

CENGAGE
Learning®

机器人入门

从
0
到
1

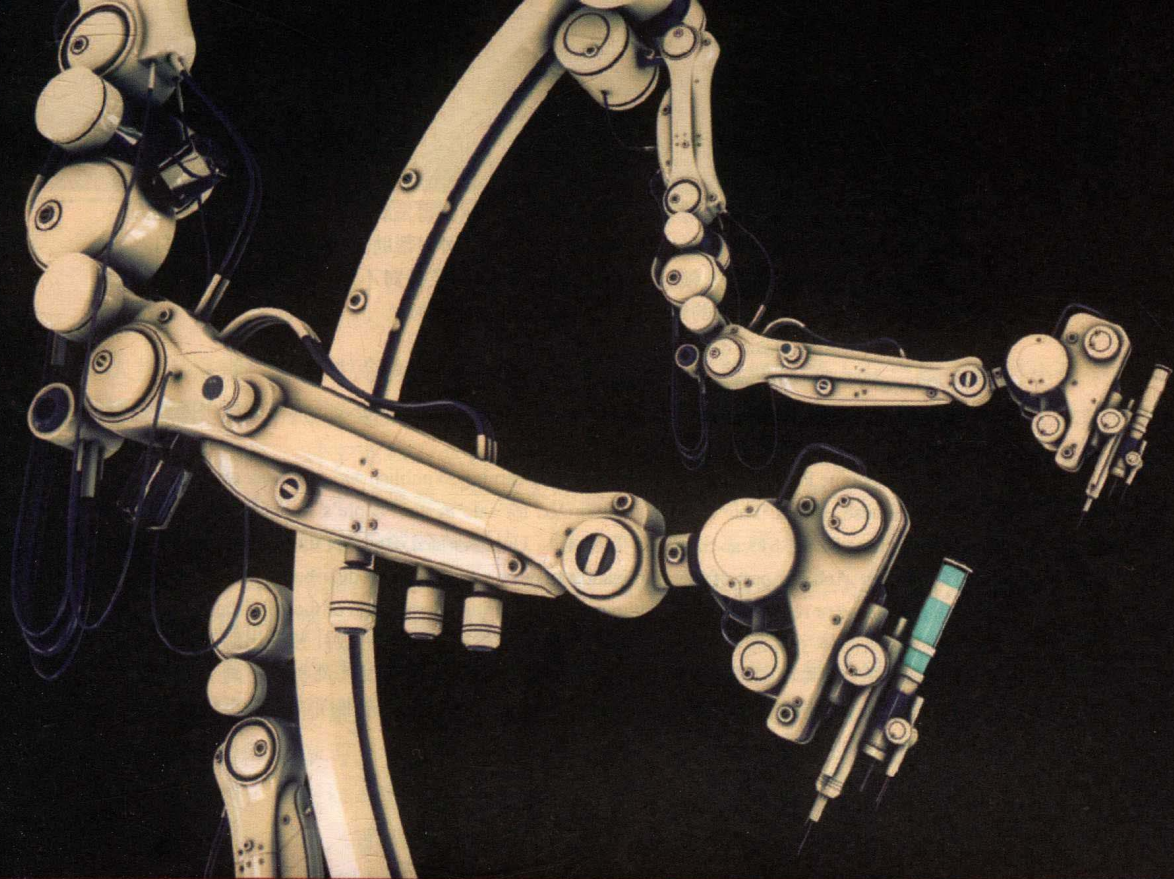
Basic
Robotics

[美] 基思·丁维迪 (Keith Dinwiddie) 著
蒋亚宝 译

200+彩图全景解读机器人，
用趣味与真实告别枯燥
打破品牌限制，提炼通用知识，
快速构建机器人知识体系

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





从 0 到 1

机器人入门



[美] 基思·丁维迪 (Keith Dinwiddie) 著
蒋亚宝 译

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

曾经机器人只出现在科幻小说中，如今，它们已是现代工业的重要组成部分，并且正逐步进入并影响我们的日常生活。对于有兴趣在机器人领域获得发展和得到潜在工作机会的人，该从何开始学习机器人技术呢？强烈建议你从本书开始，可以帮助你从0到1快速轻松入门。

本书包含了作者在机器人领域多年的工作经验，以及针对不同种类机器人系统的使用和教学经验，帮助你理解关键的知识，一窥机器人的世界。

Keith Dinwiddie: Basic Robotics

Copyright © 2016, Cengage Learning

Original edition published by Cengage Learning. All Rights reserved. 本书原版由圣智学习出版公司出版。版权所有，盗印必究。

China Machine Press is authorized by Cengage Learning to publish and distribute exclusively this simplified Chinese edition. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only (excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan). Unauthorized export of this edition is a violation of the Copyright Act. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

本书中文简体字翻译版由圣智学习出版公司授权机械工业出版社独家出版发行。此版本仅限在中华人民共和国境内（不包括中国香港、澳门特别行政区及中国台湾）销售。未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或发行本书的任何部分。

Cengage Learning Asia Pte. Ltd.

151 Lorong Chuan, #02-08 New Tech Park, Singapore 556741

本书封面贴有Cengage Learning防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号 图字：01-2015-5400号。

图书在版编目（CIP）数据

从0到1 机器人入门 / (美) 基思·丁维迪 (Keith Dinwiddie) 著；
蒋亚宝译. — 北京：机械工业出版社，2018.5

书名原文：Basic Robotics

ISBN 978-7-111-59769-8

I. ①从… II. ①基… ②蒋… III. ①机器人—基本知识
IV. ①TP242

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第082874号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：林 桢 责任编辑：朱 林

责任校对：陈 越 封面设计：鞠 杨

责任印制：常天培

北京市雅迪彩色印刷有限公司印刷

2018年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16印张·403千字

标准书号：ISBN 978-7-111-59769-8

定价：99.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网：www.cmpedu.com

机器人技术是现代世界中令人兴奋、不断增长的领域。曾经机器人只出现在科幻小说中，如今，它们已是现代工业的重要组成部分。随着该领域的不断发展、壮大和成熟，机器人已进入我们的日常生活中。但是，对于那些有兴趣在机器人领域获得发展和得到潜在工作机会的人，该从何开始学习机器人技术？本书就是要回答这个问题。有很多优秀的书可以帮助人们深入到机器人技术的特定区域，甚至是特定类型的机器人，但很难找到一本优秀的、不过时的、不针对具体机器人品牌的入门书。本书就是为了填补这一空白，并给那些有兴趣学习的人们提供必要的工具，帮助他们了解关于现代机器人的机械奇迹。

