

基于云平台的远程监控系统的设计与实现

汪文强, 张国平, 徐洪波, 方 婕, 胡江为

(华中师范大学物理科学与技术学院, 夸克与轻子物理教育部重点实验室, 武汉 430079)

摘 要: 随着云平台服务的不断普及, 云平台服务因其具有的虚拟化、部署方便、通用性、可扩展性、按需服务、极其廉价等特点, 被越来越广泛地应用在生活与生产的各个方面。文中拟将云平台技术与远程监控技术相结合, 在理论层面上对基于云平台的远程监控系统进行了设计与分析, 并在实践层面上设计了一套智能库房环境实时监测系统对理论进行了验证。经过系统测试, 证实了该系统的实用性与普适性, 可以应用在家庭安防、农业生产等各个领域, 对远程监控技术的研究具有重要的理论意义与实用价值。

关键词: 云平台; 远程监控; 环境监测; 物联网

中图分类号: TP277 **文献标识码:** A

Design and implementation of remote monitoring system based on cloud platform

WANG Wen-qiang, ZHANG Guo-ping, XU Hong-bo, FANG Jie, HU Jiang-wei
(Key Laboratory of Quark and Lepton Physics (MOE) and College of Physics Science and Technology,
Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: With the continuous popularization of cloud platform services, cloud platform services are more and more widely applied in all aspects of life and production due to their characteristics such as virtualization, convenient deployment, universality, extensibility, on-demand services and extremely low cost. Cloud platform technology is combined with remote monitoring technology, the remote monitoring system based on cloud platform are designed and analyzed on the theoretical level. A set of intelligent warehouse environment real-time monitoring system is designed on the practical level to verify the theory. After systematic testing, it proves the practicability and universality of the system, which can be applied in various fields such as home security and agricultural production. It has important theoretical significance and practical value for the research of remote monitoring technology.

Key words: cloud platform; remote monitoring; environmental monitoring; IoT

0 引言

云平台服务是由云运营商向企业提供的各种企业所需要的软硬件资源。与传统的客户端-服务器不同的是所有资源都存放在远程端, 俗称云端, 由云运营商进行统一管理与维护。因此企业不需要配备任何设备及管理人员, 便可享有专业的服务。企业只需将本公司为用户提供的各种服务部署在该云平台上, 企业用户便可远程享有这些服务。云平台服务可以为中小企业节省大量的人力

物力以及财力^[1]。

监控系统是物联网系统中一个不可或缺的组成部分, 其包含两大主要功能: 监测与控制。监控系统的应用广泛, 在智能家居、智能安防、智能生物等方面都有重要应用。随着“万物互联”的不断深入, 对

收稿日期: 2019-05-16

基金项目: 湖北省自然科学基金项目资助(2017CFB591)

作者简介: 汪文强(1995-), 男, 硕士研究生, 研究方向为Java软件开发、嵌入式系统开发与应用。通讯作者: 张国平。

监控系统的结构简单化、扩展灵活化、成本廉价化都提出了更高的要求。基于上述云平台服务的特点,若将向用户提供的监控服务部署在云平台上,基于云平台的远程监控系统将具有结构简单、扩展灵活、成本廉价的特点,对远程监控技术具有重要的理论意义与实用价值^[2-4]。

