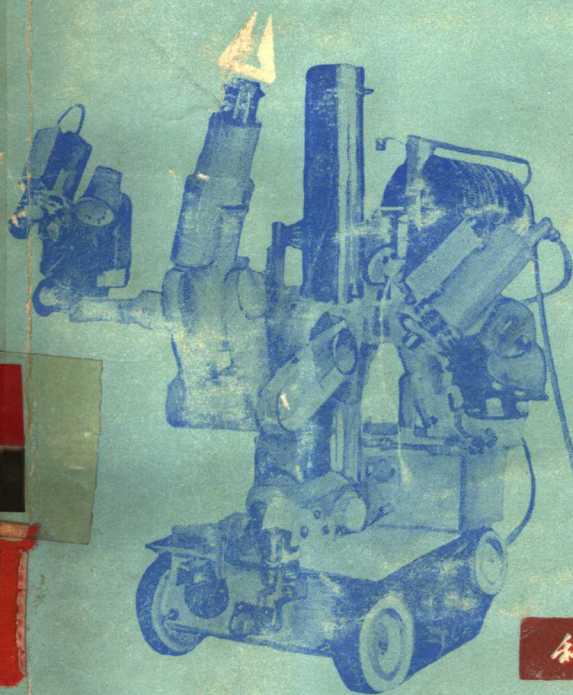


机械人

[英] 约翰 F. 扬 著



科学出版社

机 械 人

〔英〕约翰 F. 扬 著

李永新 译

科 学 出 版 社

1 9 7 8

内 容 简 介

“机械人”是六十年代初期出现的一种新型自动化装置。它是在义肢、机械手、操作机等技术基础上吸收了仪表、计算机、人工智能等科学技术成果之后发展起来的。目前工业上已应用所谓“第一代机械人”。本书以深入浅出的方式介绍了机械人的基本原理,综合评述了美、日、苏和西欧各国的研究成果和动向。书中概述了人类各种器官如肌肉、肢体、感觉器官等的生理特性,并探讨了这些特性在机械人中体现的问题。对于机械人的视觉、字符识别、听觉和语言问题进行了专题讨论。

本书作者系英国阿斯顿大学讲师,曾从事工程控制论、电子学和机械人等方面的研究工作。

本书可供从事自动化工作和从事义肢、机械手、操作机、机械人研究的科学技术人员参考,也可供具有中等文化水平、对机械人和自动化技术感兴趣的读者阅读。

John F. Young

ROBOTICS

机 械 人

[英] 约翰 F. 扬 著

李永新 译

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

上海新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1978年5月第一版 开本: 787×1092 1/32

1978年5月第一次印刷 印张: 10 3/8

印数: 0001—42,100 字数: 232,000

统一书号: 15031·171

本社书号: 1006·15—3

定价: 0.95元

译者前言

“机械人”本来是科学幻想小说里面的角色，但是随着科学技术的发展，它正在从幻想世界逐步向我们的现实世界走来。我们现在所说的“机械人”，再不是幻想世界中的那些荒唐乖戾、放肆不羁的怪物，而是听从人的摆布，能够代替人从事某些有益工作的自动化机械。

这种自动化机械的研制工作，在五十年代中期开始于美国。五十年代末和六十年代初出现工业产品。从那时起，“机械人”(Robot)一词也就从幻想小说跑进了科学技术领域。近二十年来，从事机械人研究和生产的国家增多了。现在，除美国外，还有日本、西欧各国、苏联和东欧各国。据1976年年中统计，各国机械人的拥有量达一万四千多个，其中日本约一万个，美国三千个，西欧各国八百个，苏联三百个。除少数用于空间、海洋方面外，绝大多数用于工业部门，从事装卸、搬运及生产工作。

机械人是在义肢、机械手和操作机技术基础上发展起来的。现在工业用的机械人，是独立的、工作程序可以改变的自动化装置，可以在中小批生产中和恶劣的工作环境中代替人从事重复性的工作。但应当看到，这些工作毕竟还是比较简单的，所以国外一般称工业机械人为“第一代”(意即比较原始的)机械人。为了完成更复杂的工作，如自动装配，就要求机械人有视觉、触觉，能识别图纸、工件，能自选和自编程序。因此，国外正在进一步把仪表、电子计算机技术以及人工智能的研究成果应用于机械人，目标是研制所谓“智能机械人”，或

“第二代”、“第三代”机械人。这些机械人的应用范围将大大超出工业生产领域。

本书的作者约翰·F·扬,是英国阿斯顿大学的讲师,曾从事工程控制、电子学和机械人的研究工作。书中介绍了各个科技领域中的自动化装置和各国已有的主要工业机械人,同时广泛探讨了智能机械人和未来可能出现的类似自动化装置所涉及的种种科学技术问题。作者概述了人类各种器官的生理特性,分析了这些特性在机械人身上体现的途径,对于机械人的视觉、图象识别、听觉和语言问题,还进行了专题讨论,对机械人采用的动力系统和传动系统,也作了分析评述。

