

ITALIANO

Argomento/Titolo

Uso di metodologie di Machine Learning per la stima e l'attribuzione dei cambiamenti climatici.

Proponente (Tutor)

Prof. Nicola SCAFETTA

Proposta di ricerca

Negli ultimi decenni, l'aumento delle temperature globali e l'intensificazione degli eventi climatici estremi hanno sollevato interrogativi cruciali sulla causa di tali fenomeni. Sebbene la comunità scientifica concordi su un ruolo delle attività antropiche nel riscaldamento globale, la separazione quantitativa dell'impatto umano dalle variazioni naturali del clima resta una sfida aperta. Questo progetto mira a sfruttare le potenzialità dell'Intelligenza Artificiale (AI) per migliorare i record climatici mondiali è per meglio distinguere le cause antropogeniche da quelle naturali, migliorando così la nostra comprensione del cambiamento climatico e ottimizzando la stima dei futuri rischi derivati dai cambiamenti climatici da cui poi dipendono le scelte politiche ed economiche.

In particolare, i modelli climatici globali sviluppati nell'ambito del Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) giocano un ruolo fondamentale nella ricerca sul cambiamento climatico e nella formulazione di politiche climatiche. Secondo le loro simulazioni, quasi il 100% del riscaldamento globale osservato tra il periodo 1850–1900 e 2011–2020 è attribuibile a fattori antropici, principalmente alle emissioni di gas serra. Tuttavia, permangono diverse e importanti incertezze scientifiche legate alla quantificazione del cambiamento climatico, la rappresentazione della variabilità climatica naturale, la sensibilità climatica e

all'influenza solare.

Questa ricerca propone l'uso di Intelligenza Artificiale (AI) e tecniche di classificazione avanzata basate sul Machine Learning per migliorare la distinzione tra impatti antropogenici e naturali sul clima. Il progetto si propone di approfondire entrambi o almeno uno dei due elementi chiave:

1. Ottimizzare le stime del cambiamento climatico, ad esempio quantificare possibili trend di riscaldamento spurio dovuto ad esempio al riscaldamento urbano.
2. Attribuzione climatica tramite machine learning, sviluppando modelli capaci di separare il contributo umano dai vari possibili contributi naturali.

Il progetto si propone di: 1) Sviluppare un modello AI basato su tecniche di classificazione per analizzare dati climatici e individuare schemi distintivi tra cause antropiche e variazioni naturali;

2) Integrare dataset climatici multidisciplinari, provenienti da misurazioni satellitari, stazioni meteorologiche e simulazioni climatiche; 3) Applicare tecniche di interpretabilità AI, per garantire che il modello non solo fornisca risultati accurati, ma renda anche trasparenti i fattori che influenzano le classificazioni; 4) Validare i risultati con studi esistenti di attribuzione climatica, confrontando le previsioni del modello con le conclusioni della comunità scientifica.

L'integrazione di tecniche AI nella ricerca climatica permetterà di: 1) Affinare le attribuzioni climatiche, migliorando l'affidabilità delle previsioni e dei modelli esistenti; 2) Supportare le politiche climatiche, fornendo dati più robusti per la definizione di strategie di mitigazione e adattamento; 3) Ottimizzare le simulazioni climatiche, riducendo le incertezze e migliorando la rappresentazione della variabilità naturale.

Il progetto rappresenta un passo avanti nell'uso dell'AI per l'analisi climatica, combinando tecniche di classificazione avanzate e analisi causale per affinare la

distinzione tra impatti antropogenici e naturali. La trasparenza e l'interpretebilit  dei modelli garantiranno che i risultati siano comprensibili e utili per le decisioni politiche e scientifiche.

Programma di ricerca

I° Anno

Durante il primo anno, l'attenzione sar  rivolta alla costruzione delle basi teoriche e metodologiche, oltre alla raccolta e preparazione dei dati.

1. Revisione della letteratura – Analisi approfondita degli studi esistenti sull'attribuzione climatica e sulle tecniche AI applicabili. Identificazione dei principali dataset climatici e delle tecniche di machine learning utilizzabili.
2. Raccolta e Pre-processing dei dati – Acquisizione di dati climatici da fonti autorevoli (NASA, NOAA, ECMWF). Pulizia, normalizzazione e gestione di eventuali dati mancanti per garantire la qualit  dei dataset.
3. Definizione delle variabili chiave – Selezione delle variabili climatiche pi  rilevanti per la classificazione. Determinazione delle tecniche di ML e AI pi  idonee per estrarre informazioni significative dai dati raccolti.

II° Anno

Nel secondo anno, l'attenzione sar  sulla costruzione e ottimizzazione dei modelli basati sull'AI per l'attribuzione del cambiamento climatico.

1. Sviluppo del modello di classificazione – Implementazione di diversi algoritmi di machine learning (reti neurali, SVM, alberi decisionali). Creazione di un modello robusto in grado di distinguere le cause antropogeniche dalle variazioni naturali.
2. Interpretabilit  – Applicazione di tecniche di interpretabilit  per garantire che il modello fornisca non solo risultati accurati, ma anche trasparenti e

comprensibili.

3. Validazione e Test su Dati Storici – Confronto delle previsioni del modello con dati climatici storici e studi di attribuzione esistenti per valutare l'affidabilità del sistema.

III° anno

Nel terzo anno, il progetto si concentrerà sull'affinamento dell'analisi causale e sull'applicazione pratica del modello e sulla scrittura della dissertazione.

1. Implementazione di modelli Bayesiani per inferenza causale – Utilizzo di reti bayesiane e tecniche statistiche per stabilire connessioni robuste tra attività antropiche e cambiamenti climatici osservati.
2. Sperimentazione e Applicazione a Scenari Futuri – Test del modello su proiezioni climatiche future per valutare la capacità di attribuzione in contesti predittivi.
3. Pubblicazione e Disseminazione – Redazione di articoli scientifici e presentazione dei risultati a conferenze internazionali per contribuire alla comunità scientifica sul cambiamento climatico e AI, e scrittura e discussione della dissertazione.

Eventuali note aggiuntive:

Per garantire il successo della ricerca, il candidato dovrebbe possedere una base in fisica, matematica, statistica, meteorologia e climatologia, oltre a competenze in programmazione, preferibilmente con strumenti come MatLab. Queste conoscenze permetteranno di affrontare l'analisi dei dati climatici, sviluppare modelli computazionali e applicare tecniche avanzate di machine learning in modo efficace e rigoroso.