

# 大型客站视频融合平台研究

雷颖思

(中铁第四勘察设计院集团有限公司,湖北 武汉 430000)

**摘要:**传统铁路客站视频监控存在数据量大、监控画面相互割裂、缺乏与三维空间位置信息的联动等问题,用户面对碎片化二维监控图像建立三维空间认知有较大的理解负担,且很难对大场景整体态势进行全局掌控。针对这些问题,提出大型客站视频融合平台的设计方案,建立站房统一的三维可视化虚拟地理环境模型,并根据车站不同监控区域监控的不同特点,分别采用视频标签索引和投影纹理映射的方法将监控视频与三维场景进行融合显示,增强了车站视频监控的观感效果和可交互性,弥补了传统视频监控的缺陷,为铁路客站视频监控提供了新的智慧化解决方案。

**关键词:**大型客站;视频监控;视频融合;视频标签索引;投影纹理映射

**中图分类号:**TP391

**文献标识码:**A

**文章编号:**2096-9759(2023)06-0140-03

## 1 概述

目前,视频监控技术多采用分镜头监控方式,在该监控方式下,每一路监控所拍到的图像和周围的环境是割裂的,每路摄像机和摄像机之间也是割裂的。对于一个大型铁路客运站,旅服视频监控系统接入的视频监控点位可达上千路,只有对车站环境十分熟悉的工作人员,才能知道每路视频拍摄的位置。用户通过数量庞杂且分散的二维监控画面建立三维空间认知将会有较大的理解负担,且很难对大场景局面(如旅客检票排队整体态势、旅客进出站流量整体态势)进行全局实时把握和控制。由于缺少空间位置等信息,当工作人员需要追踪某个焦点对象的运动轨迹时,追踪决策仅基于他们对摄像机的分布以及所监视区域覆盖范围的了解,且通过多个摄像机的画面才能确定,而多个画面是相对独立、不连贯的,因而效率非常低。其次,由于缺少统一的综合可视化平台,无法将各类业务数据与关注的目标建立起有效直观的关联对应关系,场景数据整合度不足。

针对传统分镜头监控画面零散、缺乏关联的弊端,提出大型客站视频融合平台的设计方案,建立车站统一的三维可视化虚拟地理环境模型,将分镜头监控视频融入其中,为用户提供车站全局监控视野,减轻传统分镜头监控系统给用户带来的认知负担。同时将客运、消防等设备的管理数据汇聚融入场景模型中增强显示,实现多类业务数据的整合,辅助车站业务管理,实现管理者对车站管控的可视化、动态化、全局化和智慧化。三维虚拟场景的构建、视频与三维场景的融合方法是平台建立需要解决的关键问题。

## 2 技术方案

### 2.1 GIS+BIM 集成的三维虚拟场景构建

视频监控管理系统遇到的技术瓶颈是视频图像在监控地点或场景中的定位,而 GIS 附带的地理位置信息能很好的解释这些视频图像。视频影像与地理数据集成不仅有助于克服传统监控画面缺乏相互关联的应用局限性,还可以实现运动目标的识别与跟踪量测、查询与统计等,提高视频监控的综合管理和分析能力。

大型铁路客站根据建设范围,对车站所管辖的室外区域三维 GIS 模型可直接使用数字地球中的场景进行构建,这些 GIS 内容支持基础的地图操作,例如缩放、测量等功能。以三维数字地球为三维场景,不需要花费大量投入制作大区域范围的三维

地理模型,但由于三维数字地球侧重于大范围地形及海量模型数据的表达,对于细节存在较大的不足,车站内部三维空间位置、结构关系及配套设施的相关信息等使用数字地球无法表达。

BIM 建筑信息模型包含了物理、几何、规则等丰富的建筑空间语义信息,精细程度高,应用于单体建筑物等小范围综合体,弥补了 GIS 在细节表达上的不足。目前,大型客站均会建立站房 BIM 模型进行项目设计的全生命周期管理。因此,提出采用 GIS+BIM 的方式创建车站视频融合平台三维虚拟场景。

