

Deep Learning nella classificazione del coronavirus Covid-19, della polmonite e dei polmoni sani a partire da immagini CXR e TC

Ingegneria Biomedica

Prof. Mihaela Ruxandra LASCU

-

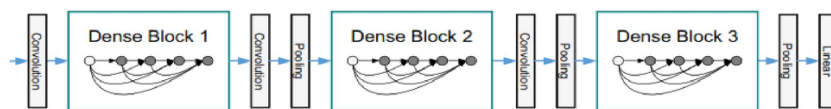


Fig.1 DenseNet architecture with three blocks

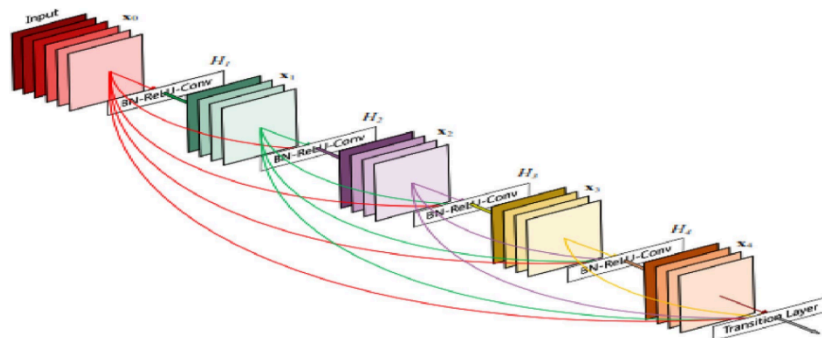


Fig. 2 DenseNet classic architecture



BLOOMING
Inclusion and Diversity in STEAM

E protein

S protein

M protein

COVID-19

Abstract

L'identificazione del COVID-19 è un compito complesso che richiede un'analisi accurata delle immagini cliniche del paziente, poiché il COVID-19 risulta molto simile all'infezione polmonare virale (polmonite). Nel lavoro, la Prof.ssa Lascu propone un modello di *transfer learning* per velocizzare i processi di predizione e supportare i professionisti medici. L'obiettivo principale è effettuare una classificazione accurata tra COVID-19, polmonite e polmoni sani utilizzando immagini CXR e CT. Per la Prof.ssa Lascu, questa ricerca riflette il suo interesse per la ricerca interdisciplinare, dove la tecnologia si fonde con la medicina, con un impatto pratico sulla vita quotidiana.

PAROLE CHIAVE

Coronavirus, CXR and CT
Neural networks (DCNN),
Transfer Learning Model,
Image Preprocessing



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Introduzione

Lo scopo di questo studio è una migliore identificazione del COVID-19; in tal senso, il metodo di *transfer learning* è stato applicato a immagini bio-mediche di radiografie del torace (CXR) e tomografie computerizzate (CT) relative a diversi tipi di patologie polmonari, incluso il CORONAVIRUS 2019 (COVID-19). La malattia da CORONAVIRUS 2019 (COVID-19) è causata dal coronavirus della sindrome respiratoria acuta grave 2 (SARS-CoV-2).

A causa del suo carattere altamente contagioso e della mancanza di trattamenti adeguati, la rapida rilevazione del COVID-19 sta diventando essenziale per contenere la diffusione significativa e facilitare l'allocazione appropriata delle risorse cliniche limitate.

Di conseguenza, le strategie di *deep learning* (DL) applicate a CXR e CT per la classificazione del COVID-19 sono state accuratamente esplorate. Viene proposto e adattato un modello open-source basato su reti neurali convoluzionali, chiamato COVID-Net, per il riconoscimento dei casi di COVID-19 nelle immagini CXR e CT. COVID-Net può ottenere una buona sensibilità per i casi di COVID-19, raggiungendo circa l'80%.

