

高速公路无人值守云收费系统设计与应用

王文博

天津市天安怡和信息技术有限公司 天津 300000

摘要：随着高速公路规模的不断扩大和车流量的持续增长，传统的人工收费模式已经不能满足高速收费的需要，无人值守云收费系统成为了必然。本文将从云服务、大数据匹配等角度，突破当前计费精度不足的难题，提高收费系统的运行效率，促进我国高速公路的信息化发展。通过本项目的实施，将形成一套完整的、具有自主知识产权的高速公路智能云端计费服务与技术，为实现无流量的高速计费模式奠定坚实的理论与技术基础。对智能化的无人值守车道和远程控制管理系统进行了深入地探索，逐步将收费员的工作从人工收费转向系统保障和后台监控，通过智能化技术，实现了高速公路收费管理职能的转变。

关键词：高速公路；无人值守；云收费；远程管控

目前，全国高速公路省界收费站撤除后，路网运行中存在的通行效率低、管理成本高、安全隐患大等问题日益突出。在我国，汽车数量逐年增加的同时，人们对快速道路的速度与质量也提出了更高的要求。当前，我国的高速收费系统已经实现了“一张网”的统一，利用ETC免停车收费、自助发卡等多种技术手段，使我国的高速运营收费系统逐渐走向自动化和智能化。为解决以上问题，本项目计划使用无人值守的收费管理系统，运用技术与方法，构建远程集中式的收费管理模式，提高收费和通行的效率，实现收费工作从本地化向联机化、无人化转变。

1 研究背景

1.1 国内高速公路收费模式

1.1.1 人工收费

所谓的人工收费系统，就是指整个收费过程都是以手工方式进行的，这样的方式耗费了很多的人力资源，而且手工进行的工作效率很低，错误率很高，经常会导致车辆的交通堵塞，因为它的种种缺陷，所以现在已经被废弃了。

1.1.2 半自动收费

在国内，一种较为常见的收费方式是半自动收费系统，其特点是手动收费与智能车牌识别、计算机自动结算等自动化系统相结合，即使用某些机械设备取代手动操作，降低员工劳动强度。

1.1.3 电子不停车收费（简称ETC）

在不停车收费系统中，应用了车辆识别技术。采用了一种新型的不停车计费方式。通常，不是使用现金法，而是使用计算机网络技术在后台与银行部署结算处理，以达到车辆通过收费的目的^[1]。可以在不需要停留的

情况下支付路桥费用。电子不停车收费具有对车流几乎没有任何影响的优点，可以最大限度地减少收银员的工作量。

1.2 国内收费模式存在的不足

尽管半自动收费方式比以前的手工收费有了很大的改善，但是依然要进行手工作业，而且要配备很多的工作人员，而且随着薪资和价格的提高，人力费用的不足将更加凸显出来；很多省市都创新地采用了自动售票器来取代手工售票器，但是这种售票器只能进行简单地机械地重复售票器的操作，不能实现售票器与检票器的交互，不能解决出票器错误的问题，更不能实现自助收费、自助找零等问题。

2 高速公路无人值守云收费系统可行性分析

2.1 市场可行

随着我国道路投资多样化的发展，特别是在国家大力倡导的混合所有权改革的背景下，投资者们更加关心公路建设的投入和收费管理成本，而无人值守系统可以极大地降低运营管理成本，提升工作的效率，所以它有着非常广泛的市场前景。为了最大程度地减少人力成本，在最近两年中，在许多省市的高速公路入口处，已经在大规模地推广了无人值守的自动发卡系统。但是，由于该方法的复杂性，到现在为止，还没有一种方法能够被应用到实践中去。而本论文中提出的无人值守云收费系统，则弥补了这个空白，使无人值守收费系统走向实际应用，必将受到市场的欢迎。

