



电子小文库

微型计算机和传感器技术

〔日〕铃木忠二 著

韩光翰 译

電子工業出版社

•电子小文库•

微型计算机和传感器技术

〔日〕铃木忠二 著

韩光翰 译

JS102/01

电子工业出版社

内 容 提 要

微型计算机和传感器的关系，就像人的大脑和五官的关系；大脑和五官通过神经系统联系，微型计算机和传感器通过接口技术联系。本书简要介绍了微型计算机-接口-传感器组成的传感系统构成及应用，也分别简要介绍了传感器、微型计算机和接口技术。可供各个领域技术人员、管理干部和具有一定基础的工人阅读。本书篇幅短小精悍，叙述简明扼要，作为以微型计算机为中心的传感系统的入门读物尤为适宜。

微型计算机和传感器技术

〔日〕铃木忠二 著

韩光翰 译

责任编辑 边 际

*

电子工业出版社出版（北京市万寿路）

山东电子工业印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 印张：3.25 字数：73千字

1984年10月第1版 1984年12月第1次印刷

印数：25000册 定价：0.65元

统一书号：15290·85

前 言

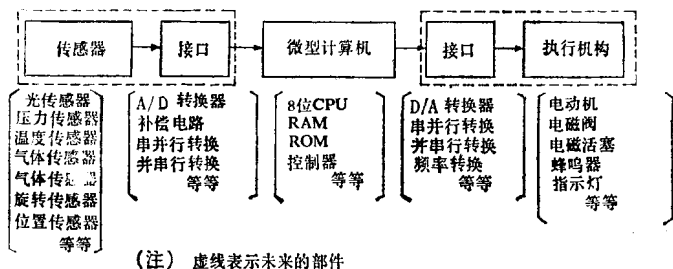
几年来,由于半导体技术的飞跃发展,各种高性能、低价格的微型计算机相继问世,应用越来越广泛。如果以人作比喻,微型计算机就好象人的大脑。目前用于复杂计算、制图和文件处理的个人计算机,已经成为人们日常事务的辅助工具。在某些领域,它还广泛地用以完全代替人进行工作,从生产的自动化到日常生活设备的自动操作、测量的自动化等,应用例子不胜枚举。不过,在这些场合,需使用相当于人的五官的各种传感器,以及将传感器输入信号转换成计算机容易处理的形式接口电路。这是因为,传感器多数是输出模拟信号的,这对长于数字处理的计算机来说,大多是不适合的;再者,传感器输出信号的大小和速度也未必与计算机相适应,因此,需要用接口电路将两者连接起来。由于充分利用这种功能,才使计算机的优越性得到充分发挥。出现这种情况,是由于传感器和计算机的发展历史完全不同。在计算机出现之前,早已研制了作为测量仪器检测器用的传感器,计算机出现之后,人们开始采用计算机以提高测量仪器的处理功能,这就显示出了接口的必要性和重要性。此外,在自动化系统中还需要将处理输出电路与执行机构连接起来的接口。

最近,预期将会出现包括台式计算机、以及多功能手表(带有电子备忘录、气压计、温度计、体温计和脉搏计等)、小型信息传输终端等所谓个人自动化(PA)设备。此外,家庭环境、安全、设备的自动控制、健康管理系统的信息处理和

控制等由微型计算机承担的家庭自动化(HA),以及将文字信息处理机、复印机、打印机、信息文件等公务领域的各种机器有机地结合的系统,即办公室自动化(OA),也都是目前正在热烈讨论的课题。而且,以工业机器人为代表的生产自动化和管理自动化,最近也从采用大型计算机的集中处理方式,转向使用多微型计算机使终端智能化的分散处理方式,开始采用局部网络。此外,光测量技术的发展也很快,并且正在研制自身实现 A-D 转换等功能的智能传感器。

