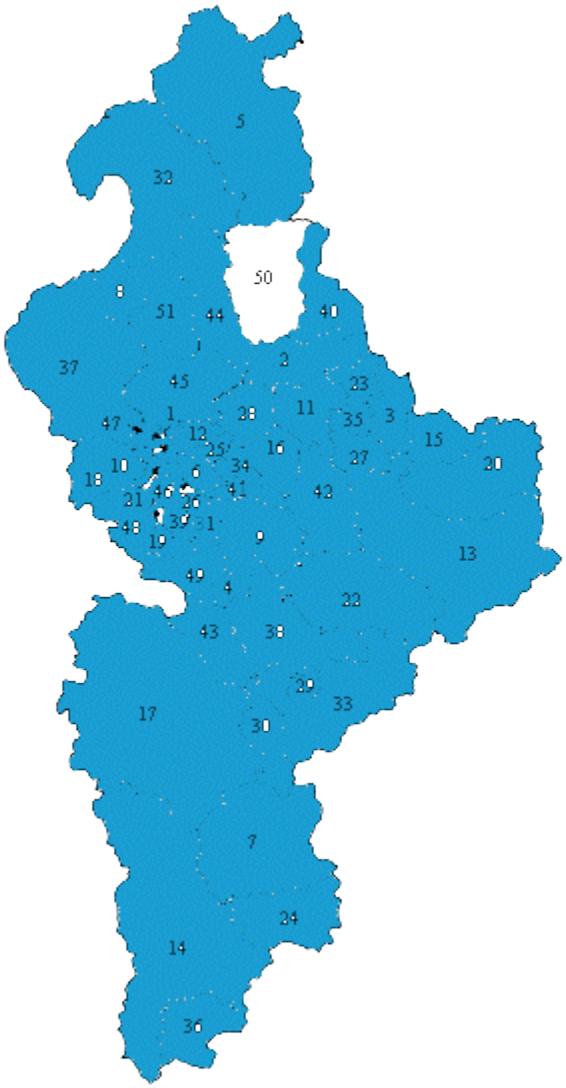


Problema del viajero Nuevo Leones

PROYECTO FINAL

Karen Eunice Oviedo Garza | 1753764 | 26 de noviembre de 2017

Abstract.

¿Cuál es la ruta más corta posible que visita 50 municipios del estado de Nuevo León exactamente una vez y al finalizar regresa a la ciudad origen? Esta es la pregunta que responde la implementación del algoritmo Kruskal en nuestro grafo de cincuenta nodos y mil doscientos veinte y cinco aristas, en el cual también fue implementado el algoritmo de "el vecino más cercano". Dando así el código del algoritmo en Python.

Introducción.

El problema del viajero consta (o se puede resumir) de dos partes, tener lugares que recorrer y minimizar gastos. Para la primera parte, se introduce un concepto matemático que es objeto de estudio en la Teoría de grafos, un grafo conexo ponderado, y para la segunda parte se hace uso de un algoritmo muy conocido por los informáticos, el algoritmo Kruskal. Es decir, este problema cae en el área de las matemáticas aplicadas.

En este proyecto lo que nos interesa recorrer es el estado de Nuevo León, un viaje por 50 de sus municipios y para esto, no solo usaremos el algoritmo Kruskal si no, otro algoritmo también muy conocido llamado Vecino más cercano.

Para este proyecto es necesario que se conozcan los conceptos de *grafo*, *grafo conexo* y *grafo ponderado*, conceptos matemáticos que tienen una aplicación en ciencias de la computación. Además de esto, saber que es un *algoritmo* y que función tienen el *algoritmo kruskal* y "*vecino más cercano*" en relación con un grafo.

Dato curioso. El primer artículo científico relativo a grafos fue escrito por el matemático suizo Leonhard Euler en 1736.

Definiciones para una mejor comprensión.

[1]**Def. Grafo.** Es un conjunto de objetos llamados vértices o nodos unidos por enlaces llamados aristas o arcos, que permiten relaciones binarias entre elementos de un conjunto.

[2]**Def. Grafo conexo.** Un grafo se dice conexo si, para cualquier par de vértices u y v en G, existe al menos una trayectoria de u a v.

[3]**Def. Grafo ponderado.** Grafo al cual se le ha añadido un peso a las aristas. Generalmente suele ser un número natural.

[4]**Def. Algoritmo.** Conjunto prescrito de instrucciones o reglas bien definidas, ordenadas y finitas que permite llevar a cabo una actividad mediante pasos sucesivos.

