基于 MQTT 的电梯物联网监测终端预警软件*

罗永通　林创鲁　张巍

（广州特种机电设备检测研究院，广东 广州 510180）

摘要：电梯远程状态监测和故障预警是提升电梯安全运行的新举措。提出基于 MQTT 的电梯物联网系统架构，设计电梯物联网监测终端预警软件，实现电梯运行状态的实时监测及故障预警，且预警信息可实时发送至手机终端。经测试表明：该软件运行稳定可靠，状态监测准确，预警及时有效，可提高电梯故障的处理效率。

关键词：消息队列遥测传输；电梯物联网；故障预警；状态监测

中图分类号：TP277　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**1674-2605(2021)03-0005-04

DOI：10.3969/j.issn.1674-2605.2021.03.005

0　引言

目前，我国电梯产量和电梯保有量均为世界第一[1]。电梯安全事故偶有发生，如何及时发现电梯故障并采取有效措施加以处理，已成为电梯使用单位、监管部门和维保单位共同应对的课题。电梯物联网是解决上述问题的技术手段之一。为此，根据电梯物联网监测系统的特点，本文提出一种基于消息队列遥测传输（message queuing telemetry transport, MQTT）[2]的电梯物联网监测终端预警软件，通过对电梯信号采集、故障识别和实时状态数据上传，实现电梯的远程监测与故障预警[3]。

1　电梯物联网监测系统架构

电梯物联网监测系统主要由电梯物联网终端、MQTT 云服务器和移动端 APP 3 部分组成，结构图如图 1 所示。

电梯物联网终端通过电梯控制器接口或传感器获取电梯实时数据；通过信号识别和判断获得电梯运行状态及故障预警信息；借助 4G 网络与云服务器，根据 MQTT 发布订阅的协议进行通信，将电梯运行状态和故障预警信息等以 Publish 控制报文的格式发布主题到 MQTT 云服务器和移动端 APP，实现故障预警的实时监测和快速响应。MQTT 云服务器和移动端 APP 方便用户远程登录并查看电梯的实时运行状态和故障预警信息。

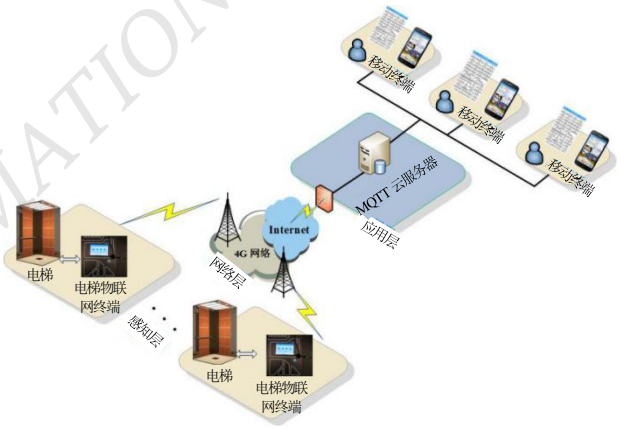

图 1　电梯物联网监测系统结构图

2　电梯物联网监测预警软件设计

为使电梯物联网监测系统具有较强的事务处理能力，电梯物联网终端采用 Linux 操作系统，C 语言编程，基于多任务软件架构，开发环境为 ubuntu16.04；开源 MQTT 消息服务器 EMQX 在 Erlang/OTP 语言平台开发，支持大规模连接和分布式集群；移动端 APP 的开发工具为 AndroidStudio IDE，采用 Java 语言开发，手机系统版本不低于 Android 8.0。

