



Sistema de alerta temprana mediante clasificación de imágenes para medir el nivel de seguridad en las paradas de buses

Early warning system through image classification to measure the level of security at bus stops

Sistema de alerta anticipado por meio de classificação de imagens para medir o nível de segurança em pontos de ônibus

William Michael Rezabala Bravo ^I

wrezabala3264@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4533-1781>

Leonardo Chancay García ^{II}

leonardo.chancay@utm.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4090-048X>

Correspondencia: wrezabala3264@utm.edu.ec

Ciencias Técnica y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de mayo de 2023 * **Aceptado:** 12 de junio de 2023 * **Publicado:** 26 de julio de 2023

- I. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Sistemas Informáticos en la Facultad de Ciencias Informáticas en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.
- II. Doctor en Informática, Magíster en Ingeniería de Computadoras y Redes, Ingeniero en Sistemas Informáticos, Coordinado y Director de Proyectos de Investigación, Docente en la Facultad de Ciencias Informáticas de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

Resumen

En estos últimos años la seguridad en los ciudadanos es un tema muy alarmante en la sociedad, los circuitos cerrados de televisión (CCTV) se han convertido en una opción muy conveniente para combatir la delincuencia en lugares estratégicos, su funcionalidad está basada mediante el uso de cámaras de seguridad las cuales pueden hacer un monitoreo mediante algoritmos de inteligencia artificial y notificar lo sucedido mediante la clasificación de imágenes utilizando sistemas de clasificación ya que permiten extraer automáticamente características que se utilizan para la clasificación de imágenes en tiempo real, basados en algoritmos definidos por humanos proporcionando un gran avance en la inteligencia artificial, en este artículo presentaremos una revisión sistemática de la literatura para la creación de un sistema de alerta temprana mediante clasificación de imágenes para medir el nivel de seguridad en las paradas de buses.

Palabras Clave: CCTV; red neuronal; transporte urbano; visión por computador.

Abstract

In recent years, citizen security is a very alarming issue in society, closed circuit television (CCTV) have become a very convenient option to combat crime in strategic places, its functionality is based on the use of security cameras which can monitor through artificial intelligence algorithms and notify what happened through the classification of images using classification systems since they allow automatically extracting characteristics that are used for the classification of images in real time, based on algorithms defined by humans providing a breakthrough in artificial intelligence, in this article we will present a systematic review of the literature for the creation of an early warning system through image classification to measure the level of security at bus stops.

Keywords: CCTV; neural network; urban transport; computer vision.

Resumo

Nos últimos anos, a segurança cidadã é um assunto muito preocupante na sociedade, os circuitos fechados de televisão (CFTV) tornaram-se uma opção muito conveniente para combater o crime em locais estratégicos, sua funcionalidade é baseada no uso de câmeras de segurança que podem monitorar através de algoritmos de inteligência artificial e notificar o que aconteceu através da classificação de imagens usando sistemas de classificação, pois permitem extrair automaticamente

características que são usadas para a classificação de imagens em tempo real, com base em algoritmos definidos por humanos proporcionando um avanço na inteligência artificial, neste artigo apresentaremos um revisão sistemática da literatura para a criação de um sistema de alerta precoce por meio de classificação de imagens para medir o nível de segurança em pontos de ônibus.

Palavras-chave: CFTV; rede neural; transporte urbano; visão computacional.

Introducción

La era informática actual ha hecho que las tecnologías se metan de lleno a nuestra vida cotidiana, se han incorporado en varios campos de trabajo o estudio. Es así que esta tecnología creada para mejorar la vida en los ciudadanos, también se ha encargado de la seguridad en algunos aspectos, ya que cada día millones de personas salen de sus casas para dirigirse a su lugar de trabajo tomando en muchos casos el transporte público.

La importancia del transporte de pasajeros en la ciudad es muy importante, permite que las personas se trasladen de un lugar a otro todos los días para realizar diversas actividades que varían desde instituciones educativas hasta actividades laborales o de vida cotidiana, este servicio debe satisfacer las demandas de los usuarios de una manera efectiva, y cumplir con las necesidades en el transporte para contar con un ambiente realmente seguro [1].

Por otro lado, los sistemas de videovigilancia, mapeo de delincuencia o violencia se han convertido en una de las herramientas más importantes para la prevención, control e investigación, así como para mejorar la seguridad en las paradas buses. El uso de cámaras, el mapeo de delitos y el análisis resultante plantean interrogantes no solo sobre la dotación de personal y la capacitación de los equipos reunidos para lograr estos objetivos, sino también sobre el almacenamiento y protección de imágenes y datos, el derecho a la privacidad o la capacidad de divulgar su eficacia o impacto [2].

En particular las CCTV o circuitos cerrados de televisión inteligentes tiene la facilidad y funciones adicionales de aplicar automáticamente controles de acceso de buscar automáticamente en los alrededores para rastrear un objetivo y aumentar la imagen o la resolución con el desarrollo de la inteligencia artificial se han estudiado continuamente sistemas que han introducido las tecnologías de reconocimiento inteligente de objetos sin embargo la mayoría de los sistemas comerciales de CCTV se centran en las funciones más sencillas para responder la situación cuando se reconoce un objeto [3].

En el Ecuador se presentan ciertos problemas de seguridad, el robo y los ataques son bastantes comunes. La seguridad en este país se ha visto afectada por la inestabilidad en las últimas dos décadas. Las manifestaciones callejeras, protestas y huelgas son comunes, aunque la mayoría son pacíficas, pueden volverse violentas [4]. El problema de la delincuencia forma parte de las grandes contradicciones de la sociedad actual, que se manifiestan en todo el mundo. Sin embargo, son más complejos y severos en los países con bajos recursos y en vía de desarrollo, en aquellos sectores de la sociedad mundial más directamente afectados por el modelo económico [5].

