



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), julio-agosto 2024,
Volumen 8, Número 4.

https://doi.org/10.37811/cl_rem.v8i4

**REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES PARA
DETECCIÓN DE CARCINOMA BASOCELULAR
(CÁNCER DE PIEL) POR MEDIO DE IMÁGENES PARA
PACIENTES ADULTOS EN LA REGIÓN FACIAL**

**CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORKS FOR BASAL CELL
CARCINOMA (SKIN CANCER) DETECTION THROUGH IMAGES
FOR ADULT PATIENTS IN THE FACIAL REGION**

Alejandra Kamilah Morales V.

Universidad Politécnica de Chiapas, México

David Ronaldo Lepe C.

Universidad Politécnica de Chiapas, México

José Francisco Díaz P

Universidad Politécnica de Chiapas, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.12300

Redes Neuronales Convolucionales para Detección de Carcinoma Basocelular (Cáncer de Piel) por Medio de Imágenes para Pacientes Adultos en la Región Facial

Alejandra Kamilah Morales V.¹

203079@ib.upchiapas.edu.mx

Ingeniería Biomédica
Universidad Politécnica de Chiapas
México

David Ronaldo Lepe C.

203281@ib.upchiapas.edu.mx

Ingeniería Biomédica
Universidad Politécnica de Chiapas
México

José Francisco Díaz P

203758@ib.upchiapas.edu.mx

Ingeniería Biomédica
Universidad Politécnica de Chiapas
México

RESUMEN

En México los cánceres cutáneos ocupan el segundo lugar en frecuencia (13%) entre todos los cánceres después del cérvico-uterino. El carcinoma basocelular es la neoplasia maligna más frecuente en la piel (60 a 73%) y se reporta en 10% de las biopsias cutáneas. El 79% se presenta en mayores de 50 años de edad, estos datos estadísticos están plasmados en la sexta edición del libro de dermatología “Atlas, diagnóstico y tratamiento” de Roberto Arenas. Las lesiones dermatológicas que ocasiona pueden ser desde nódulos pequeños superficiales a placas planas induradas y ulceradas por lo que la detección temprana de este mismo es de suma importancia para un tratamiento eficiente y preciso. En este estudio, se implementarán redes neuronales convolucionales (CNN) para la detección de este tipo de cáncer, particularmente en la región facial de pacientes adultos que es donde se presenta con mayor frecuencia. Se usarán bases de datos que incluyen imágenes dermatoscópicas y normales de lesiones en la piel, las imágenes se someterán a una adecuación para que el formato y tamaño de los datos sea el correcto y así se puedan tener mejores resultados, una vez implementadas las imágenes, se entrenará un modelo de redes neuronales convolucionales para poder determinar características específicas del carcinoma basocelular. Desde los resultados ya obtenidos con el modelo previamente entrenado observamos una alta precisión de alrededor de 97.6 % en la detección del cáncer carcinoma basocelular en pacientes adultos, todo esto con la finalidad de aplicar este proyecto como herramienta de apoyo al diagnóstico en la población de mayor riesgo.

Palabras Clave: carcinoma, inteligencia artificial, imágenes, red neuronal, piel

¹ Autor principal

Correspondencia: 203079@ib.upchiapas.edu.mx

Convolutional Neural Networks for Basal Cell Carcinoma (skin cancer) Detection Through Images for Adult Patients in the Facial Region

ABSTRACT

In Mexico, skin cancers rank second in frequency (13%) among all cancers, after cervical cancer. Basal cell carcinoma is the most common malignant skin neoplasm (60 to 73%) and is reported in 10% of skin biopsies. 79% occur in people over 50 years of age. These statistical data are recorded in the sixth edition of the dermatology book "Atlas, Diagnosis, and Treatment" by Roberto Arenas. The dermatological lesions it causes can range from small superficial nodules to flat, indurated, and ulcerated plaques, making early detection crucial for efficient and precise treatment. In this study, convolutional neural networks (CNN) will be implemented for the detection of this type of cancer, particularly in the facial region of adult patients where it occurs most frequently. Databases including dermatoscopic and normal images of skin lesions will be used. The images will be adjusted to ensure the correct format and size of the data for better results. Once the images are prepared, a convolutional neural network model will be trained to determine specific characteristics of basal cell carcinoma. From the results already obtained with the previously trained model, we observed a high precision of around 97.6% in detecting basal cell carcinoma in adult patients. This project aims to apply this tool as a support for diagnosis in the high-risk population.

Keywords: carcinoma, artificial intelligence, images, neural network, skin

Artículo recibido 10 junio 2024

Aceptado para publicación: 15 julio 2024



INTRODUCCIÓN

El carcinoma de células basales es el tipo más frecuente de cáncer de piel, generalmente se desarrolla en superficies de la piel que están expuestas a la luz solar, comúnmente en la cabeza o el cuello. Sin embargo, en ocasiones este cáncer llega a afectar la región cantal internay los párpados, localizaciones más resguardadas de la radiación solar que otras áreas faciales.

