

雙向傳輸 Duplex Transmission

-沉浸式互動共創實驗

一、內容摘要

「雙向傳輸」緣起於2019年參與忠泰藝術基金會與松山文創園區所共同主辦之「無重力星空」臺英合作項目。該參展經驗讓我對網路應用與個人行動裝置所可實現的多節點、雙向互動的優勢深有所感，後續也在諸多國內外展演活動中反覆實驗，並與不同領域創作者合作、交流。

本創研計畫通過創作發想，不斷實驗在研發過程中觸及的所有可能性。主要關注議題為：在疫情影響下，我們能如何應用數位科技來建立適合創作者使用的基礎建設與框架，同時觸及後網路世代藝術實踐中的關鍵議題「控制與連結」。在國藝會超疫計畫的支持下，我得以與更多國內外創作者與研發人員協作，建置應用網頁工具來實現群眾參與的基礎建設與技術文件，開源分享給更多人使用。

在創作與研發過程中，我們延伸既有技術整合框架，使其可透過線上展覽、網路互動、虛擬體驗、行動裝置參與等方式與更多人交流，為往後相關計畫與合作能順利推展累積能量。

二、執行情形

本計畫於申請階段所提出的預定成果目標，包括：

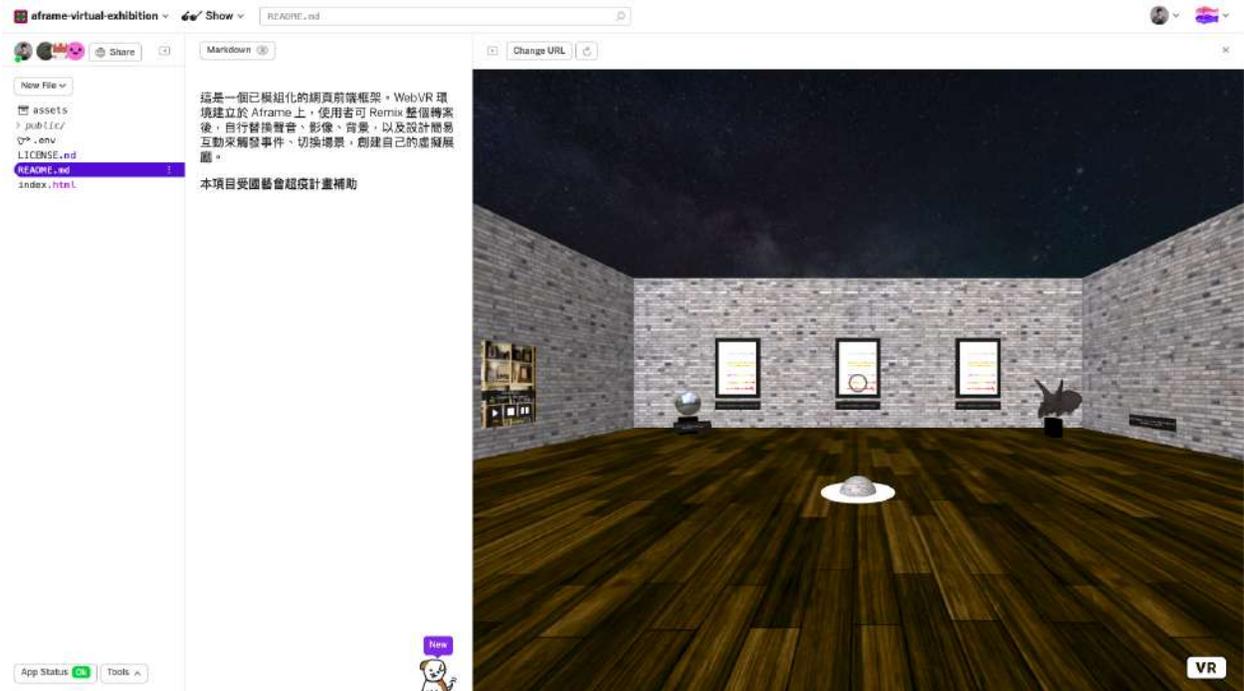
1. 包含多個應用不同演算法、網頁與行動裝置特性案例之網頁。
2. 針對創作者可應用之小樣本資料集、客製化特徵抓取的機器學習模型。
3. 建立在網頁與行動裝置特徵上的有機參與介面。
4. 可連網之互動與生成式系統。
5. 圖像化記譜(若有)與計畫網頁、開源程式碼。

