

Tarea 6

1985269

3 de junio de 2019

1. Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo a partir de una red decidir cuáles son los mejores nodos hub así como los nodos críticos que están directamente relacionados con el flujo en la red. Un nodo hub logístico es el lugar donde se reúnen las cargas con la finalidad de ser redistribuidas, en pocas palabras es un puerto o aeropuerto que funcionan como centros de conexiones y distribución. Una red de transporte tiene una capacidad de flujo máxima entre cada uno de sus nodos y un costo asociado a dicho flujo. Un buen nodo hub es aquel que distribuye este flujo de forma tal que los costos sean los menores posibles.

2. Descripción del experimento

Para determinar posibles nodos hubs se analizó la variación del flujo máximo, para lo cual se generó una red de doscientos nodos. Los nodos de menor grado fueron divididos y conectados con una fuente y un sumidero ficticios, a cada arista que se generó se les asignaron capacidad infinita y costo cero. Las demás aristas del grafo tienen un costo y una capacidad generadas aleatoriamente siguiendo una distribución normal.

Fue calculado el máximo flujo de la red desde la fuente hasta el sumidero y luego se fueron eliminando nodos distintos iterativamente para registrar la variación del flujo. De esta forma se determinan cuáles son los nodos mas influyentes en el flujo de la red. Este mismo procedimiento fue realizado con el costo para este se calculó el camino mínimo y se encontraron los nodos que mayor variación del costo provocan al ser eliminados.

Además fue realizada una búsqueda en anchura para determinar cuáles son los nodos mas conectados sumando la cantidad de conexiones hasta el segundo nivel de la búsqueda. Los tres aspectos tenidas en cuenta fueron: conectividad, variaciones del flujo y de los costos.

3. Variación del flujo

En la figura 1 se muestra la red generada, el desvanecido de los nodos está dado por el mayor de los costos de ir de un nodo hacia los demás y fue calculado con un algoritmo de la librería NetworkX .

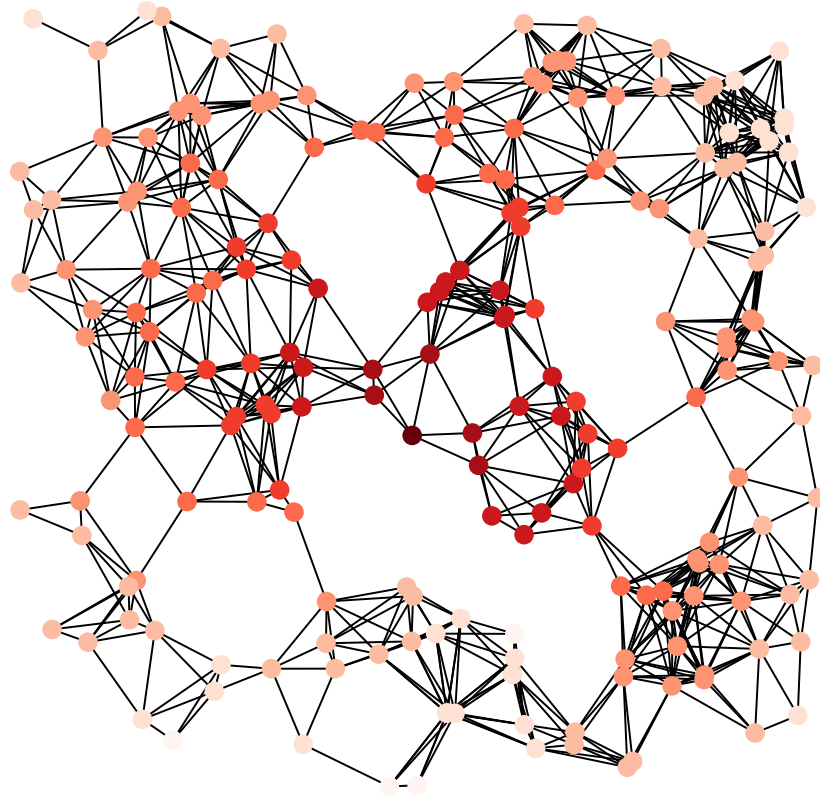


Figura 1: Red de estudio

A continuación se comparte el código de Python del algoritmo utilizado para determinar las variaciones de flujo:

```

1 T=nx.maximum_flow(G, 'fuente', 'sumidero')
2 for i in range(rango):
3     try:
4         H.remove_node(degree[i][1])
5         t=nx.maximum_flow(H, 'fuente', 'sumidero')
6         H=G.copy()
7         desv.append((int(T[0]-t[0]),degree[i][1]))
8     except:
9         H=G.copy()
10        desv.append((999999,degree[i][1]))

```

Los resultados obtenidos se muestran en la figura 3 los nodos con mayor intensidad de color son aquellos que al ser removidos del grafo tuvieron una mayor influencia en la

variación del flujo. Los nodos de mayor intensidad se encuentran en las zonas más densas del grafo, estos tienen un mayor número de conexiones y son candidatos claros a ser hubs ya que cumplen con dos de las condiciones definidas previamente.

