

智能燃气表缴费系统设计

范卫萍¹, 吴叶兰¹, 陈红军², 王芳¹, 秦艳红¹

(1. 北京工商大学 计算机与信息工程学院, 北京 100048;

2. 北京淳堂科技有限公司, 北京 100086)

摘要: 为了解决传统燃气缴费系统在缴费方式上的不灵活、不方便等问题, 提出了一种基于 WiFi 无线网络及 Android 技术的燃气缴费系统设计; 给出了系统的整体框架及其组成, 重点阐述了智能燃气表缴费系统的硬件及软件设计思路, 定制了燃气表和客户端的通信协议; 系统实现了内嵌 WiFi 模块的智能燃气表的电路设计, 基于 Android 系统的手机客户端软件设计, 以及燃气公司服务端的设计, 并通过 WiFi 和 GPRS 网络建立三者之间的无线通信系统; 通过测试, 系统能够快速建立通信网络, 具有传输数据快、可靠性高的优点。

关键词: 燃气表缴费; Android; WiFi 通信

Design of Intelligent Gas Meter Payment System

Fan Weiping¹, Wu Yelan¹, Chen HongJun², Wang Fang¹, Qin Yanhong¹

(1. College of Information Engineering, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048, China;

2. Beijing Chun Tang Technology Co., Ltd., Beijing 100086, China)

Abstract: In order to solve the problem of conventional gas payment system in the way of payment is not flexible and convenient, a gas meter payment system based on WiFi and Android technology is proposed. Gives the overall framework of the system and its components, focusing on the hardware and software design ideas of the payment system, has developed intelligent gas meter and the Android Client software communication protocols. System to achieve the module circuit design of gas meter with built-in WiFi, mobile client software based on Android system, as well as the Gas Co. server, and the wireless communication system between the above three through the WiFi and GPRS network. The experiment shows the system can quickly establish the network communication, which has the advantages of high transmission and high reliability.

Keywords: intelligent gas meter payment; Android; WiFi

0 引言

随着移动互联网技术的不断发展, 人们的生活已经和手机网络息息相关, 如何利用移动互联网优势, 向居民用户提供便捷的网络化燃气缴费服务已成为公共事业单位的重要工作内容^[1-2]。目前, 由于大中型城市公用事业单位有多个收费营业网点, 每个网点安装的收费管理软件存在不同, 并且目前大部分厂家提供的都是单机版收费软件, 缴费数据均保存在各自计算机中, 没有形成网络化, 难以实现数据共享^[3]。这样使得居民缴纳燃气费必须到固定的营业网点, 不能实现移动缴费, 给居民缴费带来了很大不便, 也降低了公用事业单位的服务水平。

缴费方式的选择通常依赖于燃气表通信方式的设置。目前燃气表通信方式主要有人工、红外、RS485、电力载波、ZigBee、GPRS 等方式。人工方式工作量大且效率低, 准确性和实时性差。RS485 通信覆盖面较广, 但须人工布线, 前期工作量大, 后期不易维护。电力载波通信对电网要求较高, 容易受

干扰。ZigBee 通信组网灵活, 覆盖面广, 但信号穿墙能力较弱。GPRS 通信则需要安装大量的 GPRS 模块, 运营成本较高^[4]。文章提出了一种基于 WiFi 和 android 技术的缴费系统, 用户可以在手机上缴纳燃气费, 有效解决缴费不便的问题。

1 系统整体框架

系统结构图如图 1 所示, 分为智能燃气表、客户端及燃气公司服务端 3 部分。智能燃气表内置 WiFi 模块, 能够建立 WiFi 网络; 客户端借助该 WiFi 网络与智能燃气表形成通信信道, 同时借助手机 GPRS 网络与服务端形成通信信道, 即可建立智能燃气表、客户端及服务端的通信系统, 用户可借助该通信系统在手机上缴纳燃气费用。在缴费前须抄收智能燃气表数据并上传到服务端, 便于燃气公司对用户用气情况的管理与数据计算分析。

