

无线传感器网络研究概述*

An Overview on Research of Wireless Sensor Networks

彭 刚, 刘 戎, 王方年, 孙广义

PENG Gang, LIU Rong, WANG Fang-nian, SUN Guang-yi

(桂林空军学院教育技术中心, 广西桂林 541003)

(Educational Technology Center, Guilin Air Force Academy, Guilin, Guangxi, 541003, China)

摘要:介绍无线传感器网络的体系结构、通信协议和传感器节点结构。无线传感器网络的技术、应用还不够成熟,但是它是一种全新的信息获取技术,具有广阔的应用前景。

关键词:无线传感器网络 体系结构 传感器节点

中图分类号:TP393 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-7378(2007)04-0369-04

Abstract: This paper introduces the architecture, communication protocol, sensor nodes of wireless sensor network. Sensor network is a novel technology to collect and process information, but the design of sensor network is challenging.

Key words: wireless sensor networks, architecture, sensor nodes

无线传感器网络(WSN)以其低功耗、低成本、分布式和自组织的特点带来了信息感知的一场变革,它由部署在监测区域内大量的廉价微型传感器节点组成,通过无线通信方式形成的一个多跳自组织网络,其目的是协作地感知、采集和处理网络覆盖的地理区域中感知对象的信息,并发布给观察者。传感器、感知对象和观察者是无线传感器网络的三个基本要素^[1]。传感器之间、传感器与观察者之间一般采用无线的通信方式,协作地感知、采集、处理、发布感知信息是传感器网络的基本功能。一组功能有限的传感器节点协作地完成大的感知任务是传感器网络的重要特点。

无线传感器网络才刚刚开始发展,它的技术、应用都还谈不上成熟,就目前的技术水平来说,让无线传感器网正常运行并大量投入使用还面临着许多问题。本文概述无线传感器网络技术的研究进展,以期对无线传感器的进一步研究提供参考资料。

1 无线传感器网络体系结构

无线传感器网络体系结构的一般形式的描述如

图1所示,图1中无线传感器网络由传感器节点、汇聚节点(sink节点)、互联网和卫星、任务管理节点等部分组成。

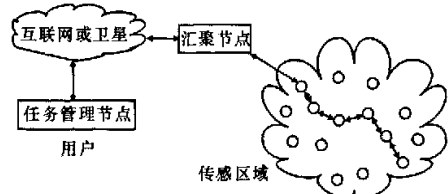


图1 传感器网络体系结构

○: 传感器节点。

传感器节点可以通过飞机布撒或人工布置等方式,大量部署在被感知对象内部或者附近,每一个分布的传感器节点都能够收集本地传感器的数据,每个节点既是数据的产生节点,又是具有路由功能的中继节点,这些节点经过一段时间就能够以自组织的方式构成无线网络,以协作的方式实时感知、采集和处理网络覆盖区域中的信息,并通过多跳网络将数据传输至汇聚节点,最后通过汇聚链路传给任务管理节点,供用户进行集中处理。用户在任务管理节点发送查询信息,收集回应,监控传感器网络中的一些改变。汇聚链路可以通过卫星实现,也可以用无人驾驶的飞机飞过传感区域来收集所需要的数据。

在构造传感器网络体系结构时,需要考虑网络中设备的种类和能力。在这里假设网络中存在两种

收稿日期:2007-09-16

作者简介:彭 刚(1968-),男,教授,博士,主要从事无线网络研究。

* 国家自然科学基金项目(No. 60272078)资助。

设备,一种是普通的传感节点,另一种是计算能力和功率较强的处理节点.在这种情况下,通常可以采用两层分级网络结构^[2],如图2所示。

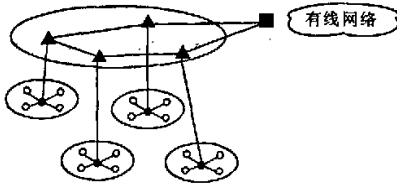


图2 一种多层分簇的传感器网络结构

○:普通传感节点;●:传感簇头节点;▲:处理节点;■:骨干中心节点。

图2中下层由普通传感设备按照某种分簇算法构成多个簇,其中簇头节点负责协调簇内各传感节点,对信息进行汇聚,并向功能较强的处理节点传送信息。功能较强的处理节点可以对上传的信息进行处理,并可以相互通信来构成上层网络。上层网络可以用于连接距离较远的低层簇,处理节点还可以作为网关与外部有线网络互连,将处理后的传感信息交付骨干中心节点^[3]。

