

# 基于 GPS 的警犬状态监测系统设计

张琦, 姚金杰

(中北大学 仪器科学与动态测试教育部重点实验室, 太原 030051)

**摘要:** 针对目前警犬出勤及日常训练管理过程中不能实时掌握警犬状态的问题, 设计了以 ATxmega32E5 为主控的监测节点硬件系统, 该系统包括了北斗定位模块、加速度监测模块、心率采集模块、无线通信模块, 并且搭建了基于 LabWindows/CVI 的集监测、配置、存储及地图匹配等功能的上位机终端; 监测节点硬件系统具有小型化、可穿戴、可内嵌的特性, 在警犬实际管理中能够通过上位机终端, 观察加速度模块数据、心率监测模块数据的变化, 掌握警犬的疲劳、健康状况; 经试验验证设计可行、系统可靠有效, 实现了对警犬准确、实时的定位、速度、加速度、心率等状态监测, 有效解决了警犬状态实时监测的难题, 对警犬状态监测的研究具有一定意义。

**关键词:** 警犬状态; GPS; LabWindows/CVI; 实时

## Design of GPS — based Police Dog Condition Monitoring System

Zhang Qi, Yao Jinjie

(North University of China, Ministerial Key Laboratory of Instrumentation  
Science & Dynamic Testing, Taiyuan 030051, China)

**Abstract:** Aiming at the problem that the police dog attendance and the daily training management can not grasp the state of the police dog in real time, the monitoring node hardware system with ATxmega32E5 as the master is designed. The system includes the Beidou positioning module, the acceleration monitoring module, the heart rate acquisition module, the wireless communication module, And set up based on LabWindows / CVI set of monitoring, configuration, storage and map matching function of the host computer terminal. The monitoring node hardware system has the characteristics of miniaturization, wearability and embedding. In the actual management of the police dog, it can observe the acceleration module data and the data of the heart rate monitoring module through the host computer terminal, and master the fatigue and health status of the police dog. It is proved that the system is reliable and effective, and it can realize the accurate, real — time positioning, speed, acceleration and heart rate monitoring of the police dog, which can effectively solve the problem of real — time monitoring of police dogs.

**Keywords:** police dog status; GPS; LabWindows/CVI; real time

## 0 引言

目前的警犬作业都是人带犬模式, 在执行任务过程中当解除对警犬的束缚时, 由于警犬作业中存在概率性兴奋度的触发<sup>[1]</sup>, 很容易造成人犬跟丢现象, 导致发现警情不能及时得到处理, 指挥中心不能及时掌握实地搜索路线, 容易产生搜索盲区。此外在日常管理过程中, 公安系统对警犬的集群管理以及对单只警犬生理状态的掌握仍停留在传统阶段, 这并不能及时掌握警犬的健康状况。因此公安系统对于一种高效的实时警犬状态监测管理系统有着迫切的需求<sup>[2]</sup>。

针对上述几点问题, 本文提出了基于 GPS 的警犬状态远程监测系统设计, 实现对警犬状态的实时监测, 根据所获得的数据信息, 更好的掌握警犬的疲劳、健康状况, 更合理的对警犬进行训练。

## 1 系统总体设计

通过分析目前对警犬状态实时监测的需求, 系统主要分两大模块设计, 即警犬状态监测节点设计和监测软件上位机界面

设计。监测节点主要完成对警犬的位置、速度、加速度、心率的采集和上传, 上位机主要实现对信息的实时监测、存储、地图匹配、节

点配置等功能。监测节点通过 GPRS 数据流量接入互联网, 然后通过服务器与上位机建立通信, 系统整体结构如图 1 所示。

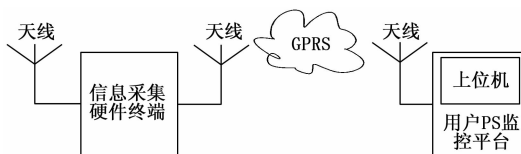


图 1 系统框架图

### 1.1 节点设计方案

监测节点主要由如图 2 所示的 6 个模块构成, 分别是 MCU 主控模块、北斗定位模块、加速度监测模块、心率采集模块、无线通信模块和供电模块。

整个监测系统的工作原理为, 首先是通过 GPS 定位解析出警犬作业的地理位置坐标、时间、速度等信息; 同时由加速度监测模块和心率采集模块对警犬加速度、心率进行采集。MCU 主控模块将这些信息汇总处理, 然后控制通信模块把处理后的按自定义协议打包的坐标、速度、加速度、心率、时间等信息上传到上位机。

