

Detección de mascarilla y de temperatura con Raspberry Pi

Mariana Rojas Romero y Joseph Caicedo Sáenz

Abstract—The abstract goes here.

Index Terms—Deep Learning, COVID-19.

I. INTRODUCCIÓN

La rápida propagación de COVID-19 obligó a la Organización Mundial de la Salud a declarar la COVID-19 como una pandemia mundial [1]. Actualmente la COVID-19 es un problema importante de salud pública y que causa fuertes destrozos en la economía debido a los efectos perjudiciales del virus en la calidad de vida de las personas, lo que contribuye a las infecciones respiratorias agudas, la mortalidad y las crisis financieras en todo el mundo, forzando a muchos países a iniciar reglas estrictas sobre el uso de mascarillas [2]. La mejor evidencia actual incluye la posibilidad de importantes beneficios relativos y absolutos de usar una mascarilla. Esto depende de la situación de la pandemia en un determinado entorno geográfico [3], [4].

En todo el transcurso de la pandemia se ha promovido un alto grado de cooperación científica mundial. La inteligencia artificial se destaca como una herramienta próxima y útil para identificar infecciones tempranas debidas al coronavirus y que también ayuda a monitorear el estado de los pacientes infectados. Se debe destacar su utilidad para facilitar la investigación de este virus mediante el análisis de los datos disponibles [5], [6]. Se han desarrollado diferentes técnicas, incorporando los sistemas de diagnóstico de COVID-19, como RNN, LSTM, GAN y ELM. Todas estas plataformas ayudan a los expertos en inteligencia artificial a analizar enormes conjuntos de datos y ayudar a los médicos a entrenar máquinas, establecer algoritmos u optimizar los datos analizados para tratar el virus con más velocidad y precisión [7].

La detección de objetos corresponde a una técnica para la visión por computadora que está fuertemente potenciada por el Deep Learning, en donde se pueden destacar una gran cantidad de aplicaciones como autos autónomos y robots [8], [9]. El Deep Learning se puede aplicar para resolver problemas emergentes como es el caso de la detección de mascarillas, que representa una necesidad para cumplir con los protocolos de bioseguridad. Existen varios artículos que tratan modelos para la detección de mascarillas, principalmente con transferencia de aprendizaje o estructuras de redes neuronales definidas [10]–[13]. Estos modelos poseen una gran precisión y son

útiles para detectar mascarillas en amplias poblaciones, pero son considerablemente complejos y no poseen una implementación de bajo costo. Por lo tanto, se plantea un modelo sencillo de redes neuronales convolucionales utilizando la API de TensorFlow que permite una fácil transferencia a sistemas embebidos.

En el artículo se lleva a cabo un prototipo funcional con la tarjeta Raspberry Pi como eje central de operación, que supone una implementación de relativamente bajo costo para la detección de mascarillas como un sistema de control para el ingreso de distintos establecimientos de manera general, que además funciona en conjunto con un sensor de temperatura infrarrojo. Se plantea como objetivo ampliar en gran medida el conjunto de mascarillas que pueden ser detectadas correctamente, que siempre representa un inconveniente en modelos de detección de mascarillas similares.

II. ELEMENTOS USADOS EN EL PRODUCTO

A. Raspberry Pi 3 Model B+

La Raspberry Pi es una computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito que se conecta a un monitor de computadora o televisor y utiliza un teclado y un mouse estándar. La Raspberry Pi 3 Model B + es la revisión final de la gama Raspberry Pi [14]. En la Fig. 1 se puede ver el modelo con sus componentes.

