

〔日〕渡边 茂 主编

日本产业机器人工业会 编

现代经营管理 和机器人

XIANDAI
JINGYINGGUANLI
HE JIQIREN

机械工业出版社

新山経営とロボット

现代经营管理和机器人

〔日〕渡边茂 主编

日本产业机器人工业会 编

陈志强 彭商贤 译

郑 铉 校



机械工业出版社

新しい経営とロボット

渡辺 茂 監 修

日本産業用ロボット工業会 編

日刊工業新聞社 1979

● ● ●
現代経営管理和机器人

〔日〕渡辺茂一主編

日本产业机器人工业会 編

陈志强 彭商贤译 郑益校

● ● ●
机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

中国农业机械出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经营

● ● ●
开本 787×1092 1/32印张 4 1/2·字数 96 千字

1985年7月北京第一版·1985年11月北京第一次印刷

印数 0,001—5,350·定价 1.15 元

● ● ●
统一书号：15033·5947

编辑委员会名单

- 渡边 茂 东京大学名誉教授、东京都立工科短期大学校长
- 加藤一郎 早稻田大学理工学院教授
- 长谷川健介 东京工业大学工学系教授
- 长谷川幸男 早稻田大学系统工程科学研究所教授
- 尾崎省太郎 通产省工业技术院机械技术研究所生产工学部部长
- 佐藤孝平 通产省工业技术院电子技术综合研究所控制部部长
- 小野嘉雄 (株)日本工程技术研究所代理董事
- 柴田 勉 (株)柴田技术研究所所长
- 熊谷 卓 (株)新兴技术研究所代理董事
- 加藤 明 川崎重工业(株)名古屋营业所所长
- 伊藤诚一 (株)东京测量仪器企画室开发专任次长
- 后藤达生 (株)日立制作所机械研究所第二部长
- 大喜多法义 日产汽车(株)吉原工厂厂长
- 米本完二 (社)日本产业机器人工业会专务理事
(印有•者为执笔者)

序

一九六七年美国以“Versatratra”作为商品名称的产业机器人传入日本，当时，在日本工程技术界引起了强烈的反响。这可以说是日本产业机器人发展史的开端。那时，日本工业正处在高速发展时期，产业机器人的引进成为解决劳动力不足的手段。其后，为改善劳动条件，从而防止工伤事故和职业病，以及为应付工人不愿被当成活的机器的要求，机器人技术进一步得到发展，现在，日本已成为世界上使用产业机器人数量最多的国家。

目前，日本正进行着关于产业机器人的研制和机器人工程学的理论研究。过去，人们常常谈论日本技术落后，然而，在产业机器人方面却不是如此。今后，我们期待着日本产业机器人在世界范围内起先导作用。

另一方面，不能对产业机器人在实际应用方面寄予过大的期望，有的工厂把机器人放在角落里，落满了灰尘，但是，产业机器人在产业界正在巩固其地位这是事实。这并不是表面假象，而是地地道道得到产业界等的关注，正在默默地运转着。可以说这是用户和制造厂商努力研制机器人的结果。

但是，产业机器人究竟是个什么东西？怎样使用它？其发展趋势如何？人们对于这些问题认识得还不充分，也找不到“通俗读物”，因此，对每个人来说，都是在产业机器人技术的高度发展与其实际使用相结合的过程中，加深理解。

现在，日本已经建立了以制造产业机器人的厂商作为正式会员，用户等有关企业作为赞助会员的“日本产业机器人

工业会”。不仅国内企业，国外企业也有作为赞助会员参加该会的，另外，大学、研究机关和企业中国内、外的知名人士，也有以个人名义加入该会的，这真是一种独特的组织形式。通过各个委员会的活动，积极地进行以研究开发和普及为指针的基础性调查研究和建立机器人系统的工作。

过去，专用自动机是作为从事大量生产的一种自动化装置，目前，产业机器人不仅作为多品种中小批量生产的自动化手段，以促使生产率迅速提高，而且，期待着产业机器人作为提高工人福利和改变劳动方式的手段。另外，随着文化水平的提高，工厂生产第一线的工人逐渐脑力劳动化，产业机器人是给现场工人提供舒适工作条件的装置，同时，又作为对付日本目前老年化社会的一种手段。