基于 MQTT 的电梯物联网监测终端预警软件分为多任务数据采集、故障预警、MQTT 数据管理和人机交互 4 大模块，功能框图如图 2 所示。

* 基金项目：广东省市场监督管理局科技项目（2020CT08）

AUTOMATION & INFORMATION ENGINEERING

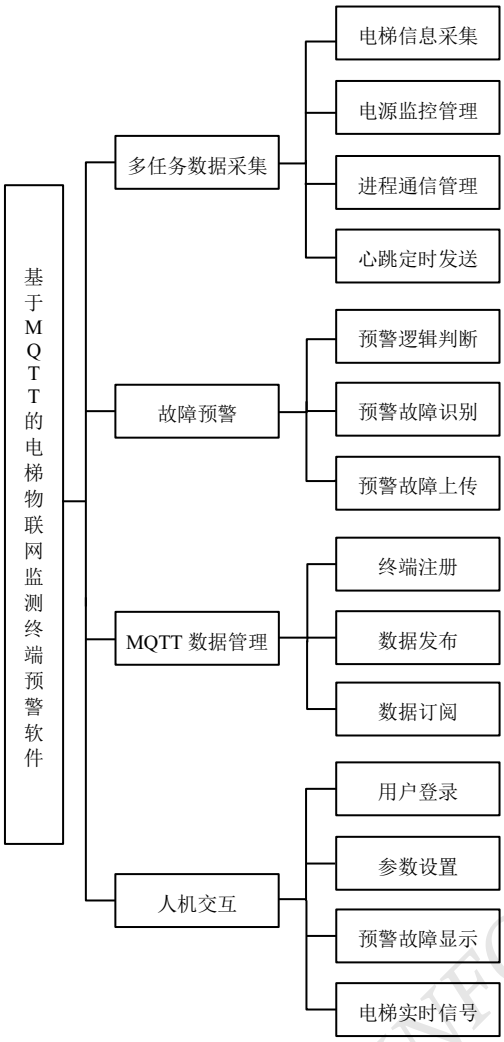

图 2　基于 MQTT 的电梯物联网监测终端预警软件功能框图

3　关键模块实现

3.1　多任务数据采集

3.1.1　多任务环境构建

电梯物联网终端需实现电梯数据采集、逻辑判断、通讯传输和故障预警等多个任务。为此，电梯物联网终端软件采用适用于 ARM9 硬件平台的多任务软件架构，uboot 版本为 uboot-20130729；内核版本为 linux-3.5-20170221；busybox 版本为 busybox-1.20.0；移植 USB 驱动、4G 驱动、串口驱动、I/O 驱动、数码管驱动、按键驱动等，终端应用程序涉及的多任务功能框图如图 3 所示。

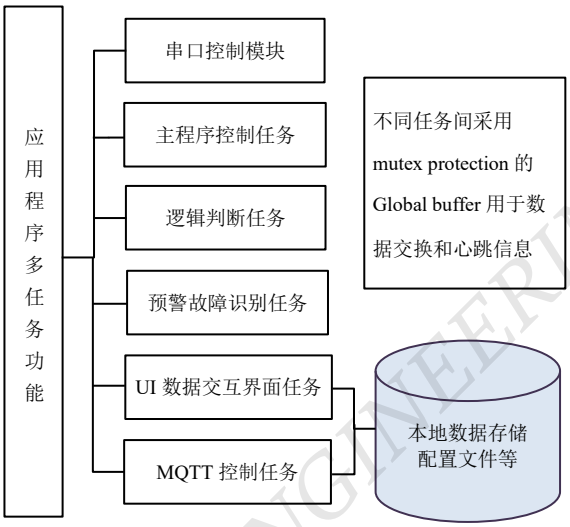

图 3　应用程序多任务功能框图

3.1.2　电梯实时数据采集

在 Linux 多任务处理环境基础上，采用轮询方式定时向串口发送查询电梯实时采集命令，并创建独立的线程池来接收、解析和存储串口应答数据。电梯实时采集的数据主要包括轿门、层门、平层、电梯运行、检修、内呼指令、安全回路、报警按钮、机房门和消防运行等信号。根据电梯实时采集的数据对电梯运行模式、实时状态、机房巡检等进行多维度监测。电梯实时数据采集流程图如图 4 所示。

