

采用人脸识别支付的地铁自动售检票系统 避免重复计费的研究

王大彬¹ 栗兰林² 李茂圣³ 方亚敏³

(1. 云南交通职业技术学院, 650500, 昆明; 2. 昆明地铁运营有限公司, 650032, 昆明;

3. 云南南天电子信息产业股份有限公司, 650041, 昆明//第一作者, 高级工程师)

摘要 目的:开通人脸乘车服务的乘客在使用有感支付过闸机时,易被闸机上的人脸识别终端采集到人脸信息,误生成人脸识别支付交易数据,导致重复计费的问题。这一问题亟待解决。方法:根据乘客过闸机支付习惯,在使用有感支付时,是不应存在人脸识别支付的。基于此,提出了采用人脸识别支付的地铁自动售检票系统避免重复计费的方案,并特别提出闸机通行和单边行程调整算法,即在闸机处,较短时间内存在同一乘客的人脸识别支付请求和有感支付请求时,仅生成有感支付的交易数据,不生成人脸识别支付交易数据,继而就不会对人脸识别支付进行计费;在系统进行日切时,会自动删除同一乘客的相似(交易信息基本相同)行程中的人脸识别支付单边行程,避免了此单边行程计费。结果及结论:在不影响乘客正常通行闸机的情况下,在闸机处不仅有效地避免误生成人脸识别支付交易数据,而且也能在系统日切时有效地删除误生成的人脸识别支付单边行程,从而有效解决了人脸识别支付重复计费的问题。

关键词 地铁;自动售检票系统;人脸识别;闸机通行算法;单边行程

中图分类号 U293.22

DOI:10.16037/j.1007-869x.2023.07.016

Scheme of Avoiding Repeated Charges in Metro AFC System with Face Recognition Payment

WANG Dabin, LI Lanlin, LI Maosheng, FANG Yamin

Abstract Objective: When passengers who have activated face recognition payment service use touch payment at metro gate machine, their information might be collected by face recognition terminals on the gate machine, resulting in erroneous generation of face recognition payment transaction data and duplicated charges. This problem needs to be solved. Method: According to the payment habits of passengers at gate machine, there should not be face recognition payment when touch payment is used. Based on this, a scheme to avoid duplicated

charges in metro AFC (automatic fare collection) system with face recognition payment is proposed, and an adaptive algorithm for gate-passing and unilateral trip is specifically proposed, meaning that at the gate machine, when both face recognition payment and touch payment requests are initiated for the same passenger in a short period of time, only the touch payment transaction data will be generated while the face recognition payment transaction data will not be generated, thereby avoiding charges for face recognition payment; additionally, when the system performs a daily cutoff, the face recognition payment for similar trip (transaction data is generally the same) by the same passenger will be automatically deleted, thereby avoiding charges for this unilateral trip. Result & Conclusion: Without affecting the normal gate-passing of passengers, this method effectively avoids the erroneous generation of face recognition payment transaction data and eliminates erroneous face recognition payment of unilateral trip during the system daily cutoff, thereby effectively solving the problem of face recognition payment duplicated charges.

Key words metro; AFC system; face recognition; gate-passing algorithm; unilateral journey

First-author's address Yunnan Communications Vocational and Technical College, 650500, Kunming, China

AFC(自动售检票)系统是实现地铁售票、检票、计费、收费、统计、清分和管理等全过程的自动化系统,是地铁运营收益管理的重要手段。随着人脸识别支付应用领域的不断拓展,微信和支付宝等互联网企业已经向用户提供了人脸识别支付服务,其快捷性、方便性、安全性得到了广大市民的认可。为满足地铁乘客对人脸识别支付的向往,人脸识别支付应用于AFC系统已成为了一个研究的热点^[1-3]。目前,郑州、南宁、西安和福州等城市轨道交通的AFC系统已开通了人脸识别支付业务。

因人脸识别支付为一种无感支付方式,已开通人脸识别支付业务的乘客在使用有感支付(此支付方式需乘客主动提供支付载体刷闸机,如二维码、实体票卡等)过闸时,乘客人脸信息易被安装于闸机上的人脸识别终端采集到,继而被误认为在使用人脸识别支付,使得在生成有感支付交易数据的同时,也生成了人脸识别支付交易数据。即乘客一次过闸机,生成了多笔交易数据,导致重复计费而严重影响了乘客的乘车体验。

为了解决上述重复计费问题,常用的解决方法为:若乘客要使用有感支付方式,需先关闭人脸识别支付服务,或者地铁车站提供人脸识别支付专用通道的闸机以供人脸识别支付的乘客使用,其余的闸机供有感支付的乘客使用,但是这些解决方法都极大地影响了乘客的乘车体验。

