



DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i6.2404>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

Bird detection system through image analysis

Sistema de detecção de aves para análise de imagens

Luisa Marcela Silva-Labanda ^I
lluisa.silva.75@est.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6030-1284>

Juan Carlos Cobos-Torres ^{II}
juan.cobos@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6496-4325>

Correspondencia: lluisa.silva.75@est.ucacue.edu.ec

*Recibido: 30 de septiembre de 2021 *Aceptado: 20 de octubre de 2021 * Publicado: 16 de noviembre de 2021

- I. Ingeniera de Sistemas, Estudiante de Maestría en Tecnologías de la Información. Unidad Académica de Posgrados. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- II. Unidad Académica de Posgrados, Grupo de Investigación en Sistemas Embebidos y Visión Artificial en Ciencias Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo diseñar un sistema de detección de aves mediante el análisis de imágenes y videos, que puede interpretar y aprender de características y patrones de las imágenes obtenidas, y luego probar el sistema en un ambiente real como la Reserva ecológica de Arenillas. Para la realización de este trabajo, se utiliza el modelo de entrenamiento de YOLOv5 que permite crear un algoritmo para aprendizaje automático programado en Python, para lo cual se siguió determinados pasos: adquisición de imágenes de varias especies de aves, preparación de la dataset para el entrenamiento de la red convolucional, entrenamiento del modelo seleccionado, inferencia del modelo entrenado y la prueba del sistema. El dataset se crea mediante Roboflow, una aplicación web fácil y amigable de utilizar, así como para el etiquetado y procesamiento de las imágenes obtenidas. Después de entrenar el algoritmo, se procede a realizar las inferencias para evaluar la precisión del modelo entrenado. Este algoritmo se lo puede utilizar en varios sistemas de clasificación y detección de objetos, animales dependiendo el tipo de imágenes a analizar, con pocos recursos computacionales. Finalmente, se lo probó en un ambiente natural durante 15 días con una precisión de detección del 80%. Como principal conclusión, se determina que los porcentajes de precisión del modelo en el entrenamiento indican que, las redes neuronales convolucionales tienen un buen desempeño en la detección de aves.

Palabras clave: Inteligencia artificial; Imágenes; Python; Visión artificial; Redes neuronales convolucionales; Detección de aves

Abstract

The present research work aims to design a bird detection system through the analysis of images and videos, which can interpret and learn from the characteristics and patterns of the images obtained, and then test the system in a real environment such as the Arenillas' Ecological Reserve. To carry out this work, the YOLOv5 training model is used, which allows creating an algorithm for machine learning programmed in Python, for which certain steps were followed: acquisition of images of several species of birds, preparation of the dataset for the training of the convolutional network, training of the selected model, inference of the trained model and the test of the system. The dataset is created using Roboflow, an easy and friendly web application to use, as well as for the labeling and processing of the images obtained. After training the algorithm, we proceed to make inferences to

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

evaluate the precision of the trained model. This algorithm can be used in various systems for classifying and detecting objects, animals depending on the type of images to be analyzed, with few computational resources. Finally, I test it in a natural environment for 15 days with a detection accuracy of 80%. As the main conclusion, it is determined that the percentages of precision of the model in training indicate that convolutional neural networks have a good performance in the detection of birds.

Keywords: Artificial intelligence; Images; Python; Computer vision; Convolutional neural networks; Bird detection.

Resumo

O presente trabalho de pesquisa tem como objetivo projetar um sistema de detecção de aves por meio da análise de imagens e vídeos, que possa interpretar e aprender a partir das características e padrões das imagens obtidas, para posteriormente testar o sistema em um ambiente real como a Reserva Ecológica do Rio de Janeiro. Arenillas. Para a realização deste trabalho, é utilizado o modelo de treinamento YOLOv5, que permite criar um algoritmo de aprendizado de máquina programado em Python, para o qual foram seguidas algumas etapas: aquisição de imagens de várias espécies de aves, preparação do conjunto de dados para o treinamento dos rede convolucional, treinamento do modelo selecionado, inferência do modelo treinado e teste do sistema. O conjunto de dados é criado no Roboflow, uma aplicação web fácil e amigável de usar, bem como para a etiquetagem e processamento das imagens obtidas. Após treinar o algoritmo, fazemos inferências para avaliar a precisão do modelo treinado. Este algoritmo pode ser utilizado em diversos sistemas de classificação e detecção de objetos, animais dependendo do tipo de imagem a ser analisada, com poucos recursos computacionais. Finalmente, foi testado em ambiente natural por 15 dias com uma precisão de detecção de 80%. Como conclusão principal, determina-se que os percentuais de precisão do modelo em treinamento indicam que as redes neurais convolucionais apresentam um bom desempenho na detecção de aves.

Palavras-chave: Artificial intelligence; Imagens; Pitão; Visão artificial; Redes neurais convolucionais; Detecção de pássaros

Introducción

Ecuador por sus particularidades, en cuanto a su geografía, diversidad de su flora y fauna, unido a la riqueza de los recursos naturales, constituye un verdadero potencial para la observación especialmente de aves. En el país, según (T.Granizo, 2016), están presentes más de la mitad de las aves que habitan en el continente americano, al igual que aproximadamente el 18% de la avifauna que vive en el planeta. De igual manera se manifiesta (C. Canaday ,2017), que, en el territorio ecuatoriano, se registran un total de 1680 especies de aves. Todo ello, unido a la belleza del entorno de este país ayuda a que se posea con un alto atractivo para las actividades relacionadas con el aviturismo a escala mundial. En ese sentido, se debe manifestar que Ecuador, es un escenario ideal para el aviturismo, como indica el (Ecuador, el país de las aves – Ministerio de Turismo (2021)) es el tercer país en el mundo con mayor observación de aves en un día, específicamente se han contemplado hasta 1154 especies de aves.

No obstante, como explican (Hugo Echeverría y Sofía Suárez, 2016), un porcentaje importante de las aves del Ecuador, están en riesgo de extinción debido a actividades antropogénicas. Dicha cuestión produce una alarma que conduce a poner todas las herramientas en función de su protección, pero a su vez, sale a la luz el problema que conduce a la necesidad de contar con medios tecnológicos que permitan detectarlas y de esta forma obtener información acerca de dichos animales sin provocarles daño, ni afectaciones al medio ambiente.

