



INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL



Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería
Campus Tlaxcala

Reporte Técnico

“Algoritmo de detección de patrones de movimiento para la identificación de allanamiento de morada usando visión computacional”

No. TT

PRESENTAN:

Valeria Jahzeel Castañón Hernández; Inteligencia Artificial

Asesores:

Lauro Reyes Cocolletzi

**María del Rocío
Ochoa Montiel**

Tlaxcala, Tlax. a 15 de junio de 2024

“La Técnica al Servicio de la Patria”

Agradecimientos

Se recomienda redactarlos de manera formal dando reconocimiento a quienes colaboraron en la formación profesional y en el desarrollo del trabajo que se presenta y no deberán exceder dos páginas.

Resumen

El objetivo de este proyecto es desarrollar un sistema de detección de comportamientos sospechosos en videos de vigilancia de casa habitación, enfocándose en el merodeo y los intentos de allanamiento. Este sistema busca diferenciar entre comportamientos sospechosos y cotidianos, proporcionando una herramienta que mejore la seguridad en el hogar mediante alertas proactivas.

El desarrollo del proyecto inició con la recolección de videos del UCF Crime Dataset y YouTube, que incluyen tanto intrusiones como actividades comunes, como la llegada de repartidores. Los videos fueron segmentados en frames y se mejoró su calidad aplicando ecualización de histograma. Luego, se utilizó flujo óptico para analizar los movimientos en los frames y extraer información clave sobre posiciones y direcciones.

La clasificación se realizó mediante una red neuronal convolucional (CNN) y el algoritmo DeepSORT, que permitió rastrear personas asignándoles identificadores únicos. Los comportamientos sospechosos se categorizaron en merodeo, cuando una persona permanece más de 25 segundos en la escena, y forzar puertas o ventanas, identificando movimientos específicos de manos y pies. El sistema se evaluó con videos de prueba y simulaciones, obteniendo métricas como precisión, F1-score y tasa de falsos positivos.

Términos/Palabras clave

Aprendizaje máquina, cámaras de seguridad, patrón de movimiento, redes neuronales artificiales, visión computacional

Índice

Capítulo 1. Introducción	4
1.1 Antecedentes	4
1.2 Planteamiento del problema	5
1.2.1 Definición del problema	5
1.2.2 Objetivos	7
1.2.3 Justificación	8
1.3 Hipótesis	9
1.4 Aportación científica y/o tecnológica	9
1.5 Organización del proyecto técnico	10
Capítulo 2. Marco teórico	11
2.1 Allanamiento de morada en México	11
2.2 Patrones de movimiento	14
2.2.1 Definición	14
2.2.2 Movimientos asociados a comportamientos sospechosos	15
2.2.3 Movimientos clave para detectar un allanamiento	16
2.3 Visión computacional	18
2.3.1 Conceptos generales	18
2.3.3 Aprendizaje automático para la detección de comportamiento	21
Redes Neuronales Convolucionales (CNN)	22
DeepSORT (Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric)	23
Capítulo 3. Metodología	24
3.1 Recolección de videos	24
3.2 Segmentación en frames	24
3.3 Mejora de calidad de los frames	24
3.4 Análisis del movimiento	25
3.5 Clasificación de comportamientos	25
3.6 Evaluación del sistema	25
3.7 Mejoras al sistema	26

Capítulo 1. Introducción

El proyecto se centra en el desarrollo de un algoritmo de visión computacional para la detección de intentos de allanamiento de morada a través del análisis de video proveniente de cámaras de videovigilancia utilizando MediaPipe y redes neuronales. Se enfoca exclusivamente en la detección de actividades sospechosas como intentar abrir puertas/ventanas, saltar bardas y permanecer en un mismo lugar por tiempo prolongado. Por otra parte, el algoritmo no contempla la detección de actividades normales, como visitas de repartidores, cobradores o familiares.

1.1 Antecedentes

Entre los artículos revisados, se identificaron varios directamente relacionados con la problemática de la seguridad en los hogares. Uno de ellos, **[referencia a FRONT YARD ROBBERY ACTION DETECTION CLIMB-OVER-GATE ACTION ANALYSIS]**, propone un sistema que detecta el movimiento en la escena y rastrea el objeto en cuestión para analizar su flujo óptico. Cuando este patrón coincide con el movimiento de una persona escalando una barda, puerta o reja, se utiliza YOLO para confirmar si el objeto en movimiento es efectivamente una persona. En caso afirmativo, el sistema envía una alerta al usuario. Sin embargo, este trabajo se limita a mostrar el funcionamiento del sistema y no presenta resultados cualitativos que evalúen su rendimiento.

Otro artículo aborda la detección de robos relacionados con vehículos estacionados cerca del hogar **[referencia a Front Yard Surveillance System: Robbery Scene Detection]**. Este sistema escanea el entorno utilizando YOLO para identificar autos y personas, aplicando sustracción temporal cada 10 fotogramas para detectar movimientos. Posteriormente, se dibuja una flecha que indica la dirección del movimiento. El análisis se basa en calcular el tiempo de parada del vehículo y la cantidad de movimientos humanos en la entrada y la zona del vehículo. Si la probabilidad de actividad humana cerca de la entrada y el vehículo es alta, y el tiempo de inactividad del coche supera los 25 segundos, se emite una advertencia.