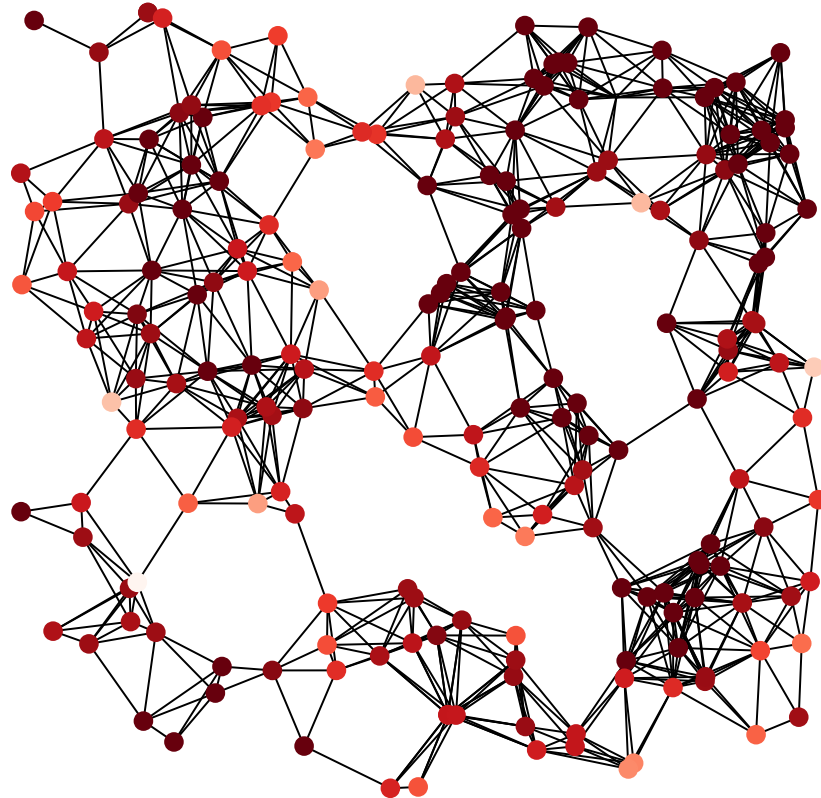


Figura 2: Variación del flujo

4. Variación de los costos

El costo es otro de los indicadores a tener en cuenta. Se realizó un análisis similar al anterior pero esta vez se calculó el camino más corto entre cualesquiera par de nodos y se obtuvieron los resultados que muestra la figura 4. Nuevamente los que mayor variación provocan en la red, al ser removidos, son los nodos de mayor intensidad de color. En este caso tenemos menor concentración de nodos en las zonas densas del grafo. Aparecen nodos en la perifería que tienen un menor grado estos resultan ser nodos críticos ya que de eliminarlos los caminos mínimos tienen una gran variación. Esto debido a que son los enlaces entre las zonas más densas de la red.

```

1 T=nx.shortest_path(G, 'fuente', 'sumidero', weight=True, method='dijkstra')
2 for i in range(len(T)-1):
3     Short+=H[T[i]][T[i+1]]['weight']
4 for i in Grafo.nodes:
5     try:
6         H.remove_node(degree[i][1])
7         t=nx.shortest_path(H, 'fuente', 'sumidero', weight=True, method='
dijkstra')
8         for j in range(len(t)-1):
9             short+=H[t[j]][t[j+1]]['weight']
10        H=G.copy()
11        desvl.append((int(short-Short),degree[i][1]))
12    except:
13        H=G.copy()
14        desvl.append((9999999,degree[i][1]))

```

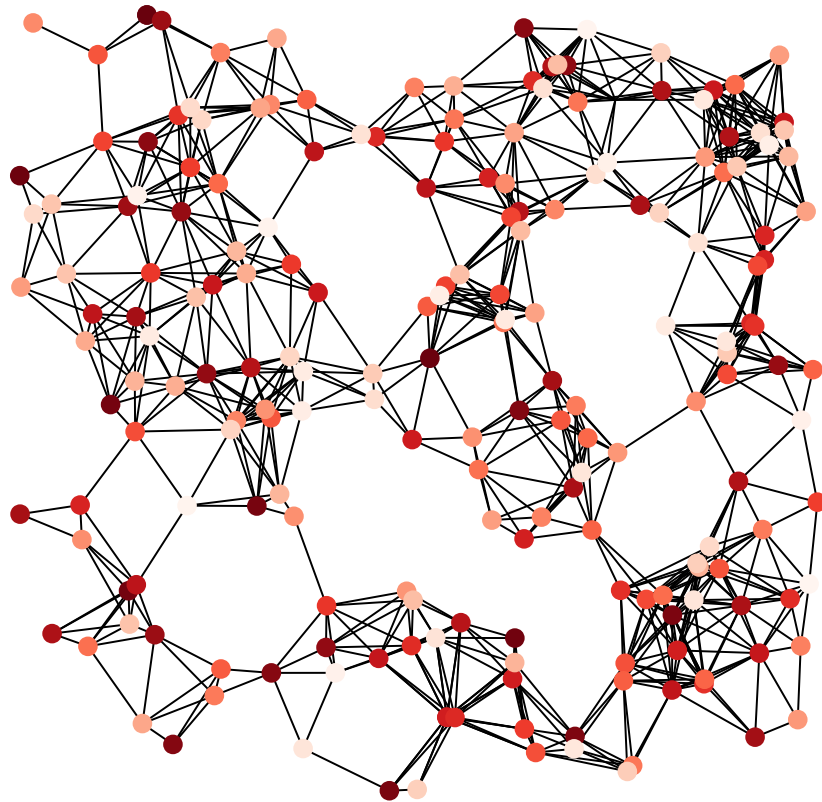


Figura 3: Variación de los costos

5. Conectividad de los nodos

Por último evaluaremos la condición de conectividad para lo cual se realizó una búsqueda en profundidad y se encontraron la cantidad de conexiones de cada nodo hasta el segundo nivel de la búsqueda. Nuevamente como era de esperar los nodos de mayor conectividad se encuentra en las zonas más densas del grafo 5.

```
1 conect=[]
2 for i in Grafo.nodes:
3     K=nx.bfs_tree(Grafo,i)
4     conectividad=0
5     for j in list(K[i]):
6         conectividad+=len(list(K[j]))
7     conect.append((conectividad+len(K[i]),degree[i][1]))
```

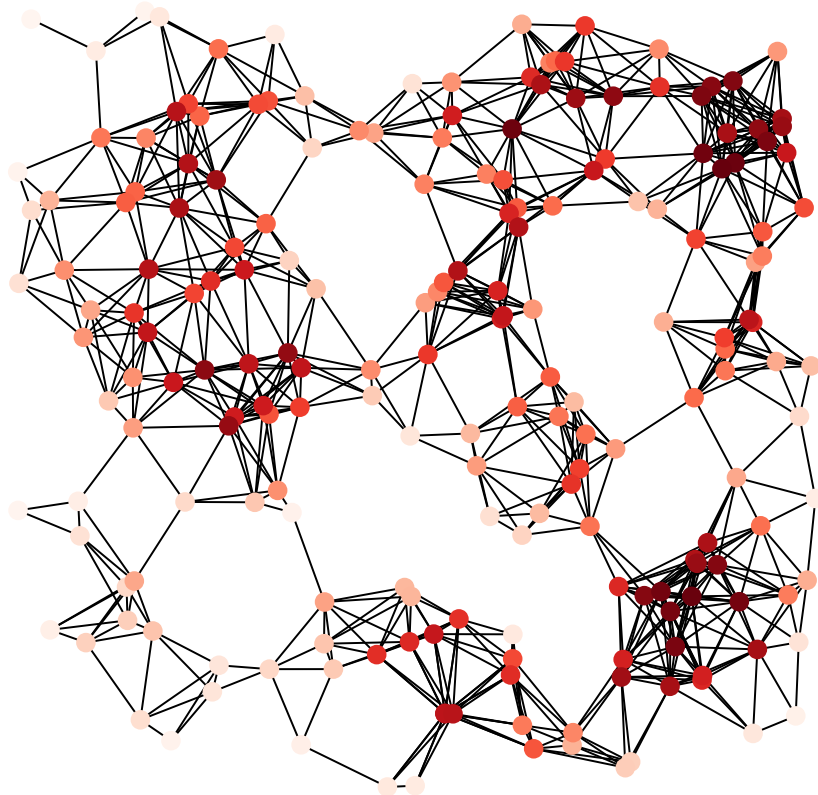


Figura 4: Nodos de mayor conectividad

6. Determinación de los posible hubs en la red

Ya teniendo los tres indicadores que describen el comportamiento de los nodos en cuanto a variación del costo, variación del flujo máximo y conectividad, se procedió a encontrar los nodos que mejores características tuvieran en los tres conjuntos. Cada una de las variaciones se calculó de forma tal que los valores por nodo están relacionados de manera directa con su importancia en la red, es decir a mayor valor de desviación el nodo en cuestión es mejor candidato para hub. Para encontrar los nodos con mejores características fueron promediados los indicadores por nodos en la figura 6 se muestra el resultado. Así es que al menos en cada zona densa del grafo hay un nodo candidato a hub, hay otro conjunto de nodos de menor grado que enlazan dichas zonas que de ser eliminados el comportamiento de la red cambia en cuanto al flujo o al costo.

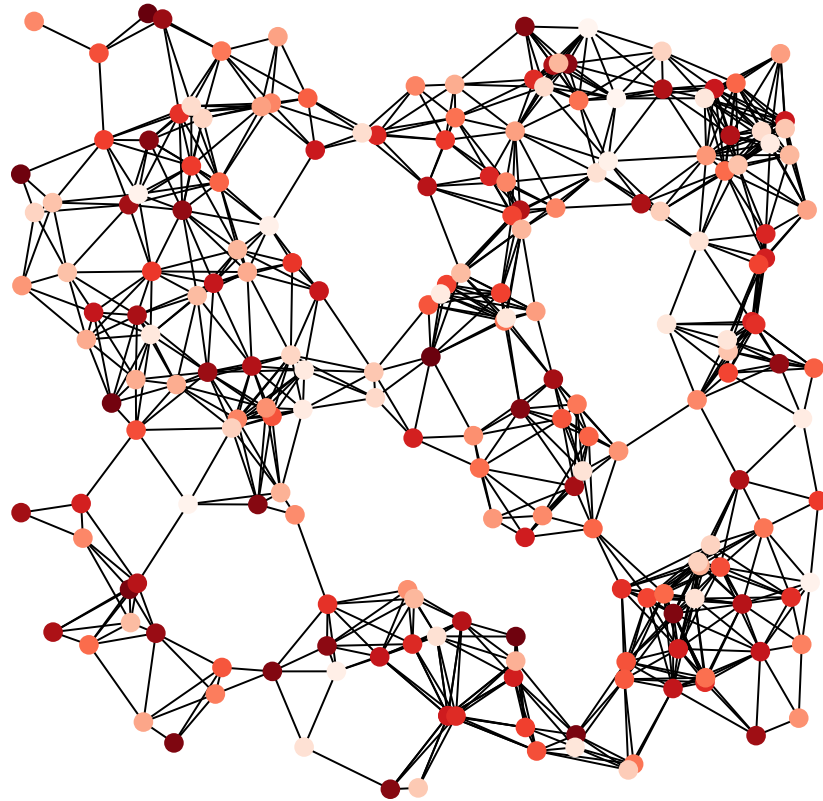


Figura 5: Mejores candidatos a nodos hubs

7. Conclusiones

Se caracterizaron los nodos según su influencia en el flujo, en el costo y por su conectividad. Se analizó la red como un sistema y se definieron nodos críticos en cuanto al flujo y al costo. Finalmente se proponen como hubs una serie de nodos que cumplen con los tres supuestos propuestos inicialmente. Fue posible observar los efectos que provoca en la red eliminar cada nodo. Se propusieron al menos un nodo hub por cada una de las zonas más densas en el grafo.

Referencias

- [1] Janet M Six and Ioannis G Tollis. A framework for circular drawings of networks. In *International Symposium on Graph Drawing*, pages 107–116. Springer, 1999.
- [2] Yehuda Koren. On spectral graph drawing. In *International Computing and Combinatorics Conference*, pages 496–508. Springer, 2003.
- [3] John G Klincewicz. Hub location in backbone/tributary network design: a review. *Location Science*, 6(1-4):307–335, 1998.
- [4] Sibel Alumur and Bahar Y Kara. Network hub location problems: The state of the art. *European journal of operational research*, 190(1):1–21, 2008.