

传感器应用、挑战与发展

詹建徽¹, 张代远^{1,2,3}

- (1. 南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003;
2. 江苏省无线传感网高技术研究重点实验室, 江苏 南京 210003;
3. 南京邮电大学 计算机技术研究所, 江苏 南京 210003)

摘要:作为信息技术的三大基础之一的传感器技术目前已经广泛应用于农业、工业、医疗、交通等领域。为了继续探索传感器技术的潜在应用,文中从传感器发展背景入手,通过对传感器技术的概念、类型、应用等不同角度进行深入剖析,进而综述了近年来传感器技术在农业、交通、家居、理疗四个领域的应用,为其他领域和未来的应用提供了参考,最后提出了传感器发展阶段在通信、电源、计算能力及维护方面将要面临的挑战及可行的应对方式,并预测了未来的发展趋势,从而为传感器技术更深刻、更广泛的应用奠定了坚实的基础。

关键词:传感器;应用;发展

中图分类号:TP309

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)08-0118-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.08.030

Applications, Challenges and Development of Sensor

ZHAN Jian-hui¹, ZHANG Dai-yuan^{1,2,3}

- (1. College of Computer, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China;
2. Jiangsu High Technology Research Key Laboratory for Wireless Sensor Networks, Nanjing 210003, China;
3. Institute of Computer Technology, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: As one of the three IT bases, sensor technology has been widely used in agricultural, industrial, medical, transportation and other fields. In order to continue to explore the potential applications of sensor, start from the background of sensor development, by in-depth analysis of the concept, types and applications of sensor, thus summary the application of sensor technology in agricultural, transportation, home furnishing and physiotherapy fields, provide a reference for the sensor application in the other fields and in the future, finally propose the challenges which sensor will be faced in communications, power, computing ability, maintenance, and give a feasible way of coping, and predict the future trends of sensor, thus laid a solid foundation for the sensor's deeper and wider application.

Key words: sensor; application; development

0 引言

近年来随着通信技术在移动通讯、无线通讯等方面的高速发展,结合日渐成熟的嵌入式计算技术和传感器技术,具有感知能力、计算能力和通信能力的微型传感器开始在世界范围内出现。传感器技术是当今世界迅猛发展的高新技术之一,它与计算机技术、通讯技术共同构成本世纪信息产业的三大支柱技术,备受世界各发达国家的高度重视,作为本世纪重点技术加以发展。

随着传感器技术的发展,传感器的种类会越来越多,越来越趋于多功能化、智能化,应用也会越来越广泛,传感器给人类的工作和生活带来的方便也会越来越明显。目前,全球的传感器市场在不断变化地创新之中,呈现出快速增长的趋势。

文中介绍了传感器的概念并对大量现有各类型传感器在农业、交通、家居、医疗四个领域的应用进行综述,进而总结传感器网络系统存在的问题和挑战,并展望了今后的发展方向。

收稿日期:2012-10-10

修回日期:2013-01-13

网络出版时间:2013-04-08

基金项目:江苏高校优势学科建设工程资助项目(yx002001)

作者简介:詹建徽(1987-),男,硕士研究生,研究方向为智能计算技术与应用;张代远,教授,硕士生导师,研究方向为智能计算理论、方法与应用,计算机体系结构,计算机在通信中的应用。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20130408.1607.032.html>

1 传感器

1.1 传感器概念

传感器是传感器系统的一个组成部分,它是被测量信号输入的第一道关口。IEC(国际电工委员会)对传感器的定义是:“传感器将输入变量转换成可供测量的信号,它是测量系统中的一种前置部件。”按照Gopel等的说法是:“传感器是包括承载体和电路连接的敏感元件”,而“传感器系统则是组合有某种信息处理(模拟或数字)能力的传感器”。国家标准GB7665-87对传感器下的定义是:“能感受规定的被测量并按照一定的规律转换成可用信号的器件或装置,通常由敏感元件和转换元件组成。”传感器是一种检测装置,能感受到被测量的信息,并能将检测感受到的信息,按一定规律变成电信号或其他所需形式的信息输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。它是实现自动检测和自动控制的首要环节。

