

文章编号: 1005-8451 (2017) 11-0060-03

城轨AFC系统终端通用软件架构研究与实现

李 超, 付志霞, 王然然, 张煜山

(中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081)

摘 要: 通过对城市轨道交通AFC系统以及终端设备特点详细分析, 设计并实现一套适合自动售检票机、半自动售票机以及查询机的通用软件架构, 终端应用软件采用多进程方式, 进程间采用Socket通信, 主业务进程架构基于PureMVC框架设计, 通过单例设计模式、信号、锁等技术实现业务流程同步与异步的灵活控制。该架构具有扩展性强、易维护性、低耦合等特点, 并在实际项目中得到验证与应用。

关键词: AFC系统; 应用软件架构; PureMVC

中图分类号: U231.4 : TP39 **文献标识码:** A

Terminal general software architecture for urban rail transit AFC system

LI Chao, FU Zhixia, WANG Ranran, ZHANG Yushan

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China)

Abstract: Based on the detailed analysis of the characteristics of urban rail transit AFC system and equipments, this article designed and implemented a general software architecture that was suitable for automatic fare collection(AFC) machine, semi-automatic ticket vending machine and query machine. The software adopted multi-process mode, the inter-process communication was implemented through socket. The main business process architecture was established based the PureMVC framework, the flexible control of business process between synchronization and asynchronous was achieved by using the singleton design pattern, signal, lock, etc. The architecture is with the characteristics of strong expansibility, maintainability and low coupling, has been verified and applied in the practical projects.

Keywords: automatic fare collection(AFC) system; application software architecture; PureMVC framework

城轨 AFC 系统全称城市轨道交通自动售检票系统, 是基于计算机、通信、网络、自动控制等技术, 实现城市轨道交通售票、检票、计费、收费、统计、清分、管理等全过程的自动化系统。该系统用于城轨每一条线路的售检票, 是乘客乘坐轨道交通买票、检票, 运营主体对轨道交通票务、客流控制管理的重要手段, 是轨道交通系统必不可少的一个组成部分。

车站 AFC 系统终端包括自动售票机 (TVM)、自动检票机 (AG)、半自动售票机 (BOM)、查询机 (EQM), 是整个 AFC 系统中最关键的关节, 直接面对乘客提供服务; 目前 AFC 终端的操作系统、机内软件架构、机内软件编程语言与开发环境都不同, 本文通过对终端设备进行需求分析, 研究并开发一套通用软件架构适应所有终端软件, 避免重复开发, 提高开发效率, 节省大量人力和财力。

1 AFC系统终端需求分析

TVM 提供乘客自助式购票和充值功能, 提供纸币和硬币两种支付方式和找零方式; 支持多种服务模式, 包括只售票、只充值、只收纸币、只收硬币、不找零等模式; TVM 与车站中心 (SC) 通过网络进行连接, 接收 SC 下发的参数、软件升级及控制命令, 并向 SC 上传交易、数据、状态等信息; 提供维护面板给车站维护人员和运营人员进行设备维护、故障处理以及结账盘点等功能。

AG 布置于付费区与非付费区的交界处, 防止乘客非法通行, 完成乘客进出站检票并正确计算费用的功能; AG 分为进站 AG、出站 AG、双向 AG 和宽通道 AG, 共 4 种; AG 根据 SC 的模式命令、FAS、紧急按钮的命令转换运营模式; AG 接收 SC 下发的参数、软件升级及控制命令, 并向 SC 上传交易数据、业务数据、状态数据, 当 AG 与 SC 网络中断时, AG 可脱机独立运行, 当网络连接恢复后, AG 自动

收稿日期: 2017-08-30

基金项目: 中国铁路总公司科研计划课题 (2016G-N)。

作者简介: 李 超, 副研究员; 付志霞, 工程师。

上传未上传的数据。

BOM 为半自动售票机，用于辅助售票员处理各种售票及查询业务，如各种车票的发售、充值、车票分析、退票、补票等；BOM 接收 SC 下发的参数，响应 SC 控制命令；并将票卡处理数据、业务数据、寄存器数据、设备状态数据、维修数据、日志数据、日志文件、审计数据上传给 SC。