Sin duda en la actualidad, la delincuencia es uno de los temas de mayor preocupación social, principalmente por el aumento de los delitos. La delincuencia en Europa, Estados Unidos y Asia ha disminuido en los últimos 30 años, pero los asesinatos, robos y tráfico de drogas han aumentado a un ritmo sin precedentes en México, Brasil, Venezuela y América Central. Incluso países con bajos índices de criminalidad como Uruguay, Argentina y Chile están experimentando una ola de delincuencia que ha provocado malestar social y agitación política, y ha convertido la seguridad pública en una de las principales preocupaciones de los ciudadanos. El crimen ha aumentado en todos los países de América Latina durante los últimos 25 años, y la región se ha convertido en la más violenta del mundo [6].

La necesidad de viajar en transporte público todos los días obliga a los usuarios a encontrarse en situaciones en las que pueden convertirse en víctimas de los delincuentes que acechan en el transporte público. Durante muchos años, la atención de la criminología se ha centrado en el criminal: analizando sus razones, factores, etc. Sin embargo, solo recientemente la atención ha comenzado a centrarse en las víctimas y se han realizado una serie de estudios que han demostrado la importancia de obtener información detallada sobre las posibles víctimas para determinar con precisión sus rasgos de carácter. Este estudio se basa en esto. La importancia de este tipo de sujetos radica en la diversidad de los campos relevantes, aunque la víctima (usuario) es el principal informante [5].

A lo largo de los años el CCTV, el monitoreo y vigilancia se han ido incrementando en diferentes lugares, ya que esta herramienta se ha convertido en una gran ayuda para combatir la delincuencia y que el usuario se sienta más seguro. Este sistema de vigilancia brinda una sensación de seguridad a los bienes inmuebles y a las personas quienes deciden instalarla en sus diferentes ambientes [7]. Este artículo investigativo se realiza en el marco de un sistemas de alerta temprana para clasificación de imágenes, hacia un centro de monitoreo central, que tiene como objetivo el de

clasificar las imágenes en tiempo real según su nivel de riesgo, en zonas importantes como paradas de buses. Esto a fin de reducir el riesgo de pérdida de pertenencias incluso poner en riesgo la vida de una persona. Para el cumplimiento de este artículo se realiza el levantamiento de información, se investigan las mejores prácticas de diseño para un sistema de alerta temprana y clasificación de imágenes, basándose en una seguridad centralizada para los sistemas de videovigilancia en las paradas de buses.

Metodología

En este trabajo de investigación se detallan las estrategias metodológicas para el levantamiento de la información para lograr recopilar datos relevantes sobre la seguridad en la parada de buses, mediante un sistema de alerta temprana y la detección y el rastreo de objetos. Para ayudar en el proceso, se utilizó la herramienta online Parsifal (<https://parsif.al>) [8].

Se ha realizado una revisión sistemática de la literatura (Systematic Literature Review, SLR) para recopilar información relevante sobre las diferencias, aplicaciones, investigaciones previas, aplicaciones, simulaciones y problemas que se están tratando de resolver, o desarrollando métodos, toda esta información con el fin de enriquecer el conocimiento y obtener los mejores resultados de búsqueda con filtros y cadenas de datos.

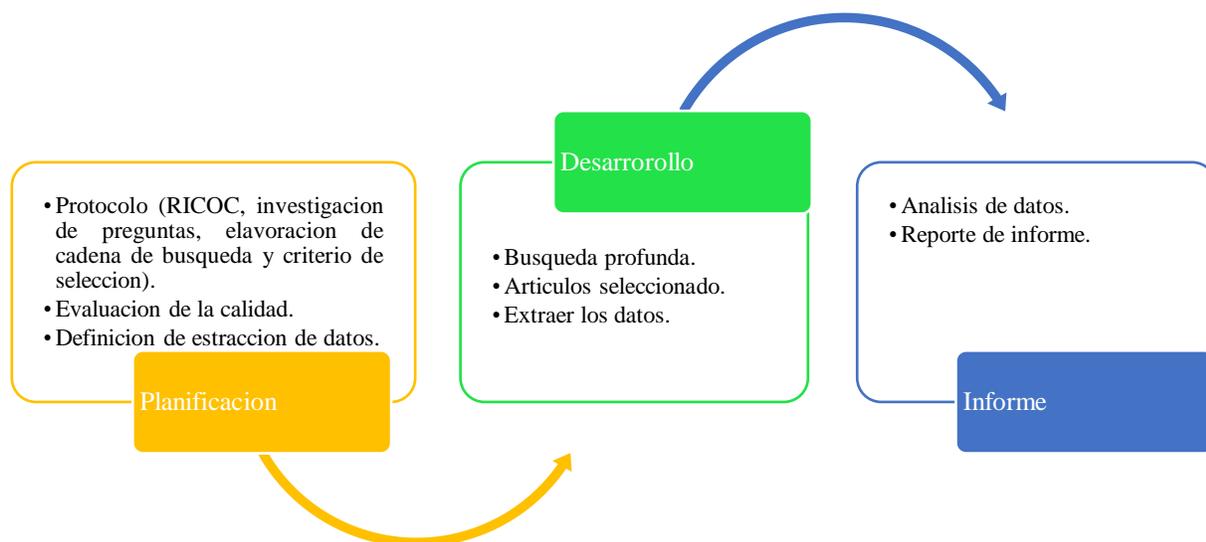


Figura 1: Esquema del proceso de revisión.