En ese orden, como expone (Viera-Maza, 2017), en la actualidad la visión artificial ha demostrado una gran capacidad para solucionar varios problemas, con resultados positivos en diversas investigaciones de diversas áreas del conocimiento. Dichos sistemas permiten obtener alternativas para evaluar de forma automatizada, no invasiva y rentable, determinados fenómenos. Ello permite reemplazar los métodos tradicionales de inspección manual tradicional por una opción más sencilla y eficaz aplicable a distintas problemáticas. De ahí, que pueden ser una valiosa opción para detectar las aves y analizar imágenes.

Con la aparición de las redes neuronales convolucionales se ha conseguido llevar a la visión artificial a otro nivel, está facilitando el desarrollo de varias aplicaciones de visión por computador como el desarrollo de coches autónomos, sistemas de detección y clasificación de objetos, animales, entre otros. Esto da a entender que las nuevas técnicas de Deep Learning ayudan resolviendo problemas que años atrás, eran imposibles de imaginar. Para conseguir estos resultados se debe de tener dataset

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

con gran cantidad de datos, para el entrenamiento del modelo a diseñar. Aunque actualmente existen herramientas que permiten conseguir de forma más sencilla y fácil estos datasets o reutilizar datasets ya creados, Para el procesamiento de esta gran cantidad de imágenes ha sido de ayuda el avance en las GPU (Graphics Processing Unit) con lo que el tiempo de entrenamiento se reduce considerablemente. Para la implementación, se puede utilizar microordenadores de bajo costo como Raspberry Pi. que según (Viera-Maza, 2017) es una solución muy económica para la aplicación de distintos algoritmos de procesamiento de imágenes.

La investigación se estructura de la siguiente manera: primera sección, se encuentra la Introducción; en la segunda sección, se encuentra detallado un análisis sobre el estado de arte de la investigación; en la tercera sección, se presenta la metodología utilizada para el proyecto; en la cuarta sección, se presenta la implementación del sistema y los resultados realizadas en el proyecto; Finalmente, en la última sección, se presentan las conclusiones de la investigación realizada.

Estado de arte

La identificación del estado del arte constituye un proceso previo, imprescindible en cualquier trabajo investigativo. Favorece, según (C. George, 2019), la elección de los métodos y el enfoque a desarrollar en el trabajo, identificando los criterios afines y los disidentes, aportando una visión amplia del tema que se pretende investigar, mediante la recuperación, evaluación, análisis y síntesis de la mayor cantidad posible de conocimiento producido al respecto. Así mismo (R. Guevara, 2016), afirma que el estudio de toda esa creación intelectual permite comprender la situación del tema en estudio y elaborar nuevos diseños, proyectos teóricos o metodológicos.

Acerca del tema de investigación se ha revisado varios estudios, los que constituyen un soporte importante para este trabajo. Al respecto, se debe mencionar que (Silvia Rangel Félix, 2009), trabajo en la detección automática de aves en vuelo realizó una herramienta capaz extraer un buen conjunto de características que describan a las aves en vuelo, aun frente a diversos factores presentes en la naturaleza. Dicho estudio condujo a la conclusión de que es posible realizar un sistema de visión artificial para la detección automática de aves analizando imágenes captadas de diferentes escenarios en estado natural, permite localizar no solo las regiones potenciales de aves, sino describir y caracterizar las zonas detectadas. Ello, se realiza mediante la asignación a un código que determina si es o no un ave, además permite contarlas. Opera mediante el ingreso de una imagen en formato

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

BMP o JPG de 24 bits y entrega como salidas coordenadas de cada región localizada y la cantidad de aves identificadas en la imagen.

Por otro lado, (Viera-Maza, 2017), desarrolló un procesamiento de imágenes mediante la librería OpenCV corriendo en una Raspberry Pi para la clasificación del cacao. En la misma, se logró clasificar granos de cacao según características externas como el tamaño en la fase final del secado. Como se puede ver, este aplicativo no se enfoca a detección de animales; sin embargo, se aplican librerías Open Source y hardware de bajo costo económico. Concluyéndose que es posible procesar imágenes de cacao, disminuyendo el tiempo de selección y detección, de este producto agrícola. Esto condujo un porcentaje del 89% de acierto, en 300 imágenes evaluadas.

Igualmente, se realizó una investigación ontológica sobre las formas para la clasificación de aves por parte de la Universidad de Tecnología de Queensland. En ella, desarrolla (Liu et al., 2009), un sistema de clasificación de aves con el fin de mejorar la eficiencia mediante el uso de la tecnología. Ello, se trabajó bajo un nuevo enfoque dirigido a la construcción automática de la ontología de forma. El estudio concluyó en que las ontologías de formas para clasificar las aves describen imágenes de estas en diferentes aspectos, dos ontologías se mapean entre sí, de modo que el dominio textual y el conocimiento de la percepción visual pueden integrarse juntos para la asistencia y selección de aves. Igualmente, construyeron formas basado en la ontología con una estrategia de agrupamiento automático tomando en cuenta 105 imágenes.

En la misma línea, en el año 2021, se presenta un estudio para la detección automatizada de cantos de aves en Colombia. En ella, (Hoyos et al., 2021), evaluaron el desempeño de una técnica de detección, a través del análisis de frecuencias y aprendizaje de máquina o inteligencia artificial. Él logró identificar vocalizaciones de *Megascops centralis*, utilizando 6877 grabaciones. Las grabaciones tenían duración de un minuto y eran grabaciones provenientes de 21 sitios alrededor del embalse Jaguas, Andes de Antioquia, Colombia. Sus resultados se enfocaron en el desempeño de un algoritmo que no se recomienda bajo condiciones acústicas que generen sensores remotos, asociadas al canto de una especie. Sin embargo, algoritmos sencillos, como el evaluado en este estudio, presentan buenos resultados en señales de otro tipo. Además, que es necesario tener un grupo de datos grande, que permita realizar las respectivas evaluaciones.

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

En el ámbito nacional, se debe señalar que, en el año 2019, la Universidad de Guayaquil desarrolló un sistema de clasificación, monitoreo y reporte de especies de aves por medio de un comedero, el cual tenía sensores y cámaras integradas. Como explican (Quimis Barzola & Ramírez Reyes, 2019) en el estudio, se aplicaron técnicas automatizadas como redes neuronales convolucionales para interpretar, determinar características y patrones en imágenes. Este algoritmo se trabajó con software de uso libre con la finalidad de crear un instrumento tecnológico para la observación de aves que ayude a clasificarlas automáticamente mediante un comedero para aves. Sin embargo, se demostró que un ordenador de placa reducida Raspberry Pi 3 y una cámara de 5 MPX en el comedero como servidor de imágenes, no operó de manera eficiente.

