

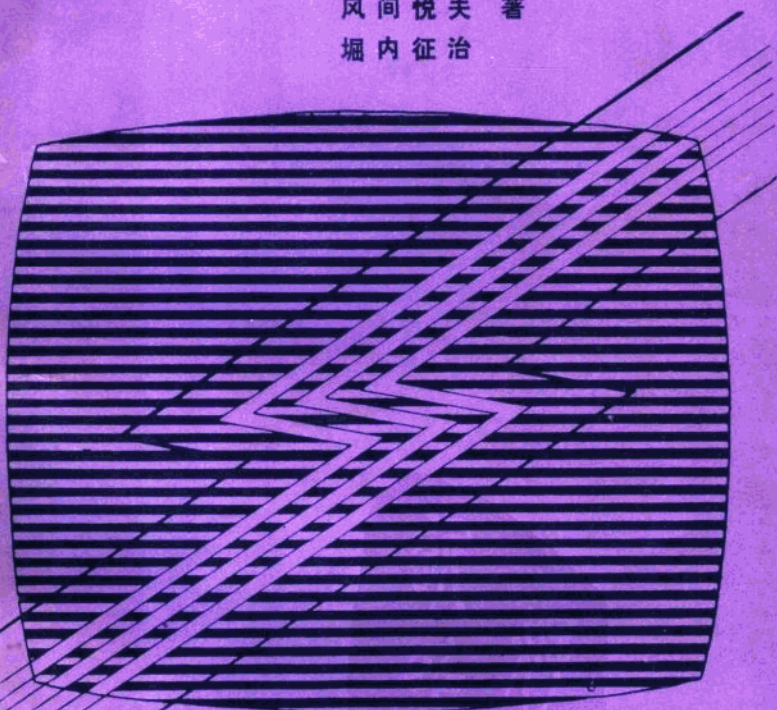
机械工程技术人员的 微型计算机控制入门

〔日〕 渡边 茂 主编

山之上宽二

风间悦夫 著

堀内征治



机械工业出版社

111126

机械工程技术人员的

微型计算机控制入门

〔日〕 渡边 茂 主编

山之上宽二

风间悦夫 著

堀内征治

刘 昌 祺

黄 宇 波 译



机械工业出版社

本书介绍了信息处理的基础、微型计算机的硬件与软件、控制的软件化、接口电路设计基础、微型计算机在自动控制中的应用等。

本书内容通俗易懂。在机电一体化先进技术迅速发展的今天，机械工程技术人員也要了解微型计算机的知识。本书是专为机械工程技术人員编写的入門书，也可供大学和中等专业学校的机械专业师生参考。

機械技術者のための
マイコン制御入門

渡辺 茂 監修

山之上寛二

風間悦夫 著

堀内征治

日刊工業新聞社

1983

* * *

机械工程技术人員的
微型计算机控制入門

〔日〕 渡辺 茂 主编

山之上寛二

風間悦夫 著

堀内征治

刘昌祺 黄宇波 译

*

责任编辑：孙本绪

封面设计：刘代

*

机械工业出版社出版（北京阜成門外黃岡路一號）

（北京市书刊出版业营业許可証出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ · 印张 7 · 字数 150 千字

1987年9月北京第一版·1987年9月北京第一次印刷

印数 0,001—6,200 · 定价：1.70元

*

统一书号：15033·6719

序

机械工程学，是把机械、电气和控制统一起来，用机电一体化的高新技术取代人工作业的技术。最近，随着微型计算机的广泛应用，机电一体化已进入了迅速发展的新阶段。从本质上看，机械、电气和控制三者的有机结合已成为不可改变的历史潮流。

虽说微型计算机可以作为一个控制机械的部件或一个无须对它进行了解的“暗箱”来应用，但仍要求对上述机械、电气和控制三个技术领域有深入的理解。

虽已出版了一些有关微型计算机控制原理的书，但从机电一体化的最基本技术讲起，而且硬件和软件密切结合的适用入门书还十分罕见。

对献身于新产业革命时代的工程技术人员来说，最重要的是要“回到基础中去”。这正是编写本书的原因。

本书作者经常接触 15~20 岁的青年学生，精通教育之道，从而使本书的内容安排便于消化理解。由于本书还不失为一本机电结合的真正入门书，所以也可作为机械工程系学生的信息处理教材。