我国开展机械人研究工作的时间很短。但是,由于我们有毛主席的无产阶级革命路线的指引,有党的领导和社会主义制度的优越性,有广大工人、干部和科技人员的冲天干劲,在很短时间内已经取得了十分可喜的成绩。现在,广大群众正在实现四个现代化的宏伟目标鼓舞下勇攀新高峰。相信在机械人这个科技领域内,我们也一定能够在不久的将来赶上并超过世界先进水平。正是在这种形势之下,我们本着洋为中用的精神,翻译出版了这本书,希望能为从事这项工作的同志提供一点参考材料。

应当指出,作者生活和工作在资本主义国家,书中不可避免地有资产阶级观点的反映,请读者在阅读时注意。

有些地方译者作了一些注释,供读者参考。由于译者水平所限,译文中错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

译者

1977年1月15日

目 录

译者前言	i
第一章 机械人	1
小引	1
机械人的形状	1
人对机械人的恐惧	2
机械人的三戒律	3
斯灵关于机械人的观点	4
家用机械人	5
日常生活中的机械人	6
机械人驾驶的客车	8
善于模仿的机械人	9
试验和检查用的机械人	10
恶劣工作条件下的机械人	12
机械人的感觉	13
参考文献	15
第二章 机械人的感觉	20
人的感觉器官	20
神经细胞接收器的反应	20
人的神经细胞数	22
机械人的反射作用	23
增强对比	24
气体和湿气的检测	25
温度调节	26
用热敏电阻控制温度	28
力的反馈传感器	30
位置反馈	32

磁脉冲的产生	33
电阻应变仪	34
速度和加速度反馈	37
参考文献	38
第三章 机械人的肌肉	42
肌肉的动态特性	42
人的传递函数	43
对手和臂的性能要求	45
机械人的举升作用	50
间隙(无效行程)的引入	52
参考文献	54
第四章 电气传动	58
对传动装置的实际要求	58
各种蓄能方法的一般比较	59
电气传动	60
电气驱动的噪音	63
用电磁铁作传动装置	65
力矩电动机和旋转式电磁铁	66
步进伺服电动机	69
冷却	70
参考文献	71
第五章 传动用动力	75
节约蓄电池	75
离合器和制动器	76
气压传动	78
液压传动	84
供电用的电池组	87
最近的发展	88
蓄电池的维护	90
蓄电池的快速充电	92

参考文献	92
第六章 机械人的稳定性	96
小引	96
简化了的反馈稳定	96
简化了的稳定的扩展	101
串激电动机的电子控制	103
利用磁场控制电动机	104
简单的移动机器	106
参考文献	110
第七章 机械人的移动性	112
小引	112
开车用的机械人	114
机械人牵引车 (Robotug)	114
机械人式的城市交通车	117
机械人牵引车的安全性	119
自动农用拖拉机	121
飞行机械人	122
空间机械人	124
移动式操作机	126
“马斯科特” (Mascot) 移动式操作机	129
近磁场控制	133
“里维特” (Rivet) 葡萄式机器	135
大型计算机控制的移动机	135
腿、轮或轨道	140
“登月者”	142
参考文献	143
第八章 机械人的肢体	152
实用机械人的臂和手	152
遥控操作机	152
动力操作机	155

义臂和义手	159
体外骨骼	160
平衡传感器	161
其他方法	162
仓库管理机械人	164
人的行走	165
灵活的膝关节	168
踝关节	169
大型四脚步行机器	169
其他的拟人机	171
参考文献	174
第九章 实用的机械人	180
工业用的模仿机械人	180
机床上的机械手	182
“普兰诺博特”(Planobot)	184
“尤尼梅特”(Unimate)	185
“沃莎特兰”(Versitran)	188
其他机械人	193
特殊环境中的问题	196
水下操作机	197
参考文献	200
第十章 人的视觉	205
人类视觉的发展	205
人眼的信息容量	206
眼睛的其他特点	208
双眼视觉	211
对颜色的敏感性	212
幻视	214
机械人眼睛的清洗问题	215
参考文献	217