Como se aprecia, solo se menciona en relación directa con el tema de estudio, el antes expuesto, ya que no se han encontrado otros estudios en Ecuador en relación con la detección automática de aves. No obstante, se han realizado algunas investigaciones en relación indirecta con el tema, pero en función del desarrollo agrícola como los desarrollados por la Universidad Central del Ecuador en el año 2015 y la Universidad de Guayaquil en el 2011.

Las investigaciones antes mencionadas, se dirigen al orden alimentario de las aves mediante el control y monitoreo de un criadero agrícola controlado por microcontrolador desde un sitio web dinámico. También, la Universidad San Francisco de Quito, estudió lo concerniente a la implementación de sistema automático para ahuyentar aves mediante ondas sonoras. En él, se empleó electrónica para solucionar la dificultad del exceso de palomas en determinadas áreas, sin causar impacto en el medio ambiente. Sin embargo, este estudio no estuvo dirigido a la detección automática de aves. Por lo antes expuesto, se manifiesta que son pocas las investigaciones en el país que guarden semejanza con el tema de este trabajo. No obstante, pueden servir de consulta teórica y metodológica en algunas de las temáticas tratadas. Dicha cuestión ratifica la necesidad, importancia y novedad en el contexto nacional del estudio objeto de este artículo.

Metodología

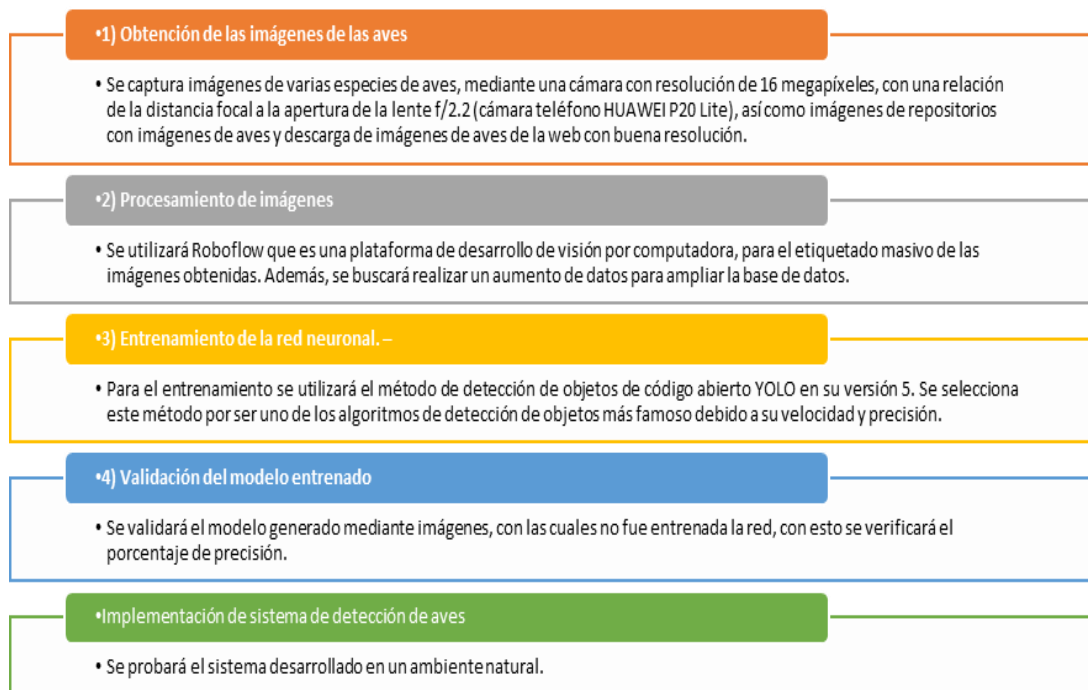
La investigación realizada tiene un carácter experimental. Corresponde por su importancia, plantear que esta surge de la investigación y el estudio del estado del arte. Al respecto como indica (V. Sierra, 2016) este tipo de estudios se manifiesta mediante la manipulación intencional de determinadas acciones con el fin de realizar un análisis de sus posibles resultados. Específicamente, un trabajo de

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

este corte, como sostienen (Hernández et al., 2010), es un proceso a través del que, se someten, en este caso las aves, a un estudio de un sistema para detectarlas y luego observar los efectos de dicho análisis, mediante imágenes.

Para el desarrollo de esta investigación se siguió los siguientes pasos de la Ilustración 1:

Ilustración 1 Pasos para el desarrollo de la investigación



Fuente: Elaboración propia

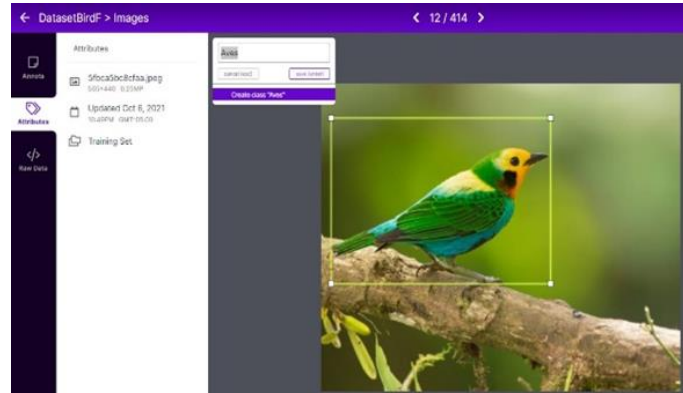
Obtención de las imágenes de las aves

Procesamiento de imágenes

- Se realizan 500 fotografías de aves.
- Del repositorio [21] de imágenes de aves se obtienen 2452 imágenes.
- Se busca y descargan de la web 2000 imágenes.
- Mediante la plataforma Roboflow se etiqueta un total de 4952 imágenes de aves como se muestra en la Ilustración 2.

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

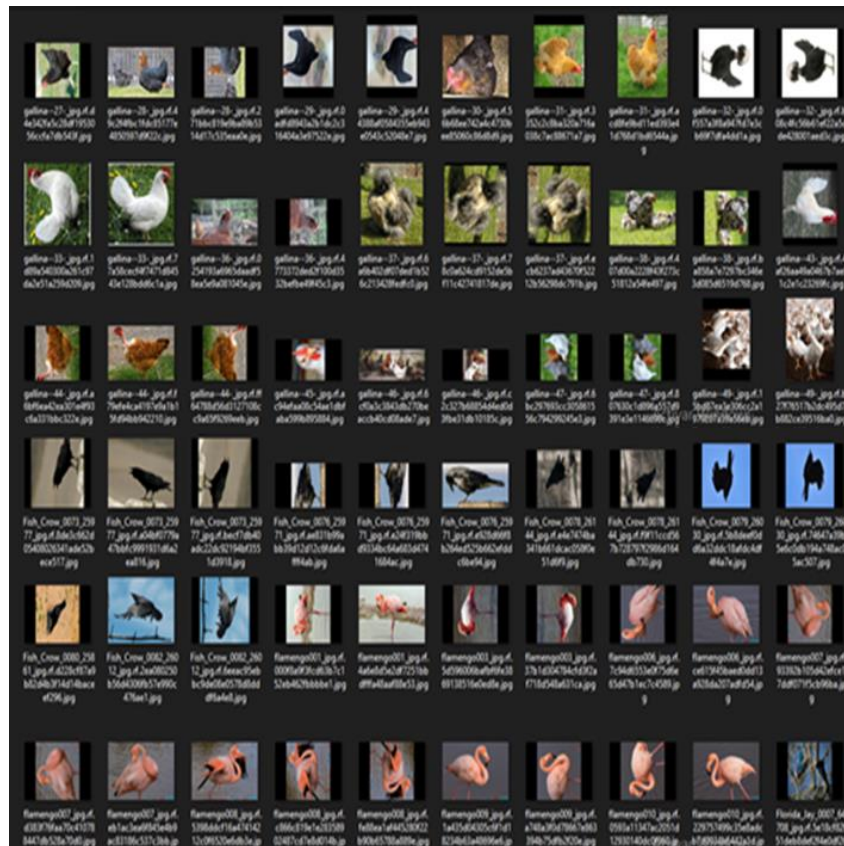
Ilustración 2 Etiquetado de imágenes en Roboflow



Fuente: Elaboración propia

Se realiza un aumento de datos logrando conseguir 8800 imágenes para el entrenamiento, ver Ilustración 3.

Ilustración 3 Aumento de datos de la dataset para entrenamiento del modelo

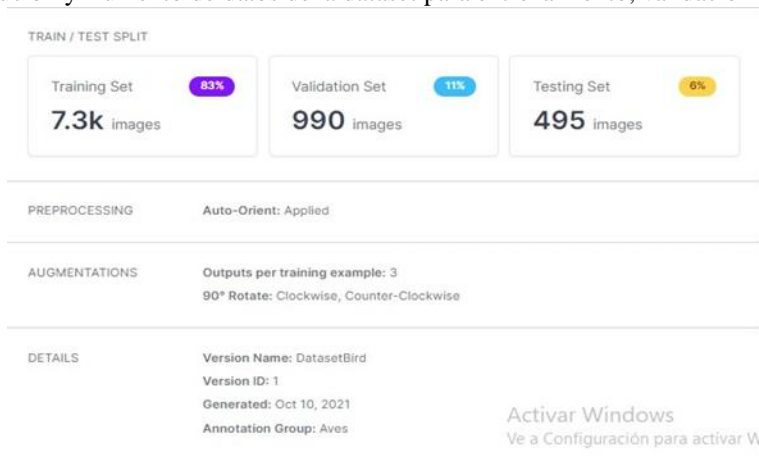


Fuente: Elaboración propia

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

Una vez etiquetado, se genera la dataset con las 8800 imágenes con formato YOLO v5 Pytorch Distribuidas en 3 carpetas de 7300 imágenes para el entrenamiento, 990 imágenes para validación y 495 imágenes para las pruebas como se muestra en la Ilustración 4.

Ilustración 4 Distribución y Aumento de datos de la dataset para entrenamiento, validación y prueba en Roboflow



Fuente: Elaboración propia

Entrenamiento de la red neuronal

- Para el entrenamiento se utiliza Google Colab con YOLOv5, es un método de detección de objetos múltiples extremadamente rápido, lo que le permite detectar objetos en tiempo real en videos de hasta 30 Fps. En una Laptop Intel Core i7, 16 Gb de RAM, con cámara web integrada, con tarjeta NVIDIA GEFORCE GTX. para realizar el aprendizaje de aves.
- Como se observan en la Tabla 1, se utilizó las siguientes herramientas para el desarrollo del sistema de detección de aves.

Tabla 1. Herramientas utilizadas para el desarrollo de entrenamiento, inferencia

Google Colaboratory	Roboflow	Yolov5	Python	Visual Studio Code
Permite ejecutar y programar en Python en tu navegador, sin configuración.	Para la distribución, etiquetado de las imágenes seleccionadas	Es un algoritmo de detección de objetos en tiempo real de alta velocidad.	Lenguaje de programación utilizado en el proyecto	Es un editor de código fuente. Lo cual se utiliza para la aplicación de detección de aves

Fuente: Elaboración propia

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

El detalle de la secuencia seguida para el entrenamiento del modelo mediante YOLOv5 se puede observar en la Ilustración 5.

Ilustración 5 Pasos para el entrenamiento del modelo YOLOv5



Fuente: Elaboración propia

Entrenamiento del modelo YOLOv5.

- Para seleccionar el modelo a utilizar, en la Ilustración 6 se muestra las diferencias en los modelos de entrenamiento de YOLOv5.
- Para la investigación se utiliza el modelo YOLOv5s por términos de rendimiento y velocidad, YOLOv5s es superior en comparación con los demás modelos. Para iniciar el entrenamiento, se ejecuta el respectivo código del train, con las opciones detalladas en la Tabla 2.
- Al completar las épocas del entrenamiento se ha alcanzado un máximo de 0.87 de mAP@.5. Los porcentajes del mAP@.5 cambian en cada época, esto se debe a que la red neuronal convolucional, selecciona en bloques imágenes aleatoriamente y las procesa. El entrenamiento se configura para que se realice en 200 épocas, de los resultados de efectividad, validación.

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

Ilustración 6 Modelos de entrenamiento de YOLOv5

Model	size (pixels)	mAP ^{val} 0.5:0.95	mAP ^{val} 0.5	Speed CPU b1 (ms)	Speed V100 b1 (ms)	Speed V100 b32 (ms)	params (M)	FLOPs @640 (B)
YOLOv5n	640	28.4	46.0	45	6.3	0.6	1.9	4.5
YOLOv5s	640	37.2	56.0	98	6.4	0.9	7.2	16.5
YOLOv5m	640	45.2	63.9	224	8.2	1.7	21.2	49.0
YOLOv5l	640	48.8	67.2	430	10.1	2.7	46.5	109.1
YOLOv5x	640	50.7	68.9	766	12.1	4.8	86.7	205.7
YOLOv5n6	1280	34.0	50.7	153	8.1	2.1	3.2	4.6
YOLOv5s6	1280	44.5	63.0	385	8.2	3.6	16.8	12.6
YOLOv5m6	1280	51.0	69.0	887	11.1	6.8	35.7	50.0
YOLOv5l6	1280	53.6	71.6	1784	15.8	10.5	76.8	111.4
YOLOv5x6	1280	54.7	72.4	3136	26.2	19.4	140.7	209.8
+ TTA	1536	55.4	72.3	-	-	-	-	-

Fuente: <https://github.com/ultralytics/yolov5>

Tabla 2 Parámetros usados para el entrenamiento del modelo de red neuronal YOLOv5

img	Define el tamaño de la imagen de entrada, para el entrenamiento 416 x 416
bath	Se determina el tamaño del lote de imágenes.
epoch	Define el número de épocas de entrenamiento, 200 épocas.
data	Establece la ruta al archivo data. yaml
cfg:	Especifica la configuración del modelo seleccionado.
weights:	Coloca la ruta de los pesos.
name	Nombre del archivo con los resultados del entrenamiento.
nosave	Guardar el punto de control final
caché	Imágenes en caché para un entrenamiento más rápido.

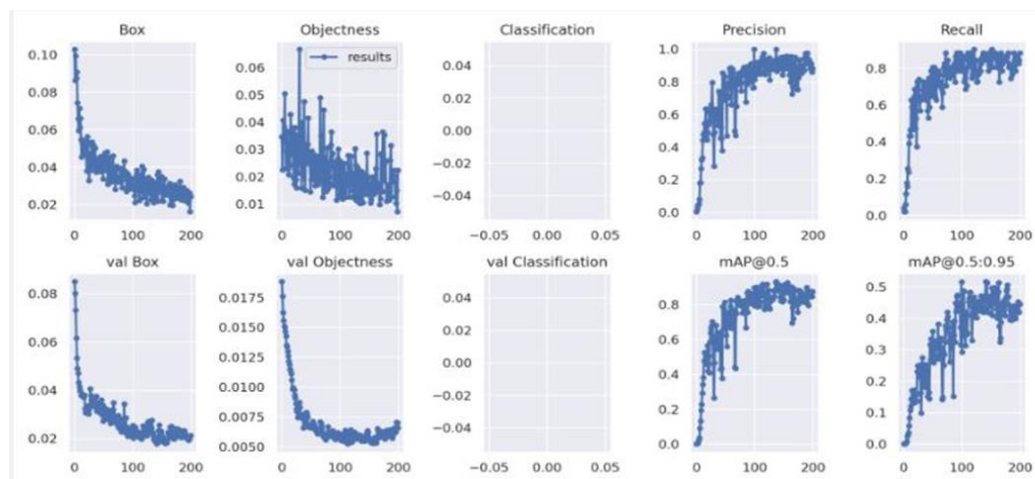
Fuente: Elaboración propia

Validación de la red neuronal

- Terminado el entrenamiento, se verifica el desempeño del modelo entrenado mediante la validación dando como resultado el valor de 0,88 de mAP@. 5, como se muestra en la Ilustración 7.

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

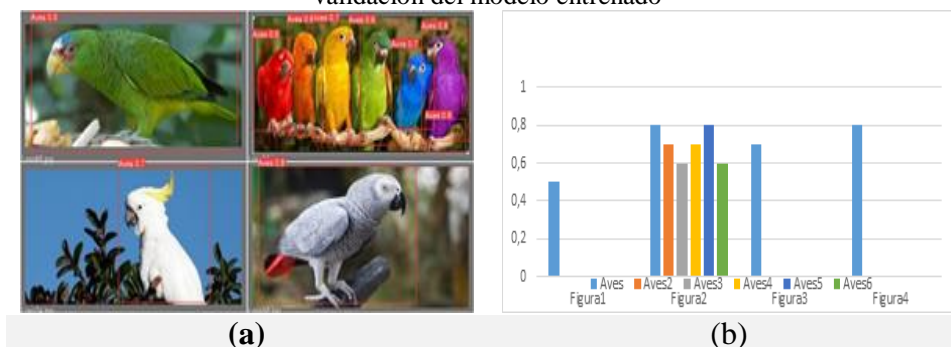
Ilustración 7 Resultado de validación de las imágenes con el modelo entrenado



Fuente: Elaboración propia

- Se validó el modelo mediante 990 imágenes las cuales no se utilizaron para el entrenamiento de la red, El resultado de la validación se basó en el porcentaje de imágenes al azar utilizadas en el lote de validación y se encuentran etiquetadas, si el porcentaje esta lo más cercano a 1, significa la eficiencia del modelo entrenado, como se observa en la Ilustración 8.

Ilustración 8 Imágenes obtenidas después de la validación del modelo entrenado; b) Resultados después de la validación del modelo entrenado



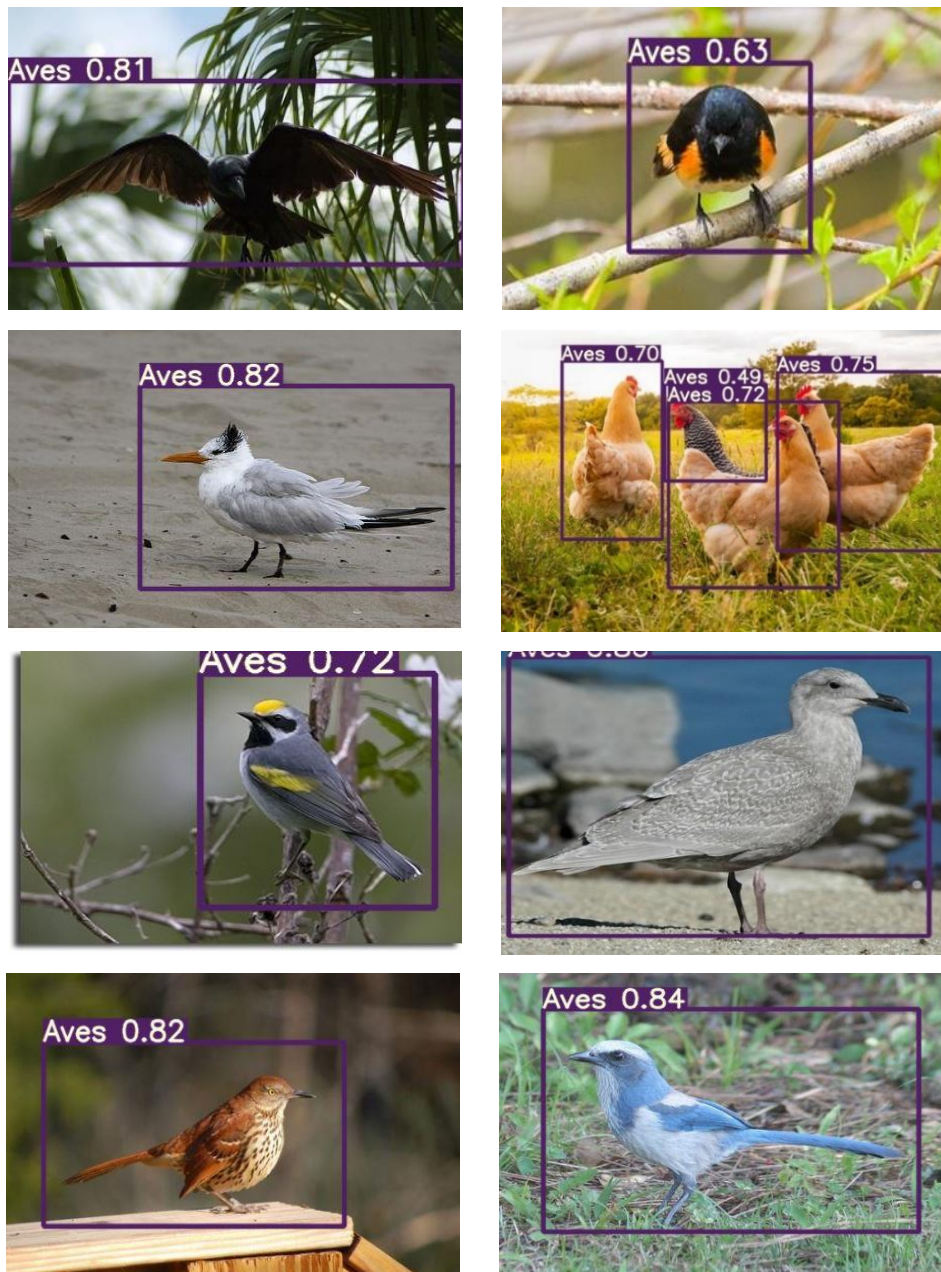
Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el entrenamiento y la validación del modelo entrenado, el peso obtenido, se guarda en el directorio runs/train, Estos archivos están, en formato.pt. Con el nombre last.pt, es el peso generado con la última época y el archivo best.pt el peso con la precisión más alta. Estos archivos se los puede integrar en cualquier Sistema inteligencia artificial puede ser web o móvil, manteniendo el 88% de precisión.

Inferencia con el peso entrenado

- El modelo ha sido probado utilizando el mejor peso del entrenamiento y las imágenes de las carpetas /test. El resultado de la inferencia, se encuentran en el directorio runs/detect/exp2, se puede observar en la Ilustración 9.

Ilustración 9 Imágenes resultado de la inferencia del modelo entrenado en YOLOv5



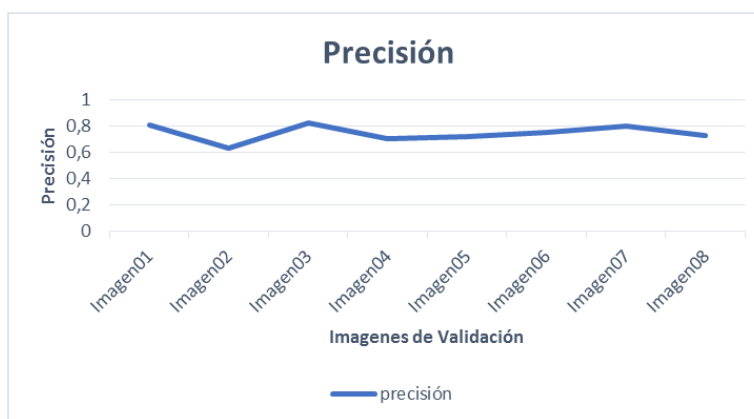
Fuente: Elaboración propia

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

Se observa las imágenes resultado de la inferencia, que entrega el modelo de red neuronal convolucional entrenado sobre similitud del contenido de la imagen, con relación a la categoría de modelo entrenado entre los valores de 0 a 1.

Dando como resultados imágenes de más de 0.8 de precisión como se observa en la Ilustración 10 y Tabla 3.

Ilustración 10 Imágenes muestra del resultado de la inferencia del modelo entrenado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3 Muestra del resultado de la inferencia de la carpeta test

Descripción	Precisión
Imagen01	0.81
Imagen02	0.63
Imagen03	0.82
Imagen04	0.70
Imagen05	0.72
Imagen06	0.80
Imagen07	0.82
Imagen08	0.84

Fuente: Elaboración propia

Implementación del Sistema de Detección de aves en la Reserva Ecológica de Arenillas

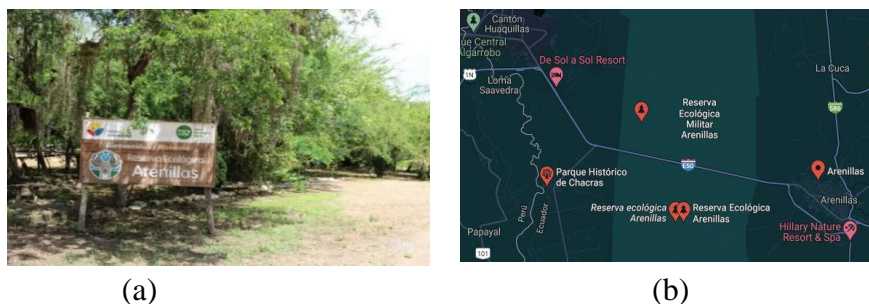
En esta sección, se detalla la consecución del sistema planteado, según los pasos realizados de manera sistemática para la detección de aves y la implementación del sistema.

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

Ubicación de la implementación del sistema de detección de aves

El lugar a implementar el sistema de detección de aves es en la Reserva ecológica de Arenillas ubicada en la provincia de El Oro, en el sur de Ecuador, entre los cantones de Arenillas y Huaquillas muy cerca de la frontera con el Perú (ver Ilustración 11).

Ilustración 11 Detalle de la ubicación de la Reserva Ecológica de Arenillas. (a) Foto del acceso a la reserva; (b) Ubicación referenciada.





Fuente: Elaboración propia

Equipos y materiales

Los equipos utilizados en la implementación del sistema de detección de aves son los siguientes mostrados en la Tabla 4.

Tabla 4 Descripción de los equipos utilizados en la implementación del sistema de detección de aves en la Reserva Ecológica de Arenillas

EQUIPOS	DESCRIPCIÓN
	WEBCAM LOGITECH C922 STREAM-RECORD 1920x1080 - 30FPS - TRIPODE
	Laptop Hp Envy Core I7 +12gb +512gb Ssd+ + Nvidia GEFORCE GTX

Fuente: Elaboración propia

Arquitectura del sistema de detección de aves

Al iniciar la aplicación, se activa la cámara de manera automática. Las imágenes capturadas, automáticamente, pasarán por un proceso del algoritmo de la CNN entrenada y si, en el caso, aparece el ave se procederá a la detección del ave encontrada.

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

Adicionalmente, se puede observar la arquitectura del sistema planteado en la Ilustración 12.

Ilustración 12 Arquitectura utilizada para la implementación del sistema de detección de aves en la Reserva Ecológica de Arenillas



Fuente: Elaboración propia

Pruebas realizadas del sistema de detección de aves.

Una vez colocado los equipos, Se inicia la detección de aves, como se visualiza en la Ilustración 13.

Ilustración 13 Inicio del sistema de detección de aves en la Reserva Ecológica de Arenillas



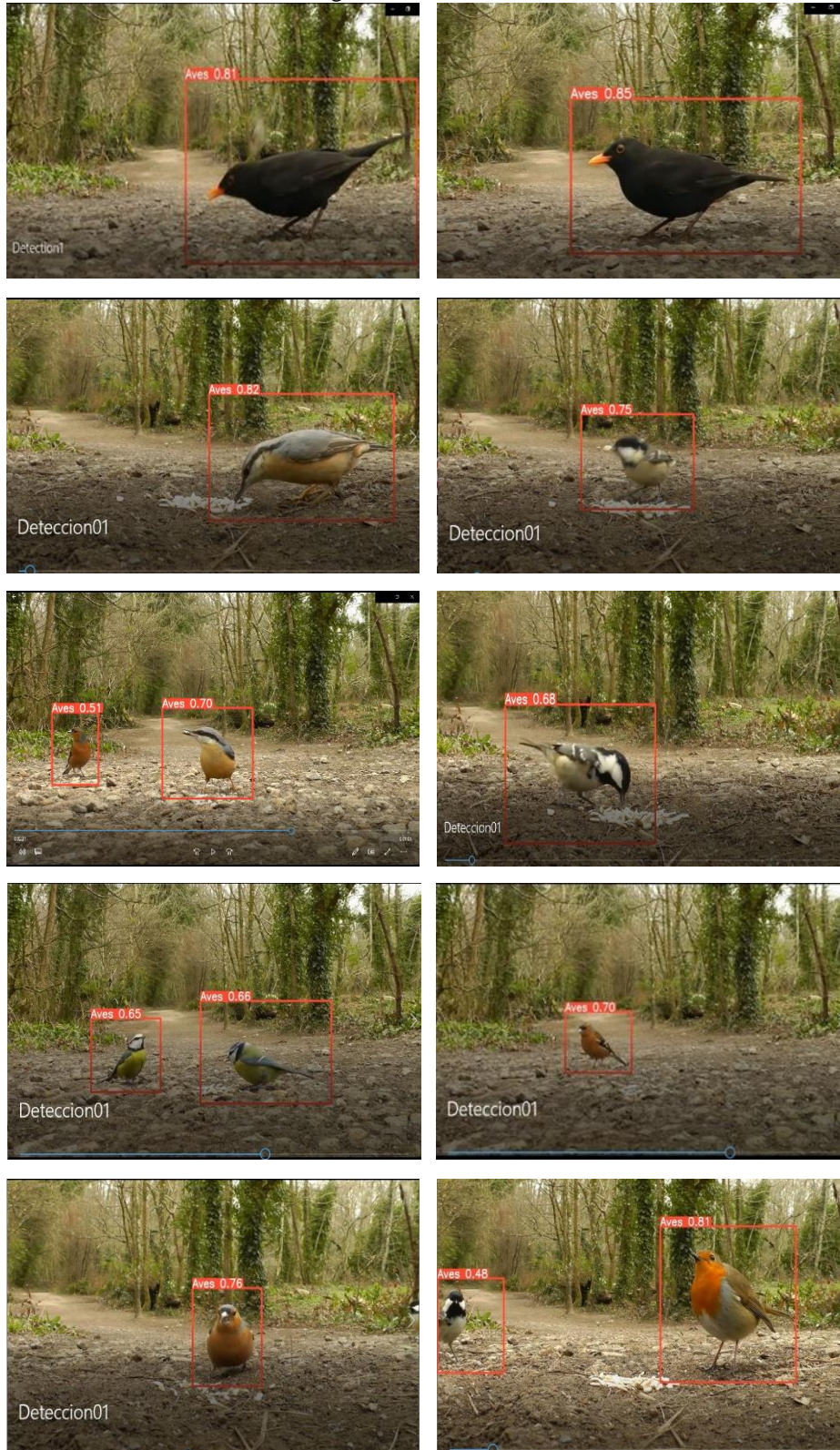
Fuente: Elaboración propia

Resultados de la implementación

Al finalizar las pruebas, el resultado son las siguientes imágenes con un promedio de precisión del 85% en las aves detectadas, como se puede observar en la Ilustración 14 y 15.

