



IIC2333 — Sistemas Operativos y Redes — 2/2017
Interrogación 3

Jueves 26-Octubre-2017

Duración: 2 horas

SIN CALCULADORA

1. [20p] Memorias

- 1.1) [11p] Considere un sistema con 8GB de memoria física, y páginas de tamaño 8KB. Cada entrada en la tabla de páginas utiliza 32-bit. Se requiere mapear un espacio de direcciones virtuales de 46-bit.

- a) [3p] ¿Cuánto espacio ocupa una tabla de páginas para estas condiciones?

R.

8GB = 2^{33} B de memoria física requieren direcciones físicas de 33 bit. Páginas de 8KB = 2^{13} B requieren 13 bit. Si hay direcciones virtuales de 46 bit, entonces hay $46 - 13 = 33$ bit disponibles para el número de página.

La tabla de páginas, entonces tiene 2^{33} entradas. Cada entrada utiliza 32 bit. La tabla de páginas utiliza $2^{33} \times 4B = 2^{35}B = 32GB$.

- b) [3p] ¿Cuántas entradas ocuparía una tabla de páginas invertida en este sistema?

R.

Una tabla de páginas invertida requiere una entrada por cada *frame*. Si se requieren 13 bit para el *offset* dentro del *frame*. Quedan $33 - 13 = 20$ bit para el número de *frame*. Pueden existir, por lo tanto 2^{20} *frames*, y la tabla de páginas invertida tiene 2^{20} entradas.

- c) [3p] Si se implementa un sistema de paginación multinivel, ¿qué profundidad se necesita para que cada tabla de página quepa completamente en 8KB?

R.

Si una tabla de página puede ocupar, a lo más $8 \times 2^{10}B = 2^{13}B$, y cada entrada utiliza 4B, entonces la tabla de página puede almacenar $2^{13}/2^2 = 2^{11}$ entradas.

Con un nivel de paginación, se pueden direccionar $2^{11} \times 2^{13}B = 2^{24}B = 4MB$

Con dos niveles de paginación, se direccionan $2^{11} \times 2^{11} \times 2^{13}B = 2^{35}B = 32GB$

Con tres niveles de paginación, se direccionan $2^{11} \times 2^{11} \times 2^{11} \times 2^{13}B = 2^{46}B = 64TB$

Se necesitan 3 niveles de profundidad en la paginación multinivel para alcanzar el espacio de 46-bit.

- d) [2p] Considere un proceso con 3 segmentos: 12 KB de código ejecutable, 256KB de datos, y 4KB de *stack*, y que es cargado completamente en memoria. ¿Cuántas páginas utiliza este proceso de acuerdo al esquema original?

R.

El segmento de 12KB requiere 2 páginas de 8KB. El segmento de datos requiere 32 páginas de 8KB.

El segmento de *stack* requiere 1 página de 8KB.

En total el proceso utiliza 35 páginas. Es incorrecto sumar a esto el tamaño de la tabla de páginas, ya que ésta se mantiene en memoria del sistema operativo, y no del proceso.

- 1.2) [6p] Considere un sistema de memoria con paginación que utiliza un TLB. El tiempo de acceso al TLB es 10 ns ($ns = 10^{-9}$), y el tiempo de acceso a la memoria es 100 ns.

Si se desea que el tiempo efectivo de acceso a la memoria no sea mayor que un 10 % del tiempo de acceso al TLB, ¿cuál debe ser la tasa de aciertos H (*hit rate*)?

R.

El tiempo efectivo de acceso a memoria, considerando una tasa de aciertos H se puede estimar por:

$$t_{ef} = H \times t_{TLB} + (1 - H) \times (t_{TLB} + t_{mem})$$

Con $t_{ef} = 1,1 \times 10\text{ns} = 11\text{ns}$, $t_{TLB} = 10\text{ns}$, y $t_{mem} = 100\text{ns}$, se tiene

$$\begin{aligned} t_{ef} &\geq H \times t_{TLB} + (1 - H) \times (t_{TLB} + t_{mem}) \\ 11\text{ns} &\geq 10H\text{ns} + (1 - H) \times 110\text{ns} \\ 11 &\geq 10H + 110 \times (1 - H) \\ H &\geq 99/100 = 0,99 \end{aligned}$$

Tasa de acceso debe ser mayor a 99 %

1.3) [3p] Para calcular el *working set* de un proceso, se utiliza un parámetro δ .

a) ¿Qué rol cumple el parámetro δ para calcular el *working set* de un proceso?

R.

Determina el tamaño de la ventana (en cantidad de referencias a memoria) que se utilizará para calcular el *working set*.

b) Describa cómo se comportaría un sistema si el parámetro δ se fija a un valor muy pequeño. ¿Qué ocurre con la frecuencia de *page faults*?

R.

Si δ es muy pequeño, el *working set* no alcanzará a contabilizar todas las páginas más frecuentemente accedidas. Este hará que se incremente la frecuencia de *page faults*.

c) Describa cómo se comportaría un sistema si el parámetro δ se fija a un valor muy alto.

R.