Al igual que el artículo anterior, este trabajo muestra únicamente el funcionamiento del algoritmo, sin incluir datos cualitativos sobre su desempeño.

Finalmente, se revisó un estudio sobre la detección de merodeo **[referencia a Loitering Detection in Home Surveillance System]**, donde se utiliza YOLO para identificar personas y DeepSORT para rastrear su movimiento, midiendo el tiempo que permanecen en la escena. Si una persona permanece más de un minuto en el área, se clasifica como merodeador. La efectividad del sistema se evaluó en términos de tiempo de respuesta, con un promedio de detección y rastreo de 3 segundos, asumiendo una velocidad de carga de Wi-Fi de 8 Mbps.

Presentar los resultados dentro de los videos y poner que no hay tantos resultados con las pruebas o que no están completas, dar otros parámetros para los resultados. Se pueden presentar o hace una serie de pruebas en las que se diga el resultado en porcentaje de la eficiencia, por ejemplo de 20 experimentos 15 resultaron bien. /// Si podría ser así no? Para la presentación de los resultados

1.2 Planteamiento del problema

1.2.1 Definición del problema

Según la revista digital El Economista, en 2023 la mayoría de los delitos en México registraron una baja significativa a nivel nacional; sin embargo, la gran mayoría de ellos siguen quedando impunes [3]. De acuerdo con el Observatorio Nacional Ciudadano, el delito de robo a casa habitación disminuyó alrededor del 16.20% entre 2022 y 2023 [4]. No obstante, encuestas del INEGI revelan que, en México, de cada 100 delitos, solo 6.4 se denuncian, y de cada 100 delitos denunciados, solo 14 se resuelven [5]. 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. Esto evidencia que, aunque haya una disminución en la tasa de robos, la percepción de inseguridad sigue siendo alta debido a la baja tasa de resolución de casos y al aumento de allanamientos en situaciones específicas.

En respuesta a esta problemática, diversos estudios han explorado el uso de sistemas basados en visión por computadora para detectar comportamientos sospechosos en video.

Un primer enfoque, presentado en [referencia a FRONT YARD ROBBERY ACTION DETECTION CLIMB-OVER-GATE ACTION ANALYSIS], propone un sistema para identificar el acto de escalar bardas o rejas. Este utiliza el flujo óptico para analizar el movimiento en la escena y emplea YOLO para determinar si el objeto en movimiento corresponde a una persona. Si el sistema confirma que se trata de una persona, envía una alerta al usuario. Sin embargo, este trabajo no incluye resultados cualitativos que permitan evaluar el rendimiento del sistema.

Por otro lado, [referencia a Front Yard Surveillance System: Robbery Scene Detection] aborda la detección de robos relacionados con vehículos estacionados cerca de las viviendas. Este sistema utiliza YOLO para detectar autos y personas, combinándolo con sustracción temporal para identificar movimientos. Si un auto permanece estacionado más de 25 segundos cerca de una entrada, y se detecta actividad humana en esa zona, el sistema genera una advertencia. Al igual que el trabajo anterior, este enfoque se limita a mostrar el funcionamiento del algoritmo sin aportar métricas que evalúen su efectividad.

Finalmente, [referencia a Loitering Detection in Home Surveillance System] propone un sistema para la detección de merodeo. Este utiliza YOLO para identificar personas y DeepSORT para rastrear su movimiento, midiendo el tiempo que permanecen en la escena. Si una persona permanece más de un minuto en el área, se clasifica como merodeador. Este sistema reporta un tiempo promedio de detección de

3 segundos bajo una conexión Wi-Fi de 8 Mbps. **//// no se si si podría ser que los pusiera otra vez o solo mencionar que ya se dijeron en el estado de arte**

Pese a los avances logrados, estos métodos presentan limitaciones, como la falta de precisión en escenarios complejos, la dependencia de configuraciones específicas del entorno y la ausencia de resultados cualitativos sólidos. Por ello, este proyecto propone el desarrollo de un algoritmo que, mediante el uso de técnicas de aprendizaje automático, redes neuronales y análisis de datos, sea capaz de identificar patrones de movimiento asociados con intentos de allanamiento. Este enfoque buscará diferenciar movimientos sospechosos de actividades cotidianas, como la llegada de un repartidor o visitas familiares, ofreciendo una solución más precisa y proactiva para mejorar la seguridad en el hogar.

1.2.2 Objetivos

Objetivo general:

Desarrollar un algoritmo para detectar y clasificar patrones asociados a comportamientos sospechosos en videos de videovigilancia a partir del uso de visión computacional,

Objetivos específicos:

1. Generar un conjunto de datos mediante la recolección de vídeos de diferentes fuentes
2. Preprocesar de los videos recolectados mediante la aplicación de recortes o ajustes de iluminación.
3. Diseñar e implementar un algoritmo para la detección y clasificación de las siguientes conductas: intentar abrir puertas o ventanas y permanecer de pie por un tiempo prolongado afuera de una casa (merodeo)

4. Evaluar la precisión y efectividad del algoritmo mediante la comparación con trabajos similares y el uso de diversas métricas de evaluación.