1.2 传感器分类

传感器种类繁多,不胜枚举,其分类方法也有很多。从能量关系角度分类有:热电偶传感器、电容式传感器、压电式传感器、应变式传感器;从工作机理分类有:物理型传感器、结构型传感器;从输出信号分类有:模拟型传感器、数字型传感器;从被测量分类有:浓度传感器、位移传感器、转速传感器、力矩传感器、压力传感器、温度传感器、流量传感器^[1]。

2 传感器应用

传感器在各领域中发挥着越来越重要的作用。在本节着重介绍传感器在农业、交通、医疗和家居方面的应用。

2.1 农业领域

我国是农业大国,农作物的优质高产对国家经济发展的意义重大。在这些方面,传感器有着卓越的技术优势。它可用于监视农作物灌溉情况、土壤空气变更、牲畜和家禽的环境状况以及大面积的地表检测。

区域服务器^[2,3]和IP照相机作为新型基于web的传感器,通过它们使得在区域站点获得图片数据成为可能,通过代理系统^[4]管理这些传感器节点,将这些传感器上传的图片利用web应用服务进行剪切、剪辑、二值化等图像分析并输出结果可以帮助农民检测农作物条件,估计疾病影响,检测害虫和记录农场操作^[5,6];利用集成各类环境指数监测的传感器可以对农业种植养殖环境例如温湿度、光照、二氧化碳含量、氨气含量等进行监测。冲量式谷物流量传感器^[7]可用于农作物的产量测量。

2.2 交通领域

随着经济和社会的发展,特别是人口聚集和城镇

化的高速发展,车辆数量的持续增长使得道路交通系统负荷持续增大,从而导致交通事故大量发生。相关报道指出,影响现代道路交通系统效率的重要因素之一是交通事故。因此在这些区域的交通事故控制尤为重要,传感器在其中扮演着重要的角色。

随着电子技术和计算机图形图像技术的发展,目前应用最为广泛的交通传感技术当属视频传感技术,它是目前功能最为强大、最为丰富的传感器。依靠视频传感器可以完成车辆车型、颜色、车牌的分辨,还可以独自或与其他传感器合作完成车辆违章行为以及交通拥堵状况的检测^[8]。其他的还有激光传感器^[9]、交通微波传感器、非成像式红外传感器^[10]、电磁感应传感器^[11]、声学传感器^[12]、压力传感器^[13]可以监测到车辆的存在并进行分类,还可以测量车辆的速度。其中电磁感应传感器还可以对车辆行驶路线、交通车流量和道路占有率等进行监测,声学传感器可以监测到交通事故。声表面波结冰传感器^[14]可以进行无线无源测量,且体积小,可利用这个优点,灵活地对公路飞机跑道进行结冰监测,声表面波结冰传感器可以将天线集成在封装之内,并将严格封装的声表面波结冰传感器嵌入到公路飞机跑道路面中,这既不会影响到公路的表面平整度,也能对公路表面进行结冰监测。

2.3 家居领域

随着我国人民生活条件不断改善,民众对家居的生活环境以及家庭设施智能化有了更高的要求。利用传感器可以对家居的环境、安全等进行检测。

利用空气质量传感器、可吸入式颗粒物传感器以及紫外线强度传感器对住房内的有毒有机挥发物、氨气、硫化氢等有毒气体,可吸入颗粒例如香烟、灰尘、霉菌、花粉、孢子等颗粒物和紫外线强度进行监测,告知住户住房内的环境是否适合居住。电子樟脑丸,实际上是具有温度和湿度传感器的无线传感器网络设备。它虽不能代替樟脑丸的防蛀、防霉作用,但是当它检测到衣橱中的温度湿度不合适衣物保存时,可通过手机短信或是电话留言等方式,通知主人做适当处理。光电式传感器^[15],利用该传感器监测光照来分辨昼夜,通过放大电路、电压比较器、输出控制电信号,驱动小电机转动,完成窗帘的自动开关,并以此电路原理为模型实现自动浇花、自动收衣系统,真实地实现了部分智能住宅生活。磁铁传感器^[16],将磁铁传感器安装在门上,一旦门被打开,这时磁铁传感器将检测到一个信号,并将这个信号传给单片机,引起单片机中断,此时单片机将这个信息通过GPRS模块以短信的形式传给家庭主人,使得主人很快知道家里有陌生人进屋了。水传感器,安放在家居内一个或多个合适位置,用来检测是否发生了跑水事故。它可以确保一旦跑水后在没

