

基于 5G 通信及遥感卫星的气象观测站 数据监测系统设计

张润东, 张 雄, 陈鑫羽

(延安大学 物理与电子信息学院, 陕西 延安 716000)

摘要: 针对传统气象观测站数据监测系统受到干扰数据影响而导致监测精准度低的问题, 提出了基于 5G 通信及遥感卫星的气象观测站数据监测系统设计; 根据系统平台架构, 将系统分为应用层、插件层、数据层和软件硬件支撑层 4 个层次; 使用 CC2530 采集终端采集空气温湿度、土壤湿度等数据, 利用 5G 通信技术将数据发送至物联网网关, 再通过 Web 将数据存储到手机中; 使用 PCIE 数据采集卡采集遥感卫星气象观测站数据, 选择 MSOP8 监测器监测串口通信数据, 完成系统硬件设计; 选择后台遥感卫星气象观测站数据库, 利用平均算子分析滤波器降噪情况, 得到异常数据模型, 确定正常数据, 实现气象观测站数据监测系统设计; 由实验结果可知, 该系统监测最高监测效果可达到 99%, 能够为气象观测站提供设备支持。

关键词: 5G 通信; 遥感卫星; 气象观测站; 数据监测

Design of Meteorological Observation Station Data Monitoring System Based on 5G Communication and Remote Sensing Satellite

Zhang Rundong, Zhang Xiong, Chen Xinyu

(Physics and Electronic Information College, Yanan University, Yanan 716000, China)

Abstract: Aiming at the problem of low monitoring accuracy caused by interference data in traditional meteorological observation station data monitoring system, the design of meteorological observation station data monitoring system based on 5G communication and remote sensing satellite is proposed. According to the system platform architecture, the system is divided into application layer, plug-in layer, data layer and software and hardware support layer. CC2530 acquisition terminal is used to collect air temperature and humidity, soil moisture and other data, and 5G communication technology is used to send the data to IOT gateway, and then the data is stored in the mobile phone through web. The data of meteorological observation station of remote sensing satellite was collected by using the data acquisition card of PCIe, and the serial communication data was monitored by MSOP8 monitor. The background remote sensing satellite meteorological observation station database is selected, and the average operator is used to analyze the filter noise reduction. The abnormal data model is obtained and the normal data is determined. The design of meteorological observation station data monitoring system is realized. The experimental results show that the maximum monitoring effect of the system can reach 99%, which provides equipment support for meteorological observation stations.

Keywords: 5G communication; remote sensing satellite; meteorological observation station; data monitoring

0 引言

气象卫星数据传输所用的大部分频带使用 1 波段 (16701710 兆赫兹), 这是国际电信联盟为气象卫星分配的频带^[1]。这一频率范围总共只有 40 MHz, 所以传输数据的速率只能达到几兆字节/秒级距离^[2]。随着气象卫星探测设备数量的增加, 精度的提高, 数据传输量和码率大大增加, 需要增加的信道带宽也相应增加。举例来说, 码率要求每秒几十兆位, 带宽为几十兆赫, 甚至更高更宽^[3]。很明显 1 波段已不再符合要求, 必须增加到更高的波段, 与前四代移动通信技术不同的是 5 G。该系统集成了一系列的无线通信技术和无线空中接口技术, 具有更大的带宽、更高的速

率、更强的性能。5 G 不仅仅是一个特定的无线接入技术, 而且很可能是一个伴随现有无线接入技术发展而产生的革命性设计。气象卫星数据接收是卫星数据的接收、处理、分发和应用过程中的首要环节^[4]。在无法接收到高质量的数据时, 处理和分发数据是不可能的, 用户无法使用该信息。

近几年来, 我国建立了大量的气象卫星数据接收处理系统, 在天气预报和环境监测中发挥了重要作用。在监测系统设计中, 采用了 CCSDS 标准卫星数据传输方式。对于卫星地面站接收系统来说, 不仅要根据信号的射频频率来设计天线和伺服跟踪系统, 而且解调系统也要适应信号的

收稿日期: 2020-08-26; 修回日期: 2020-10-09。

作者简介: 张润东(1998-), 男, 陕西咸阳人, 本科, 主要从事信号方向的研究。

引用格式: 张润东, 张 雄, 陈鑫羽. 基于 5G 通信及遥感卫星的气象观测站数据监测系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2021, 29(3): 77-81.

