

传感器蓝牙接口手机信息汇聚设计与实现

章新川¹, 白 鹏², 李骥阳², 李 波³

(1. 陕西省水利厅, 陕西 西安 710004;

2. 空军工程大学, 陕西 西安 710051;

3. 西安交通大学, 陕西 西安 710049)

摘 要:针对压力型水位传感器要求数据采集快速、方便传输到传感网络汇聚节点的短距离数据传输需求,将手机作为传感网络信息汇聚节点,基于蓝牙技术,研究了蓝牙接口传感器的信息传输汇聚到手机的新应用方法,实现了短距离的数据传输。利用手机通信快速、方便的特点,将传感器的数据信息,通过传感器的蓝牙接口汇聚到手机后进行数据信息的应用与转发。对传感器蓝牙接口手机信息汇聚总体框架、传感器蓝牙数据传输接口进行了数据格式的研究;利用Java语言可移植的特点,设计了软件开放式构架,实现了基于安卓操作系统的手机端软件。实验结果表明,对压力型水位传感器的压力、温度及电源电压等数据实现了传感信息的短距离传输及信息汇聚,具有良好的实际应用效果。

关键词:传感器;蓝牙;信息汇聚;手机;软件构架

中图分类号:TP 212.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2019)11-0168-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2019.11.034

Design and Implementation of Sensor Information Aggregation Based on Bluetooth Smartphone

ZHANG Xin-chuan¹, BAI Peng², LI Ji-yang², LI Bo³

(1. Shaanxi Provincial Water Conservancy Department, Xi'an 710004, China;

2. Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China;

3. Xian Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: According to the requirements of pressure-type water level sensor for fast data acquisition and transmission to the sensor network sink node in a short distance, the mobile phone is regarded as the sensor network information gathering node. Based on Bluetooth technology, we study a new application method of information transmission from Bluetooth interface sensor to smart phone to realize the data transmission of short distance. Taking advantage of the fast and convenient communication of mobile phone, the data information of the sensor is gathered to the mobile phone through the Bluetooth interface of the sensor for the application and forwarding of the data information. The overall framework of smart phone information aggregation based on sensor Bluetooth interface and the data format of sensor Bluetooth data transmission interface are studied. Using the portability of Java language, we design an open architecture of software and realize the smart phone software powered by Android operating system. The experiment shows that the pressure-type water level sensor realizes the short-distance transmission and information convergence of the sensing information in the pressure, temperature and power supply voltage and have excellent practical application.

Key words: sensor; Bluetooth; information aggregation; smart phone; software architecture

0 引 言

科学技术的发展及信息时代的到来,对信息的感知、传输及信息汇聚提出了更高的要求,高时效性和高可靠性是传感网络短距离通信亟待解决的需求。传感网络^[1-3](wireless sensor network, WSN)主要由在空间

上分布使用的传感器组成,配以网络控制系统,完成压力、温度、声音、振动、运动等物理量的感知、信息的采集和传输,应用于环境与生态监测、健康监护、家庭自动化,以及交通控制等领域,实现信息的快速布控、信息的实时获取、传输及信息汇聚,提高行业或应用领域

收稿日期:2018-09-01

修回日期:2019-01-02

网络出版时间:2019-10-24

基金项目:陕西省水利科技基金(2014slkj-03)

作者简介:章新川(1964-),男,高级工程师,主要从事水利信息化、软件定义网络的研究。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20191024.1500.002.html>

的信息感知能力,满足对信息获取和传输的需求^[4-6],在监控、目标定位、设备状态、效果评估等应用方面发挥了巨大的作用。

传感器是传感网络的基本组成部件,传感器获取后的信息传输至传感网络^[7-8],完成信息的传输功能。目前常用的传输方式为数传电台、GPRS、卫星、ZigBee、Wi-Fi 及蓝牙等技术。如何将传感器获取的信息快速、方便地汇聚到传感网络节点是目前的热点问题。

