

Propuesta de una aplicación de aprendizaje automático con visión artificial como herramienta de apoyo para la detección de melanomas benignos y malignos

Proposal of a machine learning application with artificial vision as a support tool for the detection of benign and malignant melanomas

Mateo Quintanilla¹[0000-0001-8026-744X], David Tamayo¹[0000-0002-2621-9209], Diego Sunta-xi¹[0000-0003-4503-5736] and José Luis Quintanilla¹[0000-0001-6260-3948]

Resumen

El cáncer de piel es una de las enfermedades que más muertes causa mundialmente, siendo especialmente conocida por la agresividad con la que esta enfermedad se propaga. Sin embargo, la tasa de supervivencia es alta si los melanomas son detectados en etapas iniciales, siendo diagnosticados inicialmente por su tamaño, forma y coloración antes de continuar con procesos invasivos. En el presente paper se muestra una propuesta de aplicación como una herramienta aplicando técnicas de machine learning y procesamiento de imágenes que sea capaz de facilitar el diagnóstico de los melanomas categorizándolos por las características presentadas por la lesión analizada, con el propósito de ayudar al especialista en el diagnóstico del tratamiento que el paciente con esta lesión cutánea deba tomar.

Palabras claves: melanoma, red neuronal convolucional, machine learning, computer vision, cáncer de piel.

Abstract

Skin cancer is one of the diseases that causes the most deaths worldwide and is especially known for the aggressiveness with which this disease spreads. However, the survival rate is high if melanomas are detected in the early stages, being initially diagnosed by their size, shape, and color before continuing with invasive procedures. In this paper, an application proposal is shown as a tool applying machine learning techniques and image processing that is capable of facilitating the diagnosis of melanomas, categorizing them by the characteristics presented by the lesion analyzed, with the purpose of helping the specialist in the diagnosis of the treatment that the patient with this skin lesion should take

Keywords: Melanoma, convolutional neuronal net, machine learning, computer vision, skin cancer.

¹Departamento de Ciencias de la Computación,
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador
{mjquintanilla, dfsuntaxi, jlquintanilla1, datamayo4}@espe.edu.ec

I. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud [1], se reconoce al cáncer de piel como uno de los cánceres más letales y de rápida propagación alrededor del mundo. Cada año se detectan 132.000 melanomas en la piel y de 2 a 3 millones de casos de cáncer de piel no melanómicos. El melanoma es uno de los tumores más agresivos el cual es motivo de preocupación, Vocaturo et al. [2] indican que en Estados Unidos existen más de 87.000 nuevos casos de melanomas, con muertes estimadas en 10.000 a finales del 2017. Por otra parte, Jojoa et al. [18] indica que en el año 2019 la American Cancer Society estimó que hubo 96.480 casos de melanoma de los cuales 7.230 resultaron ser fatales. Hoy en día, dicha enfermedad no tiene cura, sin embargo, con un diagnóstico en las etapas iniciales se puede tratar con éxito este tipo de lesiones cutáneas. La detección y extirpación tempranas se vuelve esencial cuando el tumor aún es pequeño y delgado. Esto justifica la necesidad de brindar herramientas que permitan un diagnóstico precoz y preciso, tanto para facilitar el trabajo de los especialistas como para prevenir y tratar a tiempo esta enfermedad.

De acuerdo con Fuduli et al. [4], existen varias propuestas de sistemas de visión artificial para la detección temprana de los melanomas que se caracterizan por seguir pasos generales básicos que incluyen la adquisición de imágenes, el pre procesamiento, la segmentación, la extracción, la selección de características y la clasificación final. Dado que el resultado de cada paso es la entrada del siguiente, todas las etapas juegan un papel clave para lograr un diagnóstico correcto. Como mencionan Kourou et al. [5], el pre procesamiento es la primera etapa de detección y juega un papel importante eliminando el ruido y las partes sin importancia en el fondo de la imagen de la piel como el cabello.