本书可以让读者了解作者在机器人领域多年的工作经验，以及针对不同种类机器人系统的使用和教学经验。本书会提供案例、技巧、注意事项和最佳范例，给予读者大量的信息和知识，而无须读者花费数年时间来学习。本书用大量的图片帮助读者理解关键的知识点，让读者能够一窥机器人的世界，否则，全凭读者自己是非常困难，甚至是不可能的。读者在学习本书的过程中会体会到这一点。

本书开始会讲述一系列令人印象深刻的有关现代机器人诞生的重要事件，以及机器人史上的里程碑事件。第1章的时间轴是机器人领域所能够发现的最完整的时间轴之一，而不是之前那些时间轴的翻版，因为其中一些时间轴叙述的事实不太准确。关于时间轴的讨论，能够帮助读者意识到，在数字计算机技术出现之前，高度复杂的机器已经存在，并且蓬勃发展。紧接着，本书将讨论机器人是什么、机器人的不同定义，以及很多的事物都被归入机器人范畴的原因。

在第2章中，将讨论如何安全地使用机器人，以及能够保证人们安全工作的系统。鉴于很多课程都包含实验室活动，让读者了解可能会涉及的危险是非常重要的。本章的重点是彻底了解安全的重要性，以及如果无视规则会产生可怕后果。对机器人安全的讨论如果不涉及电的危险性是不完整的，因此本章用了整整一节来强调这一点。最后，我们认为每个人都会在应对突发事件的讨论中受益。

第3章了解机器人及其主要构成。本章涵盖了大量机器人初学者易混淆的内容，并探索机器人的主要组成部件。在动力供应小节，稍微向电学方面深入了一些，以便可以轻松理解交流电（AC）和直流电（DC）之间的差异、电如何流动、安培小时以及单相和三相电源之间的差别。在这一章中的液压和气动部分，回顾了动力源的历史，它们是如何工作的，以及两者之间的差异。本章继续以这种深入的、审视的风格看待控制器、示教器、机械手和各种基本组成部分。

第4章介绍驱动机器人的不同方式，以及如何将它们进行相应的分类。通过本章来看看不同的机器人运动类型，以及由此而形成的工作行程的类型。在机器人的驱动系统部分，将介绍直接驱动系统、减速驱动系统和传动带驱动系统，并进一步了解传动带、链条和齿轮等驱动元件。鉴于许多阅读本书的读者最终可能会进入机器人生产领域，我们还会了解一些与驱动系统相关联的重要数学概念。结束这一章时，将会看到，作为一个世界各地公认的标准组织——ISO 如何对机器人进行分类，包括工业和非工业机器人。

第5章带你进入机器人工具的多样化世界。机器人通过工具与周围的世界互动，并执行大量想要完成的任务。在对工具的探讨中，会了解机器人工具最常见的类型，其操作的基本知识，处

理校准问题的方法，以及现场的多工具需求。之后还将探讨工具如何影响机器人的有效载荷，以及运动的力的大小对工件运动的影响。

如果没有传感器，机器人就无法获得周围世界的信息，所以在第6章中，会着重了解这些重要的信息收集工具。从基础知识开始，如限位开关和接近开关，一直到今天正在使用的复杂视觉系统。在本章的每一节，会着眼于不同传感器是如何运转的，在工业中用它们来干什么。是不是很好奇编码器的工作原理？有没有想过用声音来帮助机器人“看”东西？视觉系统如何发现工件？这都会在第6章中找到这些问题的答案。

人们常常视机器人为全能战士，但说实话，机器人通常是团队的一员，并依赖其他机器来完成工作。在第7章，来认识一下这些与机器人共同工作的、不可或缺的设备。虽然会讨论工作单元，以及机器人是如何应用其中，但本章的主要焦点内容是帮助机器人并与机器人共同工作的外围设备，包括外部定位器、安全系统以及机器人工具方面的协助设备。最后总结了通信系统，如果没有办法根据需要来控制它，并从这些设备获取相关信息，那么这些额外的设备基本上是无用的。

第8章分享了多年的机器人操作与教学的经验，以及学习操控机器人时所必需的基本信息。即使系统不同，也有超越品牌和型号的通用基础知识，这些都是第8章的主要组成部分。从启动机器人开始，到准备运行那一天，对于这期间该做什么，该注意什么，本章讲述了很多相关技巧。本章还指导读者如何应对出现的故障和机器人碰撞等情况，这种情况时有发生。然而，其他图书很少会谈论如何应对这种紧急情况。本章将碰撞的情况分解成简单的、容易记住的步骤，并提供了渡过机器人碰撞难关所需要的工具。

第9章讲述如何通过编写程序来控制机器人的动作。首先了解不同等级水平的编程语言，以及使用每种语言时的注意事项，然后是从规划阶段到正常运行阶段的程序准备过程。本章不包括为特定机器人编写程序的细节，但它确实包含所有的基本步骤，以及来自各种系统的程序案例。这基于我使用不同系统进行编程的经历，从而提炼出无论什么型号都适用的通用步骤。当然，如果不讨论程序中使用的逻辑过滤器，以及程序测试和验证，编程部分是不完整的。为了完成这一章，接下来看看如何正确地维护文件，以确保今天的工作程序不会因为第二天的电力中断而全部丢失。

第10章的内容是关于当出现故障时如何修复机器人的。发现并修理故障是使用机器人时不可分割的一部分，但很多图书几乎都忽略了这个事实。本章将学习什么是故障排除，探讨收集有关故障信息的各种方式，然后探讨如何过滤这些信息来制定行动解决方案。在这一章中有机会深入使用多年积累的知识，以帮助读者进一步发展成为故障解决能手。本章最后一节是关于如何应对故障排除工作不奏效或故障依然存在的情况，这种情况不时发生。

