

“互联网+”时代城市轨道交通自动售检票系统设计

蔡佳妮

(上海申通地铁集团有限公司技术中心, 201103, 上海//高级工程师)

摘要 随着智能手机和移动互联网的大规模普及, 移动支付应用场景不断出现, 城市轨道交通自动售检票(AFC)系统也开始应用移动支付, 通过不同技术手段实现互联网购票、取票和刷码过闸。分析对比了各类移动支付方式的特点, 提出了“互联网+”AFC系统的总体设计思路, 明确了“互联网+”AFC系统的架构、各层级功能、外部系统接口设计和配置优化建议, 并展望了“互联网+”时代AFC系统的设计及发展方向。

关键词 城市轨道交通; 移动支付; 互联网+; 自动售检票系统

中图分类号 U293.22

DOI: 10.16037/j.1007-869x.2020.03.045

Design of Urban Rail Transit Automated Fare Collection System in Internet+ Era

CAI Jiani

Abstract With the large-scale popularization of smart phones and mobile Internet, mobile payment application scenarios have been emerging continuously in recent years. Automated Fare Collection (AFC) system in urban rail transit has started to apply mobile payment as well, achieving internet ticket purchase, ticket withdraw and code-swipe entry through different technical means. Characteristics of various mobile payment modes were analyzed and compared, and the overall design idea to form the “Internet+AFC” system was proposed, clarifying the system architecture, functions at all levels, the design of external system interface, and putting forward suggestions for system configuration optimization. Future design and development direction of AFC system were elaborated with expectation.

Key words urban rail transit; mobile payment; internet+; AFC System

Author's address Technical Center of Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China

城市轨道交通自动售检票(AFC)系统发展的核心都是围绕票卡以及围绕着票卡而衍生出来的设备和系统。随着“互联网+”时代的到来, 移动支

付所形成的电子虚拟票开始大规模应用, AFC系统的架构体系、模块部件、设备配置数量、增值服务平台等发生了变化, 因此需要研究“互联网+”时代的AFC系统的新设计思路。

1 移动支付方式分析

按照支付技术形态的不同, 通常把目前较为常用的移动支付分为两类: 基于图像识别技术的各类移动支付(主要以二维码为载体的扫码支付)和基于NFC(近场通信)技术的各类移动支付(主要以各类手机Pay支付为主)。

1.1 基于图像识别技术各类移动支付

扫码支付是一种基于图像识别及基于账户体系搭起来的新一代无线支付方案, 通过扫描二维码、读取条码中的支付数据, 然后借助网络实现远程支付。扫码支付是互联网企业主导并推广的支付手段, 目前在日常生活中最为常见。

当前各城市的轨道交通在二维码过闸支付业务上所采用的技术路线各有不同, 主要体现在生码方式、校验方式、码模式、计费方式和支付模式等方面^[1]的不同: ①生码方式——APP生码方式有联机生码和脱机生码; ②校验方式——闸机校验二维码有联机校验、脱机校验、蓝牙回写等多种方式; ③码模式——有使用不限进出方向的通用二维码, 也有使用区分进出站的专用二维码; ④计费方式——有采用后台行程匹配、计费的, 也有采用闸机侧计费的; ⑤支付模式——有先乘车后付费的, 也有先购票后乘车的。

1.2 基于NFC技术的各类移动支付

NFC技术通过在单一芯片上集成感应式读卡器、感应式卡片实现点对点通信。目前基于NFC技术的移动支付主要有以下3种方案:

1) NFC-SIM卡方案。NFC-SIM是由移动运营商主推的NFC支付解决方案, 用户需要至营业厅更换SIM卡。SIM卡作为SE(安全模块)加载虚拟卡,

使用时下载移动运营商的 APP 应用,在 APP 上开通银行卡或交通卡应用。

2) HCE(主机卡模拟)方案。HCE 基于操作系统应用软件直接实现卡模拟,不再要求手机中必须存在安全单元,俗称“软加密”。目前 HCE 技术逐步成熟,银联云闪付采用的就是 HCE 方案。

