

Trabajo Final de Graduación

Resumen

Asistencia al diagnóstico de neumonía infantil a partir de imágenes de radiografías de tórax utilizando algoritmos de aprendizaje automático. Mediante el uso de redes neuronales artificiales (inspiradas en las redes neuronales biológicas), y un conjunto de imágenes de entrada, la red modifica sus parámetros aprendiendo de la entrada, obteniendo como resultado un modelo capaz de clasificar imágenes médicas, permitiendo asistir a un especialista en el diagnóstico de enfermedades complejas.

Título del Proyecto

Procesamiento de imágenes médicas para la asistencia al diagnóstico.

Autor/es: Juan Angel Dinamarca y Tomás González Dowling

Correo Electrónico: tomas@comtom.com.ar
juan.angel.dinamarca@gmail.com

Director Técnico: Ing. Meschino, Gustavo

Director Funcional: Ing. Ballarin, Virginia

Año de Presentación: 2022

Abstract

Asistencia al diagnóstico de neumonía infantil a partir de imágenes de radiografías de tórax utilizando algoritmos de aprendizaje automático.

Mediante el uso de redes neuronales artificiales (inspiradas en las redes neuronales biológicas), y un conjunto de imágenes de entrada, la red modifica sus parámetros aprendiendo de la entrada, obteniendo como resultado un modelo capaz de clasificar imágenes médicas, permitiendo asistir a un especialista en el diagnóstico de enfermedades complejas.

Palabras Claves

Redes neuronales, Aprendizaje automático, Clasificación de imágenes, Diagnóstico de enfermedades, Procesamiento de imágenes

Introducción**1.1 Propósito**

Utilizar técnicas de procesamiento de imágenes que permitan generalizar el conocimiento y procesar gran cantidad de imágenes con el objetivo de asistir en el diagnóstico médico.

1.2 Problema

Se dispone de gran cantidad de información contenida en imágenes médicas y también de conocimiento experto en los profesionales formados en la especialización en diagnóstico por imágenes.

En este proyecto se busca desarrollar los últimos avances en procesamiento de imágenes con métodos de aprendizaje automático, que permiten generalizar el conocimiento y procesar gran cantidad de imágenes con el objetivo de asistir en el diagnóstico.

1.3 Fundamentación

A pesar de lo complejo conceptualmente del enfoque y de las dificultades de su implementación. se sigue considerando que el uso de redes convolucionales no ha sido explotado en el área médica, si bien hay importantes avances en la literatura de los dos últimos años (y no más de eso). Pretendemos que los integrantes del grupo sigan aumentando su conocimiento en estas técnicas y en su implementación, y, con la

permanente colaboración de los médicos, se encuentren nuevos desafíos y sus correspondientes fuentes de información (imágenes y diagnósticos) para que puedan ser resueltos. Así se constituirá conocimiento y experiencia en esta línea de investigación que, si bien está muy avanzada, promete ser de interés por mucho tiempo más.

1.4 Objetivo general

Estudiar métodos de procesamiento de imágenes basados en Aprendizaje Automático para asistencia en diagnósticos médicos de enfermedades complejas.

Hipótesis: Los métodos de procesamiento de imágenes basados en Aprendizaje Automático son una herramienta invaluable para la asistencia en diagnósticos médicos y para la utilización del conocimiento de expertos en sistemas computacionales.

1.5 Objetivos específicos

Integrar en la formación de grado la capacidad de tratar con temas de investigación de actualidad en Procesamiento de Imágenes y en Ingeniería Informática.

- Integrar a los alumnos al Grupo de Investigación en Informática y Salud.
- Estudiar conceptualmente los últimos avances en Deep Learning aplicado al procesamiento digital de imágenes médicas.

Implementar en lenguajes de programación apropiados los métodos estudiados, siguiendo buenas prácticas de diseño de sistemas para que lo desarrollado sea reutilizable y expandible a nuevas aplicaciones.

1.5. Conclusiones

En el caso del modelo realizado para la asistir el diagnóstico de retinopatía diabética, el resultado no resultó convincente para nosotros; si bien tiene una predicción bastante alta para las clases de pacientes con la enfermedad avanzada y para pacientes sanos, resulta muy mala la detección de la clase 1, es decir pacientes enfermos, con el menor grado de avance de la enfermedad. Puesto que la idea es la detección temprana, para evitar que la condición avance, nos parece de crucial importancia disponer de buena predicción para los pacientes sanos y de los pacientes enfermos con un menor avance de retinopatía diabética.



