

EJERCICIOS DE ARQUITECTURA DE COMPUTADORES

Se proponía hacer el ejercicio 49 del tema 3 de los apuntes:

49. Define analíticamente (mediante una fórmula) la latencia de transporte entre dos nodos separados por una distancia D en una red que utiliza conmutación vermiciforme (wormhole), con buffers de almacenamiento para cada una de las salidas de los conmutadores y en las entradas. Asume que la cabecera del paquete consta de 2 phits, mientras que el resto del paquete ocupa 100 phits más; denota el tiempo de encaminamiento por paquete como t_r , el tiempo de conmutación de un phit como $t_s = t_w$, y el ancho de banda como $BW = w/t_w$, donde w es el ancho del canal en bits.
- Explica cada uno de los términos en la expresión, utilizando letras para cualquier término que aparezca en la expresión y que no haya sido definido en el enunciado. Además, especifica el tipo de unidades (por ejemplo, segundos) de cada término utilizado.
 - Indica cómo se modificaría dicha expresión si $t_s = 2 \cdot t_w$

Solución

La solución comentada de este problema la podemos ver en el vídeo 42 de Claver, que se encuentra en https://www.youtube.com/watch?v=nxolOdXqX_k&feature=youtu.be

Parte a)

En la solución vamos a suponer que un flit y un phit ocupan lo mismo. En teoría hemos visto que el envío de un paquete suponiendo lombriz se realiza de forma segmentada, de manera que el coste de envío de un conjunto de datos será el tiempo de envío del primer dato más el resto de datos multiplicado por la etapa más pequeña del cauce.

Tal como vimos en teoría, el envío del primer phit o flit será el tiempo de atravesar el canal (t_w) más el tiempo de encaminar o rutar (t_r) más el tiempo de atravesar el conmutador o switch (t_s) y todo esto multiplicado por el número de enlaces/encaminadores que atraviesa el paquete que es D . De esta manera, el tiempo del primer flit será $T_{\text{primer}} = D(t_w + t_r + t_s)$.

Sin embargo, la cabecera del paquete de este problema tiene 2 flits en lugar de uno, por lo que, hasta que el router no tiene los dos flits de cabecera no puede enviarla al siguiente. Esto significa que tenemos que tratar la cabecera como un bloque en la segmentación y no podemos segmentar estos dos flits entre sí. Por lo tanto, estos dos flits los tenemos que enviar uno tras otro sin segmentar, por lo que tenemos que sumar los tiempos t_w y t_s de uno y del otro (el t_r no, pues es común a ambos y solo se cuenta una vez). Por lo tanto, el tiempo de la cabecera, en el caso particular de este problema, será $T_{\text{cab}} = D(t_r + 2(t_w + t_s))$.

El resto de flits se envían de forma segmentada y no importa la longitud D del camino, sino la etapa más lenta que será $\max\{t_w, t_s\}$ que multiplicaremos por el número de flits que quedan por enviar que será $\lceil L/W \rceil$, si suponemos que L es la cantidad de bits de los datos a enviar y W los bits que tiene un flit (aquí t_r no influye pues el camino ya está establecido). Con todo esto, la latencia o tiempo total de envío del paquete, para este problema en particular, será:

$$T_{\text{latencia}} = D(t_r + 2(t_w + t_s)) + \max\{t_w, t_s\} \lceil L/W \rceil \quad (1)$$

EJERCICIOS DE ARQUITECTURA DE COMPUTADORES

En el problema nos dicen que $t_s = t_w$ por lo que podemos sustituirlo en todas partes y ponerlo todo en función de t_w . También nos dicen que los flits que se envían son 100, por lo que $L = 100W$. Sustituimos todo y la expresión de la latencia queda:

$$T_{latencia} = D(tr + 4t_w) + 100t_w$$

O bien,

$$T_{latencia} = Dtr + (4D + 100)t_w$$

Además de esto, debíamos explicar cada término y dar sus unidades:

Tiempo de encaminamiento o rutado (t_r). Es el tiempo que tarda el encaminador (su unidad de control y arbitraje) en establecer el camino entre el puerto de entrada y el de salida. Por un lado, necesita tiempo en tomar la decisión y, por otro, tarda un poco en configurar el conmutador para conectar el puerto de entrada con el de salida.

Tiempo de enlace o canal (t_w). Es el tiempo que se gasta en transferir un flit desde un encaminador a otro a través del canal. Tiene relación directa con el ancho de banda del canal BW utilizándose ambos de forma indistinta, dependiendo de cómo se defina la transmisión entre un nodo y otro, ancho del canal, etc.

Tiempo de conmutador (s). Es el tiempo que le cuesta a un flit atravesar el encaminador del buffer de entrada al de salida.

Longitud del camino (D). Es el número de enlaces que atraviesa un paquete entre un origen y un destino. Es adimensional.

La unidad para medir el tiempo es el segundo, pero dado que los retrasos implicados en la conmutación son del orden de nanosegundos, se suele utilizar el nanosegundo como unidad.

El ancho de banda se mide en bits por segundo o bytes por segundo. También por lo anterior, es bastante frecuente utilizar Gigas o Megas (bits o bytes) por segundo.

Parte b)

En este caso se nos pide obtener la expresión de la latencia suponiendo que $t_s = 2t_w$ (el tiempo de atravesar el conmutador es el doble de lento que el del enlace). Para ello partimos de la expresión inicial de la latencia (1) y sustituimos t_s , con lo que nos queda:

$$T_{latencia} = D(tr + 2(t_w + 2t_w)) + \max\{t_w, 2t_w\}[L/W]$$

Sustituyendo L por su valor obtendremos:

$$T_{latencia} = D(tr + 6t_w) + 200t_w$$

O bien,

$$T_{latencia} = Dtr + (200 + 6D)t_w$$