有造成损害之前就能检测到水信号。

2.4 医疗领域

随着人口数量的不断增长,人口老龄化的加重,人们需要大量的现代医学奇迹。为了保持这种势头,越来越多的人开始寻求医疗帮助,这就需要在减少手工劳动者和人为失误的同时提高医疗器械的可靠性和自动化处理。为了使智能器械达到安全可靠、自动化处理的目标,应该配备传感器。传感器已被广泛应用于外科手术设备、加护病房、医院疗养和家庭护理中。

加速度传感器在医疗领域应用广泛,利用多个加速度传感器对人体行为模式进行监测,如坐、站、躺、行走、爬行等。使用多个这种传感器节点,通过安装在人体几个特征部位,系统就可以实时地把人体因行动而产生的三维加速信息进行分析处理进而由监控界面显示受检测人的行为模式。它可以成为老年人及行动不便的病人的可靠助手。也可以应用到残障人士的康复过程中,对病人的各类肢体恢复进展进行精确测量,从而为设计复健方案带来宝贵的参考依据。温度、湿度、光、红外传感器及声音传感器结合。根据多传感器的信息融合,可以精确地判断出被检测人正在进行的行为,如:做饭、睡觉、看电视、淋浴等,从而可以对老年人健康状况进行精确检测。还有其他用于计算肺活量的流速传感器、用于研究睡眠窒息的压电或热电传感器、用于监控和测量手腕动脉脉压的压力传感器等等。

3 传感器发展面临的挑战

传感器能够代理人的耳、眼、鼻等器官去感知和获取人不能直接获取的自然界当中的信息和信息量。然而它的功能和特点向人们提出了一系列的挑战性问题:

(1)通信能力有限:目前传感器大都是基于 Zig-Bee 协议,虽然理论上来说它的通信距离可以从标准的 75m 到几百米甚至几公里并且支持无限扩展,但是由于传感器网络可能在环境上会受到诸多影响,例如山地、建筑、障碍地形地貌以及风雨雷电等自然环境的影响,导致传感器脱离网络,因此如何提高传感器在环境恶劣的情况下实现可靠传输是面临的挑战之一。

(2)电源能量有限:传感器的电源能量极其有限,目前大都靠干电池或是可充电电池供电,电源能量约束是阻碍传感器应用的严重问题,成为民用化的障碍,因此如何在网络工作中节省能源,另一方面采用成本低的新型能源,最大化网络生命的周期,是面临的第 2 个挑战。

(3)计算能力有限:嵌入式处理器以及存储器满足了传感器微型化设计的需要,虽然它们有一定信息处理的能力,但是数据经过 A/D 转换后,只经过少许

处理就输出出去,很容易产生大量的数据,而有些数据是不需要的,因此如何提升传感器处理能力,并可以进行协作分布式信息处理是面临的第 3 个挑战。

(4)传感器数量大、范围广难维护:由于未来的传感器系统不仅仅是单一的传感器工作,整个系统中传感器的数量巨大,可以达到几百几千甚至更多而且分布具有广泛性,网络维护难度尤其突出,这便要求传感网络软硬件必须具有高度的鲁棒性,这是面临的第 4 个挑战。

(5)网络动态性强,传感器网络应具有可重构和自调整性:网络中传感器、感知对象、观察者都具有移动性,随着节点的加入或是失效,传感器网络必须具有可重构性和自调整性,这是第 5 个挑战。

