

## ALGORITMO DE BÚSQUEDA DE RUTAS PARA EVITAR EL ACOSO CALLEJERO

Ana Sofia Rodriguez Orozco  
Universidad Eafit  
Colombia  
asrodrigo@eafit.edu.co

Sebastian Aguilar Carballo  
Universidad Eafit  
Colombia  
jsaguilarc@eafit.edu.co

Andrea Serna  
Universidad Eafit  
Colombia  
asernac1@eafit.edu.co

Mauricio Toro  
Universidad Eafit  
Colombia  
mtorobe@eafit.edu.co

**Para cada versión de este informe: 1. Borre todo el texto en rojo. 2. Ajuste los espacios entre palabras y párrafos. 3. Cambiar el color de todos los textos a negro.**

**Texto en rojo = Comentarios**

**Texto en negro =** Contribución de Andrea y Mauricio

**Texto en verde =** Para completar la primera entrega

**Texto azul =** A completar para el 2º entregable

**Texto en color violeta =** A completar para el tercer entregable

### RESUMEN

Para escribir un resumen, debe responder a las siguientes preguntas en un solo párrafo:

¿Cuál es el problema?

R/= El acoso callejero y la delincuencia que se presenta en varias zonas de la ciudad, haciendo de las calles un lugar peligroso, principalmente para las mujeres.

¿Por qué es importante el problema?

R/=Es importante ya que las mujeres conviven a diario con el temor y evitan caminar a solas de noche o por lugares poco transitados por miedo a ser agredidas, e incluso en transporte público son víctimas de acoso

¿Cuáles son los problemas relacionados?

R/=Los problemas relacionados se pueden presentar en la mujer de manera psicológica como lo es la inseguridad, el miedo e incluso llegar a la aceptación del acoso, también se puede llegar a crear una brecha muy grande de desigualdad de género. ¿Cuál es el algoritmo que has propuesto para resolver el problema? ¿Qué resultados cuantitativos has obtenido? ¿Cuáles son las conclusiones de este trabajo? El resumen debe tener **como máximo 200 palabras**. *(En este semestre, debes resumir aquí los tiempos de ejecución, y los resultados obtenidos con los tres caminos).*

### Palabras clave

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

## 1. INTRODUCCIÓN

Sabemos que en varias partes del mundo se presenta a diario casos de acoso callejero y delincuencia, más que todo hacia las mujeres y mayormente por parte de hombres, enfatizando

que existe una gran desigualdad de género y normalmente el acoso es originado puesto que a las mujeres se les ve como un objeto sexual.

La atracción que hay de los hombres por las mujeres, o viceversa, porque también se presentan casos, unido a la falta de educación y de respeto hacia el otro o el mismo género que conduce a expresar con miradas, palabras o actos soeces e inapropiados dichos sentimientos de atracción, generando un ambiente inseguro.

Explique la motivación, en el mundo real, que conduce al problema. Incluya algunos antecedentes de este problema. *(En este semestre, la motivación es por qué y para qué necesitamos calcular un camino que reduzca tanto la distancia como el riesgo acoso sexual callejeros).*

### 1.1. Problema

El acoso callejero que se presenta hacia las mujeres; el impacto que genera en la sociedad es la desigualdad de género

En pocas palabras, explique el problema, el impacto que tiene este problema en la sociedad y por qué es útil resolverlo. *(En este semestre, el problema consiste en calcular tres caminos diferentes que reduzcan tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero).*

### 1.2 Solución

Explica, brevemente, tu solución al problema *(En este semestre, la solución es un algoritmo para peatones para reducir tanto la distancia como el riesgo de acoso. ¿Qué algoritmos has elegido? ¿Por qué?)*

### 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.

Explique cuatro (4) artículos relacionados con el problema descrito en el apartado 1.1. Puede encontrar los problemas relacionados en revistas científicas. Considere Google Scholar para su búsqueda. *(En este semestre, el trabajo relacionado es la búsqueda de caminos para prevenir el acoso sexual callejero y la delincuencia en general).*

