Examen Final de Programación
Curso 2022-2023
Parte 1

Contrabando Pirata

Año 1715, el infame capitán Juan Gorrión planea formar una red de contrabando que se extienda por todas las islas del Caribe. En plena edad dorada de la piratería, el mar es un territorio hostil y peligroso, por lo que es conveniente que los barcos destinados a transportar las mercancías realicen sus viajes con la mayor rapidez posible. Usted tiene la tarea de planificar las rutas de transportación que utilizará la flota contrabandista y obtener la distancia mínima que deban recorrer los barcos para cumplir con sus entregas y recogidas de productos ilícitos.

Se cuenta con n barcos y m islas distribuidas por el caribe. Cada navío debe partir de una isla inicial 0 para visitar otras islas. Todas las islas deben ser visitadas por algún barco. Todos los barcos, luego de terminado su trabajo, deben regresar a la isla 0. Se conoce la distancia que hay entre cada par de islas. Además, todas las islas (menos la 0) están divididas en dos conjuntos A y B. En el conjunto A se encuentran las islas que reciben productos de los barcos y en el conjunto B las que entregan productos a los

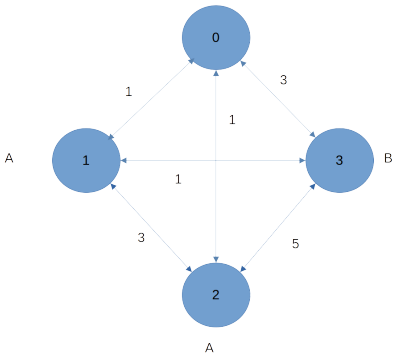
barcos.

Su objetivo es encontrar una distribución de n rutas (una por cada barco) de forma que entre todos recorran le menor distancia posible de y todas las islas sean visitadas una vez, y retornar esa distancia óptima. Note que, de ser necesario, algunos barcos pueden quedarse en la isla 0 y eso se considera también una ruta. Sin embargo, no todas las rutas son válidas. Para evitar exceder la capacidad de los barcos, en cada ruta, Juan piensa que las islas del conjunto A deben ser visitadas antes que las islas del conjunto B. Cualquier ruta que en la que se visite a una isla de A luego de visitada cualquier isla de B, queda invalidada.

Ejemplo

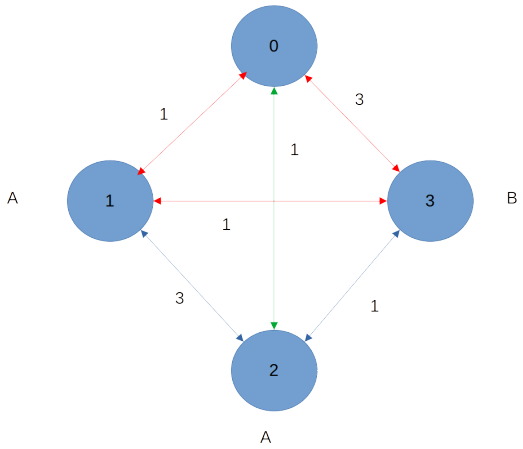
A continuación se presenta un ejemplo de problema con tres islas y dos barcos con su respeciva matriz de distancia y representación visual.

	0	***1***	***2***	***3***
0	0	1	1	3
1	1	0	3	1
2	1	3	0	1
3	3	1	1	0



Una posible solución del problema es la siguiente: En este caso, un barco se desplaza hacia 1, luego hacia 3 y regresa a 0 (camino [1,3,0]). Mientras que el otro se desplaza hacia 2 y regresa a 0 (camino [2,0]). Esta solución tiene costo 7.

Note que la solución en que un barco se mueve por el camino [1,3,2,0] mientras que el otro se queda en [0] tiene costo 4, sin embargo en esta solución se visita a 2 de tipo A después de visitar a 3 de tipo B.



Implementación

Para solucionar el problema cuenta con la siguiente clase:

```
class Map
{
    private int[,] Distances { get; set; }
    public int M {get; private set; }
    public int[] A {get; private set;}
    public int[] B {get; private set;}

    public Map(int[,] distances, int[] A, int[] B)
    {
        Distances = distances;
        N = Distances.GetLength(0);
        this.A = A;
        this.B = B;
    }

```

```
16          public int this[int i, int j]
17          {
18              get => Distances[i,j];
19          }
20
21          public bool IsTypeA(int node)
22          {
23              if (A.Contains(node))
24                  return true;
25              return false;
26          }
27
28          public bool IsTypeB(int node)
29          {
30              if (B.Contains(node))
31                  return true;
32              return false;
33          }
34      }
```

La propiedad `Distances` representa la matriz y `M` la cantidad dotal de islas del mapa (contando la isla 0). Los arrays `A` y `B` representan los conjuntos A y B respectivamente. Un mapa no puede ser modificado una vez construido. Al indexar dos enteros en una instancia de la clase Map se obtiene la distancia de las dos islas representadas por esos enteros. Con los métodos `IsTypeA` e `IsTypeB` es posible comprobar si la isla representada por un entero pertenece o no a los conjuntos A o B respectivamente.

Usted debe implementar el siguiente método:

```
1 int Solve(Map map, int n)
2 {
3     throw new NotImplementedException();
4 }
```

El método *Solve* retorna el costo de la planeación de rutas óptima. El entero n reprsenta la cantidad de barcos y por tanto la cantidad de rutas a planificar.

Consideraciones

- Todas las islas son representadas por números enteros entre 0 y m - 1.
- Todas las islas de 1 a m - 1 estastarán en el conjunto A o en el conjunto B.
- Cada isla puede ser visitada una sola vez y sólo se puede regresar a 0 al finalizar cada ruta.

En el archivo `Program.cs` se muestra un ejemplo, sin embargo, usted puede (y debe) crear sus propios casos para poner a prueba su solución.