紧接第10章和第11章提供了一些技巧以及修理、维护机器人方面有价值的信息。首先是预防性维护，以努力避免故障，然后是用于修复系统的有用技巧。另外还有部件更换和机器人修复之间的重要区别。谁真正掌握设备的修复技巧，就可以在这一领域获得高薪工作。在试图修复机器人之前执行哪些预防措施，以及修复完成后应该做什么，这是修复过程中容易被忽视的两个关键部分，并会对整个过程造成重要影响。

如何证明是用正确的方式使用机器人？第12章以此来作为本书的结尾。使用机器人的原因是多方面的，为了让读者更好地了解机器人如何使用才能与成本匹配，本章还重点介绍了投资回报（Return On Investment, ROI）和所涉及的数学问题。对于那些最终在机器人行业工作的人，

是选择正确的机器人来完成手头的工作，还是选择报价最便宜的机器人？这一章可以帮助认清两者的差别。本章还论述了机器人代替人工的问题，这已经成为一个热门话题。

在本书中你还会发现什么？以上只是一个简单介绍。我鼓励你花费一些时间，深入挖掘，看看是否能发现其他宝藏。本书是作者多年工作经验外加对其他机器人入门图书归纳补充的结果。作者曾经评审并且使用过几本教材，但从来没有发现一本真正喜欢的。这是今天呈现在你面前的这本书背后的驱动力。希望你发现本书有你需要的答案，事实上它也是作者要的答案。

补充

教师伙伴网站（Instructor Companion Website）包含以下内容，以帮助教师缩短准备时间：

PPT——本书每一个章节都列出了带有图片的章节大纲。

电子试题库——可更改的试题，可用于考试、小测验、课堂作业、家庭作业，都位于在线平台上。

图片库——书中的图片可以方便地用于制作 PPT 大纲。

答案——章节末尾复习题的答案。

MindTap 机器人基础

MindTap 机器人基础资料包括一个完整的交互式的机器人手臂仿真，可以由一个非常逼真的示教器进行控制。采用工厂设置，仿真具有多种有趣的实际应用，能够让读者在安全、可控的状态下获得真实体验。计算机仿真将工业机器人的其他方面带到生活中，包括谐波驱动齿轮、圆柱体机器人等，还有更多。丰富多彩的学习活动与贯穿始终的独特的学习路径相结合，让读者的技艺更加精通并不断取得进步。

MindTap 是一个定制化的教学经验分享以及作业分享平台，能够指导学生分析、应用、改进思考，能够使教师非常方便地检验教学技巧和效果。

1) 个性化的教学：使用“学习路径”功能生成“你的课程”，以达到关键教学目标。能够控制学生能看到什么，什么时候可以看到，可以通过隐藏、重排或增加你自己的内容精确匹配你的教学计划。

2) 指导学生：超越了传统的教学方法，通过相关阅读、多媒体、活动等让学生从学习基础知识，到加深理解，增强比较分析和应用能力，从而创造出独特的学习路径。

3) 检验技术和成果：分析和报告能够提供取得的进步、学习时间、出勤和完成率等情况信息。

关于作者

从我记事起，我就是个科幻小说和机器人的粉丝。小时候，我有两个巨大的波比机器人，直到今天还几乎完整无缺，还有一个电池驱动的 Rotate-O-Matic（20 世纪 60 年代的超级宇航员机器人），它的日子可“过得”没有那么好（虽然我仍然还有一些它的零件）。从那时起，我就被机器人的潜力迷住了，我兴奋地看到，机器人领域在不断发展，已经从我青少年时期的科幻小说变成了如今的科学事实。尽管我一直热爱机器人，但直到后来，我才真正开始了在这一领域的探索。

在成长的过程中，我喜欢把东西拆开，想搞清楚它们到底是怎么工作的。所以，毫无意外，后来的军事能力测试把我分到维修领域工作，我在休伊直升机上结束了第一份工作。这是我第一

次接受机械维修领域的正规培训，这让我受益匪浅，几年后我决定在工业维护领域一展身手。在短暂尝试一段时间的工业工程后，我发现我的激情在于维修工业设备，而不是致力于产品生产。

做出决定之后，我学习了相关课程，获得了工业维护的学位。随后，我进入家乡一家制造商的维修队，在这里我第一次接触到工业机器人，尽管是老旧的直角坐标机器人单元，只有 3 个轴，还经常弹出德语的错误消息。直到该公司购买了新的 FANUC 机器人，我才有了与现代化的工业机器人一起工作的机会。但是，我在那一阶段的经验主要是在修理方面，因为我很少有机会参与新机器人的编程工作。

在我做维修工作的那段时间里（总共超过 7 年），在我拿到工业维修文凭的那家社区大学，我有机会教一些辅助类的课程。我发现我对教学热情高涨，转向全职教学的机会也随之而来。正是在这个时期，我有机会深入到机器人编程方面，并达到了我期望的水平。开始写本书的时候，是我作为一名全职教师的第 7 年。我现在是一名具有教育机器人培训认证资格的教师，主要面向 FANUC 编程和视觉领域。我曾经使用多种机器人系统进行编程和编程教学，包括三菱、FANUC、松下、NAO 以及乐高 NXT 机器人系统。我还教授工业维护类课程，例如电力、流体动力、PLC 编程与操作、机械动力传动和安全设备。

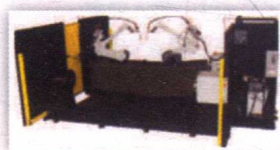
我独特的个人经历，再加上找不到喜欢的入门机器人的教科书，这些事实促使我撰写了本书。我将教学中曾采用的课堂对话风格引入到本书中，与那些似乎忘了谁是真正读者的教科书相比，希望本书能够给大家带来更好的阅读体验。我很高兴能与未来下一代机器人专家分享我的知识，并帮助他们踏上机器人世界的探索之旅！

