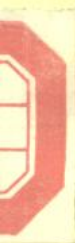


《微型计算机技术与应用》
丛书

孙耀明 编著

微型计算机 在机器人技 术中的应用



科学技术文献出版社

微型计算机技术与应用丛书

微型计算机在机器人技术中的应用

孙 耀 明 编著

科学技术文献出版社

内 容 简 介

本书是《微型计算机技术与应用丛书》之五，它全面地、系统地介绍了机器人的基本技术、机器人的设计、机器人的应用、机器人研究的现状以及微型计算机在机器人中应用等。

本书特点：深入浅出，通俗易懂，突出技术性和实用性，既可适合自学，也可作普及教材。

微型计算机技术与应用丛书 微型计算机在机器人技术中的应用

孙耀明 编著

科学技术文献出版社出版

北京京辉印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

787×1092毫米 32开本 13印张 276千字

1987年9月北京第一版第一次印刷

印数：1—4500册

科技新书目：145—50

统一书号：15176·818 定价：2.65元

出版者的话

微型计算机作为新技术革命的主角，已广泛地应用到政府、工农业、能源、商业、金融、交通、文化、教育、卫生、公用事业等各个领域，对国民经济振兴，推进现代化和信息化正起着积极作用。为了配合我国加强微型计算机的应用和推广工作，我社约请有关专家、学者编写了一套《微型计算机技术与应用丛书》，分册陆续出版。这套丛书的编写，力求做到内容正确，概念清楚，深入浅出，通俗易懂，使读者能对微型计算机的基本概念、原理、技术以及应用，有一个概括的了解，以作为进一步学习、使用的入门向导。我们殷切希望广大读者对这套丛书提出意见和建议，帮助我们做好这一工作。

前 言

微型计算机控制的机器人以其高度的可靠性、灵活性及巨大信息加工能力赢得了广泛的重视。它以软件的改变取代复杂的机械改装,因而能进一步适应多种工艺操作的要求,加速产品的更新换代,促进工农业生产和国防科学技术的发展,加强在国际市场上的竞争能力。尤其它能在人无法生存的恶劣环境下工作,能进行无菌无尘的操作,能昼夜不停地工作,从而提高生产率与产品质量,减轻人的劳动强度,减少不同工种劳动条件的差异,为未来消灭三大差别创造条件。

机器人技术汇集了控制工程、计算机科学、人工智能、机构学等多种学科的最新成就,并推动各学科向前发展,是一个国家的科学水平的重要标志。

为了加速机器人技术的普及和发展,编写了《微型计算机在机器人技术中的应用》一书。本书全面地、系统地介绍了机器人技术的基本理论及其应用。第一章介绍了机器人的一般概念及其发展、机器人技术、微型计算机技术和自动化技术之间的关系。第二章阐述了机器人的机构。第三章讨论了机器人的控制以及如何应用微型计算机实现机器人的控制。第四章介绍了机器人的各种语言。第五章讨论了机器人的感觉功能,尤其详细地阐述了视觉功能及视觉技术在工业中的应用。第六章介绍了人和机器人之间的联系方式及其手段等问题。第七章介绍了PUMA系列机器人,讨论了如何选择机器人以及机器人在焊接、装配方面应用的例子。第八章讨论了

与机器人技术相关的其他技术发展的现状以及研究的趋势。

本书在编写过程中得到了大连工学院电子工程系机器人研究室全体同志的大力支持，尤其是金春植同志为本书编写做了大量工作，编者在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

一九八五年十月二十日

目 录

第一章 机器人技术	(1)
第一节 机器人的定义	(2)
第二节 机器人的分类	(3)
第三节 机器人的发展	(6)
一、第一代机器人	(6)
二、第二代机器人	(9)
三、第三代机器人	(11)
第四节 智能机器人	(13)
一、智能机器人的组成	(13)
二、智能机器人研究的基本课题	(15)
三、智能机器人研究的发展	(17)
第五节 微型计算机和机器人	(18)
第六节 自动化和机器人	(22)
一、柔性自动化	(22)
二、自动化和机器人的作用	(23)
三、工业机器人技术	(24)
四、未来的机器人学	(27)
第二章 机器人的机构	(29)
第一节 坐标系和自由度	(29)
第二节 机器人的运动和力学解析	(33)
一、坐标变换矩阵	(34)
二、机器人的位置和姿势的解析	(35)

