

Gruppo 24 - Super-risoluzione immagini satellitari geologiche

Componenti del gruppo:

- Davide De Rosa
- Carlotta Nunziati
- Leonardo Vorabbi

Professore di Riferimento: Fabio Merizzi

Descrizione del progetto: Il progetto propone di esplorare la fattibilità della trasformazione di immagini satellitari (Sentinel) in immagini aeree acquisite da droni, utilizzando tecniche basate su reti neurali. Questo approccio è particolarmente rilevante nell'ambito della prevenzione delle frane in Emilia-Romagna, dove le immagini da drone rappresentano uno strumento per l'identificazione e il monitoraggio dei fenomeni franosi. Tuttavia, a causa della loro complessità, le immagini da drone sono più difficili da ottenere rispetto a quelle satellitari. Il progetto mira dunque a verificare se sia possibile approssimare le immagini da drone a partire da quelle satellitari mediante un modello neurale.

I dati disponibili sono raccolti nei comuni di Casola, Predappio, Modigliana e Brisighella. Per ciascun comune saranno fornite immagini ad alta risoluzione in formato TIFF, che coprono l'intero territorio comunale, sia per le acquisizioni satellitari che per quelle da drone.

L'obiettivo del progetto è sviluppare un modello basato su architettura U-Net in grado di effettuare questa trasformazione con un buon livello di accuratezza e compararlo con un modello di tipo Vision Transformer (ViT)

Dettagli del progetto:

1. Scaricamento dei dati TIFF per i comuni di riferimento:

- Immagine aerea RGB+NIR pre evento a 2m di risoluzione ('agea_2020.tif')
- Immagine aerea RGB+NIR post evento a 2m di risoluzione ('cgr_2023.tif')
- Immagine satellitare Sentinel2 RGB+NIR pre evento a 10m di risoluzione ('Sentinel2_pre.tif')
- Immagine satellitare Sentinel2 RGB+NIR post evento a 10m di risoluzione ('Sentinel2_post.tif')

2. Scrittura di un generatore che dati i file TIFF restituisca le coppie rispettivamente di Sentinel e immagine aerea

- Le immagini ottenute sono già perfettamente sovrapponibili, è quindi sufficiente scegliere un quadrato di dimensione 128x128 in una posizione random dell'immagine Sentinel e cercare il suo corrispondente nell'immagine aerea per generare le tuple necessario al modello
- Normalizzare efficacemente le immagini
- Gestire efficacemente i NaN e i bordi delle immagini
- Prevedere tecniche di data-augmentation
- Prevedere un dataset di test per valutare la qualità dei risultati e accertarsi che non vi sia overfitting

3. Sviluppo di un modello U-net:

- a. Sviluppare un modello U-net residuale
- b. Sviluppare modello Vision Transformer (ViT)
- c. Allenare i modelli con tutti i dati a disposizione

Confronto dei risultati ottenuti per i diversi approcci

- d. Calcolare le performance in termini di MSE
- e. Generare visualizzazioni delle immagini generate dai modelli

Datasets:

<https://drive.google.com/drive/folders/1kndQBqlho7Rj5HQqwrzrPRtnJ0OxCgBJ?usp=sharing>

Risoluzioni previste:

- È possibile variare la risoluzione suggerita di (128,128) in base alle risorse a disposizione

Output Attesi: E' richiesto agli studenti di produrre i seguenti obiettivi che, se svolti tutti nella maniera corretta, permetteranno di raggiungere la valutazione massima dell'esame. E' chiaramente possibile fare esperimenti ulteriori oltre a quelli richiesti in seguito, che verranno tenuti in considerazione a patto che tutti quelli indicati in seguito vengano svolti in maniera completa.

1. **Pre-processing efficace** dei dati ottenuti, **sviluppo di un generatore ottimale**
2. Sviluppo di modello U-net
3. Sviluppo di modello ViT
4. **Documentazione dei risultati ottenuti**, anche in forma preliminare, con grafici, tabelle o immagini a supporto.
5. **Codice ben organizzato e modulare**, accompagnato da una raccolta dei risultati più significativi che dovranno essere esposti in sede d'esame (le modalità di tale esposizione saranno comunicati in classe nelle prossime lezioni).

Bibliografia: In seguito si riportano alcuni papers di riferimento che possono aiutare nello svolgimento del progetto. Ricordo che scopo di questo progetto è una "collaborazione" diretta col docente di riferimento, motivo per cui non esitate a mandarmi mail o fissare ricevimenti in un qualunque momento.

- U-net : <https://arxiv.org/pdf/1505.04597>
- ViT design : <https://arxiv.org/abs/2412.03413>
- Swin ViT : <https://arxiv.org/abs/2108.10257>

Consegna: Il progetto **NON** deve essere consegnato. I risultati ottenuti dall'esecuzione degli esperimenti del progetto saranno discussi in sede d'esame, con le modalità che verranno comunicate nelle prossime lezioni.