收稿日期: 2017-07-14; 修回日期: 2017-08-18。

**作者简介:** 张琦 (1993-), 男, 硕士研究生, 主要从事智能信息处理方向的研究。

姚金杰 (1982-), 男, 博士, 教授, 主要从事智能信息处理, 北斗技术应用方向的研究。

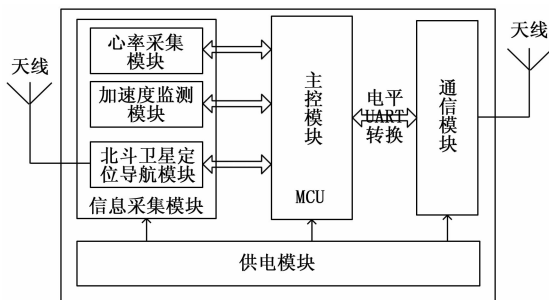


图2 监测节点框架图

### 1.2 监控中心设计方案

监控中心是根据上位机反馈的数据来掌握警犬的状态。上位机的搭建主要按参数设置、远程配置、状态反馈和连接状态4个部分来实现,整体框架如图3所示。

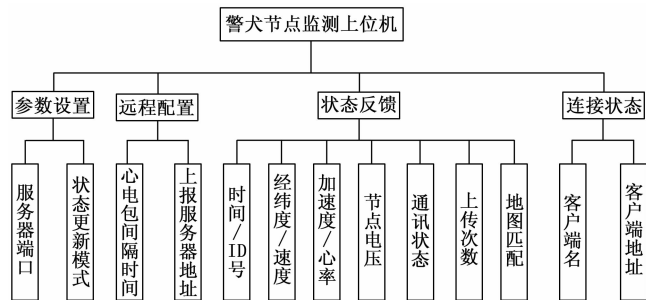


图3 上位机框架图

其中参数设置主要包含服务器端口和状态更新两个设置模式,远程配置中,可通过配置心电间隔时间实现信息采集终端的数据包上传时间的控制,可通过上报服务器的地址来设定下位机上传数据到指定的服务器,上下位机的IP设置都是对应的同一服务器的内外网IP,这样才能建立相互通信;状态反馈中前六项是上位机对反馈信息的解析显示,将接收到的数据存储到电脑上的数据库表格中,而客户端匹配则是根据经纬度信息进行解码匹配地图实现定位;连接状态反馈监测节点终端的信息。

## 2 节点硬件电路设计

### 2.1 主控模块设计

MCU主控模块是整个监测节点的核心,控制整个外围电路完成数据的采集、存储与传输,为了满足上述功能,设计中采用低功耗、价格便宜、工作性能稳定的AVR系列单片机作为系统的核心控制器,选用该系列的单片机一方面可以很大程度上的降低整个系统的功耗,另一方面节约成本。主控模块由ATxmega32E5芯片及其外围配置电路组成,ATxmega32E5单片机一个串口与北斗/GPS双模定位模块相连,用于配置北斗/GPS定位模块和接收该模块的定位信息;另一个串口与MC8618无线通信模块串口相连,利用AT指令来对整个终端的数据信息通信进行控制,PDI和RST(PDI\_clock)两管脚作为程序调试和下载接口。ATxmega32E5基本外围电路设计如图4所示。

