

Prototipo de un sistema de alerta temprana para la seguridad física en la universidad de las Fuerzas Armadas ESPE con visión artificial

1st Farinango Medina Paola Cristina
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Sangolquí, Ecuador
pcfarinango@espe.edu.ec

2nd Idrobo Montalvo Cristian Fernando
Departamento de Ciencias de la Computación
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Sangolquí, Ecuador
cfidrobo@espe.edu.ec

Abstract—This research project focuses on implementing an early warning system for physical security at the University of the Armed Forces ESPE using computer vision. The aim is to prevent the presence of firearms and weapons on campus, ensuring a safe educational environment. The proposed system employs machine learning, utilizing security cameras for data collection. A YOLOv5-based object detection model is integrated with the Roboflow platform for real-time detection. The Scrum methodology guides the agile development process, aiming to train the system on a diverse labeled dataset. The technological approach is expected to offer swift emergency responses and effective threat detection, thereby enhancing the safety and security of the university community.

Index Terms—Early warning system, Physical security, Computer vision, Firearm detection.

I. INTRODUCTION

En el panorama actual, la aplicación de la visión artificial e inteligencia artificial ha experimentado un crecimiento exponencial en diversas áreas, desde la vigilancia, medicina y robótica. La capacidad de analizar y comprender datos visuales ha permitido el desarrollo de soluciones innovadoras para desafíos complejos. Uno de estos desafíos es la seguridad física en entornos públicos como las instituciones educativas, donde garantizar la protección de la comunidad es fundamental. En este contexto, el paper se enfoca en el diseño y desarrollo de un prototipo de sistema de alerta temprana para la seguridad física en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, utilizando tecnología de visión artificial.

La vigilancia digital ha evolucionado, reemplazando gradualmente los sistemas de monitoreo analógicos en lugares públicos como aeropuertos, estaciones y bancos. La detección y seguimiento de objetivos humanos basados en la visión artificial se ha convertido en una dirección clave en la investigación de la visión por computadora y la inteligencia artificial. Esta evolución responde a la creciente demanda de tecnologías de seguridad más efectivas, especialmente en entornos donde la seguridad es de suma importancia.

La implementación de sistemas de videovigilancia en instituciones educativas, como la Universidad de las Fuerzas

Armadas ESPE, plantea interrogantes legales y éticos relacionados con la privacidad y los derechos de los individuos. Por otro lado, la necesidad de cumplir con regulaciones como la reciente ley sobre el uso y porte de armas en Ecuador impulsa la búsqueda de soluciones que garanticen un entorno seguro sin comprometer la integridad de las personas.

En las siguientes secciones de este paper, se explorarán los aspectos fundamentales de este prototipo. Se analizarán los avances en la detección y seguimiento de objetivos basados en la visión artificial, y se examinará cómo esta tecnología puede aplicarse al contexto de seguridad en una institución educativa. Además, se describirán los métodos y enfoques utilizados en la implementación del prototipo y se presentarán los resultados obtenidos.

II. MARCO TEÓRICO

La combinación de tecnologías como la visión artificial, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, junto con las herramientas YOLO y Roboflow, promete mejorar la seguridad en el campus universitario, creando un entorno más seguro para la comunidad académica.

Un aspecto clave para obtener un buen nivel de reconocimiento en las imágenes adquiridas es asegurar condiciones de captura óptimas. Esto implica considerar factores como ángulos de visión, niveles de iluminación y cambios en el procesamiento de imágenes [?].

A. Visión Artificial y Videovigilancia

La visión artificial busca emular la capacidad visual y cognitiva de los seres vivos para percibir y responder al entorno a través de secuencias de imágenes. Este campo abarca no solo disciplinas tecnológicas como la computación y las matemáticas, sino también aspectos sociológicos y de comportamiento humano [?].

La videovigilancia es una tecnología que se basa en el registro de video y audio en lugares específicos. Esta herramienta supera la vigilancia tradicional al permitir un monitoreo más sencillo y centralizado. Su implementación aporta un mayor

control y, por ende, aumenta la seguridad y protección de las personas y sus pertenencias [?].

B. Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático

La inteligencia artificial busca imitar la inteligencia humana en términos de pensamiento y comportamiento. Se esfuerza por reproducir patrones que explican diversas conductas inteligentes, como la visión, el aprendizaje y el lenguaje [?].

