

Research on the Application of 3D Modeling Combined with SkyNet Images in the Visualization of Criminal Investigation Trace Evidence

Guang Lin Linjian Yu

Lishui Public Security Bureau Liandu Branch, Lishui, Zhejiang, 323000, China

Abstract

With the accelerated digital transformation of criminal investigation work, the traditional on-site investigation model is confronted with challenges such as inaccurate spatial reconstruction, low investigation efficiency, and non-intuitive evidence presentation. The 3D modeling technology, with its advantages of precisely replicating spatial layouts and fully preserving on-site information, offers a brand-new solution for criminal investigation on-site investigations. This technology can construct three-dimensional real-scene models based on on-site collected data, accurately reproducing the object layout, spatial relationships, and environmental features of the crime scene, providing scientific support for on-site examination, case analysis, and court evidence presentation. This paper, based on the practical demands of criminal investigation on-site investigations, integrates 3D modeling technology with criminal investigation scenarios, focusing on the core goals of on-site reconstruction and application efficiency improvement, explores the application paths, system construction, and optimization strategies of 3D modeling in criminal investigation on-site investigations, providing technical references for promoting the digital and precise transformation of criminal investigation on-site investigations.

Keywords

3D modeling; Skynet image; Criminal investigation work; Trace evidence Visualization

3D 建模结合天网影像在刑侦痕迹物证可视化中的应用研究

林广 余林健

丽水市公安局莲都区分局, 中国·浙江 丽水 323000

摘要

随着刑侦工作数字化转型加速, 传统现场勘查模式面临空间还原不精准、勘查效率低、证据呈现不直观等挑战。3D建模技术凭借精准复刻空间格局、完整保留现场信息的优势, 为刑侦现场勘查提供了全新解决方案。该技术能够基于现场采集的数据构建三维实景模型, 真实还原案发现场的物体布局、空间关系及环境特征, 为现场勘验、案件研判与庭审示证提供科学支撑。本文立足刑侦现场勘查实战需求, 融合3D建模技术与刑侦工作场景, 聚焦现场还原与应用效能提升核心目标, 探究3D建模在刑侦现场勘查中的应用路径、体系构建及优化策略, 为推动刑侦现场勘查向数字化、精准化转型提供技术参考。

关键词

3D建模; 天网影像; 刑侦工作; 痕迹物证; 可视化

1 引言

随着中国社会治安治理体系现代化进程加快, 公安天网工程已构建起覆盖城乡的高清影像监控网络, 成为刑侦工作获取线索、固定证据的核心载体。痕迹物证作为刑侦破案的“生命线”, 其提取、固定、研判的精准度直接决定案件侦破质量。3D建模技术能够打破传统模式局限, 通过数字化手段完整复刻案发现场, 为勘查工作提供多维度、可交互的三维场景, 成为提升刑侦现场勘查效能的重要技术支撑。在此背景下, 如何构建科学高效的3D建模应用体系, 推动

技术与刑侦现场勘查实战深度融合, 成为刑侦工作数字化转型的重要课题。

2 D建模结合天网影像的刑侦痕迹物证可视化体系构建

2.1 体系构建目标与原则

2.1.1 构建目标

本体系构建的核心目标是依托3D建模技术, 实现刑侦现场的“精准化复刻、数字化留存、高效化勘查、合法化示证”, 打破传统现场勘查的时空限制, 提升现场信息采集、分析、应用的全流程效能, 为案件侦破提供坚实技术支撑, 推动刑侦现场勘查向数字化、精准化转型。同时, 通过优化

【作者简介】林广(1980—), 男, 中国浙江丽水人, 本科, 中级, 从事影像技术研究。

部门协同机制，实现技术资源与实战需求的高效匹配，降低办案成本，缩短办案周期。

2.1.2 构建原则

合法性原则：严格遵循《刑事诉讼法》《公安机关办理刑事案件程序规定》等法律法规，确保天网影像采集、3D建模、痕迹提取等全流程符合证据标准，保障痕迹物证的法律有效性；实用性原则：立足刑侦实战需求，构建操作便捷、高效适配的应用体系，避免技术复杂化，确保基层刑侦人员能够快速掌握、熟练应用；精准性原则：强化影像原始性保障与3D建模精度控制，确保模型能够真实、精准还原案发现场与痕迹物证，为研判提供可靠依据；安全性原则：构建全流程数据安全防护体系，保障天网影像、3D模型等敏感数据的安全，防止数据泄露、篡改，符合公安数据安全要求^[1]。

