

BUSCA LA MANERA DE LLEGAR SEGUR@ A CASA

Melisa Rúa Henao
Universidad Eafit
Colombia
mruah@eafit.edu.co

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

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

Texto en negro = Contribución de Andrea y Mauricio

Texto azul = A completar para el 2º entregable

Texto en color violeta = A completar para el tercer entregable

RESUMEN

En Medellín han disminuido los casos de inseguridad en la ciudad, sin embargo, no dejan de existir, haciendo así que los ciudadanos que la habitan no dejen de sentir miedo o temor por el acoso que se vive en las calles día a día, incluso por sus vidas y pertenencias. Por lo cual es de extrema importancia buscar la forma de disminuir estos casos y hacer de la ciudad un lugar de paz en el cual se puede vivir tranquilo; no obstante, la inseguridad no es el único factor de problemática en la ciudad a estos se le suma la cantidad de calles dañadas, el cual reduce la cantidad de rutas para llegar a un destino pactado, además, de las inundaciones, protestas, accidentes haciendo así necesaria una búsqueda de identificación de rutas seguras y de igual forma nos muestren el camino más corto.

Para resolver el problema he planteado resolverlo con el algoritmo de Dijkstra ya que es uno de los algoritmos que nos pueden llevar a conseguir el camino mas corto gracias a que me pude adaptar a su manipulación y entendimiento en el código, además que nos ayudaba a apreciar de manera más fácil el vértice de origen llevándonos con su implementación a el resultado buscado, obtener el camino mas corto para reducir el acoso callejero. Frente a los resultados cualitativos del trabajo concluyo que pude obtener un resultado grafico de un minuto para recorrer el sistema, además de una complejidad base de $O(n)$ haciendo su funcionamiento optimo para que se ejecute de la mejor manera posible.

Palabras clave

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

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las mujeres en todo el mundo son acosadas y perturbadas, llegando hasta el punto de ser violentadas tanto física como psicológicamente. En países latinos como México y Colombia este índice de acoso es bastante alto y los feminicidios y homicidios siempre están presentes en la sociedad originando un miedo insaciable y creando como costumbre la desconfianza y el miedo.

1.1. Problema

El problema radica, en la necesidad de encontrar el camino seguro y más corto para llegar a un lugar específico. Por lo cual se hace útil ya que en la actualidad la inseguridad hace parte de la vida cotidiana de las personas, haciendo que llegar a sus casas, o cualquier otro lugar, sanos, y sin haber pasado ningún momento perturbador como lo es el acoso callejero sea casi nulo, por lo cual es de extrema importancia reconocer un camino donde nos sintamos seguros y que tengamos la certeza de que vamos a estar bien.

1.2 Solución

A partir de la problemática que tenemos sobre los casos de inseguridad en la ciudad, se ve como solución viable mediante la implementación de un algoritmo y la lógica computacional, crear un sistema el cual, conociendo la calle y la distancia para llegar a un destino, además de tener en cuenta la probabilidad de acoso, mediante un mapa de la ciudad te trazara el destino más corto, y más seguro para que así la población pueda llegar sana y salva a su casa. Para ello se desea implementar el algoritmo de Dijkstra, ya que es uno de los algoritmos con más efectividad y menos complejos de manejar, que nos pueden llevar a un resultado optimo.

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 CAMINO MAS CORTO

En el presente informe se determina, mediante el método Dijkstra, la distribución óptima para que una compañía distribuya su mercancía durante el menor recorrido posible. Se utilizaron herramientas tecnológicas como Excel y GAMS para poder resolver el problema y relacionar con facilidad los datos. Se logra comprender por medio de tablas y ecuaciones los factores que afectan el comportamiento de

un flujo en una red y como se puede distribuir su recorrido de manera óptima.

MONERO MARTIN, L., 2022. *EL CAMINO MAS CORTO*. [en línea] Disponible en: <<https://es.scribd.com/document/528192317/Informe-Camino-Mas-Corto>> [Consultado el 15 de agosto de 2022].