原书前言



第 1 章 机器人的历史 1

- 机器人重要事件的时间表 2
- 机器人历史上的重要事件 8
- 机器人是什么 19
- 为什么使用机器人 21
- 自上而下与自下而上的方法 28
- 人工智能和机器人技术的未来 30
- 回顾 33
- 关键术语 33
- 复习题 33



第 2 章 安全 34

- 机器人需要尊重 35
- 危险地带 37
 - 安全区 37
 - 警戒区 37
 - 危险区 38
- 防护 40
- 安全装置 42
- 电力和你 44
- 处理突发事件 47
 - 一般规则 47
 - 应急响应的具体细节 48
- 回顾 50
- 关键术语 50
- 复习题 50



第 3 章 机器人零件 51

- 动力供应 52
 - 电力 52
 - 液压动力 57
 - 气动动力 59
- 控制器 / 逻辑功能 61
- 示教器 / 接口 63
- 机械手、自由度 (DOF) 和轴数 64
- 基座的类型 67
 - 固定安装基座 67
 - 移动基座 68
- 回顾 70
- 关键术语 70
- 复习题 70



第 4 章 机器人的分类 71

- 机器人是如何分类的 72
- 动力源 73
 - 电力 73
 - 液压动力 74
 - 气动动力 74
 - 核动力 75
 - 绿色动力 75
- 工作行程的几何结构 75
 - 笛卡尔坐标机器人 76
 - 圆柱体机器人 76
 - 球体机器人 76
 - 关节机器人 76
 - 平面关节机器人 (SCARA) 77
 - 水平基本关节臂机器人 78
 - Delta 机器人 78
- 驱动系统: 分类和操作 79

- 直接驱动 79
- 减速驱动 81
- 传动带驱动 81
- ISO 分类方法 91
- 回顾 92
- 公式 93
- 关键术语 93
- 复习题 94



第5章 机器人手臂末端工具 95

- 什么是 EOAT 96
- 可用的工具类型 97
 - 夹持器 97
 - 夹持力 100
 - 有效载荷 103
 - 其他夹持器 104
 - 其他类型的 EOAT 105
- 多种工具 107
- EOAT 的定位 109
- 回顾 111
- 公式 111
- 关键术语 111
- 复习题 112



第6章 传感器和视觉 113

- 限位开关 114
- 接近开关 116
- 触觉和碰撞 119
- 位置 122
- 声音 125
- 视觉系统 127
- 回顾 129
- 关键术语 129
- 复习题 129



第7章 外围系统 130

- 外围系统是什么 131
- 安全系统 132
- 变位机 133
- EOAT 的外围系统 135
- 工作单元是什么 137
- 非工业外围系统 139
- 系统通信 140
- 回顾 142
- 关键术语 142
- 复习题 143



第8章 机器人操作 144

- 启动机器人之前 145
- 启动系统 147
- 手动移动机器人 148
- 希望机器人做什么 151
- 如何才能知道机器人将要做什么 152
- 机器人发生了碰撞……现在该怎么办 155
 - 第一：确定为什么机器人会发生碰撞 155
 - 第二：清理机器人碰撞区域 155
 - 第三：确定如何防止另一次碰撞 156
 - 第四：检查校准碰撞涉及的所有设备 157
 - 第五：确定如何处理在事故中所涉及的零部件 157
- 回顾 159
- 关键术语 159
- 复习题 159



第9章 编程和文件管理 160

- 编程语言的演变 161
 - 1级：无处理器 163

- 2级: 直接位置控制 163
- 3级: 简单点至点 163
- 4级: 高级点至点 166
- 5级: 点至点与AI 167
- 规划 168
- 子程序 172
- 编写程序 172
- 测试和验证 176
- 普通操作 178
- 文件维护 179
- 回顾 180
- 关键术语 180
- 复习题 181



第 10 章 故障排除 182

- 故障排除是什么 183
- 分析问题 185
 - 操作人员 185
 - 设备 / 系统 185
 - 个人观察 188
 - 诊断工具 188
- 收集信息 193
 - 输入 / 输出 193
 - 手册 194
 - 原理图和布线图 196
- 其他信息源 200
 - 三个臭皮匠胜过诸葛亮 200
 - 寻求技术支持 201
 - 互联网 203
- 寻找一个解决方案 204
 - 拆分系统 204
 - 电源故障 205
 - 信号故障 206
 - 流程图 208
 - 寻找你的路径 209

- 如果一开始你没有成功 210
- 回顾 212
- 关键术语 212
- 复习题 213
- 故障排除问题 213



第 11 章 机器人修理 214

- 预防性维护 (PM) 215
- 开始修理前需要采取的预防措施 219
- 维修技巧 222
- 更换零件解决问题 224
- 启动机器人之前的注意事项 225
- 如果机器人仍然是坏的应该怎么做 226
- 机器人正常运行, 现在该做什么 228
- 回顾 229
- 关键术语 230
- 复习题 230