采用这种分簇分级结构,簇头节点可以对簇内节点发出的传感信息进行预处理和汇聚,减少了通信开销和普通节点的传输功率,从而简化了网络的设计。

在对节点进行分簇时可以采用两种策略^[4]:一是任何节点都可能充当簇头,二是由少数功能较强的节点充当簇头.第一种方法比较灵活并更为健壮,但网络的功能低于后者,并且需要相应的簇头选举算法.第二种方法的好处在于无需簇头选举算法,簇头具有更大的传输功率和处理能力,能够支持更为复杂的功能,但是网络的健壮性低于前者.簇内节点可以使用功率较低的频率1进行通信,而簇头之间可以使用功率较强的频率2进行通信。

2 无线传感器网络节点结构

无线传感器节点一般都由传感器、A/D转换、数据处理、存储器、无线通信、软件和电池等部分组成,如图3所示。

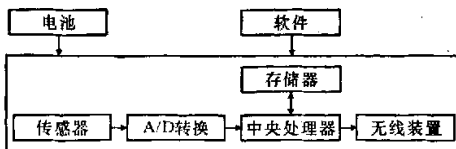


图3 无线传感器节点组成

传感器节点作为一个微型化的嵌入式系统,构成了无线传感器网络的基础平台^[5]。它的中央处理

器负责协调节点各部分的工作,处理器通常选用嵌入式CPU,如Motorola的68HC16,ARM公司的ARM7和Intel的8086等。无线装置一般采用低功耗、短距离的无线通信模块组成,比如RFM公司的TR1000等。因为需要进行较复杂的任务调度与管理,系统需要一个微型化的操作系统,UC Berkeley为此专门开发了TinyOS^[6],当然,μC/OS-Ⅰ和嵌入式Linux等也是不错的选择。

3 无线传感器网络通信协议

3.1 分层的网络通信协议

无线传感器网络通信协议主要包括物理层、数据链路层、网络层、传输层和应用层^[7]。虽然很多学者已经为传感器网络的各层提出了一些解决方案,但是总的来说,到目前为止并没有形成被广泛认可的标准。

传感器节点使用的分层通信协议如图4所示^[8]。

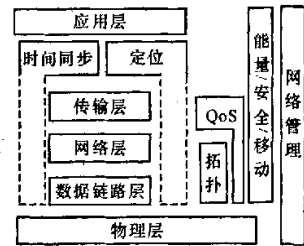


图4 传感器网络分层通信协议

物理层实现载波频率的产生,信号的调制解调,无线信号的发送与接收等功能。物理层的设计目标是尽可能少的能量损耗获得较大的链路容量。无线传感器网络的载波媒体可能的选择包括无线电、红外线、激光等.红外和激光通信的一个共同问题是要求发送器和接收器在视线范围之内,这对于节点随机分布的无线传感器网络来说难以实现,因而一般传感器网络节点的硬件设计都基于射频电路.由于使用902MHz、2.4GHz及5.8GHz的ISM频段在很多国家都不需要向无线电管理部门申请,所以很多系统采用ISM频段作为载波频率。

数据链路层负责媒体访问和错误控制.该层又可细分为媒体访问控制(MAC)子层和逻辑链路子层.媒体访问控制协议保证可靠的点对点 and 点对多点通信,错误控制则保证源节点发出的信息可以完整、无误地到达目的节点.MAC协议要在节点之间建立链路,保证所有的节点公平、高效地利用有限的带宽.传统的无线网络中,主要的性能指标由吞吐