三、	机器人的速度、加速度解析·····	(39)
四、	机器人的角速度、角加速度的解析·····	(41)
五、	机器人的静力学解析·····	(43)
六、	机器人的动力学解析·····	(46)
七、	机器人的位置和姿势的综合·····	(54)
第三节	机器人的驱动传动机构·····	(63)
一、	传动装置和减速器·····	(63)
二、	运动传递机构·····	(65)
三、	关节部分的机构·····	(67)
第四节	把持机构·····	(71)
第五节	移动机构·····	(75)
一、	车轮式移动机器人·····	(75)
二、	脚式移动机器人·····	(77)
三、	履带式移动机器人·····	(81)
四、	其他移动机器人·····	(83)
第三章	机器人的控制·····	(85)
第一节	控制元件·····	(86)
一、	驱动机构·····	(86)
二、	电机驱动放大器·····	(87)
三、	减速器·····	(88)
四、	计测元件·····	(90)
第二节	关节的伺服系统·····	(92)
一、	伺服系统的方块图·····	(92)
二、	速度控制系统·····	(93)
三、	位置控制系统·····	(98)
第三节	多自由度系统的控制算法·····	(99)
一、	轨迹的形成·····	(99)

二、	用软件伺服方式对系统进行补偿	(103)
三、	坐标变换	(106)
四、	在作业坐标系内轨迹生成	(110)
第四节	作业坐标系的伺服系统	(112)
一、	基于产生力向量的方法	(114)
二、	基于产生速度向量的方法	(118)
三、	基于产生加速度向量的方法	(121)
第五节	微型计算机控制	(123)
一、	机器人对微型计算机的要求	(123)
二、	机器人的控制功能和微型计算机的功能分 配	(125)
三、	微型计算机控制安排	(128)
四、	用微型计算机来实现较高级的功能	(133)
五、	机器人用的存储器	(137)
第四章	机器人语言	(143)
第一节	作业的程序设计	(143)
第二节	机器人语言的分类	(144)
第三节	指令级的机器人语言	(146)
第四节	原始性动作级的机器人语言	(150)
一、	数据的表现及其示教	(151)
二、	作业的程序设计	(153)
三、	程序举例	(156)
第五节	结构性动作级的机器人语言	(156)
一、	作业环境的表述及数据类型	(159)
二、	动作语句	(161)
三、	坐标系的结合	(163)
四、	控制语句	(164)

五、	并行动作的记述及其同步	(164)
六、	宏指令功能	(165)
七、	AL 语言程序举例	(166)
第六节	对象物级的机器人语言	(167)
第七节	作业目标级的机器人语言	(177)
第八节	用机器人语言控制处理过程	(178)
第九节	总结	(180)
第五章	机器人的感觉	(181)
第一节	机器人的感觉功能及其作用	(181)
第二节	视觉技术	(183)
一、	视觉系统的作用	(183)
二、	机器人的视觉硬件系统	(186)
三、	图像处理的一般方法	(189)
四、	图像理解系统	(192)
五、	多面体线画的抽出	(201)
六、	多面体线画的解释	(206)
第三节	视觉技术在工业中的应用	(221)
一、	二值图像处理	(222)
二、	模式匹配法	(225)
三、	窗口象素计数法	(230)
四、	特征参数提取法	(233)
第四节	触觉功能及其应用	(234)
一、	机器人的触觉传感器	(234)
二、	利用接近觉的控制	(243)
三、	利用力觉的控制	(245)
第五节	智能机器人	(249)
一、	智能机器人的基本功能	(249)

