

**Rendimiento de algoritmos de reconocimiento facial para autenticación biométrica en sistemas de monitoreo doméstico con Edge Computing
(Resumen Analítico)**

Performance of Facial Recognition Algorithms for Biometric Authentication in Home Monitoring Systems with Edge Computing

(Analytical Summary)

Autores (*Authors*): Luna Rosero Melby Vanessa, Muñoz López Gerardo Alejandro

Facultad (*Faculty*): Ingeniería

Programa (*Program*): Mecatronica

Asesor (*Support*): M.Sc. Fausto Andrés Escobar Revelo

Fecha de terminación del estudio (*End of the research*): Noviembre ,2024

Modalidad de Investigación (*Kind of research*): Trabajo de Grado

PALABRAS CLAVE

RECONOCIMIENTO FACIAL, AUTENTICACIÓN BIOMÉTRICA, APRENDIZAJE AUTOMÁTICO, EDGE COMPUTING.

KEY WORDS

FACIAL RECOGNITION, BIOMETRIC AUTHENTICATION, MACHINE LEARNING, EDGE COMPUTING.

RESUMEN: Se presenta una investigación sobre el análisis comparativo de técnicas de reconocimiento facial, aplicando enfoques supervisados de aprendizaje automático en una plataforma de Edge computing. Se eligió la tarjeta Jetson Nano de Nvidia debido a su capacidad de procesamiento eficiente, esencial para la ejecución de modelos complejos en tiempo real. El estudio se centra en la evaluación de métricas clave como la precisión, Confianza, Recall y mAP50 de los algoritmos seleccionados, específicamente utilizando YOLO en su versión v8. Estos algoritmos se ejecutaron utilizando frameworks como PyTorch, ONNX y TensorRT, así como el modelo de reconocimiento facial FaceNet. El dataset fue entrenado y evaluado utilizando una base de datos propia compuesta por aproximadamente 1000 fotografías, distribuidas en una proporción de 80/20 para entrenamiento y validación. Se aplicaron técnicas de aumento de datos (Data Augmentation) para mejorar el rendimiento de los modelos entrenados. Los resultados muestran que el sistema alcanza una precisión superior al 90% y una confianza del 89%, lo que aporta un rango de reconocimiento facial amplio que permite su uso en un sistema con condiciones óptimas para el monitoreo en una residencia.

ABSTRACT: *This paper presents an investigation into the comparative analysis of facial recognition techniques, applying supervised machine learning approaches on an Edge Computing platform. The Nvidia Jetson Nano card was chosen due to its efficient processing capacity, essential for the execution of complex models in real-time. The study focuses on the evaluation of key metrics such as Precision, Confidence, Recall and mAP50 of the selected algorithms, specifically using YOLO in its v8 version. These algorithms were executed using frameworks such as PyTorch, ONNX and TensorRT, as well as the FaceNet facial recognition model. The dataset was trained and evaluated using a proprietary database composed of approximately 1000 photographs, distributed in an 80/20 ratio for training and validation. In addition, Data Augmentation techniques will be applied to improve the performance of the trained models. The results show that the system achieves an accuracy of over 90% and a confidence of 89%, which provides a wide facial recognition range that allows its use in a system with optimal conditions for monitoring in a residence.*

