



View · 新视角™ 书系

ROBOT

机器人

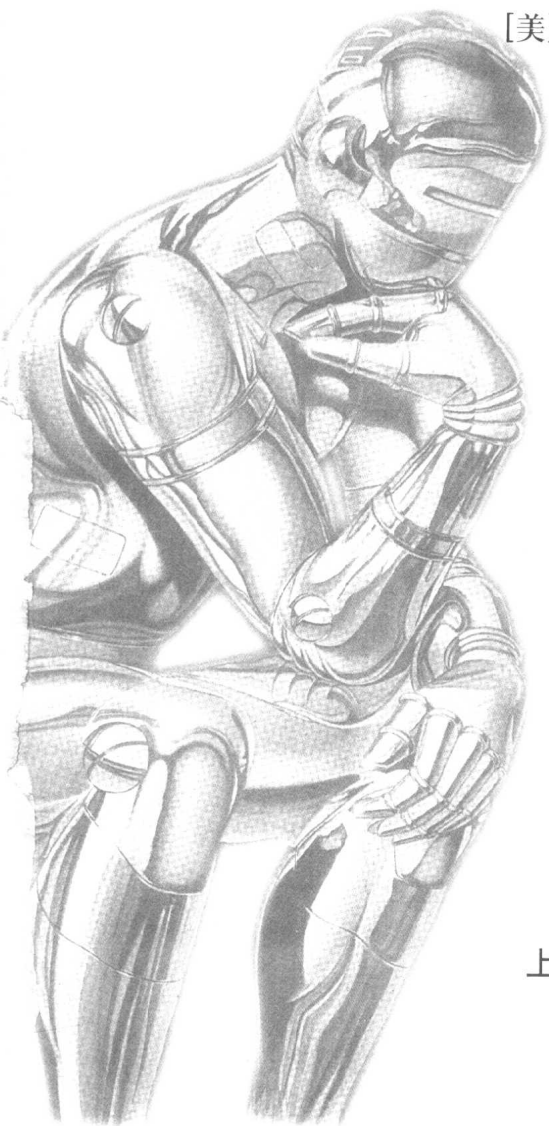
[美] 汉斯·莫拉维克 著
马小军 时培涛 译



上海科学技术出版社

机器人

[美] 汉斯·莫拉维克 著
马小军 时培涛 译



上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

机器人 / (美) 莫拉维克著; 马小军 时培涛译.

上海: 上海科学技术出版社, 2001. 11

(View·新视角™书系)

ISBN 7-5323-5918-2

I. 机... II. ①莫...②马...③时... III. 机器人—普及读物 IV. TP242-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 068153 号

ROBOT—MERE MACHINE TO TRANSCENDENT MIND

Copyright © 1999 by Hans P. Moravec.

This translation originally published by Oxford University Press in English in 1999 is published in association with Brockman, Inc.

ALL RIGHTS RESERVED.

2001

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

常熟市第六印刷厂印刷

新华书店上海发行所经销

开本 850 × 1156 1/32 印张 7.75 字数 172 千字

2001 年 11 月第 1 版 2001 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—3 000 定价: 16.00 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,

请向本社出版科联系调换



关于 View · 新视角TM书系

我们希望本书系能塑造出以下特点：

- ☞ 它不一定面面俱到，但应该视角独特
- ☞ 它未必百分之百正确，但或许能给人启迪
- ☞ 它也许给不出答案，但能拓展人的思考空间

前言

小时候，我曾试图将无生命的机械装置集成生命体。从这些尝试开始，经过了近五十年的积累，我在1978年的一篇文章中表达了这一想法，并于1988年出版了书作了进一步阐明，这方面的工作在1998年得到了更多的进展。