各种类型的自动化系统由下图所示的基本传感系统构成。本书介绍各种传感器技术、在传感系统中起核心作用的微型计算机(8位)的功能和操作以及将传感器和微型计算机连接起来的接口(包括 A-D 转换器及其外围电路)。另外,介绍采用这种系统结构的传感技术实用例子和设想。

铃木忠二 1983.1



采用微型计算机的传感系统基本结构

目 录

前 言	(i)
第一章 传感器技术	(1)
一、 传感器的定义	(1)
二、 传感器的重要性	(3)
三、 传感器的工作原理和分类	(4)
四、 传感器及其应用领域	(8)
五、 主要传感器	(9)
1. 温度传感器	(9)
2. 光传感器	(12)
3. 压力传感器	(15)
4. 湿度、气体传感器	(17)
5. 磁传感器	(18)
六、 未来的传感器技术对传感器性能的要求	(19)
第二章 微型计算机技术	(21)
一、 微型计算机技术的概况	(21)
1. 发展历史	(21)
2. 构成	(23)
3. 存储器	(26)
4. 特征	(28)
5. 种类	(29)
6. 软件	(31)
二、 Z80微型计算机	(33)
1. 系统构成	(34)
2. Z80 CPU 的构成	(37)

3. Z80 CPU 的信号	(38)
4. Z80 CPU 的定时	(38)
5. Z80 CPU 的指令系统	(40)
第三章 接口技术	(43)
一、 传感器和微型计算机的连接	(43)
1. 预处理技术	(44)
2. 开-关型 传感器	(48)
3. 模拟输出型传感器	(50)
二、 A-D 转换器	(51)
1. A-D 转换器 的工作	(51)
2. A-D 转换器的基本性能	(55)
3. A-D 转换器和外围电路	(57)
4. A-D 转换器和微型计算机的连接	(59)
三、 高性能化的方法	(61)
1. 特性变换功能	(62)
2. 多变量处理功能	(62)
3. 其他功能	(63)
第四章 应用技术	(65)
一、 空调机	(65)
二、 电子灶	(67)
三、 汽车	(71)
四、 粮食的自动水分检测装置	(75)
五、 光纤传感器和应用系统	(79)
六、 HA(家庭自动化)系统	(82)
1. 安全	(82)
2. 空调、照明、能量	(83)
3. 家务	(83)
4. 美容、健康管理	(84)
5. 其它	(84)

七、	智能机器人.....	(86)
八、	ME 诊断系统.....	(89)
九、	遥感.....	(92)
十、	数字信号处理.....	(94)

第一章 传感器技术

一、传感器的定义

最近，传感器一词，在各方面频繁出现。那么，究竟什么是传感器呢？

所谓传感器，来自“感觉”一词。人用眼睛看，可以感觉到物体的形状、大小和颜色。用耳朵听可以感觉到声音，用鼻子嗅可以感觉气味。这种视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉，称作五感。这是人感受外界刺激所必须具备的感官(图1.1)。

这种在视觉方面的眼睛、听觉方面的耳、味觉方面的舌、嗅觉方面的鼻、以及触觉方面的皮肤就是传感器(表1.1)。

可是，在视觉的情况下，决不是由眼睛本身进行感觉。众所周知，是从眼睛进入的外界刺激信号通过神经传送到大脑，由大

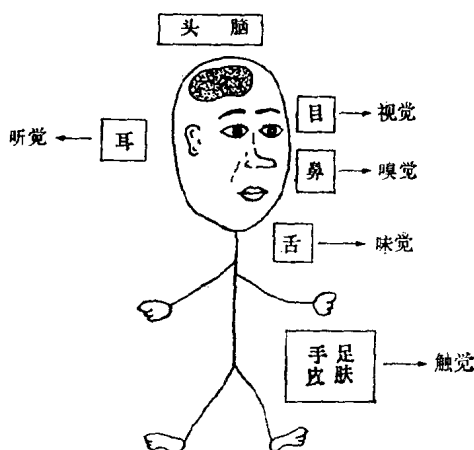


图 1.1 人的五感

脑感知大小或黑白。其余的听觉及嗅觉等也完全一样。即，在有外界刺激的情况下，实际感受到甜、咸、静、动的都是大脑。可是，要使大脑能感受到这些刺激，首先必须有接受外界刺激的传感器。