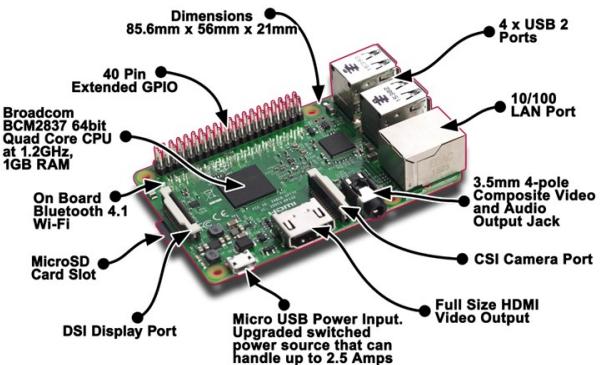


Fig. 1: Raspberry Pi 3 Model B+ [15].

B. Raspberry Pi Camera Module VI

El módulo de cámara Raspberry Pi se puede utilizar para tomar videos de alta definición, así como también fotografías. Posee una resolución de 5 Megapíxeles. La cámara funciona con todos los modelos de Raspberry Pi 1, 2, 3 y 4. Se puede

Manuscript received April 3, 2021; revised April 10, 2021.

M. Rojas, Universidad Surcolombiana Huila, Colombia (email: u2017216211@usco.edu.co).

J. B. S. Caicedo, Universidad Surcolombiana, Huila, Colombia (email: u20171156180@usco.edu.co).

acceder a ella a través de las API MMAL y V4L, y existen numerosas bibliotecas de terceros creadas para ella, incluida la biblioteca Picamera Python [16], [17].

C. MLX90614 Gy-906

Es un sensor infrarrojo diseñado para medir temperatura sin contacto, ese sensor tiene un conversor de 17 bits interno y un DSP que procesa los datos para dar una alta resolución. El termómetro viene calibrado de fábrica. El rango de temperatura es de -20 °C a 120 °C, con una resolución de salida de 0.14 °C [18].

D. Colaboratory

Colab es un servicio cloud, basado en los Notebooks de Jupyter, que permite escribir y ejecutar código de Python en un navegador sin configuración requerida, con acceso gratuito a GPUs y TPUs de Google, contiene librerías como: Scikit-learn, PyTorch, TensorFlow, Keras y OpenCV. Todo ello con bajo Python 2.7 y 3.7 [19].

E. TensorFlow

TensorFlow es una plataforma de código abierto de extremo a extremo para el aprendizaje automático. Cuenta con un ecosistema integral y flexible de herramientas, bibliotecas y recursos de la comunidad que les permite a los investigadores impulsar un aprendizaje automático innovador y, a los desarrolladores, compilar e implementar con facilidad aplicaciones con tecnología de IA [20], [21].

III. METODOLOGÍA Y DESARROLLO

Para predecir si una persona está portando una mascarilla, inicialmente se debe entrenar un modelo de Deep Learning usando un conjunto de datos adecuado. Los detalles sobre el conjunto de datos se discuten en la sección III-A. Para entrenar el clasificador es necesario primero realizar una limpieza y preprocessamiento de datos, después los datos se organizan en un conjunto de entrenamiento y de validación, estos datos se separan por lotes definidos para mejorar el entrenamiento del modelo. Una vez entrenado el modelo, se evalúa el rendimiento basado en su precisión y perdida, los aspectos sobre los métodos utilizados se profundizarán con más detalle en la sección III-D.

Con el modelo entrenado y optimizado, es necesario una transformación a un modelo de TFLite, de este modo es posible una fácil ejecución en sistemas embebidos o con pocos recursos, para este caso práctico, a la Raspberry Pi. La Fig. 2 presenta un diagrama de flujo con todo el proceso desarrollado para el modelo.

A. Conjunto de datos

El modelo se entrena con dos conjuntos de datos para evaluar el rendimiento y velocidad de predicción. El primer conjunto de datos es generado artificialmente por Prajna Bhandary, en donde toma imágenes estándar de rostros y aplica puntos de referencia faciales. Los puntos de referencia faciales permitían localizar los rasgos faciales de una persona como ojos, cejas, nariz, boca y mandíbula. Esto permite crear un conjunto de datos artificialmente al incluir una mascarilla en la imagen de una persona sin mascarilla. Este conjunto de datos cuenta con 1376 imágenes, con la etiqueta "with_mask" y "without_mask", se encuentra disponible en: <https://github.com/prajnasb/observations.git>.

