

传感器技术的新发展

—智能传感器和多功能传感器

王 祁 于 航

(哈尔滨工业大学自动化测试与控制系, 哈尔滨 150001)

摘 要 智能传感器和多功能传感器是传感技术发展的方向。介绍智能传感器和多功能传感器的概念、功能、结构、特点以及它们的应用和发展趋势。

关键词 传感器 智能传感器

Trend of Sensor Technology

—Intelligent Sensor and Multi —Function Sensor

Wang Qi Yu Hang

(Department of Automated Test, Measurement and Control, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001)

Abstract Intelligent sensor and multi —function sensor are the trend of sensor technique. Their conceptions, function, construction, characteristics, applications and trends are introduced.

Key Words Sensor Intelligent (Smart) sensor

0 引 言

传感器象人的五官一样,是获取信息的重要工具。它在工业生产、国防建设和科学技术领域发挥着巨大的作用。但与飞速发展的计算机相比较,作为“五官”的传感器远远赶不上作为“大脑”的计算机的发展速度。

随着测控系统自动化、智能化的发展,要求传感器准确度高、可靠性高、稳定性好,而且具备一定的数据处理能力,并能够自检、自校、自补偿。传统的传感器已不能满足这样的要求。国外有的文章称传统的传感器为 Dumb sensor (愚蠢的、笨哑的传感器)^[1]。另外,为制造高性能的传感器,光靠改进材料工艺也很困难,需要利用计算机技术与传感器技术相结合,弥补其性能的不足,计算机技术使传感器技术发生了巨大的变革,微处理器(或微计算机)和传感器相结合,产生功能强大的智能传感器。国外称为 Intelligent sensor (智能传感器)或 Smart — sensor (灵巧的、机敏的、智能传感器)。另外,传

统的传感器一般只能测量一个参数,有些场合需要同时测量多个参数的体积小的多功能传感器。现在多国科学家已重视这一方向的开拓,并已研制出一些多功能传感器。

1 智能传感器

智能传感器是当今国际科技界研究的热点,尚无统一的、确切的定义。本文不讨论 Intelligent sensor 或 Smart sensor) 两个术语的区别,统称为智能传感器。

目前国内外学者普遍认为,智能传感器是由传统的传感器和微处理器(或微计算机)相结合而构成的,它充分利用计算机的计算和存储能力,对传感器的数据进行处理,并能对它的内部行为进行调节,使采集的数据最佳。智能传感器的功能如下^[1~3]:

(1) 自补偿能力:通过软件对传感器的非线性、温度漂移、时间漂移、响应时间等进行自动补偿。

(2) 自校准功能:操作者输入零值或某一标

准量值后,自校准软件可以自动地对传感器进行在线校准。

(3) 自诊断功能:接通电源后,可对传感器进行自检,检查传感器各部分是否正常,并可诊断发生故障的部件。

(4) 数值处理功能:可以根据智能传感器内部的程序,自动处理数据,如进行统计处理,剔除异常值等。

(5) 双向通信功能:微处理器和基本传感器之间构成闭环,微处理机不但接收、处理传感器的数据,还可将信息反馈至传感器,对测量过程进行调节和控制。

(6) 信息存储和记忆功能。

(7) 数字量输出功能:输出数字信号,可方便的和计算机或接口总线相连。

目前研制的智能传感器只具有上述功能中的一部分。传统的传感器只能作为敏感元件,检测物理量的变化,而智能传感器则包括测量信号调理(如滤波、放大、A/D 转换等)、数据处理以及数据显示等。它几乎包括了仪器仪表的全部功能。可见智能传感器的功能已延伸到仪器的领域。

随着科学技术的发展,智能传感器的功能将逐步增强,它将利用人工神经网络、人工智能、信息处理技术(如传感器信息融合技术、模糊理论等),使传感器具有更高级的智能,具有分析、判断、自适应、自学习的功能,可以完成图象识别、特征检测、多维检测等复杂任务。

2 智能传感器的结构

智能传感器主要由传感器、微处理器(或微计算机)及相关电路组成,其结构框图如图 1 所示。

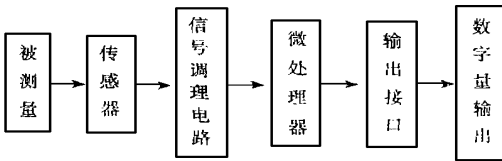


图 1 智能传感器原理框图

传感器将被测的物理量转换成相应的电信号,送到信号调理电路中,进行滤波、放大、模

数转换后,送到微计算机中。计算机是智能传感器的核心,它不但可以对传感器测量数据进行计算、存储、数据处理,还可以通过反馈回路对传感器进行调节。由于计算机充分发挥各种软件的功能,可以完成硬件难以完成的任务,从而大大降低传感器制造的难度,提高传感器的性能,降低成本。

智能传感器的结构可以是集成的,也可以是分离式,按结构可以分为集成式、混合式和模块式三种形式。集成智能传感器是将一个或多个敏感器件与微处理器、信号处理电路集成在同一硅片上,集成度高,体积小。这种集成的传感器在目前的技术水平下还很难实现。将传感器和微处理器、信号处理电路作在不同的芯片上,则构成混合式的智能传感器(Hybrid Smart - Sensor)。目前这类结构较多。初级的智能传感器也可以有许多互相独立的模块组成,如将微计算机、信号调理电路模块、输出电路模块、显示电路模块和传感器装配在同一壳体内,则组高,体积较大,但在目前的技术水平下,仍不失为一种实用的结构形式。

