

Progetto curriculare relativo ad attività informatiche applicate all’archeologia

Seyed Parsa Bagheri, Jishan Rahman, Massimo Andrés Camacho

Novembre 2023



Cielo stellato sopra le rovine dell'Iraq - Hussain Diyala

1 Introduzione

Questo proseguimento del progetto di ricerca Baghdad-AI, condotto dagli alunni Seyed Parsa Bagheri, Massimo Andrés Camacho, e Jishan Rahman dell'Università di Bologna, si inserisce in un contesto di lunga data dedicato all'applicazione dell'intelligenza artificiale (AI) nel campo dell'archeologia, in particolare nell'ambito delle procedure di remote sensing. Il paper di ricerca originale dei professori Marco Roccati e Nicolò Marchetti aveva dimostrato l'efficacia delle reti neurali potenziate con meccanismi di segmentazione nell'individuazione di nuovi siti archeologici nella pianura Mesopotamica, integrandosi con le metodologie tradizionali degli archeologi. Il motivo principale di questo tirocinio è stato di ingegnerizzare tecniche per fare Data Augmentation ed evitare l'overfitting del modello.

2 Ambiti di Lavoro

Il piano di lavoro ha coinvolto l'augmentation delle immagini CORONA per meglio addestrare il modello di segmentazione, contribuendo ad una prestazione più attendibile nella previsione e individuazione di siti archeologici.

È stata introdotta la fase di "Negative Sampling" come procedura ulteriore per affinare la precisione del modello. L'intento è stato quello di creare un database complementare contenente solo campioni negativi, consentendo al modello di apprendere da situazioni in cui il sito archeologico non era presente. Questo approccio è stato adottato per arricchire l'esperienza di addestramento del modello, che fino a quel punto aveva esaminato solo coppie siti-maschere positive.

3 Data Augmentation

Sono stati creati diversi augmented dataset, ciascuna utilizzando una tecnica transform diversa tra un pool di circa 15 tecniche scelte (più sulla scelta nel paragrafo a seguire). I membri del team si sono divisi le tecniche. Ognuno ha eseguito il modello su Colab, dieci volte per ogni tecnica a lui assegnata, per arrivare a selezionarne una sola migliore, e riportarne i risultati nella relazione individuale.

Per quanto riguarda la scelta stessa delle tecniche, si è fatto riferimento allo studio del paper accademico "Image Data Augmentation for Deep Learning: A Survey" di Suorong Yang et al. ([link al paper](#)), il quale ha evidenziato la lacuna nella ricerca teorica sull'augmentation. Dunque, la decisione su come procedere rimaneva in gran parte nelle nostre mani.

Dopo aver esaminato la tassonomia delle metodologie di augmentation esistenti, si è optato per concentrarsi sulla famiglia di "Basic Image Manipulations". Tale decisione è stata guidata da una valutazione degli strumenti effett-

tivamente a disposizione (in primis la libreria Albumentations).

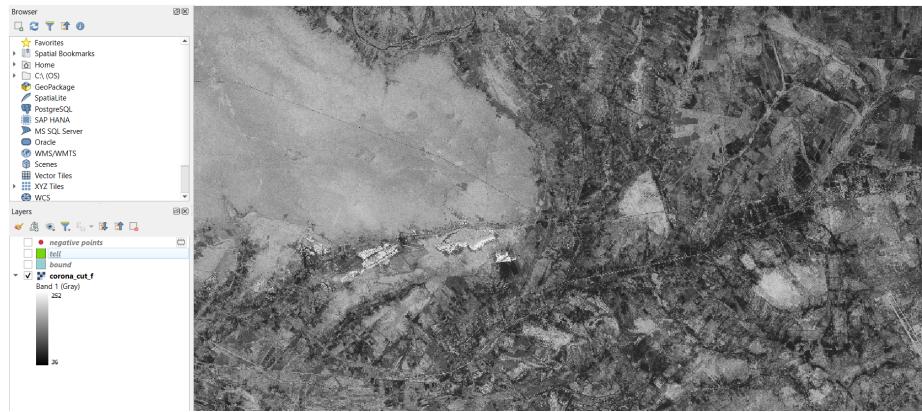
Inizialmente si è proceduto per esclusione, limitandoci ad analizzare tecniche che avrebbero senso di essere applicate ad immagini satellitari in grayscale; quindi abbiamo escluso tutte le tecniche che effettuavano modifiche sul colore.

