

ENTREGA 1

PROYECTO

Modelo de clasificación para la detección de pacientes con neumonía mediante análisis de imágenes de Rayos X de tórax

ASIGNATURA

Fundamentos de Deep Learning

PROGRAMA ACADÉMICO

Doctorado en Ingeniería Electrónica y Computación

NOMBRE DE ESTUDIANTE

Andrés Felipe Ramírez-Barrera

andres.ramirez34@udea.edu.co

CC. 71.267.247

1. Contexto de aplicación

La neumonía es una enfermedad infecciosa grave que afecta a los pulmones y conlleva importantes implicaciones clínicas y de salud pública [1]. Esta infección provoca que los sacos de aire (alvéolos) se inflamen y se llenen de líquido o pus, haciendo que la respiración sea dolorosa y limitando el consumo de oxígeno [2][3]. En las radiografías de tórax (CXR), la neumonía suele manifestarse como áreas de opacidad incrementada [4]. Las implicaciones de esta enfermedad son severas, normalmente implica mortalidad y gravedad [5]. Es considerada la principal causa de mortalidad infantil en el mundo, siendo responsable de la muerte de más del 14% de los niños menores de cinco años [6][7]. Mata a miles de personas anualmente en todo el mundo [8]. El diagnóstico preciso y rápido es vital para iniciar el tratamiento correcto [5][7], y aunque la radiografía de tórax (CXR) es el método más común [2][5], su examen es un proceso difícil y propenso a la variabilidad subjetiva entre radiólogos [2][1]. La complicación aumenta porque la neumonía puede ser confundida con otras enfermedades o anomalías benignas [6], especialmente en pacientes que ya presentan problemas pulmonares preexistentes (como edema o cáncer). Es crucial diferenciar rápidamente la neumonía bacteriana (que requiere tratamiento urgente con antibióticos) de la neumonía viral (que se maneja con cuidados de apoyo). Es así, que poder tener un modelo computacional de clasificación de pacientes con neumonía o no a partir de CXR, cobra gran relevancia dado que permite superar las limitaciones del diagnóstico humano, dado que mitiga la subjetividad, teniendo presente que el análisis de las CXR es difícil y propenso a la variabilidad subjetiva entre radiólogos [6], los modelos de *Deep Learning* (DL) y Redes Neuronales Convolucionales (CNN) ofrecen un diagnóstico automatizado, rápido y más preciso [5].

2. Objetivo de machine learning (queremos predecir X, dada tal información)

Crear un modelo de clasificación binaria para predecir si el paciente tiene o no neumonía basados en imágenes de Rayos X de torax.

3. Dataset

Se usará el dataset de Kaggle <https://www.kaggle.com/paultimothymooney/chest-xray-pneumonia/data> que está dividido en 2 clases, normal y neumonía. El dataset ocupa un tamaño de 1.24 GB en disco, se compone de 5853 imágenes de diferentes tamaños y todas las imágenes en formato jpeg. Se posee una cantidad de imágenes que corresponden 1583 normales, mientras que 4273 que corresponden a imágenes con neumonía, por lo que tendríamos un desbalance aproximadamente más del triple.

4. Métricas de desempeño (de machine learning y negocio)

Accuracy (Precisión): la métrica principal para evaluar el rendimiento del modelo es la precisión, que mide la proporción de radiografías clasificadas correctamente como neumonía o no neumonía.

Matriz de confusión: permite comprender mejor los errores de clasificación y el comportamiento del modelo al identificar qué radiografías fueron clasificadas correctamente o incorrectamente en cada categoría.

ROC (Receiver Operating Characteristic): una curva que muestra la capacidad del modelo para distinguir entre neumonía y no neumonía en diferentes umbrales de decisión, representando la relación entre la tasa de verdaderos positivos y la tasa de falsos positivos.

Sensibilidad (Recall o True Positive Rate): mide la proporción de casos de neumonía correctamente identificados por el modelo, es decir, qué tan bien detecta las radiografías que realmente presentan neumonía.

Especificidad (True Negative Rate): mide la proporción de casos sin neumonía correctamente identificados, indicando qué tan bien evita el modelo clasificar como neumonía radiografías que son normales.

Como métrica de negocio en salud, es **no dejar pasar pacientes enfermos como sanos** (falsos negativos), por lo que una alta sensibilidad asegura que la mayoría de los pacientes con neumonía sean detectados, reduciendo riesgos graves. Una alta sensibilidad asegura que la mayoría de los casos reales de neumonía sean identificados oportunamente, reduciendo riesgos clínicos y mejorando la toma de decisiones médicas.

5. Referencias y resultados previos

- [1] T. Rahman *et al.*, «Transfer Learning with Deep Convolutional Neural Network (CNN) for Pneumonia Detection Using Chest X-ray», *Appl. Sci.*, vol. 10, n.º 9, p. 3233, may 2020, doi: 10.3390/app10093233.
- [2] S. Sharma y K. Guleria, «A Deep Learning based model for the Detection of Pneumonia from Chest X-Ray Images using VGG-16 and Neural Networks», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 218, pp. 357-366, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.01.018.
- [3] W. Setiawan y F. Damayanti, «Layers Modification of Convolutional Neural Network for Pneumonia Detection», *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1477, n.º 5, p. 052055, mar. 2020, doi: 10.1088/1742-6596/1477/5/052055.
- [4] I. Sirazitdinov, M. Kholiavchenko, T. Mustafaev, Y. Yixuan, R. Kuleev, y B. Ibragimov, «Deep neural network ensemble for pneumonia localization from a large-scale chest x-ray database», *Comput. Electr. Eng.*, vol. 78, pp. 388-399, sep. 2019, doi: 10.1016/j.compeleceng.2019.08.004.
- [5] A. Manickam, J. Jiang, Y. Zhou, A. Sagar, R. Soundrapandiyar, y R. Dinesh Jackson Samuel, «Automated pneumonia detection on chest X-ray images: A deep learning approach with different optimizers and transfer learning architectures», *Measurement*, vol. 184, p. 109953, nov. 2021, doi: 10.1016/j.measurement.2021.109953.
- [6] N. M. Elshennawy y D. M. Ibrahim, «Deep-Pneumonia Framework Using Deep Learning Models Based on Chest X-Ray Images», *Diagnostics*, vol. 10, n.º 9, p. 649, ago. 2020, doi: 10.3390/diagnostics10090649.
- [7] D. S. Kermany *et al.*, «Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning», *Cell*, vol. 172, n.º 5, pp. 1122-1131.e9, feb. 2018, doi: 10.1016/j.cell.2018.02.010.
- [8] D. Varshni, K. Thakral, L. Agarwal, R. Nijhawan, y A. Mittal, «Pneumonia Detection Using CNN based Feature Extraction», en *2019 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)*, Coimbatore, India: IEEE, feb. 2019, pp. 1-7. doi: 10.1109/ICECCT.2019.8869364.