BIM 和 GIS 都依赖于各自的数据格式,IFC 提供了城市地理标记语言 GML 的语义映射规则,是 BIM 数据的通用格式,BIM+GIS 的集成即 BIM 数据与 GIS 数据的集成,对这两种类型的数据分别进行处理,把 3D GIS、BIM 分别转换成 3D GIS 技术引擎所支持的 glTF 数据格式,实现两种不同来源的数据格式的最终统一。

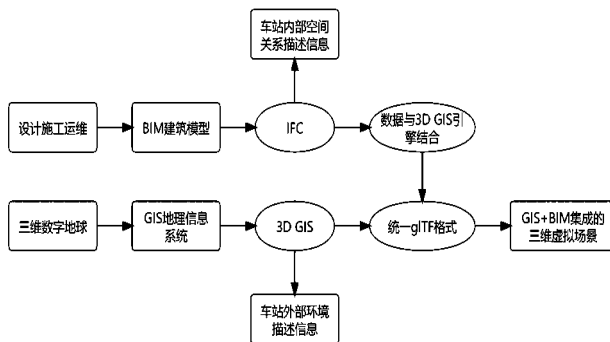


图 1 BIM 与 GIS 的集成方式

BIM 技术与 GIS 技术集成充分结合了各自的优势,为车站视频融合显示搭建了一个融合室内室外数据一体化表达的统一管理平台。

### 2.2 视频与三维场景融合

视频融合是一种将摄像机真实监控视频与三维虚拟场景集成的技术,目的为建立直观的、符合人类三维认知习惯的监控场景。主要解决方法有视频标签索引法、全景视频拼接法、投影纹理映射法等。视频标签索引法是目前最为常用的方法,该方法对摄像机标记后进行资源上图,在三维场景中显示出所有摄像机的位置和方向,用户可对摄像机的布置情况有一个全面的了解,当选定某个特定摄像机后即可对其监控画面进行查看,但摄像机的监控画面与三维场景以及各个摄像机的监控画面之间依

收稿日期:2023-04-13

作者简介:雷颖思(1989-),女,湖北武汉人,硕士研究生,工程师,研究方向:铁路通信、信息设计研究。

旧是分开的。全景视频拼接法对空间上连续、可配准的监控视频图进行对齐和拼接,形成宽视角全景图。该方法拼接画面容易形成桶形畸变,且该方法下,用户只能以拍摄点视角进行浏览。投影纹理映射法将视频以投影方式实时嵌入到三维场景中,完全脱离传统的以摄像机为中心的视频监视模式,用户能够以不同于物理摄像机真实视角的虚拟视角进行视频图像浏览。

铁路车站包含大量摄像机资源,大型客站旅客服务信息系统接入的视频监控点位可达上千路,一次性将所有监控画面实时注册到三维场景中将会给系统带来巨大的处理压力,这显然是不合理的。铁路车站的视频监控系统主要覆盖站前广场、检票口、安检区、售票区、候车区、扶梯、垂直电梯、通道、站台、出站口、办公区等场所。对于三维交互场景,用户不会总是要求全局查看,用户的视域范围也不会一次覆盖整个三维环境,因此针对车站不同区域采用不同的视频融合方法。单个摄像机能覆盖的小范围空间如售票区、机房、扶梯、垂直电梯、通道、办公区等采用视频标签地图法,对这些区域的摄像机进行资源上图显示;监控范围较广、需要把握全局态势的进站广厅、候车大厅、落客平台等区域采用投影纹理映射方法,当用户选择进入相关区域时,将能完整表达这些区域整体情况的多路二维图像序列融合成完整的图像并投影至这些区域,形成关于该区域的新的虚实结合的监控场景,对不在用户当前浏览视域范围内的摄像机则不做投影。