Muchos algoritmos son ideados para implementarse en un programa.

[5]**Def. Algoritmo Kruskal.** Algoritmo para encontrar un árbol de expansión mínima en un grafo ponderado.

[6]**Def. Algoritmo Vecino más cercano.** También llamado algoritmo voraz (greedy) permite al viajante elegir la ciudad no visitada más cercana como próximo movimiento. Este algoritmo retorna rápidamente una ruta corta.

Esto es,

- Se toma un vértice origen y se agrega a una lista.
- Se revisa cuáles son sus vecinos, elige el de menor peso revisando que no esté en la lista. Se agrega a la lista.
- Así sucesivamente hasta que se tenga en la lista todos los vértices del grafo.
- Se agrega el vértice origen pero al final de la lista.

Para N ciudades aleatoriamente distribuidas en un plano, el algoritmo en promedio retorna un camino de un 25% más largo que el menor camino posible

Implementación en Python de los Algoritmos Kruskal y Vecino más cercano.

Kruskal:

```
107
108     def shortest(self, v): # Dijkstra's algorithm
109         q = [(0, v, ())] # arreglo "q" de las "Tuplas" de lo que se va a almacenar dondo 0 es la distancia
110         dist = dict() #diccionario de distancias
111         visited = set() #Conjunto de visitados
112         while len(q) > 0: #mientras exista un nodo pendiente
113             (l, u, p) = heappop(q) # Se toma la tupla con la distancia menor
114             if u not in visited: # si no lo hemos visitado
115                 visited.add(u) #se agrega a visitados
116                 dist[u] = (l,u,list(flatten(p))[::-1] + [u])    #agrega al diccionario
117             p = (u, p) #Tupla del nodo y el camino
118             for n in self.vecinos[u]: #Para cada hijo del nodo actual
119                 if n not in visited: #si no lo hemos visitado
120                     el = self.E[(u,n)] #se toma la distancia del nodo acutal hacia el nodo hijo
121                     heappush(q, (l + el, n, p)) #Se agrega al arreglo "q" la distancia actual mas la ditan
122         return dist #regresa el diccionario de distancias
123
124     def kruskal(self):
125         e = deepcopy(self.E)
126         arbol = Grafo()
127         peso = 0
128         comp = dict()
129         t = sorted(e.keys(), key = lambda k: e[k], reverse=True)
130         nuevo = set()
131         while len(t) > 0 and len(nuevo) < len(self.V):
132             #print(len(t))
133             arista = t.pop()
134             w = e[arista]
135             del e[arista]
136             (u,v) = arista
137             c = comp.get(v, {v})
138             if u not in c:
139                 #print('u ',u, 'v ',v ,'c ', c)
140                 arbol.conecta(u,v,w)
141                 peso += w
142                 nuevo = c.union(comp.get(u,{u}))
143                 for i in nuevo:
144                     comp[i]= nuevo
145         print('MST con peso', peso, ':', nuevo, '\n', arbol.E)
146         return arbol
147
```

Vecino más cercano:

```
147
148     def vecinoMasCercano(self):
149         ni = random.choice(list(self.V))
150         result=[ni]
151         while len(result) < len(self.V):
152             ln = set(self.vecinos[ni])
153             le = dict()
154             res =(ln-set(result))
155             for nv in res:
156                 le[nv]=self.E[(ni,nv)]
157             menor = min(le, key=le.get)
158             result.append(menor)
159             ni=menor
160         return result
161
```

Problema del viajero Nuevo Leones.

Listado de los municipios seleccionados:

1.Abasolo
2.Agualeguas
3.Allende
4.Anáhuac
5.Apodaca
6.Aramberri
7.Bustamante
8.Cadereyta Jiménez
9.Cerralvo
10.China
11.Ciénega de Flores
12.Dr. Arroyo
13.Dr. Coss
14.Dr. González
15.El Carmen
16.Galeana
17.García
18.Gral. Bravo
19.Gral. Escobedo
20.Gral. Terán
21.Gral. Treviño
22.Gral. Zaragoza
23.Gral. Zuazua
24.Guadalupe
25.Hida.Hidalgo
26.Higueras
27.Hualahuises
28.Iturbide
29.Juárez
30.Lampazos de Naranjo
31.Linares
32.Los Aldamas
33.Los Herreras
34.Los Ramones
35.Marín
36.Melchor Ocampo
37.Mier y Noriega
39.Montemorelos
40.Monterrey
41.Parás
42.Pesquería
43.Rayones
44.Sabinas Hidalgo
45.Salinas Victoria
46.San Nicolás de los Garza
47.San Pedro Garza García
48.Santa Catarina
49.Santiago
50.Villaldama

Grafo de los 50 municipios seleccionados del estado de Nuevo León:
https://github.com/PaulinaAguirre/1837503MC/blob/master/Proyecto/Grafo

Resultados de la mejor ruta.