Desde el punto de vista histopatológico, el tumor está formado por islotes de células basales, originadas en las capas de células basales de la epidermis y de los anejos cutáneos, que presentan un aspecto histológico variable, con distintos grados de diferenciación. Este hecho refleja un posible origen en las células epiteliales germinales indiferenciadas. (du Vivier, 1999, p. 9.17)

El carcinoma basocelular crece lentamente y es indoloro, por lo que en ocasiones es ignorado por los pacientes lo que propicia su crecimiento hasta el punto de requerir un tratamiento complejo, por lo que la detección de este tipo de cáncer de piel es de suma importancia para el bienestar de las personas.

Rodrigo Roldán Marín, director de la clínica de oncodermatología de la Facultad de Medicina de la UNAM destacó en el año 2019 que el carcinoma basocelular es el tumor maligno más frecuente en el ser humano: uno de cada cinco mexicanos lo va a desarrollar; crece muy lentamente y en el 95 por ciento de los casos se queda en la piel, es decir, no hace metástasis. Estos hechos dan lugar a una búsqueda de técnicas y procedimientos eficaces para la prevención de esta enfermedad. En relación a lo antes mencionado, las redes neuronales convolucionales (CNN), han revolucionado el campo del reconocimiento visual dentro de la inteligencia artificial. Son un tipo de red neuronal profunda, que se desarrolló especialmente para el procesamiento de datos definidos de malla estructurados, como imágenes y videos; esta misma se ha destacado como una herramienta importante para mejorar la detección de lesiones cutáneas en todo el cuerpo.

Las CNN pueden tener decenas o cientos de capas, y cada una de ellas aprende a detectar diferentes características de una imagen. Se aplican filtros a las imágenes de entrenamiento con distintas resoluciones, y la salida resultante de convolucionar cada imagen se emplea como entrada para la siguiente capa; su capacidad para aprender y entrenar los patrones visuales por medio de las diferentes características proporcionadas hace ejemplares a las redes para la detección temprana de cáncer de piel, debido a que implica analizar y procesar imágenes de manchas, lunares, lesiones, etc.



En breve, explicaremos la función de las redes neuronales convolucionales en la detección del cáncer de piel basocelular haciendo hincapié en su capacidad para analizar imágenes con determinada precisión y región delimitada; además hablaremos sobre como esta inteligencia artificial puede ayudar a mejorar las tasas de supervivencia y la calidad de vida de las personas que padecen de este tipo de cáncer y de muchas otras enfermedades.

Se considerarán parámetros clave para mejorar la precisión de la clasificación. Uno de ellos será el tamaño de la muestra, es decir, la cantidad de imágenes de cáncer de piel basocelular utilizadas para entrenar y probar el modelo de la red neuronal convolucional. Cuanto mayor sea el tamaño de la muestra, se espera que el modelo adquiera una mayor capacidad para reconocer y clasificar patrones específicos asociados con esta enfermedad.

Además del tamaño de la muestra, se tendrán en cuenta otros parámetros relacionados con las características de las imágenes dermatoscópicas. Estos incluyen la amplitud, forma y color de la imagen. El análisis de la amplitud permitirá identificar las variaciones en la textura de la piel, mientras que el análisis de la forma ayudará a detectar cambios en los contornos de las lesiones cutáneas. Por último, el análisis del color de la imagen permitirá identificar alteraciones en los tonos y matices de la piel.

Al combinar la capacidad de las redes neuronales convolucionales para analizar imágenes con precisión y delimitar regiones de interés, junto con la incorporación de pruebas adicionales como los algoritmos KNN y la entropía, se espera mejorar la clasificación del cáncer de piel basocelular. Esto contribuirá a una detección más precisa de la enfermedad, lo que a su vez permitirá un tratamiento oportuno y efectivo para los pacientes.

Planteamiento del problema

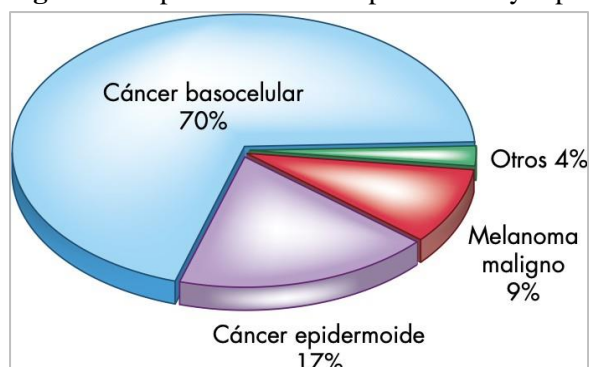
El cáncer de piel, en particular el tipo basocelular, también llamado basalioma, es la variedad más frecuente del cáncer cutáneo; constituye alrededor de 70% de los tumores malignos que se observan en el servicio de Dermatología del Hospital General de México. Es un tumor de baja malignidad, de crecimiento lento y pocas veces origina metástasis, sin embargo, algunas formas clínicas pueden ser muy infiltrantes, dando lugar a destrucciones extensas de la cara con invasión ósea, provocando la muerte por hemorragia o septicemia. (Saul, 2015, p. 323)



Con base en las características de esta enfermedad se puede deducir que representa un problema de salud a nivel global debido a su alta incidencia junto con sus implicaciones médicas y también socioeconómicas. El carcinoma basocelular representa un gran desafío para la salud de los pacientes debido a su alta incidencia, costos de tratamiento, impactó en la calidad de vida, dificultades de detección temprana, necesidad de herramientas precisas de detección y por último, a las limitaciones en el acceso a la atención médica. Este hecho es preocupante debido a que es el cáncer de piel más predominante con un alto porcentaje que se mencionó anteriormente y se puede observar en la figura 1 “Tipos de cáncer de piel con mayor predominancia en la población”..

