

BIM+ 三维扫描 &MR 技术在古建筑的应用研究

蔡李达 孙国行 孙进 顾浩然 王建旭 孙智鑫

(南通理工学院, 江苏 南通 226000)

【摘要】我国古建筑物数量众多,但在对古建筑进行修复、乔迁等保护工作时由于大部分的古建筑物缺少相关图纸,因此在施工过程中有一定困难。而如今先进的数字化技术为古建筑保护工作提出新的思路,本文以江阴市保护建筑新桥为例,阐述利用三维扫描技术对现场进行扫描,并利用逆向建模技术得到与古建筑相贴合的三维模型,最后利用MR技术实现虚拟与现实进行交互的过程。经研究表明,通过以上的过程,可以有效地减少古建筑保护工作中的错误,提高效率。

【关键词】古建筑; 三维扫描技术; BIM 技术; MR 技术

引言

古建筑是中国历史文化的重要组成部分,是研究中国古代社会、文化和历史的宝贵资料,能促进文化传承和历史意识的培养。但是在时间的作用下,古建筑收到了不同程度的破坏^[1]。一方面是自然环境造成的,另一方面是由于人为破坏。而且随着城市化的发展需求,许多古建筑物将迎来被整体搬迁的处境。这使得对古建筑的保护工作困难重重且迫在眉睫。

现有的保护方法包括使用传统的测量方法对古建筑进行测量、记录。然而传统技术存在其局限性,无法获得其全面的数据,且若操作不当,还会对建筑造成二次破坏。而随着科技的发展,三维扫描技术逐渐兴起。凭借其精度高、非接触性、效率高等优势^[2]在建筑领域得到了广泛应用,同时该技术在古建筑保护方面有着重要意义。我国古建筑构件丰富且结构复杂,在对古建筑进行修复,安装时可能会出现构件缺少与安装错误等情况。针对此问题,本文也通过MR技术研究在施工过程中减少误差,提高古建筑的施工效率与整体效果。

一、技术概论

(一) BIM+ 三维扫描技术

三维扫描技术又被称为实景复制技术,是近年来出现的一门新技术,广泛应用于建筑行业。该技术能够对空间范围内的物体的外形、结构、色彩进行全方位、大面积、高分辨率地快速扫描,快速地获得物体表面的空间坐标的技术,将实物转化为虚拟三维影像模型。经验证,通过三维激光扫描技术

建立出的三维模型相较于通过传统的测量工具得出的二维图纸(如CAD出图),对于古建筑保护工作的指导更加可靠。

建筑信息模型(BIM)是一种数字化管理方法,涵盖了建筑物计划、设计、施工,维护等全生命周期。其核心是一个数字化的三维模型,提供了一个信息共享的平台,实现了施工各阶段的相互协作与管理。在本文中BIM技术主要应用于逆向建模工程,通过三维扫描采集的数据并结合相关软件,在没有相关建筑图纸的前提下,精确复原出建筑物与构件的三维模型。

(二) MR 混合现实技术

MR技术,相较于VR技术,其优势可以将现实与虚拟进行结合,使用户能够感受到现实的事物的同时,也能够获取虚拟世界中相应的信息,实现虚拟世界和现实世界的交互。通过这项技术我们可以将把“虚”的三维数字模型和“实”的施工场景进行叠加,在施工场地中设计出一个虚拟的场景信息,辅助施工人员更加精准的完成古建筑物的搬迁工作。

二、工程实例

(一) 工程概况

有一工程名为“新桥迁建保护工程”,新桥是江阴市境最西北边缘的一座古桥,其始建于明崇祯年间。桥身在抗日战争时期被炮弹轰炸过,桥身严重损毁,西侧桥台缺损严重,山花墙石块缺失,桥心石缺失,踏步破损、开裂、缺失,地袱发生位移,山花墙变形,拱券底券板损毁严重,桥面被杂草、树木覆盖等一系列问题使该桥已成为了危桥。为了

保护该桥，延续该古桥的真实历史和价值，将对此桥进行迁建。

（二）施工的重难点

新桥缺少结构图纸，年久失修且内部破坏程度不明，现场施工环境复杂多变，在数据采集阶段避免与建筑直接接触，减少对建筑的二次破坏，采用传统全站仪方法效率低且存在测量死角，施工场地小且相关数据采集难度较大。

