

文章编号: 1005-8451 (2008) 04-0041-04

嵌入式数据库在 AFC 系统中的应用

邱继红, 李煜新, 孙泽俊

(沈阳新松机器人自动化股份有限公司 轨道交通事业部, 沈阳 110168)

摘要: 介绍嵌入式数据库 SQLite 在 AFC 系统的报文数据暂存, 交易审计, 日志记录相关功能领域的应用。使用跨平台的嵌入式数据库作为 AFC 系统中的任何通信节点的数据临时存储, 有利于排查通信错误, 复用上层软件系统的审计算法。利用数据库存储各节点的程序工作日志, 对于硬件性能监视, 增强软件的可跟踪性, 具有重大意义。

关键词: 城市轨道交通; 自动售检票系统; 嵌入式数据库; SQLite; 报文

中图分类号: TP39

文献标识码: A

Application of embedded database to AFC System

QIU Ji-hong, LI Yu-xin, SUN Ze-jun

(LTD Rail Transit Dept, SIASUN Robot & Automation Co., Shenyang 110168, China)

Abstract: It was introduced the application of embedded database (SQLite) to some function domains of AFC System, for example, data temporary storage, deal audit and log. Embedded database over different platforms applied in data temporary storage of any communication nodes in AFC System, which was advantageous to correct communications error and recycled audit arithmetic of super software. Using database to store nodes program log would have great significance on watching performance of hardware and improve maintenance of software.

Key words: urban mass transit; Automatic Fare Collection System; embedded database; SQLite; packet

自动售检票 (AFC) 系统是地铁票务运营管理系 统, 一般由轨道交通清分中心、线路中央计算机系 统、车站计算机系统、终端设备和票卡 5 大部分组 成^[1]。本文就沈阳地铁 AFC 系统数据的最大可用性, 数据审计所采用的解决方案进行了介绍, 重点说明了基于嵌入式数据库 SQLite 实现方案的优势。

1 AFC 系统中的数据

AFC 系统中的数据类型众多。由设备层上传的数据包括^[2]:

(1) 交易数据。包括车票发售、车票状态更新、储值票充值、挂失、即时退票、罚款、替换、非即时退票申请、非即时退款、乘客事务处理、黑名单解锁、黑名单锁卡和黑名单跟踪等; (2) 寄存器数据。包括设备各种寄存器数据; (3) 状态数据。包括设备运作模式、报警或故障信息; (4) 收益管理数据。包括收益管理需要上传的票箱、钱箱数据; 交易审计数据; (5) 其他数据。包括维修管理数据,

日志数据, 设备当前参数, 设备正在运行的软件版本信息等。

由 LC 或 SC 下发的数据包括:

(1) 设备基本信息; (2) 各类参数。包括设备控制参数、命令参数、模式参数、设备功能点参数、车票处理参数、黑名单参数、TVM 售票地图、运营时间参数和计价方案等; (3) 数据字典。其中, 参数的下载必须是事务性的。一般的, 下发给设备的参数, 存在多种状态, 典型的有“历史参数版本”, “现行参数版本”和“未来参数版本”。版本更新必须是事务性的, 即: 对下级系统和设备执行参数更新, 要么完全成功, 要么完全失败, 不能出现部分成功的情况。当下级系统应用新版本参数出现任何故障时, 系统和设备应能够智能回滚到前一个版本, 并报告相关异常信息。

图 1 展示了数据在 AFC 系统各层的处理流程。

2 系统可用性与可靠性要求

AFC 系统是地铁运营管理的核心系统。收益, 清算的准确性要求 AFC 系统不可丢失任何数据, 在

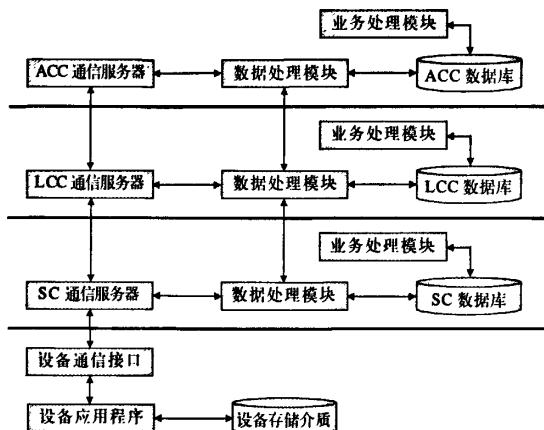


图1 AFC数据流

上级系统（1级~3级）出现任何故障时，要求整个系统仍然能够正常的执行售检票工作。故障一旦解除，系统应按正确的时序恢复数据，并能从各级应用程序日志中快速分析出故障来源。

