

Proyecto Final de Curso: Simulated annealing para la detección de rutas de contrabando

MA4402-1 Simulación Estocástica, Teoría y Laboratorio

Profesores: Joaquín Fontbona

Auxiliares: Camilo Carvajal Reyes, Arie Wortsman Z., Pablo
Zúñiga Rodríguez-Peña.

Integrantes: Andrés Olivares C. Isidora R. Zenteno

Introducción:

Motivación

Objetivo

Marco Teórico

Motivación:

Uso práctico: detección de rutas de contrabando.

Anécdota.

Objetivo:

Resolver el problema de Caminos más cortos usando Simmulated Annealing para grafos no necesariamente regulares (hipótesis del apunte para usar este algoritmo). Comparar los resultados con la solución óptima entregada por Dijkstra.

Marco Teórico:

Simulated Annealing para rutas más cortas

1. Shortest path based simulated annealing algorithm for dynamic facility layout problem under dynamic business environment.
2. Simulated Annealing Approach for the Constrained Shortest Path with Fuzzy Arc and Node Weights.

Dijkstra aplicado a rutas de contrabando

1. Mexico's drug networks: Modeling the smuggling routes towards the United States.

Implementación:

Primera Aproximación

Algoritmo

Resultados

Algoritmo:

Nodos: Provincias. Aristas: Provincias Aledañas

Ruta mínima desde un nodo v_0 hasta un nodo v_n tal que pase por una provincia de cada región que hay entre estos dos. Los vecinos se definen como las rutas que difieren de la original en una provincia.

Problema a Resolver

¿Cómo conectar los dos puntos verdes pasando una vez por región?

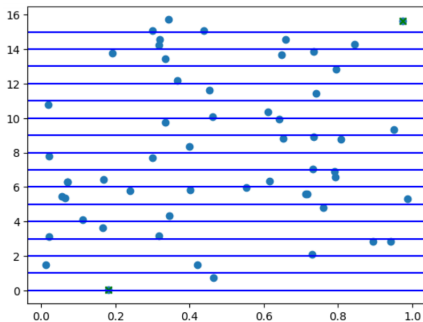
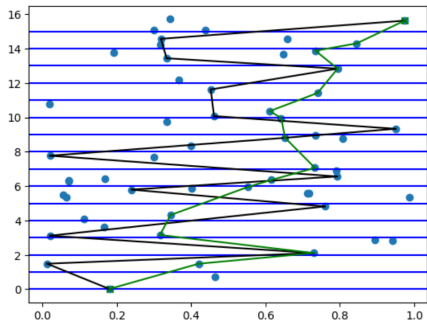


Figure: Mapa aleatorio de Regiones con Provincias

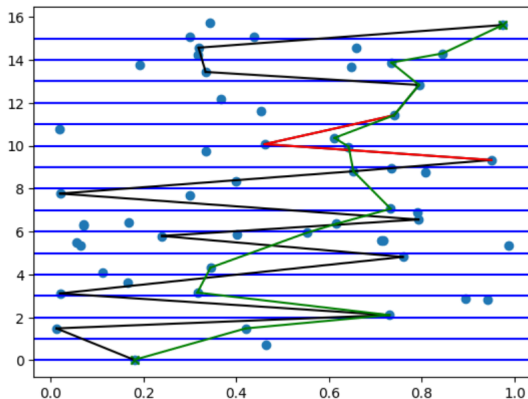
Implementación

Comenzamos con una ruta inicial.



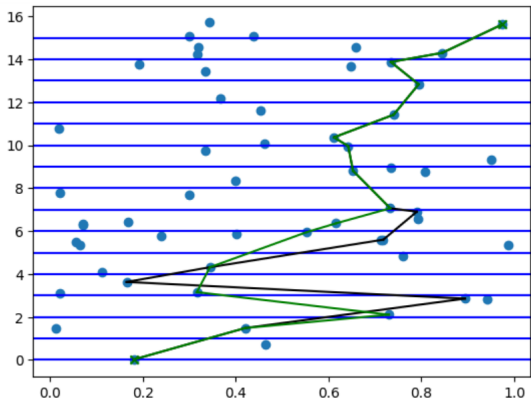
Implementación

Cambiamos una provincia al azar de una región al azar.



Implementación

Y así sucesivamente:



Resultados

Y llegamos a la solución entregado por Dijkstra

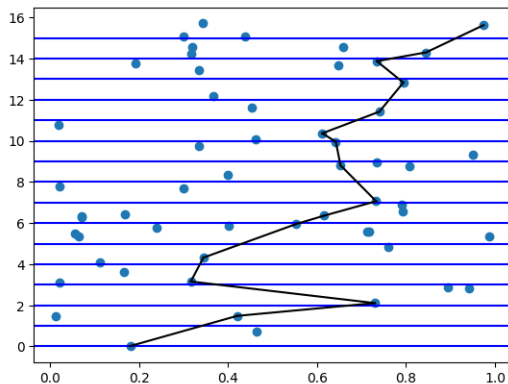


Figure: Ruta solución Entregada por Dijkstra

Resultados

A partir de 100 mapas distintos, resolvemos el mismo problema para distintos parámetros:

β	C=1	C=5	C=10	C=100
Lineal	0.38	0.4	0.39	0.029
Cuadrático	0.32	0.33	0.31	0.36
Exponencial	0.33	0.32	0.34	0.34

Tabla de comparación de precisión por los modelos de Simulated Annealing

Resultados

A partir de 100 mapas distintos, resolvemos el mismo problema para distintos parámetros. Considerar que Dijkstra tarda en promedio 0.00037 segundos:

β	C=1	C=5	C=10	C=100
Lineal	0.0277	0.0278	0.0276	0.0259
Cuadrático	0.0283	0.0274	0.0278	0.0275
Exponencial	0.0299	0.0315	0.0296	0.030

Tabla de comparación de tiempos de ejecución (en segundos) por los modelos de Simulated Annealing

Implementación:

Segunda Aproximación

Algoritmo

Resultados

Algoritmo:

Nodos: Provincias.