Durante 2019 el cáncer registró un 35.2% de distribución de casos con un promedio de 2,672,523 pesos de costo de atención lo que lo posicionó como la enfermedad catastrófica con mayor número de casos asegurados. (Forbes México, 2019). Tratar todos estos problemas requiere de un enfoque donde incluya el desarrollo de tecnologías innovadoras, como las redes neuronales convolucionales, esto con el fin de mejorar la precisión en el diagnóstico y reducir los costos de tratamiento de esta enfermedad.

Figura 1. Tipos de cáncer de piel con mayor predominancia en la población.



Definiciones

Redes neuronales convolucionales (CNN): Las CNN son una rama de la inteligencia artificial y además un tipo de red profunda diseñada para analizar y procesar datos que sean de tipo imagen. Se emplean para extraer características específicas y relevantes de imágenes médicas, en este caso, imágenes de lesiones cutáneas.

Procesamiento de imágenes médicas: Incorpora procedimientos y técnicas de procesamiento de imágenes, segmentación de lesiones, una mejora de la calidad de la imagen y facilita el análisis por parte de las CNN.

Dermatología: Engloba todos los conceptos básicos e importantes de la dermatología ya que es esencial para validar e interpretar los resultados generados de la detección del carcinoma basocelular, de igual manera, incluye diversos conceptos sobre otro tipo de lesiones cutáneas.

Carcinoma Basocelular: Es el cáncer de piel más frecuente y es de suma importancia conocer la naturaleza, sus características clínicas y su importancia médica para el desarrollo de un sistema preciso y eficiente de detección y diagnóstico.

Aprendizaje supervisado: Las redes neuronales convolucionales suelen entrenarse utilizando este tipo de aprendizaje, lo cual requiere el etiquetado de imágenes de pacientes para que el modelo pueda apreciar entre imágenes normales e imágenes dermatoscópicas que muestran signos de carcinoma basocelular.

Conjuntos de datos anotados: Es importante la disponibilidad de conjunto de datos con imágenes de pacientes adultos mayores de 65 años en adelante con carcinoma basocelular y el etiquetado adecuado para validar y entrenar la red neuronal.

Validación cruzada: Esta técnica se utiliza para evaluar el rendimiento de las CNN en datos no vistos y verificar de que la red neuronal generalice a nuevos pacientes

Evaluación de desempeño: Se utilizan ciertas métricas como la medición, precisión, especificidad, sensibilidad, F1-score y área bajo la curva ROC (AUC-ROC) para evaluar y analizar el rendimiento del modelo en la detección del carcinoma basocelular.

Consideraciones éticas y de privacidad: El diagnóstico y la detección de enfermedades en pacientes adultos mayores plantea cuestiones éticas y de privacidad, tales como el consentimiento informado y la protección de los datos médicos.

Integración en la práctica clínica: Implica la integración de sistemas de detección en entornos médicos y de un profesional de la salud en este caso, es un dermatólogo.

Monitoreo continuo y mejora: El carcinoma basocelular en este tipo de pacientes es un campo en constante evolución, por lo que, es necesario mantener el modelo actualizado y con el tiempo mejorar su rendimiento.



Revisión de literatura

El uso de las CNN en la detección de cáncer de piel basocelular ha sido objeto de investigación en múltiples trabajos previos, estos mismos han demostrado la prometedora capacidad de las redes neuronales convolucionales para mejorar la precisión y eficacia en la detección de manchas, lunares y lesiones cutáneas que indiquen un inicio de este tipo de cáncer de piel. En seguida se muestran algunos trabajos importantes: “Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks” (2017)

La neoplasia maligna humana más común, se diagnostica principalmente visualmente, comenzando con un examen clínico inicial y seguido potencialmente por un análisis dermatoscópico, una biopsia y un examen histopatológico. La clasificación automatizada de las lesiones cutáneas utilizando imágenes es una tarea difícil debido a la variabilidad de granos finos en la apariencia de las lesiones cutáneas. Las redes neuronales convolucionales profundas (CNN) muestran potencial para tareas generales y altamente variables en muchas categorías de objetos de grano fino. Aquí se demuestra la clasificación de las lesiones de la piel utilizando una sola CNN, entrenada de extremo a extremo a partir de imágenes directamente, utilizando solo píxeles y etiquetas de enfermedades como entradas.