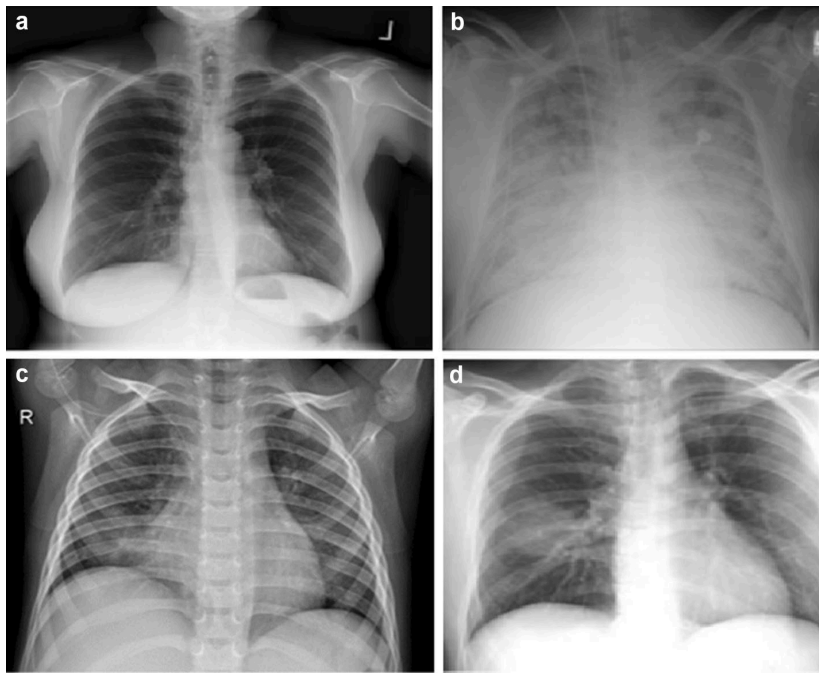
In questo lavoro vengono valutate reti neurali convoluzionali profonde (DCNN) per la diagnosi del COVID-19.

4 Fig.a Normal, b lung opacity, c viral pneumonia, d COVID-19

Metodi

Il *transfer learning* offre la possibilità di studiare questa nuova malattia, il COVID-19, sfruttando le conoscenze già acquisite sul virus della polmonite. Ciò dimostra l'efficacia di una nuova architettura, addestrata per rilevare polmoniti virali, che può essere trasferita per la rilevazione del COVID-19. Il *transfer learning* mostra differenze significative nei risultati rispetto a quelli ottenuti con metodi di classificazione tradizionali. Non è necessario creare un modello separato per la classificazione del COVID-19, semplificando problemi complessi grazie all'adozione di un modello già disponibile per la rilevazione della malattia.

La diagnosi automatizzata del COVID-19 basata sulle caratteristiche di texture di Haralick si concentra su immagini polmonari segmentate e su porzioni problematiche dei polmoni. Queste porzioni (lung patches) sono necessarie per l'incremento dei dati delle immagini COVID-19. In questo modo, la Prof.ssa Lascu non ha dovuto creare un nuovo modello da zero, risparmiando tempo e risorse.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Women in STEM - Facts about the author.

Mihaela Ruxandra LASCU è Professore Habil. Dr. Ingegnere presso la Politehnica University di Timișoara, Romania, Facoltà di Elettronica e Telecomunicazioni. Da oltre 24 anni insegna corsi nei campi della strumentazione virtuale, LabVIEW, MATLAB, acquisizione dati, programmazione grafica, sensori e attuatori, elaborazione di segnali biomedicali e strumentazione biomedicale.

Ha diretto o partecipato come membro a più di 30 progetti di ricerca a livello nazionale e internazionale. È inoltre coinvolta nella garanzia della qualità dell'insegnamento e nell'accreditamento dei programmi di studio. Ha pubblicato 7 libri tecnici e più di 100 articoli nei suoi campi di interesse. È stata professore ospite presso la Berufsakademie Lörrach, Germania, e presso l'University Institute of Technology IUT Angers, Francia. La Prof.ssa Lascu è revisore per ISETC, AECE, ELSEVIER, WSEAS e membro dei comitati scientifici delle conferenze WSEAS.

È membro dell'Association for Electromagnetic Compatibility della Romania; membro della National Society of Medical Engineering and Biological Technology della Romania; membro IEEE – The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., New York, USA; e membro della IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. La Prof.ssa Lascu è stata premiata con una Diploma di Eccellenza nel 2006 per risultati eccezionali nella ricerca scientifica e con il Diploma FLUKE Metrology Akademie.

Risultati

Il modello sviluppato dalla Prof.ssa Lascu garantisce un'alta accuratezza nel distinguere tra polmoni sani, polmonite e COVID-19. Ha utilizzato il transfer learning, sfruttando modelli esistenti e un'architettura di rete neurale chiamata ResNet-101, efficiente per compiti di classificazione delle immagini.