编码特性。工艺操作繁琐，数据监测结果解调不准确。

数据监测系统作为 PCIE 总线的一种，虽然具有较高的带宽优势，能够满足大规模数据采集的需要，但由于数据采集的大型化，一些关键数据无法及时收集，导致监测结果不完整。为此，设计了一种基于 5G 通信及遥感卫星的气象观测站数据监测系统。着重进行了软硬件的研究，并通过模拟实验对系统进行了验证，为卫星地球站接收新一代卫星数据提供了可靠的工程应用。

1 系统平台设计

利用遥感卫星产品作为气象观测站数据监测应用平台的 5G 通信和遥感卫星，作为主要数据源，并根据研究结果对大气、水和生态环境遥感参数进行反演^[5]。合理地划分了应用平台的各种功能，开发了独立的插件。灵活地将插件结合，实现了系统的各个功能模块，形成了多源遥感卫星环境监测应用平台^[6]。这个系统主要被划分为 4 个级别，见图 1。

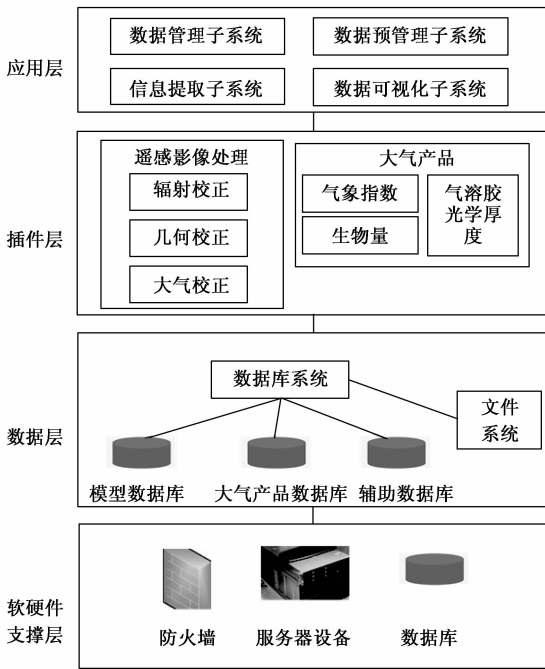


图 1 系统平台架构图

1.1 应用层

依靠插入层，面向用户，整合系统平台上各种应用服务。

1.2 插件层

插入层是应用支持层。在此基础上，对系统应用程序进行了分类，归纳了平台需要的种子功能。将每个子函数封装后，就可以得到具有通用功能的对象（即插件），结合使用插件将构成每个业务功能^[7]。

1.3 数据层

包含资料库及文件系统，利用 SQL Server 数据库对遥感数据元数据、产品数据和其他辅助数据进行存储和管理，

从而实现对本地球星遥感数据的管理^[8]。

1.4 软硬件支撑层

这一层主要描述了系统开发和运行所需要的硬件和软件环境。

2 系统硬件结构设计

该系统主要由 CC2530 采集终端、5G 通信技术、网关（ZigBee 协作器）、NodeMCU 平台开发等部分组成^[9]。在这些数据中，环境采集终端以 CC2530 为基础，获取温度、湿度、光线和其他数据，通过采集模块的空气温度和湿度、土壤湿度、数字照明等数据，应用 5G 通信技术将数据发送到物联网网关，网关包根据地址将接收到的数据通过串口发送到网关的 NodeMCU 模块^[10]。通过 MQTT 数据框架发送（发布）和接收（订阅）气象和环境数据，储存在数据库中，并基于 Web 开发在 PC、智能手机和其他设备上显示^[11]。图 2 中显示了系统硬件结构的设计。