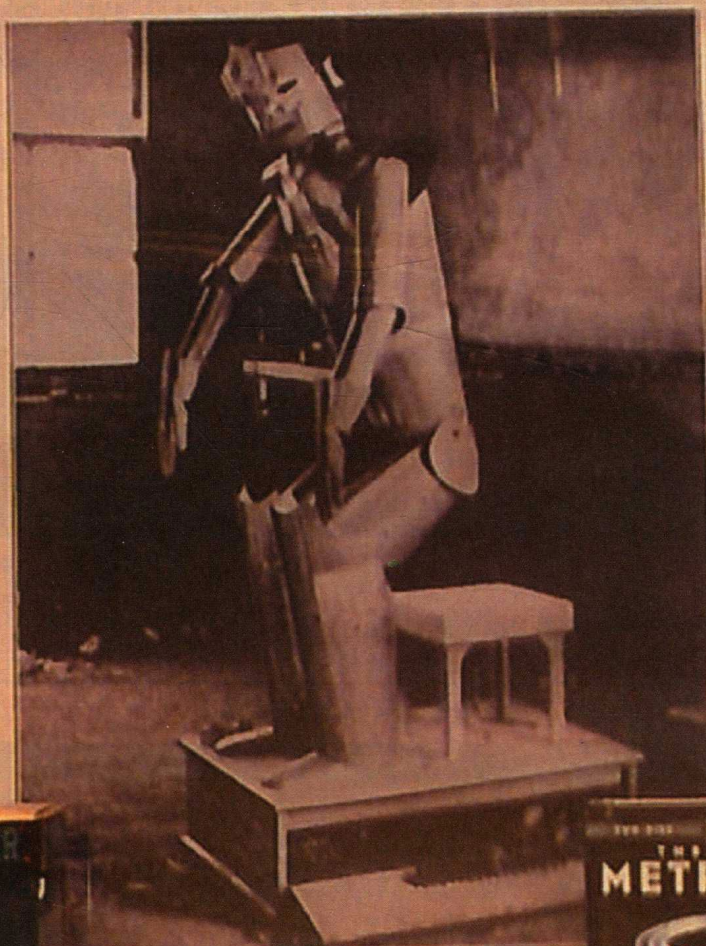


第 12 章 机器人的合理使用 231

- 机器人与人类劳动力对比 232
- 投资回报率 (ROI) 234
- 精度和质量 236
- 耗材使用 237
- 危险环境 238
- 非工业依据 239
 - 娱乐 239
 - 服务 240
 - 研究 241
- 回顾 243
- 关键术语 243
- 复习题 243

机器人的历史

第1章



知识要点

- 导致现代机器人产生的关键事件。
- 现代机器人的演变。
- 工业机器人和其他机器人的区别。
- 机器人的4“D”。
- 现代世界中机器人使用在什么地方，为什么要使用？
- 机器人从上而下与自下而上发展方法的差别。
- 人工智能是什么，如何影响未来的机器人？
- 未来使用机器人的几种方式。

概述

当开始学习一门学问时，学习与之相关的历史往往是有益的。讨论机器人时，很多人想象的是创新技术和先进的现代机械，但这只是故事的一半。如果几个世纪以来没有技术和思想的进步，就没有现代的机器人。在本章中，将了解通往现代机器人的发展历史，以及未来机器人的发展趋势。在探索的过程中，将介绍以下内容：

- 机器人重要事件的时间表。
- 机器人历史上的重要事件。
- 机器人是什么？
- 为什么使用机器人？
- 自上而下与自下而上的方法。
- 人工智能和机器人技术的未来。

机器人重要事件的时间表

下面的图表记录了现代机器人发展史上很多重要事件的时间表。

年代	人物 / 公司	事件
公元前		公元前
3000		东方发明了算盘 (Ament, 2006)
420	Archytas of Tarentum (塔伦通的阿契塔)	发明了一个木制的鸽子，可以以蒸汽或压缩空气为动力飞行 (Timeline of Flight 2010)
285~222	Ktesibios (或 Ctesibius) of Alexandria (亚历山大的克特西比乌斯)	气动之父 (Lahanas, Ctesibius of Alexandria 2010)
200		中国工匠创建了一个完整的机械乐团 (Needham 和 Ronan 1994)
公元		公元
10~70	Heron of Alexandria (亚历山大的赫伦)	改进了克特西比乌斯的工作，参与第一台蒸汽机的设计，设计自动装置，比如“大力士斩龙”，由水力驱动 (Lahanas n.d.)

(续)

年代	人物 / 公司	事件
1206	Al-Jarzai (阿尔·贾尔扎伊)	出版了一本机械和自动化装置方面的书籍, 是当时收集此类信息最完整的先驱 (Nadarajan 2007)
1495	Leonardo da Vinci (列奥纳多·达·芬奇)	制造了一个镀金的勇士, 一套盔甲, 能够坐下, 手臂能够张合, 头部能动, 面甲能打开 (Rosheim 2006)
1525	Hans Bullmann (汉斯·布尔曼)	被认为第一个建造了真正的人形机器人 (Dalakov, Gianello Torriano 2012)
1540	Gianello Torriano (贾内罗·陶瑞安)	发明了“弹琵琶的女士”, 一位女士在弹琵琶或曼陀林的自动化装置 (Dalakov, Gianello Torriano 2012)
1543	John Dee (约翰·迪伊)	利用他的数学知识发明了一个栩栩如生的甲虫, 以至于被指控巫术的罪名 (Fell-Smith 1909)
1564	Pare Ambroise (佩尔·安布鲁瓦茨)	公开了一项关于仿生手的设计, 采用机械肌肉的有机框架 (Mo 2007)
1620	William Oughtred (威廉·奥特雷德)	在一根两英尺 (2ft, 1ft=0.3048m) 长的尺子上绘制对数刻度 (计算尺) (O'Connor 和 Robertson 1996)
1623	Wilhelm Schickard (威尔海姆·希卡尔德)	发明了“Rechenuhr”, 一种四功能计算器, 可执行加法、减法、乘法和除法 (O'Connor 和 Robertson 2009)
1642	Blaise Pascal (布莱兹·帕斯卡)	发明了他自己的计算器, 后来得到大量生产 (Blaise Pascal 1623—1662, 2002—2012)
1679	Gottfried Wilhelm von Leibniz (戈特弗里德·威廉·莱布尼茨)	开发和完善二进制算法 (O'Connor 和 Roberston, Gottfried Wilhelm von Leibniz 1998)
1725	Lorenz Rosenegge (洛伦兹·罗斯奈格)	在赫尔布伦城堡建立一个机械剧院, 其中包括 256 个人物; 其中 119 是由单个的水涡轮机装置推动 (Animation Notes #1, What is Animation? 2010)
1738	Jacques de Vaucanson (雅克·德·沃康松)	发明了三个非常逼真的钟表自动装置, “长笛演奏家”“手鼓表演者”和“消化鸭” (Dalakov, Jacques de Vaucanson 2012)
1752	Benjamin Franklin (本杰明·富兰克林)	进行了著名的风筝实验, 证明了闪电是电的一种形式, 引领了后来的进一步的实验, 一些通用术语今日仍然在使用 (Independence Hall Association 1995)
1760	Friedrich von Knauss (弗里德里希·冯·克瑙斯)	发明了能够真正书写的机器, 书写预定的文字或由一个字母板手动控制 (Dalakov, Friedrich von Knauss 2012)
1771	Richard Arkwright, Jedediah Strutt, Samuel Need (理查德·阿克莱特, 杰迪戴亚·斯特拉特和塞缪尔·尼德)	成立了第一个真正的工厂, 在德比郡克罗斯福德的文特河旁 (Simkin 1997)
1772	Pierre Jaquet-Droz (皮埃尔·雅克德罗)	发明了一台写字机, 是一个孩子的形象, 书写时能够使用空格和标点符号, 由令人印象深刻、复杂的、一个可编程的机械式计算设备控制 (Dalakov, Pierre Jaquet-Droz 2012)
1804	Joseph-Marie Jacquard (约瑟夫·玛丽·雅卡尔)	发明了提花织布机, 使用打卡自动控制系统的织布机 (Dalakov, Joseph-Marie Jacquard 2012)
1810	Friedrich Kaufmann (弗里德里希·考夫曼)	发明了一个机械的小号吹奏者, 通过阶梯式滚筒控制 (Timeline of Robotics 1 of 2 2007)

