

南投縣政府 109 年度研究報告

VR 及 AR 技術 操作及應用淺談

服務單位：南投縣竹山地政事務所

研究人員：張家維、謝佳穎

中華民國 109 年 4 月 10 日

南投縣政府 109 年度研究報告摘要表

研究報告名稱	VR 及 AR 技術操作及應用淺談
研究單位及人員	南投縣竹山地政事務所 測量員 張家維、謝佳穎
研究起迄年月	108 年 9 月起至 109 年 2 月
研究緣起與目的	<p>在科技日新月異的現代，各項領域都逐漸走向高精度科技技術，一方面可以準確展現出目前的狀況，另一方面更可以歸納出原由、問題和走向，以利制定各種計畫。對我們測量而言，各項新興科技如 VR 及 AR 技術等，將使我們資訊呈現分析更為透徹直觀。</p> <p>本研究使用 3Dmax、SketchUp、unity、Google Cardboard、IBM 軟體配合 UAV 影像進行分析，用簡易圖表和數據結論方式呈現，冀能得出其實際現狀，利於各項計畫參考，作為最即時準確地來源資料。</p>
研究方法與過程	<p>一、資料蒐集</p> <p>二、SketchUp、IBM 應用</p> <p>三、資料分析</p>
研究發現與展望	<p>本研究使用之高解析無人載具影像增顯技術，以 SketchUp、IBM 為主，得出現在的情況，再用不同面相展現切入問題。另外，受限於資料樣本和精度影響，和預先期望也些許落差，因此，若能獲得更多面向、來源、更高解析度的圖資，將更多不同的空間資料配合大數據屬性資料疊合篩選，定能得出更準確更優良的長期整合成果。</p>
選擇獎勵	<input type="checkbox"/> 行政獎勵 <input checked="" type="checkbox"/> 獎勵金

目 錄

壹、前言	1
貳、研究方法與資料分析	3
參、研究結果及未來展望.....	15
肆、結語.....	16

壹、前言

1.1 研究背景及動機

UAV(Unmanned Aircraft Vehicle)無人載具系統最初使用於美國的軍事用途，近年來隨著技術的快速發展，運用領域愈來愈廣，無人飛行載具已被社會大眾所認同，應用潛力也不間斷的被開發出來，如環境監測、國防安全、商業應用等方面，其重要性與不可取代性受到矚目。台灣已開發出多樣式定翼及旋翼型的無人載具(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)，具備全球定位、導航、自動飛行控制、即時影像及資訊傳輸等功能，可達到監測、監控及搜索等需求。本研究欲利用水保局之歷史無人載具空拍影像，加入影像增顯提升影像清晰度，如影像有雜訊過高與影像模糊的狀況，透過該研究將進行影像修復、影像修補，藉以提升影像品質，優化鑲嵌及建模之成果。因此本研究提出以下四項擬解決之問題：

- (1)收集歷史 UAV 影像，藉以獲得不同時期之數值地表高程模型。不同時期的資料可供其他研究進行預測崩塌土方量之驗證，或進行其他加值分析供相關單位進行有效利用。
- (2)收集 UAV 影像品質不一，故研究欲發展一套修補及優化之研究流程，藉以提升影像品質。研究加入影像增顯、影像修復以及影像修補等影像處理流程來優化影像。
- (3)航拍影像經費高昂無法頻繁拍攝，利用無人飛行載具可以迅速在災後進行影像拍攝、鑲嵌、建模並產出分析成果。
- (4)進行其他加值處理，三維模型建置、NDVI、DVI、植株高度及土地利用分類。並針對崩塌地進行前後其影像計算評估崩塌土體體積。

1.2 研究目的：

為解決上述問題，規劃以下六個研究項目處理以上四個問題，分述如下：

- (1)VR 及 AR 技術蒐集彙整:利用所收集之影像分析出各 UAV 影像所拍攝時期之現地地表模型。此數值地表高程模型，做為預估崩塌區域試驗之前期地表三維資訊或作為崩塌模式之初始資料。
- (2)VR 及 AR 軟硬體分析及建置:本研究所使用之高解析無人載具影像增顯技術對於特徵萃取的正確性及增顯後的清晰均可大幅提升，可有效輔助後續判釋作業。
- (3)3D 模型及場址建置技術發展:利用影像處理方式去除 UAV 影像上之雜訊及解決影像模糊現象之演算法，預估還原出與呈現原始影像，功用為去除影像模糊與噪聲。
- (4)360 度環景影像建置技術發展:修補刪除影像中不需要之物件(如雲遮、霧霾、雜訊等)，並進行修補以利後續 影像鑲嵌，還原影像完整性。
- (5)3D 模型在 VR 及 AR 環境之展示:二維、三維影像建置及增值:正射影像鑲嵌、三維模型建置、NDVI、DVI、體積估算、植株高度及土地利用分類等增值應用。
- (6)VR 及 AR 在水保工程之應用分析與案例示範：崩塌土方計算:利用 UAV 影像所產出之高解析度 DSM 可做為單一崩塌區域崩塌土方量之研究材料。

貳、研究方法與資料分析

2.1 研究流程

本研究將所收集之 UAV 影像，恢復拍攝時現地之三維模型及正射影像，並進行後續分析。在進行 IBM 影像建模前，本研究將加入影像增顯、影像還原及影像修補等工作以提升影像品質，可有效優化所建置之模型，實施方法與步驟如圖 1 所示。進行 IBM 影像建模前，本研究將加入影像增顯、影像還原及影像修補等工作來提升影像品質，可有效優化所建置之模型。

