

基于移动支付的高速公路通行费征收系统设计

龙立敦¹, 吴厚洪²

(1.贵州省公路工程集团有限公司, 贵州 贵阳 550008; 2.贵州省锦屏县农村公路管理局, 贵州 锦屏 556700)

摘要:针对现行人工和 ETC 两种高速公路收费方式存在的人力资源成本高、效率低、容易出错或适应性差等缺陷,将目前已发展十分成熟且应用广泛的移动支付技术引入高速公路通行费征收中,提出基于移动支付的高速公路通行费征收解决方案,并对系统的目标、架构、功能体系与工作流程进行设计。

关键词: 工程经济;高速公路收费;移动支付;自助缴费;系统设计

中图分类号:U415.13

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2018)06-0164-05

中国汽车保有量在 2015 年底已达 2.79 亿辆,且仍处于高速持续增长阶段。与之相对应,高速公路通车里程 2015 年底超过 12.5 万 km,大部分省区已实现县县通高速公路,高速公路已成为民众出行的首选。由于车流量急剧增加,出行者在收费站经常面临长时间的拥堵和排队等待,特别是在东部发达省区及节假日、高峰时段。目前,高速公路收费站主要有人工收费和 ETC 不停车电子收费两类,其中人工收费人力成本高、效率低、时间长,且容易出错。ETC 电子不停车收费虽可克服人工收费方式的上述缺陷,实现无需停车快速收费通行,但 ETC 建设往往以省为单位,不同省份间尚未实现充分互联,外来车辆往往只能选择人工收费方式。而且大量车辆由于不常走高速公路等原因没有安装 ETC 设备,也只能选择人工收费通道。因此,研究一种能适应大部分出行者,克服人工收费方式缺陷,且具有部分 ETC 不停车收费方式优点的全新收费方式,成为一个非常必要的课题。在移动互联网、智能移动终端普及的背景下,该文研究设计基于移动支付的高速公路通行费征收系统,实现普适性的智能化高效高速公路通行费征收与管理。

1 移动支付

1.1 移动支付定义

移动支付是指单位、个人直接或授权他人通过移动通信终端或设备(如智能手机、平板电脑等)发布支付指令,实现货币支付与资金转移的行为。按照实现技术的不同,移动支付可分为远程支付和近场支付。近场支付以“刷手机”的方式,采用 RFID、NFC、SIMPASS 等技术实现手机与 POS 机、自动售

货机的本地通信,完成面对面支付,代表性的如手机公交卡、门票等。国内曾有高速公路企业对近场支付在高速公路收费领域的应用进行研究,但该支付方式对终端设备硬件要求较高,导致其应用始终难以获得发展,无法实现大规模推广应用。远程支付中支付方与收款方无需面对面接触,通过移动智能设备在应用程序中选择商品或服务后,基于移动网络,采用 WWW、GPRS、STK 等方式,移动客户端与后台服务器间进行交互,由服务端完成交易处理。远程支付主要包括移动互联网远程支付和 O2O 电子商务支付两种模式,前者以支付宝、手机银行为代表,用户可随时随地采用手机拍下商品,通过支付宝和网银手机客户端付款;后者以二维码支付、声波支付等为代表,由于操作简单、用户体验好而迅速发展,被广泛应用于转账、消费与缴费等领域。

1.2 基于移动支付的通行费征收可行性分析

移动支付不受时间和空间的限制,为消费者提供差异化、个性化和多样化的服务,极大方便了人们的生活。根据中国人民银行发布的数据,2014 年中国移动支付数量达 45.24 亿笔,金额达 22.59 万亿元人民币,相比前一年分别增加 170.25% 和 134.30%,且呈现以远程支付为主的特征,其中支付宝的占比超过 71%。移动支付的飞速发展,除其本身固有的方便、快捷等优点外,主要得益于移动互联网的发展与智能手机的普及,根据 CNNIC 发布的数据,至 2015 年 6 月,中国手机网民规模达 5.94 亿,网民中使用手机上网的人群占 88.9%;其次,支付确认技术的发展为移动支付的安全性提供了保证,除普通密码确认外,指纹密码确认、语音密码确认技术的发展,不但提高了移动支付的安全保障,也极大提高了移动

