

文章编号: 2095-2163(2020)08-0212-06

中图分类号: TV221.1

文献标志码: A

基于树莓派和 CC2430 的智能电子水尺

赵风财, 肖广兵, 张涌

(南京林业大学 汽车与交通工程学院, 南京 210037)

摘要: 本文设计了一种基于树莓派和 CC2430 的智能电子水尺。通过无线传感网络实现多个智能水位监控节点的自动组网,用于对城市水涝灾害舆情进行分布式监测。智能电子水尺系统主要由水位监测模块、数据预处理模块、无线通信模块、上位机信息管理模块等组成。利用无线传感网络实现水涝舆情信息的分布式传输,实现了城市路面积水水位的自动预警。在提高相关管理部门对水涝舆情监控效率的同时,减少了人力物力的消耗。该系统具有结构简单,功能全面和性价比高等特点,能够提高处理城市水涝的效率和决策的准确性。

关键词: 城市水涝; 树莓派; CC2430; 电子水尺; 自动预警

Smart electronic waterscale based on Raspberry PI and CC2430

ZHAO Fengcai, XIAO Guangbing, ZHANG Yong

(College of Automobile and Transportation Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China)

[Abstract] An intelligent electronic scale based on raspberry PI and CC2430 is designed to automatically connect multiple intelligent water level monitoring nodes through wireless sensor network for distributed monitoring of urban waterlogging disaster public opinion. Intelligent electronic scale system is mainly composed of the water level monitoring module, data preprocessing module, wireless communication module, computer information management module, which uses the wireless sensor network to transmit public opinion information and achieves the automatic warn of flooding in the urban road surface water level, enhancing the efficiency of the relevant administrative departments for the purpose of public opinion monitoring at the same time and reducing the consumption of resources. The system has the characteristics of simple structure, comprehensive function and high cost performance, which can improve the efficiency of dealing with urban waterlogging and the accuracy of decision-making.

[Key words] urban water logging; Raspberry PI; CC2430; electronic water gauge; automatic warning

0 引言

近年来,经常发生由连续降雨引发的城市低洼处、隧道和立交桥出现大量积水的现象。由于城市的水涝舆情具有变化快、监测难等特点,往往会造成无法及时向市民发布路面水位警报的情况,给交通道路出行带来了诸多不便,城市水涝严重时甚至会造成人民生命、财产的重大损失。因此,城市积水水位需要及时监测,水位预警要及时更新和发布,使得相关管理部门和全体市民能够清晰掌握准确的水涝舆情。目前,水涝灾害监管仍以现场人工采集水位信息为主,存在信息采集时效性差、计量读数不准确、监控密度不足、以及处理不及时等缺陷,大幅增加了城市内涝积水的危险。唐涵润^[1]等使用超声波检测技术采集积水信息,实现对水位的半自动化监控,具有灵敏度高、精度高的特点。但由于该超声波监控系统只能实现对单点水位的监控,覆盖面积有限,且未能形成网络化的水涝舆情监控,因此不能

满足对整个城市范围内水涝舆情多点布控、实时监测的要求。吕敏^[2]等利用振弦式压力敏感型传感器监测水位值,并基于 GPRS/GSM 技术实现与监测中心的通讯。系统运行稳定,提高了远程通信的可靠性。但所有终端的监测数据直接上传到中心站,没有形成数据组网,易造成信息丢失和数据处理延迟。夏志川^[3]等采用压力传感器和 CC1101 无线串口相结合,实现了水位数据的采集和传输,系统工作稳定,对硬件系统要求低。但监测终端独立工作,不能实现无线组网,没有形成网格化、系统化的积水数据。

本文针对城市路面积水监控所要求的实时性高,数据精准、网格化无缝监控等特点,设计了一种具有无线组网功能的智能电子水尺。通过检测路面积水水位,对道路低洼处、立交桥和隧道等易积水路段进行重点监测,实现城市水涝舆情的智能化、网络化和信息化监控。智能电子水尺使用树莓派和