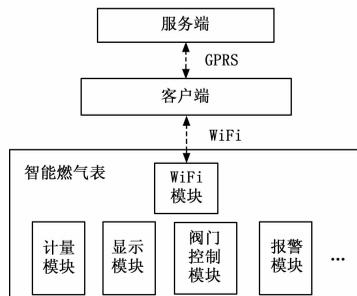


图 1 系统结构图

收稿日期: 2015-07-24; 修回日期: 2015-09-16。

基金项目: 2014 年北京高等学校教育教学改革立项项目(京教函[2014]号); 2015 年研究生科研能力提升计划项目。

作者简介: 范卫萍(1990-), 女, 山东菏泽人, 汉族, 硕士, 主要从事控制理论与控制工程方向的研究。

吴叶兰(1970-), 女, 湖北荆州人, 汉族, 硕士, 副教授, 主要从事仪器仪表、嵌入式技术应用方向的研究。

2 系统各模块设计

2.1 智能燃气表设计

智能燃气表内部结构如图 2 所示。单片机使用 NEC 低功耗 78F0485, 内有 60 kFLASH, 智能燃气表所有的数据全部保存在 FLASH 中; 计量模块采用干簧管作为脉冲采集器件, 每收到一组有效脉冲, 用气量增加 0.1 m^3 ; 阀门控制模块控制用户用气权限; LCD 显示模块显示燃气表上的各种计量数据和状态; 报警模块检测是否存在燃气泄漏; 电池模块使用 4 节碱性电池和 1 节备用小容量锂电池。WiFi 模块采用 RM04 模块, 它是一款低成本、高性能的嵌入式模块, 采用通用串行接口, 内置 TCP/IP 协议栈, 能够透明传输数据。WiFi 模块与单片机通过串口方式连接, WiFi 模块的 RXD、TXD 分别接到单片机的 TXD 和 RXD。当 WiFi 模块接收数据后, 会通过串口发送到单片机上^[5]。

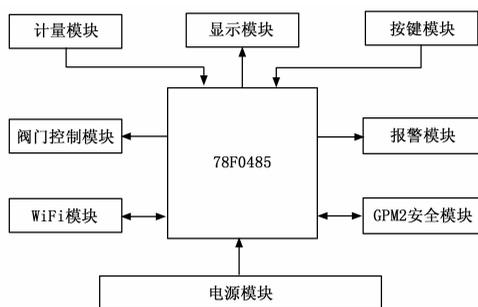


图 2 燃气表结构图

2.2 客户端设计

客户端是在 Android 系统上开发的一款应用软件, 具有抄表和缴费两部分功能。抄表功能是通过 WiFi 网络抄收智能燃气表数据, 通过 GPRS 网络上传到燃气公司服务端, 便于燃气公司进行数据存储计算, 掌握用户用气情况; 缴费功能是通过调用第三方支付接口 (支付宝或微信) 完成缴费, 并将支付状态传给服务端, 服务端再将缴费数据传到智能燃气表, 更新智能燃气表数据。

2.3 服务端设计

服务端的主要功能是存储智能燃气表数据并为客户端提供通信接口。服务端与客户端的通信协议采用 http 协议, 并且双方需要设计一些接口协议, 包括通信接口名称、传输参数和需返回参数。客户端要执行某种动作时, 需根据接口名称组织对应的传输参数, 通过 http 协议传给服务端, 服务端接收到请求后, 提取传输参数, 利用参数进行相应的操作。例如客户端抄收智能燃气表数据后, 需要向服务器发送存储数据的请求, 在请求中应包含的参数有燃气表表号、用气量、剩余气量等数据。服务端收到数据后, 提取这些参数, 根据燃气表表号定位存储位置, 将用气量、剩余气量等数据存入数据库。

3 通信协议

为了实现数据的可靠传输, 本系统的通信协议需要满足的设计要求为: 1) 所有信息均以数据帧的方式传输, 数据帧包含帧起始符、数据长度、数据包、校验和、帧结束符; 2) 数据包最大长度不超过 256 字节; 3) 每个发送数据帧和返回数据帧均只包含一条 COS 指令, 多条 COS 指令需要组成多个发送数据帧; 4) 手机数据交换的底层协议封装成 JAR 包以供调

用, 在应用层协议中不体现, 最终 JAR 包提供一个发送数据帧函数调用, 一个返回数据帧调用^[4]。

考虑到智能燃气表多帧命令发送及通信速率等因素, 制定的收发数据帧结构如表 1 所示。数据帧包含帧起始符、数据长度、延时返回和下电控制状态位、命令 ID (UUID)、通道标志、数据域、校验和、帧结束符组成。

