

Exploration of Intelligent Patrol Inspection in Xinzhuang Metro Upper Cover Project

Liqi Xu Yibei Jiang Tianpu Xie

Shanghai Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200080, China

Abstract

With the development of the whole construction industry stepping into the big wave of digital transformation, it is a general trend of industry development to use the automation of intelligent safety monitoring system to replace the traditional mode of manually going to the site to check the safety situation. However, the general on-site safety officer to inspect the safety situation has the problems of troublesome and time-consuming recording methods and more manpower consumption. Therefore, a set of intelligent patrol inspection system based on panoramic hardware + AI algorithm, after adding BIM model linkage to the mobile management end, managers can more conveniently and accurately view the location of hidden dangers on the three-dimensional visualization interface. This kind of intelligent supervision can trace the whole construction process, predict the causes of accidents, and make certain early warning measures to reduce accident losses.

Keywords

intelligent patrol inspection; Architectural visualization; AI algorithm

智能巡检在莘庄地铁上盖项目中的探索

徐黎祺 蒋沂倍 谢天璞

上海建工集团股份有限公司, 中国 · 上海 200080

摘 要

随着整个建筑业的发展步入数字化转型的大浪潮之中, 利用智能安全监测系统的自动化替代传统的靠人工去现场查看安全情况的模式是行业发展的大趋势。而一般现场安全员去巡查安全情况存在记录方式麻烦费时、人力耗费较多的问题。因此, 基于全景硬件+AI算法的一套智能巡检系统, 在移动端管理端加入BIM模型联动后, 管理人员就可以在三维可视化的界面上更加方便准确的查看到隐患所在的位置。这种智能监管可以留痕整个施工过程, 也可以预知事故发生原因, 并作出一定的预警措施来减小事故损失。

关键词

智能巡检; 建筑可视化; AI算法

1 引言

在国家“十四五”建筑业信息化发展规划的推动下, 建筑行业正经历着深刻的数字化转型。随着《智慧工地建设评价标准》等系列规范的出台, 以物联网、人工智能为代表的新一代信息技术正在重塑施工现场管理模式。

本文旨在探索通过智能巡检系统, 能够使项目管理者实现人力、机械和材料的精准调度, 有效规避资源配置失衡导致的进度滞后风险, 将施工成本控制在最优区间。另一方面, 借助 BIM+GIS 可视化平台, 施工单位可实时掌握施工

关键节点的完成情况, 通过数字孪生技术实现工程进度的还原, 大幅提升项目监管的透明度和决策效率。

2 工程概况

莘庄地铁站上盖综合开发项目, 位于莘庄 222 号地块, 总用地面积约 11 万平方米。将建设集住宅、商业、休闲于一体的“空中之城”, 涵盖了 5 万平方米的办公、14 万平方米的商场、2 万平方米的酒店、9 万平方米的住宅、8.5 万平方米的服务式公寓及 2 万平方米的公建配套, 是一套系统设施完善的综合体系, 它的创建将与仲盛商贸中心、南方商城和莘庄龙之梦商城相映成辉, 组成强有力的经济圈, 为上海第五副中心的时尚商贸环境增添浓重的一笔。

3 智能巡检系统

本文研究通过全景硬件和 AI 算法的结合, 实现对项目进度进行自动化、精细化管理的系统。目前常见的单兵巡检

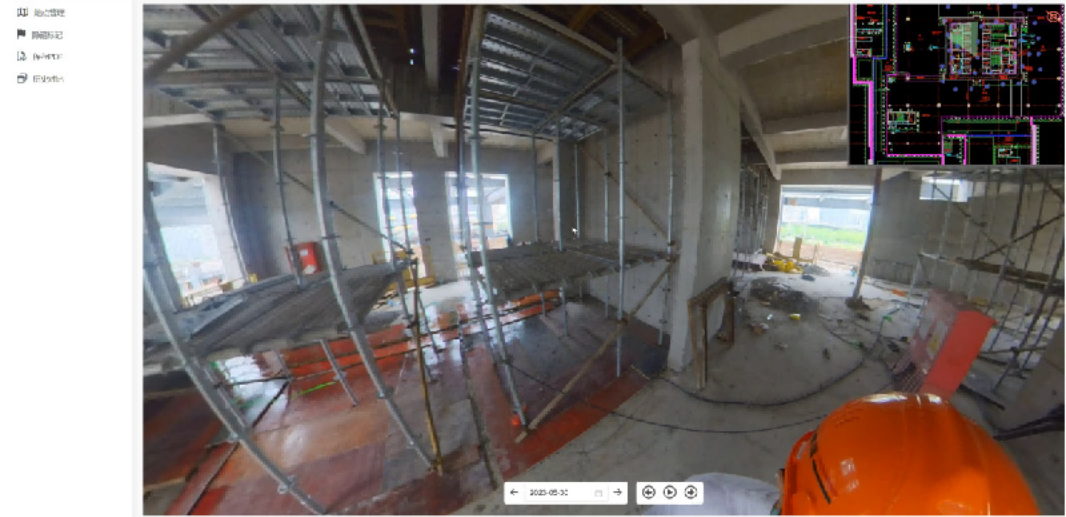
【基金项目】上海建工集团集成示范类科研项目课题（项目编号：15JCSF-02）。