2.2 Un problema a resolver con los algoritmos de caminos más cortos

Numerosos problemas pertenecientes a los más diversos campos pueden ser resueltos a partir de la modelización en teoría de grafos, materia en pleno auge, podríamos decir que, con crecimiento exponencial, por su amplia aplicabilidad. Uno de los primeros problemas que se plantean al alumno que inicia el estudio de la teoría de grafos es el cálculo del trazado de un camino de mínimo peso de un vértice a otro, es decir, el cálculo de la distancia mínima que separa dos vértices dados, así como el recorrido a realizar para obtenerla. Para ilustrarlo, motivar su estudio e iniciar al estudiante en el mundo de la modelización y su amplia gama de posibilidades, presentamos el siguiente caso concreto, en el que ayudamos a la policía a atrapar a los autores de un robo. La solución consiste en representar la ciudad en la que tiene lugar el atraco mediante un grafo no dirigido ponderado positivo, y aplicar el algoritmo de Floyd, entrelazado con razonamientos de tipo combinatorio. Podremos asegurar al final del ejercicio que los ladrones no tienen escapatoria, relacionando la solución con otro concepto de la teoría de grafos, la cortadura de vértices y el Algoritmo de Floyd.

Jordan, C., Burriel, J. y Herráiz, R., 2022. *Un problema a resolver con los algoritmos de caminos más cortos*.

2.3 TOMA DE DECISIONES BASADAS EN EL ALGORITMO DE DIJKSTRA

Una de las funciones que realiza un 'Radio Cognitivo' es la toma de decisiones sobre el espectro radioeléctrico, esto a partir del análisis que realiza de su entorno. En este trabajo de investigación, se propone un método para la toma de decisiones para la selección de una banda en el espectro radioeléctrico que cumpla con ciertos criterios requeridos para una aplicación. Esta toma de decisiones se basa en un algoritmo de búsqueda del camino más corto similar al algoritmo de Dijkstra. Para encontrar el camino más corto, el

cual representa a la banda de frecuencia requerida, se especifican los atributos o parámetros a considerar para cada una de las bandas de acuerdo a una aplicación en particular o servicio requerido. A estos atributos o parámetros se les asignan valores, es decir, pesos que determinan la prioridad e importancia para cada servicio. El algoritmo propuesto basado en Dijkstra, evalúa los parámetros del conjunto de bandas disponibles considerando el peso asignado, e indica la banda a seleccionar y que cubre con los criterios de la toma de decisiones. Se realizaron simulaciones por computadora para caracterizar los servicios identificados como mejor esfuerzo 'Best Effort' y tiempo real 'Real Time', obteniendo como resultado una latencia reducida que representa un tiempo práctico para ser implementado en un Radio Cognitivo en su toma de decisiones. Se observó también que los tiempos mostraron una mejora al ser comparados con los resultados obtenidos al implementar el algoritmo de AHP1.

. Méndez Martínez, L., Rodríguez Colina, E. y Medina Ramírez., C. 2014. TOMA DE DECISIONES BASADAS EN EL ALGORITMO DE DIJKSTRA. *Redes de Ingeniería*. 4, 2 (may 2014), 35-42. DOI:<https://doi.org/10.14483/2248762X.6357>.

2.4 Análisis de prestaciones de algoritmos de encaminamiento adaptativos para la conmutación de ráfagas ópticas

En este artículo se presentan una serie de algoritmos de encaminamiento de tipo adaptativos diseñados para redes ópticas de conmutación de ráfagas orientadas a la conexión. En particular se proponen dos algoritmos del tipo aislado llamados Multi-path y Bypass y se comparan con el "clasico" algoritmo basado en el camino más corto. Junto a la exposición del funcionamiento de los algoritmos, también se muestran diferentes resultados de la evaluación de las prestaciones de éstos usando dos diferentes algoritmos de reserva de recursos para los nodos. Finalmente se propone una comparativa entre la aplicación del Multi-path y del Bypass en una red de conmutación de ráfagas y en una red de conmutación de paquetes.

Solé-Pareta, J., 2022. Análisis de prestaciones de algoritmos de encaminamiento adaptativos para la conmutación de ráfagas ópticas. *Academia.edu*.

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)¹ y se descargó utilizando la API² 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 GitHub³.

