



普通高校“十二五”规划教材

PUTONG GAOXIAO SHIYU WU GUBHUA JIAOCAI



- 创新机器人实践课程教学
- 提升机器人竞赛实战技能
- 一线技术团队全程参与编写
- 精彩视频资源和丰富图文资料

姚宪华 梁建宏 主编

李卫国 杨学军 计海峰 王野 陆鑫 编著

CHUANGYI ZHONGYI MOKUEJIAHUA JIQIBEN CHUANGXIN SHEJI YU JINGSAI

创意之星：模块化机器人创新设计与竞赛



北京航空航天大学出版社



配有课件



配有光盘



普通高校“十二五”规划教材

创意之星：

模块化机器人创新设计与竞赛

姚宪华 梁建宏 主编

李卫国 杨学军 计海峰 王 野 陆 鑫 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书主要介绍使用“创意之星”机器人套件开发制作各种智能机器人的方法和技巧,并以“机器人武术擂台赛”为例,给出使用该机器人套件制作竞赛机器人的一般思路和方法。

本书共分3篇,分别是基础篇、实践篇和竞赛篇。基础篇包括2章,介绍国内外一些典型机器人的原理及功能和主流的机器人竞赛,并形象地从机器人的“大脑”、“五官”、“肌肉”等角度介绍各种常用传感器、执行器、控制器和机器人编程语言的知识,供读者在设计制作机器人时补充背景知识。实践篇包括7章,以项目式教学的方式编排,指导读者使用“创意之星”机器人套件开发完成4个循序渐进的机器人项目。竞赛篇包括3章,详细介绍如何使用“创意之星”机器人套件开发制作“机器人武术擂台赛”参赛平台的原理和技巧。本书配套光盘中提供了精彩的视频资料,另有大量教学所需其他图文资料。

本书适合作为高等工程专业学校“机器人概论”和“智能机器人实训”等课程的教材,也可供开发机器人科技项目或参加机器人竞赛的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

创意之星:模块化机器人创新设计与竞赛/姚宪华
梁建宏主编. --北京:北京航空航天大学出版社,
2010.9

ISBN 978-7-5124-0146-4

I. ①创… II. ①姚… ②梁… III. ①机器人—设计
IV. ①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第130703号

版权所有,侵权必究。

创意之星:模块化机器人创新设计与竞赛

姚宪华 梁建宏 主编

李卫国 杨学军 计海峰 王野 陆鑫 编著

责任编辑 王慕冰 王平豪 龚荣桂

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路37号(邮编100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱: bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:20 字数:512千字

2010年9月第1版 2010年9月第1次印刷 印数:5000册

ISBN 978-7-5124-0146-4 定价:39.80元(含光盘)

前 言

机器人技术是高度综合的现代科学技术。近年来,智能机器人技术飞速发展,智能机器人除了在先进制造领域发挥重要作用之外,已经越来越接近人们的日常生活,以清洁机器人为代表的家庭服务机器人已经在全世界范围内广泛应用。机器人学综合运用了基础科学和应用工程技术的最新成果,是21世纪发展最为迅速、应用前景最为广阔的科学技术领域之一。同时,由于机器人技术的综合性和趣味性,高等工程教育界已经广泛使用教育机器人平台来开展工程综合实践和创新教育。

本书以“创意之星”模块化机器人套件为对象,首先介绍了智能机器人技术的发展概况;然后通过介绍一些著名机器人作品、知名机器人竞赛和常用的机器人技术知识,以期让读者对智能机器人技术有一个粗略的了解;在此基础上,以“智能搬运机器人”、“语音问答机器人”、“基于机器视觉的足球机器人”、“机器人倒立摆”、“四足仿生机器人”五个机器人项目为线索,引导读者一步步地通过实践制作智能机器人来学习机器人技术;最后,通过“机器人武术擂台赛”这个较为复杂的机器人竞赛项目,引导读者综合运用各种工程知识和技能来完成一个竞赛机器人项目,并从中得到工程实践和自主创新的训练。

由于机器人技术综合性强,涉及的学科非常多,书中内容基本不涉及理论知识,而是力求以工程应用为主,以应用引导读者学习需要的知识。本书的编排方式,力图让读者养成“需要什么知识再去深入学习什么知识”的习惯,通过完成项目的方式来锻炼读者“探究性学习”的能力。本书适合高等工程专业学校的机械、电子、控制、计算机等专业2、3年级的学生阅读,也可供开发机器人科技项目或参加机器人竞赛的人员参考。

