

从零解说 智能机器人

结构原理及其应用

(日) 神崎洋治 著
(神崎洋治)

邓阿群 李岚 译

ロボット解体新書

ゼロからわかるAI時代のロボットのしくみと活用



化学工业出版社

ロボット解体新書

ゼロからわかるAI時代のロボットのしくみと活用

从零解说 智能机器人 结构原理及其应用

(日) 神崎洋治 著
(神崎洋治)

邓阿群 李岚 译



化学工业出版社

· 北京 ·

本书运用漫画图解的方式,讲述了机器人概述、机器人的应用、机器人的基础技术、机器人的控制软件及应用程序、各种各样的机器人、机器人和人工智能的结合等内容。

本书适合对机器人有兴趣的读者阅读。

ROBOT KAITAI-SHINSHO

Copyright © 2017 Yoji Kozaki

All rights reserved.

Original Japanese edition published in 2017 by SB Creative Corp.

This Simplified Chinese edition is published by arrangement with SB Creative Corp., Tokyo in care of Tuttle-Mori Agency, Inc., Tokyo through Beijing Kareka Consultation Center, Beijing.

本书中文简体字版由 SB Creative Corp. 授权化学工业出版社独家出版发行。

本版本仅限在中国内地(不包括中国台湾地区和香港、澳门特别行政区)销售,不得销往中国以外的其他地区。未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分,违者必究。

北京市版权局著作权合同登记号:01-2018-5802

图书在版编目(CIP)数据

从零解说智能机器人:结构原理及其应用/(日)神崎洋治
著;邓阿群,李岚译. —北京:化学工业出版社,2018.10

ISBN 978-7-122-32785-7

I. ①从… II. ①神…②邓…③李… III. ①智能机器人 IV. ①TP242.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第176498号

责任编辑:项 激 王 烨
责任校对:王素芹

文字编辑:陈 喆
装帧设计:王晓宇

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京东方宝隆印刷有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张10 $\frac{1}{2}$ 字数158千字 2019年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888

售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:59.80元

版权所有 违者必究

根据2015年1月日本政府发表的《机器人新战略》，2020年机器人市场规模将从现有的6000亿日元增长到24000亿日元。另外，根据日本经济产业省于2013年7月发布的《机器人产业市场动向调查结果》，预计机器人市场规模在2025年将达53000亿日元，2035年将扩大到97000亿日元。增长较为显著的机器人领域除了工厂等自动化业已发展的工业机器人外，服务业领域也有望成为机器人应用活跃的领域。

这也就是说，机器人将比以往更加接近人们的生活，人们在各种各样的场合都能和机器人接触、对话。

智能机器人应具备三大要素：感知（包括看、听）、决策、行动。

其中，感知（传感器技术）和决策〔网络云平台及AI（artificial intelligence，人工智能）相关技术〕已经取得了长足的进展，正在推动着机器人的普及；行动（驱动和机构相关技术）也取得了显著进展。

那么，我们对走近我们生活的机器人又有多大程度的了解呢？机器人是如何看、听和感受的？是如何思考的？又是通过什么构造来进行动作的？很多人对此一无所知。还有，现在都有一些什么样的机器人在市场上销售？将来机器人又将如何渗透到我们的社会生活中呢？

面对即将真正开始的“AI和机器人”普及的时代，我想写一本涵盖上述内容的书，所以试着执笔写了这本书。

本书有助于培养大家对机器人的兴趣、了解机器人技术现状及未来，希望能够得到大家喜爱！

神崎洋治

001 ——— 第1章 机器人概述

- 002 ——— 1.1 何为机器人?
- 004 ——— 1.2 机器人的种类
- 005 ——— 1.3 工业机器人
- 006 ——— 1.4 机器臂及其自由度
- 008 ——— 1.5 机器人套件
- 009 ——— 1.6 对话机器人

011 ——— 第2章 机器人的应用

- 012 ——— 2.1 人形机器人——Pepper
- 013 ——— 2.2 Pepper诞生的理由
- 014 ——— 2.3 机器人与情感(1)——情感生成器
- 018 ——— 2.4 机器人与情感(2)——情感识别器
- 020 ——— 2.5 云机器人及Pepper的云AI
- 023 ——— 2.6 护理领域机器人应用实例
- 025 ——— 2.7 旅游观光领域机器人应用实例
- 030 ——— 2.8 银行业中机器人应用实例
- 034 ——— 2.9 医疗行业中机器人应用实例
- 037 ——— 2.10 3种Pepper机器人

