

射频识别技术在电子不停车收费系统中的应用

闫康,申时凯*,余丹,张磊,陆婷,成瑶
(昆明学院 信息技术学院,云南 昆明 650214)

摘要:电子不停车收费系统是一种用于公路、桥梁和隧道等的电子自动收费系统,而射频识别技术是一种非接触式的自动识别技术.基于射频识别技术的电子不停车收费系统,无需用户停车缴费,只需在车上安装电子标签,车辆就可以通行,应用于高速公路收费管理、车辆控制,具有使车辆进出有序、速度快、管理自动化、应收费用不流失以及减少管理人员等特点,使高速公路收费实现电子化、智能化和高效化.

关键词:电子不停车收费系统;射频识别;高速公路;智能交通

中图分类号:U495 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-5639(2012)03-0067-03

Application of Radio Frequency Identification Technology in the Electronic Toll Collection System without Car Stopping

YAN Kang, SHEN Shi-kai, YU Dan, ZHANG Lei, LU Ting, CHENG Yao
(College of Information Technology, Kunming University, Yunnan Kunming 650214, China)

Abstract: The electronic toll collection (ETC) system which applied to roads, bridges and tunnels, is an international electronic automatic toll collection system and RFID (Radio Frequency Identification) is a contactless and automatic identification technology. With the application of the RFID technology, there is no need for the user to stop at the toll gate. Only with the electronic identification tag on the vehicle can it pass, which can be applied on the highways, the control of vehicles, with the characteristics of orderly passage of vehicles, high speed, automatic management, non-loss of receivable expense and fewer managing staff, so that highway toll collection can become electronic, intelligent and efficient.

Key words: electronic toll collection system without car stopping; radio frequency identification; highway; intelligent transport

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)是一种常用的数据采集技术,广泛应用于物联网等领域中.电子不停车收费系统(Electronic Toll Collection System, ETC)是目前世界上最先进的收费系统,是智能交通系统的服务功能之一^[1].此系统可使待缴费车辆通过收费站时无需停车,即可实现自动收费.ETC的信息采集部分主要采用RFID技术,RFID是一种非接触的射频通信技术,通过阅读器与电子标签的无线通信就可实现信息采集的功能,从而识别电子标签载体的身份,实现自动收费.

随着我国经济的高速发展,私家车保有量正在呈“爆炸式”增长,而目前国内占主流的人工和半自动道路收费方式,常常会在高峰期导致收费站发生严重车辆堵塞,其收费方式已不能满足现代道路运输的需求,解决此问题最有效的办法就是采用ETC系统.因为ETC系统无需用户停车缴费,其既能缓解收费站交通堵塞,又能降低油耗,所以交通部已将ETC系统的开发和应用放在我国智能交通系统项目建设的重要位置,并将其列为交通科技技术创新

重点项目之一.

1 RFID技术

1.1 RFID技术概念

RFID是一种非接触式的自动识别技术,它通过无线射频信号实现对目标的自动识别,并能准确、实时地获取所需信息,在雨雪冰冻天气和震动等恶劣环境条件下仍可高效工作.RFID系统主要由阅读器和应答器(电子标签)组成.RFID系统按照工作频段的不同,可分为低频、高频和超高频系统;RFID系统按照能源的供给方式,可分为无源、有源和半有源系统.无源RFID系统读写距离近,价格低.有源RFID系统读写距离远,适用于远距离读写,但成本高.

1.2 RFID技术的应用

RFID产品由于频段不同,就会有不同的特性.

RFID低频产品的工作方式为电感耦合,一般能够穿过任意物体(金属材料除外),而保持有效的读取距离不变^[2].但与其它频段的RFID产品相比,低

收稿日期:2012-05-20

基金项目:云南省应用基础研究计划资助项目(2011FZ176);云南省大学生创新性实验计划资助项目(S1008)

作者简介:闫康(1987—),男,河南襄城人,本科生,主要从事智能信息处理与物联网研究.

通讯作者:申时凯(1964—),男,云南镇雄人,教授,主要从事数据融合与物联网研究. E-mail: kmssk2000@sina.com

频段 RFID 产品的数据传输速度较低,主要用于机动车防盗、读卡开门和停车场的自动收费等。

RFID 高频产品工作方式一般为负载调制,通过控制负载电压的断开或联通,使相关数据信息从感应器传输到读写器。该频率的产品也可穿过大多数物体(金属材料除外),但是有效读取距离却会减小,其具有有效感应区域比较均匀、可相对准确的同时读取多个应答器、快速传递所读取的信息等特点。主要用于传送大量数据的系统,如固定资产、图书和物流管理系统等。

