

Deep learning sulla corretta classificazione di Covid-19, Polmonite e Polmoni sani tramite immagini CXR e TC

Sottotitolo ingegneria biomedica

Prof.ssa Mihaela Ruxandra LASCU

■

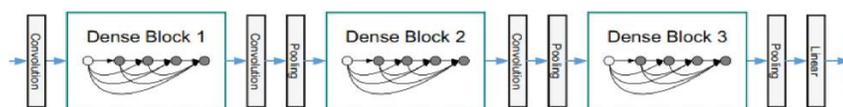


Fig.1 Architettura DenseNet con tre blocchi

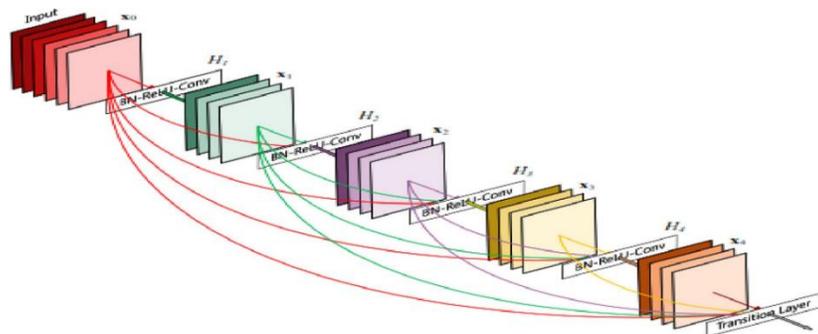


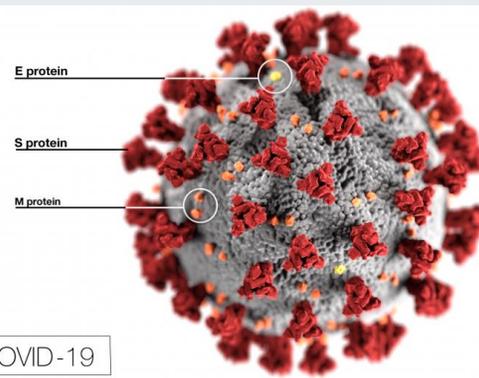
Fig. 2 DenseNet architettura classica

Sommario

La corretta identificazione del COVID-19 è un compito difficile che richiede un'analisi attenta delle immagini cliniche del paziente, poichè il COVID-19 è risultato essere molto simile all'infezione polmonare virale. Nel presente articolo, viene proposto un modello di apprendimento per trasferimento (deep learning) per accelerare i processi di previsione e coadiuvare i professionisti medici. Lo scopo principale è, soprattutto quello di effettuare una classificazione accurata di Covid-19, polmonite e polmoni sani. utilizzando immagini CXR e TC. Questa ricerca è interdisciplinare e in essa la tecnologia si fonde con la medicina, con un forte impatto pratico sulla vita di tutti i giorni.



BLOOMING
Inclusion and Diversity in STEAM



TERMINI CHIAVE

Apprendimento per trasferimento:

Utilizza modelli esistenti per risparmiare tempo e risorse.

Pre-elaborazione delle Immagini:

Migliora la qualità delle immagini per una migliore analisi.

Caratteristiche di Haralick: Estrae importanti informazioni dalla texture delle immagini.

Rete Neurale: Utilizza ResNet-101 per un'elevata accuratezza nella classificazione.

Applicazione pratica: Aiuta nella diagnosi rapida del COVID-19, aiutando a gestire meglio la pandemia.