El aprendizaje automático es fundamental en la investigación en inteligencia artificial. Implica desarrollar algoritmos que permiten a las computadoras adquirir habilidades, como encontrar patrones en conjuntos de datos estructurados. Esto se logra mediante análisis convencionales que examinan elementos individuales [?].

C. Aplicación de Visión Artificial y Videovigilancia

La aplicación de estas tecnologías en la visión artificial y la videovigilancia ha revolucionado la detección y el reconocimiento de objetos y personas en diversos contextos. La combinación de la visión artificial y el aprendizaje automático ha impulsado técnicas de identificación y seguimiento de individuos y objetos en videos sin intervención humana. La precisión obtenida es superior a métodos tradicionales de detección [?].

D. Herramientas Clave

El enfoque de detección YOLO (You Only Look Once) se destaca por su capacidad para identificar objetos en tiempo real. Utiliza redes neuronales convolucionales para asignar etiquetas a cada objeto detectado. Su eficiencia lo hace popular en el campo de la visión artificial [?].

Roboflow, por su parte, es una herramienta web que agiliza el desarrollo y entrenamiento de modelos. Permite la creación de conjuntos de entrenamiento, validación y prueba, y simplifica la organización y etiquetado de datos, facilitando la construcción de aplicaciones de visión artificial [?].

III. METODOLOGÍA

A. Scrum

Scrum es una metodología iterativa e incremental utilizada en el desarrollo de proyectos, productos y aplicaciones. Se basa en la teoría de control empírico de procesos, lo que significa que el conocimiento se obtiene a partir de la experiencia y las decisiones se toman en base a ese conocimiento adquirido [?]. Scrum sigue un ciclo de desarrollo compuesto por 5 etapas que establecen la base del desarrollo ágil.

- 1) **Concepto:** En esta fase se presentan los requisitos generales.
- 2) **Especulación:** Durante esta etapa se definen los límites y requisitos del proyecto, determinando la complejidad y el tiempo necesario para la implementación. También se desarrolla un plan de entrega, se inicia el desarrollo del producto y se realizan pruebas simultáneas para asegurar la funcionalidad deseada.
- 3) **Exploración:** Basándose en la fase de especulación y considerando los resultados obtenidos, se realizan

incrementos en la funcionalidad del producto. Esto implica agregar nuevas características, mejoras o ajustes necesarios para satisfacer las necesidades y expectativas del usuario. Asegurando su adaptabilidad y relevancia en un entorno en constante cambio.

- 4) **Revisión:** En esta fase de revisión, se examinan minuciosamente las características, funcionalidades y requisitos para asegurarse de que el producto desarrollado cumple con las expectativas y necesidades establecidas. Esta comparación permite identificar posibles brechas o áreas de mejora, lo que ayuda a tomar decisiones sobre los próximos pasos del proyecto.
- 5) **Cierre:** Siguiendo el plan, se presenta una versión del producto que refleja las características deseadas. Es importante destacar que esta versión del producto no representa su estado final, ya que está sujeta a modificaciones y mejoras a medida que avanza el proceso. Con el concepto de mantenimiento, se busca llegar a la versión final del producto, considerando las necesidades y comentarios recibidos [?].

IV. MODELO DE DESARROLLO A UTILIZAR

En esta sección se describen los pasos a seguir en la propuesta para detectar armas de fuego y blancas, así como a personas que porten estos objetos. Esto abarca desde el reconocimiento del conjunto de datos hasta la detección en tiempo real en los videos. Además, los resultados obtenidos evaluarán los pasos realizados y las herramientas utilizadas en todo el procedimiento implementado.

1) **Repositorio del Conjunto de Datos:** El repositorio consistirá en un conjunto de imágenes de los objetos a clasificar. Estas imágenes se recopilarán, almacenarán y organizarán para formar el conjunto de datos necesario para este proyecto. Esta base de datos debe incluir un número significativo de imágenes de armas y de personas portando armas, que se procesarán antes de proceder al entrenamiento.

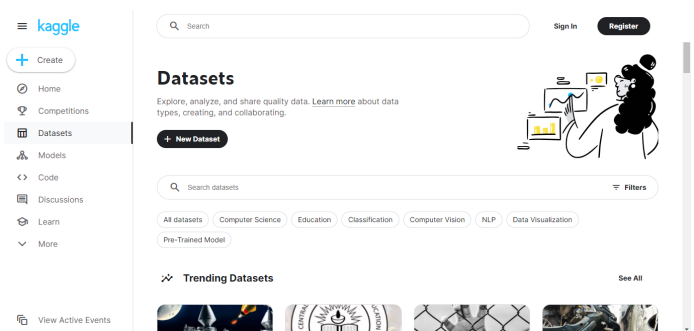


Fig. 1. Kaggle

2) **Método de Detección:** El proceso evaluará diferentes etapas, como la adquisición de imágenes para el conjunto de datos, el etiquetado y el uso del aprendizaje por transferencia para respaldar el modelo de detección de objetos YOLOv5.