El segundo conjunto de datos corresponde a una combinación de varios conjuntos de datos e imágenes de código abierto que contiene una gran variedad de etnias y nacionalidades.

B. Data augmentation

Para un buen desempeño del modelo, es necesario una gran cantidad de datos para realizar el entrenamiento de manera efectiva, esto debido a que no se cuenta con la disponibilidad de una cantidad adecuada de datos para entrenar el modelo propuesto. El método de aumento de datos se utiliza para resolver este problema. En esta técnica, se utilizan métodos como la rotación, el zoom, el desplazamiento, la distorsión y la inversión de la imagen para aumentar artificialmente la diversidad de conjuntos de datos para entrenar detectores. Para esto se utiliza una función de generación de datos de imagen para el aumento de imágenes, que devuelve lotes de datos de prueba y entrenamiento.

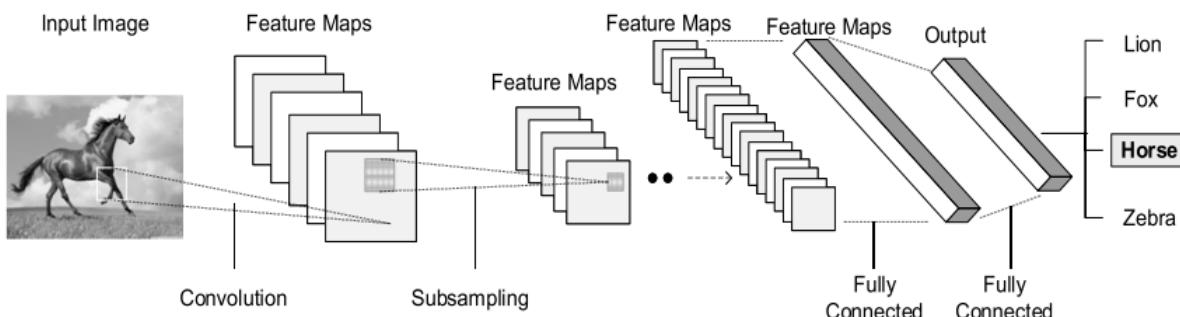


Fig. 2: Uso de la red neuronal convolucional para la detección de objetos [8].

