

# 基于 ANT 无线网络和 LabVIEW 的智能家居系统<sup>①</sup>

王志勇, 闵 绪, 徐保国

(江南大学 物联网工程学院, 无锡 214122)

**摘 要:** 随着科技的发展, 智能家居开始走向大众, 为了创建一个安全舒适的家居环境, 本文提出了一种智能家居设计方案. 研究以 ARM Cortex-M3 内核微控制器为核心处理器, NRF24AP2 为无线接收模块, LabVIEW 开发人性化操作界面, 通过 GPRS 实现对家居的远程监控, 特有的老人防摔倒检测为单独在家的老人提供更多安全保障. 该系统性能稳定, 在实际运用中取得良好效果.

**关键词:** 智能家居; ANT 无线网络; LabVIEW; 通信技术; 陀螺仪

## Smart Home System Based on ANT Wireless Network and LabVIEW

WANG Zhi-Yong, MIN Xu, XU Bao-Guo

(School of IOT Engineering, Jiangnan University, Wuxi 214122, China)

**Abstract:** With the development of science and technology, smart home is coming to our life, in order to create a good and comfortable home environment, this paper proposes a smart home design program. The research based on the microcontroller with Cortex-M3 Kernel use NRF24AP2 as wireless receiver module, LabVIEW as development platform. This program Remote monitoring users' home by GPRS technology and its anti-fall detection for elderly people at home alone provide more security for the old people, It has a Stable performance in practical use.

**Key words:** smart home; ANT wireless networks; LabVIEW; communication technology; gyroscope

随着科技的进步和数字化时代的来临, 人们对于家居环境的要求日益提高, 智能家居的概念也逐渐走向大众. 智能家居是以住宅为平台, 兼备建筑、网络通信、信息家电、设备自动化, 集系统、结构、服务、管理为一体的高效、舒适、安全、便利、环保的居住环境.

1984 年在美国出现世界上第一幢智能建筑后, 美国、加拿大、欧洲等经济比较发达的国家先后提出了各种智能家居的方案, 并有广泛应用. 近几年, 我国智能家居行业逐渐形成, 可用的、接近现实需求的产品不断增加, 如何建立一个高效率、低成本的智能家居系统已成为当前社会一个热点问题. 目前我国的家庭智能化系统还处于从无到有的初级发展阶段, 家庭智能化系统构成形式和手段还没有统一的标准. 考虑到中国的老年化程度加剧, 孤巢老人人数增多的现象, 系统特别设计防老年人跌倒节点, 该节点佩戴在老年人手腕或

者身体上, 当老年人在家里发生摔倒后, 节点监测到该现象, 迅速将此情况通知设定的手机号码. 系统以 STM32 为微处理器, 通过 ANT 无线网络构建家庭内部通信网络, GPRS 技术来实现远程监控, RS232 总线与 LabVIEW 上位机连接进行家居系统数据的采集和实时更新. 解决了家庭智能嵌入式系统, ANT 无线通信, 家居控制协议还有 STM8L 的低功耗处理等难点, 利用软件算法进一步提高系统稳定性和实用性, 是一个有着良好的学术价值与市场效益的课题.

## 1 系统的整体设计方案

智能家居控制系统是由先进的计算机技术、网络通讯技术、多种传感器等组成, 主要包括传感子节点和主控制器构成的家庭内部无线网络系统与主控制器和外部网络构成的远程通信系统<sup>[1]</sup>. 系统主节点采用具有高性能的 ARM Contex-M3 32 位 RISC 内核的

① 基金项目:江苏省研究生培养创新工程(CXZZ11\_0465);江南大学博士研究生科学研究基金(JUDCF11003)

收稿时间:2013-04-01;收到修改稿时间:2013-04-28

STM32F101 作为微处理器, 通过 NRF24AP2 无线模块与子节点通信, 组成智能家居内部网络, 实现对照明系统, 安防系统, 信息家电等各终端的控制. 主控制器通过 GPRS 模块接入外部网络, 完成家庭内部信息数据与外部网络的通信, 家庭人员可以远距离控制室内的家用电器, 查看相关温湿度等信息. 家居智能系统中可通过 GSM 模块将非正常安防情况和老人摔倒呼救发送到指定的手机上, 提醒相关人员或是直接报警. 主节点通过内部无线网络汇聚传感器数据, 然后经过 RS232 连接 PC 机, 与基于 LabVIEW 的上位机通信进行数据的实时更新和历史数据的存储, 同时也作为网关与外部网络相连, 使用户通过 GPRS 访问数据. 系统控制方案如下图 1.