Introduzione

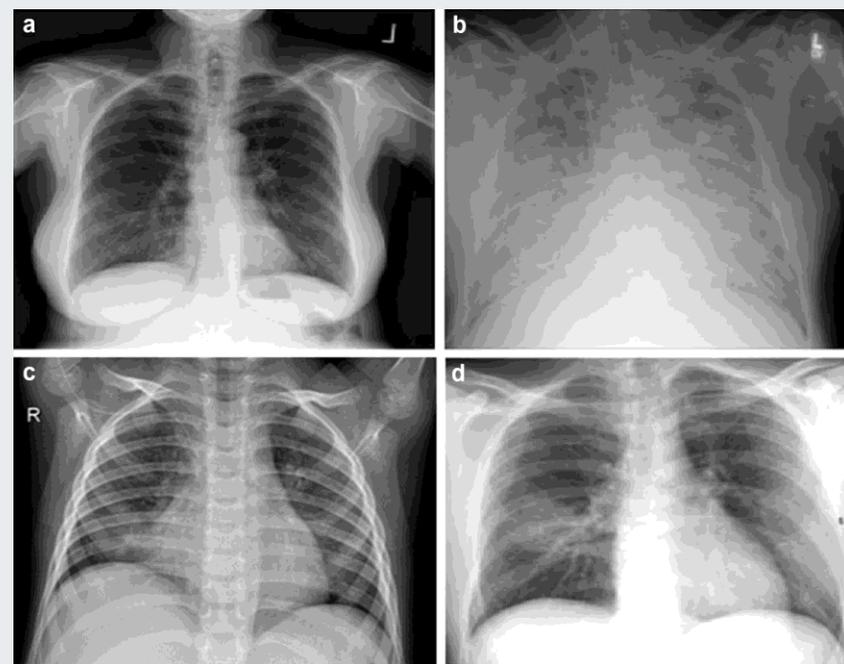
Lo scopo di questo studio, è una migliore identificazione del COVID-19; a tale scopo, il metodo di apprendimento per trasferimento è stato implementato nelle bio-immagini radiografiche del torace (CXR) e di tomografia computerizzata (TC) di diversi tipi di malattie polmonari, tra cui il CORONAVIRUS 2019 (COVID-19).

La malattia del CORONAVIRUS 2019 (COVID-19) è causata dalla sindrome respiratoria acuta grave - coronavirus 2 (SAR-S-CoV-2). A causa del carattere altamente infettivo e della mancanza di un trattamento adeguato, la rapida individuazione del COVID-19 diventa essenziale e fondamentale per ostacolare la diffusione significativa della malattia.

In virtù di quanto detto, le strategie di apprendimento profondo (DL - Deep Learning) tramite analisi di immagini CXR e TC del torace per la classificazione del COVID-19 sono state attentamente esplorate e studiate.

A tale scopo una piattaforma di rete neurale convoluzionale open source denominata COVID-Net viene proposta e adattata per il riconoscimento dei casi di COVID-19 tramite immagini CXR e TC. COVID-Net può ottenere una buona sensibilità per i casi di COVID-19 con una sensibilità dell'80%.

In questo articolo, le reti neurali convoluzionali profonde (DCNN) vengono valutate per la diagnosi di COVID-19.



4 Fig. **a** Normale, **b** opacità polmonare, **c** polmonite virale, **d** COVID-19

Metodi

-Pre-elaborazione delle immagini per migliorarne la qualità.

-Segmentazione delle immagini polmonari per concentrarsi sulle aree di interesse.

-Estrazione delle caratteristiche da queste immagini segmentate utilizzando un metodo chiamato *Caratteristiche delle Texture di Haralick*.

-Utilizzo di queste caratteristiche per addestrare una rete neurale a classificare le immagini in una delle quattro categorie: normale, opacità polmonare, polmonite virale, COVID-19.

L'apprendimento per trasferimento, offre la possibilità di scoprire informazioni sul COVID19, utilizzando le conoscenze che abbiamo sul virus della polmonite. Tale lavoro mostra una nuova architettura addestrata per rilevare la polmonite correlata al virus, e trasferita per ottenere il rilevamento del COVID-19. L'apprendimento per trasferimento, presenta una notevole dissimilarità nei risultati rispetto al risultato dei gruppi di lavoro tradizionali. Nel nostro caso, non è stato necessario creare un modello separato per la classificazione del COVID-19. Ciò ha semplificato molto il lavoro. La diagnosi automatizzata del COVID-19 utilizzando le caratteristiche di texture di Haralick è focalizzata su immagini polmonari segmentate e patch polmonari problematiche. Le patch polmonari sono necessarie per l'aumento dei dati delle immagini COVID-19. In questo modo, la Prof.ssa Lascu non ha dovuto creare un nuovo modello da zero, il che ha fatto risparmiare tempo e risorse.



Donne nei settori STEM – Informazioni sull'autrice

La Prof.ssa **Mihaela Ruxandra LASCU** è docente presso la scuola Politecnica dell'Università di Timișoara (Romania), Facoltà di Elettronica e Telecomunicazioni. Per oltre 24 anni, ha insegnato in vari corsi, tra gli altri nei campi della Strumentazione virtuale, LabVIEW, MATLAB, Acquisizione dati, Programmazione grafica, Sensori e attuatori, Elaborazione di segnali biomedici, Strumentazione biomedica. Ha guidato o è stata membro di oltre 30 progetti di ricerca svolti a livello nazionale ed internazionale. Ha fatto parte di commissioni per l'accertamento della qualità dell'insegnamento e nell'accreditamento di programmi di studio. Ha pubblicato 7 libri tecnici e oltre 100 articoli inerenti i suoi campi di interesse. E' stata professoressa ospite presso la Berufsakademie Lörrach University (Germania) e presso la University Institute of Technology IUT Angers (Francia). La Prof.ssa Lascu è revisore ISETC, AECE, ELSEVIER, WSEAS e membro delle conferenze WSEAS nei comitati scientifici. E' membro dell'Associazione per la compatibilità elettromagnetica della Romania; membro della Società Nazionale di Ingegneria Medica e Tecnologia Biologica della Romania; membro IEEE - Institute of Ingegneria Elettrica ed Elettronica, New York, USA; IEEE EMBS Ingegneria in Medicine e Biologia Society. La Prof.ssa Lascu è stata premiata con un Diploma di eccellenza nel 2006 per gli eccezionali risultati ottenuti nel campo della ricerca scientifica e il Diploma *FLUKE Metrology Akademie*.