为了让大家学习了解产业机器人的有关知识，特组成了机器人读本编辑委员会。而且，动员现在在第一线从事机器人研究的各方面人士，编写了这套机器人小丛书。本书应该说是诸篇的绪篇。以机器人工程技术为主的技术篇《产业机器人的技术》和以实际应用为主的应用篇《产业机器人的应用》也将作为其姐妹篇同时出版发行。如果能同时读这几本书，我们将感到庆幸。另外，在每年召开的国际产业机器人讨论会上提出的论文全部译成了日文，以技术全书的形式出版，以供参考。

最后，向担任本书的执笔者，进行本书编辑工作的各位编委、工业会事務局各位同仁、以及担任出版具体工作的日刊工业新闻社出版局的各位同仁表示衷心的感谢。

产业机器人读本编辑委员会
委员长 渡边 茂

7/5 56/01

目 录

第一章 机器人的起源和应用范围

1. 产业机器人的起源 1
2. 机器人和机械 4
3. 供小型化和分散化作业用的机器人 8
4. 机器人的应用范围 8

第二章 产业机器人的发展及其机构

1. 何谓机器人 10
 - (1) “机器人”一词的起源及机器人守则 10
 - (2) 机器人的种类和发展 12
2. 产业机器人的功能和构造 15
 - (1) 产业机器人的分类 16
 - (2) 产业机器人的组成 18
 - (3) 产业机器人的脚 21
 - (4) 产业机器人的机身部分 22
 - (5) 产业机器人的手、腕、手指 24
 - (6) 产业机器人的控制系统 27
 - (7) 产业机器人的驱动系统 30
3. 控制产业机器人的人工智能 32
 - (1) 人工智能的研究 33
 - (2) 环境的识别 34
 - (3) 机器人动作程序的编制 37

第三章 广泛应用机器人的背景

1. 提高生产率 40
 - (1) 产业机器人的特征 40

- (2) 流水生产42
- (3) 加强国际竞争力和改善企业管理43
- (4) 劳动力需求关系45
- (5) 提高产品质量的稳定性49
- 2. 提高劳动保护和社会福利的水平50
 - (1) 劳动方面起了质的变化50
 - (2) 防止工伤52
 - (3) 改进劳动方式和稳定雇佣关系、增加就业机会53
 - (4) 培养熟练工56
- 3. 技术革新和节约能源58
 - (1) 技术发明和技术革新58
 - (2) 节省资源 节省能源60
 - (3) 提高生产管理水平62

第四章 产业机器人用于工业中的实例

- 1. 产业界使用产业机器人的目的64
- 2. 机械人化的作业66
 - (1) 炉前作业67
 - (2) 热轧作业68
 - (3) 切削加工71
 - (4) 冲压加工76
 - (5) 注塑成型80
 - (6) 焊接作业82
 - (7) 喷涂作业88
 - (8) 其它各类作业95
- 3. 加工生产线系统的机器人化100
 - (1) 机械加工的无人化系统100
 - (2) 采用1500台产业机器人的工厂101
 - (3) 装配生产线自动化102
 - (4) 自动化工厂104

第五章 采用机器人时需要注意的问题

1. 采用机器人时考虑的主要问题107
2. 关于采用机器人的方法108
 - (1) 省力化的要求108
 - (2) 制定采用机器人的计划109
 - (3) 关于采用机器人的条件的探讨110
 - (4) 辅助作业111
 - (5) 编制机器人化作业系统的替代方案112
 - (6) 选择适宜的评价方法112
 - (7) 详细设计和移交实施112
3. 采用机器人前应准备的条件113
 - (1) 公司内通过宣传取得一致认识113
 - (2) 要注重必要的人才培养114

第六章 产业机器人的发展

1. 研究开发的趋势115
 - (1) 世界各国的研究动态115
 - (2) 产业机器人技术开发方向118
2. 今后产业机器人的形象120
 - (1) 人和机器人120
 - (2) 产业机器人的未来形象125
3. 今后对产业机器人的期望127
 - (1) 提高生产率127
 - (2) 改善劳动环境和劳动方式128
 - (3) 人-机器人-机器系统要求对生产设备(机器)的结构、性能进行改革128
 - (4) 扩大机器人的适用范围,创造新技术129
 - (5) 促进新产业领域的发展130
 - (6) 提高社会福利——增加残废人的就业机会134
 - (7) 更好地使用人才135
 - (8) 在其它方面对产业机器人的期望136