039 ——— 第3章 机器人的基础技术

- 040 ——— 3.1 Pepper的外形
- 040 ——— 3.2 Pepper的头部
- 045 ——— 3.3 Pepper的胸部
- 046 ——— 3.4 Pepper的脚部
- 051 ——— 3.5 Pepper的手臂
- 052 ——— 3.6 机器人的结构
- 054 ——— 3.7 机器人的移动方式
- 058 ——— 3.8 最简单的小型机器人
- 062 ——— 3.9 Raspberry Pi和机器人的最小组成
- 063 ——— 3.10 关节和伺服电动机
- 065 ——— 3.11 机器人手指的构造及动作原理
- 067 ——— 3.12 伺服电动机和扭矩
- 070 ——— 3.13 伺服电动机结构
- 072 ——— 3.14 气压伺服马达和液压伺服马达
- 075 ——— 3.15 机器人基础技术总结

079 ——— 第4章 机器人的控制软件及应用程序

- 080 ——— 4.1 机器人OS
- 082 ——— 4.2 机器人控制软件V-Sido
- 084 ——— 4.3 采访：V-Sido开发者吉崎航
- 087 ——— 4.4 采访：RT公司中川友纪子
- 089 ——— 4.5 机器人的软件开发环境（SDK）
- 092 ——— 4.6 机器人应用程序及应用商店

097 ——— 第5章 各种各样的机器人

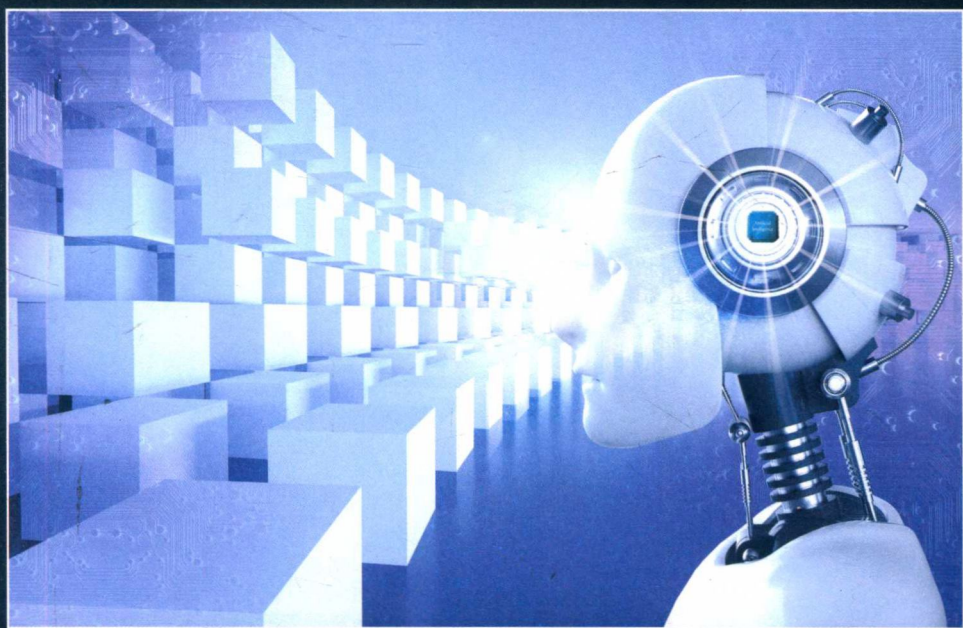
- 098 ——— 5.1 Robi
- 101 ——— 5.2 PARLO/Palmi
- 104 ——— 5.3 OHaNAS
- 107 ——— 5.4 Tapia
- 110 ——— 5.5 NAO
- 113 ——— 5.6 Sota
- 115 ——— 5.7 RoBoHoN
- 120 ——— 5.8 Unibo
- 123 ——— 5.9 Geminoid、Otonanoid 和 Kodomonoid
- 127 ——— 5.10 机械人 Alter
- 130 ——— 5.11 “恐怖谷”
- 132 ——— 5.12 奇怪的宾馆及机器人王国
- 134 ——— 5.13 满是 Pepper 的手机商店

