

La inteligencia artificial y la video-vigilancia en la predicción y detección de delitos en espacio-tiempo: una revisión sistemática

Artificial intelligence and video surveillance in space-time crime prediction and detection: a systematic review

Inteligência artificial e vídeo-vigilância na previsão e detecção de crimes no espaço-tempo: uma revisão sistemática

- Fecha de recepción: 2021/09/03
- Fecha de evaluación: 2022/09/21
- Fecha de aprobación: 2022/10/05

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo: Barragán-Huamán H., Cataño-Añazco K., Sevíncha-Chacabana M., & Vargas-Salas O. (2023). La inteligencia artificial y la video-vigilancia en la predicción y detección de delitos en espacio-tiempo: una revisión sistemática. *Revista Criminología*, 65(1), 11-25. <https://doi.org/10.47741/17943108.398>

Hernán Yonathan Barragán-Huamán

Estudiante de Posgrado
Universidad Católica de Santa María
Arequipa, Perú
hernan.barragan@ucsm.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-6873-8405>

Kevin Elías Cataño-Añazco

Estudiante de Posgrado
Universidad Católica de Santa María
Arequipa, Perú
<https://orcid.org/0000-0001-8526-9428>

Mauricio Adriano Sevíncha-Chacabana

Estudiante de Posgrado
Universidad Católica de Santa María
Arequipa, Perú
<https://orcid.org/0000-0002-9562-4726>

Obed Vargas-Salas

Doctor en Derecho
Docente, Universidad Católica de Santa María
Arequipa, Perú
<https://orcid.org/0000-0003-1084-3477>

Resumen

En la sociedad de hoy los delitos vienen incrementándose y particularmente en la ciudad de Bogotá, lo que ha causado muchos inconvenientes a la Policía Nacional de Colombia, así como también a los centros de seguridad ciudadana. Ante esta situación, se ha propuesto una predicción de tiempo-espacio en los puntos críticos de crímenes y delitos, con la ayuda de inteligencia artificial. Por consiguiente, este trabajo tiene como objetivo analizar, resumir, interpretar y evaluar las distintas técnicas de predicción espacio-temporal de la delincuencia con un panorama inteligente. Por la propia naturaleza de la investigación, se utilizó una metodología de enfoque descriptivo-cualitativo, con la cual se diseñaron fichas de observación estructurada para sistematizar información de cinco bases de datos: Scopus, Web of Science, IEEE, ACM, Springer; dichas publicaciones comprenden desde 2019 hasta junio de 2021. En consecuencia, se encontraron en total 3015 estudios, después del proceso de cribado y verificación de los criterios de exclusión e inclusión, se seleccionaron 132 artículos, luego se aplicaron preguntas Psicólogo Interno Residente (PIR), quedando así 18 artículos. Los principales hallazgos encontrados indican que los algoritmos de redes neuronales resultaron ser uno de los métodos más eficaces para la detección de puntos críticos de delincuencia, dado que los grandes avances de la tecnología coadyuvarían en los próximos años a predecir de forma rápida y eficaz los actos delictivos y los crímenes ubicados en cualquier región del continente latinoamericano.

Palabras Clave:

Criminología, inteligencia artificial, detección de delitos, geografía social, Sistemas de Información Geográfica (GIS), mapas delictivos, análisis espacio-temporal. (fuente: Tesauro Criminológico - Instituto de Investigación Interregional de Crimen y Justicia de las Naciones Unidas – UNICRI)

Abstract

In today's society, crimes are increasing, particularly in the city of Bogotá, which has caused many inconveniences to the National Police of Colombia, as well as to the citizen security centers. Given this situation, a time-space prediction of crime and crime hotspots has been proposed with the help of artificial intelligence. Therefore, this paper aims to analyze, summarize, interpret and evaluate the various techniques of space-time prediction of crime with an intelligent view.

Due to the very nature of the research, a descriptive-qualitative approach methodology was used, with which structured observation sheets were designed to systematize information from five databases: Scopus, Web of Science, IEEE, ACM, Springer; these publications span from 2019 to June 2021. Consequently, a total of 3015 studies were found, after the screening process and verification of exclusion and inclusion criteria, 132 articles were selected, then questions were applied Psychologist Internal Resident (PIR), thus leaving 18 articles. The main findings indicate that neural network algorithms proved to be one of the most effective methods for the detection of crime hotspots, given that the great advances in technology would help in the coming years to quickly and effectively predict criminal acts and crimes located in any region of the Latin American continent.

Keywords

Criminology, artificial intelligence, crime detection, social geography, Geographic Information Systems (GIS), crime maps, spatio-temporal analysis (source: Criminology Thesaurus - United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute - UNICRI).

Resumo

Na sociedade de hoje, a criminalidade está aumentando, particularmente na cidade de Bogotá, o que tem causado muitos inconvenientes para a Polícia Nacional Colombiana, bem como para os centros de segurança do cidadão. Diante desta situação, foi proposta uma previsão tempo-espacial de hotspots de crime com a ajuda da inteligência artificial. Portanto, este documento visa analisar, resumir, interpretar e avaliar as diversas técnicas de previsão espaço-temporal do crime com uma visão inteligente. Devido à própria natureza da pesquisa, foi utilizada uma metodologia de abordagem descritiva-qualitativa, com a qual foram elaboradas fichas de observação estruturadas para sistematizar informações de cinco bancos de dados: Scopus, Web of Science, IEEE, ACM, Springer; estas publicações abrangem o período de 2019 a junho de 2021. Consequentemente, foi encontrado um total de 3015 estudos, após o processo de triagem e verificação dos critérios de exclusão e inclusão, 132 artigos foram selecionados, depois foram aplicadas perguntas ao Psicólogo em Residência (PIR), deixando 18 artigos. As principais descobertas indicam que os algoritmos de redes neurais provaram ser um dos métodos mais eficazes para a detecção de hotspots de crime, dado que os grandes avanços na tecnologia ajudarão nos próximos anos a prever rápida e efetivamente atos criminosos e crimes localizados em qualquer região do continente latino-americano.

Palavras-chave:

Criminologia, inteligência artificial, detecção de crime, geografia social, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), mapeamento do crime, análise espaço-temporal (fonte: Thesaurus de Criminologia - Instituto Interregional das Nações Unidas para a Pesquisa sobre Crime e Justiça - UNICRI)

Introducción

La ola de delincuencia y de criminalidad son recurrentes cada día en muchas ciudades que hoy viven en descontento con las acciones y con los actores encargados de velar por la seguridad ciudadana. La sociedad civil exige mayor prevención de delitos y también una mayor vigilancia, pero el caso es más grave toda vez que los países tienden a invertir un alto porcentaje del producto interno bruto (PIB) para la seguridad, descuidando otras áreas de desarrollo y crecimiento económico, esto según los últimos estudios de la ONU. En esa línea, lo que se pretende realizar con el presente artículo es sintetizar información indexada respecto de las estrategias para la prevención del crimen y de la delincuencia con técnicas de predicción espacio-tiempo.

