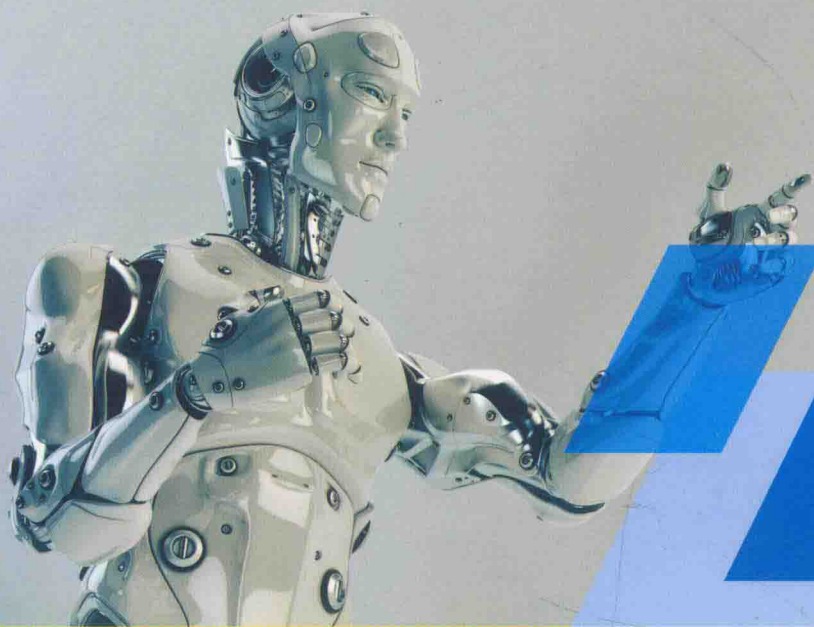


iCAN+创新创业实践指导丛书



Arduino思维大爆炸

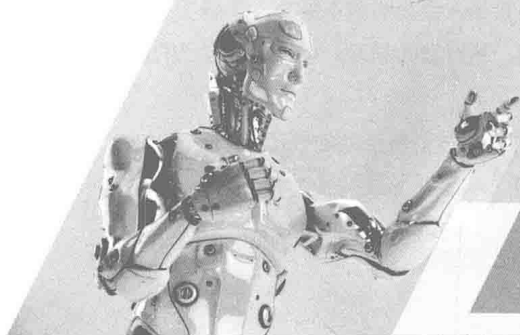
——机器人创客综合能力实训教程

隋金雪 邢建平 编著



清华大学出版社

iCAN+创新创业实践指导丛书



Arduino思维大爆炸

——机器人创客综合能力实训教程

隋金雪 邢建平 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书以机器人创新为主, 展开实践活动。结合 Macduino 平台介绍基本的模拟传感器、数字传感器等输入设备的基本原理, 以及常用舵机、电动机等执行器的使用。通过学习本书的内容, 学生可以组建基本的轮式机器人并学习简单控制策略的编程方式, 具备机器人创新的基本能力, 掌握基本的机器人创新开发方法, 具备自主探究的能力。通过基本的传感器、控制器、执行器的学习, 可以结合自己的创造力举一反三, 结合每个单元的表达力训练, 实现青少年综合素养的全面培养。

本书可作为高中生、大学生机器人及各种科技创新活动的参考用书, 青少年 iCAN+ 创新创意大赛参考用书, 也可供教师开设相关课程作为教材使用。

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

Arduino 思维大爆炸: 机器人创客综合能力实训教程 / 隋金雪, 邢建平编著. --北京: 清华大学出版社, 2016

(iCAN+ 创新创意实践指导丛书)