Aristas: Provincias Aledañas.

Ruta mínima desde un nodo v_0 hasta un nodo v_n . Los vecinos se definen como las rutas que difieren de la original en una sección de a lo más 2 nodos y que luego continúan con la ruta hasta llegar al nodo final.

Implementación

Comenzamos con grafos simples:

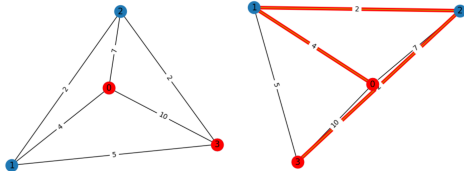


Figure: Ejemplo grafo con 4 vértices

Implementación

Comenzamos con grafos simples:

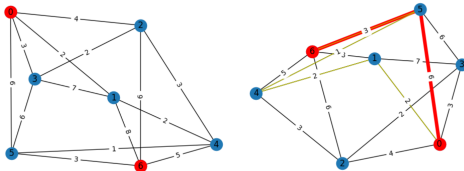


Figure: Ejemplo grafo de 7 vértices

Resultados

A partir de un mismo grafo regular de 50 nodos, y 50 caminos distintos por buscar, resolvemos el mismo problema para distintos parámetros:

β	C=1	C=5	C=10	C=100
Lineal	0.433	0.433	0.466	0.433
Cuadrático	0.466	0.433	0.466	0.433
Exponencial	0.433	0.433	0.533	0.433

Tabla de comparación de precisión por los modelos de Simulated Annealing

Resultados

A partir de un mismo grafo regular de 50 nodos, y 50 caminos distintos por buscar, resolvemos el mismo problema para distintos parámetros. Considerar que Dijkstra tarda en promedio 0.0003 segundos:

β	C=1	C=5	C=10	C=100
Lineal	0.858	0.842	0.869	0.916
Cuadrático	0.887	0.881	0.881	0.844
Exponencial	0.888	0.899	1.019	0.909

Tabla de comparación de tiempos de ejecución (en segundos) por los modelos de Simulated Annealing

Conclusiones

Resultados

Comparación de evolución de energía con sucesión lineal para valores de C

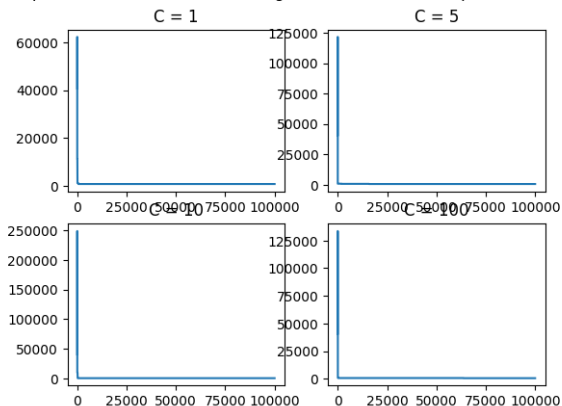


Figure: Comparación de Evolución de energía con sucesión lineal para valores de C en grafo distinto al Mapa de Chile

Resultados

Comparación de evolución de energía con sucesión cuadrática para valores de C

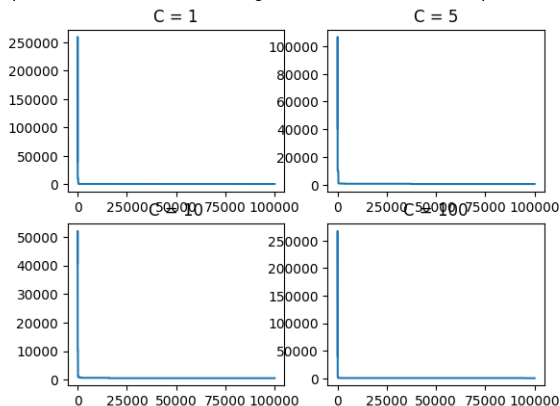


Figure: Comparación de Evolución de energía con sucesión cuadrática para valores de C en grafo distinto al Mapa de Chile

Resultados

Comparación de evolución de energía con sucesión exponencial para valores de C

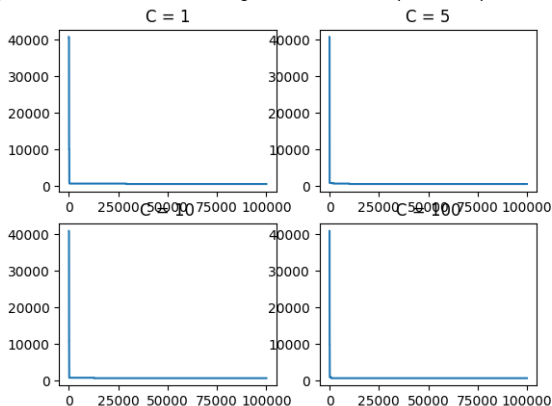


Figure: Comparación de Evolución de energía con sucesión exponencial para valores de C en grafo distinto al Mapa de Chile