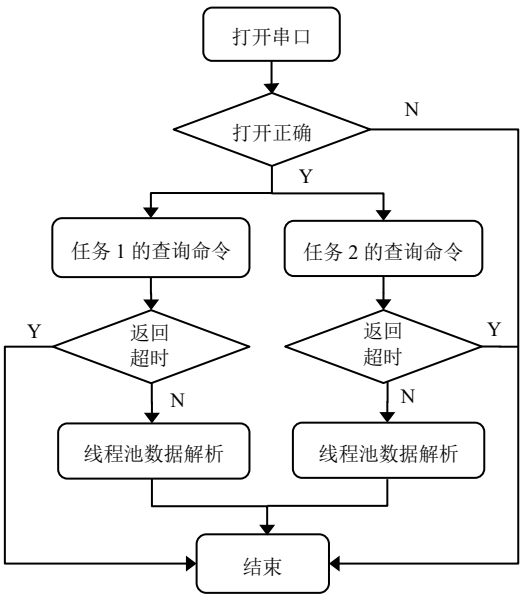

图 4　电梯实时数据采集流程图

AUTOMATION & INFORMATION ENGINEERING

3.2 故障预警

通过分析采集的电梯实时数据，根据预警判断逻辑并结合相关的定时器，经识别处理实现电梯故障预警。电梯故障识别主要包括关门故障、开门故障、困人故障、通讯故障、网络故障、速度故障和内呼按钮故障等。电梯预警主要包括轿门预警、层门预警、无运行预警等。电梯故障预警流程图如图 5 所示。

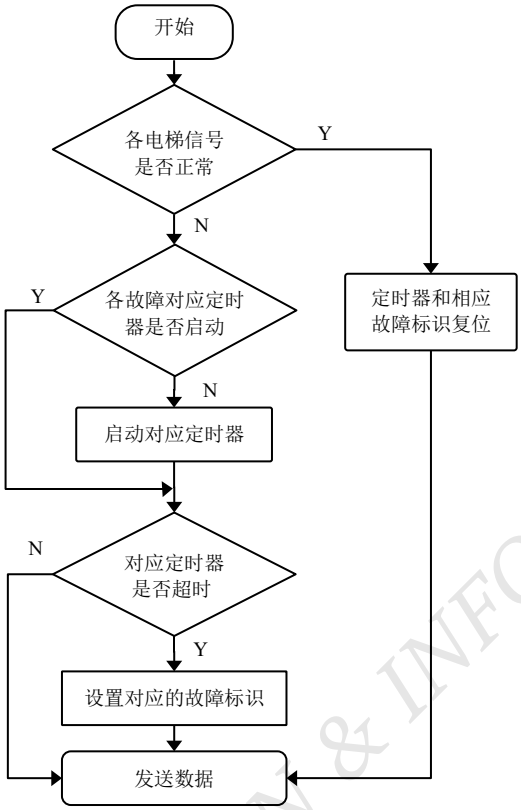

图 5 电梯故障预警流程图

3.3 MQTT 数据管理

电梯物联网采用传统 HTTP 协议存在时效性差、传输效率低、功耗大、不支持 QoS 等问题，本文采用 MQTT 协议作为物联网传输协议。

电梯实时数据采用 MQTT 加 JSON 格式进行数据上报，报文格式为“终端设备的时间戳、数据类型、负荷”，报文示例为

{"timestamp":"2019-12-03T11:40:45+08:00", "data_type":2,"data":[{ "device_id":"010005043070", "lift_number":1,"rbe":"0x00000000000000101000" }]}，

其中负荷含有 3 个对象：第一个对象为设备 ID，1 个 MQTT 云服务器可与多个电梯物联网终端通讯，数据信息报文以 2 s/次的频率发送；第二个对象为电梯的 485 地址，1 个电梯物联网终端可与多台电梯进行实时数据采集；第三个对象为电梯实时状态和故障预警，前 10 个字节中每个字节 1 表示电梯信号有效，后 10 个字节表示故障预警有效，电梯故障预警报文发送流程图如图 6 所示。