Nelle tre relazioni individuali viene fornita una panoramica delle tecniche selezionate e dei risultati.

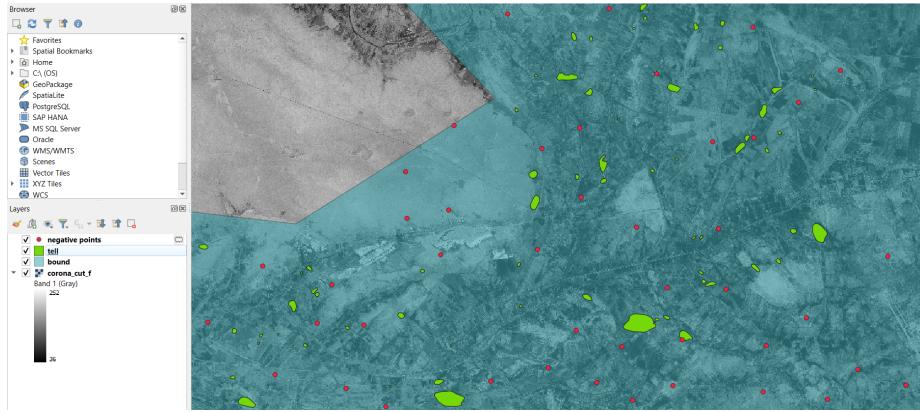
4 Negative Sampling

La fase di "Negative Sampling" è stata una procedura ulteriore per migliorare la precisione del modello nell'individuazione di tell archeologici. L'intento è stato di creare un database contenente solo sample negativi per addestrare meglio il modello, che fino a quel punto aveva esaminato solo coppie siti-maschere positive.

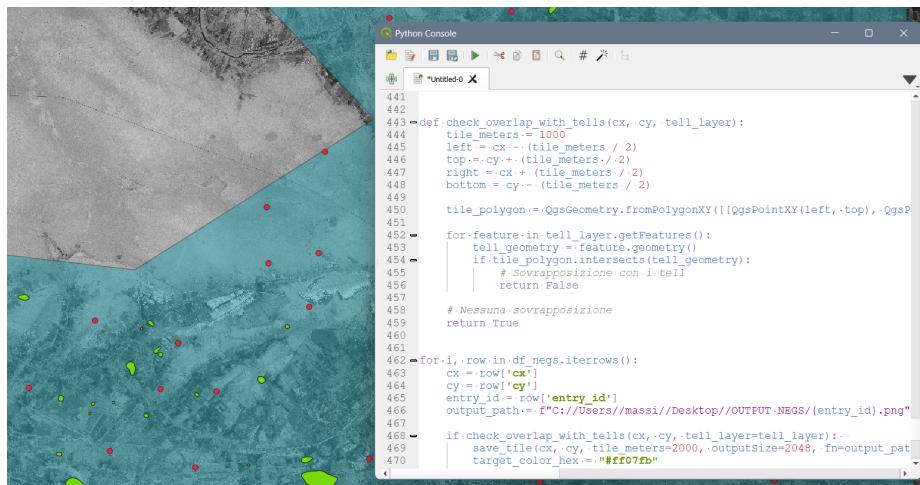
Utilizzando QGIS, si è lavorato su una mappa della zona di Bagdad, con un sistema di coordinate metrico. Nei layer presenti sulla mappa, si disponeva già dei punti con le coordinate dei tell archeologici.



