

基于虚拟智能化空间运作研究的全息智能服务员设计

田宇轩, 郑绍江

(西南林业大学, 昆明 650224)

摘要: **目的** 解决当设计和组织一个商业空间时, 必然要对该空间进行大量且较难变更的装饰建设和人力投资, 并且需要较长时间才能发挥其经济效益的问题。 **方法** 本文提出一个概念——虚拟投影空间。虚拟投影空间是一种以全息投影、人工智能为核心技术的城市建设概念, 其特点在于几乎无需实体硬件设施便可实现空间的功能性及视觉性。 **结果** 全息智能服务员是建设绿色、环保、生态、智慧城市的手段之一, 旨在减轻城市运作对人力资源的过分需求。同时, 它能以高科技手段, 让用户得到更加新颖智能的功能性体验。因此, 生产一种智能便捷、结构简单、节约人力的全息智能服务员, 具有广泛的市场前景。本课题组已基于该原理设计了一个应用于空间运作方式的全息智能服务员实例。 **结论** 如果该空间在开发时融入大量全息投影技术, 将能通过设定设备来改变该区域的周景、环境、视觉效果等。用户将看到他们自己所设定的场景中的人们在干什么, 甚至还可以与他们互动、交易。这一切都存在于虚拟空间, 几乎无需实体设施便可完成。在小额投资的前提下, 这样提升了商业空间的功能性及竞争性。

关键词: 全息投影; 人工智能; 空间设计; 空间运作

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2020)02-0255-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2020.02.039

Design of Holographic Intelligent Attendant Based on Virtual Intelligent Space Operation Research

TIAN Yu-xuan, ZHENG Shao-jiang

(Southwest Forestry University, Kunming 650224, China)

ABSTRACT: The paper aims to solve the problem that when designing and organizing a commercial space, there must be a lot of decorative construction which is difficult to change and manpower investment in the space, and it takes a long time to bring its economic benefits into play. This paper proposed a concept of virtual projection space. The virtual projection space is a concept of urban construction with holographic projection and artificial intelligence as the core technology proposed in this paper. Its feature is that it can realize space function and vision without physical and hardware facilities. Holographic intelligent attendant is one of the means of green, environmental protection, ecological and intelligent city construction. It aims to alleviate the excessive demand for human resources in urban operation. It can provide customers with more novel and intelligent functional experience by high-tech means. Therefore, the production of a kind of intelligent, convenient, simple structure, saving manpower holographic intelligent attendant, has a broad market prospects. Based on this principle, our research group designed an example of holographic intelligent attendant applied to space operation mode. If the space is developed with a large number of holographic projection technologies, it will be able to change the region's perimeter, environment, visual effects, etc., such as going to the glacier century, Jurassic, space, etc. They will see what people are doing and what happens in their own scenarios, and they can even interact and trade with them. All of these exist in the virtual space. They can be completed almost no physical facility is required. Under the premise of small investment, the function and the competitiveness of commercial space are improved.

收稿日期: 2019-10-21

基金项目: 西南林业大学科技创新基金一级项目 (S17001); 云南省哲学社会科学艺术科学规划项目 (A2016YBS009)

作者简介: 田宇轩 (1994—), 男, 山西人, 西南林业大学硕士生, 主攻新媒体与环境设计的融合。

通信作者: 郑绍江 (1979—), 男, 云南人, 硕士, 西南林业大学副教授, 主要研究方向为民族建筑设计。

KEY WORDS: holographic projection; artificial intelligence; space design; space operation

全息投影技术能给予用户相对良好的用户体验,并且又不至于破坏整个设计的外观,因此,使用全息投影技术降低了空间设计部分的难度。融合人工智能技术,甚至全息投影技术,能精确到单个用户的具体需求来形成虚拟投影空间中的私人定制化元素,从而使空间变得因人而异,并且富有个性化色彩。由于其实时地交互了真实的实体场景和虚拟影像物体,具有高度融合性的特点,使得这项技术能够被广泛地应用于各种空间环境,产生极大的社会、商业及环境影响力。

1 虚拟投影空间的建设意义

1.1 虚拟投影空间有利于降低城市建设成本

虚拟投影空间的建成将大规模降低功能设施所需要的硬件构成,从而极其有效地降低整体能耗。通过虚拟投影空间的建设,可以让用户看到该虚拟环境中预先设置的智能动画及虚景模型,与实体静态环境或结合或覆盖,从而满足用户对视觉、体感及交互上的直观需求,以此来降低耗能巨大的各类设施的建造量,最终降低城市建设的成本。

