

基于无线传感器的牦牛定位系统设计

季 美, 张良玺

(成都工业职业技术学院, 四川 成都 610218)

摘 要: 针对牧民在辽阔的地理环境中难以准确找到放养的牦牛这一问题, 设计并开发了一款基于无线传感器网络的实时牦牛行为监测系统。该系统结合 LoRa 无线通信技术和 GPS 卫星定位技术, 能实时定位牦牛位置, 有效提高了牧民的养殖效率。实验结果表明, 该系统不仅可以精确追踪牦牛的位置, 还能实时监测和分析收集的牦牛行为数据, 为牦牛的精细化养殖和管理提供了强大的支持。该系统展示出了无线传感器网络在动物养殖领域的巨大应用潜力和价值, 为牦牛行为监测提供了一种具有广阔应用前景的新手段。

关键词: 牦牛定位; 无线传感器网络; 牦牛养殖; LoRa 无线通信; GPS 定位技术; 实时监测

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 2095-1302 (2025) 07-0036-03

0 引言

成都工业职业技术学院一直积极履行社会责任, 其中就包括对石渠县的定点帮扶。虽然通过购买该县的农产品已经起到了一定的扶贫效果, 但实现贫困地区的长期稳定发展, 根本途径还是要依靠提升当地的自我发展能力。

通过对石渠县的多次实地走访发现, 牦牛养殖业已成为当地一大支柱产业。然而, 由于石渠县地广人稀, 且地理环境复杂, 广袤草原的放养生态管理面临重大挑战。特别是在牦牛被分散放养时, 由于对牦牛行为缺乏实时监测, 经常出现不能及时找到牦牛的情况, 造成较大的经济损失^[1]。

针对以上问题, 结合当地天然牧场的情况, 提出一种无线传感器网络与云平台相结合的系统, 以解决天然牧场中的牦牛定位问题。该系统首先通过 GPS 卫星定位技术获取牦牛的位置, 然后通过 LoRa 无线通信技术进行传输, 最后将采集的位置信息在 OneNET 云平台上进行管理。该牦牛定位监测系统用以提升牦牛养殖业的管理效率和精准程度, 从而为该县打造集生态、经济与科技于一体的新型养殖模式, 为解决贫困问题提供新的思路和方法。

1 系统整体设计

1.1 设计要求

为了解决石渠县广袤草原条件下的牦牛养殖问题, 开发了一款牦牛行为实时监测系统, 利用无线传感器网络技术、LoRa 无线通信技术和 GPS 卫星定位技术, 提升牦牛养殖业的管理效率, 以实现经济和生态的双重效益。本研究的设计

要求包括以下几个方面:

(1) 技术要求: 要求无线传感器网络在广袤的草原高山环境中稳定地进行数据传输, LoRa 无线通信需要能够覆盖养殖区, 并且需要配备精准的 GPS 卫星定位系统, 以便实时监测每只牦牛的位置和行为。

(2) 功能要求: 监测系统需要对放养在外的牦牛的位置进行实时监控, 并能将监控数据进行有效处理和解析, 以便做出相应的管理决策。

(3) 环保要求: 系统设计要注意环境保护, 尽可能减少对草原环境与牦牛的损害, 推动绿色养殖, 促进经济发展和生态保护的和谐统一。

(4) 可操作性要求: 系统应能在手机上进行展示, 应该具有良好的用户界面和易操作性, 以降低牦牛养殖户的操作难度和学习成本。

1.2 设计方案

针对设计要求, 本文设计了一种结合 LoRa 与 GPS 技术的牦牛实时定位方案。本设计方案采用集成方式, 由 LoRa 无线传输网络、GPS 定位系统、云平台等多个子系统组成, 如图 1 所示。

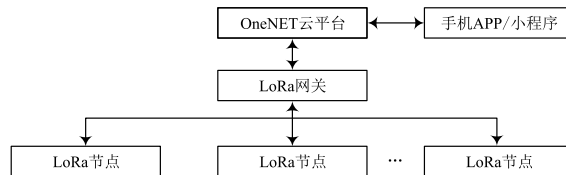


图 1 系统整体设计

2 硬件设计

根据系统设计方案, LoRa 网关负责组建 LoRa 无线局域

收稿日期: 2024-04-10

修回日期: 2024-05-14

基金项目: 成都工业职业技术学院院级课题项目 (纵 20243030001)

网和连接云平台,而 LoRa 数据采集节点负责采集位置信息并将采集到的位置信息传输到 LoRa 网关。

2.1 LoRa 节点硬件设计

本文采用 Semtech 公司出品的 RAK811 作为 LoRa 节点,RAK811 中集成了高性能的 SX1276 射频模块与 STM32 处理器,可实现长距离的无线数据传输。其特点是体积小、功耗低,并且易于使用^[2-3]。