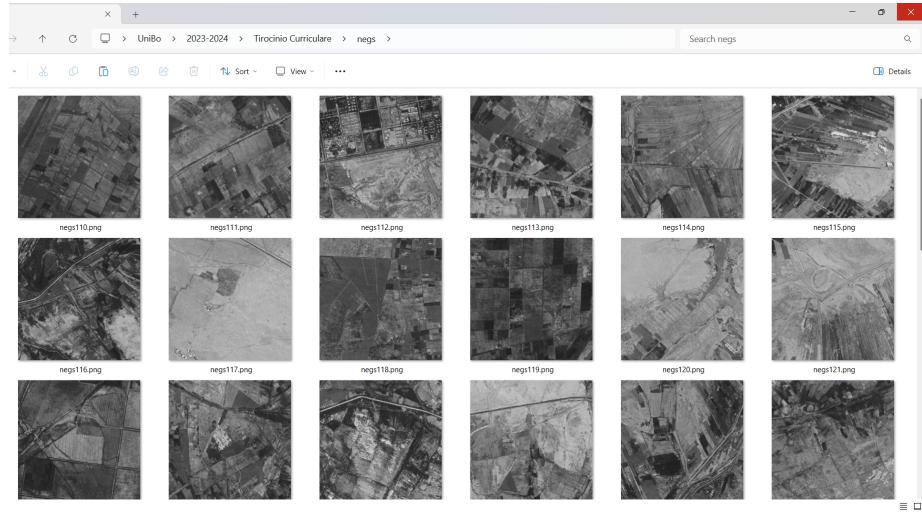
Le funzioni implementate nell'UI QGIS hanno permesso di tracciare manualmente un layer dei confini ("Boundaries") per rimuovere parti superflue della mappa (deserti, fiumi). Successivamente, mediante la differenza simmetrica, sono stati tolti i tell da Boundaries. Il layer risultante è stato salvato come "Differenza".



Il tool di calcolo di centroidi su QGIS è stato usato per suddividere il layer Differenza in quadrati di 1000 metri di lato, catturando le coordinate x e y dei centroidi di ciascun quadrato. Per assicurare la massima precisione, tramite uno script python sono stati eradicati eventuali intersezioni dei centroidi con i tell.



Infine, il passo di "Negative Sampling" è stato completato esportando i centroidi in un dataset CSV. Da questo dataset, utilizzando la console QGIS, è stato applicato lo script python per ritagliare ed esportare le immagini necessarie, ricavando così l'input per la fase successiva di addestramento del modello.



5 Considerazioni finali

Il nostro progetto ha evidenziato l'efficacia delle tecniche di data augmentation e del Negative Sampling nella discriminazione di siti archeologici tramite immagini satellitari CORONA. Nonostante la limitata potenza di calcolo, dovuta all'uso esclusivo di Google Colab anziché di un server dedicato, siamo riusciti a ottenere risultati promettenti. Questa limitazione ha costretto il team a ottimizzare gli algoritmi e a essere selettivi nella scelta delle tecniche di augmentation, bilanciando qualità e quantità dei dati.

L'impiego di QGIS per il Negative Sampling ha garantito un'elevata precisione geografica, contribuendo a rafforzare l'accuratezza del nostro modello. La metodologia adottata, focalizzata su campioni sia positivi che negativi, ha dimostrato un miglioramento tangibile nella capacità del modello di distinguere correttamente le aree di interesse.

La selezione delle tecniche di augmentation è stata guidata da un'approfondita analisi teorica e pratica, orientandosi verso manipolazioni di base adatte a immagini in scala di grigi. Questo approccio ha permesso di ampliare efficacemente il dataset senza comprometterne la qualità.

In conclusione, nonostante le sfide poste dalla limitata potenza di calcolo, il progetto ha offerto intuizioni preziose su come l'applicazione mirata di data augmentation e Negative Sampling possa migliorare significativamente le prestazioni dei modelli di machine learning in contesti archeologici. Queste scoperte aprono nuove prospettive per la ricerca futura, suggerendo che tali metodologie possano essere efficacemente impiegate anche con risorse computazionali limitate.