1.2 虚拟投影空间很可能引发新生活方式的流行

全息投影具有虚实融合、实时交互、三维注册的特点,在军事演习、科学研究、教育培训、商业娱乐等多个方面都具有非常广阔的前景,因此,当一个实体空间成功地构筑了虚拟投影空间后,基于全息影像的服务和应用方式也会很快得到普及,虚拟投影物的存在方式也会变得多种多样,基于全息投影,人类将生活在一个现在看来过于梦幻的城市^[1-5]。

2 虚拟投影空间的创新内容

2.1 虚拟投影空间构建的总体思路

2.1.1 研究方法

1) 理论研究法。对目前的著作、文献资料中有关数字虚拟展示的知识理论进行分析,系统地掌握数字虚拟展示设计和商业空间的概念、发展,研究数字虚拟展示设计的特征与表现方式,并对这些理论知识进行系统的总结,为数字虚拟展示设计在商业空间的应用研究提供良好的理论支持。

2) 案例分析法。结合如今数字虚拟展示设计在商业空间应用的具体案例,从技术手段、表现方式、应用目的多个方面进行分析研究,用全息投影展示、全息投影电子橱窗、虚拟穿衣系统等这些鲜活的案例来给论文提供论据,为此论文的研究提供更好的可操作性。

3) 交叉研究法。通过分析数字虚拟展示设计在商业、教育、工业、娱乐等领域的应用,研究数字虚拟展示设计在不同领域的特点和表现形式,辅助其在商业空间领域的研究。同时,全息影像展示在会展、博物馆、舞台方面也具有值得研究的价值,其技术特征可由此分析得出,为数字虚拟展示设计在商业空间的应用研究提供铺垫。

2.1.2 研究目标

以某商业空间为对象,通过电脑技术及全息投影等新媒体技术,使该区域的历史、现在和将来身临其境地展现在人们眼前。其中很大一部分的虚拟内容可一直保留,且无需实体建设,并且可以进行深度智能化互动。最终,设置多种不同风格和功能的投影模型。针对用户自动进行设置和切换,不仅使该区域的互动空间和形式无限放大,而且还在该空间规划以及后期建设中,以新的技术手段发挥积极作用。在最低建设成本的前提下,完成对建筑空间的装饰,并实现建筑空间中的交互功能,开发出基于商业智能化全息投影空间体系的可持续发展建设方式,促进该区域及周边区域的整体经济效益。并以此为参考,将虚拟投影空间建设概念,推广到其他空间建设或文化保护等领域。

2.1.3 方案实现形态

1) 宏观统计各地商业空间设计和运行模式。通过网络渠道以及实地调研,对全息投影技术的应用情况进行初步的研究分析,列举适合成为案例场地的地点并对当地历史文化进行初步了解与研究。

2) 收集并调查国内外相关方向的新媒体技术应用情况,并进行初步分析。通过网络渠道以及实地考察对国内外商业空间所应用的新媒体技术进行调研,以其技术原理及运用方式来丰富和完善虚拟投影空间的建设,提出拓展性概念方案。

3) 确立具体案例场地,并进行初步虚拟投影空间的规划设计。通过对新媒体商业空间的调研及对各类新媒体技术的了解,以自身情况为基准,确立一个地点或空间并对其进行初步的虚拟投影空间规划。

4) 对商业区及新设计的基于虚拟投影空间技术建设的商业空间进行更加完善细致的设计和建设,并加以建模及渲染。以虚拟投影空间的预设框架为基准,对虚拟模型及动画等进行细致的设计并加以渲染出模。

5) 将虚拟投影空间的模型与实体空间融合或完全覆盖。完成虚拟投影空间的概念性建设和初步感官体验。

6) 增设人机交互及智能化的建设。以大数据和人工智能等新兴编程技术对虚拟投影空间系统进行交互性完善,如全息智能服务员或智能全息投影商

店等,使其拥有真正的使用价值,并产生初步的经济效益^[6-12]。

2.2 可行性分析

基于干涉、衍射原理,利用电子技术构造并将物体投射、显示到真实空间的图像技术就是全息投影技术,也称虚拟成像技术。全息投影技术可产生具有互动性和真实感的三维立体幻象投影。通过此技术,甚至可使用户与其一同进行逻辑繁琐的互动行为,达到非常惊人的服务效果。