Predicción espacio-tiempo de delitos con soporte de la inteligencia artificial

En los últimos años se ha incrementado la densidad poblacional y, con ello, también los casos de delitos en varias ciudades de todo el mundo, al tiempo que se ignora las medidas de seguridad como es el caso de video-vigilancias u otro tipo de prevención de delitos. Para muchos, esto ha sido un desafío social de planificación de seguridad pública, es por eso que surgió la necesidad de pedir apoyo especializado con el fin de contrarrestar esta situación de vulnerabilidad e inseguridad personal.

Los últimos datos de la comisión de prevención del delito y justicia penal añaden que los delitos de

violencia y crímenes son un desorden y un caos de nunca acabar, debido a que cada minuto que pasa se detecta un delito de toda índole. En este contexto, los tomadores de decisión de algunos países, como Reino Unido, Francia y España, decidieron utilizar algoritmos de inteligencia artificial para reducir la actividad delictiva. Estos algoritmos ayudaron a predecir y detectar puntos críticos de delincuencia con relación al espacio-tiempo. Este método se enfoca en el apoyo provisional a la vigilancia policial y la identificación de lugares críticos de lugares donde se manifiesta mayormente los intentos de delito y los *modus operandi*.

Detección y predicción de los puntos críticos mediante un mapeo espacio-temporal

La ubicación geográfica puede mostrar el volumen creciente de la criminalidad, y detectar la densidad de alto o bajo riesgo de estas, toda vez que los niveles de criminalidad son volátiles con respecto a otros puntos de las ciudades. Investigadores como Shiode y Shiode, (2020) propusieron un enfoque basado en redes para detectar puntos críticos de delincuencia a través de algoritmos. Estos algoritmos se aplicaron en delitos como robos practicados en California, así este medio empírico mostró una tendencia de efectividad del 73,9%, con lo cual se comprueba su utilidad.

Otros investigadores como Xie y Shekhar, (2019) destacaron los enfoques de detección en puntos críticos de delincuencia existentes y propusieron un algoritmo robusto, el cual contempla todas las posibles facetas del problema que se pretende resolver con estadísticas de exploración y normalización no determinista (NN) para la detección de puntos críticos. Este método se consideró para muchos muy novedoso, ya que permitía detectar casos de delitos y verificar su evolución. Dentro de la actividad delictiva, los resultados indican que los delitos más frecuentes son: terrorismo, tráfico ilícito de drogas y homicidios.

Predicción espacial de delitos con margen criminal

La criminalidad se puede traducir como una anomalía de comportamiento que trae consigo violencia considerados delitos para las distintas legislaciones; sin embargo, esto se acentúa indistintamente en ciertas periferias o zonas de las sociedades.

Ahora bien, Brantingham y Brantingham (1993) explican que los delitos que ocurren en áreas específicas no suelen ser delitos aleatorios, sino que pueden darse de manera organizada u oportunista, es decir, hay una mayor posibilidad de ser víctima de un delito al recurrir

con mucha frecuencia por regiones que se encuentran en puntos críticos de hechos de crimen.

Una parte trascendental del artículo en mención es que justamente al considerarse que el delito no es aleatorio, por el mismo hecho de que los criminales están organizados, tienen identificadas las zonas más vulnerables de la periferia. Por lo tanto, para poder lograr una predicción en tiempo y espacio las autoridades tendrían que realizar un mapeo geográfico de los puntos calientes, esto es, de las zonas donde el crimen es muy frecuente.

Así mismo, Gorr y Harries (2003) refieren que la previsión delictiva incluye el uso de sistemas de información geográfica (SIG), esto con el fin de realizar predicciones a corto y largo plazo con métodos univariados y multivariados, así como también el análisis de alto o bajo riesgo.

Por su parte, Flores Arias (2014), quien introduce un número particular sobre la previsión de delitos espaciales, utiliza el enfoque de modelización de terreno de riesgo, lo que significa que se debe hacer un mapeo geográfico de los terrenos donde se comete la mayoría de los crímenes. Una revisión reciente de Chiok (2014) resume estudios anteriores de predicción de delitos donde se utilizó cuatro métodos: máquinas de vectores de soporte, redes neuronales artificiales, teoría difusa y series de tiempo multivariadas, las cuales aportan la rápida detección de algunos crímenes más difíciles de identificar.

Predicción espacio-tiempo de delitos mediante el aprovechamiento de una red neuronal

Elluri et al. (2019) afirman que la red neuronal tiene como finalidad identificar patrones de comportamiento que se traduzcan en actividades delictivas, teniendo como sujeto pasivo a la sociedad civil. Los problemas identificados son el desorden público y la alteración de las buenas costumbres, entre otras. Esta función de la red neuronal aporta beneficios en cuanto a la ubicación de los policías destinados a la vigilancia y la próxima detección de acontecimientos futuros; por lo tanto, este recurso resulta ser eficaz en la detección de delitos espacio-temporales en las periferias.

Relación de la red neuronal con otras redes de predicción

La red neuronal se relaciona con otras redes tales como las redes bayesianas y los árboles aleatorios. Por medio de estas redes, en el Estado de Mississippi se predijo tres tipos de delitos, lo que obtuvo una correlación del 99%, tal como lo afirma Esquivel et al. (2020). De esta manera, se muestra que se utilizaron cinco algoritmos de aprendizaje automático, a efecto de predecir la ocurrencia de algunos lugares donde sería más probable

que incidan estos delitos. De esta manera, se tiene por ejemplo: asalto común y robo con allanamiento de morada. El mejor resultado se obtuvo mediante un árbol de decisiones o *random tree*, con una precisión del 97,4%.

Red neuronal en la predicción de crímenes

Según Butt et al. (2020) para la predicción de crímenes, las redes neuronales se amparan en los eventos temporales, geográficos y ambientales. En ese sentido, estos datos pueden ser utilizados también para generar información acerca del agrupamiento de zonas de conflicto, identificación de patrones de comportamiento, simulación de eventos; todo esto en tiempo real, con lo que pueden ser categóricos para la toma de decisiones a la hora de suscitarse los crímenes.

Mapeo del crimen espacio-temporal y análisis del crimen

En estos tiempos donde la inseguridad ciudadana es cada vez más común, así como también existen limitaciones fiscales, y de la vigilancia y la prevención de delitos, se ha generado la necesidad de descubrir patrones de delincuencia. Algunos resultados sugieren que la geografía local y regional contribuyen significativamente a la explicación de los patrones delictivos, la consideración de un espacio filtro, que se puede analizar desde la video-vigilancia también aumenta el poder explicativo de las conductas, esto por medio de algoritmos de regresión que en buena cuenta tienen la misma función que el *random tree*, es decir, la toma de decisiones.