Risultati

Il modello ha mostrato un'elevata accuratezza nel distinguere tra polmoni sani, polmonite e COVID-19. E' stata utilizzata un'architettura di rete neurale chiamata ResNET-101, efficace per le attività di classificazione delle immagini.

La ricerca garantisce una classificazione accurata tra COVID-19, polmonite e polmoni sani, utilizzando immagini CXR e TC e metodi di apprendimento per trasferimento. Tale lavoro, dimostra l'importanza della ricerca nel salvare la vita dei pazienti stabilendo una diagnosi rapida e un trattamento appropriato.



Discussione

Cos'è il Covid-19?

Cosa rappresenta il metodo di apprendimento per trasferimento?

Perché la ricerca utilizza una grande quantità di dati CXR e TC?

Quale importanza hanno i risultati della ricerca nella vita quotidiana?



Conclusioni

I risultati suggeriscono che il modello implementato è nettamente migliorato in confronto ad altri modelli esistenti, in quanto la precisione ottenuta è risultata essere superiore. I risultati ottenuti, sono stati esposti in modo completo, ed esauriente tenendo conto dei vari casi possibili.

L'architettura di riconoscimento del Coronavirus 2019 è stata progettata, utilizzando dati prelevati da più fonti. In particolare, infezioni da virus sono state rilevate, esaminando e determinando le caratteristiche peculiari delle immagini biologiche studiate. E' chiaro che se l'infezione virale viene rilevata tempestivamente, ciò porta al salvataggio di vite umane. I risultati ottenuti sono abbastanza affidabili per tutti i processi distintivi, poichè l'architettura proposta può rilevare polmoni sani, polmonite virale e COVID-19. Si ritiene che la nuova architettura implementata in questo studio fornisca un piccolo passo nella creazione di una raffinata architettura di diagnosi del Coronavirus 2019 utilizzando immagini biologiche CXR e TC.

Risorse:

Riferimento all'articolo originale:

<https://doi.org/10.1007/s40846-021-00630-2>

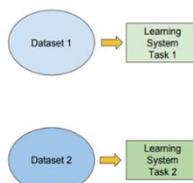
-Pubblicato su *Journal of Medical and Biological Engineering* (2021) **41**:514-522

Altre risorse utili alla comprensione (articoli, video, podcast, ecc.):

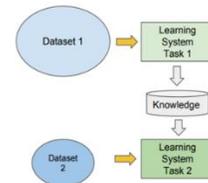
- TV Reportaj: Cum arată plămâni bolnavilor de COVID-19. Pot fi afectați chiar și pacienții fără simptome
<https://www.digi24.ro/stiri/actualitate/sanatate/video-cum-arata-plamanii-bolnavilor-de-covid-19-pot-fi-afectati-chiar-si-pacientii-fara-simptome-1358414>
- Video animation: Coronavirus Animation: High Impact Demonstrates How COVID-19 Impacts the Body
<https://www.youtube.com/watch?v=78jLBNSqc3g>
- Video animation: What happens if you get Coronavirus
<https://www.youtube.com/watch?v=5DGwOJXSxqg>
- Video animation: Global COVID 19 Prevention
<https://www.youtube.com/watch?v=rAj38E7vrS8>
- Perumal, V., Narayanan, V., & Rajasekar, S. J. S. (2020). Detection of COVID-19 using CXR and CT images using transfer learning and Haralick features. *Applied Intelligence*. <https://doi.org/10.1007/s10489-020-01831-z>
- El Asnaoui, K., & Chawki, Y. (2020). Using X-ray images and deep learning for automated detection of coronavirus disease. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*. <https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1767212>

Traditional ML vs Transfer Learning

- Isolated, single task learning:
 - Knowledge is not retained or accumulated. Learning is performed w.o. considering past learned knowledge in other tasks



- Learning of a new tasks relies on the previous learned tasks:
 - Learning process can be faster, more accurate and/or need less training data



--	--

Domande di Riflessione: 1. Cos'è il Covid 19?