### **2.1 Un enfoque metaheurístico basado en datos para predecir secuencias de rutas de entrega.**

Este trabajo fue participante de un concurso realizado por Amazon. El problema que se buscaba resolver con este trabajo era el de la gran brecha que existe entre la planificación teórica de rutas y la ejecución de estas en la vida real, se buscaba encontrar, para los repartidores de Amazon, la ruta más segura, eficiente y sostenible a partir de las experiencias de varios repartidores, el algoritmo que se utilizó fue el algoritmo de GRASP con VND. El trabajo fue realizado por ingenieros de EAFIT y de UDEA y de entre 222 participantes, estos quedaron entre el top 10 . [1]

### **2.2 Safetipin:**

Es una aplicación que permite registrar los lugares más peligrosos para las mujeres y crear rutas seguras, fue creada en India pero ha sido implementada en la ciudad de Bogotá, busca resolver el problema de la poca seguridad que se presenta en las calles para las mujeres, ya que según datos del Instituto de Medicina Legal, de 2010 a 2014, 680 mujeres fueron asesinadas, otras 16.300 violentadas sexualmente y más de 53.000 agredidas físicamente en Bogotá , en el artículo no especificaron el algoritmo que utilizaron , gracias a esta aplicación, el gobierno ha utilizado la aplicación para mejorar la iluminación en varias zonas de la ciudad, además varias mujeres afirman sentirse más seguras. [2]

### **2.3 Prevención del acoso sexual a través de un algoritmo**

#### **de búsqueda de rutas utilizando la búsqueda cercana:**

Hicieron un del riesgo asociado con tomar cada ruta y encontrar la más segura mediante el análisis de mapas de calor para prevenir casos de acoso sexual ,el algoritmo utilizado fue el algoritmo de Bresenham junto a alguna apis de Google maps , [3]

### **2.4 SafeRoute: Aprendiendo a circular por las calles de forma segura en un entorno urbano**

Este trabajo propone una solución novedosa al problema de navegar por las ciudades expuesto al acoso callejero y la delincuencia. Utiliza un algoritmo que consiste en el aprendizaje por refuerzo profundo el cual aprende a tomar decisiones con ensayo y error. Los resultados que obtuvieron

fue que en algunas zonas de Boston, new york y san francisco mejoraron con éxito los métodos más avanzados hasta en un 17% en la distancia promedio local de los delitos y al mismo tiempo redujeron la longitud de la ruta hasta en un 7% , [4]

## **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.

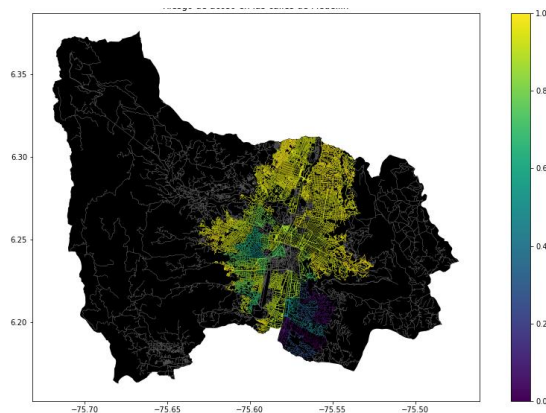
Para este proyecto, se calculó una combinación lineal (CL) que captura la máxima varianza entre (i) la fracción de hogares que se sienten inseguros y (ii) la fracción de hogares con ingresos inferiores a un salario mínimo. Estos datos se obtuvieron de la encuesta de calidad de vida de Medellín, de 2017. 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 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

<sup>1</sup> <https://www.openstreetmap.org/>

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

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



un salario mínimo, obtenidas de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín, de 2017.

