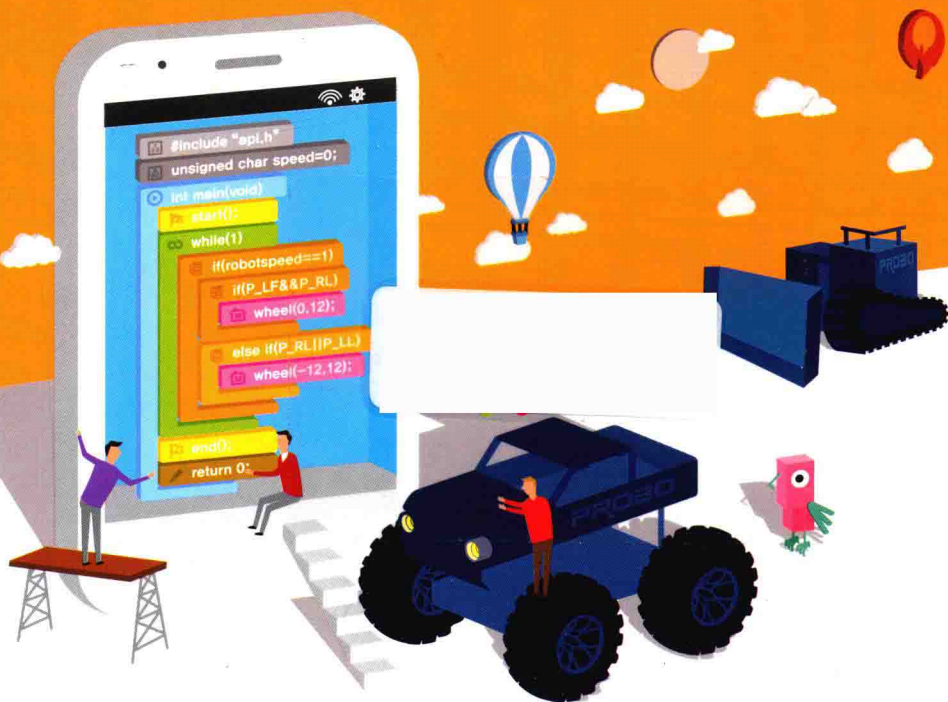


哇塞! 机器人

中小学机器人科普读本

张森/编著



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

哇塞! 机器人

中小学机器人**科普**读本

张森/编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是生动有趣的中小学机器人学启蒙书。书中以幽默风趣的大众化语言讲述了中小学机器人学的基本概念及应用,反映了中小学机器人活动的主要内容。全书共5章,涉及机器人的发展简史、机器人的组成结构和简单原理、机器人程序设计、机器人任务举例,以及围绕机器人展开的STEM相关内容。附录中讨论了中小学机器人教学的相关话题并介绍了机器人比赛方案。

本书特别适合9~12岁的小朋友认识和学习机器人,也可供机器人相关教育工作者和爱好者参考和使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

哇塞!机器人:中小学机器人科普读本/张森编著. —北京:电子工业出版社,2018.2

ISBN 978-7-121-33460-3

I. ①哇… II. ①张… III. ①机器人-少儿读物 IV. ①TP242-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第001410号

策划编辑:朱雨萌

责任编辑:杨秋奎

印 刷:中国电影出版社印刷厂

装 订:中国电影出版社印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本:787×980 1/16 印张:16.75 字数:399千字