Tomando el contenido de la investigación de Xiao et al. (2016), la video-vigilancia se ha convertido en una práctica bastante común con el auge mundial de ciudades inteligentes. Desarrollar tecnología de compresión de datos bajo los requisitos analíticos de la información de vigilancia es la clave para resolver el problema del almacenamiento. La investigación criminal exige la preservación de la calidad de los objetos sensibles, generalmente, peatones, rostros humanos, vehículos y placas de matrícula; sin embargo, el valor analítico de los datos de vigilancia se pierde rápidamente a medida que aumenta la relación de compresión de los ciudadanos con las instituciones de seguridad ciudadana.

A casi todos los objetos sensibles necesarios en una investigación criminal se les asigna un alto valor de prominencia en lugar de solo una o dos regiones destacadas. La actividad en el dominio temporal se integra para poner énfasis en los objetos en movimiento, es decir, en los objetos sensibles que luego adquieren

un mayor relieve. La ciudad inteligente ha surgido en los últimos años como un avance en el desarrollo de soluciones avanzadas a problemas comunes en la vida urbana a través del análisis. La video-vigilancia, una composición indispensable de cualquier ciudad inteligente, continúa creciendo en todo el mundo debido a la necesidad de marcos urbanos como la gestión del transporte, la gestión de desastres y la seguridad social.

La implementación de video-vigilancia es típica de todos los gobiernos, sin embargo, este método utilizado para combatir a la delincuencia tiene algunas limitantes; por ejemplo, la capacidad de almacenamiento, la resolución de imagen y de video y la infraestructura para su manejo. Por otro lado, en ciudades con mayor avance tecnológico no solo se utiliza esta herramienta, sino que se le añade el uso de inteligencia artificial para el análisis de video, reconocimiento y rastreo de objetos y personas.

Autonomía espacio-temporal

En palabras de Wain et al. (2017), la video-vigilancia como tal es importante, pero es más trascendente cuando se da cuenta de la forma en que los operadores políticos y de justicia la utilizan para combatir o para aplicar una sanción respectivamente. En ese sentido, se ha visto la necesidad de instalar rastreadores de Sistema de Posicionamiento Global (GPS) a las patrullas de los agentes policiales para detectar los puntos más críticos de crímenes y robos. El mismo método fue utilizado en Gales y en Inglaterra.

En esa misma línea, los investigadores destacan que este método coadyuvó a los gerentes y supervisores de la justicia a poseer un gran control de monitoreo del despliegue de los oficiales en los puntos críticos y, además, se siguió de cerca los movimientos de los oficiales, tanto en tiempo como en espacio.

Redes sociales para la predicción espacio-temporal de crímenes

Según Kalampokis et al. (2013) en los últimos años los usuarios de redes sociales crecieron vertiginosamente. Cada día miles de datos se crean por segundos; a partir de 2012 la aplicación de redes sociales, Facebook alcanzó mil millones de usuarios activos mensuales, mientras que Twitter reportó más de 140 millones de usuarios activos. En ese entender, los investigadores esgrimen que las redes sociales podrían coadyuvar en la predicción y detección de crímenes.

Tal como afirman Kounadi et al. (2020) las redes sociales pueden servir de gran ayuda para detectar o predecir delitos. Esto debido a que cuentan con aplicativos de posicionamiento global o más conocido como GPS.

Por su parte, Gerber (2014) Concluyen que la red social Twitter también ha sido utilizada para predecir delitos. Esto en cuanto que, a través de la identificación de ciertos parámetros, por ejemplo las palabras escritas en los tweets, se pueden identificar acontecimientos delictivos. Si aunamos el mensaje del tweet a la ubicación exacta que arroja el GPS de la aplicación, entonces, estos datos podrían utilizarse por las autoridades a cargo de la seguridad interna de un país.

Predicción por medio de incidentes delictivos

Un método que demostró ser eficaz usando la técnica de incidentes delictivos es el de los puntos calientes, el cual consiste en juntar la información de actos delictivos actuales y crear una predicción en el espacio del delito. Se cree que en esos puntos se volverán a cometer delitos, por lo cual, se presta mayor atención a la zona.

Según Helbich y Jokar Arsanjani (2015) hay dos estrategias que son de suma utilidad, el primero es el modelo aditivo espacio-temporal generalizado (ST-GAM) y el segundo, el modelo aditivo espacio-temporal generalizado local (LST-GAM). Ambos predicen delitos, ya que utilizan datos geográficos, demográficos, espaciales y temporales basados en el incidente delictivo. Además, ayudan a estudiar patrones espacio-temporales, un ejemplo es el usarlos para evitar el terrorismo y accidentes automovilísticos.

Para hacer que estas estrategias funcionen se aplicaron complejas fórmulas que ayudan a la estimación de datos como por ejemplo la fórmula de variable dependiente (k) de una función de producción básica (f) tal que: $K = f(X_1, X_2, X_3, X_{n-1}, X_{norte})$ Donde las variables independientes (X_1, X_2 etc.) se definen como factores estáticos que no cambian con el tiempo. El conocimiento es, por lo tanto, la suma en cualquier punto de la congestión de inteligencia estratégica para combatir el crimen y el terrorismo.

Para probar las estrategias se usaron datos de incidentes que ocurrieron en años pasados, se usó la información geográfica y la ubicación de centros públicos como colegios, empresas, restaurantes, etc. Los resultados fueron favorables y, al comparar distintas estrategias de predicción de delitos, tales como ST-GAM y LST-GAM, se pudo establecer que ST-GAM tuvo mejor desempeño. Esto muestra que las estrategias avanzan junto con la tecnología y constantemente se busca una mejora para poder predecir los incidentes delictivos con más efectividad. Esto bien podría ser usado por los operadores de justicia, con el propósito de hacer un trabajo más rápido y eficiente, pero, sobre todo, apoyados en estrategias que se irán perfeccionando con el paso del tiempo.

Objetivos

Objetivo general

Analizar, resumir, interpretar y evaluar las distintas técnicas de predicción espacio-temporal de la delincuencia con un panorama inteligente.

Objetivos específicos

- Determinar la problemática espacio-temporal de delitos.
- Determinar la eficacia de los métodos propuestos en la investigación con respecto a tiempo y espacio de los puntos más calientes o críticos de la región.