作者简介: 赵风财(2000-),男,本科生,主要研究方向:汽车运用工程;肖广兵(1984-),男,博士,讲师,主要研究方向:车载网络通信;张涌(1965-),男,博士,教授,主要研究方向:汽车电控。

通信作者: 肖广兵 Email: kevin061084@hotmail.com

收稿日期: 2020-06-10

CC2430 作为控制模块和通讯模块的核心,对水位数据进行分析、处理、决策,并实现自动预警。相关管理部门可以通过上位机软件实时查看整个城区各个观测点的路面积水状况,及时进行排水调度和交通管理。该系统相对传统的人工水涝监控,实现了自主监测,自动预警,降低了人力物力的消耗。由于使用树莓派和 CC2430 作为双处理器负责系统控制,提高了反应速度和处理效率。

1 系统设计

如图 1 所示,智能电子水尺由水位监控节点、数据预处理模块、无线通信模块、上位机信息管理模块等构成。其中,水位监控节点可分为普通路面水位监测和重点危险路段水位监测,由分布在城市各易积水路段的电子水尺对路面积水水位进行实时监控。通过 CC2430 芯片组建无线传感网络,实现单个水位监控节点所观测到的水位数据在本地多个节点之间的交互、共享,还可以通过 GPRS 模块将监控数据远程发送到上位机。其中,每个水位监控节点需要对采集到的水位数据进行预处理,并依据预先设定的警示标准进行初次判别,一旦积水水位超标,立即标记警报,优先发送至上位机进行综合判别。每个水位监控节点还可以通过接入网络,获取天气的相关数据,分析和预测未来城市道路积水水位变化的可能性,并把预测数据及时传送到上位机控制系统。

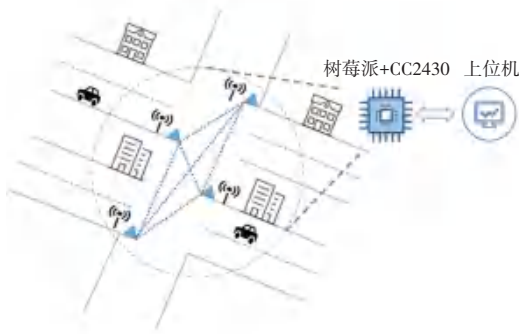


图 1 智能电子水尺系统结构

Fig. 1 Intelligent electronic draft system structure

上位机信息管理模块主要向用户直观显示城市水涝情况,分析得到舆情报告。PC 终端接收水位数据形成清晰具体的城市积水水位图,方便用户整体把控城市水涝情况。信息发布模块是本系统发挥防汛作用的重要模块,系统通过分析水位变化情况和预测数据,生成舆情简报。用户可以与有关部门取得双向联系,参考舆情简报发布城市水涝详情,指导积水处理。

2 硬件电路设计

智能电子水尺的硬件电路主要包括数据采集模块、电源模块、控制模块和无线通信模块等。数据采集模块使用电子水尺作为检测核心,完成对积水水位的数据采集。电源模块使用 AMS1117-3.3 作为正向低压降稳压器,为控制模块供电^[4]。无线通讯模块可分为短距离和长距离无线通信。其中,短距离无线通信由 CC2430 芯片实现,将各个水位监控节点组建成一个自组织网络,实现城市水涝舆情的分布式动态观测。长距离通信由 TC35i 芯片实现,将自组织网络中的监控数据通过 GPRS 网络,传输到上位机进行决策管理。而主控制模块则采用树莓派和 CC2430 作为双处理器,实现水位数据的采集、预处理、暂存以及其它相关控制。

2.1 数据采集模块

WDC 型电极式电子水尺是新一代数字式传感器,误差不受压力、湿度、含沙量、温度等外界因素的影响,只取决于电极间距,系统功耗小,最大功耗不超过 30 mA,同时使用简单,工作稳定,在众多水位监测设备中,具有明显优势。