Existen varias técnicas de pre procesamiento que se han utilizado para eliminar ruido y mejorar la imagen como: segmentación basada en bordes, segmentación orientada a regiones, entre otros que permiten eliminar los factores de interferencia de las imágenes de dermatoscopia. Pereira et al. [6], describe que, en la detección del cáncer de piel se puede determinar tres puntos clave: mejora de la imagen, restauración de la imagen y eliminación de partes sin relevancia, para lograr un correcto procesamiento de la imagen.

La tecnología está impulsando una nueva innovación en el campo de la atención médica y la inteligencia artificial está desempeñando un papel clave al proporcionar herramientas y aplicaciones que apoyan a los médicos en el diagnóstico y el tratamiento de los pacientes. En particular, los sistemas de visión por computadora son fundamentales en el análisis de imágenes médicas, ya que permitan tener diagnósticos no invasivos. Por lo tanto, se evidencia la necesidad plantear un modelo de diseño para una futura implementación de una herramienta tecnológica que apoye a los especialistas en la rama de la salud a brindar un diagnóstico rápido y preciso. Es importante también que

dichas herramientas proporcionen soluciones a bajo costo, alertando así posibles lesiones en la piel.

En el presente trabajo se planea el desarrollo de una propuesta de aplicación de machine learning y computer vision la cual podría ayudar a detectar posibles melano-mas en la piel sin la necesidad de un diagnóstico invasivo.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

Ge et al. [8] en el 2018 desarrolló un sistema de diagnóstico asistido por machine learning y una red neuronal convolucional que propone la segmentación automática de lesiones de melanoma en la piel, apoyándose de una red neuronal convolucional que consta de 28 capas, las cuales están diseñadas para la segmentación de las imágenes sin procesar para extraer características de la lesión, dichas características obtenidas permiten dar una clasificación al melanoma, sea benigno o maligno.

Hossin et al. [7] indica que un melanoma es una lesión de piel que se origina cuando los melanocitos comienzan a crecer desmesuradamente y los costos de tratamiento con el paso del tiempo van aumentando considerablemente. En su trabajo se desarrolla un sistema capaz de detectar automáticamente el melanoma, mediante la examinación de una imagen. El sistema que se implementó fue construido a base de una red neuronal convolucional con el fin de buscar un mayor nivel de reconocimiento y detección. El sistema que presenta Hossin es capaz de detectar cáncer de melanoma en un porcentaje aproximado del 93.58%.

Mientras que Laghmati et al. [9] exponen sobre la importancia que juega la herencia familiar en los melanomas puesto que el riesgo de contraer esta enfermedad aumenta considerablemente si algún pariente cercano del paciente, también presentan la enfermedad. Presentan diferentes técnicas de aprendizaje automático como redes neuronales, árboles de decisión que se utilizan para predecir y dar un prediagnóstico sobre enfermedades como el cáncer, hepatitis y enfermedades cardíacas. En su trabajo se analizó datos de mamografías de pacientes y se obteniendo como resultados la detección de distintos tipos de cáncer como lo son benignos y malignos.

Yang. [10] sostiene que la detección temprana de un melanoma aumenta en gran medida el porcentaje de supervivencia del paciente, pues este porcentaje es del 39% si el melanoma es detectado en su etapa IV. Por el contrario, si el melanoma se lo detecta en la etapa I el porcentaje de supervivencia alcanza un 93% por lo que en este estudio se destaca la importancia de la aplicación de las técnicas del machine learning en el diagnóstico de este tipo de patologías debido a que facilita en gran medida la clasificación y segmentación de cada tipo o etapa en la que se encuentra el melanoma.

III. METODOLOGÍA

Considerando que nuestro objetivo es elaborar una propuesta para la implementación de un aplicativo, sugerimos seguir las fases especificadas en la Figura 1, teniendo en cuenta lo manifestado por Meenakshi et al. [16] en la parte de su metodología.



Fig. 1: Diagrama de las fases.