第十一章 字符识别	219
视觉字符识别	219
视感控器	220
掩蔽技术	221
其他禁止方法	223
Mk17 程序的试验结果	224
不相参的傅利叶变换	225
一种扫描人工网膜	226
简单的模式匹配门	229
参考文献	230
第十二章 机械人视觉	232
最小限度的字符识别	232
最小限度方法的扩展	234
网膜的边缘检测	235
扫描系统的对比增强	236
利用重叠的轮廓增强	237
计数网膜	239
一种边缘检测网膜	241
网膜的前景	243
一个计算机扫描系统中的边缘检测	244
参考文献	246
第十三章 运动知觉	249
眼睛的运动	249
眼睛颤抖	250
纤维光学	252
纤维光学眼睛	254
追随运动物体的眼睛	254
机械人眼睛的自动聚焦	257
视觉暂留	260
微型雷达和多普勒效应	261

参考文献	262
第十四章 人的听觉	265
机械人的耳朵	265
关于语言识别的研究工作	267
语言的性质	269
人类语言的信息内容	270
频带宽度的限制	271
单等效共振峰	271
口语单词的结构	272
几点杂记	273
错听	275
两耳听觉	275
送话器	277
参考文献	278
第十五章 机械人的听觉和语言	282
识别人类语言的机器	282
采用无源滤波器的音码器	283
音码器用的有源滤波器	284
用有源滤波器的实际机械人音码器	286
音码器中的机械滤波器	288
一种识别数目字的办法	288
机械人语言	290
对自生信号的检测	292
电感和电容式近发检测器	294
参考文献	296
第十六章 机械人的可靠性	300
机械人的有限寿命	300
合理的选择	301
机械人的有效性	303
故障之间的平均时间	305

故障率曲线	306
总的故障模式	311
后备部件	313
修理时间	315
参考文献	315
第十七章 机械人的未来	318
参考文献	319

第一章 机 械 人

小 引

“控制论”这个词,对于不同的人,似乎意味着许多不同的东西^[1]。在一般公众的观念里,控制论常常与“计算机或机械人或某种东西”联系在一起。这种观念到底有几分正确呢?

确实,机械人学和控制论工程的最终目的之一,是生产各种类型的机械人^[55]。作者的另一本书《控制论工程》,谈的是机械人“头脑”的工作,现在这本书则论述其他方面的问题。人们特别希望有朝一日能造出象人的机械人来,但是,除了象人的机械人之外,还可以想象出许多种其他形式的机械人。事实上,现在就有许多装置具有机械人的某些特性,能够满足人类环境中的某种实际需要。

人类日常从事的很多工作,是不能充分利用人的能力的^[2,37-39]。作者作为工业界的晚辈,曾经从事过某些这类工作。这类工作不仅简单,重复,适于用机器操作,而且用机器操作能够产生更好的效果,比人犯的错误少。如果通用的机械人能够以很经济的代价制造出来(所有证据证明,情况确是如此),机械人就会被用来代替人进行工作。

机械人的形状

自从荷马的时代起,幻想小说里虚构的机械人就一直是会走的,虽然它常常是铜筋铁骨,外表却总是有些象人。但是,实际上制造出来的机械人,至少在最近的将来,还一点也

不象真人*。

阿西摩夫 (Asimov) 曾经说过^[3], 把机械人幻想成人的样子“只不过是一种人类中心论”。既然阿西摩夫可能是世界上最知名的机械人幻想小说作家, 他确实应当是个内行。假如把恒温器做成人的样子, 用金属做的手去开关加热设备, 那么, 它的工作性能并不能得到改善。但是阿西摩夫还说过, 如果要求机械人具备人的全部机能, 那它的样子最好象人, 因为人的形状与人类环境是适应的。

当然, 这只是部分正确。我们大家都知道汽车和家用电器, 很可能有一天它们的某些零件出毛病时, 只能靠有三个四呎长的胳膊、带有触觉的手指、身高只有二呎侏儒般的神奇机械人来更换。

在确实需要许多机械人来从事这类工作时就能制造出这种机械人的日子, 看来已经不远了。

从美学的观点出发, 人们无疑地希望机械人的外表首先象人。这样就便于同它们相处。这种机械人的最高形式甚至覆盖着同人相象的皮肤, 简直与人难于区别, 这样的机械人一直被称为“安德罗丁”(Androiden)**。

人对机械人的恐惧

若干时间以来, 由幻想虚构出来过份象人的机械人所带来的混乱, 应当是很容易避免的。有必要提一提, 直到最近, 幻想小说里的象人的机械人, 一般总是一部令人生畏的机器。弗兰肯斯坦 (Frankenstein) 所创造的是一个恶怪^[4]。劳瑟姆

* 在本书原本出版的次年, 即 1974 年, 日本已制成指挥交通的机械人, 形状完全象真人, 身着日本警察制服。参见西德《经济周刊》(Wirtschaftswoche), 1974, 23 期。——译者注

** 意为机械人, 但词源为希腊文, 而 Robot 一词则源于斯洛伐克文。

——译者注

(Rossum) 的万能机械人则毁灭了所有的人(或者说几乎是几乎所有的人)的生命^[5]。难道机械人必然要毁灭它的创造者吗?