基于目前的科技水平,还无法低成本实现无介质全息成像。另外,由于制作流程过于繁琐,导致其无法普及到日常生活中。目前最为常用的全息投影技术是以45°的透明斜屏,将播放器的专用成像影像折射。这样产生的全息立体投影需借助透明屏幕为载体,所处空间的光线及空间布局也对其有一定限制作用。尽管如此,这种方式的成本低、结构简单、视觉及交互效果接近无介质全息技术的优点仍然无法忽略,因此,在无介质全息技术普及到人们的日常生活中之前,这种技术有较高的适用性^[13]。

3 虚拟投影空间交互方式之全息智能服务员

近几年,新媒体技术不断更新,不断推广普及,虚拟化开始从单体向区域融合发展,人们对超现实生活的追求应运而生。大数据及人工智能技术的发展与兴起使得服务智能化成为了可能。全息技术的发展将使其成为未来交互、电影、游戏、展示等多个行业的主流技术之一。对服务业来说,真人服务员或实体机器人的成本过于高昂,并且在工作期间都需要占据一定的空间位置。然而,把全息技术与人工智能结合,并应用于服务业,将彻底解决这个问题。人工智能正在逐步代替各行各业的基础劳动力,这已经成为一种现代趋势。同时,服务行业的高质量化和统一性也是当今社会迫切需求的,新员工必须经过成本高昂的严格培训才能胜任这种程度的工作。因此,寻找便捷、低成本的人力替代品是当今社会的主题^[14]。

3.1 实例技术方案

全息智能服务员,包括全息景象装置,由滑轮机组悬挂于悬顶轨道。滑轮机组包括轨道滑轮、电动机、定滑轮、动滑轮和绳索,轨道滑轮配置于悬顶轨道内,并与悬顶轨道滑动配合。轨道滑轮底部固定有用于安装电动机的固定座。定滑轮、动滑轮和绳索组成了能够使下方的投影装置进行上下运动的滑轮组。其中,定滑轮支架与固定座下端连接,动滑轮支架上端连接绳索固定端,绳索活动端与电动机输出端相连。全息景象装置包括全息资源播放器和折叠全息屏幕。全息资源播放器通过弹簧减震装置悬挂于动滑轮支架下端。折叠全息屏幕包括四根可伸缩屏幕边框和固定于

所述的可伸缩屏幕边框侧面的四个透明塑胶薄膜屏幕。可伸缩屏幕边框的上连接点连接于全息资源播放器底部,它与全息资源播放器通过铰点结构连接。铰点结构包括铰点电机和与所述铰点电机输出端连接的转轴。转轴与可伸缩屏幕边框上连接点固定连接,铰点电机与控制其工作的声控开关相连。可伸缩屏幕边框包括至少两节电动推杆。它的底端设置有用以监测与周围物体距离的感应器,感应器连接反馈控制器,由反馈控制器控制电动推杆动作。全息景象装置还包括用于收集用户语音指令的麦克风和智能计算机。该智能计算机可用于控制滑轮机组运动,以及处理麦克风收集的用户指令作出相应反应。它能自行作出行动规划,自动识别并学习与人类的互动、周边现象的意义和行进周边的信息,并具备雷达定位、图像及场景识别、全球卫星定位等电子技术的相关配套设施,还可以安装同步传感器。只要接收到行为图像或声音信号对其的召唤,全息智能服务员即可自动前往用户身边。在行进过程中,其会通过传感设备上传行进信息,在大量数据基础上,进行实时定位及感应分析,从而判断行进方向和速度。

该实例中,全息景象装置含有声控开关和图像识别镜头。其中,声控开关能根据不同的指令来控制全息屏幕的状态。图像识别镜头相当于全息智能服务员的“眼镜”,全息智能服务员用其来接收图像、行为及场景信息,并将信息等上传至智能计算机处理,再产生反馈行为。

该实例中的全息景象装置被悬挂在悬顶轨道的滑轮机组上,而滑轮机组与全息景象装置由弹簧防震装置连接。滑轮机组可由智能计算机控制。当全息智能服务员需要快速前往某一地点时,智能计算机会使其以折叠状态沿悬顶轨道快速移动;当全息智能服务员需要表达步行等动画状态,智能计算机会使其以展开状态沿悬顶轨道移动。

该实例中的折叠全息屏幕包括四根可伸缩屏幕边框、四片透明塑胶薄膜屏幕。四片透明塑胶薄膜屏幕分别安装在每两根可伸缩屏幕边框之间,可伸缩屏幕边框与全息资源播放器的连接处设置有铰点结构。此结构不仅可以使其进一步收缩、折叠,从而节省空间,而且可以使其在展开状态下,通过微伸缩,适应更复杂的地形。