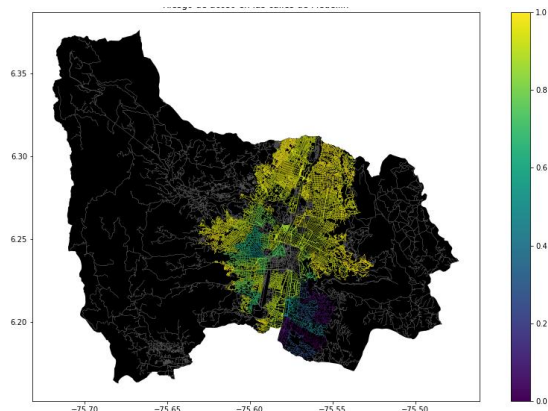


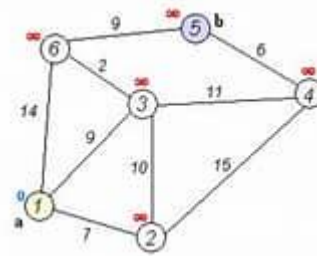
Figura 1. Riesgo de acoso sexual calculado como una combinación lineal de la fracción de hogares que se sienten inseguros y la fracción de hogares con ingresos inferiores a un salario mínimo, obtenidas de la Encuesta de Calidad de Vida de Medellín, de 2017.

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

3.2.1 DIJKSTRA

El **algoritmo de Dijkstra** consiste en ir explorando todos los caminos más cortos que parten del vértice origen y que llevan a todos los demás vértices; cuando se obtiene el

camino más corto desde el vértice origen, al resto de vértices que componen el grafo, el algoritmo se detiene.



3.2.2 DFS

Depth first Search o Depth first traversal es un algoritmo recursivo para buscar todos los vértices de un gráfico o estructura de datos de árbol. Traversal significa visitar todos los nodos de un gráfico. Algoritmo de búsqueda de profundidad una implementación DFS estándar coloca cada vértice del gráfico en una de dos categorías:

1. Visited
2. Not Visited

el propósito del algoritmo es marcar cada vértice como visitado evitando ciclos.,

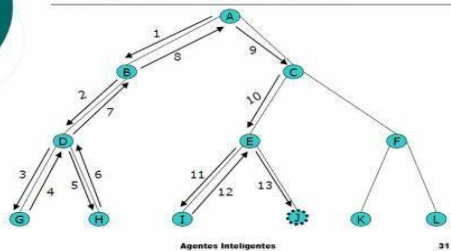
el algoritmo DFS funciona de la siguiente manera:

1. comience poniendo cualquiera de los vértices del gráfico sobre una pila.
2. Tome el elemento superior de la pila y agréguelo a la lista visitada.
3. Crear una lista de los nodos adyacentes de ese vértice. Agregue los que no están en la lista visitada a la parte superior de la pila.
4. siga repitiendo los pasos 2 y 3 hasta que la pila esté vacía.

¹ <https://www.openstreetmap.org/>

² <https://osmnx.readthedocs.io/>

Búsqueda en profundidad



3.2.3 A*

. A* es un algoritmo de búsqueda inteligente o respaldado por información que busca el camino más corto desde un estado inicial al estado meta a través de un espacio de problema usando una heurística óptima. Como ignora los pasos más cortos (más “chatos”) en algunos casos rinde una solución subóptima.

Pertenece al método de búsqueda preferente por lo mejor (Best First Search). Es muy popular en la planificación de rutas y ha sido exitosamente utilizado en áreas como Inteligencia Artificial y Robótica.

A* es un algoritmo genérico de búsqueda que utiliza información heurística para determinar cuál es el mejor camino hacia el destino. La información que utiliza es el costo estimado desde el nodo explorado hacia el nodo destino. Esta información es proporcionada por la función llamada función heurística $h'(n)$.

A* es un algoritmo informado que basa su comportamiento en la evaluación de una función expresada del siguiente modo:

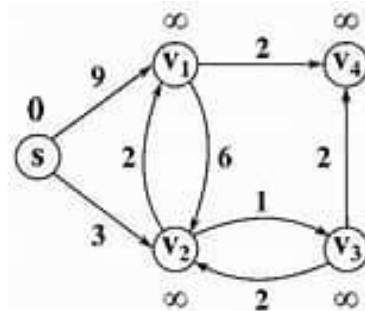
$$f(n) = g(n) + h(n)$$

7	6	5	6	7	8	9	10	11		19	20	21	22
6	5	4	5	6	7	8	9	10		18	19	20	21
5	4	3	4	5	6	7	8	9		17	18	19	20
4	3	2	3	4	5	6	7	8		16	17	18	19
3	2	1	2	3	4	5	6	7		15	16	17	18
2	1								5	6			
3	2	1	2	3	4	5	6	7		14	15	16	17
4	3	2	3	4	5	6	7	8		13	14	15	16
5	4	3	4	5	6	7	8	9		12	13	14	15
6	5	4	5	6	7	8	9	10		11	12	13	14