L'articolo dimostra l'interesse della Prof.ssa Lascu nell'applicare la ricerca per salvare vite umane, consentendo una diagnosi rapida e un trattamento adeguato.



Discussione

Cos'è il COVID-19?

Cosa rappresenta il metodo di apprendimento basato sul trasferimento?

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

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



Conclusione

I risultati della Prof.ssa Lascu suggeriscono che il modello implementato risulta migliorato rispetto ad altri modelli esistenti, poiché l'accuratezza di classificazione ottenuta supera i risultati recentemente conseguiti. I risultati sono stati presentati e visualizzati in modo completo, tenendo conto delle problematiche complesse che rendono difficile questo ambito di ricerca. L'architettura per il riconoscimento del Coronavirus 2019 ha beneficiato dell'integrazione di dati provenienti da più fonti. L'infezione da virus è stata rilevata analizzando caratteristiche peculiari presenti nelle bioimmagini studiate. Una rilevazione precoce dell'infezione virale permette di salvare vite umane. Gli esiti ottenuti sono abbastanza affidabili per tutti i processi distintivi, poiché l'architettura proposta è in grado di rilevare polmoni sani, polmonite virale e COVID-19. Si ritiene che la nuova architettura implementata in questo studio rappresenti un piccolo passo avanti nella costruzione di un'architettura più raffinata per la diagnosi del Coronavirus 2019 utilizzando bioimmagini CXR e CT.

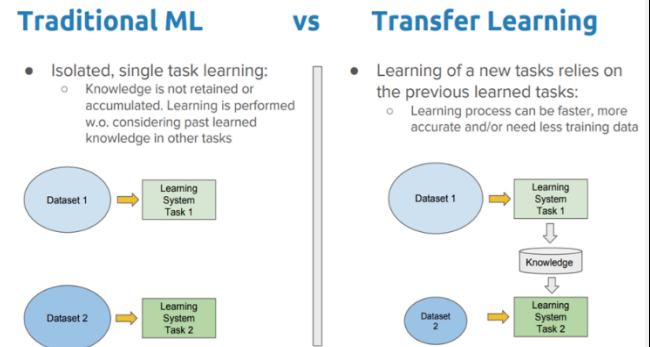
Risorse:

Articolo originale:

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

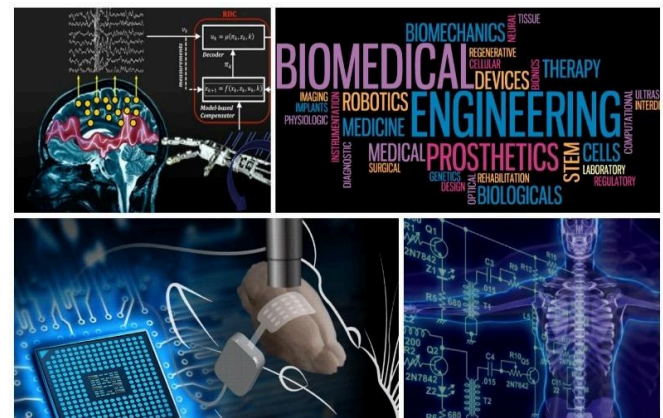
Altre risorse utili alla comprensione (articoli, video, podcast ecc.):

- TV Reportaj: Cum arată plămânii bolnavilor de COVID-19. Pot fi afectați chiar și pacienții fără simptome
<https://www.digi24.ro/stiri/actualitate/sanatate/video-cum-a-rata-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>



Domande di riflessione:

- Chi ha avuto un ruolo chiave nella carriera professionale della Prof.ssa Mihaela Lascu nell'ingegneria elettronica?
 - L'incoraggiamento del padre
 - La partecipazione a concorsi e olimpiadi
 - L'incoraggiamento degli insegnanti delle superiori
- Quale ritiene la Prof.ssa Mihaela Lascu essere il suo contributo più significativo nel suo ambito di attività?
 - La ricerca sulla compatibilità elettromagnetica e sull'intelligenza artificiale per l'elaborazione di immagini mediche
 - Il coinvolgimento nel processo di accreditamento e nella garanzia della qualità dei programmi di studio
 - La ricerca in Telecomunicazioni e Tecnologie dell'Informazione