支付的支付体验;第三,通信网络基础设施建设为移动网络通信提供了保障,目前已实现高速公路基本全程覆盖,特别是收费站的 3G/4G 无线网络信号全覆盖,能保证手机支付顺利进行。综上所述,将远程移动支付技术引入高速公路通行费征收中,开发基于移动支付的高速公路通行费征收系统具有充分的可行性。

2 系统总体设计

2.1 系统设计目标

以“互联网+高速公路收费”为指导,基于移动支付的高速公路通行费征收系统将移动支付技术的最新成果引入高速公路通行费征收与管理中,力图克服现行两种高速公路收费方式存在的成本高、效率低或难以满足最普通公众出行需求的缺陷,研究兼具人工收费方式的普适性与 ETC 电子不停车收费方式低成本、高效率优点的全新的高速公路通行费征收与管理方案。系统设计目标:

(1) 低成本自动化收费。系统收费全过程由出行者通过移动智能终端自主完成,无需专职收费人员介入,能节省人力资源成本支出,且以电子货币形式缴费,可避免人工收费导致的假币与出错。

(2) 良好的适应性。系统服务面向最广大的出行者,无论是外来车辆或本省不常走高速公路的车辆,用户仅需在手机等智能移动设备上安装系统客户端并完成基本信息填写与上传确认等即可便利使用系统服务,而无需安装专用 ETC 设备,可吸引最

广大出行群体。

(3) 安全舒适的支付体验。系统依托第三方支付平台,如支付宝、微信支付等平台及其上提供的高效安全的指纹密码、声纹密码等最新支付确认技术,为用户支付提供安全保障,提高用户的支付效率与支付体验。

(4) 灵活的支付服务。系统允许出行者在出行前以预定服务形式进行通行费预付,也可在驶进高速公路后选择驶出收费站点进行通行费预付,同时提供灵活的订单变更功能;也允许出行者在通过收费站时以扫描二维码支付等形式进行通行费缴纳。

(5) 多元化的信息服务。系统除提供通行费支付服务外,还为出行者提供多元化信息,按照出行者的预定站点信息、位置信息进行针对性、个性化、定制化的出行信息服务,如路况信息、交通流量信息、天气信息及沿线旅游、休闲与娱乐等信息查询与主动推送服务。

2.2 系统架构

按照高速公路通行费支付业务的自动化与信息服务多元化要求,基于移动支付的高速公路通行费征收系统将第三方支付平台、移动互联网及智能移动设备紧密结合实现系统功能目标。系统采用基于 B/S 模式的操作管理和基于 C/S 模式的信息服务的体系结构,用户移动智能设备终端与系统服务端经 GPRS 等无线网络进行通信,在 Android 及 iOS 系统上架设移动客户端进行服务请求与获取。系统架构见图 1。