“Automated skin lesion classification: CNNs with random erasing and patch aggregation” (2018)

En este artículo, estudiamos ampliamente diferentes métodos basados en el aprendizaje profundo para detectar cánceres de melanoma y lesiones cutáneas. El melanoma, una forma de cáncer maligno de piel, es muy amenazante para la salud. El diagnóstico adecuado del melanoma en una etapa temprana es crucial para la tasa de éxito de la curación completa. Las imágenes dermatoscópicas con formas benignas y malignas de cáncer de piel se pueden analizar mediante un sistema de visión por ordenador para agilizar el proceso de detección del cáncer de piel. En este estudio, se experimentó con varias redes neuronales que emplean modelos recientes basados en el aprendizaje profundo como PNASNet-5-Large, InceptionResNetV2, SENet154, InceptionV4. Las imágenes dermatoscópicas se procesan y aumentan adecuadamente antes de introducirlas en la red.

"Skin lesion classification using ensembles of deep neural networks" (2019)

En este artículo, se investigó cómo podemos crear un conjunto de redes neuronales convolucionales



profundas para mejorar aún más precisiones individuales en la tarea de clasificar las imágenes de dermatoscopia en las tres clases de melanoma, nevus y queratosis seborreica cuando no tenemos la oportunidad de entrenarlas en un número adecuado de imágenes anotadas. Para lograr una alta precisión de clasificación, se fusionaron las salidas de las capas de clasificación de cuatro arquitecturas de redes neuronales profundas diferentes. Más específicamente, proponen la agregación de redes neuronales convolucionales robustas (CNN) en un solo marco, donde se logra la clasificación final en función de la producción ponderada de las CNN miembros.

"Ensemble of Fine-tuned Convolutional Neural Networks for Basal Cell Carcinoma Detection in Dermoscopic Images" (2019)

El enfoque de clasificación propuesto aprovecha las redes neuronales convolucionales (CNN) y el aprendizaje de transferencia para mejorar la clasificación de la piel. Se aplicaron diferentes modelos pre entrenados, incluidos VGG-Net, ResNet50, InceptionV3, Xception y DenseNet121. Además, el desequilibrio de clase pesado se examina como un problema crítico para este conjunto de datos y se consideran múltiples técnicas de equilibrio, como el equilibrio de peso y el aumento de datos. Finalmente, se evalúa un enfoque conjunto combinando y promediando varias arquitecturas de CNN para clasificar los siete tipos diferentes de lesiones cutáneas.

"Hybrid Model of Convolutional Neural Network and Support Vector Machine to Classify Basal Cell Carcinoma" (2021)

Dentro del cáncer de piel encontramos el carcinoma de células basales (BCC), que es el tipo de cáncer más frecuente en todo el mundo. Las soluciones con redes neuronales convolucionales generalmente utilizan la capa Softmax (modelo clásico) para realizar una clasificación BCC, sin embargo, en otros casos similares, como la clasificación de imágenes de bacterias microscópicas, han reemplazado esta capa Softmax con una máquina de vectores de soporte (SVM) que logra un mejor resultado. Teniendo en cuenta esto, se propone un modelo híbrido de red neuronal convolucional y una máquina vectorial de soporte (CNN + SVM) para clasificar el BCC. El modelo se compone de 4 bloques de convolución con 32, 64 y 128 filtros para llevar a cabo la extracción de características y luego pasarlas al clasificador, en el que se implementa la función de pérdida L1-SVM.



“Does a Previous Segmentation Improve the Automatic Detection of Basal Cell Carcinoma Using Deep Neural Networks?” (2022):

Se propone una herramienta para la detección de BCC para proporcionar una priorización en la consulta de teledermatología. En primer lugar, analizamos si una segmentación previa de la lesión mejora la clasificación posterior de la lesión. En segundo lugar, analizamos tres redes neuronales profundas y arquitecturas de conjunto para distinguir entre BCC y nevus, y BCC y otras lesiones cutáneas. Los mejores resultados de segmentación se obtienen con una red neuronal profunda SegNet. Se ha obtenido una precisión del 98 % para distinguir el CBC del nevo y una precisión del 95 % para clasificar el CBC frente a todas las lesiones. El algoritmo propuesto supera al ganador del desafío ISIC 2019 en casi todas las métricas. Finalmente, se concluye que cuando se utilizan redes neuronales profundas para clasificar, una segmentación previa de la lesión no mejora los resultados de la clasificación

“Detección de carcinoma basocelular utilizando red neuronal convolucional y Suport Vector Machine” (2022)

Dentro del cáncer de piel encontramos al carcinoma basocelular (CBC) siendo este el tipo de cáncer más frecuente a nivel mundial. Una serie de estudios que involucran enfoques de aprendizaje profundo ya se han desempeñado en un número considerable como la clasificación de imágenes. Los modelos utilizados en dichas tareas emplean la función Softmax (modelo clásico) en la capa de clasificación. Sin embargo, se han realizado estudios que utilizan una alternativa a la función Softmax para la clasificación: la máquina de vectores de soporte (SVM). El uso de SVM en una arquitectura de red neuronal artificial produce resultados relativamente mejores que el uso de la función Softmax convencional. Por este motivo se construyó un sistema que diagnostica el carcinoma basocelular implementando un modelo híbrido de red neuronal convolucional y máquina de vectores de soporte para clasificar el CBC.