3 多功能传感器

多功能传感器能转换两种以上的不同物理量。例如,使用特殊的陶瓷把温度和湿度敏感元件集成在一起,作成温湿度传感器;把检测钠离子和钾离子的敏感元件集成在一个基片上,制成测量血液中离子成分的传感器;将检测几种不同气体敏感元件用厚膜制造工艺作在同一基片上,制成检测 H_2S 、 C_6H_{18} 、 NH_3 、 $C_{20}H_{20}O$ 四种气体的多功能传感器;在同一硅片上制作应变计和温度敏感元件,制成同时测量压力和温度的多功能传感器,该传感器还可以实现温度补偿。此外,日本学者还研制出其它多功能传感器,如测量温湿度和风速,测量物体表面光洁度和温度的传感器。有些多功能传感器是混合式的,分别制作几个传感器并组装起来。

多功能传感器和微处理机、信号处理电路结合起来,则组成多功能智能传感器。

4 智能传感器和多功能传感器的应用^[4]

智能传感器最早应用在航天领域。宇宙飞

船中需要测量大量参数,有反映运行轨道的速度、加速度、姿态、方位等参数,有反映宇航员生存环境的温度、湿度、气压、空气成分等参数,因此需要大量的传感器。这些大量的原始数据若直接送到计算机中,无疑会增加主计算机的负担,影响处理速度。为了提高效率和可靠性,采用分布处理的方法,即将这些数据先经过各自的处理系统进行预处理,然后再传送到主机进行集中处理。这就是在美国宇航局开发宇宙飞船时所开发的智能传感器。由于智能传感器和多功能传感器的功能强,集成度高,体积小,因此可以大大减少传感器的数量和连接电缆线的重量,这恰是导弹、卫星、宇宙飞船等飞行器所需要的,所以它们在航空航天领域中起着非常重要的作用。

在工业生产中,随着生产过程自动化的发展,采集的数据越来越多,需要使用大量传感器和计算机。特别是需要智能传感器。

智能传感器和多功能传感器在机器人中有广阔的应用前景。如视觉传感器、触觉传感器、力觉传感器、接近觉传感器等。特别是智能机器人,需要根据采集的信息进行识别、判断、决策。智能传感器如同人的五官,可以使机器人具有感知功能。现在一些国家在研究开发可以识别物体形状的触觉传感器,分辨不同气体的嗅觉传感器。

随着智能传感器和多功能传感器的发展,它们将在工业、科技、国防等各个部门得到更广泛的应用。

5 现状与发展

目前,世界各国都在研制与开发各种智能传感器和多功能传感器。其中最成功的是美国 Honeywell 公司研制的 DSTJ-3000 智能压差压力传感器在同一块半导体基片上用离子注入法配置扩散了压差、静压和温度三个敏感元件,整个传感器还包括变换器、多路转换器、脉冲调制、微处理器和数字量输出接口等。另外还在 PROM 中装有该传感器的特性数据,以实现非线性补偿。Par Scientific 公司研制 1000 系列

数字式石英智能传感器的。日本日立研究所研制出可以识别四种气体嗅觉传感器。

智能传感器是测量技术、半导体技术、计算技术、信息处理技术、微电子学、材料科学互相结合的综合密集型技术。目前各国科学家正在按下列技术途径开发研究^[3]:

(1) 利用新型材料研制基本传感器。基本传感器是智能传感器的基础,它的制作及其性能对整个智能传感器影响甚大。除硅材料具有优良的物理特性,能够方便地制成各种集成传感器。此外还有功能陶瓷、石英、记忆合金等都是制作传感器的优质材料。

(2) 利用新的加工技术。近年来利用微加工技术日趋成熟,可以加工高性能的微结构传感器、ASIC 制作技术,也可用于制造智能传感器。

(3) 采用新的测量原理和方法。谐振式传感器输出数字量,可以直接和微机及接口总线连接,不用 A/D 转换器。另外,光纤传感器、化学传感器、生物传感器新型传感器,为智能传感器提供新的信息来源。

参 考 文 献

- 1 Clarkson M. Smart Sensors · Sensors, 1997, 14:14
- 2 White N. Intelligent Sensors · Sensor Review 1997, 17(2):9
- 3 Bowen M, Smith G. Considerations for the Design of Smart Sensors · Sensors and Actuators A, 1995, 46~47: 516~520
- 4 Smith G, Bowen M. Considerations for the Utilization of Smart Sensors · Sensors and Actuators A, 1995, 46~47: 521~524
- 5 インテリジェントセンサシステムの現状と展望。日本电气学会,电气学会技术报告(Ⅱ)部第272号,昭和63年6月,P4~5

·作者简介·

王祁,男,1944年生。1967年哈尔滨工业大学电气工程系毕业。1980年在该校硕士研究生毕业。1985年~1987年;1993年~1995年做为访问学者赴日本研修。现为哈尔滨工业大学自动化测试与控制系副主任,教授。主要研究领域为智能测试理论与技术,传感器信息处理。

收稿日期:1997-11-18