

# 基于预筛动态人脸数据库的城市轨道交通人脸识别过闸系统性能优化方案

展宗思<sup>1</sup> 严 军<sup>2</sup>

(1. 西安市轨道交通集团有限公司, 710018, 西安;

2. 成都智元汇信息技术股份有限公司, 610213, 成都//第一作者, 高级工程师)

**摘 要** 针对城市轨道交通人脸识别过闸系统存在的性能不足问题,提出了一种基于预筛动态人脸数据库的性能优化方案。该方案通过人脸数据预筛,建立预筛动态人脸数据库,从而缩短人脸识别过闸系统中人脸比对+搜索的耗时,进而实现系统性能优化的目标。经试验,此优化方案能使人脸识别过闸系统性能得到较大提升,具有较高的可行性。

**关键词** 城市轨道交通;人脸识别过闸系统;预筛动态人脸数据库

**中图分类号** U293.2<sup>+</sup>2

**DOI**:10.16037/j.1007-869x.2022.08.035

**Performance Optimization Solution of Urban Rail Transit Face Recognition Gate System Based on Pre-filtering Dynamic Face Database**  
ZHAN Zongsi, YAN Jun

**Abstract** Targeting the insufficient performance problem of urban rail transit face recognition gate system, a performance optimization solution based on pre-filtering dynamic face database is proposed. Through the pre-filtering of face data, a pre-filtering dynamic face database is established, so as to shorten the time-consumption of face comparison and search in system, thus to achieve the performance optimization goal. It has been verified by experiments that this optimization solution can greatly improve the performance of the face recognition gate system and has relatively high feasibility.

**Key words** urban rail transit; face recognition gate system; pre-filtering dynamic face database

**First-author's address** Xi'an Rail Transit Group Co., Ltd., 710018, Xi'an, China

近年来,基于人脸识别技术,城市轨道交通实现了一种免介质、无接触的人脸识别过闸方式。这种过闸方式更便捷、更安全,如能大范围推广应用,将发挥较大价值。然而,受计算能力和网络条件所限,目前人脸识别过闸系统的性能表现仍难以达到

大范围推广应用的要求<sup>[1]</sup>。为有效解决此问题,本文提出一种基于预筛动态人脸数据库的性能优化方案。

## 1 人脸识别过闸系统性能现状

城市轨道交通人脸识别过闸系统是一种集图像采集、图像处理、数据比对、数据搜索等功能于一体的计算机集成系统,其通过车站闸机安装的人脸识别 PAD(平板电脑)采集乘客人脸图像、提取人脸特征数据,并通过专用网络将人脸特征数据上传至后台系统,进行验证、比对、计费、扣费等<sup>[2]</sup>。经国内多地城市轨道交通实践证明,人脸识别过闸系统人脸数据库的人脸数及并发访问人数过大时,该系统的响应耗时、误识率等关键性能指标均难以满足正常使用要求<sup>[3]</sup>。

人脸识别过闸系统的响应耗时为人脸图像采集、人脸活体检测、特征数据提取、特征数据比对+搜索和网络传输等业务的累计耗时。其中,人脸图像采集、人脸活体检测、特征数据提取等业务的耗时同 PAD 的软硬件性能相关联,同后台系统软硬件性能及网络传输设备性能关联不大。由于 PAD 软硬件性能、网络传输设备性能均相对稳定,故与其关联的业务耗时也相对恒定。在所有业务中,唯有人脸特征数据比对+搜索业务的耗时直接取决于后台系统的软硬件性能。在相同硬件条件下,人脸识别过闸系统各业务的耗时情况如图 1 所示。

如图 1 a)所示:当人脸数据库的人脸数为 500 万张且并发访问人数超过 100 个时,人脸识别过闸系统总响应耗时超过了 300 ms(系统性能临界值),其中绝大部分为特征数据比对+搜索业务耗时。如图 1 b)所示:当人脸数据库的人脸数为 2 000 万张且并发访问人数持续增大时,比对+搜索业务耗时呈非线性增长,误识率也明显增大;人脸图像采

集、人脸活体检测、特征数据提取等业务耗时则未被人脸数据库的人脸数、并发访问人数的变化所影响。由此可推断,人脸特征数据比对 + 搜索耗时是人脸识别过闸系统性能的关键约束因素。