1 系统总体概述

1.1 系统架构

基于云平台的远程监控系统主要由下位机系统、云平台、客户端三大部分组成,其系统架构示意图如图1所示。

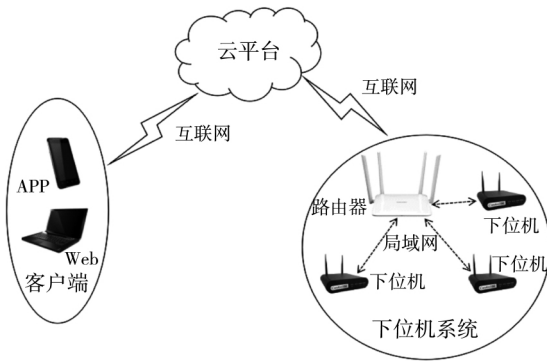


图1 系统架构示意图

下位机主要负责监测数据的实时采集与数据的初步处理(格式转换与数据校准)以及相关设备的控制运转等。该下位机上可挂载多种不同类型的传感器,如温湿度传感器、气体传感器等,这些传感器通过有线或无线的方式与下位机相连,将采集到的监测数据交由下位机进行初步的处理并暂存。当云平台向下位机发送监测数据获取指令后,下位机将暂存的监测数据通过互联网传送到云平台以便后续的使用。同时下位机也可挂载多种控制设备,如电机、灯泡等,当云平台向下位机发送设备控制指令后,相关设备便可按指令要求进行开闭。

云平台是整个系统的核心部分,在云平台上搭建的监控服务,它需要实现以下功能:一方面它需要定时地向下位机发送监测数据获取指令以获取监测数据,然后将获取到的监测数据进行解析并存储在云平台的数据库中方便后续使用;另一方面它需要响应用户请求,若是监测数据的获取请求,只需将云平台数据库中最新的监测数据返回给用户即可,若是控制请求,则云平台需要将此命令转发至下位机以实现用户的控制效果。

客户端是系统的前端部分,主要是提供用户与下位机友好的交互平台。该前端部分可以是手机

APP客户端、Web浏览器客户端、Windows客户端等各种前端产品。通过开发这些与该监控系统配套的前端产品,实现与该部署监控服务云平台的相互通信,由于云平台上部署有上述服务,在客户端便可很轻松地实现远程监测数据的实时查看与远程设备的实时控制等。

1.2 系统工作流程

基于云平台的远程监控系统的工作流程图如图2所示。首先,下位机通过网络接入设备如路由器等加入互联网以实现与云平台的初步连接;其次,通过内网透传技术实现位于外网的云平台可以主动地访问位于内网的下位机。在云平台上部署的监控服务会以一定的采集频率向下位机发送监测数据获取指令。下位机在收到监测数据获取指令后会已将处理后的所有传感器监测数据汇总并按照一定的数据格式返回给云平台,云平台上的监控服务会将返回的监测数据按照下位机规定的格式进行数据的逆解析,将解析后的可读数据存储在云平台上的数据库里以便后续响应客户端监测数据的请求。当用户通过客户端如手机APP客户端、Web浏览器客户端、Windows客户端等连入互联网访问云平台时,若是请求下位机的监测数据,云平台会将之前存储在数据库里的从下位机获取的最新监测数据返回给客户端,客户端将返回的监测数据进行解析并显示在界面上,用户便可实时查看到监测数据;若用户需要控制下位机的相关设备时,只需操作客户端上的对应控件,客户端便将与此设备对应的控制请求发送到云平台,云平台获取客户端发来的控制请求后将会将其解释并转发到下位机,下位机获取控制指令后进行相关设备的开闭并将控制结果返回给云平台,云平台再返回给客户端。

通过上述的系统工作流程,基于云平台的远程监控系统便可轻松地实现远程监控功能以满足生产的需要。

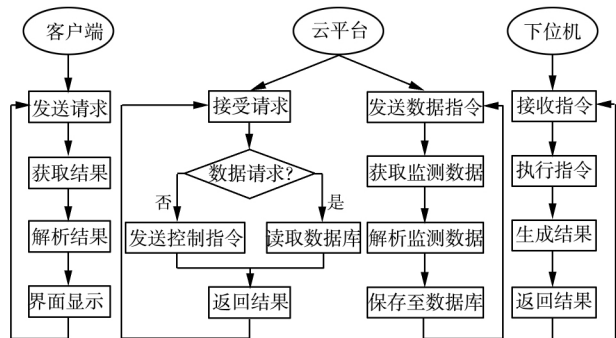


图2 系统工作流程图

2 系统通信设计

2.1 Modbus TCP 通信协议

Modbus TCP 通信协议是 1996 年施耐德公司推出的基于以太网 TCP/IP 的 Modbus 协议,是工业制造中较为流行的通信协议。其协议栈一般分为两层,一层是应用层协议,该层定义了消息数据的结构、命令就答的方式;另一层是网络层协议,该层实现了对数据的封装和传送。当下位机移植了该通信协议后,通过向下位机发送该通信协议规定的各类型的命令格式,便可实现对下位机监测数据的获取及下位机设备的控制。其命令帧格式如表 1 所示^[5-6]。