“分析与综合”任何时候都是系统的主干。本书的特点是在正确分析的基础上，逐步构成系统的知识。我相信本书能够成为对微型计算机不甚了解的机械工程技术人员的得力助手。

东京大学名誉教授

都立工科短期大学校长

日本微机协会会长、工学博士 渡辺 茂

前 言

由于产业的发展趋势逐步趋向知识密集化,从而进一步促进了社会的信息化。微电子技术的飞速发展,强烈地波及到各个领域。特别是对机械工程技术人员来说,微型计算机革命的冲击就更为强烈。不可否认,无论是研究办公室自动化、家用电器还是机器人,过去所学的有关信息的知识,作为实际技术的基础知识深感不够。也就是说,对目前渴望学习的机械工程技术人员进行信息处理教育的内容,不仅要包括编译语言的程序设计、数值计算、计算机和电子学这些独立的工程学范畴。而且,根据控制的目的,在这些工程学科有机结合的有针对性的系统中还要有所侧重。

基于这一观点,作者对最新计算机革命中的信息处理教育问题进行了探讨,为把探讨的结论整理成册,这就产生了编写本书的动机。

现在,可以看出,几乎所有的机械产品都趋向于电子化和智能化。在机械上配以微型计算机使机械智能化的优点是:机械趋于高性能化和多功能化,从而增加了产品的价值。从另一个角度看,控制装置和电子电路的控制逻辑就可以替换为计算机中的程序算法。智能化就是指硬件的软化。

由于这一特点,机械智能化对不熟悉电子技术的机械工程技术人员来说,就是一种很受欢迎的方便手段。因此,本书的重点放在机械智能化所要求的计测与控制信息处理上。虽说智能化是硬件的软化,但电子技术和自动控制的基础知识仍很重要。考虑到这些因素,本书由以下三方面的内容构成,

(1) 从电子技术、自动控制、微型计算机和软件等的基础知识出发,具体地叙述这些工程学科间的有机联系,介绍以机械工程技术人员的对象的基本的信息处理技术。

(2) 不涉及抽象的概念和理论,而以获得实际技术为目的,介绍信息处理的实用方法。

(3) 适用于作为专业学校或大学机械工程系学生和在职机械工程技术人员的入门书(这样,也许读者感到过于繁琐。这也是本书的一个特点)。

对上述第(2)项也许有些读者稍感困难,但若只满足于理论上的理解,在应用能力和创造能力上就会感到不够了。为了使技术变为现实,奉劝读者结合实际进行学习。

作者是在电子技术方面才疏学浅的普通人,因此,书中随处可见不成熟的见解,敬请原谅。对忽视的基本问题或没有注意到的疑难问题及解答,承蒙各位读者指出,作者将深感荣幸。

本书的出版是在许多同人的努力和帮助下完成的。在此要对渡边茂先生在百忙中不辞辛劳地审稿并自始至终给予的指点和赐教深表感谢。另外,本书在撰稿过程中,得到了本研究室的芦田勋和北泽昭俊两位的很大帮助。在验证具体的实验时,得到以古川万寿夫为首的本校计算机组诸君的大力协助,并承蒙日野幸夫和浅沼雅夫研究室的协助。为本书绘制大量图表的是本校学生品田聪、小口康、中野千宽、堀越满、松泽庆子、松田哲也和山本纯等,在此一并向他们表示最深厚的感谢。最后,还要对为本书的最终出版给予很大帮助的日刊工业新闻出版社的诸位表示由衷的感谢。

作者 1983.2

目 录

第一章 信息处理的基础	1
1.1 信息概述	1
1.1.1 信息化社会	1
1.1.2 信息与信息处理	2
1.1.3 信息的单位	3
1.2 计算机及其语言	7
1.2.1 计算机的定义	7
1.2.2 计算机的语言	10
1.3 系统构成	13
1.3.1 什么是系统	13
1.3.2 算法与流程图	14
1.3.3 计算机的处理过程	17
1.4 二进制数系与逻辑运算	17
1.4.1 二进制数系	17
1.4.2 二进制变换为十进制和十进制变换为二进制	19
1.4.3 十六进制数系	21
1.4.4 二进制的加减法	23
1.4.5 补码	24
1.4.6 代码	25
1.4.7 逻辑运算	26
1.4.8 布尔代数基础	29
第二章 微型计算机的硬件与软件	33
2.1 微型计算机的基本结构	33
2.1.1 微型计算机的硬件结构	33
2.1.2 存储器	35
2.1.3 CPU	37