数据采集模块以 WDC 型电极式电子水尺为核心单元,利用水的导电性实时监测积水深度。电子水尺的传感器端自上而下分布着许多探针,当水尺工作时,通过 RTU 扫描各个探针间的电导值。如果探针与水面接触,探针间的电导会突然增大,根据监测到的探针位置,确定水位值,通过 RS485 接口把水位数据上传到通讯模块^[5]。

2.2 电源模块设计

电源模块需要为控制系统树莓派和 CC2430 芯片供电,由于其正常工作的电压分别为 5 V 和 2.0~3.6 V 直流电。因此,电源电路需要将电池输出的 12 V 电压分别降至 5 V 和 3.3 V。如图 2 所示,D12 为整流二极管,把交流电转换为近似直流电的电路;电源电路中 C11、C12 为 3.3 V 稳压滤波电容,作用是去除电路中交流成分,使电源输出的直流电更稳定;F1 为保险丝,当流过电路中的电流过大时,保险丝会自动熔断,在电路中起到过流保护作用;系统使用 AMS1117-3.3 型号稳压器,能够将电流波动较大的输出电压控制在一个固定值范围内,以保证电路的通畅。该模块电路简洁安全,输出电压电流稳定,能够满足系统工作的需要。

2.3 主控制器模块

智能电子水尺以树莓派和 CC2430 芯片作为系统控制模块的核心单元,实现道路水位数据的分布式采集,并对其进行预处理、暂存以及相关控制。

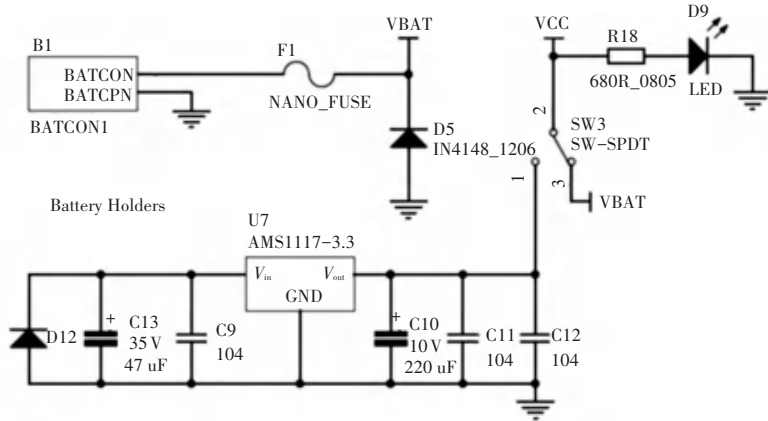


图 2 电源模块电路

Fig. 2 Power module circuit

树莓派是一款基于 ARM 的单片机电脑主板,具有体积小、功能强等特点。不仅可以完成单片机相同的 IO 引脚控制之外,还能运行相应的操作系统,完成更复杂的任务管理与调度。新一代树莓派 4B 搭载 1.

5GHz 的 64 位四核处理器,双 micro HDMI 输出、支持 4K 分辨率,存储系统增加了双倍数据速率支持,搭载了统一的 Linux 开源操作系统,支持 C、C++、Python 等语言。树莓派部分主控电路如图 3 所示。

