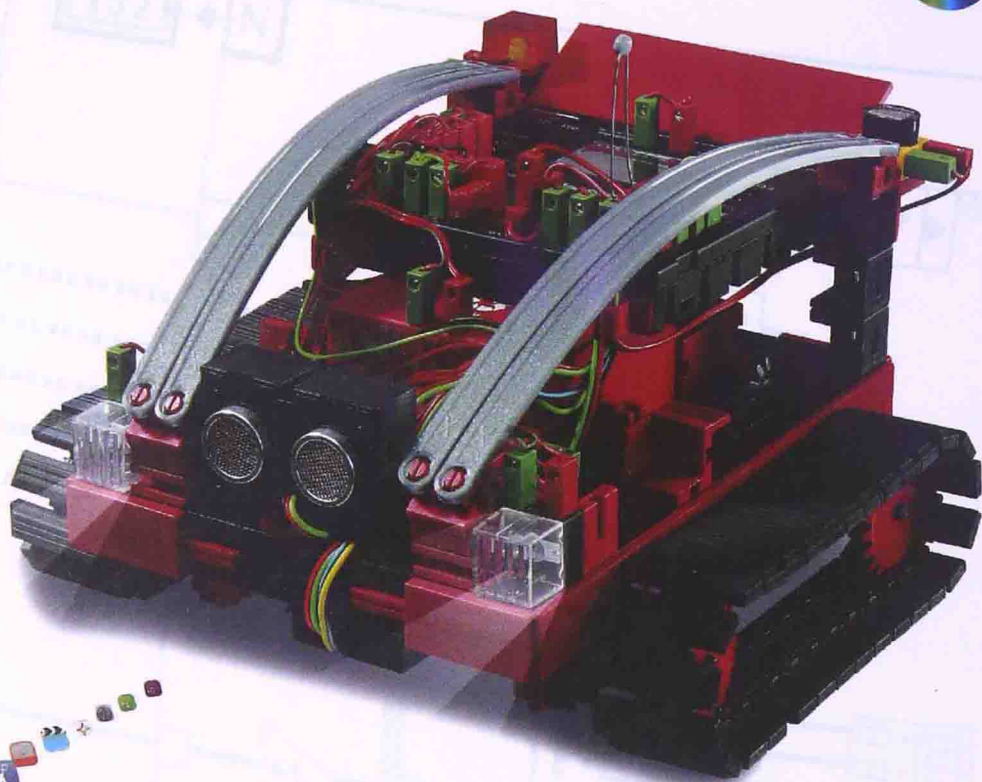


青少年科技创新丛书



机器人创新设计

——基于慧鱼创意组合模型的
机器人制作

景维华 曹双 著

清华大学出版社

青少年科技创新丛书

TP242-49

14

机器人创新设计

——基于慧鱼创意组合模型的 机器人制作

景维华 曹双 著



清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书以慧鱼创意组合模型作为教学基础,介绍了机器人的结构、控制系统和设计方法。书中引用了大量实例,利于激发爱好者的学习热情。学习本书后,学习者将对机器人技术有较深的理解,并能亲手制作具有一定功能的机器人。

考虑学生在学习计划上的差异,本书提供了多样的扩展阅读和练习,有兴趣的同学可安排课余时间学习。

本书适用于高中通用技术课程(机器人模块),也可作为各学校、校外活动机构开展机器人教学的参考书籍。

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

机器人创新设计:基于慧鱼创意组合模型的机器人制作/景维华,曹双著. —北京:清华大学出版社,2014

(青少年科技创新丛书)

ISBN 978-7-302-36345-3

I. ①机… II. ①景… ②曹… III. ①模块式机器人—设计 ②模块式机器人—制作 IV. ①TP242

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 085371 号

责任编辑:帅志清

封面设计:刘莹

责任校对:刘静

责任印制:沈露

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

印装者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:11.25 字 数:250千字

(附光盘1张)