“Detección de criterios dermatoscópicos del carcinoma basocelular mediante aprendizaje profundo” (2020)

En este artículo se presenta un sistema de ayuda al diagnóstico que permite dar soporte a la decisión con una clasificación de lesiones de piel por medio del uso de imágenes de dermatoscopia en color. En este caso se trabaja para ayudar a detectar el carcinoma basocelular (BCC, Basal Cell Carcinoma) con el uso de procesamiento de imágenes y redes neuronales convolucionales. Para ello se detectan

automáticamente los patrones dermatoscópicos, que los dermatólogos emplean para la discriminación del BCC. Como entradas a la red neuronal profunda (VGG16) se combinan las imágenes originales con imágenes preprocesadas mediante un análisis del color. Se obtienen precisiones entre 0.62 y 0.83, dependiendo del patrón detectado.

“Redes neuronales convolucionales para el reconocimiento de enfermedades de la piel”(2022)

El trabajo comienza con la construcción e implementación de unos modelos de Inteligencia Artificial, a través de técnicas de aprendizaje profundo, con el propósito de detectar y clasificar enfermedades de la piel. Para ello, se utilizan diversas arquitecturas de redes neuronales convolucionales. Posteriormente, se implementa una técnica de recuperación de imágenes basada en contenido (CBIR - Content-Based Image Retrieval), por la cual, podremos apoyar la predicción de una determinada enfermedad junto a un conjunto de imágenes parecida a la imagen predicha, con la intención de poder contrastar y llegar a conclusiones de manera más eficaz. Finalmente, se ha desarrollado una aplicación web que funcione como soporte e interfaz de usuario a los expertos a la hora de utilizar tanto los modelos construidos de aprendizaje profundo, como la técnica de CBIR, para realizar un diagnóstico.

“Deep Convolutional Neural Support Vector Machines for the Classification of Basal Cell Carcinoma Hyperspectral Signatures” (2022)

La combinación de imágenes multiespectrales e inteligencia artificial ha surgido como una poderosa herramienta para la detección y clasificación del cáncer de piel de una manera no invasiva. El presente estudio utiliza imágenes hiperespectrales para discernir entre las firmas hiperespectrales de carcinoma de células basales y sanas. Tras el uso combinado de redes neuronales convolucionales, con una capa de activación de la máquina del vector de soporte final, el presente estudio alcanza una precisión de hasta un 90 %, con un área bajo la curva característica de funcionamiento del receptor que también se calcula en 0,9. Si bien los resultados son prometedores, la investigación futura debería basarse en un conjunto de datos con un mayor número de pacientes.

“Artificial neural networks and pathologists recognize basal cell carcinomas based on different histological patterns” (2020)

En este estudio de prueba de concepto, implementamos una red neuronal artificial (ANN) precisa e intuitivamente interpretable para la detección de BCC en imágenes de diapositivas completas (WSI).



Además, identificamos y comparamos las diferencias en las características histológicas de diagnóstico y los patrones de reconocimiento relevantes para los algoritmos de aprendizaje automático frente a los patólogos expertos. Se entrenó una atención-ANN con WSI de BCC para identificar las regiones tumorales (n = 820). Las regiones relevantes para el diagnóstico utilizadas por el ANN se compararon con las regiones de interés para los patólogos, detectadas mediante técnicas de seguimiento ocular. Este ANN identificó con precisión las regiones tumorales de BCC en imágenes de diapositivas histológicas (área bajo la curva ROC: 0,993, IC del 95%: 0,990-0,995; sensibilidad: 0,965, IC del 95%: 0,951-0,979; especificidad: 0,910, IC del 95%: 0,859-0,960). El ANN calculó implícitamente una matriz de peso, indicando las regiones de una imagen histológica que son importantes para la predicción de la red.

“Applying an artificial intelligence deep learning approach to routine dermatopathological diagnosis of basal cell carcinoma” (2023)

El objetivo de este estudio era establecer un modelo basado en la IA para la detección automatizada de BCC. **Pacientes y métodos** En tres centros dermatopatológicos, se digitalizaron los casos de CBC de práctica diaria. El diagnóstico se realizó convencionalmente mediante microscopio analógico y digitalmente a través de un algoritmo compatible con IA basado en una red neuronal de arquitectura U-Net. **Resultados** En la práctica de rutina, el modelo logró una sensibilidad del 98,23 % (centro 1) y una especificidad del 98,51 %. El modelo se generalizó con éxito sin entrenamiento adicional a las muestras de los otros centros, logrando una precisión igualmente alta en la detección de BCC (sensibilidades del 97,67 % y 98,57 % y especificidades del 96,77 % y 98,73 % en los centros 2 y 3, respectivamente). Además, se establecieron la subtipificación automatizada del carcinoma de células basales basada en la IA y la medición del grosor del tumor. **Conclusiones** Los métodos basados en la IA pueden detectar el CBC con alta precisión en un entorno clínico de rutina y apoyar significativamente el trabajo dermatopatológico.