蓝牙技术 1994 年由爱立信公司推出,可实现固定设备、移动设备和个人局域网之间短距离的数据交换^[9-10]。蓝牙使用 2.4 GHz 频段,传输有效范围为 10 cm ~ 10 m,如果增强信号发射功率,则传输范围可达 100 m。蓝牙是较为成熟的短距离无线通信技术,可在传感器与传感网络节点之间通信,使信息传输更为有效^[11-12],是比较成熟的短距离通信技术^[13-14],研究内容偏重于领域应用^[15-17]。

压力式水位计基于所测水位静压与其高度成比例的原理,采用扩散硅敏感元件或陶瓷电容压力敏感元件,将静压转换为电信号,再经过温度补偿和线性修正,转化成 4 ~ 20 mA 或 0 ~ 5 V 的标准电信号。实际应用中,压力式水位计与传感网络节点间为有线电缆连接,由于复杂的安装环境,无法进行信息的短距离、快速采集与传输,需要新的技术适应实际需求。

文中基于蓝牙技术,利用智能手机作为传感网络节点,以压力型水位计为例,进行信息的实时采集、传输及汇聚,实际应用效果良好,解决了短距离传感器信息蓝牙汇聚问题。

1 传感器蓝牙接口手机信息汇聚总体框架

蓝牙技术支持传感器与手机间的短距离通信,传感器的信息能方便快捷、灵活安全、低成本、低功耗地进行数据通信,能够有效简化传感器与手机终端之间的通信,从而使数据传输变得更加迅速高效,为短距离通信的无线替代有线通信探索新的路径。

1.1 基本原理

传感器蓝牙接口手机信息汇聚的思路是将具有蓝牙接口传感器的信息,通过蓝牙技术,短距离传输到智能手机,手机可作为传感网络传感信息的汇聚节点,完成信息的实时采集与传输,手机也可发送控制指令,对具有蓝牙接口的传感器进行控制,实现双向信息传输。

完整的系统由具有蓝牙接口的传感器、智能手机及网络组成,手机作为网络的一个节点。智能手机中运行的软件包含 2 部分内容,分别是传感器蓝牙数据接口部分及数据接收、显示系统,是所研究的重点内容。系统的基本原理如图 1 所示。

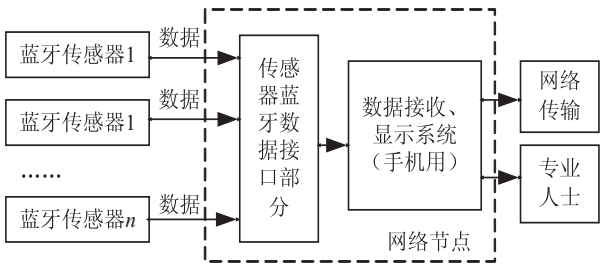


图 1 基本原理示意

蓝牙传感器:完成压力、温度、声音、振动、运动等物理量的感知、采集,将数据转换为蓝牙传输协议的格式,为传输做好准备。

智能手机:将手机作为传感网络节点,通过传感器蓝牙数据接口部分,手机接收数据或信息完成数据接收、显示功能,同时也可转发到网络或专业人士处。

网络传输:网络为常用的手机网络,传输的数据满足手机网络传输要求。

专业人士:可在现场或后台对数据进行判断或数据应用。

1.2 总体框架

基于 MVC(model view controller)架构模式的思想,对总体框架进行设计,便于简化开发。所设计的总体框架包括传感器蓝牙数据接口、图形菜单界面、算法封装模块、消息响应模块,如图 2 所示。

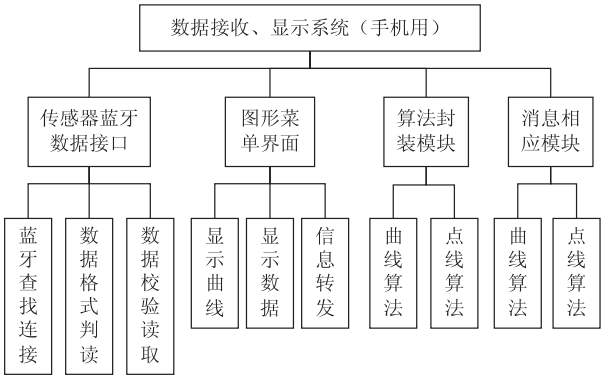


图 2 系统总体框架

图中的传感器蓝牙数据接口完成传感器数据的蓝牙传输接入,为文中重点讨论的问题;图形菜单界面完成手机运行软件界面的功能;算法封装模块将常用的画点、线、曲线算法进行封装;消息响应模块完成操作及时间控制。