1.2.3 Justificación

En la actualidad, estamos viviendo una época de rápidos cambios tecnológicos, donde la inteligencia artificial (IA) está cobrando un papel crucial en la vida cotidiana, en ámbitos 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) ya utilizan y experimentan con la IA. Este creciente interés ha llevado a que aproximadamente el 50% de las empresas, según McKinsey [7], integren la IA en el desarrollo de sus productos y servicios. En este contexto, el presente proyecto adquiere relevancia.

A pesar de los avances tecnológicos en los sistemas de vigilancia doméstica, los delitos de allanamiento siguen ocurriendo con frecuencia [4]. Si bien muchas viviendas están equipadas con cámaras de seguridad, estas generalmente solo registran los eventos sin detectar ni analizar activamente lo que sucede. La detección de actividades sospechosas aún depende en gran medida de que los propietarios o terceros noten algo inusual, revisen las grabaciones, o reaccionen a las alarmas, lo que a menudo ocurre cuando el delito ya ha sido cometido. Esta respuesta tardía limita la eficacia de los sistemas de vigilancia actuales, dejando a los hogares vulnerables.

El desarrollo de un algoritmo capaz de detectar conductas sospechosas relacionadas con intentos de allanamiento, a través del análisis de posturas y movimientos, a futuro puede ayudar a mejorar la seguridad al proporcionar una detección proactiva y reducir la necesidad de supervisión constante. Además, este algoritmo puede extrapolarse a otros ámbitos, adaptándose para detectar más tipos de comportamientos anómalos en diversos escenarios, lo que lo convierte en una herramienta versátil. Su integración en diferentes sistemas de seguridad relacionados a esta problemática podría realizarse con

modificaciones mínimas, lo que incrementa su potencial de uso en la prevención de delitos y otros contextos de seguridad.

1.3 Hipótesis

Un algoritmo de detección y seguimiento secuencial en video puede ayudar a la detección de actividades anómalas dados en allanamientos a casa habitación, este algoritmo pretende aproximar la actividad observada como lo haría un humano. Los algoritmos secuenciales pueden ser DeepSort, LSTM, CNN o flujo óptico.

1.4 Aportación científica y/o tecnológica

Dentro de los productos esperados están:

- Algoritmo capaz de detectar patrones de movimiento relacionados a intentos de allanamiento de morada
- Conjunto de datos con videos de personas tratando de forzar puertas y/o ventanas, saltando bardas y quedándose paradas mucho tiempo
- 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 también de manera gráfica se presenta un esquema de la arquitectura general del proyecto.

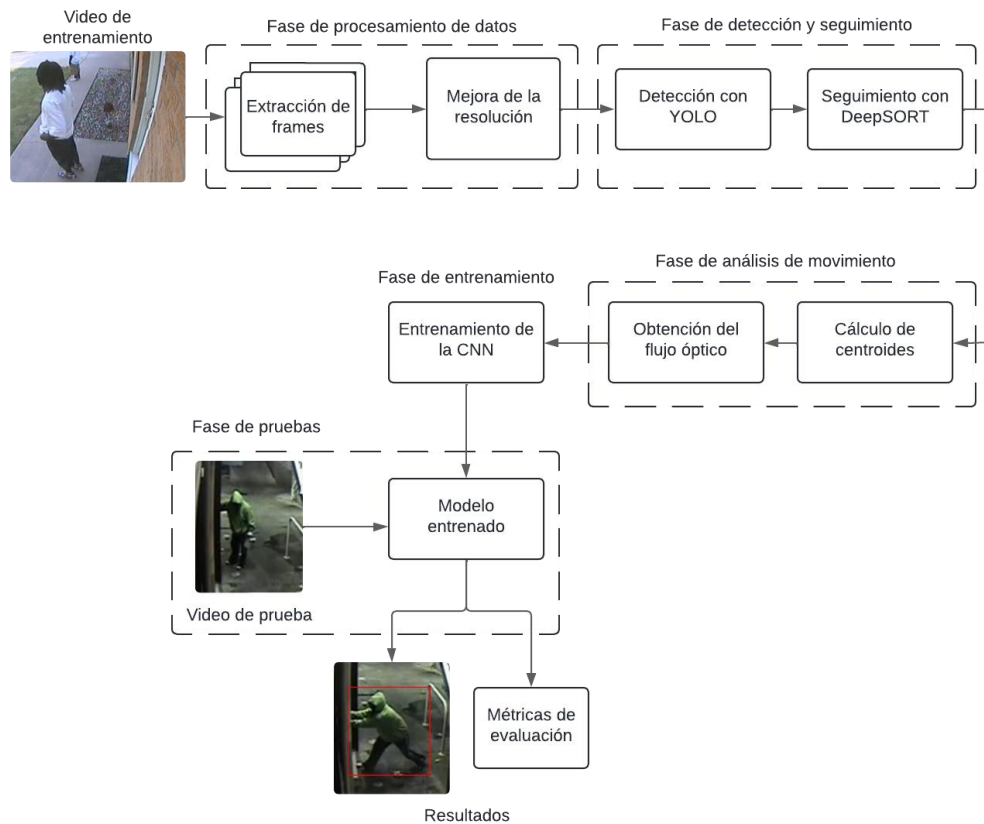


Figura 1. Arquitectura general del proyecto

1.5 Organización del proyecto técnico

El documento está organizado de la siguiente manera, en la sección 1 se incluye la introducción y el estado del arte. El marco teórico se incluye en la sección 2. La metodología del sistema se describe en la sección 3.