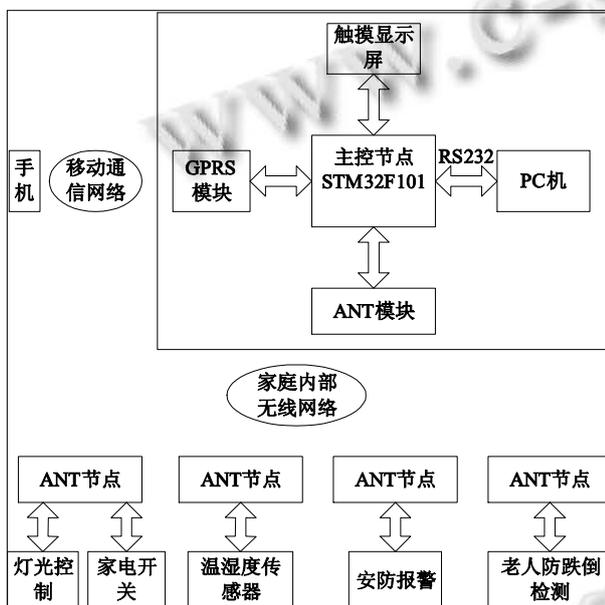


图 1 系统整体控制框图

## 2 系统硬件设计

### 2.1 主控制器硬件结构

家居内部无线网络主要由以 STM32 为微处理器的主控制器和以 STM8L 为微处理器的子节点构成, 整个内部通信通过 NRF24AP2 无线模块的连接, STM32 的工作频率为 32MHz, 内置高速存储器(高达 128K 字节的闪存和 16K 字节的 SRAM), 具有快速处理复杂数据的能力, 安全性也是 STM32F101 的关键特性, 它有着内嵌的复位电路, 双看门狗架构, 一个备用时钟以防主振荡器故障, 并具有防篡改和备份寄存器的功能. 其强大的数据处理能力可以保证整个系统的稳定运行<sup>[2]</sup>.

ANT 无线网络是由 Nordic 等公司发起并推动的超低功耗无线网络标准, 是一种近距离, 复杂度低, 低功耗低成本的无线技术, 可实现及完成 Zigbee 的绝大多数应用场景, 并具有更低的功耗, 更快捷的开发周期. NRF24AP2 芯片具有广播、应答等通信模式; 具备器件搜索与配对, 高达 8 个 ANT 信道, 支持点对点、星形、树形和复杂的网络拓扑结构<sup>[3]</sup>.

主控制模块主要由 STM32 单片机, NRF24AP2 无线模块, SIM900GPRS 模块, 10 寸触摸屏和串口通信模块等构成. 通过 ANT 无线网络实现对子节点数据的采集和控制, 触摸屏的人性化交流界面方面用户使用, 相关人员可通过简单的操作完成对家居环境的控制, 此外 SIM900 模块通过 GPRS 通信技术可与用户的手机直接通信, 用户可直接登录访问家居数据和控制家电门窗, 当安防出现警报时, 用户也会收到紧急信息. 本系统还将主节点与个人 pc 机通过 RS232 串口连接, 基于 LabVIEW 的上位机界面清晰, 操作简单.

#### 2.1.1 GPRS 模块

本系统中通过 GPRS 进行远程的数据通信处理, 采用 SimCom 公司的 SIM900A 模块, 它是一个 2 频的 GPRS/GSM 模块, 工作频段为 EGSM 900MHZ 和 DCS 1800MHZ, SIM900A 中内嵌 TCP/IP 协议, 标准的 AT 命令接口, 可以支持 GSM 语音和短消息, 该模块尺寸小, 功耗低, 工作稳定, GPRS 通信端主要由电源模块, 语音模块, 串口模块, 天线, sim 卡等构成, 可将家居内部网络数据连接到 Internet, 使得家庭人员进行访问控制, 并在屋内安防出现意外时收到短消息报警通知<sup>[4]</sup>.

其通信原理是 SGSN 节点使得通信模块与 GPRS 网络连接, GGSN 节点使得通信终端通过 PPP 协议获得一个随机的 IP 地址, 连接到 Internet, 由此形成完整的无线通信链路. 如图 2 为 SIM900A 的电路原理图.