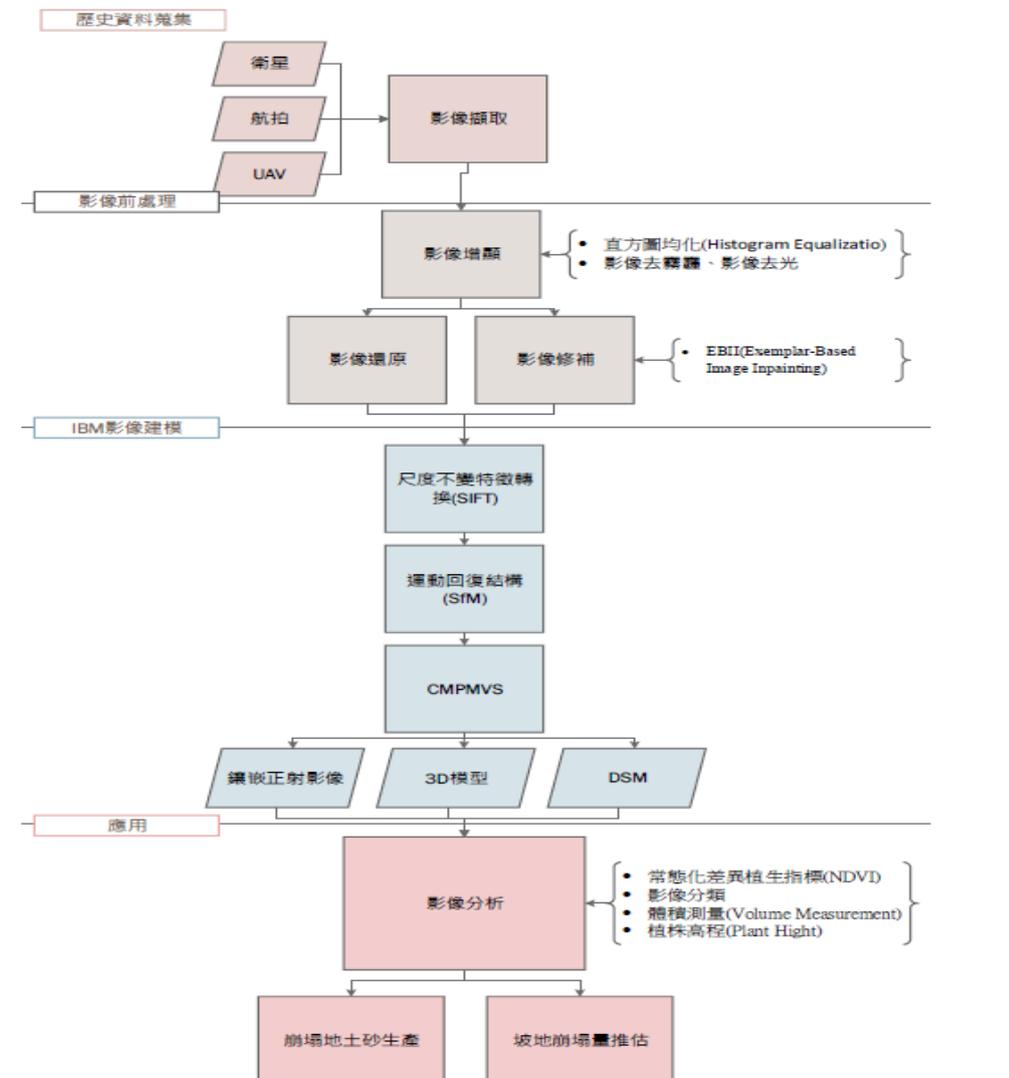


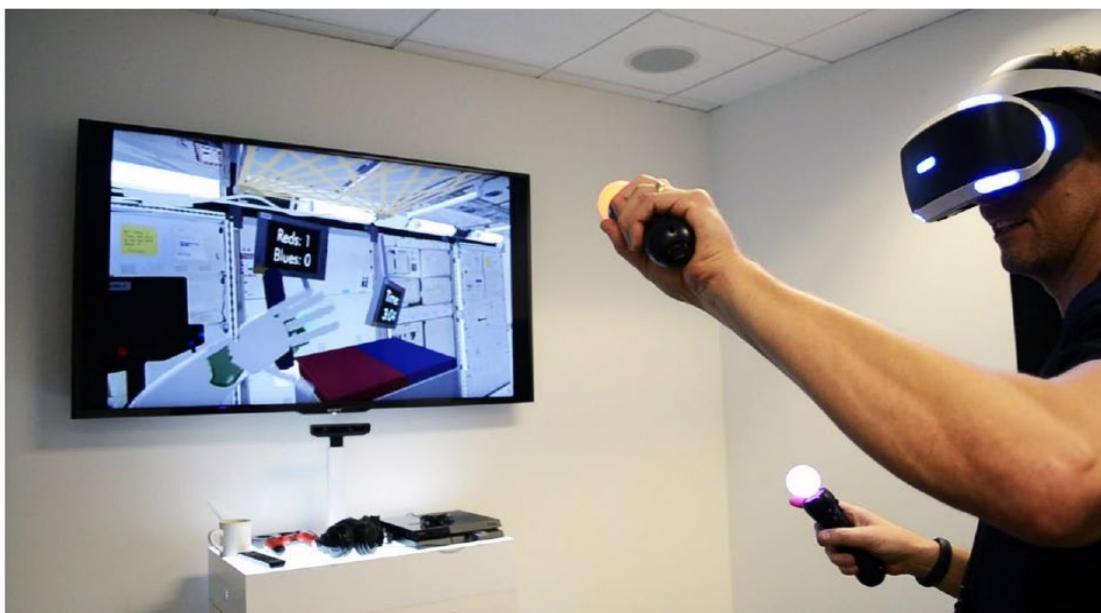
圖 1、研究流程圖

2.2 研究要素

一、VR 及 AR 技術蒐集彙整

(1) 遙虛擬實境簡介(Introduction of Virtual Reality)

「虛擬實境」是透過電腦模擬生成的三維虛擬空間，使用者可在此空間探索事物甚至與其互動。此技術具有下面三個基本特徵：即三個「I」immersion-interaction-imagination（沉浸—互動—構想）。使用者進行位置移動時，電腦會立即進行影像運算，將三維虛擬空間的影像回傳到顯示器上。虛擬實境整合了電腦圖形、模擬運算、定位、顯示、音訊…等技術，是一種電腦輔助生成的高技術模擬系統。



(2) 擴增實境簡介(Introduction of Augmented Reality)

「擴增實境」是一種把可互動之虛擬化技術加到使用者感官知覺上再來觀察世界的方式。以技術而言，擴增實境是即時計算攝影機影像的位置及角度並加上相應圖像的技術，其目標是在螢幕上把虛擬世界套在現實世界並進行互動。



