#### ALGORITMOS DE CAMINOS PARA PEATONES QUE REDUCEN EL ACOSO CALLEJERO Y LA DISTANCIA

Valentina Zapata Universidad Eafit Colombia vzapataa4@eafit.edu.co Juan Ignacio Lotero Universidad Eafit Colombia jiloterof@eafit.edu.co

#### RESUMEN

El acoso callejero es una de las formas de violencia de género más normalizada actualmente, este tipo de acoso incluye silbidos e insultos sexistas u homófobos. Según diversos informes el 70% de las personas han sufrido acoso sexual en las calles y solo un 10% presenta una denuncia, esto ocurre tan a menudo que se ha normalizado en la mayoría de ciudades. El principal factor del problema es que las personas no reportan el acoso que se ve diariamente, es decir, no existen las bases de datos suficientes para hacer datos oficiales; de esto se deriva que los software actuales de rutas como Google maps y Waze no tienen en cuenta el acoso para sus rutas.

#### Palabras clave

Camino más corto, acoso sexual callejero, identificación de rutas seguras, prevención del crimen.

### 1. INTRODUCCIÓN

El acoso sexual callejero se compone de una serie de prácticas del día a día, que van desde frases, silbidos, pitos de carro y palabras del común. El principal motivo por el cual existe el acoso sexual callejero es por una predisposición a la violencia en el agresor, ya sea por motivos psicológicos o de personalidad, además afecta el entorno familiar y social con antecedentes de violencia. El acoso callejero puede ocasionar lesiones físicas, problemas sociales y emocionales; aquellos que son víctimas de una intimidación tienen mayor riesgo de desarrollar problemas de salud mental y problemas de adaptación en la sociedad. Debido a esto se buscan soluciones para el problema de las rutas inseguras en las calles para peatones, calculando así el riesgo asociado a la toma de una ruta, para encontrar una más segura.

### 1.1. Problema

Actualmente existen diversos problemas sociales, uno de los principales es el acoso callejero por razón de género, este puede ser sexual o físico. Para solucionar esta problemática se tienen diversas opciones; un software que permita tener rutas seguras para los peatones, calculando así el riesgo asociado a la toma de una ruta y esto se logra por medio de algoritmos que usaran bases de datos, antecedentes históricos y opiniones de los usuarios a través de plataformas como Twitter. Se podrá implementar los mapas de calor, identificando de esta forma puntos seguros en relación con las coordenadas y direcciones del usuario. Por último, se puede utilizar diferentes algoritmos como el de Bellman y Dijkstra.

#### 1.2 Solución

Para solucionar la problemática del acoso sexual callejero se realizó una investigación sobre diferentes algoritmos que permitan a los peatones tomar rutas más seguras y que además calculen el riesgo asociado. Esto se logra por medio de algoritmos que usan bases de datos, antecedentes y opiniones de plataformas como Twitter. Finalmente se logro concluir que el algoritmo más apropiado para la solución de esta problemática es el algoritmo de **La ruta más corta en Maze usando Back tracking**; este sistema busca encontrar la longitud del camino más corto de un destino dado de una manera eficiente, construyendo la ruta a través de celdas y diversas posibilidades hasta la meta, explorando 4 caminos y verificando que la ruta sea simple y que no contenga ningún ciclo repetitivo.

#### 1.3 Estructura del artículo

A continuación, en la Sección 2, presentamos trabajos relacionados con el problema. Posteriormente, en la Sección 3, presentamos los conjuntos de datos y los métodos utilizados en esta investigación. En la Sección 4, presentamos el diseño del algoritmo. Después, en la Sección 5, presentamos los resultados. Finalmente, en la Sección 6, discutimos los resultados y proponemos algunas direcciones de trabajo futuro.

### 2. TRABAJOS RELACIONADOS

A continuación, explicamos cuatro trabajos relacionados con la búsqueda de caminos para prevenir el acoso sexual callejero y la delincuencia en general.

