

Design of Multifunctional Measuring System Based on Intelligent Vehicle^{*}

WANG Yanwen^{1*}, WANG Ershen^{1*}, ZHAO Zhijie², FENG Linan¹, QIN Zhiyu²,
ZHOU Xuyang³, GUO Hui¹, LI Hucheng³

(1. School of Electronic and Information Engineering, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China;
2. School of Aerospace, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China;
3. School of Innovation, Shenyang Aerospace University, Shenyang 110136, China)

Abstract: With the rapid development of construction engineering, ranging technology has been paid more and more attention. For solving the problem that people can not obtain the measured data manually in the terrible working environment, a multifunctional measuring system based on intelligent car is designed. The measuring system organically mixes with Arduino microprocessor, ultrasonic ranging module, 2.4G wireless communication module, GSM module and rocker module to realize the directional movement under the control of the joystick, data's measuring, displaying, transmitting and other functions, and it can send the information to the remote PC monitoring terminal. The hardware and software and PC monitoring software is studied. The experimental results show that this system can realize the data's measurement and transmission and work stably.

Key words: intelligent vehicle; ultrasonic distance measurement; GSM wireless communication; PC monitoring
EEACC: 7210B doi: 10.3969/j.issn.1005-9490.2019.01.035

基于智能小车的多功能测量系统设计^{*}

王延文¹, 王尔申^{1*}, 赵志杰², 冯立男¹, 秦志宇², 周旭阳³, 郭 辉¹, 李虎成³

(1. 沈阳航空航天大学电子信息工程学院, 沈阳 110136; 2. 沈阳航空航天大学航空宇航学部, 沈阳 110136;
3. 沈阳航空航天大学创新学院, 沈阳 110136)

摘 要: 随着建筑工程的飞速发展, 测距技术愈来愈受到人们的重视。为了解决实际恶劣工作场合人们无法通过手动测量获得数据的问题, 设计了基于智能小车的多功能测量系统。该测量系统将 Arduino 微处理器、超声波测距模块、2.4G 无线通讯模块、GSM 模块、摇杆模块等有机融合, 实现了测量小车在摇杆控制下的定向移动, 在行进过程中完成数据的测量、显示、传输等功能, 并将采集的信息传输到远程的 PC 监测终端。文中研究了该系统的软硬件设计, 研究了 PC 端监测软件的设计, 给出了系统实验测试结果, 结果表明: 该测量系统可以完成数据的测量、传输等功能, 系统工作稳定。

关键词: 智能小车; 超声波测距; GSM 无线通讯; PC 监测

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1005-9490(2019)01-0184-05

工程测量技术主要研究工程建设在勘测、规划、设计、施工各个阶段的测量技术和方法^[1], 广泛应用于国土、建筑、市政、交通、农林、采矿等各种工程领域。“智能测量车”是由按照工程测量仪器的要求, 创新性地设计并优化装备了稳定性良好的测量仪器、设备。满足

了对微生物、有毒有害有机物、重金属和农药兽药残留等常见的不利于人工测量的要求, 同时具备对环境等领域部分参数进行现场检测的能力^[2]。“智能测量车”可以提升服务水平, 并且随着各种大型和精密建设工程的急剧增多, 使工程测量服务领域不断拓宽。

项目来源: 国家级大学生创新训练项目(S1701023, 110418079); 辽宁省大学生创新训练项目(110418093); 沈阳航空航天大学大学生创新训练项目(X1701127, X1701018, X1701152, X1701160, 110418077, 110418088)

收稿日期: 2017-12-15 **修改日期:** 2018-02-19

1 系统总体设计

采用 Arduino UNO 作为多功能智能测量车的核心处理器, Arduino UNO 以 ATmega328 为核心, 同时具有 14 路数字输入/输出, 其中 6 路可以作为 PWM 输出, 6 路模拟输入, 功能强大且使用方便, 相比于其他处理器具有其独特的优势^[3]。多功能智能测量系统由终端

测量车以及 PC 监测端组成。终端测量车由 Arduino 微处理器、L298N 电机驱动模块、摇杆模块、GSM 模块、2.4G 无线通讯模块组成, 可实现一个双驱小车在摇杆控制下的全方位移动、超声波测距以及数据显示和传输等功能。PC 监测端由 Arduino 微处理器、2.4G 无线通讯模块以及 PC 监测软件构成, 可将终端传来的数据显示在 PC 监测软件上。

