

基于新型软件架构的 NFC 管理系统的设计实现

周 杨^{1 2 3} 李 燕^{1 2 3} 李范鸣^{1 2 3}

(1.中国科学院 上海技术物理研究所,上海 200083;

2.中国科学院大学,北京 100049;

3.中国科学院 红外探测器与成像技术重点实验室,上海 200083)

摘 要: 针对监控大规模分布式 NFC 读写器人力成本高的问题,设计并实现了一种对大量读写器进行监控的高效能管理系统。该方案的软件设计部分采用 QML/Qt.C++架构技术和 MVC 设计模式,其中 QML(Qt Meta Language)即 Qt 元语言,是最新的前端技术。QML 浓缩了 HTML+CSS+JS 的语法,并加入了动画、锚定布局等前端语法特性。同时,作为在 Qt 基础上发展出来的前端技术,QML 和 Qt 后台的衔接更为紧密,而完全独立的前端描述技术,最大程度地降低了前后端的耦合度,使得软件架构层次清晰。QML/Qt.C++软件架构方案,比传统的 MFC/C++.SQL SERVER.MYSQL,HTML+CSS+JS/php.java.net 或 Qt/Qt.C++逻辑更加清晰,可扩展性和可维护性更强,前端设计更加简洁高效。实际测试表明,该系统性能稳定,软件架构逻辑清晰,前端设计达到了艺术级的效果。

关键词: QML; MVC; NFC 读写器; QML/Qt.C++

中图分类号: TP312

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2018)02-0001-04

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2018.02.001

Design and Implementation of NFC Reader Management System Based on New Software Architecture

ZHOU Yang^{1 2 3} LI Yan^{1 2 3} LI Fan-ming^{1 2 3}

(1.Shanghai Institute of Technical Physics,Chinese Academy of Sciences,Shanghai 200083,China;

2.Chinese Academy of Sciences,Beijing 100049,China;

3.Key Laboratory of Infrared System Detection and Image Technology,Chinese Academy of Sciences,Shanghai 200083,China)

Abstract: To solve the problem that there is too much burden when managing the distributed NFC system,we design an efficient management system that can monitor the readers.In the software design,we adopt a software architecture technology of QML/Qt.C++ and MVC design pattern.QML (Qt Meta Language) as a latest front design technology,simplifies the HTML+CSS+JS grammar and adds many grammar properties such as animation,anchor layout.As a kind of front technology developed from Qt,QML combines more tightly with Qt background technology and minimizes the coupling between the front and background due to its independent front design language,making the software architecture level clearer.QML/Qt.C++ is clearer in logic and better in extensibility and maintainability than traditional MFC/C++.SQL SERVER.MYSQL,HTML+CSS+JS/php.java.net or Qt/Qt.C++.Meanwhile,its front design could be simpler and more effective.The test indicates that the system has stable performance and clearly logic software architecture,and its front design reaches the effect of artistic level.

Key words: QML; MVC; NFC reader; QML/Qt.C++

0 引言

目前,随着 NFC 系统的应用越来越广泛,相应的读写器的部署规模也越来越大,相应地对这些读写器

的管理问题也日益严重。目前管理 NFC 读写器的方法主要有两种:一种是人工手动管理,例如食堂收费系统等。这种管理方式人力成本过高,当系统的规模扩

收稿日期: 2017-03-02

修回日期: 2017-07-18

网络出版时间: 2017-11-15

基金项目: 国家“863”高技术发展计划项目(2011AA7031002G)

作者简介: 周 杨(1991-),男,硕士研究生,研究方向为软件工程;李 燕,副高级研究员,研究方向为红外信号处理、嵌入式系统;李范鸣,博士生导师,研究方向为信息与信号处理。

网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20171115.1425.032.html>

大时,这种弊端随之加重。另一种是通过局域网或者广域网进行分布式集中管理,由客户端对分布式的 NFC 读写器进行参数的配置和数据的采集。这种方式使得用户可以随时随地登录服务器的网址,同时对大量 NFC 读写器进行监控,这是将来对 NFC 读写系统进行管理的主流趋势。