3) 全终端方案。通过手机自带的安全加密芯

片实现虚拟卡的加载和管理,基于手机厂商开发的各类应用及手机固件的 SE 芯片实现。目前采用全终端方案的主流应用有苹果 Pay、三星 Pay、华为 Pay、虚拟交通卡、各类 Pay 银行卡支付。

1.3 移动支付方式对比

表 1 为各类移动支付方式特点对比表。

表 1 各类移动支付方式特点对比表

比较项	移动支付方式			
	扫码支付	NFC-SIM	HCE	全终端
功能开通	最简单。只需要在微信、支付宝等 APP 中绑定银行卡或充值	最复杂。需要去营业厅换卡	一般。下载相应银行的 APP 并绑定银行卡或充值	一般。打开手机 NFC 并开通交通卡功能即可
手机兼容性	最好。所有具有摄像头和网络正常的智能手机均可	最差。只有移动运营商指定型号才支持	一般。支持安卓版本高的操作系统的大部分 NFC 手机	一般。只有支持各类 Pay 的全终端手机才可使用
操作方式	最繁琐。需要先解锁屏幕,打开 APP,生成二维码扫描	最易。无需解锁	较易。亮屏状态手机靠近 POS 机即可	最易。无需解锁
用户体验	较好。支付成功率主要受扫描头识别性能、距离等因素影响	较差。受闸机射频信号和手机位置影响,差异性较大	较好。支付成功率主要受闸机射频信号和手机位置影响,差异性较大	较好。支付成功率主要受闸机射频信号和手机位置影响,差异性较大
手机联网模式	在线模式或者分散因子有效期内离线	离线	在线或离线	离线

2 “互联网+”AFC 系统设计

2.1 设计总体思路

城市轨道交通乘车消费场景不同于其他公共交通、商户的消费场景,主要体现在:①需要一进一出才构成一笔消费即复合消费;②需要满足大客流情况下快速过闸,要求交易速度至少小于 500 ms;③需能够进行超时、超程、进站、出站等多种票务处理;④需要考虑地下网络环境不佳等情况。

因此,各类移动支付在城市轨道交通的应用,需要解决的是在城市轨道交通复合消费场景下电子虚拟票快速使用、进出站配对以及多种扣费问题。若采用扫码支付方式,还需要解决二维码车票的发行(二维码生成)问题。

2.2 系统总体架构

在传统 AFC 系统架构中,底层实体票卡作为交易数据传递的凭证被终端设备(SLE)写入乘车信息,同时 SLE 读取票卡的使用信息,按照接口标准生成交易,并逐级上传至车站计算机中心(SC)、线路中心(LC)、清分中心(ACC),形成各层级数据流。

为满足互联网票务需求,需要在传统 AFC 系统架构的基础上增加互联网票务系统来负责二维码车票的发行、二维码/云闪付或各类 Pay 的进出站配

对和扣费。AFC 系统的“互联网+”系统架构如图 1 所示。

图 1 中的互联网票务系统部署在了 AFC 系统内网中,比较常用。另一种方式是将互联网票务系统部署在外网中。

二维码车票由互联网票务系统根据 APP 账户请求生成,并将二维码生码信息推送至乘客手机,由 APP 展示二维码,在闸机上刷码使用。刷手机进/出站后,交易数据逐级上传,ACC 将收到的交易数据上传至互联网票务系统。采用回写方案的二维码交易,通过出站交易向第三方支付机构发起扣费申请;采用非回写方案的二维码交易,需要互联网票务系统匹配账户的进站信息来确定乘车区间后,向第三方支付机构发起扣费申请。采用回写方案的二维码车票交易流程如图 2 所示。

对云闪付或各类 Pay,车票的发行是通过手机完成的。刷手机进/出站后,交易数据逐级上传,ACC 将交易数据上传至互联网票务管理系统。对于采用 ODA(脱机数据认证)延迟扣款方案的云闪付或各类 Pay,互联网票务系统匹配闸机上传的银行卡进出站交易信息来确定乘车区间,经配对后,通过银联支付系统来进行扣费完成交易。由此可以看出,云闪付或各类 Pay 的进出站配对、银行卡的扣费均需要互联网票务管理系统的参与。云闪付或各类 Pay 交易流程见图 3。