本书配套光盘中包括:CDS5500 机器人舵机、Eclipse、MultiFLEX 2 控制器、NorthStar 2. 2. 10. 511、UP - Debugger 多功能调试器、创新之星部分案例、各章参考程序源码、各章节参考资料和教学资源等。光盘内容均采自实际教学和竞赛应用,形式包括PPT和PDF文档、高清照片及多种视频文件。光盘内容精彩纷呈,既适合教师在教学中演示和参考,也适合学生自学使用。

本书由姚宪华、梁建宏主编,第1、2章及附录由梁建宏和王野编写,第3、4、5

章由杨学军编写,第6章由张万杰编写,第7、8、9章由计海峰和陈中元编写,第10、11、12章由李卫国和计海峰编写,配套光盘由陆鑫编辑、整理,全书由姚宪华统稿。北京航空航天大学机器人研究所王田苗教授、陈殿生教授在本书的编写过程中给予了很大的支持与帮助,在此表示衷心的感谢!

本书涉及工程领域的多个学科,由于作者水平有限,书中错漏之处恳请读者批评指正。关于本书的任何建议和疑问,请读者与作者联系: alphis@163.com。

编 者

2010年5月

- 本社教材配套课件及其他增值服务请致电市场部咨询,联系电话 010 - 82339483。
- 本书内容及其他问题请联系理工事业部,电子邮箱 goodtextbook@126.com,联系电话 010 - 82317036, 010 - 82339364。

序

“我们正站在时代的节点：一个崭新的产业即将崛起……”，这段话引自比尔·盖茨发表于《科学美国人》杂志的一篇文章，文章的标题是 *A robot in every home*（《家家都有机器人》）。

从 20 世纪 70 年代开始，工业机器人已经在工厂得到了广泛应用。但智能服务机器人技术的高速发展只是近几年的事情：数千台拆弹机器人在阿富汗和伊拉克代替美军执行危险任务；保洁机器人、宠物机器人风靡欧美；Microsoft、Intel 等大企业纷纷启动机器人业务。

我国经过“七五”到“十一五”几个五年计划的重点投入，智能机器人技术已经逐步从实验室走向产业化应用阶段；2009 年，中关村 IT 市场已经出现了国内首家机器人专卖店。种种迹象显示，机器人离大众生活已经越来越近了——继信息时代之后，机器人技术正推动一个新的时代的到来。

众所周知，人才是一个国家发展前进的源动力。面对即将来临的机器人时代，面对国家、社会对高素质工程人才的需求，我们的高等工程教育如何有效地培养具有机、电、软各方面综合实践能力和创新能力的工程人才？如何在现有的专业课程和实验教学体系中体现综合、体现创新？这是在我多年从事高等教育和科研工作中常常思索的一个问题。

机器人技术是机、电、软等学科的集大成者，在现代的各种工程任务中，也要求工程技术人员具有较强的综合能力和创新能力，因此，近年来出现了将机器人作为工程创新教育工具的趋势。很多高校利用机器人的“机、电、软”综合特性，把教育机器人当做教学工具，让学生自主地研发机器人项目，参与机器人竞赛，从中体验创新的乐趣，感受实践的魅力，从而潜移默化地将大学阶段所学到的各种知识应用到机器人项目和竞赛作品中。我指导的学生中就有一部分参与过机器人科技制作和竞赛，他们在研究生阶段和就业后，普遍表现出超出平均水平的工程能力和竞争力。

本书的几位作者多年来一直从事高等工程教育和机器人研发工作。他们选择了一套可以自由拼装、编程的模块化“积木式”机器人套件来进行工程实践创新教学，组织学生参加机器人竞赛，获得了可喜的成果。模块化机器人套件由于其

开放性和不唯一性,不易产生限制学生创造力的定势,确实适合作为工程创新教育工具。本书是他们将模块化机器人套件应用于工程实践创新教育的教学成果的总结,也是一次大胆的尝试。

