

影像處理概論 Introduction to Image Processing

作業二：影像處理與影像生成實習

(一) 作業目的

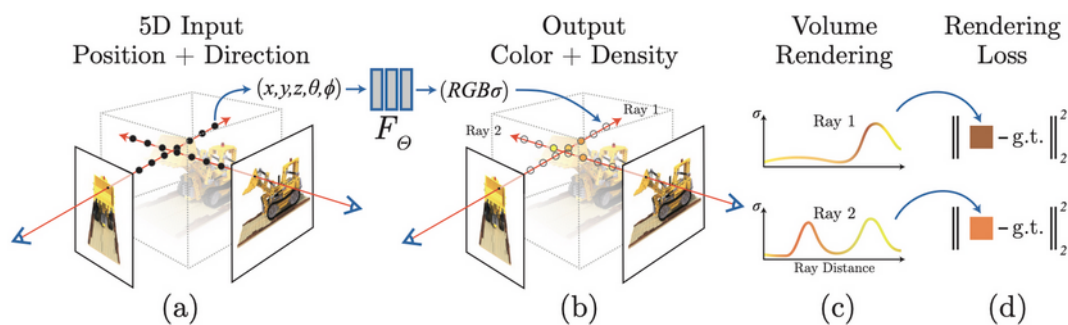
透過本次實作學習與了解隱式神經表示法 (Implicit Neural Representation) 生成影像的原理、方法，嘗試拍攝蒐集各自的照片集，生成環景的合成影像結果，並進一步完成比較分析。

(二) 作業說明

隱式神經表示法是一種基於神經網絡的模型表示法，通過學習一個隱式函數來表示複雜的幾何形狀和物體表面。基本思想是設計一個神經網路，將一個點作為輸入，然後預測該點的分類或回歸值，該值可用來表示該點是否屬於物體的內部或表面。因此，對於一個隱式函數表示的物體，只需要將該函數的輸入值掃描在三維空間中，就可以生成一個連續的物體表面。

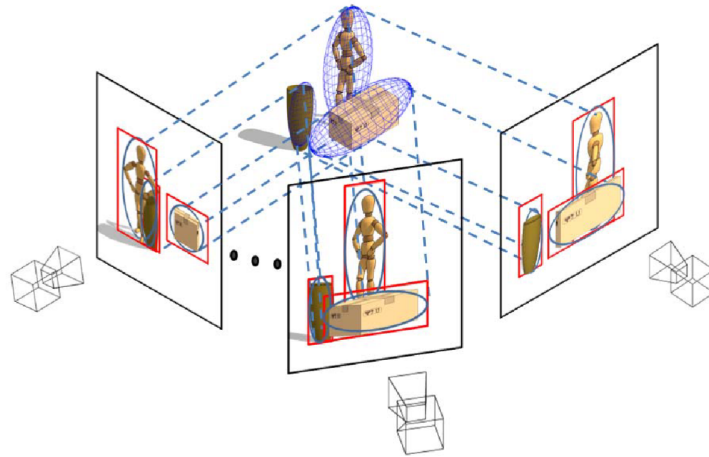
NeRF (Neural Radiance Fields) 是一種基於神經表示法的3D重建方法，乃運用神經網路輸入與輸出具有函數關係的特性，訓練並嘗試建立出物體場景中各點的空間位置、顏色、局部密度 (此模型方法中可將此理解為透明度) 的關係，藉此更完整描述出物體場景於三維空間中的實際資訊 (圖一)。

在推斷場景時，先從2D圖像中提取出相機位置資訊，然後使用射線追蹤演算法 (ray tracing) 計算從該相機的光線與場景中每個物件之間的交點，進而推斷出該處表面的顏色與密度資訊。