超高频产品主要通过电场来传输能量。其电子标签的感应读取区域很难界定,但该频段读取距离却比较远。与高频的电子标签相比,超高频的电子标签可以应用于金属物品,且有相对较高的数据信息传递速率,并可在相同时间内有效读取更多的电子标签。主要用于自动化、快递包裹和大型超市的供应链管理。

1.3 RFID 技术的基本工作原理

RFID 系统主要由阅读器、电子标签(即射频卡、应答器等)、天线等构成。RFID 的阅读器按功能不同,可分为只读和读/写两种。阅读器对数据信息的控制处理具有重要作用^[3]。应答器是 RFID 系统的信息载体,阅读器和应答器之间的数据信息交流一般采用半双工方式,同时阅读器会通过耦合方式提供能量和时序给无源应答器。

当车辆(应答器)进入有效读写区域时,将自动接收由阅读器发出的读写信号,并借助从感应电流

中得到的能量,将已存储在卡片上的数据信息发送出去,此时阅读器将读取卡片发出的数据信息,通过自带的解码器解码后,将有效信息完整的传送至中央信息处理系统,对数据信息进行存储和处理。

2 ETC 系统

2.1 ETC 系统简述

电子不停车收费系统,顾名思义是指车辆通过收费站时,通过车载的应答器实现车辆识别,并自动从预先绑定的车载 IC 卡或银行帐户上扣除相应费用。因此,车主只要在机动车内安装应答器及感应卡片,并在卡片内预存一定费用,当车辆通过收费站时,无需停车缴费。

2.2 ETC 系统工作原理

如图 1^[4]所示,在收费站车道内铺设地感线圈,地感线圈的通讯线连接到车辆检测装置的触发端,当有车辆通过时,车辆检测装置会发射验证信号,检测待通过车辆是否安装了车载应答器,如果检测到该车辆未安装车载设备,则发出警告并禁止通行;如果检测到该车辆安装了车载设备,且卡内余额足够支付本次通行,则阅读器会对该车辆应答器卡片内信息进行读取核对,核对正确后便从该卡片内扣除本次通行费用,同时系统会分别发出指令给控制装置和车道监控摄像机,放行该车辆并抓拍缴费车辆图片,然后将车辆图片上传到后台管理程序。

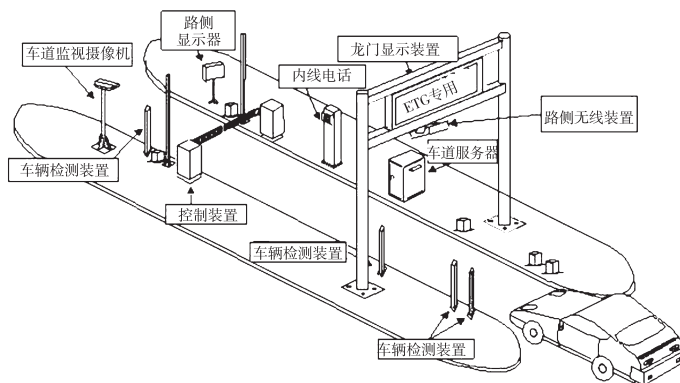


图1 收费站ETC车道工作原理图

3 RFID 技术在 ETC 系统中的应用

3.1 中国高速公路的发展现状

中国高速公路从上世纪 90 年代开始进入快速发展时期。截止 2009 年底,我国高速公路通车里程居世界第二,仅次于美国^[5]。目前,云南已经形成“七入省四出境”的公路交通网络,公路通车总里程超过 20 万 km,高速公路通车里程超过 2 500 km,位居西部第一。随着高速公路的快速发展,收费站通行能力不足问题日益凸现,成为高速公路交通“瓶颈”,因此,ETC 系统已成为高速公路收费方式的必

然趋势。

3.2 ETC 车道的困境及其解决方案

3.2.1 车辆通行速度慢

目前国内大部分 ETC 车道限速是 20 km/h,这与 ETC 系统对出行高效、快捷的承诺是有悖的,要解决这一问题可从以下 3 个方面入手。

1) 在 ETC 系统中使用有源低频 RFID 阅读器。有源低频 RFID 阅读器可使运动物体在 250 km/h 速度内,以小于 0.5 ms 的时间被识别,并且识别准确率在 99.95% 以上^[6],这样便加快了系统的反应处理速度,也使车辆的通行速度适当提高。

2)适当增大收费站口车辆检测装置与栏杆控制装置之间的距离.车辆在车道入口处是被RFID检查设备快速读取的,尽管“允许通过”的命令会快速发送到栏杆控制装置,但是栏杆抬起过程是机械运动,需要一定的时间,于是就要求司机将速度控制在20 km/h以内通过,以免车辆撞上栏杆.但是,如果增加车检装置与栏杆之间的距离,车辆从入站口到栏杆的时间会随着距离的增加而变长,即使车辆以稍快的速度通过也不会撞上栏杆.