為能有效與外界溝通與優化計畫執行內容，我們除了籌備線上與實體工作坊外，也在疫情當中尋求能實體呈現的機會，讓虛擬內容可與現場體驗相結合。另外所有研發內容的程式設計環節都已與工程師合作，打包上傳Github供其他人檢閱。因為作品都包含類似於手機與網頁應用程式的操作介面與流程，如何引導與設計使用者體驗也因而成為此類創作途徑需特別留意之處。

三、實際執行成果

1. 開發線上展覽網頁

我們利用Glitch平台與Aframe框架建立了一系列的開源WebVR環境。下圖為「虛擬展廳」的Glitch頁面示意與程式碼及3D環境預覽截圖。



我們撰寫了一系列完整教學指南，可由此[連結](#)進入。截圖如下

Aframe - cursor 光標

cursor="rayOrigin: mouse" 可以用來宣告當鼠標點擊事件 (可以是mouse游標或是entity本身-例如把一個小圖層當作visual cursor使用, 可用於像google cardboard這類沒有滑鼠控制的情境)

```
<a-entity id="camera" position="0 1.6 0" camera look-controls woad-controls>
  <a-entity cursor="rayOrigin: mouse"/>
</a-entity>
```

光標物件允許我們透過点击和凝视與實體交互，光標物件被用於 光線投射 (raycaster) 來實現：

- 监听鼠標点击事件和基于凝视的行為。
- 仅捕获第一个相交實體。
- 发出特殊的鼠標和悬停事件 (例如，与鼠標向下/向上/进入/离开相关)。
- 有更多的悬停状态。

当鼠標单击时，与光標相交的最近可见實體 (如果有) 将发出 单击 事件，注意光標物件只是应用了光線投射行為，要為光標提供形狀或外觀，可以应用 geometry 和 material 物件。

(以上摘自中文教程)

這個中文教程的aframe版本是0.5.0，現在的官方版本已經到了1.0.0以及1.0.4(測試版)。接下來的介紹是針對1.0.0版。

每次新增一個場景，並不會出現光標，而是需要透過新增一個相標來添加。比如：

```
<script src="https://cdn.jsdelivr.net/gh/donmccurdy/aframe-extras@v6.1.0/dist/aframe"></script>

<a-entity camera woad-controls look-controls="pointerLockEnabled: true">
  <a-entity cursor="fuse: true; fuseTimeout: 500"
    position="0 0 -2"
    geometry="primitive: ring; radiusInner: 0.8; radiusOuter: 0.9">
```

AFrame - 聲音筆記 Sound Notes

Aframe自帶的Sound Component

Example:

```
<a-entity id="river" geometry="primitive: plane" material="color: blue"
  position="-10 0 0" sound="src: url(river.mp3); autoplay: true"/>
```

上方的程式碼中，我們宣告了一個id為river的entity (entity可以是任何東西)，它的外觀是一個藍色 (color:blue)的平面(plane)。他的位置在x軸的-10(橫坐標)，y軸的0 (縱坐標，也就是高度)，z軸的0 (深度)。src是自備文件地址，autoplay是自動播放。

aframe中聲音的常用指令包括：

- autoplay- 自動播放 (默認關閉)
- distanceModel- 距離模式linear, inverse, or exponential (默認inverse)
- loop- 循環 (默認關閉)
- maxDistance- 以聲音開始的最大傳輸距離。音量會遞減 (默認10000)
- on- 這個好像是可以自己做一個開關， (默認null)
- poolSize- 可以同時播放給多少元 (默認1)
- positional- 聲音是不是可以移動的，方位的(默認true)
- refDistance- 距離和音量的減少比例。這個數據是參考距離 (默認1)
- rolloffFactor- 音量衰減多快 (默認1)
- src- 聲音文件地址，素材來源
- volume- 音量 (默認1，目前不清楚他的算法是什麼，一般都是浮動0.0-1.0，但這個數字可以設置大於1，音量也會變大)
- list

sound component有三種存在狀態：暫停、播放和停止。

這三種方式將結合events效果，就是互動或者動畫。

此外我們也釋出了所有範例程式碼如下：

- (1) 開源程式碼釋出- 虛擬展間 <https://glitch.com/edit/#!/aframe-virtual-exhibition>
- (2) 開源程式碼釋出- 工作坊套版 <https://glitch.com/~zonesound-workshop>
- (3) 開源程式碼釋出- 虛擬禁閉室 <https://glitch.com/~solitary-confinement-therapy>
- (4) [教學與示範影片連結](#)

