

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN



**Reconocimiento facial basado en imágenes con color: Revisión sistemática
de la literatura**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

AUTOR

Jhon Wayler Lima Camizan

ASESOR

Karla Cecilia Reyes Burgos

<https://orcid.org/0000-0003-3520-5076>

Chiclayo, 2023

Artículo Final de RSL

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
3	eprints.rclis.org Fuente de Internet	1%
4	oa.upm.es Fuente de Internet	1%
5	www.clubensayos.com Fuente de Internet	1%
6	scielo.conicyt.cl Fuente de Internet	1%
7	www.risti.xyz Fuente de Internet	1%
8	Mario E. Ninaquispe Soto, Yasmina Riega-Viru, Juan C. Oruna Lara. "Technology and crime prevention: A systematic review of literature", 2021 Fifth World Conference on Smart Trends	1%

Índice

Resumen	4
Abstract	5
Introducción.....	6
Metodología.....	7
A. Preguntas de investigación	7
B. Proceso de búsqueda	7
C. Criterios de inclusión y exclusión	8
D. Evaluación de la calidad	9
Resultados y discusión	11
Conclusiones	16
Referencias.....	17

Resumen

En este trabajo se desarrolla una revisión sistemática de la literatura (RSL) de los estudios originales sobre el reconocimiento facial basado en imágenes a color, de tal manera mostrar la importancia en la seguridad que se obtiene aplicando esta tecnología, así mismo conocer los resultados y avances reportados en el reconocimiento facial en estos años. Para este trabajo de investigación se utilizó la metodología de Barbara Kitchenham et al [1], la cual comprende el siguiente esquema de trabajo: A. Preguntas de investigación, B. Proceso de búsqueda C. Criterios de inclusión y exclusión, D. Evaluación de la calidad. Este tipo de artículo consiste en una síntesis de los mejores estudios científicos sobre el tema especificado en torno a las preguntas de investigación que se plantearon. Además, se pudo contrastar la ventaja en muchos aspectos del reconocimiento facial basado en imágenes a color. Se reflejan los resultados obtenidos en la revisión tanto en tablas y gráficos informativos para una mayor comprensión, llegándose a concluir que para RQ1: En su desarrollo se utilizan mayormente algoritmos de inteligencia artificial, RQ2: Se demostró que el año 2019 fue de mayor evolución respecto al crecimiento en número de publicaciones y RQ3: El país que más investigaciones produjo fue Colombia. Cualquier lector (a) puede sentirse seguro (a) de estar frente a un artículo realizado bajo una metodología bien planteada, con la certeza de que la información redactada fue obtenida de bases de datos con alto reconocimiento y seriedad en sus publicaciones.

Palabras clave: Reconocimiento facial, rasgos biométricos, artículos primarios, revisión sistemática, sistema de reconocimiento facial.

Abstract

This paper develops a systematic review of the literature (SRL) of the original studies on face recognition based on color images, in order to show the importance in the security obtained by applying this technology, as well as to know the results and advances reported in face recognition in these years. For this research work we used the methodology of Barbara Kitchenham et al [1], which comprises the following scheme of work: A. Research questions, B. Search process, C. Inclusion and exclusion criteria, D. Quality evaluation. This type of article consists of a synthesis of the best scientific studies on the specified topic around the research questions that were posed. In addition, it was possible to contrast the advantage in many aspects of face recognition based on color images. The results obtained in the review are reflected both in tables and informative graphs for greater understanding, coming to conclude that for RQ1: In its development are mostly used artificial intelligence algorithms, RQ2: It was shown that the year 2019 was of greater evolution regarding the growth in number of publications and RQ3: The country that has more production is Colombia. Any reader can feel confident that he/she is in front of an article carried out under a well-thought methodology, with the certainty that the information written was obtained from databases with high recognition and seriousness in their publications.

Keywords: face recognition, biometric features, primary articles, systematic review, face recognition system.

Introducción

El reconocimiento facial es una tarea que ha recibido en los últimos años una atención importante por parte de muchas áreas de investigación como procesamiento de imágenes, extracción de características y otras [2]. Este interés se debe a que se pretende emular el proceso interno que realiza el cerebro humano al reconocer a las personas [2]. Existen muchas investigaciones y desarrollos para solucionar problemas de reconocimiento facial con el fin de construir un esquema de detección y reconocimiento robusto, eficaz y versátil [3]. Una de las etapas necesarias en numerosos sistemas de reconocimiento facial automático es la corrección de la pose (posición y orientación) de las imágenes [4].

