



**Algoritmo de detección de patrones de movimiento, para la identificación de  
allanamiento de morada usando visión computacional**

*Trabajo terminal No. - - - - -*

*Alumnos: Castañon Hernández Valeria Jahzeel*

*Directores: Dr. Lauro Reyes Cocoltzi, Dra. Maria del Rocío Ochoa Montiel*

*e-mail:vcastanoh2100@alumno.ipn.mx*

**Resumen** – A pesar de los avances tecnológicos en los sistemas de vigilancia para el hogar, los delitos como el allanamiento de morada siguen ocurriendo con frecuencia. Aunque muchas viviendas están equipadas con cámaras de seguridad, estas suelen limitarse a registrar eventos, sin detectar que suceden. Este trabajo propone una aplicación que detecte patrones de movimiento asociados con intentos de allanamiento, utilizando una arquitectura de red neuronal existente (Mediapipe) para obtener una estimación numérica de estos movimientos y posteriormente, introducirlos en un modelo de predicción de comportamientos sospechosos.

**Palabras clave** – Visión computacional, patrón de movimiento, red neuronal

## **1. Introducción**

Este proyecto se centra en el desarrollo de un algoritmo para la detección a través del análisis de video proveniente de cámaras de videovigilancia, con un enfoque específico en la detección de tentativas/intentos de allanamiento de morada. El allanamiento de morada se define como el intento de una persona o un grupo de personas de entrar o permanecer en una vivienda o local ajeno sin el consentimiento del ocupante.

Para abordar esta problemática, resulta esencial distinguir entre conductas delictivas y aquellas justificadas por la ley (visitas de cobradores o repartidores), en consonancia con el artículo 285 del Código Penal Federal [1].

El desarrollo de este algoritmo surge del interés en aumentar la seguridad en el hogar, así como en reducir la incidencia de estos delitos o, al menos, alertar de manera más rápida a los propietarios sobre actividades "inusuales" o "potencialmente peligrosas" que puedan estar ocurriendo en el exterior de su vivienda. (poner como ha sido resuelto este problema de forma breve y utilizar las referencias por ejemplo de la tabla y poner las desventajas y resaltar como mi algoritmo puede ser mejor o aborda)

Con el fin de mejorar la seguridad en el hogar y ofrecer una respuesta más rápida ante posibles amenazas, el algoritmo utilizará tecnologías avanzadas como Mediapipe [2] para el procesamiento y análisis de los videos. Mediapipe permitirá la detección de puntos de referencia corporales en los videos, los cuales serán cruciales para identificar patrones de comportamiento sospechosos. Esta información, posteriormente, se

Tizar



utilizará como entrada para una red neuronal, que será entrenada para reconocer y clasificar comportamientos potencialmente peligrosos.

## 2. Objetivo

### Objetivo general

Desarrollar un algoritmo para detectar y clasificar a partir de videos, las siguientes conductas: intentar abrir puertas o ventanas, saltar bardas, y permanecer de pie por un tiempo prolongado afuera de una casa.

### Objetivos específicos

1. Generar un conjunto de datos mediante la recolección de vídeos de diferentes fuentes (conjuntos de datos públicos y YouTube)
2. Preprocesar de los videos recolectados mediante la aplicación de recortes, ajustes de iluminación o transformaciones geométricas
3. Diseño e implementación de un algoritmo de visión por computadora para la detección de patrones de movimiento
4. Evaluación de la precisión y efectividad del algoritmo

## 3. Planteamiento del Problema

Según la revista digital *El Economista*, en 2023, [3] la mayoría de los delitos en México registraron una baja significativa a nivel nacional; sin embargo, la gran mayoría de ellos siguen quedando impunes. De acuerdo con el Observatorio Nacional Ciudadano [4], el delito de robo a casa habitación disminuyó alrededor del 16.20% entre 2022 y 2023. No obstante, encuestas realizadas por el INEGI [5] revelan que, en México, de cada 100 delitos, solo 6.4 se denuncian, y de cada 100 delitos denunciados, solo 14 se resuelven. Además, la incidencia de allanamientos tiende a aumentar durante las vacaciones, cuando las familias regresan a sus hogares y descubren puertas o ventanas rotas, o que les faltan pertenencias.