# 2.1 Más allá de la ruta más corta: una encuesta sobre navegación de ruta consciente de la calidad para peatones.

Los sistemas de navegación automática de rutas se han convertido en una herramienta importante y necesaria en la sociedad actual, estos son utilizados generalmente dentro de áreas desconocidas para que proporcionen rutas que permitan a los usuarios viajar de un punto a otro minimizando así costos en tiempo, distancia y recursos. Actualmente los investigadores analizan algoritmos que permitan recomendar rutas que brinden seguridad y bienestar al usuario mientras viajan, rutas con menos probabilidad de delitos, accidentes y contaminación. Para la creación del algoritmo se utiliza una recopilación de datos estadísticos gubernamentales, opiniones de la población a través de redes sociales como Twitter y foursquare; y para los atributos de calidad de la ruta se utiliza la taxonomía SWEEP (seguridad, salud y bienestar, esfuerzo, exploración y placer) para ayudar a resaltar los diferentes tipos de atributos de calidad que se han utilizado en los sistemas de recomendación de rutas. En la seguridad se proporcionan rutas seguras, Salud y bienestar, está basado en ayudar a los usuarios a evitar la exposición de la

contaminación a sustancias, y entornos nocivos; el esfuerzo está destinados a minimizar el viaje ya sea de forma cognitiva o física. Exploración, el sistema intentará recomendar una ruta que maximice la oportunidad para que los usuarios visiten y descubran nuevos lugares, mientras que la experiencia recomendará rutas que brinden a los usuarios emociones positivas mientras viajan de un punto a otro, rutas estéticamente tranquilas y hermosas. Concluyendo de esta forma que el documento tiene como objetivo proporcionar una descripción general de los sistemas de navegación de rutas consientes de la calidad, resaltando así fuentes de datos y algoritmos que se han implementado para dichos sistemas. Panote S, Yuanyuan W, Yinhong Z, Shoko W, Péter J, Yukiko K, and Adam J. Beyond the shortest route, in Kyoto, 2017, 1-23.

### 2.2 Prevención del acoso sexual mediante un algoritmo.

Se busca construir un algoritmo de búsqueda de rutas en combinación con mapas de calor, identificando así puntos seguros en relación con las coordenadas y direcciones de un usuario. Es decir, se hizo un estudio sobre mapas del calor que puede hacer predicciones de lugares con alto riesgo en incidentes de acoso sexual generadas con Python de gmaps, para encontrar puntos seguros cercanos e indicaciones para caminar a esos lugares usando algoritmos de búsqueda y de esta forma se puede prevenir casos de acoso sexual. Los puntos de riesgo se identifican con los colores más cálidos y los puntos seguros se identifican con los colores más fríos, de esta forma el usuario puede tomar la mejor ruta hacia su destino. Sin embargo cuando el usuario está en una situación de estrés, la aplicación debe determinar la ruta más segura, para esto el algoritmo usa el método de dibujo lineal de Bresenham. Un algoritmo que determina los puntos de un rastrer dimensional haciendo una aproximación cercana a una línea recta entre dos puntos, esto permite calcular el promedio de las puntuaciones de riesgos de cada ruta para determinar la mejor, teniendo en cuenta la distancia y los mapas de análisis del calor para prevenir casos de acoso sexual.

Daniel Ma. Preventing sexual harassment through a path finding algorithm using nearby search, in Mumbai, 2020, 1-13.

### 2.3 Incorporar un índice de seguridad en la búsqueda de rutas.

Hay muchas dificultades asociadas con la recopilación de datos y el desarrollo de un índice, muchas carreteras con mayor volumen de tráfico eran más seguras. El indicador de seguridad incluye registro de accidentes y una inspección manual de la seguridad de cada inspección. Para esto los protocolos deben considerar un índice de riesgo de seguridad que Requiere información sobre el tráfico vial y un índice para facilitar su uso. De igual forma según el tipo de vehículo se determina cuantas personas pueden viajar en él; esto por el peso, la condición del pavimento, y un camino con una calificación baja, ya que estos son más seguros. Además, se requieren datos del viajero e información de la carretera, velocidad del enlace y la densidad del tráfico. El índice puede variar según el usuario que esté viendo la página. Se crea un índice utilizando el mecanismo de choque para determinar enlaces e intersección, girar a la derecha, a la izquierda, hacer cambio de sentido. Concluyendo así que el método propuesto se aprobó con dos diferentes objetivos; objetivo 1: patrón de ruta más corta, camino con menor tiempo y objetivo 2: Identificar solución equilibrada entre tiempo de viaje con la seguridad. Zhaoxing He, and Xion Qin. Incorporating a safety index into pathfinding, in Milwaukee, 2011, 1-18.