让我们再看一下人的基本行动过程。首先从传感器输入外界刺激，再将这种刺激信号传送到大脑，从而感觉到是什么，再根据所感觉到的情况，决定采取某种行动(图1.2)。举个具体例子，当蚊虫叮在身上吸血的时候，通过触觉感到痛或痒，并且会马上将蚊虫赶走或打死。这是大脑给手、足等提供命令信号后采取的行动(分有意识的行动和无意识的行动)。与此相同的过程也发生在使用传感器和微型计算机的系

表 1.1

五感	传感器
视觉	眼睛
听觉	耳
味觉	舌
嗅觉	鼻
触觉	手、足等的皮肤

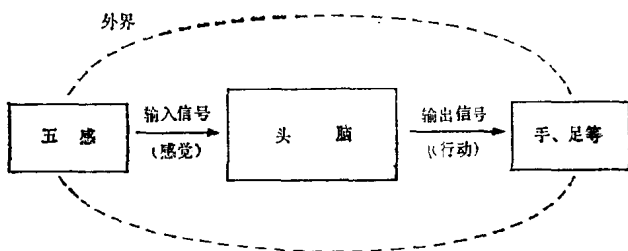


图 1.2 人的信息处理过程

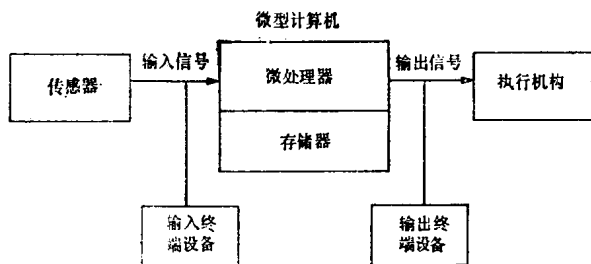


图 1.3 系统的信息处理过程

统中。比较图 1.2 和图 1.3 可见，系统中与人的五感相当的部分是传感器，而与大脑相当的部分是微型计算机和存储器（在这里进行计算和存储）。人是根据大脑的命令移动手、足或其他部分，而系统则是执行机构根据处理机的命令进行机械操作。由此可见，采用传感器的微型计算机系统与人的机能和行动是一一对应的。

二、传感器的重要性

上一节介绍了传感器的定义，凡接受外界刺激并产生输入信号的是传感器。那么，为什么传感器近来受到重视呢？这主要是由于微处理器的诞生和 LSI（大规模集成电路）技术的迅速发展。微处理器诞生至今仅十几年，可是其进展是很显著的，从 1 位、2 位、4 位的较低级的，到 16 位、32 位的高级，各机种都有。而且，制造工艺有双极型（TTL、ECL、I²L）、MOS（PMOS、NMOS、CMOS），运算速度从低速到高速，品种十分齐全。因此，用户在进行系统设计时，可以比

较容易地选择最合适的处理器。另外,存储器也急速向大容量和低成本发展。因而可以说,由于LSI技术的进步,在系统中作为“大脑”的微型计算机是多种多样的。但是,一个人不管有多么好的头脑,如果没有眼睛、耳、鼻,也很难发挥其作用。同样,在具有微型计算机的设备或系统中,外界信号输入元件,即传感器,在任何情况下都是必要的。甚至可以说,对传感器的控制就是对系统的控制。可是,原有传感器在可靠性、价格及数量上都不能满足实用要求。由于微处理器的显著进步,传感器已明显地落后,各国都在大力进行研究和开发。