2.1 暂存报文数据

在实际应用中，为了保证AFC系统的最大可用性，系统内的各节点都本地暂存了通信报文数据^[4]。即：车站通信服务器，线路中央通信服务器在接收到任何报文后，首先会执行本地暂存。这样做的目的在于：（1）当数据库出现意外故障时，不会丢失报文数据；当数据库恢复正常时，程序可立即将临时暂存中的数据与数据库同步；（2）当报文出现错误，无法解析时，可以保有问题的报文，用于排查错误；（3）当上行通信或下行通信任何一方出现故障时，能够将对其要发送的数据按时序存储，在通信恢复时，按时序重新发送，从而实现应用程序状态的存储以重现；（注：当上下行通信均故障时，此节点则失去工作效能）。

使各通信节点（设备，SC通信服务器，LC通信服务器）实现报文数据的临时暂存，保证了系统的最大可用性和数据安全性。国内当前运行的AFC系统中，大多使用平面文件（二进制文件）作为报文数据的临时存储。这在一定程度上保证了系统的可用性，为了利用关系型数据库强大的分析统计功能，同时保证暂存模块的可移植性，轻便性，本文使用嵌入式数据库暂存报文数据。

2.2 应用程序日志

AFC系统除了要求具备24X7的高可用性外，还需要保证其高可靠性。软件系统的可跟踪能力（Tra-

ceability）是其实现高可靠性的有力保障—不论是在产品研发阶段还是实施运营阶段，软件的可跟踪能力都是排查系统隐患，追溯故障根源的基础。

使用关系型数据库存储了相关的日志记录信息将有利于分析和展现日志记录。同时，考虑到在必要时，需要集中设备日志，SC通信服务器软件的应用程序日志，LC通信服务器软件的应用程序日志，相互比照发现故障，故要求日志文件能够跨平台二进制兼容，即：产生于Linux平台的日志文件转移到Windows平台无需任何转换即可使用。

2.3 复用审计逻辑

AFC系统需要每日进行“日结”操作，即完成当日的售检票收益统计。沈阳地铁1号线AFC系统要求LC每日结算数据准确性达到99.99%，计算方法为将寄存器数据与每日收益统计数据进行比对。要尽可能保证数据的准确性，则要求（1）数据及时正确的从下级系统传递到上层系统；（2）数据在每一级内部保证其正确性。因此，在设备上，可以使用本地暂存的统计数据与寄存器数据进行比对；在SC，LC，均可使用数据库，本地暂存数据，寄存器数据3者进行比对，从而确保数据的准确性。

在实际应用中，当SC的统计和LC的统计在误差许可范围内时，并未进行本地暂存数据的比对。但在系统研发阶段，以及系统上线后，出现异常情况时，本地暂存数据则是分析误差的重要依据。这就要求本地暂存数据库除了存储解析之前的二进制报文，还需要保存解析之后的结构化的报文数据—解析成功的结构化报文会先存储到SC的数据库中（如Oracle），然后立即转发给LC。

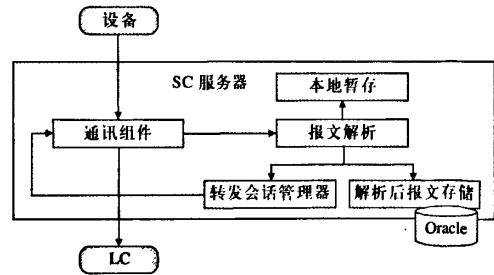


图2 SC服务器的程序结构（部分）

3 基于SQLite的实现

作为一个嵌入式数据库，SQLite并不是作为一个独立的进程单独运行，而是与应用程序在同一内存空间（与应用程序共生）。使用它的应用程序要么

以编程方式直接调用其 API 的方式使用其功能，要么将 SQLite 引擎以程序库嵌入的方式，作为应用程序的一部分存在。对于外部观察者而言，它并未表现出丝毫关系数据库管理系统 (RDBMS) 的特性。SQLite 只是以某种方式执行其工作和管理数据，同时完全隐藏起是如何实现这些功能的。但是在内部，它是以一个完整的，自包含的数据库引擎在工作。