(3)混合實境簡介(Introduction of Mixed Reality)

「混合實境」是真實世界與虛擬世界的融合，透過實體與數位資訊可即時互動且並存的方式，創造了一個新的環境。有別於虛擬實境，需大量使用電腦模擬建立三維虛擬空間，混合實境做「人物」或「人機」互動時，才需建構必要之物件或 3D 空間。

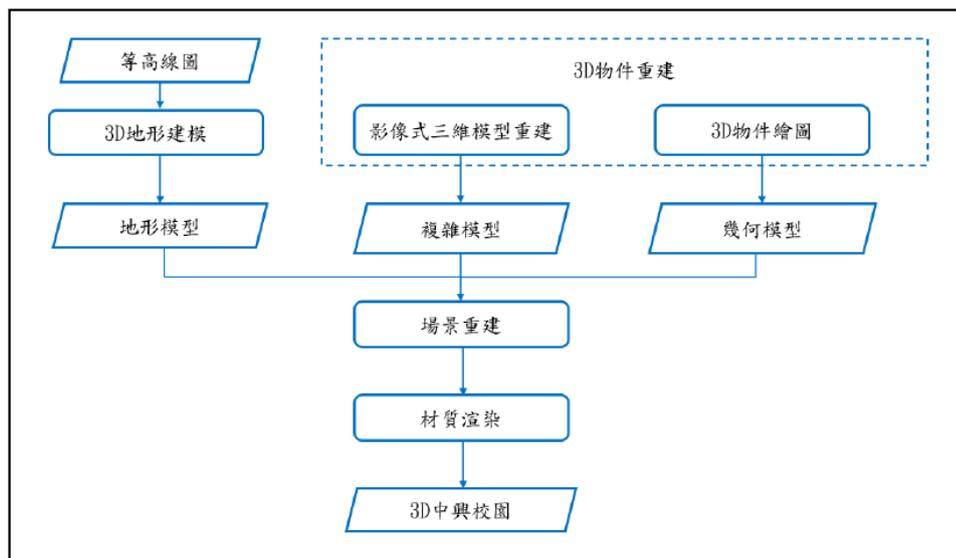


(4)應用範圍

- 1、VR 之應用：軍事訓練、教育、娛樂、時尚、古蹟、運動、影音、科學視覺化、藝術、建築、遠端通訊等。
- 2、AR 之應用：教育、娛樂、時尚、導覽、設施管理、購物、多媒體資訊…等。
- 3、MR 之應用：軍事訓練、教育、娛樂、時尚、導覽、影音、多人協作、科學視覺化、藝術、建築、機械工程、設施管理、遠端通訊等。

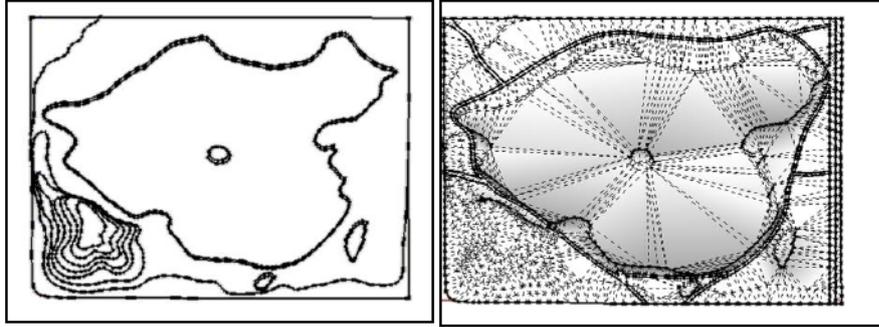
二、3D 模型及場址建置技術發展

(1)去 3D 建模流程



(2)3D 地形建模：

利用全測站光波測距儀對中興湖區塊進行地物測量，求得建築、路燈座標及道路、湖水等邊界，再以 Autocad 重繪量測區塊圖資，最後輸入高程資訊，以網格模型呈現複雜的地形起伏，還原中興湖真實地表起伏。