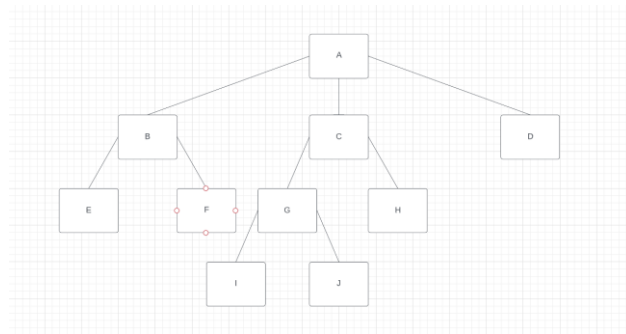
### 3.2 Alternativas de caminos que reducen el riesgo de acoso sexual callejero y distancia

A continuación, presentamos diferentes algoritmos utilizados para un camino que reduce tanto el acoso sexual callejero como la distancia. *(En este semestre, ejemplos de dichos algoritmos son DFS, BFS, Dijkstra, A\*, Bellman, Floyd, entre otros).*

#### 3.2.1 (DFS) BUSQUEDA EN PROFUNDIDAD

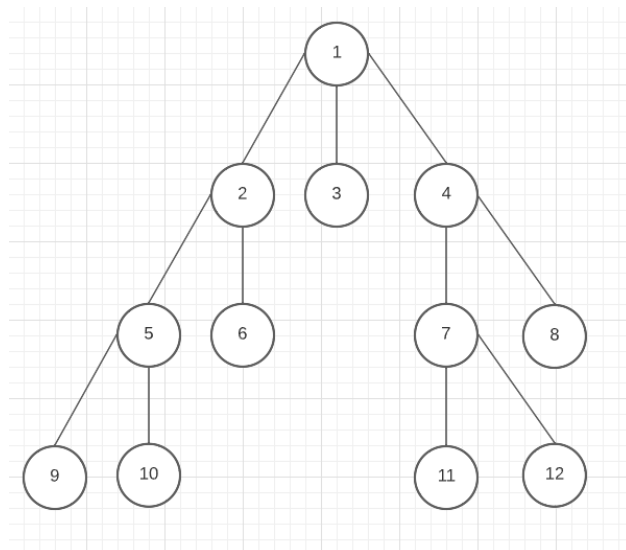
Una búsqueda en profundidad (DFS) es un algoritmo de búsqueda para lo cual recorre los nodos de un grafo. Su funcionamiento consiste en ir expandiendo cada uno de los nodos que va localizando, de forma recurrente (desde el nodo padre hacia el nodo hijo). Cuando ya no quedan más nodos que visitar en dicho camino, regresa al nodo predecesor, de modo que repite el mismo proceso con cada uno de los vecinos del nodo. Cabe resaltar que, si se encuentra el nodo antes de recorrer todos los nodos, concluye la búsqueda. La búsqueda en profundidad se usa cuando queremos probar si una solución entre varias posibles cumple con ciertos requisitos; como sucede en el problema del camino que debe recorrer un caballo en un tablero de ajedrez para pasar por las 64 casillas del tablero. En la figura a continuación se muestra un grafo no conectado, con ocho nodos, donde las flechas naranjas indican el recorrido del algoritmo DFS sobre

los nodos. su complejidad



#### 3.2.2 (BFS) Búsqueda en anchura

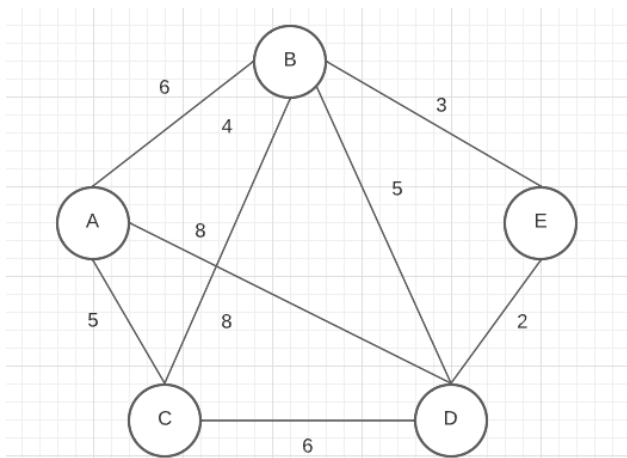
recorre los nodos de un grafo, comenzando en la raíz (eligiendo algún nodo como elemento raíz en el caso de un grafo), para luego explorar todos los vecinos de este nodo