Fase 1 – Recolección: En esta fase se recolectarían los datos requeridos, es decir, las imágenes que van a alimentar la base de datos con la que va a trabajar el aplicativo, la cual será MongoDB [11], dichas imágenes deben ser de distintos tipos de melanomas, de varios tamaños y características para que el algoritmo sea lo más exacto posible una vez que el aplicativo esté finalizado.

Fase 2 – Depuración: Después de tener las imágenes, el siguiente paso sería separar por grupos a las imágenes, segmentando a los melanomas por su color, forma, tamaño y textura. También en este paso se deben descartar las imágenes que se encuentren borrosas o no sean concluyentes. Este proceso sería el de depuración.

Fase 3 – Implementación: Esta fase consiste en diseñar el aplicativo por medio de algoritmos de machine learning tales como Convolutional Neural Networks y Haar Cascade usando la biblioteca de OpenCV [13], logrando esto a través del lenguaje de programación Python para poder realizar el procesamiento de imágenes utilizando las imágenes ya depuradas de la Fase 2.

Fase 4 – Entrenamiento: Una vez que ya desarrollando el aplicativo se debería entrenar al modelo para que sus predicciones sean cada vez más exactas y se pueda dar un diagnóstico más acertado.

Fase 5 – Evaluación: Finalmente, se debe evaluar el nivel de efectividad del aplicativo realizado, haciendo el respectivo proceso de evaluación una vez que se completen las fases antes mencionadas.

IV. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

En esta sección se describe la arquitectura de la propuesta, así también se presentan las herramientas que podrían ser empleadas para su implantación. Además, se presenta

un modelo propuesto para el desarrollo de la detección del cáncer de piel con la red neuronal convolucional.

4.1 Arquitectura

La arquitectura de la aplicación estaría dividida en 4 módulos (ver figura 2): Base de datos, controladores, interfaz de línea de comandos (CLI) y hardware, en donde:

Base de datos:

Este módulo requiere de una base de datos en la cual se almacenarán todas las imágenes de cáncer de piel específicamente de melanomas benignos y malignos, así como el ingreso de nuevos eventos captados por la cámara, es decir las imágenes. La base de datos propuesta para su uso es MongoDB [11], la cual ayudará a la rápida carga y consulta de las imágenes.

Módulo de controladores:

Este módulo está basado en varias bibliotecas para el correcto funcionamiento del aplicativo, comenzando con la biblioteca de inteligencia artificial utilizando Tensor Flow [12] para la creación de redes neuronales. OpenCV [13] será utilizado para la detección de cáncer mediante imágenes. Finalmente, con la ayuda de Scikit Learn [14] se logrará tener un aprendizaje automático en Python. También se propone el uso de Insomnia [15] para la interacción con la API REST la cual sirve para la co-municación entre el servicio que ofrece la app con el usuario. El uso del conjunto de estas bibliotecas ayudará a manejar la fluidez de las imágenes, teniendo una buena efectividad en la detección del cáncer de melanoma para que los especialistas puedan mejorar e identificar el cáncer de manera oportuna.

Machine Learning:

Se pretende que los datos ingresen a un algoritmo de redes neuronales convolucionales, estos datos serían las imágenes de los presuntos melanomas en formato .jpg o .jpeg ya que son archivos y metadatos los cuales pueden ser leídos por la máquina [10].

En un principio estas redes entrarían a una fase de extracción de características similares, la cual estaría compuesta de neuronas convolucionales, luego habría una reducción por muestreo y finalizaría con neuronas de perceptrón más sencillas para realizar la clasificación de las imágenes extraídas, las cuales deberían ser cargadas previamente [10].

Módulo de Hardware:

Este módulo representa el aspecto físico que tendría la aplicación, aquí se encuentran las especificaciones y el uso de la cámara con un estándar mínimo de 4 a 8 megapíxeles [17], esto con el fin de recolectar imágenes para ser procesadas por las herramientas de software y por la base de datos antes mencionadas.