4 传感器未来发展趋势

人类社会对传感器提出的越来越高的要求是传感器技术发展的强大动力,未来的传感器首先要突破通信能力有限这个最大的瓶颈,这需要采用一些新的原理和协议。其次是能量的消耗,在硬件方面随着信息材料技术和能源技术的发展除了采用低功耗元件之外还可以采用太阳能等新兴能源作为辅助能源,软件方面由于数据传输是能量消耗的重灾区,采用媒体接入控制算法^[17]以及一些优化算法,它们可以选择最佳路径进行数据传输,并尽可能地延长工作时间。第三是节点易于定位,采集到的数据必须结合其在测量坐标系内的位置信息才有意义,利用 GPS 受到价格,以及依赖卫星等因素限制,目前利用少量已知位置节点来获取其它节点的位置信息,但是精确度不够高,一旦解决了节点定位问题,就可以对传感器进行有效管理。最后是传感器智能化和多功能化,未来的传感器不单单只有一个功能,它可以集成多个传感器实现多功能,并能够根据用户需求处理采集的数据进行逻辑判断,分离出对用户有价值的数据,从而减少输出数据数量,采用的智能材料能够具备对环境的判断可自适应功能,具备自诊断、自修复、自增强功能。

5 结束语

综上,不难发现传感器技术应用前景非常广泛,不仅在农业、工业、军事、环境、医疗等传统领域体现出巨大的应用价值,而且将在如家居、保健、交通等新兴领域具有非凡的优越性。未来可以预见的生活中,传感器网络将完全融入生活、无处不在。但就目前,无线传感网络发展处于起步阶段,技术应用上、工程建设上还缺乏经验远未成熟。国内企业若能抓住商机、加大投资、制定规范、推动行业技术发展必能抢占市场的制高点。传感器技术作为信息技术三大基础之一,可以帮

助人们快速获取、分析和利用有效信息,它的发展必将引起社会各界的普遍关注。

参考文献:

- [1] 暴建民. 物联网技术与应用导论[M]. 北京:人民邮电出版社,2011:37-59.
- [2] Fukatsu T, Kiura T, Hirafuji M. A web-based sensor system with distributed data processing approach via web application [J]. Computer Standards & Interface, 2011, 33 (6): 565-573.
- [3] Fukatsu T, Hirafuji M. Field monitoring using sensor-nodes with a Web server[J]. Journal of Robotics and Mechatronics, 2005, 17(2): 164-172.
- [4] Fukatsu T, Hirafuji M, Kiura T. Construction of support tools to assist an Agent System[C]//Proceedings of IAALD-AFITA-WCCA 2008. Tokyo, Japan: [s. n.], 2008: 221-227.
- [5] Tillett R D. Image analysis for agricultural processes: a review of potential opportunities[J]. Journal of Agricultural Engineering Research, 1991, 50: 247-258.
- [6] Shimoda N, Kataoka T, Okamoto H, et al. Automatic pest counting system using image processing technique[J]. Journal of the Japanese Society of Agricultural Machinery, 2006, 68 (3): 59-64.
- [7] Reyns P, Missotten B, Ramon H, et al. A review of combine sensors for precision farming[J]. Precision Agriculture, 2002, 3(2): 169-182.
- [8] 卢伟佳. 用于高速交通监控系统的图像传感器选择[J]. 世界电子元器件, 2007(10): 19-20.
- [9] Cheng H H, Shaw B D, Palen J, et al. Development and field test of a laser-based nonintrusive detection system for identification of vehicles on the highway[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2005, 6(2): 147-155.
- [10] 傅和平, 王爱芳, 张栓记, 等. 调制式红外光汽车速度识别系统的研究[J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27(8): 1531-1534.
- [11] 林 凌, 韩晓斌, 丁 茹, 等. 微型感应线圈车辆传感器[J]. 传感技术学报, 2006, 19(4): 994-1000.
- [12] 何小华. 基于车辆运行噪声的交通量在线统计算法研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2008.
- [13] Shi Zengqiang, Chung D D L. Carbon fiber-reinforced concrete for traffic monitoring and weighing in motion[J]. Cement and Concrete Research, 1999, 29(3): 435-439.
- [14] Du Yilin, Jiang Cheng, Xiao Han, et al. Study of SAW Ice Sensor Application to Highway Airstrip [C]//Proc. of The 2009 Symposium on Piezoelectricity, Acoustic Waves and Device Applications. [s. l.]: [s. n.], 2009: 121-124.
- [15] 贾雯杰, 柴 炜, 张 聪. 光电式传感器在自动控制窗上的应用[J]. 科技传播, 2011(8): 109-110.
- [16] 黎粤华, 王述洋. 家居安防远程通信系统的设计与实现[J]. 中国安全科学学报, 2008, 18(9): 117-124.
- [17] Han Yingchao, Li Hongmei, Qiu Jinghui. The Analysis and Summary About Energy Saving Technologies of Wireless Sensor Network [C]//Proc. of 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology. [s. l.]: [s. n.], 2011: 883-885.