2.兩場藝術家工作坊：

- (1) 2020. 08 余湘瑩「相片編織社：攝影製圖術」3D掃描工作坊



攝影製圖術的技術涵蓋了3D掃描、列印等相關的技術。工作坊緣起於藝術家余香瑩的創作計畫「影像編織俱樂部」。在疫情期間，封閉的國界讓線上的人際網絡更加緊密，而隨手可得的3D掃描法，也成了人們捕捉當代社會與科技激烈變化的方式之一。藉由非主流3D掃描技術的習作，讓參與者得以共同建構、分享未來在災難過去後選擇重返的虛擬物件或場域。在工作坊的過程中，香瑩介紹了三種攝影製圖的方式：第一種是認識基本的硬體：3D掃描的設備其一是硬體的掃描儀/感應器，例如Structure Sensor 或是 Kinect Sensor，然後搭配紅外線掃描軟體Skanect使用。在工作坊中香瑩也攜帶了實體的儀器讓學員現場進行人體的掃描的練習。

由於這次工作坊主要是想讓初接觸的使用者在沒有資本限制的情況下，都能夠嘗試製圖，如此一來軟體Agisoft Metashape、Trino、Qlone就會是很好的入門方式。因為只需要有畫素夠高的智慧型手機，即可進行平面的攝影，之後再進行3D的影像建置、與掃描修補的流程。它的原理是從不同的角度拍攝平面照片，以平面影像的成像來計算景深。照片的密度、數量組成也是影響成像清晰程度的關鍵，若拍攝照片的密度夠高、角度夠完整，呈現就會越成功；反之，若照片數量過少、或者角度有缺漏，則未造成掃描結果的不完整，這也是計畫名稱用以類比「編織」技術的原因之一。小技巧像是若是光滑或是表面會反光，或太小的物件則很有可能會造成掃描成像不清晰。在進而透過軟體計算與將眾多的平面照片組合成3D立體的檔案，可以應用在強實境介面(Spark AR) 和在虛擬空間展示，之後則可以儲存在例 SketchFab、glitch.io等網路平台中進行歸檔，參與了香瑩「影像編織俱樂部」工作坊參與成員的成果，也都歸檔於其中。

- 3D掃描工作坊學員成果：
<https://sketchfab.com/rosalieyu/collections/photographic-knitting-club>
- 工作坊連結：
<https://reurl.cc/xgvDKL>

(2) 2021. 01 「WebVR創意實作 | 隨時隨地的沈浸體驗」工作坊



虛擬實境(VR)經過多年發展,已逐漸普及於你我生活中,從遊戲、電影、展會到互動體驗等已不乏相關應用與作品。但目前專業VR顯示器仍要價不菲,大多數人尚未擁有自己的VR設備,如果在家中也能擁有沈浸體驗,或是利用筆電來嘗試VR創作,我們可以有什麼選擇呢?「網頁虛擬實境(WebVR)」即是能以個人行動裝置與網路來創造沈浸體驗的解決方案。

WebVR是一項實驗性的JavaScript API,可以利用網頁瀏覽器提供支援各種虛擬實境裝置(如HTCVive、Oculus Rift或Google Cardboard)。WebVR的實現需要3個前置條件:WebVR API、網路瀏覽器支持和VR顯示器支持。這項技術的優點,從低進入門檻與開發成本、應用範圍廣泛、無安裝包、易於維護與擴充,到跨平台、隨連隨用等特性,大幅拓展了虛擬實境的應用與發展面向。但因WebVR體驗仰賴於網路瀏覽器與連線速度,目前WebGL在繪圖解析度上還無法勾勒出栩栩如生的視覺效果,對於愛好高解析度與擬真感的觀眾缺乏衝擊力。不過因為只要有可連網的行動裝置就能體驗,並可連接專業VR顯示器,在流通上比起傳統VR更有彈性與親和力。