Metodología

Por la propia naturaleza de la investigación, se utilizó metodología de enfoque descriptivo-cualitativo. Basados en esto, se diseñaron fichas de observación estructurada con el fin de sistematizar información de cinco bases de datos: Scopus, Web of Science, IEEE, ACM, Springer, del período de tiempo comprendido entre 2015 hasta junio de 2020. En ese sentido, se encontró un total de 3015 estudios. Después del proceso de cribado y verificación de los criterios de exclusión e inclusión, se seleccionaron 132 artículos, luego se aplicaron preguntas Psicólogo Interno Residente (PIR) hasta quedar 18 artículos.

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda que se utilizó para este trabajo está relacionada con cinco búsquedas de distintas bases de datos y para los respectivos hallazgos se utilizó una cadena de búsqueda que permitió la rápida detección de los artículos necesarios y claros, con el objeto de encontrar manuscritos de calidad. Estos elementos fueron: OR y AND; también se utilizaron palabras como *justice* law**. Estos atributos fueron de suma importancia para encontrar información en las bases de datos antes mencionadas.

Tabla 1. | Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<p>Artículos que concordaban de forma satisfactoria con nuestra investigación.</p> <p>Artículos más recientes 2015-2020.</p> <p>Artículos publicados en inglés.</p> <p>Artículos con bastante fundamentación jurídica.</p>	<p>Artículos que no concuerdan con nuestra investigación.</p> <p>Artículos que son de 2006-2005.</p> <p>Artículos que tenían poca fundamentación jurídica.</p> <p>Artículos que carecían de autores.</p>

Tabla 2. | Primera búsqueda en bases de datos

Base de datos	Cadenas de búsqueda	Método de inclusión y exclusión
Scopus	((Spatio OR Spatial OR Spatio-temporal* OR Temporal* OR Spatial and Temporal) AND (Crime* OR Violation) AND (hotspot OR Dense)).	0
Web of Science	((Spatio OR Spatial OR Spatio-temporal* OR Temporal* OR Spatial and Temporal) AND (Crime* OR Violation) AND (hotspot OR Dense)).	3
IEEE	((Spatio OR Spatial OR Spatio-temporal* OR Temporal* OR Spatial and Temporal) AND (Crime* OR Violation) AND (hotspot OR Dense)).	0
Springer	((Spatio OR Spatial OR Spatio-temporal* OR Temporal* OR Spatial and Temporal) AND (Crime* OR Violation) AND (hotspot OR Dense)).	1
ACM	((Spatio OR Spatial OR Spatio-temporal* OR Temporal* OR Spatial and Temporal) AND (Crime* OR Violation) AND (hotspot OR Dense))	3
Resultados		7

Tabla 3. | Eficacia de los resultados

Base de datos	Total artículos	Artículos relevantes	Precisión total
Scopus	142	2	0,1%
Web of Science	252	3	1%
Springer	777	0	0,00%
IEEE	3	2	0,1%
ACM	14	0	0,00%

Tabla 4. | Segunda búsqueda en bases de datos

Base de datos	Cadenas de búsqueda	Método de inclusión y exclusión
Scopus	(Spatio* OR Spatio-temporal* OR Temp* OR "Spatial Temporal") AND (Crime* OR Violat*) AND (law* OR justic*).	0
Web of Science	(Spatio* OR Spatio-temporal* OR Temp* OR "SpatialTemporal") AND (Crime* OR Violat*) AND (law* OR justic*).	0
IEEE	(Spatio* OR Spatio-temporal* OR Temp* OR "Spatial Temporal") AND (Crime* OR Violat*) AND (law* OR justic*).	4
Springer	(Spatio* OR Spatio-temporal* OR Temp* OR "Spatial Temporal") AND (Crime* OR Violat*) AND (law* OR justic*).	2
ACM	(Spatio* OR Spatio-temporal* OR Temp* OR "Spatial Temporal") AND (Crime* OR Violat*) AND (law* OR justic*).	5
Resultados		11

Tabla 5. | Precisión de los resultados

Base de Datos	Total artículos	Artículos relevantes	Precisión total
Scopus	2025	5	3,5%
Web of Science	1345	2	1,5%
IEEE	11	4	1%
Springer	239.766	0	0,00%
ACM	10	0	0,00%

Tabla 6. | Tipología de artículos obtenidos y seleccionados

Categoría	N.º Art.	Categoría	N.º Art.
Predicción espacio-tiempo	4	Patrones espaciales para la delincuencia	1
Modelo espacio-temporal de delitos	4	Prohibiciones temporales y malas leyes	1
Supervisión espacio-temporal con GPS	2	Mapeos inteligentes	1
Software análisis y detección de delitos	1	Datos espacio-temporal de vigilancia	3
Prevención espacial de delitos	1	Total de documentos	18

Análisis de los resultados de búsqueda

El número de artículos obtenidos a partir de las distintas búsquedas en las bases de datos pertinentes han sido de 3015, de los cuales, después de aplicar el método de inclusión y exclusión, se han seleccionado 136 más; con las preguntas realizadas de PIR quedaron solo 18.

La primera búsqueda se centró, principalmente, en el tema espacio- temporal y su estrecha relación con la inteligencia artificial en el campo del derecho. Los documentos obtenidos fueron 488, de los cuales solo quedaron 7 artículos.

La segunda fase fue casi similar a la primera, la diferencia fue que se utilizaron palabras como “espacio-temporal”, en la cual se encontraron 264.136 artículos, seleccionando al final solo 18 artículos. Como se observó, muchos artículos fueron candidatos para ser analizados, pero con las preguntas de inclusión y exclusión se redujeron considerablemente; más aún, con las preguntas PIR, quedando finalmente los artículos que están más próximos a nuestra investigación.

Resultados

Tabla 7. | Resultados principales y características de la investigación

Autores/artículo/año	Objetivos	Importancia
<p>Detección y predicción de puntos críticos de delincuencia en el espacio-tiempo: una revisión sistemática de los modelos de la literatura (Butt et al., 2020)</p>	<p>El objetivo medular de esta investigación fue haber resumido y evaluado el estado del arte de las técnicas de detección y predicción de puntos críticos espacio-temporales del crimen, mediante la realización de una revisión sistemática de la literatura (SLR). Dichas técnicas se basaron en cuatro aspectos relevantes: (1) el impacto de los enfoques de minería de datos y aprendizaje automático, especialmente las técnicas de agrupamiento en la detección de puntos críticos del crimen; (2) la utilidad de las técnicas de análisis de series de tiempo y las técnicas de aprendizaje profundo en la predicción de tendencias delictivas; (3) la inclusión de información espacial y temporal en conjuntos de datos sobre delitos, lo que hace que los sistemas de predicción del delito sean más precisos y fiables; (4) los desafíos potenciales que enfrentan las técnicas de vanguardia y las futuras direcciones de investigación.</p>	<p>La importancia de esta investigación se concibe en el estudio idóneo sobre la detección y predicción de los crímenes en las regiones más vulnerables y en donde se concentra mayor densidad de delincuencia. El análisis propuesto muestra nuevas técnicas y estrategias desarrolladas, las mismas coadyuvan a los organismos estatales a poder controlar con prolijidad la delincuencia y el crimen. Es menester señalar que las técnicas espacio-temporales se enfocan en la distribución de los puntos críticos del crimen y predicen su ocurrencia futura.</p>
<p>Gestión de inteligencia estratégica para combatir el crimen y el terrorismo (Akhgar & Yates, 2011)</p>	<p>El objetivo central de este estudio es la propuesta de un marco conceptual para brindar herramientas a los organismos estatales encargados de hacer cumplir la ley, en los casos en que desarrollen metodologías para gestionar, de manera estratégica, la inteligencia en el contexto de la detección y prevención del delito y el terrorismo.</p>	<p>La importancia de esta investigación consiste en cómo desarrollar metodologías específicas para combatir el crimen y el terrorismo, utilizando una plantilla conceptual, informada a su vez por ideas de KM.</p>

