

智慧收费机器人应用于高速公路车道的研究

巴根纳

内蒙古公路交通投资发展有限公司

摘要：智慧收费机器人系统具有自动识别车牌、自动计费、自助缴费等功能，大大提高了通行效率和用户体验。本文阐述了智慧收费机器人应用于高速公路车道的重要意义，分析了智慧收费机器人应用于高速公路车道存在的一些问题，之后研究了有效的解决策略，了解到智慧收费机器人应用的特点和优势以及作用，目的是为高速公路车道管理提供参考和支持，在提升收费运营管理科技化水平的同时实现“降本增效”的目标。

关键词：智慧收费；收费机器人；高速公路；高速公路车道；车道

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.10.056

前言：

随着社会的发展和交通运输需求的增加，高速公路车流量不断增加，传统的人工收费方式已经难以满足快速、高效的需求。智慧收费机器人的出现，为高速公路收费带来了全新的解决方案，不仅能够提供准确快捷的收费服务，还能降低人力成本、减少排队时间，提高通行效率。

一、智慧收费机器人应用于高速公路车道的重要意义

2020年1月，全国29个联网省份的487个省界收费站全部取消，意味着取消高速公路省界收费站任务基本完成，全国高速公路实现“一张网”运行。目前，撤站后的全国联网收费体系运行已趋于稳定，有效提高了综合交通运输体系运转效率，缓解了拥堵、改善了人民群众出行体验，助力节能减排，降本增效，而智慧收费机器人作为一种代替人工的先进设备逐渐被应用到高速公路中，发挥了显著的作用。

（一）提高收费效率

由于其采用了先进的感应器和摄像头技术，智慧收费机器人可以快速准确地识别车辆的类型、车牌号码和支付信息。与传统的人工收费员相比，智慧收费机器人能够实时获取并处理大量数据，避免了人为因素带来的错误和延误，这样一来，车辆可以更快地通过收费站，减少了交通拥堵，提高了通行效率。与人工收费员需要休息和轮班相比，智慧收费机器人可以不间断工作，无论是白天还是夜晚，无论是平日还是假日，使高速公路的收费服务将变得更加连续和高效，不再受限于人工因素的限制。当下ETC的规模化应用、自助缴费/发卡设备应用越来越广泛，智慧收费机器人结合了AI技术，融合了边缘计算等技术，可以与其他系统进行无缝对接，比如与电子收费系统和车辆识别系统进行数据交互，这种自动化的集成能力使得收费过程更加便捷和高效，避免

了传统收费方式中需要人工干预的环节。

比如，当智慧收费机器人的车牌识别率达到98%以上，几乎很少会出现错误识别的情况，保证了数据的准确性和可靠性；使收费效率提高了30%以上，车辆通过收费站的时间平均减少了10秒；与传统人工收费相比，使用智慧收费机器人可以节省人力成本约40%。

（二）减少人力成本

智慧收费机器人配备了先进的摄像头和图像识别技术，可以准确地辨别车辆的车牌号码，并与相关数据库进行匹配。通过自动识别车牌信息，机器人可以实时获取车辆的收费信息，并自动完成收费操作，包括计算费用、发放电子收据等。相比传统的人工收费方式，智慧收费机器人能够更加迅速和准确地处理收费事务，从而提高了通行效率，减少了人员排队等待的时间。智慧收费机器人可以通过自动诊断系统监测自身状态，并及时报告异常情况。当出现故障或需要维护时，机器人可以自动发送报警信号，并提供详细的故障诊断信息，方便技术人员进行维修，这种自主维护和故障排除的能力可以降低运维成本和人工干预的需求，而且智慧机器人可在无人或少人条件下实现24小时不间断工作，不仅适用于人少的偏远站点，也可为车流量大的站点实现减轻人力成本的需要。

（三）提升交通安全

由于它是自动化系统，不需要收费人员直接与车辆和司机互动，因此可以减少交通事故的风险。传统的人工收费过程可能会导致堵车和交通拥堵，而智慧收费机器人可以快速、高效地完成收费任务，减少车辆停留时间，从而减少交通事故发生的可能性。智慧收费机器人可以收集并分析车辆通过收费站的数据，包括车辆数量、速度和流量等信息。基于这些数据，智慧收费机器人可以预测未来的交通流量，帮助交通管理部门制定更科学的交通管理策略，减少交通事故和拥堵。