Si δ es muy alto, entonces se podrá capturar mejor el conjunto de página efectivamente accedidas. Sin embargo si el conjunto resulta ser tan grande como δ , el tamaño residente en memoria (la cantidad de memoria efectivamente utilizada) por el proceso podría ser muy grande.

2. [12p] Archivos y Disco

2.1) [2p] ¿Cuál es el rol de un *buffer* en el *kernel* de un sistema operativo?

R.

Un *buffer* funciona como un espacio de memoria del *kernel* donde se escribe información en lugar de ocupar la memoria del proceso. De esta manera el proceso puede efectuar tareas de manera asíncrona con el sistema operativo.

2.2) [6p] Considere un sistema de archivo basado asignación indexado con 3 niveles. Los bloques de disco son de tamaño 4KB, y utilizan un puntero de 4 bytes para indicar un bloque. Los primeros 16 bloques de un archivo son bloques de datos; a continuación hay 10 bloques de índices directos, 10 bloques de indirección doble, y 10 bloques de indirección triple. ¿Cuál es el tamaño máximo de archivo que se puede almacenar en este sistema de archivos? Muestre los pasos de su cálculo.

R.

El espacio de asignación directa son 2^4 bloques de 2^{12} bytes: $2^4 \times 2^{12} = 2^{16} = 2^6 \times 2^{10} = 64\text{KB}$

Indirección simple: 1 bloque de 2^{12} bytes puede almacenar $2^{12}/2^2 = 2^{10} = 1024$ punteros a bloques de datos. Cada bloque de indirección simple puede direccionar, entonces, $2^{10} \times 2^{12} = 2^{22} = 4\text{MB}$. Con 10 bloques de indirección simple se direccionan 40MB.

Indirección doble: 1 bloque de 2^{10} punteros, donde cada puntero direcciona un bloque de indirección simple, significa que 2^{10} punteros direccionan bloques que direccionan 4MB cada uno. Por lo tanto, un bloque de indirección doble direcciona $2^{10} \times 2^{22} = 2^{32} = 4\text{GB}$. Si son 10 bloques de indirección doble, se alcanzan 40GB.

Indirección triple: 1 bloque de 2^{10} punteros, donde cada puntero direcciona un bloque de indirección doble, significa que 2^{10} punteros direccionan bloques que direccionan 4GB cada uno. Por lo tanto, un bloque de indirección triple direcciona $2^{10} \times 2^{32} = 2^{42} = 4\text{TB}$. Si son 10 bloques de indirección triple, se alcanzan 40TB.

El tamaño máximo de un archivo es $64\text{KB} + 40\text{MB} + 40\text{GB} + 40\text{TB}$.

- 2.3) **[4p]** Considere las siguientes operaciones de creaciones de *links*, en las cuales la sintaxis es:

```
ln [-s] destino_link nombre_link.
```

El flag `-s` es opcional y su presencia indica que se trata de un *link* simbólico.

```
1 ln -s 2017-1.tex int3.tex
2 ln examen.pdf ex-2017.pdf
3 ln -s tarea5.pdf t5-2017.pdf
4 ln -s t2.tex int2.tex
5 mv examen.pdf examen-progAv.pdf
6 mv int2.tex int3.tex
7 mv tarea5.pdf facil.pdf
8 rm 2017-1.tex
```

Indique qué archivos quedan disponibles en el directorio y el estado de los *links* después de estas operaciones. Si considera que alguna operación produce error, siga con las siguientes.

R.

- examen-progAv.pdf
- ex-2017.pdf (*hard link* con examen-progAv.pdf)
- facil.pdf
- t5-2017.pdf → tarea5.pdf (roto)
- int3.tex → t2.tex

3. **[18p]** Redes

- 3.1) **[3p]** ¿En qué se diferencian los *hardware* de red conocidos como *switch* y *router*?

R. *Switch* es capa 2, y *router* es de capa 3. *Switch* se configura automáticamente, y *router* requiere configuración manual. *Switch* propaga los *broadcast*, y *router* los limita.

- 3.2) **[2p]** Las conexiones de tipos ADSL vienen de *Asymmetric DSL*. ¿En qué sentido esta transmisión es asimétrica, y cuál es la razón de que haya sido diseñado así?

R.

Es asimétrica en el sentido que se da prioridad al tráfico de bajada (*download*) que al de subida (*upload*). La razón de diseño es que para cliente residenciales la cantidad de datos transmitidos en *upload* es mucho menor que la cantidad de datos de *download*. Asignando más ancho de banda a *download* se puede proveer un mejor servicio.

- 3.3) **[2p]** Un medio de transmisión radial es, esencialmente, un modelo **broadcast**. ¿Qué tecnología permite que más de una emisora transmita utilizando el mismo medio físico sin producir colisiones? ¿Es posible transmitir una señal radial por cuenta propia, suponiendo que se tiene el *hardware* apropiado?

R.

Se utiliza multiplexión por frecuencia. Cada emisor utiliza un rango de frecuencia distinto. Las señales viajan mezcladas, pero un receptor puede filtrar las frecuencias que no desea y recuperar la señal emitida. Es posible transmitir una señal en cualquier frecuencia (con el *hardware* apropiado). El problema es que se puede presentar lo que se genera interferencia con una emisión ya existente en la misma frecuencia.