## 2.4 Un sistema de integración y análisis de datos para un plan de ruta seguro.

En india el acoso sexual callejero a las mujeres de la población se ha convertido en un caso constante a través de los años. Con muchas demandas acerca de esto, se quiere lograr por medio de un sistema hacer rutas más seguras y a la vez rápidas para bajar el índice de acoso sexual u otros delitos en India, haciendo así que las mujeres se sientan seguras

viajando. Primero se empezó buscando la ruta más segura para la mujer según la región, esto se hizo por medio de una encuesta a las mujeres de la zona y con una recopilación de antecedentes históricos. En base a esto se creó una base de datos para ver qué factores inciden o afecten el resultado, aun así, hay valores que reducen la precisión. Un dato muy importante para tener en cuenta es el número de personas en la zona, para esto se calculó un valor aproximado considerando el rango y se estimaron los valores. Con los datos obtenidos se presentó una gráfica, se analizó y se tuvo una muestra significativa; concluyendo de esta forma que las mujeres tendrán una mejor opción de ruta. Andreas Keler and Jean Damascene. Safety-aware routing for motorised tourist based on open data and VGI, in Germany, 2016, 1-16.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección, explicamos cómo se recogieron y procesaron los datos y, después, diferentes alternativas de algoritmos de caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

### 3.1 Recogida y tratamiento de datos

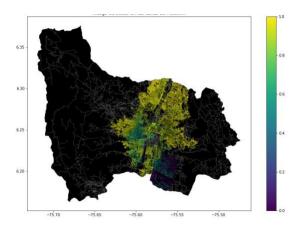
El mapa de Medellín se obtuvo de *Open Street Maps* (OSM)<sup>1</sup> y se descargó utilizando la API<sup>2</sup> OSMnx de Python. El mapa incluye (1) la longitud de cada segmento, en metros; (2) la indicación de si el segmento es de un solo sentido o no, y (3) las representaciones binarias conocidas de las geometrías obtenidas de los metadatos proporcionados por OSM.

Para este proyecto, se calculó una combinación lineal (CL) que captura la máxima varianza entre (i) la fracción de hogares que se sienten inseguros y (ii) la fracción de hogares con ingresos inferiores a un salario mínimo. Estos datos se obtuvieron de la encuesta de calidad de vida de Medellín, de 2017. La CL se normalizó, utilizando el máximo y el mínimo, para obtener valores entre 0 y 1. La CL se obtuvo mediante el análisis de componentes principales. El riesgo de acoso se

<sup>2</sup> https://osmnx.readthedocs.io/

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> https://www.openstreetmap.org/

define como uno menos la CL normalizada. La Figura 1 presenta el riesgo de acoso calculado. El mapa está disponible en GitHub<sup>3</sup>.



**Figura 1.** Riesgo de acoso sexual calculado como una combinación lineal de la fracción de hogares que se sienten inseguros y la fracción de hogares con ingresos inferiores a un salario mínimo, obtenidas de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín, de 2017.

### 3.2 Alternativas de caminos que reducen el riesgo de acoso sexual callejero y distancia

A continuación, presentamos diferentes algoritmos utilizados para un camino que reduce tanto el acoso sexual callejero como la distancia.

# 3.2.1 Un algoritmo de solución mejorado para el problema de la ruta más corta restringida.

El problema del camino corto (SP) es uno de los problemas más comunes en las redes. El principal objetivo de este, es identificar a través de nodos las redes iniciales y filiales de una ruta predeterminada, de esta forma poder resolver el algoritmo de una manera óptima y eficaz. En el artículo se presenta un algoritmo exacto donde se demuestra instancias de problemas grandes (40000 y 80000 arcos) se pueden

resolver en un tiempo razonable, es decir, tiene ventajas sobre los otros métodos en términos de tiempo de solución y requisitos de memoria de la computadora; este problema del camino más corto se soluciona formulando ajustes polinomiales. Existen dos posibles soluciones eficaces para el problema cSp propuestos por Hendler y Zang (1980), uno requiere resolver un problema de k-Short que es un problema de enrutamiento de la ruta más cota, siendo k una generalización del problema en la red de los bucles, su objetivo principal es identificar k caminos como una variable desde el nodo de origen hasta el nodo de destino, estos son ordenados en longitud ascendente, de esta forma evalúa el camino más corto y se obtiene un camino factible para la restricción y el otro se basa en la relajación lagrangiana que es una técnica de descomposición para la solución de problemas matemáticos a gran escala. Además se conoció un tercer algoritmo de solución, este utiliza un algoritmo de manera similar, pero su principal diferencia es la forma en la que los k-caminos más cortos están ordenados, el concepto es subyacente que considera los dos costos de red involucrados. Finalmente se hizo una comparación computacional de los algoritmos de solución, codificando y probando en 180 redes generadas aleatoriamente y de diferentes tamaños. Estas comparaciones indican que cuando existen costos de arco negativos, el algoritmo de Bellman es el más eficiente; y cuando no existen el algoritmo de Dijkstra es el más eficiente.

