Sistema de Rutas en el Campus UDLAP
Implementación de Grafos y Algoritmo de Dijkstra

Jose Miguel Ruiz Marquez
Victor Hugo de la Calleja Mojica
Axel Ivan Arroyo Lara
Diego Flores Martinez
Ricardo Villalobos Castillo
Primavera 2025

1 Introducción

1.1 Contexto y justificación

La Teoría de Grafos representa uno de los pilares fundamentales en el campo de estudios que comprende a las Ciencias de la Computación; de manera particular, enfocada en el modelado de redes y sistemas interconectados.

La estructura prima de la Teoría de Grafos se compone principalmente por vértices (nodos) y aristas (arcos), mismos que permiten la representación de diversos conjuntos de conexiones entre distintos puntos en el espacio dentro de contextos como la navegación geográfica (o en semántica dado el caso particular) describiendo rutas, optimizando así el tiempo y recursos computacionales utilizados con tal fin.

Establecido el contexto en el que se requiere recorrer grandes extensiones espaciales; en este caso, dentro de una institución académica, contar con un sistema de generación de caminos automatizado que permita la optimización de rutas, propicia una movilidad más eficiente para los peatones que transitan dentro de la misma, así como el diseño de infraestructuras para el acceso inclusivo mediante trayectos más fácilmente accesibles. Dado el caso particular de que se desarrollará un sistema tal para la Universidad de las Américas Puebla, aplicar algoritmos de optimización de rutas funge como un fuerte punto de apoyo en lo que refiere a la toma de decisiones en la selección de trayectorias para así, optimizar tiempos y distancias de traslado.

1.2 Objetivo general

Desarrollar un sistema funcional e interactivo que permita determinar y visualizar la ruta más corta entre dos ubicaciones dentro del campus de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), utilizando un modelo de grafos no dirigidos con aristas ponderadas. Este sistema deberá estar soportado por una interfaz intuitiva que facilite su uso por parte de cualquier usuario.

1.3 Objetivos específicos

- Establecer la estructura del grafo a partir de un análisis detallado de los puntos de interés del campus y las distancias entre ellos.
- Implementar una estructura de datos eficiente y modular que permita la fácil manipulación y escalabilidad del grafo.
- Codificar el algoritmo de Dijkstra para calcular caminos mínimos, asegurando su correctitud y eficiencia computacional.
- Diseñar una interfaz de usuario que permita seleccionar los puntos de origen y destino, visualizar la ruta resultante, y mostrar información adicional como la distancia total.

- Incorporar herramientas gráficas de visualización que representen el grafo y la ruta encontrada de forma clara, comprensible y estéticamente agradable.

1.4 Integrantes y responsabilidades

- Ricardo Villalobos: Identificación de ubicaciones clave, mapeo del campus y definición de nodos y aristas con sus respectivas distancias.
- Victor Hugo, Axel Ivan : Implementación del algoritmo de Dijkstra, pruebas de correctitud y optimización del rendimiento del código.
- Diego Flores : Desarrollo y refinamiento de la interfaz de usuario utilizando Tkinter, incluyendo control de errores y validaciones.
- Jose Miguel : Diseño de visualizaciones con NetworkX y Matplotlib, generación de diagramas y documentación técnica completa del proyecto.

2 Metodología

2.1 Fases de implementación

La metodología seguida se dividió en seis fases principales que permitieron desarrollar el sistema de manera modular y escalonada:

1. **Análisis del entorno:** Primeramente, fueron identificadas las edificaciones, puntos de acceso, pasillos principales y puntos de interés dentro del campus para convertirlas en nodos dentro del grafo, realizando mediciones físicas y estimaciones para definir las distancias promedio entre los mismos.
2. **Modelado del grafo:** Se define la estructura del grafo a manera de un diccionario de Python, respetando cada nodo con sus conexiones y pesos asociados; de esta manera, es posible insertar, eliminar o modificar nodos y arcos de forma sencilla.
3. **Implementación del algoritmo:** Una parte crucial del funcionamiento del sistema, es la implementación del algoritmo de Dijkstra, utilizando una cola de prioridad basada en `heapq`, lo cual garantiza una complejidad logarítmicamente eficiente en cada extracción de nodo mínimo.
4. **Diseño de interfaz gráfica:** Se construyó una GUI utilizando la librería Tkinter que permite al usuario seleccionar el punto de origen y destino a través de menús desplegables, y ejecutar la búsqueda con un botón.
5. **Visualización de rutas:** mediante NetworkX y Matplotlib, se representó visualmente el grafo, sus conexiones, y la ruta seleccionada por el algoritmo resaltada con un color distintivo.
6. **Validación y pruebas:** se evaluó el sistema mediante casos de prueba predefinidos, verificando su exactitud y el comportamiento del sistema ante entradas válidas e inválidas.

2.2 Definición del grafo (fragmento de código)

El siguiente fragmento define la estructura general del grafo, incluyendo la inicialización de vértices y la inserción de aristas bidireccionales:

```
class Grafo:
    def __init__(self):
        self.vertices = {}

    def agregar_vertice(self, nombre):
        if nombre not in self.vertices:
            self.vertices[nombre] = {}
```

```
    def agregar_arista(self, origen, destino, distancia):
        self.vertices[origen][destino] = distancia
        self.vertices[destino][origen] = distancia
```

2.3 Algoritmo de Dijkstra (fragmento de código)

Este fragmento muestra la implementación del algoritmo de Dijkstra, utilizando una cola de prioridad para seleccionar el nodo con menor distancia estimada y calcular recursivamente las rutas más cortas:

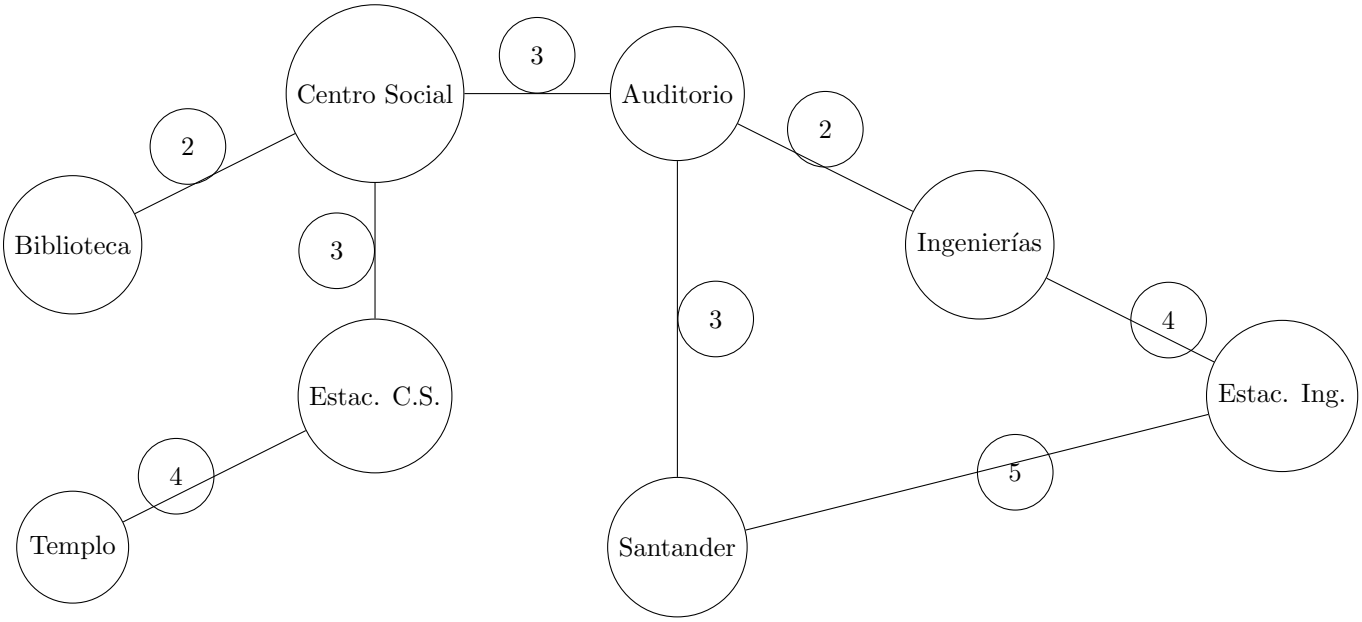
```
def dijkstra(self, inicio, fin):
    distancias = {vertice: float('inf') for vertice in self.vertices}
    distancias[inicio] = 0
    prioridad = [(0, inicio)]
    camino = {}

    while prioridad:
        distancia_actual, vertice_actual = heapq.heappop(prioridad)
        if distancia_actual > distancias[vertice_actual]:
            continue
        for vecino, peso in self.vertices[vertice_actual].items():
            distancia = distancia_actual + peso
            if distancia < distancias[vecino]:
                distancias[vecino] = distancia
                camino[vecino] = vertice_actual
                heapq.heappush(prioridad, (distancia, vecino))

    ruta = []
    actual = fin
    while actual != inicio:
        ruta.append(actual)
        actual = camino.get(actual)
        if actual is None:
            return None, float('inf')
    ruta.append(inicio)
    ruta.reverse()
    return ruta, distancias[fin]
```