本工作坊為融聲創意展覽《美好的吊詭》前導活動,將深入淺出地介紹WebVR應用可能,並經由實作演練與藝術家分享,讓更多人能接觸這個快速發展的創意科技。我們將以A-frame框架與Glitch平台為主要工具,帶領大家創建一個WebVR環境,透過HTML與JavaScript語法來實現簡易互動功能。在熟悉基礎框架後,每位參與學員都將打造一個自己專屬的WebVR環境,置入自己的模型、聲音或圖像,並在完成後通過一個網頁連結,輕鬆地分享給其他人體驗。

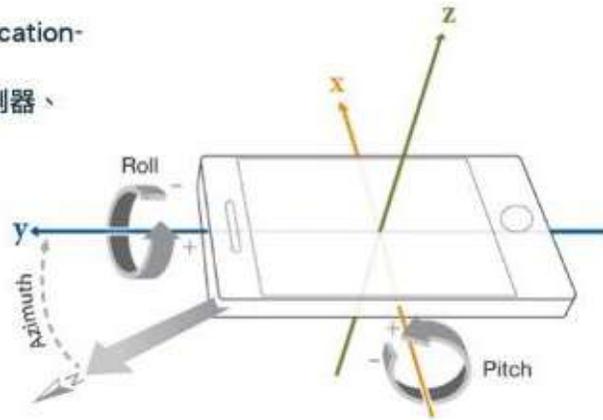
- 工作坊資訊連結:<https://zonesoundcreative.com/webvr-workshop/>

3. 行動裝置動態樂器

此項目為整合申請計畫所提出之「建立在網頁與行動裝置特徵上的有機參與介面」與「可連網之互動與生成式系統」。我們實驗了一系列的行動裝置應用可能，初期為透過區域網路使行動裝置與電腦端Max/MSP程式連線，後期則與工程師協作將技術原型架設於網頁，並串接伺服器讓一般用戶也能透過網路與手機連線來體驗。

資料聲音化 Data Sonification

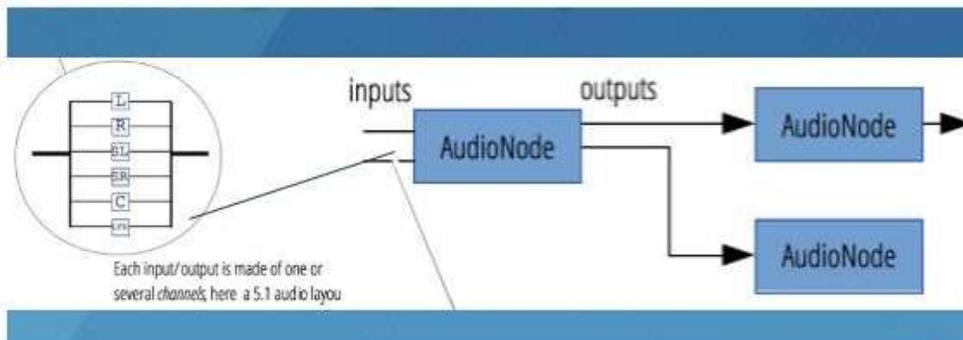
將智慧型手機的內建感測器、
輸入設備的數值，
轉化為聲音與效果參數



本項目優勢如下：

- 現今大多數人都有個人行動裝置並熟悉其操作模式（如掃描QR code、手勢等）。
- 使個人行動裝置（智慧型手機）成為高價位設備的替代方案。
- 降低聲音合成、影音效果與互動機制之運算效能需求，使其可移植到網頁端。
- 所有互動與參與數據可即時存於雲端，進而串接網路資料庫（如Firebase）保留下來。
- 網頁應用通常可跨平台（iOS與Andriod等）與跨硬體（手機、平板、電腦等）。因無需下載專門APP，可大幅提升觀眾參與意願。
- 以用戶端應用為導向可實現邊緣運算，讓內容回饋發生於個人行動裝置上。參與者開啟網頁連線時，系統可獲取如位置、瀏覽時間等個人資料，用以分析與優化體驗。
- 讓遠端協作（創作、排練、演出等）成為可能。