139 ——— 第6章 机器人和人工智能的结合

- 140 ——— 6.1 AI 语音助手
- 143 ——— 6.2 和机器人的对话
- 145 ——— 6.3 看、感知、对话的能力及 AI 相关技术
- 147 ——— 6.4 通用型人工智能和特殊型人工智能
- 148 ——— 6.5 神经网络和深度学习
- 151 ——— 6.6 GPU 和搭载机器人用的 AI 计算机主板
- 155 ——— 6.7 经验和报酬
- 157 ——— 6.8 机器人和人工智能

第1章

机器人概述



1.1 何为机器人？

听到“机器人”这个词汇，不同的人脑海里浮现出来的画面是不同的，实际上对于“何为机器人”这样一个问题，大家都无法给出一个明确的回答。

首先从形状上来认识一下机器人吧。当听到“机器人”这个词，多数人都都会想到有两只手臂、两条腿步行的仿人机器。有人或许会想起电影《终结者》中阿诺德·施瓦辛格饰演的称为“101号终结者”的赛博格杀手。然而仿人机器也并非全部是一样的。现在日本最有名的一种机器人Pepper虽然是人形的，但它的“脚”是球。由此可见，用两条腿步行并非机器人必备的条件。



图 1-1 ALSOK 的警用机器人（可自主进行路线巡回实施警务工作）

工业机器人的“机械臂”是模拟人类手臂的，并非人形的；作为机器人的一种，最近特别受关注的“无人机”的外形也和人类相去甚远并且不是类生物的形状；已经开始实用化的可在室内来回移动的警用（监视）机器人也和人类外形不太像（图 1-1），但这些都是机器人。

从机器人的结构方面来看，有人把机器人定义为：具有感知（包括看、听）、决策、行动三项技术要素的机械。然而数码照相机或者一部分智能手机等电子设备也具备上述三项技术要素，

但很难让人感到它们是机器人，因此这个定义也颇为牵强。

那来看看机器人的词汇起源吧。据说robot一词起源于捷克语的意为“强制劳动”的“robota”，因此也有机器人本质是“代替人类劳动的机械”这一说法。这样，接下来的讨论就是机器人仅限于“自主动作的机械”吗？或者机器人包含“受操作的机器”吗？例如，把进行自主动作的无人机算作机器人，那远程控制的无人机也能称作机器人吗？而且，如果是有人乘坐的无人机，那么它就不是机器人而变成了直升机了吗？如果人乘坐它并且操控它，它就是直升机，那么人乘坐时操作是由计算机自动完成的话它不又变成了机器人无人机了吗？这样的议论非常多。

动画世界里，作为机器人的代表“高达”和“无敌铁金刚”就是人类乘坐并操控的（图1-2）。如果人类乘坐并操控的不算是机器人的话，那么“高达”和“无敌铁金刚”就都不是机器人了。遥控车和遥控直升机是机器人吗？遥控直升机和无人机有哪些不同？诸如此类问题讨论起来将是没有尽头的，因此，我们或许可以让机器人的定义模糊一些。



图1-2 新宿高岛屋“生活和机器人展”的现场照片

说到未来的机器人，就像电影或者动画片中看到的那样，不知为什么人形、具有高智能的形象较多

1.2 机器人的种类

不谈动画或电影世界中的机器人，回到现实生活中，现在机器人大体上分为两大类，一类是前面讲过的已经在工厂等生产线上发挥作用的“工业机器人”；另一类和工业机器人不同，为“非工业机器人”，这类我们称为“服务机器人”。

随着机器人革命的实现，日本经济产业省在其发布的《机器人新战略》中强调了构建形成世界机器人发明据点，形成机器人社会，从而领先世界的机器人新时代战略的重要性。

为什么政府会如此重视机器人呢？培育世界性的产业和技术当然重要，但随着日本少子、人口老龄化的问题日益严重，建立关怀老年人的技术成为当务之急，而且劳动者不足的问题也很严重。解决这些问题的综合对策之一就是利用服务机器人。

但是，说到服务机器人，它的形状和用途也是各种各样的。例如，家庭用机器人中最普及的Roomba等自动清扫机就是一种服务机器人（图1-3）。那么为什么Roomba会被归类为机器人呢？那是因为一方面其生

产厂商iRobot公司开发了地雷探测机器人等真正的机器人，另一方面Roomba会探测房间的形状并自动确定路线进行房间清扫。另外，可穿在身上的机器人西服、Pepper和Sota等人形沟通交流用的机器人等也被归类为服务机器人。