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Allanamiento de morada en México

2.1.1 Definición

En México, la protección de la propiedad privada y la seguridad en el hogar están contempladas en diversas disposiciones legales, aunque con diferencias en los tipos de delitos involucrados. El Código Penal Federal establece en su artículo 285 que se impondrán de un mes a dos años de prisión, además de una multa, a quien, sin motivo justificado, orden de autoridad competente ni permiso de la persona autorizada, ingrese de manera furtiva, con engaño o violencia, a una vivienda o sus dependencias. Este delito, conocido como allanamiento de morada, busca proteger la inviolabilidad del hogar y la privacidad de sus habitantes [referencia].

Aunque el allanamiento de morada se enfoca en la intrusión no autorizada, el Código Penal también sanciona el delito de robo, que suele involucrar la entrada a una propiedad para sustraer bienes sin consentimiento del propietario. Según el artículo 367, el robo es cometido por quien se apodera de un bien ajeno sin derecho y sin el consentimiento de la persona que puede disponer legalmente de él. En muchos casos, tanto el allanamiento como el robo implican una violación al espacio privado, aunque el robo añade la intención de apropiación de un bien ajeno [referencia].

Por otro lado, el concepto de merodeo, definido por la Real Academia Española como “vagar por las inmediaciones de algún lugar, en general con malos fines”, puede ser un factor de alerta en contextos de seguridad, aunque no está tipificado específicamente como delito en México. No obstante, en ciertos casos las autoridades pueden realizar arrestos preventivos bajo la presunción de que una persona que merodea podría cometer un delito, amparados en el artículo 2 de la Ley Nacional del Registro de Detenciones en México [referencia].

En conjunto, estas definiciones buscan hacer énfasis en conductas que amenacen la seguridad y privacidad de los hogares, respondiendo a distintos aspectos de la protección de la propiedad.

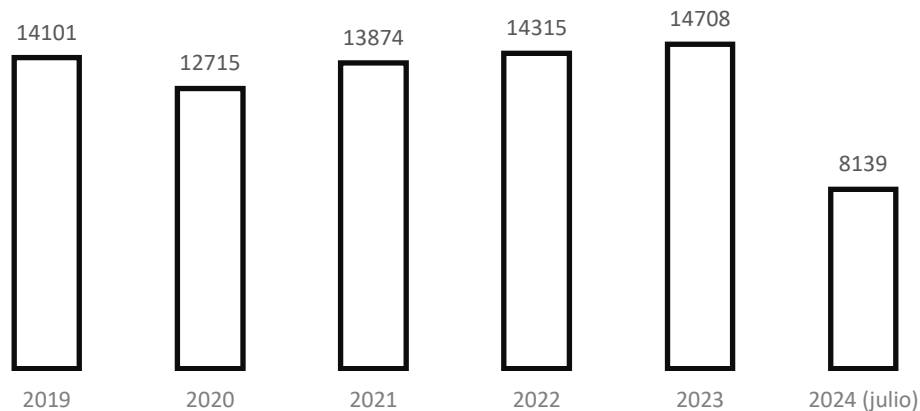
2.1.2 Factores que contribuyen al allanamiento

Diversos factores contribuyen a la ocurrencia de allanamientos de morada. Entre ellos, destaca la eficiencia del sistema judicial. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) [referencia], en México, de cada 100 delitos, solo 6.4 son denunciados y, de estos, únicamente 14 llegan a resolverse. Este nivel de impunidad puede incentivar a los delincuentes a actuar sin temor a consecuencias legales. Existen también factores de atractividad para el allanamiento, como la facilidad de acceso a la vivienda, su desocupación durante el día y el tiempo de intervención policial en la zona. De manera similar, la policía del Reino Unido [referencia] ha identificado elementos que hacen que una casa sea blanco de allanamiento, tales como la ausencia de personas en horarios laborales o vacaciones, y la falta de mascotas o bardas limitando la propiedad.

2.1.3 Estadísticas

En términos de estadísticas, según la revista digital TResearch y el Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública, entre enero de 2020 y julio de 2024 se reportaron 63,751 casos de allanamiento de morada en México.