Web Audio - 建構於網頁前端的聲音合成框架



我們在此階段進行了多樣的測試與開發，試圖利用現今智慧型手機內建的輸入/輸出設備來創造不同應用模式。後續我們曾以此基礎技術框架來申請兩廳院「不只在劇場」活動，將此應用可能性推廣給更多創作者與觀眾。

備註：此項目從開發階段即是開源狀態。附上最新版本的Github連結

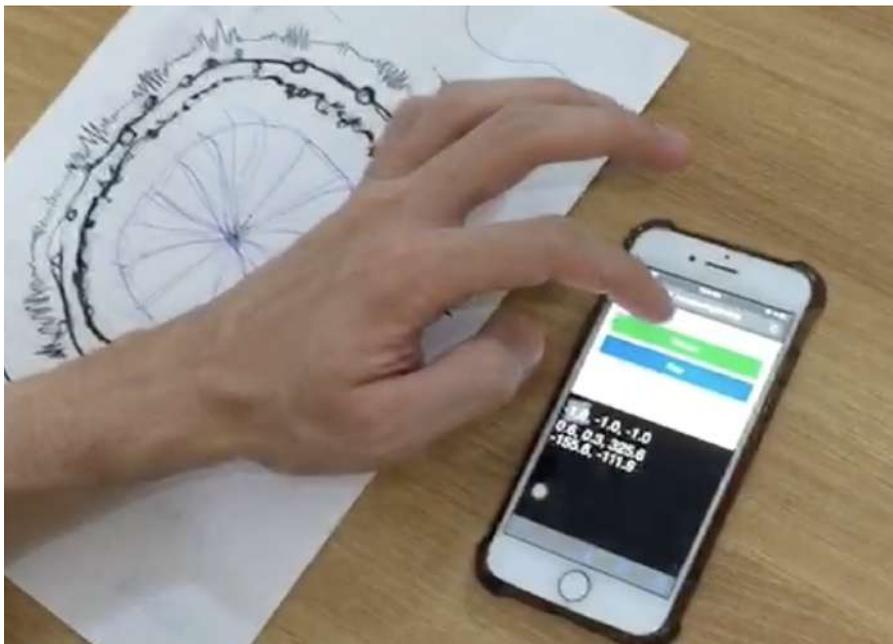
下方的開發階段參考影片截圖，皆可於[此資料夾](#)中查看原始影片。

<https://drive.google.com/drive/folders/1DyEPHJPcMVuVLYTACuCQnBZp0UfqSdIN>

參考案例影片1—手機樂器示意：



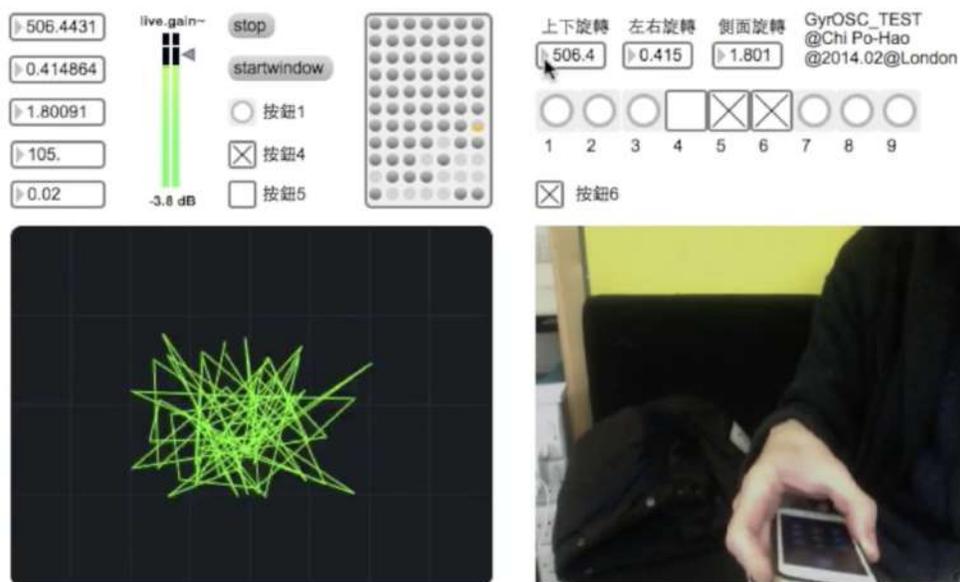
參考案例影片2—手機取樣示意：



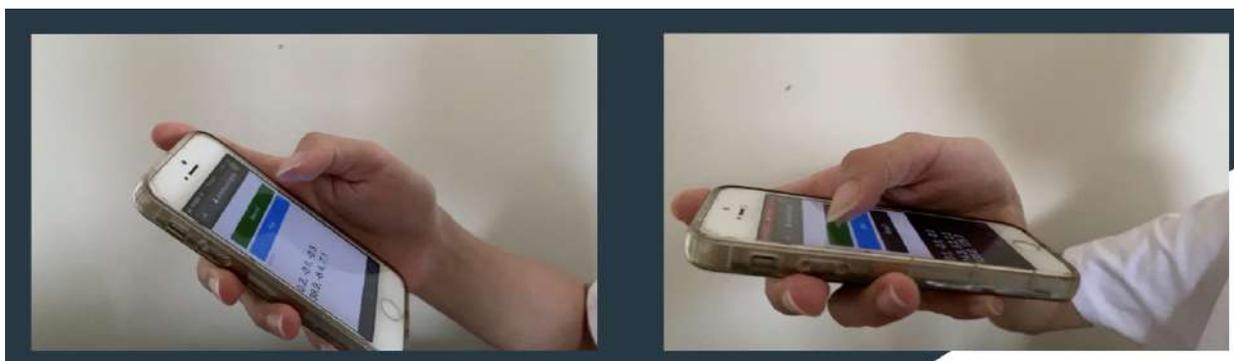
參考案例影片3—手機樂器與肢體搭配發展過程



參考案例影片4—手機與MaxMSP程式區網溝通示意



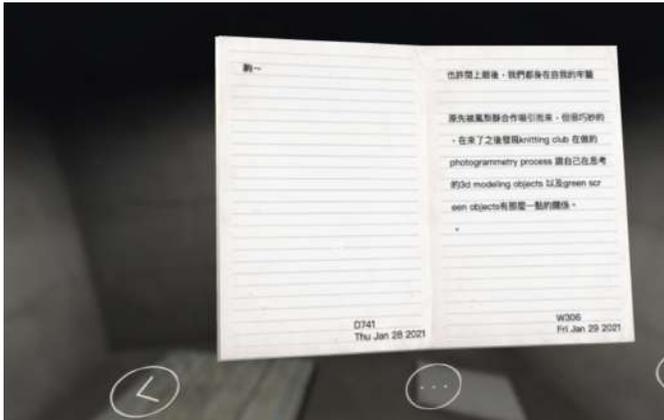
參考案例影片5—手機網頁取樣示意



4. 線上聆聽體驗：

包含多個建立於網頁語法及不同通訊協間的網路應用作品。使用者可經由操控行動裝置與網頁介面去重組素材，使作品的生成空間更加多元且豐富。

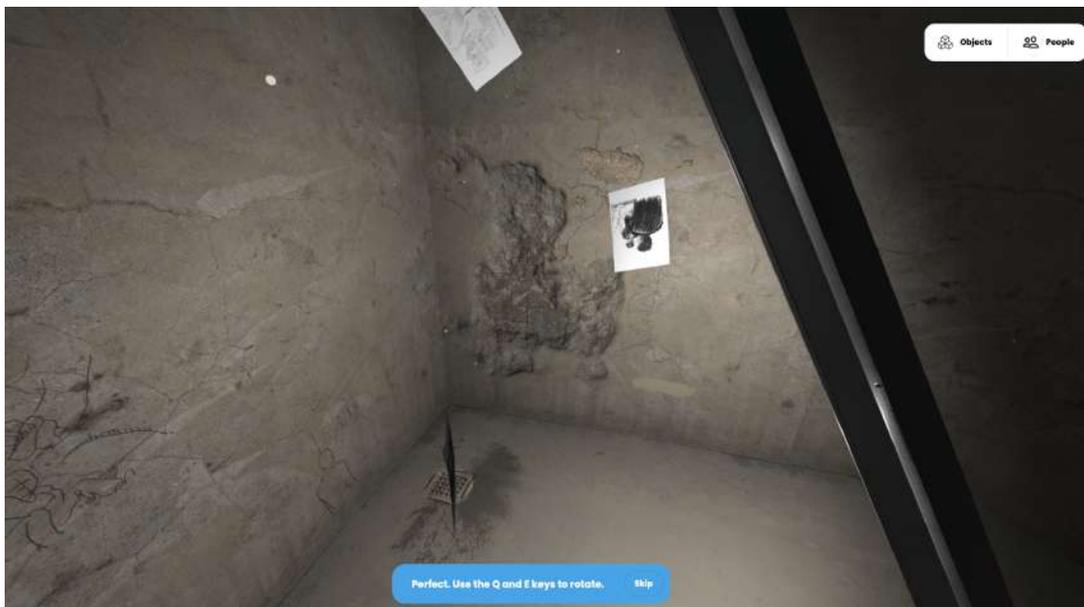