而在拆卸运输安装过程中难度同样不小，由于无法确定桥体的牢固程度，桥体可能随时坍塌，需要按照桥体结构顺序依次拆除并安装，而砖块众多且形状不一，对应位置也不一样，如搭建顺序出错则桥体无法完成搭建。

三、三维扫描技术在古建筑保护的应用

（一）数据采集与处理

由于现场作业环境狭小，因此在进行扫描作业前要对现场进行勘察，在保证测量数据完整性以及精确度的前提下，合理设置测站以及靶标位置以及数量，节约扫描时间，提高工作效率。

在处理过程中，由于人为、环境因素导致获得的扫描数据会存在噪点和空洞等现象，对最终的结果造成影响。所以待测量完毕后，通过 FARO SCENE 软件对每个测站的数据进行自动拼接后，通过过滤、去噪等一系列方法，去掉树枝杂草等干扰数据，使数据更加完善。确认数据完整无误后，对数据进行上色，确定坐标系以及高程等处理。最后导出可被 REVIT 识别的 rcs 格式文件。处理完毕后的点云模型如图 1 所示。

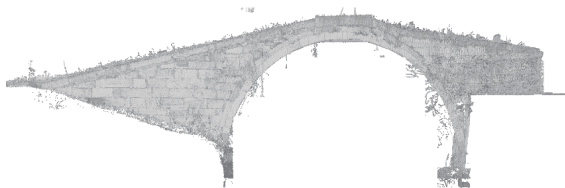


图 1 点云模型

（二）模型建立与分析

在 REVIT 中导入处理完毕后的点云模型，使它们处于同一坐标系^[3]，再通过 As-built 插件依据点云模型逆向建立桥体 BIM 模型。桥体的主要结构为砖石，但是由于桥体经过长时间的风化、侵蚀等作用，青石破损严重，导致每块砖石尺寸不一。为防止重建时砖石放置错位导致桥体无法契合，可以

利用 BIM 技术建立参数化构建族库，在基于公制常规模型的族样板中建立不同的几何构件。运用 BIM 排砖的功能，将这些砖石重新调整并补齐缺少的砖石，使其能够组成一个完整的桥体，该方法减少了后期的材料浪费与二次搬运，降低成本并节约时间。图 2 为桥体 BIM 模型。

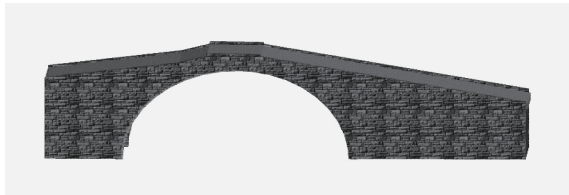


图 2 BIM 模型

同时可以利用 REVIT 软件自带的出图功能^[4]，导出桥体的结构图纸。REVIT 有强大的联动功能，修改一处，处处修改，避免了图纸错误。模型完成则代表全套施工图的完成。相对于传统制图，BIM 出图效率更高。从数据采集到输出图纸，采用 BIM+ 三维扫描的技术可以更高效更精确完成。该技术对古建筑保护提供了便利条件，同时其数据提供了数字档案，可以为其他古建筑保护方案提供参考。

四、MR 技术在古建筑保护的应用

（一）古建筑模型的导入

在已创建好的 BIM 模型的基础上，通过 Revit 将其导出为 FBX 格式文件，再将其导入 3DsMax 软件中对桥体模型进行材质修改以及贴图渲染等工作后再导出到 Unity3D 软件中，最后通过 C# 语言编译到 HoloLens 系统中，最终实现以微软开发的 HoloLens 眼镜（图 3）为基础将 MR 技术应用到古建筑乔迁中。



图 3 HoloLens 眼镜

（二）MR 的应用研究

1. 基于 MR 技术的仿真模拟训练

利用 BIM 技术、三维扫描与 HoloLens2 可以搭建出一个混合现实的古建筑拆安装仿真系统，

通过 C# 语言编译将三维模型及其相关信息导入 HoloLens 系统中, 可以使 HoloLens 眼镜的佩戴者能够在模型上的局部部件进行互动操作。例如在导入要施工的古建筑模型后, 可以将其中的构件进行拆分再安装工作, 使施工人员可以在施工前提前体验古建筑拆安装的相关流程, 从而可以实现提前规避施工过程中可能出现的错误。