EQM 为乘客提供自助式票卡查询服务和信息查询服务；EQM 接收 SC 下发的参数，软件升级及控制命令，并向 SC 上传业务数据、状态数据。

AFC 系统 4 个终端设备有相同功能需求，主要包括以下几个方面：

- (1) 需面对旅客，都需提供界面操作服务；
- (2) 需响应 SC 命令请求；
- (3) 需调用硬件模块驱动完成业务；
- (4) 内都有定时任务；
- (5) 需上传交易与终端状态数据；
- (6) 有并发任务控制，如自动售票乘客放入现金过程中，同时可以选择取消交易；
- (7) 终端在服务的同时响应车站 SC 的命令请求；
- (8) 有启动、正常服务、维修和暂停服务 4 种状态。

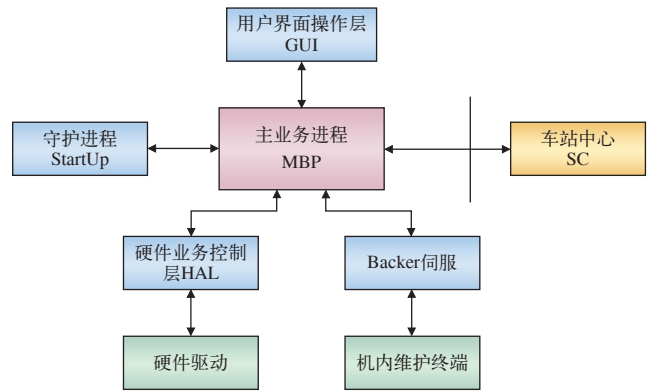


图1 终端设备软件架构图

念，基于事件和消息驱动并结合终端设备需求而设计的，架构图如图 2 所示。

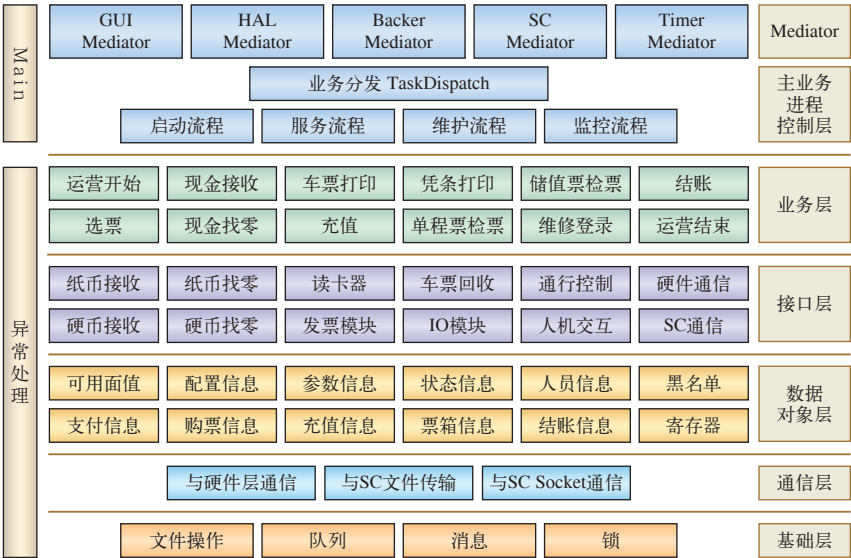


图2 主业务进程架构图

2 AFC终端通用软件架构设计

终端设备软件架构图如图 1 所示，根据终端设备需求，终端设备软件采用多进程方式，各进程间采用 Socket 通信，主业务进程 MBP 负责业务调度与流程处理，负责终端进程间通信与车站 SC 中心通信；守护进程 StartUp 负责所有进程的启动和重启，并监听各进程状态，一旦出现异常则重新启动；用户界面操作层 GUI 提供旅客操作界面，并显示数据；硬件业务控制层 HAL 负责所有硬件模块业务；Backer 伺服为维护人员提供操作菜单，并显示操作结果。