### 2.2 GPS定位模块

警犬状态监测节点的定位、测速功能主要是利用GPS卫星导航系统实现,采用了U-blox NEO-M8N定位芯片,该

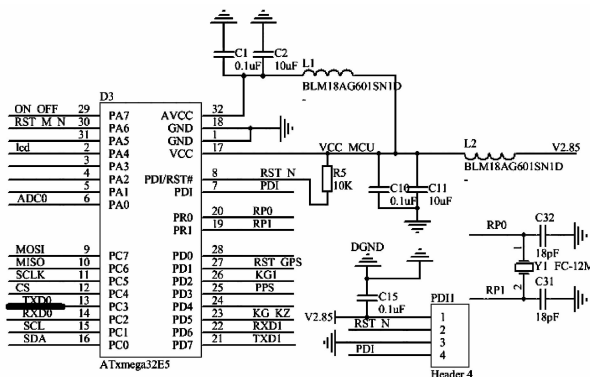


图4 ATxmega32E5单片机外围电路

芯片定位精度高(在3m以内),测速精度为0.1 m/s,在较复杂环境仍能接收到卫星导航数据,是一款兼容北斗、GPS、GLONASS系统的三模芯片,在较复杂环境仍能接收到卫星导航数据,具有低功耗、导航精度高、费用低、体积小等特点。该模块的RF-IN管脚连接陶瓷无源天线GPS1003,RXD、TXD数据输入输出端分别与单片机的异步串口相连。利用NEO-M8N实现的BD/GPS定位模块电路设计如图5所示。

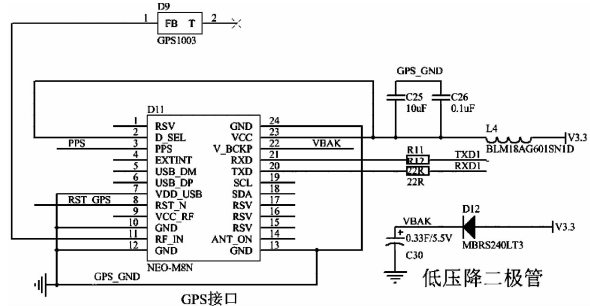


图5 GPS电路

### 2.3 加速度监测模块

由于单、双轴加速度传感器测量数据单一、精度低,在没有预知运动方向的情况下无法准确测量警犬的活动情况,因此设计选用ADXL362三轴加速度计来实现对警犬运动速度、加速度、位移的测量。ADXL362具有测量精度高、传输速率快、非线性度低、功耗低等特点,ADXL362芯片包含了一个深度多模式输出FIFO和几个运动检测模式,其中包括阈值可调的睡眠和唤醒工作模式,在以100 Hz速率输出数据时功耗能低至2 uA以下,在运动触发唤醒模式下功耗仅为270 nA。

ADXL362能以灵活的工作模式,减轻整个模块的功耗,非常适合警犬复杂的作业和训练情况下的加速度的精确监测,电路设计如图6所示,模块采用INT2管脚将唤醒信号传输到单片机中、触发单片机进入中断服务程序中,通过SPI通信总线对ADXL362进行操作并读取三轴加速度数据。

### 2.4 心率监测模块

心率测量技术常用的有光电式、压电式两种,光电式检测仪器虽然精度高但价格昂贵,且不适合应用于警犬身上。因此在警犬的心率监测模块设计部份,采用了MPX2100压力传感器对警犬进行心率监测。

MPX2100半导体压力传感器具有良好的线性度和抗温漂

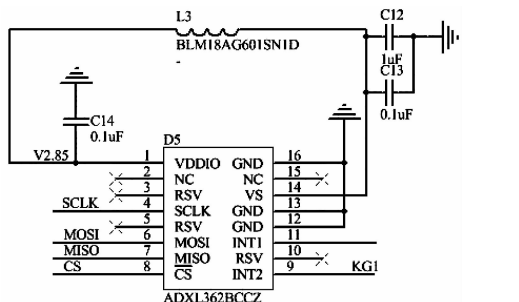


图 6 加速度监测电路图

能力，它的输出电压与所加压力成精确的正比例关系，该传感器能够把感应到的电压转换成毫伏级的差模电压信号，再利用仪表放大器 AD623 将 MPX2100 的差模输出电压放大，MCU 控制器计量在 10 秒钟的时间内的脉冲次数，然后再换算出 1 分钟的心跳次数，电路设计如图 7 所示。