传统的软件架构技术的实现方式主要分为 MFC/C++、SQL SERVER、MYSQL、HTML+CSS+JS/php、java.net 和 Qt/Qt.C++ 三种^[1]。MFC/C++、SQL SERVER、MYSQL 实现的架构方案前后端的耦合度过高且语法复杂,没有跨平台特性;HTML+CSS+JS/php、java.net 实现的架构方案虽然降低了前后端的耦合度,但是前端设计语法过于复杂,且后端没有跨平台特性;Qt/Qt.C++ 实现的架构方案虽然具有跨平台特性,但是前端设计语法复杂且前后端耦合度过高^[2]。

针对上述问题,文中采用基于 QML/Qt.C++ 的软件架构和 MVC 设计模式。其中,QML(Qt 元语言)的引入,降低了前端设计技术的复杂度;前后端分离的 MVC 设计模式,提高了系统的可扩展性和可维护性^[3]。

1 技术架构

1.1 MVC 设计模式

MVC 即模型(model)-视图(view)-控制器(controller),是软件架构技术中常用的设计模式,这种设计模式将前端显示和后端数据处理分离,从而使得软件架构逻辑清晰,增强了软件产品的可维护性和可扩展性^[4]。其中,模型是“数据模型”的简称,是用户在磁盘上或内存中存储的数据,这些数据按照一定的结构存放,从而便于用户在需要的时候进行存取^[5];视图是“用户视图”的简称,是显示模型中数据的用户界面,它由特定的语言绘制完成,从而使得模型中的数据按照用户的意愿进行组织、呈现^[6];控制器是“模型-视图显示控制器”的简称,更加精细化地控制着模型中的数据在视图中的显示方式,当模型中的数据发生变化时,控制器会主动向视图反馈变化的模型数据,从而保证了视图中显示的数据和模型中的数据保持同步^[7-8]。

本系统应用程序基于 MVC 模式实现:模型由 Qt/C++ 语言实现,保证了底层数据模型的跨平台特性;视图由 QML(Qt 元语言)实现,保证了前端设计的简洁性、跨平台性及与后台 Qt/C++ 衔接的紧密性;控制器由 QML 实现,保证了与模型、视图衔接的紧密性,进而使得整个应用程序的逻辑架构清晰、完整、严谨。当用户向底层数据模型发送提取数据请求时,QML 实现的视图将该请求转换为信号,并且由 QML 实现的控制器发送到 Qt/C++ 实现的底层数据模型,底层数据

模型向控制器反馈数据,并且通过槽机制将数据发送到视图,由控制器完成在视图上的细节显示工作。

1.2 QML/Qt.C++ 软件架构方案

计算机软件架构方面采用全新的 QML/Qt.C++ 架构方案。

QML 即 Qt meta language(Qt 元语言),是一种全新的界面设计技术,于 2011 年由 Digia 公司提出。它将常见的图元(部件、图片、窗口、动画等)做了简易的封装,使得用户可以灵活地组合这些图元,从而达到想要的界面效果^[9]。

Qt 是一种跨平台的类库,封装了诸如数据库等数据处理和前端显示的函数,QML 相比于 Qt 前端的进步之处在于它的语法设计更加简洁直观,使得跨平台的界面设计可以更加灵活,并且和 Qt/C++ 后端技术衔接紧密^[10]。

C++ 是一种跨平台语言,可用于后台的数据处理工作,并且可用于基于 C++ 语言实现的 Qt 库的混合程序设计工作,而 QML 又是在 Qt 的基础上发展出来的前端技术,所以基于 QML/Qt.C++ 技术的前后端架构方案有实现的可行性。