与其说本书是一本机器人专业教材,不如说是一本由机器人项目贯穿起来的实践指南。书中基本舍弃了理论教学,完全以实践为引导,以“机器人项目”为主线,让读者从“孤立学习各个知识点”转变为“在实现各个工程项目的挑战中学习知识”,最终“制作机器人并和其他机器人对抗竞技”。我相信读者在本书的帮助下,“做中学,学中做”,一定能在实践中得到基本的机器人项目锻炼,更重要的是建立自己的实践能力和创新意识。

希望本书能让读者体验到工程实践和创造的乐趣,也希望本书能吸引一批有志向的年轻人投身于机器人产业,在未来的十年、二十年,他们也许将成为中国乃至世界机器人产业的骨干和栋梁。



于北京航空航天大学机器人研究所

2010年5月30日

目 录

第 1 篇 基础篇

第 1 章 绪 论	2
1.1 机器人概述	2
1.1.1 为什么要学习机器人技术	2
1.1.2 机器人发展简史	3
1.1.3 揭开机器人的神秘面纱	4
1.2 “创意之星”机器人套件简介	6
1.3 典型著名机器人简介	8
1.3.1 “勇气”号火星探测器	8
1.3.2 Remotec Andros F6A 排爆机器人	9
1.3.3 iRobot Roomba	10
1.3.4 本田 ASIMO 仿人型机器人	11
1.3.5 KUKA Titan 工业机器人	13
1.3.6 SONY 机器狗 AIBO	13
1.3.7 足球机器人	14
1.3.8 Segway 两轮平衡车	15
1.4 典型机器人竞赛简介	17
1.4.1 国际机器人赛事	17
1.4.2 国内机器人赛事	19
1.4.3 机器人竞赛的特点	20
1.5 小 结	20
第 2 章 机器人基础知识概述	21
2.1 机器人的骨骼——机械结构	21
2.1.1 设计和制作机器人的一般过程	21
2.1.2 机器人的机械结构	22
2.1.3 机器人的执行机构	23
2.2 机器人的肌肉——执行器	27
2.2.1 直流电机概述	27
2.2.2 直流有刷电机	28
2.2.3 直流无刷电机	30
2.2.4 直线电机	31
2.2.5 步进电机	31

2.2.6	空心杯直流电机	34
2.2.7	舵机	35
2.2.8	常见减速器	37
2.3	机器人的心脏——电源	39
2.3.1	机器人常用电池概述	39
2.3.2	干电池	40
2.3.3	铅酸蓄电池	40
2.3.4	镍镉/镍氢电池	41
2.3.5	锂离子/锂聚合物动力电池	42
2.3.6	线性稳压电源	44
2.3.7	开关电源概述	45
2.3.8	交流-直流开关电源	45
2.3.9	直流-直流开关电源	46
2.4	机器人的五官——机器人传感器	46
2.4.1	测距声纳	47
2.4.2	红外测距传感器	47
2.4.3	激光扫描测距传感器	49
2.4.4	旋转编码器	50
2.4.5	旋转电位计	53
2.4.6	光电开关传感器	54
2.4.7	电感式、电容式、霍尔效应接近开关	55
2.4.8	磁性开关	57
2.4.9	电子磁罗盘	58
2.4.10	姿态/航向测量单元	59
2.4.11	温度传感器	59
2.4.12	声音传感器	59
2.4.13	GPS接收机	60
2.4.14	视觉传感器	61
2.4.15	气体传感器	61
2.5	机器人的大脑——控制器	62
2.5.1	基于单片机的控制器	62
2.5.2	基于嵌入式系统的控制器	63
2.5.3	基于PC架构的控制器	64
2.6	机器人的C语言编程基础	64
2.6.1	机器人软件知识概述	64
2.6.2	C语言简介	65
2.6.3	C程序结构概述	69
2.7	小结	72