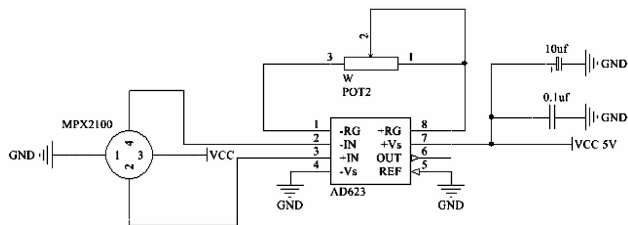


图 7 心率监测模块电路图

### 2.5 无线通信模块

无线通信模块的任务主要是实现警犬状态远程监测终端与上位机的通信。设计采用了 MC8618 通信模块，MC8618 为中兴物联网公司开发的物联网模块，该模块采用电信 GPRS 网络进行无线通信。与其他无线通信芯片相比，MC8618 是利用内部烧号方式进行通信，无需外接 SIM 卡，使通信模块电路变得非常精简，此外 MC8618 芯片采用邮票孔封装，尺寸为 22 mm × 20 mm，由于 MC8618 尺寸小、功耗低，可广泛应用于可穿戴、运动、健康、健身等终端设备，很方便的就可实现无线通讯，MC8618 具有以下优点：

- 1) 支持双 UART 口；
- 2) 低功耗，支持短信、数据、电话本功能；
- 3) 支持模拟语音功能；
- 4) 支持标准的 AT 指令集和中兴扩展 AT 指令集；

监测节点和上位机监测终端之间通过 GPRS 网络直接连入互联网，二者即可建立连接，将卫星导航的定位坐标信息、模块运动速度、加速度等数据，通过单片机巡检的 AT 指令控制，实时上报给上位机，电路设计如图 8 所示。

陶瓷天线 MD1506 接到 MC8618 的天线端口 RF\_ANTV，TXD 和 RXD 通过外接上拉电阻后，管脚电压在 2.85 V 左右，单片机管脚电压在 3.3 V 左右，MC8618 通过电平转换模块接到 ATxmega32E5 的串行口，以此来进行数据通信。

### 2.6 电平转换模块

电平转换模块采用 SN74LVC2T45 芯片进行设计，SN74LVC2T45 线片是具有可配置电压转换和三态输出的二位双电源总线收发器，能实现双位双电源非逆相电平转换，允许普遍低电压间的双向转换，能够实现 1.5 V、1.8 V、2.5 V、3.3 V 和 5 V 电压节点之间进行灵活的双向电平转换，该模块

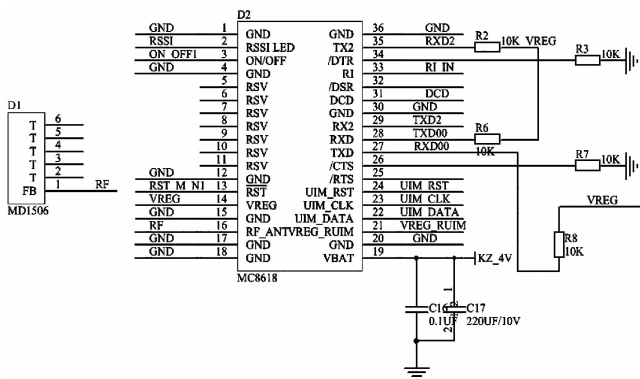


图 8 无线通信电路图

用于构成 MC8618 与单片机 ATxmega32E5 之间通信的桥梁。

### 2.7 电源模块

监测节点终端的设计，最关键是要实现小型化便携，因此供电电源也要尽可能的满足便携的要求，综合考虑后采用锂电池作为供电电源。锂电池安全性能好、厚度小、内阻小，同容量情况下，锂电池可做得更薄，更轻。此外，锂电池具有平稳的放电特性，而且锂电池采用聚合物材料，不起火、不爆炸，锂电池本身具有足够的安全性，因此可以考虑省略 PTC 和保险丝，从而简化电源供电电路并且节约电源成本。