Con Kruskal:

Los Herreras, Melchor Ocampo, Gral. Treviño, Los Aldamas, Dr. Coss, Gral. Bravo, China, Gral. Terán, Linares, Hualahuises, Iturbide, Aramberri, Gral. Zaragoza, Mier y Noriega, Galeana, Rayones, Allende, Santiago, Monterrey, Guadalupe, Apodaca, San Nicolás, San Pedro, Escobedo, El Carmen, Abasolo, Hidalgo, Garcia, Santa Catarina, Juárez, Pesquería, Marín, Zuazua, Ciénega de Flores, Higueras, Dr. González, Cerralvo, Agualeguas, Paras, Los Ramones, Cadereyta, Montemorelos, Sabinas, Villaldama, Bustamante, Mina, Lampazo del Naranjo, Dr. Arroyo, Anáhuac

Con un costo de: 1240

Con un tiempo de: 28.07

Con Vecino más cercano:

Marín, Higueras, Pesquería, Cadereyta, Dr. González, Cerralvo, Agualeguas, Melchor Ocampo, Gral. Treviño, Páras, Los Herreras, Los Aldamas, Dr. Coss, Gral. Bravo, China, Los Ramones, Gral. Zuazua, Apodaca, Guadalupe, Juárez, Monterrey, Santiago, Rayones, Galeana, Allende, Montemorelos, Hualahuises, Iturbide, Aramberri, Gral. Zaragoza, Mier y Noriega, Linares, Gral. Terán, San Nicolás, San Pedro, Santa Catarina, García, Escobedo, El Carmen, Villaldama, Lampazos del Naranjo, Dr. Arroyo, Anáhuac, Sabinas, Bustamante, Mina, Ciénega de Flores.