第 2 篇 实践篇

第 3 章 数字信号的输出和输入	74
3.1 绚丽的霓虹灯	74
3.2 数字信号简介	75
3.3 霓虹灯硬件搭建	76
3.3.1 MultiFLEX 2 - AVR 控制器	76
3.3.2 数字信号输出设备——LED 灯	79
3.3.3 L 型结构件	79
3.3.4 多功能调试器	80
3.3.5 电池和电源	81
3.4 让霓虹灯闪烁起来	82
3.4.1 NorthStar 图形化开发环境	82
3.4.2 IO 方向设置	86
3.4.3 数字输出模块——Digital Output	88
3.4.4 延时模块——Delay	90
3.4.5 连线	91
3.4.6 while 循环	92
3.4.7 编译和下载	93
3.5 给霓虹灯增加开关	94
3.5.1 数字信号输入设备——碰撞传感器	94
3.5.2 修改工程设置	95
3.5.3 数字输入模块——Digital Input	96
3.5.4 变量模块——Variable	96
3.5.5 其他数字量传感器	98
3.6 小结	100
第 4 章 电机和舵机的控制	101
4.1 有趣的搬运车	101
4.2 舵机控制原理	102
4.3 搬运车的搭建	102
4.3.1 底板、舵机结构件和连接件	102
4.3.2 CDS55xx 机器人舵机	102
4.3.3 轮子	107
4.3.4 设置舵机 ID	110
4.3.5 机械手	115
4.4 让搬运车动起来	118
4.4.1 工程设置修改	118
4.4.2 IF 模块和 Break 模块	119

4.4.3	舵机模块——Servo(N)	120
4.4.4	再谈 Delay 模块	125
4.4.5	编辑代码	127
4.4.6	程序调试	129
4.5	小结	130
第 5 章	模拟信号的输入	131
5.1	聪明的机器人	131
5.2	模拟信号简介	132
5.3	搭建聪明的机器人	133
5.3.1	红外测距传感器	133
5.3.2	其他模拟量传感器	134
5.4	让机器人动起来	135
5.4.1	AD 设置	135
5.4.2	模拟输入模块	136
5.4.3	自定义函数和自定义代码	137
5.4.4	第一个模块：开关	140
5.4.5	第二个模块：右侧沿墙去目的地	141
5.4.6	查询传感器	145
5.4.7	第三个模块：夹持物体	146
5.4.8	第四个模块：返回出发地	147
5.4.9	第五个模块：放下物体	149
5.4.10	第六个模块：闪烁 LED 灯	149
5.4.11	流程图调试	150
5.4.12	终止程序运行	151
5.4.13	运行程序	151
5.5	使用帮助	151
5.6	小结	152
第 6 章	语音识别	153
6.1	语音问答机器人	153
6.2	语音识别简介	154
6.3	搭建语音问答机器人	155
6.3.1	MultiFLEX 2 - PXA270 控制器	155
6.3.2	四自由度机器人	158
6.3.3	履带	159
6.3.4	语音输入/输出设备	161
6.4	让机器人和我们互动起来	162
6.4.1	设计剧本	162
6.4.2	剧本录音	162

6.4.3	建立工程	164
6.4.4	语音模块	165
6.4.5	Switch 模块	167
6.4.6	MP3 模块	167
6.4.7	再谈舵机模块	168
6.5	小结	170
第 7 章	视频信号的输入	171
7.1	全向运动足球机器人	171
7.2	图像处理简介	172
7.3	搭建全向运动足球机器人	173
7.3.1	全向轮	173
7.3.2	摄像头	175
7.3.3	速度的标定和合成	177
7.4	让机器人跑起来	180
7.4.1	建立工程	180
7.4.2	视觉模块	182
7.4.3	跟球逻辑的实现	185
7.5	小结	191
第 8 章	综合实践——四足机器人步态规划	192
8.1	会追光的四足步行机器人	192
8.2	任务分析与规划	193
8.3	搭建机器人	197
8.4	让四足机器人走起来	198
8.4.1	四足机器人步态分析	198
8.4.2	编写步态	202
8.4.3	让舵机跟踪光源	205
8.4.4	让四足机器人跟踪光源	213
8.5	小结	216
第 9 章	综合实践——两轮机器人的平衡控制	217
9.1	两轮平衡机器人	217
9.2	任务分析与规划	217
9.3	搭建两轮平衡机器人	219
9.4	让机器人平衡地站起来	221
9.4.1	修改舵机的参数	221
9.4.2	红外测距传感器的标定	223
9.4.3	数字式 PID 算法的实现	224
9.5	小结	232