(续)

年代	人物/公司	事件
1824	Hisashige Tanaka (久重田中)	建造机械人偶的艺术大师, 并作为表演者前往日本表演 (Toshiba-Cho 1995)
1835	Charles Babbage (查尔斯·巴贝奇)	设计了解析引擎, 拥有完整的处理器和内存功能, 被认为是世界上第一台通用计算机, 尽管从来没有生产出实际机器 (Charles Babbage n.d.)
1839	Sir William Grove (威廉·格罗夫爵士)	发明了第一个燃料电池 (Roberge 1999)
1843	Augusta Ada King (奥古斯塔·艾达·金)	发布她的关于巴贝奇分析引擎的笔记, 这被认为是第一个计算机程序的案例 (O'Connor 和 Robertson, Augusta Ada King, Countess of Lovelace 2002)
1847	Gorge Boole (乔治·布尔)	出版他的逻辑数学分析, 这就是他后来发展成我们所说的布尔代数, 一种广泛用于计算机领域的数学类型 (George Boole 2012)
1868	Zadoc P. Dederick (扎多克 P. 戴德里克)	获得以蒸汽为动力的人拉车专利 (Buckley 1868, Zadoc P.Dederick, Steam Man 2007)
1873	William Thomson (Lord Kelvin) (威廉·汤姆逊 (开尔文男爵))	发明用于潮汐预测的特殊用途的模拟计算机 (Sharlin n.d.)
1882	Nikola Tesla (尼古拉·特斯拉)	提出现代交流感应电动机概念 (Vujovic 1998)
1887	Thomas Edison (托马斯·爱迪生)	发明了一个会说话的玩偶, 并在 1890 年销售给公众 (Buckley 2007)
1889	Herman Hollerith (赫尔曼·霍尔瑞斯)	获得了他的打孔卡片驱动制表机的专利, 用于 1890 年人口普查 (Cruz 2011)
1892	Seward Babbitt, Henry Aiken (苏华德·巴比特和亨利·艾肯)	获得带有抓爪的起重机发明专利, 设计用来帮助移动金属坯料 (Babbitt 和 Aiken 1892)
1895	Nikola Tesla (尼古拉·特斯拉)	在尼亚加拉大瀑布建立世界上第一座交流发电站 (Vujovic 1998)
1896	Herman Hollerith (赫尔曼·霍尔瑞斯)	成立了制表机器公司, 后更名为 IBM (Cruz 2011)
1897	Joseph John Thomson (约瑟夫·约翰·汤姆逊)	进行一系列的实验, 推断出电子的存在和特性 (Chemical Heritage Foundation 2010)
1898	Nikola Tesla (尼古拉·特斯拉)	获得无线电控制船舶的专利 (Vujovic 1998)
1921	Karel Capek (卡雷尔·恰佩克)	他的剧本 R.U.R (罗苏姆的全能机器人) 是第一个有记录的使用了“robot(机器人)”这个单词; 这个单词来源于捷克语“robota”, 意思是“苦工”、“奴隶一般的劳工” (Capek 1890—1938)
1927	Fritz Lang (弗里茨·朗)	在他的电影《大都会》中首次推出了“机器人”一词, 并公开宣传 (Helmet al. 1927)
1927	Roy Wensley (罗伊·温斯利)	为西屋电气制造有限公司建造了赫伯特声控装置, 西屋公司生产的第一批机器人 (Dalakov, The Robots of Westinghouse 2012)
1928	Makoto Nishimura (西村真琴)	发明了 Gakutensoku, 具有类似人类移动功能的大型机器人, 具有面部表情, 能够书写 (Hornyak 2008)
1937	Alan Turing (阿兰·图灵)	发表了一篇关于对未来计算机发展有决定性重要意义的数学运算论文 (O'Connor 和 Robertson, Alan Mathison Turing 2003)
1938	Joseph Barnett (约瑟夫·巴奈特)	为西屋电气制造有限公司设计了“电动摩托人”, 最成功的西屋机器人, 有 26 个程序; 700 个单词的词汇表, 通过语音命令操作; 在 1939 年世界博览会上展出 (Dalakov, The Robots of Westinghouse 2012)
1941	Harold Roselund (哈罗德·罗斯伦德)	为德维尔比斯公司指导建造了第一台工业机器人, 基于 Willard L.G. Pollard Jr. 的专利设计 (Bonev 2003)

(续)