表 1 Modbus TCP 协议命令帧格式

域	长度	描述
MBAP 报文头	7 byte	地址标识及长度标识
功能码	1 byte	读或写寄存器
数据域	4 byte	读写寄存器位置

在下位机中移植 Modbus TCP 协议,并将传感器采集数据存储在读寄存器里面,将设备状态与写寄存器绑定。当需要获取下位机的监测数据时,发送如表 2 所示的命令格式,其中 MBAP 报文头中的 0x0006 代表其之后的字节数,可用于下位机校验命令的正确性,之后的 0x01 代表此下位机的单元标识;功能码 0x04 代表读输入寄存器;起始地址 0x0000 代表需要读取的存储监测数据的输入寄存器的起始地址;读取寄存器个数 0x0001 代表需要读取的存储监测数据的输入寄存器的个数。该条命令的含义是读取标识为 01 的下位机的存储在地址为 0x0000 的输入寄存器的监测数据。

表 2 监测数据获取命令帧格式

MBAP 报文头	功能码	起始地址	读取寄存器个数
0x0000 0x0000 0x0006 0x01	0x04	0x0000	0x0001

下位机在接收到此条命令后系统便会依据该协议的规则将存储在输入寄存器 0x0000 的数据返回,得到如表 3 所示的数据内容。其中 MBAP 报文头中的 0x0004 代表其之后的字节数,可用于请求端校验数据的正确性,之后的 0x01 代表此下位机的单元标识;功能码 0x04 代表读输入寄存器;数据 0x00CF 代表返回来的有效数据,也就是地址为 0x0000 的输入寄存器存储的监测数据。该条数据的含义代表了标识为 01 的下位机存储在地址为 0x0000 的输入寄存器的监测数据为 0x00CF。若该输入寄存器里存放的是温度传感器采集的数据,那么监测到的温度则

为 20.7℃(00CF 的十进制为 207,经缩小 10 倍处理后为 20.7)。

表 3 返回的监测数据格式

MBAP 报文头	功能码	数据
0x0000 0x0000 0x0004 0x01	0x04	0x00CF

当需要控制下位机上的某设备时,发送如表 4 所示的命令格式,其中 MBAP 报文头中的 0x0006 代表其之后的字节数,可用于下位机校验命令的正确性,之后的 0x01 代表此下位机的单元标识;功能码 0x05 代表写寄存器;设备地址 0x0005 代表与该设备绑定的寄存器;寄存器值 0x00FF 代表向该寄存器写入“打开”这个指令(0x0000 代表“关闭”),系统会轮询这个寄存器里的值从而控制设备的开闭。该条命令的含义是打开标识为 01 的下位机上与地址为 0x0005 写寄存器绑定的下位机设备。

下位机在接收到此条命令后将会返回与控制命令相同的数据格式如表 5 所示,代表成功打开该设备。

表 4 设备控制命令帧格式

MBAP 报文头	功能码	设备地址	寄存器值
0x0000 0x0000 0x0006 0x01	0x05	0x0005	0x00FF

表 5 返回的控制结果数据格式

MBAP 报文头	功能码	设备地址	寄存器值
0x0000 0x0000 0x0006 0x01	0x05	0x0005	0x00FF

2.2 内网穿透

由于远程监控系统下位机采用的是 Modbus TCP 协议,所以监测数据的获取及设备的控制都是需要向该系统发送对应的指令才能实现。又由于监控系统的下位机系统很可能被部署在一个局域网内,如家庭远程监控系统,位于外网的云平台是无法直接进行访问的。因此云平台需要借助内网穿透技术以实现对局域网内下位机的访问从而实现远程监控功能。