版 次:2014年7月第1版 印 次:2014年7月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:62.00元

产品编号:058249-01

《青少年科技创新丛书》 编委会

主 编：郑剑春

副主编：李甫成 李梦军

委 员：（按拼音排序）

曹 双	丁伟达	董英姿	高 山	何琪辰
景维华	李大维	梁志成	刘玉田	毛 勇
苏丛尧	王德庆	王建军	王君英	王文精
魏晓晖	吴俊杰	武 健	向 金	谢作如
修金鹏	叶 琛	于方军	于欣龙	张政桢
张 晟	赵 亮			



序 (1)

吹响信息科学技术基础教育的号角

(一)

信息科学技术是信息时代的标志性科学技术。信息科学技术在社会各个活动领域广泛而深入的应用，就是人们所熟知的信息化。信息化是 21 世纪最为重要的时代特征。作为信息时代的必然要求，它的经济、政治、文化、民生和安全都要接受信息化的洗礼。因此，生活在信息时代的人们应当具备信息科学的基本知识和应用信息技术的能力。

理论和实践表明，信息时代是一个优胜劣汰、激烈竞争的时代。谁先掌握了信息科学技术，谁就可能在激烈的竞争中赢得制胜的先机。因此，对于一个国家来说，信息科学技术教育的成败优劣，就成为关系国家兴衰和民族存亡的根本所在。

同其他学科的教育一样，信息科学技术的教育也包含基础教育和高等教育两个相互联系、相互作用、相辅相成的阶段。少年强则国强，少年智则国智。因此，信息科学技术的基础教育不仅具有基础性意义，而且具有全局性意义。

(二)

为了搞好信息科学技术的基础教育，首先需要明确：什么是信息科学技术？信息科学技术在整个科学技术体系中处于什么地位？在此基础上，明确：什么是基础教育阶段应当掌握的信息科学技术？

众所周知，人类一切活动的目的归根结底就是要通过认识世界和改造世界，不断地改善自身的生存环境和发展条件。为了认识世界，就必须获得世界（具体表现为外部世界存在的各种事物和问题）的信息，并把这些信息通过处理提炼成为相应的知识；为了改造世界（表现为变革各种具体的事物和解决各种具体的问题），就必须根据改善生存环境和发展条件的目的，利用所获得的信息和知识，制定能够解决问题的策略并把策略转换为可以实践的行为，通过行为解决问题、达到目的。

可见，在人类认识世界和改造世界的活动中，不断改善人类生存环境和发展条件这个目的是根本的出发点与归宿，获得信息是实现这个目的的基础和前提，处理信息、提炼知识和制定策略是实现目的的关键与核心，而把策略转换成行为则是解决问题、实现目的的最终手段。不难明白，认识世界所需要的知识、改造世界所需要的策略以及执行策略的行为是由信息加工分别提炼出来的产物。于是，确定目的、获得信息、处理信息、提炼知识、制定策略、执行策略、解决问题、实现目的，就自然地成为信息科学技术



的基本任务。

这样，信息科学技术的基本内涵就应当包括：①信息的概念和理论；②信息的地位和作用，包括信息资源与物质资源的关系以及信息资源与人类社会的关系；③信息运动的基本规律与原理，包括获得信息、传递信息、处理信息、提炼知识、制定策略、生成行为、解决问题、实现目的规律和原理；④利用上述规律构造认识世界和改造世界所需要的各种信息工具的原理和方法；⑤信息科学技术特有的方法论。

鉴于信息科学技术在人类认识世界和改造世界活动中所扮演的主导角色，同时鉴于信息资源在人类认识世界和改造世界活动中所处的基础地位，信息科学技术在整个科学技术体系中显然应当处于主导与基础双重地位。信息科学技术与物质科学技术的关系，可以表现为信息科学工具与物质科学工具之间的关系：一方面，信息科学工具与物质科学工具同样都是人类认识世界和改造世界的基本工具；另一方面，信息科学工具又驾驭物质科学工具。