- **Anotación/Etiquetado:** En esta fase se asignarán etiquetas a las imágenes para definir la ubicación y la categoría

de los objetos de interés. Este paso se realizará con la herramienta Roboflow, que simplifica el etiquetado al permitir la carga y organización eficiente de datos. De esta manera, se crea un conjunto de entrenamiento preciso y sólido para el modelo YOLOv5.

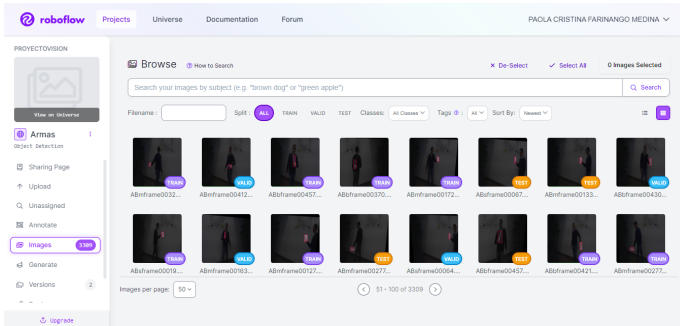


Fig. 2. Anotación de Roboflow

- **Entrenamiento del modelo:** En esta etapa se procederá al entrenamiento del modelo utilizando YOLOv5. Para ello, se empleará Google Colab como plataforma de desarrollo. YOLOv5 es un algoritmo de detección de objetos que se caracteriza por su eficiencia y precisión en tiempo real. Google Colab, por su parte, ofrece un entorno de programación colaborativo en la nube, permitiendo la ejecución de código y el entrenamiento del modelo de manera eficiente. La combinación de estas herramientas garantiza un proceso de entrenamiento eficaz y accesible.

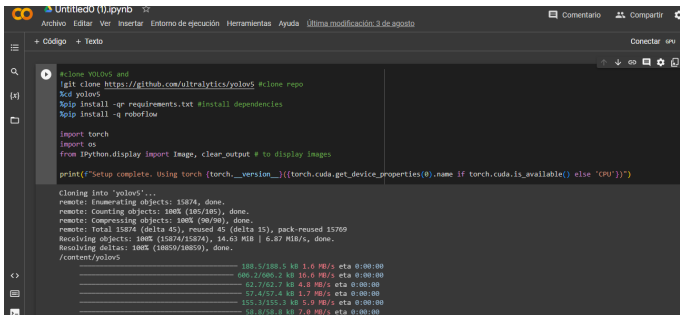


Fig. 3. Entrenamiento del modelo

V. PRUEBAS EN ENTORNO LOCAL

Una vez que el modelo ha sido entrenado, procedemos a ponerlo a prueba en un entorno local para la detección en tiempo real. Utilizamos Anaconda como plataforma para gestionar y crear entornos virtuales. A través de Jupyter Notebook, ejecutamos el modelo entrenado y evaluamos su capacidad para detectar objetos en tiempo real. Este paso nos permite verificar la eficacia del modelo en situaciones prácticas y garantizar su funcionalidad en escenarios en vivo.

A. Creamos el entorno local

Después de instalar Anaconda, creamos un espacio especial llamado "Yolov5Test1" con el fin de recrear el tiempo real.