内网穿透即实现外网访问内网的功能,如图 3 所示。内网穿透的实现有三种方式:静态转换是指将内部网络的私有 IP 地址转换为公有 IP 地址,IP 地址对是一对一;动态转换是指将内部网络的私有 IP 地址转换为公用 IP 地址时,IP 地址是不确定的,是随机的;端口多路复用,内部网络的所有主机均可共享一个合法外部 IP 地址实现对 Internet 的访问,从而可以最大限度地节约 IP 地址资源。因此,目前网络中应用最多的就是端口多路复用方式^[7]。

内网穿透可以使用第三方软硬件来实现,以上

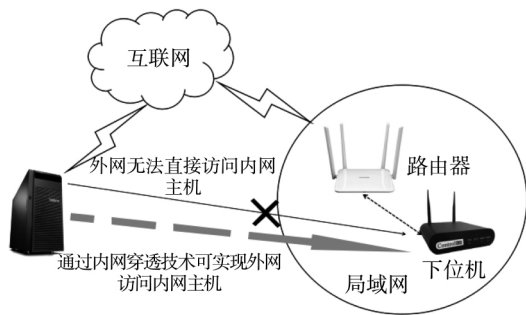


图3 内网穿透示意图

海贝锐信息科技股份有限公司研发的内网穿透硬件花生棒为例,介绍如何实现内网穿透功能。将内网穿透硬件花生棒接入下位机所在的局域网,将下位机的IP设置为静态IP,在花生棒的管理软件上配置外网到内网IP的映射,如图4所示。



图4 花生棒映射设置

当设置成功后,访问映射列表中自动为用户分配的域名及端口号后如 z2p4350863.qicp.vip:25361,会自动重定向至局域网下位机的IP及端口上如 192.168.1.82:502。这样,通过花生棒便可轻松实现外网访问内网主机的功能。

3 云平台服务的设计与实现

3.1 服务架构

该部分是整个系统最关键的部分,其一方面需要与下位机进行通信获取服务,另一个方面又需要和用户进行通信提供服务。考虑到会有多个用户、多种前端同时向云平台索取服务,因此采用Web服务器作为部署服务的容器。Web服务器是一种驻留在服务端的计算机程序,在该服务器中部署相关的功能逻辑,当用户请求该服务器的功能时,Web服务器便可给予请求响应^[8-9]。云平台服务架构示意图如图5所示。

3.2 Servlet 小程序

如上述云平台服务架构图所示,监控服务的逻辑功能均在Servlet小程序中执行,Servlet小程序是用Java语言编写运行在Web服务器上的程序,它是作为来自Web浏览器或其他HTTP客户端的请求和HTTP服务器上的数据库或应用程序之间的中间层。Web应用程序开发人员通常编写Servlet类来处理各种HTTP请求^[10]。Servlet的工作流程图如