El objetivo principal de este artículo es realizar una revisión sistemática de la literatura sobre el reconocimiento facial basado en imágenes a color. Como justificación, al realizar esta investigación, encontramos que en su aplicabilidad brinda una mejor seguridad, porque podemos identificar con más facilidad personas que delinquen en base a tomar grabaciones de siluetas humanas y así prevenir hechos ilícitos, mejorando la seguridad ciudadana [5] que resulta hoy en día de vital importancia para comprender plenamente la eficacia de estas tecnologías modernas.

Este artículo da a conocer cómo se encuentran actualmente las investigaciones científicas y primarias sobre el reconocimiento facial basado en imágenes a color. Partimos de la presentación de las técnicas y herramientas que se han estudiado hasta el momento para su desarrollo y explicar los resultados obtenidos de acuerdo con las preguntas de investigación planteadas.

Metodología

Este trabajo utiliza una gran cantidad de documentos originales analizados a través de una revisión sistemática de la literatura (RSL), los cuales permiten profundizar el tema relacionado al reconocimiento facial con color. Por lo cual, en este apartado se siguió la propuesta de Barbara Kitchenham et al [1] para elaborar la RSL, el procedimiento consiste en cuatro pasos: definir preguntas de investigación, proceso de búsqueda, criterios de búsqueda, la evaluación de calidad. Tal como se plantean en los siguientes acápite:

A. Preguntas de investigación

RQ1: ¿Qué tecnologías son más utilizadas en el reconocimiento facial basado en imágenes a color?

RQ2: ¿Cómo han evolucionado durante los últimos 5 años las investigaciones enfocadas en el reconocimiento facial basado en imágenes a color?

RQ3: ¿Qué países han mostrado un mayor interés en estos últimos 5 años por las investigaciones enfocadas en el reconocimiento facial?

B. Proceso de búsqueda

Los documentos explorados en esta revisión son obtenidos de las fuentes bibliográficas con las siguientes bases de datos científicas: ProQuest y Redalyc que contribuyeron información para el tema. De los cuales se ha obtenido al inicio un total de 93 trabajos, a los que posteriormente se les ha ido aplicando ciertos criterios para optimizar la búsqueda. Tener en cuenta que las cadenas de búsqueda no llevan tildes.

Tabla I: Proceso de Búsqueda inicial

Base de datos	Cadena de búsqueda	Cantidad
Proquest	("reconocimiento facial") AND	72
	("deteccion") AND ("color")	
Redalyc.org	("reconocimiento facial") AND	21
	("deteccion") AND ("color")	
Total artículos		93

C. Criterios de inclusión y exclusión

Estos criterios nos permiten definir los requisitos que debieron cumplir los estudios para ser considerados válidos, tienen como finalidad analizar los trabajos de investigación consultados, cuyos resultados permiten responder de forma correcta cada una de las preguntas planteadas.

Se consideró los siguientes criterios de inclusión (CI):

Los siguientes CI fueron considerados para Proquest.

CI1: Idioma: español

CI2: Artículos a texto completo

CI3: Tipo de fuente: revistas científicas

CI4: Tipo de documento: artículo principal

CI5: Fecha de publicación: últimos 5 años

Los siguientes criterios de inclusión fueron considerados para Redalyc.

CI5: Fecha de publicación: últimos 5 años

Se filtró de la siguiente manera, seleccionando los últimos 5 años; es decir, *por los años: 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021*, también cumplen automáticamente con el *CI1 de idioma*, porque todos los artículos están en español.

Tabla II: Resultados de búsqueda aplicando CI en ambas bases de datos

Base de datos	Cadena de búsqueda	Cantidad
Proquest	("reconocimiento facial") AND ("detección") AND ("color")	8
Redalyc.org	("reconocimiento facial") AND ("deteccion") AND ("color")	9
Total artículos		17

Los criterios de exclusión para esta investigación se aplicaron de forma manual dando lectura a cada uno de los artículos seleccionados, y de acuerdo con que si estos cumplían con al menos un CE, quedaba excluido el artículo, del mismo modo, los que no cumplían con ningún CE, fueron quedando seleccionados.

En la base de datos Proquest se excluyeron 4 artículos, porque cumplen con al menos un CE. En la base de datos Redalyc se excluyeron 5 artículos. En la tabla de trazabilidad se muestran los CE que cumplen cada artículo.

