

基于无线传感器网络的智能家居系统

Smart Home System Based on Wireless Sensor Networks

(1.重庆电力高等专科学校;2.重庆邮电大学;3.重庆市信用联社科技处)蒋承延¹ 吴思远² 陈伟³

JIANG CHENGYAN WU SIYUAN CHEN WEI

摘要:无线传感器网络通过各类集成化的微型传感器协作地实时监测、感知和采集各种环境或监测对象的信息;而智能家居系统的设计是要在家庭内部以家庭总线的方式构建一个相当于住宅神经的家庭控制网络;本文把传感器网络引入到智能家居中,设计了一个基于传感器网络的智能家居系统。

关键词:无线传感器网;自组织;智能家居;家庭网络

中图分类号:TP368.1

文献标识码:B

Abstract:Wireless sensor networks collect information of environmental or monitoring targets by using various integrated micro-sensors as real-time monitor. The master home system is to build a home control network equal home neural network. In this paper, a master home system is designed based on the wireless sensor networks.

Key words:wireless sensor networks, self-organized, master home, home networks

技
术
创
新

1 引言

目前,智能家居主要以有线连接方式为主,无线连接方式只是作为有线连接方式的补充,这给家庭布线带来很大的不便,而且网络的自动处理能力较差。智能家居的发展依赖以网络技术与监控技术在家庭内部的推广,最首要的任务就是选取一个合适的家庭网络平台来搭建智能家居系统。虽然目前国际上存在很多家庭网络技术规范,如 X-10, CEBus 等,但国内在这方面的研究基本上还是一片空白。

随着传感器技术、半导体制作技术、嵌入式处理技术等的发展,无线传感器网络的研究和发展取得了突飞猛进的成果。其应用领域也开始从单一军事领域朝多元化的方向发展,特别是一些大公司的加入,使无线传感器网络在环境监控、工业控制、智能城市和智能家庭等领域取得了实际可行的应用成果。本文把无线传感器网络引入到智能家居系统中,给出了一套基于传感器网络的智能家居系统解决方案。

2 无线传感器网络节点和网络体系结构

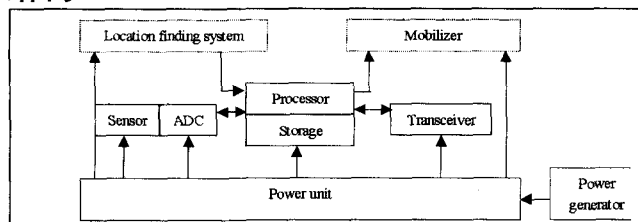


图1 传感器网络节点结构

如图1所示,传感器网络节点的基本组成和功能包括如下几个单元:传感单元(由传感器和模数转换功能模块组成)、处理单元(由嵌入式系统构成,包括 CPU、存储器、嵌入式操作系统

等)、通信单元(由无线通信模块组成)、以及电源部分。此外,可以选择的其它功能单元包括:定位系统、移动系统以及电源自供电系统等。

在传感器网络中,大量的节点部署在感知对象内部或者附近。这些节点通过自组织方式构成无线网络,并以协作的方式感知、采集和处理网络覆盖区域中特定的信息,从而实现对任意地点信息在任意时间的采集、处理和分析。这种以自组织形式构成的网络,通过多跳中继方式将数据传回 sink 节点(接收发送器),最后借助 sink 链路将整个区域内的数据传送到远程控制中心进行集中处理。一个典型的传感器网络的体系结构包括分布式传感器节点(群)、sink 节点、互联网和用户界面等,如图2所示。在传感器网络中绝大多数的节点只有很小的发射范围,而 sink 节点的发射能力较强,具有较高的电能,可以把数据发回远程控制节点。

