

# 上海轨道交通智慧视觉实验室建设方案

张立东

(上海申通地铁集团有限公司技术中心, 201103, 上海)

**摘 要** [目的]城市轨道交通视频监控系统为轨道交通的运营和安全管理提供了大量直观、实时的原始视觉素材,利用这些视频素材,研发智慧视觉产品,提升管理水平和管理效率,是目前智慧视觉的一个应用趋势。因此,有必要对上海轨道交通智慧视觉实验室建设方案进行研究。[方法]介绍了智慧视觉实验室的建设目标和建设方案;介绍了智慧视觉产品关键指标、智慧视觉产品评估方法、智慧视觉实验室检测评估平台、智慧视觉实验室检测业务流程。[结果及结论]建立智慧视觉实验室能够实现对智慧视觉产品场景应用的实效性管理,形成标准化技术评估和检测,为适应于城市轨道交通场景的智慧视觉产品孵化提供基础。

**关键词** 城市轨道交通;智慧视觉实验室;建设方案

**中图分类号** U231

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.12.048

## Construction Plan for Shanghai Rail Transit Smart Vision Laboratory

ZHANG Lidong

(Technical Center of Shanghai Shentong Metro Group Co., Ltd., 201103, Shanghai, China)

**Abstract** [Objective] The urban rail transit video surveillance system provides a large amount of intuitive, real-time raw visual materials for rail transit operation and safety management. Utilizing these video materials to develop smart vision products and enhance management level and efficiency is a current application trend in smart vision. Therefore, it is necessary to study the construction plan for Shanghai rail transit SVL (smart vision laboratory). [Method] The construction goal and plan for Shanghai SVL are introduced. Key indicators and evaluation methods for smart vision products, the test/evaluation platform and the testing business process of Shanghai SVL are also presented. [Result & Conclusion] Establishing the SVL can achieve effective management of the application scenarios of smart vision products, form standardized technical test/evaluation, and provide a foundation for the incubation of smart vision products suitable for urban rail transit scenarios.

**Key words** urban rail transit; smart vision laboratory; construction plan

## 0 引言

随着上海轨道交通运营里程超过 800 km,如何有效地保障 20 条地铁线路和超过 500 座车站的平稳运行给城市管理者提出了新的挑战。上海城市轨道交通视频监控系统自 2005 年启用以来,跟随视频监控行业的技术发展,经历了模拟监控系统、模数混合系统和全数字视频系统三个发展阶段。截至 2022 年,全路网共设置了约 25 000 个标清摄像机,14 000 个高清摄像机及 25 000 个车载摄像机,如此巨大的数量每日将产生数以 PBi 级的视频数据。传统的由运营和安保人员进行每幅图像的观察监视已不可实现,更多时候视频监控系统成为了事后查阅录像、分析事故的工具。

近年来,各行业开始广泛利用人工智能对包括视频图像在内的原始数据进行结构化处理和挖掘分析,让原本淹没在海量数据中的各类事件能够被及时看到。

上海轨道交通自 2017 年开始,在进博会徐泾东联合指挥室智慧一体化建设、智慧车站试点示范等工程中陆续开展了人脸识别、客流分析和行为分析等智慧视觉技术试点应用,为公安部门、运营管理部门提供准确及时的技术支持。然而,目前轨道交通智慧视觉技术的应用仍然处于试点试验阶段,其原因主要在于缺乏完善的行业指导、成熟的评估模式、系统的管理规范和技术标准,各厂商推出的智能视觉产品应用效果不显著。

因此,通过建设智慧视觉实验室来实现智慧视觉产品的规范化产品管理、标准化技术评估和检测,将为城市轨道交通管理者更有效地应用智慧视觉技术提供帮助。另一方面,目前智能视觉产品的研发能力集中在各大厂商手中,针对城市轨道交通行业特定环境下的定制化和匹配程度有所不足,在实际应用中无法做到与业务的最佳匹配,导致应用效果不理想。而智慧视觉实验室的建设将有助于