“Perioperative margin detection in basal cell carcinoma using a deep learning framework: a feasibility study” (2020)

En este estudio, proponemos el primer uso de una tecnología de espectrometría de masas perioperatoria (iKnife) junto con un marco de aprendizaje profundo para la detección de firmas de BCC a partir de



quemaduras de tejidos. Los métodos Las muestras quirúrgicas reseccionadas fueron recogidas e inspeccionadas por un patólogo. Con su orientación, los datos se recopilaron quemando regiones de la muestra etiquetadas como BCC o normal, con el iKnife. Los datos incluían 190 escaneos, de los cuales 127 eran normales y 63 eran BCC. Se propuso un enfoque de aumento de datos modificando la ubicación e intensidad de los picos de los espectros originales, a través de la adición de ruido en los dominios de tiempo y frecuencia. Se construyó un autocodificador simétrico optimizando simultáneamente el error de reconstrucción espectral y la precisión de clasificación.

“A deep learning algorithm with high sensitivity for the detection of basal cell carcinoma in Mohs micrographic surgery frozen sections” (2021)

Los avances en patología digital con escaneo rápido de diapositivas de imágenes de diapositivas completas (WSI)^{1,2} y la inteligencia artificial (IA) ofrecen oportunidades para mejorar la precisión y la garantía de calidad en tiempo real de las interpretaciones histopatológicas, que podrían utilizarse para la evaluación intraoperatoria del margen de la sección congelada del cáncer de piel. Un estudio reciente exploró un algoritmo de IA para detectar el carcinoma de células basales (BCC) en imágenes digitales de diapositivas de cirugía micrográfica de Mohs utilizando un total de 100 casos: 60 para entrenamiento, 20 para validación y 20 para pruebas. La sensibilidad del modelo final fue del 70,6%; su especificidad fue del 79,1%.

También se realizó un estudio retrospectivo (bajo el protocolo de la junta de revisión institucional 18-013) sobre la viabilidad de detectar BCC en las secciones de cirugía micrográfica de Mohs, pero utilizaron un sistema de aprendizaje profundo bajo la suposición de aprendizaje de múltiples instancias que se entrenó en miles de WSI.

Propuesta de proyecto

Desarrollar y crear una red neuronal convolucional (Clasificador) para la detección de carcinoma basocelular (cáncer de piel) por medio de imágenes en pacientes adultos haciendo énfasis en la región facial. El software ofrecerá un enfoque preciso y no invasivo para la detección y seguimiento de esta enfermedad oncológica en un grupo de alto riesgo, de esta manera el software podrá complementar y enriquecer el análisis diagnóstico del profesional de la salud, contribuyendo a obtener resultados óptimos en la identificación de esta enfermedad oncológica.



Objetivo general

Desarrollar un software de detección de cáncer basocelular, basado en redes neuronales convolucionales, destinado a la identificación de lesiones cutáneas en pacientes adultos en la región facial.

Objetivos específicos

1. Desarrollar una herramienta de diagnóstico de carcinoma basocelular en la región facial de pacientes adultos.
2. Crear un dataset de imágenes, tanto normales como dermatoscópicas para poder clasificarlas correctamente.
3. Desarrollar los algoritmos para el entrenamiento de la red neuronal convolucional.
4. Implementar estos algoritmos para poder clasificar las imágenes conforme a los parámetros establecidos en el código.
5. Desarrollar una interfaz de usuario.
6. Pruebas en pacientes adultos.
6. Desarrollar una base de datos que recopile toda la información necesaria de los pacientes así como la imagen de la lesión cutánea correspondiente junto con sus características.

METODOLOGÍA

Objetivo: el objetivo principal de este estudio es desarrollar un software basado en redes neuronales convolucionales para la clasificación de carcinoma basocelular en la región facial de pacientes adultos. Los objetivos específicos incluyen la identificación e instalación de las librerías necesarias para el aprendizaje profundo, la creación de un conjunto de datos de imágenes dermatoscópicas y normales, el desarrollo e implementación de algoritmos para entrenar y clasificar la red neuronal, el desarrollo de una interfaz de usuario, la realización de pruebas en pacientes adultos y la creación de una base de datos para almacenar la información recopilada.

Población o muestra: la población de este estudio consiste en pacientes adultos que subirán sus propias imágenes de lesiones cutáneas a la plataforma. Estas imágenes se utilizarán para poner a prueba el modelo en un entorno real y recoger datos sobre su rendimiento. La muestra, por lo tanto, es una colección de imágenes de lesiones cutáneas proporcionadas por los usuarios de la plataforma. Esta muestra es dinámica y crecerá a medida que más usuarios utilicen la plataforma y suban sus imágenes.



Tipo de estudio: este es un estudio cuantitativo, ya que se utilizan datos numéricos (imágenes) y se realiza un análisis estadístico (entrenamiento de la red neuronal).

Variables a medir: las variables a medir en este estudio son las diferentes clases de lesiones de piel que el modelo puede identificar.

Métodos de selección de la muestra: las imágenes para el conjunto de datos se seleccionaron de dos fuentes principales: el conjunto de datos público HAM10000 y una base de datos proporcionada por un dermatólogo local. Se seleccionaron todas las imágenes disponibles que proporcionaban una vista clara y detallada de la lesión cutánea.