2.4 Visualización del grafo

Se representó el grafo utilizando TikZ para mostrar las conexiones entre nodos y las distancias entre ellos. Este diagrama facilita la comprensión del modelo utilizado:



3 Resultados y validación

3.1 Métricas empleadas

Para verificar la efectividad del sistema, se utilizó una combinación de validaciones empíricas y revisiones cruzadas. Se empleó como métrica principal la coincidencia entre la ruta calculada por el sistema y la ruta considerada óptima en la práctica. También se registró el tiempo de respuesta del sistema y se evaluó su robustez frente a entradas no válidas.

3.2 Casos de prueba ejecutados

- Ruta desde Biblioteca UDLAP hasta Estacionamiento de Ingenierías: se espera un trayecto que pase por Centro Social, Auditorio e Ingenierías, con una distancia acumulada de 11 unidades.
- Ruta desde Templo del Dolor hasta Escuela de Ingenierías: el trayecto esperado incluye Estacionamiento C.S., Centro Social, Auditorio e Ingenierías, con distancia total estimada en 12 unidades.

3.3 Resultados observados

- Las rutas calculadas coincidieron completamente con las rutas esperadas.
- Las distancias acumuladas fueron correctas con las definiciones del grafo.
- El sistema respondió en tiempos inferiores a 0.5 segundos por consulta.
- No se observaron errores en ejecuciones con entradas válidas, y se mostró un manejo correcto de entradas incompletas o inválidas.

4 Link

Puedes acceder al repositorio del proyecto en el siguiente enlace:
`https://github.com/CrazzyCoderHacker/Proyecto_Final_Discretas`

5 Conclusiones

El presente proyecto experimental es no menos que una demostración de la utilidad de la Teoría de Grafos como herramienta para el modelado de entornos complejos y la determinación de rutas óptimas. Así bien, la escalabilidad del proyecto tiene la capacidad de generar sistemas de accesibilidad para personas con movilidad reducida o sistemas de navegación enfocados a rutas más eficientes en términos de temporalidad.

Desde el punto de vista técnico, el proyecto integra conceptos de estructura de datos, algoritmia clásica, programación orientada a objetos, visualización gráfica y desarrollo de interfaces, dando una experiencia completa de desarrollo de aplicaciones de software.

6 Referencias

References

[1] Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). MIT Press.

[2] Hagberg, A. A., Schult, D. A., & Swart, P. J. (2008). Exploring network structure, dynamics, and function using NetworkX. In *Proceedings of the 7th Python in Science Conference (SciPy2008)* (pp. 11–15). Pasadena, CA, USA.

[3] Matplotlib Development Team. (2025). *Matplotlib 3.10.1 Documentation*. Recuperado de `https://matplotlib.org/`

[4] Python Software Foundation. (2025). *Python 3.13.3 Documentation*. Recuperado de `https://docs.python.org/3/`