

2024 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

題目名稱：跳出螢幕的框架

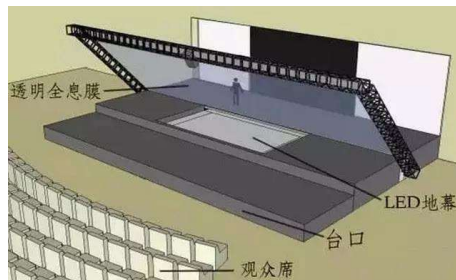
一、摘要

浮空投影技術因其獨特的視覺效果而廣泛應用於廣告、展覽和娛樂等領域。然而，投影效果受到材質和介質特性的影響。本研究在於探討不同材質對浮空投影效果的影響，以指導實踐中的材質選擇和優化。希望利用簡單的家用電腦及網路投影機將浮空投影裝置的製作過程簡化，並降低材料來源的難度及裝置價格。

二、探究題目與動機

隨著科技的進步，人們對於顯示技術的要求越來越高，傳統的二維投影已經無法滿足人們對於立體、互動和身臨其境的追求。浮空投影技術作為一種新型的顯示技術，能夠提供更加生動、臨場感的視覺效果，吸引了眾多研究者和企業的關注。所以各種 3D 立體影像的發展也隨之起飛，浮空投影技術是最早的一種立體的投影技術，各種各樣的投影介質也很多，而且價格高昂無法平民化，讓浮空投影只能在各種商業活動中出現。

近年來，3D 數位影像投影應用的越來越廣泛，漸漸取代先前的紅藍雙色眼鏡 3D 成像技術，3D 數位投影的種類包括建築投影、浮空投影、立方體投影及空氣霧幕投影等。其中運用最普遍的屬於浮空投影，浮空投影可運用在教學、醫療復健以及展覽之中。近期甚至被運用在表演舞台上，國內造成轟動的例子是於 2013 年中正紀念堂所舉辦的「追夢-永遠的鄧麗君特展」，最受注目的是利用浮空投影技術將鄧麗君影像穿越時空，重現鄧麗君演唱「何日君再來」的風采



圖片來源:創視覺科技

三、探究目的與假設

探究目的:

1. 探討全息技術與常見的浮空投影技術的基本原理，差異與特點。
2. 分析浮空投影技術的實現方法和技術難點。
3. 探究浮空投影技術在不同領域的應用情況和潛在價值。

實驗假設:假設投影技術可由光的各種原理使看到的畫面是立體的。

四、探究方法與驗證步驟

- 1、全息投影技術與浮空投影技術差異之探討

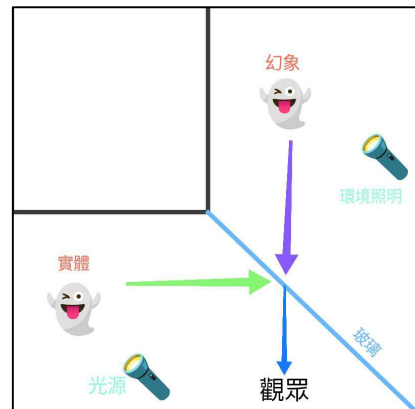
表一

	全息投影	浮空投影
定義	利用全息術原理，通過光學系統將三維圖像投影在空間中，實現立體視覺效果	通常指將二維圖像投影透明介質上，使圖像看起來懸浮在空中
原理	需要利用干涉和繞射原理，通常需要激光作為光源	可以使用普通投影技術透明材質（如玻璃或薄膜）實現
應用	廣泛應用於展覽展示、娛樂、教育、醫療等領域	常用於廣告展示、指示牌裝飾等較為簡單的應用場景
優點	可以實現真正的三維視覺效果，具有很高的沉浸感和真實感	裝置相對簡單，成本低、容易實現
缺點	技術複雜、成本高、對環境條件要求較嚴格	只能提供有限的立體效果，視覺沉浸感不如全息投影

2、探究全息浮空投影原理

a. 佩珀爾幻象 (Pepper's ghost)