2.2 技术可行

高速公路收费系统的软件和流程已经经过了几年的发展，已经十分成熟。在原有的基础上，对无人值守云系统进行了进一步的改进和完善，通过增加模块的方

法，增加了与无人值守相关的控制、界面程序。针对无人值守车道的特征，进一步完善并优化了车道的运行流程^[2]。就系统的硬件配置而言，其核心的无人值守收费装置，主要借鉴了当前比较成熟的银行ATM机技术，可以实现自动支付、卡接收等功能，因此这种无人值守系统在技术上是可行的。

2.3 经济可行

随着人力费用的快速上涨，对收银员的服务质量提出了更高的要求，收银员的经营成本也随之大幅增加；此外，由于征收土地和拆迁，工作人员宿舍等公共设施的投资也比较大；再加上在政府的引导下，加大对现代化、信息化、智能化建设的投入，支持高科技的应用，因此，无人值守系统有着良好的经济效益和丰厚的社会效益。

3 高速公路无人值守云收费系统设计

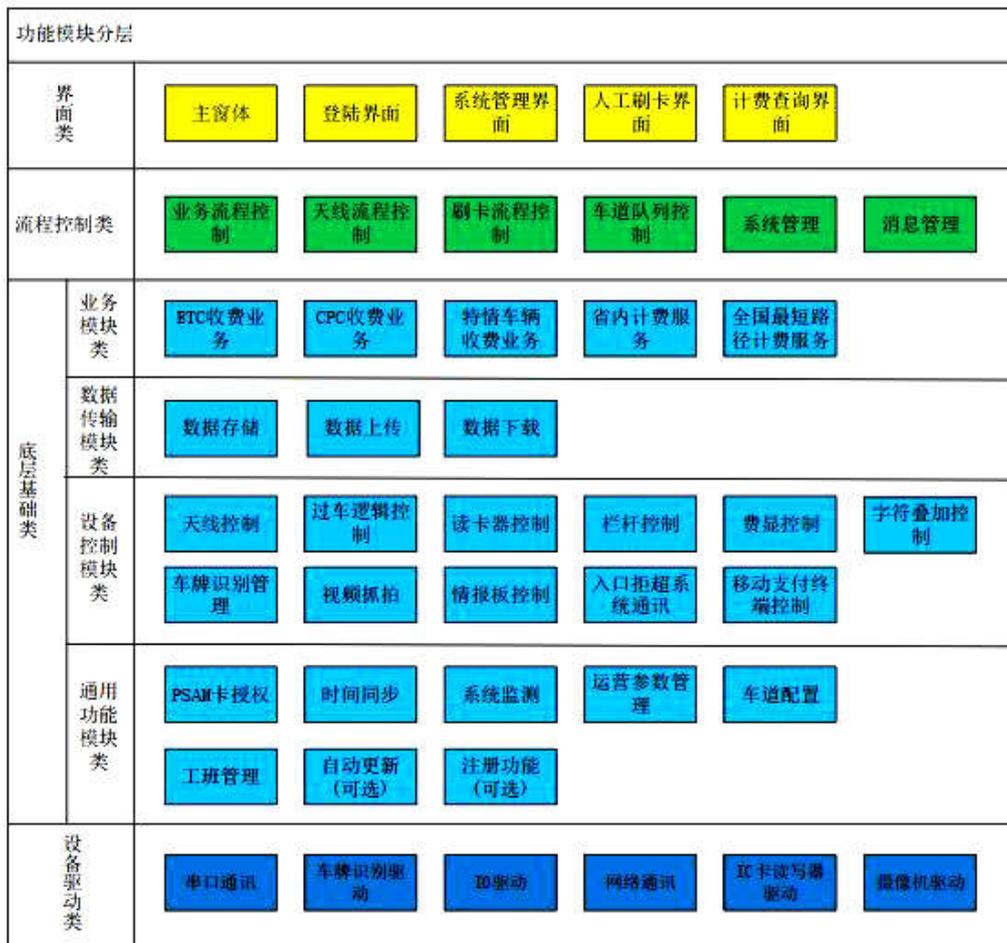


图1 高速公路无人值守云收费系统功能架构图

3.1 设计目标

3.1.1 避免“臃肿庞大”的主程序

冗余的主程序会引起一系列的问题，比如由于模块太多、而导致很难添加、很难修改，并且需要花费很大的成本；由于商业过程的复杂性，导致了许多的潜在bug，从而增加了故障发生的概率，增加了维护的困难^[3]。在将程序模块化之后，各模块之间将彼此之间保持着一定的独立性，利用统一的界面，可以将各模块之间的关系进行有机地联系起来，这样就可以让程序结构变得更加明确，从而可以有效地防止出现问题，从而提

升了系统的维护效率。

3.1.2 避免频繁地修改代码

在需求变化、项目变化等方面，企业的业务过程要经常进行变更。在将商业过程和硬体程序（Hard Code）分开之后，在对商业过程进行更改时，只要对其进行简单的设定就可以进行更改，从而避免了对程序进行更改。

3.1.3 提高各模块间的独立性

如果这些模块是互相关联的，那么就会出现一个问题，就会影响到整个系统，从而导致不能有效地进行模块的添加、删除、升级等维护。确保了模块之间的低耦合，

