

Sistema de seguridad ciudadana utilizando técnicas de visión artificial.

Citizen Security System Using Artificial Vision Techniques.

Luis Alfonso Soto Calihua (1).
Estudiante Tecnológico Nacional de México/I. T. S. de Zongolica.
156w0204@itszongolica.edu.mx.

Ricardo Omar Raygoza Cózar* (2). Tecnológico Nacional de México/I. T. S. de Zongolica,
ricardo_cozar_pd155@zongolica.edu.mx.

Roberto Ruiz Castro (3). Tecnológico Nacional de México/I. T. S. de Zongolica, roberto_isc@zongolica.edu.mx.

Arturo Morales Rayón (4). Tecnológico Nacional de México/I. T. S. de Zongolica,
art_martin_isc@zongolica.edu.mx.

Ricardo García Castro (5). Tecnológico Nacional de México/I. T. S. de Zongolica,
ricardo.garcia.pd18@zongolica.edu.mx.

Martín Contreras De la Cruz (6). Tecnológico Nacional de México/I. T. S. de Zongolica,
martin_isc@zongolica.edu.mx.

*corresponding author.

Artículo recibido en septiembre 30, 2022; aceptado en diciembre 16, 2022.

Resumen.

Sin duda, la Inteligencia Artificial ha crecido exponencialmente en los últimos años, existiendo una gran cantidad de disciplinas, entre las que se encuentra la informática o la visión artificial. La visión artificial permite a los ordenadores percibir y comprender imágenes a través de diferentes técnicas. Este documento presenta el desarrollo de un sistema que implementa la visión artificial, utilizando las técnicas que brinda esta disciplina, para dar soporte al problema de la seguridad ciudadana. El sistema fue desarrollado con la metodología XP y utilizando tecnologías como Python, OpenCv y MySQL. Los resultados obtenidos fueron: la captura y procesamiento de imágenes de cámaras de vigilancia y reconocimiento facial en tiempo real. El presente trabajo está orientado a apoyar el combate de problemas de seguridad, actos delictivos y prevención de contingencias.

Palabras claves: Inteligencia artificial, reconocimiento facial, vision artificial, visión por computadora.

Abstract.

Artificial Intelligence has undoubtedly grown exponentially in recent years, having a large number of disciplines, among which is computer or artificial vision. Artificial vision allows computers to perceive and understand images through different techniques. This document presents the development of a system that implements artificial vision, using the techniques provided by this discipline, to support the problem of citizen security. The system was developed with the XP methodology and using technologies such as Python, OpenCv and MySQL. The results obtained were

the capture and processing of images from surveillance cameras and facial recognition in real time. The present work is oriented to support the combat of security problems, criminal acts and contingency prevention.

Keywords: Artificial intelligence, artificial vision, computer vision, facial recognition.

1. Introducción.

Este trabajo de investigación aporta una propuesta de solución para disminuir y prevenir los índices delictivos ya que por medio de la Inteligencia Artificial, se dispone de algoritmos y técnicas que buscan igualar la inteligencia humana y con ello se han resuelto diferentes tareas que hacen para el ser humano tener una mejor calidad de vida. El proyecto de investigación fue realizado bajo las técnicas de la metodología XP. Los resultados obtenidos fueron: captura de imágenes, análisis de las imágenes y finalmente el reconocimiento facial a través de la librería OpenCv y Python además de los paquetes del mismo. Con este proyecto se llegó a la conclusión de que mediante el uso de visión artificial se puede ayudar a reducir ciertos problemas de seguridad y prevención de contingencias.

Tomando en cuenta los índices delictivos por parte del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2022), además del Sistema Nacional de Seguridad Pública para el 2019 (SESNP, 2022), catalogan a México con índices de delincuencia elevado, así también en el estado de Veracruz de acuerdo a la Fiscalía General del Estado en el semáforo delictivo (Semáforo Delictivo, 2022), se han registrado 97 homicidios, 17 secuestros, 521 casos de robo a negocio entre otros más. Una propuesta de solución para esta problemática es la aplicación de técnicas de Inteligencia Artificial un área de las ciencias de la computación que ha avanzado de manera exponencial en las últimas décadas.

