

文章编号: 2095-2163(2021)02-0132-04

中图分类号: TP277

文献标志码: A

流程自定义的工业数据监控系统设计与应用

胡文强, 胡建鹏, 张彭明, 薛 斌, 赖罗斌
(上海工程技术大学 电子电气工程学院, 上海 201620)

摘要:为解决在5G环境下工控系统在数据采集与回送部分的设备兼容性问题,以及在数据可视化方面缺少灵活性与定制性的问题,设计了面向多变需求自定义生产流程的数据监控系统。该系统通过采用物联网技术实现了设备状态监控的基础功能,同时开发了设备兼容性良好的5G智能边缘网关中间件;对SVG-Edit开源项目进行了二次开发,使系统具有灵活部署工控场景的功能。该系统为工业互联网的应用服务提供了新思路。

关键词:工业互联网;数据采集;可视化;SVG技术;状态监控

Design and implementation of industrial data monitoring system with customized process

HU Wenqiang, HU Jianpeng, ZAHNG Pengming, XUE Bin, LAI Luobin

(School of Electronic and Electrical Engineering, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai 201620, China)

[Abstract] In order to solve the problem of equipment compatibility based on 5G industrial control system in data interaction, as well as the lack of flexibility and customization in data visualization, a customized production process data monitoring system based on ever-changing requirements is designed. The system realizes the basic functions of device status monitoring by using Internet of Things technology and develops 5G intelligent edge gateway middleware with good device compatibility. The secondary development of open source project SVG-Edit enables the system to flexibly deploy industrial control scenarios. The system provides a firm theoretical foundation and reference value for industrial Internet application service.

[Key words] industrial Internet; data acquisition; visualization; SVG technology; state monitoring

0 引言

随着5G技术的商用落地,以物联网为代表的新兴技术快速取得突破,为未来工业领域的发展带来了新的机遇,以工业互联网为核心的第四次工业革命正在迅速推进。工业互联网系统构建了一种云边协同的工业数据采集和分析应用的服务体系,同时对企业内部各工业制造系统,如MES、ERP与PLM等进行逻辑上的智能控制,实现了整个工业生产过程的自动化执行,工业控制系统正在向网络化、集成化与智能化方向发展^[1]。

基于B/S的工业监控系统具有便捷的开发、维护与使用流程,系统平台主要将其核心功能集成在服务器端,目前得到了较为广泛的使用。李勃良^[2]提出了一种基于PLC和工业现场总线技术的电力监控系统解决方案,根据船舶电力应用场景,实现了对系统电力参数的监控。冯金金等人^[3]设计并提出了一种基于工业互联网的数控机床数据采集平台,实现远程感知、实时监测和功能动态扩展。侯一

鸣等人^[4]利用物联网技术实现了对选矿设备运行实时数据的感知与监测,并且提出了基于物联网和工业云的选矿设备状态监控系统。赵炯等人^[5]提出了一种面向工业应用的通用远程数据采集器设计方案,引入了基于Web服务器与数据库的实时配置功能,满足了工业上对数据采集系统扩展性与灵活性的需求。高慧慧等人^[6]构建了4种新型可视化工具,包括基于信息融合的解释结构模型、层次高密度报警图、层次优先级色彩图、性能水平趋势图,实现了报警与评估的系统功能。

上述研究对系统的实时性、跨设备以及可视化等方面进行了探讨,但数据采集方面没有较好地考虑设备兼容性问题,在数据可视化应用上灵活性差,面对工业生产环境复杂多变的需求,不能为工程业务提供适应性良好的平台搭建效果。为此,本文采用了基于云服务器的远程监控系统,通过物联网技术,实现对PLC设备的远程监控管理,能够提供在线监控、故障及数据查询、分析、统计功能。5G智能边缘网关部分开发了能兼容多种下层设备的系统中

作者简介: 胡文强(1994-),男,硕士研究生,主要研究方向:多元信息融合、室内定位;胡建鹏(1980-),男,博士,副教授,主要研究方向:软件工程、数据挖掘、云计算。

通讯作者: 胡建鹏 Email:mr@sues.edu.cn

收稿日期: 2020-10-12

间件,同时对开源项目 SVG-Edit 进行了二次开发,能为用户提供快速构建工控系统监控功能的通用软件服务。

1 数据监控系统的设计

基于 B/S 模式的 PLC 远程监控系统有 3 种常见实现方式:组态软件、有 Web 功能的控制器和云服务器^[7]。其中,组态软件是一种能够进行数据采集与监控的专用开发软件,实现了与控制软件及智能装置的无缝对接;基于 PLC Web 服务器的远程监控系统将 Web 服务器内嵌到 PLC 中,使信息交互变得更加便捷;基于云服务器的远程监控系统以智能网关作为现场设备及控制系统与云服务器通信的桥梁。本文采用了基于云服务器的远程监控系统,其系统结构如图 1 所示。