版 次:2018年2月第1版

印 次:2018年2月第1次印刷

定 价:56.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254750。

前言

P R E F A C E

伴随着信息化、智能化时代的发展，国家对人工智能越来越重视，作为人工智能载体之一的机器人也越来越受到大家的广泛关注，中小学机器人教育在国内也开展得如火如荼。

本书以生动幽默的语言介绍了中小学机器人教学的主要内容，全书包括 5 章和 2 个附录，涉及机器人发展简史、机器人硬件组成及简单原理、机器人程序设计、机器人制作举例、机器人中的 STEM，以及作者对于机器人教学的一些认识和观点，最后给出了一个机器人比赛方案。第 1 章简述机器人的起源与发展，介绍了机器人的概念，探讨了古今中外不同种类的机器人。第 2 章涉及机器人的硬件组成及原理，包括机器人的机械结构、电器部件以及主控制器的简单原理。第 3 章阐述了机器人程序设计，介绍了机器人编译工具 GULC 的使用和其所对应的机器人控制命令，并简单探讨了 C 语言的语法结构。第 4 章举例说明了机器人的制作，包括恐龙机器人、宠物狗机器人、火车机器人和人工机械手臂等具有典型代表性的机器人。第 5 章讨论机器人中的 STEM 内容，包括生命科学、空间科学、物质科学、信息科学、数学、工程与技术等相关内容。附录 A 中提出了一些关于机器人教学的个人观点，包括教学的内容、目标、能力培养、设计原则等。附录 B 中介绍了一个机器人比赛方案，供教育机构或学校参考，该方案相对公平、透明，能够体现参赛队员的拼搏精神。

本书前 5 章非常适合 9~12 岁的小朋友阅读。而对于广大机器人爱好者，除前 5 章内容外，附录部分也可以作为教学参考。

本书在编写和出版期间，得到了许多领导、专家、朋友、学生和亲人的帮助与支持。

首先，我要向中国科学院谭铁牛院士表达崇高的敬意，因为他使我真正懂得了爱因斯坦的名言——“想象力比知识更重要”，而想象力是一切的源头。在中国人工智能学会第七届理事会上，作为学会副理事长的谭铁牛院士主持讨论了以“学会的历史担当”为主题的重要议题。会议上谭院士妙语连珠，对每位理事的发言都做出即兴点评，我身处其中，深刻感受到他的每段点评都是那么生动幽默又不失大师风范，充满了想象力，我犹如醍醐灌顶，对于爱因斯坦这句名言有了一种顿悟的感觉。

其次，本书的创作源于中科院自动化所智能感知与计算研究中心以及中科院自动化所-中科智能之星“人工智能与机器人教育联合实验室”全体员工的科研感召力与学术水准，本书成稿要感谢专家指导委员会全体专家的宝贵建议，在中科院孙哲南研究员和董晶副研究员的帮助下，我们围绕本书召开了专家论证会，听取各方意见；首师大艾伦教授帮我调整了部分内容，使得文字条理更加清晰；北师大杨开城教授指出了书中的多处不足并对机器人教育教学提出了自己的建议。

感谢北京暴丰科技有限公司的权忠杰总经理和林俐华老师，他们帮助我联系出版社并提供了许多机器人的相关素材；感谢 PROBO 公司的美编 Boseul.Kim 为封面设计提供的素材；感谢电子工业出版社学术出版分社董亚峰社长和朱雨萌编辑，他们帮我出谋划策，使得本书得以顺利出版；感谢陪伴我从小玩到大的 5 位兄弟对我的包容和支持，他们是王峰、刘松、毕绍新、陈大为、曹冰。本书编写期间正逢国庆假期，兄弟们都从各自生活的城市赶回家乡团聚，唯独我由于赶写书稿未能回去，大家不但没有怪我，还通过电话给我送来问候和鼓励，甚至连聚会的照片中都给我留出了位置，让我倍受感动。

感谢天津中科智能识别产业技术研究院的实习生丁方仪、刘曦、赵秋云、张月等，他们帮我查找了书中图片的来源并校对全部文字。还要感谢我教过的所有小可爱们，他们是那么活泼并具有个性，为我提供了丰富的教学案例。

最后，感谢我的奶奶、爸爸、妈妈和所有的家人，特别是我的爱人，她凭借多年的教

学经验，对书中多处内容提出修改意见。

这本书也献给我家那个活泼、善良的贝贝，他总是很乐意做我的第一个读者，这是我坚持写作下去的动力。在这里我要对你说：“爸爸永远爱你！”

由于时间仓促，加之作者水平有限，书中疏漏之处在所难免，希望各位专家和广大读者批评指正。另外，本书部分图片素材来源于网络，如标注有误或遗漏，请与作者或出版社联系修改。