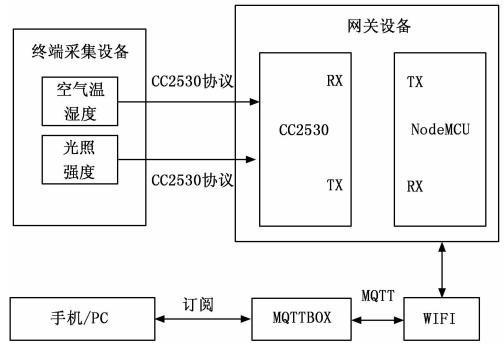


图 2 系统硬件结构

2.1 PCIE 采集卡

该数据采集卡主要用于接收卫星数据解调器输出的数据信号，并向存储器中的共享缓冲区传输数据。它的输入信号有数据信号、时钟信号、复位信号和有效数据信号。数据采集卡和前端采用 LUTTL 级互连，确保数据传输的可靠性^[12]。

通过 CPLD 数据采集卡实现局部总线逻辑控制、FIFO 缓冲区乒乓切换、FIFO 读写控制、两段 FIFO 依次缓冲数据、专用接口芯片实现 PCIE 总线与局部总线之间的连接。图 3 显示了 PCIE 数据采集卡硬件电路。

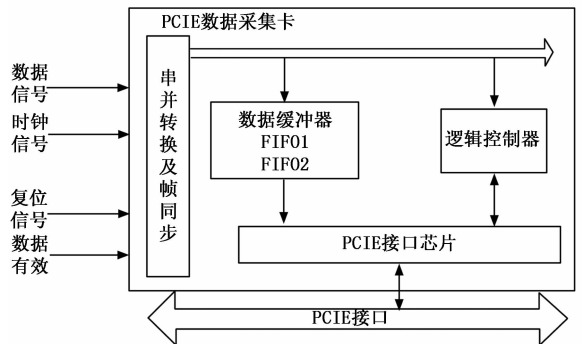


图 3 PCIE 数据采集卡硬件电路图

通过 SMA 连接器,数据信号和本地恢复时钟 CLK 进入主板,先从串行到并行转换,然后比较同步码,在 CPLD 控制逻辑下,通过 word 将 8 位并行数据转换为 FIFO 缓冲。在 FIFO 存储器中数据半满的情况下,CPLD 会发送本地中断信号 LINTiPEX8311 总线控制器,该控制器会启动 DMA 传输,将数据上传到 PC 作为 PCIE 总线的内存中,通过并等待上层应用处理软件保存磁盘,迅速找到并存档。这一下的设计主要包括两个部分。根据 PEX8311 的工作原理,通过驱动程序对内部寄存器进行配置。根据 PEX8311 所提供的本地总线工作顺序,在 CPLD 中实现相应的控制逻辑,以保证系统协同工作^[13]。

2.2 5G 通信技术及网关设备

5G 移动网络是数字蜂窝网络,在这种网络中,供应商覆盖的服务区域被划分为许多被称为蜂窝的小地理区域。5G 无线设备通过无线电波与蜂窝中的本地天线阵和低功率自动收发器(发射机和接收机)进行通信。5G 通信技术具有传输速度快、传输效率高的特点,可互联网连接,通过 Gateway (ZigBee coordinator) 实现无线传感器网络和公共通信网络接入设备的连接,它提供多种通信通道,确保将终端节点收集的数据传送给用户。它的主要功能是通过构建的 ZigBee 网络接收终端设备采集气象环境数据,并根据设备类型分配地址进行分组处理,通过串口通信将数据发送给物联网网关 NodeMCU 模块^[14]。

