5.1	智能充电器的定义和特点	319
12.5.2	智能充电芯片	320
12.5.3	单通道智能充电器方案	322
12.5.4	五通道智能充电器	325
12.6	图像处理平台的搭建	326
	思考题	333
第 13 章	智能中型足球机器人系统的构建	334
13.1	机械结构部分	334
13.1.1	全向移动平台	334
13.1.2	全向轮选择与制作	336
13.1.3	气动踢球系统	337
13.2	底层硬件电路部分	340
13.2.1	电路原理部分构建	341
13.2.2	基于 Nios II 的 SOPC 部分构建	345
13.3	软件部分	354
13.3.1	硬件配置	354
13.3.2	软件开发环境	355
13.3.3	服务机程序	357
13.3.4	客户机程序	359
	思考题	364



第 14 章	智能类人足球机器人仿真平台的构建	365
14.1	硬件要求	365
14.2	平台安装方法	365
14.2.1	仿真平台在 SuSE Linux 上的搭建	366
14.2.2	仿真平台在 Ubuntu Linux 上的搭建	369
14.2.3	运行仿真平台	372
14.2.4	智能体程序连接服务器	374
14.2.5	仿真平台在 Windows 操作系统上的搭建	375
14.3	仿真 3D 机器人智能体的程序实现实例简介	376
14.3.1	示例程序主框图	377
14.3.2	对自主开发程序的模块划分的建议	378
	思考题	379
第 15 章	智能足球机器人系统发展与应用展望	380
15.1	智能足球机器人系统的发展展望	380
15.1.1	RoboCup 国际联合会的目标	380
15.1.2	来自中国的一个大胆设想	381
15.1.3	智能中型足球机器人的挑战项目	382
15.2	智能足球机器人系统技术研究应用展望	385
15.2.1	家庭服务机器人	385
15.2.2	机器鱼	386
15.2.3	网络机器人	388
15.2.4	足球机器人技术应用于其他机器人	390
15.3	结语	391
	思考题	392
附录 A	2009 年小型组足球机器人(F180)国际比赛规则	393
附录 B	RoboCup 中型组国际比赛规则(MSLR)	411
附录 C	2009 奥地利机器人世界杯仿真 3D 组规则	437
	推荐相关网站	440
	参考文献	441

第 1 章

绪 论

1.1 机器人的由来

机器人是一个新的名词。世界上本无机器人,直到 1920 年,捷克作家恰佩克(K. Capek)写了一本《罗萨姆万能机器人公司》(*Rossum's Universal Robots*)的幻想剧。剧中描述:未来某时,罗萨姆公司大量地制造出了外貌像人的“人造人”——Robota。从秘书到劳役,它们都能与人共事,为人服务。Robota 成了“人造人”的名字。英、法、意文均写作 Robot,我国将它意译为“机器人”,音译为罗伯特,意为“奴隶”或“劳动者”。很明显,作者的愿望是能制造出为人类服务的机器,当时这仅仅是一种设想。

对机器人行为的描述,以科幻小说家艾西莫夫在 1950 年的小说《我,机器人》中所订立的“机器人三定律”最为著名。艾西莫夫为机器人提出所有机器人必须遵守的三条“法则”(law):

第一法则:机器人不得伤害人类,或坐视人类受到伤害;

第二法则:在不违背第一法则的前提下,机器人必须服从人类的命令;

第三法则:在不违背第一及第二法则的前提下,机器人必须保护自己。

“机器人三定律”的目的是为了保护人类不受伤害,但艾西莫夫在小说中也探讨了在不违反三定律的前提下伤害人类的可能性,甚至在小说中不断地挑战这三定律,在看起来完美的定律中找到许多漏洞。在现实中“三定律”成为机械伦理学的基础,目前的机械制造业都遵循这三条定律。

受幻想剧与科幻小说等的启发,1954 年,美国 G. C. Devod 申请了第一台工业机器人的专利。1958 年,美国 Consolidated 公司制作了世界上第一台工业机器人。1968 年,日本川崎重工生产出日本的第一台工业机器人,从此拉开了日本的工业机器人时代。