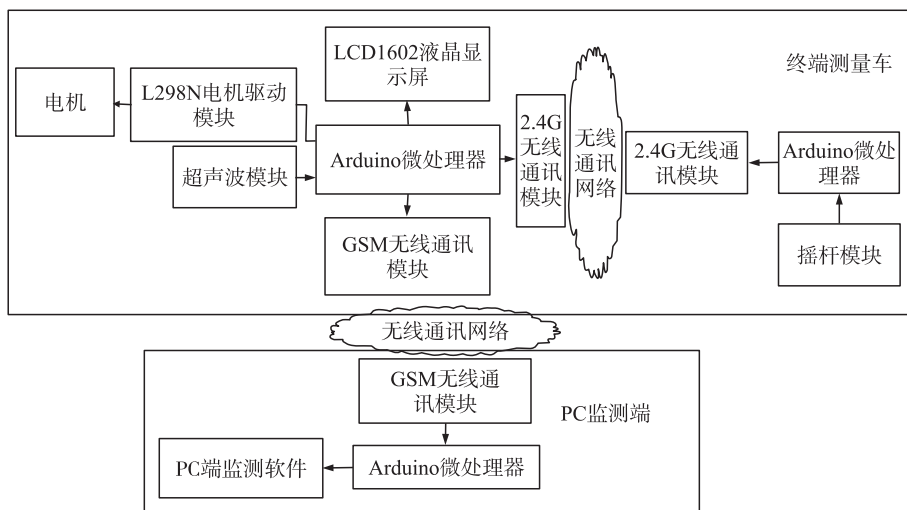


图 1 系统原理总体结构框图

终端测量车由测量小车以及手柄控制端组成。手柄控制端由 Arduino 微处理器、2.4G 无线通讯模块以及遥感模块组成, 可实现手柄控制信号的处理与发送, 从而实现对小车的轨迹控制。PC 监测端可将终端传来的信号进行解析, 并将信息显示在 PC 监测软件。

到返回的时间^[4]。则测得到的距离为: (高电平持续时间 $\times$ 声速(340 m/s))/2; 将该模块的 VCC 引脚接到+5 V 电源、Trig(控制端)与 Echo(接收端)分别接到微处理器的 3、4 引脚、GND 接到微处理器 GND 引脚, 其接口电路如图 2 所示。

2 系统硬件详细设计

2.1 超声波测距模块设计

智能测量车的测距原理是利用超声波发射器向某一方向发射超声波, 在发射时刻的同时开始计时, 超声波在空气中传播, 途中碰到障碍物立即返回, 超声波接收器收到反射波就立即停止计时^[3]。超声波在空气中的传播速度为 340 m/s, 根据计时器记录的时间 t , 就可以计算出发射点距障碍物的距离 (s), 即: $s = 340t/2$ 。通过分析单片机获取的信号以及定时器所得的时间值得出最终的距离值。

设计中采用超声波模块 HC-SR04 作为本系统的测量模块, 执行发射超声波与接收任务。该模块具有性能稳定、测量距离精确、盲区小等特点。采用 I/O 口 Trig 触发测距, 输出至少 10 μ s 的高电平信号; 模块自动发送 8 个 40 kHz 的方波, 自动检测是否有信号返回; 有信号返回, 通过 I/O 口 Echo 输出一个高电平, 高电平持续的时间就是超声波从发射

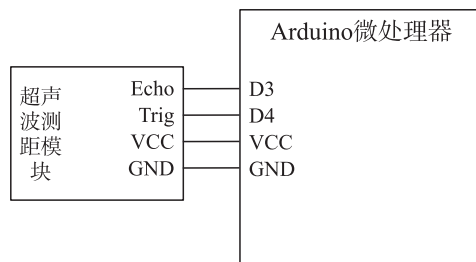


图 2 超声波模块接口电路

2.2 2.4G 无线通讯模块设计

2.4G 无线通讯模块利用 2.4 GHz 无线传输技术进行信息的传递, 模块间传输距离可达 200 m, 并可以利用串口间的 AT 指令实现对该模块的控制^[5]。设计中选用两个 2.4G 无线通讯模块分别作为信息的发射模块与信息的接收模块。利用 USB-TTL 模块与串口助手分别对两个 2.4G 无线通讯模块进行配置。2.4G 无线通讯模块具有两种模式——设置模式和透传模式。使两个 2.4G 无线通讯模块分别进入设置模式, 利用串口助手对这两个模块进行配置, 定义模块 1 为信息的发射模块, 模块 2 为信息的接收模块; 将