QML/Qt.C++ 架构相较于传统的软件架构方案的技术对比见图 1。

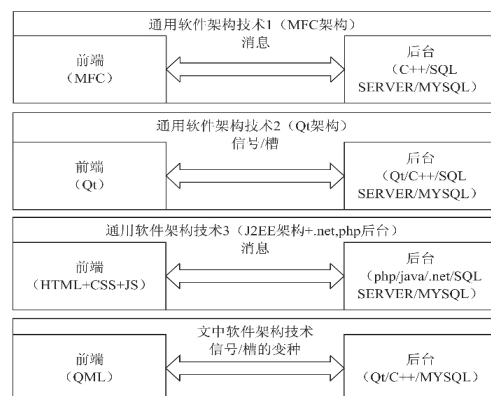


图 1 软件架构方案技术对比

前端(QML)优势:

QML 的语法实现可以理解为 HTML+CSS+JS 的精简版,相比于传统的 HTML+CSS+JS 的前端技术:

(1) QML 去除了繁琐的 CSS 样式表操作,将 HTML 和 JS 的语法浓缩,使前端设计的语法更清晰,使用更简洁。

(2) QML 在桌面端的界面设计效果要明显优于 HTML+CSS+JS。

相比于 Qt 的前端的进步之处在于:QML 是专业的前端描述语言,语法更加简洁直观,使得跨平台的界面设计更加灵活、高效^[11]。

相比于 MFC 前端的进步之处在于:当用户使用 QML 时,不用像使用 MFC 一样,记忆繁琐的标识符,

语法更加简洁、高效,并且跨平台特性良好^[12]。

后台(Qt/C++/MYSQL) 优势:

在 php/java/.net/SQL SERVER/MYSQL 的后台架构技术实现中,java 跨平台需要虚拟机的支撑,系统的开销会增大,而.net 是微软公司开发的程序设计语言,只能在 Windows 平台下运行。Qt/C++/MYSQL 设计的后台方案可以运行在 Windows, Linux, Android, OS X 平台上,应用领域更加广泛。

前端与后台(信号/槽的变种) 连接的优势:

QML 是在 Qt 之上发展出来的一门前端描述语言,它继承了 Qt 中的信号/槽通信机制的原理,语法实现上要异于信号/槽,所以称这种通信机制为信号/槽的变种。

相比于通用的软件架构技术 1 和 3 的通信机制(消息),文中的通信机制(信号/槽的变种) 更加简洁高效。

相比于通用的软件架构技术 2,文中的前端(QML 实现) 和后台(Qt/C++/SQL SERVER/MYSQL 实现) 实现了完全的代码层面的分离,降低了前后端的耦合度,使得软件体系架构逻辑更加清晰,可维护性和可扩展性更强的同时,延续了软件架构技术 2 的跨平台优势和便利的信号/槽通信机制。

2 设计实现

2.1 总体架构

系统由客户端主机、数据库服务器、网络连接线部分组成,分别负责用户界面的呈现工作、数据的存储工作、物品柜中物品状态的显示工作、数据的传输工作。架构方案拓扑见图 2。

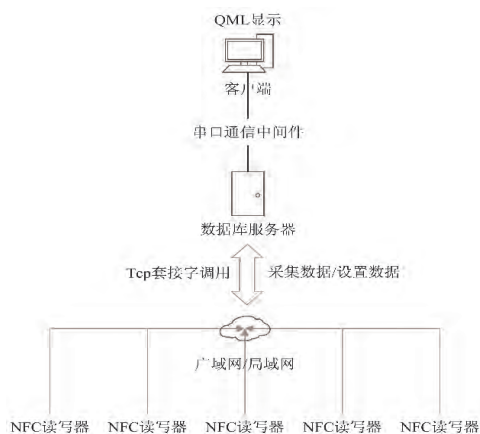


图2 系统模型结构

系统主要由 NFC 硬件读卡器部分和上位机管理软件两部分组成。NFC 读写器通过以太网将数据信息汇总到数据库服务器,客户端从数据库服务器提取信息向上位机显示。上位机软件基于 QML/Qt.C++ 架构方案和 MVC 设计模式设计和实现,系统软件架构