设计了一种基于 CC2530 与 NodeMCU 的串口通信和 WiFi 数据传输的网关设备。该系统的硬件主要包括 CC2530 射频板模块,电源模块,程序下载模块,NodeMCU 模块。线路设计中,将 CC2530 芯片与 NodeMCU 芯片通过磁头进行连接。

接收端采用 DART 与 CC2530 通信管脚连接的方式,实现上载数据的接收。接着,通过开发基于 ESP8266 芯片的 NodeMCU,使用 MATT 向服务器发布数据。Gateway 设计是 ZigBee 技术和 NodeMCU 技术的结合,它可以降低开发成本,同时保证数据传输效率和安全,非常适合经济行业使用。

2.3 监测器

在采集了 MSOP8 显示器的串行通信数据后,对其进行了硬件通信数据处理和分析,实现了气象观测站数据的监测,包括主机,协议转换,语音卡,视频处理器等。在 Win7 系统条件下,将监控中心设为局域网,借助智能设备对监控单元数据进行处理和分析,实现了对监控数据的实时存储和处理。

若要确保可监视并测量到任何前端节点网络运行状态的实时位置,则可以在管理机内部设置一个复杂的前端机,根据总体部署策略的硬件结构,在后台和前端的机会都将失败。另外,其他前端机器会在节点被发现后迅速更新节点状态列表。为使系统自动监测数据准确无误,可以分钟为单位记录分组单行率和网络宽带利用率,并将分组分在多个网络服务器底层链路上。若要保证接口端相应的链路

异常信号,以增加带宽,提高处理效率,可采用网络接口服务器作为负载均衡器。

2.4 报警器

当异常数据发生时,系统需要自动报警,提醒管理员对异常数据进行管理,并根据报警级别采取相应的安全响应策略。图 4 显示了监控系统报警模块的工作原理。

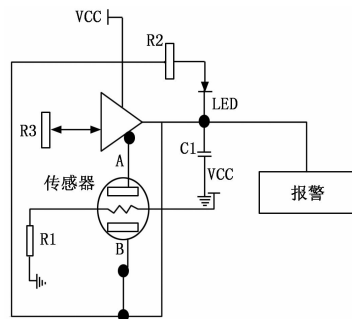


图 4 监测报警模块设计

如图 4 所示,设置一个警报传感器,使其工作电压达到 20 V,比较警报传感器能够承受的压力范围和最小范围内的相应电压值,并输出一个数字信号。如果指示为绿色,那么电路无故障,信号电压值低于固定阈值;如果指示为红色,那么电路就会出现故障,信号电压值大于或等于一定的阈值。

3 软件功能设计

3.1 后台遥感卫星气象观测站数据库选择

监视系统处理的是复杂的用户管理,数据量大,数据内容丰富。天气资料处理过程中,对天气资料的准确性、备份、查询与检索以及天气资料的挖掘等方面提出了更高的要求,所以需要有一个强大的数据库作为外部存储库^[15]。通过对比,该方案能够满足海量气象数据存储的需要,能够极大地提高系统的吞吐量,并以其强大的兼容性增强系统的整体稳定性,同时能够实现大规模数据表的跨平台传输,该软件还具有强大的数据管理功能,能够有效地对程序进行优化和编译,用于查询数据库中的表、视图和数据。

3.2 监测流程设计

该系统能够实时分析气象观测站传输的数据,实现气象观测站的在线监测。获得采集设备的各种信息,快速监控指标异常故障情况。临时确认判断错误,借助读写天气监测表的相关数据进行辅助确认,通过关联规则进行分析判断,提高判断结果的可信度。图 5 中显示了具体的分析过程。

设备安装时,通过监测开关的位置及功率因数,判断开关功率是否改变。当监测的功率因数超过预定范围时,监测的准确数据与理想的运行数据进行比较,从而确定气象观测点,零件运行不正常。