4.2 Diseño y procedimiento

En esta sección se presenta la propuesta de solución para la detección de melanomas para su implementación. Por lo cual se deben tomar en cuenta cuatro aspectos: definición del escenario, estructura de software, recursos y los requisitos del sistema.

Definición del escenario

En primer lugar, se debe definir el lugar donde se va a implementar la aplicación de tal manera que sea una herramienta de uso médico que sirva como apoyo para los especialistas en melanomas. Se han definido dos escenarios para la realización.

Detección de melanoma benigno

Consiste en hacer una lectura de la base de datos para que el programa genere una advertencia clasificándolo como benigno y que además recomiende al usuario del aplicativo el proceso que tiende a llevar este tipo de lesiones para su correcto tratamiento.

Detección de melanoma maligno

Este caso es similar al anteriormente presentado en cuanto a la funcionalidad del aplicativo, ya que se podrá identificar el tipo de cáncer, generando una alerta la cual indicará el tipo de melanoma detectado, clasificándolo para que posteriormente ayude al profesional de la salud a tomar una decisión adecuada para el tratamiento del paciente.

Estructura del software

En esta sección se debe dar a conocer cómo sería la estructura del sistema en el cual el usuario realizará la fotografía, esto conlleva un proceso en el cual se alimenta a la base de datos para que se pueda dar el reconocimiento del melanoma. El proceso se llevará a cabo mediante el algoritmo de Convolutional Neural Networks y Haar Cascade desde la biblioteca de OpenCV [13] a través del lenguaje Python. Este proceso debe ir entrenándose a medida que las imágenes sean ingresadas a la BDD para su respectiva evaluación y la obtención de los resultados. El objetivo es que, cuando el usuario ingrese a la aplicación podrá registrarse e ingresar la foto del presunto melanoma. En caso de que el aplicativo detecte algún indicio de cáncer se debe continuar con el proceso de verificación para identificar si el melanoma es de tipo benigno o maligno, caso contrario no se tomará en cuenta para el análisis. De haber identificado algún tipo de cáncer se enviará una alerta del tipo de melanoma detectado para que el profesional de salud verifique los datos emitidos por el programa.

Recursos

Para la realización de esta aplicación se necesitarán recursos tecnológicos (cámara de fotos de alta calidad con resolución de 4k, internet, computadora o dispositivo móvil), recursos humanos y recursos de imágenes de melanomas certificadas.

Requisitos del sistema

Se recomienda que para que el sistema tenga un óptimo funcionamiento, se utilice Spyder (Python 3.8) del apartado de Anaconda Navigator. Se requiere recursos previamente subidos a la base de datos. También es necesario asignar una instancia en la base de datos como por ejemplo MongoDB [11]. En cuanto a hardware, se necesitará de un computador con los programas mencionados anteriormente y una cámara con la resolución antes especificada.