ISBN 978-7-302-44556-2

I. ①A… II. ①隋… ②邢 III. ①智能机器人—青少年读物 IV. ①TP242.6-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 174854 号

责任编辑: 王剑乔
封面设计: 刘 键
责任校对: 刘 静
责任印制: 刘海龙

出版发行: 清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

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

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62770175-4278

印 刷 者: 三河市君旺印务有限公司

装 订 者: 三河市新茂装订有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185mm×260mm

印 张: 7.75

字 数: 119 千字

版 次: 2016 年 9 月第 1 版

印 次: 2016 年 9 月第 1 次印刷

印 数: 1~2700

定 价: 36.00 元

产品编号: 067368-01

iCAN+创新创业实践指导丛书

编写委员会

主 编：邢建平

副主编：隋金雪 陈言俊

编 委：朱瑞富 刘传河 陈桂友 朱振成 刘海锐 王志翔 韩 冰
邓鸿宇 田南南 雷友凤

本书编写人员：隋金雪 邢建平

本书其他编写人员：王志翔 韩 冰 邓鸿宇 刘海锐 田南南 雷友凤

iCAN+ 梦想的力量

2006 年夏天，我从美国回到北京大学，为了解决高科技专业学生的就业问题，机缘巧合在无锡与企业一起发起了国际大学生 iCAN 创新创业大赛，致力于探索以物联网为代表的高科技领域的创新，促成了时任总理温家宝 2009 年提出的“感知中国”物联网中心落户无锡，iCAN 还引领成就了我国物联网领域发展的许多人和故事。目前，国际大学生 iCAN 创新创业大赛已成为国际 iCAN 联合会、教育部创新教学方法指导委员会、全球华人微纳米分子系统学会联合主办的一项国际范围年度创新赛事，是教育部质量工程支持项目。从诞生于中国的一个区域性、地方性赛事发展成为国际性比赛，并成为最具影响力的全球消费类电子展 CES 的官方合作展评活动，每年全球有数以万计的大学生、教师、志愿者曾经参与到 iCAN 活动中，通过 iCAN 赛场，传递 Yes, iCAN 的精神让每个人找到内心深处的自信，从心底迸发出一道强大的力量，让更多年轻人做出自己的原创性作品，走上创新创业之路！

2015 年，iCAN 走过了八年创新创业的历程，进入 iCAN 2.0 时代，恰逢李克强总理提出“大众创业，万众创新”，中国迎来了创新创业的大浪潮，无数人们在创新创业的路上挥洒着汗水，编织着梦想。无意之中，我们 iCAN 创新创业再一次成为走在总理工作前面的事业了，得到了国家领导人的重视，刘延东副总理曾

两次莅临 iCAN 活动现场进行指导，数十位院士、知名学者，数百家著名企业、专家、投资人成为 iCAN 活动的志愿者和赞助方，在数以万计的 iCAN 支持和志愿者中，有一位教授非常重要，他就是山东大学的邢建平博士。

认识邢建平老师，纯属偶然。七年前的一个深夜，意外收到了来自山东大学的一封邮件，邢老师在信中谈到他对中国当今教育的一些思考以及愿意承担 iCAN 创新竞赛山东赛区工作的想法。不久我去了趟济南，从此我与邢建平博士成为 iCAN 志同道合的同路人、iCAN 事业合作伙伴。邢老师积极的工作态度和善于思考、组织能力强的特点成就了山东大学、山东赛区的发展，很快邢老师被推选为 iCAN 全国组委会执行副主席，成为我最好的搭档和帮手。我们也一起努力，辗转于国内、国外、企业学校，在共同打造堪比“中国好声音”的中国乃至世界最公平、最富创造性的创新创业比赛。隋金雪老师，则是三年前通过其指导带领山东工商学院的大学生队伍参加 iCAN 创新创业大赛时结识的，大家有着共同的教育理念和价值观，如今也成为 iCAN 同一个战壕里的老友了。“上下同欲者胜”，事实上，在邢老师、隋老师的带领下，iCAN 山东赛区连续几年成为发展最迅速、参加人数和队伍最多、取得成绩最好的赛区。