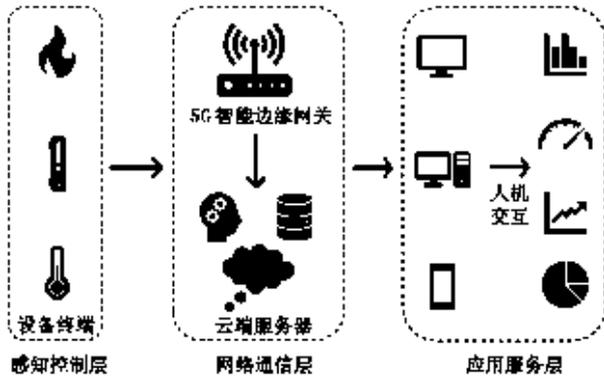


图1 系统架构模型

Fig. 1 Systematic structure model

系统可分为 3 层结构,分别是:感知控制层、网络通信层与应用服务层^[8]。对此拟做阐释分述如下。

(1)感知控制层。由传感器终端和控制器终端组成,其中传感器终端主要对环境参数进行采集并上传给上一层结构,控制器终端的主要作用是对现场设备进行控制。

(2)网络通信层。通常由智能网关与平台服务器组成,是系统数据的重要传输通道,其中智能网关具备工业协议解析、数据过滤和分发等核心功能,可支持多种主流工业协议,向下兼容不同的现场设备与控制器,能通过 5G、Wi-Fi 等无线传输技术,将信息传送至云服务器。

(3)应用服务层。是流程数据监控系统实现人机交互的关键部分,也是系统数据传输的最上层,应用服务层的设备可通过网络连接平台服务器,再由平台服务器与智能网关进行信息交互。

2 数据监控系统关键技术

2.1 智能边缘网关

5G 边缘网关具备工业协议解析、数据过滤和分发等核心功能,同时具有跨平台、易使用和二次开发等特点。系统适配多种接入和协议转换,具有较强的下层设备与上层服务的兼容性。

智能网关的系统中间件驱动程序可以通过 Modbus、Siemens Snap7 以太网套件以及 OPC UA 等方式收集 PLC 数据,并通过 UDP 协议将数据发送给 MQTT 客户端, MQTT 客户端再通过 MQTT 协议将数据上传至代理服务器。最终,用户通过订阅方式接收 PLC 数据,从而实现了对 PLC 的监控。智能网关数据流如图 2 所示。

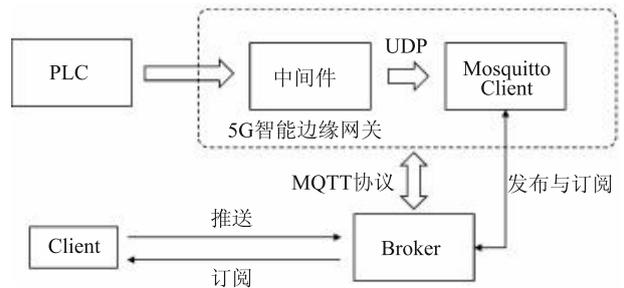


图2 5G智能边缘网关数据流

Fig. 2 Intelligent gateway data flow

2.2 服务器系统

服务器系统在云计算设施的基础上进行数据分析处理后发布对应的应用服务,系统主要包含 2 个部分:实时数据库与 Web 服务器。这里将对此展开研究论述如下。

2.2.1 实时数据库

实时数据库是指对数据和事务都具备显式实时限制的数据库系统,使用时序约束来表示数据在一定范围内的有效值,能实时处理状态不断变化的工作负载,并保持数据一致性,同时为上层系统提供数据支撑服务。实时数据库需要满足对数据信息进行采集、指令下发、报警及数据处理等操作的实时要求。

工业监控系统实时数据库总体框架如图 3 所示。由图 3 可知,除了实时数据库以外,系统还包括数据采集模块、数据处理模块及应用程序接口模块^[9]。其中,数据采集模块负责对现场设备进行数据采集与控制指令的回送;数据处理模块主要处理业务数据,具体包含了实时数据处理、报警处理与历史数据处理;应用程序接口模块作为数据的最上层,主要负责数据调用与控制命令的传输。