2.1.4	16进制键盘开关	38
2.1.5	LED 显示器	38
2.1.6	外设接口 LSI	39
2.1.7	总线与锁存	39
2.1.8	磁带录音机接口	40
2.2	基本组件的操作与指令	40
2.2.1	TK-85 的基本操作	40
2.2.2	指令的分类	42
2.2.3	寄存器数据传送指令	44
2.2.4	累加器与存储器间的数据传送	46
2.2.5	程序执行时寄存器和存储器的状态	48
2.2.6	寄存器的增量和减量	51
2.2.7	加法和减法指令	51
2.2.8	逻辑运算指令	53
2.2.9	改变标志指令 (标志寄存器)	54
2.2.10	改变程序流向指令	55
2.2.11	移位指令 (shift指令)	59
2.3	程序设计 (基本的算法模块)	60
2.3.1	加减法的算法	61
2.3.2	数据的交换 (保存)	63
2.3.3	循环处理	64
2.3.4	乘法的算法	66
2.3.5	时延子程序	67
2.3.6	监控子程序的运用	68
2.4	输入出指令与中断处理	71
2.4.1	8255的基本结构和 I/O 端口的方式设定	72
2.4.2	输入出指令	74
2.4.3	直插式插件的输入出信号	75
2.4.4	中断处理	77

第三章 控制的软件化	81
3.1 控制中的信息处理	81
3.1.1 自动控制	81
3.1.2 控制中的信息处理	86
3.1.3 自动控制的流程图	86
3.1.4 抽样	88
3.1.5 集中处理方式	89
3.2 什么是软件电路	90
3.3 软件电路与实时电路	91
3.4 软件电路的优点	95
3.5 机械的自动化与智能化	96
3.6 新产品开发的方法	98
第四章 接口电路设计基础	100
4.1 什么是接口	100
4.2 电子线路的基础知识	101
4.2.1 电子线路的基本定律	101
4.2.2 基本元件	102
4.2.3 IC(集成电路)	107
4.3 信号变换的方法	116
4.3.1 晶体管放大	116
4.3.2 运算放大器放大	118
4.3.3 信号与功率变换	120
4.4 模拟与数字变换	124
4.4.1 AD 变换器	124
4.4.2 DA 变换器	125
4.5 IO 端口与 AD 及 DA 变换器的连接法	125
4.5.1 8255 与 AD 变换器	125
4.5.2 8255 与 DA 变换器	135
4.6 插件信号线的使用方法	135

4.6.1 PPI8255 的增设方法	136
4.6.2 锁存器的接法	137
第五章 接口电路实际设计与基本输入输出操作	140
5.1 向基本传动装置的输出方法	140
5.1.1 LED (发光二极管) 的亮灭控制	140
5.1.2 电珠的亮灭控制	146
5.1.3 电磁阀驱动控制	148
5.1.4 加热器控制	151
5.1.5 扬声器驱动控制	153
5.1.6 DC 电机驱动控制	155
5.1.7 步进电机驱动控制	159
5.2 基本传感器的输入方法	164
5.2.1 机械传感器(检测微型开关的ON·OFF)	164
5.2.2 用热敏电阻检测温度	166
5.2.3 用CdS 检测光通量	168
5.2.4 用差动变压器检测微小变位	169
5.2.5 用扬声器检测有无声音	171
5.3 模拟量检测及传动装置的模拟控制	173
5.3.1 用CdS 检测光通量	173
5.3.2 电灯亮灭的模拟控制	176
5.4 传感器与传动装置的联合操作	179
5.4.1 水温的二值控制	179
5.4.2 用光通量变化驱动步进电机	180
5.4.3 超声波的发送与接收	183
第六章 在自动控制中的应用	186
6.1 微型机器人的时序控制	186
6.1.1 微型机器人的结构	186
6.1.2 微型机器人的控制	189
6.2 电气炉的PID 温度控制	193

6.2.1 PID 控制	193
6.2.2 PID 控制的硬件	194
6.2.3 PID 控制的软件	198
6.2.4 PID 控制的程序	201
附表 1 ASC II 代码表	206
附表 2 TK-85 机器语言与助记符对照表	207
名词索引	208
参考文献	214