参照信息科学技术的基本内涵，信息科学技术基础教育的内容可以归结为：①信息的基本概念；②信息的基本作用；③信息运动规律的基本概念和可能的实现方法；④构造各种简单信息工具的可能方法；⑤信息工具在日常活动中的典型应用。

(三)

与信息科学技术基础教育内容同样重要甚至更为重要的问题是要研究：怎样才能使中小學生真正喜爱并能够掌握基础信息科学技术？其实，这就是如何认识和实践信息科学技术基础教育的基本规律的问题。

信息科学技术基础教育的基本规律有很丰富的内容，其中有两个重要问题：一是如何理解中小學生的一般认知规律，二是如何理解信息科学技术知识特有的认知规律和相应能力的形成规律。

在人类（包括中小學生）一般的认知规律中，有两个普遍的共识：一是“兴趣决定取舍”，二是“方法决定成败”。前者表明，一个人如果对某种活动有了浓厚的兴趣和好奇心，就会主动、积极地探寻奥秘；如果没有兴趣，就会放弃或者消极应付。后者表明，即使有了浓厚的兴趣，如果方法不恰当，最终也会导致失败。所以，为了成功地培育人才，激发浓厚的兴趣和启示良好的方法都非常重要。

小学教育处于由学前的非正规、非系统教育转为正规的系统教育的阶段，原则上属于启蒙教育。在这个阶段，调动兴趣和激发好奇心理更加重要。中学教育的基本要求同样是要不断调动学生的学习兴趣和激发他们的好奇心理，但是这一阶段越来越重要的任务是要培养他们的科学思维方法。

与物质科学技术学科相比，信息科学技术学科的特点是比较抽象、比较新颖。因此，信息科学技术的基础教育还要特别重视人类认识活动的另一个重要规律：人们的认识过程通常是由个别上升到一般，由直观上升到抽象，由简单上升到复杂。所以，从个别的、简单的、直观的学习内容开始，经过量变到质变的飞跃和升华，才能掌握一般的、抽象的、复杂的学习内容。其中，亲身实践是实现由直观到抽象过程的良好途径。

综合以上几方面的认知规律，小学的教育应当从个别的、简单的、直观的、实际



的、有趣的学习内容开始，循序渐进，由此及彼，由表及里，由浅入深，边做边学，由低年级到高年级，由小学到中学，由初中到高中，逐步向一般的、抽象的、复杂的学习内容过渡。

(四)

我们欣喜地看到，在信息化需求的推动下，信息科学技术的基础教育已在我国众多的中小学校试行多年。感谢全国各中小学校的领导和教师的重视，特别感谢广大一线教师们坚持不懈的努力，克服了各种困难，展开了积极的探索，使我国信息科学技术的基础教育在摸索中不断前进，取得了不少可喜的成绩。

由于信息科学技术本身还在迅速发展，人们对它的认识在不断深化。由于“重书本”、“重灌输”等传统教育思想和教学方法的影响，学生学习的主动性、积极性尚未得到充分发挥，加上部分学校的教学师资、教学设施和条件还不够充足，教学效果尚不能令人满意。总之，我国信息科学技术基础教育存在不少问题，亟须研究和解决。

针对这种情况，在教育部基础司的领导下，我国从事信息科学技术基础教育与研究的广大教育工作者正在积极探索解决这些问题的有效途径。与此同时，北京、上海、广东、浙江等省市的部分教师也在自下而上地联合起来，共同交流和梳理信息科学技术基础教育的知识体系与知识要点，编写新的教材。所有这些努力，都取得了积极的进展。