. su complejidad

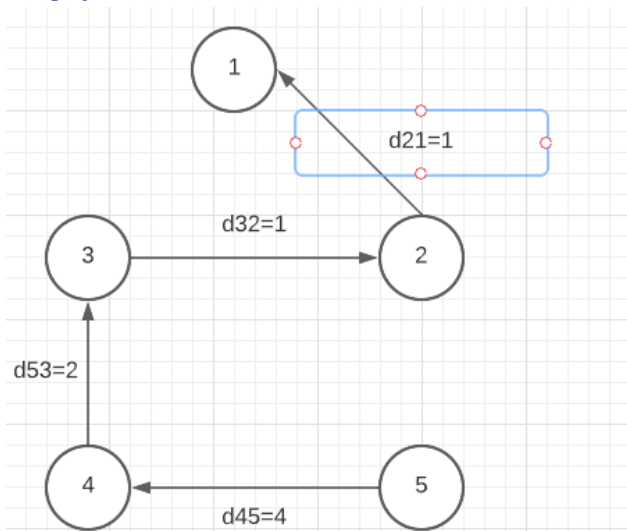
#### 3.2.3 Dijkstra

es un algoritmo eficiente (de complejidad  $O(n^2)$  donde  $n$  es el número de vértices) que sirve para encontrar el camino de coste mínimo desde un nodo origen a todos los demás nodos del grafo, su complejidad



### 3.2.4 Bellman-Ford

genera los caminos mínimos desde un nodo origen de un grafo ponderado al resto de nodos del mismo. Soluciona el problema de la ruta más corta o camino mínimo desde un nodo origen, de un modo más general que el Algoritmo de Dijkstra, ya que permite valores negativos en los arcos. su complejidad

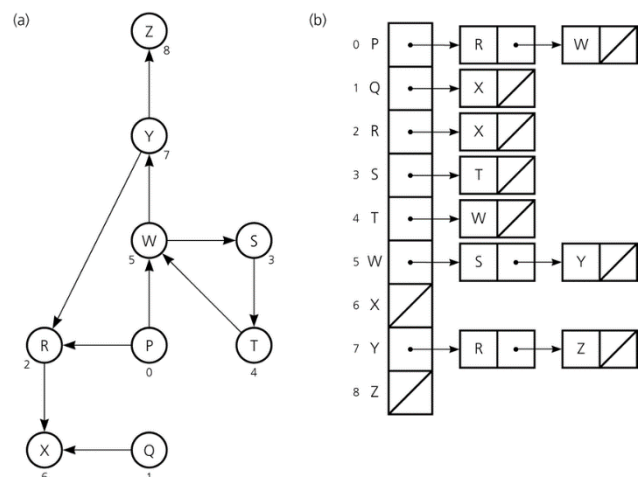


## 4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

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

Explica la estructura de datos que se utilizó para representar el mapa de la ciudad de Medellín. Haga una figura que lo explique. No utilice figuras de Internet. (En este semestre, los ejemplos de las estructuras de datos son la matriz de adyacencia, la lista de adyacencia, la lista de adyacencia utilizando un diccionario). La estructura de los datos se presenta en la Figura 2.



**Figura 2:** Un ejemplo de mapa de calles se presenta en (a) y su representación como lista de adyacencia en (b). (Por favor, siéntase libre de cambiar esta gráfica si utiliza una estructura de datos diferente).