使用方参与到产品的研发中,为真正符合城市轨道交通需求的智慧视觉产品孵化提供基础。

## 1 建设目标

随着运营里程和客流量的增加,上海轨道交通在建设到运营的各阶段和各方面都提出了智慧视觉的实际应用场景需求,经过调研和梳理,汇总为运营、建设、维保、公共安全四大板块的 22 类场景需求,如表 1 所示。由表 1 可知,目前城市轨道交通对智慧视觉的需求还是很大的,随着交通强国、智慧城轨及数字化转型的发展趋势,为提升服务水平、提高工作效率、增强安全能力、降低成本效益,各业务板块都提出了智慧化应用的需求,而视觉就像人的眼睛,在智慧应用中尤为突出。

然而,面对市面上大量声称匹配业务场景的智

慧视觉产品,用户方缺乏有效的手段进行选择 and 判断。因此,智慧视觉实验室的建设目标主要有以下 3 个方面:

1) 将应用于城市轨道交通的智慧视觉产品,通过智慧视觉实验室平台进行应用效果的检测和评估;

2) 建立城市轨道交通环境下的视觉素材场景库,通过智慧视觉实验室平台为智慧视觉产品的研发提供试验、中试与测试环境;

3) 通过智慧视觉实验室总结特定产品的技术性能要求,编制相应的技术标准,推动智慧视觉产品的规范化管理。

本文着重从人体属性识别产品、人群及客流检测产品和驾驶员行为分析三个方面出发,阐述智慧视觉实验室的建设方案。

表 1 轨道交通智慧视觉场景需求

Tab. 1 Requirements for rail transit smart vision scenarios

业务板块	业务内容	场景需求	业务板块	业务内容	场景需求
运营板块	客运组织	车站客流分析	建设板块	现场管理	现场安全管理
		全网客流分析			施工人员管理
		乘客异常行为		日常维保	日常巡检
		逃票			施工管理
		扶梯监测			自动巡检
	乘务管理	关站清客	维保板块	供电检测	供电维保
		驾驶员行为分析		轨道检测	轨道缺陷巡检
		工作人员动作规范化		车辆检测	车辆轨旁检测
		站台门夹人检测	公共安全板块	人脸识别	人员管控
		车内乘客异常行为		物品识别	智慧安检
		自动驾驶视频巡查			

## 2 建设方案

智慧视觉实验室的建设内容主要包括关键指标和评估方法、智慧视觉实验室检测评估平台、业务检测流程机制和场景视觉素材库。

### 2.1 智慧视觉产品关键指标

为了准确评估智慧视觉产品,首先需要明确每一类智慧视觉产品的关键性指标。在 GB/T 30147—2013《安防监控视频实时智能分析设备技术要求》中,规定了运动目标检测、遗留物检测、物体移除检测、绊线检测、入侵检测、逆行检测、徘徊检测、流量统计、密度统计和目标分类的检测目标大小、检测率和误检率等指标。然而,在行业实际

应用中,智慧视觉产品的应用场景往往是多类基础技术的组合,例如乘客摔倒行为识别,结合了运动目标检测、目标分类和行为识别几类基础智能分析技术,判断其是否有效的关键性指标必然与单一智能分析技术存在差异。

针对本次研究的几类智慧视觉产品,结合城市轨道交通的实际需求,所选取的主要关键性指标为:

1) 人体属性识别产品。人体属性识别产品的主要功能为,在不同环境(光照、背景、距离、摄像头等)条件下,识别检测区域内人员的身高、体型、肤色、发型、性别和穿着等属性。人体属性识别产品的关键指标为识别率、准确率、误报率、识别速度。

2) 人群及客流检测产品检测及评估。人群、客

流检测产品的主要功能为,在不同环境(光照、背景、距离、摄像头等)和乘客属性(年龄、性别、身高、穿着、提包与否等)条件下,能够统计进出区域的客流,识别出轨道交通场景下的人群密度、人群流向、人群滞留现象。人群及客流检测产品检测及评估的关键指标为识别率、准确率、误报率、识别速度。

3) 驾驶员行为分析产品。驾驶员行为分析产品的主要功能为,能够在不同环境(光照、背景、距离、摄像头等)和司机属性(年龄、工龄)条件下,检测出司机的动作、场景及事件。驾驶员行为分析产品的关键指标为识别率、准确率、误报率、识别速度。

## 2.2 智慧视觉产品评估方法

视频图像智能分析处理的基本原理为,对输入的视频图像源(在某种既定的规则下)进行分析处理后输出处理结果,包括视频图像的结构化描述数据、报警信息、视频、图片信息的一种或几种,可用于存储和相关应用。视频图像内容分析及描述信息应用流程示意图如图 1 所示。