串口助手的波特率设为 9 600 bit/s, 分别选取模块 1 与模块 2 的串口号, 打开串口并利用 AT 指令进行配置。分别对两个 2.4G 无线通讯模块输入“AT+RESET”使模块初始化, 模块 1 输入“AT+TID=1234567890”, 设置模块的发送 ID 为: 1234567890, 模块 2 输入“AT+RID=1234567890”, 设置模块的接收 ID 为: 1234567890。设置完成后, 将两个 2.4G 模块分别接入 Arduino 的微处理器。控制终端的 2.4G 模块的命令控制引脚“CMD”连接至 Arduino 的“VCC”引脚, “VDD”引脚连接至 Arduino 的“VCC”引脚, “GND”引脚连接至 Arduino 的“GND”引脚, “RXD”与“TXD”分别与 Arduino 的虚拟串口引脚 D6(TXD)、D7(RXD)连接, 通过串口间的通信, 实现信息的传递。其接口电路如图 3 所示。

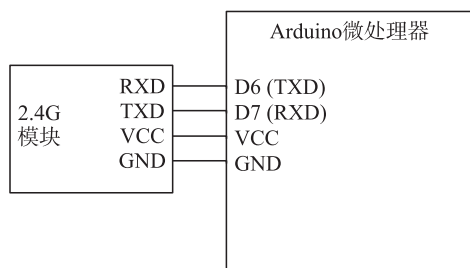


图 3 2.4G 模块接口电路

2.3 GSM 无线通讯模块设计

设计中采用 GSM/GPRS 模块是 SIM900A GSM/GPRS 模块。其中, 基带信号处理器是 G600 通讯模块的核心部分, 它的作用相当于一个协议处理器, 用来处理外部系统通过串口发送过来的 AT 指令。射频部分主要实现信号的调制与解调, 实现外部射频信号与内部基带处理器之间的信号转换^[6]。GSM 模块与 Arduino 的虚拟串口 8(TXD)、9(RXD)相连, 通过串口间 AT 指令, 实现信息的传递。其接口电路如图 4 所示。

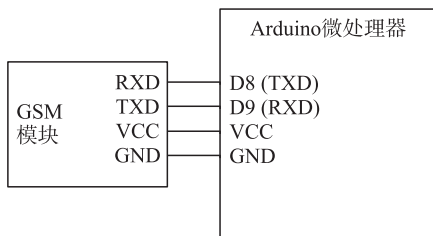


图 4 GSM 模块接口电路

3 系统软件详细设计

系统软件主要包括以下几个功能: 超声波模块数据接收处理、GSM 模块信息的发送与接收、2.4G 模块通讯、PC 端监测软件设计、液晶显示、摇杆模块控制等。

3.1 超声波模块测距程序设计

HCSR-04 模块主要是对超声波的发出与接收, 接收信号流程为: 初始化定时器, 然后启动内部时钟 T_0 , 将 Trig 和 Echo 端口置低, 向 Trig 输送至少 10 μ s 的高电平脉冲, 此时 HCSR-04 发出 8 个方波, 捕捉 Echo 端输出上升沿, 同时, 打开定时器开始计时, 捕捉 Echo 的下降沿, 捕捉到的同时将计算的数据传入下一端口, 显示在显示屏上; 若未收到返回声波, 则继续接收声波, 直到接收到声波为止^[8], 采用归一化回波包络信号的方法提高超声波测距精度^[9]。

其程序流程如图 5 所示。

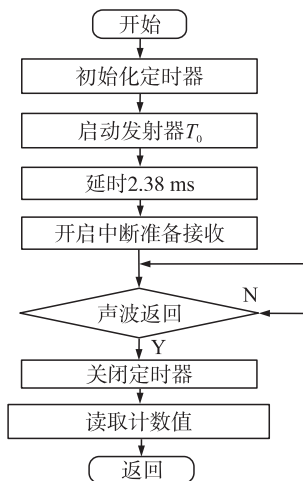


图 5 超声波模块子程序流程图

3.2 GSM 模块程序设计

GPRS/GSM 模块程序主要包括信息的发送与接收程序两部分。测量的距离以及时间、位置等信息经打包后, 由 GSM 模块发出。首先发送指令 AT+CSCS="GSM", 设置 TE 字符集为缺省字符集; 后发送指令 AT+CMGF=1, 设置短信息的模式为文本格式; 发送 AT+CMGS="photo", 该指令用于发送短信, 在"GSM"字符集下, 最大可发送 180 bit 的英文字符, 其中 photo 为需要发送至手机的手机号码^[9]; 其后可以输入短信的信息; 最后发送结束指令"1A", 将信息发送至 PC 监测中心。

