

# 基于无线传感器网络的 展馆定位与管理系统的设计与实现

杨媛媛,刘瑞霞,赵雪

(山东省计算机网络重点实验室,山东省计算中心,山东 济南 250014)

**摘要:**设计了一种基于无线传感器网络的展馆定位与管理系统。由无线传感器网络模块以及上位管理软件组成的定位监测系统实现远程人员实时定位。首先,通过无线传感器网络模块将人员佩戴传感器节点的位置信息传递到远端的监控中心,然后利用上位管理软件对接收的数据进行解析,并将人员的位置信息存入到数据库中,最后查询数据库进行人员的实时定位。该系统在实际应用中运行稳定、可靠。系统的移植能力强,同样可以应用到井下人员定位系统中。

**关键词:**无线传感器网络;定位;串口通信;MSCOMM 控件

**中图分类号:**TP393      **文献标识码:**A

## Design and implementation of a wireless sensor networks based localization and management system of an exhibition hall

YANG Yuan-yuan, LIU Rui-xia, ZHAO Xue

(Shandong Provincial Key Laboratory of Computer Networks, Shandong Computer Science Center, Jinan 250014, China)

**Abstract:** A designed localization and management system of an exhibition hall includes wireless sensor networks modules and upper-computer management software. It can perform real-time remote localization for exhibition visitors. This system initially transmits location information acquired from visitors carried wireless nodes to a remote monitoring center. Its upper management software the analyzes the received data and stores the result position information in a database. Practical operation shows that the system is both stable and reliable and can also be applied to other localization scenarios.

**Key words:** wireless sensor networks; localization; serial port communication; MSCOMM control

无线传感器网络(wireless sensor networks, 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<sup>[1]</sup>。无线传感器网络技术具有分布式处理带来的高监测精度、高容错性、较大覆盖区域、可远程监控等众多优点,是无线网络应用研究的热点,不仅在工业、农业、军事、环境、医疗等传统领域有非常大的应用价值,在未来还将在许多新兴领域体现其优越性,如家用、保健、交通等领域<sup>[2-3]</sup>。可以预见,未来无线传感器网络将无处不在,并完全融入我们的生活。例如微型传感器网最终可能将家用电器、个人电脑和其他日常用品同互联网相连,实现远距离跟踪,家庭可采用无线传感器网络负责安全调控等。无线传感器网

络系统平台应用于展馆中的人员定位,可以快速查找失散儿童;展台的参观信息查询功能不但能为游客提供方便,而且还便于科技馆管理人员进行管理,他们下班或者出差在外都可以通过远程浏览的方式来了解科技馆内的展台的关注度等信息。另外,该系统应用在井下人员的定位中可以提高管理人员的管理水平和工作效率,特别是当意外事故发生后,可以依靠定位系统对人员的定位以及遇难人员位置的历史信息,加快事后救援进度,减少事故造成的损失。同时通过无线网络传输定位信息,可以解决一些地方布线困难的问题。

## 1 系统简介

无线传感器网络作为一种新兴的无线技术,在现实生活中有着广泛的应用前景<sup>[4]</sup>。山东省科技馆作为面向社会的公益性科普宣传教育机构,是广大青少年弘扬科学精神、普及科学知识、传播科学思想和科学方法的科普教育场所。因此,在科技馆部署基于无线传感器网络的定位与管理信息系统,不但可以利用技术手段对参观人员进行有效的定位、跟踪和管理,达到一定的科普展示和社会示范效益,同时也是对我省无线传感器网络技术实用化研究的一个有力的推动。

基于无线传感器网络的展馆定位与管理信息系统通过在特定区域内部署无线传感器网络节点,并配合后台的控制软件和数据库,实现对特定区域人员的定位跟踪及其相关的信息管理功能。该系统由位于山东省科技馆控制中心的总服务器(由功能控制中心和数据库信息库组成)、位于指定楼层的信息中心(由带触摸屏的设备和无线中心组成)和无线传感器节点(由游客持有的无线信息卡和信息转发器组成)组成。

