

# Algoritmos y Estructuras de Datos

## Trabajo Final 2024

### Simulación de tráfico de Internet

Desarrollar un programa que simule el tráfico de datos, al "estilo" del funcionamiento de Internet.

Existen  $n$  máquinas que cumplen la función de routers que se encargan de rutear los datos desde una máquina de origen hacia la máquina de destino.

Existen otras  $k$  máquinas, las terminales, que son las emisoras - receptoras de páginas. Cada una de estas máquinas está conectada a un único router que es el encargado de enviar / recibir las páginas hacia / desde el destino final.

Cada router está conectado a 1 o más routers para transmitir los paquetes. Cada router sabe cuáles son las máquinas terminales que tiene conectadas y cuáles son los routers vecinos que tiene, es decir a qué otros routers está conectado directamente. Además, cada router tiene una tabla que le indica a qué router enviar los datos con un determinado destino.

Cada router tiene una conexión directa con sus vecinos de un determinado ancho de banda. Cuando un router recibe una página para enviar de una de sus terminales, esta la divide en  $n$  paquetes de igual tamaño y va enviando por la ruta elegida de a un paquete por vez. Es decir que una página pedida por otra terminal se divide y se envía de a segmentos.

A su vez, cuando un router va recibiendo de otro router paquetes con un determinado destino, debe reenviarlos al router correspondiente en la ruta, o bien, si el destino final es una máquina terminal conectada directamente, debe ir almacenando los paquetes recibidos hasta que estén todos los que correspondan a la página enviada, rearma la página y recién allí se la envía a la máquina destino.

Las direcciones de las máquinas, son tipo IP, pero simplificadas. Tienen dos partes de 1 byte cada una: la primera indica el router y la segunda la máquina terminal conectada al router. Es decir que pueden haber 256 routers con 256 máquinas cada uno.

Como hace cada router para computar la tabla de destinos que posee?

Si la dirección del paquete corresponde a la de un router vecino, hay una conexión directa, por lo que no hay más trámite. Para routers que no son vecinos pueden haber varias rutas alternativas, debiendo el router elegir aquella que tiene la menor carga de tráfico. Una vez determinada la mejor ruta, todos los paquetes enviados a un determinado destino, se envían al router vecino que conforma el camino elegido.

En resumen, cada router tiene las siguientes funciones:

a) recibir una página de una máquina cliente, dividirla en los paquetes que corresponda, y enviarla a la cola de tráfico de la ruta que corresponda

b) recibir paquetes de los routers vecinos y redireccionarlos hacia el router vecino que corresponda si la dirección del paquete no es la propia del router, o bien si la dirección del paquete es la del router en cuestión, debe esperar a recibir todos los paquetes que corresponden a la página enviada y una vez sucedido esto, enviar la página a la máquina de destino.

Cada router tiene una cola de envíos para cada router vecino, en donde van encolando los paquetes que tienen que enviarse por ese canal y que luego envía por cada turno, todos los que su ancho de banda le permita. En la cola no se deben colocar todos los paquetes de una página consecutivos: deben ser intercalados con los paquetes que provengan de otra máquina, para que se vayan enviando parcialmente de todas las máquinas al mismo tiempo. Esto evita que un envío muy pesado atore al server y los otros paquetes demoren mucho en ser enviados.

Existe un administrador del sistema que recalcula las rutas óptimas de todos los routers periódicamente. Para ello cada router le envía el tamaño de la cola de espera de envíos de paquetes hacia cada router vecino, y con ello el administrador determina la ruta óptima pasando por los routers que tengan menor tráfico pendiente en relación al ancho de banda de la conexión que tenga con ese router. Hay que tener en cuenta que cada router envía  $k$  paquetes por vez en un canal, según el ancho de banda que tenga el canal.

Para determinar el óptimo, lo que importa es la cantidad de ciclos que un nuevo paquete debe esperar hasta ser enviado. Además se pierde un ciclo al entrar a un router y volver a salir.

O sea que, si un router tiene la cola vacía, el envío de un paquete a ese router no tiene un costo de cero, si no de uno, porque el paquete debe esperar hasta el próximo turno para ser reenviado.

Una vez que el administrador determina los caminos óptimos, se los informa a cada router. Esos caminos son utilizados a partir de ese momento hasta que vuelven a recomputarse. Puede suceder que los paquetes pendientes de enviar de una página, utilicen un camino distinto de los enviados previamente, porque se cambió el camino a utilizar por uno con menos tráfico.

El caso es el así: suponga una página que se dividió en 50 paquetes. Se enviaron 20. Se recalcula el camino óptimo y se cambia de ruta. Los 30 paquetes restantes van por otra ruta, que al ser tomada como óptima, pueden llegar a destino antes que los primeros 20. Tener esto en cuenta cuando el router debe rearmar la página.

Ud deberá simular este proceso. El mismo constará de un ciclo en que cada uno de los routers haga las tareas de recepción y reenvío o almacenamiento de paquetes que tienen que hacer, de a uno por vez. Cada 2 ciclos, tomará el control el administrador para recomputar los caminos óptimos y volverá al cómputo de ciclos.

Deberá utilizar números aleatorios para simular la generación de páginas a ser enviadas, el destino y el tamaño de cada página. La cantidad de routers, la cantidad de terminales por router, las conexiones directas de los routers y el ancho de banda entre los routers y entre cada terminal y el router asociado deberá ser configurable y definido en un archivo que parametrice el sistema.