(3) 影像式三維模型重建

Image based modeling (IBM)即是影像式三維模型重建，利用重疊影像快速產生可視化三維模型，隨著目前高解析度的數位相機及智慧型行動裝置的普及，IBM 已然成為一個高精度、密集三維資訊的方法，本案例重建區域內之代表性雕像學者，因其複雜之表面性質故以 IBM 方式進行還原重建。

$$\lambda p = MP$$

$$M = K[R|T]$$

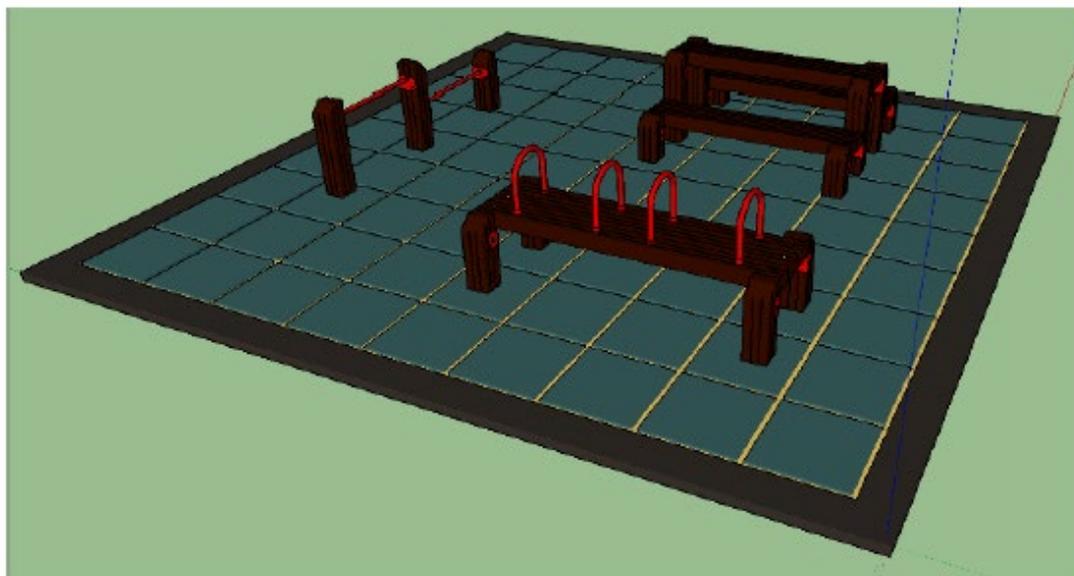
p: 像元影像座標、P: 像元對應三維座標、 λ : 比例常數、M: 轉換參數矩陣
K: 內方位參數、[R|T]: 外方位參數、R: 旋轉矩陣、T: 位移矩陣



(4) 3D 物件繪圖

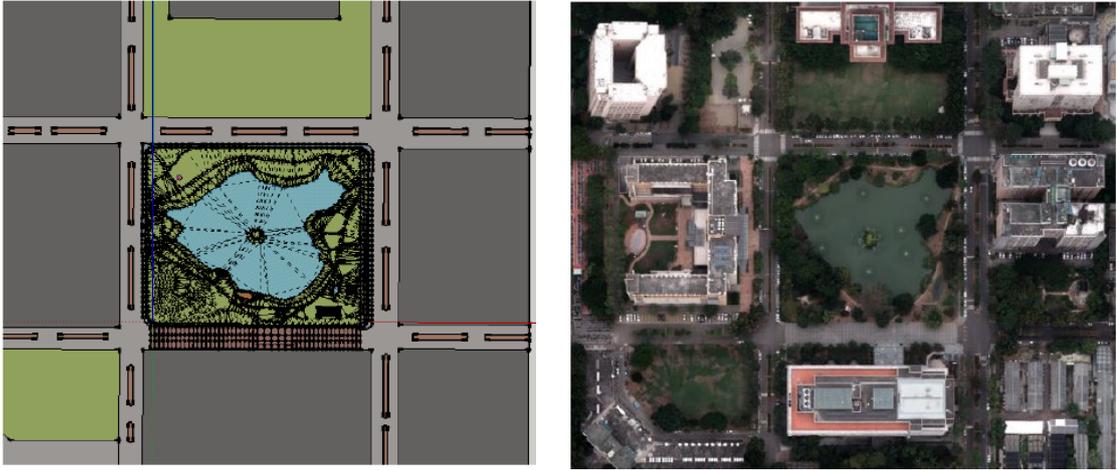
電腦圖學使一種在電腦軟、硬體的幫助下建立電腦圖形的

技術，圖形通常由點、線、面、體等幾何元素組成。本案例透過全測站光波測距儀、皮捲尺測量中興湖周邊區域建築、各項設施等真實尺度，再以電腦圖學技術重建其三維幾何資訊，製作三維幾何模型。