Con un costo de: 1322

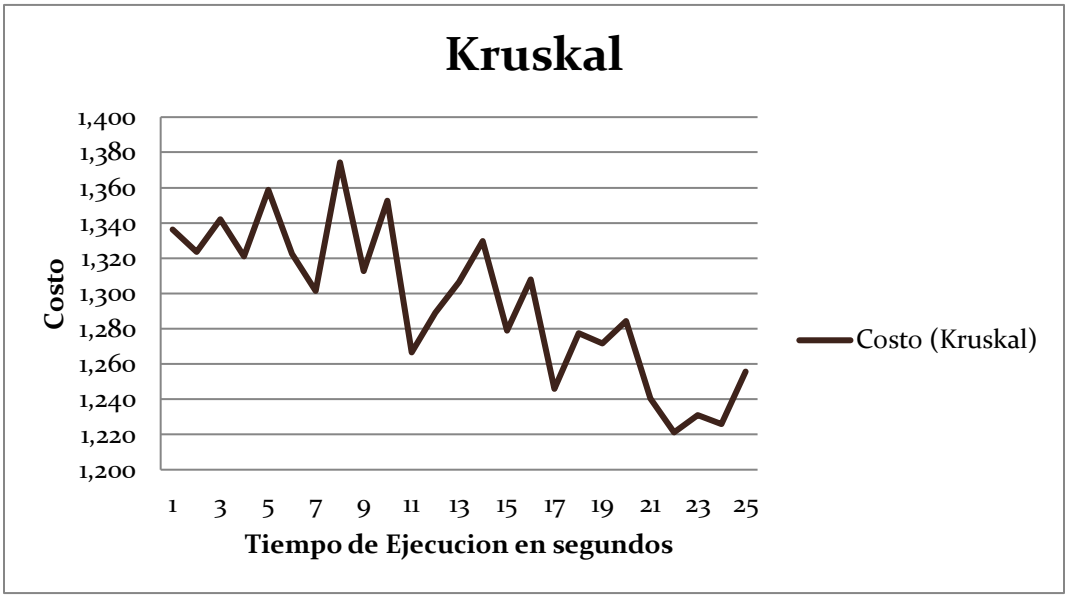
Con un tiempo de: 17.56

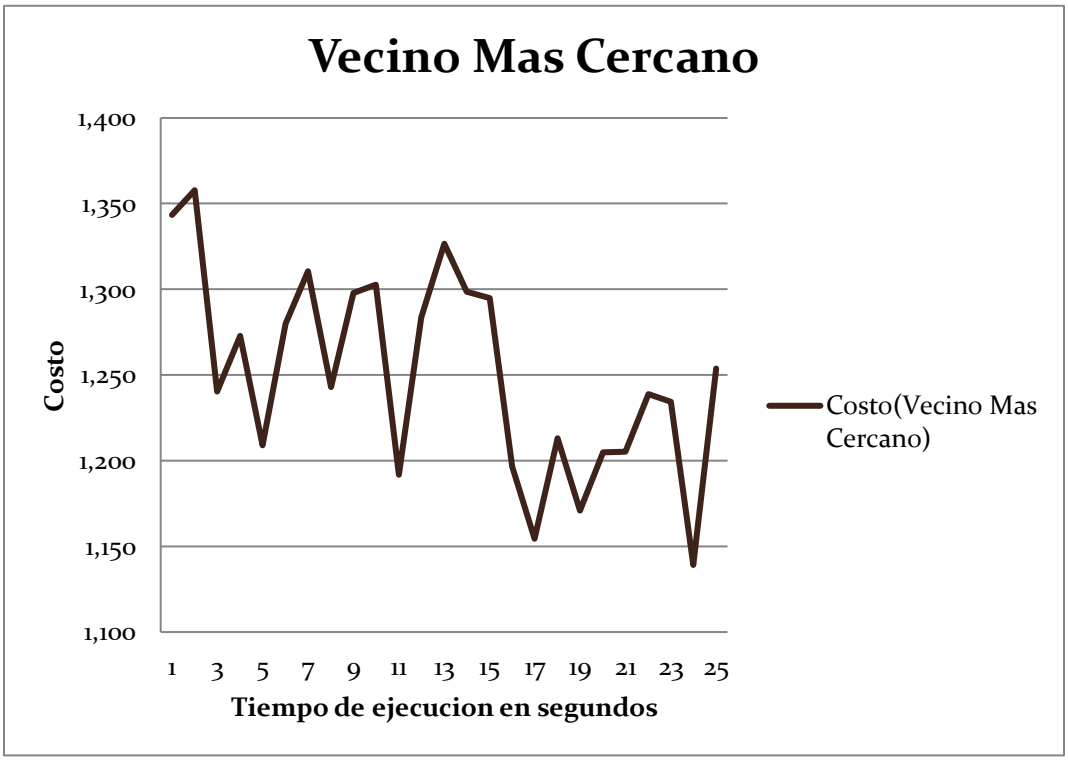
Además de obtener el camino más corto o con menor costo de nuestro grafo, es importante considerar el tiempo de ejecución de cada algoritmo, para esto se realizó una comparación en segundo entre los dos algoritmos.

