

doi: 10.7690/bgzdh.2020.02.006

4G 网络装备车辆远程监控系统

江鹏程¹, 李志浩², 齐晓辉²

(1. 陆军装甲兵学院车辆工程系, 北京 100072;

2. 哈尔滨工业大学(威海)信息科学与工程学院, 山东 威海 264209)

摘要: 为解决我军二代装备在状态感知、信息化自动化水平偏低的问题, 设计一套基于 ARM+4G+传感器架构的车载远程监控系统。以非总线装备车辆作为研究对象, 介绍系统硬件各模块的功能及实现流程, 对车载终端装备信息采集模块、数据传输模块和服务器端远程监控平台进行设计, 完成系统总体搭建, 并对系统进行实际测试。测试结果表明, 该系统能够很好地实现装备信息非接触采集与远程实时传输。

关键词: ARM; 4G 网络; 传感器; 车量装备; 远程监控

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A

4G Network Armored Vehicle Remote Monitoring System

Jiang Pengcheng¹, Li Zhihao², Qi Xiaohui²

(1. Department of Vehicle Engineering, Army Armored Academy, Beijing 100072, China;

2. College of Information Science & Engineering, Harbin Institute of Technology, Weihai 264209, China)

Abstract: For solving the problem that the second generation of our military equipment is low in state sensing and information automation, design vehicle remote monitoring system based on ARM+4G+ sensor architecture. Taking non-bus vehicle as research target, function and realization process of system hardware is introduced, the vehicle terminal equipment information collection module, data transmission module and server-side remote monitoring platform are designed, the system overall framework is established, and the test is carried out on system. The test results show that the system can achieve non-contact acquisition and remote real-time transmission of equipment information.

Keywords: ARM; 4G network; sensor; vehicle equipment; remote monitoring

0 引言

我军现役二代非总线装备, 没有充分利用军事互联网、大数据、云计算等先进技术, 状态感知、信息实时采集的自动化水平偏低, 信息化、智能化也滞后于实现了精细化保障的带有总线的三代装备^[1]。在信息化主导的现代陆军转型建设新形势下, 针对数量庞大、类型众多的二代装备, 其状态信息的感知, 为云平台可信、可用是亟待解决的难题^[2-3]。

为改进这种状况, 笔者设计基于 ARM 微处理器与 4G 网络的装备信息采集、实时传输的远程监控系统。该系统以 ARM 微处理器为核心, 控制传感器采集装备车辆状态信息, 将采集到的数据通过 4G 无线网络实时传送至远程服务器端。系统能够实现实时传输, 不受距离、时间和空间的影响, 为我军二代装备状态感知提供参考依据。

1 系统总体设计

系统总体设计包括车载终端和远程监控端设

计。车载终端采用模块化设计方法, 包括硬件和软件的设计^[4]。

笔者选取某非总线装备车辆作为研究对象, 利用嵌入式测试、非接触参数感知、4G 无线网络实时传输和计算机等技术完成系统搭构建。车载终端是以 STM32F407 芯片为核心的电路板, 设计车载终端软件, 通过 STM32F407 控制传感器实现现场数据自动采集, 使用 4G 网络将数据实时传送至远程服务器端监控平台。监控平台是运行在具有公网 IP 服务器上的上位机软件, 对接收到的数据进行相关解析、显示和存储操作, 同时可以向车载终端下发控制指令, 即通过 4G 网络实现车载终端与监控平台的无线通信。监控系统总体框架如图 1。

根据系统采用的传感器类型对采集到的车辆状态信息分类, 通过非接触测量车辆位置、姿态、速度、加速度、温度等非接触数据, 运用数据分析、处理、融合的方式判断车辆的动用状态, 计算行驶里程、油量消耗、弹药消耗等信息, 实现系统对装

收稿日期: 2019-11-02; 修回日期: 2019-12-18

作者简介: 江鹏程(1980—), 男, 湖北人, 博士, 副教授, 从事装甲车辆状态监测、控制与诊断技术研究。E-mail: gu_gu_gu_peng88@163.com。

备车辆状态的远程监控。

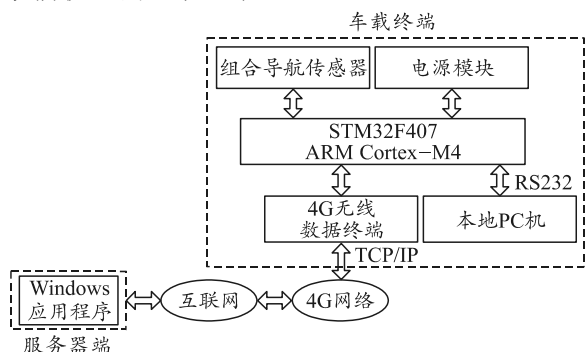


图 1 系统整体框架

2 系统硬件设计

系统硬件设计采用的模块主要有微处理器模块、传感器采集模块、数据传输模块。这些模块由 STM32F407 芯片、组合导航传感器 INS550、TD-LTE 无线数据终端、RS232 通信串口等重要部分组成。车载终端硬件如图 2 所示。