3.2.4 BELLMAN

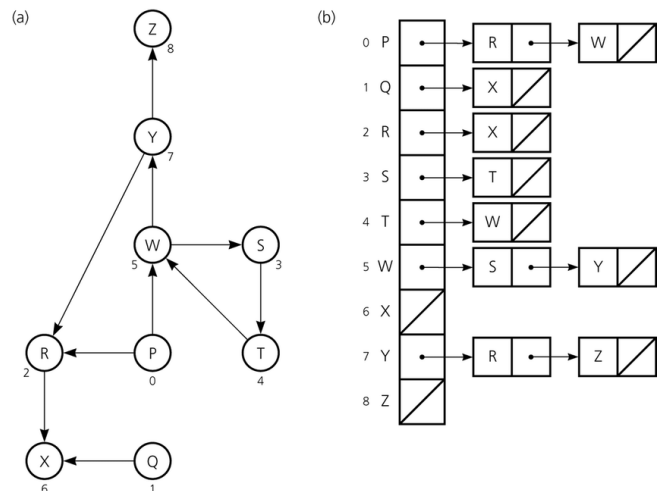
El algoritmo de Bellman se basa en la siguiente observación: si conocemos todos los valores de los bordes (u, v) con u en un subgrafo y fuera de este subgrafo. Si conocemos todos los caminos más cortos

hacia u , entonces podemos calcular $d(v) = \min \{d(u) + \text{peso}(u, v)\}$. El algoritmo de Bellmann es un codicioso algoritmo de programación dinámica (similar a una primera búsqueda de pan), visita todas las soluciones posibles.



4.1 Estructuras de datos

Para la resolución del trabajo se está utilizando el dataframe de pandas para poder correr y leer el archivo CSV, para un mejor desarrollo; una vez teniendo los dos pasos anteriormente mencionados. Para el grafo utilizamos Networkx, donde sabemos que las calles serían los vértices, y los nodos serían las intersecciones.

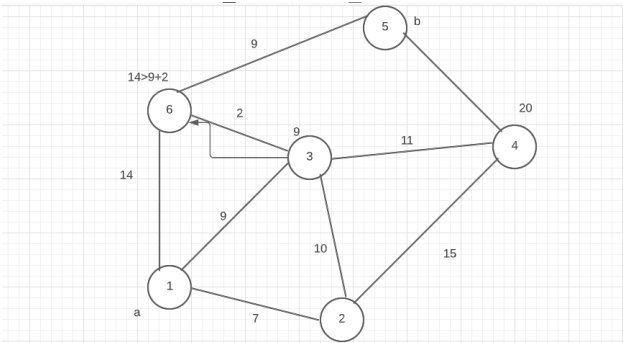


4.2 Algoritmos

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

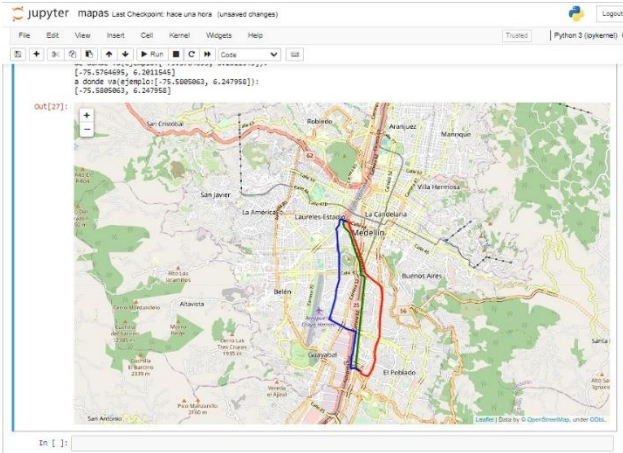
4.2.1 Algoritmo para un camino que reduce tanto la distancia como el riesgo de acoso sexual callejero

Frente al algoritmo se implementa Dijkstra este algoritmo es fundamental ya que será el encargado de hacer que todo el sistema funcione con una complejidad de $O(n)$, además de que nos ayudará a ver el camino más corto de una manera mas eficiente dado un vértice origen, hacia el resto de los vértices en un grafo que tiene pesos en cada arista.