两年前的一天，邢老师提出了 iCAN+ 青少年创新创意大赛的设想，青少年是国家的未来，青少年的创新就是万众创新之本，良好的综合创新能力培养必须从青少年开始。如何能够将 iCAN 这种既具有理性又富有创造力的思维、活动模式向大众普及，希望发挥高等教育的优势，与中小学校和青少年“手拉手”，从教育的源头上培养、引导、改变中国的基础教育生态现状和环境，青少年需要“北斗”星光指引其理想之梦的拓展实施。尽早学习、实践和掌握了科学创新思维和系统科研方法的青少年，才是灵动的未来中国和世界的创新领导者。

习近平总书记说：“创新是一个民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力，也是中华民族最深沉的民族禀赋。在激烈的国际竞争中，唯创新者进，唯创新者强，唯创新者胜。”“少年智则国智、少年强则国强。”为此，邢老师和隋老师在山东几年前就开始进行了探索和尝试，邢老师、隋老师在大学里率先开设了创新通识核心课程，例如，科研方法与训练导论、物联网创新课程设计、单片机创新设计等，大胆进行课程改革，摒弃一本书主义，开展与赛训相结合、启发式教学、方法式引导、过程化实战、项目团队制、导师小组制、校企间互动、一张

纸考试等，收到了很好的效果，学生的学习兴趣和学习效果均有很大改观，很多学生明确了目标、发现了兴趣、找到了方法、塑造了自信。为加强创新教育科普工作，两位老师在济南、烟台举办了多期面向青少年的科技夏令营、特训营活动，亲自设计课程、进行授课和指导学生们的实践活动，指导孩子们画简历、查资料、读论文、做实物、编软件、写专利、微视频、路演秀等，谆谆教导、耐心细致，反映出他们是极具博爱之心的好老师，真正引导孩子们去掌握和运用创新式解决问题的方法论和工具集，还具体启发、指导了十多支青少年队伍参加活动和比赛，最终推选 5 支队伍参加了当年大学生国赛，其中邢老师作为指导老师的 1 组青少年队伍项目“远程宠物喂食器”获得了大学生组全国二等奖的好成绩，让我们看到了中国青少年的希望，也日渐明确了青少年素质教育改革的方向、内容和策略。十分巧合的是，当年度国际大学生 iCAN 创新创业大赛全球总决赛中，获得全球总冠军的竟也是日本的一支中学生青少年队伍（今年该项目获得了日本首相奖），他们战胜了来自全球 20 多个国家的大学生队伍。这更加深了我们对于青少年创新创业教育的思考和关注，为了国家和民族的进步，我们决定作为 iCAN 2.0 时代的重要举措，开始筹备中国（国际）青少年 iCAN+ 创新创意大赛，由我担任名誉主席，邢老师担任主席，希望他成为青少年喜欢的 iCAN+ “董浩叔叔”，旨在为青少年提供一个全方位展示自己创新能力的平台，让更多的青少年在 iCAN 的舞台上相互交流、共同进步。

2015 年 3 月，iCAN 组委会在北京西城科技馆举办了中国（国际）青少年 iCAN+ 创新创意大赛发布会，4 月，在山东济南科技馆进行了大赛启动仪式和首场宣讲，并登上泰山在五岳之巅进行了“中国（国际）青少年 iCAN+ 创新创意大赛泰山宣言活动”，拉开了青少年 iCAN+ 创新创意大赛的序幕。8 月，来自北京、山东、湖北等省市的 100 多支青少年队伍约 500 人进行了赛区初选，最后全国 21 支青少年代表队与 400 多支中国大学生队伍同场竞技，参加了 10 月在北京亦庄举办的第九届国际大学生 iCAN 创新创业大赛中国总决赛暨首届中国（国际）青少年 iCAN+ 创新创意大赛，并取得了优异成绩，其中两组特等奖获得者的青少年队伍，同时公平地获得了大学生组一等奖，来自山东省实验中学的“交通路口状态实例研究与信号灯优化”项目就是由邢老师指导的。