为了确保信息能够完整准确地发送到 PC 端, 采用对指令发出后对其加以应答的方式来对每一步是否成功进行确认。当对 GSM 模块写入 AT 指令时, 若指令返回都为 OK 时, 则继续进行下一步, 若有一步指令发出后, 未在 5 s 内得到应答, 则使上一步指令重新输出, 直至接收到返回指令"OK"为止, 当终端测量车的 GSM 模块将信息发送出去后, 便停止工作, 等待 PC 端的指令。当 PC 接收端接收到信息后, 便会对终端车的 GSM 模块进行应答, 表示已接收到信息, 终端测量车的 GSM 模块接收到信息

后,便会继续测量并发送数据,这样保证了信息可以准确地发送至 PC 接收端。

PC 监测中心中的 GSM 模块接收到信息后,首先发送指令 AT+CMGF=1,设置短信息的模式为文本格式;发送 AT+CSCS="GSM",设置 TE 字符集为缺省字符集;发送 AT+CNMI=2,1,设置新消息指示,当收到新消息,且 SIM 卡未满时,SIM900 模块会返回数据给串口,存储在 SIM 卡,此时可以发送指令 AT+CMGR=?,查看存储在 SIM 卡的消息内容,并读取信息。

3.3 PC 端接收软件设计

PC 端的接收软件是利用 Visual Studio 2010 的 MFC 工程研发设计的。Visual Studio 2010 是微软公司推出的开发环境,是目前最流行的 Windows 平台应用程序开发环境,采用这个软件进行界面设计可以自动设置开始页,使设计更简便,效率更高,兼容传统的 VB6.0,使设计的界面更能满足用户的需要^[10]。本设计的 PC 端接收软件操作简便且具有良好的的人机界面,名为“串口 V2”。

设计过程中,首先设置将要打开的串口逻辑名 lpfilename、串口访问类型(dwDesiredAccess)、指定共享属性 dwsharemode 为 0、引用安全性属性结构(lpsecurityattributes)、设置创建标识为 OPEN_EXISTING、设置文件属性为 FILE_FLAG_OVERLAPPED,允许对文件进行重叠操作。串口的配置需要采用 DCB 结构进行,这个结构体中包含了诸如波特率、数据位数、奇偶校验和停止位数等信息。在查询和配置串口属性时,都要用 DCB 结构作为缓冲区。利用 CreateFile 打开口之后,调用 GetCommState 函数来获取串口的初始配置,修改串口的配置时,应该先修改 DCB 结构,然后再调用 SetCommState 函数设置串口。调用 SetupComm 函数设置串口的输入和输出缓冲区的大小,使其可容下一条测量数据。在用 ReadFile 和 WriteFile 读写串口时,需要考虑超时问题。超时的作用是在指定的时间内没有读入或发送指定数量的字符,ReadFile 和 WriteFile 的操作依然会结束。调用 GetCommTimeouts 函数查询超时设置,该函数会填充一个 COMMTIMEOUTS 结构,调用 SetCommTimeouts 可以用某一个 COMMTIMEOUTS 结构的内容来设置超时。串口的读写采用 ReadFile 和 WriteFile 函数,其同步还是异步都由 CreateFile 函数决定,如果在 CreateFile 创建句柄时制定了 FILE_FLAG_OVERLAPPED 标志,则调用 ReadFile 和 WriteFile 函数是重叠的,如果未指定重叠标志,则读写操作应该是同步的。如果操作成功,这两个函数

都返回 TRUE,当都返回 FALSE 时也不一定就是失败的,应该调用 GetLastError 函数分析返回的结果,如果返回值是 ERROR_IO_PENDING,说明重叠操作未完成。