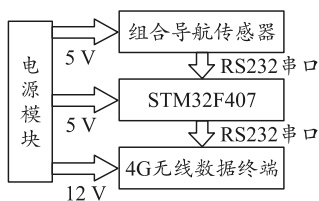


图 2 车载终端硬件

2.1 微处理器模块

笔者选用 ST 公司开发的 STM32F407 作为主处理器。STM32 是基于 ARM Cortex(tm)-M4 内核的 32 位微控制器^[5]，主频为 168 MHz，处理性能高达 210 MIPS，片内集成 FPU 和 DSP 指令，并具有 192 KB SRAM、1204 KB FLASH，电流消耗为 38.6 mA，具备高性能、低成本和低功耗等优点^[6-7]。

STM32F407 一方面完成传感器对装备信息的采集；另一方面通过控制无线数据终端将采集到的组合导航数据包实时传送到远程服务器端监控平台，是整个数据采集控制终端的核心。

2.2 传感器模块

系统选用的传感器为组合导航传感器 INS550，组合导航传感器能够获取车辆装备的位置、姿态、加速度、速度和温度等车辆状态信息，以数据包形式通过 RS232 串口通信传送至处理器。该传感器需要 5 V 直流电源电压供电，输出数据包大小为 58 字节，输出频率为 100 Hz，数据包前 3 个字节为验证字节 BD DB 0B，连接 STM32 的 USART 口实现数据包接收，STM32F407 内置 6 个 USART 串行通信

接口，完全支持 RS232 协议，具有很高的传输速率^[8]。

2.3 数据传输模块

笔者选用某厂生产的 TD_LTE 无线数据终端 ME909S-821 作为接入无线网络平台，需要 12 V 直流电源电压供电，内置 sim 卡槽，通过插入中国移动 sim 卡开通 4G 流量即可连接到 TD_LTE 网络，基于 TCP/IP 协议完成数据上传，该网络下行峰值速率可以达到 100 Mbit/s、上行为 50 Mbit/s，满足系统远程实时传输要求^[9]。无线数据终端通过 RS232 串口完成与 STM32F407 之间的连接通信，系统与本地 PC 机的交互同样通过串口实现。数据传输模块一方面通过 4G 网络将所采集的数据实时传送到远程服务端进行分析、显示和存储，另一方面将数据通过串口通信传输到本地 PC 机以便后续处理。

3 系统软件设计

系统软件设计包括车载终端软件设计和服务器端监控平台软件设计。在车载终端的软件设计中，主要包括各模块初始化、控制传感器完成装备信息采集及实现数据远程实时传输与本地存储，程序编写在 Keil uVision5 环境下，使用 C 语言完成。服务器端软件设计包括编写 Windows 应用程序实现数据接收、数据的解析和显示，软件程序开发环境为 Visual Studio 2017，使用 C#语言完成。

3.1 车载终端软件设计

车载终端软件程序在 STM32 电路板中运行，主要完成初始化、信息采集传输和控制功能。

在装备信息采集软件设计中，首先系统上电后完成初始化，包括时钟设置、串口初始化、波特率设置、相关中断设置等。STM32F4 通过串口 1 与传感器连接来获取车辆状态信息，接收数据采用中断的方式，当串口状态寄存器 USART_SR 的 RXNE 位被置 1 时，提示有数据可以读出，进入串口中断处理函数，在中断函数中需要根据 3 个头字节进行有效性分析，以确保采集到一个完整的数据包，将有效数据包放入数据缓冲区，等待传输。装备状态信息采集流程如图 3 所示。

数据传输由 4G 无线网络传输和本地串口通信 2 部分组成。系统的 4G 远程传输是基于 Socket 套接字的客户端与远程服务器端模式，通过 TCP/IP 协议完成数据上传^[10]，本地存储通过 STM32F407 的 USART 口发送到本地 PC 机等串口设备。

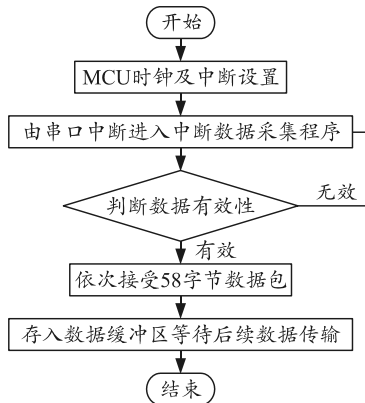


图 3 组合导航数据包采集流程

4G 远程传输中客户端程序部分,在系统上电后对无线数据模块进行初始化,根据在程序中设置待连接的服务器公网 IP 地址与端口号建立套接字,初始化完成后自动通过套接字向服务器端发送连接请求。连接建立之后,车载终端即可将缓冲区存放的组合导航数据包传送到服务器端。车载客户端软件设计流程如图 4 所示。