- a) la malattia CORONAVIRUS 2019 (COVID-19) è causata dalla sindrome respiratoria acuta grave coronavirus 2 (SAR- SCoV-2)
- b) il COVID 19 è un batterio proveniente dai gatti
- c) Il COVID 19 è un virus proveniente dalle scimmie

Risposta corretta: a) il COVID 19 è causato dalla sindrome respiratoria cononavirus 2 (SAR- SCoV-2)

2. Da dove ha preso la Prof.ssa Lascu la grande quantità di dati utilizzati nella ricerca?

- a) estratti dalle immagini CXR e TC del contorno polmonare
- b) estratti dalle immagini NMR (risonanza magnetica nucleare) del contorno polmonare .
- c) estratti dalle fotografie del contorno polmonare.

Risposta corretta: a) estratti dalle immagini CXR e TC delle immagini polmonari.

3. Cosa rappresenta il metodo di apprendimento per trasferimento?

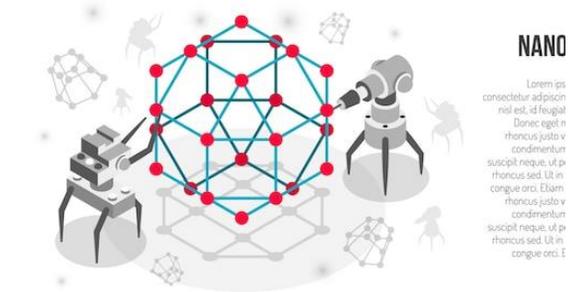
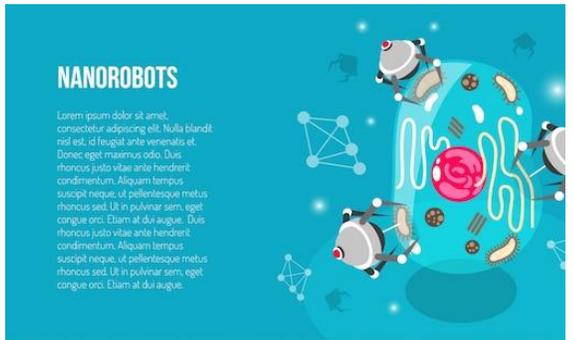
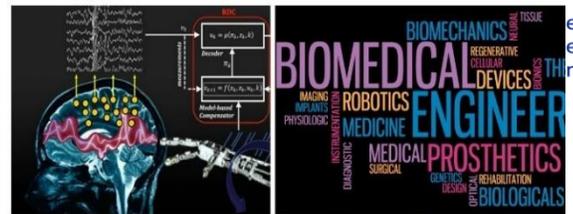
- a) imparare facendo
- b) imparare dall'esperienza
- c) imparare un nuovo compito tramite compiti appresi in precedenza

Risposta corretta: c) l'apprendimento di un nuovo compito si basa sui compiti appresi in precedenza.

4. Qual'è l'importanza dei risultati della ricerca nella vita quotidiana?

- a) può aiutare i professionisti in campo sanitario a diagnosticare rapidamente e accuratamente il COVID-19 tramite immagini CXR e TC
- b) garantire una migliore gestione della pandemia
- c) una vita migliore

Risposte corrette: a) può aiutare I professionisti sanitari a diagnosticare rapidamente e accuratamente il COVID-19 e **b)** gestire meglio la pandemia



Titolo della lezione

Apprendimento approfondito nella classificazione del coronavirus Covid-19, polmonite e polmoni sani tramite immagini CXR e TC

Obiettivi:

- Gli studenti comprenderanno le basi dell'apprendimento approfondito (deep learning) e come viene applicato nella classificazione delle immagini mediche, in particolare nella distinzione tra COVID-19, polmonite e polmoni sani utilizzando immagini radiografiche del torace (CXR) e di tomografia computerizzata (TC).
- Gli studenti comprenderanno l'importanza della ricerca nel salvare la vita dei pazienti stabilendo una diagnosi rapida e un trattamento appropriato.
- Aumentare l'interesse degli studenti verso l'ingegneria biomedica.

Materiali:

- Dispense del progetto - documenti di comunicazione.
- Computer con accesso a internet e proiettore
- Diapositive della presentazione (preparate in anticipo)
- Dispense che riassumono i punti chiave del documento
- Lavagna e pennarelli
- Animazioni video sul COVID-19.