可以提高维护效率,同时各模块都有自己的独立环境,可以清楚地看到程序的运行流程,减少问题的发生。

3.2 解决方案

3.2.1 模块化的堆叠结构

主要是对涉及商业的各种资源进行调配,并对其进行计划和控制。主程序使用系统级配置文件,加载必要的模块,并根据配置文件的定义,使流量数据连续通过这些模块组成的管道,从而允许处理流量。这样,就可以随意地增加或删除这些模块。仅对所涉及的部分进行修改,以确保所需修改的部分是最少的。在此基础上,提出了一种实现软件升级的方法。

3.2.2 独立的模块,提高低耦合度

将每种类型的设备映射到单个模块中,每种类型具有相同的功能,并在单个模块中面对一组相同类型的对象功能,在单个模块中设计其固有的一系列紧密相关的行为。模块彼此隔离,确保模块之间耦合的单个接口。同时,每个模块都有自己的属性,在不同的模块之间,它们之间的属性彼此独立,为模块本身形成了一个单独的环境:二进制+配置文件。

3.2.3 模块的顺序组合

程序由各个模块顺序堆叠而成。数据从上游模块流向下游模块,下游的数据处理依赖上游产生的数据。通过配置文件,这个数据流路径上的模块位置可以在配置文件层进行调整。

3.2.4 强配置文件

不仅可以通过配置文件调整业务处理流程,而且在每个模块的处理流程中,模块还可以依靠自己的配置文件来完成自己的配置,调整处理流程。

3.3 高速公路无人值守云收费系统功能设计

3.3.1 智能监控系统的设计

在构建无人智能高速公路收费系统的过程中,设计了智能监控系统,采用了电子牌照和高清摄像机相结合的方式,采用了多种触发方式,并通过线圈、视频等方式获取资源,实现对车辆信号的识别,然后将数据上传进行处理,从而达到无人智能高速公路收费的目的。利用无人智能技术,能够改变过去在收费系统使用中存在的局限性,从而降低高速公路人力资源成本的支出,充分满足当前高速公路收费系统使用的需要,促进现代高速公路行业的稳定发展。一般情况下,在智能监控系统设计的过程中,有以下几项技术:第一,确保摄像机使用的稳定性。在构建无人智能高速公路收费系统时,系统中的高清摄像机一般采用CCD+ISP+DSP的系统设计方式,摄像机通过采集高清视频信息、处理视频