Este proyecto propone el desarrollo de algoritmo para identificar patrones de movimiento asociados con intentos de allanamiento. Al integrar algoritmos de aprendizaje máquina, redes neuronales artificiales y análisis de datos, el algoritmo podrá detectar movimientos sospechosos, proporcionando una respuesta proactiva frente a posibles delitos y distinguirlos de actos cotidianos que no lo sean, por ejemplo, que llegue un repartidor o un conocido.

En la Tabla 1 se muestra una serie de documentos que realizan algo similar a lo que se ha planteado, de manera que se puede comparar cada uno de estos con el algoritmo propuesto:



Título del trabajo	Metodología	Conjunto de datos	Resultados
An eight-camera fall detection system using human fall pattern recognition via machine learning by a low-cost android box	Se implementó un Relevance Vector Machine (RVM) para la detección de caídas, utilizando HOG y PCA, seguido de un algoritmo de Viterbi para generar alertas en tiempo real.	El conjunto de datos fue creado por ellos mismos mediante el uso de muñecos para simular las caídas, se tiene 1 minuto de video estático en cada video para después tener la grabación de la caída durante y después de que sucedió.	El sistema alcanzó una precisión del 89% en detección humana y una precisión en el entrenamiento del 94%
Deep Learning Approach for Suspicious Activity Detection from Surveillance Video	Se extraen fotogramas de videos de seguridad y se utilizan como entrada para una Red Neuronal Convolucional (CNN). Posteriormente se clasifican las actividades observadas en dos categorías: "sospechosa" o "normal". En caso de detectar una actividad sospechosa, el sistema envía una alerta a las autoridades correspondientes.	Se utilizó el conjunto de datos KTH para el entrenamiento de las conductas normales; el conjunto de datos CAVIAR, videos obtenidos de campus y videos de YouTube fueron utilizados para entrenar las conductas sospechosas, estas incluyen el uso de teléfono celular en el campus, peleas y desmayos.	La fase de entrenamiento alcanzó una precisión del 76% en las primeras 10 épocas. La precisión en la fase de pruebas es del 87.15%.
Suspicious activity detection using deep learning in secure assisted living IoT environments	El sistema procesa imágenes con un clasificador basado en Random Forest para identificar actividades sospechosas. Según el resultado, se pueden activar alarmas, enviar SMS o realizar llamadas.	Se utilizó el conjunto de datos HHAR, contiene datos de acelerómetros y giroscopios de diferentes smartphones y smartwatches, recopilados mientras los usuarios realizaban actividades como caminar, sentarse o subir escaleras.	Se alcanzó una precisión máxima del 98.88%, los resultados mostraron una sensibilidad y especificidad que oscilaban entre el 95.5% y el 99.8%.



Tabla 1. Trabajos relacionados y su comparación con el algoritmo a desarrollar (sintetizar esto en un párrafo)  
(

#### 4. Justificación

Actualmente, estamos viviendo en una época de muchos cambios, entre los cuales se destaca el uso de la inteligencia artificial (IA) en ámbitos cotidianos como el estudio y el trabajo. Según un estudio realizado por Microsoft [6], alrededor del 56% de la generación Z (18 - 24 años) y el 43% de los millennials (25 – 44 años) utilizan y experimentan con la IA. Esto genera una necesidad creciente por parte de las empresas de implementar la IA en muchos de sus productos. De hecho, según un estudio realizado por McKinsey en 2022 [7], alrededor del 50% de las empresas utiliza la IA en el desarrollo de sus productos y/o servicios. Es en este contexto que surge el impacto de este proyecto.