伴随中国（国际）青少年 iCAN+ 创新创意大赛拉开了序幕，也开启了 iCAN

新的旅程，可以说是国际大学生 iCAN 创新创业大赛组委会（<http://china.ican-contest.org>）在洞见中国青少年素质和创新教育面临的问题、机遇和挑战，以守正教育、重构生态、国际视野、创新强国为使命，以全人为本、方法为源、实践为先、过程为金的原则，发挥北京大学、山东大学、山东工商学院等一批高等教育机构与中小学、基础教育专业机构联合优势，在全国青少年中发起了“手拉手” iCAN+ 北斗梦拓创新实践计划，提高孩子们聪明之脑、灵动之手、智慧之心的挑战未来的能力，星星之火点燃中国青少年快乐生活、学习的理想、燎原之势建构中国中小学素质生态教育的环境。

我们说，创新不是简单天马行空的想象，创新是有法可依的。2015 年“iCAN 国际大学生创新创业大赛”已开展到第九届，针对大学生的创新工程实践方法已经相对完善，我在 2015 年 10 月出版了《iCAN 创新创业之路》一书，详细介绍了 iCAN 大学生群体发生的故事。“工欲善其事，必先利其器”。为了让 iCAN 的事业和创新之路走得更远，2016 年“iCAN+ 青少年创新创意大赛”及其实践活动也需要方法和思维方面的指导，由此邢老师、隋老师牵头规划编写《iCAN+ 创新创意实践指导丛书》十分必要与及时，并逐步建构、发展、形成了较为完整的青少年 iCAN+ 创新教育体系。

针对青少年的创新能力培养是一个综合构建的工程，科研方法不是成年人的专利，青少年更需要加强相关训练和学习。我非常愿意也认为非常有必要在此刻向青少年们种下一颗种子——创新的种子，本系列丛书、教程无疑就是这颗种子，结合拼装积木作为创新启蒙教具，结合通俗易懂的物理知识，由浅入深，层层递进，让青少年真正动手去做，在实践中探究学习，种子也悄然发芽成长为小苗。针对高阶阶段的学生，结合可编程控制器锻炼学生的逻辑思维、编程能力，小苗也欣欣然茁壮成长起来。感谢邢老师、隋老师以及丛书的其他作者们，写作是个孤独的过程，感谢你们对 iCAN 的理解和对于中国青少年创新教育的支持，传承了 iCAN 的精神和理念，并授之以渔传承者方法、规则和策略。进一步，希望作为我所写的《iCAN 创新创业之路》的姊妹篇，邢老师策划的《iCAN+ 创新创意之法》一书也尽快杀青问世，连同新一代面向青少年物联网、单片机和机器人教程尽快陆续出版，形成互补和提升，组合成系统和体系，更有助于青少年们成长为参天大树，成为国家和社会的人才。

总之，希望通过本套丛书积极地引导，让更多的青少年迈入系统思维、科研方法的法门，在素质提升和创新之路上拥有自己的一片蓝天。本书适合所有追求梦想的青少年，每一个在创新思维教育领域探索的教师以及所有渴望释放自我创造力的个体，即便是成年的父母也可以与孩子们分享灵动的陪伴与快乐。

张海霞

2016年1月4日

张海霞博士，北京大学信息科学技术学院教授，现任全球华人微纳米分子系统学会秘书长，IEEE NTC 北京分会主席。2006 年获得国家技术发明二等奖。张海霞教授长期致力于青年人的创新创业教育和培养，2007 年发起国际大学生 iCAN 创新创业大赛（iCAN 大赛）并担任主席至今。参加 iCAN 大赛的国家达到 20 多个，国内外高校数百家，学生数万人，部分参赛团队已经创业，在国内外产生较大影响。张海霞教授还致力于创新创业教育体系的建设，第一个全国开设《创新工程实践》慕课，并指导“创客空间”学生社团开展长期创新创业实践。iCAN 创新教育模式已经开始在全国几十所高校推广。张海霞教授在全国各地大中小学及中国科技馆、首都科学讲堂等开展科普讲座百余场，其“让创新逆天飞翔”“科学与艺术与创新”“创新创业×要素”“走进微纳大世界”“揭秘阿凡达”“科技与科幻”“创新创业，iCAN”系列讲座通过讲解耳熟能详的大千世界及其背后鲜为人知的高科技的贡献，图文并茂、风趣幽默、激情洋溢，不仅将听众们带入精彩的科技科幻世界，更将大家带到了—一个充满了创新激情的新时代，也引发大家对科技、教育、社会的沉思。