### 2.2 子节点硬件结构

子节点以 STM8L 为控制芯片并与多个传感器和驱动电路连接用以实现家庭温湿度的检测, 安防报警, 家电控制, 门窗控制等功能, 完成家居的智能化. 对于部分数据采集子节点, 可在不需要发送数据时进入 STM8L 系列的低功耗 HALT 模式来降低能耗, 由 RTC 定时唤醒或者外部按键唤醒<sup>[5]</sup>. SHT11 为具有二线串行接口的单片全校准数字式新型相对湿度和温度传感器, 用来测量相对湿度、温度等参数, 它将温湿度传感器、信号放大调理、A/D 转换、二线串行接口全部集

成一个芯片内,具响应快、抗干扰能力强、性价比高等优点.红外线遥控是目前使用最广泛的一种通信和遥控手段.UPD6121G 红外线遥控装置具有体积小、功耗低、功能强、成本低等特点,可发送编码控制家居内部电视机和空调开关<sup>[6]</sup>.子节点通过 L298N 驱动电机,

实现门窗的开闭.家居中装有烟雾报警器 TA804T,人体红外 TAD-838A 等传感器来实现安防监测,本系统采用符合工业标准的 ANT 网络进行多节点间的数据传输,支持多种无线工作方式,通过星形网络方式在 2.4GHZ 频段进行通信<sup>[7]</sup>.具体硬件系统组成如图 3.

