

3DGSlam

專題編號：113-CSIE-S014
執行期限：112 年第 1 學期至 113 年第 1 學期
指導教授：林惠勇
專題參與人員：110590049 藍振耘
110590066 吳宥駒

一、摘要

本組設計 3DGSlam，利用手機相機錄影重建三維場景的簡易工具。本專案基於 3D Gaussian Splatting 技術建置場景與渲染圖片，設計圖片過濾、深度輔助訓練等策略改善品質，最後結合前後端網頁應用，使用戶可以通過友好的界面上傳數據並查看重建結果。本工具具有：低成本、快速、容易架設、使用方便等優點，改變傳統場景重建昂貴、笨重、耗時等刻板印象。

關鍵詞：3D Gaussian Splatting, 3D scene reconstruction。

二、緣由及目的

傳統的三維重建方法，如三角網格 (mesh) 和點雲 (point cloud)，雖然在過去一段時間內被廣泛應用，但往往在重建效率和場景細節表現上有所不足。另一方面，這些技術通常需要使用高精度的感測設備，如多相機陣列或雷射掃描器 (LiDAR)，獲取多視角的精細數據。在此之上，拍攝作業可能需要在特定條件下進行，如固定環境光源、相機位置以及穩定的拍攝角度等。這些因素使得傳統重建技術難以在多數日常場景或資源有限的情況下靈活應用。

3D Gaussian Splatting 是一種新興的技術，通過使用高斯點群來表示三維場景中的物體表面，相較於傳統方法，不僅能夠提高重建的精度，還能在計算效率上取得顯著提升。本組計畫利用 3D Gaussian Splatting 對於重建場景品質與效率上的優勢，設計一套簡易使用的三維場景重建工具，透過手機與一般家用電腦就能夠體驗場景重建技術。

三、研究範圍

主要研究目標：

- 套用現有模型，根據圖片和感測器的資訊推斷相機位置
- 開發 3dgs 模型，藉由圖片與相機位置重建場景
- 有效利用 GPU 資源平行化加速模型運算時間
- 開發網頁應用展示和測試專題的功能和結果

四、架構流程

(一) 前端網頁與資料蒐集

前端網頁連結使用者的相機、陀螺儀感測器、加速度感測器，透過 webRTC 不斷將資料串流給後端伺服器。同時，也接收即時的訓練進度顯示在畫面中。

(二) 關鍵影格篩選

考慮到以手機拍攝照片，容易產生動態模糊、失焦等影像。我們透過圖片中重要特徵的數量決定是否保留該圖片，以確保後續使用的圖像具有足夠的資訊與品質。

(三) 相機參數萃取

利用關鍵影格中的特徵進行比對與匹配，回推照片拍攝的相機位於世界坐標系的位置以及傾斜角度。

(五) 深度資訊萃取

從圖片中萃取出深度變化圖，藉由將深度資訊購過相機參數回推於場景座標輔助場景訓練，確保場景的幾何正確性。

(五) 場景重建與渲染

實作 3D Gaussian Splatting 演算法，進行場景的訓練與渲染。另外，本專題設計深度損失函數以及深度輔助撒點策略，能夠快速地逼近場景的幾何結構，進一步的增加場景的訓練速度。

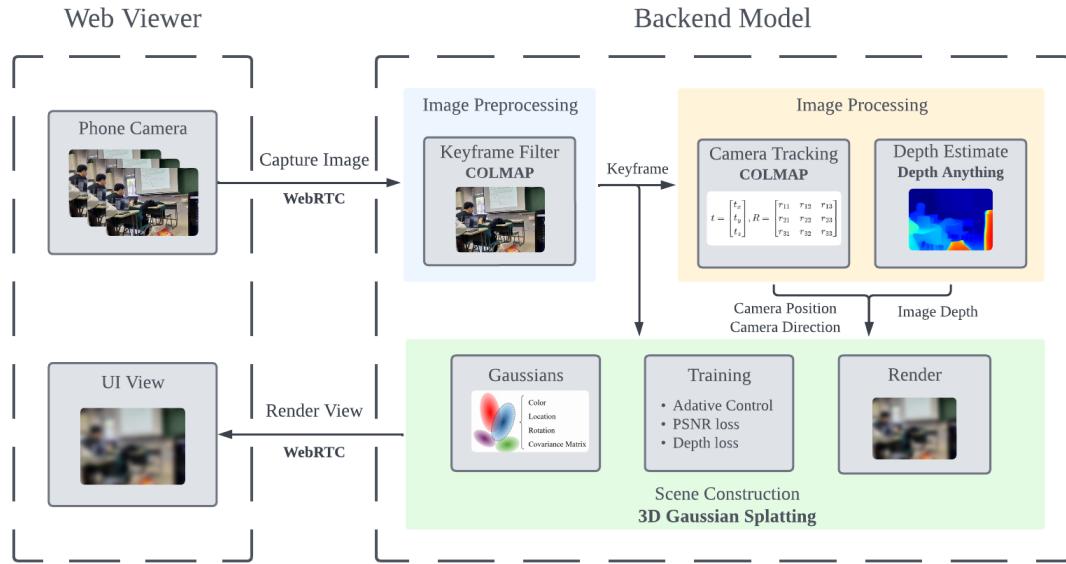


Figure 1: 流程圖

五、成果展示

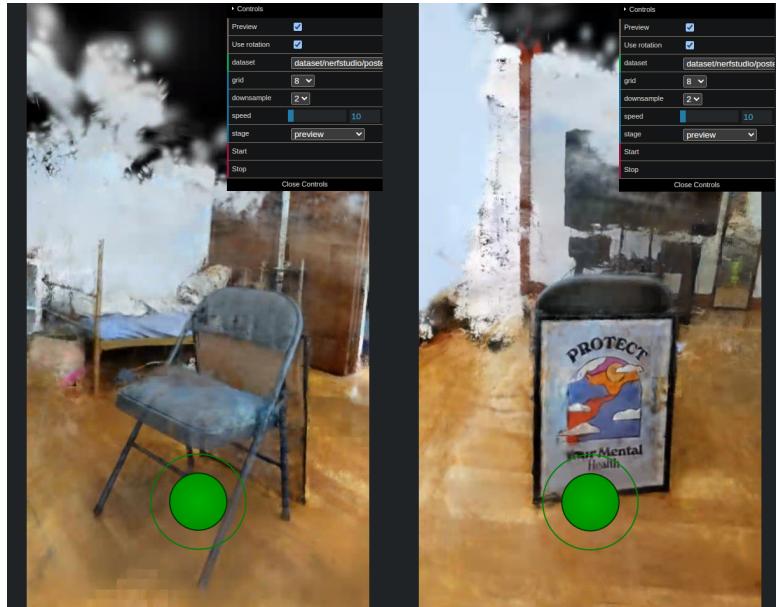


Figure 2: 成果截圖，同樣場景在不同視角下的渲染成果

六、結論

本專題設計 3DGSlam，基於 3D Gaussian Splatting 技術，透過實作影像過濾及深度輔助訓練，實現低成本、快速的場景重建。此系統不需要依賴特殊的硬體設備，以一般電腦即可快速建置環境、使用手機就能夠進行場景捕捉並生成虛擬場景。降低了三圍場景重建技術的門檻。