### 3.2.2 Encuentra el camino más corto en un laberinto.

El camino más corto en un laberinto está basado en el algoritmo de leer, el cual es una posible solución para los problemas basados en la búsqueda de enrutamiento de laberintos basados en la búsqueda de amplitud. Como resultado da una solución óptima si existe, la cual requiere de mucha memoria. Se da un laberinto en forma de matriz rectangular binaria para encontrar el camino más corto en cuestión de longitud hasta un destino determinado. Estas

de problemas grandes (40000 y 80000 arcos) se pueder

3 https://github.com/mauriciotoro/ST0245Eafit/tree/master/
proyecto/Datasets/

rutas solo se pueden construir a partir de celadas que tienen valor 1, y solo se puede mover un paso en una de las 4 direcciones existentes válidos.

### 3.2.3 En un método exacto para el problema de la ruta de un laberinto.

El CSP se utiliza como un componente básico en la generación de columnas, métodos de solución para la programación de la tripulación y los problemas de alineamiento. El algoritmo de pulso: intuición y visión general, que se basa propagando pulsos a través de una red desde un nodo de inicio (VsAN) o un nodo final (VeAN), estos se propagan cuando el algoritmo se enumera completamente en todos los caminos, asegurando que siempre se encuentre el camino óptimo. Estrategias de pulso: este depende de gran medida de la fuerza de su estrategia poda.

#### 3.2.4 La ruta más corta en Maze usando Back tracking

Este sistema busca encontrar la longitud del camino más corto a un destino dado. El camino solo puede ser construido a partir de celdas y para encontrar el camino más corto se debe de buscar diferentes posibilidades hasta la meta. Para ayudar a que sea más fácil se debe comenzar desde la matriz de origen y explorar cuatro caminos, verificando así si conduce al destino y asegurarse de que la ruta es simple y no contiene ningún ciclo. La complejidad del tiempo debe ser mayor, ya que todos los caminos deben de ser viajados. La búsqueda primero en amplitud sería ideal para viajar nivel por nivel al nodo de destino que nos da el resultado final.

### 4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

A continuación, explicamos las estructuras de datos y los algoritmos utilizados en este trabajo. Las implementaciones de las estructuras de datos y los algoritmos están disponibles en GitHub<sup>4</sup>.

#### 4.1 Estructuras de datos

El algoritmo de la ruta más corta consiste en una modalidad de problemas de redes, en este se determina un plan de rutas que genere una trayectoria con la mínima distancia posible, este tiene un nodo fuente con un nodo destino. La estructura de los datos se presenta en la Figura 2.

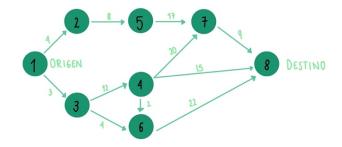
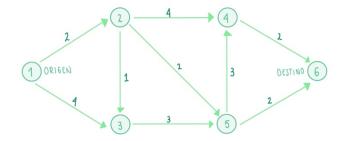


Figura 2: Un ejemplo de mapa de calles en base a la ruta más corta en Maze.

# 4.2.1 Algoritmo de la ruta más corta en Maze usando Back tracking

El camino se construye a partir de celdas y nodos, de esta forma se comienza desde la matriz de origen y se exploran cuatro caminos diferentes, verificando así el destino y la simplicidad de la ruta. La búsqueda viaja de nivel en nivel al nodo de destino que da el resultado final. El algoritmo se ejemplifica en la Figura 3.

<sup>4</sup> http://www.github.com/ ???????? /.../proyecto/



**Figura 3:** Cálculo de un algoritmo de la ruta más corta en Maze usando Back tracking con 4 posibles caminos.

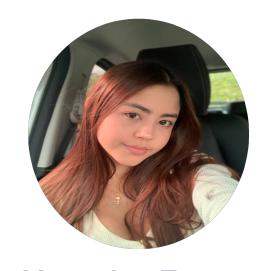
### **REFERENCIAS**

- 1. Panote S, Yuanyuan W, Yinhong Z, Shoko W, Péter J, Yukiko K, and Adam J. *Beyond the shortest* route, in Kyoto, 2017, 1-23.
- 2. Daniel Ma. Preventing sexual harassment through a path finding algorithm using nearby search, in Mumbai, 2020, 1-13.
- Zhaoxing He, and Xion Qin. *Incorporating a safety index into pathfinding*, in Milwaukee, 2011, 1-18.
- 4. Andreas Keler and Jean Damascene. Safety-aware routing for motorised tourist based on open data and VGI, in Germany, 2016, 1-16.