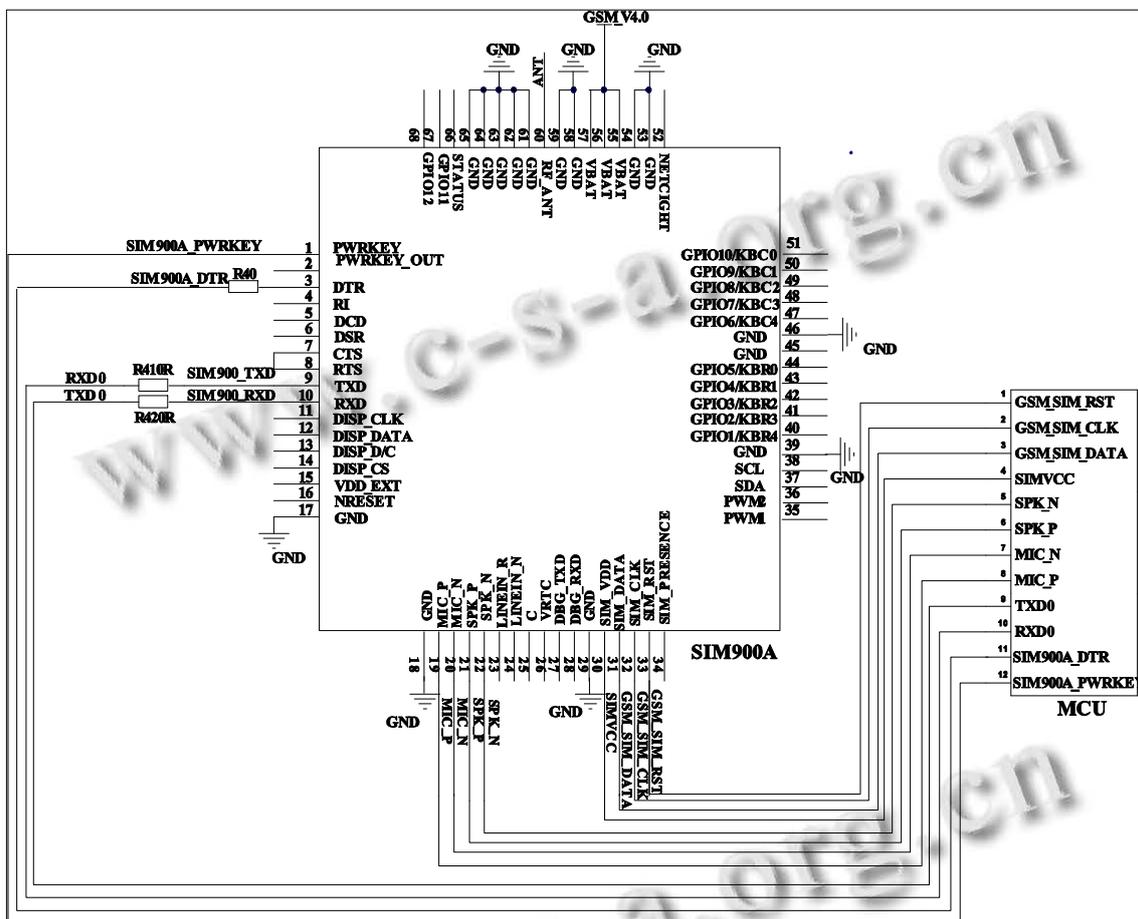


图 2 SIM900A 的电路原理图

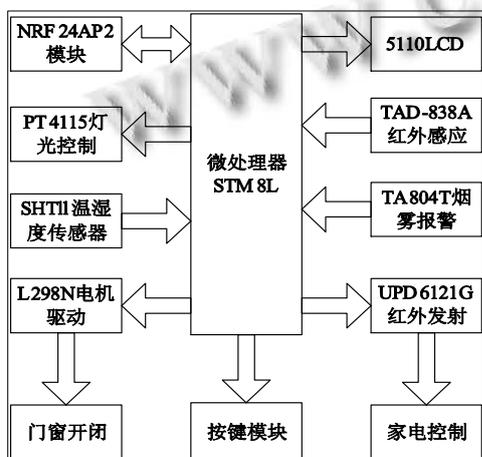


图 3 子节点硬件结构图

### 2.2.1 陀螺仪

MMA7660FC 重力加速度计陀螺仪是飞思卡尔公司生产的 3 轴 g-sensor,它主要用于测量倾斜角,惯性力,冲击力及其震动.系统特有的老人防摔倒检测的原理就是根据人体在不慎摔倒后,这种突然的冲击力震动造成佩戴在老年人手腕或者身体上的 MMA7660FC 内部重力感应数值的变化来判断老人是否摔倒,若在 1 分钟内主控制器没收到老人自己发送的复位信息,会迅速将此情况通知医院或者预先设定手机号码.保证老人独居安全.该传感器有 standby, active and auto-sleep, auto-awake 三种工作模式模式,本系统 MCU 通过 I2C 总线与 MMA7660FC 进行数据

通信, 对其初始化进入 standby 状态并向寄存器中写指令, 使其进入 auto-sleep 模式, 当定时器超时时, 进入 auto-awake 模式, 一旦老人摔倒后产生中断会立刻唤醒报警. MMA7660FC 的硬件管脚如下图 4.

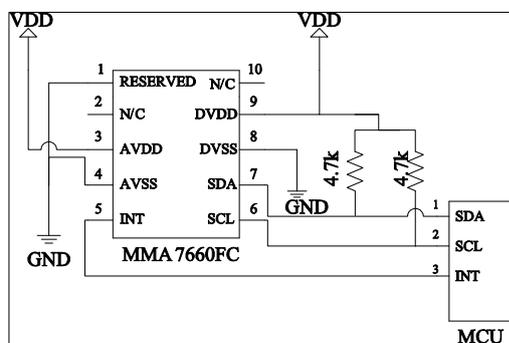


图 4 MMA7660FC 的硬件电路图

### 3 系统软件设计

#### 3.1 控制器软件设计

单片机微处理器的软件开发环境为 IAR Embedded Workbench, 使用的语言为 C 语言, 软件的功能是完成对主控制器和子节点的功能配置, 如无线通信, 屏幕显示, 串口通信等. MCU 可通过 SPI 串行通信对 NRF24AP2 中的寄存器进行访问. 对外的数据帧: 同步字(0XB4 或 0XB5)+数据长度(1 字节)+数据类型标示符(1 字节)+数据字节+校验位(异或前面所有字节, 包括同步字节). 对于多字节字段是低地址存放最低有效字节. 对于一般 ANT 通信的信用处理层处理由两个状态机所组成. 第一个状态机用来设置通信通道, 第二个状态机用来处理每个通道上所接收到的消息. 基本的过程为开始; 设置网络密钥; 分配通道; 设置通道 ID; 设置消息周期; 设置射频频率; 开启通道. 初始化部分代码如下:

```
ANT_SetNetworkKey(0,
DEFAULT_NETWORK); //网络号 0, 公共密钥;
ANT_AssignChannel(CH2,
ANT_DEVICE_TYPE_RECEIVE_ONLY,0); //分配通道,
参数说明: (通道号: 2, 通道类型: 单项接收通道, 网络
号: 0)
ANT_SetChannelRFFreq(CH2,66);
//设置通道 2 频率为 2466MHZ
ANT_SetChannelId(CH2,5,1,1);
//通道 ID 设置, 参数说明: (通道号 设备号 设备
类型 传输类型)
ANT_SetChannel Period(CH2, 32768/4);
```

