

* Una universidad ha adquirido un supercomputador formado por 32768 nodos conectados mediante una red malla abierta 3D cuyos enlaces tienen una velocidad de 4 Gbit/s . Para terminar de analizar el rendimiento del supercomputador se desea saber cuánto tardará un paquete formado 24 bytes (incluyendo la cabecera) que se envía desde el nodo 1015 al nodo 22222 . El tiempo de enrutamiento son de 27 ns . Calcula los tiempos de envío tanto utilizando "Store and forwarding" como "Wormhole".

La cabecera del paquete está formada por 4 bytes .

Paquete $\begin{cases} 20 \text{ bytes de datos (160 bits)} \rightarrow L = 160 \\ 4 \text{ bytes de cabecera (32 bits)} \rightarrow W = 32 \end{cases}$

Malla abierta 3D ; $N = 32768$; $t_r = 27 \text{ ns}$

Nodo origen = 1015

$$N = r^3 \rightarrow r = \sqrt[3]{N} = \sqrt[3]{32768} \rightarrow r = 32$$

$$\begin{array}{r} 1015 \overline{) 32} \\ 55 \quad 31 \quad \overline{) 32} \\ 23 \quad 31 \quad 0 \end{array}$$

$$1015 = (0, 31, 23)$$

$$\begin{array}{r} 22222 \overline{) 32} \\ 694 \quad \overline{) 32} \\ 14 \quad 22 \quad 21 \end{array}$$

$$22222 = (21, 22, 14)$$

$$D = |\text{Origen} - \text{Destin}| = |(0-21), (31-22), (23-14)| = (21, 9, 9) = 21 + 9 + 9 = 39$$

$$t_w = \frac{32}{4 \times 10^9} = 8 \cdot 10^{-9} = 8 \text{ ns}$$

Store and Forward:

$$TAR = D \cdot \left(t_r + t_w \cdot \left(\frac{L}{W} + 1 \right) \right) = 39 \cdot \left(27 + 8 \cdot \left(\frac{160}{32} + 1 \right) \right) = 2925 \text{ ns}$$

Wormhole

$$T_v = D \cdot (t_r + t_w) + t_w \cdot \frac{L}{W} = 39 \cdot (27 + 8) + 8 \cdot \frac{160}{32} = 1405 \text{ ns}$$

9. Calcula el tiempo que tarda en transmitirse un paquete formado por 34 bytes (30 bytes de datos + 4 bytes de cabecera) en un toro 4D de 65536 nodos desde el nodo 215 hasta el nodo 5063. El tiempo de enrutamiento es 14 ms y el tiempo de transmisión entre nodos es de 300 bytes/s. Compara los tiempos que se obtienen utilizando una estrategia "Wormhole" frente a una estrategia "Store and Forward".

Datos:

$$\begin{aligned} & \text{paquete } 34 \text{ bytes} \begin{cases} 30 \cdot 8 = 240 \text{ bits} = L \\ 4 \cdot 8 = 32 \text{ bits} = W \end{cases} \end{aligned}$$

• Toro 4D $N = 65536$ $t_r = 14 \text{ ms}$

Transmisión entre nodos: 300 bytes \rightarrow 2400 bits

Nodo origen = 215 = (0, 0, 13, 7)

Nodo destino = 5063 = (1, 3, 12, 7)

$$N = r^4 \rightarrow r = \sqrt[4]{N} = \sqrt[4]{65536} = r = 16$$

• Al ser $N = r^4$ hacemos 3 Divisiones

$$\begin{array}{r} 215 \text{ } \begin{array}{l} \text{L16} \\ \text{13/} \\ \text{7/} \end{array} \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 5063 \text{ } \begin{array}{l} \text{L16} \\ \text{316} \\ \text{7/} \end{array} \end{array}$$

$$D = |\text{Origen} - \text{Destino}| = |(0-1), (0-3), (13-12), (7-7)| = (1, 3, 1, 0) = 1, 3, 1, 0 = 5$$

$$t_w = \frac{32 \text{ bits}}{2400 \text{ bits}} = 13,33 \text{ ms}$$

Store and Forward:

$$TAR = D \cdot \left(t_r + t_w \cdot \left(\frac{L}{W} + 1 \right) \right) = 5 \cdot \left(14 + 13,33 \cdot \left(\frac{240}{32} + 1 \right) \right) = 636,53 \text{ ms}$$

Wormhole:

$$T_W = D \cdot (t_r + t_w) + t_w \cdot \frac{L}{W} = 5 \cdot (14 + 13,33) + 13,33 \cdot \frac{240}{32} = 236,63 \text{ ms}$$

Un multicomputador usa una red de comunicación con enlaces de **1Gbps** y la comunicación es tipo Almacenamiento y Reenvío (Store & Forward). Mandar un paquete de 32 bytes a un nodo a distancia $D=6$ tarda $1.56\mu s$. ¿Cuántas veces más rápido sería dicha transmisión si la técnica de conmutación fuera VCT? Suponga tráfico 0, flits de 8 bits y cabecera 1 flit.
Ayuda: Los paquetes tienen, por tanto, 31 flits de datos y 1 flit de cabecera, es decir 256 bits/paquete

$$VCT = t_V = D \cdot (t_r + t_w) + t_w \cdot \left\lceil \frac{L}{W} \right\rceil$$

$$\text{Store and Fwd} = t_{AR} = D \cdot \left[t_r + t_w \cdot \left(\left\lceil \frac{L}{W} \right\rceil + 1 \right) \right]$$

Datos:

$$\left\{ \begin{array}{l} 31 \text{ flits de datos} \rightarrow 31 \cdot 8 = \boxed{248 \text{ bits} = L} \\ 1 \text{ flit de cabecera} \rightarrow 1 \cdot 8 = \boxed{8 \text{ bits} = W} \end{array} \right\}$$

$$1 \text{ Gigabit} \rightarrow \frac{8}{1 \cdot 10^9} = 8 \cdot 10^{-9} \rightarrow \boxed{8 \text{ ns}} \text{ tw}$$

$D=6$

$$1560 = 6 \cdot \left[t_r + 8 \cdot \left(\left\lceil \frac{248}{8} \right\rceil + 1 \right) \right] \rightarrow 1560 = 6 \left[t_r + 256 \right] \rightarrow 1560 = 6t_r + 1536$$

$$t_r = \frac{24}{6} = \boxed{4}$$

$$t_V = 6 \cdot (4 + 8) + 8 \cdot \left(\frac{248}{8} \right) = \boxed{320}$$

$$\text{Veces más rápido} = \frac{1560}{320} = \boxed{4,9 \text{ veces más rápido}} \text{ el VCT}$$