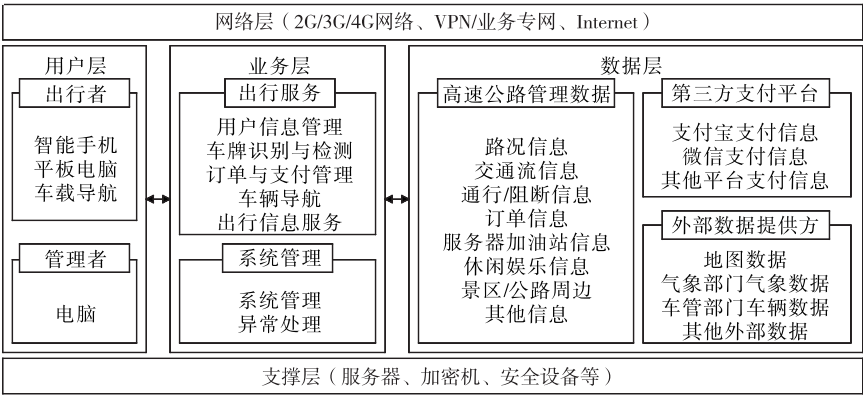


图 1 基于移动支付的高速公路通行费征收系统的架构

(1) 网络层。包括 GPRS 无线网络、VPN、专用网络等,为系统通信提供保障,保证系统移动客户端、系统服务端、第三方支付平台间实现高速、便捷

的数据交换。

(2) 支撑层。即用于保障系统数据高效分析处理与信息安全的各类软、硬件设备,如系统服务器、

加密机、安全设备等。

(3) 数据层。该层是系统提供服务的基础,包括高速公路管理内部数据、第三方支付平台支付信息及其他外部数据提供方提供的的数据。

(4) 业务层。该层对各类数据进行分析与逻辑处理,包括接收用户的指令、数据提取分析与结果反馈,实现面向出行者与面向系统管理者的两类服务。

(5) 用户层。该层包括出行者和高速公路收费管理人员,出行者通过移动智能终端进行服务请求与获取,管理者则通过传统 PC 进行系统管理。

2.3 系统功能体系

基于移动支付的高速公路通行费征收系统主要面向高速公路出行者提供自动化的自助式通行费缴费服务。如图 2 所示,其依靠智能移动设备如智能手机的精确定位功能及目前已得到完善的车牌检测与识别技术获取车辆驶入、驶出高速公路的收费站信息及车辆的精确定位信息,实现基于车牌号这一唯一 ID 的高速公路通行服务自助下单、移动支付与使用及基于车辆位置信息的定向化、可定制的个性化出行信息服务与交通导航。

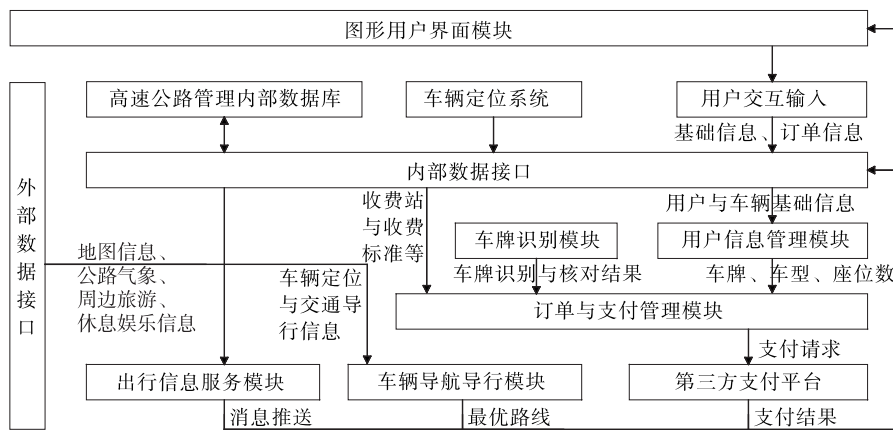


图2 基于移动支付的高速公路通行费征收系统的功能体系

(1) 图形用户界面模块。该模块提供系统与用户间的图形化信息交互输入与输出,信息输入包括用户基础信息与订单信息,信息输出包括订单支付结果反馈及车辆导航与交通导行信息、各类基于车辆位置的推送信息的图形化显示。

(2) 用户信息管理模块。该模块实现对用户信息的管理,包括对用户基础信息与车辆基础信息如用户名、密码、车牌号、车型、座位数等的管理,通过与车辆管理部门数据进行核对,实现以车牌号为唯一 ID 的车辆信息审查与确认。