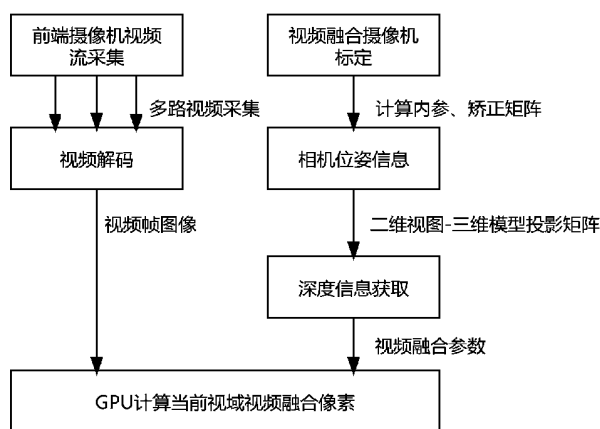


图2 视频融合实施步骤

车站视频摄像机的基本特征是安装在固定的位置,因此在摄像机安装过程中即确定了摄像机视点的位姿参数,这些参数是恒定的。对于带云台球型摄像机,可通过平移、倾斜和缩放对位姿参数进行转换。摄像机内参数(参数矩阵、畸变系数)由摄像机本身决定,只与摄像机本身有关,可由张正友标定法快速获得。完成相机内、外参标定后,即确定了相机的成像模型。成像模型可以将地理空间的三维坐标点映射为二维平面的像素点,即获得三维模型-二维视图映射矩阵及对应的二维视图-三维模型投影矩阵。进一步通过单应矩阵法获取深度信息,将屏幕坐标转换为世界坐标,实现视频与三维场景融合显示。具体实施步骤如下:

- (1)对需要进行投影融合区域的摄像机进行内参标定。
- (2)利用相机实际的安装位姿信息结合内参获得三维模型-二维视图映射矩阵及对应的二维视图-三维模型投影矩阵。
- (3)利用单应矩阵法获取当前视域深度信息。
- (4)纹理化操作,用以上二维视图-三维模型投影矩阵、深度信息将屏幕坐标转换为世界坐标,经光栅化后转换为显示

器屏幕上可见的像素。

需要注意的是,当观察者的视点与相机的视点对齐时,根据二维视图-三维模型投影矩阵、深度信息的投影是无视觉失真的,但随着观察者虚拟视点与相机视点偏离的增大,投影将会逐渐产生失真,当二者差异较大时,融合结果将会产生扭曲,因此,在实际应用中,当用户选择的虚拟视角超过一定阈值范围,系统则停止投影绘制。

### 3 系统设计

#### 3.1 平台架构

按照优化资源部署、各层面突出防范重点、逐层筛查隐患、纵深防范安全的原则,整体规划建设车站三维视频融合可视化平台,通过该平台完成系统内资源的调度、管理、展示功能。为铁路车站信息化、智能化建设提供保证。

平台充分利用客站旅服摄像机资源,将视频信息融入三维虚拟场景中进行展示,实现智能交互应用。平台划分为设施层、服务层、应用层以及用户层。

设施层接入各类设施,包括各种前端枪型摄像机、球型摄像机及半球型摄像机。

服务层负责汇聚接入各类数据,位于平台第二层,完成分散资源的集中管理以及集中资源的分散服务。前端设施层传入的视频信息、其他联动系统的传感数据信息/报警信息在该层进行实时处理、标准化转换和规范接入,从而实现对各类基础数据的信息管理,为应用层提供支撑服务、完成应用层下发的各类设施控制指令。

数据接入服务完成对所有设备采集数据的接入及基础处理工作,包括对前端接入设备进行注册、完成消息转发等。其中注册服务对接入设备的ID进行核验,保证只有系统认定的合法设备才能接入平台。消息转发服务则将平台消息根据业务功能需要在系统管辖域内进行转发。

媒体服务完成视频分发、存储和转码的功能。视频分发完成对接入视频流的数据复制,同时分发给管理域内的访问者。存储服务完成对既有历史数据的存储及快捷检索。转码服务则是实现流媒体网络协议的适配。

中心管理服务负责系统权限管理、日志管理、设备管理及用户管理。权限管理基于角色和范围实施访问控制。日志管理提供用户对日志的创建、使用、添加、清除等功能,并提供便于协助管理员便捷浏览和检索日志的不同操作界面。设备管理主要完成设备业务参数、产品认证信息的录入和设置。用户管理包括对使用系统的组织机构及个人的身份信息认证和设置。