该实例中的智能计算机可通过互联网、局域网等,网络远程控制其他以软件形式与之配对的电子设备,如手机、电脑、电视、自动浴缸、自动售卖机、自动咖啡机、自动窗帘等,将所有由电脑控制的自动化设备集成于全息智能服务员的智能计算机中,即可实现空间的整体智能化^[15-19]。

3.2 具体实施方式

上述内容提供了一种全息智能服务员的典型实施方式。全息智能服务员主结构见图1。全息智能服

务员的折叠全息屏幕边框结构见图 2。全息智能服务员的声控开关与铰点电机的连接结构见图 3。

图中, 1 是悬顶轨道; 2 是轨道滑轮; 3 是电动机; 4 是定滑轮; 5 是动滑轮; 6 是弹簧防震装置; 7 是智能计算机; 8 是全息资源播放器; 9 是图像识别镜头及声控开关; 10 是可伸缩屏幕边框; 11 是透明塑胶薄膜屏幕; 12 是铰点结构; 13 是反馈控制器; 14 是感应器; 15 是铰点电机。

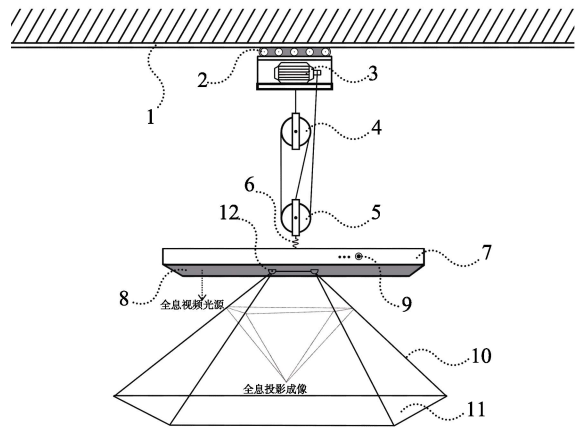


图 1 全息智能服务员主结构
Fig.1 Schematic diagram of main structure of holographic intelligent attendant

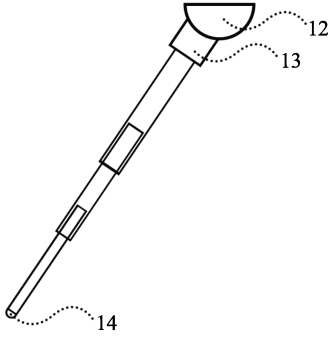


图 2 全息智能服务员的折叠全息屏幕边框结构
Fig.2 Schematic diagram of folding holographic screen frame structure for holographic intelligent attendant

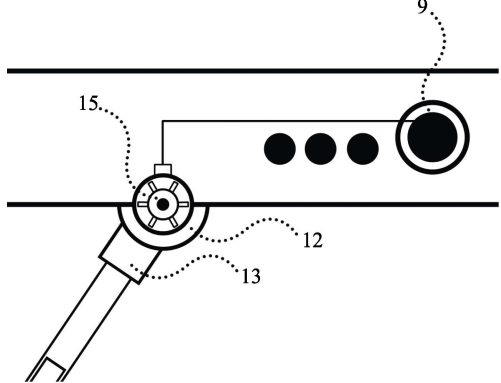


图 3 全息智能服务员的声控开关与铰点电机的连接结构
Fig.3 Schematic diagram of connection structure between voice control switch and hinge point motor of holographic intelligent attendant

全息景象装置整体由滑轮机组悬挂于悬顶轨道 1。滑轮机组包括轨道滑轮 2、电动机 3、定滑轮 4、动滑轮 5 和绳索。轨道滑轮 2 配置于悬顶轨道 1 内, 并且与悬顶轨道 1 滑动配合。轨道滑轮 2 的底部固定了用于安装电动机 3 的固定座。定滑轮 4、动滑轮 5 和绳索组成相对于悬顶轨道 1 上下移动的滑轮组。其中, 定滑轮 4 支架与固定座下端连接, 动滑轮 5 支架上端连接绳索的固定端, 绳索活动端与电动机 3 输出端相连。

全息景象装置包括全息资源播放器 8 和折叠全息屏幕。全息资源播放器 8 通过弹簧防震装置 6 悬挂于动滑轮 5 支架下端。折叠全息屏幕包括四根可伸缩屏幕边框 10 和四个固定于可伸缩屏幕边框 10 侧面的透明塑胶薄膜屏幕 11。可伸缩屏幕边框 10 的上连接点连接于全息资源播放器 8 底部。

全息资源播放器 8 屏幕向下安装, 且与折叠全息屏幕相连接, 折叠全息屏幕包括四根可伸缩屏幕边框 10、四片透明塑胶薄膜屏幕 11, 四片透明塑胶薄膜屏幕 11 分别安装在每两根可伸缩屏幕边框 10 之间。