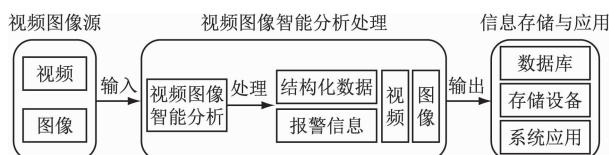


图 1 视频图像内容分析及描述信息应用流程示意图

Fig. 1 Process diagram of video image content analysis and description information application

为了准确评估智慧视觉产品的有效性,应准备大量的视频图像源,即包含人体属性识别、人群及客流检测和驾驶员行为内容的视频素材,通过对每

一段素材进行人工标定,事先获取视频素材中时间的准确数值。将视频素材输入被评估的智慧视觉产品中,由被评估的智慧视觉产品进行分析并输出检测结果,将输出的结果与预先标定的结果进行对比,就能得出被评估的智慧视觉产品是否有效。智慧视觉产品评估方法流程示意图如图 2 所示。

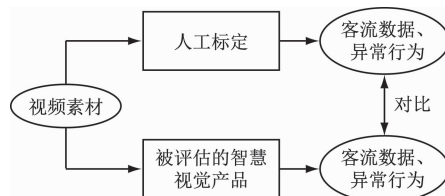


图 2 智慧视觉产品评估方法流程示意图

Fig. 2 Process diagram of smart vision product evaluation method

## 2.3 智慧视觉实验室检测评估平台

基于上述评估方法,搭建智慧视觉实验室检测评估平台,这是智慧视觉实验室建设的核心内容。智慧视觉产品检测评估平台示意图如图 3 所示。该检测评估平台主要包括服务底座、能力评估引擎、统一网关和基础应用模块。支撑该平台的硬件设备主要为应用服务器和数据存储服务器。服务底座部分包括标准化校验服务、用例检测评估服务、数据接入服务和数据开发服务。基础应用模块包括素材管理模块、用例管理模块、接入方管理模块和任务编排模块。统一网关包括注册鉴权、素材资源获取、人体属性上报、客流分析上报、逃票事件上报、司机行为上报和素材资源获取。能力评估引擎包括加载编排任务、接入方监听鉴权、数据采集归档、数据标准化校验、场景用例分析和生成报告。

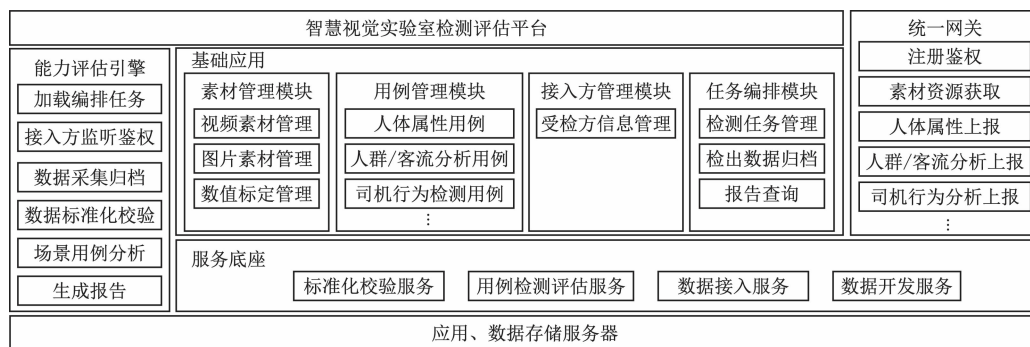


图 3 智慧视觉产品检测评估平台示意图

Fig. 3 Diagram of smart visual product inspection and evaluation platform

### 2.3.1 基础应用

1) 素材管理模块。素材管理模块负责提供在

智慧视觉实验室环境中针对各场景用例提前采集的各场景中的视觉素材,包含图片、视频及资源点



位三种资源。在此基础上,针对每个素材进行检出类型标定(如人体属性素材、客流检测素材等),标定素材对应的检测类型所检出的数量,以及与素材相关的一些指标素材(如在视频中检出重点人体属性特征等)。上传成功后,将本地素材文件转为网络可访问的资源,图片提供可访问的 url 地址,视频文件(标准 mp4 格式)提供转 rtsp 标准码流访问地址。视频素材可标定多个类别,例如,对于客流类型,可标定检出的客流类型有:检出进客流、检出出客流、检出区域人数、上报周期、关联热力图等。图片素材可标定人体属性,标定如人脸属性中的人脸年龄范围、是否戴眼镜、是否戴口罩、是否微笑等。