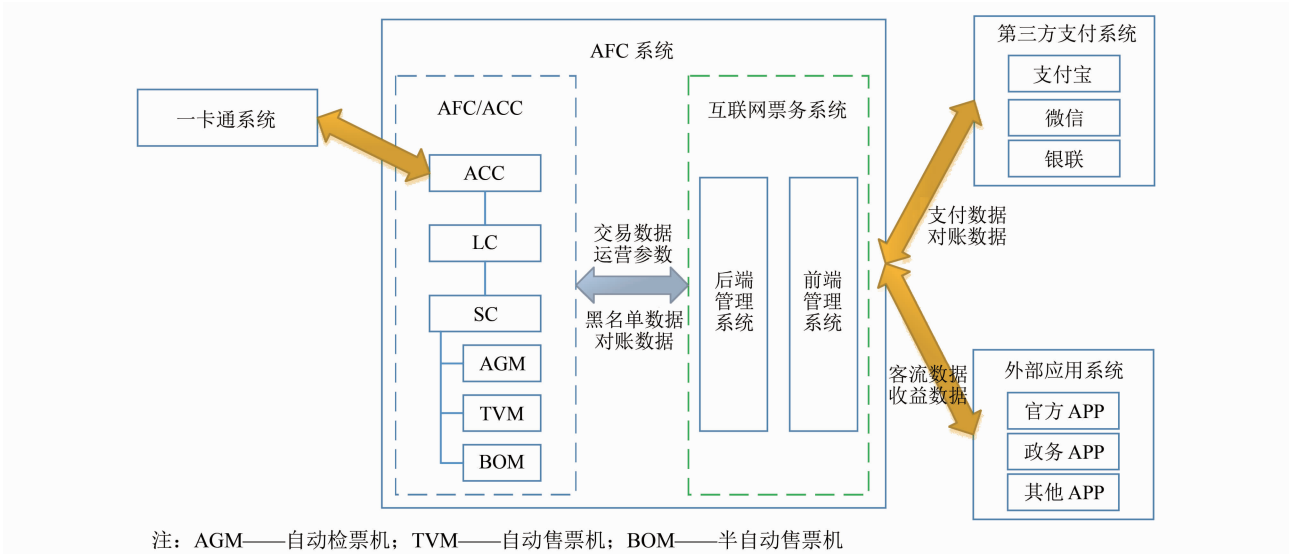


图 1 “互联网+”时代 AFC 系统的系统架构

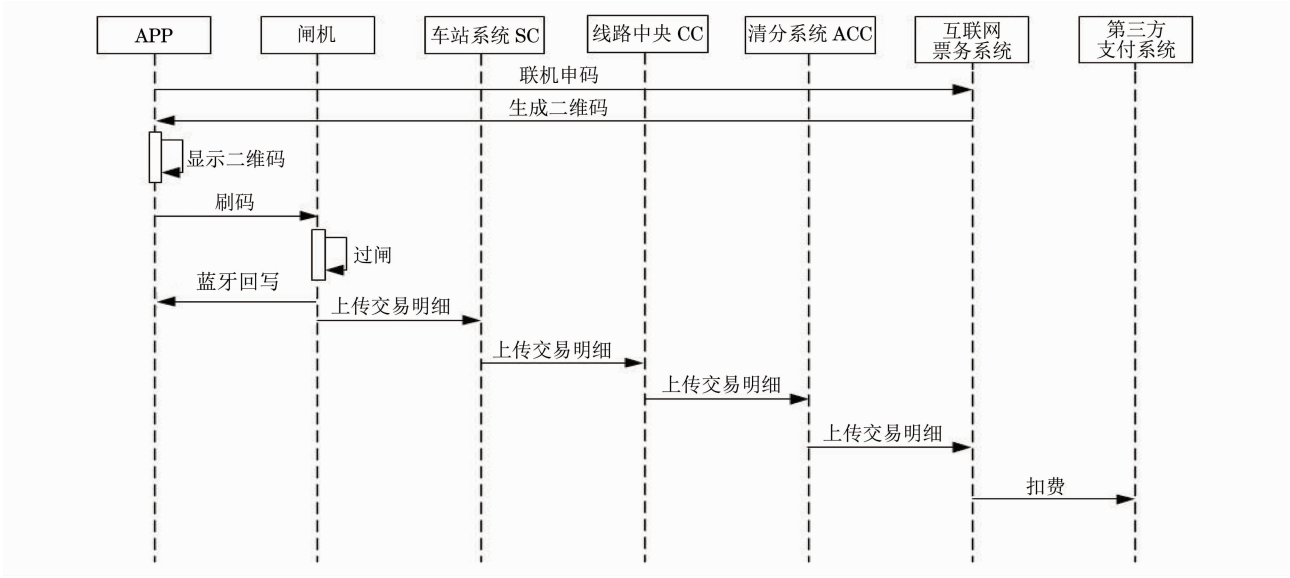


图 2 采用回写方案的二维码车票交易流程

2.3 各层级功能设计

1) 车票层。新增了二维码车票和云闪付或各类 Pay 车票。二维码车票将原先由编码器提前发行的、车票中记录交易状态信息的、先支付后乘车的可读写实体车票,变为通过手机 APP 连接互联网票务管理系统随用随发的、账户交易状态云端维护的、先乘车后支付的虚拟车票。云闪付或各类 Pay 车票是通过手机来模拟的虚拟车票,云闪付或各类 Pay 车票的扣费金额在出站后由云端通过进出站匹配后确定。

2) 设备层。需要增加二维码车票和云闪付或各类 Pay 车票的处理流程。为了对二维码车票进行

处理,闸机在硬件上需要增加二维码摄像头来识别二维码车票,在软件上需要实现对二维码车票时效性的判断,并增加与 SC 间的查重接口。对于合法的二维码车票,生成二维码交易发送至 SC 并对乘客放行。为了对云闪付或各类 Pay 车票进行处理,需要对闸机的软件进行修改,增加对云闪付或各类 Pay 车票处理流程的支持。

3) 车站计算机系统层。需要增加二维码车票和云闪付或各类 Pay 车票的判重处理流程和交易处理流程。为了避免同一个用户的二维码车票或同一张云闪付或各类 Pay 车票在同一个车站的恶意重复使用,需要在 SC 增加判重功能。对二维码车票