量、带宽利用率、公平性和时延等,但对于传感器网络而言,电源效率是第一位的,有时甚至不惜牺牲其它方面,来获得更高的电源效率。MAC协议可以大致分为以随机竞争为基础和基于调度的媒体访问控制协议。逻辑链路子层负责向网络提供统一的服务接口。

网络层的主要功能包括分组路由、网络互连、拥塞控制等,是无线传感器网络的重要因素。无线传感器网络中,大多数节点无法直接与网关通信,需要通过中间节点进行多跳路由。一个网络设计的成功与否,路由协议非常关键。无线传感器网络的路由协议按照最终形成的拓扑结构,可以划分为平面路由协议和分级路由协议。

传输层负责将传感器网络的数据提供给外部网络。由于传感器节点硬件条件的限制,传输层协议的开发存在一定的困难,每个节点不可能如同Internet上服务器那样存储很多的信息。在目前国外已开发出的一些演示系统中,都采用一个特殊的节点作为网关,它的硬件配置和电源供给有别于普通节点。网关采集传感器网络内的传感器数据,使用卫星、移动通信网络、Internet或其它链路与外部网络通信。

应用层主要是在底下几层的基础上为开发各种传感器网络应用软件提供有效的软件开发环境和软件工具,由各种面向应用的软件系统构成,如作战环境侦查与监控系统、情报获取系统、环境监测系统、交通管理系统、灾难预防系统、危险区域监测系统、珍贵动物的跟踪监护系统、生物医学监测、诊断和治疗系统等。

3.2 传感器网络管理技术

3.2.1 能量管理

能量管理控制节点对能量的使用。在传感器网络中,电源能量是各个节点最宝贵的资源,为了使传感器网络的使用时间尽可能长,必须合理有效地利用能量。

3.2.2 拓扑管理

在传感器网络中,为了节约能量,某些节点在某些时刻会进入睡眠状态,导致网络结构不断变化。为了使网络能够正常运行,就必须进行拓扑管理,控制各节点状态的转换,使网络保持畅通,数据能够有效传输。

3.2.3 QoS支持

QoS支持是网络与用户之间以及网络上互通信息的用户之间关于信息传输与共享的质量约定。为满足用户要求,传感器网络必须能够为用户提供足

够的资源,以用户可以接受的性能指标工作。

3.2.4 网络管理

网络管理是对网络上的设备及传输系统进行有效的监视、控制、诊断和测试所采用的技术和方法。网络管理功能主要有故障管理、计费管理、配置管理、性能管理等。

3.2.5 网络安全

传感器网络多用于军事、商业领域,安全性是其重要的研究内容。由于传感器网络中节点随机部署、网络拓扑结构的动态性以及信道的不稳定性,使传统的安全机制无法适用。因此需要设计新型的网络安全机制。可借鉴扩频通信、接入认证/鉴权、数据水印、数据加密等技术。

3.2.6 移动控制

某些应用环境中,有一部分节点可以移动。移动控制负责监测和控制节点的移动,维护到汇聚点的路由,还可以使传感器节点能够跟踪它的邻居。

3.3 应用支撑技术

无线传感器网络的应用支撑技术为用户提供各种具体的应用支持,包括时间同步、节点定位、分布式网络服务接口和分布式网络管理接口。

3.3.1 时间同步

传感器网络的通信协议和应用要求各节点间的时钟必须保持同步。多个传感器节点相互配合操作,节点的休眠等也要求时钟同步。

3.3.2 节点定位

节点定位是确定每个传感器节点的相对位置或绝对位置。节点定位在军事侦查、环境检测、紧急救援等应用中尤为重要,节点定位分为集中定位方式和分布定位方式。

3.3.3 分布式网络服务接口

传感器网络的应用是多种多样的,为了适应不同的应用环境,人们提出了各种应用层的协议,已提出的协议有:任务安排和数据分发协议(TADAP)、传感器查询和数据分发协议(SQDDP)^[9]等。

3.3.4 分布式网络管理接口

分布式网络管理接口主要是传感器网络管理协议(SMP),它负责把数据传输到应用层。

4 结束语

通过对传感器网络的体系结构系统研究,可见无线传感器网络是一种全新的信息获取和处理技术,具有巨大的应用前景,因而受到学术界和工业界越来越广泛的重视,被认为是21世纪最重要的技术