应用层实现各类数据的分析和应用,以真实感3D GIS引擎、三维融合引擎、多核并行计算、球机定位等核心引擎为基础,实现基于三维虚拟场景的资源管控、视频融合显示、球机协同追视、智能分析、多业务数据整合功能。

用户层平台支持多级用户共享资源,加强异构数据融合,消除传统意义上的信息孤岛,达成系统应用集成与共享;充分发挥平台信息汇集、统筹指挥的作用,多级用户共享资源、协同工作,增强各级中心日常管理和突发事件处置的反应能力。

#### 3.2 平台交互功能

基于三维虚拟场景的视频融合平台实现了车站摄像机资源的查询与导览、大范围监控区域的视频融合到虚拟场景显示,在此基础上平台添加实现自动巡检、目标跟踪、信息可视化与报警联动、历史事件回溯等功能。

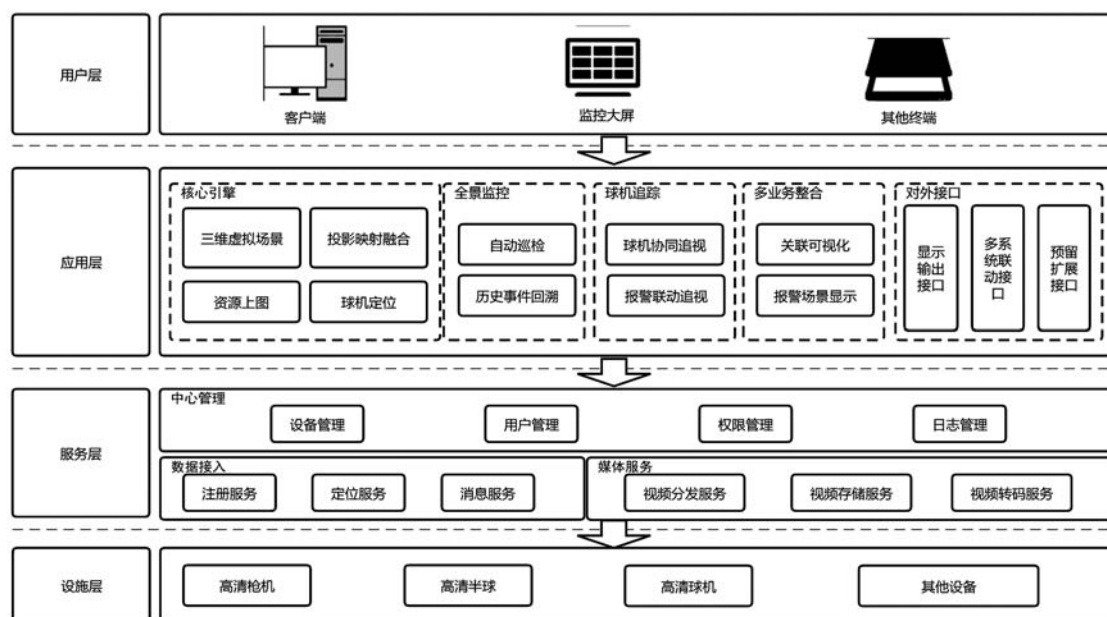


图3 视频融合平台架构

#### (1) 视频融合显示

视频融合显示包括视频资源上图、大范围监控区域的视频融合到虚拟场景显示及空间视频检索。用户既可对模型内所列摄像机资源进行选择查看,也可直接对想要查看的区域进行框选,框选后平台根据摄像机视域模型罗列出视域范围包含框选区域的摄像机列表及其监视画面。

#### (2) 自动巡检

结合综控指挥要求,在三维场景中设定日常巡检路线、巡检时间,系统按设定进行自动巡检,并展示与设定路线相关联的资源信息,减少人工现场巡检、减少操作人员频繁的视频切换操作,降低人工成本,提高管理指挥效率,便于及时发现问题。

#### (3) 目标跟踪

平台自动检测画面中的运动目标,监控人员在三维场景点击所需要观测的目标人员,系统即调用场景附近的球机协同追视,实现全景监控下球机协同追视或者报警信息联动球机协同追视。通过球机视频对场景细节信息进行精细观察,实现重点人员的接力跟踪及细节锁定。