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

Para realizar el calculo de los otros dos caminos se debió tener en cuenta el resultado de el primero, primero se debió de recorrer varias veces para que el algoritmo pudiera definir las rutas mas cortas, y así tomar el grafo, el cual analizaría uno por uno cada nodo definiendo la ruta mas corta. Para la segunda ruta simplemente se borran los nodos de la primera ruta para que no los vuelva a calcular y pueda tomar los datos para una nueva ruta al igual que con la tercera.



4.3 Análisis de la complejidad del algoritmo

Al utilizar el algoritmo de Dijkstra Noté a primer instante que construir la cola de prioridad toma un tiempo $O(V)$ ya que inicialmente le puse cada vértice del grafo a la. Después de construida la cola, el ciclo se ejecutaba una vez para cada vértice, ya que los vértices son todos agregados al principio y sólo se eliminan después. Dentro de ese ciclo, cada llamada toma un tiempo $O(\log V)$. Estas complejidades las calcule teniendo el tiempo de ejecución y los ciclos, variables, funciones, y vértices que utilizaba, categorizándolos para el final correcto.

Algoritmo	Complejidad temporal
Dijkstra	$O(\log V)$

Tabla 1: Complejidad temporal

Estructura de datos	Complejidad de la memoria
grafo	$O(n^2)$

Tabla 2: Complejidad de memoria

4.4 Criterios de diseño del algoritmo

Para diseñar este algoritmo se tuvo en cuenta todas las estructuras de datos que pudieran facilitar de una u otra forma la optimización del código además de la realización amena de este para su desarrollo. Después de múltiples investigaciones, pruebas y ejercicios, se obtiene que la estructura a utilizar serían los grafos ya que compatibiliza con el algoritmo de Dijkstra y además nos ayudaría a analizar el csv parte por parte, haciendo así que en el punto de realizar cada una de las tres rutas pudiera nodo por nodo definir la ruta mas corta para prevenir el acoso.

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	-75.5764695	6.2011545
Eafit	Unal	-75.5805063	6.247958
Eafit	Unal	-75.580523	6.235568

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.

Cálculo de v	Tiempos medios de ejecución (s)
$V = 4/15.23$	60.2 s
$V=123/3434$	73.143s
$V=446/1234$	45.789 s

Tabla 4: Dijkstra

5. CONCLUSIONES

Frente a las conclusiones obtenidas son caminos totalmente distintos ninguno de ellos se cruza con alguno y lo único que tienen en común entre sí, son el punto de origen y el punto de llegada. Frente a la ciudad son de extrema importancia ya que nos ayudaría a evitar todo tipo de situaciones molestas además de prevenir hurtos entre otras cosas. Los tiempos de ejecución son razonables sin embargo pueden mejorar para que su uso sea mas optimo y eficaz.

6.1 Trabajos futuros

En un futuro deseo volverlo una app adaptable para todas las personas que les de la seguridad para moverse en la ciudad, además de pensar en que sea fácil de entender y sirva a todos para el desarrollo de su vida diaria. Modificaría su optimización tratando que sea lo mas veloz posible al igual de certero siendo una de las apps mas usadas por las personas en Medellín.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al profesor Juan José Aristizábal, por facilitarme libros, lecturas, e información para la ejecución y entendimiento del problema.

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

- C. (2022, 28 marzo). *Medellín mejora su índice de percepción de inseguridad y ya se ubica 13 puntos por debajo del promedio nacional, según DANE*. Alcaldía de Medellín. <https://www.medellin.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias/medellin-mejora-su-indice-de-percepcion-de-inseguridad-y-ya-se-ubica-13-puntos-por-debajo-del-promedio-nacional-segun-dane/>
- S. (2021, 13 enero). *Colombia y México, entre los países latinos con más feminicidios*. Semana.com. *¿Itimas Noticias de Colombia y el Mundo*. <https://www.semana.com/internacional/articulo/colombia-y-mexico-estan-entre-los-paises-latinos-con-mas-feminicidios/307965/>
- A-Star(2005-II-B).doc (live.com)
- G. (2022b, abril 16). *Algoritmo de Bellman: sistemas complejos e inteligencia artificial*. Sistemas complejos e IA. <https://complex-systems-ai.com/es/busqueda-de-ruta-de-teoria-de-grafos/algoritmo-de-bellman/>
- Jordan, C., Burriel, J., & Herráiz, R. (2011). Un problema a resolver con los algoritmos de caminos más cortos. *Modelling in Science Education and Learning*, 4, 263. <https://doi.org/10.4995/msel.2011.3086>