Se consideró los siguientes criterios de exclusión (CE)

CE1: Artículos que no sean primarios

CE2: No hacen alusión a reconocimiento facial

CE3: Artículos diferentes al idioma incluido

CE4: Artículos de más de 5 años

Tabla III: Resultados de búsqueda aplicando CI y CE en ambas bases de datos

Base de datos	Búsqueda inicial	Aplicando CI	Aplicando CE
Proquest	72	8	4
Redalyc.org	21	9	4
Total artículos	93	17	8

D. Evaluación de la calidad

Cada filtro de artículo identificado en cualquiera de estos fue especialmente para restringir nuestro enfoque únicamente a publicaciones de alta calidad aplicándose de forma manual, por lo que se aplicaron los siguientes criterios de calidad (CC):

CC1: Artículos de revistas científicas

CC2: Artículos mayores a 10 páginas

CC3: Es válido el estudio

Tabla IV: Evaluación de los criterios de calidad (CC) en los artículos

Artículo	RQ1:	RQ2:	RQ3:	Total CC
	¿Artículos de revistas científicas?	¿Artículos mayores a 10 páginas?	¿Es válido el estudio?	
[5]	1	1	1	3
[6]	1	1	1	3
[7]	1	1	1	3
[8]	1	1	1	3
[9]	1	1	1	3
[10]	1	1	1	3
[11]	1	1	1	3
[12]	1	1	1	3

Legenda: 1 = Si cumple el CC, 0 = No cumple el CC

Tabla V: Resultados de búsqueda aplicando todos los criterios en ambas bases de datos

Base de datos	Búsqueda inicial	Aplicando CI	Aplicando CE	Aplicando CC
	Proquest	72	8	4
Redalyc.org	21	9	4	4
Total artículos	93	17	8	8

Diagrama Prisma

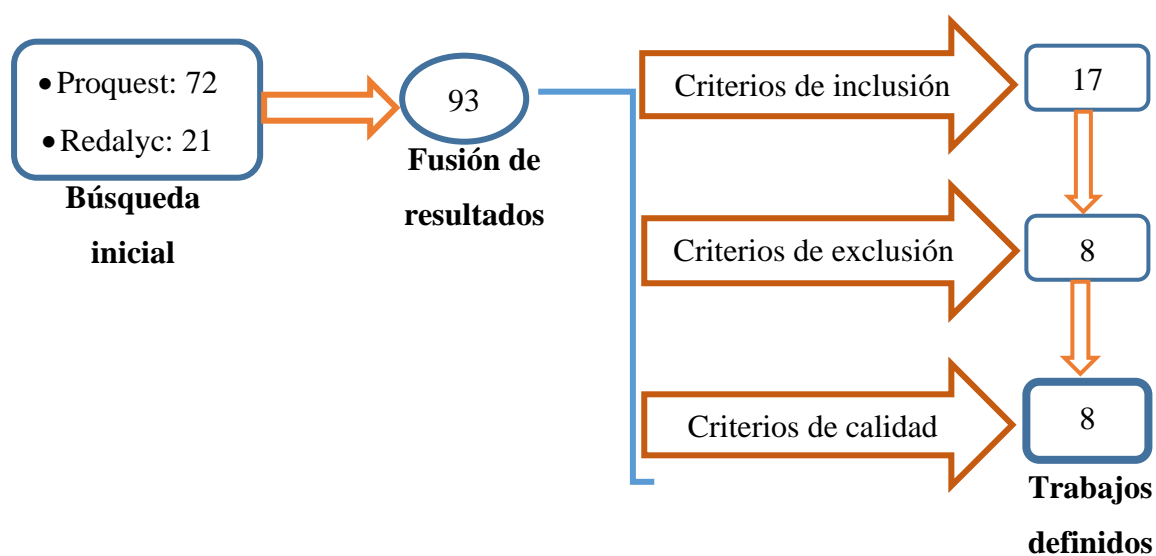


Gráfico 1: Fases del proceso y número de artículos seleccionados

En la base de datos de Proquest luego de aplicar todos los criterios nos quedamos con 4 artículos seleccionados y en Redalyc al final se definieron 4 artículos, esto aplicando todos los criterios.

Para una mejor visualización de la selección de los artículos elegidos en ambas bases de datos, mostramos como evidencia la tabla de trazabilidad de estos en un archivo Excel, en el cual se puede acceder desde el siguiente enlace drive. [Trazabilidad de las fuentes - Lima Camizan](#)

Resultados y discusión

Esta sección presenta y discute los hallazgos de esta revisión sistemática de la literatura.