Elaborado por: Autor

Planificación de la Revisión

Siguiendo la filosofía, los principios y los procedimientos del SLR, esta revisión sistemática comenzó con el desarrollo de un protocolo de revisión integral. Este protocolo define los antecedentes de la revisión, las estrategias de búsqueda, la extracción de datos, las preguntas de investigación y los criterios de evaluación de la calidad para la selección de estudios y el análisis de datos. El protocolo de revisión distingue entre SLR y una revisión o narrativa tradicional de la literatura. También mejora la consistencia de la revisión y reduce el sesgo del investigador. Esto se debe a que los investigadores deben proporcionar una estrategia de búsqueda y criterios para la inclusión o exclusión de cualquier estudio [9].

Las preguntas de investigación fueron el primer paso se plantearon siguiendo los puntos establecidos que abordan el problema establecido:

- RQ1: ¿Qué soporte o investigaciones existen para considerar el uso de sistemas de alerta temprana para la seguridad urbana?
- RQ2: ¿Qué tecnología se emplea para la detección, recopilación, clasificación y notificación sobre datos como imágenes u objetos que representen cierto grafo de amenaza a la seguridad?
- RQ3: ¿Cómo funciona el sistema de clasificación de imágenes u objetos empleado, el dispositivo empleado para la detección y notificación es portable, móvil o fijo?
- RQ4: ¿Que situaciones de emergencia ante amenazas a la seguridad se abordan en el artículo?

Asimismo, se definió la cadena de búsqueda empleada en todas las colecciones de información y almacenes de datos consultados que se presenta seguidamente:

("information technology" **OR** "security" **OR** "urban transportation") **AND** ("CCTV" **OR** "computer vision.") **AND** ("artificial intelligence" **OR** "neural network")

A continuación la .

Tabla 1 muestra una comparación entre las salidas y el contexto (PICOC).

Tabla 1. Palabras clave de PICOC.

Término	Palabras Clave
---------	----------------

Población	Security, Information Technology, Urban Transportation
Intervención	CCTV, Computer Vision.
Comparación	Neural network, Artificial Intelligence

Además, para la selección de los estudios se tomaron en cuenta los criterios de inclusión y exclusión que se exhiben en la Tabla 2. Los criterios de inclusión buscan recuperar trabajos de revistas y congresos, publicados desde 2018 hasta 2023, en inglés o español. Estos últimos deben tener al menos un resumen escrito en inglés. Los criterios de exclusión son condiciones o características que nos permite descartar publicaciones incompletas, no accesibles haciéndolos no aptos para el estudio.

Tabla 2. *Criterios de Exclusión e Inclusión.*

Criterios de Inclusión	Criterio de Exclusión
Artículos relacionados con CCTV	Elementos duplicados.
Artículos periodísticos	Idioma que no sea inglés o español.
Publicado de 2018 a 2023	
Resultados a los que se tenga acceso.	

Resultados y Discusión

En el siguiente apartado se presentan los resultados de la investigación y la selección de estudios realizados en la revisión bibliográfica. En un principio la tabla 3 muestra la información recogida, se identificaron 124 artículos científicos relevantes, sin embargo, después de aplicar el proceso de selección, se consideraron 19 artículos para su análisis. Cabe destacar que el proceso de selección se basó en los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

Tabla 3. Documentos recuperados y seleccionados.

Base de datos	Cantidad	1 st selección	2 nd selección
ACM Digital Library	3	1	1

IEEE Xplore	103	15	10
PubMed Central	3	2	0
Scielo	2	1	1
Researchgate	5	4	0
Springer Link	5	5	5
Science@Direct	3	2	2

En la figura 2, se puede observar de forma gráfica mediante un mapa conceptual la selección de estos artículos que fueron clasificados de la siguiente manera: 1 artículo en ACM, 10 artículos en IEEE Xplore, 5 artículos en Springer Link, 1 artículo en Scielo, 2 artículos en ScienceDirect y. Además, se descartaron 105 artículos que no cumplieron con los criterios de inclusión establecidos. En resumen, se seleccionaron 19 artículos que cumplían con los criterios de inclusión previamente definidos para esta revisión bibliográfica.

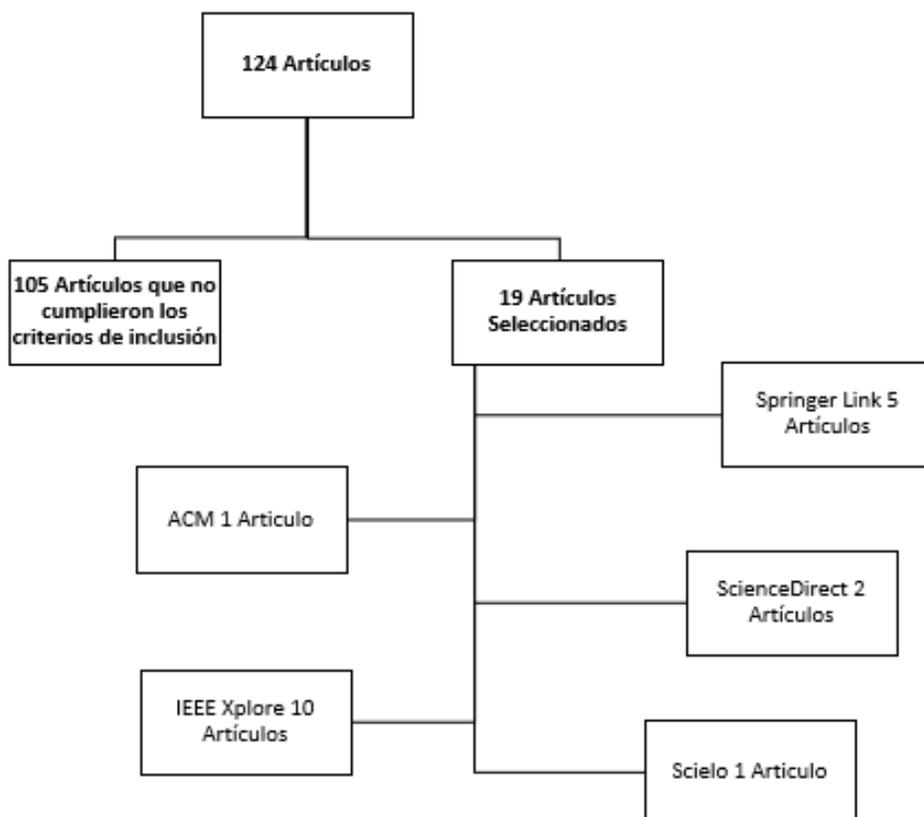


Figura 2. Mapa conceptual de los artículos consultados.