1) 帧起始符。固定为 68 H, 1 字节。

2) 数据长度。规定为 1 字节, 代表数据域中数据的长度, 为 HEX 码。对于发送数据帧, 数据长度是发送数据域和将要接收的数据域的长度之和; 对于接收数据帧, 数据长度只是接收数据域的长度。

3) 延时返回和下电控制状态位。1 字节, 高位为命令向表端发送后等待返回的延时时间, 单位为秒; 低位为表端主板是否下电的状态标志, 是为 1, 否为 0。

4) 命令帧的标识 UUID。16 字节, 云端组织 UUID 发送给表端, 表端完成命令后由响应帧返回, 作为云端发送命令帧的 ID 验证。表计每次接收到命令后将 UUID 暂存, 数据处理完毕后, 将暂存的 UUID 号加入到返回数据帧发送出去, 不需要再对 UUID 号记录下来或解析。

5) 通道标志。1 字节, 用于区分不同的通信通道。当燃气表有多种通信通道时, 该通信协议依然有效, 提高通信协议的冗余性。

6) 数据域。需要发送或接受的数据, 主要由 COS 命令组成, 也可以是针对燃气表的专用命令 (如开阀命令、关阀命令、时钟调整命令等)。规定数据域的第一个字节用来说明命令类型, 如果发送的是 COS 命令, 则为 05 H, 对应的返回数据帧该字节为 85 H; 如果发送的是针对燃气表的专用命令, 则为 0AH, 对应的返回数据帧该字节为 8 AH。

7) 校验码。1 字节, 从帧起始符开始到校验码之前的所有各字节的和, 即各字节二进制算术和。接收的数据如果校验和不正确, 则判定为错误数据帧。

8) 帧结束符。固定为 16 H, 1 字节。

表 1 通信协议

说明	代码
帧起始符	68 H
数据长度	L
延时返回和下电控制状态位	01 H/02 H
命令 ID(UUID)	UUID
通道标志	01 H/02 H
数据域	DATA
校验码	CS
帧结束符	16 H

为了保证通信安全可靠和系统的稳定, 必须将通信过程中的异常处理和特殊通信要求问题放在一个比较高的位置, 例如:

1) 客户端在发送数据帧后, 如果在 5 秒钟之内没有收到智能燃气表的应答帧或收到的应答帧判断错误, 则客户端将再次发送数据帧。如果连发三次没有得到应答或应答错误, 客户端标志通信错误, 停止和此智能燃气表的数据通信。

2) 为了减少通信频率过高产生的异常, 设定两个命令帧的发送间隔为 10 秒。

3) 为了减少命令帧个数, 可在应答帧的通信协议中加入随机数 (校验码前)。

4 系统软件设计

系统软件设计有两部分, 客户端软件设计和服务端软件设计, 开发环境均为 eclipse, 开发语言为 Java。

4.1 客户端软件设计

首先, 打开智能燃气表 WiFi 网络, 用户手机通过该网络与智能燃气表建立连接。

然后, 打开客户端软件, 使用用户手机号登陆, 执行抄表功能, 获取燃气表用量、剩余量等数据, 借手机 GPRS 网络上传到服务端。最后执行缴费功能, 缴费流程如图 3 所示。选择充值金额和支付方式 (支付宝或微信), 请求服务器获取调用第三方支付所需参数, 获取参数成功后, 调用第三方 SDK 支付接口, 将参数传入, 判断是否成功调起第三方支付。调起成功后, 应用程序进入后台, 等待第三方支付结果, 同时第三方支付完成支付过程。支付完成后, 可通过第三方或 HOME 键使应用程序返回前台, 并给应用程序返回支付状态, 根据支付状态提示用户充值是否成功。

4.2 服务端设计

服务端工作流程如图 4 所示。服务端接收客户端的抄表数据, 解析数据获取参数, 将数据存入数据库中。客户端执行充值动作时, 服务端返回客户端充值参数并配合第三方支付软件完成充值, 充值成功后, 第三方支付软件返回服务端支付结果, 若支付成功, 服务端将充值金额、充值日期等数据存入数据库中, 同时组织相关充值数据作为参数以 JSON 格式返回给客户端, 客户端接收到数据后, 按照通信协议返回给智能燃气表, 更新智能燃气表数据。