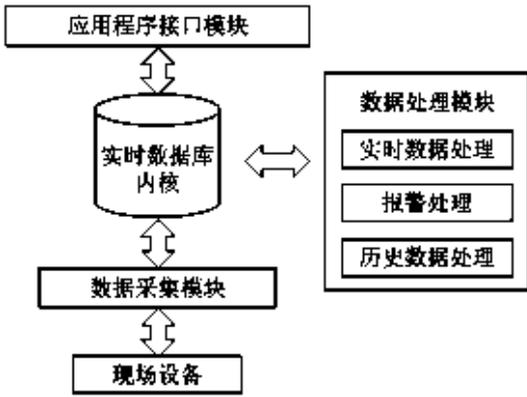


图 3 工业监控系统实时数据库总体框架

Fig. 3 Industrial real-time control system database framework

2.2.2 Web 服务器

系统采用了 Node.js 技术进行 Web 后端开发, Node.js 是一个封装了 Google V8 引擎、基于 Chrome JavaScript 运行时的平台,用于方便地搭建扩展性良好、响应速度快的网络应用。Web 服务器同时包含了 MQTT 代理服务器。

2.3 前端可视化系统

应用服务层主要将设备管理系统通过在工业云上进行部署来完成状态监控系统的服务化,同时提供实时状态检测服务、运行统计分析服务、故障/异常工况报警服务、自定义画面生成服务、在线故障诊断服务,以及其他的应用服务等。

2.3.1 SVG-Edit

SVG 是一种基于 XML 的具有可伸缩性的矢量图形技术。利用 SVG 中各种不同对象,以及相应的脚本程序,就能实现工控系统可视化图形的绘制与动画功能^[10]。

本文对工控系统常规可视化效果进行了总结分析,如图 4 所示,同时对 SVG-Edit 进行了二次开发,对生成的图形进行动画事件绑定,主要包含 8 种动画类型,分别为:文字动画、颜色动画、图形显示与隐藏动画、填充动画、位置动画、伸缩动画、旋转动画以及点击事件的添加。

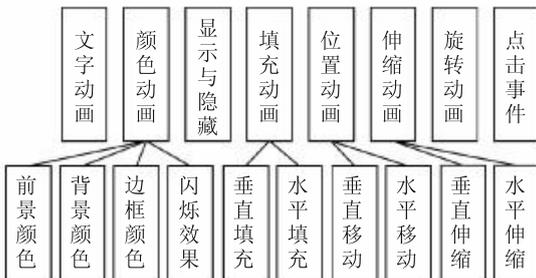


图 4 工控系统的常见动画效果

Fig. 4 The common animation of industrial control system

2.3.2 vue-element-admin

Vue.js 是一套用于构建用户界面的渐进式框架,可自底向上逐层进行应用开发。vue-element-admin 则是基于 Vue 的一个后台前端解决方案,具有动态路由,权限验证等基础功能,提炼了典型的业务模型,其效果图如图 5 所示。

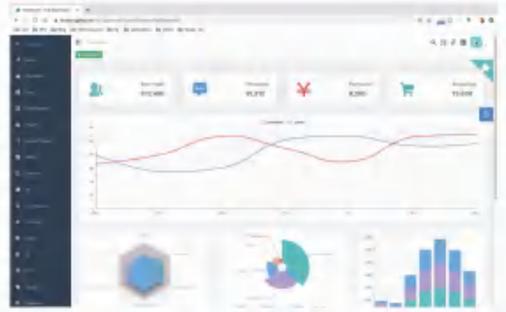


图 5 系统管理控制面板

Fig. 5 Control panel of system management

3 数据监控系统的开发与应用

3.1 系统演示

基于上述研究内容,利用物联网数据采集技术和微服务架构对状态监控系统进行了设计和开发。系统部署在阿里云上,并进行平台的运维和应用服务的实时监控等。系统主要包含了系统管理、数据管理、画面布局、图形画面四个部分,如图 6 所示。



图 6 状态监控系统 Web 应用

Fig. 6 Web application of state monitoring system

3.2 系统验证

应用系统平台完成了状态监控系统的初步验证,系统采用 Siemens 的 S7 系列 PLC 设备做测试。PLC 与 5G 智能边缘网关通过 Modbus RTU 通信协议进行信息传输。由结果可知,智能边缘网关能够通过 5G 网络将采集到的数据传输到云端,利用二

(下转第 140 页)