年代	人物/公司	事件
1942	Isaac Asimov (艾萨克·阿西莫夫)	发表了短篇小说《回避》，并给出机器人三定律，被很多人认为是未来机器人发展的指南 (Famous People n.d.)
1943	Warren S. McCulloch, Walt Pitts (沃伦 S. 麦卡洛克和沃尔特·皮茨)	发布《神经活动中普遍存在的理念的逻辑运算》；在工作中，他们试着去了解大脑如何工作，为能思考的计算机系统打下了基础 (Marsalli n.d.)
1943	Thomas H. Flowers (托马斯 H. 弗劳尔斯)	和他的团队一起，发明了“巨人”，被认为是世界第一台电子计算机 (Copeland 2006)
1948 ~ 1949	William Grey Walter (威廉·格雷·沃尔特)	基于他的神经系统理论生产了两台机器人 (LeBouthillier 1999)
1950 ~ 1956	Edmund C. Berkeley (埃德蒙 C. 伯克利)	伯克利公司设计出了几个机器人系统，被称为“最受欢迎的机器人”，其中包括 Simon (西蒙)，一个微型的机械大脑；Squee (斯奎)，电子机器人松鼠和 Franken (弗兰肯)，迷宫解决机器人 (Berkeley 1956)
1957	Planet Company (星球公司)	在国际贸易博览会演示 PLANETBOT，一个具有液压动力、五轴极坐标手臂的机器人 (Nocks 2007)
1958	Jack Kilby (杰克·基尔比)	生产第一个集成芯片，电子学领域的重要发明 (Texas Instruments 1995)
1958	FANUC (发那科公司)	将世界上第一台商业数控 (NC) 机床供货给牧野机床有限公司 (Fanuc 2011)
1960	American Machine and Foundry (美国机械与铸造公司)	交货第一台 VERSATRAN，由 Harry Johnson (哈利·约翰森) 和 Veljko Milenkovic (韦力科·米伦科维奇) 设计的可编程机器人手臂 (Nocks 2007)
1961	George Devol (乔治·德沃尔)	获得手臂式工业机器人专利，由尤尼梅特机器人公司生产，被通用电气公司使用 (Malone 2011)
1963	Rancho Los Amigos 医院	研究人员发明了兰乔手臂，一种 6 关节具有人类手臂柔性的机械手臂，用来帮助残疾人 (Computer History Museum 2006)
1966 ~ 1972	Stanford (斯坦福大学)	第一批真正的人工智能 (AI) 实验之一，在斯坦福研究中心的沙基机器人平台上进行 (Nilsson 1984)
1967	AMF (American Machine and Foundry, 美国机械与铸造公司)	向日本交货第一台 VERSATRAN，用于工业应用 (Nocks 2007)
1968	Marvin Minsky (马文·明斯基)	在触手设计的基础上发明的机器人手臂，具有 12 个关节，拥有更多的移动选择 (可以在 YouTube 人工智能历史分类下观看它的操作视频：明斯基触手机器手臂) (Computer History Museum 2006)
1968	Kawasaki Robotics (川崎机器人公司)	在尤尼梅特许可下，开始生产液压动力机器人 (Kawasaki Robotics USA) 2012)
1968	Ralph Mosher (拉尔夫·墨瑟)	在通用电气公司发明了行走卡车，一辆由四条腿代替了车轮的车辆，由力反馈控制 (Kotler 2005)
1969	Victor Scheinman (维克多·沙因曼)	设计了斯坦福手臂，一种全电气、计算机控制的机器人手臂，在试验中用来装备各种零部件 (Wiederhold 2000)
1970 ~ 1973	Waseda University (早稻田大学)	早稻田大学生物工程团队发明了 WABOT-1，世界第一台拟人机器人 (Humanoid Robotics Institute n.d.)
1973	Edinburgh University (爱丁堡大学)	人工智能系发明了弗雷迪 II，这台机器人能够在 16min 内把一堆混乱的零件装配成一辆木质玩具汽车 (Tate 2011)
1973	Richard Hohn (理查德·霍恩)	辛辛那提米拉克龙公司推出了 T3 机器人手臂，由霍恩设计，被认为是第一台商业上可使用的、计算机控制的工业机器人 (Control Engineering 2009)

(续)

年代	人物/公司	事件
1973	KUKA (库卡公司)	开始研究 IR600 机器人系统, 1978 年开始生产 (KUKA 1998)
1974	David Silver (大卫·西尔弗)	设计了西尔弗手臂, 能够装配小零件, 使用内置触感和压感传感器 (Computer History Museum 2006)
1974	Leif Johansson (列夫·约翰森)	向瑞典马格努森公司交付了 ASEA 公司 (现在的 ABB) 的全电气、微处理器控制的机器人; 这一类型第一台商业可使用的机器人, 40 年之后仍然在使用 (你可以在 YouTube 观看它的视频: ABB 机器人——所有一切的开始) (Ciampichini 2012)
1976	Shigeo Hirose (广濑茂男)	设计了一个软抓爪能够符合抓取对象的轮廓 (Computer History Museum 2006)
1976	MOTOMAN (莫托曼公司)	在欧洲成立了机器人焊接公司 (Yaskawa Motoman 2010)
1977	Hans Moravec (汉斯·莫拉维克)	重新设计了斯坦福车, 增加了传感器系统, 从而使它在 1979 年能够自主通过充满障碍物的房间 (Computer History Museum 2006)
1977	Victor Scheinman (维克多·沙因曼)	把他的 VICARM 公司出售给尤尼梅特, 这最终引导开发了可编程通用机总成 (PUMA) 机器人 (Munson 2010)
1977	FANUC (发那科公司)	发那科合作组织在美国成立 (Fanuc 2011)
1978	Hiroshi Makino (牧野裕)	在山梨大学发明了 SCARA 机器人 (水平多关节机器人), 在美国以 IBM7375 型号出售, 并赢得第一台日本工业机器人的荣誉 (Yamafuji 2008)
1981	Dr. Robert J. Shillman (罗伯特 J. 舍尔曼博士)	离开麻省理工开办了康耐视, 一家视觉系统公司, 并在 1982 年推出世界第一台工业视觉特征识别 (OCR) 系统——DataMan (COGNEX 2012)
1983	Adept Technology (Adept 科技公司)	在美国生产工业机器人、机器视觉系统和其他自动化装备 (Adept Technology 1996)
1984	Takeo Kanade, Haruhiko Asada (武雄金出和春彦浅田)	获得第一个用于直接驱动机器人系统的专利, 大大增加了机器人的速度和准确性 (Kanade 和 Asada 1984)
1985	Kawasaki (川崎公司)	和尤尼梅特终端合并后开始全球商业拓展 (Kawasaki Robotics (USA) 2012)
1986	Kazuo Yamafuji (一雄山藤)	在电子通信大学发明了并联脚踏机器人, 但此后没有进行商业应用, 直到赛格威在 2001 年被发明 (Yamafuji 2008)
1989	Colin Angle (科林·安格尔)	为麻省理工发明了名为“成吉思汗”的六腿自主行走机器人 (Angle 1989)
1991	Dr. Mark W. Tilden (马克 W. 蒂尔登博士)	受成吉思汗和匈奴王机器人激发, 蒂尔登发明了 BEAM (生物电子美学机械) 机器人概念 (Hrynkiw 和 Tilden 2002)
1993	Epson (爱普生公司)	1993 年版的绅士机器人以世界最小的机器人称号进入吉尼斯世界纪录大全, 它的体积只有 1cm ³ , 包含 98 个零件 (Seiko Epson Corp. 2012)
1994	MOTOMAN (莫托曼公司)	开始研究世界第一台同步控制两台机器人的控制器 (Yaskawa Motoman 2010)
1994	Carnegie Mellon (卡内基梅隆大学)	科学家使用但丁 II 机器人探测了斯珀尔火山, 迎来一个新的机器人领域: 在恶劣环境中的远程数据采集 (Bares n.d.)
1994	AESOP	AESOP (最优定位的自动内窥镜系统) 是第一台被 FDA 通过认证的腹部外科手术机器人 (Valero et al. 2011)
1996	Chris Campbell, Stuart Wilkinson (克里斯·坎贝尔和斯图尔特·威尔金森)	一起酿造事故产生了嘉仕达机器人, 由消化的糖提供动力的机器人 (Hapgood 2001)
1997	Honda (本田公司)	开始研究 P2 机器人, 一台两足的类人机器人, 能够平稳地行走 30min (Yamafuji 2008)