## 3 系统软件设计

### 3.1 节点程序设计

单片机通过配置 GPS 模块、MC8618 模块、ADXL362 模块、MPX2100 模块，利用 UART、SPI、TWI 三种通信方式分别与各模块进行指令交互并接收数据，最后对采集到的数据进行打包，控制 MC8618 将数据传输到上位机数据显示平台或其他外围设备，整个过程如图 9 所示。

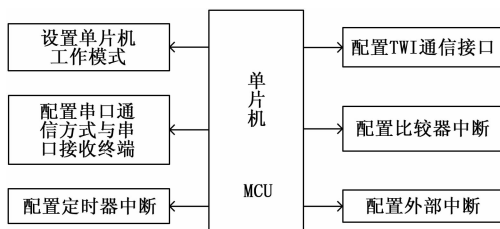


图 9 程序实现框图

单片机使用 ATxmega32E5 作为主控芯片，选择 CodeVision AVR 软件作为系统的开发平台，采用 C 语言进行程序编写，该软件是一款专为 AVR 系列微控制器而设计的交互式 C 语言编译器，包含了常用外围电路的生成函数和自动程序生成器，并且结合 Atmel Studio 完成程序的在线调试及下载，在结构上、功能上和维护上更容易进行开发。

监测节点主控程序工作过程为：

- 1) 在监测节点终端上电后，系统会对所有模块进行初始化，包括对端口的初始化、定时器中断初始化、串口中断初始化、比较器中断初始化。
- 2) 在初始化完成后，系统自动配置北斗/GPS 定位模块、MC8618 无线通信模块、加速度测量模块、心率监测模块，各个模块按照设定程序开始工作。
- 3) 打开全局中断，判断中断源并执行相应的操作，比较

器中断用于检测系统供电电压,一旦系统供电电压低于预设阈值,系统将会关闭,待重新检查系统供电电压,超过预设阈值时,确认供电电压无误后,各个模块重新上电。

4) 加速度监测模块、心率监测模块开始采集警犬的当前状态,在接收到传送指令后,通过 MC8618 无线通信模块将警犬当前的加速度、心率数据传送到上位机终端界面显示。

5) 串口接收中断产生,串口接收北斗/GPS 模块定位信息,在接收到传送指令后,通过 MC8618 无线通信模块将警犬当前定位信息发送到上位机终端界面显示。

监测节点系统具体工作流程如图 10 所示。

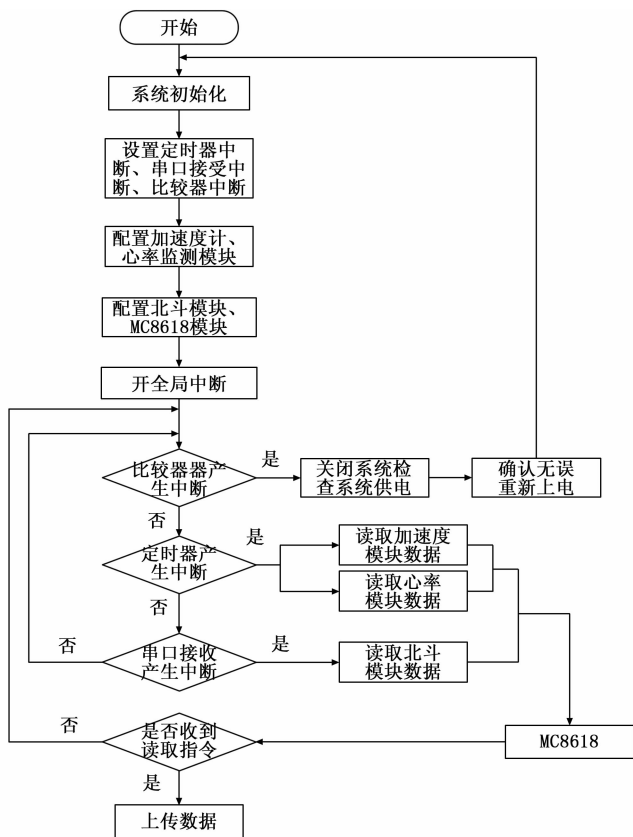


图 10 节点程序流程图

### 3.2 上位机监控平台设计

本次设计的监控端上位机搭建利用虚拟仪器技术来实现,所谓虚拟仪器技术,即利用电脑来建立对硬件终端的上位机控制界面,实现对硬件终端的控制、数据解析、结果显示,上位机设计选择 LabWindows/CVI 来实现,该软件利用传统的 C 语言开发,易于入门,易操作;此外它定义和建立用户界面非常方便,提供了很多界面编辑器并能生成对应代码。其在开发上位机时多采用回调机制,特别是多线程技术的运用能使得程序运行效率更高、更稳定。