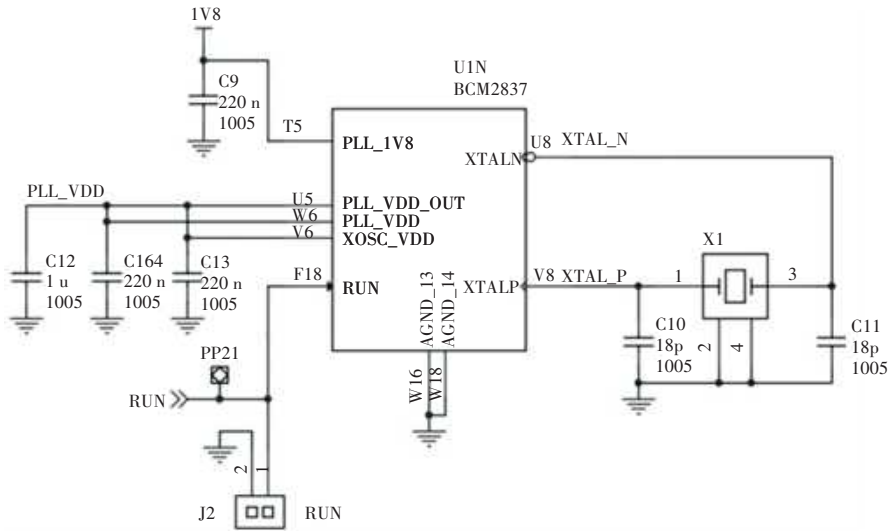


图 3 树莓派主控电路

Fig. 3 Raspberry PI master circuit

CC2430 芯片电路如图 4 所示。它含有一个 8 位 8051 控制器,具有 21 个可编程的 I/O 口引脚、一个 DMA 控制器、128 KB 可编程闪存和 8 KB 的 RAM,内部 T/R 交换电路完成 LNA 和 PA 之间的交换。虽然 CC2430 的数据处理能力弱于树莓派,但作为协处理器能以较低的系统开销,实现部分简单功能的操作。如 GPIO 数据的读取、存储等,从而避免了频繁调度操作系统而造成树莓派系统开销过大的问题。

2.4 无线通讯模块

本文的无线通讯模块以 CC2430 短距离通讯和 TC35i 远距离通信为核心单元,仅需要很少的外围部件配合就能实现信号的收发功能。如图 4 所示,CC2430 结合了一个高性能 2.4 GHz DSSS 射频收发

器。芯片基于低-中频结构,RF 信号经放大器放大,变频为 2MHz 的中频信号,中频信号经滤波、放大,再通过 A/D 转换为数字信号^[6]。芯片射频的输入输出端口共同使用两个 PIN 引脚,树莓派 GPIO 口的 TXD 与 RXD 相关端口连接。CC2430 通讯电路整合了控制器和无线通信的相关内容,不但减小了硬件系统的体积与质量,而且灵敏度高、能耗低、抗干扰性强。

TC35i 是一款高度集成的 GSM 模块,体积小、重量轻、可传输语音和数据信号;能够同时在 EGSM900 和 GSM1800 双频段下工作,功耗分别为 2 W 和 1 W;支持电压范围为 3.3~4.4 V;电流消耗空闲状态为 25 mA,发射状态为 300 mA^[7]。TC35i 模块的引脚可以划分为 5 类,即电源、数据输入/输出、

SIM 卡、音频接口和控制。40 个引脚中 16~23 为数据输入/输出引脚,接口是一个串行异步收发器,可以和单片机和 PC 段通讯,单片机可以向 TC35i 写