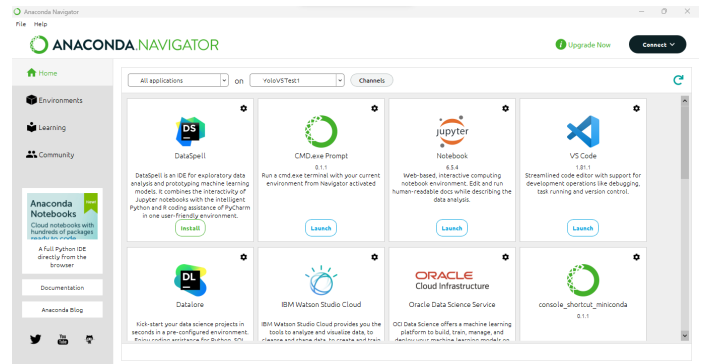


Fig. 4. Entorno Anaconda

B. Sistema en Tiempo Real usando Jupyter

Empleamos Jupyter Notebook como herramienta para llevar a cabo pruebas en tiempo real utilizando YOLOv5 en nuestra computadora. Esta elección nos proporciona un entorno organizado y aislado, lo que significa que podemos trabajar en nuestras pruebas sin interferir con otras actividades en la computadora. Además nos brinda un espacio seguro y ordenado para experimentar con YOLOv5, asegurando que podamos realizar pruebas de manera efectiva y sin preocupaciones.

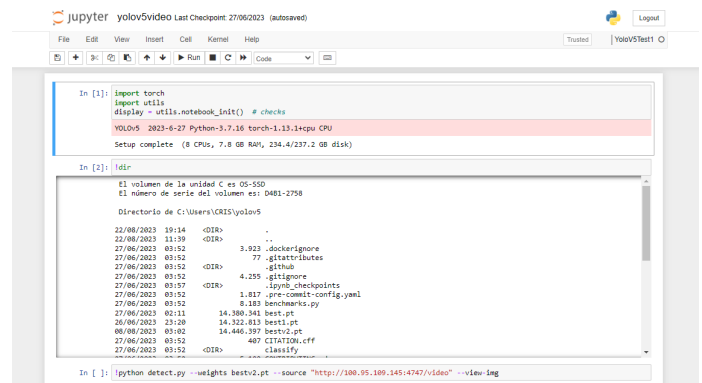


Fig. 5. Código para la ejecución en tiempo real

C. Implementación de la Alerta

El desarrollo de la alerta se basa en la detección activada que se complementa en el prototipo, generado durante el entrenamiento en Colab. Esta alerta se dispara cuando el sistema identifica el uso de armas en tiempo real, y su implementación involucra un aviso "Alerta arma en uso" en la parte baja de la ejecución.



Fig. 6. Resultado de la detección

CONCLUSIONES

- Red neuronal entrenada para el reconocimiento en tiempo real de armas de fuego y armas blancas.
- Implementar un sistema de alerta temprana que notificará al personal de seguridad de la universidad cuando se detecten dichos objetos, permitiendo una respuesta inmediata y adecuada.

TRABAJOS FUTUROS

Como trabajos futuros este contexto podrían centrarse en diversas áreas para mejorar y expandir el sistema de alerta temprana y seguridad en el campus universitario. Algunas posibles líneas de trabajo incluyen:

- **Mejora de la precisión:** Continuar afinando y mejorando el modelo de detección YOLOv5 para reducir aún más los falsos positivos y aumentar la precisión en la identificación de objetos de interés.
- **Optimización del desempeño:** Investigar y aplicar técnicas de optimización para acelerar el tiempo de detección y respuesta del sistema, garantizando una alerta temprana en tiempo real.
- **Desarrollo de una interfaz de usuario:** Diseñar y desarrollar una interfaz de usuario intuitiva para que el personal de seguridad pueda monitorear y gestionar las alertas de manera eficiente.

REFERENCES

- [1] Feng, Z., Zhu, X., Xu, L., & Liu, Y. (2021). Research on human target detection and tracking based on artificial intelligence vision. Proceedings of IEEE Asia-Pacific Conference on Image Processing, Electronics and Computers, IPEC 2021, 1051– 1054. <https://doi.org/10.1109/IPEC51340.2021.9421306>
- [2] Ouahhadi Escudero, F., La videovigilancia como instrumento de control en las relaciones laborales [Universidad Pública de Navarra], 2020 <https://hdl.handle.net/2454/37597>
- [3] Regalado, B., Sonia, E., Bautista, U., Alexis, E., implementación y evaluación de modelos de aprendizaje automático relacional, 2019
- [4] Danelakis A., Image-Based Somatotype as a Biometric Trait for Non-Collaborative Person Recognition at a Distance and On-The-Move, Sensores, vol. 20, no. 12, pp.1- 22, 2020
- [5] del Juego, L. G. D. de S. L. R., La Guía Scrum. Scrumguides.org, 2020 <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-Eu-ropean.pdf>

- [6] Rodriguez A., Anonimización en imágenes mediante la aplicación de Redes Convolucionales, 2022.
- [7] M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.