Autores/artículo/año	Objetivos	Importancia
Desarrollar modelos predictivos basados en aprendizaje automático para vigilancia inteligente (Elluri et al., 2019)	El objetivo del estudio ha sido emplear métodos de análisis estadístico y modelos de aprendizaje automático para predecir diferentes tipos de delitos en la ciudad de Nueva York, según los conjuntos de datos de delitos de 2018. Combinamos el clima y sus atributos temporales como la nubosidad, la iluminación y la hora del día para identificar la relevancia de los datos sobre delitos.	La importancia de esta investigación reside en la utilización del conjunto de datos meteorológicos de la ciudad de Nueva York y los delitos del NYPD de 2018 para verificar si los atributos relacionados con el clima juegan un papel importante o no, mediante la realización de varias técnicas de selección de características. Luego, se observó las características más esenciales en el conjunto de datos, que influyen en las predicciones, y aplicamos varios algoritmos de aprendizaje automático y aprendizaje profundo para comparar su desempeño en la predicción de datos delictivos.
Filtrado espacial de vectores propios para mapeo de delitos espacio-temporales y análisis de delitos espaciales (Helbich & Jokar Arsanjani, 2015)	El objetivo de esta investigación se evidencia en el filtrado espacial de vectores propios (ESF) como un método de mapeo espacio-temporal para descubrir patrones delictivos invariantes en el tiempo.	La importancia de la investigación se puede ver reflejada en la efectividad del filtrado espacial de vectores en la predicción de delitos. Por ejemplo, se utilizó un conjunto de datos de delitos no violentos para el área metropolitana de Houston, Texas, durante el período 2005-2010. Los resultados sugieren que la geografía regional contribuye significativamente a la explicación de los patrones delictivos.
Evaluación del desempeño de algoritmos de agrupamiento jerárquico para detectar puntos críticos de delincuencia espacio-temporales (Baqir et al., 2020).	El objetivo nuclear de esta investigación se ciñe en encontrar los puntos críticos de delincuencia utilizando DBSCAN y HDBSCAN, y se comparará los resultados de ambas técnicas en términos de segundos necesarios para crear los grupos en el conjunto de datos de 100k instancias.	La importancia de esta investigación se centra en el análisis comparativo de dos algoritmos, que sirvieron para detectar los focos de delincuencia en áreas urbanas. Los algoritmos se aplicaron en el conjunto de datos de la ciudad de Nueva York, lo que dio como resultado información detallada sobre dónde ocurren con frecuencia eventos delictivos.
Modelado espacio-temporal de la actividad delictiva (Misyrlis et al., 2017).	El objetivo de la investigación es fundamentalmente analizar los modelos de delitos basados en datos para la predicción del delito y desarrollar estrategias de prevención del delito, utilizando la inteligencia artificial como medio de apoyo.	La importancia de esta investigación reside en la precisión de la predicción del crimen, esto permitirá que los recursos policiales limitados se asignen de manera adecuada para que las comunidades sean más seguras. Por lo tanto, es fundamental obtener una mayor comprensión de los patrones espaciales y temporales que siguen las actividades delictivas.
Paranoia algorítmica: la gubernamentalidad temporal de la vigilancia predictiva (Sheehy, 2019)	Este artículo tiene como objetivo el análisis de la operación temporal del poder ejercido por los algoritmos policiales predictivos. Argumento que la policía predictiva ejerce el poder a través de un estilo paranoico que constituye una forma de gubernamentalidad temporal. La temporalidad es especialmente pertinente para comprender lo que está éticamente en juego en la vigilancia policial predictiva, ya que es una continuación de una práctica histórica racializada de organización, gestión, control y robo de tiempo.	La importancia de este artículo reside en el análisis de la aplicación de técnicas como vigilancia policial predictiva, que implica "tomar datos de fuentes dispares, analizarlos y luego usar los resultados para anticipar, prevenir y responder de manera más efectiva a futuros delitos". Actualmente, el <i>software</i> policial predictivo se emplea en 25 departamentos de policía importantes en ciudades de los Estados Unidos.