张 森

2017 年冬

于中国科学院自动化研究所

目录

C O N T E N T S

第1章 奇妙的机器人世界 / 1

1.1 神奇的机器人 / 1

1.1.1 什么是机器人? / 1

1.1.2 从一个单词“Robot”说起 / 2

1.1.3 机器人安全吗?——机器人安全三原则 / 4

1.2 古代也有机器人 / 5

1.2.1 世界上最早的机器人 / 5

1.2.2 古代中国机器人 / 6

1.2.3 古代外国机器人 / 9

1.3 现代机器人演义 / 12

1.3.1 现代机器人的起源 / 12

1.3.2 现代机器人的发展 / 13

1.3.3 现代机器人的分类 / 15

第2章 机器人的身体——硬件组成及原理 / 25

2.1 钢筋铁骨的机械零件 / 26

2.1.1 搭建身体框架的孔板 / 26

2.1.2 撑起其他部件的六棱柱 / 28

2.1.3 把各部件连起来的连接件 / 28

2.1.4 用处多多的轮子 / 30

2.1.5 不能缺少的螺钉与螺母 / 31

2.2 充满活力的电器部件 / 32

2.2.1 聪明的大脑——CPU 板 / 32

2.2.2 机器人的感觉器官——传感器 / 37

2.2.3 机器人的运动器官——电机 / 45

2.2.4 机器人的心脏——电源 / 49

2.2.5 把快乐传递——LED 板 / 51

2.3 解剖机器人的大脑——嵌入式系统原理 / 52

2.3.1 机器人大脑的内部世界 / 52

2.3.2 程序和数据住在哪里？——存储程序 / 56

2.3.3 我的脑里只有你——二进制 / 58

第3章 机器人的思维——程序设计 / 65

3.1 话说机器人编程 / 65

3.2 程序的翻译官——GULC / 67

3.2.1 GULC 操作界面 / 68

3.2.2 GULC 程序框架 / 74

3.2.3 GULC 编程步骤 / 75

3.3 机器人唱歌——蜂鸣器控制和数据概念 / 81

3.3.1 用 play 演奏乐曲 / 81

3.3.2 delay 命令的妙用 / 86

3.3.3 你知道“哆来咪”吗？——数据与数据类型 / 88

3.4 机器人跳舞——马达控制和数据运算 / 94

3.4.1 动动腿——DC 马达动起来 / 95

3.4.2 摆摆手——伺服马达听话了 / 98

- 3.4.3 把数据加工一下——数据运算 / 100
- 3.5 你知道小星星吗——LED 控制和程序结构 / 113
 - 3.5.1 一闪一闪亮晶晶——on/off 命令 / 113
 - 3.5.2 玩出新花样——机器人程序结构 / 115
- 3.6 耳聪目明的机器人——传感器命令和数组 / 127
 - 3.6.1 机器人传感器输入 / 127
 - 3.6.2 特殊的数据类型——数组 / 129
- 3.7 机器人命令大盘点——命令总结与函数 / 132
 - 3.7.1 机器人命令总结 / 132
 - 3.7.2 函数的概念 / 132
- 3.8 还有哪些工具——ProboScratch 简介 / 133
 - 3.8.1 ProboScratch 界面 / 134
 - 3.8.2 ProboScratch 编程 / 139

第4章 我们都是小创客——机器人制作举例 / 143

- 4.1 听话的恐龙机器人 / 143
 - 4.1.1 恐龙机器人简介 / 143
 - 4.1.2 恐龙机器人的硬件搭建 / 144
 - 4.1.3 恐龙机器人的程序设计 / 145
- 4.2 宠物狗机器人 / 151
 - 4.2.1 宠物狗机器人简介 / 151
 - 4.2.2 宠物狗机器人的硬件搭建 / 151
 - 4.2.3 宠物狗机器人的程序设计 / 153
- 4.3 火车机器人 / 156
 - 4.3.1 火车机器人简介 / 156
 - 4.3.2 火车机器人的硬件搭建 / 157
 - 4.3.3 火车机器人的程序设计 / 160

