



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**RECONOCIMIENTO DE PEATONES CON YOLO, UNA REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Ciencias de la Computación

AUTOR: DIEGO PATRICIO GONZÁLEZ CALDERÓN

AUTOR: MIRKA DAYANNA AMAGUAYA MENDOZA

TUTOR: MIGUEL ÁNGEL QUIROZ MARTINEZ

Guayaquil – Ecuador

2022

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Nosotros, Diego Patricio González Calderón con documento de identificación N° 0804508752 y Mirka Dayanna Amaguaya Mendoza con documento de identificación N° 0956808406; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 27 de octubre del año 2022

Atentamente,



Diego Patricio González Calderón
0804508752



Mirka Dayanna Amaguaya Mendoza
0956808406

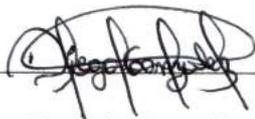
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Diego Patricio González Calderón con documento de identificación No. 080408752 y Mirka Dayanna Amaguaya Mendoza con documento de identidad No. 0956808406, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo Académico: “Reconocimiento de peatones con YOLO, una revisión bibliográfica”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Ciencias de la Computación, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de octubre del año 2022

Atentamente,



Diego Patricio González Calderón

0804508752



Mirka Dayanna Amaguaya Mendoza

0956808406

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Miguel Ángel Quiroz Martines con documento de identificación N° xxxxxxxxxx, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: RECONOCIMIENTO DE PEATONES CON YOLO, UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA, realizado por Diego Patricio González Calderón con documento de identificación N° 0804508752 y por Mirka Dayanna Amaguaya Mendoza con documento de identificación N° 0956808406, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Académico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 27 de octubre del año 2022

Atentamente,



Firma:
(Tutor): Miguel A. Quiroz Martínez
C.I.: 0922799655

DEDICATORIA

Dedico este triunfo primeramente a Dios por brindarme salud y una dedicatoria especial a mi padre Diego González Charcopa que siempre creyó en mi potencial y puso todas sus esperanzas para lograr este objetivo, gracias padre.

A mi abuelita por su sabiduría, apoyo y cuidado, a ella le debo todos los logros obtenidos y los que se vendrán por ser mi pilar fundamental en mi vida.

Diego González Calderón.

Dedico este gran logro en primer lugar a Dios por sus bendiciones, a mi mamá y mi hermana por sus esfuerzos, consejos y enseñarme buenos valores lo que me ayudó a salir adelante. A mi mejor amiga Fabiana por su apoyo incondicional.

A mi padre que desde el cielo es mi protector y guía para poder seguir cumpliendo mis sueños.

Mirka Amaguaya Mendoza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por estar siempre apoyándome en todo momento para seguir adelante.

A nuestro tutor de tesis el Ing. Miguel Ángel Quiroz Martínez que me apoyó en cada momento y a cada una de esas personas que fueron parte de este proceso.

Diego González Calderón.

El principal agradecimiento a mi por no rendirme durante todo este tiempo, a mi familia y amistades quienes fueron participe con su apoyo a lo largo de mis estudios y demás personas que fueron participe en mis pequeños momentos.

A los profesores que me ayudaron con sus consejos y a mi tutor de Ing. Miguel Quiroz por la paciencia durante todo este trayecto para poder finalizar el artículo.

Mirka Amaguaya Mendoza.

RESUMEN

Se revisaron varias propuestas basadas en artículos científicos, tesis, conferencias entre otros documentos disponibles para conocer el estado bibliográfico de las áreas relacionadas con la detección de imágenes y relacionada con temas de seguridad para los peatones que se movilizan diariamente por las redes viales mediante un mapeo de toda la información disponible en las bases de datos de los últimos cinco años. La metodología utilizada se basa en una investigación de tipo exploratoria que converge en una revisión con un alcance cualitativo; además, para la presentación se propuso un sistema de búsqueda que permita generar un número de artículos favorables, por tanto, en esta investigación se generó la identificación de 12 de estos artículos disponibles en las bases de datos virtuales. Se concluyó que el tema es importante en áreas como la Seguridad y Tecnologías de acuerdo con los resultados que muestran el aporte de un 37,5% de artículos científicos y conferencias respectivamente.