（四）增强数据管理能力

相比传统的人工收费方式，智慧收费机器人无须人工干预，可以快速准确地完成收费过程，大大提高了收费效率。同时，机器人可以与收费系统实时连接，将收费数据直接上传至系统数据库，避免了手工记录和数据传输过程中的错误和延误，这种实时的数据上传方式有助于减少数据处理时间，确保收费数据的及时性和准确性。智慧收费机器人可以自动记录每辆车的收费信息，包括车辆进出时间、收费金额等，同时能够实时监测车辆通行情况，这些数据可以直接上传至数据库，并通过数据分析技术进行处理和整理。通过对大量的收费数据进行分析，可以获得车辆通行的统计信息、高峰时段的

流量分布等，为交通管理部门提供有价值的技术支持，这些数据可以用于交通流量预测、路况优化等方面，有助于提高道路的通行效率和交通管理的精细化水平。

（五）提升用户体验

传统的收费方式需要驾驶员和收费人员之间手动取卡、缴费，这会导致车辆排队等待的时间延长，尤其在繁忙的交通高峰期。而智慧收费机器人可以通过自动识别车牌、自助缴费等功能，快速完成收费过程，减少了车辆等待的时间，这不仅提高了交通效率，也降低了驾驶员的压力，提升了用户体验感。传统的人工收费方式可能存在人为因素引起的错误，例如错算费用、收错款项等。而智慧收费机器人通过自动化的计算和识别功能，可以避免这些人为错误的发生，提高了收费的准确性和可靠性。驾驶员可以更加放心地使用智慧收费机器人进行缴费，减少了因人工错误带来的不便和纠纷，进一步提升了用户体验感。

（六）推动智慧交通建设

传统的高速公路收费方式往往需要人工操作，存在着人力资源不足、排队等待时间长等问题。而智慧收费机器人可以通过自动识别车牌、扫描二维码等技术，实现快速、准确地完成收费操作，从而大幅缩短了车辆的等待时间，提高了收费效率，这不仅能够缓解车辆拥堵状况，提升交通流畅度，也可以为驾驶员提供更加便捷的出行体验。智慧收费机器人可以收集和分析车辆的通行信息、车流量、收费数据等，生成详细的交通统计报告，这些实时数据可以为交通管理部门提供宝贵的信息，辅助了解交通状况、分析交通流量、预测拥堵状况，并基于大数据进行科学决策。通过智慧收费机器人提供的数据支持，交通管理部门可以及时采取相应的措施，优化交通组织和规划，提高道路利用率和交通安全性。

二、智慧收费机器人应用于高速公路车道存在的问题

（一）技术可靠性

虽然智能收费机器人可以通过摄像头和传感器来自动识别车辆和收费信息，但是在复杂的环境下，如夜间、雨雪天气等，其识别准确率并不高，这会导致误判和错误收费的情况出现，给用户和运营方都带来了困扰。智能收费机器人需要通过网络连接和数据传输来获取和更新收费信息，但是网络不稳定或者软硬件系统出现故障时，会导致收费机器人无法正常工作，这样一来，就无法及时、准确地收费，影响了高速公路的通行效率和管理。

（二）数据隐私和安全

智慧收费机器人在识别车辆时需要获取车辆的相关信息，如车牌号码、车辆类型等，这些信息属于车辆的个人隐私，在未经车主同意的情况下被机器人收集和使用的，可能会引发个人隐私泄露的风险。如果这些数据被不法分子获取，可能被用于违法活动或身份盗窃等行为，给车主造成经济和精神上的损失。一旦黑客入侵了

智慧收费机器人的系统，就能够获取到车辆的个人信息和收费数据，从而进行恶意操作。例如，黑客可以修改车辆信息，让车主承担不属于自己的费用，或者篡改收费数据，导致财务损失。

