



Dall'analisi automatizzata delle immagini mediche all'IA generativa

L'intelligenza artificiale sta trasformando settori critici, dalla sanità alla ricerca scientifica. Questo è il viaggio che mi ha portato a sviluppare soluzioni innovative per la diagnosi clinica e oltre.

Alessia Colonna, PhD

*Automated analysis of corneal images
for early diagnoses and large-scale screening in ophthalmology*

Cos'è l'Intelligenza Artificiale?



IA Tradizionale

Sistemi basati su machine learning capaci di identificare pattern e prendere decisioni.



Deep Learning

Reti neurali profonde che analizzano immagini e riconoscono strutture complesse.



IA Generativa

Sistemi avanzati che creano contenuti originali e interagiscono in linguaggio naturale.

Deep Learning and Generative AI

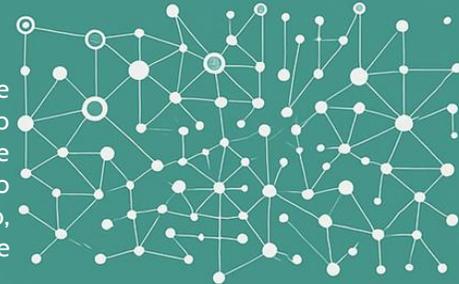


Traditional machine learning

Utilizza algoritmi statistici per apprendere dai dati e fare previsioni o classificazioni, basandosi su features ingegnerizzate manualmente. È efficace per compiti strutturati come l'analisi predittiva e la segmentazione dei dati.

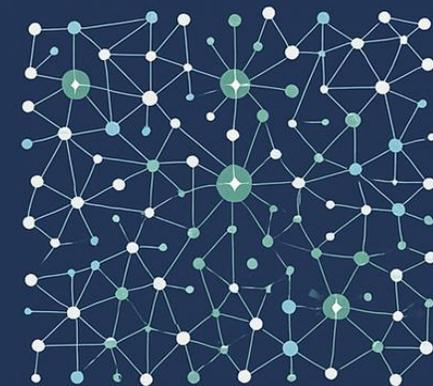
Deep learning

Il focus è sulle trasformazioni complesse dei dati, attraverso iterazioni multiple, uso di matrici, tensori e funzioni di attivazione come la softmax. Queste tecniche sono fondamentali in ambiti come, ad esempio, riconoscimento vocale, visione artificiale e traduzione automatica.

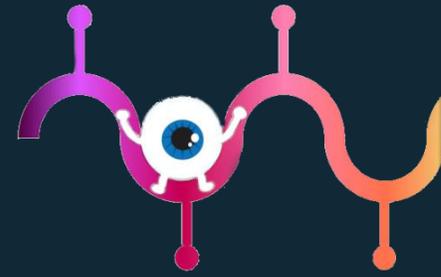


Generative AI

È un ramo del deep learning focalizzato sulla generazione di nuovi contenuti, sfruttando modelli addestrati su grandi quantità di dati per creare testo, immagini, suoni o codice. Si basa su reti neurali avanzate come GAN e transformer.



Il Problema Clinico



Diagnosi soggettiva

Valutazioni manuali imprecise



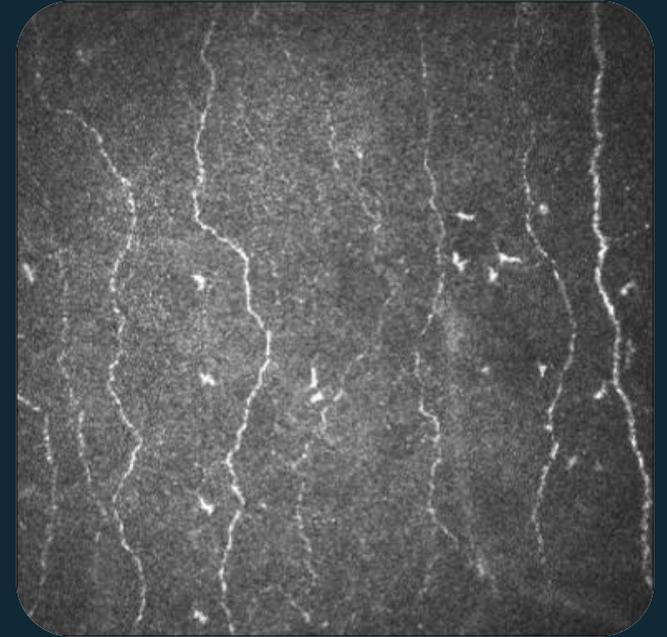
Patologie complesse

Cheratocono, neuropatia diabetica, occhio secco



Tempistiche lunghe

Analisi manuali laboriose



La cornea contiene un plesso nervoso subbasale la cui analisi è cruciale.
Le tecniche tradizionali sono limitate dalla soggettività umana.

La Soluzione Tecnologica



Acquisizione

Microscopia confocale in vivo



Elaborazione

Filtri Gabor e preprocessing avanzato per la generazione di un GT per l'addestramento di modelli di deep learning



Segmentazione automatizzata

Ottimizzazione architettura CNN e definizione di una *loss function* per il *tracing* di fibre e cellule.



Estrazione dei Parametri clinici

Calcolo automatico di parametri diagnostici: lunghezza, densità, tortuosità delle fibre nervose, analogamente densità e stadio di maturazione delle cellule dendritiche.



Validazione

Metriche di accuratezza e precisione



Analisi Multi-immagine e Mosaici

Fusione di più immagini per ottenere mosaici ad alta risoluzione e con copertura più ampia della cornea.



Diagnosi clinica

Supporto al medico tramite i parametri estratti per la diagnosi di patologie oculari e sistemiche.