该软件类似一个串口监视软件,有两个示例编辑框,一个是串口信息发送端,一个是串口信息接收端,分别负责串口信息的发送与接收。主要的操作部分包括两个下拉菜单以及 4 个按键,第 1 个下拉菜单负责对需要监视的串口进行选择,一共有 15 个串口可以进行选择;第 2 个下拉菜单负责对串口波特率进行选择;4 个按键分别具有打开串口、发送数据、清除数据以及退出的功能。终端测量车发送来的信息通过 Arduino 解析,由串口将信息发送至 PC 上位机软件,上位机软件可对信息进行处理,并将处理后的信息显示在上位机软件的“接收”端。

4 实验测试与结果分析

利用实际设计的系统进行测试,首先打开 PC 监测软件,选择串口为“com1”,波特率为 9 600 bit/s。打开智能测量车的开关,使小车开始运行,超声波测距模块开始工作,将小车置于实际环境下,控制小车在间距相同的廊道内直线行走,同时将测量的距离等信息发送至 PC 监测软件上。PC 监测软件显示的数据中,L 表示左侧超声波测量数据,R 表示右侧超声波模块测量的数据。由测量的数据可知:将测量的结果与实际参考距离比较,误差为 0.1 cm 左右。造成测量误差的原因是由于超声波在实际环境中不稳定,易受外部因素影响,如噪音,温差,以及空气流速与湿度。实验测量距离数据结果如图 6 所示。

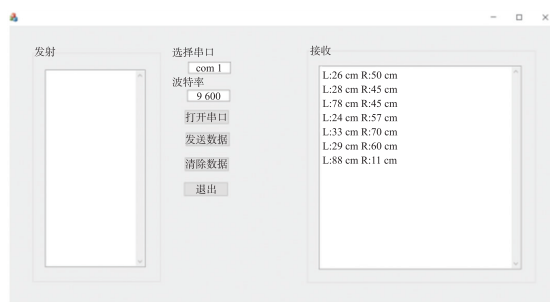


图 6 距离测量结果

5 结论

文中研究了基于智能小车的多功能测量系统设计,对多功能智能测量系统的超声波数据测量、传输,测量终端的无线控制以及 PC 监测软件设计等内容进行了详细设计,对提高测量精度以及系统的抗干扰方面进行了研究,给出了系统相应的实验测

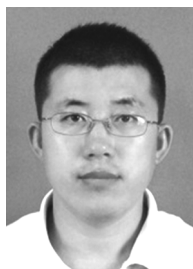
试结果。该多功能智能测量系统具有操作简便、功能扩展方便等特点,对相关测量系统的设计有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 郅剑文,贾方秀,李兴隆,等. 基于组合测距的无线传感器网络自定位算法[J]. 传感技术学报,2016,29(5):739-744.
- [2] 张敏,刘永新,杜奇伟,等. 多功能测控装置电参量测量算法融合方法[J]. 电力系统自动化,2014,38(8):104-106.
- [3] 沈雪,杨鼎成. 基于 Analog Discovery 的多功能有源滤波器实验系统设计[J]. 实验科学与技术,2017,5(16):76-79.
- [4] 赵丽娟,秦勇. 超声波作用对改善煤储层渗透性的实验分析[J]. 天然气地球科学,2014,25(5):747-751.
- [5] 莫小锦,周严. 基于射频技术与无线网络的温湿度远程监测系统[J]. 传感技术学报,2011,24(10):1501-1505.
- [6] 曹洁,郭春禹. GSM 模块对终端 GPS 数据的通信实现[J]. 电子测量与仪器学报,2010,24(11):1068-1073.
- [7] 张锋. 多功能工业控制平台研究与设计[J]. 机电工程技术,2017,46(10):31-354,.
- [8] 漆军,刘国平. 基于无线传感网络和超声波的室内定位系统的设计与实现[J]. 控制与决策,2017,5(14):1-7.
- [9] 温锐彪. GSM 移动通信基站对周围环境电磁辐射影响[J]. 生态环境学报,2011,6(7):1158-1160.
- [10] 颜瑞,李芳,何梦. 基于 Android 系统的五维手写信息采集设备的设计[J]. 传感技术学报,2016,29(2):220-225.



王延文(1998-),女,辽宁辽阳人,本科,主要从事电子系统设计研究;



王尔申(1980-),男,辽宁辽阳人,博士,教授,主要从事卫星导航、GNSS 信号处理算法研究,wanges_2016@126.com。