Palabras claves: reconocimiento, peatones, aprendizaje profundo, detección en tiempo real, detección de objetos, reconocimiento de objetos, método de detección de objetos Yolo, precisión de detección.

ABSTRACT

Several proposals based on scientific articles, theses, conferences, among other available documents were reviewed to know the bibliographic status of the areas related to image detection and related to safety issues for pedestrians who move daily through road networks through mapping. of all the information available in the databases of the last five years. The methodology used is based on an exploratory type of research that converges in a review with a qualitative scope; In addition, for the presentation, a search system was proposed that allows generating a number of favorable articles, therefore, in this investigation, the identification of 12 of these articles available in the virtual databases was generated. It was concluded that the topic is important in areas such as Security and Technologies according to the results that show the contribution of 37.5% of scientific articles and conferences, respectively.

Key words: Recognition, pedestrians, deep learning, real-time detection, object detection, object recognition, Yolo object detection method, detection accuracy.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. REVISIÓN DE LITERATURA	11
2.1. Análisis de los artículos favorables	11
3. METODOLOGÍA	14
3.1. Plantear preguntas de investigación	14
3.2. Identificación de fuentes bibliográficas	14
3.3. Estrategias de búsqueda.....	14
3.4. Campos de búsqueda.....	15
3.5. Criterios de inclusión y exclusión	15
3.6. Clasificación de los artículos.....	15
3.7. Análisis de variables.....	16
4. RESULTADOS.....	18
4.1. Tipos de documentos seleccionados.....	18
4.2. Las áreas de aplicación de los documentos seleccionados.....	19
5. CONCLUSIÓN.....	21
REFERENCIAS	23

1. INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología en las últimas décadas ha alcanzado niveles increíbles, aumentando la cantidad de información disponible debido al creciente número de dispositivos conectados para el beneficio del ser humano. En este sentido, se han desarrollado varias técnicas para detectar y rastrear objetos con imágenes o videos, algunas muestran gran capacidad y eficiencia en temas de seguridad. De acuerdo con algunas investigaciones de detección de objetos, los aplicativos más famosos son SIFT, HOG, Surf y ORB, pero por la constante evolución, estas tecnologías han quedado un poco rezagadas (Ilbay et al., n.d.).

Sin embargo, debido a la necesidad de seguridad se ha requerido de otros procedimientos. Por ello, en el año 2016 Joseph Redmon presentó el algoritmo llamado YOLO, el cual estima los cuadros delimitadores en imágenes completas. Se reconoce como “You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection” YOLO, aunque presenta más errores de posición que otros algoritmos de rastreo, tiene la posibilidad de obtener menos falsos positivos. La red YOLO es capaz de hacer categorización y regresión de cuadro delimitador paralelamente de forma eficiente (Thuan, 2021).

El sistema YOLO ha sido de gran ayuda en los reconocimientos de objetos a través de los últimos años, desde su llegada se ha mantenido a flote a pesar de las falencias presentadas en sus inicios, pero esto no detuvo el proceso de mejoras para convertirlo en uno de los más revolucionarios sistemas de red neuronal (Tomè et al., 2016). YOLO no cuenta con exactitud de categorización, pero si la exactitud no es primordial, entonces YOLO va a ser la mejor elección para continuar, debido a que la detección de objetos es bastante eficiente y tiene un periodo de procesamiento bajo, lo cual posibilita su uso en aplicaciones en tiempo real (Ramchandani et al., 2020).

Su utilización se relaciona principalmente con una de las problemáticas actuales como es el tránsito vehicular, al haber un amplio parque vehicular y carreteras en el país es complicado el monitoreo de las redes viales, donde se generan una serie de situaciones que pueden desembocar en accidentes vehiculares, pese al esfuerzo de las autoridades de la Agencia Nacional de Tránsito (ANT) no se ha logrado obtener una tecnología capaz de manejar imágenes de buena calidad (Cóndor Ángel, n.d.). Por lo que, con la implementación del algoritmo YOLO resultaría beneficioso en temas de seguridad para los peatones.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Análisis de los artículos favorables