1978年，我在斯坦福大学人工智能实验室完成了有关移动机器人视觉的论文。我不同意实验室创始人约翰·麦卡锡(John McCarthy)的观点，他关心的是计算机推理。在专业领域中，推理程序已超过了人类。约翰认为，现有的计算机只缺乏合适的程序以使其具有完全的智能。而计算机视觉却以另外的方式开拓了我的思路。机器人眼睛的每次扫视将得到上百万个马赛克点。处理每一点要花费计算机数秒时间，寻找扩展模式则要几分钟，而要达到两眼观测完全立体匹配的话，将需要数小时。而人类视觉却能在瞬间处理更多的信息。

在1978年，没有一个机器具有接近人类的感知力、肌肉运动能力或推理技巧。更糟的是，朝这些目标的进取似乎陷入了泥潭。为了抑制流行的悲观情调，我提出了进化的观点：具有像人一样的行为需要当时计算机的能力提高百万倍，也许在短短的十年里将上百万台最新的微处理器相接，运用速成的程

序能满足上述要求。当年的科幻杂志 *Analog* 引出了这个论点，题目是“当今的计算机，智能机器和我们的未来”。

该文呼吁人们在计算机硬件上投入大量资金，它不合理地认为，只有这样才能制造出类似人的机器。接下来的文章似乎更具体些，预计二十年内将出现价格为几百万美元的计算机，它们可以具备人类的竞争力。但在人工智能领域中，研究单位所拥有的计算机主机被科研小组所有的微型计算机所取代，不久又被工作站和个人计算机所代替。并且，价格/性能比仍在不断提高，而个人计算机能力也最终降到了最低点。我仔细地重估了以前的数据，并在我1988年出版的《智力儿童：未来机器人和人类智能》中做了具体阐述。书中提到，在未来的四十年中，会出现能设计出类似人类行为的售价为万美元的个人计算机。

1990年的个人计算机能力超过了1978年的主机能力，先前棘手的问题开始有了解决途径。很快，家庭计算机就能进行印刷字体的识别和语音识别，正在实验中的机器人也能在过道和马路上行走。在比《智力儿童》更坚实的基础上，本书提出，具有类似人类竞争力的售价为千美元的计算机将在四十年内出现。快速增长的计算机能力部分地弥补了比预计略大的困难。

《智力儿童》中的短期预测都成为现实，只有一个例外。目前仍然没有出现实用的移动机器人来帮我们处理家务事。1988年，几个小公司开发了能够

沿预先安排好的路径行驶的保安、清扫和运输机器人,以监测墙壁和昆虫这样的特殊标志。我曾希望这能导致研制出更高级和更市场化的机器人,能感受周围环境,自由行走。唉,可惜第一批机器人吸引不住顾客,这些公司情况也不大妙。现在有了感知机器人,遗憾的是它只在研究背景下才能发挥作用。但是,这次一定会成功!根据第四章对实用机器人的预测,我正在进行一项商业计划,以赋予工厂里现有车辆足够的空间认知力,使其到2000年能在未知的区域中工作;到2005年,设计出小型家庭真空吸尘机器人这样的机器人,以拓展机器人市场;到2010年,实现能力更强的多用途“通用”机器人。其他的机器人方案也正在进行之中——这就是一场竞赛。

第四章提出四代通用机器人,每代跨度十年。第一代有蜥蜴般的空间感知力,第二代增加了老鼠般的适应力,第三代有猴子般的想象力,第四代具有类似人的推理能力。这种一致性编排来源于每种动物的大脑原型与稳步增长的计算机能力相匹配。我们的祖先用了三亿年从小的脊索动物(有昆虫般的复杂性,正如现在的机器人)进化到类似蜥蜴的动物,再过了一亿五千万年变成了老鼠一样的动物,用了七千万年成为猴子般的动物,最后又花了五千万年进化成人类。我的时间刻度可能对短期而言太粗略了,对长期又太保守了,这正是技术预测中的一个典型问题。下一本书(约定2008年出版!)将肯定包含一个更正的方案。