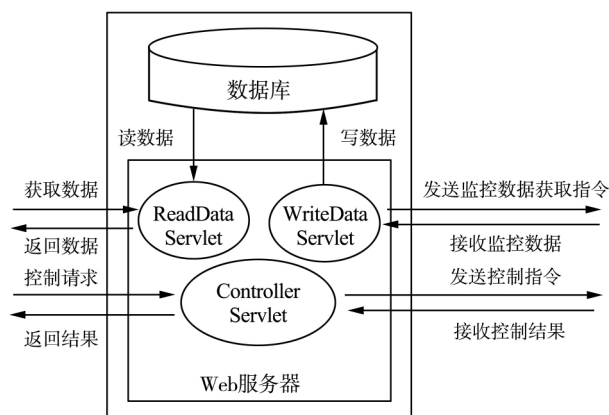


图5 云平台服务架构示意图

图6所示。

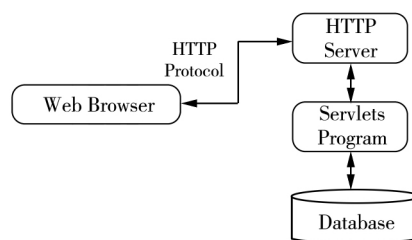


图6 Servlet 工作流程图

用Java语言将各种服务逻辑写进Servlet小程序里,用户可以使用Web浏览器或其他HTTP客户端访问此Servlet小程序,当多个用户或不同的前端访问这些Servlet小程序时,Servlet里的服务逻辑会执行并将执行结果返回给访问者。如WriteDataServlet是可设置为一个自启动的Servlet小程序,它在Web服务器启动后便自动执行里面的逻辑功能即每隔一定时间向下位机发送监测数据获取指令,接收返回的数据结果,将数据结果进行解析并存入云平台数据库中;ReadDataServlet是当被访问时,便从云平台的数据库里获取最新监测数据并以json或其它格式返回给访问者,方便访问者的使用;而ControllerServlet是当被访问时需要访问者传入控制设备的相关信息,该Servlet再依据这些信息确定向下位机发送的控制指令,最后将这个控制指令发送至下位机以实现对该设备的控制。

3.3 Socket 通信

由上述云平台服务架构图可知,用户访问云平台使用的是Web浏览器或其他HTTP客户端访问,这种访问是由Web服务器内部自动实现的,无需进行额外的开发工作。而云平台与下位机的通信则需要自行开发。WriteDataServlet和ControllerServlet小程序是与下位机进行通信的小程序,于是在互联网中进行通信,故采用Socket通信来进

行数据的收发。Socket 通信是对 TCP/IP 的封装,在 Socket 网络编程中只需确定需要连接目标机的 IP 地址及端口号即可实现双方的网络通信。Socket 网络编程分为 Socket 客户端与 Socket 服务端,两者的功能和编写方法有区别。Socket 服务端是对外提供服务的程序,因此只需对外提供端口号,并长期监听这个端口号即可,若有 Socket 客户端请求连接这个服务端,则建立连接,通过输入数据流和输出流传递通信数据。Socket 客户端是请求服务的程序,需要提供请求服务端的 IP 地址及服务端提供服务的端口号。服务端与客户端的通信过程如图 7 所示^[11-12]。

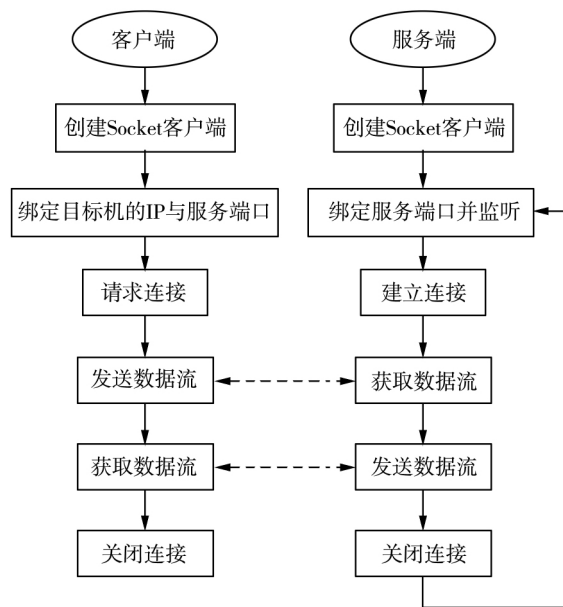


图 7 Socket 客户端与服务端通信示意图

使用 Socket 编程技术,建立云平台与下位机的连接,并将控制命令和传输数据以流的形式在两者之间进行传递,即可实现云平台与下位机的通信功能。

4 系统功能测试

在上述基于云平台的远程监控系统的理论基础上,设计一套智能库房环境实时监控系统的软硬件系统以验证上述系统理论的正确性以及普适性,该系统的下位机实物图如图 8 所示。