3)拆除栏杆控制装置.毫无疑问,拆除栏杆将是解决速度问题的最好办法,一旦没有栏杆装置,车辆将才可真正实现高速不停车通过.

3.2.2 ETC车道覆盖率低

在国内ETC系统的建设中存在的最大问题就是缺乏规模,目前我国ETC车道覆盖率不高,如云南省高速公路收费站只有23个站建设了ETC车道,覆盖率仅为17%,这有可能会扼杀ETC系统的发展前途.另一方面,我国的ETC系统的建设并不顺利,有的项目运行后却因某种原因导致规模无法扩大.这就需要政府相关部门加大ETC系统的建设推广力度,做到政策与资金扶持并举,保证ETC系统建设有序推进.

3.2.3 宣传力度不够

由于我国确立了“谁投资,谁受益”的原则,所以一般收费道路的管理和决策权归属于投资者(有效期为30 a),但大多数投资者对实施ETC系统收费的热情度不高,担心采用ETC系统收费可能会导致收费员下岗,而且短期内ETC系统带来的经济效益并不十分明显^[7].因此,宣传工作就显得十分重要,要使经营者和使用者对区域性不停车收费系统有统一的认识,使他们明白ETC系统不仅是关系到整个区域经济发展的大事,同时他们也是直接受益者.要在技术上、营运制度上给予有力保障,同时保证系统的独立性、合理性和安全性,以解决他们的“后顾之忧”.

3.2.4 跨省市联网收费困难重重

为了解决高速公路主线上收费站过多过乱,服务水平低的问题,现阶段正在进行跨区域、省市联网收费系统的实施,尽管实施联网收费仍存在许多困难,但长江三角洲、京津冀区域经济圈已经在交通部的直接干预下实行了联网收费^[5].因此,要实施ETC系统联网收费,就需要在交通部的统一组织下,协调管理,制定详细、可操作的技术管理规范,从而实现联网收费对高速公路主线的全面覆盖.

3.2.5 车载设备安装率不高

目前ETC车道利用率不高,特别是在二三线城市.据昆明日报记者对昆明西收费站的采访报道,昆明西收费站20 min内仅有4辆车通过ETC专用车

道,而在普通车道上排队的车辆却多达几十辆.造成这一问题的主要原因是多数司机对ETC系统关于车速、车距的要求还不太习惯,而且对ETC系统还不了解.另外,车载设备价格偏高,例如,在昆明安装一个车载设备需要280元.因此,有关部门要加大对ETC系统宣传力度,同时降低车载设备的价格.

3.2.6 服务质量亟待提高

当用户的车载设备遇到故障时,经常得不到及时维修.这就需要售后能够提供有偿上门维修、维护服务;另外,用户的缴费不便问题也需要得到重视.例如目前昆明市只有一个储值卡充值网点,用户经常要排长队去缴费,这难免会使用户的使用积极性受到打击.因此,在推广ETC系统的同时,可借助银行、邮局、便利店、互联网等第三方机构为用户提供充值服务.

4 ETC系统产生的经济社会效益

4.1 节省用户时间,提高收费效率

统计数据显示,人工收费车道的平均通行能力为200辆/h,ETC车道的平均通行能力为1500辆/h,ETC车道的通行能力是人工交费车道7.5倍^[8].由此可见,ETC收费系统提高了收费效率,有效解决了收费站的拥堵问题,使高速公路的资源得到充分利用,提高了运输效率,为国民经济的发展提供了良好的交通支撑体系.

4.2 节约能源,提高环保质量

根据国务院发展研究中心的测算,2008年全国有70万台车辆安装了ETC车载装置,全年共节约油量超过1000万L,节约燃油费用达到了6000多万元,且二氧化碳的排放量1a就减少了2.4万t.此外,ETC系统推广使用还大幅降低了收费站的噪声污染和废气排放,实现了节能减排双重效益.

4.3 减少基建费用和管理费用

人工收费站对土建基础要求较高,需要大型的收费广场,土建投资较大,而ETC系统无需收费广场,节省了收费站的占地面积.同时,公路收费电子化可减轻工作人员的劳动强度,节约人力、物力,可减少收费员出错及参与舞弊的机会,堵住收费漏洞.从而降低管理费用,提高经济效益.