第一章 机器人的起源和应用范围

1. 产业机器人的起源

“Robot”一词是在一九二〇年捷克剧作家卡雷尔·查培克的剧作《阿萨姆万能机器人制造公司》中出现的，它辛辣地讽刺由于人们采用了机械这一现代技术，使得人与人之间的关系疏远了。自从创造了意味着机械的人——“机器人”一词以来，只有五十多年的历史，但是，在这以前，与它意义相近的词汇，可能早已有人采用了。

人类有广阔的生存领域，为了生活和生产发展的需要，制造出了叫做机械的人工装置。技术是不会停滞不前的，机械技术得到了发展。应用这种技术，已经研制出本定义范畴的机器人实物。

现在，已经研制出了能象人的上肢（臂和手）那样做多自由度的复杂动作，甚至具有视觉和触觉等感觉功能、能识别物体、能自动控制动作的产业机器人（智能机器人）。

具有类似人的下肢运动功能的和象蛇、螃蟹那样运动的仿生装置加入产业机器人行列的日子也为期不远了。

目前，产业机器人已不是设想中的东西，它达到了实用阶段，并大大改变了产业的面貌。

机器人如何改变了产业的面貌呢？首先是使任意多品种的生产线实现了自动化，因而提高了劳动生产率。

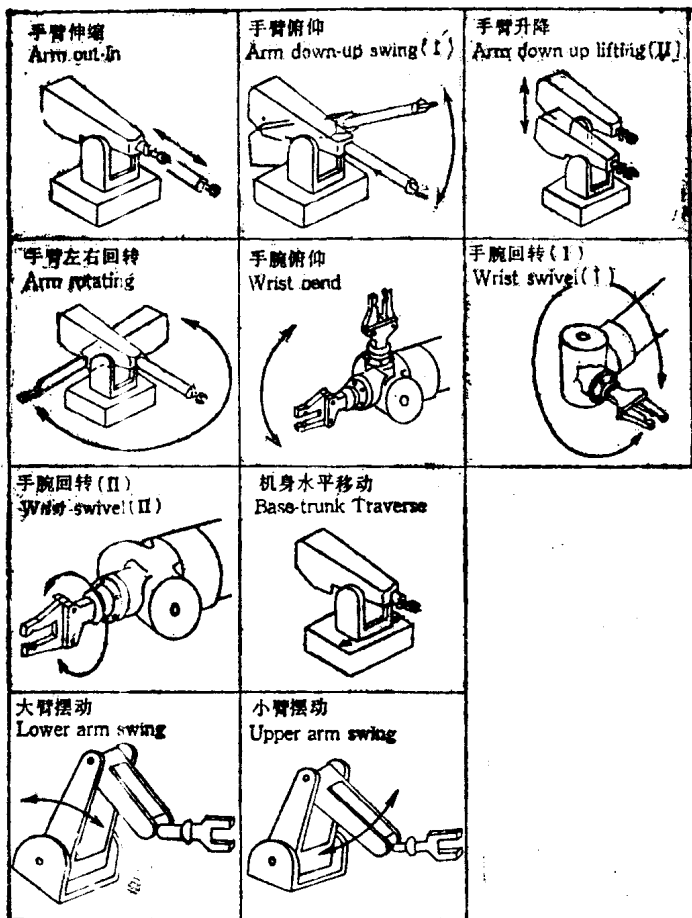
过去，如果要提高劳动生产率，最好的办法是将单一产

品进行大量生产。但是，由于产业机器人的出现，不一定要再为产品的单一化而绞尽脑汁了。这表明机器人的重要性，它适应于社会经济对品种多样化的需要，能完成多品种的计划生产。没有产业机器人，要很快地实现生产技术自动化，那是不可想象的。在今天，产业中必须有产业机器人。现在的生产，已不是少品种大量生产，而是向着多品种小批量的方向发展，这种倾向在二十一世纪将延续下去，并有更大的发展。

大大改变工业面貌的第二点，是工作质量得到了意想不到的改善，这一点真使人喜出望外。据说，如机器人代替了人的工作，将会造成人的失业，人将不关心生产，因此，机器人是不祥之物。然而，人们并不完全相信这一点。机器人的出现引起人们很大恐惧的说法也许有点过分了，这只是少数文学家的想象。与此相反，产业机器人的出现，会给工人们带来福音。

以前，一提起工厂生产的根本任务就是指通过细分工序、实行自动化、采用流水作业等等来提高生产率。一提起工人所进行的工作，就是指作为制造产品的技工所不得不完成的辅助性工作。也就是说，没有机器人的时代，工人很大一部分的工作是搬运工件，在机器上装上、卸下等。这样，即使是技术高明的工人也避免不了要出工伤。