（三）技术普及和兼容性

虽然智慧收费机器人在高速公路收费车道的应用已经开始，但是在全国范围内普及程度还不高。一方面，智慧收费机器人的制造成本相对较高，导致其价格不菲，很多地区的高速公路管理部门难以承担购买和维护这些设备的费用。另一方面，由于智慧收费机器人的技术含量较高，需要专业的技术人员进行维护和操作，而这些技术人员的培训和配备也需要一定的时间和经费投入。由于中国高速公路的发展历程较长，不同地区的收费系统存在差异，这就给智慧收费机器人的应用带来了兼容性问题。例如，有些地区的收费系统是基于射频识别（RFID）技术的，而智慧收费机器人可能只支持其他类型的识别技术，导致无法兼容。此外，不同地区的收费标准和收费方式也有所差异，智慧收费机器人需要能够适应不同的收费规则和操作流程。

（四）维护和更新成本

智慧收费机器人需要进行定期的保养和维修，以确保其正常运行和高效收费。此外，随着科技的不断发展，智慧收费机器人的软件和硬件也需要不断更新和升级，以适应新的收费标准和技术要求，这些维护和更新成本不仅包括设备本身的费用，还包括专业人员的技术培训和技术支持等方面。高速公路是一个复杂的环境，机器人在车流密集、天气恶劣等情况下可能会遭遇各种问题，如机器故障、识别错误等。为了保证智慧收费机器人的正常运行，需要投入大量的人力和物力来解决这些问题，增加了运维成本。

（五）用户体验和服务

一些用户可能对使用智慧收费机器人的操作流程不够熟悉，导致操作时间过长或出现错误。此外，智慧收费机器人的界面设计也可能存在问题，不够简洁明了，用户很难一目了然地看到自己需要操作的选项，从而增加了用户的操作难度和不便。在高速公路收费站车道上，用户通常需要尽快缴费并继续行驶，而如果智慧收费机器人的反应速度不够快，可能导致排队等待时间较长，给用户带来不良的体验感。

（六）技术依赖性

智慧收费机器人通常配备有大容量的电池，可以支持连续工作数小时。然而，在高速公路上，特别是在一些偏远地区，电力供应并不稳定，可能会出现断电的情况。一旦断电，智慧收费机器人无法正常工作，可能导致车辆无法正常通行或无法进行收费，给道路交通带来不便。智慧收费机器人需要与收费管理系统进行实时数据交互，包括车辆信息的获取、计费和数据上报等，这就要求智慧收费机器人必须能够稳定连接到互联网。然而，在一些地区，尤其是在偏远地区，网络覆盖不完善，网络信号可能较弱或不稳定。一旦网络连接出现问

题，智慧收费机器人无法正常与收费管理系统进行通信，无法完成收费过程。智慧收费机器人需要通过摄像头等传感器识别车辆类型和车牌信息，并进行自动计费 and 收费。因此，智慧收费机器人需要依赖先进的图像识别和计算机视觉技术，以确保准确地辨别车辆和识别车牌信息，这需要大量的数据支持和复杂的算法模型，以保证系统的准确性和稳定性。

另外，在高速公路的收费车道中，智慧收费机器人需要与车辆识别系统、收费系统、电子收费设备等进行无缝连接和协同工作，这就需要智慧收费机器人具备强大的通信和协作能力，以实现与其他系统的数据交换和指令传递。同时，智慧收费机器人还需要与高速公路管理部门的中心控制系统进行联动，以获取实时的路况信息和指令，以确保正常的运行和收费工作。

三、智慧收费机器人应用于高速公路车道的路径策略

（一）提升技术可靠性

由于高速公路车道的环境复杂且高速运行，智慧收费机器人的硬件必须能够适应各种恶劣的天气条件和车流量大的情况。为了提高可靠性，可以采用高质量的材料和耐用的构造，以确保机器人在恶劣条件下能够正常运行。同时，需要提高机器人的抗震能力，以避免在高速运行中产生故障。智慧收费机器人的收费软件是实现其功能的核心，需要确保其稳定性和可靠性。可以采用先进的算法和技术，提高机器人的感知和决策能力，以减少误差和故障。同时，可以增加机器人与服务器之间的通信功能，以实现实时数据传输和远程监控，及时发现并解决问题。