通过完成特定无线传感器网络节点的研制、无线传感器网络节点布网和网络拓扑的构建、信息中心的查询、定位管理信息系统的开发、功能控制中心软件和数据库信息库的构建、参观日志记录生成和显示系统的研制等工作构建该系统。该系统可实现展区详细介绍、游客参观路线查询、游客功能区内定位、展区关注度和当前游客数统计等功能。

## 2 设计方案

### 2.1 设计方案

系统的设计方案见图1。

### 2.2 节点功能

根据系统设计的需要,研制开发了4种类型的节点:无线中心协调器、无线转发路由节点、无线信息路由节点和移动信息终端。

其中,“无线中心服务程序”主要提供与上位机串口通讯、无线自组网络管理、数据整理、无线远程通信等功能;“无线转发路由程序”主要提供建立路由表、数据接收、数据中转、自动组成无线网络等功能;“无线信息路由程序”主要提供向上一级节点发送展台与游客的编号信息和信号强度信息、自动组成无线网络及用户定位计算等功能;“移动信息终端程序”主要提供加入无线网络、数据组织、数据发送等功能。

### 2.3 系统协议栈和通信方式

系统中采用了 Zigbee 的协议栈,它底层符合 IEEE802.15.4 标准,利用全球共用的公共频率 2.4 GHz,应用于监视、控制网络时,具有非常显著的低成本、低功耗、网络节点多、传输距离远等优势,目前被视为替代有线监视和控制网络领域最有前景的技术之一。

Zigbee 技术的物理层、MAC 层和链路层采用了 IEEE802.15.4 协议标准,并在此基础上进行了完善和扩展。其网络层、应用层和高层应用规范(API)由 Zigbee 联盟进行了制定,整个协议架构如图2所示<sup>[5]</sup>。

在 ZigBee 协议传输中,通信部分的消息帧有两种格式:KVP 和 Message。一般采用的是 Message 方式。

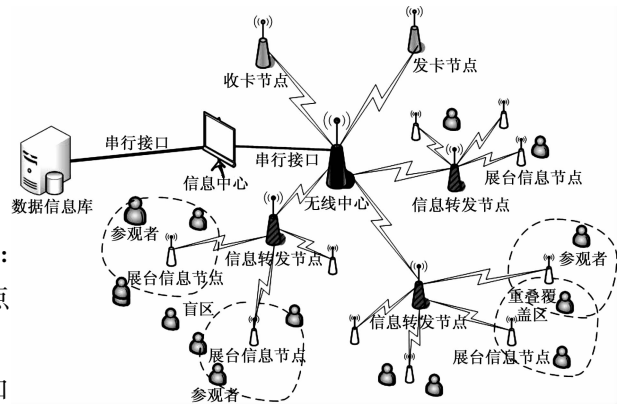


图1 系统设计方案图

Fig.1 System design diagram

在进行数据传输时,传输的数据由应用层生成,经数据处理后,发送给 MAC 层,作为 MAC 层的数据载荷(MSDU),并在 MSDU 前面加上一个 MAC 层帧头 MHR,在其结尾后面,加上一个 MAC 层帧尾 MFR。其中,MHR 包括帧控制、序列码以及寻址信息,MFR 为 16 位 FCS 码,这样由 MHR、MSDU 和 MFR 共同构成了 MAC 层数据帧<sup>[6]</sup>。其中 Preamble Sequence(4 字节)、Start of frame Delimiter(1 字节)、Frame Check(2 字节)是由 CC2430 自动填写的,其他的几部分需要协议或者应用程序填写。

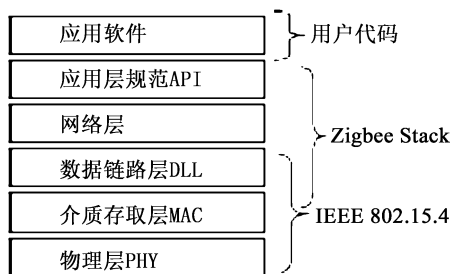


图 2 协议栈架构

Fig. 2 Stack architecture

## 2.4 系统数据采集及上位管理软件

### 2.4.1 系统软件模块图

系统数据采集程序通过串口读取无线网络上传的数据并写入数据库,工作于后台;另一部分是基于 B/S 架构的系统应用层,工作于前台。

其中,后台程序由 VB 通过 MSCOMM 控件<sup>[7]</sup>实现;前台程序采用 ASP + JScript 脚本语言实现,采用的数据库为 SQL Server 2000。