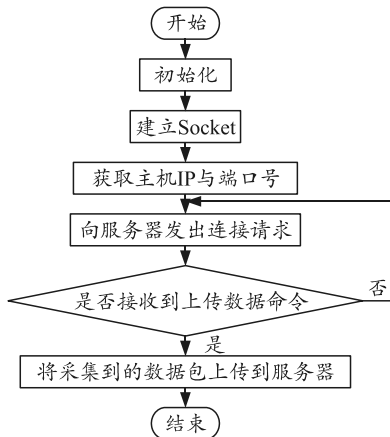


图 4 车载客户端软件设计

3.2 服务器端监控平台设计

服务器端监控平台需安装在具有公网 IP 地址的专用电脑。系统选用某云服务器运行服务器端监控平台的应用程序^[11-12]。监控平台可以实现包括上位机系统的启动与关闭、数据的接收与解析、状态信息的上传周期设置及数据的存储等功能,重点是监控平台与 4G 无线数据终端的无线通信。

服务器端软件设计过程:首先启动应用程序进行初始化,建立监听 Socket 套接字,绑定本地公网 IP 地址和端口号,然后开始监听车载客户端的连接请求,当监听到客户端连接请求后即返回一个与该客户端通信的套接字,连接建立后对端口进行周期性扫描,当扫描到上传数据后由预先创建的数据缓冲数组接收,在中断函数中对数据进行解析、显示

与存储等处理。服务器端软件流程如图 5 所示。

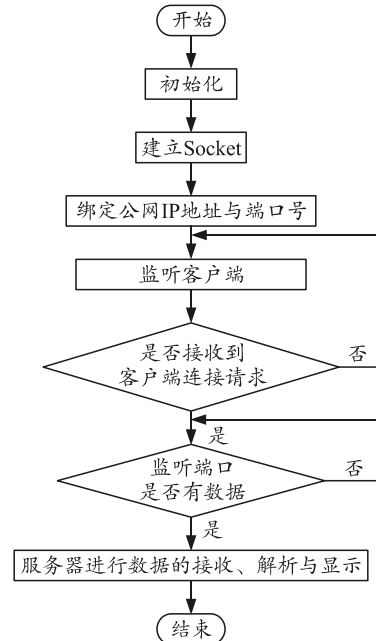


图 5 远程服务器端软件设计

4 系统测试结果

笔者按照上述要求进行系统的软件、硬件设计,完成系统总体搭建,对系统软硬件进行综合调试、实验模拟及实地测试。车载终端硬件实物如图 6。

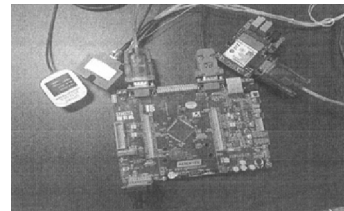


图 6 车载终端实物

在实验室,通过模拟车辆装备状态获取实验数据,将车载终端挂载在实验模型上,获取相关状态信息,并上传到监控平台与实际状态信息进行对比。通过远程桌面工具登录服务器,运行服务器端应用程序,车载客户端上电初始化运行程序,开始远程实时监控实验模型的状态,服务器端监控界面如图 7。



图 7 远程服务器端数据接收

车载终端软件设置数据包上传周期为 30 s。系统测试结果表明:导航数据包解码之后的数据与车

载终端的实际状态信息较为吻合，误差小于 1%。 解码之后的结果如表 1 所示。

表 1 装备信息解码结果

序号	横滚角 $R/(^\circ)$	俯仰角 $P/(^\circ)$	方位角 $Y/(^\circ)$	经度 $E/(^\circ)$	纬度 $N/(^\circ)$	高度 h/m	加速度 $a/(m/s^2)$	速度 $v/(m/s)$	温度 $t/^\circ C$
1	-0.922 8	-3.614 5	124.321 2	118.069 1	32.306 0	107.330 0	-0.164 06	0.108 0	29.690 1
2	-0.417 4	-3.416 7	124.365 2	118.069 1	32.306 0	107.258 0	-0.012 10	0.019 0	29.690 2
3	-0.494 3	-3.317 8	124.354 2	118.069 1	32.306 0	107.192 0	-0.040 20	0.009 5	29.690 5
4	-0.340 5	-3.295 8	124.343 2	118.069 1	32.306 0	107.169 9	-0.064 80	0.006 5	29.605 0
5	-0.318 6	-3.416 7	124.321 2	118.069 0	32.306 0	107.156 9	-0.070 60	0.005 8	29.690 2