在用户的应用程序内部拥有一个数据库服务器，其中最重要的优点就是无需网络配置或管理。客户端进程和服务器进程运行在同一个进程中，减少了网络调用方面的开销，简化了数据库管理，部署应用程序变得更容易，而同时，应用本身可以获得关系型数据库的全部好处。

如今，SQLite 在各种软件和产品中广泛被使用。这包括 Mac OS X 操作系统、Solaris 10 操作系统，Firefox，Thunderbird，Sunbird 等应用软件，它也是 Linux 编程框架 Qt 的一部分。

3.1 报文暂存的数据库设计

图表 3 展示了实际应用中的报文信息暂存数据库设计。其中，原始报文表存储了报文的二进制格式，对应于 SQLite 的 BLOB 数据类型。不论报文是否能够被正确解析，一旦接收到报文，则存储到原始报文表中，倘若报文能够成功解析，则将报文头部存储到 MsgHeader 表中，而报文体，则每种报文都存储到对应的表中。

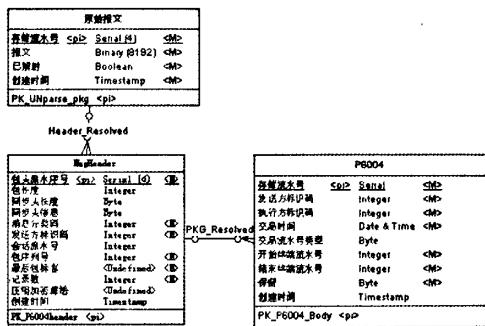


图 3 报文暂存数据库设计

使用 ADO.NET，可以方便的实现对 SQLite 的存取。

3.2 日志存储与分析

应用程序日志主要是记录程序的何处发生了什么事情，按紧急程度一般分为 DEBUG、INFO、WARN、ERROR 和 FATAL 5 大级别。为了存储相关信息，使用了下面的 SQL 语句建立表结构：

```
CREATE TABLE Log (
    [LogId] INTEGER PRIMARY KEY,
    ,[Date] DATETIME NOT NULL,
    ,[Level] VARCHAR(50) NOT NULL,
    ,[Logger] VARCHAR(255) NOT NULL,
    ,[Message] TEXT DEFAULT NULL
);
```

在实际实现中，可以使用专门的日志模块来实现统一的日志操作，如Log4J，Enterprise Library Logging Application Block等开源组件。通过对日志信息查询结果，表明使用嵌入式数据库存储应用程序日志后，对日志的分析，定位错误，变得非常轻松。

```
12 2007-09-06 15:35:30 DEBUG Sslasun.Afc.Engine.Factories.PersisterSC_PERSIST_MODULE:SC持久化  
13 2007-09-06 15:35:30 DEBUG Sslasun.Afc.Engine.Factories.PersisterSC_PERSIST_MANAGER_CLASS_SC  
14 2007-09-06 15:35:30 DEBUG Sslasun.Afc.Engine.Factories.PersisterLOCAL_PERSIST_MODULE:本地暂  
15 2007-09-06 15:35:30 DEBUG Sslasun.Afc.Engine.Factories.PersisterLOCAL_PERSIST_MANAGER_CLASS  
16 2007-09-06 15:35:30 DEBUG Sslasun.Afc.Engine.Factories.PersisterLOCAL_PERSIST_MODULE_FILE_TEMPLATE
```

图 4 日志查询分析

特别的，报文经历多个通信节点（例如：设备上传的报文经过 SC 通信服务器，LC 通信服务器，ACC 通信服务器，存储到 ACC 数据库中），当需要联合分析各个节点上的日志以确定故障时，SQLite 支持将各个数据库文件附加到一个数据库连接上，使多个数据库表现为一个数据库，极大的方便的统一处理和分析。

4 结束语

AFC 系统的可用性和数据的可靠性是整个系统的品质评价标准。可以通过在 AFC 的设备层, SC 计算机系统层, LC 计算机系统层暂存所有的通信报文信息来达到最大的可用性, 最高的可靠性。使用跨平台兼容的嵌入式数据库, 可以使设备, 上层软件系统使用统一的报文暂存子系统, 方便了故障分析和应用程序状态重现, 简化了软件编写的同时大大提高了系统的可靠性。