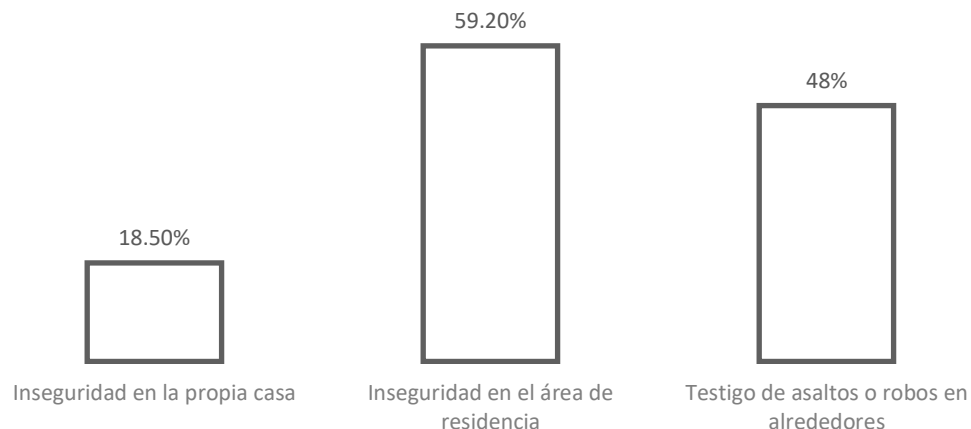
Allanamiento de morada en México



Grafica 1. Estadísticas de allanamiento en México (2019-2024) **///poner una referencia**

Aunque hasta julio de 2024 se registró una disminución del 8% en comparación con el mismo período de 2023, el promedio anual de allanamientos es de 13,903 casos [referencia]. Por otra parte, encuestas del INEGI [referencia] muestran que, en el cuarto trimestre de 2023, el 18.5% de la población se sentía insegura en su propia casa, mientras que el 59.2% reportaba inseguridad en su área de residencia y el 48% había sido testigo de asaltos o robos en los alrededores de su hogar.

Seguridad Pública en México (2023)



Gráfica 2. Estadísticas de la seguridad pública en México [///poner referencia tmb](#)

2.1.4 Impacto del allanamiento en las personas

El impacto del allanamiento de morada va más allá de las pérdidas materiales, afectando también la percepción de seguridad de las personas y generando consecuencias emocionales y psicológicas. La Biblioteca Nacional de Medicina de Estados Unidos cuenta con un artículo sobre los efectos psicológicos que causa un allanamiento de morada [referencia de ese], en ese se destaca que ser víctima de un robo o intrusión en casa es un evento traumático con efectos psicológicos duraderos. Las víctimas suelen experimentar estrés postraumático, ansiedad, miedo, culpa, irritabilidad y problemas para dormir. En muchos casos, las secuelas psicológicas tras un allanamiento pueden ser más perjudiciales que el delito en sí, afectando la calidad de vida y motivando a las personas a implementar mayores medidas de seguridad en sus hogares.

2.2 Patrones de movimiento

2.2.1 Definición

Los patrones de movimiento son formas repetitivas en las que los seres vivos o los objetos se mueven y se pueden observar en actividades como caminar, nadar o volar; estos patrones son fundamentales para entender el comportamiento de los organismos. Estos patrones de movimiento se clasifican en tres tipos principales: locomotores, no locomotores y manipulativos. Los patrones locomotores implican la acción de mover y trasladar el cuerpo (arrastrarse, gatear, rodar, caminar, correr, brincar, etc.); los no locomotores, en cambio, son aquellos que se realizan en un solo lugar y en los que el cuerpo se mueve alrededor de un punto fijo (doblar, estirar, torcer, etc.); finalmente, los patrones manipulativos son aquellos en los que se

emplean las extremidades para realizar acciones con algún objeto (lanzar, atrapar, patear, empujar, etc.) [referencia].

Por otro lado, cuando hablamos de movimientos relacionados con comportamientos sospechosos, es importante definir qué significa "sospechoso". Según la Real Academia Española (RAE), el verbo "sospechar" se refiere a "imaginar algo por conjeturas fundadas en apariencias o indicios; desconfiar de algo o alguien; o considerar a alguien como posible autor de un delito o una falta" [RAE]. Asimismo, el término "comportamiento" deriva del verbo "comportar", que se define como "actuar de una manera determinada" [RAE]. De esta manera, el comportamiento sospechoso puede entenderse como el conjunto de acciones o actitudes que generan desconfianza y llevan a los demás a especular sobre las intenciones de una persona o a percibirla como posible autora de un delito o falta.

2.2.2 Movimientos asociados a comportamientos sospechosos

Existen ciertos movimientos que los seres humanos asociamos instintivamente con conductas sospechosas. Por ejemplo, en el blog del estado de Guanajuato se creó una publicación orientada a ayudar a los ciudadanos a identificar y alertar a las autoridades en caso de presenciar alguna actitud inusual [referencia]. Entre las recomendaciones se incluyen: ruidos extraños, vidrios rotos o disparos, la presencia de personas o vehículos ajenos a la colonia, un negocio con la puerta abierta en horarios no comerciales del cual se esté retirando mercancía, o domicilios con excesivo movimiento no relacionado con una rutina familiar.