Artículos seleccionados

La revisión fue realizada extrayendo y analizando artículos de las bases de datos científicas como: ACM, IEEE Xplore, Springer Link, Scielo, ScienceDirect. De estas bases de datos se seleccionaron los artículos mediante los criterios de inclusión y exclusión.

Tabla 4. Artículos seleccionados.

ID	Cita	Base de Datos	Título en Español	Año
A1	[10]	ACM	Una revisión exhaustiva sobre la detección de violencia basada en la visión en videos de vigilancia	2023
A2	[3]	IEEE Xplore	Diseño para autenticación de visitantes basado en tecnología de reconocimiento facial usando CCTV	2022
A3	[11]	IEEE Xplore	Avances recientes de redes antagónicas generativas en visión artificial	2019
A4	[12]	IEEE Xplore	SoCodeCNN: código fuente del programa para la clasificación visual de CNN utilizando la metodología de visión por computadora	2019
A5	[13]	IEEE Xplore	Detección de armas en videos de CCTV en tiempo real mediante aprendizaje profundo	2021
A6	[14]	IEEE Xplore	Una revisión de los estilos de aprendizaje automático en visión artificial: técnicas y direcciones futuras	2022
A7	[15]	IEEE Xplore	Una encuesta sobre los sistemas de reidentificación de personas basados en el aprendizaje profundo	2019

A8	[16]	IEEE Xplore	Detección de rostros en monitoreo de seguridad basado en tecnología de recuperación de video de inteligencia artificial	2020
A9	[17]	IEEE Xplore	Aprendizaje de similitud basado en múltiples etiquetas para la reidentificación de vehículos	2019
A10	[18]	IEEE Xplore	Un enfoque basado en LSTM para comprender las interacciones humanas utilizando descriptores de características híbridas sobre sensores de profundidad	2021
A11	[19]	IEEE Xplore	Redes de función de base radial para redes neuronales convolucionales para aprender la métrica de distancia de similitud y mejorar la interpretabilidad	2020
A12	[20]	Springer Link	Técnicas de visualización para apoyar a los operadores de CCTV de servicios de ciudades inteligentes	2020
A13	[21]	Springer Link	Rendimiento de búsqueda visual en 'CCTV' y secuencias de video similares a las de un teléfono móvil	2021
A14	[22]	Springer Link	Procesamiento de rostros en el servicio policial: la relación entre la evaluación basada en laboratorio de las habilidades de procesamiento de rostros y el desempeño en una tarea de comparación de identidades del mundo real	2021
A15	[23]	Springer Link	La aplicación ética de la tecnología biométrica de reconocimiento facial	2021
A16	[24]	Springer Link	Pronóstico del crimen: un enfoque de aprendizaje automático y visión por computadora para la predicción y prevención del crimen	2021

A17	[25]	Scielo	Revisión de algoritmos de detección y seguimiento de objetos con redes profundas para video vigilancia inteligente	2020
A18	[26]	ScienceDirect	Detección de armas en tiempo real en CCTV: un problema abierto	2020
A19	[27]	ScienceDirect	Reconocimiento de anomalías en tiempo real a través de CCTV utilizando redes neuronales	2020

Análisis de los estudios encontrados

En este apartado se analizan los resultados por separado, los campos de datos correspondientes a cada RQ.

RQ1 – Documentos Revisados

En este apartado se expondrán los resultados obtenidos de los trabajos científicos seleccionados, destacando sus características más relevantes a través de los criterios establecidos para la revisión. Se incluye en la Tabla 6 que presenta los artículos científicos seleccionados ordenados por año de publicación.

Tabla 5. Artículos por año de publicación.

Año de publicación	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<i>ACM</i>	0	0	0	0	0	1
<i>IEEE Xplore</i>	0	4	2	2	2	0
<i>Springer Link</i>	0	0	1	4	0	0
<i>ScienceDirect</i>	0	0	2	0	0	0
<i>Scielo</i>	0	0	1	0	0	0
Sub-Total	0	4	6	6	2	1
Total	19					

Desde otra perspectiva se muestra mediante un gráfico los porcentajes de los artículos seleccionados para la revisión según su base de datos consultada:

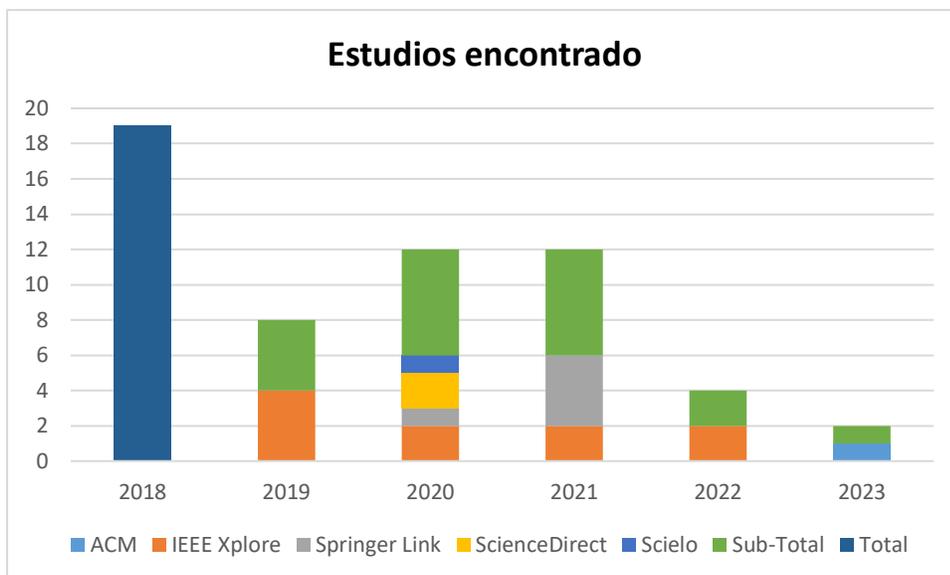


Figura 3: Análisis de los estudios encontrados.