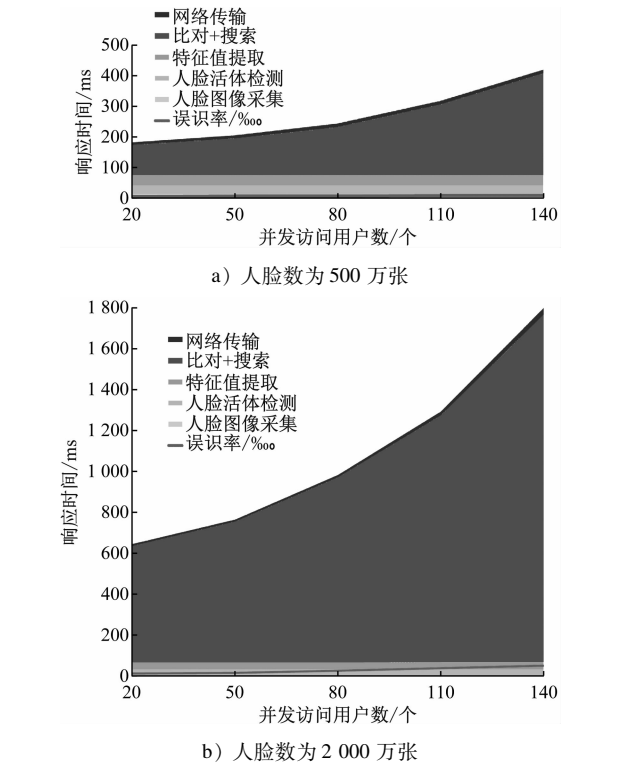


图 1 人脸识别过闸系统各业务的耗时情况  
Fig. 1 Time-consumption situation of each business of the face recognition gate system

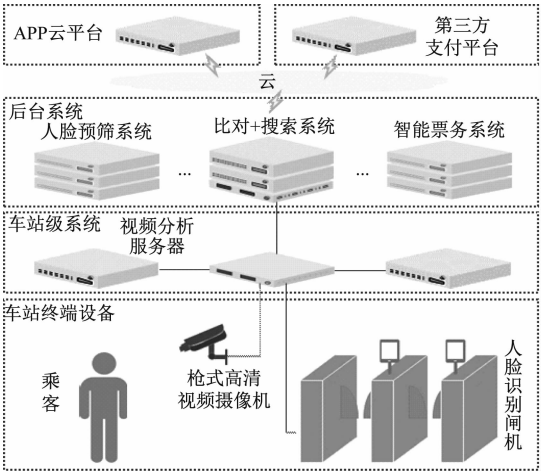
## 2 性能优化方案

为优化人脸识别过闸系统的性能,本文提出一种基于预筛动态人脸数据库的性能优化方案。该方案对车站入口通道乘客视频中的人脸数据进行预筛,形成缩小版预筛动态人脸数据库,预筛动态人脸数据库提供更小的特征数据比对及搜索范围,有助于后台系统缩短人脸识别耗时和降低误识率。

### 2.1 优化后的系统硬件

为满足基于预筛动态人脸数据库的人脸识别过闸系统的数据采集、业务处理、网络传输等方面的硬件需求,需要先对人脸识别过闸系统的硬件进行优化。优化后的人脸识别过闸系统硬件构成如图 2 所示。

由图 2 可见:优化后的通道摄像机采用枪式高清视频摄像机,其具备高分辨率、超低码流等特性,支持 3D 降噪、背光补偿等功能;优化后的车站级系统增配视频分析服务器,为提取视频中人脸特征数



注:APP 为应用程序。  
图 2 优化后的人脸识别过闸系统硬件构成图  
Fig. 2 Hardware composition after face recognition gate system optimization

据提供硬件资源;优化后的后台系统采用分布式云计算平台,为人脸特征数据比对 + 搜索、人脸数据筛选等业务处理以及动态人脸数据库部署提供硬件资源。

车站级系统至后台系统之间的数据传输借助于既有专用通信网络来实现,后台系统至 APP 云平台及第三方支付平台之间的数据传输借助于电信运营商专线网络来实现。

### 2.2 优化后的业务及数据流程

在优化后的人脸识别过闸系统硬件支持下,可实现系统业务流程和数据流程优化。优化后的业务及数据流程如图 3 所示。

1) 一般情况下,通道摄像机将实时采集到的乘客进站视频流推送至车站视频分析服务器;视频分析服务器逐帧提取人脸特征数据后交由前置服务器上传至后台系统;后台系统收到人脸特征数据后,对数据进行安全验证、比对、搜索后获得筛选结果,并将此筛选结果按照线路、车站分类存储于预筛动态人脸数据库。乘客到达站厅闸机前,后台系统将不同线路、车站的人脸数据下发至对应闸机 PAD 暂存,乘客过闸时 PAD 可在极短时间内完成人脸识别及身份验证,并命令闸机放行。

2) 特殊情况下,PAD 识别到的乘客人脸特征数据未包含于本机暂存的人脸数据中,则将该人脸特征数据上送至后台系统进行身份验证。经后台系统比对 + 搜索和身份验证后,将验证结果返回至对应 PAD。如身份验证通过,则命令闸机放行;否则,PAD 显示“乘客未注册或未开通人脸过闸功能”