//消息周期为 4HZ

ANT\_OpenChannel(CH2); //打开通道 2

主控制器和子节点通过无线 ANT 网络通信, 当节点成功接收并确认是发送给自己的正确的数据包后, 将反馈给发送方一个数据包表示确认, 然后执行其指令. 当接收方收到反馈后, 将停止发送相同信息, 否则, 100ms 后会重新发送直到收到反馈. 下图 5 为系统的软件流程图.

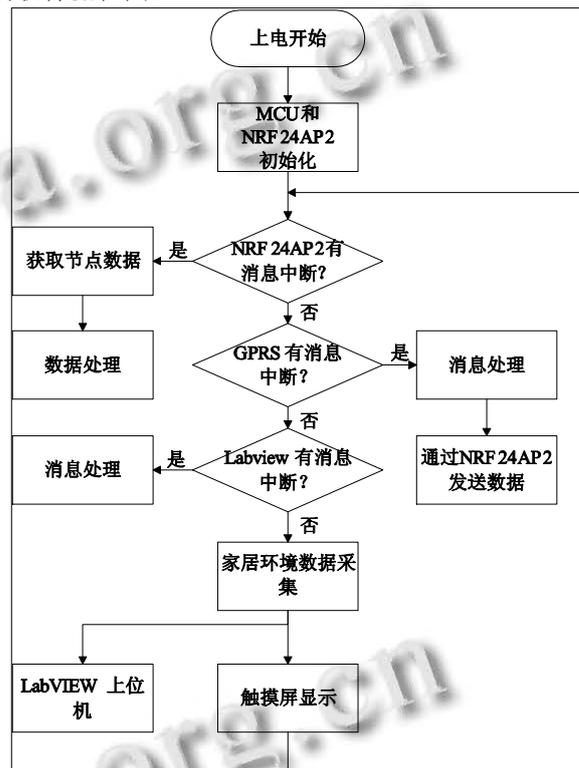


图 5 主控制器软件流程图

#### 3.2 上位机软件设计

LabVIEW 是美国 NI 公司推出的一种图形化的编程语言的开发环境, 它广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受, 视为一个标准的数据采集和仪器控制软件. LabVIEW 集成了与满足 GPIB、VXI、RS-232 和 RS-485 协议的硬件及数据采集卡通讯的全部功能. 它支持多种系统, 多种总线<sup>[8]</sup>.

家居的智能化离不开大量的数据, 而对于数据的采集和处理系统主要由 LabVIEW 编写的上位机完成, 当温度超过设定的上下线时, LabVIEW 可以发出警告, 可自动开启空调达到适应温度, 或者由用户自己通过上位机操作. 同样对于屋内的湿度, 当他超过预设的范围时, LabVIEW 上位机可发出警告, 自动开窗或关

窗. 实现家居的完全智能化. LabVIEW 强大的数据处理能力可以将屋内历史数据实时存储在上位机中的数据库中, 方便用户查阅, 管理. 相关数据既可生成表格形式, 也可以直接形成曲线图, 完全的人性化管理界面. 下图 6 为本系统温度显示界面, 可以随时调出数据库中任意时段的数据, 如客厅温度, 卧室温度等, 并可形成一组函数曲线图, 一目了然.