Elaborado por: Autor.

RQ2 – Uso de CCTV y Tecnologías utilizadas para detección y notificación.

Las cámaras de vigilancia o CCTV son comúnmente utilizadas en áreas como centros comerciales, prisiones, escuelas y puntos fronterizos para prevenir delitos y asegurar áreas a través de métodos inteligentes y avanzados. Encontramos cuatro tipos de tecnología utilizada en la siguiente **tabla 6** se muestra la cantidad de tecnología utilizada en los artículos para la detección y notificación. En la mayoría de los estudios realizados se utiliza la tecnología de visión por computadora ya que nos permite hacer un seguimiento en tiempo real, la tecnología de reconocimiento facial es la segunda más utilizada.

Tabla 6. Tecnologías utilizadas para detección por artículos

Tecnologías utilizadas para detección	Artículos encontrados	Total de articulos
Visión por computadora	A1, A3, A6, A11, A16	5
Reconocimiento facial	A2, A14, A15	3
Yolov4	A5	1

Arquitectura basada en Feature Pyramid Network (FPN)	A18	1
--	-----	---

Visión por computadora

Como podemos observar en la figura 4 no muestra el porcentaje de las tecnologías más utilizada para la detección y notificación de objetos en la cual tenemos como más usada la tecnología de visión por computadora ya que está revolucionando el mundo moderno a un ritmo rápido. Está siendo utilizada para desarrollar soluciones y mejorar los procesos de una manera nunca antes vista. Esta tecnología se utiliza en todas las industrias para mejorar la eficiencia y seguridad de los productos, tanto en la minería, agricultura y manufacturación como en el sector de servicios. La visión por computadora proporciona una forma segura y eficiente de realizar varias tareas, lo que mejora el rendimiento de cualquier empresa o industria, ya que reduce el tiempo requerido para realizar tareas diarias y reduce el riesgo de accidentes en el lugar de trabajo.

Reconocimiento facial

Un sistema de reconocimiento facial es una tecnología que utiliza algoritmos para identificar automáticamente a las personas en imágenes o videos. Esto es muy importante ya que la Revista Cubana de Informática ahora agiliza el trámite y garantiza mayor seguridad. Se han desarrollado importantes investigaciones en aplicaciones de videovigilancia o control de acceso, y estas aplicaciones se han extendido a procesos de autenticación en teléfonos móviles y otros dispositivos electrónicos [28].

Yolov4

YOLOv4 es una de las versiones más recientes del famoso modelo de detección de objetos YOLO (You Only Look Once). Esta versión, publicada en abril de 2020, ofrece una mejor precisión que las versiones anteriores y no solo es capaz de procesar imágenes, sino también videos y mapas satelitales. Esto lo convierte en una de las mejores soluciones de detección de objetos disponibles.

Arquitectura basada en Feature Pyramid Network (FPN)

La arquitectura de Feature Pyramid Network (FPN) es una forma avanzada de detección de objetos basada en Redes Neuronales Profundas (DNN) que combina características de diferentes niveles de la jerarquía de almacenamiento para detectar objetos a diferentes escalas. Esta arquitectura funciona al aplicar una serie de operaciones convolucionales para obtener diversas unidades de características a través de varias jerarquías de características de entrada.

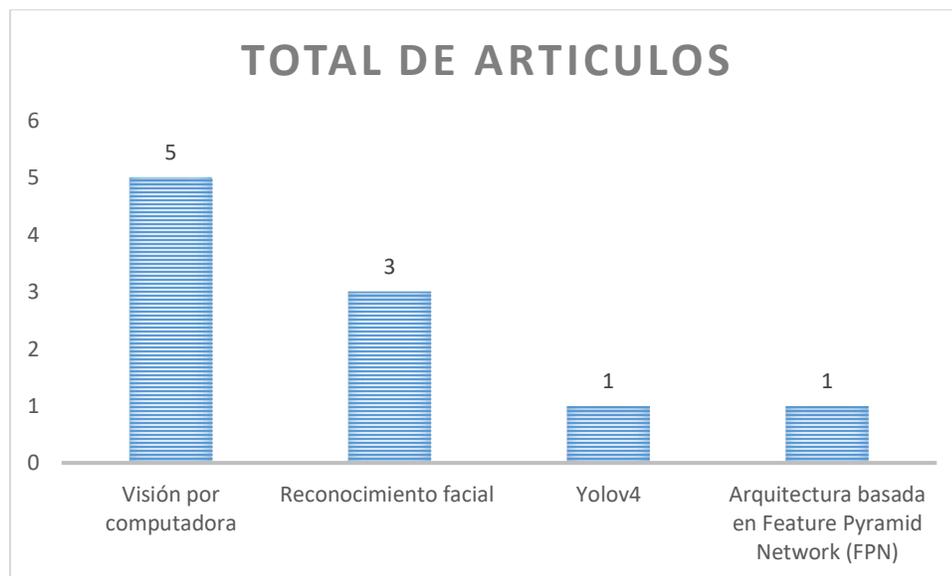


Figura 2: porcentajes de Tecnologías utilizadas para detección y notificación.