2. Métodos.

Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial (IA) es la ciencia dedicada al desarrollo de los agentes racionales no vivos (Marquez, L., 2016), por otra parte la IA es la encargada de estudiar modelos de cómputo capaces de realizar actividades propias de los seres humanos, con base en el razonamiento y la conducta (Takeyas, B., 2016).

Disciplinas de la Inteligencia Artificial.

La Inteligencia Artificial comprende diversas disciplinas de estudio para el desarrollo de tecnologías y de sistemas inteligentes tales como: Visión por computadora, Minería de datos, Redes Neuronales Artificiales, Machine Learning, Big Data, Lógica Difusa y Deep Learning (Reyes-Ortiz, O. J., et. al., 2019).

Visión por computadora.

La visión artificial es una de las disciplinas de la Inteligencia Artificial que incluye métodos para adquirir, analizar y comprender imágenes del mundo real representándolas de tal forma que puedan ser comprendidas por la computadora (Szeliski, R., 2022).

Bibliotecas de Visión por computadora.

Existen diversas implementaciones, dentro de las cuales encontramos variedad de bibliotecas de Visión por computadora tales como Sherlock, OpenCv, Point Cloud Library, TensorFlow, entre otras. Para este trabajo se seleccionó OpenCV ya que cuenta con una extensa documentación, es multiplataforma y permite la utilización de algunos de los lenguajes de programación más utilizados como lo son: C++, Python y Java; específicamente se utilizó el lenguaje Python por su gran simplicidad y estilo de programación.

La visión por computadora tiene una gran variedad de campos de aplicación, tales como el sector salud, comercio, educación, biotecnología, servicios financieros y seguridad ciudadana, entre otros.

En el trabajo (Cortes F., 2015) se menciona el uso de OpenCV para desarrollar un sistema multi-agente que detecte el direccionamiento y posicionamiento de robots Lego en escenarios determinados.

Por otra parte Lin, Y. et. al. (Lin Y., et. al., 2017), afirman que el desarrollo de un sistema completo de Inteligencia Artificial disminuye los actos delictivos, incluyendo un sistema que involucre bases de datos, servicio web, entre otras tecnologías.

En otros proyectos realizados en trabajos tales como (Laurenco, V., et. al., 2018; Amato, G., et. al., 2018), concuerdan que los resultados que han obtenido son muy favorables ya que ambos utilizan la Inteligencia Artificial y diversas herramientas tecnológicas disponibles actualmente.

Aplicación del método.

Para el desarrollo del sistema, fueron realizadas las siguientes seis etapas como en la Figura 1:

- Análisis del estado del arte.
- Análisis de técnicas de visión artificial.
- Análisis de requerimientos del sistema.
- Diseño del sistema.
- Desarrollo ágil con metodología XP.
- Pruebas de funcionamiento y resultados

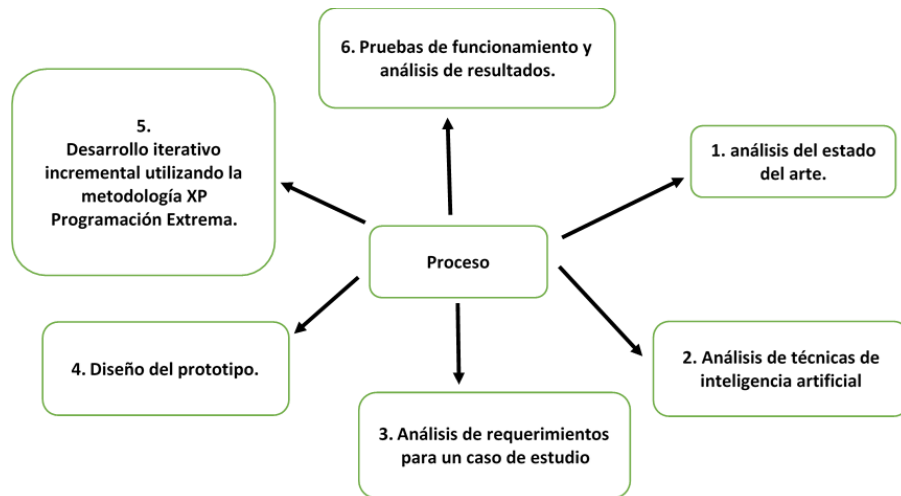


Figura 1. Las seis etapas del método aplicado.