(上接第 113 页)

略,对于提高网络的服务质量起到了很大的作用。文中鉴于 RED 算法的不足,提出了 IMRED-r 算法,采用分段二次圆函数计算丢包概率,减少了参数设置的同时,还能实现在复杂的网络环境中保持队列稳定,提高了抗拒突发流的能力。最后,通过 NS2 仿真验证了 IMRED-r 算法的有效性。

参考文献:

- [1] Zheng Changyong, Dai Yuehua, Chen Junning. Is current active queue management really necessary [C]//Proc. of the 1st International Workshop on Education Technology and Computer Science. Washington DC: IEEE Computer Society, 2009: 538-541.
- [2] Stanojevic R, Shorten R N, Kellett C M. Adaptive tuning of drop-tail buffers for reducing queueing delays [J]. IEEE Communications Letters, 2006, 10(7): 570-572.
- [3] Floyd S, Jacobson V. Random early detection gateways for congestion avoidance[J]. ACM/IEEE Trans. on Networking, 1993, 1(4): 397-413.
- [4] Floyd S. Recommendation on using the "Gentle_" variant of RED algorithm [EB/OL]. 2008-11-15. <http://www.icir.org/floyd/red/gentle.html>.
- [5] Feng Wuchang, Kandlur D D, Saha D, et al. A self-configuring RED gateway [C]//Proc. of IEEE INFOCOM. New York: IEEE Communications Society, 1999: 1320-1328.
- [6] 姜文刚, 孙金生, 王执铨. 改进的 RED 队列管理算法: RED-r [J]. 计算机应用研究, 2012, 29(7): 2632-2634.
- [7] 张少博, 李 钢, 康 军. 基于神经网络监督控制的拥塞控制算法研究[J]. 计算机应用研究, 2010, 27(2): 657-660.
- [8] 陈炳卿, 牛玉刚. 一种基于 RBF 网络的参数自调整 REM 算法[J]. 华东理工大学学报: 自然科学版, 2010, 36(3): 428-432.
- [9] 刘 俊, 徐昌彪, 隆克平. 基于 NS 的网络仿真探讨[J]. 计算机应用研究, 2002(9): 54-57.
- [10] 王晓曦, 王秀丽, 周津慧, 等. NS2 网络仿真器功能扩展方法及实现[J]. 小型微型计算机系统, 2004, 25(6): 1009-1014.
- [11] 魏蛟龙, 肖艳华, 张 弛. NS 体系结构及其扩展[J]. 计算机仿真, 2004, 21(8): 179-182.
- [12] 陈亚军, 肖建华. 基于 NS-2 的网络仿真与扩展[J]. 计算机系统应用, 2005(5): 84-87.

作者：[詹建徽](#)，[张代远](#)，[ZHAN Jian-hui](#)，[ZHANG Dai-yuan](#)
作者单位：[詹建徽, ZHAN Jian-hui\(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京, 210003\)](#)，[张代远, ZHANG Dai-yuan\(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003; 江苏省无线传感网高技术研究重点实验室, 江苏 南京 210003; 南京邮电大学 计算机技术研究所, 江苏 南京 210003\)](#)
刊名：[计算机技术与发展](#)

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2013(8)

本文链接：http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201308030.aspx