全息资源播放器 8 的播放资源为人工智能视频资源, 具体为一个人物或物体的四个侧面以顶端为轴旋转摆放的视频资源。四片透明塑胶薄膜屏幕 11 采用富有弹性的塑胶材料。

可伸缩屏幕边框 10 的上连接点与全息资源播放器 8 通过铰点结构 12 连接, 铰点结构 12 包括铰点电机 15 和与铰点电机 15 输出端连接的转轴, 此转轴与可伸缩屏幕边框 10 上连接点固定连接, 铰点电机 15 与控制其工作的图像识别镜头及声控开关 9 相连。本实施方式中, 铰点结构 12 内设置有铰点电机 15, 铰点电机 15 与图像识别镜头及声控开关 9 相连接, 四根可伸缩屏幕边框 10 通过铰点结构 12 进行 45°运动撑起四片透明塑胶薄膜屏幕 11 或折叠起来。图像识别镜头及声控开关 9 用来控制折叠全息屏幕的折叠。当图像识别镜头及声控开关 9 接收到用户指令时, 触发铰点电机 15 运行, 全息屏幕展开, 全息景象出现。

可伸缩屏幕边框 10 包括至少两节电动推杆, 可伸缩屏幕边框 10 底端设置用于监测与周围物体距离的感应器 14。感应器 14 连接反馈控制器 13, 由反馈控制器 13 控制电动推杆动作。四根可伸缩屏幕边框 10 为底端设置了感应器 14 的多节电动推杆所组成的透明塑料杆装置, 并由反馈控制器 13 控制伸缩来避免碰到物体。

全息景象装置还包括用于收集用户语音指令的麦克风和智能计算机 7。该智能计算机 7 可采用大数据编程及人工智能编程, 用于控制滑轮机组运动, 处理图像识别镜头和麦克风收集的用户指令给出相应反应, 自动识别并学习与人类的互动、周边现象的意义和行进周边的信息, 雷达定位全息智能服务员的位

置及目的地位位置等。

本文提供的实施方式中,全息景象装置包括全息资源播放器 8、折叠全息屏幕、扬声器、麦克风、图像识别镜头及声控开关 9、智能计算机 7。智能计算机 7 与滑轮机组、全息资源播放器 8、折叠全息屏幕、扬声器、麦克风、图像识别镜头及声控开关 9 相连接。滑轮机组可通过智能计算机 7 的控制,使轨道滑轮 2 在悬顶轨道 1 上移动。它与全息景象装置由弹簧防震装置 6 连接,可通过智能计算机 7 的控制进行伸缩运动,从而实现全息景象装置的上下运动。全息资源播放器 8 的播放资源为人工智能视频资源,并且可以通过智能计算机 7,处理麦克风所收集到的用户指令,给出相应的反应。

本产品在使用时,需要将悬顶轨道 1 安装在有顶空间的顶部,并铺设好电源电路。轨道路线按需铺设,将包括轨道滑轮 2、电动机 3、定滑轮 4、动滑轮 5、绳索的滑轮机组安装到悬顶轨道 1 上,电动机 3 上方的轨道滑轮 2 安装到悬顶轨道 1 上,定滑轮 4 固定到电动机 3 下方,动滑轮 5 悬挂于定滑轮 4 下方,以绳索连接各个部件,再通过电动机 3 的转动来控制绳索长度,从而实现动滑轮 5 的上下运动。将包括全息资源播放器 8、折叠全息屏幕、扬声器、麦克风、图像识别镜头及声控开关 9、智能计算机 7 的全息景象装置,以弹簧防震装置 6,悬挂于动滑轮 5 下方,使全息资源播放器 8、扬声器、麦克风、图像识别镜头及声控开关 9、智能计算机 7 都集成于一体。将包括四根可伸缩屏幕边框 10、四片透明塑胶薄膜屏幕 11 的折叠全息屏幕,以铰点结构 12,悬挂于全息资源播放器 8 下方。将四片透明塑胶薄膜屏幕 11 分别安装在每两根可伸缩屏幕边框 10 之间,使四根可伸缩屏幕边框 10 通过铰点结构 12,进行 45° 运动,撑起四片透明塑胶薄膜屏幕 11,或将其折叠起来。四片透明塑胶薄膜屏幕采用富有弹性的塑胶材料,这样能使折叠全息屏幕在折叠状态下更加规整、美观。