2. 基于 MR 定位漫游功能

通过微软开发的 HoloLens2 眼镜可以实现启动时自动扫描现场施工环境, 通过实时建模的方式快速生成周边的三维环境模型, 从而在现实施工场景中与我们导入的古建筑模型精确定位并叠加, 这种叠加方式能够使施工人员快速定位现实场景中待拆分构件的位置, 从而大大提高古建筑乔迁的施工效率。

3. 基于 MR 技术的远程指导

HoloLens 系统中兼有远程指导模块可以实现眼镜端与手机端、平板端、PC 端的多项连接, 且各端口可以共享 HoloLens2 眼镜中所展现的场景影像和音频数据, 同时还支持图片、文档、视频的互相传输与浏览, 还可以对眼镜所共享的影像画面进行实时标注。在古建筑的乔迁工作开展的过程中, 施工人员可以通过 HoloLens2 眼镜与专业的指导人员进行远程互动, 指导人员可以通过 PC 端实时看到眼镜端使用者当前的视野, 并通过 PC 端与眼镜端进行语音交流并对施工错误点进行标注, 从而达到远程指导的效果。

4. 基于 MR 技术的后期检修

以木制结构的检修为例子, 通过 MR 技术将需要检修的三维模型在 HoloLens2 眼镜中显示, 并通过定位功能与现实施工场景中的木质层结构进行叠加, 通过 HoloLens2 眼镜扫描现实场景中的木制结构, 可直接获得其中所有的木制结构的编号及其材质等基本信息, 通过扫描获取的监测信息, 自动标记已破损或发生位移的构件。检查完毕后, 检修人员可以对标记的构件进行针对性维修, 从而大大减少了检修的难度与时间。

5. 基于 MR 技术的保护传承

众所周知, 建筑的承载能力是有限的, 超出它的能力就会对古建筑造成一定的破坏和影响, 因此为了避免这种影响, 景区一般会对旅客的人数进行严格的把控, 甚至是禁止对外开放, 这些手段虽然在一定程度上保护了古建筑, 但是也在一定程度上泯灭古建筑

历史的教育意义。而 MR 技术为其提供了一种解决办法, 利用其混合现实技术将虚拟世界、现实世界和用户之间搭起一个交互反馈信息的桥梁从而实现使用者从视觉、听觉等多角度“身临其境”的感受古建筑带来的美感和其背后深厚的历史底蕴^[5]。

五、结论与展望

本文通过对三维扫描与 MR 技术的研究, 说明了该技术在古建筑保护领域是可行的, 但目前所配套的 HoloLens2 眼镜还存在一些问题, 例如在系统运行时对网络信号的强度依赖性较大, 操作界面不流畅, 设备兼容性较差。但是总的来说利用三维扫描+MR 技术开发的功能还是能够解决古建筑施工时所产生的问题, 三维扫描+MR 技术必将在古建筑物施工领域中引起重大的影响^[6], 为古建筑领域的智能化发展提供一个更加可行有效的思路。

参考文献:

- [1] 柳红明, 徐天莹. 古建筑保护修复技术及加固方案研究 [J]. 城市住宅, 2016, 23(07): 48-50.
- [2] 张理想, 刘俊杰, 崔天义等. BIM+ 三维扫描技术在施工质量控制中的应用 [J]. 施工技术 (中英文), 2023, 52(05): 49-52.
- [3] 王志明, 刘天雪, 宋萍萍等. 三维激光扫描技术在基坑阶段实测量中的应用分析 [J]. 建筑技术开发, 2022, 49(17): 100-102.
- [4] 孙文, 刘赞, 杨全兵. 基于 BIM 技术及三维激光扫描技术的古建筑修复保护研究 [J]. 中国建材科技, 2019, 28(03): 144-145.
- [5] 郭砚睿, 焦笑航, 张梦浩等. MR 与 BIM 技术在古建筑展示与保护中的应用 [J]. 四川建材, 2023, 49(04): 62-64.
- [6] 欧阳帆. 数字媒体技术在古建筑保护中的应用探究 [J]. 收藏与投资, 2021, 12(7): 116-119.

基金项目: 本文为南通理工学院大学生创新创业训练计划项目资助项目: 《基于 BIM+ 三维扫描对于古建筑的修复》(立项号 202312056048Y) 阶段性研究成果之一。

作者简介:

蔡李达 (2003) 男, 汉族江苏苏州人, 本科, 从事建筑施工方面研究。