【作者简介】徐黎祺（1997-），男，中国江苏宿迁人，本科，助理工程师，从事BIM及信息化管理研究。

设备均只具有 90-120° 的视角大小，只能查看到部分现场，而全景相机拥有上下和左右各 360° 视角，单帧影像就记录完整的现场信息，大大加速了现场记录的效率和完成性。本文通过使用全景相机与 VSLAM 算法（Visual Simultaneous Localization and Mapping）相结合，计算出相对的巡检路径，然后结合巡检的起始点，获得巡检路径和现场空间的映射，使每个全景图的位置都可以精确的表示在现场平面图上，并具有快速现场拍摄和自动定位的功能。

4 施工现场中智能巡检的应用探索

本文在莘庄地铁上盖项目中采用智能巡检系统。不仅可以查看到这些巡检成果，见图 1。而且还可以更好发挥出这个系统的优点，尤其应用到项目的安全管理上，将“现场”带进“会场”，管理人员可以通过这个方式，在大会上找到需要解决的质量、安全隐患等问题所在位置。保证每个环节每一步都可追溯，出现问题，可以查到具体问题出现的时间段、出现问题所在的节点等；另一方面也能方便数字化归档。



图一 智能巡检应用

4.1 巡检准备工作

每次巡检之前，必须预先上传相关楼层的 CAD 图纸。随后将相机与 APP 连接成功后，在上传的 CAD 中定位本次巡检初始点位。可手持相机或者固定在安全帽上，一旦启动巡检程序，即可在 APP 上实时看到当前的巡检位置和方向。

4.2 平台输出展示

在完成巡检后，可以点击结束按钮，此时系统会把本次巡检记录上传至智能巡检平台。用户可以在巡检记录内的任何一个巡检点添加质量、安全问题，之前有报告过的隐患或质量问题用红色标出，每一个巡检点均可进行点击进入查看本点的质量、安全问题，点击记录问题之后可以指定责任人，并且设置工作任务的开始日期和结束日期，按照待办事项状态分为 4 类：新建、进行中、待审批和已解决。待办事项由子系统根据当前时间状态来过滤，只需直接点击即可完成所有审批环节。不仅如此，系统的巡检视图还可以实现 360 度全景查看及无限放大缩小，对于一些不能到达现场进行验收的场景，也能够达到现场的检查效果，可以及时发现并纠正工作不到位的情况，避免错、漏、假问题发生，充分利用巡检模型的优势。

4.3 智能巡检与 BIM 模型联动

此系统可与 BIM 模型进行对比，在巡检之前先将要检查区域上传进 BIM 模型内，在已上传的 CAD 图纸及 BIM 模型中各自取用 2 个相同坐标点定位，实现巡检点位对应

BIM 模型的位置实现自动生成，完成一次完整的巡检后可以在同一个界面上显示对照视图将现场实际状况及 BIM 模型情况进行同屏对比、旋转型的显示方式可以方便人员快速查看存在偏差的现场与设计之间的差异，见图 2。特别适用于结构布置复杂、管道复杂的工程或者可以有效判断实际施工进度和计划进度的差别。

4.4 AI 与报告生成

本系统需要能够自动识别关键施工节点和工程阶段，并自动生成报告。施工节点和工程阶段都具有对应物料或者工序，通过 AI 语义分割识别这些特征，就可以确定当前全景图像中，施工所处的节点和阶段。

为了方便现场的管理人员直接查看所有日期合并的进度情况，该研究开发了报告自动生成模块。通过项目提供的报告模板，报告自动生成模块使用 node.js 作为运行服务支持，调用可以自由编辑 word 文档的 docx.js 组件，填入到进度报告模板中，之后可以进行下载。

4.5 智能巡检使用及测试

根据前面的研究方法完成开发后，本文在莘庄地铁上盖项目进行实地使用和测试，测试主要分成三个方面：现场全景巡检的可行性和稳定性；现场进度施工特征的识别效果；报告自动生成模块的导出结果。通过莘庄地铁上盖的项目人员使用全景巡检设备，由项目人员在日常去到现场时，进行全景巡检。