只是在最近三十年中,关于机械人是有用的、确实是人类所设计出的安全的机器的观念才流行起来。现在,机械人眼看就要成为人的朋友了。应当指出,正是似乎最早提出友善的有用的机械人观念的阿西摩夫,在幻想小说里提出了有名的“机械人的戒律”。

机械人的三戒律

机械人的三戒律是:

1. 机械人不可伤害人,或眼看人将遇害而袖手旁观。
2. 机械人必须服从人给它的命令,除非这种命令与第一条戒律相抵触。
3. 机械人必须保护自身的存在,除非这种保护与第一、二两条戒律相抵触。

这些戒律有一些模稜两可之处,不同的人曾用不同的办法对这些戒律作过研究和修改。然而,一个值得注意的事实是:这些最初在幻想小说里提出来的公式,仍然可以作为控制论工程师的一个有用的设计指导方针。

明显的例子是移动式机械人的设计,对它最突出的要求是必须遵守第一条戒律。第二条戒律是容易办到的。移动式机械人不但不能由于它的运动而伤人,而且对它的电子大脑的可靠性有很高的要求。为此,人们正在用“乌龟型”的小型移动式机械进行研究实验,关于这项工作,后面将要讲到。由于这些机器很小,它们自然不会伤人,但确实能出事故。我们对这种机器进行研究实验,就是企图降低事故率,结果已取得了一些成绩。

一个可怕的幻觉经常浮现在控制论工程师的脑海里，那就是他所设计的会走的家用机械人出错闹事，绕着房子在追赶尖叫着的家庭主妇，或者更糟糕——追赶尖叫着的儿童。现在工业中用的机械人，在出故障时会造成更严重的事故，但工业部门可以冒一点风险。而如果真的发生了如上面所讲的家用机械人事故，那怕只有一次，也会危及整个控制论工程和机械人学的前途。

斯灵关于机械人的观点

英国玛丽皇后学院的麦若狄斯·斯灵 (Meredith Thring) 教授，是机械人学方面的著名工作者之一。他的实验室制成许多种机械人和机械人的手足。斯灵曾经提出^[2]，最初级的机械人应当具有如下性能：

1. 有一只手和一只臂。
2. 能自行推进和自行转向。
3. 有供(1)、(2)两部份用的动力系统和控制系统。
4. 有一部性能有限、进行决策用的计算机，带有能容纳指令的存贮器。
5. 有各种传感器，能感受粗糙度、硬度、位置、重量、热导率、温度、接近、形状、大小、颜色、距离、手足位置，有触觉、视觉、嗅觉和听觉。

然而，斯灵认为机械人有一些基本的局限性。他指出，机械人在完成工作任务时，总是不会做得比人指示给它的更机动灵活。他还指出，机械人如果犯错误，那将是随机的，不会采取改进的形式或自动纠错。

作者认为，有些随机的错误，如果它们确实是随机的，就必然要导致改进，不管我们怎样定义“改进”这个词，都必然是如此。而且现在我们知道，只要系统的最后目标或目的能够

完全明确地确定下来,要制作自动纠错或适应性控制系统是完全可能的。

斯灵提出了一个假说性的“美学”原则,按照这个原则,人造的机器在质的方面必然劣于造机器的人,而且他认为,机械人,打个比方来说,是根本不可能谱写交响乐的。但是,必须指出,数字计算机仅仅由于速度快,就已完成一个人毕生所无法完成的运算,而且只要给出少数的作曲规则,数字计算机已经证明能够创作出人们前所未有的独具一格的乐章。

斯灵认为,要制成有用的家用机械人,有些问题还需要解决:

1. 要求机械人有一定的图象识别能力,这样,机械人就可以把物件分为几十类,予以分别对待,如椅子、桌子、书、餐刀、瓷器等等。

2. 机械人的手必须是可控制的,以便拣拾和处理机械人所看到的物件,如折叠一条床单,为瓜果去皮等等。

3. 稍微变一变对机械人的指令便能改变工作程序,如在餐桌上摆设餐具的份数,更改床单条数,适应家俱位置的变化等。

4. 能检验脏污,并检验污秽的程度,以便在比如洗盘碟时,把全部盘碟和炊具统统洗干净。

5. 与物体接触时要柔和,以免把陶瓷或玻璃器皿碰破。

家 用 机 械 人

斯灵提出,要摆脱家务劳动的重担有两个可能的解决办法。第一个办法是一些建筑师提出来的,他们主张把房子盖得使灰尘无隙可入——实际上就象医院的手术室。第二个解决办法对一般不过分追求整洁的人可能更合适,那就是用一个机械人负责室内全部日常的整理和清洁工作。