2) 用例管理模块。用例管理模块的作用是进行素材场景化管理,将已录入系统的素材文件进行场景化绑定,一个场景可绑定多个素材来进行场景检出类型的配置,如某段视频文件支持多种检出类型,某个特定检出场景用例只开启其中几个素材,或与其他素材组合形成新的场景。

3) 接入管理模块。接入管理模块针对受评估方的接入账号进行配置分配, 权限机制与鉴权机制通过设备编号、设备账号、设备密码进行注册、保活, 对接入系统进行角色校验; 通过监控点通道编号分配, 在任务编排时绑定监控点与场景用例, 用于区分数据通道。

4) 任务编排模块。任务编排模块主要管理检测任务, 归档检出数据并生成报告, 平台对每一项检测任务分配开始、结束时间, 并根据计划接受评估方上报的检测结果, 并根据结果下发评估报告。

### 2.3.2 统一网关

提供统一接入网关服务,将提供技术支撑文档、文档下载、接口用例、接口示例、接口测试工具及数据对接接口服务作为参检方使用的检测门户,参检方可根据线下获取的任务详情文档,参照统一接入网关完成数据上报、检出测试、接口调试,以及报告的下载。

### 2.3.3 能力评估引擎

能力评估引擎主要通过数据采集服务,根据已编排的任务,提供监听数据汇聚服务,采集数据、归档并生成检出一份报告。能力评估引擎接收到系统编排的任务信息后,会自动根据场景、素材预标定的检测项进行匹配并作出评估判断,然后将评估结果相关文件上传至系统,归档后根据任务分配的检测项形成一份检测清单,并与检测单位上报的数据进

行类型、时间匹配后,形成一份初步的检测报告。

## 2.4 智慧视觉实验室检测业务流程

智慧视觉实验室产品的检测业务流程示意图如图4所示。

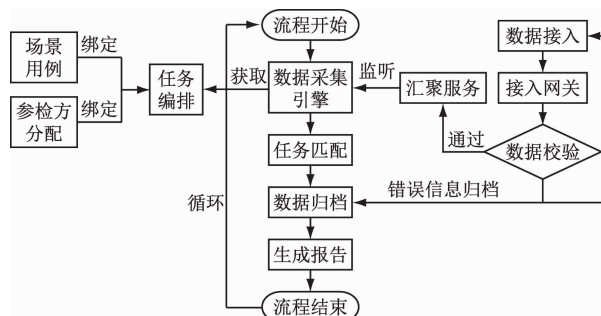


图4 检测业务流程示意图

Fig.4 Diagram of testing business process

具体步骤为：

步骤1 为参检单位分配参检单位信息,并分配接入设备标志、接入鉴权账户、接入鉴权密码。

步骤2 为参检单位进行检测任务分配,选定检测素材所组成的场景,并通过系统导出该任务的<sub>任务指导书</sub>,参检单位根据任务指导书进行素材信息获取、检测数据上报对接等。

**步骤3** 当参检单位根据任务指导书获取了素材相关下载信息后,即可根据自身系统对素材进行识别解析,然后通过参检单位中分配的正式账号进行检测数据上报,系统接收到信息后会自动根据场景、素材预标定的检测项进行匹配。当检测任务手动结束或检测单位上报过程中保活失败、主动发起注销时,系统自动归档一组检测报告。检测报告中根据任务分配的检测项会形成一份检测清单,并与检测单位上报的数据进行类型、时间匹配,初步形成一份检测数据匹配清单供评估人员作为参考依据。

**步骤4** 当评估人员根据采集报告做出评估判断后,可将评估结果相关文件上传至系统进行归档,并结束任务。

### 3 展望

智慧视觉技术目前的主流发展方向在于与 AI (人工智能) 的深度融合,即利用人工神经网络,针对特定场景的视频进行反复训练,通过 AI 的深度学习不断进行优化,并最终形成针对这一特定场景的分析算法。在这过程中,用于训练的视频素材数