### 4.2 Algoritmos

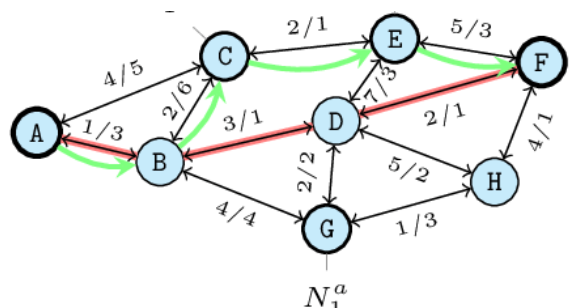
En este trabajo, proponemos un algoritmo para un camino que minimiza tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

#### 4.2.1 Algoritmo para un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

Explica el diseño del algoritmo para calcular un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso y haga su propia gráfica. No utilice gráficas de Internet, haga las suyas. (En este semestre, el algoritmo podría ser DFS, BFS,

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

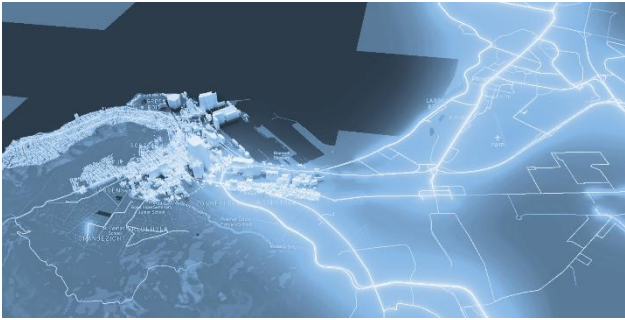
Dijkstra, A\*, Bellman, Floyd entre otros ). El algoritmo se ejemplifica en la Figura 3.



**Figura 3:** Cálculo de un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso. (Por favor, siéntase libre de cambiar esta figura si utiliza un algoritmo diferente).

4.2.2 Cálculo de otros dos caminos para reducir tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

Explica los otros dos caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero y haga su propia gráfica. No utilice gráficas de Internet, haga las suyas. (En este semestre, el algoritmo podría ser DFS, BFS, Dijkstra, A\*, entre otros). El algoritmo se ejemplifica en la Figura 4.



**Figura 4:** Mapa de la ciudad de Medellín donde se presentan tres caminos para peatones que reducen tanto el riesgo de acoso sexual como la distancia en metros entre la Universidad EAFIT y la Universidad Nacional.

4.3 Análisis de la complejidad del algoritmo

Explica, con tus propias palabras, el análisis, para el peor caso, utilizando la notación O. ¿Cómo ha calculado esas complejidades? Explique brevemente.

Algoritmo	Complejidad temporal
Nombre del algoritmo	$O(V^2 * E^2)$
Nombre del segundo algoritmo (en caso de que haya probado dos)	$O(E^3 * V * 2^V)$

**Tabla 1:** Complejidad temporal del nombre de su algoritmo, donde V es... E es... (Por favor, explique qué significan V y E en este problema). No, no use 'n'.

Estructura de datos	Complejidad de la memoria
Nombre de la estructura de datos	$O(V * E * 2^E)$
Nombre de la segunda estructura de datos (en caso de que haya intentado dos)	$O(2^E * 2^V)$

**Tabla 2:** Complejidad de memoria del nombre de la estructura de datos que utiliza su algoritmo, donde V es... E es... (Por favor, explique qué significan V y E en este problema). No, no sive 'n'. Es decir, no usar 'n'. No 'n'.

4.4 Criterios de diseño del algoritmo

Explique por qué el algoritmo fue diseñado de esa manera. Utilice criterios objetivos. Los criterios objetivos se basan en la eficiencia, que se mide en términos de tiempo y memoria. Ejemplos de criterios NO objetivos son: "estaba enfermo", "fue la primera estructura de datos que encontré en Internet", "lo hice el último día antes del plazo", "es más fácil", etc. Recuerde: Este es el 40% de la calificación del proyecto.

5. RESULTADOS

En esta sección, presentamos algunos resultados cuantitativos sobre los tres caminos que reducen tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero.