4.4 提高公路建设资金回收率

高速公路的建设与养护需要巨额资金的支持,如何快速、有效的回收建设资金至关重要.而高速公路的建设资金回收主要来源于车辆通行费,ETC系统采用射频技术的IC卡,用户需在卡里预存通行费才能使用,据报道,截止2012年2月,云南有14563个ETC用户,预存通行费达4.72亿元,由此可见,采用ETC系统可提高资金回收率.

(下转第78页)

得成就感和增强自信心,通过项目工程提高了学生分析问题、解决问题的能力。

8 教学手段设计

根据本课程的特点,课程教学必须使用真实的网络设备开展教学。在开展校企合作时,将部分案例项目放到施工场所进行现场教学,让学生边听讲,边练习。同时课程必须重视现代教育技术手段的应用,其主要包含:

1) 电子信息技术的应用。重视现代信息技术在提高教学质量中的作用,利用多媒体教学课件、网络资源教学;

2) 设备模拟软件的应用。利用网络设备模拟软件系统,学生可以在学校开放实训室和自己的计算机上,模拟进行网络设备的配置管理等训练;

3) 实训基地虚拟开放手段。利用校园网将网络实训基地向学生“虚拟”开放^[5],学生通过校园网“登录”实训基地的相关网络设备进行学习;

4) 课内课外结合。让学生学会利用互联网和图书馆进行学习(主要是通过布置作业,使用相关模拟软件、实训基地开放或模拟开放的形式实现)。

上述手段的应用,扩充了课程教学的信息量,增强了学生的学习兴趣 and 积极性,提高了课程的教学效率和教学质量。尤其是设备模拟软件和实训基地

“虚拟”开放的方法,学生的兴趣特别高,认为这种成本和方法,可以随心所欲地试验,既灵活方便,又节约成本和时间。

9 教学效果调查

“问卷调查”以及与学生的交谈表明,该课程教学取得了较好的效果,受到学生的好评。学生普遍反映该课程教学方法新,并十分有趣。学生通过该课程的学习,在各方面都得到了锻炼和提高,受益匪浅、体会颇多。特别是将知识综合应用到实践的能力有了质的飞跃,团队协作能力、职业素养有较大提高,自信心普遍增强。

[参考文献]

- [1] 普林林,董兴. 应用性人才培养模式研究与实践[M]. 北京:高等教育出版社,2007.
- [2] 董兴,普林林. 高等职业教育研究与探索[M]. 昆明:云南人民出版社,2007.
- [3] 冉德君. 计算机网络技术综合实训[M]. 北京:清华大学出版社,2010.
- [4] 马永涛,程劲. 高职高专“数据库原理与应用”课程设计研究[J]. 计算机教育,2007(9):76-80.
- [5] 冉德君. 基于校园网的实训项目开发及网络综合实训室建设探索[J]. 中国职业技术教育,2007(30):53-54.

(上接第 69 页)

4.5 提供交通管理数据

交通部门可通过实时采集的收费数据,及时掌握道路车辆运行、收费情况等有关信息,以此对交通资源进行合理调配、管理。同时该数据也能为高速公路的建设提供参考依据。

5 结语

由于 RFID 产品具有灵活性、移动性和可扩展性等特点,随着 RFID 技术和产品的日趋完善,其应用将更加广泛。ETC 系统与传统的人工收费系统相比,具有通行效率高、运营成本低、环境污染少等优点,因此基于 RFID 技术的 ETC 系统,必将为我国经济社会全面协调发展提供强有力的交通支撑,为云南桥头堡建设注入新的动力。

[参考文献]

- [1] 张北海. 国内电子不停车收费系统发展现状[J]. 国际智能交通,

2005(6):1-10.

- [2] 刘化君,刘传清. 物联网技术[M]. 北京:电子工业出版社,2010:124-189.
- [3] 庞明. 物联网条码技术与射频识别技术[M]. 北京:中国物资出版社,2011:289-296.
- [4] 庞黎黎. 山东 122 条车道昨起不停车收费,过站只 3 秒[EB/OL]. [2012-04-25]. http://www.sd.xinhuanet.com/sdjtpd/2010-07/02/content_20228283.htm.
- [5] 宁焕生. RFID 重大工程与国家物联网[M]. 北京:机械工业出版社,2009:126-139.
- [6] 谢洁锐,胡月明,刘才兴,等. 基于无线传感器和 RFID 的农产品安全全程监控平台[J]. 中国农机化,2007,2(1):13-26.
- [7] 李坚,王秀媛. 高速公路电子不停车收费系统国内外发展现状研究[J]. 自动化与信息工程,2007(2):1-4.
- [8] 张春江. 物联网技术与应用[M]. 北京:人民邮电出版社,2011:130-230.