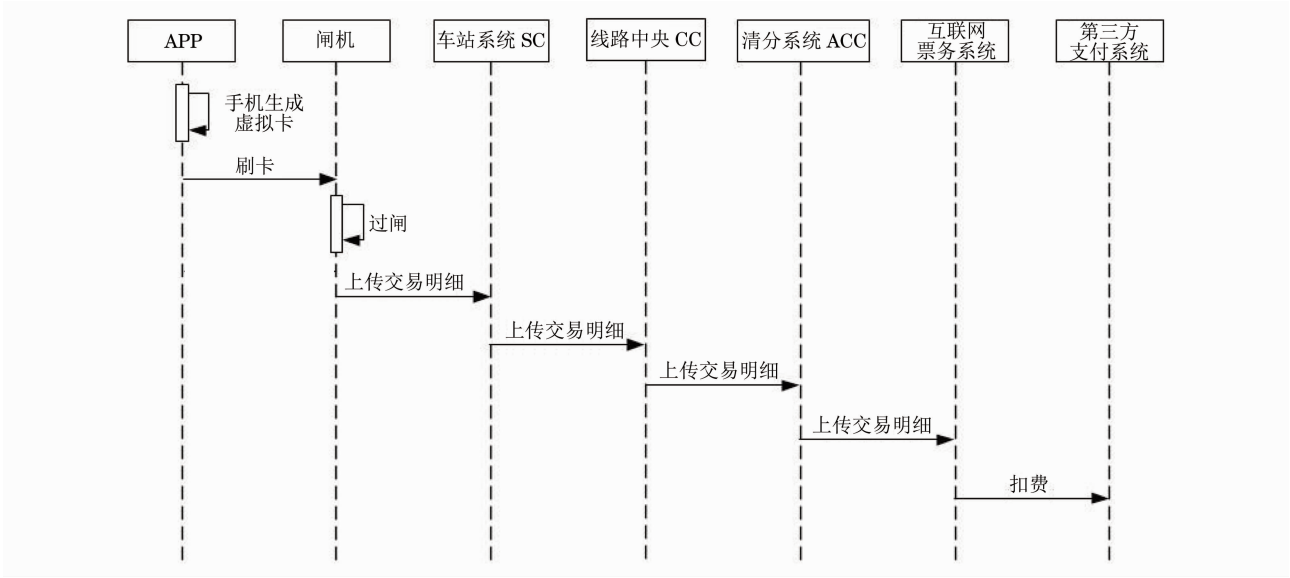


图 3 云闪付或各类 Pay 交易流程

的判重是以二维码账户为单位来进行的。同一个账户,在规定的时间内只允许发生一次相同类型的交易。对云闪付或各类 Pay 车票的判重是以车票卡号为单位来进行的,同一卡号的云闪付或各类 Pay 车票,在规定的时间内只允许发生一次相同类型的交易。对于闸机发起的查重申请,SC 根据本地保存的账户交易状态进行判断:合法的申请回复允许通过应答,非法的申请回复拒绝通过应答。对于闸机上传的二维码或云闪付或各类 Pay 交易信息,本地保存并转发至 LC。

4) 中央系统层。需要增加二维码交易和云闪付或各类 Pay 交易的处理流程。对于 SC 上传的二维码交易和云闪付或各类 Pay 交易信息,本地保存并转发给 ACC。

5) 清分系统层。需要增加二维码交易和云闪付或各类 Pay 交易的处理流程。对于 LC 上传的二维码交易和云闪付或各类 Pay 交易信息,本地保存并按照互联网票务管理系统要求进行格式转换后发送给互联网票务管理系统。

6) 互联网票务管理层。是在“互联网+”AFC 系统架构中新增的,由互联网票务管理系统组成。互联网票务管理系统负责管理在 AFC 系统内使用的虚拟车票的票务。

(1) 对于二维码车票,互联网票务管理系统负责二维码车票的生成、账户交易的进出站匹配、账户状态管理(根据账户状态来生成进站/出站二维码)、支付管理等。二维码车票交易根据二维码账

户中设置的扣款方式向支付宝、微信、银联等第三方支付系统发起扣费申请。

(2) 对云闪付或各类 Pay 车票,互联网票务系统负责进出站匹配和支付管理,并根据云闪付或各类 Pay 车票的交易信息向银联支付等系统发起扣费申请。

2.4 外部系统接口设计

ACC 与一卡通系统的接口属于传统 AFC 系统范畴。互联网票务系统与其他外部系统接口包括与第三方支付系统的接口、与银联支付系统接口以及与外部应用系统的接口。

互联网票务系统与第三方支付系统的接口主要是用于交易扣费使用,用来与支付宝、微信、银联等第三方支付系统进行数据传输。接口数据包括互联网票务系统发送的扣费申请和第三方支付系统下发的对账数据。

互联网票务系统与外部应用的接口主要是与地铁官方 APP、政府政务 APP 和其他 APP 系统的数据传输接口,接口数据包括:互联网票务系统发送的客流数据、互联网票务系统发送的收益数据、外部应用的查询请求数据等。

3 “互联网+”AFC 系统配置优化

移动支付在 AFC 系统中的应用主要是购票中的非现金支付和二维码过闸,前者减少了现金的流通量,后者减少了实体车票的流通量。因此在设备及其部件的类型、数量配置方面有很大优化空间。主要体现在以下几个方面:

1) 自动售票机数量及现金模块配置。自动售票机主要是用来售卖单程票,单程票的使用群体主要有外地游客、外地来沪出差人员,以及不常乘坐城市轨道交通的本市居民。随着二维码直接扫码过闸功能的开通,原来购买单程票的乘客,为了减少排队购票的等待时间,大部分选择直接扫二维码过闸,不再购买单程票,使自动售票机的使用率大大降低,部分自动售票机甚至成为闲置设备。因此,在 AFC 建设期,应优化资源配置,减少自动售票机数量已成为必然。与此同时,随着自动售票机非现金支付功能开通,乘客在自动售票机上购票时大部分会采用便捷移动支付方式,自动售票机上的纸币模块和硬币模块的使用率相应地会大大降低。纸币模块和硬币模块无论是前期的购买价格还是后期的维护费用都较高,因此,应优化资源配置,取消部分自动售票机的纸币模块和硬币模块。

2) 自动检票机模块配置。二维码过闸功能开通后,实体车票的使用量大大减少,因此,在设计时,首先可以减少闸机回收模块的数量;其次,因读写器需要同时控制射频模块和扫描模块,因此应增强读写器的一体化设计。

3) 减少票卡、现金清点设备。随着虚拟化二维码车票的推广使用,实体车票的使用数量势必减少,因此,在新建线路的 AFC 系统设计时,需要减少车票、纸币清点设备、硬币清点设备、票卡专用车和票卡清点设备的数量。

4 “互联网+”AFC 系统发展展望

1) 各地城市轨道交通互联网支付的互联互通。由于当前各地城市轨道交通的互联网支付方式各不相同,支持的 APP 也不相同,导致乘客无法在不同城市之间无缝切换,这种局面不符合公共交通系统建设的“便民、低碳、开发、创新”的根本原则。因此,各地城市轨道交通互联网支付的互联互通势必是未来发展趋势。各地城市轨道交通平台的互联互通,技术难度在于后台交易匹配系统的建立。在国家长三角一体化发展战略指引下,上海轨道交通基于统一 SDK 技术与区块链技术与“沪杭甬温合

宁苏锡鹭青”10 座城市实现了刷码过闸的互联互通,方便乘客跨区域绿色便捷出行,促进了城市间的交流和发展^[2]。

2) 未来城市轨道交通新型人机交互及支付方式的设想。近年来,生物特征识别成为了城市轨道交通的一个研究方向。生物特征识别是利用人体生理特征或行为特征进行身份鉴别的技术,具有不可复制的唯一性,不易丢失、复制、篡改和盗用,具有较高的安全性。生物识别技术与互联网应用和个人账户相结合将成为创新支付方式的重要推动力量。目前,人脸识别、掌静脉识别已经作为特殊身份人群的一个识别确认方法,如果与新型的自动售票机设备结合则可以完成人脸特征取代单程票、实体卡的应用。当然,就目前技术水平而言,这些新支付方式的发展,依赖于以下几个方面的技术保障:① 生物识别和无感支付需要更可靠的网络保障;② 生物特征识别模型的建立需要先进、科学、严谨方法保障;③ 计算性能需要超强的处理能力保障。

5 结语

随着城市轨道交通“互联网+”AFC 系统的发展,自动售票机会减少甚至取消部分模块,与此同时新增人脸识别、语音识别等功能模块,自动售票机将从单一的售票终端转变为综合服务终端。在满足少数人群的传统购票需求的基础上,将会进一步拓展票务系统服务于广大乘客的新模式。此外,依托于大数据技术,还需要对匹配交易、风险控制、客流分析和预测等做进一步的研究。随着无感支付、无感通行的概念深入人心,信用体系和信用社会的逐步建立,借助于智能技术、互联网技术的发展,在未来数年内,城市轨道交通新一代信息技术应用将纷繁多姿,AFC 系统也会有更加深入的发展。

参考文献

- [1] 李中浩.城轨互联网票务系统建设指南[J].城市轨道交通,2019(3):23.
- [2] 俞光耀.长三角城市轨道交通互联网出行与区块链应用探索[J].隧道与轨道交通,2019(2):1.

(收稿日期:2019-08-10)

《城市轨道交通研究》欢迎投稿

投稿网址:tougao.umat1998.com