1 采用人脸识别支付的地铁自动售检票系统避免重复计费的方案

1.1 方案思路

将 AFC 系统中的用户 ID(身份标识号)分为主账户 ID 和子账户 ID。主账户 ID 为各种支付方式下同一用户的标志,如身份证号;子账户 ID 为各种支付方式的各个用户标志,如支付方式 1 的注册账号。账户 ID 结构示意图如图 1 所示。

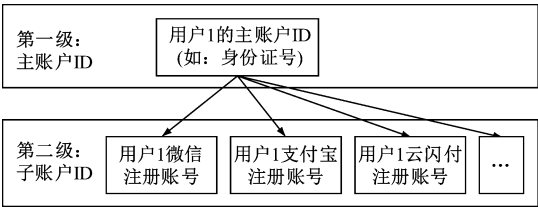


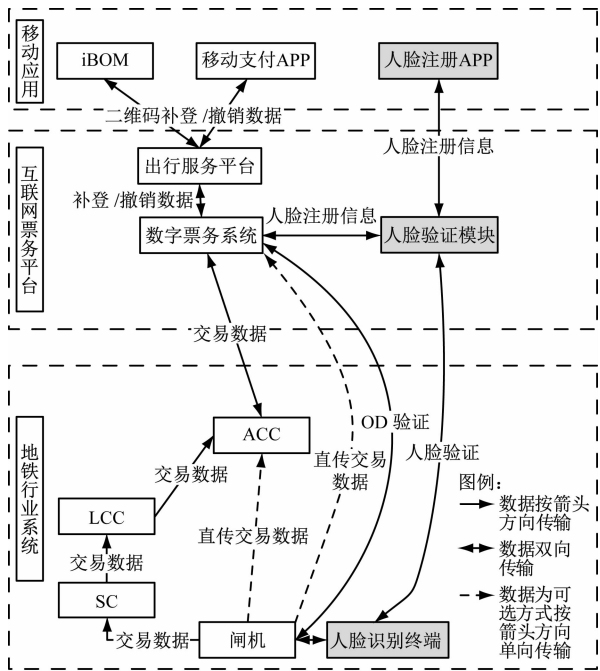
图 1 账户 ID 结构示意图
Fig. 1 Diagram of account ID structure

开通人脸识别支付的乘客在通过闸机时,闸机若采集到人脸信息后,则会从人脸验证模块获得人脸信息对应的乘客主账户 ID(记为 ID1)及子账户 ID,并检测相近时间(与乘客刷码/卡后通过闸机的时间接近)内,是否存在主账户 ID 为 ID1 的乘客在使用有感支付,若存在则判定此乘客人脸信息被误识,不生成人脸识别支付的交易数据。另外,在系统日切时,对于某一乘客,若发现不仅存在人脸识别支付单边行程,还存在与其人脸识别支付单边行程在交易时间接近、进出站状态相同、车站也相同的交易数据,则判定此人脸识别支付单边行程为误

识别产生,接着就可删除此人脸识别支付单边行程,从而解决重复计费的问题。

1.2 采用人脸识别支付的地铁 AFC 系统架构简介

随着移动互联网支付的发展,我国大量城市地铁都建立了采用互联网支付的 AFC 系统^[4-5],并得到了广大乘客的认可。使用互联网支付的客流占比均已超过 50%,如成都约为 55%,沈阳约为 54%,厦门约为 56%,昆明约为 67%。本文提出的方案适用于采用人脸识别支付的地铁 AFC 系统,此系统在采用互联网支付的 AFC 系统基础上^[6],增加了人脸验证模块、人脸注册 APP(应用程序)及人脸识别终端(图 2 阴影模块所示),用于乘客人脸信息验证、注册和采集等功能,具体系统架构如图 2 所示。



注:iBOM—互联网票务售票机;SC—车站计算机;LCC—线路中央计算机;ACC—自动售检票清分中心;OD—一起讫点。

图 2 采用人脸识别支付的地铁 AFC 系统架构
Fig. 2 Metro AFC system architecture using facial recognition payment

- 1) 地铁行业系统:由传统 AFC 系统构成,闸机对检测到的支付请求进行验证,验证通过后,生成交易数据依次发送给 SC、LCC 和 ACC,其中,针对移动互联网支付(含人脸识别支付),闸机还需直接或通过 ACC 准实时时将交易数据传输给互联网票务平台。
- 2) 互联网票务平台:其由数字票务系统和出行