Autores/artículo/año	Objetivos	Importancia
Patrones espacio-temporales de delincuencia multiescala: un enfoque bayesiano para modelos multinivel de clasificación cruzada (Quick, 2019)	El objetivo es demostrar los datos que se pueden obtener de los procesos multiescala ya que estas toman en cuenta otras escalas espaciales que están relacionadas al crimen como por ejemplo características sociodemográficas, políticas y del entorno. Gracias a una examinación de los patrones delictivos a través del modelo multinivel se puede obtener una mejor comprensión teórica de los procesos multiescala que tienen relación con el delito y pueden orientar a una política de prevención.	Esta investigación ha demostrado que el crimen tiene relación con ciertas características del lugar como la población, inestabilidad residencial, entre otros datos. Esto demuestra la eficacia de usar múltiples escalas. Por lo tanto, es importante tener en cuenta estos datos para prevenir el crimen.
Predicción de delitos usando Twitter y estimación de la densidad del núcleo (Gerber, 2014)	El objetivo principal de esta investigación es la predicción espacio-temporal con redes sociales como Twitter, ya que actualmente sirve a aproximadamente 140 millones en todo el mundo. Usuarios que publican un total de 340 millones de mensajes (o tweets) por día y, por ello, ayuda al rendimiento de la predicción de delitos. Además, es más eficaz que un enfoque estándar como es la estimación de la densidad de Kernel.	Esta investigación tiene relevancia para las personas implicadas en la justicia y las relacionadas en proteger los espacios geográficos mediante el uso de esta red social para prevenir delitos.
Las consecuencias colaterales del monitoreo GPS-LED en la vigilancia de puntos calientes (Wain et al., 2017)	El objetivo primordial es resaltar los efectos que produce usar la estrategia de los “puntos calientes” o “hot spots” en inglés. Uno de estos efectos podría ser para la policía que es enviada a esos puntos de conflicto; aunque existe un estudio que sostiene que no existe ningún efecto. Otro efecto podría ser la falta de discreción en esos puntos de conflicto, ya que los oficiales podrían afectar su auto legitimidad. En general, existen varios efectos secundarios causados por el método de los puntos calientes.	Este estudio resalta su importancia en la necesidad de que los líderes policiales consideren la actitud del personal en cuanto a la vigilancia de puntos críticos, y cómo los líderes de primera línea supervisan a los involucrados en la implementación de la vigilancia de puntos críticos, si quieren evitar un impacto negativo en el compromiso organizacional y, en última instancia, disfrutar un resultado exitoso.
Predicción de puntos conflictivos delictivos utilizando kriging ordinario en el espacio-tiempo (Deshmukh & Annappa, 2019)	La investigación se enfoca en dar datos precisos y características simples mediante el método de Kriging. Además, también predice ubicaciones futuras de delitos, pues es útil para países en desarrollo ya que los datos restringidos del delito están relacionados a datos personales que podían poner en peligro la seguridad nacional de ese país.	La importancia de esta investigación se concentra en proponer la utilización de un modelo kriging ordinario espacio-temporal. Este método utiliza no solo características mínimas como la ubicación, la hora y el tipo de delito, sino también su correlación para predecir futuras ubicaciones de delitos, lo que ayuda a aumentar la precisión.
Predicción espacio-temporal de eventos delictivos en Baltimore utilizando redes neuronales CLSTM (Esquivel et al., 2020)	El objetivo que tiene esta investigación es usar y ver los resultados del método de redes neuronales a corto y largo plazo, para predecir delitos en la ciudad de Baltimore, EE.UU., ya que este método es más sofisticado y que muchos investigadores científicos aseguran su eficacia a un porcentaje aceptable.	La importancia de esta investigación se evidencia en la propuesta de una red neuronal convolucional (CNN), junto con una red de memoria a largo y corto plazo (LSTM; CLSTM-NN), para predecir la presencia de eventos delictivos en la ciudad de Baltimore (EE. UU.).

Autores/artículo/año	Objetivos	Importancia
Predicciones de delitos en el espacio-tiempo utilizando inteligencia artificial para la seguridad ciudadana en ciudades inteligentes (Butt et al., 2020)	El objetivo de esta investigación es describir con un análisis los puntos de alto y bajo voltaje de la actividad delictiva en el tiempo-espacio, además que permita determinar con el uso de algoritmos inteligentes su fácil detección haciendo que los policías y las seguridades ciudadanas se faciliten con su uso.	La importancia de esta investigación reside en el análisis y enfoque novedoso al empoderar a las autoridades para visualizar mejor las amenazas, identificando y prediciendo las zonas de delincuencia altamente denunciadas en la ciudad inteligente.
SharkFin: minería espacio-temporal de adopción y penetración de software (Papalexakis et al., 2014)	El objetivo de los investigadores es analizar los datos completos, recopilados en el campo que destacan las tendencias actuales en el panorama de las amenazas cibernéticas. Comprender si un conjunto de datos utilizados para la investigación es prudente.	La importancia de este artículo se centra en la formulación de preguntas y respuestas, con el fin de que los investigadores y analistas de seguridad obtengan datos integrales recopilados en el campo que resalten las tendencias actuales en el panorama de las ciberamenazas.
La sombra de 'lo excepcional' detrás de lo 'ordinario': mapeo de una red de lavado de inteligencia (Ugolini & Smith, 2020)	El objetivo de esta investigación es destacar los programas de recopilación de datos personales ante cualquier causa probable de sospecha, ya que las actividades policiales se centran en recolectar evidencias de crímenes después del evento.	La importancia de la investigación se concentra en demostrar la incompatibilidad última entre las actividades de inteligencia 'fuera de lo común' y las investigaciones criminales 'ordinarias' al desenterrar el carácter procesal detrás del lavado de evidencia.
Un enfoque orientado a objetos confidenciales para la comprensión de datos de alta vigilancia para aplicaciones de seguridad social en ciudades inteligentes (Xiao et al., 2016)	El objetivo de esta investigación es detectar problemas comunes en la vida urbana a través del análisis de Big Data, la video-vigilancia. Es una composición indispensable de cualquier ciudad inteligente, sigue creciendo como lugar común en todo el mundo, impulsado por la necesidad de marcos urbanos como la gestión del transporte, la gestión de desastres y la gestión de seguridad social.	La importancia de esta investigación se evidencia en los análisis de los videos de vigilancia dentro de un marco de codificación basado en el ROI, para resolver el gran problema de almacenamiento de datos de vigilancia. La misma investigación permitirá la detección de delitos.
Una revisión sistemática sobre la previsión de delitos espaciales (Kounadi et al., 2020).	El objetivo principal de esta investigación es determinar cuáles son los puntos críticos más alarmantes en la región y por eso se aplican varios algoritmos para su detección y proliferación de seguridad. Los investigadores terminan concluyendo que hay un crecimiento notable en los estudios de predicción espacial del crimen como resultado de técnicas interdisciplinarias	La importancia de la investigación se fundamenta en analizar las principales medidas del rendimiento de la evaluación, como la precisión de la predicción, seguida del índice de precisión de la detección y la puntuación de los lugares más críticos de las diversas ciudades.