将系统装配在某装甲部队非总线装备车辆进行实地测试，对获取的数据进行处理，得到车辆状态信息的波形如图 8—11 所示。

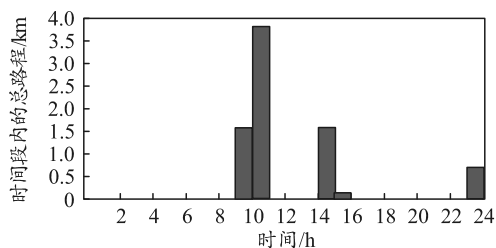


图 8 行驶里程

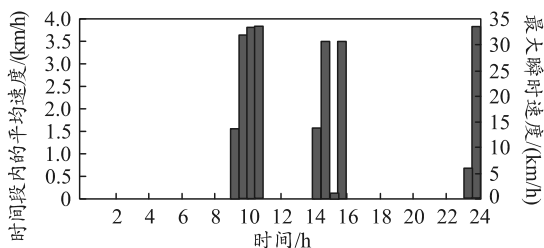


图 9 行驶速度

由图 8、图 9 可知车辆装备的日行驶里程及时速的变化，结果与实际情况相符。

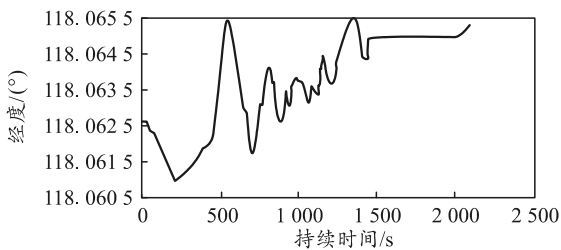


图 10 经度变化

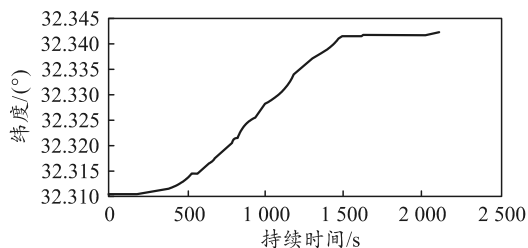


图 11 纬度变化

图 10、图 11 表明车辆装备在某段时间内的位置变化，可以直观看到车辆在某一时刻的具体位置，与实际情况相符，其他状态信息也如此，从而验证该远程监控系统满足既定目标，稳定且可靠。

5 结论

基于 STM32F407 和 4G 网络的车辆装备远程监控系统，能够实现状态信息的自动采集及实时无线传输。数据传输模块采用 4G 无线网络技术，TD-LTE 的理想速率能够保障数据传输的实时性和有效性。远程服务器端选用具有公网 IP 地址的云服务器，在公网实现数据的交互，并且服务器的高性能既可满足车辆装备信息管理系统一对多的要求，又可满足后续的二次开发。该系统不受距离、时间和空间的约束，能提高部队的自动化管理水平，实现部队车辆装备信息化、智能化管理目标。

参考文献：

- [1] 张蕉蕉. 基于 STM32F103 装备数据采集系统的设计[J]. 装备制造技术, 2012(7): 91-94.
- [2] 曹永胜, 白建恩. 车载无线中控系统[J]. 微型机与应用, 2015(16): 52-54.
- [3] 陈名松, 黄高见, 邱晓金, 等. 一种便携式无线监控的实现[J]. 现代电子技术, 2016(22): 142-145.
- [4] 胡际万, 谢武德, 朱磊, 等. 基于模糊诊断理论的车辆空调系统故障诊断方法[J]. 兵工自动化, 2018, 37(4): 61-64.
- [5] 黄智伟, 王兵, 朱伟华. STM32F 32 位 ARM 微控制器应用设计与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2012: 312-358.
- [6] 马玉林, 基于 ARM Cortex-A8 平台的双频 RFID 台式读写器设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2014.
- [7] 徐培玲. 基于 ARM 和 4G 的视频监控系统的设计[J]. 山西电子技术, 2015(1): 34-35.
- [8] 罗超, 景林, 易金聪. 基于 STM32 的便携式温湿度记录仪设计[J]. 电子技术应用, 2012(12): 83-86.
- [9] 何勇, 聂鹏程, 刘飞. 农业物联网与传感器研究进展[J]. 农业机械学报, 2013(44): 216-225.
- [10] 朱伟华, 索大翔, 谭微. 基于 4G 技术应用于电能质量监测的分析研究[J]. 电测与仪表, 2015, 52(6): 54-56.
- [11] 尹逊增, 尹岗, 王世勇. GPRS/GSM 生物质锅炉监控系统[J]. 兵工自动化, 2014, 33(7): 48-51.
- [12] 张超. 家庭智能网关的研究与实现[D]. 合肥: 安徽理工大学, 2016.