见图 3。

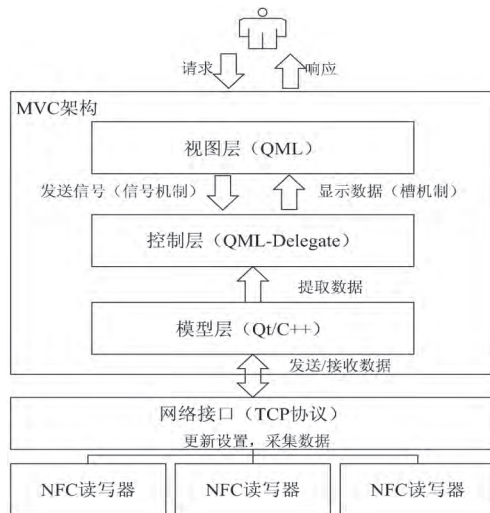


图3 系统软件架构

图中,用户发送请求(如点击鼠标等输入操作),该请求在视图层被接收,之后由 QML 转换为对应的信号,该信号通知控制层,指引控制层从 Qt 或 C++ 语言实现的数据模型中提取数据(该数据由上位机软件的网络端口使用 TCP 协议,从 NFC 读写器硬件采集),该数据依托控制器,通过槽机制,被发送到视图层,从而完成用户所请求的数据的显示工作。其中,视图层的架构方案见图 4。

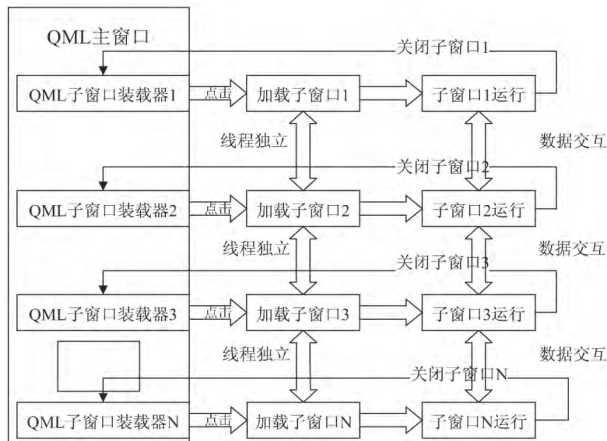


图4 视图层架构

图中, QML 主窗口在应用程序启动时被加载,主窗口的实现代码中定义了 N 个子窗口加载器,分别映射到子窗口的启动图标上。当用户点击某子窗口的启动图标时,子窗口加载器加载对应的子窗口描述代码,启动子窗口运行。其中,每个子窗口分别属于几个独立的线程,子窗口之间通过信号/槽机制的变种进行数据交互。这种窗体加载方式使得前端界面设计的模块性和可扩展性更强。

类的对象需要在进入应用程序大循环之前注册为 QML 前端环境的上下文属性,以便该对象在 QML 环境中被发现和使用。

2.2 软件部分具体实现

(1) 模型层设计。

模型层由 Qt/C++ 语言设计完成,模型层分为数据库模型、树模型、网格模型、线性模型和用户自定义模型五种。

(2) 控制层设计。

控制层由 QML 设计完成,负责模型层数据向视图层的显示控制工作。用于控制前端报表中的小方格的显示方式的控制层示例代码如下:

```
//设置物件代理(表格中的每个小方格)
itemDelegate: Item{
    focus: true;
    id: itemDelegate;
    Text {
        id: text;
        anchors.centerIn: parent;
        color: "#6b6868"
        //使用默认的文本省略方式
        elide: styleData.elideMode;
        text: styleData.value;
        font.family: "微软雅黑";
    }
}
```