第3篇 竞赛篇

第10章 机器人武术擂台赛——无差别组	234
10.1 熟悉比赛规则和比赛场地	234
10.1.1 比赛规则	234
10.1.2 比赛场地	234
10.2 规则分析和任务规划	235
10.2.1 规则分析	235
10.2.2 解决方案	235
10.2.3 任务规划	238
10.3 结构设计和传感器布置	238
10.3.1 结构设计	238
10.3.2 传感器布置	239
10.4 传感器的标定和分布练习	240
10.4.1 标定灰度传感器	240
10.4.2 标定红外传感器	242
10.4.3 启动方式和爬坡练习	243
10.4.4 漫游练习	244
10.4.5 推棋子练习	244
10.4.6 实战对抗练习	244
10.5 改进竞赛能力	245
10.5.1 改进机器人结构	245
10.5.2 改进控制程序	247
10.5.3 改进动力	248
10.5.4 综合改进	251
10.6 比赛注意事项	251
10.7 小 结	252
第11章 擂台赛机器人——仿人组	253
11.1 熟悉比赛规则	253
11.2 规则分析和任务规划	253
11.2.1 规则分析	253
11.2.2 任务规划	254
11.3 搭建机器人	254
11.3.1 机器人底盘设计	254
11.3.2 机器人身体部分设计	257
11.4 编程实现比赛能力	258
11.4.1 爬坡练习	258
11.4.2 举圆柱练习	259

11.4.3	边沿检测和推棋子练习	259
11.4.4	实战对抗练习	262
11.5	改进竞赛能力	264
11.5.1	改进机器人结构和动力	264
11.5.2	改进控制程序	265
11.6	小 结	265
第 12 章	机器人武术擂台赛——技术挑战赛	266
12.1	熟悉比赛规则、场地和器材	266
12.1.1	比赛规则	266
12.1.2	比赛场地和器材	267
12.2	规则分析和任务规划	268
12.2.1	规则分析	268
12.2.2	策略分析和任务规划	268
12.3	机器人搭建和传感器布局设计	269
12.4	让机器人完成任务	271
12.4.1	实现爬坡	271
12.4.2	寻找麦克风并自我介绍	272
12.4.3	寻找绣球并完成抛绣球任务	277
12.4.4	寻找铜锣并敲响	277
12.4.5	回到场地中央致谢结束	279
12.5	完善改进	279
12.5.1	增加民族服装	280
12.5.2	增加可靠性	280
12.6	小 结	280
附录 A	拓展阅读及技术资料	281
附录 B	控制器相关技术资料	283
附录 C	2009 年机器人武术擂台赛项目竞赛规程	297
	参考文献	306

第 1 篇 基础篇

“机器人”在现代人的脑海里早已不是什么新鲜事物了。同学们从小到大经常接触到机器人这个概念,比如 20 世纪 80 年代的日本动画片《铁臂阿童木》中的机器少年阿童木,就给我们留下了深刻的印象,他智慧勇敢,成为当时的时代英雄、少年儿童的偶像;读过科幻巨匠艾萨克·阿西莫夫《机器人》系列科幻作品的同学,想必对强大的机器人 R·丹尼尔·奥利瓦印象深刻;《变形金刚》电影中各式各样的金属巨人,有的正义,有的邪恶,但都是活生生的智能生命。

这些机器人都还是幻想,只存在于影视和文学作品中。近几年来,世界上迅速发展的机器人技术和产品,以及在学生中非常流行的机器人竞技比赛,又使人们与机器人的距离更近了一步。其实,机器人的应用早已渗透到人们生活的方方面面了,比如已经在大量使用的机器人吸尘器,北京、深圳等大城市中已经有机器人厨师为客人烹饪可口的饭菜。机器人时代已经在不知不觉中来临了!

那么,机器人技术是什么?机器人有什么用?我们为什么要学习机器人技术?要学习机器人技术应该具备什么样的基础知识?

本篇将回答这些问题。

本篇的第 1 章主要介绍机器人的概念、发展和几款当代具有代表性的典型机器人,并介绍目前国内外的主要机器人赛事。第 2 章主要介绍学习机器人应具备的基础知识,如机械结构、电子电路和 C 语言基础。



第1章 绪论

学习目标

- 了解机器人的基本概念和发展过程；
- 了解机器人的组成和结构,撩开机器人神秘的面纱；
- 了解几种典型机器人的构型和功能；
- 了解国内外的典型机器人赛事。

1.1 机器人概述

1.1.1 为什么要学习机器人技术

1. 对未知领域的探索需求

从古至今,人类就一直对未知领域的探索充满兴趣,如对月亮的憧憬,对太空的好奇,对大海的敬畏和对地藏的渴求等。由于人的活动能力有限,因此希望能研究出各种智能机器人来代替人去完成人类不能完成的任务。多年来人们一直在思考和探索一些问题:

- 能否做出代替人类枯燥、繁重工作的机器人?
- 能否做出像人一样在家照看老人、护理病人的机器人?
- 能否做出像蛇一样爬行,维修狭管道,穿越在废墟中寻找幸存生命的机器人?
- ⋮

这些问题促使人们不断地探索机器人技术,以实现自己的梦想。

2. 社会和国家的应用要求

当前,来自高校、研究机构乃至企业等领域的研究人员对智能机器人的研究进展已经处于一个由前沿探索转向产业化、实用化的关键时期。

社会的要求:大量的玩具机器人和服务机器人已经推向市场,并取得良好效益,例如Wowwee公司推出的Robosapien玩具机器人、iRobot公司推出的清扫机器人等。

国家的需求:太空探索和国家安全的需求,可携带武器在战场上代替士兵的军用地面移动机器人,自主移动车辆等广义的机器人已经在发达国家进入军队。

机器人应用的发展已处于关键阶段。

3. 未来社会发展的方向

机器人技术建立在多学科发展的基础之上,具有应用领域广,技术新,学科综合与交叉性强等特点。传统的机器人技术涉及机械、电子、自动控制等学科;现代机器人技术则综合了更加广泛的学科和技术领域,如计算机技术、仿生学、生物工程、人工智能、材料、结构、微机械、信息工程、遥感等。各种各样的机器人不但已经成为现代高科技的应用载体,而且自身也迅速发展成为一个相对独立的研究与交叉技术领域,形成了特有的理论研究和学术发展方向,具有鲜

明的学科特色。

可以预见,机器人技术将会渗透到未来生活的方方面面,而且从瞬息万变的社会发展中已经可以切身地感受到——机器人的时代已悄悄来临!

1.1.2 机器人发展简史

“机器人”一词的出现和世界上第一台工业机器人的问世都是近几十年的事,然而人们对机器人的幻想与追求却已有 3 000 多年的历史。人类希望制造一种像人一样的机器,以便代替人类完成各种工作。

西周时期,我国的能工巧匠偃师就研制出了能歌善舞的伶人,这是我国最早记载的机器人。

春秋后期,我国著名的木匠鲁班,在机械方面也是一位发明家。据《墨经》记载,他曾制造过一只木鸟,能在空中飞行“三日不下”,体现了我国劳动人民的聪明智慧。

公元前 2 世纪,亚历山大时代的古希腊人发明了最原始的机器人——自动机。它是以水、空气和蒸汽压力为动力的会动的雕像,它可以自己开门,还可以借助蒸汽唱歌。

1800 年前的汉代,大科学家张衡不仅发明了地动仪,而且发明了计里鼓车。计里鼓车每行一里,车上木人击鼓一下,每行十里击钟一下。

根据传说,三国时期的蜀国丞相诸葛亮成功地制造出了“木牛流马”,并用其运送军粮,支援前方战争。

1662 年,日本的竹田近江利用钟表技术发明了自动机器玩偶,并在大阪的道顿堀演出。

1738 年,法国天才技师杰克·戴·瓦克逊发明了一只机器鸭,它会嘎嘎叫,会游泳和喝水,还会进食和排泄。瓦克逊的本意是想把生物的功能加以机械化而进行医学上的分析。

1920 年,原捷克斯洛伐克作家卡雷尔·恰佩克在他的科幻小说《罗萨姆的机器人万能公司》中,根据 Robot(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。这是现代机器人一词的来源。

1939 年,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很远。但它使人们对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著名的“机器人三定律”。虽然这只是科幻小说里的创造,但现在已经成为学术界默认的机器人伦理原则。

1948 年,诺伯特·维纳出版了《控制论》,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。

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,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。

1956 年,在达特茅斯会议上,马文·明斯基提出了他对智能机器的看法:智能机器“能够创建周围环境的抽象模型,如果遇到问题,能够从抽象模型中寻找解决方法”。这个定义影响到以后 30 年智能机器人的研究方向。

1959 年,德沃尔与美国发明家约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台工业机器人。随后,成立了世界上第一家机器人制造工厂——Unimation 公司。由于英格伯格对工业机器人的研发和宣传,他也被称为“工业机器人之父”。