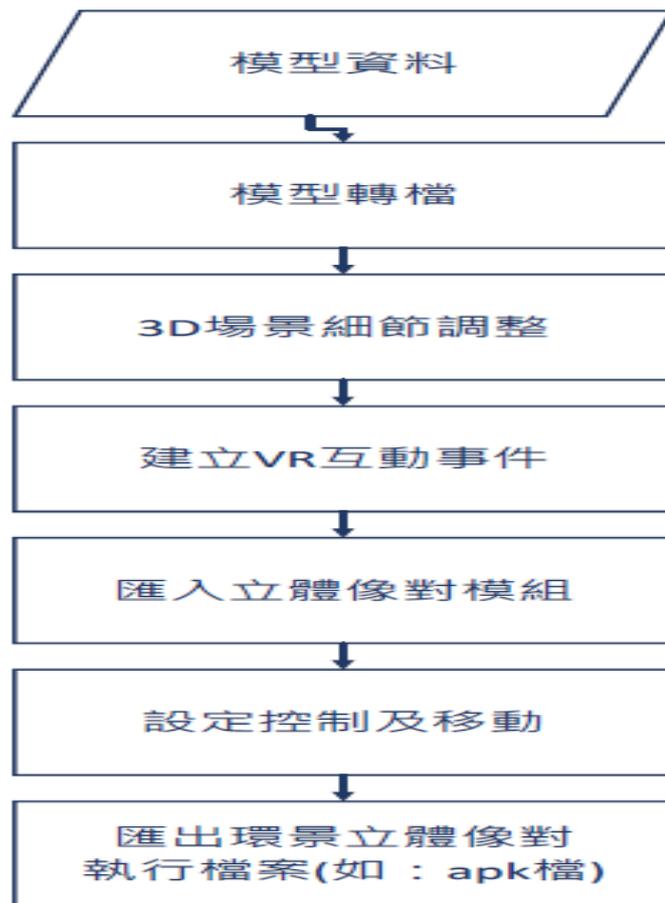


(5) 場景重建

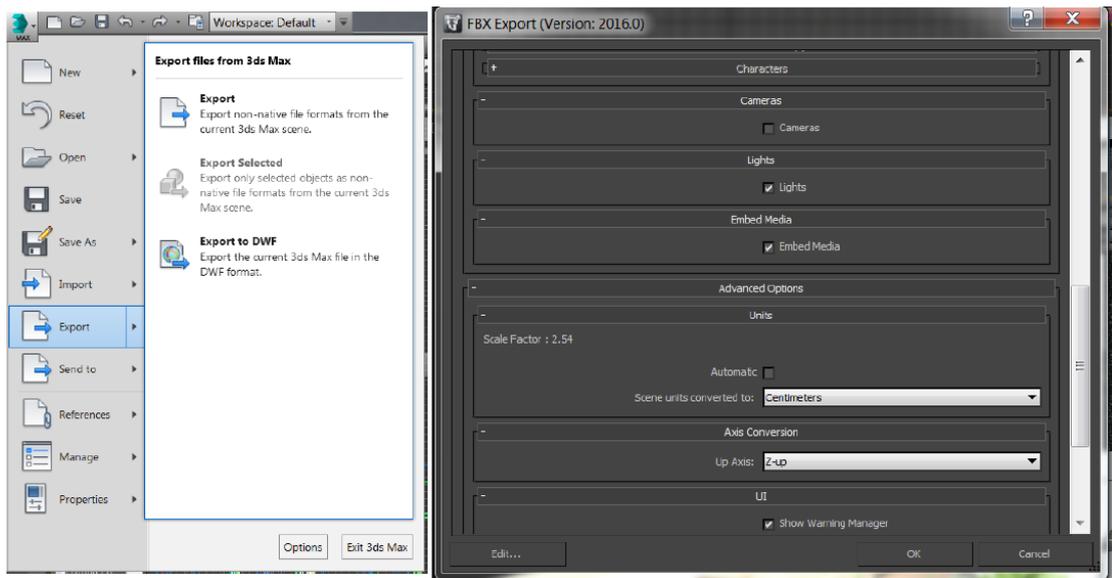
本案例透過地物測量來定位出建築、設施位置，然地物種類及數量繁多，因此諸如岩石、樹木、花草等小型地物，本案例藉由精度 8cm 之航拍圖對三維模型進行投影，推算地物座標位置，並以航拍圖上之資訊繪製出鄰近區域柏油路及建築腹地。