(续)

年代	人物/公司	事件
1997	Cynthia Breazeal (辛西娅·布雷齐尔)	开始在麻省理工致力于研究 Kismet, 一台可以学习和应对交际的机器人 (MIT news 2001)
1998	NASA	发射深空 1 号, 具有人工智能的太空飞船, 用来进行测试和新科技实验任务 (NASA 2001)
1998	Campbell Aird (坎贝尔·艾尔德)	被誉为安装上了世界上第一个完全移动、“仿生”的机器人手臂 (BBC News 1998)
1998	LEGO (乐高公司)	开始研究头脑风暴系列, 一种流行的机器人教育系统 (Mortensen 2012)
1999	Probotics 公司	推出 Cye 机器人, 宣称是第一台可负担得起的家用个人机器人, 也可以办公室使用, 被设计用来执行携带物品、引导人们和清洁等任务 (Hendrickson 1999)
1999	Intuitive Surgical 公司	推出达·芬奇手术机器人系统, 在 2000 年 7 月通过腹腔镜手术认证 (Intuitive Surgical, Inc. 2010)
2000	Sandro Mussa-Ivaldi (桑德罗·穆萨-伊瓦尔迪)	穆萨-伊瓦尔迪和他的团队将一台机器人和七鳃鳗大脑连接起来, 收集并深入了解如何用意识控制假肢 (BBC News 2000)
2000	Honda (本田公司)	发明了 ASIMO (高级步行创新移动机器人), 利用 P2 和 P3 类机器人的经验教训 (Honda Motor Co., Ltd. 2007)
2000	Waseda University (早稻田大学)	发明了早稻田演讲者 1 号, 可模仿人类歌唱 (Takanishi Laboratory 2012)
2000	NASA	生产第一版机械宇航员, 设计用来与宇航员一起工作 (Canright 2012)
2004	Dr. Mark W. Tilden (马克 W. 蒂尔登博士)	为 WowWee 公司生产了罗伯萨皮尔机器人玩具, 这是 BEAM 研究的最高点, 用户可修改设计 (Boyle 2004)
2004	Aaron Edsinger-Gonzales, Jeff Weber (亚伦·艾德辛格·冈萨雷斯和杰夫·韦伯)	设计了 Domo, 在麻省理工的机器人研究平台, 用以研究先进的人机交互, 利用独特的反馈系统使人机交互更加安全 (Edsinger-Gonzales 和 Weber 2004)
2005	Dr. Hod Lipson (胡迪·利普森博士)	发明了具有简单自复制功能的机器人系统, 能够使用简单的零件生产完全一样的机器人系统的能力 (Steele 2005)
2005	Ralph Hollis (拉尔夫·霍利斯)	发明了圆球机器人, 使用单个球体进行运动的机器人, 开启了一条机器人运动新的道路 (Hollis 2006)
2005	Brian Scassellati (布莱恩·萨瑟拉提)	发明了 Nico (尼克) 机器人, 设计用来识别自身零件和运动; 这台机器人具有 1 岁儿童的智力和自我意识水平, 这在以往的设备中从未做到过 (Scassellati 和 Sun 2005)
2006	MOTOMAN (莫托曼公司)	推出具有 13 轴的双臂机器人, 全部内部走线, 具有人体躯干外观 (Yaskawa Motoman 2010)
2006	Intuitive Surgical 公司	推出达·芬奇系统, 第一次能够提供机器人手术的高清晰度视觉 (Intuitive Surgical, Inc. 2010)
2006	Cornell University (康奈尔大学)	Josh Bongard, Victor Zykov 和 Hod Lipson 发明了一种机器人, 能够在没有任何形状和设计的初始数据的情况下行走, 能够纠正损害, 具有持续功能, 根据新的限制条件调节自主行动 (Ledford 2006)
2007	NASA	与通用电气一起开始致力于机械宇航员 2 的开发 (Wilson 2010)
2008	ReconRobotics (侦查机器人)	推出侦察发现者, 世界第一台设计用来投掷和具有完全黑暗状态下可视功能的机器人 (Klobucar 2008)
2009	Intuitive Surgical 公司	推出达·芬奇系统, 允许两个医生协同操作 (Intuitive Surgical, Inc 2010)
2009	MOTOMAN (莫托曼公司)	推出 DX100 控制器, 能够最多控制 8 台机器人和 72 轴运动 (Yaskawa Motoman 2010)