4.4 人工机械手臂 / 161

4.4.1 人工机械手臂简介 / 161

4.4.2 人工机械手臂的硬件搭建 / 162

4.4.3 人工机械手臂的程序设计 / 165

第5章 机器人中的STEM / 167

5.1 生命科学 / 167

5.1.1 什么是仿生机器人 / 167

5.1.2 青蛙机器人与青蛙 / 169

5.1.3 蟑螂机器人与蟑螂 / 170

5.1.4 螳螂机器人与螳螂 / 172

5.1.5 恐龙机器人与恐龙 / 173

5.2 空间科学 / 175

5.3 物质科学 / 178

5.3.1 机器人中的力 / 178

5.3.2 机器人中的简单机械 / 181

5.3.3 机器人中的机械应用举例——投石器机器人 / 185

5.3.4 机器人中的电 / 186

5.3.5 机器人中的电磁感应 / 192

5.3.6 机器人的能量守恒 / 194

5.3.7 机器人眼中的光 / 195

5.4 信息科学 / 199

5.4.1 计算机演义——计算机的起源与发展 / 199

5.4.2 人工智能演义——人工智能的起源与发展 / 205

5.4.3 通信技术演义——通信与移动通信 / 208

5.5 数学相关 / 212

5.5.1 哪个六棱柱好？——认识长度 / 212

5.5.2 谁的机器人最快——认识速度 / 214

5.5.3 “鼯鼠游戏” 机器人中的不一定——随机与概率 / 218

5.6 工程与技术相关 / 219

5.6.1 机器人制作的最高机密——想象力比知识重要 / 219

5.6.2 近现代科学技术的革命 / 220

附录A 中小学机器人教学之我见 / 227

A.1 中小学机器人教学的内容 / 227

A.1.1 中小学机器人学科概念 / 228

A.1.2 中小学机器人工程实践 / 230

A.1.3 中小学机器人跨领域概念 / 231

A.2 中小学机器人教学的目标 / 232

A.2.1 知识 / 233

A.2.2 领会 / 234

A.2.3 运用 / 234

A.2.4 分析 / 234

A.2.5 综合 / 235

A.2.6 评价 / 235

A.3 中小学机器人教学中的能力培养 / 236

A.3.1 空间想象能力的培养 / 236

A.3.2 动手能力的培养 / 237

A.3.3 逻辑思维能力培养 / 237

A.3.4 团队协作能力培养 / 238

A.3.5 创新思维能力培养 / 238

A.4 中小学机器人教学的设计 / 239

A.4.1 学习者分析与教学内容建议 / 239

A.4.2 学习理论在中小学机器人教学中的应用 / 241

A.4.3 中小学机器人教学的建议 / 243

附录B 机器人对抗比赛规则 / 245

B.1 任务内容 / 245

B.2 任务规则 / 245

B.2.1 比赛前的准备 / 245

B.2.2 比赛评判 / 246

B.3 场地要求 / 247

参考文献 / 249

1.1 神奇的机器人

1.1.1 什么是机器人？

提起机器人，大家一定会想起许多生动有趣的形象。例如，《超能陆战队》里呆萌善良的大白；《机器人总动员》里淘气可爱的瓦力；当然肯定还有威武霸气的变形金刚等。如图 1-1 所示为影视作品中的机器人形象。



(a) 呆萌善良的大白



(b) 淘气可爱的瓦力



(c) 威武霸气的变形金刚

图 1-1 影视作品中的机器人形象

图片来源：<https://baike.baidu.com/pic/>

那么到底什么是机器人呢？《中国大百科全书》中对机器人的定义为：能灵活地完成特定的操作和运动任务，并可再编程的多功能操作器^[1]。

我的天呐！好复杂！来个简单的定义吧，机器人就是有大脑的机器，它的大脑里存储了程序。一个机器人，不一定具有人类的外表，但却像人类一样拥有大脑，太神奇了！

机器人科学是计算机科学与人工智能科学发展的产物，所涉及的内容包括生命科学、地球与空间科学、物质科学、信息科学、数学以及工程与技术等许多方面。

1.1.2 从一个单词“Robot”说起

“Robot”（读作“罗伯特”）是英语里“机器人”的意思。可是，英语里“机器”的单词是“Machine”，“人”的单词是“Man”，“机器人”为什么不是“Machine Man”而是“Robot”呢？这里面有个小故事，听我慢慢道来。



图 1-2 卡莱尔·恰佩克
(Karel Capek, 1890—1938)

卡莱尔·恰佩克（Karel Capek, 1890—1938，见图 1-2）是捷克著名的剧作家、科幻文学家和童话寓言家。

在 1920 年前后，他写作了科幻戏剧《Rossum's Universal Robots》（《罗萨姆的万能机器人公司（R.U.R.）》）（见图 1-3）。这部科幻剧公演后，很快就风靡了整个西方世界，人们争相观看。不过，真正让恰佩克先生和这部剧作流芳百世的，还是剧中对机器人的称谓“Robot”，这个词是从古代斯拉夫语“Robota”一词演变而来的。“Robota”本是“强制劳动”的意思，恰佩克根据它创造出新词“Robot”具有“奴隶机器”的含义，后来英语没做任何改动地使用了这个词，作为机器人的专用名词。这就是“Robot”的来历。