CONCLUSIONES: Este proyecto ha demostrado que, mediante la selección cuidadosa de algoritmos, el entrenamiento especializado y la optimización en plataformas de Edge Computing, es posible desarrollar un sistema de reconocimiento facial altamente eficiente y seguro. Al evaluar los algoritmos VGG, YOLOv8 y ResNet50 en un kit de desarrollo de Jetson Nano, se comprobó que cada modelo ofrece ventajas específicas en términos de precisión, Recall, matriz de confusión, Accuracy y tiempo de ejecución. El impacto potencial del proyecto a corto plazo, los resultados de este proyecto podrían acelerar la adopción de tecnologías de Edge Computing en aplicaciones de seguridad y reconocimiento facial, ofreciendo soluciones más rápidas y seguras que aquellas basadas en procesamiento en la nube. A largo plazo, el impacto potencial incluye la integración de sistemas de reconocimiento facial más confiables y eficientes en una variedad de contextos, desde la seguridad en el hogar hasta la vigilancia en entornos comerciales. Factores críticos como la iluminación, la pose y las variaciones en los datos de entrada (como peinados y expresiones faciales) fueron identificados como elementos que pueden influir en el rendimiento de los algoritmos. La incorporación de un análisis detallado de estos factores y su mitigación mediante técnicas de preprocesamiento y ajustes en los modelos ha demostrado ser esencial para mejorar la robustez del sistema. En la tarjeta Jetson nano el uso de Docker para la gestión de entornos permitió evitar conflictos de versiones y facilitó la implementación de los modelos en la plataforma, lo cual es necesario para garantizar la estabilidad del sistema en un entorno real. Este proyecto genera las bases para futuras investigaciones y mejoras en el campo de la seguridad digital y el monitoreo en entornos domésticos y empresariales. El impacto social, ético y económico de este proyecto también es significativo. Desde un punto de vista social, una mayor precisión en el reconocimiento facial puede mejorar la seguridad

personal y comunitaria, reduciendo el riesgo de falsos positivos y errores de identificación. Sin embargo, también es necesario considerar los aspectos éticos, como la privacidad y el sesgo algorítmico, que deben ser abordados para evitar desigualdades y proteger los derechos individuales.

CONCLUSIONS: *This project has demonstrated that, through the careful selection of algorithms, specialized training, and optimization on Edge Computing platforms, it is possible to develop a highly efficient and secure facial recognition system. By evaluating the VGG, YOLOv8, and ResNet50 algorithms on a Jetson Nano development kit, it was proven that each model offers specific advantages in terms of precision, recall, confusion matrix, accuracy, and execution time. Potential Impact In the short term, the results of this project could accelerate the adoption of Edge Computing technologies in security and facial recognition applications, offering faster and more secure solutions than those based on cloud processing. In the long term, the potential impact includes the integration of more reliable and efficient facial recognition systems in a variety of contexts, from home security to surveillance in commercial environments. Critical factors such as lighting, pose, and variations in input data (such as hairstyles and facial expressions) were identified as elements that can influence the performance of the algorithms. Incorporating a detailed analysis of these factors and mitigating them through preprocessing techniques and model adjustments has proven essential for improving the robustness of the system. On the Jetson Nano board, the use of Docker for environment management allowed avoiding version conflicts and facilitated the implementation of the models on the platform, which is necessary to ensure system stability in a real-world setting. This project lays the foundation for future research and improvements in the field of digital security and monitoring in both domestic and business environments. The social, ethical, and economic impact of this project is also significant. From a social standpoint, higher accuracy in facial recognition can improve personal and community security by reducing the risk of false positives and identification errors. However, ethical aspects, such as privacy and algorithmic bias, must also be considered to avoid inequalities and protect individual rights.*

RECOMENDACIONES: Ampliar el Dataset: Se recomienda expandir la base de datos para incluir más diversidad en términos de características faciales (género, edad, etnias) y variaciones en condiciones ambientales, como iluminación y ángulos, para hacer el sistema más robusto en diferentes escenarios. También se recomienda Implementar optimizaciones adicionales en Edge Computing: Continuar investigando y aplicando técnicas de optimización de modelos, como la cuantización y la poda de redes neuronales, para mejorar aún más el rendimiento en dispositivos de bajo consumo como la Jetson Nano.

RECOMMENDATIONS: *Expand the dataset to include more diversity in facial*

features (gender, age, ethnicities) and variations in environmental conditions, such as lighting and angles, to make the system more robust in different scenarios. Also Further investigate and apply model optimization techniques, such as quantization and neural network pruning, to improve performance on low-power devices like the Jetson Nano.