A pesar de los avances tecnológicos en sistemas de vigilancia para el hogar, los delitos de allanamiento siguen ocurriendo [8 referencia de esa gráfica del país]. Aunque muchas casas están equipadas con cámaras de seguridad, estas generalmente solo registran los eventos sin detectar o analizar activamente lo que sucede. La detección de actividades sospechosas suele depender de que los propietarios o terceros noten algo inusual, revisen las grabaciones o reaccionen a las alarmas emitidas por algún sistema instalado, momento en el cual el delito ya ha sido cometido. Esta reacción tardía reduce la eficacia de los sistemas de vigilancia actuales, dejando a los hogares vulnerables y a los propietarios sin una verdadera capacidad de respuesta ante situaciones de riesgo. Es aquí donde la integración de la detección automática en los sistemas de vigilancia puede cambiar esta dinámica. (compactar mas la informacion)

El desarrollo de un algoritmo para la detección de conductas sospechosas relacionadas con intentos de allanamiento, mediante la detección de posturas en las personas, puede mejorar significativamente la seguridad al analizar activamente lo que ocurre, reduciendo la necesidad de supervisión continua. De la misma manera, este algoritmo podría utilizarse para ayudar a prevenir crímenes si se implementa en un sistema dedicado a ello. Además, en otros ámbitos, este algoritmo podría entrenarse para detectar diferentes tipos de comportamientos en distintas ubicaciones y escenarios, a partir de un conjunto de datos específico. Asimismo, la integración del algoritmo en diferentes sistemas podría realizarse sin necesidad de grandes modificaciones, aumentando su versatilidad y aplicabilidad. (plantear de forma breve en que el algoritmo se puede extrapolar a otras herramientas o posibilidad de hacer mas robusto el algoritmo)

#### 5. Productos o Resultados esperados

En la Figura 1 se presenta los componentes del proyecto:

Tizar

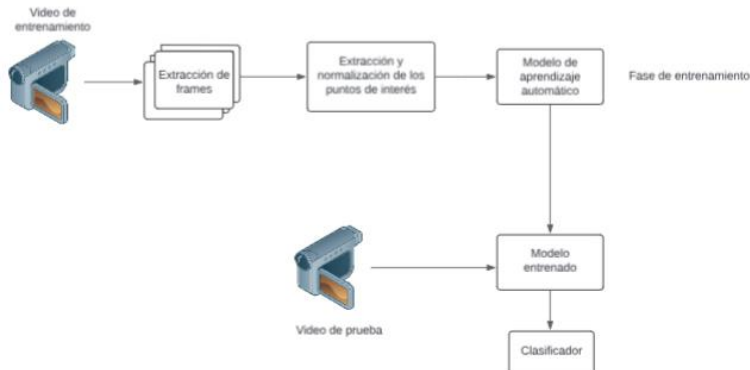


Figura 1. Diagrama de los componentes que conforman el proyecto

Por último, se listarán los productos esperados de este trabajo:

1. Algoritmo capaz de detectar patrones de movimiento relacionados a intentos de allanamiento de morada
2. Conjunto de datos con videos de personas tratando de forzar puertas y/o ventanas, saltando bardas y quedándose paradas mucho tiempo
3. Reporte técnico que muestre el proceso de desarrollo del algoritmo y que compare los trabajos relacionados con el trabajo propuesto, explique el funcionamiento del algoritmo, así como el análisis de los resultados obtenidos y por último una conclusión en base a todo lo anterior.

#### a. Metodología

La metodología que se siguió corresponde al método científico, este se divide en:

- **Observación:** En México, muchos robos a casas quedan impunes porque los sistemas de vigilancia convencionales no son capaces de detectar intentos de entrada no autorizada, lo que limita la capacidad de prevenir el delito.
- **Formulación de la pregunta:** ¿Cómo detectar cuando alguien está tratando de entrar en mi casa cuando yo no estoy? ¿Qué tecnologías existen para evitar esto y cuánto cuestan? ¿qué comportamiento consideramos como sospechoso cuando lo vemos? ¿Cómo distinguir entre alguien que hace algo sospechoso y alguien que no? ¿Cómo podría desarrollarse un sistema de vigilancia capaz de detectar intentos de entrada no autorizada?
- **Planteo de una hipótesis:** "Si se implementa un algoritmo para la detección de patrones de



movimiento que identifique intentos de allanamiento de morada, entonces se reducirá el tiempo de reacción de los propietarios al enviar alertas en tiempo real, permitiendo tomar medidas preventivas antes o durante la consumación del delito.