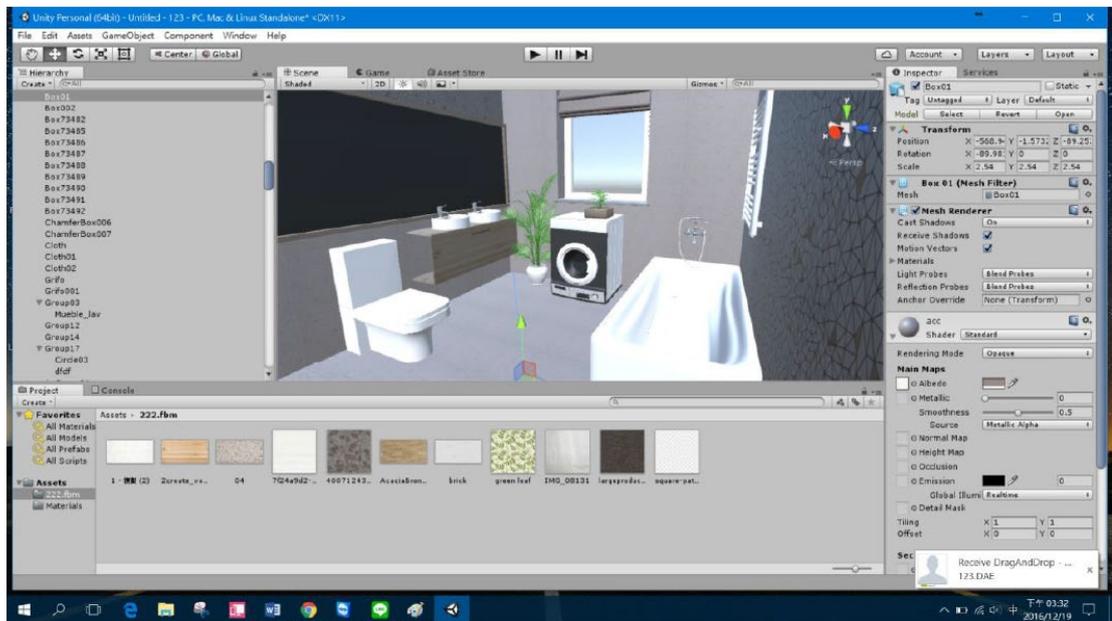
2.3 3D 模型在 VR 及 AR 環境展示研究方法



一、利用 3Dmax 或 SketchUp 製作場景模型並匯出成 FBX，以利 unity 讀取。



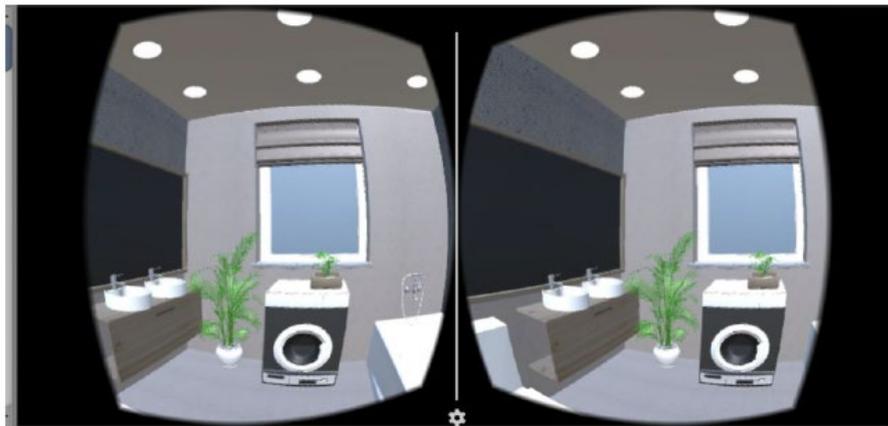
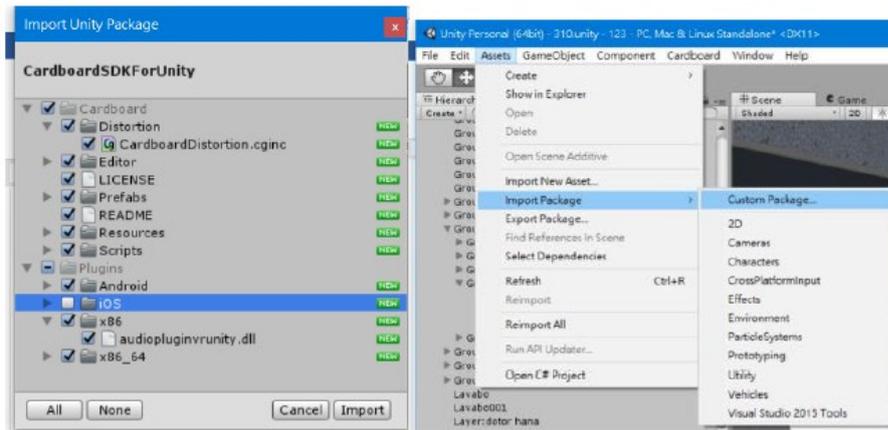
二、匯入 unity 讀取後調整模型材質及細節。



三、對需互動的物件建立事件，編寫觸發事件動作，如：點擊，事件則可以替換物件、變換位置或變化材質等…。

四、匯入立體像對模組：

使用 Google Cardboard 提供之程式建立立體像對。



建立立體像對時，因使用 VRbox 觀看立體像對時，會透過透鏡來觀看，因此投影時會使用下列公式先將影像變形以消除使用透鏡觀看造成模型得畸變差

$$p = \begin{bmatrix} \alpha & -\alpha \cos \theta & u_0 \\ 0 & \frac{\beta}{\sin \theta} & V_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix} P$$

$$\text{令 } K = \begin{bmatrix} \alpha & -\alpha \cos \theta & u_0 \\ 0 & \frac{\beta}{\sin \theta} & V_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} ; [\mathcal{R}|T] = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t_3 \end{bmatrix} ;$$