### Presentación del equipo





Valentina Zapata
Organización y
redacción del
documento



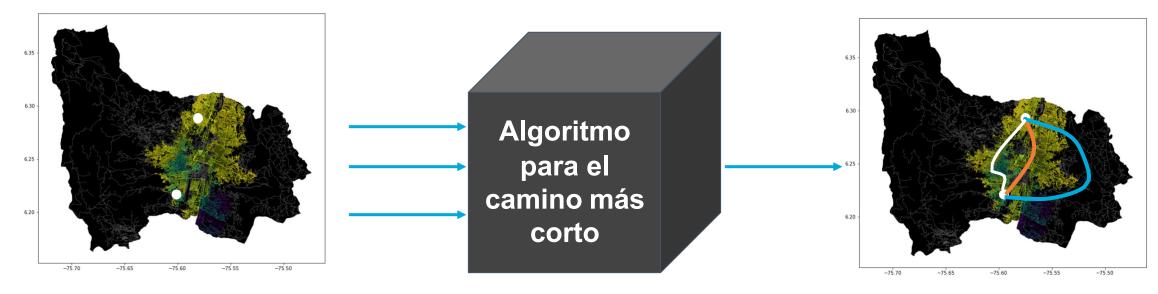
Juan Ignacio Lotero
Realización del código
e investigación del
documento





### Planteamiento del problema





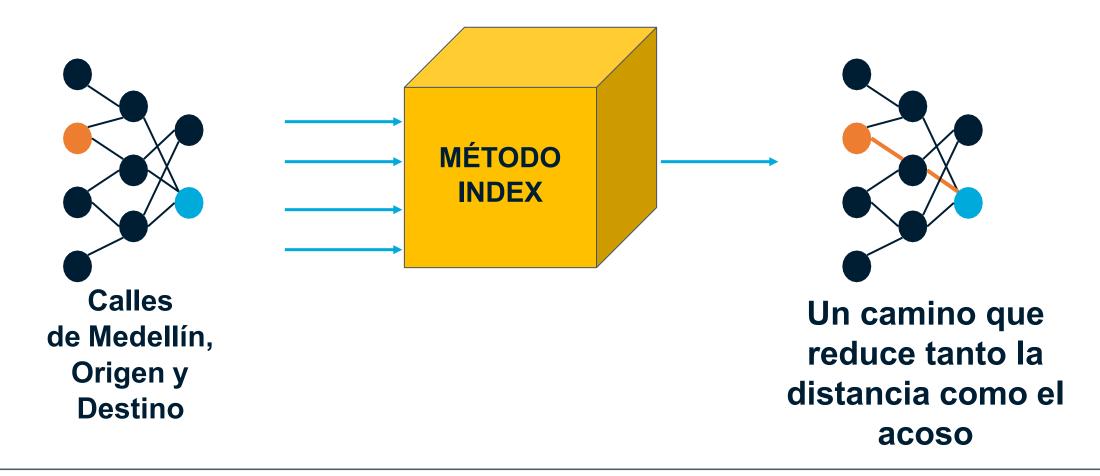
Calles de Medellín, Origen y Destino

Tres caminos que reducen tanto el riesgo de acoso como la distancia



### Algoritmo de solución



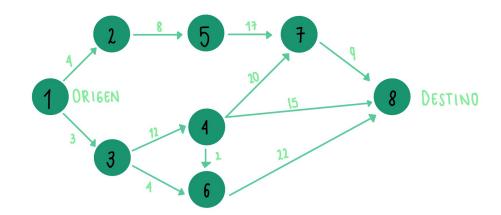






### Explicación del algoritmo





Este algoritmo determina un plan de rutas que genera una trayectoria con la mínima distancia posible. Tiene un nodo fuente con un nodo de destino

El camino se construye a partir de celdas y nodos. Se comienza desde la matriz de origen y se exploran cuatro caminos diferentes, verificando así el destino y la simplicidad de la ruta.

