

成像世界的奇遇结课论文

全息投影的前世今生

院系： 人工智能学院

姓名： 赵思衡

学号： 201300024

班级： 人工智能 20 级 2 班

邮箱： 201300024@smail.nju.edu.cn

时间： 2021 年 7 月 4 日

目录	1
----	---

目录

一、 全息投影简介	2
二、 商用的伪全息投影技术	2
1. 佩珀尔幻象	3
2. 旋转 LED 显示技术	3
3. 3D 渲染	3
三、 全息投影技术的前沿发展	4
四、 总结	5

一、 全息投影简介

目前大众所认知的全息投影有真全息投影和伪全息投影之分。

真全息投影即全息术（英语：Holography），又称全息投影、全息 3D，是一种记录被摄物体反射（或透射）光波中全部信息（振幅、相位）的照相技术，而物体反射或者透射的光线可以通过记录胶片完全重建，仿佛物体就在那里一样。通过不同的方位和角度观察照片，可以看到被拍摄的物体的不同的角度，因此记录得到的像可以使人产生立体视觉。

其中“Holos”是希腊语“全部”的意思。Holography/Hologram（全息术/全息图）是匈牙利裔英国物理学家 Dennis Gabor 在 1948 年发明的，这篇开山之作发表在 Nature 上。

这个是真全息投影的准确定义，总结起来其实就是两点：

1. 一是需要裸眼，无介质，影像在空气中立体呈现；
2. 二是可以从 360 度去观看立体影像的不同角度。

二、 商用的伪全息投影技术

既然已经知道了真全息投影的标准，那么我们就可以很容易的辨别什么是伪全息投影，什么是真全息投影了。目前谈到全息投影，我们想到最多的商用场景就是虚拟偶像演唱会，比如初音未来、洛天依。

但是很遗憾的是，它们都属于伪全息投影，并不是真正的全息投影。虽然虚拟偶像演唱会给我们呈现出了栩栩如生的立体影像，但是其必须在固定的舞台上，且要在黑暗当中才能实现，而且观众必须要从特定的角度进行观看。

以下是目前商用较多的几种伪全息投影：

1. 佩珀尔幻象

虚拟偶像演唱会是怎么实现的呢？它实际上属于一种光学错觉技术，我们称之为佩珀尔幻象，在魔术表演中经常会用到。它的原理并不复杂，是利用一张半透半反的膜，也就是所谓的透明全息膜，作为介质，使得物体在膜中成了个虚像，因为是半透的，所以你可以看到膜后的景物，视觉上给人一种立体的错觉，再加上 CG 技术以及高亮度的灯光，这种立体影像就会给观众一种惟妙惟肖的真实感觉。

目前商用领域所谓的全息投影大多都是利用的佩珀尔幻象的原理，并不是真正的全息投影。真正的全息投影技术其实还有很多技术门槛需要被攻破，目前只能停留在实验室阶段。

全息投影技术的实现本质上和现在的电影放映技术是一样的，都是对“光”的控制。先采集所需要的内容信息，再复原这些信息，只不过电影放映技术是采集并复原平面信息，而全息投影是要采集并复原立体信息。电影放映技术是用幕布作为介质来承载内容，而目前全息投影的立体信息还没有一个成本低且稳定的介质，可以承载这些立体信息。

2. 旋转 LED 显示技术

旋转 LED 显示技术看着像裹了一圈 LED 的风扇，转起来后会有 3D 视觉效果。这种技术利用了视觉暂留原理，通过 LED 的高速旋转来实现平面成像，但由于 LED 灯条在旋转时并非密不透风，观察者依然可以看到灯条后的物体，从而让观察者感觉画面悬浮在空中，实现类似 3D 的效果。有人叫他“3D 全息风扇屏”，但这个也和“全息”没有任何关系。