Se muestra el análisis de los estudios, en la cual se pudo observar que el número de estudios primarios definidos correspondió a 8 trabajos de investigación Aquí se informa, discute e interpreta los resultados de la revisión en relación con las preguntas que se plantearon para la investigación, estas se responden una por una de acuerdo con las subsecciones. Representado los resultados en tablas y gráficos de manera ordenada para cada pregunta de investigación planteada anteriormente.

1. Respuesta a RQ1

¿Qué tecnologías son más utilizadas en el reconocimiento facial basado en imágenes a color?

Tabla VI: Tecnologías más utilizadas por el reconocimiento facial

Base de Datos	Tecnología Utilizada	Artículos	Nº Total
Proquest	<ul style="list-style-type: none"> • Algoritmo Viola-Jones • HMM (Hidden Markov Model) • Modelo Support Vector Machines • Aplicación con minería de datos (Herramienta WEKA y algoritmo PART) 	[5]	4
	<ul style="list-style-type: none"> • Segmentación semántica de vídeo 	[7]	
	<ul style="list-style-type: none"> • Inteligencia artificial: algoritmos de predicción del comportamiento 	[8]	
	<ul style="list-style-type: none"> • Haars Cascade (Algoritmo clasificador) 	[9]	
	<ul style="list-style-type: none"> • Algoritmo AdaBoost 		
	<ul style="list-style-type: none"> • algoritmo HOG (histograma de gradientes orientados) 	[10]	
	<ul style="list-style-type: none"> • Algoritmo PSO (Optimización por Enjambres de Partículas) 	[11]	
Redalyc	<ul style="list-style-type: none"> • algoritmo de back propagation • Algorithm K-NN (K-Nearest Neighbor) 	[12]	4

Tabla VII: Clasificación de algoritmos encontrados

Área	Subárea	ALGORITMO	Cantidad
Inteligencia Artificial (IA)	Machine Learning ML	Algoritmo Haar Cascade	7
		Algoritmo AdaBoost (Metaheurística)	
		Algoritmo K-NN (K-Nearest Neighbor)	
		Algoritmo PSO (Metaheurística)	
		Algoritmo de back propagation (Utiliza RNA)	
		Algoritmos de predicción del comportamiento	
		Algoritmo PART (Utiliza arboles de decisión)	
	Reconocimiento facial y de caracteres	Algoritmo de Viola-Jones	3
		Algoritmo HOG (histograma de gradientes orientados)	
		Segmentación semántica (Pertenece al Deep Learning)	
Modelos estadísticos	Model Support Vector Machines	2	
	HMM (Hidden Markov Model)		

Explicación de las tecnologías identificadas en Proquest:

Algoritmo de Viola-Jones: Para detección de objetos que se usa ampliamente en la detección de caras en imágenes y video es actualmente uno de los más utilizados para resolver problemas de búsqueda del rostro de una persona [5].

HMM (Hidden Markov Model): Modelo estadístico empleado para el aprendizaje y reconocimiento de actividades [5].

Modelo Support Vector Machines: Máquinas de vectores de soporte, es un conjunto de algoritmos que sirve para realizar reconocimiento de personas en una aplicación real [5].

Herramienta WEKA: (entorno para análisis del conocimiento de la Universidad de Waikato) plataforma de software libre para el Machine Learning (ML) y la minería de datos escrito en Java y desarrollado en la Universidad de Waikato Estas herramientas se aplicaron con minería de datos en Matlab [6].

Algoritmo PART: Algoritmo que crea un conjunto de reglas a partir de árboles de decisión parciales. Estas herramientas se aplicaron con minería de datos en Matlab [6].

Segmentación semántica de vídeo: Algoritmo de Deep Learning (DL) para reconocimiento de pixeles, unir algoritmos matemáticos de la IA con la biometría [7].

Algoritmos de predicción del comportamiento: Utilizar un algoritmo inteligente para graduar la sanción a un reo. Para mejorar el funcionamiento de la justicia [8].

Explicación de las tecnologías identificadas en Redalyc:

Algoritmo Haar Cascade (clasificador): Es un enfoque de aprendizaje automático especializado en el reconocimiento de rostro frontal, de personas y otros [9].

Algoritmo AdaBoost: Del inglés Adaptive Boosting, algoritmo de ML metaheurístico, y se utiliza para aumentar el rendimiento de otros algoritmos de aprendizaje [9].

