

对高速公路收费站自动发卡机器人应用的思考

姜海西

[上海城投公路投资(集团)有限公司,上海市 200336]

摘要:取消省界收费站以来,使用ETC通行车辆占比逐渐提升,但仍有部分车辆采用取CPC卡的方式通行。为了减轻现场人员工作强度、提升服务质效、降低企业运营成本,越来越多的高速公路收费站开始应用自动发卡机器人。通过综述现有自动发卡机器人应用现状,对比不同自动发卡机器人的优势与劣势,分析自动发卡机器人现存挑战,提出优化建议,为高速公路收费运营提供参考。

关键词:高速公路;收费站;自动发卡机器人;特情分析

中图分类号:U412.36⁺⁶ 文献标志码:B

文章编号:1009-7716(2024)05-0291-03

0 引言

自2020年1月1日撤销高速公路省界收费站后,高速公路实现“全国一张网”,收费模式发生了巨大变革。通行方式由原来的人工发卡收费为主转变为电子不停车收费(electronic toll collection,ETC)为主,由原来的“一次性收费”转变为“分段式计费”。根据收费系统切换至今的效果看,现有收费模式下依然存在超20%车辆选择采用人工方式,取高速公路复合通行卡(compound pass card,CPC卡)通行,导致人工车道现场人员需求压力依然较大^[1]。为了缓解现场操作人员压力,降低运营成本,很多省份入口收费站布设了自动发卡机器,以实现收费站的无人值守^[2]。

1 自动发卡机器人应用现状综述

为了减少人力成本,提高通行能力,早在20世纪,自动发卡机器人已在一些国家的收费高速公路广泛应用,如法国、意大利、日本、西班牙、韩国等^[3]。2010年左右,国内福建、陕西、江西、四川、山东、湖北等省部分高速公路运营管理单位尝试采用了自动发卡机技术^[4-7]。随着收费介质从IC卡向CPC卡转型,收费政策不断精细化,计算机、视频识别等技术不断创新升级,以及高速公路管理单位和司乘人员通行需求的不断提高,自动发卡机器人不断进行升级优化,智能化水平不断提升^[8]。

收稿日期:2023-10-27

作者简介:姜海西(1981—),男,博士,高级工程师,从事交通基础设施建设运营管理。

目前常见的自动发卡机器人的工作流程主要包括识别车辆信息、设备发卡、取卡后向栏杆机发送抬杆信号放行。其中,车辆的车牌、车型、车轴等信息通常主要使用基于视频识别的方式^[8]。在设备发卡过程中,不同设备之间存在明显差异。

从工位设计角度,目前主要分为固定工位与移动工位两大类。固定工位指发卡的位置是固定的,需要驾驶员主动去工位位置取卡。为了可以服务不同类型车辆,常见固定工位式自动发卡机器人会设置上下双工位或上中下三工位以匹配不同车辆高度,如图1所示。移动工位主要通过机械臂提供不同高度的发卡服务,如图2所示。移动工位对机械臂的控制算法要求较高。



图1 固定双工位自动发卡机器人^[9]

从服务模式角度,可以分为“卡等人”和“人等卡”两种。“卡等人”模式指在驾驶员停到机器人前面时卡已经发出。“人等卡”模式指在人停到机器人附近后由人主动按键或者机器人识别到车辆触发发卡。“卡等人”模式虽然效率较高,但是较难处理车辆倒出车道及车流量较大时跟车过近的情况。

从服务范围角度,出于安全考虑,国内的自动发



图 2 机械臂式自动发卡机器人

卡机器人通常会安装在距收费岛边缘 20 cm 以后的距离,以防被车辆撞到。对于固定工位的机器人来说,工位发出的卡很难出收费岛,就需要驾驶员将车停在尽可能贴近收费岛边缘的位置。如果车辆停车位置不准确,就要求驾驶员不断调整或者开车门取卡,如图 3 所示,影响通行效率。为了增大服务范围,减少安全隐患并提高效率,有改进者在固定工位上增加了小型机械臂或者将固定工位整体向前方推出一段距离,实现在一个维度的服务范围延长。而完全由机械臂提供服务的移动式工位可以做到 3 个维度的服务,机械臂可以伸展至收费岛外 40cm,如图 4 所示。想要安全地实现此功能,对车窗位置识别算法及机械臂控制算法要求非常高。



图 3 固定双工位自动发卡机器人发卡场景



图 4 机械臂式自动发卡机器人发卡场景

从发卡触发机制角度,可以分为主动式和被动式两类。主动式指机器人通过自动识别车辆是否到达指定位置等条件来主动发卡。这种方式需要驾驶

员对系统足够了解且设计足够合理。被动式需要驾驶员触发发卡,常见的方式是驾驶员按动设备上的“发卡”按钮^[10]。

综上,现有自动发卡机器人有很多不同形式,各有优劣,需要结合设备的具体应用场景来选择。

2 现存挑战

自动发卡机器人应用还面临一些共性挑战。首要的挑战是依然存在一定量的需要现场人工干预的特情,导致较难实现预期的完全无人值守。此外,由于目前设备创新速度较快,形式多样,驾驶员不熟悉新类型设备,操作不熟练会导致通行效率降低。