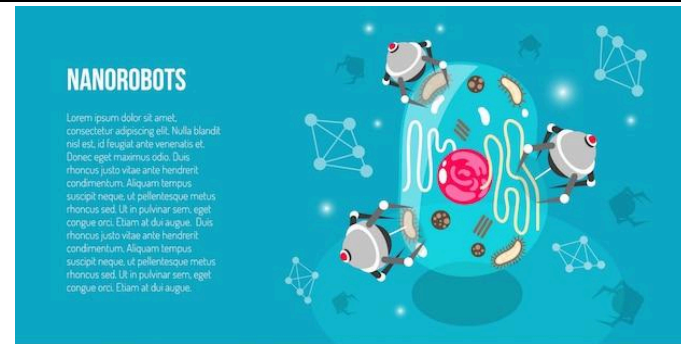


Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3. Qual è il principale risultato della ricerca della Prof.ssa Mihaela Lascu riguardo al deep learning nella classificazione di Coronavirus Covid-19, polmonite e polmoni sani su immagini CXR e CT?
- a) Contribuisce a garantire lo sviluppo della ricerca in ingegneria biomedica
 - b) Rende la diagnosi dei pazienti più veloce e accurata
 - c) Dimostra agli studenti la dimensione pratica della ricerca applicata

Risposte:

1. a) L'incoraggiamento del padre
2. a) La ricerca sulla compatibilità elettromagnetica e sull'intelligenza artificiale per l'elaborazione di immagini mediche
3. b) Rende la diagnosi dei pazienti più veloce e accurata



Piano di lezione

Deep Learning nella Classificazione di Coronavirus Covid-19, Polmonite e Polmoni Sani a partire da Immagini CXR e CT

Obiettivi:

- Gli studenti comprenderanno le basi del deep learning e il suo impiego nella classificazione di immagini mediche, in particolare nella distinzione tra COVID-19, polmonite e polmoni sani utilizzando immagini radiografiche del torace (CXR) e tomografie computerizzate (CT).
- Gli studenti comprenderanno l'importanza della ricerca per salvare vite umane attraverso una diagnosi rapida e un trattamento appropriato.
- Accrescere l'interesse degli studenti per l'ingegneria biomedica.

Materiali:

- Dispense del progetto – documenti di comunicazione

- Computer con accesso a internet e proiettore
- Diapositive della presentazione (preparate in anticipo)
- Schede riassuntive dei punti chiave dell'articolo
- Lavagna e pennarelli
- Video animazioni sul COVID-19

Informazioni di Contesto:

Questo virus è stato identificato per la prima volta nell'uomo nel dicembre 2019 a Wuhan, in Cina. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) ha dichiarato l'epidemia un'emergenza sanitaria pubblica di interesse internazionale il 30 gennaio 2020 e una pandemia l'11 marzo 2020. Al 4 marzo 2023, la pandemia aveva causato più di 680 milioni di casi e 6,8 milioni di morti confermate, diventando una delle più letali della storia. La gravità dei sintomi del COVID-19 varia molto da persona a persona. Gli anziani con altre patologie sono più suscettibili a forme gravi o pericolose per la vita, ma il COVID-19 può avere effetti negativi sulla salute di chiunque, indipendentemente dall'età. Oltre all'impatto sulla salute fisica, la pandemia ha avuto molteplici conseguenze sulla salute mentale, sulle relazioni umane e sullo sviluppo economico e sociale. Un altro motivo per non trascurare questa malattia è che stiamo ancora imparando le migliori modalità di trattamento. In questo contesto, la ricerca della Prof.ssa Mihaela LASCU contribuisce a una diagnosi più rapida e accurata della malattia.

Introduzione (10 minuti)

- Saluto e registrazione presenze (2 minuti)
- Hook (5 minuti):
 - Mostrare un breve video animato sul COVID-19 e un'immagine di una radiografia del torace, chiedendo agli studenti cosa pensano rappresenti.
 - Chiedere quali effetti hanno percepito gli studenti durante la pandemia.
- Panoramica degli obiettivi (3 minuti):
 - Spiegare l'obiettivo della lezione: comprendere come il deep learning aiuti nella diagnosi delle malattie attraverso immagini mediche

Informazioni di Base (10 minuti)

- Cos'è il Deep Learning? (5 minuti)
 - Spiegare brevemente deep learning e reti neurali con termini semplici