Elaborado por: Autor.

RQ3 – Sistemas de Clasificación y Portabilidad de Dispositivos empleados.

Como podemos ver en la figura 5, el algoritmo de aprendizaje profundo en este estudio es considerado uno de los más destacados pueden utilizar una variedad de técnicas para aprender a clasificar y predecir una amplia gama de patrones. Estas técnicas a menudo se aplican a aplicaciones de visión artificial como el reconocimiento de objetos, el procesamiento de lenguaje natural, la extracción de características y la segmentación de imágenes, entre otras. Estos algoritmos también se usan en la ciencia de datos para la predicción y la detección de anomalías, y ahora se usan para optimizaciones de sistemas de control autónomo. Del mismo modo **la tabla 7** muestra los sistemas empleados en los artículos encontrados, y el total de artículos que hablan de ello.

Tabla 7. Sistemas empleados por artículos.

Sistemas empleados	Artículos encontrados	Total de artículos
Redes neuronales convolucionales (CNN)	A1, A4, A7, A8, A9, A11, A18	7
Redes neuronales recurrentes (RNN)	A1, A7, A9, A10	4
Redes neuronales profundas (DNN)	A1	1
Algoritmos de aprendizaje profundo	A1, A2, A4, A5, A6, A7, A9, A16, A18	9
3D ConvNets	A1	1
3D ResNet	A1	1
FlowNet	A1	1
ConvLSTM	A1	1
Redes adversarias generativas (GAN)	A3, A7	2
ImageNet y COCO.	A6	1
KNN	A16	1
SVM	A16	1
Naïve Bayes	A16	1
Clustering	A16, A19	2
Algoritmos one-stage	A17	1
DeepSort	A17	1
Algoritmos de rastreo offline	A17	1

Algoritmos y técnicas de clasificación de imágenes pueden usarse para identificar patrones en diferentes tipos de imágenes. La tarea de clasificación de imágenes puede abarcar todo, desde asignar nombres a objetos, hasta rastrear la ubicación de diferentes objetos dentro de las imágenes. Para llevar a cabo una tarea de clasificación de imágenes, se requieren diferentes técnicas de procesamiento de imágenes. Las técnicas de procesamiento de imágenes más comunes incluyen el uso de algoritmos de clasificación basados en patrones, redes neuronales, aprendizaje profundo y aprendizaje con fines específicos como podemos ver en la figura 5. Algoritmos de clasificación de

patrones: los algoritmos de clasificación de patrones se basan en la creación de modelos para identificar y clasificar patrones en las imágenes. Estos modelos pueden usarse para la identificación de objetos individuales, el seguimiento de objetos, la cuantificación de objetos y el reconocimiento facial.

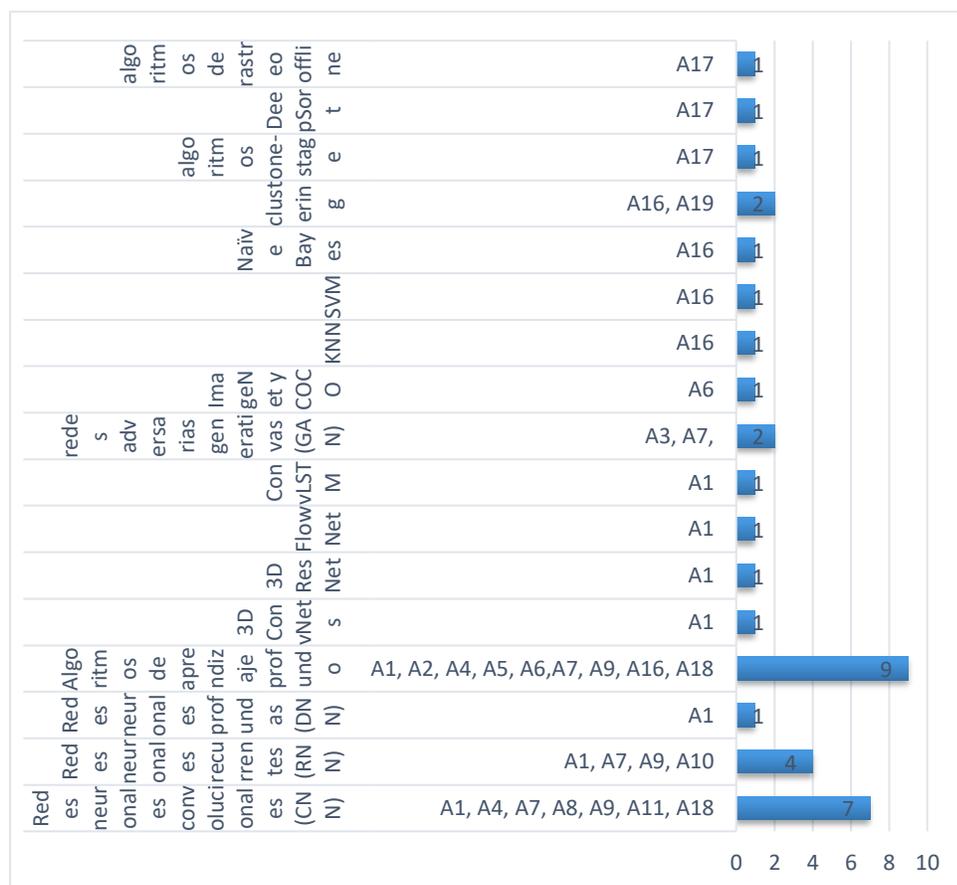


Figura 5: Sistemas de Clasificación empleados en los estudios encontrados.