En una iniciativa similar, el gobierno de México ha dispuesto en su página oficial una sección que insta a las personas a informar a las autoridades en caso de detectar comportamientos sospechosos [referencia]. Estos comportamientos incluyen la presencia de personas desconocidas en el

vecindario con actitudes inusuales, domicilios con un flujo anormal de personas, ruidos inusuales o luces encendidas las 24 horas del día, individuos que parecen vigilar algún domicilio o persona, aquellos que se estacionan o permanecen demasiado tiempo frente a una propiedad, personas tomando fotografías de casas, personas o negocios en la zona, e incluso quienes solicitan información personal sobre terceros. [referencia]

2.2.3 Movimientos clave para detectar un allanamiento

A partir de los movimientos asociados a comportamientos sospechosos, vamos a hablar a más detalle de los que están relacionados al allanamiento de morada. Los más comunes son:

Movimientos bruscos

Estos pueden ser derivados al jalar, golpear o patear alguna puerta y/o ventana del domicilio. Esto se puede ver más claro en las siguientes imágenes:



Figura 1. Golpear la puerta



Figura 2. Patear la puerta



Figura 3. Jalar la puerta

Vigilancia fuera del domicilio

El merodeo se caracteriza por el hecho de que una persona camina sin una dirección específica en un área determinada o permanece en un mismo lugar durante un período de tiempo prolongado, en este trabajo a las afueras de una casa. En este proyecto, debido a las características de los videos del conjunto de datos que se empleará, se considerará como merodeo cuando una persona permanezca en la visión de la cámara durante aproximadamente 30 segundos. Esto contrasta con el enfoque descrito en **[Loitering Detection in Home Surveillance System]**, donde se define el merodeo como permanecer en el área durante al menos 1 minuto.



Figura 4. Quedarse parado afuera de la casa

Acercamiento a lugares vulnerables

Este está bastante ligado al primer punto, de los movimientos bruscos. Ya que al acercarse a ver secciones como las puertas o ventanas de una casa resulta en una señal de alerta.



Figura 5. Persona vigilando a través de una ventana //cambiar o quitar

2.3 Visión computacional

2.3.1 Conceptos generales

Definición

La visión computacional es un campo de la inteligencia artificial (IA) que utiliza el aprendizaje automático y las redes neuronales para enseñar a ordenadores y sistemas a extraer información significativa de imágenes digitales, vídeos y otras entradas visuales, y a hacer recomendaciones o tomar medidas cuando detectan defectos o problemas. [referencia IBM]

A continuación, se describen las principales herramientas y metodologías implementadas en el proyecto:

Flujo óptico

El flujo óptico permite estimar el movimiento de los píxeles en una secuencia de imágenes consecutivas, identificando cambios de brillo o color. Esto es esencial para detectar acciones como agacharse, jalar o golpear objetos en la escena. En este proyecto, el flujo óptico se utiliza para determinar las posiciones y movimientos de las personas en los videos de vigilancia, proporcionando la base para identificar comportamientos sospechosos [referencia de Matlab][referencia del libro de visión computacional].

Seguimiento de objetos

El sistema utiliza seguimiento de objetos para rastrear la trayectoria de las personas detectadas en el video. Esto incluye:

- Asignación de ID único: Cada persona detectada recibe un identificador único, lo que permite distinguir entre diferentes individuos.
- Modelo DeepSORT: Este modelo facilita el seguimiento de personas, permitiendo analizar su comportamiento a lo largo del tiempo.

El seguimiento no solo ayuda a identificar individuos, sino que también permite clasificar comportamientos como el merodeo, caracterizado por movimientos erráticos o permanencia prolongada en una misma área [referencia Medium].

Recuadros envolventes

Para una visualización clara del seguimiento, se utiliza un recuadro envolvente alrededor de cada persona detectada. Este rectángulo destaca la posición del objeto en el video, lo que facilita la identificación y el monitoreo en tiempo real [referencia Medium].

Centroides

Los centroides representan el centro geométrico de cada objeto detectado. Este concepto es clave para:

- Rastrear trayectorias individuales.
- Predecir movimientos futuros.
- Diferenciar objetos del fondo de la imagen.

En este proyecto, los centroides permiten identificar y analizar patrones de comportamiento asociados a actividades sospechosas, como movimientos repetitivos o permanencia inusual en una zona específica [referencia ResearchGate].

Procesamiento digital de imágenes

El procesamiento digital de imágenes es una rama de la visión computacional que consiste en procesar imágenes digitales mediante un ordenador digital. También podemos decir que es el uso de algoritmos y modelos matemáticos para procesar y analizar imágenes digitales. El objetivo del procesamiento digital de imágenes es mejorar la calidad de las imágenes, extraer información significativa de ellas y automatizar tareas basadas en imágenes. [referencia del libro]

Esto es importante debido a que la resolución en los videos de cámaras de seguridad puede o ser muy bueno o malo, dependiendo de factores como el modelo de la cámara, la cantidad de luz dependiendo la hora o factores ambientales como el clima. Por esta razón el uso de técnicas que ayuden a mejorar la calidad de las imágenes resulta importante para el desarrollo este proyecto ya que la extracción de características de cada una de ellas es la parte más importante para que el modelo de aprendizaje automático pueda identificar correctamente los patrones de movimiento.

Se utilizarán técnicas como:

- **Ecualización de histograma**

El histograma es una función discreta que representa los niveles de intensidad en el intervalo $[0, L - 1]$ de una imagen digital, se representa como $h(r_k) = n_k$ donde r_k es el k -ésimo valor de intensidad y n_k es el número de píxeles de la imagen con intensidad r_k .