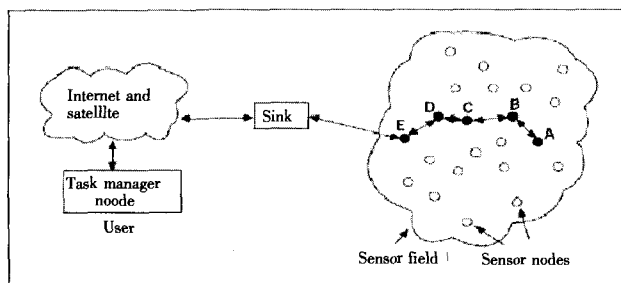


图2 一个典型的传感器网络体系结构

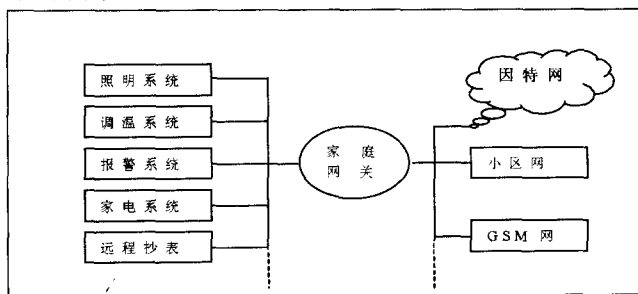
3 智能家居

智能家居,或者说家庭自动化,是通过使用家庭网络或者家庭总线将家庭中的照明、视听、安全、通信、调温等各种设备连接起来,协同工作,从而将家庭从一个被动的结构转变成一个主动的伙伴。智能家居的发展依赖于家庭网络技术与监控技术在家庭内部的推广。家庭网络是整个智能家居系统的基础,如果把水、电、气供给系统看作住宅的血管,那么家庭网络则相

蒋承延: 讲师 硕士

基金项目:重庆市教育委员会科学技术研究项目(KJ060516)

当于住宅的神经系统。要实现家居智能化,必须能够实时监控住宅内部的各种信息,从而采取相应的控制。为了实现这一目的,智能家居中必须有足够的各种传感器来采集信息——如温度、湿度、有无煤气泄露或者外来入侵,这些传感器就构成家庭神经系统的神经末梢。因此,我们也可以把家庭网络称为家庭神经网络,如图3所示。



家庭网络是整个智能家居系统的核心,或者说是整个智能家居系统的基础平台,在选择好合适的家庭网络平台后,再选取不同的功能模块,就可以构成一个完整的智能家居系统。

4 基于传感器网络的智能家居系统设计

4.1 智能家居系统节点模型

把图1所示的无线传感器网络的节点稍作修改,增加控制功能后就可以得到基于无线传感器网络的智能家居系统的节点,如图4所示。

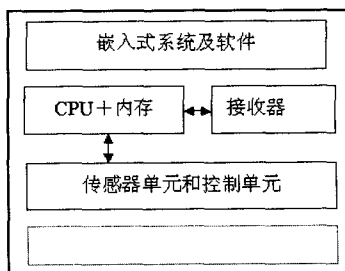


图4 智能家居系统节点模型

有了网络协议和节点模型,再加上家庭网关(家庭网关可以看成是特殊应用的节点,类似于无线传感器网络中的Sink节点),我们就可以得到如图5所示的基于无线传感器网络的智能家居系统的体系结构。适用于家庭网络的传感器网络协议是整个智能家居系统的平台,而节点和家庭网关是在这个平台上的具体应用。这样,我们只需要使用不同的节点模块、而不需要对网络协议做任何更改就可以满足不同的应用需求。

为了减少协议设计的复杂性,大多数网络都按层(layer)或级(level)的方式来组织,每一层都建立在下层之上。同样,基于无线传感器网络的智能家居系统也采用分层结构,图5只是一个简单的分层模型,在实际的系统设计中,采用更加详细的分层模型,如图6所示:

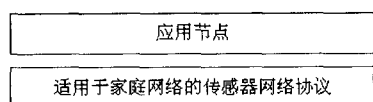


图5 基于无线传感器网络的智能家居系统

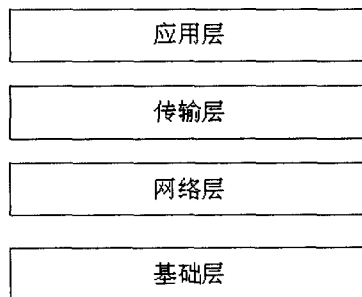


图6 智能家居分层模型

基础层:基础层以传感器和控制器集合为核心,包括每个传感器和控制器的软硬件资源。

网络层:网络层以通信网络为核心,实现网络节点之间、节点与观察者之间的通信。

传输层:传输协议、数据分析、数据可靠性、安全性考虑;