● **Experimentación de la hipótesis:-**

1. ~~Recolección de datos con los movimientos que se quieren detectar~~
2. ~~Diseño e implementación del algoritmo~~
3. ~~Análisis de resultados~~
4. ~~Evaluación de la hipótesis~~
5. ~~Si la hipótesis no es válida, analizar por qué y hacer las correcciones~~
6. ~~Informe de resultados~~

● **Conclusión**

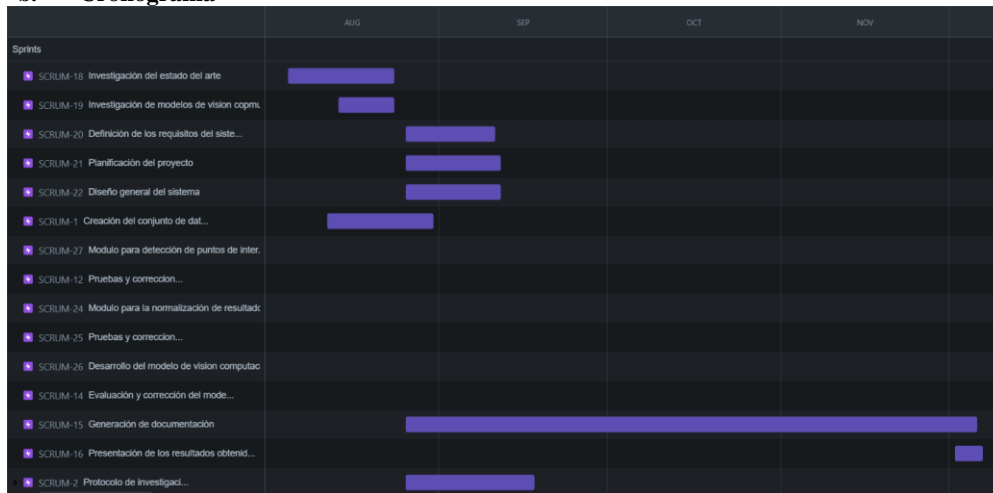
Se siguió una metodología incremental:

1. Investigar el estado del arte para definir el marco y el alcance del proyecto
2. Investigar modelos de visión para implementar en el proyecto
3. ~~Definir los requisitos que el algoritmo tiene que cumplir (detección mediante patrones de movimiento)~~
4. Planificar el proyecto en el tiempo requerido mediante un cronograma de actividades
5. ~~Diseñar de manera general del sistema, incluyendo la arquitectura y como se integran los diferentes módulos~~
6. Buscar y recolectar videos en diferentes conjuntos de datos y videos de YouTube.
7. Preprocesar de los videos recolectados para hacer más fácil la detección de puntos de referencia, este preprocesamiento incluye: recorte, ajuste de iluminación, redimensionamiento y transformaciones geométricas.
8. Desarrollar el módulo para la detección de puntos de referencia, la entrada son los videos preprocesados y la salida una tabla con las coordenadas que corresponden a cada punto.
9. ~~Probar y corregir el módulo desarrollado~~
10. ~~Desarrollar el módulo para la normalización de los resultados obtenidos en la etapa anterior, se seleccionan los puntos relevantes (hombros, rodillas, cabeza) para obtener la distancia entre ellos y realizar una normalización para hacer los datos invariantes a la escala.~~
11. ~~Probar y corregir el módulo desarrollado~~
12. Desarrollar el modelo de red neuronal que detecte los patrones entre los datos obtenidos
13. y los clasifique en actividad sospechosa o actividad no sospechosa.
14. Evaluar y corregir del modelo, se obtienen los resultados del modelo y se evalúan de acuerdo con diferentes métricas (matriz de confusión, F1 score, accuracy, graficas de entrenamiento y validación) y se hacen las correcciones pertinentes para alcanzar los mejores resultados posibles.