《青少年科技创新丛书》是这些努力的一个组成部分，也是这些努力的一个代表性成果。丛书的作者们是一批来自国内外大中学校的教师和教育产品创作者，他们怀着“让学生获得最好教育”的美好理想，本着“实践出兴趣，实践出真知，实践出才干”的清晰信念，利用国内外最新的信息科技资源和工具，精心编撰了这套重在培养学生动手能力与创新技能的丛书，希望为我国信息科学技术基础教育提供可资选用的教材和参考书，同时也为学生的科技活动提供可用的资源、工具和方法，以期激励学生学习信息科学技术的兴趣，启发他们创新的灵感。这套丛书突出体现了让学生动手和“做中学”的教学特点，而且大部分内容都是作者们所在学校开发的课程，经过了教学实践的检验，具有良好的效果。其中，也有引进的国外优秀课程，可以让学生直接接触世界先进的教育资源。

笔者看到，这套丛书给我国信息科学技术基础教育吹进了一股清风，开创了新的思路和风格。但愿这套丛书的出版成为一个号角，希望在它的鼓动下，有更多的志士仁人关注我国的信息科学技术基础教育的改革，提供更多优秀的作品和教学参考书，开创百花齐放、异彩纷呈的局面，为提高我国的信息科学技术基础教育水平作出更多、更好的贡献。

钟义信

2013年冬于北京





序 (2)

探索的动力来自对所学内容的兴趣，这是古今中外之共识。正如爱因斯坦所说：一个贪婪的狮子，如果被人们强迫不断进食，也会失去对食物贪婪的本性。学习本应源于天性，而不是强迫地灌输。但是，当我们环顾目前教育的现状，却深感沮丧与悲哀：学生太累，压力太大，以至于使他们失去了对周围探索的兴趣。在很多学生的眼中，已经看不到对学习的渴望，他们无法享受学习带来的乐趣。

在传统的教育方式下，通常由教师设计各种实验让学生进行验证，这种方式与科学发现的过程相违背。那种从概念、公式、定理以及脱离实际的抽象符号中学习的过程，极易导致学生机械地记忆科学知识，不利于培养学生的科学兴趣、科学精神、科学技能，以及运用科学知识解决实际问题的能力，不能满足学生自身发展的需要和社会发展对创新人才的需求。

美国教育家杜威指出：成年人的认识成果是儿童学习的终点。儿童学习的起点是经验，“学与做相结合的教育将会取代传授他人学问的被动的教育”。如何开发学生潜在的创造力，使他们对世界充满好奇心，充满探索的愿望，是每一位教师都应该思考的问题，也是教育可以获得成功的关键。令人感到欣慰的是，新技术的发展使这一切成为可能。如今，我们正处在科技日新月异的时代，新产品、新技术不仅改变我们的生活，而且让我们的视野与前人迥然不同。我们可以有更多的途径接触新的信息、新的材料，同时在工作中也易于获得新的工具和方法，这正是当今时代有别于其他时代的特征。

当今时代，学生获得新知识的来源已经不再局限于书本，他们每天面对大量的信息，这些信息可以来自网络，也可以来自生活的各个方面，如手机、iPad、智能玩具等。新材料、新工具和新技术已经渗透到学生的生活之中，这也为教育提供了新的机遇与挑战。

将新的材料、工具和方法介绍给学生，不仅可以改变传统的教育内容与教育方式，而且将为学生提供一个实现创新梦想的舞台，教师在教学中可以更好地观察和了解学生的爱好、个性特点，更好地引导他们，更深入地挖掘他们的潜力，使他们具有更为广阔的视野、能力和责任。

本套丛书的作者大多是来自著名大学、著名中学的教师和教育产品的科研人员，他们在多年的实践中积累了丰富的经验，并在教学中形成了相关的课程，共同的理想让我们走到了一起，“让学生获得最好的教育”是我们共同的愿望。