(3) 车牌识别模块。目前主流的车牌识别技术能实现动态模式下 0.1 s 识别速度与 99.7% 以上识别精度。与现行收费系统以取卡进入收费站和刷卡驶出收费站的方式不同,基于移动支付的通行费征收系统以车牌识别结果作为驶入与驶出收费站的依据,用于预订订单的消费确认或即时消费订单的生成与通行费计算。

(4) 订单与支付管理模块。该模块根据用户选择的驶进、驶出收费站信息或系统检测到的车辆驶入、驶出收费站信息,结合车辆车型、座位数等信息

计算车辆通行费用,并向第三方支付平台发起支付请求。此外,该模块还可实现用户订单管理,包括未支付订单、已支付订单、待消费订单、已消费订单等的管理、查询与统计。

(5) 第三方支付平台。包括支付宝、微信等主流移动支付平台,以应用内支付的方式与系统集成,订单与支付管理模块发起支付请求时,响应请求并跳转至第三方支付平台界面,以密码、指纹、声纹支付等形式提供用户安全、快捷的支付体验,并将支付结果实时反馈至系统管理端与移动智能客户端。

(6) 车辆导航模块。该模块基于移动设备的定位功能,检测到的车辆驶入高速公路的时间进行定向化交通导行信息发布,将路网路况、交通流信息、公路阻断与通行、气象信息等进行定向发布,给在途车辆提供最优行驶路线并进行导航。

(7) 出行信息服务模块。该模块基于车辆订单信息、定位信息进行高速公路服务信息如服务区、加油站信息及公路周边信息(如旅游景点、餐饮、休闲娱乐等)发布,包括用户个性化信息定制查询与系统自动推送两种方式。