三、传感器的工作原理和分类

如前所述,传感器的作用是接收外界刺激即外部信息,并将其变成信号。因此,如果某种材料能将外界各种现象或能量转变成其他现象或能量(例如,光→电),就有可能制成传感器。把所谓OO效应或 $\Delta\Delta$ 现象应用于传感器,这是经常使用的方法。表1.2列出了比较常见的表示现象之间相互关系的效应。

对传感器,可根据利用的基本物理现象和化学现象进行分类,见表1.3。

另一方面,如图1.3所示,在系统中,接收来自传感器的信号并进行处理的是微型计算机,因此,至少在这一级,信号必须是电信号。如图1.4所示,获得电信号的传感器,分直接转换型和间接转换型。直接转换型是从外界现象直接获得电信号。例如,光传感器中的CdS这样的光电导型元件,如图1.5所示,当CdS受光照射时,两端之间的电阻发生

变化。此外,电阻值随温度变化的热敏电阻也属于这一类。

间接转换型,是先将外界现象转换成别的现象,然后再转换成电信号。例如,使用应变仪的负荷传感器是通过负荷→位移→电阻变化而转变成电信号。间接转换型的其他例子,还有使用光元件的霜传感器,即,着霜→光量变化→电输出变化。表 1.3 中包括直接转换型和间接转换型两种类型。

另外,还可以根据工作原理,将传感器分成物理传感器和化学传感器。这是由于传感器分别是基于物理现象和化学现象构成的。然而也有的传感器很难明确区分属于哪一种。现在,在已实用化的传感器中,物理传感器占绝大多数。目前化学传感器在特性的可靠性、批量生产及价格等方面还存在很多问题。但是,最近几年,这些问题正在逐渐解决,并获得实际应用。特别是将来需要的嗅觉传感器、味觉传感器、ME(医用电子学)用的机体埋入传感器等,都寄希望于化学传感器。

表 1.2 物理现象及其转换

效应, 现象	转 换	内 容
热传导现象	热→物性变化	物质不移动, 热量从高温部分向低温部分移动的现象
热辐射现象	热→红外光	物体温度升高时产生光(电磁波)辐射的现象
塞贝克效应	温度→电	两种金属线连接成闭合环路、两结合部分的温度不同时产生电动势的现象
热电效应	温度→电	某些晶体温度升高时表面出现电荷的现象
热电子效应	热→电子	金属板在真空中加热时发射电子的现象
珀尔帖效应	电→热	两种不同金属接成闭合环路, 面向接合部分从另两端加电压并流过电流时引起接合部分发热或吸热的现象

续表

汤姆逊效应	温度 电 $\rightarrow$ 热	使接成闭合回路的同一种金属具有不同的温度、当流过电流时在接合部分引起发热或吸热的现象
光生伏打效应	光 $\rightarrow$ 电	pn 结部分的半导体用短波长的光照射时发生电子和空穴并产生电动势的现象
光电导效应	光 $\rightarrow$ 电阻	半导体用光照射时电阻发生变化的现象
塞曼效应	光、磁 $\rightarrow$ 光谱	光通过磁场时光谱离散的现象
拉曼效应	光 $\rightarrow$ 光	物质用单色光照射时发出与入射光光谱不同的光的现象
泡克尔斯效应	光 电 $\rightarrow$ 光	光通过压电晶体并在垂直方向加电压时光分成正常光线和异常光线的现象
克尔效应	电 光 $\rightarrow$ 光	光通过各向同性物质并在垂直方向电加电压时分成正常光线和异常光线的现象
法拉第效应	光 磁 $\rightarrow$ 光	线偏振光通过磁性物质时偏振面旋转的现象
霍尔效应	磁 电 $\rightarrow$ 电	使电流流过固体并在与电流相同或垂直的方向加磁场时, 在各个垂直方向产生电位差的现象
磁阻效应	磁 电 $\rightarrow$ 电阻	使电流流过固体并在与电流相同或垂直的方向加磁场时电阻增加的现象
磁致伸缩效应	磁 $\rightarrow$ 形变	强磁体加磁场时产生形变的现象
压电效应	压力 $\rightarrow$ 电	强介质加压力时产生极化或电位差的现象
多普勒效应	声 光 $\rightarrow$ 频率	当声源(光源)和观测者之间有相对运动的情况下观测到频率与静止情况下不同的现象。