本套丛书可以作为各校选修课程或必修课程的教材，同时也希望借此为学生提供一些科技创新的材料、工具和方法，让学生通过本套丛书获得对科技的兴趣，产生创新与发明的动力。

丛书编委会

2013年10月8日





前 言

机器人技术是一门综合性很强的学科，涉及机械、电子、气动和控制技术等多学科知识，是 STEM (Science Technology Engineering Mathematics) 教育和创新教育的最佳实践平台。近些年，机器人教育已成为我国大部分中小学信息技术课程，在培养学生的创新能力和科学素养方面展现了它独有的特点，越来越被学校、家长及社会认可和推崇。慧鱼模型融入机器人技术的相关知识，降低了机器人技术的门槛，在机器人创新教育方面取得了显著成绩。本书以慧鱼模型为基础，希望帮助青少年爱好者踏入机器人创新制作的大门，培养青少年对科学与工程学科的兴趣，发掘青少年的创新潜能。

全书共 6 章，包括机器人介绍、机器人结构设计、机器人驱动装置、机器人控制系统、机器人编程设计和机器人创新设计。在知识内容的选择上，本书主要集中在机械结构设计和控制编程两个方面，在涉及其他相关知识时，才对必要的知识进行讲授。

本书立足于机器人理论知识和实际应用的恰当结合，强调工程实际应用，以生动典型的实例为主线，把理论与实践有机地结合起来，充分发掘学生的创新潜能，提高学生解决问题的综合能力。本书可以作为青少年的自学教材，也可作为各学校、校外活动机构开展机器人教学的参考书籍。

本书由景维华、曹双编写，参加本书编写工作的还有程旭、程力、张绍辉、王春鹏。由于编者水平有限，书中难免存在疏漏和不当之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2013 年 12 月



目 录

第 1 章 机器人介绍	1
1.1 机器人概述	1
1.1.1 机器人的历史	1
1.1.2 机器人的分类	1
1.1.3 机器人的特点	2
1.1.4 机器人的发展	2
1.1.5 实践与思考	2
1.2 机器人的结构	3
1.2.1 控制系统	3
1.2.2 检测装置	4
1.2.3 执行系统	5
1.2.4 驱动装置	9
1.2.5 实践与思考	10
第 2 章 机器人结构设计	11
2.1 机构的组成	11
2.1.1 机械构件	11
2.1.2 实践与思考	12
2.2 连杆机构	13
2.2.1 连杆机构简介	13
2.2.2 实践与思考	14
2.3 凸轮机构	16
2.3.1 凸轮机构简介	16
2.3.2 实践与思考	18
2.4 齿轮机构	19
2.4.1 传动比	19
2.4.2 锥形齿轮	22
2.4.3 齿轮齿条	23
2.5 轮系	24



2.5.1	变速器	25
2.5.2	差速器	26
2.5.3	行星齿轮	27
2.5.4	实践与思考	28
2.6	其他传动类型	29
2.6.1	带传动	29
2.6.2	链传动	30
2.6.3	蜗轮蜗杆传动	31
2.6.4	实践与思考	32
第3章	机器人驱动装置	33
3.1	电动装置	33
3.1.1	XS 电动机	33
3.1.2	迷你电动机	34
3.1.3	XM 电动机	34
3.1.4	编码电动机	35
3.2	气动装置	35
3.2.1	气缸	35
3.2.2	气泵	36
3.2.3	电磁阀	36
3.2.4	实践与思考	37
3.3	太阳能驱动	37
3.3.1	太阳能电池	37
3.3.2	氢能源	38
3.3.3	实践与思考	40
第4章	机器人控制系统	41
4.1	ROBO TX 控制器应用	41
4.1.1	ROBO TX 控制器的功能	41
4.1.2	设置 ROBO TX 控制器	42
4.2	ROBO Pro 软件	43
4.2.1	安装 ROBO Pro 软件	44
4.2.2	安装 ROBO TX 控制器驱动	47
4.3	ROBO Pro 软件编程	49
4.3.1	ROBO Pro 界面介绍	49
4.3.2	流程图简介	52
4.3.3	ROBO Pro 编程方法	54