产业机器人的出现，解除了工人由于单调的操作而引起的苦恼，工人们从笨重的装卸工作中解放出来。卓别林在《摩登时代》里所描写的固定在输送带旁的工人，将成为控制机器人的操作者、维修机器人的人员、制造自动化系统的系统工程师等。从事更为复杂的工作，不再是活的机器；而机器则成为听指示的奴仆。这是引入产业机器人的一大功绩。



图·1 表示动作自由度的机器人外形图

4

产业机器人的第三个优点是即使改变产量和生产品种，生产管理体制也能够很快地适应。

现在的社会需要就象猫的眼睛一样朝改夕变，所以，决不能满足于仅仅根据固定的生产设备制作产品这种情况，这是因为不知道何时产品又必须基本上更新换代了。那时再慢慢地变更工厂的设备恐怕就会为时已晚。然而，使用机器人就用不着担心出现这种情况。它使企业家可以满怀信心、从容对付，故而对企业家具有重要意义。

象这样的产业机器人，不单从经济核算方面考虑，无论是企业经营者，还是工人们，都对它寄予希望，希望靠它领先掌握未来。今后，越来越需要多品种生产，这是显而易见的。产品的发展周期变得越来越短，今天是新产品，明天就有被淘汰的危险。而产业机器人是对付这种状况最强有力的可靠支柱。

2. 机器人和机械

机器人应该是人的助手，这一点决定了它的地位和前景。按照机器人这样的地位和前景，它今后会很快地发展起来。机器人本来是一部机器，不是人，但是，请不要忘记这一点，作为机械它也可以看成是机器人。

反之，在机器发展的里程中，也有机器人这种装置。为了了解机器人的起源，回顾一下机器的历史是有必要的。

那么，机器的起源又是怎样的呢？那首先要从杠杆说起。杠杆的发明正意味着机器人身上第一个零件的诞生，当然，人的臂和腿也是作为杠杆来使用的。但是，人体的哪一部分也不是用树枝或兽骨来制作的杠杆，“机器人”（工作人）的名称只是一种恰当的比喻。

杠杆用很小的力能搬动很重的物体，将杠杆相互连接起来就变成了连杆。这样，就构成了机器人的骨骼——支架。

古代人的另一个发现是斜面，要把物体从A点搬运到比A点高的B点，为了省力，在A、B之间尽可能沿着围绕AB直线的迂回路径搬运，这就是利用斜面原理。总之，“陡峭就要迂回”，这是善于做功的法则。斜面可以变换形式，象凸轮、螺纹以及轴承都是由斜面变换而来并应用在机械中。

这样，由杠杆和斜面变换各种形式而构成各种机械部件，可以说这是机器人发展的第一时代。

机器人发展的第二时代是什么呢？就是具有动力机械的发明所赋予的特点的时代。从前，人们从利用比人力和畜力更方便的风力和水力的经验得知，要舒适地生活，就要探索更合理、更使人舒适的动力源。结果，发明了蒸汽机和内燃机，人类便获得了即使不依靠人的体力也能使机器人动作的信心。如果不发明蒸汽机和内燃机，人类至今还仍要依靠人的体力，奴隶就不能解放，机器人的构思就不能实现。特别是电动机的发明，使制造机器人的可能性有了更加牢固的基础。

机器人发展的第三时代是控制机构的发明。控制机构方案的发明，是从保证蒸汽机回转速度恒定开始的。动力机械运转要求稳定，因此，随着机械的大大发展，人们更加认识到控制的重要性。控制机构已被广泛地应用，这是人所共知的。由于经常发生火灾而声名狼藉的电热炉，用恒温装置进行温度控制后，变得十分安全可靠。冬天，日本很多家庭都用它来取暖。特别是由于真空管和晶体管的发明，使得制作控制装置变得更加容易而且价格低廉，并已广泛应用于各种机器上。

机器人发展的第四时代开始于记忆装置的发明。控制装置利用了反馈技术，而记忆装置却使前馈技术得以实现。所谓前馈技术，就是使各种动作在记忆装置内预先记忆储存起来，然后按照需要从记忆装置中取出信息，执行规定的动作。为了实现这种前馈技术，记忆装置是必不可少的。电子计算机是装有这种记忆装置的设备。这就是说，电子计算机的应用，对机器人来讲，进入了最新的发展时代，开辟了机器人的新纪元。

