GAI\_Project4\_Generative Models for Visual Signals

系級:資訊114 學號:E34106010 姓名:黃偉峰

Github link: https://github.com/ukp66482/GAI\_Project4

1. Theoretical Justification

此次作業我挑選了Example1中提到的Accerating DDPM with DIP-based initial Priors來實作，透過DIP，並且以DDPM-only以及DDPM with DIP來作比較。

結合這兩種方法，DDPM with DIP-Based Initial Prior 的原理如下：

DIP訓練：

首先訓練DIP模型，使其能夠重建目標圖像的高級特徵。DIP模型在短時間內訓練，以捕捉圖像的主要結構和模式，而不過度擬合噪聲。

DDPM初始化：

使用訓練好的DIP模型生成的初始圖像作為DDPM的起點，而不是隨機噪聲。這樣DDPM模型可以從一個已經包含圖像高級結構的初始圖像開始訓練。

Advantages:

* 加速訓練收斂過程:由於DIP提供的初始圖像已經包含了目標圖像的高級結構，DDPM模型不需要從完全隨機的噪聲開始學習。因此，DDPM模型可以更快地收斂，減少所需的訓練時間。
* 更好的初始點：DIP生成的初始圖像為DDPM模型提供了一個更好的起點，使得生成的樣本質量在早期階段就能達到較高水平。
* 減少模糊：DIP模型在初始階段捕捉到的高級結構有助於減少DDPM生成圖像中的模糊部分，提高圖像的清晰度和細節。
* 更穩定的訓練：從一個有意義的初始圖像開始訓練可以減少訓練過程中的不穩定性，使DDPM模型的訓練更加平穩和可靠

Potential limitation:

* 複雜度增加：將兩種方法結合將會增加模型的複雜性，需要更多的計算資源。
* 生成速度：將兩種方法結合可以提高生成圖片品質但在某些情況下，生成速度可能仍然是一個瓶頸。特別是對於實時應用，生成速度仍需優化。

在某些任務中，單獨使用一種方法可能已經很好，結合的方法優勢可能並不明顯，甚至可能帶來額外的計算負擔。

1. Experimental Verification

* Loss

A graph with blue and orange lines

Description automatically generated

上圖為訓練過程中Loss隨著Epoch改變的摺線圖，可以看到在初始的loss在DDPM with DIP的部分初始就較快且訓練過程中也較DDPM\_only的部分較穩定，DDPM with DIP 的Loss程度也都低於DDPM\_only。

* Image Quality

DDPM-only:

A black screen with numbers and letters

Description automatically generated

DDPM with DIP:

A black screen with numbers and lines

Description automatically generated

上面兩張圖中也可以看到我們抽取5張圖片，DDPM with DIP相較DDPM\_only在各項指標上有較好的水準。

1. Ablation Studies and Analysis

減少DIP conv通道數(64->16):

Conv channel 64:

A black screen with numbers and lines

Description automatically generated

Conv channel 16:

A black screen with numbers and lines

Description automatically generated

從實驗結果可以看出，減少conv通道數可以降低模型的計算覆雜度和訓練時間，但這會導致圖片品質的下降。通道數為64的模型在所有指標上均優於通道數為16的模型，具體表現為更高的PSNR和SSIM，更低的MSE、MAE和Delta E。因此，在實際應用中，需要在計算資源和生成影像品質之間找到平衡點，根據具體需求選擇合適的通道數。