第 5 章 机器人编程设计	57
5.1 数字量判断模块	57
5.1.1 微动开关	58
5.1.2 光敏晶体管	60
5.1.3 轨迹传感器	62
5.2 模拟量判断模块	64
5.2.1 温度传感器	65
5.2.2 光敏传感器	67
5.2.3 颜色传感器	72
5.2.4 距离传感器	78
5.3 信号接收模块	81
5.3.1 输入等待模块	81
5.3.2 脉冲计数模块	82
5.4 执行器模块	83
5.4.1 灯输出	83
5.4.2 电动机输出	85
5.4.3 编码电动机	85
5.4.4 实践与思考	87
5.5 子程序	88
5.5.1 新建子程序	88
5.5.2 复制子程序	91
5.6 RoboTXdroid 智能控制	93
第 6 章 机器人创新设计	95
6.1 弹球机设计	95
6.1.1 结构分析	95
6.1.2 编程提示	97
6.2 轮式机器人设计	100
6.2.1 基本任务	100
6.2.2 寻迹任务	101
6.2.3 避障任务	104
6.2.4 踢球任务	105
6.2.5 运输任务	107
6.3 履带式机器人设计	108
6.3.1 综合设计	109
6.3.2 救援竞赛	112
6.4 机器人竞赛	112





6.4.1 大力士比赛规则.....	112
6.4.2 越野接力赛比赛规则.....	119
附录 机器人搭建步骤图示.....	139
参考文献.....	159



第 1 章 机器人介绍

1.1 机器人概述

机器人(Robot)是自动执行工作的机器装置。它既可以接受人类指挥,可以运行预先编排的程序,也可以根据以人工智能技术制定的原则行动。它的任务是协助或取代人类的工作,如生产业、建筑业或是危险环境的工作。机器人技术涉及机械电子、计算机、数学、物理、材料和仿生学等多学科知识,代表一个国家的科技发展水平。图 1-1 是日本本田公司研制的仿人机器人——ASIMO。

国际上对机器人的概念已经逐渐趋于一致,联合国标准化组织采纳了美国机器人协会给机器人下的定义:“一种可编程和多功能的操作机;或是为了执行不同的任务而具有可用计算机改变和可编程动作的专门系统。”

1.1.1 机器人的历史

1910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 Robot(机器人)这个词。经过近百年的发展,机器人已应用到生产生活的各个领域,给人类生活带来了诸多便利。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朋友。然而要制造出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甚至上百年的努力。