$$\Rightarrow p = K[\mathcal{R}|T]P$$

其中 p 為投影座標、P 為模型座標，而 K 為投影參數矩陣，是修正畸變差的控制參數。RT 則為位移旋轉矩陣，用來計算在模型中移動至不同位置呈現之畫面。

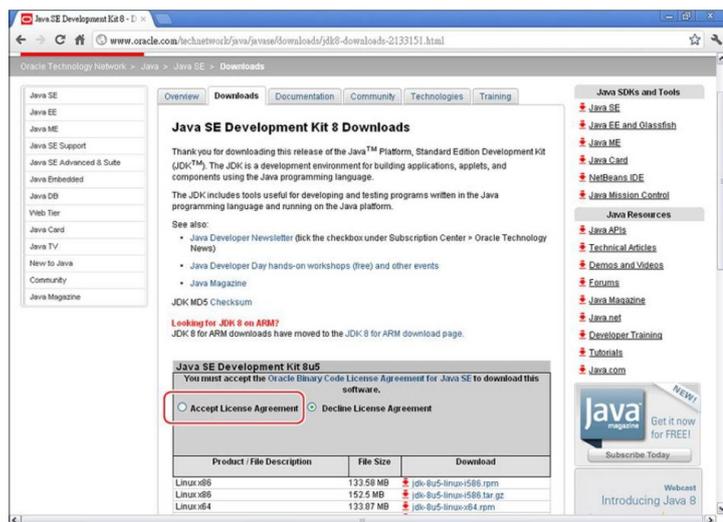
五、設定鏡頭(Cardboard Main)動作

編寫控制程式檔案需要先讀取相機水平角度(α)進行下列判別四種狀況下，行走方向設定不同。

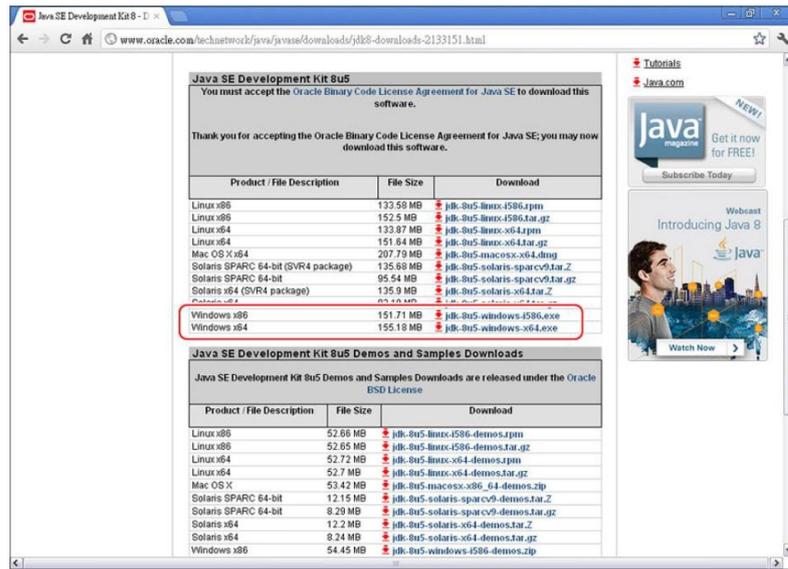
$$\begin{cases} \alpha > 315 \vee \alpha < 45 & \text{case1} \\ 135 > \alpha > 45 & \text{case2} \\ 225 > \alpha > 135 & \text{case3} \\ 315 > \alpha > 225 & \text{case4} \end{cases}$$

六、匯出環景立體像對執行檔案，以 apk 檔為例

(1)下載與安裝 Java SE JDK 套件，在搜尋引擎輸入關鍵字「Java SE JDK」找到下載的網頁，點選「Java DOWNLOAD」的下載連結。



先確認作業系統是 32 位元還是 64 位元，再選擇適當的版本下載。

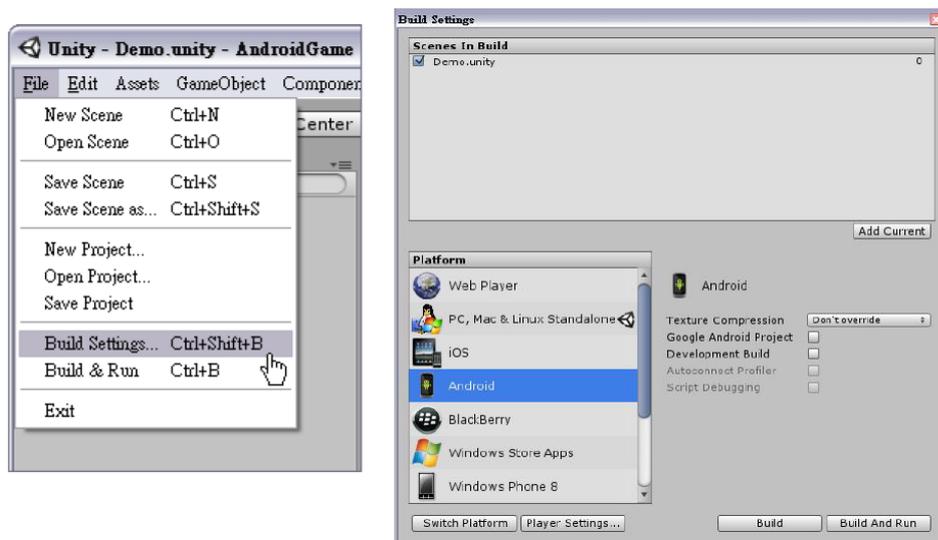


(2) 下載 Android SDK 軟體開發套件

<http://developer.android.com/index.html>

<http://developer.android.com/sdk/index.html>

(3) 建立新專案，匯入 Standard Assets (Mobile) 資源包，點選功能表 [File > Build Settings] 專案發佈，選擇 Android 平台後按下 Switch Platform 按鈕。