Tabla 8. | Posibles resultados con los métodos inteligentes en Latinoamérica

País	Puntos críticos	Tiempo que tardan los agentes de seguridad ciudadana en detectar delitos y crímenes, y sus dificultades	Posibles resultados con la aplicación de algoritmos y otros métodos inteligentes
Perú	Provincia constitucional del Callao, Lima, el norte del país, Ceja de selva y Sierra sur.	Una semana, si el punto es fácil de detectar, pero más de tres semanas si es difícil	Con algoritmos se puede tardar máximo un día; hay que tener en cuenta que la detección es en tiempo real.
Colombia	Cali, Medellín, Bogotá y Barranquilla.	Vigilancia en patrullaje por muchos días, sin encontrar nada.	Los métodos inteligentes pueden predecir el delito mediante un mapeo.
Uruguay	Montevideo	Crímenes y delitos difíciles de detectar con patrullas.	El método de redes neuronales es capaz de predecir lo puntos calientes.
Basil	Brasilia	Lugar donde se comete mayor crimen, delincuencia y su detección tarda mucho.	Los métodos de algoritmos podrían acelerar la detección de crímenes.
Paraguay	Asunción	Pandillas locales, generando repetidas olas de violencia.	Un mapeo inteligente, puede ser eficaz contra la detección del delito.
Chile	Santiago	Proporcionan un mercado de consumo de cocaína y marihuana, así como de drogas sintéticas como el LSD y el éxtasis.	Los métodos inteligentes pueden detectar todo acto delictivo en cualquier momento.
Argentina	Buenos Aires	La mayoría de las actividades delictivas que ocurren en Buenos Aires se dan en la periferia de la ciudad. Específicamente en barrios.	Los algoritmos resultan ser una gran ayuda para detectar toda periferia donde se cometen delitos y crímenes.
Ecuador	Quito	Quito no escapa a los efectos que el narcotráfico ha tenido en el país.	A pesar de ser un delito no relacionado con el crimen, los métodos inteligentes son capaces de detectar este tipo de delitos.
Nicaragua	Managua	Managua es la ciudad que presenta el mayor número de homicidios en Nicaragua.	Los métodos inteligentes también son capaces de detectar zonas de crímenes de alto riesgo.
Republica Dominicana	Santo Domingo	Es uno de los principales países de tránsito de los cargamentos de cocaína.	El algoritmo ayuda a detectar este tipo delitos.
Costa Rica	San José	La mayoría de las muertes violentas continúan siendo el resultado de ajustes de cuentas entre bandas criminales, riñas y asaltos con arma de fuego.	Para la seguridad ciudadana es difícil la detección, pero con las ayudas de algoritmos resultaría más sencillo detectar estos delitos
Ciudad de México	México	El Estado ha sido incapaz de hacerle frente a los grupos de crimen organizado.	El Estado siempre es el más criticado. Por eso, los algoritmos resultarían de un apoyo significativo para estos delitos.

País	Puntos críticos	Tiempo que tardan los agentes de seguridad ciudadana en detectar delitos y crímenes, y sus dificultades	Posibles resultados con la aplicación de algoritmos y otros métodos inteligentes
Panamá	Distrito de Panamá	En el país operan unas 160 pandillas y al menos 60 de estos grupos delictivos son difíciles de detectarlos.	Los resultados como prueba de los algoritmos podrían realizar un mapeo para que en segundos se detecten los delitos.
Guatemala	Ciudad de Guatemala	Las pandillas MS13 y Barrio 18 controlan grandes zonas de Ciudad de Guatemala y las patrullas son ineficientes.	Las patrullas no pueden detectar algunas zonas, por ese motivo los métodos inteligentes podrían ocuparse de su detección.

Fuente: <https://es.insightcrime.org/noticias/balance-insight-crime-homicidios-2021/>

Discusión

Los resultados expuestos de la investigación indican que los puntos más calientes de la región se encuentran en los barrios más pobres, pero otras investigaciones espacio-temporales indican en sus resultados que los puntos más calientes se pueden encontrar en cualquier

región. Además, se concluye que muchas patrullas de seguridad ciudadanas están siempre al pendiente de un caso de delincuencia y crimen, pero lamentablemente no son eficaces con sus rastreos o su detección. En la siguiente tabla se evidenciará la capacidad de los distintos métodos de detección de crimen.

Tabla 9. | Métodos y técnicas de predicción espacio-temporal del delito

Métodos de referencia	Datos y delitos que predice	Resultado y eficacia
Redes neuronales, modelo de predicción de puntos calientes	Datos de la zona principal de la ciudad de Nanchang desde 2014 hasta 2015. Delincuencia de pandillaje, Barrios peligrosos, violencia de toda índole.	La técnica de predicción puede lograr un acierto óptimo en las estadísticas delictivas, trabajando semanalmente.
Bayesiana	Datos de llamadas de servicio proporcionados por la Oficina de Policía de Portland, Oregón (PPB) durante un período de cinco años desde marzo de 2012 hasta finales de diciembre de 2016.	81,50% de precisión 76,00% de precisión 74,30% de precisión 76,25% de precisión 63,75% de precisión 75,00% de precisión 76,75% de precisión
Mapeos inteligentes	Datos de 12 años, 2003 a 2015, San Francisco (EE.UU.) de antecedentes penales y uno de Natal (Brasil) con 10 años (2006-2016) de antecedentes penales de periferias, donde se concentran: tráfico ilícito de drogas, violencia en las calles, homicidios, robos.	Los mapeos inteligentes detectan los futuros actos delictivos en los puntos más críticos de la región.
Estimación de la densidad del Kernel	Crímenes ocurridos en Manila, Filipinas desde el 2012 hasta el 2016.	Las actividades delictivas en Manila alcanzan su punto máximo entre las 8:00 p. m. y las 4:00 a. m.
Espacio-temporal Ordinario Krig-En g	Filadelfia desde enero de 2011 hasta diciembre de 2016: robos, delincuencia, homicidio, hurtos agravados, tráfico ilícito de drogas, terrorismo.	Tiene un 90,52% de sensibilidad, al detectar la delincuencia.

Fuente: Butt et al. (2020)

Como se evidencia en la tabla, los métodos inteligentes dieron resultados asombrosos de detección de crímenes y delitos en tiempo y espacio, pero la eficacia es aún incierta. No obstante, se puede apreciar que en un futuro estos métodos ya tendrán mejores porcentajes de eficacia. Aun así, existe discrepancia con otras investigaciones respecto de su metodología y análisis. En consecuencia, se tiene que: con respecto al análisis del crimen, la ubicación que se muestra en estas investigaciones no tiene márgenes realistas exactas de los puntos más críticos; otra de las cuestiones, son los gráficos o tablas, ya que al estudiarlos son difusos y por ello son poco entendibles.

Algunas desventajas en la implementación de los métodos de la detección y predicción-temporal de delitos

Al elaborar esta investigación se recurrió a diversas fuentes académicas, en donde se expuso la importancia de la inteligencia artificial y la video-vigilancia en la predicción de delitos; no obstante, se evidenciaron algunas posibles desventajas y errores al aplicar estos métodos de predicción.

Según Wain et al. (2017) argumentaron que la aplicación del método de GPS en los patrullajes para monitorear los puntos críticos, resultaría un control total de los movimientos policiales, el cual podría traer conflictos futuros, dado que los oficiales no se sienten cómodos a la hora del rastreo constante. Ahora bien, las redes neuronales, método bayesiano, *random tree*, entre otras, pueden tener fallos en la predicción de delitos en las zonas críticas, tales como la errónea detección de delitos en algunos puntos de la región, poca capacidad para almacenar una inmensa cantidad de datos.

Aportes y una llamada a futuros investigadores

Con el avance de la ciencia, la tecnología y el aumento vertiginoso de la sociedad, surgen nuevos conflictos antagónicos. Aunado a ello, una gran cantidad de ciudadanos que buscan solucionar estos conflictos inter-subjetivos a través de ideas innovadoras.