服务平台构成。其中,数字票务系统完成与闸机及现有地铁ACC业务系统的对接,同时实现移动互联网支付行程匹配、计费及与ACC对账等功能;出行服务平台向移动支付APP提供注册、发码、行程查找、行程补登、行程扣费及行程撤销等接口和向iBOM提供行程查找和行程补登接口,同时实现与移动支付APP进行对账。

3) 移动应用:其由iBOM及移动支付APP构成。其中,iBOM负责对移动互联网支付行程进行补登及撤销;移动支付APP向乘客提供移动互联网支付行程查询、行程补登、行程扣费及交易管理等功能。

图2的阴影模块为新增部分,具体如下:

1) 人脸识别终端:与闸机统一部署,用于采集乘客人脸信息,并发送给人脸验证模块获得验证结果信息;然后再将验证结果信息反馈给闸机(其中,验证结果信息包括是否成功、主账户ID、子账户ID等信息)。

2) 人脸验证模块:部署于互联网票务平台内部或者单独部署,用于对人脸识别终端发来的人脸信息进行验证,并将验证结果信息反馈给人脸识别终端;另外接收人脸注册APP发来的注册请求,完成乘客人脸信息注册。

3) 人脸注册APP:可与移动支付APP统一部署或者分开部署,用于乘客完成人脸信息的注册。

1.3 算法描述

1.3.1 闸机通行算法

闸机通行算法由3部分组成:

1) 闸机接收支付请求处理过程:闸机获得支付请求并验证通过后,将立即打开扇门让乘客通行;并判断此支付请求是否为人脸识别支付,若否则立即生成交易数据并发送ACC/数字票务系统,若是则暂时不生成交易数据。

2) 第一预设时间内支付请求处理过程:在第一预设时间内,闸机如果获得与此支付请求主账户ID相同的人脸识别支付请求,则暂不做处理;如果获得了与此支付请求主账户ID相同的非人脸识别支付请求,则生成交易数据并发送ACC/数字票务系统。

3) 第一预设时间后处理过程:在第一预设时间到期后,判断此第一预设时间内是否生成过交易数据,若是则退出流程,若否则生成交易数据并上传ACC或数字票务系统且退出流程。

具体的闸机通行算法步骤如下:

步骤S101:获得乘客支付请求,并记录为支付请求1。

步骤S102:判断支付请求1合法性验证是否通过,其中,合法性验证与各支付方式的原合法性验证保持一致,具体验证方法需根据支付方式确定,如实体票卡密钥、OD及余额验证,二维码支付OD验证,人脸识别支付注册和OD验证等;若合法性验证通过则执行步骤S103,若不通过则执行步骤S118。

步骤S103:开闸放行,并初始化交易生成标志 $\text{flag_trans} = 0$,扇门打开标志 $\text{flag_gate} = 0$ 。其中, flag_trans 用于表示第一预设时间内,主账户ID相同的支付请求是否已经生成过交易数据,0表示未生成过,1表示已经生成过,此标志作用为在第一预设时间内,当同一个主账户ID生成了交易数据,则其人脸识别支付都不应生成交易数据,反之当同一个主账户ID没有生成过交易数据,则其人脸识别支付才应生成一笔交易数据。 flag_gate 用于表示在预设第一时间内支付请求为非人脸识别支付时,是否需要打开扇门,0表示支付请求1为人脸支付请求时,已经开过一次扇门,此次不用再次打开扇门,1则表示应该打开扇门。