3 AFC终端主业务进程软件架构设计

主业务进程架构是采用 PureMVC 框架的设计理

- (1) Mediator 层：事件驱动层，分外部事件和内部事件，外部事件包括用户操作事件、硬件状态主动上报事件、维护面板按键事件、SC 后台监控命令事件，内部事件指定时任务。
- (2) 主业务进程控制层：控制主进程状态以及业务流程处理，所有事件触发后通过分发模块 TaskDispatch 进行业务调度处理，根据事件类型以及当前状态分发到不同业务流程，业务流程主要包括启动业务流程、正常服务流程、维修暂停流程以及监视流程。
- (3) 业务层：根据终端设备的特点将业务进行分层与归类，以 TVM 为例，业务主要包括选票业务、

纸币接收、硬币接收、纸币找零、硬币找零、凭条打印、车票发售、充值、硬件初始化、运营开始、运营结束、状态上报、数据传输、后台监控等业务。

(4) 接口层：实现与外部模块的业务数据传输，接口层服务于业务层，以 TVM 纸币接收业务为例，需要与 HAL 层接口包括初始化、设置可用面额、开始接收、停止接收、复位、获取状态等接口。

(5) 数据对象层：包括配置、参数、状态、统计、账务等数据对象。

(6) 通信层：包括与 GUI 通信、与硬件进程通信、与 SC 通信以及与 Backer 伺服通信。终端设备内部与 GUI、HAL、Backer 之间通过 Socket 长连接，与 SC 采用 Socket 短连接。通过单例设计模式、多态、信号、锁等机制实现对 Socket 通信封装，兼容长、短连接，同步与异步方式。

(7) 基础层：实现系统底层操作封装。

(8) 异常处理：主控业务流程在业务处理过程中出现异常通过消息方式发送到异常处理模块，异常处理模块根据消息类型、消息内容、当前主控进程状态进行处理。

4 结束语

该软件架构具有扩展性强、易维护等特点，不仅适用于城轨 AFC 终端设备机内软件，也适用于铁

路售检票设备机内软件，在某博物馆项目中得到应用，博物馆的自动取票机和自动检票机软件采用该软件架构，实际应用表明，该软件架构能提高开发效率，降低维护成本，并能为其他业务软件开发提供架构支撑。

参考文献：

- [1] AFC 项目组. 京津城际轨道交通自动售票系统详细设计 [Z]. 北京：中国铁道科学研究院，2008：26-28.
- [2] 邱华端，张宁，徐文，等. 城轨交通自动售检票系统架构体系研究 [J]. 都市快轨交通，2014，27（2）：86-89.
- [3] 阮军，杨春金. 基于模式的多层分布式软件系统架构的设计 [J]. 计算机工程，2006，32（14）：57-59.
- [4] 周学权，战德臣，聂兰顺，等. 面向多租户的多层次可伸缩 SaaS 软件架构研究 [J]. 华中科技大学学报（自然科学版），2013，41（s2）：131-136.
- [5] 陈鹏飞，田地，杨光. 基于 MVC 架构的 LIBS 软件设计与实现 [J]. 吉林大学学报（工），2016，46（1）：242-245.
- [6] 李传煌，王伟明，施银燕. 一种 UML 软件架构性能预测方法及其自动化研究 [J]. 软件学报，2013（7）：1512-1528.
- [7] 杨静. 基于消息中间件的 MVC 软件架构设计 [J]. 铁路计算机应用，2009，18（4）：22-24.
- [8] 吕毅. 西安地铁网 AFC 系统架构设计探讨 [J]. 铁路计算机应用，2013，22（7）：36-38.

责任编辑 付思