圖一、NeRF的架構圖

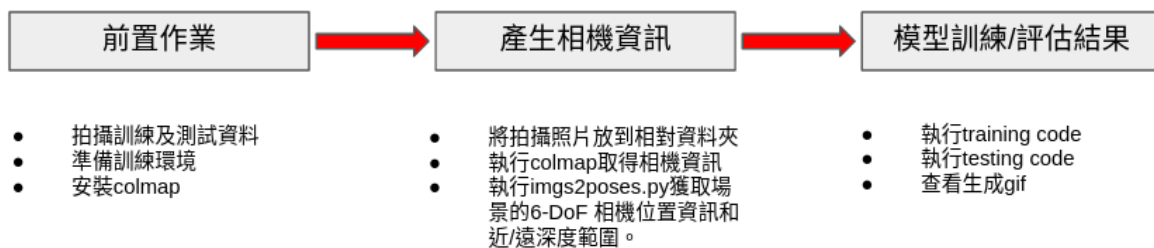
輸入NeRF的訓練資料集，可以是包含事先採集整理好的實際相機位置資訊，或往往直接透過Colmap針對足夠量的照片資料，推算出對應的虛擬相機位置資訊，再進行後續的訓練運算。其中Colmap乃根據運動回復結構 (structure from motion, SfM) 方法，透過匹配到影像中的數個特徵，嘗試回推出各二維影像對應的相機資訊，進而推算完成三維資訊的重建 (圖二)。



圖二、SfM方法的示意圖

作業二主要讓同學了解熟悉此方法如何從有限分散的二維影像，獲得能重建三維的資訊，以供後續的網路架構進行學習訓練，因此同學需完成以下三個模組：前置作業、產生相機資訊、深度學習模型訓練及評估結果。

作業流程圖：



1. 前置作業：

準備訓練資料

Dataset：請自由一項希望生成的物品，於周圍不同角度拍攝至少超過50張照片。請注意不要在過於複雜，或是與物品色系過於相似的背景拍攝。

準備訓練環境

- 安裝執行所需套件：下載E3作業區所提供的程式碼並安裝所需套件(requirements.txt)
- 安裝Colmap

2. 產生相機資訊：

對於已備好的訓練用照片集，透過圖形化介面的Colmap或指令操作自動重建，獲得cameras.bin、images.bin、points3D.bin等相機資訊。

執行課程網頁提供的imgs2poses.py，將Colmap重建完成的資訊生成並獲得完整的場景位置以及深度遠近資訊。

3.模型訓練及評估結果：

執行training code

下載並執行E3作業區所提供的程式碼train.py開始訓練模型，可以嘗試調整hyperparameter等修改並且在報告中分析比較效果。

執行testing code

下載E3作業區所提供的程式碼eval.py並執行，最終輸出結果為數張合成圖片，以及一張物品的3D gif檔。

(三) 繳交內容

作業報告(至少 1000 字以上)、程式碼、訓練資料集(拍攝的照片)、輸出的影像結果(生成的全部圖片與gif檔)

報告中請包含以下項目，圖文並茂尤佳：

1. 原理介紹，請對於以下名詞進行說明：

- Deep learning
- Multilayer perceptron
- Implicit Neural Representation
- View synthesis
- NeRF (Neural Radiance Fields)

2. 實作方法，請描述本次作業中Colmap及深度學習網路的實作過程：

- Colmap
- 深度學習網路(包含各函數之解釋與參數說明)

3. 深度學習模型訓練及評估結果：

- Training: 產生 10、15、20 個 epochs 的 psnr 表現結果，與其觀察比較心得。
- Testing: 使用訓練完成的模型生成gif檔，與其觀察比較心得。

4. 對作業二整體結果做分析並進行討論，探討 Implicit Neural Representation 或 NeRF 的優缺點等。

5. 自由選擇加分項：

Implicit Neural Representation 或 NeRF的方法架構有什麼地方可以改善強化，使得最終輸出的影像表現有所提升？請附上修改後的程式碼或使用的參考方法進行說明，並比較分析輸出結果有何改善，以及為何有這樣子的表現。

請將所有檔案壓縮進「IP_name_yourstudentID_HW2.zip」再上傳至E3。

eg. 「IP_王小明_0812345_HW2.zip」

本作業繳交期限為**5/5 10:10**，請注意時間不要遲交。

•附註：其他資訊請自行參見E3作業區提供之附件檔案。