- Mostrare un diagramma di una rete neurale
- Imaging Medico (5 minuti)
 - Spiegare cosa sono le immagini CXR e CT e la loro importanza nella diagnosi delle malattie polmonari
 - Discutere le difficoltà nella distinzione tra COVID-19 e polmonite da queste immagini

Contenuto Principale (25 minuti)

- Transfer Learning (10 minuti)
 - Spiegare il concetto di transfer learning e come consente di risparmiare tempo e risorse
 - Usare un'analogia, come imparare a andare in bicicletta prima di imparare a guidare una moto
- Metodo dello Studio (10 minuti)
 - Descrivere i passaggi seguiti dai ricercatori:
 - Pre-elaborazione delle immagini
 - Segmentazione delle aree polmonari
 - Estrazione delle caratteristiche di texture Haralick
 - Addestramento della rete neurale
 - Mostrare supporti visivi per ogni passaggio

Risultati e Importanza (5 minuti)

- Discutere l'accuratezza del modello e le applicazioni pratiche
- Sottolineare come questa tecnologia possa aiutare i medici a diagnosticare rapidamente e accuratamente il COVID-19

Attività (10 minuti)

- Discussione di Gruppo (5 minuti)
 - Dividere gli studenti in piccoli gruppi e fornire loro una scheda con domande da discutere:

- Come aiuta il deep learning nel settore medico?
- Quali sono i benefici e le sfide potenziali dell'uso dell'IA nella sanità?
- Condivisione e Riflessione (5 minuti)
 - I gruppi condividono le loro discussioni con la classe
 - Riflettere sull'importanza della conoscenza interdisciplinare (biologia e informatica)

Conclusione (5 minuti)

- Riepilogo dei punti chiave (3 minuti)
 - Riassumere i punti principali della lezione
- Domande e Risposte (2 minuti)
 - Spazio per eventuali domande

Valutazione:

- Partecipazione alle discussioni di gruppo
- Risposte durante le Q&A

Note:

- Adattare la complessità delle spiegazioni in base alle conoscenze pregresse degli studenti
- Assicurarsi che i supporti visivi siano chiari e facilmente comprensibili
- Essere pronti a fornire ulteriori esempi o analogie per chiarire concetti complessi

Punti Chiave:

- Transfer Learning: utilizzo di modelli esistenti per risparmiare tempo e risorse
- Pre-elaborazione delle Immagini: migliora la qualità dell'immagine per un'analisi migliore
- Caratteristiche Haralick: estrazione delle informazioni di texture più importanti dalle immagini
- Rete Neurale: utilizzo di ResNet-101 per alta accuratezza nella classificazione

- Applicazione Pratica: supporta una rapida diagnosi di COVID-19, migliorando la gestione della pandemia

Domande di Riflessione:

1. Cos'è il COVID-19?
 - a) La malattia CORONAVIRUS 2019 (COVID-19) è causata dal coronavirus della sindrome respiratoria acuta grave 2 (SAR-SCoV-2)
 - b) Il COVID-19 è un batterio proveniente dai gatti
 - c) Il COVID-19 è un virus proveniente dalle scimmieRisposta: a) Il COVID-19 è causato da un coronavirus 2 (SAR-SCoV-2)
2. Da dove ha ottenuto la Prof.ssa Lascu i grandi quantitativi di dati utilizzati nella ricerca?
 - a) Estraendo il contorno dei polmoni dalle immagini CXR e CT
 - b) Estraendo il contorno dei polmoni dalle immagini NMR (Risonanza Magnetica Nucleare)
 - c) Estraendo il contorno dei polmoni da fotografieRisposta: a) Estraendo il contorno dei polmoni dalle immagini CXR e CT
3. Cosa rappresenta il metodo del transfer learning?
 - a) Imparare facendo
 - b) Imparare dall'esperienza
 - c) Imparare un nuovo compito basandosi sui compiti precedentemente appresiRisposta: c) Imparare un nuovo compito basandosi sui compiti precedentemente appresi
4. Qual è l'importanza dei risultati della ricerca nella vita quotidiana?
 - a) Può aiutare i professionisti sanitari a diagnosticare rapidamente e con precisione il COVID-19 da immagini CXR e CT
 - b) Garantire una migliore gestione della pandemia
 - c) Migliorare la qualità della vitaRisposta: a) Può aiutare i professionisti sanitari a diagnosticare rapidamente e con precisione il COVID-19 e b) Migliore gestione della pandemia