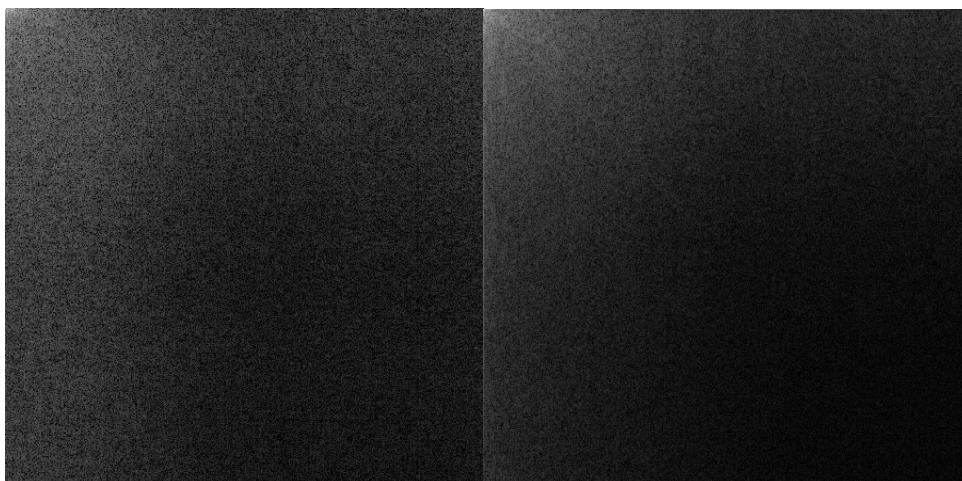


1.

- Origin image



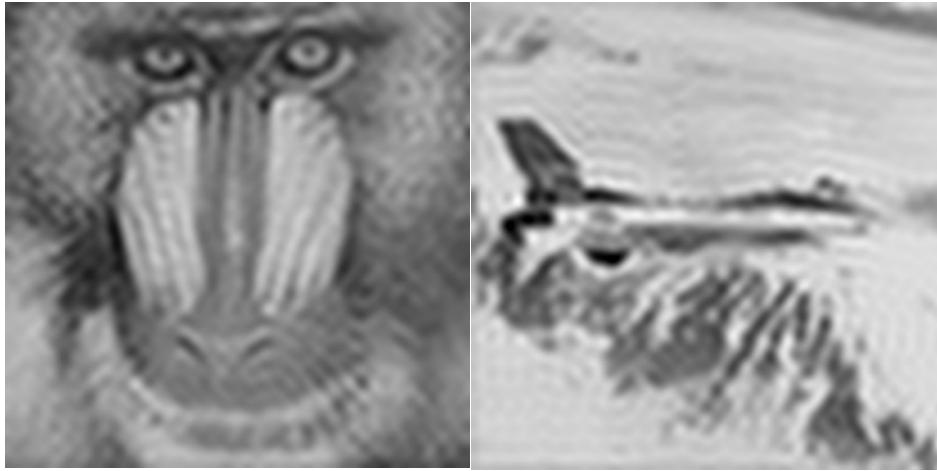
- Global DCT Frequency Domain



- IDCT Reconstruction



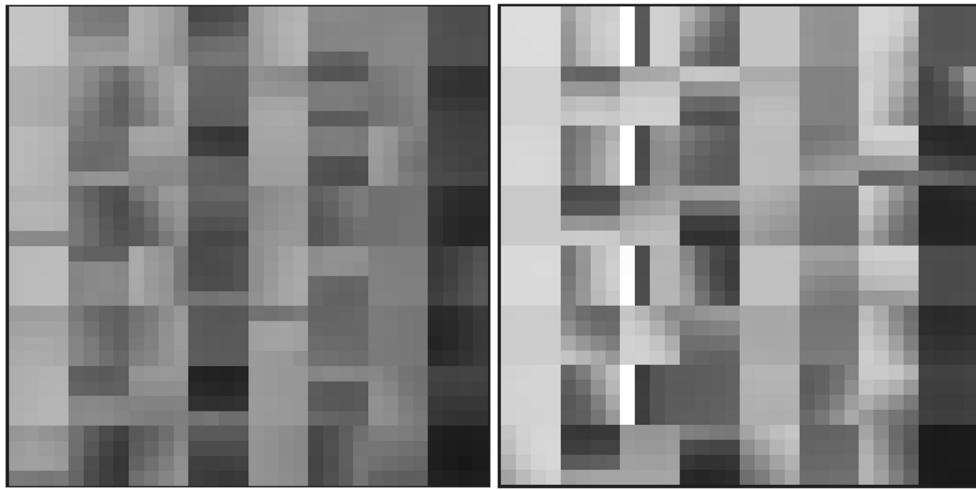
➤ Low-frequency Cropping



➤ VQ Reconstruction



➤ Codebook Table



2.

- DCT:首先將灰階影像進行全域 DCT (Global DCT) ，轉換至頻率域。從結果可以發現能量集中在左上角的低頻區域。接著進行兩項重建實驗：
 - ✧ 完整係數直接反向轉換 (IDCT) :幾乎與原圖一致，表示未移除任何頻率時 DCT 是可逆的。
 - ✧ 頻域裁切後再 IDCT (Low-pass Filtering) :僅保留左上角 50×50 的低頻係數，其餘高頻係數設為 0，低頻保留輪廓，高頻細節消失，使影像變得平滑模糊。另外，在程式中也實作了區域 DCT (Local DCT) 的函式，但此次僅展示全域方法。
- VQ:使用 4×4 block 將影像分割，並依序進行：
 - ✧ 將每塊攤平成向量，作為訓練資料
 - ✧ 使用 LBG (Linde–Buzo–Gray) 演算法訓練 64 個 Codewords 的 Codebook
 - ✧ 對每塊進行編碼：找出最接近的 Codeword (以距離最小為準)
 - ✧ 解碼時用 Codebook 取代影像區塊，完成重建

此方法能大幅降低儲存大小，只需儲存 Codebook 與索引即可重建整張影像。

方法	優點	缺點
DCT	保留整體視覺品質與平滑度	高壓縮時會變模糊
VQ	壓縮效率高，易於硬體實現	區塊化明顯，可能損失較多細節

3.

- 頻域裁切後影像變模糊，高頻包含邊緣與紋理，移除後細節消失
- 低頻仍能保留完整輪廓，影像能量大多落在低頻區
- VQ 重建影像出現區塊化 (Block Artifacts) 每一區塊被量化為相同向量，邊界不連續
- LBG 訓練過程有時收斂較慢，群集分布不均，有些 cluster 可能變成空集合

- DCT 相較 VQ 更平滑且連續，為全域轉換，不會造成區塊痕跡
- 無法直接觀察 DCT 頻譜，必須取 log 並 normalize 才能視覺化
- LBG 群集結果不穩定，加入收斂門檻與最大迭代次數控制
- block size 與 Codebook 大小影響大，屬於壓縮品質與效率的 trade-off
- 嘗試進行全域 DCT，分別保留左上角 30×30 與 50×50 的低頻係數再做逆 DCT。keep=30(左)的影像非常模糊，僅保留主要輪廓；keep=50(右)輪廓更清楚，部分細節恢復。可見低頻決定影像結構，高頻提供細節，保留更多低頻能提高辨識度。