Tabla 1. Artículos favorables

Literatura verificada	Año	Vehículo	Versión	Conclusiones	Teórico	Práctico
(Massiris et al., 2018)	2018	X	Yolo V3	YOLO robusto para varios escenarios y condiciones	X	
(Dewi et al., 2021)	2021	IEEE	Yolo V3, Yolo V4	La integración de las diversas imágenes originales y las imágenes sintetizadas en el conjunto de datos mejora el rendimiento de la identificación de objetos		X
(Montenegro & Flores-Calero, n.d.)	2021	Google Académico	Yolo V5	Se desarrolló una nueva arquitectura DL basada en YOLO-v5, con DenseNet, para la detección de peatones en el día y en la noche usando imágenes en el espectro visible y en el infrarrojo lejano		X
(Moreira Ramos, 2021a)	2021	Google Académico	Yolo V3 Yolo V5	Efectividad en los resultados obtenidos Confiablez en los datos que emite La versión 5 implementa gran cantidad de		X

				filtros, que permite obtener mejores resultados.		
(Chen et al., 2018)	2018	WoS	Yolo Yolov2	Yolo V2 mantiene características de velocidad y precisión, lo que lo convierte en un buen detector de objetos	X	
(Wang & Zheng, 2018)	2018	IEEE	Yolo	Yolo permite la detección de rostros en tiempo real.	X	
(Liu et al., 2020)	2020	Google Académico	YoloV3	Estas dos optimizaciones pueden ampliar el archivo receptivo. Además, el conjunto de datos se recopila para la perspectiva de UAV. También se propone un método de entrenamiento optimizad.		X
(Cardona López & Pineda Torres, 2018)	2020	Springer	Yolo V3	El detector mejorado aumentó significativamente la precisión sin dejar de ser una velocidad de detección rápida.		X

(Ledesma, n.d.)	2019	Elsevier	Yolo	El sistema logra aproximadamente un 98,22 % de precisión en la detección de matrículas y un 78 % de precisión en el reconocimiento de matrículas.		X
(Telecomunicación et al., n.d.)	2021	Elsevier	Yolo	Se observa que la detección de objetos para datos de seguimiento es factible mediante la implementación de Yolo v4	X	
(Patricio Brito Campos & Patricio Brito Campos Carlos Nicolás Peralta Mogrovejo, 2022)	2022	Google Académico	Yolo	El modelo es bastante aceptable y se puede mejorar con la utilización de otros materiales		X
(Gil Gavela & Gil Gavela, 2021)	2021	Google Académico	Yolo	La comparación verificó que Yolov4 es más preciso Yolov3 debido a que implementa mejoras de su predecesor		X

De acuerdo con la Tabla anterior se observa que en los documentos favorables resalta como una mejor actualización del sistema a la versión YOLO v4, que es ampliamente utilizada por su mejora con respecto a la versión anterior en reentrenamiento (Massiris et al., 2018) mientras que también muestra mejoras en la precisión de toma de imágenes (Montenegro & Flores-Calero, n.d.). También se observa la utilización de la versión YOLO v5, pero con menor frecuencia debido a que implementa gran cantidad de filtros (Moreira Ramos, 2021b), mismos que requieren ser analizados correctamente para su implementación.

3. METODOLOGÍA

En esta sección se describe la metodología de tipo exploratoria definida como la investigación de fenómenos de interés y de características generales, que identifican la construcción subjetiva desarrollada por el ser humano (Ramos Galarza, 2020), utilizada para analizar y seleccionar la información proveniente de la literatura. El presente proyecto es una revisión bibliográfica con un alcance cualitativo. La metodología se describe en las siguientes subsecciones:

3.1. Plantear preguntas de investigación

Las preguntas de investigación que serán respondidas en la sección de resultados junto al análisis:

- ¿Cuáles son los tipos de documentos seleccionados?
- ¿Cuáles son las áreas de aplicación de los documentos seleccionados?

3.2. Identificación de fuentes bibliográficas

Para este trabajo se consideraron los artículos ya publicados en diferentes revistas científicas, que corresponden a: IEEE Xplore; Elsevier; Web of Science y Springer.