应用层:各种应用模块的软硬件实现。

4.2 系统设计中的关键技术

4.2.1 基础层设计技术

由于家电种类繁多,导致网络中节点功能也不相同,因此节点的硬件实现也不相同。但是不管什么类型的节点,它们在硬件方面的差别在于传感器和控制器,而电源、处理器、存储器和无线收发器则采用相同的设计。因此,我们把电源、处理器、存储器和无线收发器合称为基础单元(Basic Unit),传感器和控制器合称为应用单元(Application Unit)。对于所有的节点来说,他们的基础单元都是相同的,不同点在于它们的应用单元,这样做的优点在于只要我们设计出了一个通用的网络节点基础单元,在基础单元上接入不同应用单元就可以得到不同的应用节点。

在智能家居中,家庭网关的主要任务就是在家庭网络和外部网络之间架起一座桥梁,从而使得用户可以借助外部网络对住宅进行远程监控。在本设计中,和家庭网关相连的外部网络有因特网、小区网络以及GSM网。由于家庭网关的复杂程度要远远大于普通的网络节点,在处理器的选择上,ATmega32L已经不能满足设计的需要,因此家庭网关的处理器采用ATmega128L,这两款处理器最大的区别在于后者片内的存储器容量是前者的4倍,而其它功能基本相同。

4.2.2 家庭网络的组网技术

无线传感器网络的组网技术包括网络层技术和传输层技术两部分。网络层负责数据的路由转发,传输层负责实现数据传输的QoS保障。由于无线传感器网络本身的最大特点是网络规模大和节点携带不可更换的电源,组网技术必须要考虑功耗约束、适应性及鲁棒性等要求。所以在设计家庭网络协议的时候,必须要考虑家庭网络和普通网络的一些共同点和区别,这样才能设计出切实可行的家庭网络协议。就路由设计而言,必须考虑下面的几个问题:

(1) 对大部分无线传感器网络而言,数据的传输都是单向的,也就是从源到Sink节点。对于家庭网络来说,数据除了从普通的源节点到家庭网关Sink节点,还有部分数据的源是Sink节点,而目的是网络中其他的普通节点,同时还有部分数据的源和目的都是网络中的普通节点。所以在设计适合家庭网络的路由协议时,必须要考虑后两种数据发送情况。

(2) 传感器网络路由设计的另外一个特点就是要以功耗最

小为主,虽然在家庭网络中,节点的能源可以直接从市电网络提供,但是在市电失效或被恶意破坏的情况下,节点只能通过备用电池供电。因此,为了提高整个网络的可靠性和扩展性,在设计网络路由的时候,能源问题也是最重要的问题之一。

4.2.3 家庭网络的管理

(1)地址分配:在我们设计的智能家居系统中,每个节点必须使用唯一的地址。每个节点分配一个4个字节的地址。地址分配方式如下:

表1 地址分配方式

家庭号 (18bit)	分类号 (6bit)	设备号 (8bit)
-------------	------------	------------

对于同一个家庭网络来说,所有节点的家庭号都是相同的。家庭号分配18bit,总共可以支持个家庭网络。对于所有同类节点来说,它们的分类号都是相同的,比如我们可以把分类号1分配给家庭网关。分类号和设备号为全0(二进制的)的地址作为家庭网络广播地址;设备号为全1(二进制的)的地址作为新设备的初始地址,对于每一个设备,它的分类号是固定的。

(2)数据包格式:在家庭网络中传输的数据包分为三类ADV、DATA、ACK:用来发送 minimum cost 的 ADV;节点发送给 Sink 的 DATA 以及 Sink 返回给节点的 ACK; Sink 发送给节点的 DATA 以及节点返回给 Sink 的 ACK;节点间的 DATA 和 ACK。其中源节点是普通节点而目的节点是 sink 的所有数据(包括 ACK)都采用 minimum cost 选择路径发送,其它的数据采用广播的方式发送。数据包的格式如下:

表2 数据包的格式

源地址	目的地址	时间戳	Data Field
-----	------	-----	------------

(3)路由表的初始化和维护:在我们的系统中,每个节点都要保存它下一跳的路径,也就是保存它的邻居节点信息。每个节点最多保存10个邻居节点的信息。每个节点的路由表结构如表3所示:

表3 路由表结构

Add_i	C_i	L_i
\vdots	\vdots	\vdots
Add_{10}	C_{10}	L_{10}

Add_i 是邻居的地址, C_i 表示该节点与它第*i*个邻居通信所需要的 cost。 L_i 表示节点通过第*i*个邻居向 Sink 发送数据所需要的 cost。邻居在路由表中的位置按 L_i 从小到大的顺序排列。因此 L_i 也就是节点的 minimum cost。

(4)安全管理:家庭网络的安全管理其实包括通信安全和信息安全两个部分。通信安全是面向网络基础设施的安全,目的是保证网络的正常运行。通信安全是信息安全的基础,信息安全侧重于网络中所传信息的真实性、完整性和保密性,是面向用户应用的安全。

5 结论

本文把传感器网络引入到智能家居中,并且给出了实际的设计方案。在节点设计上,我们采用模块化的设计,这使得整个

系统的可扩展性大大增强了。

参考文献

- [1]于海斌,曾鹏.智能无线传感器网络系统.北京,科学出版社.2006.
- [2]丁镇生著.传感器及其遥控遥测技术应用.北京,电子工业出版社.2002.
- [3]程凯,秦勃,邵峰晶.无线 PDA 控制的智能家居平台.[J]微计算机信息,2006.6(2).
- [4]吴瑜,韩江洪,张建军.智能家居系统设计中几个关键技术的探讨,电子产品世界.2002.12.

作者简介:蒋承延(1974-),男,汉族,四川人,讲师,硕士,主要研究方向:计算机及其应用;吴思远(1974-),男,汉族,湖北人,在读硕士,主要研究方向:数据库技术,计算机网络;陈伟(1973-),男,汉族,重庆人,学士,主要研究方向:数据库技术,计算机网络。

Biography:Jiang Chengyan (1974-), Male (the Han), Sichuan China. Master. Majors in computer application; Wu Siyuan (1974-), Male (the Han), Hubei China. Master. Majors in database & computer network; Chen Wei (1973-), Male (the Han), Chongqing

(重庆电力高等专科学校 重庆 400053)蒋承延

(重庆邮电大学计算机学院 重庆 400065)吴思远

(重庆市信用联社科技处 重庆 400020)陈伟

(Chongqing Electronic Power College, Chongqing 400053, China)Jiang Cheng Yan

(College of Computer Science and Technology, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)Wu Siyuan

(Chongqing Rural Credit Cooperatives, Chongqing 400020, China)Chen Wei

通讯地址:(400053 重庆 重庆电力高等专科学校)蒋承延

(收稿日期:2007.3.13)(修稿日期:2007.4.15)

本刊宗旨

IT与自控技术在工业自动化中的应用

智能传感器、智能仪表、智能执行机构、数据采集、变频器、PLC、电源、电力电子、工控机、工控软件、工控系统、DCS、现场总线、嵌入式系统、嵌入式软件、PC/104、单片机、OPC、TCP/IP、internet、工厂自动化、企业网络、过程控制、制造业自动化、楼宇自动化;安防工程、电梯控制、暖通空调控制、给排水控制、水电煤气三表数据采集、家电控制、家庭机器人、工业机器人、微型机器人、微型机械、数控机床、CAD、CAE、CAM、军事设施智能化、武器装备智能化、车辆智能化、船舶智能化、航空航天器智能化、运输交通系统智能化与自动化、电信系统(有线、无线、宽带、交换)智能化、信息系统安全防病毒、防黑客、金融、商业设施自动化、农业大棚智能化、养殖环境自动化、环保设施自动化……。均为本刊论文发表范畴,同时也是读者群,更是广告刊登寻找的客户。

地址:北京海淀区皂君庙14号院鑫雅苑6号楼601室

微计算机信息编辑部 邮编:100081

电话:010-62132436(T/F) 010-62192616

http://www.autocontrol.com.cn; E-mail: control-2@163.com