入 AT 指令。控制系统通过 TC35i 模块实现远距离通讯,将监控终端的数据通过 GPRS 网络传输到上位机进行决策管理。TC35i 模块电路如图 5 所示。

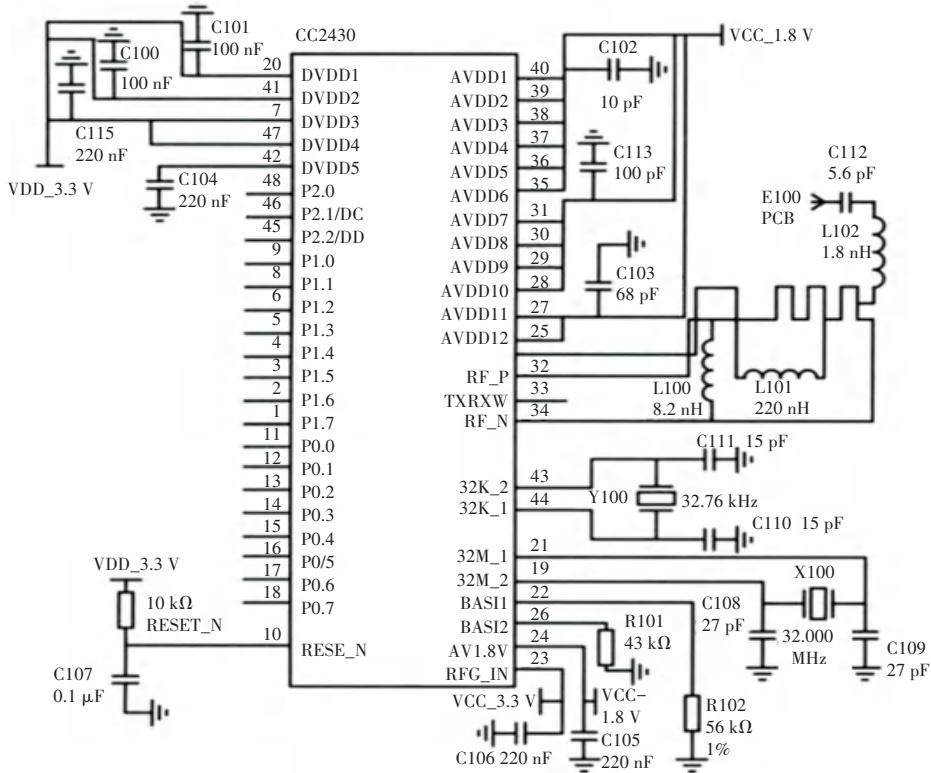


图 4 CC2430 系统电路

Fig. 4 CC2430 system circuit

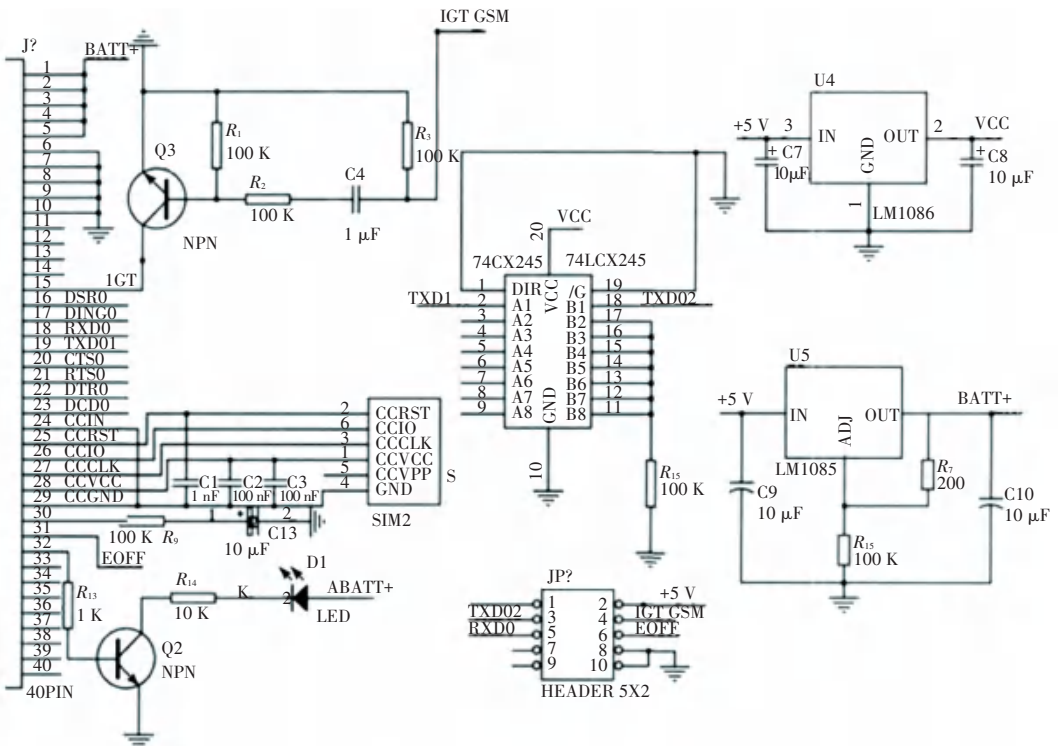


图 5 TC35i 模块电路图

Fig. 5 TC35i module circuit diagram

3 系统软件设计

智能电子水尺的系统软件采用 Visual Basic6.0 软件开发设计。主要包括水位监测、天气预报、历史记录和设备检测程序设计。

用户登录成功后进入功能区,系统的功能主要分为五部分,核心功能是水位监测,当水位超过警示值即向有关部门发出警示,有关部门一方面进行交通管制,向市民发布出行指南,另一方面进行排水调度,当积水水位达到安全标准时,警报解除;设备检测功能保障硬件设备正常运行;历史记录中提供城市以往降雨积水数据;天气页面提供当天和未来五天的降雨数据。

3.1 系统主界面

如图 6 所示,系统主界面由路面水位监测、危险路段水位监测、历史数据、天气预报、设备检测和设置六部分组成。它们的功能分别对应监测和分析路面积水水位、危险路段重点监测、查看历史降水数据和城市水涝舆情、查看天气情况,指导舆情处理、检测硬件设备工作情况和软件界面调整。右上方显示此时的日期和时间。



图 6 系统主界面

Fig. 6 System main interface

3.2 水位监测设计

水位监测分为路面水位监测和危险路段水位监测。针对道路低洼处、立交桥和隧道等易积水路段,进行重点监测。