Para optimizar la detección de comportamientos sospechosos, es crucial garantizar una buena calidad en los frames de los videos procesados. En este proyecto, se utiliza la manipulación del histograma como una herramienta para mejorar la visibilidad y el contraste de las imágenes. Esta técnica redistribuye los niveles de intensidad de la imagen, mejorando la visibilidad en escenas con baja iluminación o contraste desigual. Aunque la ecualización de histograma puede mejorar significativamente el contraste en muchos casos, su efectividad depende de las características de la imagen. En ciertas situaciones, podría producir resultados menos deseables, como pérdida de detalles en áreas específicas.

La mejora de calidad de los frames mediante la ecualización de histograma garantiza que las técnicas de visión computacional a utilizar funcionen con mayor precisión, al optimizar la claridad de las imágenes, se facilita la detección de movimientos y comportamientos sospechosos en los videos de vigilancia.

2.3.3 Aprendizaje automático para la detección de comportamiento

Se dice que un programa aprende de la experiencia E con respecto a una clase de tareas T y una medida de rendimiento P , si su rendimiento en las tareas de T , medido por P , mejora con la experiencia E . **[referencia al libro de Mitchell]** además de esto debemos identificar la clase de tareas que el programa va a aprender, la medida de rendimiento a mejorar y la fuente de experiencia mediante la cual va a aprender. Existen diversos métodos por los que un programa puede aprender, en este caso para que el programa aprenda a

determinar entre una conducta normal y una conducta sospechosa se pretenden utilizar los siguientes modelos, basándonos en la literatura revisada:

Modelos de aprendizaje comunes en la clasificación y detección de secuencias

Redes Neuronales Convolucionales (CNN)

En el contexto del proyecto, las Redes Neuronales Convolucionales (CNN) juegan un papel crucial para analizar y clasificar patrones en los videos de vigilancia, este tipo de red neuronal es ampliamente utilizada en tareas de clasificación y reconocimiento de objetos en imágenes esto permitirá identificar comportamientos sospechosos.

Las CNN son un tipo de aprendizaje automático supervisado compuesto por tres capas principales:

- Capa convolucional: Extrae características básicas, como bordes, colores y texturas.
- Capa de agrupamiento (pooling): Reduce la dimensionalidad de los datos manteniendo las características más relevantes.
- Capa totalmente conectada (fully connected, FC): Combina la información para realizar la clasificación final.

A medida que los datos avanzan a través de estas capas, la red neuronal incrementa su capacidad de reconocer elementos más complejos, como formas o patrones específicos, hasta identificar el objeto o comportamiento deseado [referencia IBM].

YOLO (You Only Look Once)

YOLO es un algoritmo de visión computacional que permite detectar y clasificar objetos en imágenes y videos de manera simultánea y en tiempo real. Esta capacidad lo hace bastante útil en sistemas de vigilancia, como el

desarrollado en este proyecto, donde se requiere identificar comportamientos sospechosos en tiempo real.

YOLO utiliza una red neuronal convolucional (CNN) que divide la imagen en una cuadrícula. Cada celda de esta cuadrícula predice un número específico de recuadros envolventes junto con una probabilidad de clase asociada. Esta probabilidad indica la certeza de que un objeto específico se encuentra dentro de un cuadro delimitador dado.

Además, YOLO se puede entrenar utilizando conjuntos de datos específicos para detectar clases particulares de objetos. En este proyecto, se aplicará YOLO para identificar personas, puertas y ventanas en escenas de vigilancia.

DeepSORT (Simple Online and Realtime Tracking with a Deep Association Metric)

En este proyecto, se utiliza el algoritmo Deep SORT para el seguimiento de personas en videos de vigilancia con el objetivo de identificar comportamientos como el merodeo. Deep SORT es una extensión del algoritmo SORT, que emplea el filtro de Kalman para rastrear objetos en tiempo real. La principal mejora de Deep SORT se enfoca en la incorporación de una métrica de asociación profunda basada en características visuales, esto permite al algoritmo manejar de manera efectiva situaciones en las que los objetos pueden desaparecer u ocultarse temporalmente en el flujo de video, manteniendo la identidad de los objetos rastreados y reduciendo errores de asociación. [referencia]

En este proyecto este algoritmo es esencial para rastrear a las personas y analizar si permanecen visibles en el área de la cámara durante un tiempo prolongado. Si se detecta que una persona ha estado en la visión de la

cámara por un periodo extendido, este comportamiento será clasificado en la categoría de merodeo.

Capítulo 3. Metodología

3.1 Recolección de videos

Para desarrollar el proyecto, se recolectarán videos del UCF Crime dataset y de YouTube, que incluirán grabaciones de cámaras de seguridad mostrando intrusiones en hogares (como intentos de forzar puertas o ventanas y conductas de merodeo). También se incluirán videos de actividades cotidianas, como la llegada de repartidores, con el objetivo de distinguir entre comportamientos sospechosos y normales.

Los videos tendrán una duración de entre 30 segundos y 2 minutos, con una resolución promedio de 720px. Posteriormente, los videos se dividirán en:

- Entrenamiento: Videos con mejor resolución y visibilidad
- Pruebas: Videos con menor resolución o calidad.

3.2 Segmentación en frames

Cada video se dividirá en frames, que se almacenarán en carpetas específicas para cada video. Para mantener un balance entre fluidez y retención de información, se extraerá un frame cada 10 fotogramas.