(3) 视图层设计。

视图层由 QML 设计完成,分为报表前端、树前端、网格前端、线性前端、用户自定义前端五种,这五种显示方式和模型层的五种模型相对应,形成了特定的五种显示方式。其中,模型和视图匹配的关键因素是 role 即角色属性的对应。例如,用户想要提取数据库中姓名和性别两个字段的值并显示到前端。在 QML 实现的视图报表中,需要指明角色值,即想要提取的字段名称,并且该字段名称必须和数据库中的字段名称完全吻合。视图报表的示例代码如下:

```
//视图报表从数据库中提取“姓名”,“性别”数据项
TableViewColumn {
    id: name;
    role: "姓名";
    title: "姓名";
}
TableViewColumn {
    id: sex;
    role: "性别";
    title: "性别";
}
```

2.3 NFC 部分具体实现

NFC 方面,数据交换格式采用 NDEF 规范:NDEF 定义了 NFC 设备之间以及设备与标签之间传输数据的一种消息封装格式。设备之间传输的信息可以封装

成一个 NDEF 消息,每个消息可以由多个 NDEF 记录构成^[13-14]。

NFC 采用主动和被动两种读取模式,发展了三种功能模式^[15]:读卡器模式(被动模式)、卡片模拟模式(被动模式)、点对点通信模式(主动模式)。文中采用的是被动模式的读卡器功能模式。

3 系统测试

系统的软件界面可以达到艺术级的效果,监控界面分为主界面、物品位界面、物品信息数据库显示界面等。应用程序的界面整体运行效果见图 5。



图 5 应用程序的运行界面

NFC 数据速率见表 1。

表 1 NFC 数据传输速率

协议类型	载波形式	命令形式	传输速率/kbps
ISO 15693	单副载波(低)	标准	6.62
	单副载波(低)	快速	13.24
	双副载波(低)	标准	6.67
	单副载波(高)	标准	26.48
	单副载波(高)	快速	52.97
	双副载波(高)	标准	26.69
ISO 14443	单副载波(低)	标准	106
	双副载波(低)	标准	212
	单副载波(高)	标准	212
	双副载波(高)	标准	424
	双副载波(高)	快速	848

表 1 中,使用 ISO 15693 协议的最高传输速率可以达到 52.97 kb/s,使用 ISO 14443 协议的最高传输速率可以达到 848 kb/s,满足对于少量字符串数据的实时传输需求。

4 结束语

针对高效管理大规模 NFC 读写器的需求,设计实现了基于 MVC 设计模式和 QML/Qt.C++ 软件架构方案的 NFC 读写器管理系统。其中,MVC 设计模式降低了应用程序中各模块的耦合度,使得应用程序的架构逻辑清晰。QML/Qt.C++ 软件架构方案使得应用程

(下转第 8 页)

非关系型数据库。由于只关心帆板的电压和电流读数,所以在导出数据表以及导入非关系型数据库时,只选择导出导入和与电压电流有关的数据。

通过第一种数据处理方法处理将近三个月的数据得出:太阳能帆板工作情况良好,电压值和电流值在工作状态下稳定,暂时对其工作情况没有影响。

4 结束语

通过使用四种非关系型数据库进行卫星工程数据的分析和处理,提出了四种只需关注于对有效载荷工作情况有影响的工程数据的处理方法,尤其是适合于基于非关系型数据库的工程数据存储方式,与传统关系型数据相比具备快速的优势。

参考文献:

- [1] 王帆.基于故障树的空间有效载荷故障诊断系统研究[D].北京:中国科学院研究生院(空间科学与应用研究中心) 2007.
- [2] 福岛洋介,石滨直树.航天器的遥测数据采集分析[J].控制工程 2002(5):36-41.
- [3] 秦巍,郭永富.一种基于历史遥测数据的在轨卫星故障预警系统[J].航天器工程 2010,19(6):40-45.
- [4] ZIKOPOULOS P,EATON C.Understanding big data: analytics for enterprise class Hadoop and streaming data[M].[s.l.]: McGraw-Hill Osborne Media 2011.
- [5] ZAKI M J, PARTHASARATHY S, OGIHARA M, et al.

New algorithms for fast discovery of association rules[C]//Proceedings of 3rd international conference on knowledge discovery and data mining, California: AAAI Press, 1997: 238-286.