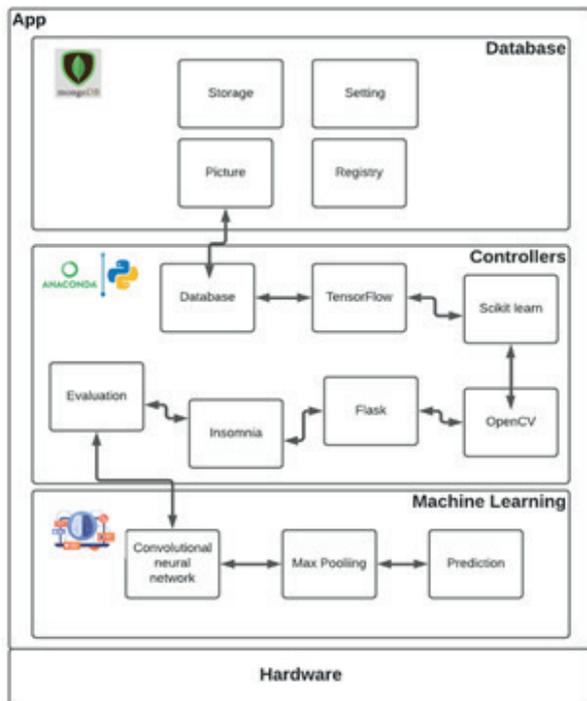


Fig. 2: Arquitectura de la aplicación propuesta

V. VENTAJAS Y AMENAZAS

El sistema propuesto ofrece ventajas como el soporte para el especialista en el proceso de detección de melanomas benignos y malignos de un paciente, esto gracias al análisis realizado en el procesamiento de las imágenes, logrando así la posibilidad de brindar un tratamiento prematuro en los pacientes. Esto se convierte en un factor primordial ya que tal como se expuso en la sección 2, la tasa de supervivencia a este tipo de cáncer aumenta sustancialmente si se lo detecta en etapas tempranas del mismo, haciendo que el sistema sea una herramienta muy importante debido a que ayudaría al especialista en la toma de decisiones. Por otra parte, cada vez que se entrene al sistema y se alimente a la base de datos con más imágenes, el índice de error de la herramienta será cada vez más reducido, aumentando exponencialmente la efectividad de la misma.

Sin embargo, el sistema propuesto presenta ciertas amenazas, principalmente debido a los avances tecnológicos de los dispositivos utilizados, pues dicho software podría necesitar una actualización en unos cuantos años para garantizar la compatibilidad con los dispositivos que vaya desarrollándose. Además, es importante mencionar que tal como está propuesto hasta el momento, el sistema no posee ningún tipo de restricción referente al ingreso de las imágenes, ya que no se desplegará ningún tipo de alerta si es que se llegase a cargar imágenes de baja calidad o imágenes fuera de contexto, es decir que el sistema aceptaría este tipo de imágenes incorrectas haciendo que la efectividad de los diagnósticos dados por el sistema se vea afectada, haciendo que la responsabilidad de cargar imágenes valederas recaiga totalmente sobre el usuario, de manera que el funcionamiento de este sistema dependa mucho del factor humano.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El planteamiento de nuestra propuesta permitió determinar los factores que influyen en el diagnóstico temprano de los melanomas, tales como color, tamaño, forma de la lesión, entre otras, para realizar un análisis confiable, eficiente y eficaz de la imagen. El uso y el entrenamiento de las redes neuronales permiten detectar, descifrar patrones, descifrar correlaciones análogas al razonamiento y aprendizaje utilizado generalmente por el humano.

Asimismo, se determinó que elementos como la luz, vasos sanguíneos, tatuajes, vellos, cabellos, inflamaciones cutáneas, hipopigmentación de la piel y demás situaciones ajenas al melanoma podrían resultar un problema tal como lo indica Jojoa et al. [18], lo cual puede incidir significativamente en los resultados puesto que puede arrojar falsos positivos al momento de que el aplicativo analice los datos.

El uso de servicios en la nube como Amazon Web Services pueden representar una gran ayuda a los problemas de reconocimiento de las lesiones en la piel en tiempo real, debido a que están altamente capacitados y por tal motivo ofrecen mayor precisión en comparación a distintos modelos y clasificaciones locales. Sin embargo, no es recomendable realizar todo el proceso en la nube de AWS, sino únicamente las operaciones que requieran mayor precisión debido al tráfico en la red y el costo del servicio que se generaría.

Han quedado abiertas nuevas líneas de investigación sobre este tema como el tipo de algoritmo que se encarga directamente de realizar el aprendizaje con la ayuda de la red neuronal, para posterior a esto realizar la comparación entre lo aprendido y las posibles lesiones de tipo melanoma.

Finalmente, se podría recomendar la ampliación de la base de datos sobre otras lesiones de la piel con la finalidad de que se puedan comparar las lesiones y llegar a un diagnóstico mucho más acertado.