5.1 Resultados del camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

A continuación, presentamos los resultados obtenidos de tres caminos que reducen tanto la distancia como el acoso, en la Tabla 3.

Origen	Destino	Distancia	Riesgo
Eafit	Unal	??	??
Eafit	Unal	???	??
Eafit	Unal	??	??

**Tabla 3.** Distancia en metros y riesgo de acoso sexual callejero (entre 0 y 1) para ir desde la Universidad EAFIT hasta la Universidad Nacional caminando.

5.2 Tiempos de ejecución del algoritmo

En la Tabla 4, explicamos la relación de los tiempos medios de ejecución de las consultas presentadas en la Tabla 3.

Calcule el tiempo de ejecución de las consultas presentadas en la Tabla 3. Indique los tiempos de ejecución medios.

Cálculo de v	Tiempos medios de ejecución (s)
--------------	---------------------------------



v = ??	100000.2 s
v = ??	800000.1 s
v = ??	8450000 s

**Tabla 4:** Tiempos de ejecución del nombre del *algoritmo* (Por favor, escriba el nombre del algoritmo, por ejemplo, DFS, BFS, A\*) para cada uno de los tres caminos calculadores entre EAFIT y Universidad Nacional.

## 6. CONCLUSIONES

Explique los resultados obtenidos. ¿Son los caminos significativamente diferentes? ¿Qué utilidad tiene esto para la ciudad? ¿Son razonables los tiempos de ejecución para utilizar esta implementación en una situación real? ¿Qué camino recomendaría para una aplicación móvil o web?

### 6.1 Trabajos futuros

Responda, ¿qué le gustaría mejorar en el futuro? ¿Cómo le gustaría mejorar su algoritmo y su aplicación? ¿Continuará este proyecto trabajando en la optimización? ¿En estadística? ¿Desarrollo web? ¿Aprendizaje automático? ¿Realidad virtual? ¿Cómo?

## AGRADECIMIENTOS

Identifique el tipo de agradecimiento que desea escribir: para una persona o para una institución. Tenga en cuenta las siguientes pautas: 1. El nombre del profesor no se menciona porque es un autor. 2. No debe mencionar a los autores de los artículos con los que no se ha puesto en contacto. 3. Debe mencionar a los alumnos, profesores de otros cursos que le han ayudado.

A modo de ejemplo: Esta investigación ha sido apoyada/parcialmente apoyada por [Nombre de la Fundación, Donante].

Agradecemos la ayuda con [técnica particular, metodología] a [Nombre Apellido, cargo, nombre de la institución] por los comentarios que mejoraron en gran medida este manuscrito.

Los autores agradecen al profesor Juan Carlos Duque, de la Universidad EAFIT, por facilitar los datos de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín, de 2017, procesados en un archivo *Shapefile*.

## REFERENCIAS

1. Mesa J.P, Montoya. A, and Ramos-Pollán. R. 2021. A Data-Driven Metaheuristic Approach to Predict Delivery Route Sequences. Amazon Last Mile Routing, Research Challenge, Technical Proceedings. VIII, 86-98. URI: <https://hdl.handle.net/1721.1/131235>
2. Viswanath. K, and Basu. A. 2015. Safetipin: an innovative mobile app to collect data on women's safety in Indian cities. Gender and Development. 23:1 45-60. <https://doi.org/10.1080/13552074.2015.1013669>

3. Daniel Ma. 2020. Preventing Sexual Harassment Through a Path Finding Algorithm Using Nearby Search. <https://omdena.com/blog/path-finding-algorithm/>

4. Sharon Levy, Wenhan Xiong, Elizabeth Belding, and William Yang Wang. 2020. SafeRoute: Learning to Navigate Streets Safely in an Urban Environment. ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology. 11, 6, Article 66. <https://doi.org/10.1145/3402818>

Como ejemplo, considere estas dos referencias:

Por favor, elimine las referencias anteriores, son sólo un ejemplo.