全息资源播放器 8 的播放资源可通过光的干涉和衍射原理在折叠全息屏幕内呈现 3D 立体投影,并且可以通过由大数据及人工智能编程的智能计算机 7 来处理麦克风收集到的用户所表达的信息,再进行反馈控制,从而表现不同的状态及反应。它可以任意变换成像形态以适用于不同人群,或者直观地展示所要表达的内容。另外,在全息景象装置设置有图像识别镜头及声控开关 9。它可以用来控制折叠全息屏幕的折叠,当图像识别镜头及声控开关 9 接收到用户指令时,全息屏幕展开,全息景象出现,一定时间内没有接收到指令或者接收到下线指令,全息屏幕收缩折叠,全息智能服务员进入待机状态,从而达到节能的目的。当全息智能服务员所处地面有不同地形时,智能计算机 7 会使其伸缩与全息景象装置连接的滑轮组而进行上下运动,使全息景象更具物理真实感,该

产品在很大程度上可以代替人力,节约人力资源。

3.3 商业空间使用场景案例

3.3.1 实际产品设计

基于上述原理及图示,对全息智能服务员进行了初步实体产品设计,增加了对电动机、滑轮组和弹簧防震装置的一体化保护设计。全息智能服务员实际结构草图见图 4。全息智能服务员渲染表现见图 5。全息智能服务员三视图见图 6。

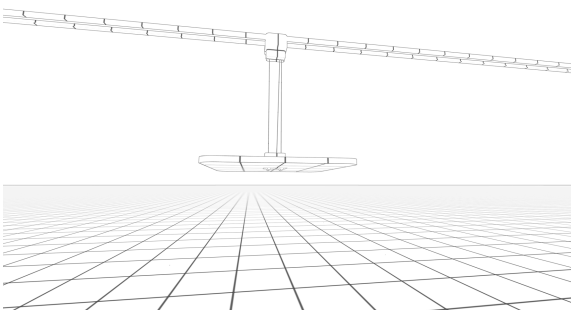


图 4 全息智能服务员实际结构草图
Fig.4 Actual structural sketch of holographic intelligent attendant

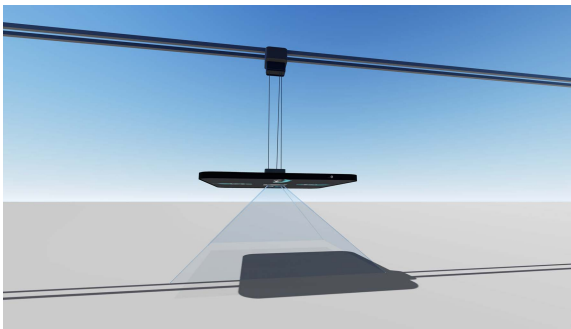


图 5 全息智能服务员渲染表现
Fig.5 Rendering performance of holographic intelligent attendant

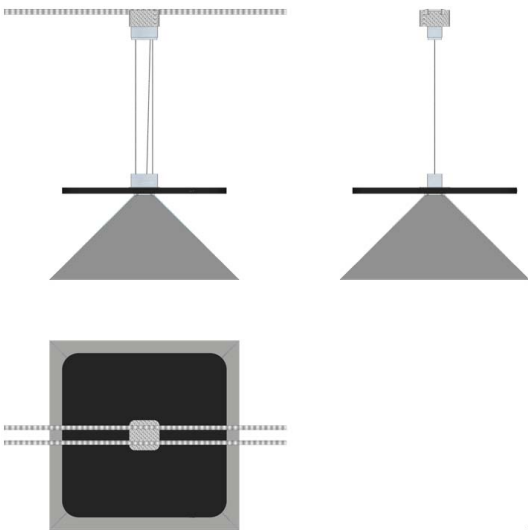


图 6 全息智能服务员三视图
Fig.6 Three views of holographic intelligent attendant

3.3.2 实际使用场景

在实景案例中,采用虚拟偶像“初音未来”来表现,其具体形象可因用户需求及当前场景需要而变化。一体化的保护设计避免了其内部结构的直接暴露及损坏。全息智能服务员的商业空间使用场景见图 7。

全息智能服务员在关闭或待机状态时,蓝色指示灯熄灭,全息屏幕收缩。关机状态需要固定语音指令或长按指示灯旁的按钮来触发。全息智能服务员在行进状态时,会根据情况提前伸长全息屏幕边框,但不展开全息屏幕,以便提前感应与地面的距离,同时,点亮蓝色指示灯。当全息智能服务员进入工作状态,会展开全息屏幕,出现全息影像,并且提供相应服务。全息智能服务员关闭或待机状态见图 8。全息智能服务员行进状态见图 9。全息智能服务员工作状态见图 10。