《罗萨姆万能机器人公司》剧情简介



图 1-3 《罗萨姆万能机器人公司》剧照

图片来源：<http://thegreatgeekmanual.com/blog/this-day-in-geek-history-february-11-2009>

“罗萨姆万能机器人公司”是一个专门生产劳动机器人的企业。这个公司生产的劳动机器人拥有人类的外表和强健的体魄，却没有思想和灵魂。劳动机器人只会日复一日年复一年地从事繁重的体力劳动，而人类则逐渐脱离了体力劳动，成为了不劳而获的族群。

海伦娜是一位美丽的人类女孩，她认为机器人不该受到如此不公平的待遇。于是，在她和其他人的帮助下，机器人逐渐产生情感，并且拥有了独立的灵魂。

获得了灵魂的机器人对自己的地位心生不满。终于有一天，它们揭竿而起，消灭了几乎所有人类，只剩下罗萨姆公司的员工阿尔奎斯特，因为他像机器人一样，用自己的双手劳作。

统治了世界的机器人本来很高兴，但是很快它们就发现，因为技术资料被人类销毁，所以它们无法生产小机器人。于是，它们请求阿尔奎斯特帮忙制造能够繁殖后代的机器人，并自愿充当试验材料。

可是，能力有限的阿尔奎斯特没能成为它们的上帝。在这绝望的时刻，一对男女机器人进化出人类最伟大的情感——爱情。于是，属于机器人族群的亚当和夏娃诞生了！世界得以延续。

1.1.3 机器人安全吗？——机器人安全三原则

《罗萨姆万能机器人公司》里的机器人好可怕，它们消灭了人类并且统治了世界。那么，现实生活中，机器人会不会伤害人类呢？答案是不会的。



图 1-4 艾萨克·阿西莫夫
(Isaac Asimov, 1920—1992)

早在 1942 年，美国现代著名的科普作家、科幻小说家阿西莫夫（见图 1-4）发表的作品《转圈圈》（*Runaround*，《我，机器人》科幻短篇小说集中的一个短篇）中第一次明确提出了机器人三大安全法则，并且成为他的很多小说，包含基地系列小说中机器人的行为准则。

阿西莫夫一生写了将近 500 部作品，是公认的科幻大师，与儒勒·凡尔纳、赫伯特·乔治·威尔斯并称为科幻史上的三巨头。其作品中的《基地系列》《银河帝国三部曲》和《机器人系列》三大系列被誉为“科幻圣经”，喜欢读书的同学可以找来读一读。

机器人三大安全法则

第一法则：机器人不得伤害人，或任人受到伤害而无所作为；

第二法则：机器人应服从人的一切命令，但命令与第一定律相抵触时例外；

第三法则：机器人必须保护自己的存在，但不得与第一、第二定律相抵触。

1.2 古代也有机器人

什么？开玩笑吗？古代也有机器人吗？答案是“是的”。古代机器人是指古代科学家、发明家研制出的自动机械物件，是现代机器人的鼻祖。在人类的历史长河中，科技发展一直伴随着人类的进步。接下来，我们就来共同了解一下古代机器人的发展吧。

1.2.1 世界上最早的机器人

前面大家知道了什么是机器人，那么你知道世界上最早记录的机器人是谁吗？

骄傲地说，关于机器人最早的记录是在我们中国。中国古代有部寓言故事集《列子》，其中的《汤问》篇记载了在西周时期，有位叫偃师的能工巧匠制作了一个“能歌善舞”的木质机关人。这是有史以来世界上最早关于机器人的记载。

《列子》又叫《冲虚经》，是中国道家的重要典籍，由列御寇编写。这本书大约完成于春秋战国时期，按章节分为八篇，《汤问》是其中一篇。书里每篇都由多个寓言故事组成，其中有我们比较熟悉的《愚公移山》《疑邻盗斧》《杞人忧天》等。

列御寇老先生（见图 1-5）是战国时期郑国圃田（今河南省郑州市）人，道家学派代表人物，著名的思想家、寓言家和文学家。古时候，由于人们习惯在有学问的人的姓氏后面加一个“子”字，表示尊敬，所以列御寇老先生被尊称为“列子”。



图 1-5 列子（元朝华祖立绘制）