3.3 抗干扰滤波处理

针对通信气象站的异常数据中存在的大量干扰数据,

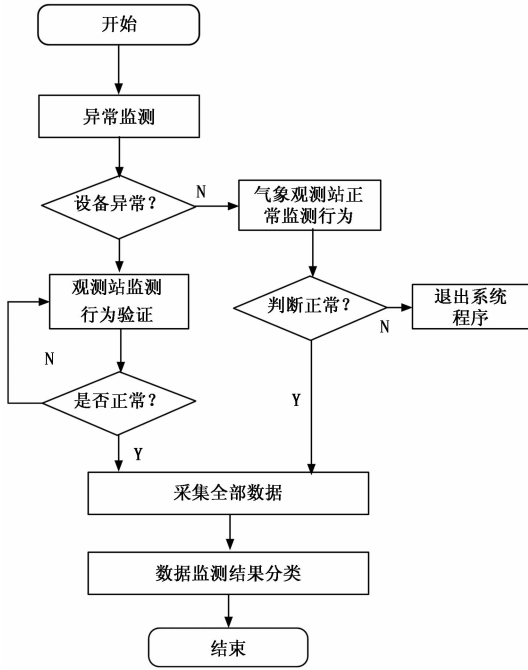


图 5 监测流程

提出了抗干扰滤波方法。对于遥感卫星气象观测台站，监测异常数据会受到噪声干扰，从而使监测精度大大降低，必须对干扰进行处理。

利用平均算子来描述滤波器降噪情况，由此得到的滤波器传输函数为：

$$z(g_i) = \left[\sum_{j=1}^n \frac{\alpha_{ij}}{\lambda_j} f(g_j) \right] / \sum_{j=1}^n \frac{\alpha_{ij}}{\lambda_j} \quad (1)$$

公式 (1) 中： n 表示滤波窗口数， g_i 表示窗口像素值， g_j 表示邻域像素值， $f(g_j)$ 表示灰度值， α_{ij} 表示隶属度， λ_j 表示尺度参数。

假设遥感卫星的气象观测站监测系统中存在的异常数据为 $h(x)$ ，那么该组宽带调节频率序列中频率点也落在 $h(x)$ 中。通过自适应处理，分解遥感卫星气象观测站异常数据特征，由此得到的异常数据模型可表示为：

$$W_h(t) = \frac{\int_{-\infty}^{+\infty} Q_{hx}(t, x) dx}{\int_{-\infty}^{+\infty} Q_{hx}(t, x) dx} \quad (2)$$

公式 (2) 中： t 表示数据采集时间， hx 为处理后的数据，通过滤波处理能够得到遥感卫星气象观测站精准监测数据。

4 实验分析

为了验证基于 5G 通信及遥感卫星的气象观测站数据监测系统设计合理性，进行实验验证分析。

4.1 实验装置设置

实验装置各功能模块均安装在标准电源箱内，通过电缆与电能表、变压器和电能计量装置的二级回路连接，完成现场全部数据采集。各监测数据采集完毕后，通过有线或无线方式将各监测中心服务器直接上传到监测中心。监

控系统管理和分析软件对服务器执行统一的管理操作，并向管理员通报必要的事件。与此同时，决策者可直接了解当前的运行状况测量装置，根据各种趋势图等曲线打印报表进行数据分析。

