Práctica 4
Informática 2
Facultad de Ingeniería
Universidad de Antioquia

1 Introducción

Muchas de las actividades que realizamos actualmente implican el acceso a recursos en sitios remotos. Consultar una página web, enviar un correo o participar de una sesión de juego en línea son actividades que necesitan conectar al menos dos equipos separados por metros o por miles de kilómetros. Para facilitar dicha conectividad, los computadores, celulares, consolas y otros terminales se agrupan en *redes*, las cuales deben ser alcanzables entre sí.

En esta práctica los estudiantes se familiarizarán con el uso de la programación orientada a objetos (POO) aplicada a problemas de redes de computadores. Se abordará el modelamiento e implementación de enrutadores y redes, haciendo uso de los contenedores de la STL (`vector`, `list`, entre otros) para representar estructuras dinámicas de datos. El enfoque principal será la simulación de una red de enrutadores. Los **enrutadores** son los equipos intermedios que se encargan de proveer la conectividad entre las diferentes redes en internet. Un enrutador puede conocer una o varias redes y puede compartir esta información con otros enrutadores con el fin de construir bases de datos consistentes y, así, poder llevar la información en forma de paquetes desde un origen a un destino. En esas bases de datos se guarda la información para encontrar el camino más corto (usualmente conocido como "el mejor camino") a todas las redes de una topología, en la cual cada dispositivo debe ser capaz de construir y actualizar su tabla de enrutamiento en función de los cambios de topología o de costo de los enlaces.

La actividad combina conceptos de programación avanzada con fundamentos de telecomunicaciones, proporcionando una visión práctica de cómo la informática y las redes se integran para soportar la comunicación global.

2 Objetivos

- Adquirir destreza en el modelamiento e implementación de objetos.
- Adquirir destreza en el manejo de los contenedores implementados en la STL.
- Emplear POO para la solución de problemas asociados a redes de computadores.

3 Ejemplos

El profesor realizará varios ejemplos del uso de contenedores tales como `vector`, `list`, `map`, implementados en la STL.

4 Contexto

Consideremos una red de 4 enrutadores (A, B, C, D), conectados a través de enlaces con costos como se dispone en la Figura 1. Los costos pueden representar la distancia, el dinero que cueste usarlos o una función de la velocidad del enlace, o incluso, una combinación de varios factores. Un camino es un conjunto de uno o más enlaces que conectan un par de nodos. Por ejemplo, en la Figura 1, entre los nodos A y C hay varios caminos, $A \xrightarrow{10} C$, $A \xrightarrow{5} D \xrightarrow{2} C$ y $A \xrightarrow{4} B \xrightarrow{3} C$. El costo asociado a dichos

caminos es la suma de los costos de cada enlace; para los caminos anteriormente mencionados, los costos serían 10, 7 y 7 respectivamente. Cada enrutador debe calcular el camino más corto hacia el resto de los enrutadores de la topología.

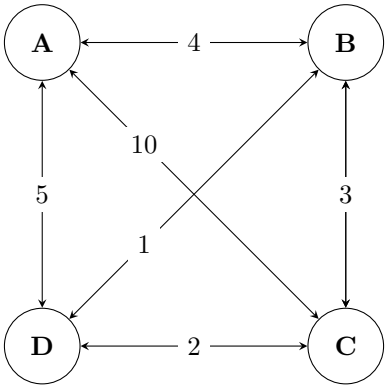

Figura 1: Red de enrutadores con sus costos de enlace.

Una vez que un enrutador se enciende, debe comenzar a construir una tabla donde tenga los costos a cada destino. En un principio agrega los destinos directamente conectados (con los que tiene enlace directo) y asigna el costo de dicho enlace, por ejemplo para el caso del enrutador A:

	A	B	C	D
A	0	4	10	5

Para el enrutador B:

	A	B	C	D
B	4	0	3	1

Dichas tablas no representan los caminos más cortos para esa topología. Por ejemplo, el enrutador A tiene una ruta directa a C de costo 10, pero las rutas a través de D o de B tienen un costo de 7, convirtiéndolas en una mejor opción. Dicho esto, después de que se intercambia información con los otros enrutadores, A ejecuta un algoritmo donde encuentra y consigna los valores de las rutas más cortas. La tabla con los menores costos a cada destino en A quedaría:

	A	B	C	D
A	0	4	7	5

Es deseable (algunos algoritmos lo permiten) que cada enrutador guarde los caminos completos que trazan la ruta que lleva a cada destino, por ejemplo en A:

- Para llegar a B toma el camino $A \rightarrow B$
- Para llegar a C, toma el camino $A \rightarrow B \rightarrow C$
- Para llegar a D, toma el camino $A \rightarrow D$

Cada enrutador realiza el procedimiento y la tabla de costos para cada destino conjunta quedaría:

	A	B	C	D
A	0	4	7	5
B	4	0	3	1
C	7	3	0	2
D	5	1	2	0

Adicionalmente, cada enrutador puede guardar el camino completo para cada destino, así, cuando va a enviar información a un destino, sabe a través de qué nodo vecino debe enviar primero un paquete.

5 Ejercicio

Con base en el conocimiento adquirido a partir de las sesiones teóricas, la información de esta guía y utilizando los conceptos de POO, escriba un programa que permita simular una red de enrutadores. El programa desarrollado debe incluir lo siguiente:

1. **Modelamiento de un enrutador:** cada enrutador debe estar en capacidad de almacenar su tabla de costos a todo destino, esta puede ser actualizada en tiempo de ejecución ya sea porque el costo de los enlaces cambia o los enlaces entre enrutadores cambian (se eliminan o se agregan). También debe almacenar los vecinos (enrutadores directamente conectados) y los caminos completos a cada destino, que también pueden ser actualizados en tiempo de ejecución.

2. El programa debe permitir la agregación o eliminación de routers en tiempo de ejecución. Una vez eliminado o agregado un enrutador, se deben recalcular las rutas y tablas asociadas a cada enrutador.

3. Configurar una red a partir de un archivo que describa una topología (enrutadores y conexiones). El estudiante determinará el formato a utilizar.

4. Crear una red de forma aleatoria, que incluya enrutadores y conexiones entre ellos.

5. Dados dos enrutadores (origen y destino), imprimir el camino más corto entre ellos y el costo asociado a dicho camino.

6. Implementar las clases auxiliares necesarias que considere para completar el programa. En este punto debe incluir el diagrama de clases, indicando las relaciones entre ellas y los atributos de cada una.

7. El uso de contenedores incluidos en la STL.