系统软件模块结构见图 3。

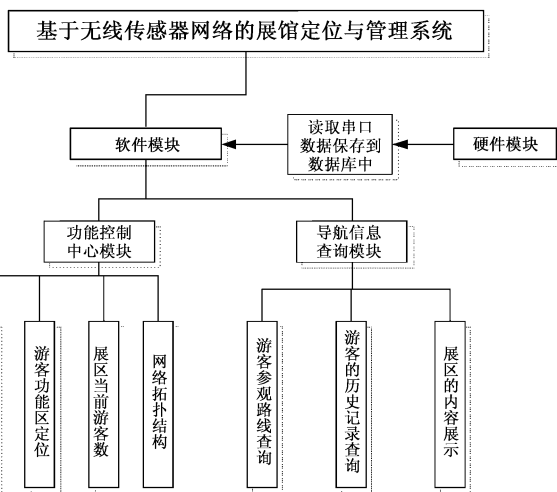


图 3 系统软件模块图

Fig. 3 System software modules diagram

### 2.4.2 串口数据的读取

#### (1) 功能

主要功能是读取游客携带的无线信息卡和展区固定节点的信息,并将这些信息保存在数据库中,是以后实现其他的功能的前提条件。

#### (2) 设计原理

从串口将通过无线传感器网络传递上来的展台、游客信息接收到 MSCOMM 控件上,然后将这些信息根据帧头的不同进行分类,对各类有效节点进行解析,将解析获得的数据进行分析、组织,保存到数据库相关的字段中。

串口数据规范说明如下:

网络中的协调器节点通过向串口发送数据帧,来向上位机说明网络中发生的事件。

数据帧由帧头、帧尾和帧数据构成。帧头标示帧内数据的结构,数据帧以回车符和换行符作为结束,各数据区块之间由’,’作为分割符。

有 4 类数据帧。

一级节点加入:\$TI, <1>, <2>, <3>, <CR> <LF>

帧头:\$TI

<1>:网络标识。两个字节,十六进制表示

<2>:节点标示。两个字节,十六进制表示

<3>:加入到的父节点标识。两个字节,十六进制表示

一级节点就相当于展馆中不同的转发节点。

展台节点加入:\$EI, <1>, <2>, <3>, <CR> <LF>

帧头:\$EI

<1>:网络标识。两个字节,十六进制表示

<2> :节点标示。两个字节,十六进制表示

<3> :加入到的父节点标识。两个字节,十六进制表示

展台节点就相当于展馆中不同的展区。展台节点信息中有一个特殊节点,表示发卡节点区域。

移动节点加入:\$MI, <1> , <2> , <3> , <CR> <LF>

帧头:\$MI

<1> :网络标识。两个字节,十六进制表示

<2> :节点标示。两个字节,十六进制表示

<3> :加入到的父节点标识。两个字节,十六进制表示

### 2.4.3 游客位置跟踪定位

通过查询游客移动节点和展区固定节点的信息连接对游客进行位置定位和跟踪。此功能可以快速实时定位特定游客。在查询游客定位时,要取得数据库中该信息卡时间最近的纪录,同时在查询的时候,有时间段限制,当游客在某个展区待过的时间超过几分钟以上或者当前只有进入展区状态的数据,才能算该游客最近的有效定位。对于短时间的停留不能作为有效数据。

### 2.4.4 游客参观路线规划

系统通过无线网络、信息中心和数据库的协同,使游客可以通过携带的无线信息卡,在每个楼层出口处配置的显示设备上查询已参观过的展区/台,并提示游客遗漏的精彩展区/台,从而给予参观路线的辅助规划。通过无线信息卡的编号,游客可以在信息机上查询出他游览过的展区,在查询的时候,同样要有时间段的限制,只有在该展区待过时间超过5分钟的才符合要求,认为是游客游览过的。有一点需要注意的是,在一天当中存在相同的卡被多次使用的情况,所以要确定本次游客的用卡周期。