对应于上述的总体框架,主要的类说明如表 1 所示。

2 传感器蓝牙接口手机信息汇聚实现

设计手机蓝牙接口程序与软件开放式构架并编程实现,对手机接收的数据进行测试和分析。该部分同时也可将其他具有蓝牙接口的水位传感器所涉及的通信协议,统一转换为通用的蓝牙通信协议,完成基于蓝

牙协议不同数据格式的转换。

表 1 总体框架的类说明

类名称	类功能说明
class Water Level	主程序类,处理程序中调用、各功能模块调用
class CalendarView	显示日历,包括农历、水位数据的日期添加标注
class BTConnectActivity	用于蓝牙设备查找,包括手机系统蓝牙开关
Class ChartBuilder	用于水位图表显示的类
Class Press and Temp Compensation	用于压力温度补偿计算类
Class Draw Water Level WaveForm	用于描绘实时水位图的类
Class Water Level MonitorActivity	用于显示水位图

2.1 传感器蓝牙数据接口

所涉及的传感器为具有蓝牙接口协议的某型号压力型水位计,应用蓝牙技术,自动检测连接并传输传感器的数据;手机接收数据,通过图形菜单界面显示。

流程。
传感器蓝牙接口与手机进行蓝牙通信前,要对具有蓝牙接口协议的某型号压力型水位计的参数进行设置,所设置的参数值如表 2 所示。

(1)传感器蓝牙接口与手机的蓝牙通信程序

表 2 传感器蓝牙接口参数设置

序号	参数	参数说明	参数设置值
1	设备名称	蓝牙接口模块名称	设备编号
2	主从角色	传感器蓝牙接口的主、从角色	从角色
3	设备类型	蓝牙设备类型	设置为 COD
4	连接密码	与蓝牙设备连接匹配的密码	8 位固定值
5	查询访问模式	0 是标准模式,1 是 RSSI 加强模式	设置值为 1
6	通信波特率	常用的波特率选择	设定为 9 600

传感器蓝牙接口与手机蓝牙通信程序流程如图 3 所示。

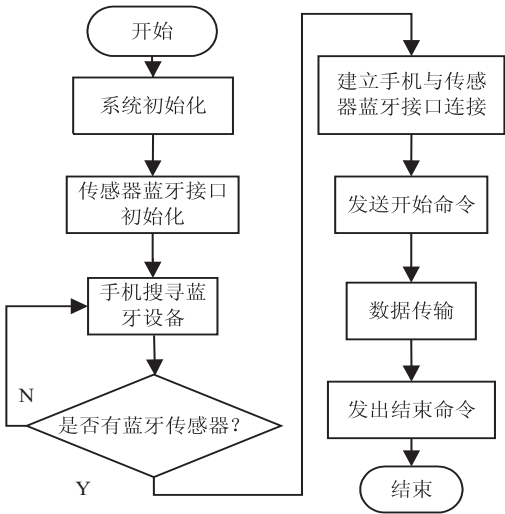


图 3 传感器蓝牙接口与手机的蓝牙通信程序流程
首先进行系统初始化,主要包括接口参数设置、蓝

牙命令、事件缓冲区初始化等。蓝牙设备在第一次通信前需要进行初始化操作,主要包括复位、读取并记录本地蓝牙地址、设置查询响应时间参数等。

初始化完成后,手机发出查询广播包,在通信距离内的蓝牙传感器对查询广播包进行应答,手机获得传感器的蓝牙地址等信息;手机根据传感器蓝牙地址发出建立连接请求,传感器蓝牙接口同意后建立蓝牙通信连接,获得连接句柄,根据建立的连接句柄进行数据传输。