3.3. Estrategias de búsqueda

Para la selección de los artículos se limitaron a un rango de fechas entre 2017 a 2022; es decir, se admitieron los resultados de máximo hace 5 años; de esta manera, se incluyeron todos los trabajos con conceptos relevantes asociados al tema. Para la recolección de la información se utilizaron los métodos de búsqueda basados en las palabras claves: YOLO, reconocimiento, peatones. A continuación, se describen las estrategias utilizadas:

Tabla 1. Estrategias para la recolección de información

N°	Palabra Clave	Cadena de búsqueda
1	YOLO y reconocimiento	YOLO y reconocimiento (Realidad aumentada)

2	YOLO o peatones	YOLO o peatones (Realidad aumentada)
3	YOLO y reconocimiento o peatones	YOLO y reconocimiento o peatones (Realidad mixta)

3.4. Campos de búsqueda

Se examinaron principalmente los títulos, resúmenes y metodología como se presenta en la siguiente tabla, verificando así, que exista relación con la búsqueda general.

Tabla 2. Campos de búsqueda

Base de datos	Campo de búsqueda
Google Académico	Resumen, palabras claves, título, año de publicación
IEEE Xplore Elsevier Web of Science Springer	Resumen, título, año de publicación

3.5. Criterios de inclusión y exclusión

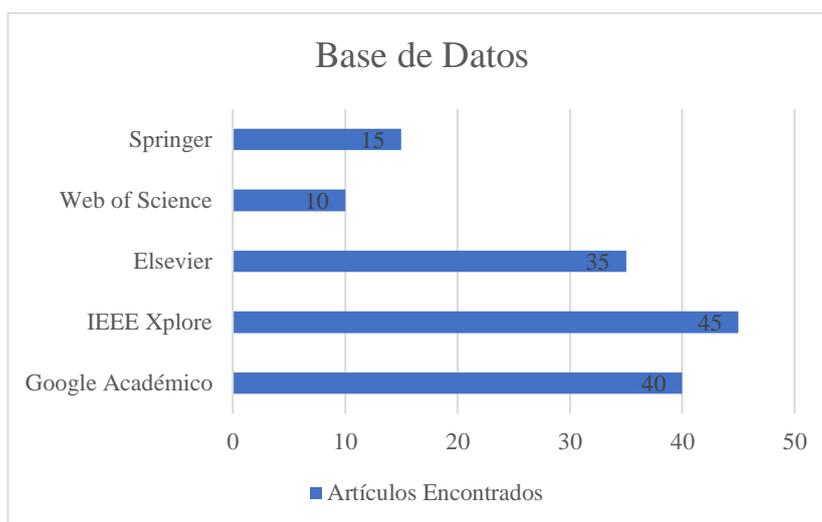
El siguiente paso corresponde a limitar la selección de artículos mediante los siguientes criterios:

Tabla 3. Criterios de inclusión y exclusión

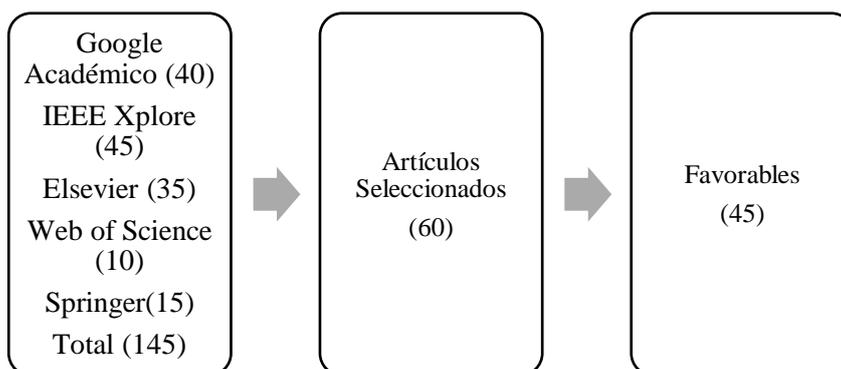
Criterios	Descripción
Inclusión	Rango de fechas entre 2017 a 2022 Artículos científicos publicados en revistas indexadas
Exclusión	Artículos que solo menciona a Yolo, pero no lo analiza. Se exceptúan las tesis que solicitan pago para su lectura

3.6. Clasificación de los artículos

Luego, los artículos escogidos se clasificaron para analizar. Posteriormente, cada artículo seleccionado fue revisado por el equipo para resaltar la información requerida. Como resultado de la búsqueda y selección de los artículos en bases de datos académicas tenemos en resumen lo siguiente:

Tabla 3. Clasificación de artículos por bases de datos

Siguiendo los criterios se determinó los estudios que se van a utilizar en la sección de Resultados, obteniendo como resultado 45 artículos favorables:

**Fig. 1.** Selección de artículos por criterios

3.7. Análisis de variables

Para el estudio, las variables utilizadas corresponden a: temática, versión de YOLO y el tipo de trabajo. En la siguiente tabla se analizan estas variables con mayor detalle.