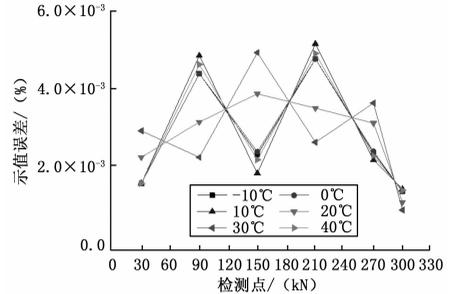


图 4 服务端软件流程

5 系统调试

为了验证系统数据通信的稳定性和数据传输的可靠性, 在实验室条件下, 用嵌入 WiFi 模块的智能燃气表与手机客户端建立连接, 用 PC 机模拟服务端, 再加上手机 GPRS 网络对整个缴费系统进行了模拟测试。打开智能燃气表 WiFi, 客户端接入 WiFi 网络, 使用用户手机号登录客户端, 执行抄表功能, 查看燃气表显示屏显示的数据和客户端抄收的数据, 验证抄收数据与燃气表数据的一致性。然后选择缴费金额及缴费方式为燃气表缴费, 检测客户端软件能否调起第三方支付接口并完成缴费, 查看表端数据、服务端数据和第三方支付软件交易记录, 验证服务端缴费数据与实际缴费数据的一致性。经试验验证, 该系统具有较强的通信稳定性与数据传输可靠性。

6 结束语

系统借助 WiFi、GPRS 无线通信技术, 设计了利用移动设备缴纳燃气费的系统, 有效解决了目前燃气缴费不便的问题。随着移动互联网技术的发展和移动设备的不断普及, 这种便捷的缴费方式在人们的生活中具有重要的意义, 具有广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 杨 顺, 李明明. 基于 ARM 和 WiFi 技术的远程自动抄表系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2013 (11): 3068-3071.
- [2] 李先茂, 费敏锐. 面向智能小区的 WiFi 自动抄表系统研究 [J]. 自动化仪表, 2012 (9): 49-52.
- [3] 黄向华. 电能表的智能手机蓝牙红外抄表系统研究 [D]. 北京: 华北电力大学, 2012.
- [4] 王爱玲, 金 强. 城市燃气智能燃气远传表发展应用研究分析 [J]. 石油规划设计, 2014 (1): 4-6.
- [5] 李 婧. 基于单片机和 WIFI 的温度采集系统 [J]. 电子制作, 2014, 21: 11.

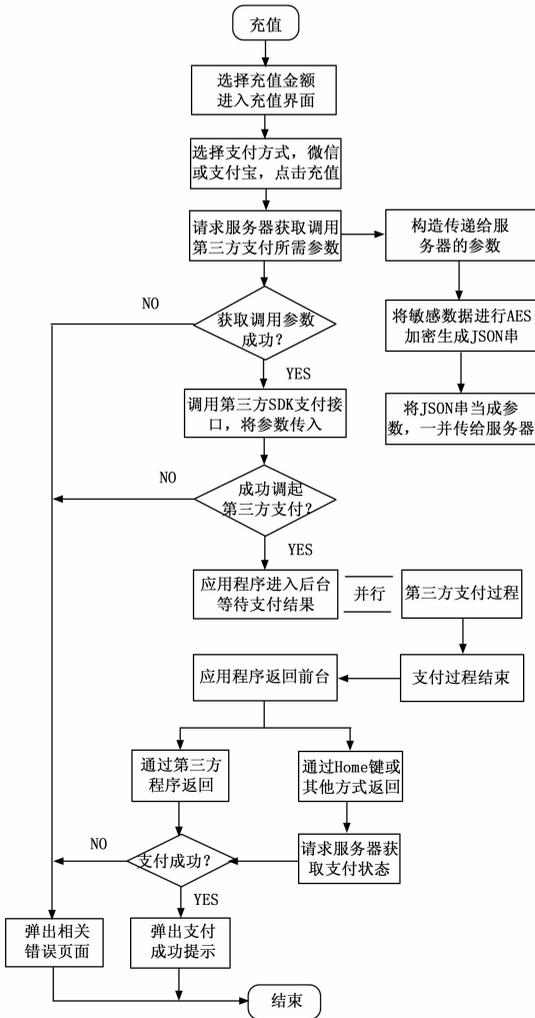


图 3 缴费流程图