图 1-3 iRobot公司的自动清扫机Roomba

1.3 工业机器人

虽然时代有所不同，但说到机器人，多数人还是会想到活跃在“铁臂阿童木”“铁人28号”“人造人009”“高达”“机器猫”等动画片、特技摄影世界中的人形机器人。如前文所述，机器人实际上并没有能让所有人都能理解的明确定义。

但是，实际上活跃在社会上的机器人基本上都是工业机器人。它们在工厂的生产线中经常用于检查、监控、检验等。用于制造领域的机器人常常要求能够精密、高速，而且无故障、长时间地进行重复性工作。

知名的国外厂商有德国的KUKA、瑞士的ABB。另外，在要求可靠性高、性能优良的工业机器人领域，日本的许多企业也广受欢迎，拥有较大的市场占有率，如安川电机、不二越、发那科（FANUC）、川崎重工业、雅马哈发动机、松下、三菱重工等厂商。

表1-1所示的是国际机器人联盟（IFR）发布的国家或地区工业机器人的运作台数。2000年，日本市场占有率较高，被誉为机器人大国。但是，最近几年美国、德国、中国、韩国等国的市场占有率大大提高。工业机器人的代表性外形是机器臂，因此也常称为机械手。

表 1-1 世界工业机器人运行台数 [摘自国际机器人联盟-(2014)]

	2014 年末	2010 年末	2005 年末	2000 年末
日本	295829	307698	373481	389442
中国大陆	189358	52290	11557	930
印度	11760	4855	1069	70
马来西亚	5730	3677	1695	390
韩国	176833	101080	61576	37988
新加坡	7454	3685	5463	5370
中国台湾	43484	26896	15464	6942
泰国	23893	9635	2472	
澳大利亚/新西兰	8791	7066	4938	2833
美国	219434	149836	85476	89880

续表

	2014年末	2010年末	2005年末	2000年末
加拿大	8180	15760	7596	
墨西哥	9277	7578	2948	
巴西	9557	5721	2672	1230
捷克	9543	4462	1971	915
法国	32233	34495	30236	20674
德国	175768	148256	126294	91184
匈牙利	4302	1406	458	261
意大利	59823	62378	56198	39238
波兰	6401	3321	846	474
俄罗斯	2694	1058	173	5000
斯洛伐克	3891	1870	576	500
斯洛文尼亚	1819	1032	460	363
西班牙	27983	28868	24141	13163
英国	16935	13519	14948	12344
南非	3452	2074	622	90
合计	1480778	1059162	917874	750729

1.4 机械臂及其自由度

工业机器人的代表性外形是机械臂（机械手），如图 1-4 所示。机械臂多数都是模仿人类手臂，可能是因为这样更让人觉得它能代替人类进行生产作业。然而，机械臂的臂端、手或者手指并不和人类的一样，而是根据用途不同而不同：喷涂机器人是喷雾枪，焊接机器人是焊接机构，物品检查机器人是能抽取不合格品或者从生产线上排除不合格品的机构。

多数高性能机械臂能够高速且正确动作，如果在高速动作的机械臂周围有人，那么，就难以避免诸如机械臂和人相碰撞，或者机械臂的关节夹人的手指等危险情况的发生。因此，在机械臂的周围经常会用栅栏围起来，以防止人的接近，从而防止类似危险情况的发生。但机器人与人互动日益被人们所重视，因此，现在对工业机器人的要求是：即使人接近机械臂或者在机械臂周围走动，也要能确保安全。

在考察机器人性能的时候，“自由度”一词被广泛使用。机器人的自由度用来表征关节处活动程度。人类手臂是7个自由度，分别是：①使用肩关节前后挥动手臂；②抬高扩大腋窝；③上臂扭转；④肘关节的伸缩；⑤小臂的扭转；⑥手腕的内侧弯曲；⑦手腕横竖方向动作。