资源,确保车辆收费信息的准确性。第二,在这种智能系统的设计中,能够实现对各种车辆的信息和特征的辨识,在智能监控系统的卡口应用中,能够对车身颜色,号牌,车标等进行精确的辨识,从而提高了数据采集的可靠性,也就是设计调查的质量。第三,将数据挖掘技术与分析应用技术相结合,利用大数据资源,对车辆牌照进行精确的判定,防止出现假冒牌车等问题。第四,通过对电子牌照的采集,结合高速公路上的车辆行驶情况,对采集到的数据进行精确度分析,最终达到对车辆和收费系统之间的高效沟通。在此基础上,结合各种技术手段,达到了对系统操作的要求,从而达到了智能化监测的目的。

3.3.2 云端遥控系统

在车道上使用了云计算的遥控器来应对这一异常状况。当卡遗失、卡出错、车辆资料异常等原因造成收费不能进行时,该电子充值装置接收来自该系统的具体资料,对该车辆资料及该路线资料进行核对,并将处理结果传送至该自动付款系统,同时该前端系统对该等资料进行处理。该系统能实现对收费站及各子系统的灵活配置,从而避免了对操作系统的依赖。

3.3.3 无人看守的混合车道

设计了无人值守的混合车道的业务流程,对其进行自主识别和车型判定,并对牌照的正确性进行了验证,实现了自动计费、自动扣费等功能,对特定的车辆可以通过远程终端和人工监测系统进行处理。

4 平台应用效果

该系统可以与已有的收费体系相适应,不需要拆除已有的体系,不但可以独立运行,还可以与已有的半自动化ETC收费体系相结合,已有的软件还可以与已有的全国收费体系进行无缝连接;与半自动化收费系统相比,该无人值守收费系统能在同一车道上设置多个发卡 and 收费设备,并且该车道周边设备的数据能够被该车道上的多个发卡和收费设备共享,使驾驶员取卡和缴费变得更为便利,提升交通运行效率;全自动、完整的设备系统,使得无人自助收费系统在运行过程中不需要人为地介入,不用像人工计费一样换班,还能适应各种严酷的环境,能全天24小时值守;该无人值守的自助计费系统可以做到对进入的车辆异常情况处置,可以做到对已经登记的通行卡进行信息删除和收回,并且可以对不良卡进行处置,这一点不同于当前在全国其他省市普遍采用的仅有一台的无人发卡机器,它不能做到自动发卡、车牌识别、外部设备控制等之间的高效连接;通过实际应用此计费系统中的车型识别系统、现金管理系统

等,能够改善高速公路计费的准确性和快速性,并进一步减少人工计费时可能出现的作弊。因为该系统可以产生很大的经济和社会效益,最终会在我国的高速范围内展开,并且使用范围也会变得更加广阔。在未来,该系统会逐渐走进许多高速公路管理者的视线,并获得他们的完全认同。

5 结语

从总体上讲,该技术的使用明显地提升了高速收费站的自动化程度,为高速服务区创造了良好的经济效益。本文从系统设计角度出发,通过对无人值守云收费系统的功能设计和技术架构分析,结合目前国内高速公路收费站现状,提出了一套无人值守云收费系统的建设方案。该方案将目前人工收费、视频监控、ETC车道等系统进行了有效整合,通过统一的数据共享平台实现各业务系统之间信息的交互,达到“一次认证、全网通行”的效果,并可根据实际情况对某些业务模块进行灵活配

置,为用户提供方便快捷的服务。随着国家高速公路的迅速发展,其运行里程持续增加,其管理日益高效,因此,在高速公路上,人们将会对其产生巨大的需要,并具有广阔的应用前景。

参考文献

- [1]雷袁欧忆,詹鑫钢.高速公路无人值守收费管理系统设计与应用[J].中国交通信息化,2021(08):30-31+97.
- [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(06):130-131+141.
- [3]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(04):62-64.
- [4]贺钊,杨欣,李广,吴迪,赵建东.基于智慧收费云的无人收费站系统[J].科学技术与工程,2022,22(25):11235-11240.
- [5]冯启忠,鞠佳佳.高速公路收费站无人值守机房安全监管系统[J].中国交通信息化,2022(09):109-112.