在上述实验环境中，通过收集 250 次故障记录，建立包含 150 条记录的气象观测信息，并对其记录进行验证的合理性研究。

4.2 气象数据分析

根据实验环境，监测系统中存在的异常数据，由此得到的滤波前原始数据传输、滤波后原始数据传输变化幅度如图 6~7 所示。

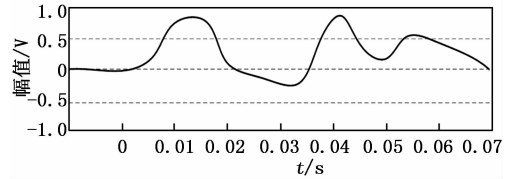


图 6 滤波前数据传输

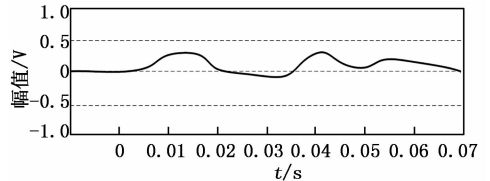


图 7 滤波后数据传输

由图 6~7 可知：滤波前数据变化幅度较大，数据在监测时间为 $0 \sim 0.01$ s 和 $0.035 \sim 0.06$ s 时间内波动最大。滤波后数据传输变化幅度有所减小，虽然也在 $0 \sim 0.01$ s 和 $0.035 \sim 0.06$ s 时间内波动出现波动，但波形趋势明显变小，且在变化幅度 $\sim 0.5 \sim 0.5$ V 范围内波动。

4.3 异常数据监测结果

将上述分析的气象数据，进行异常数据监测，其结果如表 1 所示。

表 1 异常数据监测结果

频率/Hz	频率幅值/a
10	0
20	900
30	500
40	900
50	500
60	0
70	0

由表 1 可知：对于异常数据监测结果可确定异常数据频率幅值，具有良好频谱增益效果。基于此，为了验证监测系统设计合理性，需将采用 CCSDS 标准卫星数据传输方式设计的监测系统、使用 PCIE 总线设计的数据监测系统和基于 5G 通信及遥感卫星监测系统监测效果对比分析，结果如表 2 所示。

表 2 3 种系统监测精度对比分析

频率/Hz	CCSDS 系统	PCIE 系统	5G 通信系统
10	25%	62%	99%
20	31%	60%	98%
30	35%	59%	98%
40	34%	65%	98%
50	35%	63%	98%
60	40%	63%	98%
70	41%	62%	99%

由表 2 可知: CCSDS 系统的监测精度平均值为 34.4%, PCIE 系统的监测精度平均值为 62%, 使用 5G 通信系统监测效果较好, 最高可达到 99%, 平均值为 98%。由此可见, 基于 5G 通信及遥感卫星的气象观测站数据监测系统对气象观测站数据监测准确性更高, 通过遥感卫星可以实现海量气象数据存储的, 从而提高系统的吞吐量, 增强系统的整体稳定性, 同时通过 5G 通信实现大规模数据表的跨平台传输, 具有良好监测效果。

5 结束语

基于 5G 通信及遥感卫星的气象观测站数据监测系统中, 遥感卫星数据传输速率从最初的每秒 100 兆位数提高到现在的每秒 100 兆位数。卫星计算机发展速度快, 完全能满足卫星数据采集与处理的需要。实验表明, 该数据监测系统经过严格测试, 解决了实验过程中出现的数据检测准确性较差的问题, 保证了系统的稳定运行, 并能实时记录数据。实践证明, 该系统的各项指标均达到了要求, 具有很强的实际应用性。

参考文献:

[1] 杨武, 杨大飞. 基于专利数据的产业核心技术识别研究——以 5G 移动通信产业为例 [J]. 情报杂志, 2019, 38 (3): 39-45.

[2] 王毅, 陈启鑫, 张宁, 等. 5G 通信与泛在电力物联网的融合 [J]. 中国电机工程学报, 2021, 41 (1): 1-10.

至平台, 并根据上传的医疗数据为患者提供体检报告及诊断意见, 优化了病患的管理流程, 为患者提供了全方位的医护服务, 并节省了医护资源。

在下阶段研究开发中, 将添加刷卡录入患者信息的功能, 提高信息录入与存储效率。此外, 将继续开发手机移动端 APP 和 Web 端程序, 使该测试诊断系统更加方便适用, 为减轻心血管等慢性疾病给人们带来的健康威胁提供解决平台保障。

参考文献:

[1] 游紫为, 匡泽民, 周艳辉, 等. 行为改变轮理论在心血管疾病管理中的应用 [J]. 中华现代护理杂志, 2021, 27 (1): 121-127.