Elaborado por: Autor

RQ4 – Situaciones de Emergencia Evaluados

Como podemos observar, la mayoría de los estudios considerados en este SLR se centran en los sistemas de vigilancia en áreas públicas concurridas como muestra en la tabla 8 donde podemos ver cuánto de los artículos han evaluado dicha situación de emergencia y su total de artículos encontrados.

Tabla 8. Situaciones de Emergencia Evaluados en los artículos.

Situaciones de Emergencia Evaluados	Artículos encontrados	Total de artículos
Vigilancia en áreas públicas concurridas	A1, A7, A16, A17	4
Vigilancia en áreas privada	A17	1
Prevención de delitos en prisiones	A1,	1
centros correccionales	A1	1
Seguridad en eventos masivos	A1, A8	2
Protección de fronteras y puntos de entrada	A1, A8	2
detectar obstáculos en las carreteras	A6	1
aeropuerto	A8	1
edificio	A13	1
Situaciones vehiculares	A16, A17	2

Por otra parte en la figura 6 Muestra el porcentaje evaluado del estudio donde podemos ver unas de la más utilizada con 4 artículos es la vigilancia en áreas públicas. Ya que es una de la más popular como medio para reducir el crimen en áreas públicas.

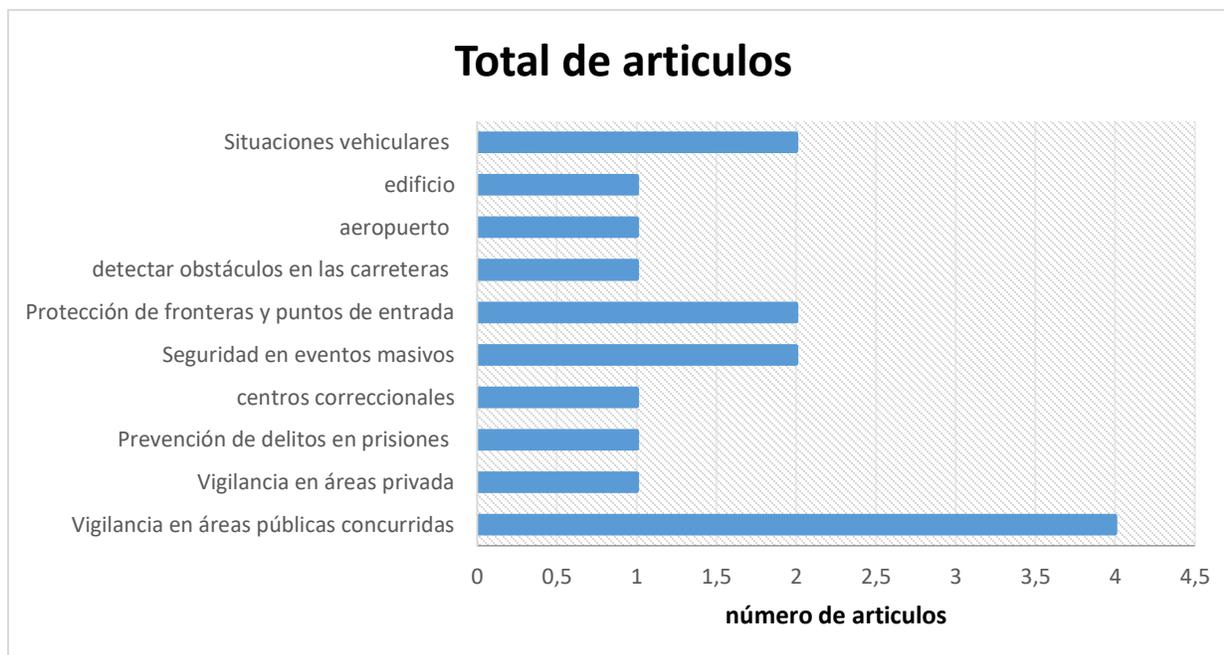


Figura 6: Situaciones de Emergencia Evaluados en los estudios encontrados.

Elaborado por: Autor

En general, se menciona que las cámaras de vigilancia son comúnmente utilizadas en áreas públicas concurridas para controlar dichas amenazas que abordan como muestra la figura 6, utilizada para mejorar la seguridad en una variedad de contextos, para la prevención y predicción del crimen en general, incluyendo amenazas que abordan a la seguridad.

Conclusiones

El uso de un sistema de alerta temprana mediante clasificación de imágenes para medir el nivel de seguridad en las paradas de buses resulta ser una herramienta efectiva para prevenir situaciones de inseguridad en estos lugares. A través del uso de tecnologías de visión artificial y aprendizaje automático, el sistema puede reconocer y clasificar automáticamente a las personas en varios grupos de riesgo basados en los comportamientos que presentan. Esto permite a la administración de la parada tener un control mucho más efectivo de los que se encuentran en el lugar y tomar medidas preventivas antes de que se presenten situaciones de riesgo. Esta herramienta ha demostrado ser útil para identificar comportamientos peligrosos y alertar a los encargados de la parada del mismo, proporcionando una medida adicional de seguridad para los pasajeros.