- (1) 應用案例- 作品「[虛擬禁閉](#)」網頁VR實驗 (DEMO影片連結 <https://reurl.cc/kVXRq3>)



在此項目中，我們在虛擬空間中，置入了仿若來自其他房間、天花板的各種聲響，例如叫聲、老鼠聲、空調運行聲，以及在房間外行走的警衛腳步聲與其他機器運行、推車移動的聲音。隨著用戶的視角與頭部移動，就像是在自行選擇混音的比例與角度一樣。

- (2) 應用案例- 建立於WebVR中的多聲道沉浸環境 ([體驗連結](#))

這是一個Acousmatic listening和多聲道曲目透過WebVR框架實現的例子。本案例是透過Mozilla Hubs-一個同樣建立於Aframe框架上的用戶端平台。你可在此環境中移動，感受在全然虛擬的空間中，不同聲源因相位差而逐漸消長改變的物理經驗。



3. 實體成果展示：



本次計畫之研究成果階段呈現於展覽《美好的吊詭》中。此一成果展示透過一系列環繞於網路與其衍生物的藝術實踐，經由文化研究、科技應用與群眾參與，探討當今網路與數位科技的多重面向，並延伸至人與(科技)物的糾纏關係。展覽展出藝術家紀柏豪、張孟泰與余香瑩的四件作品。作品利用創新數位科技，如3D掃描、網頁VR及混合實境等技術，試圖再現疫情影響下介於可見與不可見之間的連通性與想像網路，以不同角度來回應今日人人皆深陷其中的虛實交纏羈絆。

日期：2021/01/15 - 2021/01/29

開放時間：週二至週六 1pm - 7pm

地點：靜慮藝廊 | 100台北市中正區晉江街124號

4. 媒體露出：

(1) ART AT MIT: <https://arts.mit.edu/on-the-radar/>

(2) EUROVIEW:

〈[In spite of pandemic obstacles, artists forge new paths](#)〉

(3) 我們與北京樹美術館合作，參與線上座談會，並透過「虛擬禁閉」作品，與超過100位線上參與者共同體驗建構於WebVR環境中的沈浸聲呈現。

https://mp.weixin.qq.com/s/q-N3qc50ZLBFi2SfhmeWCw?fbclid=IwAR08L_YlenCB8iZEMVYze3zcMp00S0BGTD8NZ8On9Dhn5owYJxkfTMQurCg

(4) 非池中藝術網: <https://artemperor.tw/tidbits/10879>

(5) Lightbox 攝影圖書室露出: <https://www.instagram.com/p/CJ0fHHkH4fu/>

(6) 官網:【作品介紹】網路音樂與聲音專題 —《雙向傳輸(Duplex Transmission)》

https://zonesoundcreative.com/netdotart-duplextransmission/?fbclid=IwAR3OUIUDos8W_aAdaIJY4-3PoWNTCqWyj4iYgHbQgZlap4mZ2VbXKf2GXHWE

(7) 官網:【創意科技】運用Socket.IO—完成簡易網路即時雙向傳輸！

<https://zonesoundcreative.com/network-transmission-tech/>