### 2.4.5 展区关注度统计

可以统计某些关键展区/台历史时间段内的到访人数,统计展台的受欢迎程度。界面设计见图4。在查询展区关注统计时,要有时间段的限制,只有当游客在该展区待过的时间超过几分钟,那么该展区才是游客游览过的,才可以被算在统计次数中。同时当一个人多次到达这个展厅,也会多次纪录,所以在节点展厅统计的只能是人次。



图4 展区关注度统计图

Fig. 4 Exhibition attention Statistics

### 2.4.6 展台详细信息展示

可以集中查询各个展台展品的详细信息,方便参观者有针对性地游览。这一功能可以通过静态的HTML实现。

### 2.4.7 展台当前游客数

可以实时查询各个展台当前的游客人数,方便现场人员进行管理、引导和疏散。界面设计见图5。在查询展区当前游客数时,当游客在某个展区当前只有进入状态的数据时,才能被统计次数。



图5 展区当前游客数

Fig. 5 The current number of exhibition visitors

### 2.4.8 网络拓扑结构展示

展现当前网络中各节点与其父节点的拓扑情况,方便现场管理人员检查网络的运行状况。界面设计见图6。网络开启时,将网络的开启时间记录到数据库中,然后查询出网络开启时间为最近的一次以及功能区内各个展台和转发节点的加入情况,并用树型的网络拓扑结构显示出来。

### 3 结论

本文设计并实现了无线传感器网络对展馆的定位与管理,解决了无线传感器网络定位实际应用中的大量核心技术,系统配置简单、运行稳定可靠、具有良好的扩展性,可广泛地应用于煤矿井下人员安全监测、环保信息采集、公共设施管理、交通流量信息采集等各个领域,对无线传感器网络走向实用化具有重要的参考价值。

### 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(2):1148-1157.  
 [2]丁海斌,曾鹏,梁韡.智能无线传感器网络系统[M].北京:科学出版社,2006.  
 [3]孙利民,李健中,陈渝.无线传感器网络[M].北京:清华大学出版社,2005.  
 [4]朱俊.无线传感器网络定位算法的研究与实现[D].南京:南京理工大学,2005.  
 [5]丁海斌,曾鹏,梁韡.智能无线传感器网络系统[M].北京:科学出版社,2006.  
 [6]刘乐善.微型计算机接口技术及应用[M].武汉:华中理工大学出版社,2000.  
 [7]范逸之.Visual Basic 与分布式监控系统——RS-232/485 串行通信[M].北京:清华大学出版社,2002.



图 6 网络拓扑结构

Fig. 6 Network topology

(上接第 58 页)

### 参考文献:

[1]曾繁泰,王强,盛娜.EDA 工程的理论与实践[M].北京:电子工业出版社,2004.  
 [2]贾豫东,封吉平.用 FPGA 实现任意波形发生器的两种方法[J].仪表与传感器,2004,12(9):895-897.  
 [3]谢海霞.DDS 的 FPGA 实现[J].琼州学院学报,2008,15(5):31-33.  
 [4]刘晓丹,漆德宁.基于 DDS 技术的 LFM 信号仿真研究[J].火控雷达技术,2008,37(4):50-54.  
 [5]包明,包奎.实现 PWM 脉宽调制的 FPGA 芯片研制[J].自动控制,2003(6):30-31.  
 [6]祝大卫.增益可控 BTL D 类音频功率放大器 TPA3007D1 及其应用[J].国外电子元器件,2004(6):44-47.  
 [7]徐军,王华东.用 FPGA 实现多路 PWM 输出的接口设计与仿真[J].电子工程师,2007,33(5):42-44.  
 [8]徐光辉,程东旭,黄如.基于 FPGA 的嵌入式开发与应用[M].北京:电子工业出版社,2006:209-297.