Tabla 4. Análisis de variables

Variable	Característica deseable
Temática	Permite conocer el contexto del proyecto

Versión Yolo	Versión de Yolo con los diferentes ajustes
Tipo de trabajo	Demuestra el tipo de trabajo: teórico o práctico

4. RESULTADOS

4.1. Tipos de documentos seleccionados

En base a las preguntas de investigación planteadas, se genera el primer resultado, en la siguiente tabla, en cada fila se muestran los tipos de documentos encontrados en la consulta realizada en base a los artículos preseleccionados. El 37,5% de documentos relevantes corresponde a revistas científicas y conferencias respectivamente, documentos relevantes con aportaciones de expertos que buscan avanzar en el tema de búsqueda mientras que el 25% comprende a tesis como documentos de investigación donde los estudiantes profundizan en un área de conocimiento aportando una revisión crítica del mismo.

Como se puede observar la mayor cantidad de documentos corresponden a revistas científicas y conferencias siendo documentos relevantes con el tema específico y de investigaciones recientes debido a que las fuentes como IEEE Xplore presenta conferencias relacionadas con los diferentes congresos de Ciencias de la Computación, Ingeniería Eléctrica y Electrónica que realiza cada año, manteniendo en su base de datos aproximadamente 700 actas de congreso y 300 revistas (UAM) mientras que Google Académico permite localizar todo tipo de documentos entre ellos pertenecientes a revistas científicas y tesis (Biblioteca, n.d.).

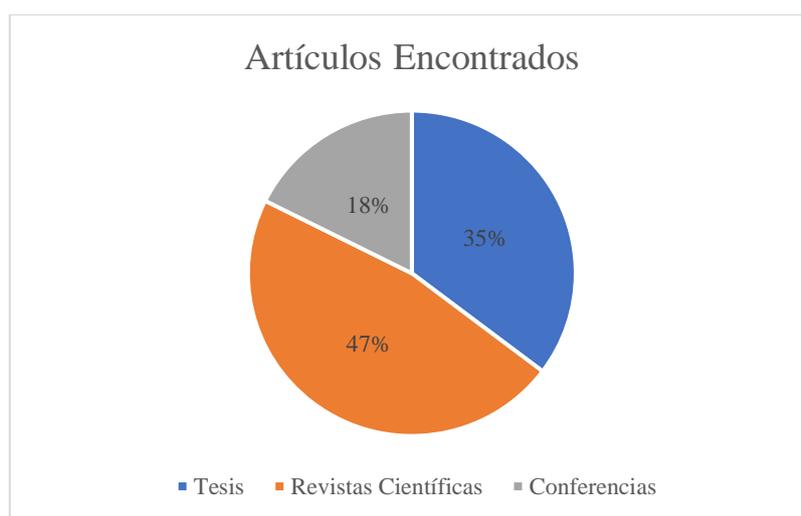


Fig. 2. Tipos de documentos seleccionados

4.2. Las áreas de aplicación de los documentos seleccionados

La principal área de aplicación de los archivos preseleccionados corresponde a Seguridad peatonal dado que la temática comprende la integración de imágenes mediante este tipo de tecnología que aumenta la posibilidad de garantizar sistemas de protección a los peatones e incluso para los conductores debido a que son quienes manejan debido a que el seguimiento por cámaras o sistemas de vigilancia resulta agotador y en ocasiones ineficaz (Ameijeiras Sánchez et al., 2020). Además, los datos puedan ser accedidos por personal relacionado con este tipo de servicios. A nivel de Tecnologías se enfoca en generar aportaciones sobre el paradigma que mantienen las redes neuronales convolucionales (Gao et al., 2018) dejando atrás viejas tecnologías que no son altamente eficientes ni adaptables.

Respecto a lo investigado en las diferentes revistas se determinó que el sistema YOLO se ha mantenido en auge a diferencias de su competencia (R-CNN) siendo el sistema con mejor detección. Muchas personas pueden considerar la confianza de Yolo como la probabilidad de si el cuadro delimitador contiene el objetivo, pero de hecho es el producto de dos factores, y la precisión del cuadro de predicción también se refleja en él.