Análisis del estado del arte.

Se realizó un análisis de distintas propuestas de solución relacionadas con la implementación de sistemas con Inteligencia Artificial, así como visión artificial enfocados a contribuir con la seguridad ciudadana.

Análisis de las técnicas de visión artificial.

En esta segunda etapa se realizó un análisis de las diferentes técnicas y algoritmos de visión artificial, así como sus diversas implementaciones con la finalidad de elegir las técnicas apropiadas para el desarrollo del Sistema.

Análisis de requerimientos para un caso de estudio.

Se realizaron casos de uso para determinar los requerimientos del sistema a desarrollar como se muestra en la Figura 2, entre ellos se encuentran los siguientes:

- Detección, inicialización y lectura de video cámaras
- Entrenamiento del algoritmo para el reconocimiento
- Administración de datos
- Acceso y manejo de la base de datos
- Búsqueda y clasificación de información

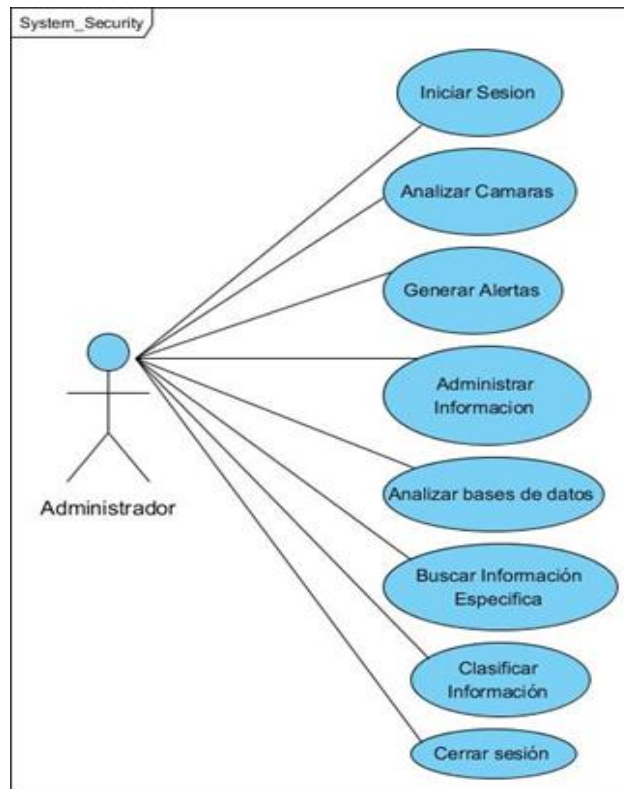


Figura 2. Diagrama de casos de uso del sistema.

Diseño del Sistema.

Se realizó la arquitectura del sistema conforme a los requerimientos en el análisis. En la vista arquitectónica que se muestra en la Figura 3 se observan diferentes capas, las cuales se describen a continuación (Kuchen, F., 1995).

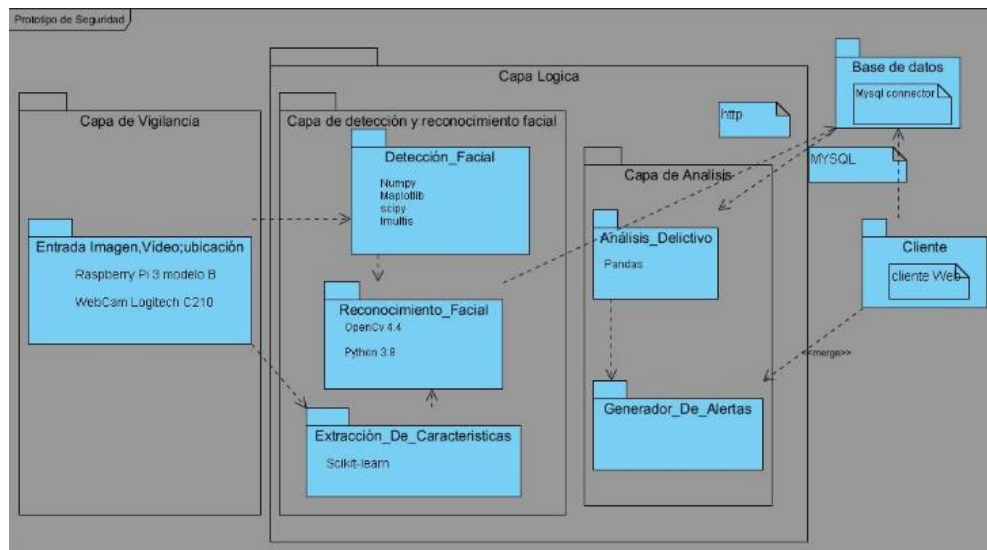


Figura 3. Diagrama de casos de uso del sistema.