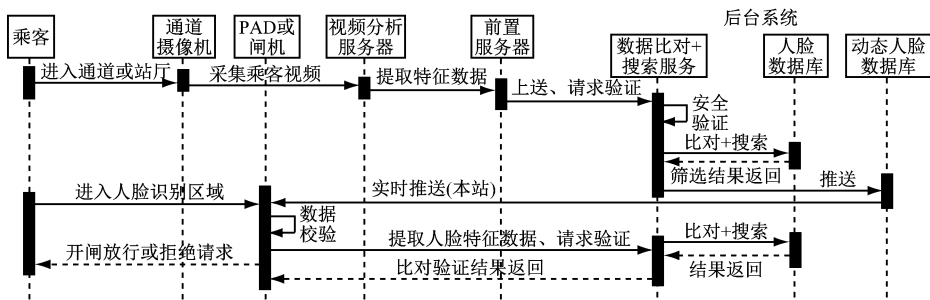


图3 优化后的系统业务及数据流程图

Fig. 3 Diagram of business and data flow after system optimization

且闸机拒绝放行。

### 2.3 优化后的效果

为验证本方案的优化效果,在西安地铁自动售检票系统实验室(具备人脸识别过闸功能)安装枪式高清视频摄像机,在测试平台部署视频分析服务器和预筛动态人脸数据库,以此模拟测试环境来检验人脸识别过闸系统的性能优化效果。测试数据如表1所示。

表1 优化后的系统性能测试数据表

Tab.1 Performance test data after system optimization

人脸数据库 库人脸数/ 万张	并发访问 人数/个	人脸识别 + 过闸耗时/ ms	闸机通行 能力/ (人/min)	误识率/ %
500	140	266	42	<0.01
2 000	20	274	42	<0.01
2 000	140	279	41	<0.01

表1数据表明:当人脸数据库人脸数达到2 000万张且并发访问人数增加到140时,人脸识别过闸系统人脸识别+过闸耗时变化不明显,始终保持在300 ms以内;闸机通行能力、误识率满足使用要求。人脸数据库的人脸数和并发访问人数持续增大的情况下,优化后的人脸识别过闸系统仍可保证良好性能表现。

(上接第155页)

CHEN Zhuoqun. Fault and countermeasures of obstacle detection in Guangzhou metro vehicles door closing[J]. Electric Drive for Locomotives, 2020(1):154.

[2] 赵洋,卢文富. 广州地铁L型车车门机构对防夹功能的影响分析[J]. 城市轨道交通研究,2018(4): 100.

ZHAO Yang, LU Wenfu. Effect analysis of L-type train door mechanism on the anti-pinch function in Guangzhou Metro[J]. Urban Mass Transit, 2018(4): 100.

[3] 肖阳俊,李拥军,李金波,等. 一种多技术融合的全自动无人驾驶轨道障碍物检测系统设计[J]. 城市轨道交通研究,2019

### 3 结语

本文从分析城市轨道交通人脸识别过闸系统性能不足的问题出发,提出基于预筛动态人脸数据库的系统硬件、业务及数据流程等优化方案。经实验室测试验证,该方案不仅能使人脸识别过闸系统性能得到较大提升,而且具有较高的可行性,为人脸识别过闸系统大范围推广应用创造了条件。

### 参考文献

[1] 黄亮. 人脸识别技术在地铁自动售检票系统中的应用研究[J]. 铁路技术创新,2018(2):14.

HUANG Liang. Research on the application of face recognition technology in subway automatic fare collection system[J]. Railway Technical Innovation,2018(2):14.

[2] 陈静莎. 基于人脸识别技术的轨道通过闸方案研究[J]. 自动化应用,2019(5):109.

CHEN Jingsha. Research on rail transit crossing scheme based on face recognition technology [J]. Automation Application, 2019 (5):109.

[3] 邓志,顾裕波,付冰凌,等. 人脸识别技术在城市交通领域中的应用探索[J]. 数字技术与应用,2020(1):67.

DENG Zhi, GU Yubo, FU Bingling, et al. The application of face recognition technology in the field of urban transportation[J]. Digital Technology & Application,2020(1):67.

(收稿日期:2020-06-16)

(1):111.

XIAO Yangjun, LI Yongjun, LI Jinbo, et al. Design of track obstacle detection system for full automatic UTO with multi-technology fusion[J]. Urban Mass Transit, 2019(1):111.

[4] 黄涛,吕红强,王维. 基于多技术融合的地铁列车障碍物检测系统设计[J]. 制造业自动化,2016(8):59.

HUANG Tao, LYV Hongqiang, WANG Wei. Design of subway train obstacle detection system based on multi-technology integration[J]. Manufacturing Automation, 2016(8):59.

(收稿日期:2020-06-17)