

iPhone 生成數位孿生於水土保持工程之應用性探討

李哲宇^{[1][2]} 莊承穎^{[1][2]} 陳振宇^[1] 高百毅^[1]

摘 要 近年「數位孿生」概念興起，其中三維建模係為重要的基礎，並廣泛應用於不同產業，土木工程界已開始利用此項技術於資料治理、工程規劃與設計。惟受限建置數位孿生的儀器昂貴與攜帶不便，使用上尚未普及。自從美國蘋果公司在 iPhone 中加入 LiDAR 功能後，大大地降低產製數位孿生的技術門檻，各行各業並積極開發與嘗試各種 APP 功能。本研究以 iPhone 內建 LiDAR 功能，針對水土保持工程進行掃描，建立數位孿生模型，並利用傳統測量工具，分析與檢驗水土保持工程的尺寸、體積，將數位孿生技術應用於防災工程。結果顯示，位於地形陡峭、人力不易到達的水土保持工程場址，以 iPhone 內建 LiDAR 功能進行構造物掃描，可發揮成本低、攜帶便利與即時視覺化的優點，且量測成果亦可滿足精度要求。

關鍵詞：數位孿生、iPhone LiDAR、防災

Discussion on the application of Digital Twin in soil and water conservation engineering facilities by iPhone generated

Che-Yu Li^{[1][2]*} Cheng-Ying Chuang^{[1][2]} Chen-Yu Chen^[1] Bai-Yi Kao^[1]

Abstract In recent years, the concept of "Digital Twin" has been introduced, and applied in many fields extensively. In Civil Engineering, this technique has been adopted in data management, engineering planning and designing. However, it is not used popularly due to expensive instruments and inconvenient carryings. Since light detection and ranging(LiDAR) has been equipped in iPhone, the product of Apple, it is effectively to lower the threshold of Digital Twin techniques. It becomes faster and convenient. Various applications (APP) have been developed and tested in different kinds of industries. Therefore, this study use LiDAR equipped in iPhone to scan the engineering of soil and water conservation, and try to construct a Digital Twin model. In addition, traditional measurement tools were used to measure and analyze the geometric information of the engineering. We intend to apply Digital Twins technique in the field of disaster prevention engineering. The results show that as using LiDAR equipped in iPhone to scan the structures located on steep terrains and the sites where hard to arrive, there are several advantages such as low cost, convenient carrying, real time visualization, and fulfill requirements of accuracy.

Keyword: Digital Twin, iPhone LiDAR, Disaster Prevention .