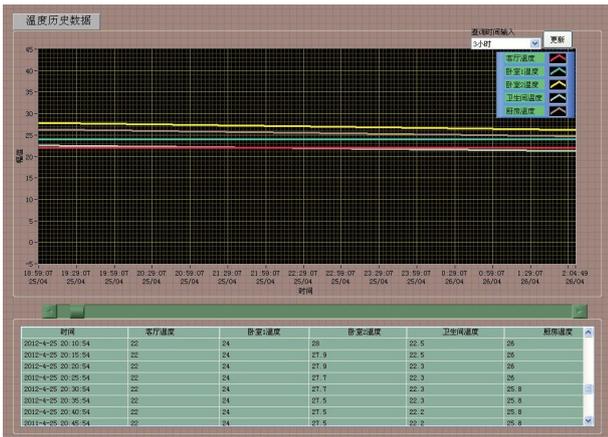


图 6 LabVIEW 温度显示界面图

LabVIEW 与 PC 机通过 RS232 串口通信, 通信使用仪器 I/O 中 VISA 驱动, 调用子 VI 如下: VISA 配置串口.VI,VISA 写入.VI,VISA 读取.VI,VISA 关闭.VI. VISA 串口配置用于初始化串口, 配置端口号, 波特率, 读取延迟时间等. 数据由主控制器通过串口发送, LabVIEW 接收到温度, 湿度等参数后, 可以在显示在上位机的同时存入数据库, 本系统使用的是 ACCESS 数据库, 易于操作<sup>[9]</sup>. LabVIEW 与数据库之间通过 LABSQL FUNCTION 接口. 主要调用 ADO Connect Create.VI, ADO Connection Open.VI,SQL Execute.VI, ADO Connection Close.VI, ADO Connection Destroy.VI 等子 VI.通过“insert into”, “select”等语句添加调用数据库, 在此之前要连接数据源, LabVIEW 中常用的数据源连接方式有 3 种: 使用 ODBC 设定系统数据源的方式连接; 使用 UDL 文件的方式连接数据源; 以字符串的形式输入连接信息. 程序采用第一种 ODBC 设定系统数据源即可实现 LabVIEW 与 ACCESS 之间的数据通信. 下图 7 为程序中串口接收数据存入数据库的子 VI.