15. Redactar del reporte técnico con todo el proceso de desarrollo del algoritmo, así como un análisis de los resultados y una conclusión al respecto.

**b. Cronograma**





### c. Referencias

Comentado [MOU1]: Formato APA o IEEE

1. Código Penal Federal. (2024, 4 septiembre). Justia. <https://mexico.justia.com/federales/codigos/codigo-penal-federal/>
2. Google-Ai-Edge. (s. f.). mediapipe/docs/solutions/pose.md at master · google-ai-edge/mediapipe. GitHub. <https://github.com/google-ai-edge/mediapipe/blob/master/docs/solutions/pose.md>
3. El 2023 En México: a la baja la mayoría de los delitos, pero la alta impunidad subsiste. (2023, 28 diciembre). El Economista. <https://www.eleconomista.com.mx/opinion/El-2023-en-Mexico-a-la-baja-la-mayoria-de-los-delitos-pero-la-alta-impunidad-subsiste-20231228-0113.html>
- 4.





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería  
Campus Tlaxcala



**d. Alumnos y Directores**

*Valeria Jahzeel Castañón  
Hernández* - Alumno de la carrera  
de Ingeniería en Inteligencia  
Artificial en la Unidad Profesional  
Interdisciplinaria de Ingeniería  
campus Tlaxcala (UPIIT),  
Boleta:2022710020, Tel.  
2461168226, email  
[chj08378@gmail.com](mailto:chj08378@gmail.com)

Firma: \_\_\_\_\_

*Lauro Reyes Cocoltzi* – Tel.  
2461921666, email

Firma: \_\_\_\_\_

*Maria del Rocío Ochoa Montiel* –  
Tel. 2414147016, email

Firma: \_\_\_\_\_

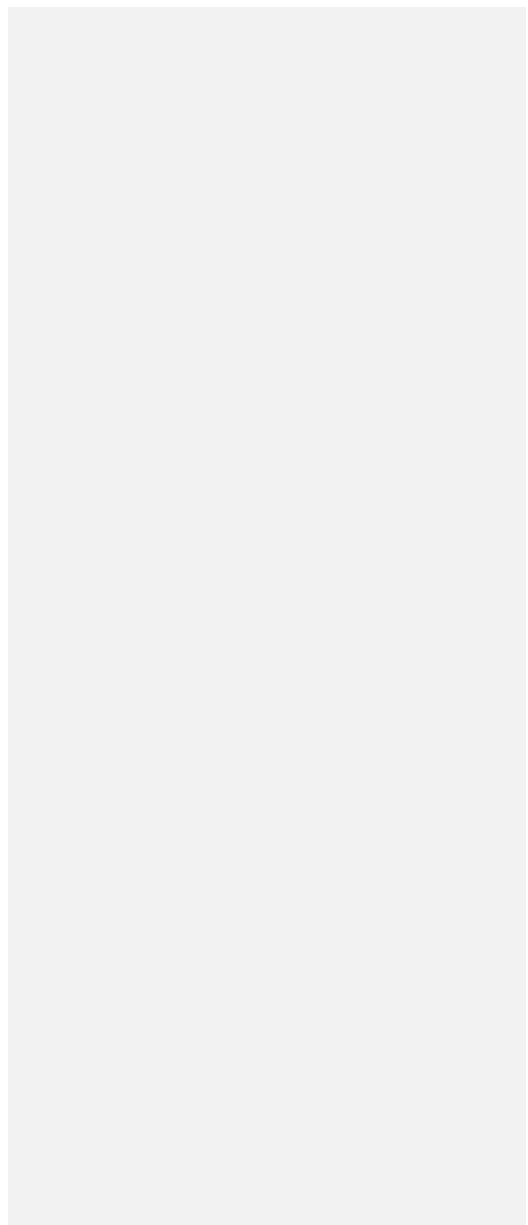


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería  
Campus Tlaxcala



CRONOGRAMA Nombre del alumno(a): \_\_\_\_\_

Título del TT:





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería  
Campus Tlaxcala



TT No.:

[illegible]



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería  
Campus Tlaxcala