5 效益分析

5.1 提升施工效率和降低成本

智能巡检系统以智慧感知设备、自动检测平台的应用带动了施工现场安全生产的变革：用监控代替人眼，智能巡检代替传统巡查；通过实时获取多个维度的现场数据形成精准风险评估报告，以便管理人员发现问题并及时作出处理，避免安全事故的发生；基于智能手段进一步剖析每项施工操作的过程，寻找出大量施工生产、管理活动不合理之处并根据施工实际情况提出改进方案，从源头保证作业人员的安全生产，并通过优化施工生产、管理环节达到优化资源配置的目的。

5.2 智能巡检带来的社会价值

智能巡检系统不只是改变了技术或者技术创新，它其实是改变了整个建筑行业生态的格局。这种改变既提高了现场本质安全水平，而且利用了这样一种可视化和智能化的这种管理模式潜移默化地提升了社会上所有人群的安全生产意识，所以这也是促进建筑业的长期发展的新的动能。比如以下所述：

1) 面相业主方：业主可远程查看项目，随时了解项目的进度情况；掌握现场情况，项目进度款都有据可依，避免因现场施工不明而引起的责权利界定不清的造成施工预算错误或者施工风险；施工管理中每个环节存在的问题一目了然，针对性解决实际问题。

2) 面相总包方：巡检全记录，问题随时查，数字化记

录归档；双轨同屏，看到进度历史的走势对比，实现进度可视化，使用 AI 智能算法，对进度自动化的评估，工程量的上报是有依据的；数字化记录，现场出现问题责任是可以追到的，不再出现相互推诿的情况。

3) 面相运维方：运维阶段可以全程记录，并且问题发生时可以直接对出现问题的位置记录，并及时通知问题负责人，问题解决后，用工单的形式进行闭环处理；通过 BIM 模型查找出隐蔽工程和机电管线工程的位置，给巡检人员定位具体的问题点；定时统计分析阶段性存在问题，为以后的工作开展做好准备。

6 结语

智能安全巡检系统推动着建筑行业安全管理模式向现代化的方向迈进，利用物联网技术、人工智能技术将人、机、料等各自信息采集点集成起来形成的信息集合，在施工现场整个施工环节形成系统化的、智慧化的一个全方位、全流程管控闭环，避免了以前分门别类的操作步骤，弥补了人力有限和效率低下的缺陷；此外，系统不仅实现了场内多部门人员远程共同工作及实时视频监控，更是利用了人工智能预警算法进行系统性分析判断异常信息并及时提醒给有关单位人员，由系统的数据提供决策依据。依靠科技手段进行创新性的管理和实践应用能更好地解决建筑业长久以来一直存在的管理粗放问题，并能够帮助企业更好适应高质量发展的新局面，走向精细化管理的新模式。

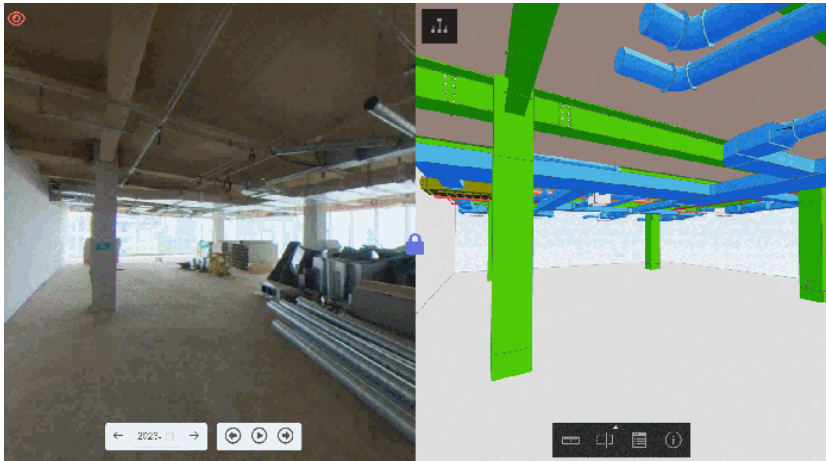


图2 巡检与 BIM 模型联动

参考文献

[1] 张晓东.智能安全巡检系统在施工现场环境下的应用及价值分析[J].建筑施工,2025,47(01):167-171.DOI:10.14144/j.cnki.jzsg.2025.01.036.

[2] 吴春晖,蔡永明.大型化工项目施工现场人工智能管理的运用[J].建筑安全,2019,34(11):22-24.

[3] 许梦甜.基于多种信息技术集成的智慧工地平台构建与应用研究[D].内蒙古科技大学,2024.DOI:10.27724/d.cnki.gnmkg.2024.000544.

[4] 沈夏磊.基于BIM+智慧工地精细化项目管理决策平台的研究与应用[J].工程质量,2023,41(11):53-58.

[5] 孙筱涵,高涛.人工智能在建筑领域的应用研究[J].智能城市,2023,9(05):69-71.DOI:10.19301/j.cnki.zncs.2023.05.021.