前言

创新是时代的产物，在人类发展历史当中，我们看到无数创新者为人类社会做出了极高的贡献。科技、教育、娱乐、生活服务，各行各业都充满了人们思维的火花，点燃一颗又一颗希望的种子，这些种子被赋予了一个响亮的名字——创客。

今天的青少年最需要教授的能力是什么？不是应付各种考试的应试能力，而是他在一生中最需要运用到的：从小到大形成的创新思维与实践能力。教育不是为社会机器塑造一个个合适的螺丝钉。教育应该是倾听孩子的声音，帮助他成为自己，帮助他在未来生活中，找到自己想要的幸福。

创客教育对青少年的培养着力于提高学生解决未知问题的能力，没有标准答案，所有问题都需要自己探索、讨论、总结、升华，让学生真正参与到创新与实践的过程，并在此过程中获得自我提升与历练，找到未来的方向。

本书就是创客们的指导书，是创新学习者、创客指导教师、所有带着梦想的青少年的“工具箱”和“指路牌”。

创客教育是未来的学习模式，素质教育提倡个性化教学，而每个青少年的认知程度不尽相同，让青少年自我提升的关键在于面对问题的积极态度以及探究的热情。本书的创客教学模式融合了 STEAM（科学、技术、工程、艺术、数学）教学理论，通过创意电子设计的教学指导，让青少年的创造力、学习力、执行力、组织力、表达力为主体的五维能力得到综合提升。

本书采用项目型研究课题的教学模式，通过完成逐步进阶的项目课题，让不同认知程度的青少年在自己的领域推开创新的大门。

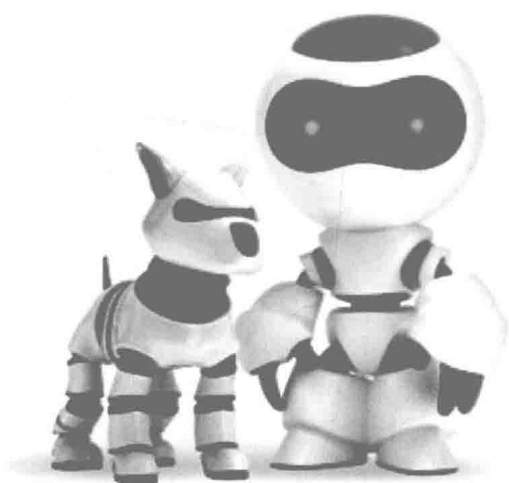


目 录

第 1 篇 开启创客之旅.....	1
1-1 认识机器人.....	3
1-2 认识 Macduino.....	9
1-3 程序的世界——点亮 LED.....	15
1-4 表达力训练——机器人的未来.....	21
第 2 篇 认识传感器.....	25
2-1 数字接口——小小调光师.....	27
2-2 模拟接口——量化感知环境.....	35
2-3 综合——Macduino 的世界.....	43
2-4 表达力训练——感知的魅力.....	51
第 3 篇 认识执行器.....	55
3-1 机器人的运行——电动机控制.....	57
3-2 精确的执行器——舵机.....	65
3-3 自动机械臂的控制.....	73
3-4 表达力训练——多彩执行器.....	79
第 4 篇 自动控制.....	83
4-1 自动驾驶——巡线机器人.....	85
4-2 智能搬运机器人.....	93
4-3 避障机器人.....	99
4-4 综合表达力训练.....	105