[2] 雷小红, 孙琳林, 赵子铎, 等. 老年慢性阻塞性肺疾病与维生

合: 应用分析与研究展望 [J]. 电网技术, 2019, 43 (5): 1575-1585.

[3] 彭刚彬, 周云燕, 曹立强. 基于 5G 通信的硅基 IPD 滤波器设计与仿真 [J]. 微电子学与计算机, 2019, 36 (5): 10-13.

[4] 史东旭, 高德民, 薛卫, 等. 基于物联网和大数据驱动的农业病虫害监测技术 [J]. 南京农业大学学报, 2019, 42 (5): 967-974.

[5] 赵云峰, 武壮, 戴永成. 基于北斗卫星的船舶监控系统的数据通信技术开发简 [J]. 舰船科学技术, 2018, 40 (6): 97-99.

[6] 张四海, 张建华, 陈颖, 等. B5G 系统中基于无线大数据的新兴技术 [J]. 北京邮电大学学报, 2018, 41 (5): 56-65.

[7] 田振兴, 管梅, 汪进欣. 基于 MODIS 遥感数据的鄱阳湖流域生态系统生产力变化研究 [J]. 生态环境学报, 2018, 27 (10): 155-164.

[8] 唐万伟, 康绍莉. 面向 5G 非正交多址接入系统的检测算法研究 [J]. 高技术通讯, 2018, 28 (Z1): 813-819.

[9] 张炎炎, 王宝聪, 李文祺, 等. 5G 高频候选频段内 5G 系统与卫星地球站干扰共存研究 [J]. 电信科学, 2018, 6 (S1): 243-248.

[10] 韩锐, 张磊, 李伟, 等. 24.65~25.25 GHz 频段 IMT-2020 (5G) 系统对卫星广播系统干扰分析 [J]. 电信科学, 2018, 34 (7): 108-115.

[11] 张欣旺, 董佳, 邹司晨, 等. 通信·导航·物联一体化 5G 室内通信网络 [J]. 电信科学, 2019, 35 (8): 139-146.

[12] 李小文, 江亚男, 李秀. 5G 系统终端物理层控制的设计与实现 [J]. 电子技术应用, 2019, 45 (4): 102-106.

[13] 丁承君, 刘强, 田军强, 等. 信息物理系统事件驱动下的农业气象监测系统 [J]. 江苏农业学报, 2018 (4): 825-834.

[14] 任蔓延, 胡知斌, 仇文峰. 基于北斗卫星的远海船舶气象播报系统设计及应用 [J]. 中国港湾建设, 2018, 38 (1): 53-56.

[15] 梁宝龙, 崔学林, 谢寒生, 等. 多源气象数据实时推送系统的设计与实现 [J]. 计算机技术与发展, 2018, 28 (8): 139-143.

[16] 王素 D 缺乏相关性的研究进展 [J]. 牡丹江医学院学报, 2021, 42 (1): 142-145.

[3] 张昊, 孙元, 王志刚, 等. 基于 ARM 和 WIFI 技术的心电信号实时检测系统设计与研究 [J]. 计算机测量与控制, 2021, 29 (1): 54-58.

[4] 胡凤忠, 高金定, 龙贻建. 基于 ARM 处理器的运动目标检测与跟踪系统 [J]. 计算机测量与控制, 2016, 24 (12): 34.

[5] 罗天任. 基于 ZigBee 与 Web 技术的数据传输与处理系统的设计与实现 [D]. 四川: 电子科技大学, 2018.

[6] 刘岳鹏, 蔡睿, 周磊. 基于 ZigBee 的环境参数远程无线监控系统设计 [J]. 计算机测量与控制, 2017, 25 (7): 87-89.

[7] 龚成莹, 何辉, 兰聪花, 等. 仪表程控异步 Socket 通信方法研究 [J]. 电气自动化, 2019, 41 (2): 14-17.

[8] 蔡长征, 曹士玲. 基于 SQL Server 数据库安全机制研究 [J]. 电脑知识与技术, 2020, 16 (6): 1-2, 9.