3.3 Mejora de calidad de los frames

Se aplicará la ecualización del histograma a cada frame con el objetivo de mejorar el contraste y la calidad visual. Los frames mejorados reemplazarán a los originales, para que las versiones procesadas sean las que se utilicen en las siguientes etapas.

3.4 Detección de objetos usando YOLO

Se utilizará YOLO detectar personas, puertas y ventanas. Aquí se generarán cuadros envolventes alrededor de los objetos detectados y será la base para el seguimiento de movimientos y acciones.

3.5 Seguimiento de los objetos con DeepSORT

Teniendo ya delimitados los objetos, con DeepSORT se rastreará a las personas detectadas asignándoles un ID. De esta manera se podrá realizar el seguimiento de cada persona en la escena, incluso si desaparecen momentáneamente del video.

3.4 Análisis del movimiento con flujo óptico

A partir del flujo óptico, se calcularán los centroides de las personas detectadas, imprimiendo estos puntos en cada frame para visualizar sus trayectorias. Se realizará un análisis detallado del movimiento de pies y manos para identificar intentos de forzar puertas o ventanas.

3.5 Clasificación de comportamientos

Los datos generados (frames mejorados, flujo óptico e IDs) se introducirán en una CNN para la clasificación de los comportamientos. Las condiciones para clasificar los comportamientos serán:

- Merodeo: Se considerará merodeo si una persona (identificada por su ID) permanece en la escena por más de 25 segundos.
- Forzar puertas/ventanas: Se clasificará así si se detectan movimientos sospechosos de manos o pies en las áreas de puertas o ventanas. Por ejemplo, trazos recurrentes cerca de estas.

3.6 Evaluación del sistema

El algoritmo se evaluará utilizando videos de prueba y simulaciones en entornos controlados. Se utilizarán métricas clave como: precisión, matriz de confusión, F1 score y tasa de falsos positivos

3.7 Mejoras al sistema

Con base en los resultados obtenidos, se analizarán posibles mejoras para optimizar el sistema, siempre y cuando haya tiempo disponible.

NOTAS / DUDAS:

1. ¿Debería colocar imágenes en la metodología?
2. ¿Las referencias las coloco en un orden en específico? Por ejemplo, alfabéticamente, o las puedo colocar, ¿así como van apareciendo?
3. ¿El diagrama de la arquitectura general del sistema está bien? O le pongo/quito algo
4. En la parte de la introducción, antes del estado del arte no se si es buena idea poner texto o pasar simplemente al estado del arte

En esta sección se detalla, paso a paso, la forma en que se realizó el trabajo, cómo se procesó la información obtenida (en el caso de emplear paquetería especializada debe mencionarse) y el procedimiento empleado para realizar su análisis.

Se describirán las vías que facilitarán el desarrollo del proyecto. Se sugiere definir las metas intermedias a alcanzar. Se mencionarán las técnicas y herramientas a emplear.

Capítulo 4. Resultados y Discusión

La presentación de resultados es el aspecto central del proyecto terminal. La presentación de este apartado es sencilla, pero debe realizarse de manera cuidadosa ya que contiene la información más valiosa del trabajo, en este capítulo es necesario emplear apoyos visuales como cuadros, gráficas, informes numéricos, fotografías, etcétera, de acuerdo al tipo de estudio, este tipo de información logra que el lector se familiarice con el tema de estudio y lo comprenda con mayor claridad. Cuanto más abstracta sea la idea que está tratando de explicar al lector, más concreto debe ser su material de apoyo.

Es fundamental dejar ver claramente si los resultados son favorables o desfavorables de acuerdo a lo esperado, cuál es su utilidad y que aporta.

Conclusiones

Constituye el cierre del proyecto terminal, debe indicar en qué medida se lograron los objetivos, si se acepta la hipótesis planteada y las contribuciones que se derivan de éste. Su finalidad es dar respuesta al problema que motivó la investigación y valorar si se lograron los objetivos planteados. Las conclusiones deben referirse únicamente a los resultados del proyecto sin hacer conjeturas, no importa que no coincidan con lo que se esperaba.

En esta sección también se mencionan los aspectos pendientes de investigar, como áreas de oportunidad para otras investigaciones.

Referencias

En esta sección se mencionan únicamente las fuentes que fueron empleadas en el desarrollo del proyecto, en orden alfabético, la forma en la que se citan es la determinada por el formato APA.

Se sugiere utilizar administradores de referencias como Zotero, Mendeley, etc.

Se sugiere agregar entre 20 y 30 referencias

Cronograma

Planear las etapas, actividades o tareas clave que demande el TT y estimar su tiempo de realización. Su elaboración debe apoyar la delimitación de los alcances del proyecto. Elaborar un cronograma general y uno por alumno.

Anexos

Se agregan sólo si el trabajo lo requiere. Consiste en mostrar documentos que sirven para ampliar o profundizar el tema, son complementarios y sirven para ilustrar el trabajo, son un apoyo para comprobar los datos. Cada apéndice constituye una unidad independiente y se identifican, por ejemplo, como: ANEXO 1. CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN.