ESTRUCTURA DE DATOS 2
Código ST0247

Taller en Sala 4
Backtracking para Grafos (Básico)

Objetivos: **1.** Resolver problemas fundamentales de grafos, incluyendo búsqueda DFS y BFS. **2.** Identificar un problema práctico para cada una de las estrategias de diseño de algoritmos.**3.** Traducir problemas de la vida real a soluciones algorítmicas.

Consideraciones: Lean y verifiquen las consideraciones de entrega,

Trabajo en Parejas

Mañana, plazo de entrega

Docente entrega plantilla de código en GitHub

Sí .cpp, .py o .java

No .zip, .txt, html o .doc

Alumnos entregan código sin comprimir GitHub

En la carpeta Github del curso, hay un código iniciado y un código de pruebas (tests) que pueden explorar para solucionar los ejercicios

Estructura del documento: **a)** Datos de *vida real*, **b)** I*ntroducción* a un problema, **c)** Problema a resolver, **d)** Ayudas. Identifiquen esos elementos así:

a) **b)** **c)** **d)**

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

Teoría de grafos: Los algoritmos que desarrollarán en este taller deben funcionar al menos para los siguientes tipos de grafo:

- Grafos con ciclos, también llamados grafos cíclicos
- Grafos con islas (donde dados dos vértices de este estos pueden no estar conectados de ninguna manera) también llamado grafos no conexos
- Grafos donde hay varios caminos entre un par de vértices

Los algoritmos para encontrar caminos en grafos se utilizan en aplicaciones de mapas. Vean https://bit.ly/2wxPa9z

Ejercicios a resolver

1. En el videojuego *Age of Empires 1: Rise of Rome*, el objetivo es conquistar otras civilizaciones. Para lograrlo, es necesario enviar ejercito entre diferentes puntos del mapa. El mapa se representa internamente como un grafo.

Un problema que existe es la existencia de islas porque esto significa que el grafo no es conexo y, por consiguiente, no se puede llegar desde cualquier punto del grafo a cualquier otro punto

Usando búsqueda primero en profundidad (en Inglés DFS), implementen un algoritmo que retorne si hay camino o no entre un nodo *i* y un nodo *j* en un grafo dirigido *g*.

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

2 En el videojuego *Grand Theft Auto V*, cuando ordenamos a un personaje ir de un lugar a otro en el mapa, estamos interesados en que el personaje tome la ruta más corta.

Para calcular la ruta más corta, lo primero es modelar el mapa como un grafo dirigido debe ser dirigido porque no todas las calles son doble vía y no queremos una infracción de tránsito. El siguiente paso es diseñar el algoritmo

Dado un grafo dirigido y el índice de dos de sus vértices *inicio* y *fin*, hallen el costo del camino de menor costo (valga la redundancia) que inicia en *inicio* y llega a *fin* utilizando backtracking.

3 Una de las funciones sustanciales del grupo EMI es brindar el servicio médico en casa. Un problema que enfrenta actualmente EMI es encontrar el orden óptimo para visitar a sus clientes de tal forma que se minimice la distancia total del recorrido que tiene que hacer cada uno de sus médicos. Este problema se conoce como el problema del agente viajero.

Dado un grafo dirigido completo, hallen el costo mínimo del recorrido que pasa por todos los vértices exactamente una vez y vuelve al nodo inicial utilizando *backtracking*.

4 **[Ejercicio opcional] Implementen un método que dado un grafo (*Digraph g*) y el identificador de un nodo en el grafo (*int start*), realice un recorrido en profundidad desde *start*, y retorne una lista en la que almacena los indicadores de los vértices a medida que los visita.**

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

[Ejercicio opcional] Implementen un método que dado un grafo (*Digraph g*) y el identificador de un nodo en el grafo (*int start*), realice un recorrido en anchura desde *start*, y retorne una lista en la que almacena los indicadores de los vértices a medida que los visita.

[Ejercicio opcional] Usando BFS, escriban una implementación que retorne si hay camino o no entre un vértice *i* y un vértice *j* en un digrafo *g*.

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

Ayudas para resolver los Ejercicios

Ejercicio 1

Pista 1: Consideren el siguiente código:

```
public static boolean hayCaminoDFS(Digraph g, int i, int j)
{
}
```

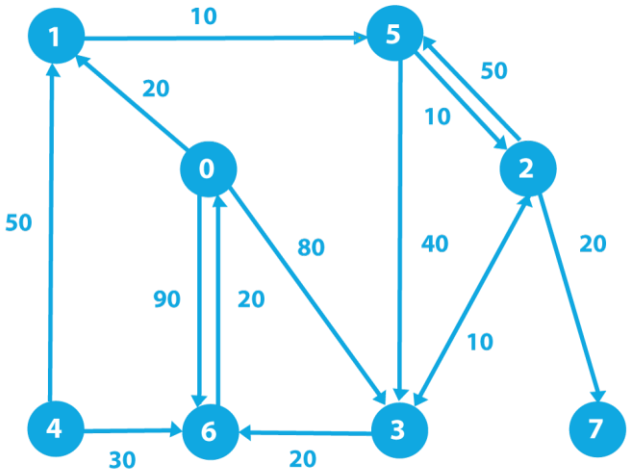
Ejercicio 2

Pista 1: Asuman que los vértices dados sin válidos y que para ir del vértice *k* a sí mismo el costo es 0. Si no hay camino retorne -1.

```
public static int costoMinimo(Digraph g, int inicio, int
fin) {
// complete...
}
```

Ejemplo 1: En el siguiente grafo el camino más corto para ir de 0 a 6 tiene costo total 70: 0, 1, 5, 2, 3, 6.

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473



Nótese que hay otros caminos como 0, 6 y 0, 3, 6; pero tienen un costo mayor (90 y 100 respectivamente).

Pista 2: Utilicen DFS y en vez de un arreglo de visitados usen uno de distancias, y vayan mejorando las distancias paso a paso.

```
private static void dfs(Digraph g, int v, int[] costo) {
// complete...
}
```

Recomendación: Una forma menos eficiente de encontrar el camino más corto entre dos vértices en un grafo, lo pueden ver en el siguiente problema: **https://bit.ly/2tEEeYa**

Se recomienda que solucionen este problema ya que les dará una mejor comprensión del algoritmo y probará con mayor rigurosidad la exactitud de su solución.

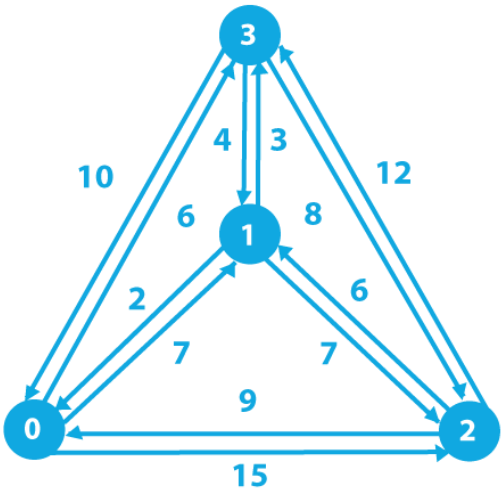
PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

Ejercicio 3

Pista 1: Consideren el siguiente código:

```
public static int recorrido(Digraph g) {
// complete...
}
```

Ejemplo 1: En el siguiente grafo el costo total del recorrido de costo mínimo que pasa por los cuatro vértices (iniciando y volviendo a 0) de 22:



Pista 2: Nótese que puede asumir que inicia en cualquier vértice, como por ejemplo 0.

Pista 3: Calculen todas las posibles permutaciones (*sin* repetición) y retornen la que tenga menor costo total. Para esto es posible que quieran crear un método que dado un arreglo de enteros *a* elimine el elemento en la posición *k*, al igual que una función auxiliar que solo tenga en cuenta lo vértices sin visitar.

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

```
private static int[] removeAt(int k, int a[]) {
     // complete...
}

private static int recorrido(Digraph g, int v, int[]
unvisited) {
     // complete...
}
```

Pista 4: Recuerden tener en cuenta el costo para volver al vértice inicial

Ejercicio 4

Pista 1: En caso de poder visitar más de un hijo en el recorrido, visítelos en base a su identificador de menor a mayor.

Ejemplo 1: Así es un recorrido en profundidad desde 7 en el grafo de la imagen:

7 → 7, 8, 9, 11, 2, 10

```
public static ArrayList<Integer> dfs(Digraph g, int start) {

}
```

Pista 2: Implementen el método de forma recursiva y creen una función auxiliar similar a esta:

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

```
private static void dfs(Digraph g, int nodo, boolean[]
visitados, ArrayList<Integer> list) {

}
```

Error Común 1: Olvidar hacer el arreglo de visitados

```
public void dfsMalo(Graph g, int v) {
dfsAux(Graph g, int v, visitados);
}
```

Error Común 2: No utilizar el arreglo de visitados:

```
public void dfsAuxMalo(Graph g, int v, boolean[] vi){
     vi[v] = true;
     System.out.println(v);
     ArrayList<Integer> vecinos = g.successors(v);
for (Integer vecino: vecinos) {
     dfsAux(g, vecino, vi);
}
}
```

Ejercicio 5

Pista 1: En caso de poder visitar más de un hijo en el recorrido, visítenlos en base a su identificador de menor a mayor.

En caso de que el nodo start sea un nodo aislado (es decir, no se conecta a ningún otro nodo) retorne null. Por ejemplo, en el grafo de la imagen los nodos 0, 1, 2, 4, 6, 9 y 10 son nodos aislados.

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

Ejemplo 1, así es un recorrido en anchura desde 7 en el grafo de la imagen:

7 → 7, 8, 11, 9, 2, 10

```
public static ArrayList<Integer> bfs(Digraph g, int start) {

}
```

Ejercicio 6

Pista: Consideren el siguiente código:

```
public static boolean hayCaminoBFS(Digraph g, int i, int j) {
}
```

PhD. Mauricio Toro Bermúdez
Docente | Escuela de Ingeniería | Informática y Sistemas
Correo: mtorobe@eafit.edu.co | Oficina: Bloque 19 – 627
Tel: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473

¿Alguna inquietud?

CONTACTO

Docente Mauricio Toro Bermúdez
Teléfono: (+57) (4) 261 95 00 Ext. 9473
Correo: mtorobe@eafit.edu.co
Oficina: 19- 627

Agenden una cita dando clic en la pestaña -*Semana*- de http://bit.ly/2gzVg10