第1篇

开启创客之旅



现代社会中，越来越多的工作由机器人承担，机器人的发展对社会进步起着极大的促进作用，因此需要更多的机器人开发人才。

本课目标

- 理解机器人的概念
- 理解机器人的运行方式
- 掌握机器人的开发流程

机器人的发展

初步探索

1920年，捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在他的科幻小说中，根据 Robota（捷克文，原意为“劳役、苦工”）和 Robotnik（波兰文，原意为“工人”），创造出“机器人”这个词。

1939年，在美国纽约“世博会”上展出了西屋电气公司制造的家用机器人 Elektro。它由电缆控制，可以行走，会说 77 个字，甚至可以抽烟，不过离真正干家务活还差得远。但它让人们对于家用机器人的憧憬变得更加具体。

1942年，美国科幻巨匠阿西莫夫提出“机器人三定律”。虽然这只是科幻小说里的创造，但后来成为学术界默认的研发原则。

1948年，诺伯特·维纳出版《控制论——关于在动物和机器中控制和通信的科学》，阐述了机器中的通信和控制机能与人的神经、感觉机能的共同规律，率先提出以计算机为核心的自动化工厂。



机器人和机器狗

雏形初现

1954年，美国人乔治·德沃尔制造出世界上第一台可编程的机器人（即世界上第一台真正的机器人），并注册了专利。这种机械手能按照不同的程序从事不同的工作，因此具有通用性和灵活性。

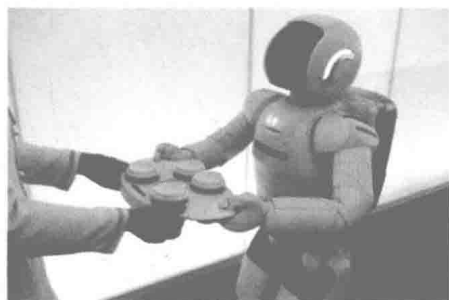
1959年，美国人英格伯格和德沃尔制造出世界上第一台工业机器人。这台机器人外形像一辆坦克的炮塔，基座上有一个可以转动的大机械臂，大臂上伸出可以伸缩和转动的小机械臂，能进行一些简单的操作，代替人完成诸如抓放零件的工作。

经过40多年的发展，现在全世界已装备90余万台工业机器人，种类达数十种，它们在许多领域为人类的生产和生活服务。大多数工业机器人不能走路，一般是靠轨道滑行，如汽车制造机器人等。



机械臂

智能机器人



ASIMO 机器人

智能型机器人是最复杂的机器人，也是人类最渴望能够早日制造出来的机器人朋友。然而，要制造一台智能机器人并不容易，仅仅是让机器模拟人类的行走动作，科学家们就要付出数十年甚至上百年的努力。

1997年，日本本田公司率先研制出第一台类人型步行机器人样机P3。2000年11月，日本科学技术振兴事业团宣布，开发出可模仿1岁婴儿行走的机器人“皮诺”。它全身有26

个关节，脚心装有1个传感器，可测量重心；眼睛可分辨红、蓝、黄等颜色，可自测距离；能挥手，并能蹒跚行走。

本田公司投入无数科技研究心血的结晶——全球最早具备人类双足行走能力的类人型机器人阿西莫（ASIMO，高级步行创新移动机器人），以其憨厚可爱的造型博得许多人的喜爱，它拥有的众多类人功能不断地冲击着人们的想象，似乎科幻电影中的情节正在一步步变成现实。

从1997年10月31日诞生，ASIMO的进步可以用“神速”来形容。2012年最新版的ASIMO除具备行走功能与各种人类肢体动作之外，更具备人工智能，可

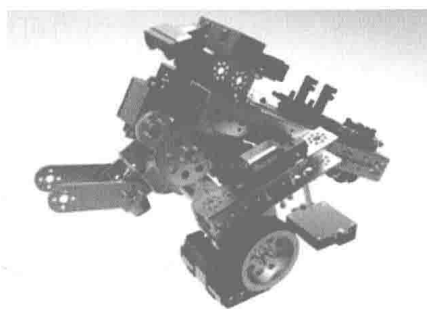
以预先设定动作，还能依据人类的声音、手势等指令完成相应的动作。此外，它还具备基本的记忆与辨识能力。