Informazioni di base:

Questo virus è stato identificato per la prima volta negli esseri umani, nel dicembre 2019 a Wuhan (Cina). L'organizzazione mondiale della sanità (OMS) ha dichiarato lo scoppio di un'emergenza sanitaria pubblica di interesse internazionale il 30 gennaio 2020 e di uno stato di pandemia l'11 marzo 2020. Fino al 4 marzo 2023, la pandemia aveva causato oltre 680 milioni di casi e 6,8 milioni di decessi confermati, diventando una delle più letali della storia. La gravità dei sintomi di coloro che si ammalano di COVID-19 varia notevolmente da persona a persona. Gli anziani che soffrono di altre malattie, sono più incline a contrarre forme gravi e sono i soggetti maggiormente a rischio; tuttavia il COVID-19 può avere effetti negativi sulla salute di chiunque lo contragga indipendentemente dall'età. Oltre all'impatto sulla salute fisica delle persone, la pandemia di COVID-19 ha avuto molteplici conseguenze sulla salute mentale, sulle relazioni umane, sullo sviluppo economico e sociale in generale. Un altro motivo per non trascurare questa malattia è che stiamo ancora a tutt'oggi imparando i migliori modi per curare le persone affette da COVID-19. In questo contesto, la ricerca condotta dalla Prof.ssa Mihaela Lascu contribuisce a una diagnosi più rapida e migliore della malattia.



Introduzione (10 minuti)

Saluti e registrazione (2 minuti)

Primo approccio (5 minuti):

- Mostra un breve videoclip o un'immagine di una radiografia del torace e chiedi agli studenti cosa pensano che mostri.
- Chiedi quali sono stati gli effetti che gli studenti hanno provato durante la pandemia

Panoramica dell'obiettivo (3 minuti):

- Spiega l'obiettivo della lezione: imparare come il deep learning aiuta a diagnosticare le malattie tramite l'ausilio delle immagini mediche

Informazioni di base (10 minuti)

Cos'è il Deep Learning? (5 minuti)

- Spiega brevemente il deep learning e le reti neurali usando termini semplici.
- Mostra un diagramma di una rete neurale.

Immagini mediche (5 minuti)

- Spiega cosa sono le immagini CXR e TC e perchè sono importanti nella diagnosi delle malattie polmonari.
- Discuti le difficoltà da affrontare nel distinguere tra COVID-19 e polmoniti a partire da immagini CXR e TC

Contenuto principale (25 minuti)

Apprendimento per trasferimento (10 minuti)

- Spiega il concetto di apprendimento tramite trasferimento e come ciò consente di risparmiare tempo e risorse.
- Usa un'analogia: come imparare ad andare in bicicletta prima di imparare ad andare in moto.

Metodo di studio (10 minuti)

- Descrivere i passaggi intrapresi dai ricercatori:
- Pre-elaborazione delle immagini
- Segmentazione delle aree polmonari
- Estrazione delle caratteristiche di Haralick
- Addestramento della rete neurale
- Mostrare supporti visive per ogni passaggio.



Risultati ed importanza (5 minuti)

- Discutere l'accuratezza del modello e le sue applicazioni pratiche.
- Sottolineare come questa tecnologia può aiutare i medici a diagnosticare il COVID-19 in modo rapido e accurato.

Attività (10 minuti)

Discussioni di gruppo (5 minuti):

- Dividete gli studenti in piccolo gruppi e date loro un questionario con domande da discutere:
- In che modo il deep learning aiuta in campo medico?
- Quali sono i vantaggi e le potenziali sfide dell'uso dell'intelligenza artificiale in ambito sanitario?

Condivisione e riflessioni (5 minuti):

- I gruppi condividono le loro discussioni con il resto della classe.
- Riflettete sull'importanza della conoscenza interdisciplinare (biologia e informatica).

Conclusioni (5 minuti)

Riepilogo dei punti chiave (3 minuti)

- Riassumi i punti principali della lezione.

Domande e risposte (2 minuti)

- Lascia spazio ad eventuali domande.

Compiti a casa

Attività di ricerca:

- Chiedi agli studenti di trovare un'altra applicazione di deep learning nell'assistenza sanitaria e di scrivere un breve paragrafo a riguardo.

Valutazione

- Partecipazione alle discussioni di gruppo.
- Risposte durante le domande e risposte.
- Svolgimento dei compiti a casa.



Note

- ✓ Adattare la complessità delle spiegazioni in base alle conoscenze pregresse degli studenti.
- ✓ Assicurarsi che gli aiuti visive siano chiari e facili da comprendere.
- ✓ Essere preparati a fornire esempi o analogie aggiuntive per chiarire i concetti più complessi.