二、	目的理解功能	(252)
三、	环境理解功能	(255)
四、	行动规划功能	(260)
第六节	自律型移动机器人	(263)
一、	移动机器人的感觉	(263)
二、	以路线地图为规范的移动机器人	(264)
三、	不具有路线地图的移动机器人	(265)
第六章	人和机器人的接口技术	(268)
第一节	对机器人的指令方式	(268)
一、	示教再现方式和应用机器人语言的指令方式	(269)
二、	根据图形资料进行的指令方式	(271)
三、	根据遥控技术进行的指令方式	(272)
第二节	机器人的作业环境示教系统	(276)
一、	关于作业环境的理解	(276)
二、	作业环境的示教	(278)
三、	环境示教系统的实例	(279)
第三节	声音识别技术	(283)
一、	声音识别的预备知识	(283)
二、	声音的分析和特征的抽取	(286)
三、	单词声音的识别	(289)
四、	连续单词识别和连续声音识别	(291)
第四节	自然语言系统	(291)
一、	构文、意义解析	(292)
二、	意义的理解	(297)
第五节	知识的利用和问题的解决	(298)
一、	知识库系统	(299)

二、	问题解决系统	(303)
第七章	机器人的选择及其应用	(313)
第一节	PUMA系列机器人	(313)
一、	系统的构成	(313)
二、	机械手部分	(316)
三、	控制部分	(318)
四、	操作的概要	(321)
五、	机器人专用语言系统 (VAL)	(322)
第二节	生产系统设计时机器人的选择方法	(340)
一、	机器人的类型和应用的现状	(341)
二、	系统设计的步骤	(342)
三、	机器人的规格表示和作业范围	(345)
四、	材料运送机器人的选择方法	(346)
第三节	机器人在工业中应用举例	(352)
一、	机器人在电弧焊接方面的应用	(352)
二、	机器人在装配自动化方面的应用	(364)
第八章	机器人关联技术的发展动向	(376)
第一节	工业机器人和智能机器人	(376)
第二节	计算机系统的技术	(378)
一、	计算机系统的发展	(378)
二、	计算机的系统结构	(381)
三、	计算机的软件	(386)
第三节	固体电路组合元件技术	(387)
一、	用于计算机的固体电路组合元件技术	(387)
二、	传感器	(390)
第四节	人工智能的研究	(391)
一、	图象识别	(392)

二、	声音识别和自然语言理解	(393)
三、	专家系统	(394)
四、	生物体信息处理	(395)

第一章 机器人技术

机器人技术是现代自动控制领域出现的一种新技术，是在控制工程、计算机科学、人工智能和机构学等多种学科的基础上发展的综合技术，并且正在逐渐发展成为一门新兴的学科——机器人学。

机器人的出现决不是偶然的，它是科学技术发展的必然结果。机器人的概念，早在古代就已经产生。荷马在《叙事诗》中赋予他的“黄金的奴仆”就描述了金属机器人具有智慧及劳动的力量。在现代的幻想文学中，机器人都被描绘成人的形象。即不仅其动作特性，而且其外貌亦与人相似。在现代科学技术中，“机器人”一词，用来表征新型的系統，即不仅具有简单的动作功能，而且具有智能。

研制机器人的真正目的，在于为人类服务。使用它在社会的生产和研究活动中进行一些劳动。这些劳动对人来说，或者是很单调的，或者是很费力的，或者是繁重的，甚至是有害于健康的，对生命有危险的，以及在那些超出人们生活活动可能性范围之外的极端条件下的劳动（如在水下深处，在宽广的宇宙中，在有瓦斯污染的矿井中，在原子能装置等等）。机器人技术也给那些失去手和脚的人们带来了幸福。研究假手假脚的技术统称为假肢技术。随着微型计算机技术的发展，机器人的应用将会越来越广。机器人技术与一般传统的机械化、自动化不同。机器人的特征是具有多目的、多用途、易于调正完成各种不同的劳动作业和智能动作。随着LSI技术的进步，机器人的各个部分都可以用微型计算机来