3. 3D 渲染

3D 渲染即增强现实技术（Augmented Reality，简称 AR），也有对应 VR 虚拟实境一词的翻译称为实拟虚境或扩张现实，是指透过摄影机影像的位置及角度精算并加上图像分析技术，让屏幕上的虚拟世界能够与现实世界场景进行结合与交互的技术。3D 渲染是后期人为加的 3D 效果，是一种

视频处理手段，现实中看不到。通过后期特效与拍摄画面的合成达到效果。现场观众可以通过大屏幕观看。优点是对场地没有要求，和舞台上其他人互动性强，视角灵活，可搭配其他特效（比如变换场景之类的）。缺点自然就是无法直接看到，只能通过屏幕。

三、 全息投影技术的前沿发展

目前全球已知的全息投影技术有三种，分别是 360 度全息显示屏技术、空气投影技术、激光束投射技术。其中 360 度全息显示屏技术最容易理解，它是将图像投射镜子上，再让镜子进行高速的旋转，从而产生 3D 的立体影像；空气投影技术则是利用水蒸气，将影像投射在水蒸气上，由于分子之间的震动不均衡，所以可以形成立体图像；激光束投射技术是最为复杂的，它是利用氮气和氧气在空气中散开时，混合成的气体变成灼热的浆状物质，并在空气中投射出 3D 影像，但这种技术显示的时间很短暂。

而现在，杨百翰大学（Brigham Young University）的研究者们，则通过激光束捕捉物理粒子，创造出了真正的能够漂浮在空气中的，动态的立体图像：想象在一个充满灰尘的房间中，用强光一照，你就能看到飞舞的灰尘反射光线，在空气中形成许多小亮点。利用激光来照射实体粒子并使其向四处反光也同理。而现在，如果我们能控制这个粒子的轨迹，并且让这个粒子在这个轨迹上进行极快的周期性运动（scan），那么此时粒子反光的轨迹就会形成一个立体图像。

这就是 OTD（Optical Trap Display），**光学捕捉显示技术**。也是 BYU 电机工程学教授 Dan Smalley 和他的团队在这个项目里所使用的核心技术。

他们先使用激光束捕捉空气中的微小物理粒子，然后快速移动。当粒子被拖曳穿过空间时，可见光会通过激光束将其照亮，形成一条运动路径。而如果这时以高于眼睛的闪烁速率每秒重新绘制 10 次以上，就能通过视觉的持久性来形成图像。并且，在粒子的移速足够快时，其位置和颜色都可以被改变，从而形成颜色各异的动态体积图像（volume image）。

除此之外，研究团队还利用透视投影（Perspective Projection）技术，随着观看者视角的移动来修改图像的边缘及视差，在背景生成模拟的非体积图

像点，以增加对图像体积或深度的感知。这时，你就完全可以环绕图像一圈，360 度无死角地去观察它了。这些自由浮动的全息图像，本身是在固定体积大小的空间中，由激光束捕捉粒子构建的，所以只能生成微小的 3D 全息图。团队里的 Wesley Rogers 表示，如果要构建一座真实大小的山峰模型，那也必须有一个体积相同甚至更大的空间，来捕捉这整个空间中的粒子。这显然是不现实的，于是他们使用了一些视觉技巧，如运动视差（Motion Parallax）技术，来使场景中移动的图像在显示时，看起来比实际要大得多。而对比大多数还是要求观众盯着屏幕展现效果的 3D 投影，这项技术所展现的物理的，而非幻象的投影，真正做到了幻觉与真人的互动。

四、 总结

综上所述，目前真正的全息投影大多只能限制于实验室的环境下，无法做到大规模的商用。而商用的所谓全息投影其实都不是真正的全息投影，它们无法脱离成像的介质，只能依附于某种成像镜子或膜来进行投影。而我们离真正的全息投影技术还有很远的路要走。

参考文献

- [1] Rogers W, Smalley D. Simulating virtual images in optical trap displays[J]. Scientific reports, 2021, 11(1): 1-6.