C. Arquitectura de la red neuronal

D. Método de optimización y función de perdida

E. Hiperparámetros

F. Entrenamiento de la red neuronal

G. Sensor infrarrojo

H. Algoritmo en Python

IV. RESULTADOS

V. LIMITACIONES

VI. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

REFERENCES

- [1] OPS, “La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia - OPS/OMS — Organización Panamericana de la Salud,” p. 4, 2020. [Online]. Available: <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia>
- [2] A. M. Rahmani and S. Y. H. Mirmahaleh, “Coronavirus disease (COVID-19) prevention and treatment methods and effective parameters: A systematic literature review,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 64, p. 102568, jan 2021.
- [3] H. J. Schünemann, E. A. Akl, R. Chou, D. K. Chu, M. Loeb, T. Lotfi, R. A. Mustafa, I. Neumann, L. Saxinger, S. Sultan, and D. Mertz, “Use of facemasks during the COVID-19 pandemic,” *The Lancet Respiratory Medicine*, vol. 8, no. 10, pp. 954–955, oct 2020. [Online]. Available: <https://www.fhi.no/>
- [4] S. Feng, C. Shen, N. Xia, W. Song, M. Fan, and B. J. Cowling, “Rational use of face masks in the COVID-19 pandemic,” pp. 434–436, may 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/S2213-2600>
- [5] R. Vaishya, M. Javaid, I. H. Khan, and A. Haleem, “Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic,” *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, vol. 14, no. 4, pp. 337–339, jul 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.012>
- [6] W. Naudé, “Artificial intelligence vs COVID-19: limitations, constraints and pitfalls,” *AI and Society*, vol. 35, no. 3, pp. 761–765, sep 2020.
- [7] M. Jamshidi, A. Lalbakhsh, J. Talla, Z. Peroutka, F. Hadjilooei, P. Lalbakhsh, M. Jamshidi, L. L. Spada, M. Mirmozafari, M. Dehghani, A. Sabet, S. Roshani, S. Roshani, N. Bayat-Makou, B. Mohamadzade, Z. Malek, A. Jamshidi, S. Kiani, H. Hashemi-Dezaki, and W. Mohyuddin, “Artificial Intelligence and COVID-19: Deep Learning Approaches for Diagnosis and Treatment,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 109 581–109 595, 2020.
- [8] A. R. Pathak, M. Pandey, and S. Rautaray, “Application of Deep Learning for Object Detection,” *Procedia Computer Science*, vol. 132, no. Iccids, pp. 1706–1717, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.144>
- [9] R. Verschae and J. Ruiz-del Solar, “Object detection: Current and future directions,” *Frontiers Robotics AI*, vol. 2, no. NOV, nov 2015. [Online]. Available: <http://journal.frontiersin.org/Article/10.3389/frobt.2015.00029/abstract>
- [10] M. Loey, G. Manogaran, M. H. N. Taha, and N. E. M. Khalifa, “Fighting against COVID-19: A novel deep learning model based on YOLO-v2 with ResNet-50 for medical face mask detection,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 65, no. November 2020, p. 102600, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102600>
- [11] P. Nagrath, R. Jain, A. Madan, R. Arora, P. Kataria, and J. Hemanth, “SSDMNV2: A real time DNN-based face mask detection system using single shot multibox detector and MobileNetV2,” *Sustainable Cities and Society*, vol. 66, no. December 2020, p. 102692, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102692>
- [12] N. Ud Din, K. Javed, S. Bae, and J. Yi, “A Novel GAN-Based Network for Unmasking of Masked Face,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 44 276–44 287, 2020. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9019697/>
- [13] M. Loey, G. Manogaran, M. H. N. Taha, and N. E. M. Khalifa, “A hybrid deep transfer learning model with machine learning methods for face mask detection in the era of the COVID-19 pandemic,” *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, vol. 167, p. 108288, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108288>
- [14] J. Barkstrom and J. Barkstrom, “What is a Raspberry Pi?” in *Introduction to the Raspberry Pi*. Berkeley, CA: Apress, 2019. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/http://link.springer.com/10.1007/978-1-4842-5571-1{.}1>
- [15] Raspberry Pi Foundation, “Raspberry Pi 3 Model B - Raspberry Pi,” p. 1, 2016. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [16] ———, “Buy a Camera Module V2 – Raspberry Pi,” p. 1, 2016. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/products/camera-module-v2/>
- [17] ———, “Camera Module - Raspberry Pi Documentation,” pp. 2–5, 2018. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/camera/>
- [18] ———, “MLX90614 family Single and Dual Zone Infra Red Thermometer in TO-39 Features and Benefits Ordering Information Part No. MLX90614 X X X (1) (2) (3) (1) Supply Voltage: A-5V power (adaptable for 12V) B-3V power (2) Number of thermopiles: A-single zone B-dua,” Tech. Rep., 2006.
- [19] Google, “Colaboratory - Google Workspace Marketplace.” [Online]. Available: <https://workspace.google.com/marketplace/app/colaboratory/1014160490159>
- [20] ———, “TensorFlow.” [Online]. Available: <https://www.tensorflow.org/?hl=es-419>
- [21] ———, “tensorflow/tensorflow: An Open Source Machine Learning Framework for Everyone,” 2015. [Online]. Available: <https://github.com/tensorflow/tensorflow>