Capa de Vigilancia.

Esta capa del sistema consta de la placa Raspberry Pi 3 modelo B que controla la cámara de alta resolución para la vigilancia en el sitio o sitios requeridos.

Capa Lógica.

En esta capa cuenta con paquetes importantes para el funcionamiento del sistema, el encargado de implementar la detección y el reconocimiento y el paquete para el análisis de datos.

- Capa de detección y reconocimiento facial: Cuenta con la funcionalidad que permite la detección facial, el reconocimiento de los rostros, así como el entrenamiento del algoritmo utilizando las bibliotecas de OpenCV.
- Capa de análisis: En esta capa se encuentra el análisis de los datos obtenidos durante el funcionamiento del sistema de reconocimiento y los puntos geográficos, utiliza las bibliotecas Pandas y NumPy, que sirve para la generación de alertas de riesgos.

Capa de Datos.

La arquitectura describe el esquema de los datos que se almacenan, dichos datos tienen origen en la capa de análisis y detección de rostros y estos son consultados para determinar las alertas de riesgo desde la capa de análisis; utiliza el sistema gestor de datos MySQL, que junto con la minería de datos facilita y automatiza la información almacenada. En la Figura 4 se muestra el esquema de la base de datos para el funcionamiento del sistema.

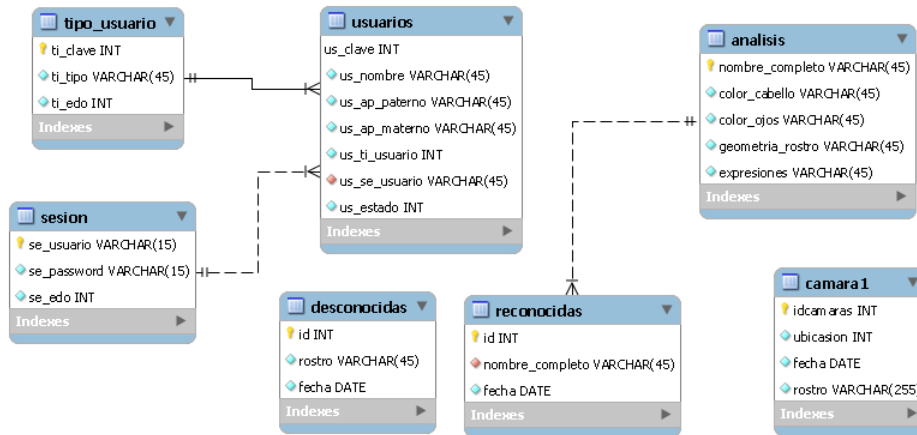


Figura 4. Esquema de la base de datos del sistema.

Etapa de desarrollo iterativo incremental.

Para el desarrollo de software se aplicó un modelo iterativo incremental buscando llegar al resultado final. Se utilizó la metodología XP que está orientada a pruebas, así como el análisis y diseño simple del sistema. XP se basa en valores, principios y prácticas, y su objetivo es permitir que equipos pequeños y medianos produzcan software de alta calidad y se adapten a los requisitos cambiantes y en evolución.

3. Resultados.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos. Inicialmente se desarrollaron pruebas de funcionamiento de la librería de OpenCv con Python. La Figura 5 muestra la detección y seguimiento de rostros con la cámara y las bibliotecas de visión artificial.