中国科学院自动化所是中国机器人研究基地之一,早在 20 世纪 70 年代就开始了机器人的研制开发,1980 年研制成功了我国第一台工业机器人。

有专家指出,在 20 世纪 90 年代以前,是计算机时代,著名代表为人机大战,以 1997 年俄罗斯的国际象棋大师卡斯帕罗夫败给了美国 IBM 的“深蓝”

这一著名事件而告一段落。自 20 世纪 90 年代至 21 世纪初,为信息技术与网络时代。而 21 世纪将是机器人时代。

“人类已经进入了机器人时代!”没错,我们的确进入了,不过只是刚刚进入,未来的路还很漫长。继计算机和网络给世界带来一场信息革命之后,下一波翻天覆地的变化很可能就从机器人开始。机器人的数量和研发水平也渐渐成为衡量一个国家科技实力的标准之一。

图 1.1~图 1.4 为各国机器人的最新研究情况。

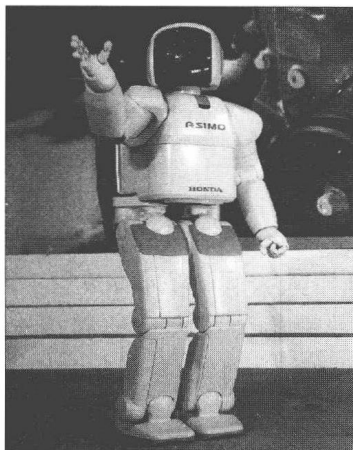


图 1.1 日本本田机器人

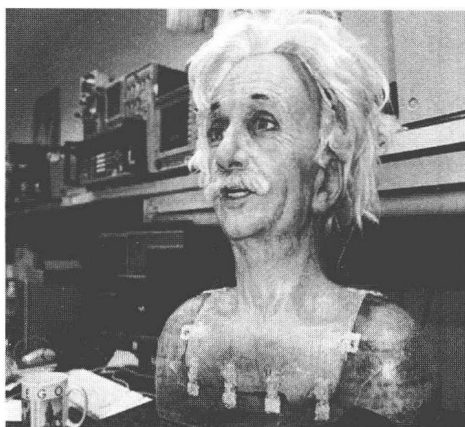


图 1.2 美国“爱因斯坦”机器人

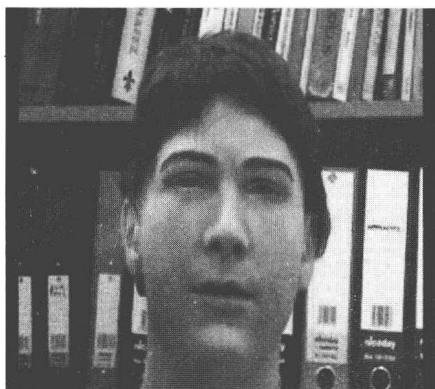


图 1.3 英国机器人“朱尔斯”

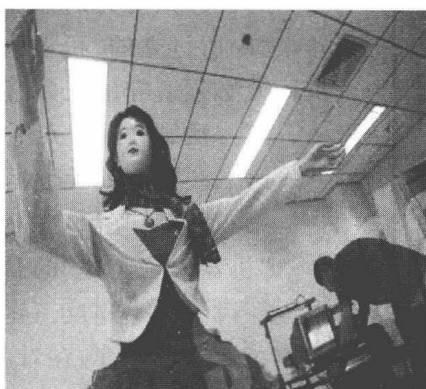


图 1.4 中国“美女”机器人

图 1.1 的本田 ASIMO 机器人身高 1.2m,体重 52kg。它的行走速度范围是 0~1.6km/h,而且行走的范围和步幅可调。早期的机器人直线行走时突然转向,必须先停下来。而 ASIMO 就要灵活得多。它采用了先进的 i-WALK 技术,可以实时地预测其下一个移动动作并提前改变其重心。这也就使得本田 ASIMO 可以行走自如,进行诸如 8 字形行走、下台阶、弯腰等各项“复杂”动作。

美国研制出了一款面部表情可以改变的机器人,定名为“爱因斯坦”(见图 1.2)。该型机器人须发皆白,脸上汗毛根根逼真。它虽然只有头部和肩膀,却能根据人类喜怒哀乐