#### (4) 信息可视化与报警联动

在车站视频融合平台中同时添加客运、暖通、消防等设施的三维标签、关联车站设备管理、结构健康监测、环境监测系统,当设备故障、结构变形、环境入侵等触发报警,系统可自动切换到对应的三维场景,便于管理人员实时掌控现场状态、及时处理报警信息,辅助场景认知和业务管理。

#### (5) 历史事件回溯

在平台存储中读入历史监控视频数据,并将其融合到三维场景中,通过时空关联对比,将历史事件进行整体跨镜头回放,直观地呈现历史事件的发生始末,提升历史事件查询效率。

## 4 结论及展望

本文通过基于 BIM+GIS 的大型客站三维虚拟场景的搭建,将车站室内室外三维数据一体化表达,并通过视频与三维场景的融合实现了大型客站视频管控的可视化、动态化、全局化和智慧化。视频与三维地理场景融合将是视频监控未来发展的重要方向,高效率快速融合算法、融合后的遮挡检测、畸变矫正及进一步提升虚实结合渲染效果是接下来研究的方向。

#### 参考文献:

- [1] 王鹏. 铁路客运智能视频监控系统研究[J]. 电子世界, 2020.
- [2] 王巍, 张沫, 任永健. 智能视频分析技术在铁路客站的测试研究[J]. 中国铁路, 2018(12):5.
- [3] 刘自飞. 客站设备智能运维平台设计与关键技术研究[D]. 中国铁道科学研究院.
- [4] 李君, 徐春婕. 智能客站设备大数据运维服务平台的设计与实现[J]. 铁路计算机应用, 2021, 30(9):6.
- [5] 宗文杰, 余青松, 张敏, 等. 基于 GIS 的视频监控系统研究[J]. 计算机工程与设计, 2011, 32(2):4.
- [6] 吴晶, 赵锐, 吴炬. 基于 GIS 平台的警用视频监控系统[J]. 中国安防, 2010(7):3.
- [7] 姜屹, 梁楚樵. 基于 ComGIS-MapX 的公安视频监控管理系统[J]. 武汉理工大学学报, 2007, 29(1):3.
- [8] 余亦豪, 谭冲, 周忠, 等. 虚实融合的实景视频 WebGIS 系统[J]. 系统仿真学报, 2018, 30(7):8.
- [9] 刘振东, 戴昭鑫, 李成名, 等. 三维 GIS 场景与多路视频融合的对象快速确定法[J]. 测绘学报, 2020, 49(5):12.
- [10] 马瞳宇, 崔静, 储鼎. 基于 WebGL 的实景三维场景与视频监控图像融合技术研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2020, 43(S01):4.
- [11] 叶松, 陈喆, 阚红涛. 海量视频流与三维场景实时集成技术[J]. 长江科学院院报, 2019, 36(11):5.
- [12] 宁泽西, 秦绪佳, 陈佳舟. 基于三维场景的视频融合方法[J]. 计算机科学, 2020, v.47(S2):291-295.
- [13] 刘信. 高铁车站视频融合智能监控系统技术研究[J]. 城市轨道交通研究, 2022(006):025.
- [14] 李瑞, 李平, 代明睿, 等. 基于铁路客站视频多视角特征图投影融合的人群密度估计模型[J]. 中国铁道科学, 2022(003):043.
- [15] 周忠, 孟明, 周颐. 支持大规模视频融合的混合现实技术[J]. 中兴通讯技术, 2017, 23(6):5.
- [16] 冯卓明, 彭梦琳. 实时全景视频拼接技术研究[J]. 软件导刊, 2017, 16(8):3.
- [17] 陈凌颖, 杨世武. 铁路视频监控中基于多算法结合的图像拼接[J]. 电子测量与仪器学报, 2012, 26(3):7.
- [18] 柴少强, 王雪, 朱星昊. 基于三维全景视频融合技术的全时空监控方法关键技术探讨[J]. 科技创新与应用(012-012).