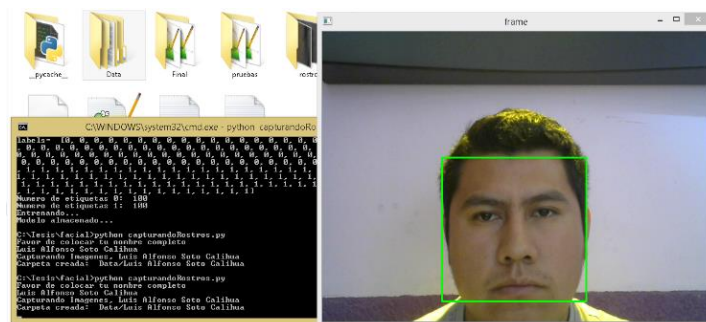


Figura 5. Detección y seguimiento de rostros.

Posteriormente, se desarrolló el módulo del componente de reconocimiento facial y se realizaron pruebas para verificar que el reconocimiento funciona correctamente. En la Figura 6, se muestra el reconocimiento facial con dos personas simultáneamente.

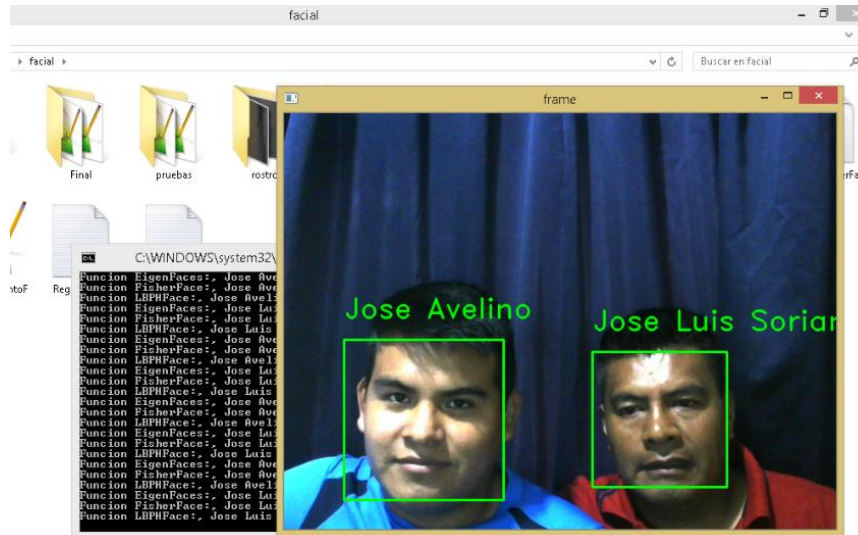


Figura 6. Reconocimiento facial con dos personas a la vez.

Con el reconocimiento facial funcionando, se realizó la conexión con la base de datos MySQL la cual almacena en tiempo real la información. Si la persona es reconocida sus datos son guardados, algunos de los cuales son el nombre completo de la persona, la fecha y la hora en una estampa de tiempo. La Figura 7, muestra los registros de las personas reconocidas por el sistema.

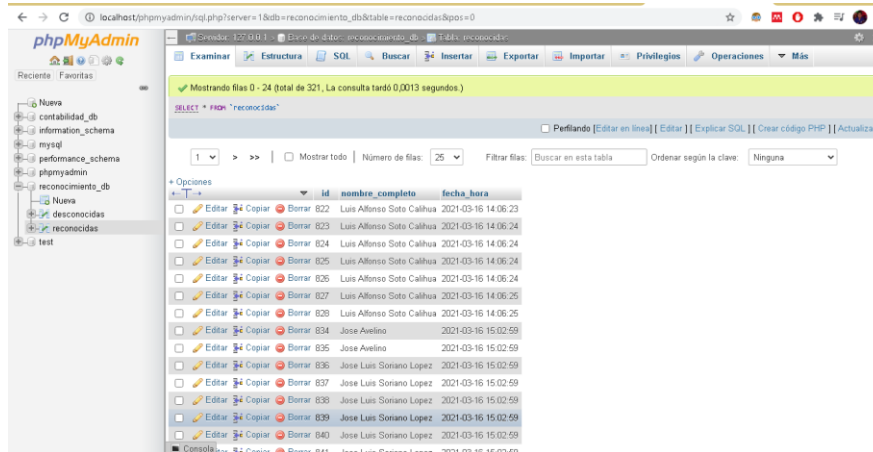


Figura 7. Imágenes de cejas, ojos y boca para el entrenamiento de la red *perceptron*.