El grado de confiabilidad para la dirección de imágenes que ofrece Yolo se ha ido demostrando a través de sus versiones a tal punto que hoy en día existe su última versión Yolo v6 logra 35,0 mAP en el conjunto de datos COCO val2017 con 1242 FPS.

Una característica muy especial que se ha tomado en cuenta en este algoritmo es la efectividad a la hora de detección de líneas, es decir en tiempo real su funcionamiento, por ejemplo, la luminosidad ambiental, saturación y cambios de ángulo (Carlos & Osorio, n.d.). También muestra mejores resultados en la desviación estándar obteniendo menos resultados de falsos positivos a la hora de detección de los peatones (Lombello et al., 2022).

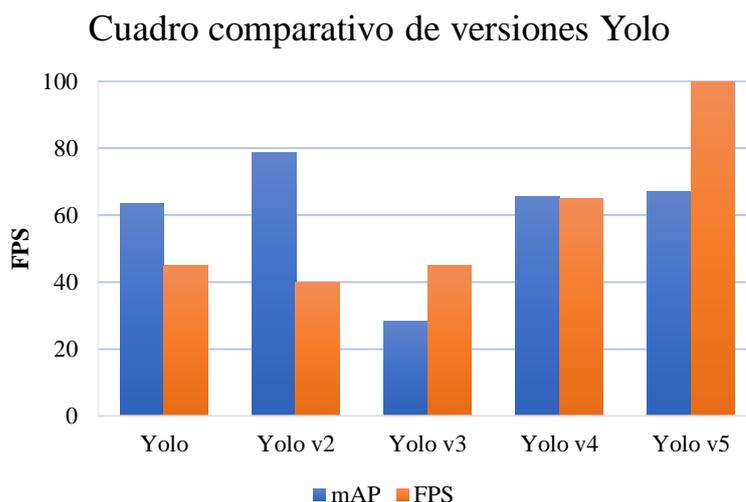


Fig. 3. Evolución de las versiones de Yolo comparando sus mAP y FPS.

A medida que salieron poco a poco nuevas versiones surgieron las comparaciones en sus fotogramas por segundo y sus mAP. Yolo en su primera versión logró obtener un 63.4 mAP a 45 FPS, aun así, lograron sacar una versión más liviana con los resultados de 52.7 mAP y procesando imágenes a 155 FPS (Sharma Aditya, n.d.). Con Yolo v2 los resultados fueron mejor por el uso de nuevas técnicas que permitió el tamaño de entrada dando como resultado con la entrada 544x544 en mAP con el valor de 78.6 pero en FPS fue menor a comparación de Yolo con una diferencia de 5 mAP.

Con Yolo v3 se realizó con una nueva arquitectura de red llamada Darknet-53, una red más precisa y rápida (Sharma Aditya, n.d.), esto se realizó con 2 tipo de entradas la 320x320 nos arroja un 28.2 mAP a 45 FPS logrando una mejor precisión como el detector de disparo único.

Yolo v4 es más eficiente que Yolo v3 teniendo un rendimiento más eficiente y mejorando el mAP a un 10% y FPS 12% más que la anterior versión anterior dando como resultado 65.7 mAP a 65 fotograma por segundo dando una mejor resolución de imagen.

Hoy en día, YOLOv5 es uno de los modelos oficiales de última generación con un tremendo apoyo y es más fácil de usar en producción. La mejor parte es que YOLOv5 se implementa de forma nativa (Sharma Aditya, n.d.). Sus resultados fueron 67.2 mAP a 100 FPS.

5. CONCLUSIÓN

En base a los artículos revisados referentes a las características del algoritmo de Yolo se concluye que, este tipo de algoritmos son esenciales, principalmente en áreas de investigación como Seguridad y Tecnología enfocados a aplicaciones de seguridad vehicular dado que, a pesar de presentar un margen de error más alto con respecto a la posición de un objeto que lo que ofrecen otro tipo de algoritmos de rastreo, YOLO obtiene un menor margen de falsos positivos con respecto a la posición de un objeto en particular y gracias a las continuas actualizaciones y mejoras que ha tenido se ha convertido en uno de los sistemas de red neuronal y de aprendizaje más revolucionarios; en efecto, YOLO es eficiente en cuanto a la detección de objetos y al tener un corto periodo de tiempo con respecto al procesamiento de imágenes, puede ser usado en aplicaciones de tiempo real.