2.2 全流程应用体系设计

2.2.1 天网影像采集与原始性预处理

第一步，数据采集优化。刑侦勘查人员根据案件类型与现场情况，制定数据采集方案，采用激光雷达扫描设备获取现场空间结构点云数据，同步通过高清拍照设备采集现场物体表面纹理、环境细节等图像数据，补充人工测量的关键尺寸数据（如物体间距、空间高度、痕迹位置坐标等）。采集过程中，重点覆盖案发现场核心区域、关键物体及潜在关联区域，确保数据完整覆盖勘查需求。同时，记录数据采集元信息（采集时间、设备型号、采集人员、坐标基准点），为数据溯源提供依据。

第二步，数据预处理。科信部门协助勘查人员对采集的点云数据与图像数据进行筛选提纯，剔除干扰数据、模糊图像及冗余信息；通过点云去噪、配准技术优化空间数据，修正图像畸变，统一数据坐标系，确保多源数据的一致性；对关键区域的图像数据进行增强处理，强化细节特征，为后续建模提供高质量数据支撑。

2.3 D建模流程设计与实现

基于现场采集的多源数据，结合刑侦现场勘查需求，设计“数据整合-特征提取-模型构建-模型优化”的3D建模流程，确保模型精度与实战适配性。

数据整合阶段：将预处理后的点云数据、图像数据、测量数据进行融合关联，建立数据映射关系，构建建模基础数据库，明确模型构建的空间范围与细节精度要求。

特征提取阶段：采用智能特征提取算法，从整合数据中提取案发现场的关键空间特征（如墙体轮廓、门窗位置、物体形态）与关键物体特征，标记核心勘查对象的位置信息；通过多源数据匹配技术，建立特征点之间的空间关联，构建初步的现场空间结构框架。

模型构建阶段：采用“激光雷达点云建模+图像贴图”的主流技术方案，基于点云数据构建现场空间结构模型，还原三维空间格局；将高清图像纹理映射至结构模型表面，提

升模型的真实感与细节还原度。建模过程中，以人工测量数据为基准，实时校准模型尺寸与空间关系，确保模型与现场实际情况一致，关键物体的位置、形态精准复刻。

模型优化阶段：对初始模型进行轻量化处理，剔除冗余数据，简化非关键区域复杂度，提升模型加载与操作效率；针对核心勘查区域（如作案遗留区域、关键物体周边）进行细节强化，确保重点区域的纹理清晰度与尺寸准确性。优化后的模型需支持旋转、缩放、剖切、距离测量等交互操作，满足多视角勘查与数据分析需求^[2]。

3 痕迹物证可视化呈现与刑侦应用

基于优化后的3D模型，构建多维度痕迹物证可视化呈现方式，适配刑侦各环节工作需求，实现技术与实战的深度融合。

现场勘验可视化：刑侦人员通过3D模型开展远程勘验与现场复核，无需反复进入案发现场，规避二次勘验对现场的破坏。模型可清晰呈现痕迹物证的空间分布、相互关联关系（如足迹与作案工具的位置关系、血迹喷洒轨迹与打斗场景的关联），刑侦人员通过标注功能，标记痕迹物证位置，提取尺寸、角度等关键数据，生成勘验报告，大幅缩短勘验时间，提升勘验效率。

痕迹研判可视化：针对复杂案件，刑侦人员依托3D模型开展沉浸式研判，通过模拟作案人员的行动轨迹、作案过程，还原案件发生经过。例如，结合天网影像中的人员动作与3D模型的空间结构，分析作案人员的进出路线、作案手法，锁定关键痕迹物证；通过模型比对技术，将不同时段的影像转化为3D模型，对比现场物体位置、痕迹形态的变化，发现隐藏线索。

庭审示证可视化：将3D模型作为庭审示证材料，通过投影、VR设备等方式，向法庭直观呈现案发现场格局、痕迹分布及作案过程。相较于传统二维影像，3D模型能够让法官、陪审团更清晰地理解痕迹物证的关联性、证明力，强化示证效果，提升案件审理效率。同时，附带的影像原始性验证报告，可证明模型数据的合法性，增强证据说服力。

4 部门协同与数据安全治理

建立常态化部门协同机制，明确刑侦与科信部门的职责分工，实现技术应用与实战需求的高效衔接。刑侦部门成立专项小组，负责影像提取、建模需求提出、模型应用与反馈；科信部门组建技术支撑团队，负责设备运维、影像原始性保障、建模技术优化、数据安全防护，针对刑侦部门的反馈及时调整技术方案。建立定期沟通会议制度，每月开展工作对接，梳理应用过程中的问题，优化协同流程。

强化数据安全治理，构建全流程安全防护体系。科信部门搭建专用数据流转平台，实现天网影像、3D模型等数据的加密传输与存储；设置分级访问权限，刑侦人员仅可查看、提取与案件相关的数据，不可篡改、导出敏感信息；建