本文给出了基于 SQLite 嵌入式数据库的一种参考实现，提出了原始报文存储，解析后报文存储，应用程序日志存储与分析的具体实现方法，在此基础上，只能在大型关系数据库（如 Oracle）的分析统计方法在暂存子系统上亦可以实现，从而复用了上层系统的统计审计逻辑，可以快速、准确地定位到误差的来源。应用程序日志使用数据库存储，使得应用程序日志的呈现变得极为灵活，方便了分析与

文章编号: 1005-8451 (2008) 04-0044-04

主数据管理技术在高速铁路信息化上的应用

于卓桐, 刘峰

(北京交通大学 计算机与信息技术学院, 北京 100044)

摘要: 为解决跨应用程序系统中数据一致性的问题, 对 MDM 主数据管理技术进行研究, 介绍技术相关内容, 包括其概念、功能架构、核心思想和应用流程等。深入分析 MDM 思想的精髓, 结合目前高速铁路信息化的行业需求, 提出一种 MDM 的技术应用方案, 该方案拟在构建基于 MDM 的动车信息共享平台, 以实现不同机构对数据访问的需求, 保证铁路行业内各业务应用系统的数据一致性。通过深入调研, 设计出平台的物理结构, 并提出 MDM 数据管理模型以及相应的解决方案。

关键词: 主数据管理; 数据一致性; 动车共享信息平台; 数据管理模型

中图分类号: TP393.07 文献标识码: B

Application of master data management technology to informatization of high speed railway

YU Zhuo-tong, LIU Feng

(Computer and Information Technology Department, Beijing Jiaotong University Beijing 100044, China)

Abstract: In order to solve the old problem of data consistency across Application System, it was researched the technology of Master Data Management and introduced the relevant content including the concept, function framework, core principle and application flow. Analysed the kernel of the MDM method and the requirement of the high speed railway information age, it was outlined a MDM solution which purpose on constructing the motor car sharing platform for EMU in order to make sure the data consistency in the Different Railway Industry Application System. It also gave the physical construction, MDM data management model and solution.

Key words: master data management(MDM); data consistency; moto car sharing platform; data management model

目前, 越来越多的企业和行业面临跨业务应用系统的数据共享问题, 为保持行业范围内各个不同的业务系统更大的数据一致性, MDM (主数据管理) 技术应运而生。很多企业被这个 MDM 的想法所吸引, 并将其以中间件的形式运用到系统的基础框架中, 通过对主数据的统一管理, 维护整个企业内部跨地区不同业务应用系统的数据一致性, 这是至关重要的, 它对于企业的财务运营, 销售市场, 采购和供应链管理以及信息技术方面都有积极的影响。

收稿日期: 2007-08-02

作者简介: 于卓桐, 在读硕士研究生; 刘峰, 教授。

处理。本文所阐述的研究结果已成功应用于沈阳地铁 AFC 系统中。

参考文献:

[1] 上海市工程建设规范—城市轨道交通自动售检票系统通用技术规范 (DGJ08-1101-2007)[S].

1 MDM 技术

1.1 概念

MDM (Master Data Management) 是一系列的规则、方法、应用和技术, 通常应用于企业管理应用系统, 目的是为了协调和管理与企业的核心业务实体相关的系统记录和系统使用过程中的数据和元数据。主要针对跨遍布企业中各个角落的应用程序, 创建和维持准确、统一的核心商业实体视图的商业流程、应用程序和技术集成体系架构。MDM 可以通过生成或管理一个中心级数据库, 或通过建立一个存有所有需要数据属性的元数据层, 以此作为

- [2] DB 31/2004 城市轨道交通自动售检票系统通信数据接口规范第一部分: 车站终端设备与车站计算机/车站计算机与线路中央计算机/线路中央计算机与清分系统[S].
- [3] Michael Owens. The Definitive Guide to SQLite[M]. Apress, 2006.
- [4] 于明. 城市轨道交通自动售检票系统检票机应用软件架构设计与分析[J]. 城市轨道交通研究, 2007 (4): 37.