机器人随着人和时代的变迁，将发展成各种各样的形式，同时，今后会越来越得到更加有效的使用。

3. 供小型化和分散化作业用的机器人

工业界最近的倾向是小型化和分散化。兴盛了一时的追求大型化、集中化优点的时代正在逐渐地结束。当然，决不是说今后大型化、集中化的企业完全没有存在的必要，还留有許多其它工作需要这样的企业去做。然而，时至今日，特大型化、集中化企业在经济方面的吸引力正在减弱。况且，大型设备的设计工作即使委托给第二流的技术人员也完全能胜任，从技术方面而言已经成熟。另一方面，即使在经济上有很大效益，也已不是充分发挥技术人员才能的场所。无论如何，其工作内容都是再现或模仿原有技术。

与上述企业相比，小型分散化的企业的技术中，也包含着先进技术的萌芽，即使是综合现有技术，大多也需要高级的系统技术。从这个意义上看，小型分散化是作为一名技术人员首先要考虑的问题。而在这个领域里，机器人却大显身手。

例如，在挪威，为了使分散在森林中的工厂实现自动

化，机器人发展很快。的确，过去日本的机器人是为大型工厂研制的。但是，今后在大型工厂所获得的机器人技术将转到小型分散的工厂中去，并期望成为最适宜的系统。如果这样，根据机器人所具有的技能 and 智能，一定会显示出其优点，即分散的工厂所生产的产品，尺寸精度也能保持均一性。

对于小型分散企业，机器人在其它方面还有许多贡献。

植树用机器人就是其中一例，用于这方面的机器人种类繁多，其中，最有名的是修剪树枝的装置。它自动进行修剪树枝的工作，也就是说，先将剪枝机器人装在杉树等直立树干的下部，一启动就抱紧杉树树身，在树周围“咕咕咕”地回转，同时上升，用剪枝机器人带有的“锯”切断树枝。如果在规定的树木粗度以下，就可停止上升，而做下降动作。由于它设备太重，搬运困难，而且要想锯断更细的树枝，因太笨重而不能达到树的较高部位，因此，在日本并没有得到广泛使用。尽快改正这一缺点，今后有希望得到进一步发展。

另外，为防止树皮漏病的发生，在日本禁止用手持链锯，但是，如果用更加小型化的机器人进行这种作业，那么这项法律规定可能就不适用了。据说，国外目前有一种家庭园艺用具叫做“boom”的机器人。

今后，割草机、自动植树机、自动聚材机等，由于采用了机器人可能得到进一步改进。水稻机械随着自动收割机即联合收割机的普及，正以各种形式向机器人化的方向迈进。

象这样的林业机械和农业机械，适于进行小型分散作业的机器人技术是大有希望的。

此外，渔业用机器人也有各种形式，自动钓松鱼的机器

人，只要松鱼一上钩，就自动地反弹，把鱼钓上来。

机器人确实是最适于小型分散的技术，今后，它将极其广泛地应用于各个领域。可是，目前的机器人还不能满足这种要求，其性能有待于改进。将来，必然有更好性能的机器人研制出来。

4. 机器人的应用范围

象人类曾利用家畜来改善生活条件，提高产品质量一样，不久，人类将使用机器人从事各种工作。人们对令人厌恶的、不愿意做的、肮脏的、单调的、危险的和有潜在危险的工作，都不愿意去做。如果这些工作都没有人去做的的话，它们可就要堆积如山了。但是，如果能用机器人高效率地完成这些工作，这不就是人类真正的福音吗？

机器人已经广泛地应用在生产现场，为了提高装卸效率和工作的多种适应能力，必须使用机器人。特别是刻模机，自动加工、自动装配、自动包装等正在逐步使用机器人。

此外，机器人已开始成为代替人类熟练工操作的工具。日本高中入学率超过百分之九十，在高文化水平的脑力劳动化的社会里，培养熟练工是困难的。属于这种形式的代表性机器人是焊接机器人和喷漆机器人，还有加工机器人、修理机器人、监控机器人等等。再有，发展使用机器人能导致现存的产业机械结构的重大变革，以及为使用机器给这些机械带来技术革新，新技术孕育着更新的技术。为促进这些新技术的发展，人类要开拓更高的知识领域。

另一方面，人类要向新的科学领域进军，就要研制各种机器人。人类要研制探索宇宙的机器人，为探测海洋和在海面上作业，一定会研制出大型强力的海洋机器人。特别是对于