2.4 系统工作流程

在用户注册并填写个人基本信息、车辆信息后,系统根据车辆管理部门车辆信息对用户信息进行审

核,通过后即可使用该系统进行高速公路通行费移动化支付。按照支付时机的不同,系统提供预支付订单与在途支付订单两种模式,其支付流程见图 3。

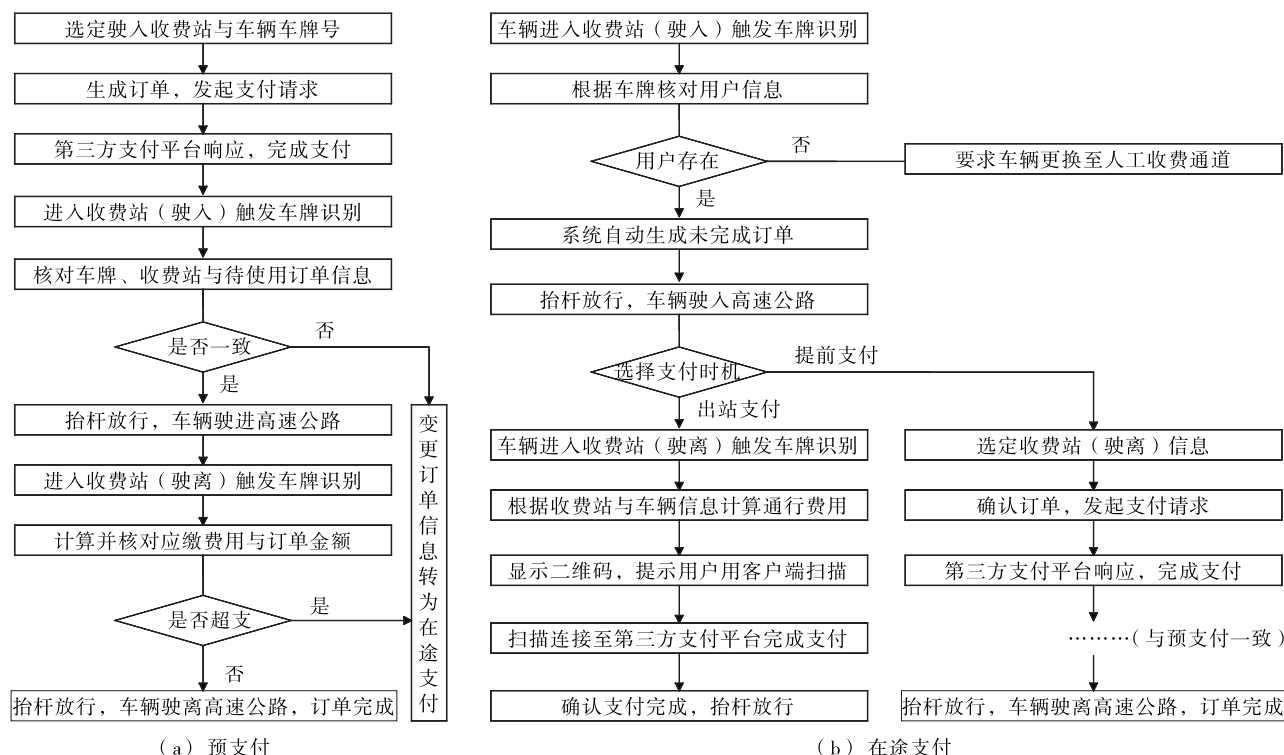


图 3 基于移动支付的高速公路通行费征收系统的工作流程

(1) 预支付。即用户在出行前以预定的形式购买高速公路通行服务。如图 3(a)所示,用户通过智能移动终端选择驶入、驶出高速公路收费站信息,系统自动根据用户车辆等信息计算通行费,并经过第三方支付平台进行费用预支付。车辆驶入收费站时,系统经车牌识别检测车牌号,查询并核对用户订单信息,若待使用订单中驶入收费站信息与当前收费站一致,则抬杆放行,车辆驶入高速公路。在驶离高速公路收费站时,同样识别车牌后查询订单信息,若驶出站点信息符合则确认订单已消费,并抬杆放行;若收费站信息与订单信息不一致,实际费用低于订单金额时则放行,实际费用高于订单金额时则更新订单信息,采用在途支付方式进行超额费用补缴。在用户订单购买、使用过程中,可按照站点信息、驶入与驶出高速公路时间等信息进行交通导行与相关出行信息推送服务。

(2) 在途支付。即在用户出行过程中进行通行服务购买与支付。如图 3(b)所示,用户进入收费站通道,系统自动识别车牌号,并据此查询用户是否存

在,若存在则按照当前收费站信息自动生成未完成待支付订单,并抬杆放行,车辆驶入高速公路。驶入高速公路后,用户可选择提前支付或出站支付对该订单进行操作,前者为在行驶过程中如服务区休息时预先选定驶出收费站并支付,出站过程与预支付订单相同;后者为在驶出收费站时系统识别车牌,根据驶入收费站信息计算通行费用并在专用显示屏上显示支付链接二维码,同时提醒用户以移动智能设备客户端扫码二维码完成费用支付,系统确认支付成功后抬杆放行,订单完成。同样系统可根据车辆驶入高速公路站点信息、车辆定位信息实现定向化、个性化的信息服务。

3 系统原型试验

按照上述系统架构、功能模块及工作流程设计,选择目前普遍应用的车牌设备系统,以微信支付及支付宝作为第三方支付平台进行系统原型开发(见图 4)。为方便及简化系统原型验证,将系统原型架设于 4G 网络信号良好的普通收费停车场,以停车

费替代高速公路通行费。通过统计车辆驶入及驶出收费站的时间,并与人工收费方式进行对比,验证系统的可行性与效率。



图4 基于移动支付的高速公路通行费征收系统原型

随机选择10名驾驶员(男性7名,女性3名,年龄随机分布),每人试验10次,分别统计在不需要排队情况下分别使用预支付及在途支付两种方式时驶入、驶出收费站的平均时间,结果见表1。