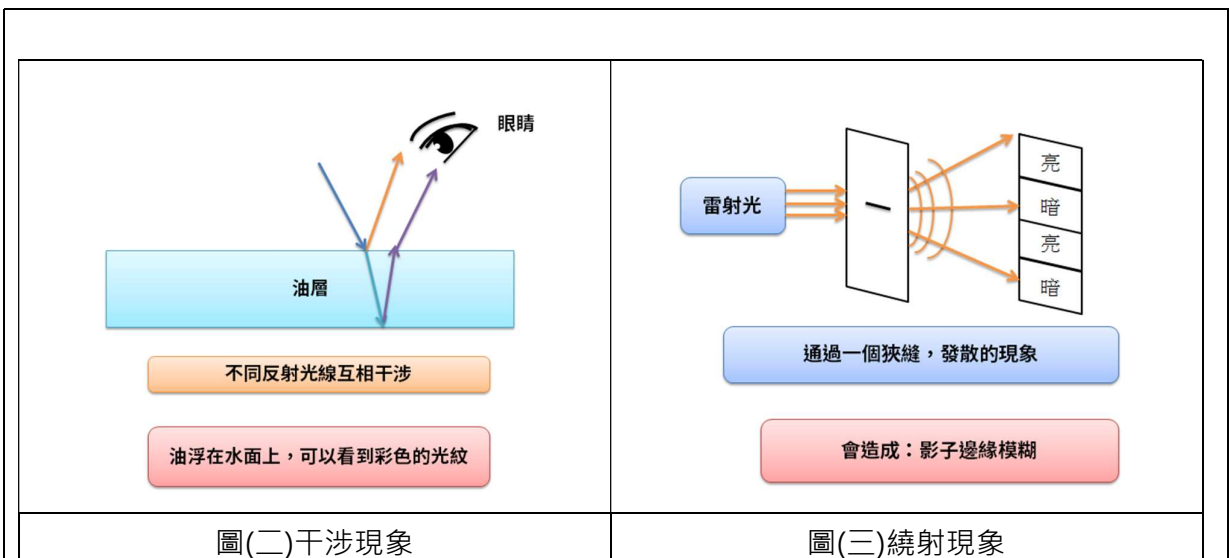
佩珀爾幻象是通過玻璃光的反射，藉由增加或減少光線的亮度，讓觀眾相信有東西是出現或消失的，創造出幽靈的形象。光線從物體反射回鏡子，從部分光線從鏡子反射回觀察者的眼睛，觀眾認為他們是透過鏡子看到物體。光線增加或減少亮度，以在真實空間中創建幻影的圖像，如圖(一)。



圖(一)佩珀爾幻象示意圖

b. 光的干涉與繞射

干涉與繞射是波動光學的兩種現象，干涉是指兩束光相互重疊時光發生加強或減弱的情況，如圖(二)。則繞射是指光經過障礙物後沿著原來的直線前進，而且還有往四周擴散的現象，如圖(三)。



圖片來源:Hatena Blog

3、常用投影技術種類原理與運用

目前常見的浮空投影技術，通常是使用鏡面反射或螢幕穿透，再藉由適當的遮蔽以及環境光線控制，達到 3D 影像漂浮在空中的感覺，但實際上影像通常屬於 2D 平面。這些常見的技術大略可以分成三大類，分別為紗幕式、虛像成像式、實像成像式。以下分別說明這三種技術在日常生活中的應用。

a. 立方體投影

將影像投影到各面都是正方形的六面體上，倫敦奧運開幕中央的房子的投映就是使用此種投影方式，如圖(四)。

b. 建築投影

建築投影是當今商業領域中應用最廣的投影技術之一。利用投影機在建築物外觀上播放影像的一種技術。雖然外表看起來很酷，但實際上需要克服很多挑戰，比如建築物表面不平整、要在戶外使用、還需要協調多台投影機。製作影片時，不僅要考慮影片與建築物的融合，還要確保故事內容與主題相匹配。總之，這是一種結合技術和藝術的創意表現形式，如圖(五)。

c. 空氣霧幕投影

是一種由投影機與空氣霧幕系統構成氣體投影系統。這個霧幕是用水蒸氣製造的，當投影機的光線射在這個霧幕上時，就可以在空中顯示出影像。由於霧幕上的水分子會隨著振動，所以投影出來的影像會有很強的立體感和層次感，如圖(六)。

d. 浮空投影

浮空投影技術是一種創新的顯示技術，它使用半透明的鏡子或光學透鏡，配合適當的環境光控制，使得投影機投射的平面影像看起來好像是 3D 的漂浮在空中。這種獨特的視覺效果讓人印象深刻，因此在很多大型活動中，像是展覽、演唱會或是舞台表演，都經常能看到浮空投影技術的應用，如圖(七)。