En relación al primer objetivo específico, que consistió en analizar los estudios que se han efectuado sobre el algoritmo YOLO, se establecieron parámetros de búsqueda basados en revistas científicas relevantes cuya fecha de publicación no supere los 5 años de antigüedad desde el año actual (2022) y adicionalmente que el área de estudio estuviese enfocada en la seguridad peatonal, concluyéndose que la integración de imágenes originales y sintetizadas en un conjunto de datos mejora el rendimiento de la identificación de objetos con YOLO. Al respecto, las diferentes versiones de YOLO han incorporado mejoras con respecto a sus predecesoras, lo que ha permitido robustecer el algoritmo en cuanto a una mejor y mayor rapidez en torno a la detección de objetos.

Referente al segundo objetivo específico, en la que se consideró el estudio de nuevos avances que permitan determinar el nivel de confiabilidad de YOLO, se concluye que desde la versión 3 ya se pone en consideración la efectividad en los resultados obtenidos y confiabilidad en los datos emitidos. En efecto, a partir de la versión 3 los estudios efectuados mencionan una mejor optimización en cuanto a la obtención de resultados del algoritmo YOLO.

Finalmente, en lo concerniente al tercer objetivo específico, que consistió en dar explicación a los resultados obtenidos a través de cuadros comparativos, se concluye que el algoritmo YOLO

tiene una constante evolución en cuanto a rapidez y optimización, lo que está determinado por la precisión media (mAP) y los cuadros por segundo (FPS) de una imagen para ser usada en tiempo real.

REFERENCIAS

- Ameijeiras Sánchez, D., González Diez, H. R., & Hernández Heredia, Y. (2020). Revisión de algoritmos de detección y seguimiento de objetos con redes profundas para videovigilancia inteligente. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 14(3), 165–195.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992020000300165&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Cóndor Ángel. (n.d.). *ANT plantea control de velocidad en tiempo real y monitoreo de buses para disminuir accidentes en 2022 - Radio Pichincha*. Retrieved September 6, 2022, from <https://www.pichinchacomunicaciones.com.ec/ant-plantea-control-de-velocidad-en-tiempo-real-y-monitoreo-de-buses-para-disminuir-accidentes-en-2022/>
- Biblioteca, S. C. (n.d.). *Biblioguías: Google Académico: Inicio*. Retrieved September 6, 2022, from https://biblioguias.uam.es/tutoriales/google_academico/inicio
- Cardona López, A., & Pineda Torres, F. (2018). Reconocimiento de rostros en tiempo real sobre dispositivos móviles de bajo costo. *Lámpsakos*, 20, 30–39.
<https://doi.org/10.21501/21454086.2938>
- Carlos, I., & Osorio, A. C. (n.d.). *MAESTRÍA MAESTRÍA MAESTRÍA INGENIERÍA INGENIERÍA INGENIERÍA COMPUTACIONAL ARQUITECTURA COMPUTACIONAL DE ANALÍTICA ANALÍTICA DE DATOS IoT PARA EL CONNECTED HOME BASADA EN DEEP LEARNING*.
- Chen, Y., Goorden, M. C., Beekman, F. J., & Du, J. (2018). Understanding of Object Detection Based on CNN Family and YOLO You may also like Convolutional neural network based attenuation correction for 123 I-FP-CIT SPECT with focused striatum imaging Understanding of Object Detection Based on CNN Family and YOLO. *J. Phys*, 12029. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1004/1/012029>
- Dewi, C., Chen, R. C., Liu, Y. T., Jiang, X., & Hartomo, K. D. (2021). Yolo V4 for Advanced Traffic Sign Recognition with Synthetic Training Data Generated by Various GAN. *IEEE Access*, 9, 97228–97242. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3094201>
- Gao, H., Cheng, B., Wang, J., Li, K., Zhao, J., & Li, D. (2018). Object Classification Using CNN-Based Fusion of Vision and LIDAR in Autonomous Vehicle Environment. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 14(9), 4224–4230. <https://doi.org/10.1109/TII.2018.2822828>
- Gil Gavela, S., & Gil Gavela, S. (2021). *Desarrollo de aplicación basada en CNN para algoritmos de visión en coches autónomos*.
- Ilbay, M. Ñ., Tipantuña Córdova, L., Raura, G., & Gualotuña, T. (n.d.). *ANÁLISIS DE EFICIENCIA EN ALGORITMOS DE RECONOCIMIENTO DE IMÁGENES DIGITALES APLICABLES A DISPOSITIVOS MÓVILES BAJO LA PLATAFORMA ANDROID*.
- Sharma Aditya. (n.d.). *Introduction to the YOLO Family - PyImageSearch*. Retrieved September 6, 2022, from <https://pyimagesearch.com/2022/04/04/introduction-to-the-yolo-family/>
- Ledesma, C. M. (n.d.). *SISTEMA AUTOMÁTICO DE RECONOCIMIENTO DE MATRÍCULAS DE COCHES*.