GPS 采集模块采用移远通信的 L80-R 模块,它是一款集成毫米级贴片天线的超紧凑型 GPS 模块,其节省空间的设计非常适合微型设备。L80-R 采用 LCC 封装,集成贴片天线,水平定位精度小于 2.5 m。通过 UART 串口与 STM32 处理器连接。该模块采用贴片设计工艺,具有功耗低、尺寸小、能快速定位的特点^[4]。

为了方便牦牛佩戴,LoRa 数据采集节点被设计成项圈样式,可直接套在牦牛的颈部。LoRa 节点硬件部分包含:STM32 处理器、LoRa 射频部分、GPS 定位模块、电源转换电路等,其硬件结构框图如图 2 所示。

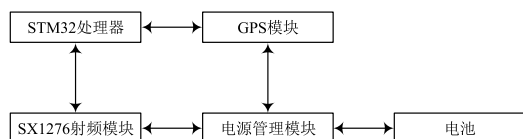


图 2 LoRa 节点硬件结构框图

2.2 LoRa 网关节点硬件设计

LoRa 网关节点是数据传输的桥梁,除了接收来自一个或者多个 LoRa 节点的数据外,还负责通过串口连接 SIM900 模块^[5-6]。SIM900 模块是一款 GSM/GPRS 模块,工作频率为 850/900/1 800 MHz,能够低功耗实现语音、短信(SMS)、数据等业务。SIM900 模块负责将 LoRa 节点采集数据发送到 OneNET 云平台^[7-8]。

本文选用树莓派作为 LoRa 网关的控制系统,通过 SPI 接口连接 SX1301 作为 LoRa 射频模块;通过 UART 串口连接 GPS 模块与 SIM900 模块。SX1301 模块是 Semtech 公司出品的高性能 LoRa 网关处理器,具有高灵敏度、强干扰抑制、多通道接收和普适的兼容性等特点^[9]。GPS 模块选用与 LoRa 节点中所选用的一致。

LoRa 网关节点硬件结构框图如图 3 所示。

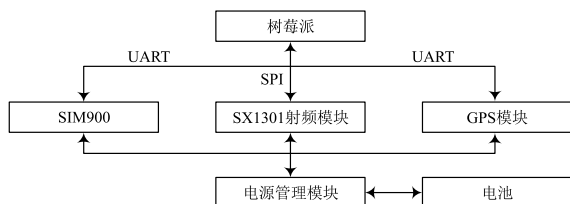


图 3 LoRa 网关节点硬件结构框图

3 软件设计

3.1 LoRa 网关软件设计

本文 LoRaWAN 采用了星状的网络布局,其主要任务是接收终端设备采集的位置信息,并将位置信息转化为云平台适配的信息后发送给 OneNET 云平台。其中 SIM900 模块和云平台之间通过 MQTT 协议进行数据交换^[10]。

为了最大化终端设备的涵盖范围和电池寿命,并提升整个网络的负载能力,LoRaWAN 采用了自适应数据速率的策略来调控数据传输速度和每个终端设备的射频输出。

3.2 LoRa 数据采集节点软件设计

LoRa 数据采集节点在初始化后发出入网请求,在获准后触发 GPS 采集数据发送定时器,此时设备进入睡眠状态。当定时器由于超时而发生中断时,激活节点设备进行位置信息采集并将采集的数据发送到 LoRa 网关。LoRa 数据采集节点的软件设计流程如图 4 所示。

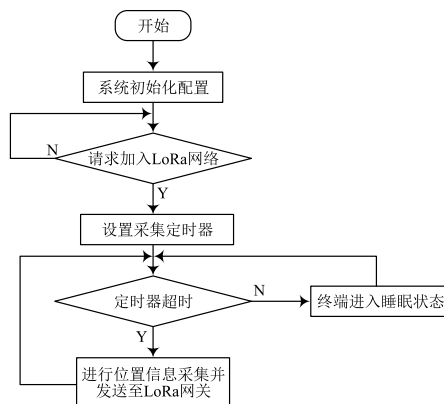


图 4 LoRa 数据采集节点程序流程

4 系统运行结果

当 LoRa 终端节点加入到 LoRaWAN 网络后,便开始周期性进行数据采集和传输。LoRa 网关收到数据后便将牦牛的位置信息发送到 OneNET 云平台进行显示。LoRa 网关与 OneNET 云平台通过 MQTT 协议进行数据传输。在数据传输成功后,登录到 OneNET 云平台后台会发现创建的 LoRa 网关产品处于在线状态,如图 5 所示。



图 5 OneNET 云平台 LoRa 网关连接图

在 OneNET 云平台设计设备属性时,采用了牦牛编号、经度信息与纬度信息三元组的形式记录了从 LoRa 网关上报来的每条信息。根据牦牛的编号可以准确区分不同牦牛的位置信息。在产品开发过程中,可以在“模型”板块查看并导出当前物理模型,LoRa 网关在发送数据时需要将数据与当前物理模型进行匹配。通过查看信息列表,可以在云平台上查看所有牦牛佩戴的设备上传的位置信息,如图 6 所示。