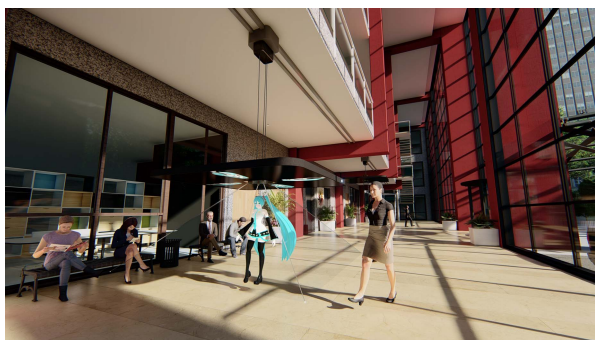


图 7 全息智能服务员商业空间使用场景
Fig.7 Commercial space usage scenario of
holographic intelligent attendant



图 8 全息智能服务员关闭或待机状态
Fig.8 Shutdown or standby status of holographic
intelligent attendant



图 9 全息智能服务员行进状态
Fig.9 Moving status of holographic intelligent attendant

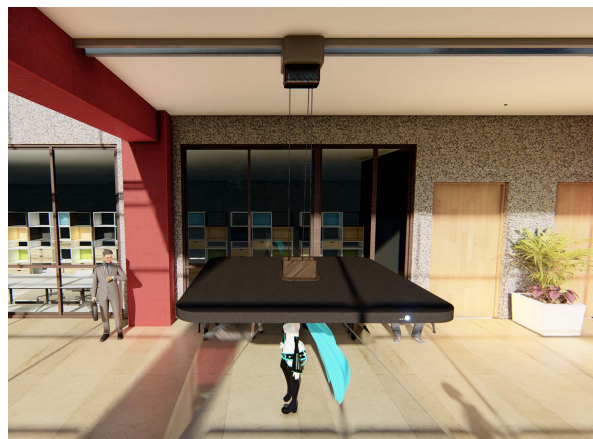


图 10 全息智能服务员工作状态
Fig.10 Working status of holographic intelligent attendant

4 结语

虚拟投影空间是未来经济腾飞的切入点和突破口,是社会走向未来化、高效化的必然途径,以新模式扩大就业和致富机会,提高地区经济管理水平,改善服务质量,预期最终实现智能化全息投影产业经济效益的提高。虚拟投影空间的建成将大规模降低各类空间功能设施所需要的硬件构成从而有效地降低空间整体的建设成本^[20]。在新兴的空间设计中,把全息投影应用于其中,大部分承载空间运作方式的设施和布局将被虚拟化,而将投资主要应用于绿地和生活区。因此,其是绿色城市规划的可行理念之一。

参考文献:

- [1] 季冬,周皓,宋佳文,等. 基于单片 DMD 的无透镜式彩色全息投影技术[J]. 现代电子技术, 2015, 38(18): 75.
JI Dong, ZHOU Hao, SONG Jia-wen, et al. Lenseless Color Holographic Projection Technology Based on Monolithic DMD[J]. Modern Electronic Technology, 2015, 38(18): 75.
- [2] 王爽. 基于投影技术的未来广告发展趋势分析[J]. 现代商贸工业, 2016, 36(2): 83-84.
WANG Shuang. An Analysis of Future Advertising Trends Based on Projection Technology[J]. Modern Commercial Industry, 2016, 36(2): 83-84.
- [3] 许洛铭. 浅析全息影像技术对数字媒体艺术设计的影响[J]. 艺术科技, 2016, 29(7): 411-412.
XU Ming-ming. A Brief Analysis of the Impact of Holographic Technology on Digital Media Art Design[J]. Art and Technology, 2016, 29(7): 411-412.
- [4] 吴婷婷,陆建隆. 伪全息技术的应用及其在物理教学中的教育价值探讨[J]. 物理教学探讨, 2016, 34(9): 54-56.
WU Ting-ting, LU Jian-long. Application of Pseudo-holographic Technique and Its Educational Value in Physics Teaching[J]. Discussion on Physics Teaching,