- Liu, M., Wang, X., Zhou, A., Fu, X., Ma, Y., & Piao, C. (2020). UAV-YOLO: Small Object Detection on Unmanned Aerial Vehicle Perspective. *Sensors 2020, Vol. 20, Page 2238, 20(8), 2238*. <https://doi.org/10.3390/S20082238>
- Lombello, C. B., Daghanli, N. A., Neto, H. W., Fonseca, F. L. A., Ambrosio, F. N., Arbex, R., Fernando, I. K., Silva, V. A. da, Santos, L. P. dos, & Ana, P. A. da. (2022). Characterization of DELUX: Ultraviolet light sterilization device for PFF2 / N95 masks against COVID-19. *Ingenius, 27(27), 23–31*. <https://doi.org/10.17163/INGS.N27.2022.03>
- Massiris, M., Delrieux, C., & Álvaro Fernández, J. (2018). *DETECCIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL MEDIANTE RED NEURONAL CONVOLUCIONAL YOLO*. <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497565.1022>
- Montenegro, B., & Flores-Calero, M. (n.d.). *Pedestrian detection at daytime and nighttime conditions based on YOLO-v5 Detección de peatones en el día y en la noche usando YOLO-v5*. <https://doi.org/10.17163/ings.n27.2022.08>
- Moreira Ramos, D. L. (2021a). *Aplicación de un modelo de reconocimiento de objetos utilizando Yolo (you only look once)*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5755>
- Moreira Ramos, D. L. (2021b). *Aplicación de un modelo de reconocimiento de objetos utilizando Yolo (you only look once)*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5755>
- Patricio Brito Campos, F., & Patricio Brito Campos Carlos Nicolás Peralta Mogrovejo, F. (2022). *Diseño de un prototipo de detección y reconocimiento señalético de semáforo peatonal para personas no videntes haciendo uso de visión artificial y sensores ultrasónicos*. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21683>
- Ramchandani, M., Khandare, H., Singh, P., Sanchez, S. A., Romero, H. J., & Morales, A. D. (2020). A review: Comparison of performance metrics of pretrained models for object detection using the TensorFlow framework. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 844(1), 012024*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/844/1/012024>
- Ramos Galarza, C. A. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica: Revista de Divulgación Científica de La Universidad Tecnológica Indoamérica, ISSN-e 1390-9592, Vol. 9, N°. 3, 2020 (Ejemplar Dedicado a: CienciAmérica (Julio-Diciembre 2020)), Págs. 1-6, 9(3), 1–6*. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Telecomunicación, E. T. S. I., Saúl, D., & Raneros, R. (n.d.). *UNIVERSIDAD DE VALLADOLID Estudio de la arquitectura YOLO para la detección de objetos mediante deep learning*.
- Thuan, D. (2021). *Evolution of Yolo algorithm and Yolov5: The State-of-the-Art object detection algorithm*. <http://www.theseus.fi/handle/10024/452552>
- Tomè, D., Monti, F., Baroffio, L., Bondi, L., Tagliasacchi, M., & Tubaro, S. (2016). Deep Convolutional Neural Networks for pedestrian detection. *Signal Processing: Image Communication, 47, 482–489*. <https://doi.org/10.1016/J.IMAGE.2016.05.007>
- Wang, Y., & Zheng, J. (2018). Real-time face detection based on YOLO. *1st IEEE International Conference on Knowledge Innovation and Invention, ICKII 2018, 221–224*. <https://doi.org/10.1109/ICKII.2018.8569109>