1.1.2 机器人的分类

机器的种类繁多,构造、用途和性能也各不相同。在日常生活中,我们见到过和接触

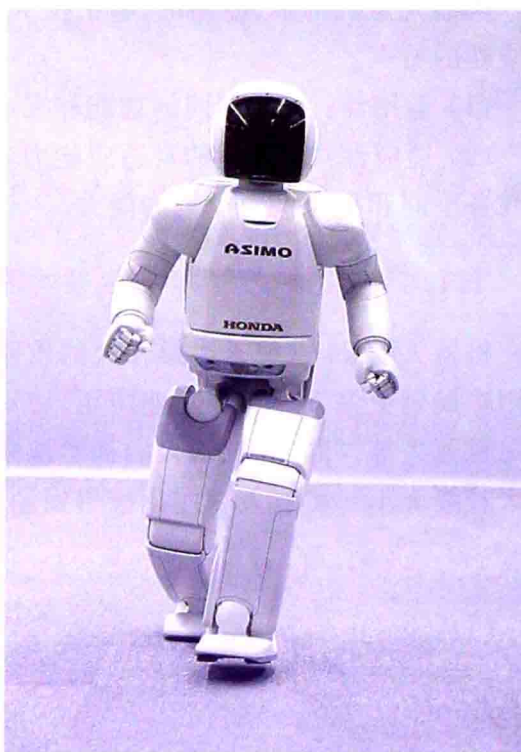


图 1-1 本田公司的 ASIMO 机器人



过许多机械,从家庭用的冰箱、洗衣机到工业部门使用的各种专用机床,从汽车、推土机到工业机器人和机械手等。

中国的机器人专家从应用环境出发,将机器人分为两大类,即工业机器人和特种机器人。工业机器人就是面向工业领域的多关节机械手或多自由度机器人;而特种机器人则是除工业机器人之外的、用于非制造业并服务于人类的各种先进机器人,包括服务机器人、水下机器人、娱乐机器人、军用机器人、农业机器人和机器人化机器等。在特种机器人中,有些分支发展很快,有独立成体系的趋势,如服务机器人、水下机器人、军用机器人和微操作机器人。国际上的机器人学者,从应用环境出发也将机器人分为两类,即制造环境下的工业机器人和非制造环境下的服务与仿人型机器人,这和中国的分类是一致的。

1.1.3 机器人的特点

机器人是机构学、控制论、电子技术及计算机等现代科学综合的产物,具有通用性和适应性的特点。

(1) 通用性:执行不同的功能和完成多样的简单任务的实际能力。

(2) 适应性:对环境的自适应能力,包括运用传感器感测环境和自我姿态的能力、分析任务空间和执行操作规划的能力。

1.1.4 机器人的发展

机器人是20世纪人类最伟大的发明之一,如今机器人应用面越来越宽,已经由工业应用扩展到更多领域的非工业应用,如军事、医疗、服务和娱乐等方面,还有空间机器人、潜海机器人等。同时,机器人的种类越来越多,像进入人体的微型机器人,可以小到像一个米粒般大小。机器人智能化也得到加强,机器人会更加聪明。

1.1.5 实践与思考

(1) 请同学们查阅机器人的有关知识,并完成表1-1。

表 1-1 生活中的机器人

应用领域	名称	功能描述
家用		
军用		
医疗		
娱乐		
其他		

(2) 请同学们围绕“未来机器人”的主题展开讨论(见图1-2)。



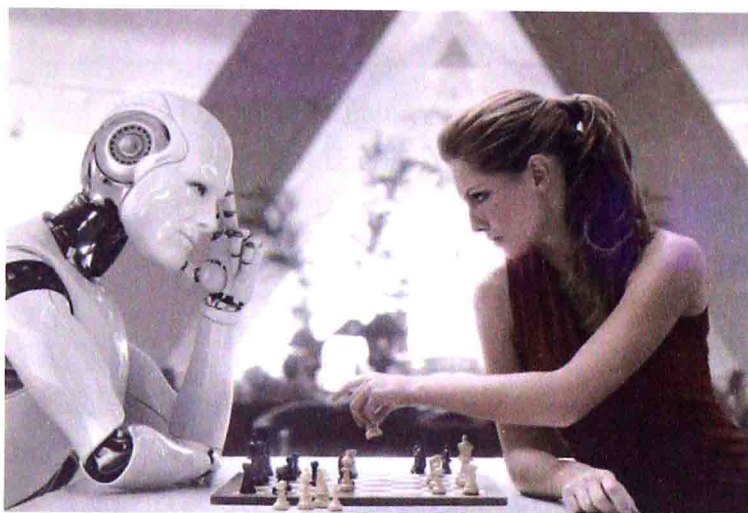


图 1-2 未来机器人

1.2 机器人的结构

机器人的外形不仅限于人的形状,如自动化小车、工业流水线上的装配机械手、室内温控系统、烘手器、自动门都可以称为机器人。机器人一般由控制系统、检测装置、执行系统和驱动装置组成,本书将以慧鱼机器人为例说明各部分的功能。

1.2.1 控制系统

ROBO TX 控制器是机器人的控制系统,实现计算机和模型之间的通信,它可以接收传感器获得的信号,进行软件的逻辑运算;同时可以将软件的指令传输给机器人,控制机器人的运动,ROBO TX 控制器外形如图 1-3 所示。



图 1-3 ROBO TX 控制器