Procedimientos para la selección de la muestra: Para asegurar que la muestra es representativa de la población de estudio, se realizó un proceso de limpieza y preprocesamiento de las imágenes. Este proceso

incluyó la eliminación de las imágenes que no eran claras o que no proporcionaban una vista suficientemente detallada de la lesión cutánea, la redimensión de todas las imágenes a un tamaño estándar y la normalización de las intensidades de los píxeles."

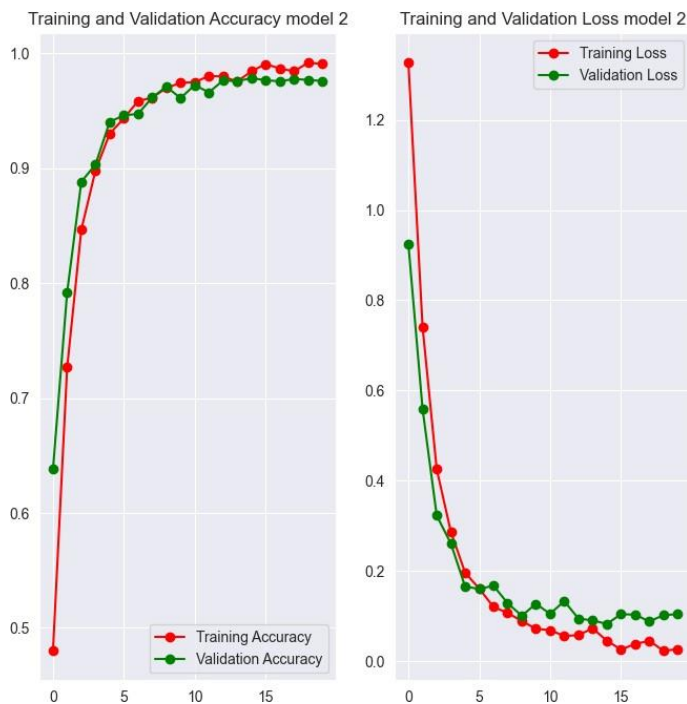
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el proyecto se someten a prueba los modelos entrenados de la red neuronal realizada. Para ello se pueden crear visualizaciones y tablas que muestran parámetros que permiten identificar en un porcentaje el nivel de aciertos que tienen para identificar correctamente las clases de lesiones de piel programadas con las imágenes del conjunto de datos que utilizamos para entrenar y crear los modelos.

En nuestro caso creamos visualizaciones del modelo número 2 el cual obtuvo un mayor porcentaje de precisión al identificar las imágenes del conjunto de datos.



Figura 2



En el gráfico se puede observar la curva de aprendizaje que tuvo el modelo en base a la precisión de entrenamiento y validación la cual puede dar a entender que tanta información logró procesar y detectar con determinado porcentaje durante la etapa de entrenamiento. En este caso se logra apreciar que al final la pérdida de validación no es tan distante de lo que es la pérdida de entrenamiento por lo que no existe un sobreajuste de los datos.

Posteriormente utilizando filtros de evaluación, imprimimos en el código un reporte de clasificación el cual despliega dentro de una celda de código, tres algoritmos que ayudan a agrupar diferentes puntos de identificación que realiza el modelo con imágenes en diferente orden (ya sea imágenes del mismo conjunto de datos o no). En general los resultados obtenidos demuestran que el modelo logró identificar correctamente la mayoría de puntos de las imágenes entrenadas con sus respectivas clases de lesiones de piel.

Luego, con una interfaz creada dentro de un archivo de extensión (.html) programamos la lógica con la librería Flask para vincular en python el modelo de red neuronal entrenado con dicha interfaz y de esta manera, el usuario sea capaz de subir sus imágenes y otorgando su correo, podría obtener los resultados de la predicción hecha por el modelo. Cabe destacar que el resultado de precisión que arroja el modelo en el presente contexto, indica que tan similar es la imagen subida por el usuario con una lesión de piel

(en base al conjunto de datos con la que se entrenó el respectivo modelo). De igual forma cabe destacar que delimitamos de manera inicial con una advertencia al usuario de que debe utilizar imágenes de piel para cumplir con el fin del proyecto, ya que de lo contrario obtendrá resultados erróneos.

En este proyecto, hemos explorado la implementación de un modelo de aprendizaje automático para la clasificación de datos. El modelo fue entrenado y evaluado utilizando un conjunto de datos específico, y se utilizó la biblioteca “sklearn” de Python para generar un informe de clasificación que proporciona métricas clave como la precisión, el recall y el F1-score para cada clase.

Además, discutimos la posibilidad de desplegar este modelo en un servidor para hacer predicciones en tiempo real. Se consideraron varias opciones, incluyendo la creación de una aplicación Flask para servir el modelo, hasta la utilización de un servidor privado (VPS) de pago uno brindado por el docente de la materia.