第一章 信息处理的基础

本章以什么是信息以及究竟什么是信息处理的内容作为全书的开始，逐渐加深对硬件、软件以及作为控制工具的计算机概要的理解。其中包括以后各章所需的基础知识和一些专用术语的定义。

本章从控制和信息处理两个角度出发来考虑系统。为了控制机械，尚需注意的是如何正确地处理信息。此外，对机械控制所必需的基本信息理论也作了介绍。

1.1 信息概述

1.1.1 信息化社会

人们在生活中几乎意识不到空气的存在。20年前，还使我们日本人感到新奇的汽车，今天已象空气一样非常切身地存在于我们的生活中。反过来，即使我们说生活本身必须要有汽车也并不过言。这正是受汽车社会的影响。

在信息化社会的今天，我们仍然可以说，信息就象空气的存在一样，很少为人们所意识到。另外，信息社会的发展速度的确比汽车社会要快。尽管如此，携带信息的载体却不象汽车社会中的汽车那样可以确切地理解。这是因为，汽车是一个明确而具体的实物，而信息却是看不见形体的抽象的概念。我们把象汽车这样有实体的东西称为硬件（hardware = 金属器件），而把驾驶汽车的技术称为软件（software）。此外，由于软件与其它学科相比具有截然不同的本质。这就使信息化社会难以理解了。

计算机可以说是信息化社会的象征。计算机也是构成系统的主要硬件。实际上，计算机这样的硬件只不过是能把本来没有意义的数据转换成信息的工具而已。在此，必须注意的是作为这一工具的信息媒介的形式与我们平常所熟悉的机械不能视为同一概念，它不易被把握。所以，软件所占的比重就很大。这也是信息化社会的另一特征。

1.1.2 信息与信息处理

什么是信息呢？翻开词典查到的释义是“事情的消息”或者“事件的报告”。但是，从信息处理的角度出发，很有必要从更广泛的意义上加以考虑。不用说，国情调查的资料数据自然是一种信息。“春天来了”这样的一句话，也是一种信息。可以说，所谓信息就是能对一定对象物产生某种影响的东西。日本是世界上屈指可数的几个机器人王国之一。为了使机器人动作起来，就必须建立系统流程图。系统中所用的信号也是信息。

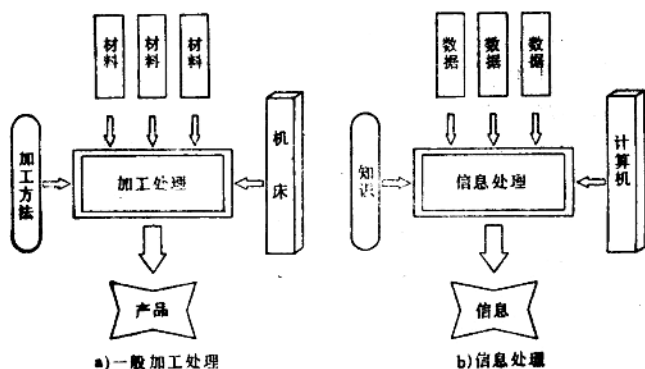


图1.1 加工处理与信息处理

将这样孤立的数据信息转化成与我们生活有关的有效信息的过程就叫信息处理。在机械工程学中的信息处理是指驱动机械的技术而言，而在控制领域中，是指信号控制而言。

在此，关于“数据”和“信息”的关系如图 1.1 所示。其中计算机作为控制的有力工具，将充分发挥作用。

1.1.3 信息的单位

人们总是试图把各种各样的事物用模型来表示。对于信息也不例外。如图 1.2 所示，最终可以作到把事物归结于有无的问题。这就是信息的最简形式。换言之，最基本的信息，可以用二种状态来区分清楚。进而利用人的抽象的本能，可以把是或非的概念由对应的数字 1 和 0 加以区别。这样“1 和 0”的一组，就作为信息的最小单位，称为比特 (bit = binary digit (二进制数字) 的简称)。