在我的主页上,用查询词“hpm98book”可寻

找新的进展、评论、资料和彩色插图。下面的网址就能提供有关信息，网址是：<http://www.frc.ricmu.edu/~hpm/book98/>。

汉斯·莫拉维克



汉斯·莫拉维克

Hans Moravec

机器人研究领域的权威之一，曾参与世界最大机器人软件的创立工作，现在卡内基—梅隆大学工作。著作有《智力儿童：未来机器人和人类智能》等。

责任编辑 / 张 晨

静晓英

封面设计 / 戚永昌



◆ 克隆

—— 通向多利之路及展望

吉娜·科拉塔 著
王亚辉等 译

◆ 大自然的猎人

—— 生物学家威尔逊自传

爱德华·威尔逊 著
杨玉龄 译

◆ 蚂蚁与孔雀

—— 耀眼羽毛背后的性选择之争

海伦娜·克罗宁 著
杨玉龄 译

◆ EQ II

—— 工作 EQ

丹尼尔·戈尔曼 著
耿文秀等 译

◆ 不论

—— 科学的极限与极限的科学

约翰·巴罗 著
李新洲等 译

◆ 真实地带

—— 十大科学争论

哈尔·赫尔曼 著
赵乐静 译

◆ 过去 2000 年最伟大的发明

约翰·布罗克曼 编
袁丽琴 译

◆ 机器人

汉斯·莫拉维克 著
马小军 时培涛 译

◆ 涌现

—— 从混沌到有序

约翰·霍兰 著
陈禹等 译
方美琪 校

◆ 解析彩虹

—— 科学、虚妄以及对玄妙的喜好

理查德·道金斯 著
张冠增 孙章 译

◆ 艺术与宇宙

约翰·巴罗 著
舒运祥 译

◆ 时间之河

伊戈尔·诺维科夫 著
吴王杰 陆雪莹 闵锐 译

◆ 跨越缺口

—— 故事中的数与逻辑

约翰·阿伦·保罗斯 著
史树中等 译
史树中 校

◆ 剑桥五重奏

—— 机器能思考吗?

约翰·卡斯蒂 著
胡运发 周水庚 杨茂江 译

◆ 论创造力

戴维·玻姆 著
洪定国 译

◆ 费恩曼演讲录

—— 一位诺贝尔物理学奖获得者看社会

理查德·费恩曼 著
张增一 译

◆ 适应与自然选择

乔治·威廉斯 著
陈蓉霞 译

— 目 录

前 言	
第一章 逃逸速度	1
第二章 小心！机器车辆！	15
第三章 能力和显现	51
第四章 通用机器人	91
第五章 机器人时代	127
第六章 智能时代	163
第七章 智力之火	191
注 释	213
致 谢	221
索 引	225

第一章

逃逸速度





人类进步的脚步深深地影响着这个世界和人类社会,而只有在人类文明超越了夜与昼、冬与夏、生与死的循环时,人类才意识到这一点¹。一旦历史的轨迹记录了普遍性的变化,那么在一个生命时段中就可辨别出这种变化加速的步伐。从能量、信息、速度、距离、温度、种类等几乎所有的量度来看,已发展的世界朝更有力量、更复杂的方向发展的速度超出了以往的任何时代。这一论断至少在近五百年内是正确的,甚至可以说自农业革命和文字出现以后的五千年内,这一论断也几乎是正确的。

这个加速过程中的许多产物,例如书面语言、城市、自动化等,更进一步加速了这个过程。今天,这种步伐超越了人类的适应性极限:技术培训课程往往在其结束之前就已过时了。不过,加速过程仍在进行,因为在人类畏缩不前的地方机器取代了人类。20世纪70年代,照相技术用在集成数十上百个元件的集成电路的制造上,当时这是在塑料薄板上手工设计和绘样的。今天的计算机芯片集成的元器件有上千万个,它们由计算机的设计程序加以设计。一代机器不但可以制造下一代机器,而且能在一年之内完成,而纯粹由人设计平均耗时是三年。

