

智能传感器的研究现状及展望

文/吴佳汉 文志江 冯方平

物联网已成为信息科技发展趋势,各种智能设备将作为传感器的载体,实现人、机、云端无缝的交互,让智能设备与AI结合从而拥有“智慧”,使得人体感知能力得到拓展和延伸。目前我国从事传感器的研制、生产和应用的企业超过1700家,产业门类基本齐全,传感器产品达到10大类、42小类、6000多个品种,无论是在健康医疗、城市规划,还是城市交通方面,传感器正在发挥着核心作用。

近日,国家工业和信息化部下发意见函,中国工程院组织遴选的MEMS传感器产业化等16个项目,拟作为《中国制造2025》2017年重大标志性项目。随着更多的设备通过传感器焕发了第二春,而且提升了效率,那么下一代的工程师、创新者和艺术家的使命是,发掘由数据构成的世界所给予的几乎无限的机会。

1 智能传感器简介

1.1 智能传感器的概念

智能传感器概念最早由美国宇航局在研发宇宙飞船过程中提出来,并于1979年形成产品。IEEE协会将能提供受控量或待感知量大小且能典型简化其应用于网络环境的集成的传感器称为智能传感器。《现代新型传感器原理与应用》一书中认为智能传感器是带微处理机的,兼有信息检测、信息记忆以及逻辑思维与判断功能的传感器。

智能传感器是正在高速发展的高新技术,至今还未形成统一的规范化的定义,人们普遍认为智能传感器是具有对外界环境等信息进行自动收集、数据处理以及自诊断与自适应能力的传感器。

1.2 智能传感器的功能

(1)自补偿与自诊断功能 通过微处理器中的诊断算法能够检验传感器的输出,并能够直接呈现诊断信息,使传感器具有自诊断的功能。

(2)信息存储与记忆功能 利用自带空间对历史数据和各种必需的参数等的数据存储,极大地提升了控制器的性能。

(3)自学习与自适应功能 通过内嵌的具有高级编程功能的微处理器可以实现自学习功能,同时在工作过程中,智能传感器还能根据一定的行为准则重构结构和参数,具有自适应的功能。

(4)数字输出功能 智能传感器内部集成了模数转换电路,能够直接输出数字信号,缓解了控制器的信号处理压力。

2 智能传感器应用领域及其发展现状

2.1 土木工程

我国作为重大的土木工程和基础设施大国,桥梁、水坝、核电站、供水供电系统工程等使用年限长达几十年,由于腐蚀作用、材料老化等环境和自身因素,不可避免的造成工程损伤和灾害抵抗力下降等问题,因此智能传感器在土木工程领域的应用就显得尤为重要。

哈尔滨工业大学的周智、欧进萍等人分析了光纤光栅温度传感特性及其应变传感的温度补偿原理和方法,开发了一种满足工程应用的光纤光栅封装传感器,建立了包括传感器、光开关、数据采集和控制软件在内的大规模、分布式的光纤光栅智能监测系统,并将其成功的运用到桥梁的实际施工中,将温度传感器与建筑材料复合,用于桥梁的局部健康监测总并取得了良好的效果。

2.2 医学

在生物医学领域中,传感器作为核心部件被应用到了众多的检测仪器中,关乎到人体健康往往对医用传感器有更高要求,不仅对其精确度、可靠性、抗干扰性,同时在传感器的体积、重量等外部特性上也有其

特殊的要求,因此传感器在医学中的应用在一定程度上反映了传感器的发展水平。

随着可穿戴式、可植入式微型智能传感器逐渐面世,医学检测仪器的发展有了里程碑式的飞跃。中山大学冯巍、陈仲本等人研究了一种人体实时监控系统,该系统利用多个微型智能传感器通过基于蓝牙技术的无线网络实现人体健康数据获取、处理及通信等任务,主服务器对数据进行分析计算后反馈给各个节点,实时监控被监测对象以避免突发性疾病,这种可穿戴式的智能传感器也可以在运用于类似于足球比赛等高强度的体育比赛或运动员的高强度训练中。