^[1]財團法人農業科技研究院，*通訊作者 E-mail:asdfghj544@mail.swcb.gov.tw

Agricultural Technology Research Institute, R.O.C

^[2]行政院農業委員會水土保持局

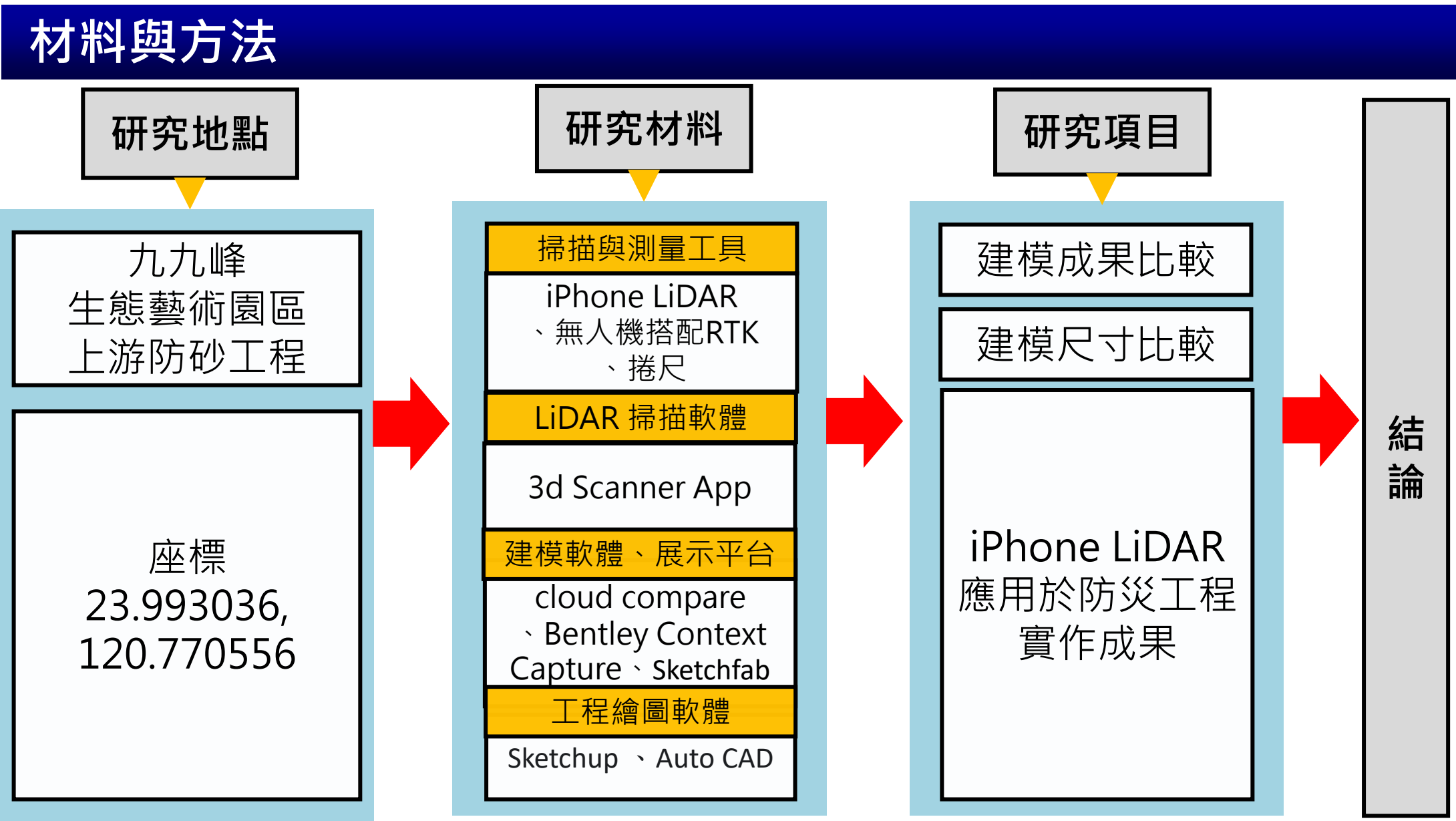
Soil and Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan

前言

■ 近年「數位孿生」概念興起，其中三維建模係為重要的基礎，並廣泛應用於不同產業，土木工程界已開始利用於資料治理、工程規劃與設計。

■ 惟受限建置數位孿生的儀器昂貴與攜帶不便，使用上尚未普及。自從美國蘋果公司在iPhone中加入LiDAR功能後，大大地降低產製數位孿生的技術門檻，各行各業並積極開發與嘗試各種APP功能。

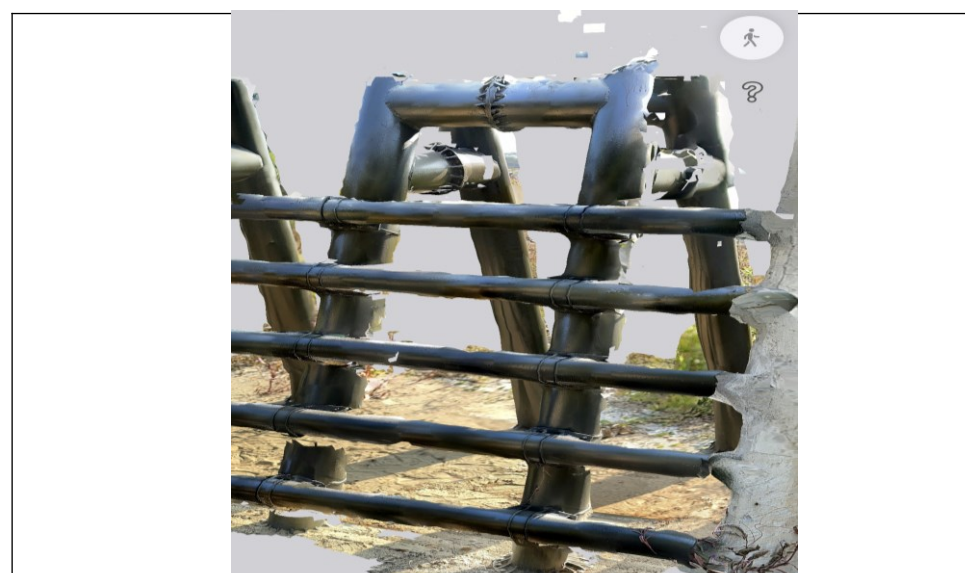
■ 本研究以iPhone內建LiDAR功能，針對水土保持工程進行掃描，建立數位孿生模型，並利用無人機搭配RTK和傳統測量工具，分析與檢驗水土保持工程尺寸，以及將數位孿生技術應用於防災工程。