量不足往往成为影响智慧视觉产品效果的重要原因。通常来说,针对某种场景开发一款全新的智慧视觉算法需要不少于 1 000 段不重复的视频片段,这对于如乘客摔倒这一类型的事故来说是很难收集到的,在进行相关算法开发时,只能通过开发人员模拟摔倒来收集视频素材片段,但其模拟行为与真实摔倒行为在动作、表情上都存在着较大的差异,最终开发出的算法准确率会受到较大的影响。

在智慧视觉实验室的建设过程中,将视频素材片段的收集和建立作为最重要的建设内容,后续将依托上海轨道交通持续不断地收集真实的、城市轨道交通环境中发生的各类视频素材。目前,60 000 余台摄像机每日所产生的数以 PB 计的视频数据,也将通过智慧视觉实验室形成适用于轨道交通行业的智慧视觉素材库。本文主要介绍了与人相关的几个视觉场景的应用,后续可以继续研究如检测轨道、站台异物及设备状态辨识等内容。

#### 4 结语

线路规模和客流的增长为轨道交通的安全运营带来了巨大的安全隐患,也给各级管理部门提出了更高的管理要求。本文从轨道交通实际应用出发,研究智慧视觉实验室的具体建设方案。通过智慧视觉实验室的建设,能更好地为视觉厂商的产品研发提供试验素材和试验环境,同时也能够为地铁

用户快速匹配到最合适业务需求的产品。本文研究可为轨道交通应用层面的创新提供强大的视觉人工智能支撑,也为未来智慧地铁及智慧城市的建设打下良好的基础。

#### 参考文献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 安防监控视频实时智能分析设备技术要求: GB/T 30147—2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2014.  
General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China, Standardization Administration of the People's Republic of China. Technical requirements for real time intelligent video analysis devices in surveillance system: GB/T 30147—2013 [S]. Beijing: Standards Press of China, 2014.
- [2] 陈菁菁. 上海轨道交通汉中路站智慧车站的建设实践[J]. 城市轨道交通研究, 2020, 23(6): 135.  
CHEN Jingjing. Construction practice of smart station at Shanghai Metro Hanzhong Road Station[J]. Urban Mass Transit, 2020, 23(6): 135.

· 收稿日期:2022-10-10 修回日期:2022-11-19 出版日期:2024-12-10  
Received:2022-10-10 Revised:2022-11-19 Published:2024-12-10  
· 通信作者:张立东,正高级工程师,aron\_zld@126.com  
· ©《城市轨道交通研究》杂志社,开放获取 CC BY-NC-ND 协议  
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

## 《苏州北站站房及配套综合交通枢纽工程初步设计》获批复

近日《苏州北站站房及配套综合交通枢纽工程初步设计》获国铁集团和江苏省人民政府联合批复。苏州北站地处苏州市域中心,按照“站城融合、产城融合、环境融合、文旅融合”的建设目标,建设集高速铁路、城际铁路及城市轨道交通于一体的综合交通枢纽。苏州北站的建筑设计颇具特色。建筑整体造型以“水漾姑苏、环秀飞虹”为设计理念,既有园林底蕴,又融入苏州水文化特征。

苏州北站综合交通枢纽施工建设体量巨大,站房建筑规模达 16.85 万 m<sup>2</sup>。扩容提升后的苏州北站综合交通枢纽线站总规模为 10 台 24 线,并预留 2 台 4 线发展空间。其中,既有京沪高铁场 2 台 6 线,南通至宁波高铁线站规模 4 台 10 线,城际铁路线站规模为 4 台 8 线。

新建南通至宁波高铁是我国“八纵八横”高铁网沿海通道的重要组成部分,自盐城至南通高铁南通西站起,向南经江苏省苏州市、浙江省嘉兴市、宁波市,引入宁波枢纽宁波站,新建线路长 301 km,设计时速 350 km,建设工期 5 年。项目建成后,将与盐城至南通高铁、京沪高铁、沪昆高铁、宁波至台州至温州高铁、沪宁沿江高铁等多条线路相连,对于打造“轨道上的长三角”,完善区域路网结构布局,方便沿线人民群众出行,推进长三角一体化高质量发展等具有十分重要的意义。

(来源:澎湃新闻网)