虽然机器臂是模仿人类手臂制造的，但是其关节的动作却和人类手臂不一样。机器臂中关节称为“轴”，一般来说根据关节的动作方式不同可分为6种（图1-5）。



图1-4 世界上速度最快的轻量紧凑型机器臂——不二越的MZ07

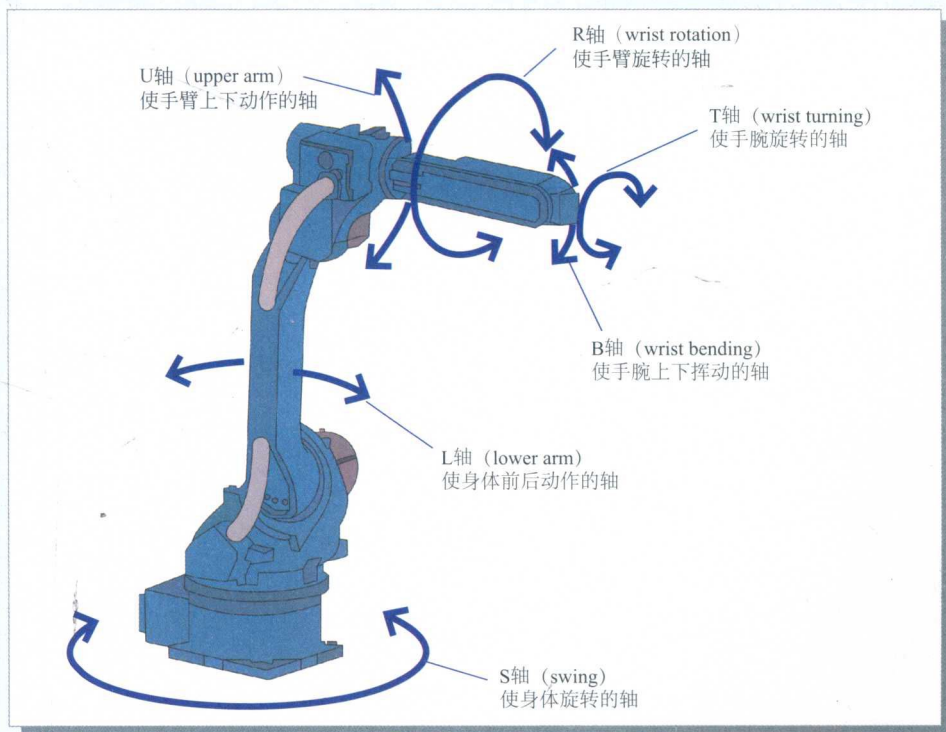


图1-5 机器臂的关节自由度（参考：安川电机 <http://www.yaskawa.co.jp>）

1.5 机器人套件

机器人套件又称为可穿戴机器人，是穿在人类身上使用的。例如，在建筑工地等地方，从事重体力作业的劳动者腰上佩戴上机器人套件后，劳动者可通过自然的动作来抬起重物或者搬运重物，不仅能够减轻劳动者腰部的负担，而且还可以通过让年龄相对较大的劳动者或者女性劳动者来参与类似工作以解决劳动力不足的问题。

同样，可以通过此类机器人解决在医院照料患者以及养老院里照料客户的服务人员不足的问题；而且，刚从受伤中恢复的人或高龄人员、身体残障人员也可以通过穿戴此类机器人，帮助其进行身体的恢复，辅助其进行自主性步行。

机器人套件的代表性产品有CYBERDYNE公司研发的HAL（图1-6）。HAL有医疗用、福利用、重体力作业用等不同用途，它使用了一种称为“生化电子随意控制”的技术。当人要让身体做出某种动作时，这种意识作为神经系统信号通过微弱的离子电流传达给脑、脊髓、运动神经、肌肉，最终让肢体进行相应动作。“生化电子随意控制”就是着眼于这个过程的一种技术。它的原理是通过传感器从皮肤表面检测到产生的微弱生化



图 1-6 CYBERDYNE 公司的机器人套件“辅助作业用 HAL（腰系列）”

信号，机器人套件便根据穿戴者想做出的动作进行驱动，从而产生辅助性的力量。这个领域称为“生物体机器人”(Cybernetics)，是由CYBERDYNE公司的创始人兼CEO、筑波大学教授山海嘉之提出的，是融合了脑神经科学、运动生理学、机器人工程学、IT技术、再生医疗、行为科学、伦理、安全、心理学、社会科学等关于人、机器人和信息等方面科学的一个全新的学术领域。

1.6 对话机器人

对话机器人是通过交谈等方式和人进行沟通交流的机器人。最知名的是软银机器人技术公司的Pepper(图1-7)。作为对话机器人，现在规格最大的身高约为120cm。

小型对话机器人中，夏普公司的机器人RoBoHoN较有名(图1-8)。



图1-7 软银机器人技术公司的Pepper
2014年6月由软银集团首席执行官孙正义首次发布



图1-8 夏普公司的机器人RoBoHoN
搭载了Android操作系统，是具有智能手机和投影仪功能的小型机器人