(2)相关指令设置(以具有蓝牙接口的某型号压力水位计为例)。

开始命令。用程序发送命令(16 进制):55 AA 03 F9 03 FF。

停止命令。用程序发送命令(16 进制):55 AA 03 F9 04 00。

通过建立的连接,进行数据传输的数据格式如表 3 所示。

表 3 蓝牙数据传输格式(默认 9 600 波特率)

Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8	Byte9	Byte10
Header		Length	模块号	命令字	数据				Checksum	
0X55	0Xaa	0X08	0XI9	0X05	数据 1	数据 2	数据 3	数据 4	数据 5	0X09

表 3 中,数据 1 至数据 5 的解析描述如表 4 所示。

表 4 对应的数据解析描述

数据位/bit	0	1	2	3	4	5	6	7
数据 1	信号强度 0	信号强度 1	信号强度 2	信号强度 3	1=搜索时间太长	1=未接传感器	1=压力变化	1(同步位,可取消)
数据 2	供电电压 0	供电电压 1	供电电压 2	供电电压 3	供电电压 4	供电电压 5	供电电压 6	0(同步位)
数据 3	平安报 0	平安报 1	平安报 2	平安报 3	1=传感器错误	1=搜索压力	压力 7	0(同步位)
数据 4	压力 0	压力 1	压力 2	压力 3	压力 4	压力 5	压力 6	0(同步位,可取消)
数据 5	水温 0	水温 1	水温 2	水温 3	水温 4	水温 5	水温 6	0(同步位)

其中,水温用来进行压力的温度补偿;电压值用来表征设备供电情况;平安报是例行的数据传输;同步位是用来校验数据的有效性。例如,连续检测到 5 个字节的最高位为 10 000,说明是有效数据,压力数据的最高位在数据 3 的 bit6 位;如果数据有丢包,检测到的连续 5 个字节最高位不是 10 000,此数据忽略,再搜索有效数据并进行解析。

2.2 软件开放式构架实现

由于 Java 语言本身具有可移植的特点,文中的软件是基于 Java 语言进行开发,使得软件具有可移植性,适合于异构网络环境和软件的移植,软件可安装在智能手机的操作系统上。

传感器型号不同,相应的蓝牙接口解析方法也不同。因此,为自由、多样化的数据传输,在软件中专门设置数据接口协议转换部分,完成传感器蓝牙接口数据协议、接入方式、数据连接等功能。同时,软件部分还具有数据接口协议判断识别、病态数据识别、数据预处理、显示、转发等功能。

通过上述内容的具体研究、设计与实现,将具体的传感器蓝牙特性和参数等实例化,研究软件开放式构架的设计与实现,提出软件开放式构架的构建方法、构建流程、软硬件之间的数据协议等内容。

软件开放式构架实现时,所设计的主要功能如表

5 所示。

表 5 软件开放式构架主要功能描述

功能名称	功能描述
搜索蓝牙设备	蓝牙设备查找及连接,包括蓝牙开启、连接控制等功能
实时水位监测数据	显示实时监测的水位,图表、图形化显示水位及时间
查询历史水位数据	可对所接收的数据按照时间及编号进行查询
水位数据转发设置	设置实时监测数据、历史数据转发对象,也可对温度、电压及平安报等数据进行转发

3 应用实验

以具有蓝牙接口的某型号压力水位计为例,对所研究内容进行验证。手机为安卓 8.0 操作系统的普通国产手机;使用 Java 语言,辅助以 XML 语言,开发 Android 应用;完成接口功能选择、参数设定、传感器数据获取与显示功能。