该下位机上挂载有温湿度传感器、粉尘传感器、一氧化碳传感器、二氧化碳传感器等多种传感器,挂载有多个继电器用来模拟控制的相关设备。该下位机通过路由器与内网穿透硬件花生壳组成同一个局域网,该局域网再通过路由器的 WLAN 口接入互联网。在该下位机中写有各传感器采集环境数据的逻辑功能、控制设备开关的逻辑功能、基于 Socket 通

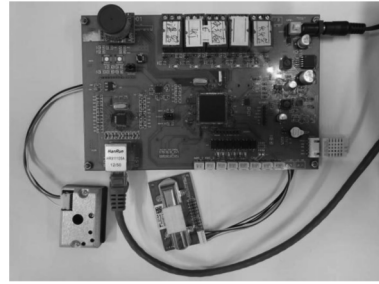


图 8 智能库房环境实时监控系统下位机

信的 Socket 服务端以及移植有 Modbus TCP 协议,方便数据的封装与传输^[13-14]。

该系统的云平台采用腾讯云的 CVM 云服务器,在该云服务器上部署有 Mysql 数据库用于存储下位机的环境监测数据、部署有 Tomcat 服务器用于开启监控服务,在 Tomcat 服务器里部署有 JAVA Web 工程,一方面为用户提供基于 B/S 架构的用户交互界面,另一方面用于进行监控服务的具体逻辑功能的实现。

由于该系统采用 B/S 架构,因此用户只需在浏览器中键入云平台监控服务的 URL 地址,便可获取所需服务。该系统实现的主要功能有库房环境实时监测数据的获取以及人工实时控制^[15]。

4.1 环境数据的获取

用浏览器键入云平台监控服务的 URL 地址,点击环境监测页面,将会显示如图 9 所示界面,界面上会显示当前数据的获取时间及各环境参数,并会以间隔 10 秒的频率进行数据的更新以实现远程的环境数据实时查看功能。



图 9 环境监测页面

4.2 设备控制的实现

用浏览器键入云平台监控服务的 URL 地址,点击人工控制页面,将会显示如图 10 所示界面,界面上会显示可操作的各种设备,点击设备对应的开关控件,控制请求便会由云平台转发至下位机开启模拟对应设备的继电器以实现远程的实时控制功能。

5 结束语

从上述系统的功能测试可以得知,将监控服务



图 10 人工控制页面

部署在云平台上的 Web 服务器中,利用 Modbus TCP 协议作为系统通信协议,并利用内网透传技术实现位于外网的云平台访问位于内网的下位机系统,使得该系统具有结构简单、可扩展、成本低廉等特点,是一套具有普适性的基于云平台的远程监控系统架构,个人和企业均可按照此种架构按需定制各种远程监控系统,如家庭安防、农业生产等。

参 考 文 献:

- [1] 王灿. 基于云平台的物联网远程监控系统研究[D]. 武汉: 华中科技大学 2015.
- [2] 洪之奇. 基于云服务模式下的跨区域综合农业物联网监控系统设计与应用[D]. 杭州: 浙江大学 2015.
- [3] 马汇海, 张君燕, 孟彦京. 基于云平台的高频振荡器监控系统的

(上接第 71 页)

需要提前规定中心节点个数,无法自动确定等,在以后的研究中可以考虑使用某些机器学习算法来确定最佳聚类中心个数。

参 考 文 献:

- [1] 张铁峰, 张靖. 一种基于 K-means 的两阶段用电异常检测方法[J]. 电力科学与工程 2018, 34(12): 25-31.
- [2] Gieren W, Storm J, Jii T G B et al. Evidence for a universal slope of the period-luminosity relation from direct distances to cepheids in the LMC[J]. Memorie Della Società Astronomica Italiana, 2005, 77: 198.
- [3] 晏臻, 苏维均, 于重重, 等. 一种改进的 DTW 相似性搜索方法[J]. 计算机仿真 2019, 36(2): 232-236, 270.
- [4] Ristad E S, Yianilos P N. Learning string-edit distance[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 1998, 20(5): 522-532.
- [5] 何晓旭. 时间序列数据挖掘若干关键问题研究[D]. 合肥: 中国科学技术大学 2014.
- [6] 黄越辉, 曲凯, 李驰, 等. 基于 K-means MCMC 算法的中长期风电

设计与实现[J]. 中国造纸 2018, 37(10): 48-53.