2.3 汽车及交通

交通发展的逐渐走向体系化、规范化、智能化管理,在城市内建立完整的智能交通系统,利用智能信息搜集与处理、数据通信等技术实现人、车和路信息的多元统一,进一步智能调控交通运行系统,利用道路传感网络获取当前交通系统中基础设施、各类车辆以及人群移动的状态等数据,使交通系统实现智能检测与控制成为可能。

目前在汽车安全行驶系统、车身系统、智能交通系统等领域已经实现了智能传感器的规模化生产,随着智能传感器的不断更新改良,其在汽车领域的应用已经比较广泛。轮胎压力监测系统(TPMS)是一种监测汽车轮胎压力和温度的智能监测系统,监视器收集各个轮胎的温度和压力数据,并根据轮胎温度和压力数据的异常情况发出不同的报警信号提醒驾驶者采取一定的措施,对防止重大交通事故发挥积极作用。温州大学的雷鹏飞、沈华东等人对红外传感器在智能车避障系统的应用进行了研究与设计,避障传感器发射的红外线在一定范围内遇到障碍物会被反射,传感器检测到红外线反射回的信号并发送给单片机,单片机通过输入内部的算法对车辆轮胎的方向、距离进行智能协调,从而完成躲避障碍物动作。同时独轮式平衡车作为新兴的个人交通工具也是利用内置传感器收集用户的姿势信息控制平衡车的前进方向与速度,成为传感器在交通领域的一大创新。

2.4 军事与国防

军事力量是衡量一国国防实力和综合实力的关键指标,对于国防建设具有重要的作用。作为军事力量的重要组成部分,武器系统的性能决定了军事队伍

作战的成败,在武器系统中引入智能传感器不仅能够实时监测战场形势变化从而及时调整侦察和作战计划,而且可以通过应用各类微小传感装置实现隐蔽性监视,为摧毁敌人目标点和攻击武装力量奠定技术和环境基础。美国海军陆战队的地面侦查机器人在机身上装有具备俯仰角度和侧倾角的智能传感器,这种装备主要用于实现潜水侦察,另外还在机身上装有基于卫星导航的智能传感器用于准确模拟战场及其周边地形,从而实现水陆两栖作战的完美配合。

2.5 家电

郑志辉等人研究了红外传感器在智能云空调上的应用,将红外热成像技术引入智能空调应用开发,实现智能送风和智能启停功能,根据室内温度与用户体感温度的差异选择是否开启空调,以及选择送风方式及相应的调节参数,该应用搭配志高云平台实现智能防火功能,智能检测、报警,用户可通过APP了解现场情况。

2.6 电子装备

智能手环是最常见的一种可穿戴式的电子设备,能够通过微型贴身传感器实时监测并记录用户的饮食、睡眠、健身等数据,同时将这些数据同步到智能手机、平板等电子设备上,用数据指导健康生活。桂林电子科技大学的李易陆、陈洪波等人设计了一种基于MEMS数据输出加速度传感器与超低功耗单片机的智能记步手环,该手环利用传感器随时随地记录运动者的步行量、卡路里消耗等信息,通过蓝牙方式传输到手机,实现了计步功能的良好适应,也提高了智能手环的可靠性运行。Helios设计了一款配备了UV紫外线传感器的智能戒指,用户只需在Helios应用上反馈着装、防晒等的涂抹情况,智能戒指就可以根据当天的紫外线按强度提供准确的结果帮助用户确定日光浴时长等,目前这款智能戒指正处于设计阶段,计划在伦敦2017年的可穿戴技术展上推出。

2.7 农业

智慧农业是现代农业发展的高级阶段,涉及到应用传感和测量技术、自动控制技术、计算机与通信技术等智能信息技术,依托安置在农产品种植区的各个传感器节点和通信网络,实施监测农业生产的田间智慧种植数据,实现可视化管理、智能预警等,因此传感器技术是现代农业发展的一项关键技术。