表 1.3 基本物理现象和传感器应用示例

基本物理现象	传感器应用示例
温度	体温计 温度计 霜传感器 液面传感器
湿度, 气体	气体警报器 湿度计 结露传感器
压力	负荷计 血压计 流量计
光(红外、可见、紫外)	光线传感器 颜色传感器 热记录器 大气分析
声波、超声波	侵入传感器 液面水准计 鱼群探测 非破坏性检验
电(电阻、电容)	热敏电阻 厚度计 压力计
磁(电感)	接近开关 转速表 血流传感器
机械变形, 机械能	位移计 压力传感器 负荷传感器
放射线, X 射线	水准传感器 X 射线 CT 厚度计
电磁波, 微波	水分传感器 侵入传感器 速度计, 雷达

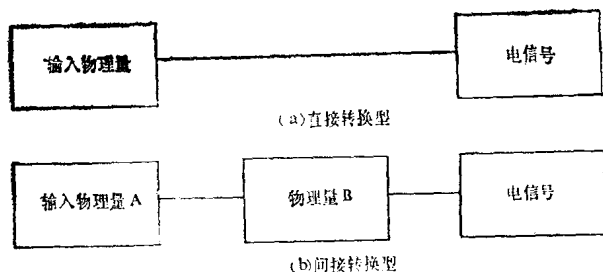


图 1.4 传感器的两种类型

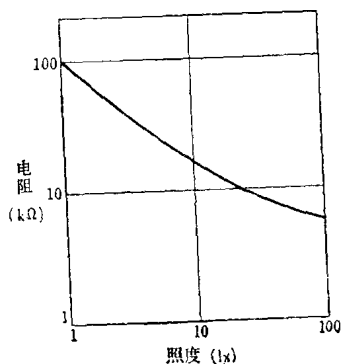


图 1.5 CdS 的特性

四、传感器及其应用领域

表 1.4 表示传感器的应用领域和应用效果及目的要求。总的来说，可以通过传感器和微型计算机(或小型计算机)实现系统的电子控制，从而获得舒适、方便、节能、安全及其它各种效果。关于在系统中采用传感器和微型计算机的具体例

子，在第四章介绍。

五、主要传感器

在这一节中，从大量传感器中选择五种传感器，介绍其技术动向。

1. 温度传感器

温度是在日常生活中与人们关系最密切的物理量。在各种传感器中，温度传感器也是种类最多、实际应用较多的一种。从表 1.4 也可以看出，许多设备和系统都需要温度传感器。

表 1.5 表示温度传感器的种类和检测范围。装有水银的玻璃棒式温度计，很早以前就已经出现，而且目前仍在广泛使用。电阻随温度变化的热敏电阻，由于价格低廉，最近已大量使用。热敏电阻分为三种：电阻随温度升高而减小的负特性热敏电阻 (NTC)、电阻随温度升高而增大的正特性热敏电阻 (PTC) 以及达到某一阈值温度时电阻急剧变化的临界特性热敏电阻 (CTR)。图 1.6 表示各种热敏电阻的电阻-温度特性。一般，热敏电阻的阻值随温度变化的曲线是非线性的，要使其线性化，可以串并联外接固定电阻进行折线近似。热电偶大量用于温度测量。它是利用塞贝克效应，即当两种不同金属连接时，接点的温度和金属两端的温度之差大致与两端的电动势成正比；可检测的温度范围因使用的金属而异。热敏铁氧体和热敏电容器是分别利用从某一温度 T_c 起磁导率或电容率急剧变化的特性。 T_c 称作居里温度。不同材料的居里温度各不相同。热敏二极管及热敏半导体开关元件是利