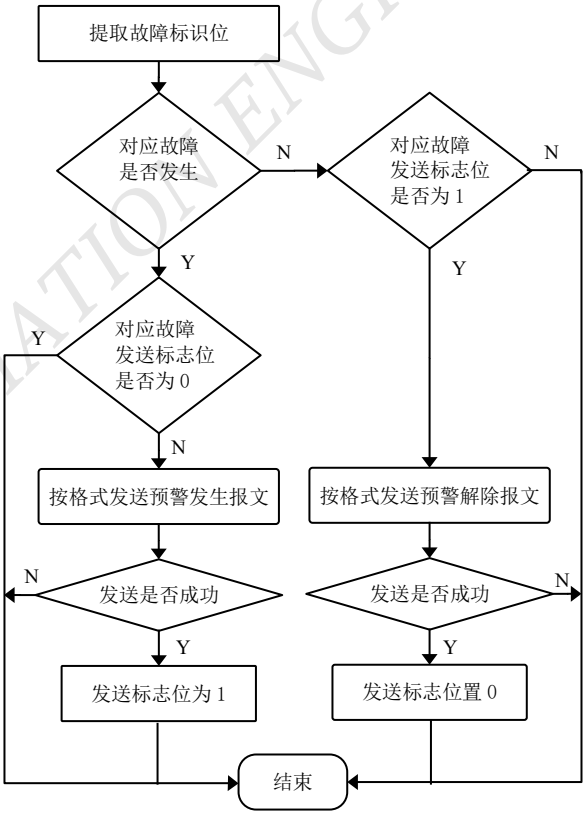

图 6 电梯故障预警报文发送流程图

3.4 人机交互

用 Qt 开发人机交互界面，实现用户与界面动态交互。为满足交互需求，设计交互界面、自定义交互字库以及通信接口 3 部分。交互界面设计主要考虑数据和用户之间的交互过程；自定义交互字库设计根据嵌入式特点，移植字库；通信接口设计主要涉及数据与界面交互的数据格式，提高数据显示效率。

AUTOMATION & INFORMATION ENGINEERING

4 软件测试

基于 MQTT 的电梯物联网监测终端预警软件测试采用人为模拟的实际故障来验证困人故障、检修和关门故障。测试电梯的型号为 HGP-1050-C0150，速度为 1.75 m/s，承重为 1050 kg，层站门数为 20/20/20，提升高度为 74 m。电梯物联网监控终端现场安装图如图 7 所示；人机交互测试界面如图 8 所示；现场部分功能验证测试结果如表 1 所示。

图 7 电梯物联网终端现场安装图

8 人机交互测试界面

表 1 现场部分功能验证测试结果

序号	电梯状态	现场模拟操作	结果
1	困人故障	电梯有轿内指令，同时内部对讲按钮按下，在 100 s 内电梯无开门，则产生预警	通过
2	检修	按下检修开关，3 s 内保持检修，则产生预警	通过
3	关门故障	阻挡电梯轿门和层门持续 10 min 则产生预警	通过

5 结语

本文设计基于 MQTT 的电梯物联网预警终端软件，构建电梯物联网监测多任务运行环境，采用基于 MQTT 的电梯物联网监测数据传输报文，实现电梯运行信号实时采集、故障识别和故障预警等功能。与 HTTP 相比，MQTT 具有完全开源、网络带宽要求低、服务质量可配置、通信流量低等优势，应用前景广泛。

参考文献

[1] 吴熠铭,林创鲁,李昌,等.基于物联网的电梯运行安全监测软件设计与实现[J].自动化与信息工程,2013,34(1):26-29,40.

[2] 唐一晟,陈俊凯,陈涌楠,等.基于 MQTT 的轻量级 AGV 小车系统设计[J].物联网技术,2020,10(7):76-78.

[3] 姚丽丽.基于 MQTT 协议的数据断点续传方案研究[J].物联网技术,2020,10(10):30-32.

Early Warning Software of Elevator Internet of Things Monitoring Terminal Based on MQTT

Luo Yongtong Lin Chuanglu Zhang Wei

(Guangzhou Academy of Special Equipment Inspection & Testing, Guangzhou 510180, China)

Abstract: Elevator remote condition monitoring and fault early warning is a new measure to improve the safe operation of elevator. This paper proposes the system architecture of elevator Internet of things based on mqtt, designs the early warning software of elevator Internet of things monitoring terminal, realizes the real-time monitoring of elevator operation status and fault early warning, and the early warning information can be sent to the mobile terminal in real time. The test shows that: the software runs stably and reliably, the condition monitoring is accurate, the early warning is timely and effective, and it can improve the processing efficiency of elevator fault.

Key words: MQTT; elevator internet of things; fault early warning; condition monitoring

作者简介：

罗永通，男，1991 年生，本科，助理工程师，主要研究方向：特种设备智能监测与预警。E-mail: 1264240941@qq.com

林创鲁，男，1983 年生，硕士，副研究员，主要研究方向：特种设备智能监测与预警。

张巍，男，1979 年生，硕士，高级工程师，主要研究方向：电梯安全监控与应急处置。

AUTOMATION & INFORMATION ENGINEERING