3.1 手机图形菜单界面

编写、调试程序,经测试并完善后的手机图形菜单界面截图及连接压力水位计后的实际运行界面截图如图 4 所示。



图 4 手机图形菜单及实际运行界面截图

3.2 测试结果分析

压力型水位传感器输出的值为标准的电压(0~5

VDC)或电流(0~20 mA),经过转换和温度补偿后变成水位测量数据,再经过编码及 AD 转换等环节,通过

蓝牙接口进行输出,手机端对蓝牙数据进行接收。

将手机端软件接收的电压数值与传感器输出的电压值进行比较,对相对误差进行分析,如表 6 所示。

表 6 手机端软件误差

序号	手机端软件值/V	传感器输出值/V	相对误差%
1	4.121 6	4.12	0.039
2	2.483 3	2.49	0.003
3	1.336 1	1.33	0.005
4	0.502 3	0.51	0.015
5	3.682 1	3.68	0.001

测试结果表明,手机端软件的显示值,在一定的误差范围内,符合预期设定值。

4 结束语

蓝牙技术作为短距离通信的新手段,已经广泛应用到传感器、自动控制、通信等领域。文中将蓝牙技术与手机相结合,将手机作为传感网络节点,完成信息汇聚功能,对传感器蓝牙数据接口、软件开放式构架实现方法进行了研究。实验结果表明,基于蓝牙技术的手机信息汇聚方法较好地满足传感器信息快速、方便汇聚到传感网络节点的短距通信需求,可推广到河道、水库及地下水水位监测等与水利相关的其他领域,具有潜在的应用价值和推广性。实际应用中,如何根据不同的实际应用对象,构建不同的基于蓝牙技术的手机信息汇聚框架,将是今后重点考虑的问题。

参考文献:

[1] 张 杰,唐 宏,雷 洋,等. 无线传感器网络[M]. 北京:国防工业出版社,2014.

[2] ZHANG Decheng,SHI Wei,ELHABYAN R,et al. A coverage and obstacle-aware clustering protocol for wireless sensor networks in 3D terrain[J]. Computer Communications, 2019,146:48-54.

[3] 霍 俊,郑步生,赵国安. 无线传感器网络 M2M 网关的设计与实现[J]. 数据采集与处理,2013,28(1):117-122.

[4] 胡曦明,董淑福,王晓东,等. 无线传感器网络的军事应用模式研究进展[J]. 传感器与微系统,2011,30(3):1-3.

[5] HILL S R,TROSHANI I,GOLDBERG S,et al. Improving healthcare service quality and patients' life quality through mobile technologies;the case of diabetes self-management [M]//Lean thinking for healthcare. New York: Springer, 2014:345-359.

[6] ELWEKEIL M,ABDALZAHER M S,SEDDIK K. Prolonging smart grid network lifetime through optimising number of sensor nodes and packet length[J]. IET Communications, 2019,13(16):2478-2484.

[7] 李志刚. 无线传感器网络在军事上的应用[J]. 电子对抗, 2010(2):32-35.

[8] 刘兴丽,郭继昆. 物联网技术在煤炭监测监控系统中的应用研究[J]. 首都师范大学学报:自然科学版,2013,34(4): 23-26.

[9] 马建仓,罗亚军,赵玉亭. 蓝牙核心技术及应用[M]. 北京:科学出版社,2003.

[10] 朱昭华. 浅析蓝牙技术[J]. 电声技术,2018,42(4):70-72.

[11] 侯明祥,刘振远,方维维,等. 基于蓝牙信标和微信的位置服务系统研究[J]. 计算机技术与发展,2017,27(12):187-192.

[12] ALTINI M,PENDERS J,ROEBBERS H. An Android-based body area network gateway for mobile health applications [M]. New York:ACM Press,2010:188-189.

[13] 于光媚. 蓝牙技术联盟拓展智能应用[J]. 通信世界,2012(24):40.

[14] COOPER M. Bluetooth:connecting the future[J]. ITNOW, 2019,61(1):42-43.

[15] 邹川阳. Android 平台中蓝牙设备的应用[J]. 软件导刊, 2012,11(7):132-133.

[16] 钟运平,程小华,戴 栋,等. 基于 ZigBee 技术输电线路在线监测系统研究[J]. 电测与仪表,2013,50(5):105-109.

[17] 陈龙翔,邱飞岳,傅 攀,等. 基于蓝牙通信的阅读视力检查仪设计[J]. 计算机测量与控制,2019,27(7):280-284.