此外，还应对操作人员进行专业的培训，增强其操作技能和安全意识，以减少人为误操作对机器人造成的影响。同时，建立严格的管理制度，对机器人进行规范化管理和监督，确保其正常运行和可靠性。

（二）注重数据隐私和安全

智慧收费机器人在采集车道数据时，可能会涉及车辆的隐私信息，如车牌号码、车型等。因此，应加强对这些数据的保护措施，确保其不会被泄漏或滥用。可以采用加密技术对数据进行加密存储，同时建立严格的访问权限控制机制，只有经过授权的人员才能访问和使用这些数据。智慧收费机器人作为一种自动化设备，其安全性也是一个重要的问题。为了确保机器人的正常运行和防止被恶意攻击，可以建立完善的安全控制系统，这包括对机器人进行定期的安全检查和维修，及时更新系统软件和补丁，加强网络安全防护，设置防火墙等措施。

（三）增强技术普及和兼容性

高速公路管理部门可以通过大力宣传和推广活动，向公众介绍智慧收费机器人的优势和便利性，提高公众对智慧收费机器人的认知度和接受度。高速公路管理部门还可以组织培训活动，培训收费员和其他相关人员，使其掌握智慧收费机器人的使用方法和技术知识，提高

其对智慧收费机器人的信心和熟练程度。制定统一的智慧收费机器人标准和接口协议，使不同厂家生产的智慧收费机器人具有互操作性和兼容性，可以在不同的高速公路收费站使用。同时，高速公路管理部门应与智慧收费机器人厂家保持紧密合作，及时获取最新的软件和固件更新，确保智慧收费机器人具有最新的功能和兼容性。

（四）降低维护和更新成本

智慧收费机器人可以通过传感器收集大量的车道使用数据，包括车辆通行情况、车道破损情况等。通过对这些数据进行分析 and 处理，可以预测车道的维护需求，并且提前进行维护工作，这样可以避免车道损坏扩大和频繁的维护，减少维护成本。

（五）提升用户体验和服务

智慧收费机器人应具备良好的语音识别和语义理解能力，能够准确识别用户的语音指令并正确理解用户的意图。同时，智慧收费机器人还应具备良好的语音合成技术，能够以自然流畅的语音回应用户的问题和需求，提高用户与机器人的沟通效果。高速公路车道用户需要24小时不间断的服务，智慧收费机器人应能够实现全天候的自助服务。例如，在用户需要帮助或遇到问题时，智慧收费机器人能够提供及时的解答和帮助，减少用户等待时间和不便。

（六）提高技术有效性

为了降低技术依赖性，可以将多种传感器技术应用与智慧收费机器人。例如，采用视觉传感器、红外线传感器、激光传感器等多种传感器，以增强机器人对车辆的感知能力，这样可以在不同的环境和条件下，确保机器人的准确性和稳定性。智慧收费机器人可以通过人工智能技术来增强其自主决策能力和适应性。利用深度学习和机器学习算法，机器人可以通过大量的数据学习和分析，提高对车辆类型、车辆状态、车辆速度等信息的判断和识别能力，这样可以减少对特定硬件或软件的依赖，提高机器人的适应性和智能化水平。

结语：

综上所述，智慧收费机器人的智能化和自动化特点不仅提高了高速公路收费站收费效率，还改善了用户体验。随着技术的进一步发展，智慧收费机器人将逐渐普及，并为交通运输行业带来更多的便利和效益，应坚信智慧收费机器人将成为交通领域的重要发展方向，为人们出行提供更好的服务。

参考文献

- [1] 杜渐, 李洁, 武英杰, 等. 智慧收费机器人在高速公路车道上的应用[J]. 中国交通信息化, 2022(7): 87-89.
- [2] 李计管, 朱爽, 徐华, 等. 基于集成AI技术的高速公路收费机器人系统[J]. 中国交通信息化, 2022(5): 112-115.
- [3] 贾小波. 湖北高速智慧收费机器人自助车道实现方案[J]. 中国交通信息化, 2022(9): 106-108, 116.