如图 7 所示,路面水位监测界面由各道路最高水位图、设置警示值、生成简报、一键报警等部分构成。

路面积水图实时更新,其中各道路水位按照警报标准进行不同颜色显示,降序排列,一旦水位超过警示值,系统立即联系有关部门,启动相应应急预案。市政管理部门及时进行排水调度,交通管理部门为广大群众提供出行指南,系统收到相关部门反馈后,页面显示“已收到反馈”,并当水位降至警示

水位以下,警报解除。

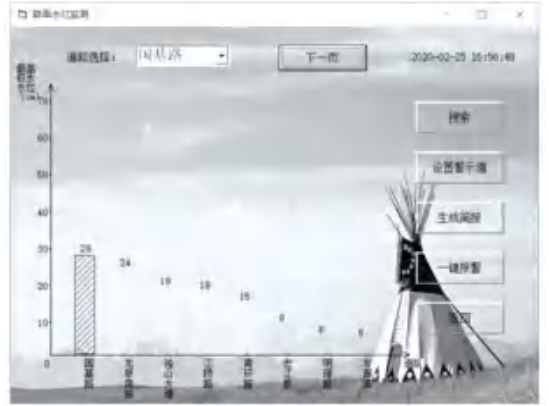


图 7 路面水位监测界面

Fig. 7 Surface water level monitoring interface

通过道路选择,可以查看各路面分段水位图,使用户可以掌握道路水位详情,便于进行排水调度和交通管理。分段水位图中各段水位同时按照警报标准进行显示,如图 8 所示。



图 8 路面分段水位图

Fig. 8 Sectional water level map of road surface

路段水位预测显示未来十小时路面最高水位预测图,系统通过分析降水数据和已有的路面积水规律,预测水位变化,是本系统的核心功能之一,方便有关部门进行合理安排,应对城市水涝。

在设置警示值页面可设定不同的警报标准(分为黄色警示和红色警示),警示不同,城市内涝严重程度不同,有关部门的应对策略也不同;用户可以通过一键报警功能主动联系有关部门,指导相关工作的进行;生成简报功能是信息发布模块的核心,该功能能够整合大量道面和危险路段的水位数据,进行对比、汇总、分析反馈给用户,报告简洁明了,能够整体把控城市水涝舆情,便于用户进行舆情的发布。

(下转第 220 页)