中国农业大学的承洋洋、王库、刘超等人设计开发了一种农业环境智能监控系统，通过分布式的传感器节点构建 ZigBee 无线传感网络，采集和传输空气温湿度、二氧化碳浓度、土壤温湿度和光照强度等信息，并将这些信息与摄像头收集的图像数据汇集到一起，通过无线电台传输到远程服务器上，远程监控农业生产中的环境问题，实现农业生产管理的智能化与高效率。

2.8 海洋探测

开发海洋资源的前提是海洋信息的实时收集与检测，随着物联网技术在海洋环境领域的广泛应用，为实现海洋环境实时监测、海洋信息实时采集，海洋信息智能采集成为保证海洋环境监测的基础。杨秀芳等人设计开发了基于无线传感器的信息采集系统，通过构建无线传感器网络，实时提供海洋环境数据，充分利用 ZigBee 网络优势，通过智能激活传感器节点所形成的最佳时间间隔减少网络成型时间，降低功耗和复杂度的同时延长无线传感器网络的生存时间，保证传感器能够长时间对海洋环境进行实时监测以及海洋信息的实时采集，对未来海洋环境保护和资源开发具有一定的价值。

2.9 航空航天

NASA 为检测制造航天飞机的材料是否达到使用寿命，需要经常检测运载火箭的舱内设施以及各个关键部件结构的健康状况，因此美国斯坦福大学开发了一项斯坦福多致动器接收转换(SMART)层专利技术，舱身各部分安装传感器接收器，在接收到中央传感器发射的电磁波，将其转换为实时数据并传输到计算机中，计算机利用自身的一套算法处理该数据并实现信息反馈，提供了一种结构健康监测的实现方法。

3 展望

3.1 MEMS 微电子传感器

MEMS 微电子传感器是利用 MEMS 微机电系统加工制备的新一代传感能件。MEMS 是一个独立的智能系统，其系统尺寸在几毫米乃至更小，其内部结构一般在微米甚至纳米量级，可大批量生产，常见的产品包括 MEMS 气体传感器、MEMS 压力传感器、MEMS 湿度传感器、MEMS 光学传感器、MEMS 加速度计、MEMS 麦克风及 MEMS 陀螺仪等等以及它

们的集成产品。另外通过图像分析、视频分析的方法实现非接触式的传感方式正在兴起，比如可以直接利用图像处理方法作为传感器来进行车辆是否压线、闯红灯等问题的监测。

3.2 仿生传感器

仿生传感器是将生物物质作为识别标识与待测物质发生生物学反应，产生的信息将会转化成物理、化学信号并输出的装置。仿生传感器运用于农业生产能够快速地对农产品品质、土壤污染情况进行检测，是目前研究和应用最广泛的智能传感器。

3.3 电化学传感器

电化学传感器能够对诸如 pH 值、离子活度的等土壤数据进行直接测量，是农业领域中的一个新的主要应用。中国科学院上海应用物理研究所在 2014 年研究发布了一种基于气泡介导的电化学生物传感器，单一反应实现免疫分析的问题得到解决，并且能够快速准确地检测多种疾病的标志物，该传感器有望为现场生化检测提供新的手段。

4 小结

智能传感器是物联网发展的最重要的技术之一，在为传统行业注入新鲜血液的同时也引领了传感器产业的潮流，在医学、工业、海洋、航天、军事、农业等领域均发挥着核心作用。随着智能传感器技术的发展，新一代智能传感器将结合人工神经网络、人工智能等技术不断完善其功能，具有十分可观的发展前景。

作者简介：吴佳汉，男，广州市韵馨食品有限公司董事长；文志江，男，广州市韵馨食品有限公司总经理、广东文鼎智能科技有限公司董事长；冯方平，女，广东省科学技术情报研究所研究员。