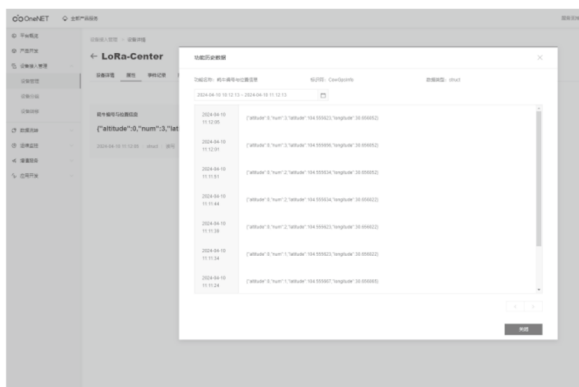


图 6 OneNET 云平台数据查重界面

5 结 语

本研究论述了 LoRa 和 GPS 技术在放养牦牛定位中的应用。LoRa 的长距离、低功耗特性有助于构建广域网络, GPS

能够为精准定位提供解决方案。通过该联合技术,管理人员能够实时监测牦牛的异常,保障牦牛安全,提高了牧场管理效率。此研究为农业物联网的发展带来了新思路,有助于推动农业自动化、智能化管理,创新农业生产模式,提升产量及质量。

参 考 文 献

- [1] 杨苏日娜, 吴金虎, 根锁. 中国散养牛主产区生产成本收益差异之原因分析 [J]. 内蒙古科技与经济, 2022 (8): 64-68.
- [2] 周彦安, 汪沛, 朱清波. 基于 LoRa 的智能航标灯遥测遥控系统 [J]. 测控技术, 2020, 39 (7): 88-92.
- [3] 付河. SX1276 的 LoRa 与 FSK 技术在室内定位中的应用研究 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2016, 16 (10): 57-61.
- [4] 王佳, 董元, 高君语, 等. 基于 OBD 和 GPS 的车载终端设计 [J]. 汽车实用技术, 2023, 48 (6): 47-52.
- [5] 费广建, 白卓玉, 李琦. 可穿戴的牛定位及行为检测装置设计 [J]. 信息技术与信息化, 2022 (8): 123-127.
- [6] 陈树成, 李晓波, 崔明, 等. 基于 CC2530 和 SIM900A 的无线传感器网络设计 [J]. 电子设计工程, 2018, 26 (17): 121-125.
- [7] 徐梦平, 马艳彬, 马昊悦. 基于物联网的智能用水监管系统 [J]. 物联网技术, 2024, 14 (3): 16-19.
- [8] 彭勇, 陶曾杰, 林振, 等. 基于 STM32 和 OneNET 的智能家居系统的设计 [J]. 物联网技术, 2024, 14 (2): 86-89.
- [9] 白韦娟, 何磊, 何信一, 等. 基于 LoRa 的环境检测系统的设计与实现 [J]. 自动化应用, 2023, 64 (20): 227-230.
- [10] 刘亮亮, 王兴, 王国庆, 等. 基于树莓派与 MQTT 的智能网关设计 [J]. 机电工程技术, 2024, 53 (8): 89-91.

作者简介: 季 美 (1986—), 男, 硕士, 讲师, 研究方向为物联网。

张良玺 (1968—), 男, 高级工程师, 研究方向为通信。

(上接第 35 页)

- [6] 李润平, 苏成悦, 冯祖勇. 基于 YOLOv5s 神经网络的农林业常见虫害检测的应用研究 [J]. 电脑知识与技术, 2023, 19 (5): 6-8.
- [7] 张凯. 基于 C/S 架构的医废调度系统的设计与实现 [J]. 起重运输机械, 2023 (16): 43-47.
- [8] 徐晔. 基于 3 层 C/S 架构的信息管理系统设计和实现 [J]. 信息与

电脑 (理论版), 2024, 36 (3): 92-95.

- [9] 马超伟, 张浩, 马新明, 等. 基于改进 YOLOv8 的轻量化小麦病害检测方法 [J]. 农业工程学报, 2024, 40 (5): 187-195.
- [10] 刘超, 高健. 一种改进的 YOLOv5 电动车头盔佩戴检测方法 [J]. 软件导刊, 2024, 23 (6): 143-149.

作者简介: 陈俊藤 (2002—), 就读于山东青年政治学院信息工程学院, 主要研究方向为数据科学与大数据技术。

刁广强 (1987—), 硕士, 讲师, 研究方向为图像处理与模式识别。

唐美娜 (2005—), 就读于山东青年政治学院信息工程学院, 主要研究方向为计算机科学与技术。

黄 冉 (1985—), 山东青年政治学院工程师, 主要研究方向为数据挖掘。

柳 欣 (1978—), 山东青年政治学院教授, 主要研究方向为信息安全与密码学。

薛玉利 (1981—), 山东青年政治学院副教授, 主要研究方向为数字图像处理。