Atribuimos este déficit de exactitud en las predicciones a que el diagnóstico de médicos especialistas es bastante subjetivo para esta patología en particular y no descartamos que en el conjunto de datos existan imágenes etiquetadas incorrectamente.

Por ello es que decidimos virar el rumbo del proyecto a otra patología, tratando de reutilizar en la medida de lo posible las técnicas utilizadas en el desarrollo del modelo anterior. En este segundo intento, esta vez para la asistencia de neumonía, notamos que los resultados, si bien pueden ser mejorables, son muy buenos y sostenemos que con menores ajustes podría utilizarse en un entorno productivo. Consideramos que el producto terminado, puede ser de gran ayuda para el especialista al momento del diagnóstico. Además, en esta segunda experiencia, pudimos corroborar que las técnicas aplicadas a la primera son válidas.

A modo de contrastar cómo se desempeña el modelo desarrollado con la habilidad de médicos especialistas, enviamos 10 imágenes a cuatro médicos y a dos radiólogos, a fin de que detecten las imágenes de pacientes con neumonía presentes en ese subconjunto de imágenes, por otro lado presentamos esas mismas imágenes, que no fueron presentadas durante el entrenamiento al algoritmo.

De las diez imágenes, cuatro son de pacientes con neumonía y seis son de pacientes sanos.

En la siguiente tabla se detalla el diagnóstico de los especialistas médicos. Cada imagen cuenta con su etiqueta y la predicción que el modelo desarrollado arrojó, a fin de poder comparar dichas predicción con la opinión médica.

Imagen	Especialista 1	Especialista 2	Especialista 3	Especialista 4	Especialista 5	Etiqueta Dataset	Modelo
1	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Neumonía	Normal
2	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
3	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Neumonía
4	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
5	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
6	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Normal	Neumonía	Neumonía	Neumonía
7	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Normal	Neumonía/ Duda	Normal	Neumonía
8	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía
9	Normal	Normal	Normal	Normal	Neumonía	Normal	Normal
10	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía	Neumonía



En base a la tabla anterior obtenemos:

Imagen	Diagnóstico Especialistas	Probabilidad Especialistas	Diagnóstico Modelo	Probabilidad de la predicción	Resultado
1	Normal	83%	Normal	73.84%	Correcto
2	Normal	100%	Normal	81.71%	Correcto
3	Normal	100%	Neumonía	86.16%	Incorrecto
4	Normal	100%	Normal	74.20%	Correcto
5	Normal	100%	Normal	81.94%	Correcto
6	Neumonía	83%	Neumonía	75.32%	Correcto
7	Neumonía	67%	Neumonía	53.27%	Correcto
8	Neumonía	100%	Neumonía	96.56%	Correcto
9	Normal	83%	Normal	76.58%	Correcto
10	Neumonía	100%	Neumonía	92.02%	Correcto

Donde:

- Diagnóstico Final: el diagnóstico para cada una de las imágenes en función de la más votada por los especialistas médicos.
- Probabilidad especialistas: $\frac{\text{cantidad de votos de especialistas médicos que coinciden con la etiqueta}}{\text{cantidad total de especialistas}}$.
- Predicción Modelo: la predicción arrojada por el modelo computacional desarrollado.
- Probabilidad de la predicción: salida de la función softmax de la capa de salida de la red.
- Resultado: verificación de la predicción del modelo computacional con la etiqueta de la imagen.

El modelo coincidió con la opinión de los especialistas en 9 de las 10 imágenes elegidas al azar en el conjunto de datos trabajado. Esta validación que pudimos realizar al final del proyecto, nos dejó conformes con el modelo obtenido y creemos que con algunas pequeñas mejoras podría ser utilizado en un entorno productivo.

Por otra parte, es importante mencionar que los especialistas no se basan solamente en las imágenes para realizar un diagnóstico, sobretodo en casos pediátricos, deben estar acompañados con resultados clínicos y síntomas del paciente para que sea certero. Por ello mismo, el modelo desarrollado es una herramienta más con la que los médicos podrían contar para realizar un diagnóstico.

Aclaración: Este documento es un resumen del documento de memoria de proyecto del alumno. Documentación técnica adicional del proyecto se encuentra en medios alternativos como CDs, DVs, etc.