2.1 依然存在需人工干预的特情

本文中所指特情定义为驾驶员无法一次性顺利通过的情况。基于现场应用情况,将特情按照发生原因分为三大类,包括软硬件故障、收费规则限制和驾驶员异议。具体情况见表 1。

表 1 特情介绍

特情发生原因	原因详述	发生频率较高的特情
软硬件故障	包括但不限于通信系统故障、发卡机器人故障、车道系统故障、栏杆机故障、称重系统故障等	由称重系统故障导致的特情: 1.货车无称重信息; 2.车辆超限被拒绝发卡,需要驶离收费站
收费规则限制	由于设备无法直接获取发卡必需的车牌、车型、车轴、车重等信息或者重大节假日七座以下一类客车免费通行,为了防止 CPC 卡丢失,通常会在免费通行前几个小时发放纸券,而大部分自动发卡机器人无此功能	1.临时车牌等无法通过视频自动获取信息,需人工确认; 2.重大节假日期间七座及以下一类客车免费通行,为了防止 CPC 卡丢失,通常会在免费通行前几个小时发放纸券,而大部分自动发卡机器人无此功能
驾驶员异议	主要发生于布设自动发卡机器人的 ETC/MTC 混合车道。其判断逻辑通常是优先支持 ETC 交易,对于 ETC 交易失败的车辆发放 CPC 卡。在这个过程中,考虑到 ETC 优惠及开具发票等因素,默认通行方式可能与驾驶员预期不符	1.系统自动读写了 ETC 信息后已抬杆,但是驾驶员想要拿 CPC 卡; 2.OBU 故障或者在状态名单等原因导致无法使用 ETC,因而自动发卡机器人自动发放 CPC 卡,但是驾驶员希望用手持机或者换个天线设备重新尝试,以便使用 ETC 通行

上述特情大部分只能通过现场人员协调处理,因此较难实现自动发卡车道完全无人值守。

2.2 驾驶员对新设备接受程度各异

目前自动发卡机器人通常由各自运营管理单位研发或采购,形式多种多样,即使是同一个省,也很难做到统一。不同的设备具有不同的使用操作方法,不熟悉设备的人通常需要多次尝试,导致特情产生并影响通行效率。因此,运营方需考虑如何让驾驶员可以更快地理解不同类型设备的操作方法。

3 应用建议

为了充分发挥自动发卡机器人的服务质效,优化人员配置,真正实现降本增效,提出以下建议。

(1)设置MTC专用自助发卡车道。即在该车道只可以采用领CPC卡的方式通行。这种做法可以简化系统判断逻辑,无需判断车辆是否会采用ETC方式通行,提高通行效率。需要通过合理设置标识标牌做好车辆引导,避免ETC车辆误闯。

(2)设置客车专用自助发卡车道。在有条件的收费站设置客车专用自助发卡车道,可以避免由货车称重信息缺失或有异议引发的特情。需要做好客货分离引导,避免货车误闯。

(3)开发有效的主动报警功能。如果要实现一个人同时管理好多条车道,前提是特情响应及时。这就要求自动发卡机器人可以主动识别特情,判断特情类型,做好主动报警,可以通过现场灯光、语音或者远程值守推送的方式来提示现场人员,以提高现场特情响应速度。

(4)做好面向驾驶员的宣传与引导。要加强对设备具体操作方法、遇到特情如何求助等方面的宣传与引导,通过网络平台,如公众号、短视频平台等,进行有效宣传。同时,现场应该有简洁清晰的标识标牌。

(5)合理配置车道。从节约现场人力的角度考虑,核心问题是做到保障现场特情处理及时性的同时一个人管多条车道。以一位现场人员可以同时兼顾两条车道的特情为例,可以按照以下形式布设设备:一是同一收费站布设偶数台自动发卡机器人;二是将自动发卡机器人布设在ETC车道的相邻车道,由负责处理ETC特情的现场人员兼管该自动发卡车道。在实际布设过程中,应充分考虑特情发生的频率。

4 结语

本文综述了目前在高速公路收费站自动发卡机器人的应用现状,对比了不同形式自动发卡机器人的优劣势,分析了自动发卡机器人应用所面临的挑战,并给出了应用建议。本文认为高速公路收费站自动发卡机器人具有很强的应用前景,但是当前依然存在一些挑战,如由于存在只能在现场处理的特情,较难做到完全无人值守;驾驶员对新设备接受程度各异,可能会影响现场效率。针对以上问题,本文提出可以设置MTC专用自助发卡车道、设置客车专用自助车道、开发特情主动报警功能、加强设备使用宣传与引导,以及合理配置车道等建议,为进一步提高高速公路收费站自动发卡机器人的服务质效给出了参考借鉴。

参考文献:

- [1]肖桑,潘应兴,黄培庭.收费站入口自动发卡车道系统改造[J].中国交通信息化,2022(S1):198-200.
- [2]许俊,魏强.高速公路无人值守混合车道系统[J].中国交通信息化,2021(6):130-131,141.
- [3]CHANG M S, YOUNG-TAE O H, KYUNG-WOO K, et al. Evaluations and improvements of the Korean highway electronic toll system [J]. IATSS Research, 2002, 26(1): 37-44.
- [4]周进.西安绕城高速公路自动发卡机建设管理及应用[J].科技传播,2012(7):134.
- [5]王辉.福建省高速公路自动收发卡联网收费技术研究与实践[J].福建交通科技,2012(6):71-76.
- [6]曹德洪,顾汉庭,胡晓,等.新型多功能自动发卡机收费技术在高速公路的应用[J].公路,2010(9):232-235.
- [7]俞越,孙振兴.江苏高速公路自动发卡车道的日常管理[J].中国交通信息化,2014(12):31-32,69.
- [8]赵纪卓.基于机器视觉的高速公路入口自动发卡系统研究[D].西安:西安工业大学,2023.
- [9]刘灵,齐倩.收费站的“数字帮手”——河北省首个无人值守收费站上线运行[J].中国公路,2023(4):62-64.
- [10]刘伟.无人值守自动发卡机在高速公路收费站的应用[J].黑龙江交通科技,2019,42(7):232-233.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com