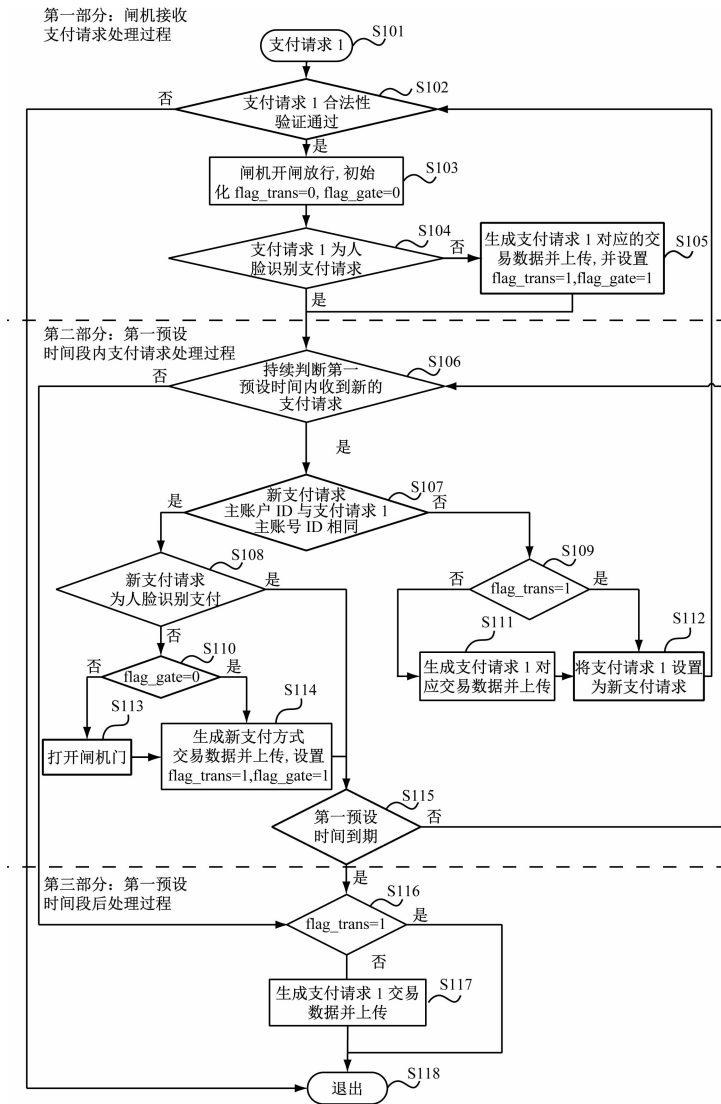
步骤S104:判断支付请求1是否为人脸识别支付请求,是则执行步骤S106,否则执行步骤S105。

步骤S105:生成支付请求1对应的交易数据并上传给ACC/数字票务系统,并设置 $\text{flag_trans} = 1$, $\text{flag_gate} = 1$ 。其中,因为支付请求1不是人脸识别支付,则可以判定支付请求1为乘客有感支付方式(如二维码),应立即生成相应的交易数据并上传,以便于后续及时处理(如向乘客及时推送二维码行程信息,同时有感支付已经在步骤S103中让闸机开门,则后续非人脸识别支付请求应开扇门,则设置 $\text{flag_gate} = 1$)。

步骤S106:持续判断第一预设时间内是否收到新的支付请求,是则执行步骤S107,否则执行步骤S116。其中,此预设时间可以根据乘客刷码/卡后通过闸机的时间来设置(如2s)。

步骤S107:判断新支付请求主账户ID是否与支付请求1主账户ID相同,是则执行步骤S108,否则执行步骤S109。其中,主账户ID记录于二维码数据中,人脸验证模块返回验证结果信息或实体票卡中。

具体通行算法如图 3 所示。



注：~ S101 表示该文字框对应的步骤是 S101；~ S102 表示该判断框对应的步骤是 S102；余类同。

图 3 闸机通行算法流程图

Fig. 3 Flow chart of gate passing algorithm

步骤 S108:判断新支付请求是否为人脸识别支付,是则执行步骤 S115,否则执行步骤 S110。

步骤 S109:判断 flag_trans 是否等于 1,是则执行步骤 S112,否则执行步骤 S111。

步骤 S110:判断 flag_gate 是否等于 0,是则执行步骤 S114,否则执行步骤 S113。其中,新支付请求为非人脸识别支付请求,则需判定 flag_gate 是否等于 0,等于 0 表示支付请求 1 为人脸支付请求时,已经开过一次扇门,此次不用再次打开扇门,等于 1 则表示应该打开扇门。

步骤 S111:生成支付请求 1 对应交易记录并上传给 ACC/数字票务系统。

步骤 S112:将支付请求 1 设置为新支付请求,并将第一预设时间重置,并返回执行步骤 S102。

步骤 S113:打开扇门。

步骤 S114:生成新支付方式交易数据并上传 ACC/数字票务系统,设置 flag_trans = 1, flag_gate = 1。

步骤 S115:判断第一预设时间是否到期,是则执行步骤 S116,否则返回执行步骤 S106。

步骤 S116:判断 flag_trans 是否等于 1,是则执行步骤 S118,否则执行步骤 S117。

步骤 S117:生成支付请求 1 交易数据并上传给 ACC/数字票务系统。

步骤 S118:退出。

1.3.2 单边行程调整算法

乘客过闸机时,存在着有些乘客,支付速度较慢,可能导致闸机识别到人脸识别支付和乘客使用有感支付间隔时间较长,超过了第一预设时间,使得闸机生成了多笔交易数据而将导致重复计费。为此,本文还提出单边行程调整算法,其算法如图4所示。