计算机的自加速进化影响着其他的技术领域,计算机工作站和通讯扩展了几乎每位设计工程师的工作。波音-777飞机



许多部件的设计就是一个很好的例证，它们由不同地方的工程小组并行设计，而每个小组都运用功能强大的三维建模程序。对局部装配设计的检验是通过计算机模拟程序进行的。模拟程序可以用来检测机械、电气、控制、航空动力等大大小小的问题，而远在真正飞机制作之前这些问题就能很容易得到消除。这样，制造一架空前复杂的飞机耗时只需以前的一半。同样，化学家和生物学家只需用几星期进行分子模拟就能完成过去数年的实验室工作。20世纪90年代初，建筑师们用计算机取代了画板和手册，使其商业能力提高了四倍。

正在消逝的真理

“向上抛起的东西总会落下的”，这是早期的重力理论，在日常生活中被证实是正确的，一千年来没被怀疑过，直到牛顿发现了新的引力定律，证明足够快的卫星可在稳定的轨道上绕地球旋转，而更快的抛体可脱离轨道而运动到无穷远。“擦热的木头会凉下来的”曾被我们的祖先视为自明之理，直到有人用力摩擦超过了木头的燃点，这使木头仅靠自身就变得越来越热。工业社会中，“机器发生故障”可被证实是正确的，随着机器越来越多的设计、诊断、修复自身，机器还会出现突然垮掉的情形。一旦获得“逃逸速度”，具有超过我们所知道的能力的机器，在没有我们帮助的情况下，将变得更有能力，从外界学习。这就像在生物进化和文明进化过程中人类的表现。木头已冒出火苗了。

与上升电梯中的乘客一样，那些沿曲线上升的人也不知道其所处的高度，除非在行进中从窗户里瞥到地面。1930年，澳大利亚的淘金队在被认为无人烟的新几内亚高地深处，遇到了与外界隔绝五万年的人类文明。手持石头长矛的裸体部落居



民，当其茅草村庄旁降落了咆哮着的银白色“巨鸟”时，他们感到万分恐惧，不知所措。在他们眼里，巨鸟里出来的白人是怪人，他们皮肤松弛而且没有明显生殖特征，这些怪人用标有“柯达”字样的黑盒子捕获了他们的灵魂²。

1991年，大卫·库佩纳瓦(Davi Kopenawa)从丛林中走了出来，第一个代表他们部落（亚马逊河的雅诺马马族）讲话，迈出了巨大的一步。雅诺马马族有两万人，是仍停留在石器时代最大的部落。当一些20世纪的传教士、人类学家直到最近的筑路者、淘金者入侵他们的家园时，他们与外部世界已隔绝一万年了。在翻译陪同下，库佩纳瓦穿上他仅有的财产，以及送来专门用于旅行的运动衣、牛仔裤、旅游鞋，参观了华盛顿、纽约、匹兹堡。他恳求外界不要干涉他们的部落。在五年来部落外的疾病，尤其是疟疾，已使五分之一的巴西雅诺马马人死亡。

在城市中的见闻使他惊恐万分：人们如蚂蚁般疯狂地涌入像天一般高的建筑里，追求着汽车、金钱、财产，而非亲情与自然。在一个动物园中，他对那些生活在塑料植物、铁笼子、极差的空气中的无精打采的动物，表达了深深的同情。他说：“如果我在你们的城市里生活一个月的话，我会憋死的。这里没有森林。”

库佩纳瓦这点说对了。我们生活其中的这个世界在文化和实物上，都远远不是从生物学的角度适合人类生存的世界。我们形成于近两百万年前的冰川期——一段气候持续变化的时期，每隔上万年冰川就要覆盖大部分土地或从其上退出（目前的温暖期是间冰期）。如此大的变化赋予了生命高度的适应性，生命不会在完全最优条件下存在。人类高度适应性表现在不断进化的大脑和延长的孩童期，以支持着极端的文化可塑性，从