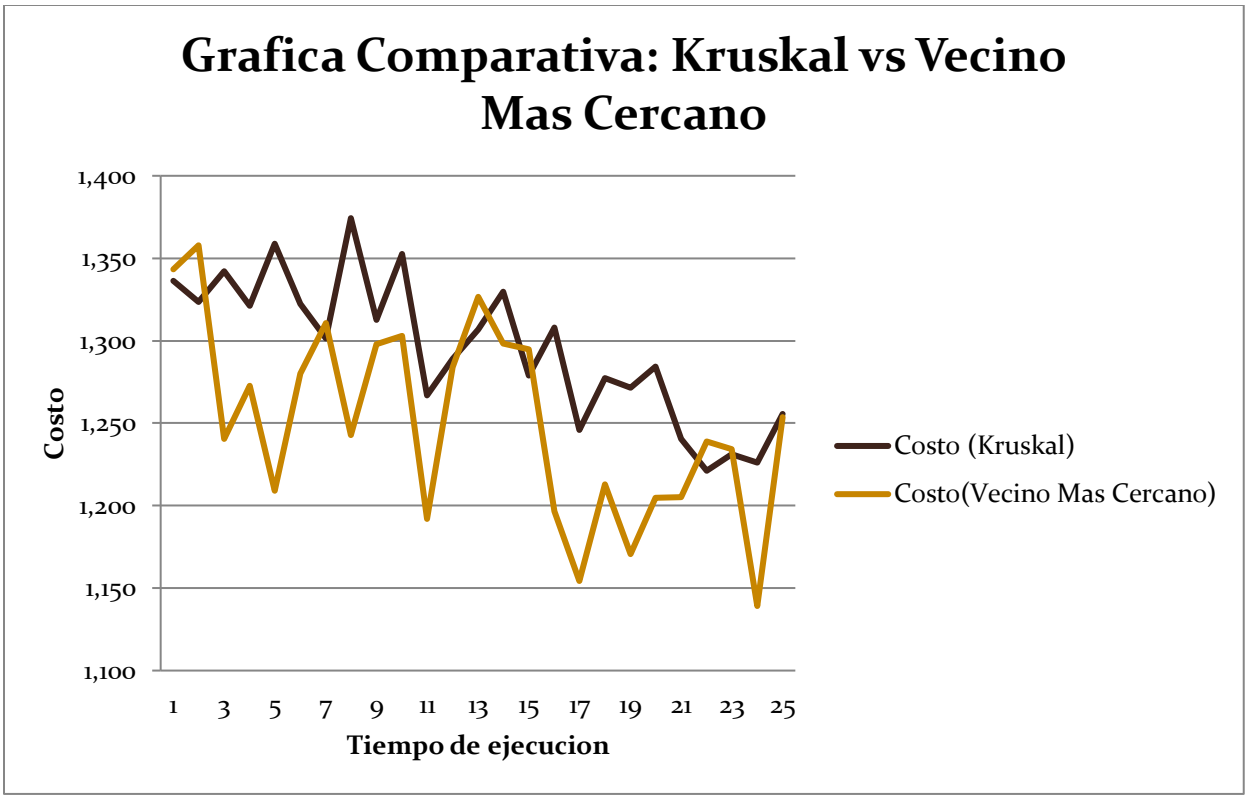
Costo (Kruskal)	Tiempo de ejecucion
1,336	4
1,323	5
1,342	5
1,321	5
1,359	5
1,322	11
1,301	4.614880697
1374.326301	12
1,312	12.43095247
1,352	13
1266.722214	14
1289.087919	14.89325682
1306.632793	15.04399889
1329.555657	15
1,279	15.69292562
1307.860339	15.4115903
1245.740593	16
1277.448686	17
1271.452951	16.93546379
1284.312329	17.26813024
1240.547813	18.62541237
1221.159752	18.71496038
1230.960639	18.67018637
1226.060196	18.72125193
1255.53	18.72

Costo(Vecino Mas Cercano)	Tiempo de ejecucion
1,343	4
1,358	4
1,240	5
1,273	5
1,209	4
1280.04894	12
1,311	9
1,243	11
1,298	10
1,303	9
1191.774666	16.90452299
1283.81021	15.1003409
1326.632758	16.78426519
1298.474129	14.7961582
1294.718964	16.79461382
1196.762222	17
1154.469479	15
1212.961215	17
1170.796126	18
1204.793687	17
1,205	25.36
1239.02149	20.27782253
1234.250258	21.4791254
1139.145871	20.14820367
1253.712548	24.71290163

Obteniendo así las siguientes gráficas:


Kruskal
1,400
1,380
1,360
1,340
1,320
1,300
1,280
1,260
1,240
1,220
1,200
Costo
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25
Tiempo de Ejecucion en segundos
Costo (Kruskal)


Vecino Mas Cercano
1,400
1,350
1,300
1,250
1,200
1,150
1,100
Costo
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19 21 23 25
Tiempo de ejecucion en segundos
Costo(Vecino Mas Cercano)



En base a las gráficas es posible observar que entre más tiempo se tarde se prueban más distancias, dando así una mayor probabilidad de que se encuentre un mejor camino.

No hay una notoria diferencia entre ambos algoritmos, ya que funcionan casi igual. Es decir, el tiempo no es un factor decisivo al momento de elegir que algoritmo usar.

Conclusiones.

Ya que los algoritmos probados difieren en una mínima cantidad de tiempo lo más óptimo y coherente sería utilizar el algoritmo que te designe el camino más corto, ya que ese es el objetivo de El Problema del viajero. En nuestro problema nuevo leones fue el Algoritmo Kruskal, una vez más es el ganador.

La parte enriquecedora de este proyecto fue el conocer los municipios de Nuevo León ya que para algunos de nosotros era de completa ignorancia, incluso el hecho de que fueran más de 50 municipios.