立数据操作日志制度,记录每一项数据操作,实现全流程溯源。同时,定期开展数据安全检查,排查安全隐患,防止数据泄露、丢失^[3]。

5 应用过程中存在的问题与优化策略

5.1 存在的主要问题

5.1.1 建模精度与效率失衡,影像适配性不足

当前应用中,3D建模精度与效率存在一定矛盾,高精度建模(如激光扫描建模)需耗费大量时间与设备成本,难以适配紧急案件的侦查需求;而快速建模技术(如摄影测量建模)的精度受天网影像质量影响较大,对于模糊影像、监控角度单一的场景,建模精度不足,无法满足痕迹研判需求。同时,部分老旧天网设备采集的影像分辨率低、畸变严重,与3D建模技术的适配性较差,需额外投入大量时间进行影像预处理。

5.1.2 基层刑侦人员技术素养不足,部门协同衔接不畅

3D建模与影像处理技术对操作人员的专业素养要求较高,但基层刑侦人员多缺乏系统的技术培训,仅能开展基础的模型查看操作,无法独立完成影像筛选、模型优化、痕迹提取等复杂工作,过度依赖科信部门的技术支撑。同时,部分地区刑侦与科信部门的协同衔接不够顺畅,存在需求反馈不及时、技术支撑滞后等问题,影响技术应用效率。

5.1.3 标准体系不完善,数据共享存在壁垒

目前,中国尚未形成3D建模结合天网影像在刑侦应用中的统一技术标准,不同地区公安部门采用的建模技术、影像处理规范、模型格式不一致,导致跨区域案件协同侦破时,模型数据无法互通共享,影响侦查工作的协同性。此外,部分地区天网影像数据分散存储在不同部门,数据共享机制不健全,刑侦部门提取跨区域、跨部门影像数据时流程繁琐,耗时较长^[4]。

5.2 优化策略

5.2.1 研发适配刑侦需求的智能建模技术,升级天网设备

科信部门联合科研机构,研发“高精度+便携化”的一体化现场建模设备,优化设备体积与操作流程,提升在复杂场景下的适配性;融合AI智能算法,开发自动化数据处理系统,实现点云去噪、图像配准、模型构建的智能化处理,缩短建模周期,实现“快速采集+高效建模”的平衡,适配不同紧急程度的案件需求。同时,优化模型轻量化技术,在保证核心区域精度的前提下,降低模型数据量,提升传输与加载效率。

5.2.2 加强技术培训,完善协同机制

建立常态化技术培训体系,由科信部门定期对基层刑侦人员开展培训,内容涵盖天网影像提取、3D模型操作、痕迹可视化研判等技能,提升刑侦人员的技术素养,使其能够独立完成基础的技术应用工作。优化部门协同机制,搭建线上协同平台,刑侦人员可通过平台实时反馈需求、上传数据,科信部门在线提供技术支撑,实现需求对接、问题解决的快速响应。建立考核激励机制,将技术应用成效纳入刑侦与科信部门的工作考核,提升部门协同积极性。

5.2.3 制定统一技术标准,打破数据共享壁垒

由上级公安部门牵头,制定3D建模结合天网影像在刑侦应用中的统一技术标准,明确影像采集规范、建模精度要求、模型格式标准、数据安全规范等内容,实现跨区域、跨部门的数据互通共享。构建一体化天网数据共享平台,整合各部门、各区域的天网影像数据,采用加密技术与权限管理机制,实现刑侦部门对跨区域影像数据的快速提取与使用,打破数据共享壁垒。同时,建立跨区域协同办案机制,依托统一的3D模型标准,实现案件的协同研判与证据共享。

6 结语

本文通过对3D建模结合天网影像在刑侦痕迹物证可视化中的应用研究,构建了以刑侦实战需求为核心、部门协同为支撑、技术融合为手段的完整应用体系,明确了天网影像原始性保障的核心要点、3D建模的适配流程及痕迹物证可视化的应用场景,该技术融合应用能够有效突破传统二维影像的局限,精准复刻案发现场与痕迹物证,提升刑侦工作的勘验效率、研判精度与示证效果,为案件侦破提供坚实技术支撑。同时,需进一步加强技术创新与标准完善,解决建模精度与效率、数据安全与共享等核心问题,推动技术应用的规范化、规模化,让3D建模与天网影像融合技术成为刑侦工作的核心赋能手段,为打击犯罪、维护社会稳定提供更加有力的支撑。

参考文献

- [1] 邢虹霞,李鹏真. 刑侦背景下利用痕迹检验技术提高证据质量[J].法制博览,2024,(28):82-84.
- [2] 孙晓群,王蕾,向蓉,等. 指纹痕迹检验在刑侦技术中的实用探讨[J].法制博览,2023,(18):97-99.
- [3] 冯建中,李杰. 浅谈如何利用痕迹检验技术提高刑侦证据质量[J].法制博览,2020,(17):184-185.
- [4] 乔超洁. 如何提高指纹痕迹检验的刑侦技术有效性[J].法制博览,2019,(06):138-139.