El sistema permite detectar también cuando un rostro no se reconoce, como se puede ver en la Figura 8, donde se muestra un rostro no identificado junto con otro que fue reconocido de forma simultánea.



Figura 8. Detección de rostro reconocido junto a otro no reconocido.

Cuando el sistema percibe los rostros de personas no reconocidas, se les asigna un identificador y almacena una captura del rostro, la fecha y hora en tiempo real, del momento en el que el sistema percibe a la persona no identificada. En la Figura 9, se puede observar los registros de las personas no reconocidas, que son almacenados en la base de datos en tiempo real.

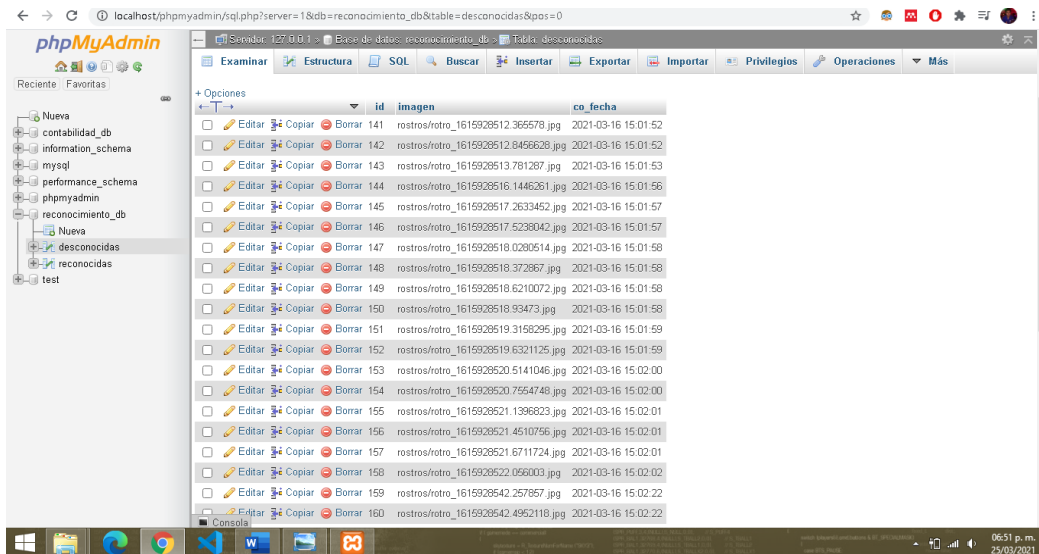


Figura 9. Registros de las personas no identificadas por el sistema.

Conclusiones.

Con el presente trabajo se cumplieron correctamente las etapas de la metodología XP para cumplir los objetivos del proyecto, el sistema implementa técnicas de visión artificial para el reconocimiento facial. El sistema almacena correctamente y es capaz de detectar simultáneamente a más de una persona. Por otra parte, el almacenamiento en tiempo real de la información detectada por el sistema permite gran cantidad de posibilidades de desarrollo de funcionalidades. Como trabajo a futuro, se realizará la implementación de algoritmos de minería de datos para analizar la información almacenada en el sistema, además de incluirá geolocalización para asociar reconocimiento y ubicación, así como mejoras para reducir fallas de reconocimiento por causas como baja intensidad de luz o accesorios que cubren los rostros.

Finalmente, la utilización de técnicas de Inteligencia Artificial permitirá no solo la disminución de actos delictivos si no también podrían prevenir y anticipar los actos delictivos mejorando la prevención de los mismos.

Para la fabricación de este prototipo se deben realizar prueba en campo y optimizar los materiales. De acuerdo con el diseño, es apto para los pequeños productores a los que nos referimos, además de proporcionar aumentos en el crecimiento del ganado y en lo posterior teniendo un impacto económico positivo, porque al implementar un sistema automatizado, promueven una dosificación exacta en tiempo y forma para nuestro ganado, mejorando su calidad.

Comparando los datos obtenidos del análisis por elementos finitos con los valores teóricos, se encuentra que los porcentajes de error son relativamente pequeños, lo que indica la consistencia del método.

Referencias bibliográficas.