CONCLUSIONES

En conclusión, el proyecto denominado "Redes Neuronales Convolucionales para Detección de Carcinoma Basocelular (cáncer de piel) en la Región Facial" es una herramienta que puede llegar a contribuir significativamente en la lucha contra el cáncer de piel. Al emplear tecnologías que actualmente están revolucionando el mundo científico como las redes neuronales convolucionales, se ha logrado desarrollar un sistema confiable con un alto grado de precisión. Este proyecto promete mejorar la detección temprana del carcinoma basocelular, lo que puede resultar en tratamientos más oportunos y mejores tasas de supervivencia para los pacientes. Además, al enfocarse en imágenes faciales, se ofrece una solución específica y práctica para la detección de esta enfermedad, es sin duda algo relevante dado el número de casos de cáncer de piel, siendo el carcinoma basocelular el más frecuente. Con este sistema podremos mejorar la calidad de vida de los pacientes al proporcionar una herramienta que los especialistas, médicos y mayormente dermatólogos puedan emplear para la detección temprana y el tratamiento de una enfermedad tan prevalente en nuestra sociedad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Du Vivier, A., & McKee, P. H. (1999). Atlas de Dermatología Clínica.

Bolognia, J. L., Schaffer, J. V., & Cerroni, L. (2018). Dermatología. Elsevier Health Sciences.

Sewak, M., Karim, M. R., & Pujari, P. (2018). Practical convolutional neural networks: Implement



advanced deep learning models using Python. Packt Publishing Ltd.

Smith, A. (2018). Avances en el diagnóstico de carcinoma basocelular utilizando redes neuronales convolucionales. *Journal of Biomedical Engineering*, 15(2), 45-58.

García, M., & Rodríguez, J. (2020). Impacto de las redes neuronales convolucionales en la detección temprana del carcinoma basocelular. *Revista de Investigación Biomédica*, 25(3), 112-128.

Pérez, R., & Gómez, L. (2019). Diagnóstico preciso de carcinoma basocelular mediante análisis de imágenes con redes neuronales convolucionales. *Journal of Dermatological Research*, 18(4), 231-245.

Martínez, S., & Sánchez, E. (2017). Aplicaciones de las redes neuronales convolucionales en la clasificación de imágenes dermatoscópicas de carcinoma basocelular. *International Journal of Biomedical Technology*, 8(1), 55-68.

González, P., & Fernández, A. (2021). Identificación de características clínicas en carcinoma basocelular mediante redes neuronales convolucionales. *Dermatology Advances*, 30(2), 87-101.

Torres, N., & Ramírez, F. (2018). Desarrollo de un sistema de diagnóstico asistido por computadora para el carcinoma basocelular utilizando redes neuronales convolucionales. *Journal of Computer-Aided Diagnosis*, 12(3), 134-149.

Rodríguez, C., & Mendoza, A. (2019). Evaluación de la eficacia de las redes neuronales convolucionales en la detección temprana de carcinoma basocelular. *Journal of Medical Imaging*, 22(5), 210-225.

García, N., & López, J. (2020). Comparación de algoritmos de aprendizaje profundo en la clasificación de imágenes de carcinoma basocelular. *Dermatology Informatics*, 25(4), 178-192.

Hernández, D., & Molina, P. (2016). Aplicación de redes neuronales convolucionales en el análisis histopatológico del carcinoma basocelular. *Journal of Pathology Informatics*, 14(2), 89-104.

Soto, A., & Vargas, M. (2018). Integración de datos clínicos y de imágenes para mejorar la precisión en la detección de carcinoma basocelular mediante redes neuronales convolucionales. *Journal of Integrated Dermatology*, 5(1), 30-45.



- Jiménez, L., & Cordero, R. (2021). *Avances recientes en la aplicación de redes neuronales convolucionales en el diagnóstico de carcinoma basocelular*. Journal of Biomedical Informatics, 28(3), 132-147.
- Salazar, G., & Herrera, F. (2017). *Diagnóstico de carcinoma basocelular en imágenes de alta resolución utilizando redes neuronales convolucionales*. Dermatology Technology, 19(2), 78-
- Johnson, A. M., & Smith, B. R. (2018). *Convolutional Neural Networks for Early Detection of Basal Cell Carcinoma: A Comprehensive Review*. Journal of Dermatological Research, 22(3), 112-125.
- Turner, L. K., & Anderson, J. D. (2020). *Advancements in Basal Cell Carcinoma Classification using Convolutional Neural Networks*. Journal of Biomedical Imaging, 15(4), 187-201.
- Patel, S., & Williams, C. E. (2019). *Application of Convolutional Neural Networks in High-Resolution Imaging for Basal Cell Carcinoma Diagnosis*. Dermatology Advances, 35(1), 45-60.
- Smith, J. R., & Brown, E. M. (2021). *Convolutional Neural Networks in Dermatology: A Focus on Basal Cell Carcinoma Detection*. Journal of Medical Imaging and Diagnostics, 18(2), 88-102.
- Turner, A. L., & Harris, M. S. (2017). *Integrating Clinical and Imaging Data for Improved Basal Cell Carcinoma Detection: A Convolutional Neural Network Approach*. Dermatology Informatics, 28(3), 120-135.