- 2016, 34(9): 54-56.
- [5] 马梦朝, 张彦, 赵义术, 等. 配电网设备全息投影交互培训系统研究[J]. 国网技术学院学报, 2016, 19(1): 40-44.
MA Meng-chao, ZHANG Yan, ZHAO Yi-shu, et al. Research on Interactive Training System of Holographic Projection for Distribution Network Equipment[J]. Journal of National Power Network Technical College, 2016, 19(1): 40-44.
- [6] 徐志. 从G20峰会文艺演出看新媒体技术下的舞台艺术[J]. 新闻研究导刊, 2016, 7(18): 370-379.
XU Zhi. The Stage Art under the New Media Technology from the G20 Summit Literary Performance[J]. Journal Research Guide, 2016, 7(18): 370-379.
- [7] 王有, 段忠辉, 赵玉伟, 等. 全息投影技术和大屏触控电视在医学媒介生物实验室中的应用[J]. 口岸卫生控制, 2016, 21(3): 26-28.
WANG You, DUAN Zhong-hui, ZHAO Yu-wei, et al. Application of Holographic Projection Technology and Large Screen Touch TV in Medical Vector Laboratory[J]. Port Health Control, 2016, 21(3): 26-28.
- [8] 夏旺盛. 基于赣文化的全息资源库构建技术研究[J]. 电脑知识与技术, 2015, 11(29): 13-14.
XIA Wang-sheng. Research on Construction Technology of Holographic Resource Database Based on Gan Culture[J]. Computer Knowledge and Technology, 2015, 11(29): 13-14.
- [9] 张哲婧. 当代展示空间设计交互演绎趋势研究[D]. 北京: 中央美术学院, 2013.
ZHANG Zhe-jing. Research on the Interactive Deductive Trend of Contemporary Exhibition Space Design[D]. Beijing: China Central Academy of Fine Arts, 2013.
- [10] 闵媛媛. 新媒体环境下展示设计研究与应用[D]. 北京: 北京印刷学院, 2009.
MIN Yuan-yuan. Research and Application of Display Design in New Media Environment[D]. Beijing: Beijing Institute of Graphic Communication, 2009.
- [11] 周禹. 分析全息投影技术在演艺活动中的应用[J]. 艺术科技, 2014(2): 82.
Zhou Yu. Application of Analytical Holography in Performing Arts[J]. Art and Technology, 2014(2): 82.
- [12] 侯彩宏. 全息投影在当代会展中的应用[J]. 消费电子, 2014(6): 183-183.
HOU Cai-hong. Application of Holographic Projection in Contemporary Exhibition[J]. Consumer Electronics, 2014(6): 183-183.
- [13] 张敏, 傅懿瑾. 后技术时代的展示艺术——基于世博会展示空间的理论探讨[J]. 艺术百家, 2010(5): 83-97.
ZHANG Min, FU Yi-jin. Display Art in the Post-Technological Era: A Theoretical Discussion Based on the Exhibition Space of the World Expo[J]. A Hundred Art Schools, 2010(5): 83-97.
- [14] 孙哲, 肖小英, 陈美玲. 现代商业空间展示设计的信息构建[J]. 家具与室内装饰, 2013(11): 40-41.
SUN Zhe, XIAO Xiao-ying, CHEN Mei-ling. Information Construction of Modern Commercial Space Display Design[J]. Furniture and Interior Decoration, 2013(11): 40-41.
- [15] 蒋星. 数码媒体在艺术设计中的应用研究[J]. 家具与室内装饰, 2011(12): 94-95.
JIANG Xing. Application of Digital Media in Art Design[J]. Furniture and Interior Decoration, 2011(12): 94-95.
- [16] 徐顺智. 浅析交互媒体设计中的科技与艺术的关系[J]. 新闻研究导刊, 2015(2): 138-139.
XU Shun-zhi. An Analysis of the Relationship Between Technology and Art in Interactive Media Design[J]. Journal Research Guide, 2015(2): 138-139.
- [17] 温萍萍, 姜在新. 互动影像装置艺术创作特征分析[J]. 大众文艺: 学术版, 2011(18): 296.
WEN Ping-ping, JIANG Zai-xin. Analysis of the Artistic Creation Characteristics of Interactive Image Installation[J]. Popular Literature and Art: Academic Edition, 2011(18): 296.
- [18] 孙丹丽. 商品信息传播中的互动设计[J]. 包装工程, 2014, 35(14): 94-97.
SUN Dan-li. Interactive Design in the Dissemination of Commodity Information[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(14): 94-97.
- [19] YANG Lei, XIA Jun, CHANG Chen-liang, et al. Nonlinear Dynamic Phase Response Calibration by Digital Holographic Microscopy[J]. Applied Optics, 2015, 54(25): 7799-8006.
- [20] EVTIKHIEV N N, ZLOKAZOV E Y, STARIKOV R S, et al. Specificities of Data Page Representation in Projection Type Optical Holographic Memory System[J]. Optical Memory and Neural Networks, 2015, 24(4): 272-278.