Algoritmo HOG (histograma de gradientes orientados): Se desarrolló en 2005, es de los más avanzados y continuamente se mejora para optimizarlo y lograr mayor precisión [10].

Algoritmo PSO (Optimización por Enjambres de Partículas): Por sus siglas en inglés, Particle Swarm Optimization) es una técnica de optimización de búsqueda [11].

Algoritmo de back propagation: Es un método utilizado en algoritmos de aprendizaje supervisado utilizados para entrenar redes neuronales artificiales [11].

Algoritmo K-NN (K-Nearest Neighbor): Basado en instancia de tipo supervisado de ML. Usado para clasificar nuevas muestras (valores discretos) o para predecir (valores continuos), determina los K vecinos más cercanos [12].

2. Respuesta a RQ2

¿Cómo han evolucionado durante los últimos 5 años las investigaciones enfocadas en el reconocimiento facial basado en imágenes a color?

Tabla VIII: Evolución del tema en los últimos 5 años

Año	Artículos	Cantidad
2017	_____	0
2018	[10]	1
2019	[7], [8], [11], [12]	4
2020	[5], [6]	2
2021	[9],	1
Total artículos		8



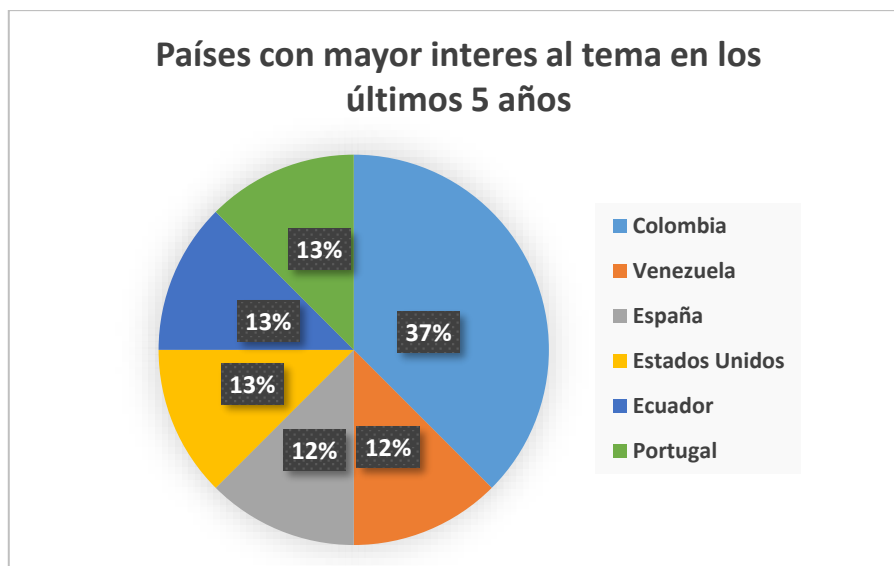
Gráfico 2: Evolución del tema en los últimos 5 años

3. Respuesta a RQ3

¿Qué países han mostrado un mayor interés en estos últimos 5 años por las investigaciones enfocadas en el reconocimiento facial?

Tabla IX: Países con mayor interés al tema en los últimos 5 años

Años	País	Artículos	Cantidad
2017	Colombia	[6], [9], [11]	3
	Venezuela	[12]	1
	España	[7]	1
2021	Estados Unidos	[8]	1
	Ecuador	[10]	1
	Portugal	[5]	1
Total artículos			8



Gráfica 3: Países con mayor interés al tema en los últimos 5 años

Conclusiones

Para finalizar la elaboración de este artículo de investigación, se ha llevado a cabo una RSL, siguiendo los pasos de la metodología de Barbara Kitchenham et al [1]. Así pues, se determinó 3 preguntas de investigación, a partir de las cuales se realizó una búsqueda de los principales artículos científicos sobre reconocimiento facial basado en imágenes a color. Para ello, dicha búsqueda se centró en una cadena de búsqueda especial que se utilizaron en 2 bases de datos distintas. Con los resultados obtenidos de esta búsqueda se procedió a aplicar los CI y CE, por último para obtener los artículos definitivos, se realizó una evaluación de la calidad a través de 3 CC. Una vez realizada la selección de artículos finales, se procedió al análisis y síntesis de los resultados.