- Amato, G., Carrara, F., Falchi, F., Gennaro, C., & Vairo, C. (2018).** *Facial-based intrusion detection system with deep learning in embedded devices.* ACM International Conference Proceeding Series, pp. 64–68. ACM.
- Cortes, F. (2015).** *Reconocimiento de Posicionamiento Y Direccionamiento De lego robot a través de OpenCV* (Tesis Doctoral). Pontificia Universidad Católica De Valparaíso, Chile.
- INEGI (2022).** *Incidencia Delictiva.* https://www.inegi.org.mx/temas/incidencia/#Informacion_general.
- Kruchten, F. (1995).** *Architectural Blueprints—The “4+1” View Model of Software Architecture.* pp.15 :<https://www.cs.ubc.ca/~gregor/teaching/papers/4+1view-architecture.pdf>
- Lin, Y. L., Chen, T. Y., Yu, L. C. (2017).** *Using Machine Learning to Assist Crime Prevention Proceedings - 2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics, IIAI-AAI 2017, 1029–1030,* <https://doi.org/10.1109/IIAI-AAI.2017.46>.
- Lourenco, V., Mann, P., Guimaraes, A., Paes, A., & De Oliveira, D. (2018).** *Towards Safer (Smart) Cities: Discovering Urban Crime Patterns Using Logic-based Relational Machine Learning.* Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN), pp. 1-8. IEEE.
- Marquez, L. (2016).** *Sistema inteligente de reconocimiento de patrones con visión artificial para la alerta automática de intrusos en las áreas de almacenamiento de las PYMES* (Tesis de Ingeniería). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Reyes-Ortiz, O. J., Mejia, M., Useche C. (2019).** *Introducción a la Inteligencia Artificial.* Artículo publicado en el Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, México.
- Semáforo (2022).** *Semáforo delictivo Veracruz.* <http://www.semaforo.com.mx/>.
- SESNP (2022).** *Indice delictivo.* <https://www.gob.mx/sesnsp/acciones-y-programas/incidencia-delictiva-299891?state=published>.
- Szeliski, R. (2022).** *Computer Vision: Algorithms and Applications.* 2nd edn. Springer, New York, EUA .
- Takeyas, B (2016).** *Introducción a la Inteligencia Artificial.* Artículo publicado en el Instituto Tecnológico de Nuevo Laredo, México.

Información de los autores.



Luis Alfonso Soto Calihua, Ingeniero en Sistemas Computacionales, egresado del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, curso la especialidad de Redes de Computadoras, realizo su tesis profesional con el proyecto denominado “Sistema Diseño de un prototipo para la seguridad ciudadana aplicando técnicas de inteligencia artificial”.



Ricardo Omar Raygoza Cózar es Licenciado en Sistemas Computacionales Administrativos por la Universidad Veracruzana, cuenta con Maestría en Ingeniería en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba. Tiene la distinción de Perfil Deseable ante PRODEP y es líder del cuerpo académico en formación “ITSZ-INGETEC” del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica.



Roberto Ruiz Castro. Docente-Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Doctorante en Tecnologías de la Información, Maestría en Tecnologías de Información por parte de la Universidad Cristóbal Colón (UCC) en Veracruz, Ver., Perfil Deseable PRODEP, Integrante del Cuerpo Académico “ITSZ-INGETEC”, Línea de Investigación TECNM Tecnologías emergentes de la información y comunicación.



Arturo Martín Morales Rayón. Docente-Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Doctorante en tecnologías de la Información, Maestría en Gestión de Tecnologías de la Información por parte de la Universidad Tec-milenio, Perfi l Deseable PRODEP, Integrante del Cuerpo Académico ITSZ-INGETEC, Línea de Investigación TECNM Tecnologías emergentes de la información y comunicación.



Ricardo García Castro. Docente-Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Doctorante en Tecnologías de la Información , Maestría en Redes y Sistemas Integrados LANIA , Perfil Deseable PRODEP, Integrante del Cuerpo Académico ITSZ-INGETEC, Línea de Investigación TECNM Sistemas de Computo Ubicuo.



Martín Contreras de la Cruz. Docente-Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Zongolica, Doctorante en Tecnologías de la Información , Maestría en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Orizaba, Perfil Deseable PRODEP, Integrante del Cuerpo Académico ITSZ-INGETEC, Línea de Investigación TECNM Computo ubicuo.