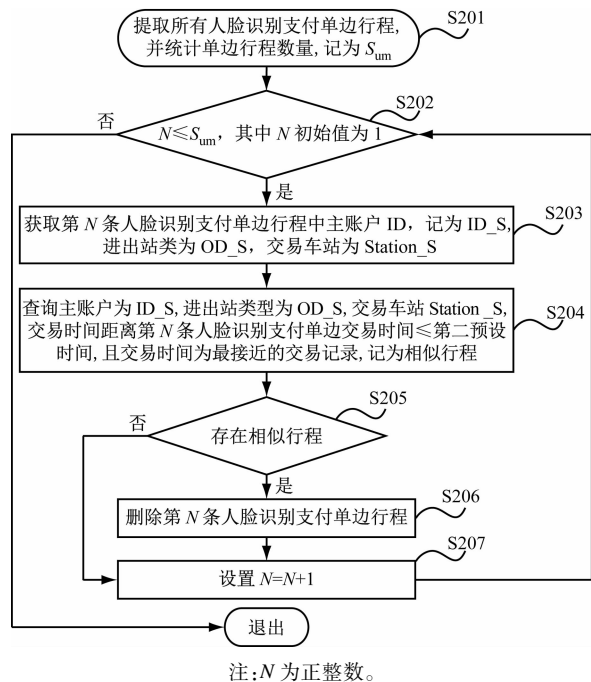


图4 单边行程调整算法流程图

Fig.4 Flow chart of adjustment algorithm for single journey

具体的单边行程调整算法步骤如下:

步骤 S201:提取所有人脸识别支付单边行程,并统计单边行程数量,记为 S_{um} 。

步骤 S202:判断 $N \leq S_{um}$, 是则执行步骤 S203, 否则退出流程,其中 N 为正整数,初始值为 1。

步骤 S203:获取第 N 条人脸识别支付单边行程的主账户 ID,记为 ID_S ,进出站类型记为 OD_S ,交易车站记为 $Station_S$ 。

步骤 S204:查询主账户为 ID_S 、进出站类型为 OD_S 、交易车站为 $Station_S$,交易时间距离第 N 条人脸识别支付单边行程交易时间 \leq 第二预设时间并且交易时间为最接近的交易记录,记为相似行程。其中,第二预设时间可以设置为乘客一个站到另一个站的最快往返时间,如 5 min。

步骤 S205:判断是否存在相似行程,是则执行步骤 S206,否则执行步骤 S207。

步骤 S206:删除第 N 条人脸识别支付单边行程。

步骤 S207:设置 $N = N + 1$,并返回执行步骤 S202。

2 方案性能分析

本文提供的方案,通过建立二级账户 ID 体系,在闸机处避免了乘客被误识别为人脸识别支付而产生交易数据;然后,系统日切时也会将误识别产生的人脸识别支付单边行程给删除,其具有以下优点:

1) 有效地避免重复计费。闸机处,在识别到人脸识别支付请求后,暂时不生成对应交易记录,并在第一预设时间内收到乘客有感支付请求后,将会判定此人脸识别支付请求为误识别,不生成人脸识别支付交易数据。反之,在识别到有感支付请求后,则立即生成对应交易记录,并在第一预设时间内收到人脸识别支付请求后,也将会判定该请求为误识别,也不生成人脸识别支付交易数据。针对一些乘客支付速度较慢,使得闸机识别到人脸识别支付和乘客使用有感支付间隔时间较长,超过了第一预设时间,此时闸机无法判断出人脸识别支付请求是否为误识别,将会生成人脸识别支付和有感支付交易数据,但是在系统日切时,系统会发现此类人脸识别支付单边行程,继而可以删除这些单边行程,因而可有效地避免重复计费情况的发生。

2) 适用性广。本文提供的方案不仅适用于人脸识别支付和移动互联网支付之间重复计费问题,同时能解决人脸识别支付和实体票卡支付之间重复计费问题,只需移动互联网支付和实体票卡中记录有乘客主账户 ID 的信息即可,闸机和系统就可以根据主账户 ID 信息,避免生成或删除被误识别的人脸识别支付交易数据。

3 结语

在本文中,为了解决人脸识别支付应用于 AFC 系统后,因人脸识别支付为无感支付,常存在乘客被误识别为人脸识别支付,从而额外生成了人脸识别支付的交易数据,导致重复计费的问题。本文通过建立二级账户体系,并提供了闸机通行和单边行程调整算法,可有效地降低重复计费发生的频次,也不会影响乘客的乘车体验。但在人脸识别支付

(下转第 98 页)