Ahora bien, cada año miles de estudiantes buscan realizar una investigación novedosa en los diversos campos de estudios académicos; sin embargo, muchos de ellos no logran llegar a sus objetivos, por diversos factores, las más comunes son: la falta de apoyo de centros educativos, en brindar materiales necesarios y óptimos para el desarrollo satisfactorio de la investigación, tales como el acceso gratuito a los bases de datos, fuentes de relevancia académica, acceso a diversos artículos

científicos. También es importante resaltar que América Latina se caracteriza por el ínfimo aporte de investigaciones científicas a nivel global, esto en comparación con países más desarrollados como Estados Unidos, India y algunos países europeos, quienes ponen más énfasis en el tema de las investigaciones. En ese orden de ideas, se hace un llamado muy singular a los discentes, a poder formar parte del espacio académico de la investigación, puesto que la misma será de gran ayuda para el desarrollo personal y para el descubrimiento de nuevos conocimientos que sean capaces, de aportar soluciones futuras a los diversos litigios sociales.

Referencias

- Akhgar, B., & Yates, S.J. (2011). Strategic Intelligence Management for Combating Crime and Terrorism. In: Akhgar, B., Yates, S. (Eds) *Intelligence Management. Advanced Information and Knowledge Processing*. Springer, London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2140-4_10
- Baqir, A., Rehman, S, Malik, S., Mustafa, F., & Ahmad, U. (2020). Evaluating the Performance of Hierarchical Clustering algorithms to Detect Spatio-Temporal Crime Hot-Spots. *2020 3rd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET)*, 1, 1-5. <https://doi.org/10.1109/icomet48670.2020.9074125>
- Brantingham, P., & Brantingham, P. (1993). Nodes, paths and edges: Considerations on the complexity of crime and the physical environment. *Journal of Environmental Psychology*, 13(1), 3-28. [https://doi.org/10.1016/s0272-4944\(05\)80212-9](https://doi.org/10.1016/s0272-4944(05)80212-9)
- Butt, U, Letchmunan, S., Hassan, F, Ali M., Baqir, A., & Sherazi, H. (2020). Spatio-Temporal Crime Hot Spot Detection and Prediction: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 8, 166553-166574. <https://doi.org/10.1109/access.2020.3022808>
- Deshmukh, S., & Annappa, B. (2019). Prediction of Crime Hot Spots Using Spatiotemporal Ordinary Kriging. *Studies in Computational Intelligence*, 771(1), 683-691. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-8797-470>
- Elluri, L., Mandalapu, V., & Roy, N. (2019). Developing Machine Learning Based Predictive Models for Smart Policing. *2019 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP)*, 1, 198-204. <https://doi.org/10.1109/SMARTCOMP.2019.00053>
- Esquivel, N., Nicolis, O., Peralta B., & Mateu, J. (2020) Spatio-Temporal Prediction of Baltimore Crime Events Using CLSTM Neural Networks, in *IEEE Access*, 8, 209101-209112. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3036715>

- Flores Arias, P. (2014). *Modelación y predicción de focos de criminalidad basado en modelos probabilísticos*. Tesis de pregrado, Universidad de Chile, Santiago de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/129832>
- Gerber, M. (2014). Predicting Crime Using Twitter and Kernel Density Estimation. *Decision Support Systems*, 61, 115-125. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2014.02.003>
- Gorr, W., & Harries, R. (2003). Introduction to crime forecasting. *International Journal of Forecasting*, 19(4), 551-555. [https://doi.org/10.1016/s0169-2070\(03\)00089-x](https://doi.org/10.1016/s0169-2070(03)00089-x)
- Helbich, M., & Jokar Arsanjani, J. (2014). Spatial eigenvector filtering for spatiotemporal crime mapping and spatial crime analysis. *Cartography and Geographic Information Science*, 42(2), 134-148. <https://doi.org/10.1080/15230406.2014.893839>
- Kalampokis, E., Tambouris, E., & Tarabanis, K. (2013). Understanding the predictive power of social media. *Internet Research*, 23(5), 544-559. <https://doi.org/10.1108/IntR-06-2012-0114>
- Kounadi, O., Ristea, A., Araujo, A., & Leitner, M. (2020). A systematic review on spatial crime forecasting. *Crime Science*, 9(7), 1-22. <https://doi.org/10.1186/s40163-020-00116-7>
- Chiok, C. H. (2014). Modelos de regresión lineal con redes neuronales. *Anales Científicos*, 75(2), 253. <https://doi.org/10.21704/ac.v75i2.961>
- Misyrlis, M., Cheung, C., Srivastava, A., Kannan, R., & Prasanna, V. (2017). Spatio-Temporal Modeling of Criminal Activity. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Social Sensing*, 1, 3-8. <https://doi.org/10.1145/3055601.3055613>
- Papalexakis, E., Dumitras, T., Chau, D., Prakash, B., & Faloutsos, C. (2014). SharkFin: Spatio-temporal mining of software adoption and penetration. *Social Network Analysis and Mining*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.1007/s13278-014-0240-2>
- Quick, M. (2019). Multiscale Spatiotemporal Patterns of Crime: A Bayesian Cross-Classified Multilevel Modelling Approach. *Journal of Geographical Systems*, 21(3), 339-365. <https://doi.org/10.1007/s10109-019-00305-2>
- Sheehey, B. (2019). Algorithmic Paranoia: The Temporal Governmentality of Predictive Policing. *Ethics and Information Technology*, 21(1), 49-58. <https://doi.org/10.1007/s10676-018-9489-x>
- Shiode, S., & Shiode, N. (2020). A network-based scan statistic for detecting the exact location and extent of hotspots along urban streets. *Computers, Environment and Urban Systems*, 83, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2020.101500>
- Ugolini, V., & Smith, M. (2021). Shadowing 'The Exceptional' behind the 'Ordinary': Mapping a Network of Intelligence Laundering. *Intelligence and National Security*, 36(1), 72-94. <https://doi.org/10.1080/02684527.2020.1791488>
- Wain, N., Ariel, B., & Tankebe, J. (2017). The collateral consequences of GPS-LED supervision in hot spots policing. *Police Practice and Research*, 18(4), 376-390. <https://doi.org/10.1080/15614263.2016.1277146>
- Xiao, J., Wang, Z., Chen, Y., Liao, L., Xiao, J., Zhan, G., & Hu, R. (2016). A sensitive object-oriented approach to big surveillance data compression for social security applications in smart cities. *Software: Practice and Experience*, 47(8), 1061-1080. <https://doi.org/10.1002/spe.2430>
- Xie, Y., Shekhar, S. (2019). Una estadística de exploración basada en la normalización no determinista (exploración NN) hacia la detección robusta de puntos de acceso: un resumen de los resultados. *Actas de la Conferencia Internacional SIAM 2019 sobre Minería de Datos*, 1, 82-90. <https://doi.org/10.1137/1.9781611975673.10>