Risultati Chiave e Traguardi



I risultati dimostrano che il sistema automatico supera significativamente le tecniche manuali e le altre tecniche automatiche o semi-automatiche presentate in letteratura, permettendo diagnosi affidabili e rapide.



Tracciamento

Precisione globale della segmentazione



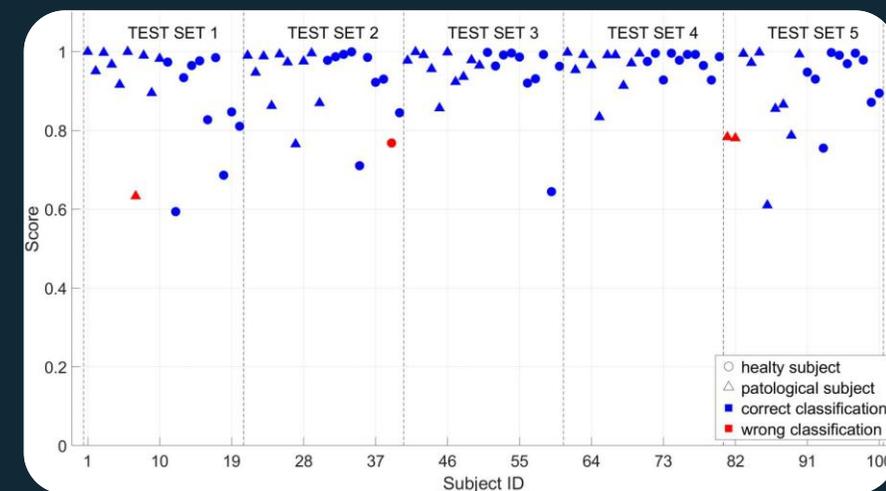
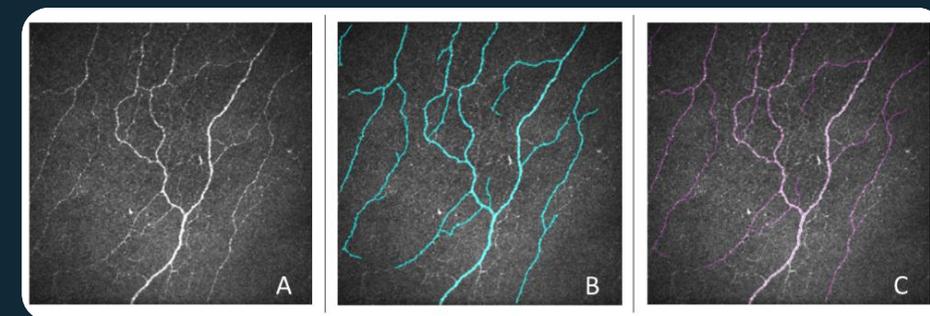
Features

Corrispondenza con analisi manuale della tortuosità

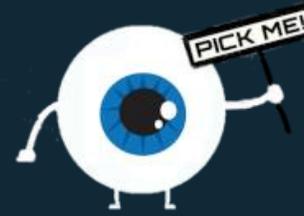


Clinical Impact

Accuratezza nella classificazione sano vs patologico



Applicabilità Clinica



Diagnosi Precoce

Identificazione di patologie oculari e sistemiche nelle fasi iniziali



Screening di Massa

Valutazione rapida per pazienti asintomatici e popolazioni a rischio

Monitoraggio continuo

Semplicità e accessibilità all'analisi



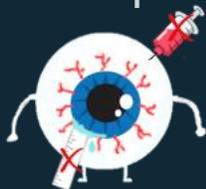
Supporto Terapeutico

Monitoraggio quantitativo dell'efficacia dei trattamenti nel tempo



Non-Invasività

Acquisizione e analisi senza disturbi al paziente



Telemedicina

Analisi remota per aree con limitato accesso a specialisti



Evoluzione verso l'IA Generativa



Laurea Magistrale in Bioingegneria

Sviluppo di algoritmi di Machine Learning per immagini diagnostiche



Dottorato in Bioingegneria

Sviluppo di algoritmi di Deep Learning per immagini diagnostiche



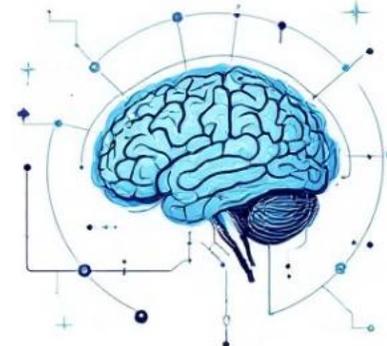
Espansione in Diversi Settori

Applicazioni in ambito medico, sicurezza e industriale



Sistemi RAG e Chatbot Avanzati

Creazione di interfacce conversazionali intelligenti





Prospettive Future

Integrazione Tecnologica

Unione di IA generativa e diagnostica per soluzioni complete e personalizzate.

Miglioramento Qualità Vita

Applicazioni in settori critici per benessere quotidiano. Ad esempio, avatar realistici per la formazione in situazioni critiche.

Innovazione inclusiva

Accesso diffuso a strumenti avanzati per tutti. *L'IA deve diventare un ponte per colmare le disuguaglianze, non un mezzo per ampliarle.*

Collaborazione Uomo-Macchina

Nuovi paradigmi di interazione per massimizzare i benefici. *Non sostituzione, ma potenziamento!*

Ringraziamenti e Domande



Collegio degli ingegneri di Venezia

Convegno Ingegneri Eccelenti – 6° Edizione
Premio Laurea Giulia CECCHETTIN

Grazie per l'attenzione!

Sono disponibile per approfondimenti e discussioni
sul progetto e sulle sue applicazioni.