- [4] 邱胜朋, 王文成, 姚金峰, 等. 基于云平台的污水处理厂远程监控系统[J]. 自动化与仪表 2018, 33(8): 59-62, 67.
- [5] 朱阿曼, 赵文慧, 张国平. 基于以太网的库房环境监控系统的设计[J]. 电子测量技术 2019, 42(2): 117-122.
- [6] 魏洋. 基于 Modbus TCP/IP 协议的地铁信号设备电源远程监控系统[D]. 成都: 西南交通大学 2018.
- [7] 寇晓斌, 张涛, 张佳伟. 基于 Mjpg_Streamer 的跨内网视频监控系統研究[J]. 电脑知识与技术 2017, 13(21): 23-24.
- [8] 陈舵, 王永强. 基于嵌入式 Web 服务器和 ZigBee 的远程数据采集系统设计[J]. 唐山学院学报 2018, 31(3): 7-10, 19.
- [9] 李永亮. 基于 JavaWeb 的安防监控系统服务端的设计与实现[J]. 计算机与网络 2018, 44(9): 68-71.
- [10] 李霖, 李庆达, 区善宁. 基于云平台的老年公寓服务系统设计[J]. 中国新通信 2017, 19(9): 66.
- [11] 施滔滔, 郭妹, 崔晓鹏, 等. 基于 Java 平台的网络聊天系统的设计与实现[J]. 电脑知识与技术 2009, 5(26): 7415-7416.
- [12] 任安虎, 李鹏飞. 基于嵌入式的 socket 编程及其应用[J]. 物联网技术 2015, 5(10): 74-76.
- [13] 杨卫东, 邓冠群, 张国平, 等. 基于 STM32 单片机的库房安全远程控制系统[J]. 电子测量技术 2015, 38(8): 94-98.
- [14] 王宇飞, 张国平, 蔡盼盼, 等. 基于 FreeModbus 的智能库房环境监控系统的设计[J]. 电子测量技术 2018, 41(2): 134-138.
- [15] 林光源. 基于 B/S 模式的远程档案库房环境监测系统的设计与实现[D]. 武汉: 华中师范大学 2017.

责任编辑: 杨静

时间序列建模方法研究[J/OL]. 电网技术: 1-7 [2019-04-23]. <https://doi.org/10.13335/j.1000-3673.pst.2018.2129>.

- [7] 杨娟, 屈传慧. 改进 K 均值聚类算法[J]. 舰船电子对抗 2017, 40(6): 91-93.
- [8] 杨慧婷, 杨文忠, 殷亚博, 等. 基于深度信念网络的 K-means 聚类算法研究[J/OL]. 现代电子技术 2019(8): 145-150 [2019-04-23]. <https://doi.org/10.16652/j.issn.1004-373x.2019.08.032>.
- [9] 邓林培. 经典聚类算法研究综述[J]. 科技传播 2019, 11(5): 108-110.
- [10] 杨立, 左春, 王裕国. 基于语义距离的 K-最近邻分类方法[J]. 软件学报 2005, 16(12): 2054-2062.
- [11] 钱晓东, 王正欧. 基于改进 KNN 的文本分类方法[J]. 情报科学 2005, 23(4): 550-554.
- [12] 韩林峰, 吴晟. 通过评分特征优化基于 K 近邻的协同过滤算法[J]. 信息技术 2018, 42(12): 75-79.
- [13] 李胜后, 钟蕾. 一种改进的支持向量机分类器[J]. 信息技术, 2008, 32(3): 55-57.

责任编辑: 丁玥