結果與討論

(1) iPhone LiDAR 與 無人機搭配RTK 之建模成果比較

平滑且無過多鏤空的石籠護岸形狀無破損且細節完整，次之為單組鋼構壩呈現構造物既有材質與細節；如果對系列鋼構壩一次性掃描，會出現破損且表面色彩紊亂的狀態；無人機拍攝成果則無法呈現中間鏤空的實際狀態。



iPhone LiDAR 建立模型(單組鋼構壩)



iPhone LiDAR 建立模型(系列鋼構壩)



iPhone LiDAR 建立模型(鋼構壩旁石籠護岸)



無人機搭配RTK 建立模型(系列鋼構壩)

(3) iPhone LiDAR應用於防災工程實作成果

iPhone LiDAR 特點

- 災害發生時如天候不佳而無法空拍與掃描，iPhone具防水功能可克服氣候問題，記錄現場狀況。
- 位置如遮蔽物過多以致無法空拍，或位置偏遠不利攜帶掃描儀時，iPhone可便利攜帶至現場即時記錄三維資料。
- iPhone成本便宜，價格僅約掃描儀的1%與無人機的40%。
- 相較無人機、掃描儀需內業後製模型，iPhone從掃描、處理數據與共享數據可直接在手機中處理。

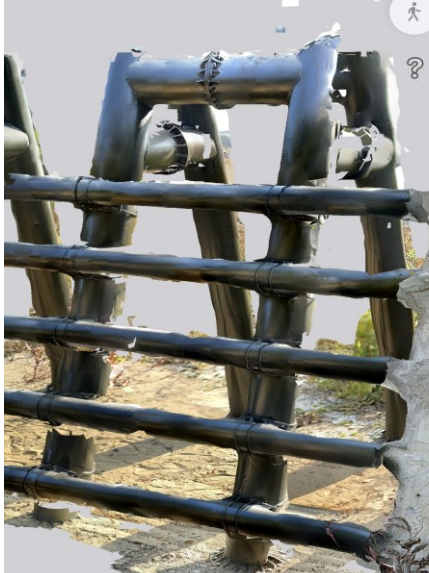
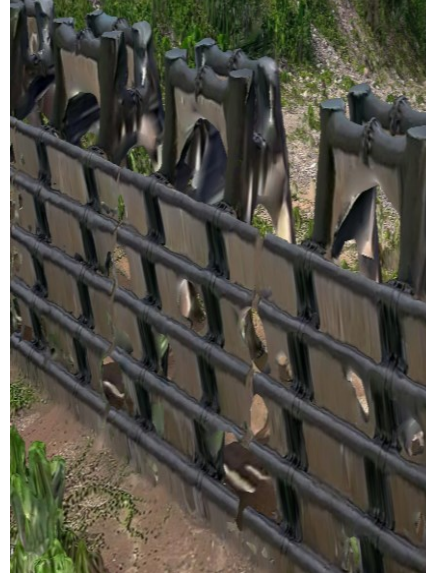
流程圖