机器人的系统组成与结构

机器人可以协助或取代人类完成工作。根据工作内容不同，机器人的组成结构也不同，主要分为三大部分：机械部分、传感部分和控制部分；其六个子系统是驱动系统、机械结构系统、感受系统、机器人—环境交换系统、人机交互系统和控制系统。

机械部分

驱动系统：要使机器人运作起来，需要在各个关节，即每个运动自由度安置传动装置，这就是驱动系统。驱动系统可以是直接驱动，也可以通过同步带、链条、轮系、谐波齿轮等机械传动机构进行间接驱动；可以是液压传动、气压传动、电动传动，也可以把它们结合起来组成综合驱动系统。



机械结构系统：机器人的机械结构系统需要根据具体应用来决定，主要考虑其自由度、稳定性、传动机构等机械结构的组合与调试。

传感部分

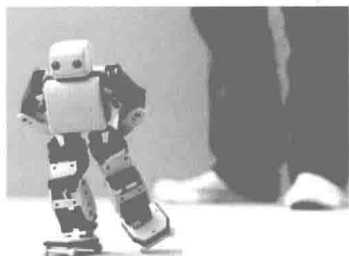
感受系统：内部传感器模块和外部传感器模块组成感受系统，用于获得内部和外部环境状态中有意义的信息。智能传感器的使用提高了机器人的机动性、适应性和智能化水准。人类的感受系统对感知外部世界信息是极其灵巧的，然而，对于一些特殊的信息，传感器比人类的感受系统更有效。

机器人—环境交换系统：这是现代工业机器人与外部环境中的设备相互联系和协调的系统。



控制部分

人机交互系统：它是操作人员与机器人控制并与机器人联系的装置，例如，



计算机的标准终端、指令控制台、信息显示板、危险信号报警器等。该系统归纳起来分为两大类：指令给定装置和信息显示装置。

控制系统：它的任务是根据机器人的作业指令程序以及传感器反馈回来的信号支配机器人的执行机构去完成规定的运动，实现既定的功能。

机器人的分类

提到机器人，人们想到的可能是科幻电影中的人形机器人，他们拥有高智能大脑，手脚灵活，为人类执行艰难的任务。人们也看过不少这些类型的电影，如“终结者”“变形金刚”“我，机器人”“机械公敌”等。

机器人的用途非常广泛。根据执行任务不同以及使用场合不同，分为很多类型，比如，军用机器人、工业机器人、服务机器人、娱乐机器人、竞赛机器人等。

机器人由操作员控制，即使远距离遥控也可以实现。

针对青少年机器人比赛，有几种比较典型的机器人，如轮式机器人、人形机器人等。



机器人世界杯

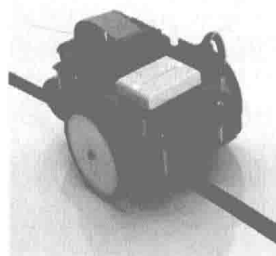
RoboCup 由 FIRA 举办，比赛项目主要有：超微机器人足球赛、单微机器人足球赛、微型机器人足球赛、小型机器人足球赛、自主式机器人足球赛、拟人式机器人足球赛。

赛场长 1.5 米，宽 1.3 米，比乒乓球台略小，场地画有中线、中圈和门区。每队由 3 个边长不超过 7.5 厘米的立方形的遥控小车（机器人）组成。

轮式机器人

右图所示为轮式巡线机器人。轮式机器人是一种竞赛常用机器人，特别是针对巡线相关比赛，有着很广泛的应用。

轮式机器人具有移动速度快，转向灵活的特点，适用于高效地完成任



人形机器人

人形机器人又称仿人机器人，是具有人体形状的机器人。右图所示为经典的“加藤一郎”人形机器人结构。