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

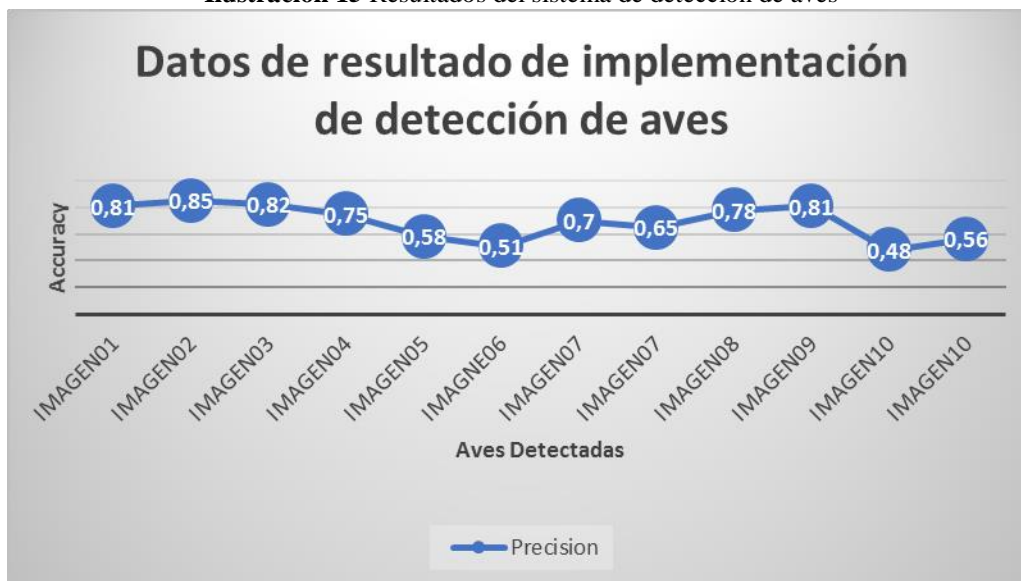
Ilustración 14 Imágenes resultado de la detección de aves



Fuente: Elaboración propia

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

Ilustración 15 Resultados del sistema de detección de aves



Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

En esta última unidad, se recopila los resultados obtenidos en la investigación e implementación del sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes.

- En primer lugar, se llevó a cabo una selección bibliográfica, en la que se reunió información de los diferentes artículos de investigación dedicados a la detección de objetos, que ayudaron abordar el problema previamente presentado, con esta información adquirida se logró tener conocimientos en el campo del análisis, procesamiento de imágenes y estrategias a seguir para el desarrollo del proyecto.
- La presente investigación, se ha centrado en desarrollar un sistema de detección mediante redes neuronales convolucionales en YOLOv5, para la detección de aves mediante análisis de imágenes. Se ha aprendido en que consiste la visión artificial, y lo que ha cambiado en los últimos años, con la implementación del aplicativo de detección de aves, se ha querido dar un enfoque práctico, a los beneficios que se puede obtener en este campo de estudio.
- Para alcanzar un buen desempeño en el sistema de detección de aves en cuanto a precisión, se debe utilizar imágenes con buena resolución y calidad, en el entrenamiento. El 88% de precisión obtenido en el entrenamiento nos indica que el modelo tiene un buen desempeño en

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

la detección de aves. Además, que es un algoritmo fácil de implementar siguiendo los pasos establecidos en la metodología, se pudo lograr utilizando Roboflow, YOLOv5 y Pytorch en Python, todas herramientas OpenSource.

- Para la implementación de la aplicación, se seleccionó la Reserva Ecológica de Arenillas, para lo que se utilizó un computador HP ENVY Core i7 con tarjeta gráfica NVIDIA GEFORCE GTX y una cámara Logitech C92, con lo que se obtuvo buenos resultados en las pruebas de detección de aves con una precisión promedio del 85%, el sistema creado es de gran ayuda ya que es una aplicación no invasiva a favor del ecosistema, y de bajo coste pues a futuro podría ser implementado en una Raspberry PI. Este sistema así, agilizará el reconocimiento de especies de aves en futuros proyectos en este campo.

Referencias

1. C. Canaday (2017) «La variedad de nuestra fauna.» Ecuador Terra Incógnita, vol. 6, n° 1, pp. 25-27, 2017
2. C. George (2019) «Estrategia metodológica para elaborar el estado del arte como un producto de investigación educativa,» Praxis educativa UNLPam, Vol 23, No3, septiembre-diciembre, pp. 1-17, 2019.
3. Ecuador, el país de las aves – Ministerio de Turismo (2021) Recuperado 13 de julio de 2021, de <https://www.turismo.gob.ec/ecuador-el-pais-de-las-aves/>
4. H. Echeverría y S. Suárez (2016) «Tutela judicial efectiva en materia ambiental,» CEDA, Quito, 2016.
5. L. Hoyos (2021) «Detección automatizada de cantos de aves continúa siendo un desafío: el caso de warbleR y Megascops centralis (búho del Chocó),» Biota colombiana, vol. 22, n° 1, pp. 12-25, 2021.
6. L. Yuee (2009) «www.researchgate.net,» Universidad de Tecnología de Queensland, 3 agosto 2009. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/4309534_A_Shape_Ontology_Framework_for_Bird_Classification. [Último acceso: 21 julio 2021].
7. D. Quimis y J. Ramírez, (2019) Comedero de aves inteligente: sistema de clasificación, monitoreo y reporte de especies de aves por medio de un comedero construido con un

Sistema de detección de aves mediante análisis de imágenes

- ordenador de placa reducida y análisis de imágenes usando Machine Learning.
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39492>
8. Ruiz, J., Escudero, M., Ponente, V., Jesús, & Cano, B. (2020)
 9. Detección automática de aves en las vías del AVE mediante análisis de vídeo.
<https://repositorio.uam.es/handle/10486/693980>
 10. R. Hernández, C. Fernández y P. Baptista (2010) Metodología de la investigación, México D.F.: McGraw-Hill, 2010
 11. R. Guevara (2016) El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?, Folios No.44, pp. 165-179, 2016.
 12. Silvia Rangel Félix. (2009) Detección Automática de Aves en Vuelo en Imágenes Naturales. 2009. [https://www.cenidet.edu.mx/subplan/biblio/seleccion/Tesis/MC Silvia Rangel Felix 2009.pdf](https://www.cenidet.edu.mx/subplan/biblio/seleccion/Tesis/MC_Silvia_Rangel_Felix_2009.pdf)
 13. T. Granizo (2016). Libro Rojo de las aves del Ecuador. Segunda edición, Quito: SIMBIOE/Conservación Intemacional/EcoCiencia/Ministerio del Ambiente/UICN, 2016.
 14. V. Sierra (2016) Metodología de la Investigación Científica, Lima: Tacna, 2016.
 15. Viera-Maza, G. (2017) «Procesamiento de imágenes usando opencv aplicado en raspaberry pi para la clasificación del cacao,» Universidad de Piura, Piura, 2017.