REFERENCIAS

1. «Cáncer». <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/cancer> (accedido jun. 22, 2021).
2. E. Vocaturo, E. Zumpano, y P. Veltri, «Image pre-processing in computer vision systems for melanoma detection», en 2018 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM), Madrid, Spain, dic. 2018, pp. 2117-2124. doi: 10.1109/BIBM.2018.8621507.
3. E. Vocaturo, E. Zumpano, y P. Veltri, «Features for Melanoma Lesions Characterization in Computer Vision Systems», en 2018 9th International Conference on Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), Zakynthos, Greece, jul. 2018, pp. 1-8. doi: 10.1109/IISA.2018.8633651.
4. A. Fuduli, P. Veltri, E. Vocaturo, y E. Zumpano, «Melanoma detection using color and texture features in computer vision systems», *Adv. Sci. Technol. Eng. Syst. J.*, vol. 4, ene. 2019, doi: 10.25046/aj040502.
5. K. Kourou, T. P. Exarchos, K. P. Exarchos, M. V. Karamouzis, y D. I. Fotiadis, «Machine learning applications in cancer prognosis and prediction», *Comput. Struct. Biotechnol. J.*, vol. 13, pp. 8-17, 2015, doi: 10.1016/j.csbj.2014.11.005.
6. J. M. Pereira, M. Santana, R. Lima, y W. Dos Santos, LESION DETECTION IN BREAST THERMOGRAPHY USING MACHINE LEARNING ALGORITHMS WITHOUT PREVIOUS SEGMENTATION. 2019.
7. Md. A. Hossin, F. F. Rupom, H. R. Mahi, A. Sarker, F. Ahsan, y S. Warech, «Melanoma Skin Cancer Detection Using Deep Learning and Advanced Regularizer», en 2020 International Conference on Advanced Computer Science and Information Systems (ICACSIS), oct. 2020, pp. 89-94. doi: 10.1109/ICACSIS51025.2020.9263118.
8. Yunhao Ge, Bin Li, Yanzheng Zhao, Enguang Guan, Weixin Yan «Melanoma Segmentation and Classification in Clinical Images Using Deep Learning | Proceedings of the 2018 10th International Conference on Machine Learning and Computing». <https://dl.acm.org/doi/abs/10.1145/3195106.3195164> (accedido jun. 22, 2021).
9. S. Laghmati, A. Tmiri, y B. Cherradi, «Machine Learning based System for Prediction of Breast Cancer Severity», en 2019 International Conference on Wireless Networks and Mobile Communications

(WINCOM), oct. 2019, pp. 1-5. doi: 10.1109/WINCOM47513.2019.8942575.

10. Y. Yang, «Data Augmentation to Improve the diagnosis of Melanoma using Convolutional Neural Networks», en Proceedings of the 2021 International Conference on Bioinformatics and Intelligent Computing, New York, NY, USA, ene. 2021, pp. 151–158. doi: 10.1145/3448748.3448773.
11. mongodb, MongoDB, Inc., 2021. [En línea]. Available: <https://www.mongodb.com/>.
12. tensorflow, «learn,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.tensorflow.org/>.
13. opencv, «OpenCV team,» 2021. [En línea]. Available: <https://opencv.org/>.
14. scikit learn, «stable,» 2021. [En línea]. Available: <https://scikit-learn.org/>.
15. insomnia, «insomnia rest,» 2021. [En línea]. Available: <https://insomnia.rest/>
16. Meenakshi M M, Dr. S Natarajan, 2019, Melanoma Skin Cancer Detection using Image Processing and Machine Learning, INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH & TECHNOLOGY (IJERT) NCRACES – 2019 (Vol-ume 7, Issue 10),
17. Márquez Díaz, J. E. (2020). Deep Artificial Vision Applied to the Early Identification of Non-Melanoma Cancer and Actinic Keratosis. *Computación y Sistemas*, 24(2). <https://doi.org/10.13053/cys-24-2-2901>
18. Jojoa Acosta, M.F., Caballero Tovar, L.Y., Garcia-Zapirain, M.B. et al. Melanoma diagnosis using deep learning techniques on dermatoscopic images. *BMC Med Imaging* 21, 6 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12880-020-00534-8>