之一^[10]。涉及无线传感器网络各个方面的研究工作正在展开,由于很多问题都尚未得到彻底解决,因此研究空间是很大的。

参考文献:

- [1] 任丰原,黄海宁,林闯.无线传感器网络[J].软件学报,2003,14(7):1282-1290.
- [2] 李建中,李金宝,石胜飞.传感器网络及其数据管理的概念、问题与进展[J].软件学报,2003,14(10):1717-1727.
- [3] 崔俐,鞠海玲,苗勇,等.无线传感器网络研究进展[J].计算机研究与发展,2005,42(1):163-174.
- [4] 朱近康.无线传感器网络技术[J].中兴通讯技术,2004,10:14-16.
- [5] AKYILDIZ I F, SU W, SANKARASUBRAMANIAM Y, et al. Wireless sensor network: a survey [J]. Computer Networks, 2004, 38(4): 393-422.
- [6] STANKOVIC J A, ABDELZAHER T F, LU C Y, et al. Real-time communication and coordination in embedded sensor networks [J]. Proceeding of the IEEE, 2006, 91(7): 1002-1022.
- [7] SHEN C, SRISATHAPORNPHAT C, JAIKAE C. Sensor information networking architecture and applications [J]. IEEE Pers Commun, 2001(8): 53-59.
- [8] CHONG C Y, KUMAR S P. Sensor networks: evolution, opportunities, and challenges [J]. Proceeding of the IEEE, 2005, 91(8): 1247-1256.
- [9] JOHNSON D B, MALTZ D A. Dynamic source routing in Ad-hoc wireless networks [M]//IMIELINSKI T, KORTH H. Mobile computing. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2006: 153-181.
- [10] PERKINS C E, ROYER E M. Ad-hoc on demand distance vector routing, proceedings of the 2nd IEEE workshop on mobile computing systems and applications [C]. New Orleans, LA: WMCSA'99, 2000: 90-100.

(责任编辑:韦廷宗)

(上接第366页)

以便调用 NVO 的相关函数,但要注意调用该函数之前,必须保证客户端已经与数据传输服务端建立了连接。

对于 NVO 和 NVO-Proxy 对象,在数据传输服务端中建好 NVO 后,为了在客户端设置其代理,可以先在数据传输服务端中设置本地代理,然后将此代理输出到客户端。具体设置方法是在 PB 的用户对象画板中,在用户对象上点击鼠标右键,选择"Set Proxy Name",输入代理对象的名称并存盘,打开 PB 的 Library 画板,找到刚才保存的代理对象,点击鼠标右键并选择"Export..."将此代理对象保存成文件,最后在客户端将此文件导入,在客户端就可以通过此代理对象来调用 NVO 的函数。在客户端调用 NVO 对象的函数就是直接调用数据传输服务端的 NVO 对象函数,通过这样的代理对象就能实现客户端与服务器的网络通信,用我们约定的命令协议进行数据交换。

3 结束语

医保数据传输系统应用三层结构,可以避免客

户端程序直接连接数据库服务器,数据库连接密码,数据结构,查询修改操作都封装到数据传输服务端,防止他人通过反编译,跟踪的方式破解数据库服务器,使医保的数据库服务器和各个定点医疗机构的数据传输建立在公网上也是安全的。编程实现三层结构时要注意,如果 NVO 的函数体发生变化,则无须重新生成代理,如果 NVO 的函数接口发生变化,则必须重新生成它的代理并将它输入到客户端中。

参考文献:

- [1] 陈永强. PowerBuilder 编程技术全接触[M].北京:清华大学出版社,2007.
- [2] 孔令慧. SQLServer2000 数据库应用及程序开发[M].北京:化学工业出版社,2007.
- [3] 阿拉派蒂. Oracle 10 数据库管理艺术[M].北京:人民邮电出版社,2007.
- [4] 张庆华. 网络安全与黑客攻防宝典[M].北京:电子工业出版社,2007.

(责任编辑:邓大玉)