各种表达方式的语言到快速传递着的行为：当进入青春期时，我们完全可以成为穿着毛皮的北极猎人，或是身穿长袍的游牧民族，或是无衣遮体的赤道居民。几乎在所有的人类历史上，包括库佩纳瓦的那个部落，文化传统起到直接的支持作用：提供满足基本生活需要的方式。但某些方面，在五千年前的文明史上，生物性和文化性之间的关系发生了根本性的变化。

文化的革命

文化使我们很快地就适应环境的变化，因为它是一种新的进化的媒体。所有的行为规则（memes，出自理查德·道金斯³）代代相传，存在着变异和竞争，正如生物的遗传基因一样，只是变得更快。一种生物特性需要经过几代的选择性复制才能在群体中建立起来，但一种文化习俗却能在短短的一代时间里改变数次，并在整个部落中传播。经过数十万年缓慢曲折的文化进程，我们的祖先艰难地获得了一套行为，它们促使产生更多的行为、记忆、物质工具来支持自身，即自加速循环在今天已达到了逃逸速度。除了技能的简单积累，确切地说，什么东西点燃了火种？这是个很有趣的问题。初期的繁荣或被迫向气候适宜地的迁徙，可能导致狩猎和资源的减少，这强迫未来的生存者进入农业时代。最终，在一万年前的近东和中国出现了第一次农业文明。

几百万年来，包括我们祖先在内的灵长类动物一直以部落的形式生存。在灵长类动物中（与犬齿群类似而与牧群动物不同），每个个体只知道群体中的某一个，维持长期的一对一的关系，包括统治、服从、友谊、敌意、债务、嫉妒、密谋等关系，即肥皂剧的方式。复杂的社会化赋予了部落更大的能力。在严峻的环境下，个体们知道在什么情况下该信任谁。但记忆



许多个体的诸多事将占用大脑的存储空间。罗宾·邓巴(Robin Dunbar)已发现猴和猿的脑容量和群体大小的紧密线性相关关系,例如短尾猿大约十五个成群,而脑容量大一些的非洲小人猿和大猩猩则三四十只成一群。这种肥皂剧式的连接,可能会驱使灵长类朝大的脑容量方向进化,因为部落群体在竞争食物和领土时,大群体很可能会击败小群体,因此大部落(即个体有大的脑容量)具有优势。邓巴从灵长类群体与脑容量的比率曲线外推,根据人的脑容量得出人类自然群体应该有两百个左右的个体。事实上,这是独立的、非等级人类群体的最大限度,雅诺马马印第安人村庄、吉普赛人群的数量都证实了这点。现代社会个体间相识的重叠关系网使这个概念变得模糊,但并不会消除从普遍存在事例中取证得到的这种群体数量限制。我妻子参加了许多教会组织,注意到教会中的会员人数接近二百时,就会出现身份混乱的危机。在20世纪70年代,卡内基·梅隆大学计算机系以它的合作、“家庭”气氛而闻名,当时它只有一百人。在20世纪80年代该系人数急剧增长,20世纪90年代计算机学院的人数超过了六百,分若干个系,而不同系的成员相互是陌生的。

一系列的社会发明导致农业文明远远超出了村庄规模。产生出了一些社会角色,如国王、士兵、牧师、商人、税官、农民,从服饰或其他标记可以清楚地辨别他们,而不必去记住几千个人之间的关系这样不可能完成的事。新的方法也带来了新的问题。在村庄里,骗子很容易被发现并受到处罚。但在社区里,骗子们能找到很多机会,能找到许多地方匿名躲藏起来。道德权威、法律制定、警察、犯罪标志等代表着强制制度的出现,可以部分地抑制违反合作的行为。“谁欠了谁什么”之类的问题,在村庄小群体里是个记忆的事情,但在城市出现后就