Referencias

- R. J. Morocho Alfredo, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ,” p. 17, 2019.
- Washington D., “Conversatorio ‘Seguridad Ciudadana y Tecnología’ | CAF,” 2021. <https://www.caf.com/es/actualidad/eventos/2021/08/conversatorio-seguridad-ciudadana-y-tecnologia/> (accessed Aug. 08, 2022).
- H. Mun and M. Lee, “Design for Visitor Authentication based on Face Recognition Technology using CCTV,” *IEEE Access*, vol. PP, p. 1, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3223374.
- M. O. MERCHAN LUIS, “UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ FACULTAD DE CIENCIAS TÉCNICAS CARRERA DE INGENIERIA EN COMPUTACIÓN Y REDES PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE,” 2020.
- Nichols Miranda Pedro, “INSEGURIDAD Y VICTIMIZACIÓN EN EL TRANSPORTE PÚBLICO URBANO,” *scielo*, 2015, Accessed: Aug. 11, 2022. [Online]. Available: http://www.scielo.org.bo/pdf/rts/n36/n36_a02.pdf.
- M. Bergman, “Delito y prosperidad: una paradoja latinoamericana,” *Análisis Político*, vol. 34, no. 102, pp. 3–22, 2021, doi: 10.15446/anpol.v34n102.99929.
- G. Collaguazo, “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA CCTV BASADO EN RED IP INALAMBRICA PARA VIGILANCIA DE LA ACADEMIA ‘LA BRETAÑA,’” DISEÑO E IMPLEMENTACION UN Sist. CCTV BASADO EN RED IP Ina. PARA Vigil. ., pp. 21–113, 2015.
- D. Ameijeiras Sánchez, H. R. González Diez, and Y. Hernández Heredia, “Revisión de algoritmos de detección y seguimiento de objetos con redes profundas para videovigilancia inteligente,” *Rev. Cuba. Ciencias Informáticas*, vol. 14, no. 3, pp. 165–195, 2020, Accessed: Nov. 09, 2022. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992020000300165&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- J. Memon, M. Sami, R. A. Khan, and M. Uddin, “Handwritten Optical Character Recognition (OCR): A Comprehensive Systematic Literature Review (SLR),” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 142642–142668, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3012542.

- F. U. M. Ullah, M. S. Obaidat, A. Ullah, K. Muhammad, M. Hijji, and S. W. Baik, “A Comprehensive Review on Vision-Based Violence Detection in Surveillance Videos,” *ACM Comput. Surv.*, vol. 55, no. 10, Feb. 2023, doi: 10.1145/3561971.
- Y. J. Cao et al., “Recent Advances of Generative Adversarial Networks in Computer Vision,” *IEEE Access*, vol. 7, no. c, pp. 14985–15006, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2886814.
- S. Dey, A. K. Singh, D. K. Prasad, and K. D. McDonald-Maier, “SoCodeCNN: Program Source Code for Visual CNN Classification Using Computer Vision Methodology,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 157158–157172, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2949483.
- M. T. Bhatti, M. G. Khan, M. Aslam, and M. J. Fiaz, “Weapon Detection in Real-Time CCTV Videos Using Deep Learning,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 34366–34382, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3059170.
- S. V. Mahadevkar et al., “A Review on Machine Learning Styles in Computer Vision - Techniques and Future Directions,” *IEEE Access*, vol. 10, no. August, pp. 107293–107329, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3209825.
- M. O. Almasawa, L. A. Elrefaei, and K. Moria, “A Survey on Deep Learning-Based Person Re-Identification Systems,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 175228–175247, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2957336.
- Z. Dong, J. Wei, X. Chen, and P. Zheng, “Face Detection in Security Monitoring Based on Artificial Intelligence Video Retrieval Technology,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 63421–63433, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2982779.
- S. Alfasly et al., “Multi-Label-Based Similarity Learning for Vehicle Re-Identification,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 162605–162616, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2948965.
- M. Waheed et al., “An LSTM-Based Approach for Understanding Human Interactions Using Hybrid Feature Descriptors over Depth Sensors,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 167434–167446, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3130613.
- M. Amirian and F. Schwenker, “Radial Basis Function Networks for Convolutional Neural Networks to Learn Similarity Distance Metric and Improve Interpretability,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 123087–123097, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3007337.
- P. Pawłowski, A. Dąbrowski, J. Balcerek, A. Konieczka, and K. Piniarski, “Visualization techniques to support CCTV operators of smart city services,” *Multimed. Tools Appl.*, vol. 79, no. 29–30, pp. 21095–21127, 2020, doi: 10.1007/s11042-020-08895-6.

- V. R. Mileva, P. J. B. Hancock, and S. R. H. Langton, “Visual search performance in ‘CCTV’ and mobile phone-like video footage,” *Cogn. Res. Princ. Implic.*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s41235-021-00326-w.
- M. M. Thielgen, S. Schade, and C. Bosé, “Face processing in police service: the relationship between laboratory-based assessment of face processing abilities and performance in a real-world identity matching task,” *Cogn. Res. Princ. Implic.*, vol. 6, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s41235-021-00317-x.
- M. Smith and S. Miller, “The ethical application of biometric facial recognition technology,” *AI Soc.*, vol. 37, no. 1, pp. 167–175, 2022, doi: 10.1007/s00146-021-01199-9.
- S. Neil, B. Nandish, and S. Manan, “Crime forecasting: a machine learning and computer vision approach to crime prediction and prevention,” *Vis. Comput. Ind. Biomed. Art.*, vol. 7, no. 9, pp. 1–14, 2013.
- D. A. Sánchez and H. González Diez, “Algorithms for detection and tracking objects with deep networks for intelligent video surveillance : A review Introducción,” *Rev. Cuba. Ciencias Informáticas*, vol. 14, no. 3, pp. 165–196, 2020.
- J. L. Salazar González, C. Zaccaro, J. A. Álvarez-García, L. M. Soria Morillo, and F. Sancho Caparrini, “Real-time gun detection in CCTV: An open problem,” *Neural Networks*, vol. 132, no. September, pp. 297–308, 2020, doi: 10.1016/j.neunet.2020.09.013.
- V. Singh, S. Singh, and P. Gupta, “Real-Time Anomaly Recognition Through CCTV Using Neural Networks,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 173, no. 2019, pp. 254–263, 2020, doi: 10.1016/j.procs.2020.06.030.
- A. A. Navarro and R. O. Morales, “mediante un sensor Kinect Review of facial recognition methods in RGB-D images acquired using a Kinect sensor Introducción,” vol. 16, no. 2, pp. 157–187, 2022.

© 2023 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).