控制，从而使机器人的动作可以更接近人的动作。

机器人技术是使人们的体力劳动和脑力劳动向机械化自动化发展的科学技术。它给人类以新的无可比拟的可能性来完成那些目前以任何其他现有的技术手段都无法实现的作业。

机器人技术的发展远景是极其广阔的。机器人的研究开发及其应用已经进入了飞跃发展的新时代。

本文将要讨论机器人的定义、机器人的分类、机器人的发展以及机器人与微型计算机、自动化技术等有关问题。

第一节 机器人的定义

“机器人” (Robot) 一词，来源于捷克语。对 Robot 一词，几乎所有国家都是音译的。我国将其译为机器人。对于机器人，人们抱有的印象，因人而异。因此，尽管避免给机器人下固定的定义，而把它看做具有人类一样功能的机械。这里需要注意的是，我们的着眼点是功能而不是外形。其次，

“具有人类一样的功能”究竟指的是什么？这从机器人词源就可理解为机器人是为人类劳动的自动机械。可是过去的自动机械只能按照一定的顺序完成规定的动作。对此，高级机器人的目标是在各种各样的环境下，能够独立地执行人类用语言所命令的各种工作。这样就需要一边理解工作的内容，一边适应环境进行工作，即头脑的作用是不可缺少的。同时，为了能够进行各种工作，需要手和脚。因此，机器人可以定义为：

1. 具有智能；
2. 有类似于手和脚的运动功能；

3. 能够执行所给定的工作的机械。

目前，所谓的机器人不一定都能满足这些条件。多数的低价格的工业机器人往往只具有简单的功能。即使说有智能也只不过是简单地记忆再现功能。可是，随着微电子学的发展，功能在不断增加，期望具有上述功能的机器人，将会逐渐增多，不断完善。

第二节 机器人的分类

机器人的分类可以有很多种，现在多半采用如下的四种分类方法：

1. 智能机器人

使机器人具有类似于人的智能是智能机器人研究的重要课题。如：机器人能够独立地制订工作的计划；能够用感觉器官，一边了解周围的状况，一边用手和脚来执行工作。通常用大型计算机作为机器人的头脑来开发大量的软件，并赋予机器人以智能。当然，在实践中为了完成工作，机器人还必须具有灵活的手、脚机构以及高灵敏度的各种各样传感器。图1-

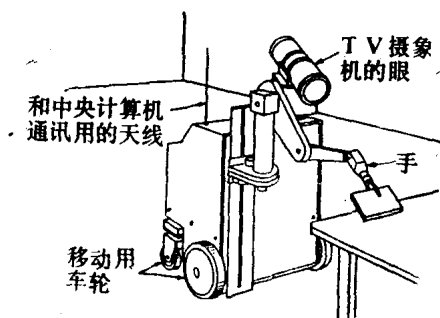


图 1-1 智能机器人的例子

1是研究用的智能机器人的一个例子。

2. 工业机器人

工业机器人越来越多的应用在工厂生产线上以代替人的劳动。它的目的是把工人从繁重的体力劳动中或恶劣的生产环境中解放出来。最近在提高劳动生产率方面，也发挥了重大的作用。图1-2表示了具有单只手臂的机器人。它能够按

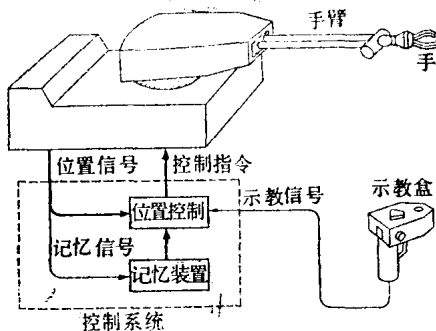


图 1-2 工业机器人的构成

照预先规定的程序重复地执行简单的作业。当然，对工业机器人来说，也有简单的或复杂的。表1-1表示了按照输入的信息和示教的方式，对机器人进行了分类。

工业机器人在初始阶段大部分都是低价格的顺序控制机器人。属于较高级的再现机器人也只不过如图1-2所示是由记忆装置和控制电路所构成的具有简单的信息处理功能的机器人。这可以称作第一代工业机器人。

3. 操纵机器人

机器人是代替人来工作的机械。但是，对人类来说最有价值的是在危险的场合代替人来进行作业。即，在有放射性、污染、煤矿、深海、宇宙空间等场所进行作业。在这种场合，必须具有高度的判断功能，在目前还只能依赖于人。