Respondiendo a la RQ1 de todas las tecnologías observadas se pudieron registrar 12 que pertenecen al área de la IA; de los cuales 7 algoritmos pertenecen al machine learning, 3 al reconocimiento facial y de caracteres. Además se encontró 2 modelos matemáticos estadísticos, que de acuerdo con los artículos se aplicaron en el campo de la minería de datos.

Analizando la RQ2, se determinó que el año 2019 ha mostrado el pico más alto en cuanto a la publicación de investigaciones enfocadas en el reconocimiento facial basado en imágenes a color. Respecto a los resultados se puede interpretar que a partir del año 2019 se ha presentado una breve caída en relación con la gráfica mostrada, eso nos indica que en los años 2020 y 2021 han menorado las publicaciones respecto al tema.

Respecto a la RQ3 se registró que Colombia es el país que mayor interés tiene en el campo del reconocimiento facial en los últimos años, seguido de los países, Portugal, Ecuador y Estados Unidos que también están involucrados en el tópico de esta investigación.

Referencias

- [1] B. Kitchenham, O. P. Brereton, D. Budgen, M. Turner, J. Bailey and S. Linkman, "Systematic literature reviews in software engineering – A systematic," *Information and Software Technology*, vol. 52, no. 8, pp. 792-805, 2010.
- [2] G. M. Scarel, "Sistema de reconocimiento facial", *UNL CONICET sinc(i)*, pp. 03-74, 2010. Disponible en: <https://sinc.unl.edu.ar/publications/>. Acceso: octubre 2021.
- [3] B. O. Pedraza Pico, "Sistema de reconocimiento facial basado en imágenes con color" *Revista UIS Ingenierías*, Vol. 10, N°2, pp.113-122, julio-diciembre 2011. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=553756874004>
- [4] A. B. Moreno Díaz, "Reconocimiento facial automático mediante técnicas de visión tridimensional" *Google scholar*, pp. 07-263, 2004. Disponible en: <http://oa.upm.es/625/1/10200408.pdf>
- [5] W. Garcí-Quilachamin, "Algoritmo en Detección de la imagen de una persona: Caso de estudio," *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologias De Informação*, pp. 619-631, 2020. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/algoritmo-en-detección-de-la-imagen-una-persona/docview/2468683687/se-2?accountid=37610..>
- [6] G. E. Agudelo, C. M. Marín y P. G. Alonso Gaona, "Aplicación de la minería de datos para la detección de perfiles de personas desaparecidas en Colombia," *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologias De Informação*, pp. 84-95, 2020. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/aplicación-de-la-minería-datos-para-detección/docview/2453792020/se-2?accountid=37610>.
- [7] J. Caldera-Serrano, C. Caro-Castro, "Segmentación de vídeos informativos en televisión: de la práctica profesional a la identificación automática," *Cuadernos De Documentación Multimedia*, vol. 30, pp. 1-17, 2019. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/segmentación-de-videos-informativos-en-televisión/docview/2356930499/se-2?accountid=37610>.

- [8] I. Beriain y M. P. Estrada, "La inteligencia artificial en el proceso penal español: un análisis de su admisibilidad sobre la base de los derechos fundamentales implicados," *Revista De Derecho UNED*, (25), pp. 531-561, 2019. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/la-inteligencia-artificial-en-el-proceso-penal/docview/2426140668/se-2?accountid=37610>.
- [9] F. Oliveira-Teixeira, "Aplicación de inteligencia artificial para monitorear el uso de mascarillas de protección," *Rev. Cient. General José María Córdova*, vol. 19, n°33, pp. 205-222, ene. 2021, DOI: <https://doi.org/10.21830/19006586.725>.
- [10] J. I. Vega-Luna, F. J. Sánchez-Rangel, G. Salgado-Guzmán, y M. A. Lagos-Acosta, "Sistema De Acceso Usando Una Tarjeta Rfid Y Verificación De Rostro", *Ingenius. Revista de Ciencia y Tecnología*, n°20, pp. 108-118, 2018. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=505555586010>
- [11] O. J. Reyes Ortiz, "Técnicas de inteligencia artificial utilizadas en el procesamiento de imágenes y su aplicación en el análisis de pavimentos", *Rev. EIA*, vol. 16, n° 31, pp. 189-207, ene. 2019, DOI: <https://doi.org/10.24050/reia.v16i31.1215>.
- [12] D. E. Hernández, "Una aplicación de seguridad electrónica para la autenticación de teléfonos Android basada en el análisis biométrico de la locomoción humana", *Rev. Ingeniería UC*, vol. 26, n°2, pp. 128-144, 2019. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=70760276002>