- [6] ZAKI M J. Scalable algorithms for association mining[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2000, 12(3): 372-390.
- [7] SHVACHKO K, KUANG Hairong, RADIA S, et al. The Hadoop distributed file system[C]//Proceedings of 26th IEEE symposium on mass storage systems and technologies. Piscataway, NJ: IEEE Press, 2010: 1-10.
- [8] DEAN J, GHEMAWAT S. MapReduce: simplified data processing on large clusters[C]//Proceedings of the 6th conference on symposium on operating systems design & implementation, Berkeley, CA, USA: USENIX Association, 2008: 10.
- [9] 刘明吉,王秀峰,黄亚楼.数据挖掘中的数据预处理[J].计算机科学 2000, 27(4): 54-57.
- [10] 赵红毅,任国恒.ID3 算法在卫星遥测数据分析中的应用[J].西安工业大学学报 2010, 30(5): 491-494.
- [11] 王环,郭义琪,秦巍,等.构建多航天器在轨管理支持平台[J].航天器工程 2007, 16(3): 114-119.
- [12] 李瑞莹,康锐.基于 ARMA 模型的故障率预测方法研究[J].系统工程与电子技术 2008, 30(8): 1588-1591.
- [13] 周永进,蔡惠华,尹逊震,等.改进的 BP 网络及其在数据预测中的应用[J].微计算机信息 2007, 23(27): 150-151.
- [14] 王一夫,陈松乔,陈安.海量数据预测模型设计及案例分析[J].计算机工程与应用 2005, 41(19): 170-173.

(上接第 4 页)

序前端设计更加简洁高效,模块性更强。

参考文献:

- [1] ZULKERNINE M, SEVIERA R. Towards automatic monitoring of component-based software systems[J]. Journal of Systems and Software 2005, 74(1): 15-24.
- [2] 李卫华,傅晓东.可拓创新软件体系结构研究[J].广东工业大学学报 2016, 33(2): 1-4.
- [3] 刘畅,伍星,迟毅林,等.设备在线监测系统的软件架构研究[J].计算机工程 2010, 36(23): 69-71.
- [4] PESSEMIER N, SEINTURIER L, DUCHIEN L. A component-based and aspect-oriented model for software evolution[J]. International Journal of Computer Applications in Technology 2008, 31(1/2): 94-105.
- [5] 梁弼.基于 MVC 的高校科研成果管理系统的设计与实现[J].计算机技术与发展 2011, 21(10): 161-163.
- [6] LI J M, MA G S, FENG G, et al. Research on web application of struts framework based on MVC pattern[C]//Proceedings of the 2006 international conference on advanced web and network technologies, and applications. [s.l.]: [s.n.] 2006: 1029-1032.
- [7] 赵琳,杨辉之,郝勇,等.基于 MVC 的敏捷卫星工作模

式仿真技术研究[J].系统仿真学报 2017, 29(3): 537-545.

- [8] 于湛麟,李仲秋,任永昌.SSH 框架实现 MVC 架构的电子商务软件平台[J].计算机技术与发展 2012, 22(10): 169-172.
- [9] 安晓辉.Qt quick 核心编程[M].北京:电子工业出版社, 2015.
- [10] 陆文周.Qt5 开发及实例[M].第 2 版.北京:电子工业出版社 2015.
- [11] 安晓辉.Qt on Android 核心编程[M].北京:电子工业出版社 2015.
- [12] 尼俊红,张丽,张森,等.基于 Ajax 和 MVC 的电力通信告警系统的设计实现[J].计算机应用与软件 2013, 30(8): 226-227.
- [13] 苏婕,王忠.基于 NFC 技术的巡更巡检管理系统的设计与实现[J].计算机工程与设计 2015, 36(4): 1068-1072.
- [14] 蒋华,孙强.近距离无线通信技术标准解析[J].信息技术与标准化 2006(5): 26-30.
- [15] 徐磊,周喜,马玉鹏,等.一种基于 NFC 手机的 RFID 中间件的设计与实现[J].计算机与现代化 2014(9): 90-94.