表1 采用基于移动支付的高速公路通行费征收系统时车辆通过收费站的时间 s

支付方式		平均时间		标准差	
		驶入	驶出	驶入	驶出
预支付		5.28	5.33	0.046	0.051
在途支付	提前支付	6.42	5.34	0.042	0.043
	出站支付	6.40	13.47	0.043	0.039

据统计,普通小汽车不需要排队情况下通过人工收费站的平均时间,驶入为8s,驶出为14s,ETC方式驶入及驶出均为3s。将表1中时间与人工收费及ETC收费方式对比,可得:1)在预支付方式及在途提前支付情况下,无论是驶入或驶出收费站,基于移动支付的高速公路通行费征收系统的效率均比ETC收费方式略低,但优于人工收费。较之ETC方式,该系统省去了繁琐的登记办理、安装OBU、充值等程序,依托移动支付方式的普及与便捷,更易吸引用户使用。2)在途支付时,若驾驶员选择出站支付,则驶出收费站的效率与人工收费方式相当,但驶入收费站时避免了人工发卡或取卡环节,通行效率提高。3)由于不需要收费员,全程由驾驶员自行操作,可极大地节省人工费开支,提高经济效益。综上,基于移动支付的高速公路通行费征收具有充分的可行性,可作为目前普遍使用的高速公路人工收费及ETC收费方式的有益补充。

4 结语

随着指纹、声纹密码等支付确认技术及扫码支付等快捷支付与移动支付相关技术的成熟、完善与

广泛应用,车牌检测识别技术效率与准确率的突飞猛进,将这些技术引入高速公路收费管理中,开发基于移动支付的高速公路通行费征收系统,成为解决传统人工收费方式和ETC收费方式弊端的有效方案,可极大地节省投资和人力资源成本,也可缩短车辆通过收费站时的排队和缴费时间,实现自动化自助式缴费及个性化、可定制、定向化的出行信息服务,提高高速公路服务质量,可作为现行人工收费和ETC不停车收费方式的有益补充。但该系统尚未实现不停车收费,且对不熟练使用智能手机或移动支付的人群不适用。随着技术的进步和智能移动设备的普及,该系统将有着广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 潘勇.“互联网+”时代背景下移动互联网支付技术在高速公路中的应用[J].科技传播,2015(16).
- [2] 夏伟.我国移动支付发展现状及趋势分析[J].中国电子商务,2012(6).
- [3] 陈平顺,郑紫微,李攀,等.基于Android的NFC移动支付系统设计与实现[J].数据通信,2015(5).
- [4] 刘奕君,王国珍.基于Android的移动应用内支付平台设计与实现[J].软件导刊,2015,14(8).
- [5] 陈静.移动支付银行将持续高速发展[J].金卡工程,2015(11).
- [6] 马玉鹏,徐春香,蒋同海.移动小额支付平台框架研究[J].计算机应用与软件,2015(11).
- [7] 吴剑锋,章璐圻.移动情景下不同支付确认方式的支付体验初探[J].设计,2016(3).
- [8] 龙立敦,符铎砂.基于通用分组无线服务系统的远程汽车尾气排放实时监测系统探讨[J].环境污染与防治,2012,34(12).
- [9] 龙立敦,符铎砂,秦涛.基于理论运行速度的公路设计线形安全性实时评价系统设计[J].中外公路,2015,35(5).
- [10] 陆峰.车牌识别算法在京秦高速公路中的应用[D].燕山:燕山大学,2015.
- [11] 周刚,常成利.高速公路收费站通行能力研究[J].公路交通科技,2001,18(3).
- [12] 谢静.基于移动支付的广西高速公路收费系统应用研究[J].广西民族大学学报:自然科学版,2018,24(2).
- [13] 欧阳靖云,吕洪燕,杨蕤铜,等.一种基于移动支付的高速公路预约缴费系统设计[J].中国交通信息化,2018(8).