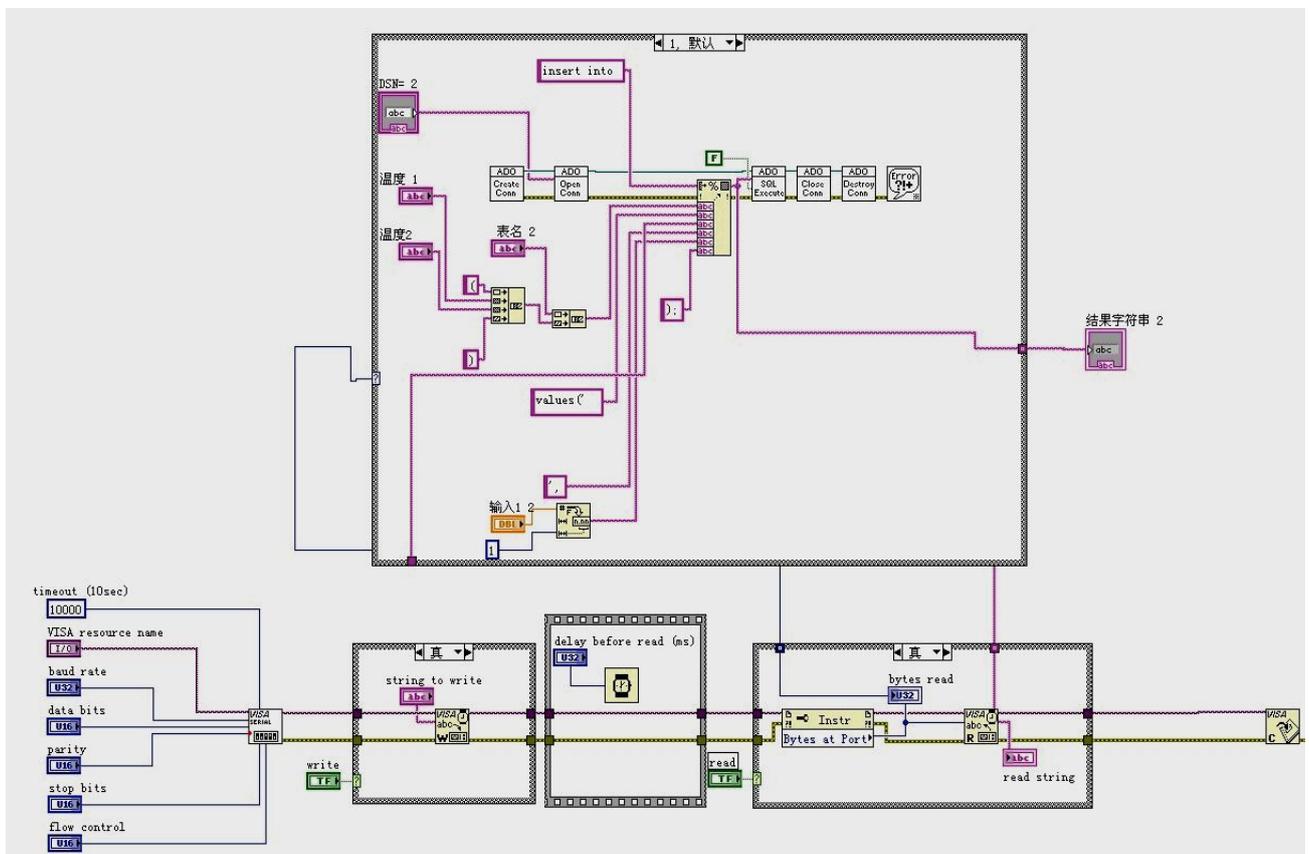


图 7 LabVIEW 连接数据库子 VI 图

#### 4 结语

本系统充分利用 STM32F103VC 丰富的外设与高速处理能力,解决了基于 STM8L 和 NRF24AP2 的无线通信协议,子节点 STM8L 的低功耗处理还有老人防跌倒检测等问题,另外本系统利用基于 LabVIEW 的上位机软件方便快捷的处理各种实时数据,并对历史数据进行存储访问.实验产品的效果令人满意,具有可靠的稳定性和实时性.该设计方案具有广阔的应用领域和良好地应用前景.

#### 参考文献

- 1 张鸿恺,伍超.智能家居及其发展研究.黑龙江科技信息,2008,5(32):266-267.
- 2 李宁.基于 MDK 的 STM32 处理器开发应用.北京:北京航空航天大学出版社,2008.12-18.
- 3 谭晖.NRF24AP2 单片 ANT 超低功耗无线网络原理及高级

应用.北京:北京航空航天大学出版社,2011.15-30.

- 4 于德会,王华新.基于单片机和 GPRS 远程监控系统的设计.科技创新导报,2011,1(3):48.
- 5 陈国照.STM8 系列单片机的开发与应用.甘肃冶金,2011,33(2):114-115.
- 6 陈上挺,谢文彬,游颖敏.基于 STM8 的红外与超声波测距仪设计.电子技术应用,2011,37(9):33-35.
- 7 黄磊,付菲,闵华松.基于 ZigBee 技术的智能家居方案研究.微计算机信息,2009,25(5):71-73.
- 8 习升鸿,戴瑜兴,李展翅.基于 LabVIEW 的远程监控系统设计与实现.智能电器及计算机应用,2007,7(2):18-20.
- 9 Gomez-de-Gabriel JM, Mandow A. Fernandez-Lozano J, García-Cerezo AJ. Using LEGO NXT mobile robots with LabVIEW for undergraduate courses on mechatronics. IEEE Trans. on Education, 2011, 54(1): 168-169.

(上接第 102 页)

#### 4 结语

基于以 S3C2410 为主控制器,TC35i 模块为短信通信平台和以射频收发器 CC2430 建立的短距离无线网络设计了停车场的车辆防盗报警系统,通过模拟现场实验,结果表明该系统可以灵敏地感应到是否是盗贼的入侵,有效地降低了误报警的概率,并具有一定的准确性和可靠性.此设计还具有结构简单、安装方便、扩展性好和适应性强等特点.

#### 参考文献

- 1 张梅红,魏冬至.汽车防盗系统综述.第四届河南省汽车工程科技学术研讨会论文集,2007,HNSAE07005:12-14.
- 2 徐凯,张秋菊,李克修,盛卫峰.基于 ZigBee 的水产养殖无线

监控系统设计.电子技术应用,2012,38(4):67-69.

- 3 Farahani S. Zigbee Wireless Networks and Transceivers, America: Newnes, 2008.
- 4 陈刚,李叶紫,胡辉.基于 GSM 的车辆防盗抢系统设计与实现.电气自动化,2005,27(6):48-49.
- 5 宁炳武,刘军民.基于 CC2430 的 Zigbee 网络节点设计.电子技术应用,2008,3:95-99.
- 6 马平,吕锋,杜海莲,王瑞,牛成林.多传感器信息融合基本原理及应用.控制工程,2006,13(1):48-51.
- 7 夏飞.基于 Z-Stack 协议的无线传感器网络节点研究.电子元器件应用,2009,11(12):74-76.
- 8 吕向锋,高洪林,马亮,王新华.基于 LabVIEW 串口通信的研究.国外电子测量技术,2009,28(12):27-30.