(4)設定發佈檔案 Default Orientation 遊戲畫面的預設方向

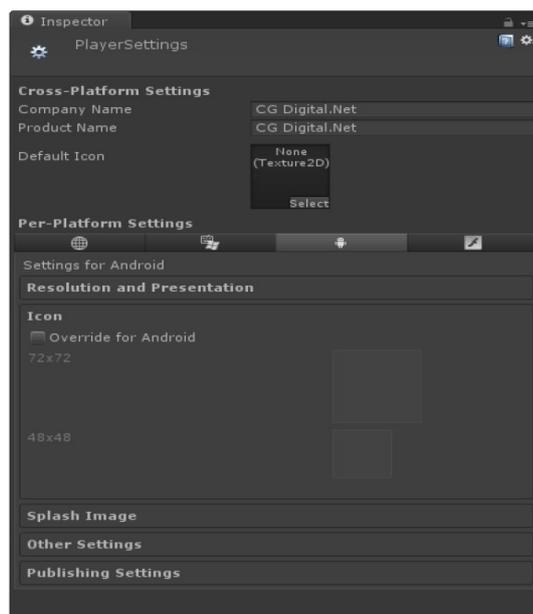
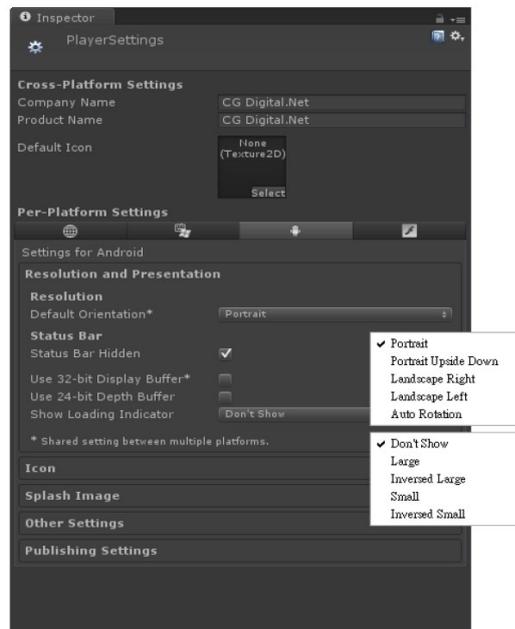
Portrait 直向

Portrait Upside Down 直向（行動裝置的螢幕上方朝下）

Landscape Right 橫向（螢幕上方朝右）

Landscape Left 橫向（螢幕上方朝左）

Auto Rotation 自動旋轉



(5)發佈的 apk 檔使用 USB 傳輸線或 SD 記憶卡傳到 Android 行動裝置，或是自行架設網站放置 APK 檔案的連結，讓 Android 行動裝置從網頁下載，即可進行應用程式的測試。

參、研究結果及未來展望

本研究『歷史 UAV 影像之三維坡地資訊產製』進行歷史 UAV 影像之擷取、增值、分析及應用，已完成之初步成果如下：

一、歷史 UAV 在坡地資訊產製流程

本計畫建立一套 UAV 在坡地資訊產製之流程，利用所收集之 UAV 影像進行 IBM 影像建模，恢復拍攝時現地之三維模型及正射影像，加入影像增顯、影像還原及影像修補等工作來提升影像品質，有效優化所建置之模型，可於人員無法深入之山區，快速且準確的進行坡地監測及後續分析。

二、影像修復

本計畫為去除 UAV 影像上之雜訊、模糊等現象，利用影像處理技術，刪除影像中不需要之物件(如雲遮、霧霾、雜訊等)，進行修補以利後續影像鑲嵌，還原影像資訊，提升影像建模之完整性。本計畫測試使用衛星影像之雲體修補，修補後可清晰呈現地表資訊；另外利用 UAV 影像，進行車體之消除，建模成果可清晰展示道路；

三、影像建模並利用影像陰影處，進行修復，修復後之建模成果易於判釋。

經修復處理後之影像，再進行 IBM 影像建模，所產製之正射影像、三維模型及數值地表高程模型(DSM)，可做為預估崩塌區域試驗之前期地表三維資訊或作為崩塌模式之初始資料，進行影像建模後可清楚獲得該地貌資訊，供後續體積計算、量測等後續之分析使用。

四、影像分析

在收集多時期之 UAV 資訊後，即可進行前後期之崩塌土方計算，將影像優化及建模後產出之高解析度 DSM，可做為崩塌區崩塌土方量之研究材料，快速重建並得到量測區內地形地貌資訊。對於大範圍地滑判釋分析，可快速劃界堆積區域與推估堆積量。

肆、結語

本計畫待續之工作，若將持續蒐集水保局之歷史無人載具空拍影像，並將蒐集之影像進行增顯、修復，提升模型品質。且為提升歷史影像之價值，進行影像加值方向之研究，進行地表判釋、植被分析。在坡地監測之應用，可利用南投縣崩塌地模型，進行量體之估算及坡地崩塌量推估之研究。