该上位机设计主要分为两大线程,数据的接收采集操作作为一个线程,用户界面处理、刷新为另一个线程中,这样设计的好处是在监控中心人员对界面进行操作时,操作系统将进行线程切换,为数据采集线程提供完成任务所需的时间。上位机整体的工作流程如图 11 所示。

整个上位机工作流程简述下来就是,在主线程中主要是对数据信息进行循环检索,当检索到有客户端数据更新时,进行

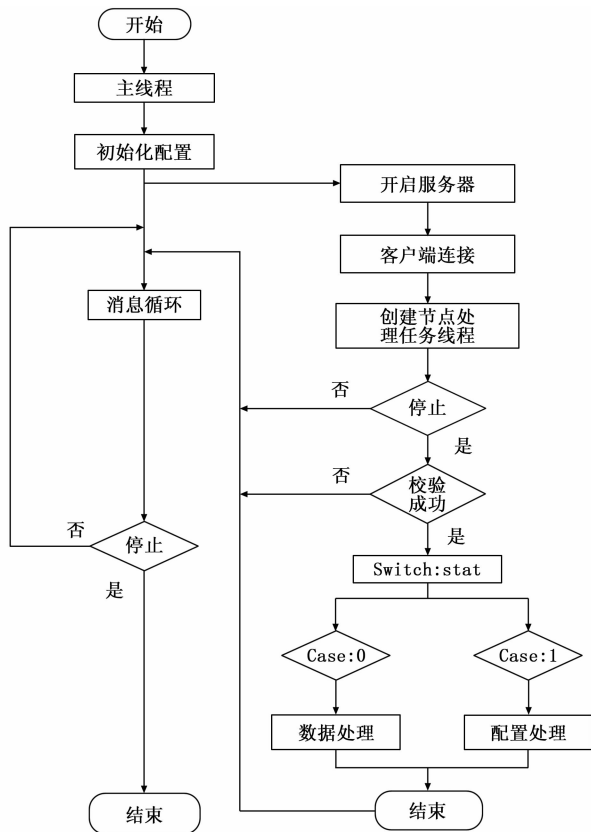


图 11 上位机监测程序流程图

数据的解析。

### 4 系统实验结果与分析

上位机要和硬件终端建立网络通信需要两者的 IP 端口号相对应,因此实验调试过程中利用内网端口映射软件 nat123,让其生成对应的一组内外网 IP 地址,在整个系统运行时上位机和硬件终端便可通过此对 IP 完成通信。

实验时,首先主控程序的调试地址处设置为如"115.28.79.163,30223",在注册 nat123 时,所设置的内网号为 56789(可任意设置),其映射的外网端口号为 30223。

设置好监测节点 IP 后,下载程序,打开上位机,在它的端口号栏处把端口号设置为 56789,并点击打开服务器按钮,当 nat123 的端口头像上出现笑脸,表示上位机和监测节点已成功连接。

经实验所获得的监测端数据和地图匹配定位结果显示,系统功能正常,实现了对终端的经纬度、速度、加速度、电源电压等的监测,基本完成了系统设计。

### 5 总结

针对目前警犬状态监测以及管理不便的问题,设计了一款警犬状态远程监测系统,实现了小型化、可穿戴、可内嵌的功能,实现了对警犬状态的高精度定位,速度、加速度监测、GPRS 低数据流量的无线通信功能,监控中心人员即可根据显示的数据来掌握警犬状态、进行地图匹配监控等。警犬状态远程实时监测系统的设计,有效提高了对警犬的管理和使用,具有一定的推广应用价值。