假定对某个团体的人，提出如下问题——“会象棋的请

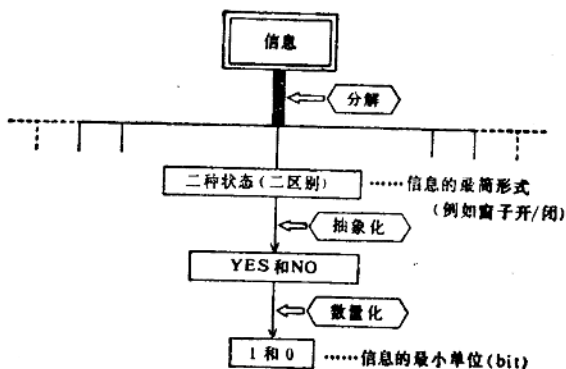


图1.2 信息的数量化

举手”……也有人需要一定的思考时间。而对于模拟思考能力强的人，他能很快确定人们回答的可能情况。我们设举手为 1，不举手为 0。对于每个人的可能情况，就表现为 1 比特的信息。

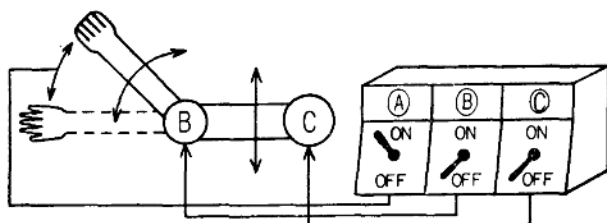
接着，再提出“会下象棋的人请举右手，会下围棋的人请举左手”的问题。被提问的人分别可能是表 1.1 中 4 种情况的一种。也就是二比特的表示方式只能同时区分 4 种可能状态。

表 1.1 信息的数量表示一例

	动 作		数 量 化	
	右 手	左 手	右 手	左 手
两种棋都会的人	举 手	举 手	1	1
只会象棋的人	举 手	不 举 手	1	0
只会围棋的人	不 举 手	举 手	0	1
都不会的人	不 举 手	不 举 手	0	0

在此，考查一下简单的机械手吧。该机械手作为人手腕的代替物。如图 1.3 所示，它具有三种功能。例如，其中一个功能是手指的张开和合拢。因为这可以表示为上述基本的“二种状态”，要控制它，只要给出任一个指令就行了。用“1”和“0”和一组指令对应起来就可以实现数字控制了。在这种情况下，一种功能用 1 个比特就可以进行控制了。

然而，若要同时实现这三种功能的话，就必需有三组“1”和“0”的数组。换言之，必须要有三比特的控制信息。实现一系列连续动作的开关状态如图 1.3 所示。若用三比特信息时，如表 1.2 可以表示出 8 种不同状态。若控制的



动作的内容

开关种类	开关状态	开关状态所对应的动作
A	ON	手指张开，张开到一定程度停止
	OFF	手指合拢，直到完全合拢
B	ON	手臂弯曲到指定位置
	OFF	手臂伸直，直到完全伸直
C	ON	举起手腕，举到指定位置
	OFF	放下手腕，放到指定位置

连续动作的例子

	动作的顺序	开关动作	开关盘状态		
			A	B	C
1	手腕举起	C ON	0	0	1
2	手指张开	A ON	1	0	1
3	手臂弯曲	B ON	1	1	1
4	手指合拢	A OFF	0	1	1
5	手腕放下	C OFF	0	1	0
6	手指张开——放下物体	A ON	1	1	0
7	恢复初始状态	A和B OFF	0	0	0

(ON:1, OFF:0)

图1.3 简单机械手控制的例子

表 1.2

开关的所有状态 (共 8 种)			开关数目 (比特数)	可区分的 状态数目
A	B	C		
0	0	0	1	2(2^1)
0	0	1	2	4(2^2)
0	1	0	3	8(2^3)
0	1	1	4	16(2^4)
1	0	0	5	32(2^5)
1	0	1	:	:
1	1	0	n	2^n
1	1	1	:	:
			:	:

全部信息(控制信息)有 n 个, 就需要 2^n 个不同状态的表示。

象这样将信息的最基本单位用 1 组“1”和“0”表示的方法, 对计算机来说非常合适。这是因为, 代表电子机械的计算机操作时, 是通过判断计算机内某状态下电流的通断或电压的高低来实现的。

将信息的单位归纳如下:

1 比特 (bit) —— 1 组“0”和“1”的数字
(最小单位)

1 半字节 (nibble) = 4 比特

1 个字节 (byte) = 8 比特

1 千比特 (kbit) = 1024 比特

1 千字节 (kbyte) = 1024 字节 = 1024 × 8 比特