圖(四)立方體投影

圖片來源: [bigpicture](#)



圖(五)建築投影

圖片來源: 陳怡潔



圖(六)空氣霧幕投影

圖片來源: [super projection](#)

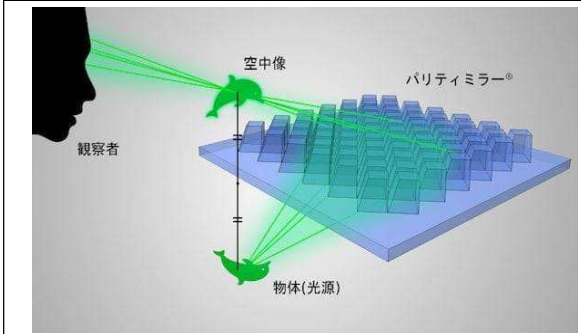


圖(七)浮空投影

圖片來源: [ntcu](#)

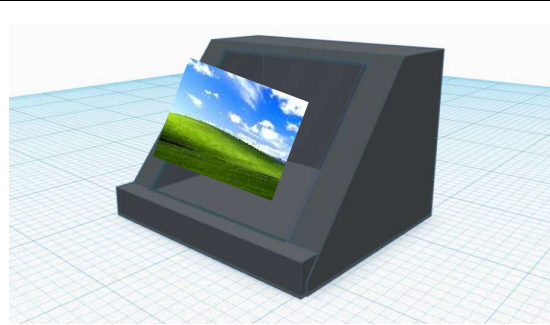
4、互動式浮空投影平台的設計圖與介紹

使用雙面正交反射陣列(Dihedral Corner Reflector Array, DCRA)實現的浮空影像技術，讓使用者能在裸視的情況下享受沉浸式的體驗。結合手勢辨識和紅外線感應技術，互動式浮空投影平台允許使用者通過空中手勢進行無接觸的互動，從而提供一種身臨其境的虛實融合體驗。疫情時代運用於販賣機、電梯按鈕等時常被大眾所觸碰的介面中，可有效降低相互傳染的風險。此外在車用空間中，向駕駛提供具體的實像訊息，使其能快速了解導航等資訊。

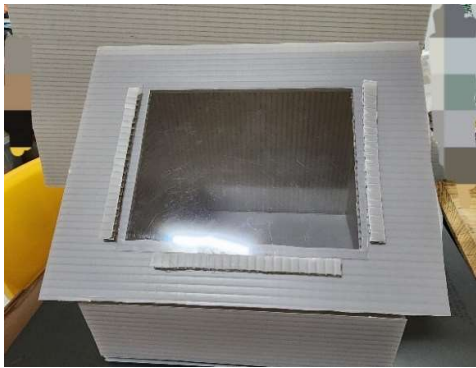


圖(八)DCRA 兩次反射呈現示意圖

圖片來源:加點製造



圖(九)互動式浮空平台側面圖



圖(十)浮空投影平台實際模型圖



圖(十一)浮空投影平台
實際模型圖的側面圖

5、互動式浮空投影平台初步探討

我們利用瓦楞板製作出圖(九)中桌上型的互動式平台，螢幕以透明的 PVC 板代替含有 DCRA 製造技術的面板，完成模擬互動式浮空投影平台的示意圖，使用雙面正交反射陣列 (Dihedral Corner Reflector Array, DCRA) 實現的浮空影像技術加上紅外線偵測手部辨識增加體驗效果，有待探討的是螢幕不同的角度會不會影響使用者的觀感效果和面板材質更換所呈現出的效果會不會有所不同。

五、結論與生活應用

本研究的互動式浮空投影平台設計主要有三個優點：使用者能在裸眼的情況下達到沉靜式的觀賞效果、以非接觸式的人機互動、疫情時提供非接觸式應用解決方案。另外我們也希望此模型理論可以運用在生活周遭。從販賣機、車用空間、電梯按鈕或是互動式教學。創新科技的同時也有更良好的觀賞體驗。

參考資料研究

NTCU 科學遊戲實驗室浮空投影

<https://scigame.ntcu.edu.tw/light/light-039.html>

葉德緯(2016)。全像素。科學 Onilne。

<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=74546>

戴明鳳及其科普團隊 (2015) 。光學 DIY 探究教學—以魔法光學 DIY 引導探究光學現象和其諸多妙用。科學研習，54(8), 17-27。