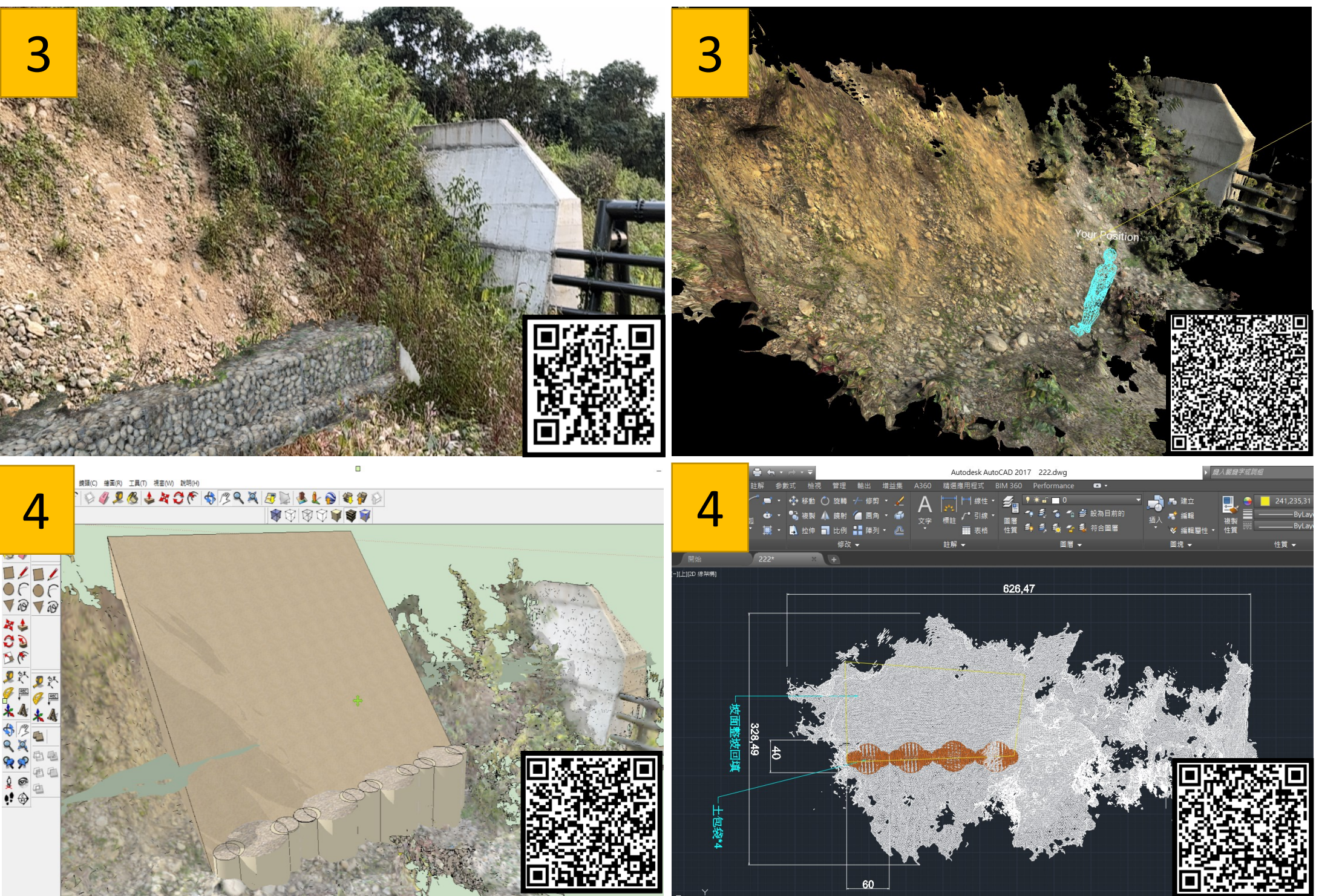
- 災害發生
- 快速掃描成果
- VR與公共展示平台
- 工程繪圖軟體規劃設計

*掃描QR Code 可觀看各階段成果影片

(2) iPhone LiDAR 與 無人機搭配RTK 之建模尺寸比較

以鋼構壩為例，對照傳統測量成果，iPhone LiDAR建立之模型尺寸約0.3~1%的誤差，相較無人機搭配RTK的組合約0.3-2%，成果差異不大且精度略高。

圖例			
型式	實際構造物	iPhone LiDAR 建立模型	無人機搭配RTK 建立模型
測量方式	捲尺	cloud compare	Bentley Context Capture
壩寬(m)	2.75	2.76	2.71
壩長(m)	17.00	16.95	17.04
壩高(m)	2.95	3.00	3.01
鋼管橫桿長(m)	2.72	2.74	2.73



結論與建議

■ iPhone LiDAR 適合掃描形狀無複雜、平滑的物體，如需掃描形狀複雜的物體建議分段掃描以確保掃描品質；iPhone LiDAR相較無人機搭配RTK 產製的模型可呈現物體實際成果，提供真實的三維狀態。

■ iPhone LiDAR 與無人機搭配RTK對照傳統測量進行精度比較，結果顯示精度差異不大且略高，僅約0.3~1%誤差，可滿足測量經度需求，未來調查、測量時可得到良好的成果。

■ 針對人員可及的水土保持工程，iPhone LiDAR有可克服氣候問題、攜帶便利、成本低與即時視覺化的多種優點。