- 3.4) [2p] ¿Qué rol cumple un IXP en la transmisión de mensajes por *Internet*? ¿Por qué tiene sentido para una empresa distribuidora de contenido administrar su propio IXP?

R.

Un IXP *Internet Exchange Point* permite intercambiar tráfico entre distintos sistemas autónomos, que pueden ser redes de contenido (CDNs), o ISPs.

Para una distribuidora de contenido puede ser muy beneficioso tener su propio IXP porque podría dar preferencia a los contenidos propios.

- 3.5) [9p] Para apagar un incendio es posible movilizar agua de varias maneras. Relacione cada una de estas alternativas con conceptos de transmisión de mensajes en redes, e indique una ventaja y una desventaja para cada uno. Puede extender la analogía si quiere precisar su respuesta.

- a) Una cadena de personas pasándose baldes de agua desde el origen al destino. Si una persona se cansa, o es muy lenta, se puede usar otra persona y generar una cadena alternativa.

R.

Esto es una red de transmisión de paquetes. Ventaja: Es flexible, distintos componentes pueden ser reemplazados, y permite utilizar caminos alternativos. Desventaja: si desaparece un miembro se pierde parte de la conexión hasta que aparezca otro. La transmisión de “agua” puede ser rápida o lenta en distintos momentos.

- b) Un avión del tipo *Superluchin* que carga un conjunto de agua y la dispersa en un sector del fuego.

R.

Esto es una transmisión *broadcast* (o *multicast*). Ventaja: Alcanza un radio amplio y tiene poco costo de codificación. Desventaja: la asignación de ancho de banda debe ser centralizada para evitar colisiones; no se puede otorgar una calidad de servicio particular a ciertos clientes.

- c) Una manguera muy larga que va desde un grifo hasta el fuego. El agua no puede correr hasta que la manguera esté totalmente desplegada y conectada. Una manguera gruesa, sin embargo, puede transmitir mucha agua.

R.

Esto es un circuito virtual. Ventaja: una vez que está establecida se asegura un flujo constante de agua. Desventaja: no puede transmitir más allá de su capacidad y es poco flexible. Si se corta la manguera, se debe crear otra y toma tiempo desplegarla (establecer la conexión).

4. [10p] Redes

- 4.1) [10p] Para las siguientes descripciones de protocolos, indique a qué capa del modelo OSI corresponden, e indique en una frase qué servicio (funcionalidad) están cumpliendo. Si necesita precisar algo, indíquelo.

- a) Un protocolo que transmite mensaje binarios entre dos nodos. Los mensajes representan solicitudes de ejecución de funciones que se encuentren implementadas en uno de los servidores. El mensaje incluye el nombre de la función, y los argumentos que recibe, codificados en *bytes*. El receptor del mensaje ejecuta la función y transmite la respuesta usando el mismo tipo de codificación.

R.

Capa de aplicación. Este es un protocolo del tipo RPC (*Remote Procedure Call*) que transmite mensajes completos con una semántica determinada por el protocolo.

- b) Un protocolo que asigna un nombre a cada miembro de un pueblo. Usando este nombre el nodo le pasa un mensaje a un cartero con el nombre del destinatario. El cartero puede trabajar solo o en conjunto con otros carteros para que el mensaje llegue al destinatario, aunque en ocasiones el mensaje podría traspapelarse en la bolsa de uno de los carteros.

R.

Capa de red. Este es un protocolo de direccionamiento (nombre único a cada miembro) y ruteo (*routing*) efectuado entre los carteros que se pasan mensajes hasta que éste llegue al destinatario.

- c) Un protocolo que recibe un papel con un fragmento de un mensaje, lo pone en una catapulta y lo lanza hacia el patio de la casa de un vecino. El fragmento puede llegar dañado con la caída, o puede no caer en el destino, pero el dueño de la catapulta no tiene como saberlo.

R.

Capa de enlace. Este protocolo transmite un mensaje solo al nodo inmediatamente conectado a él. No maneja un mensaje completo entre origen y destino. No verifica integridad y confirma la transmisión.

- d) Un protocolo ejecutado entre dos naufragos en islas distintas a 1 Km de distancia, para enviarse mensajes. Cada naufrago tiene un conjunto de botellas y las utiliza para introducir partes distintas del mensaje, ya que éste no cabe completo en una botella. Cada naufrago tiene el cuidado de ponerle un número único a cada parte del mensaje para que en la otra isla puedan rearmarlo. Un naufrago lanza las botellas a la corriente, la cual casi siempre lleva las botellas a la isla correcta, aunque en ocasiones éstas no llegan. Por cada botella recibida, el naufrago receptor manda un mensaje de confirmación.

R.

Capa de transporte. El protocolo permite descomponer un mensaje en partes y transmitirlo de manera que pueda ser rearmado. Los mensajes de confirmación son *ACKs* que permiten que se puedan retransmitir los mensajes perdidos.

- e) Un protocolo de señales de humo. El emisor toma una letra, busca su codificación en un diccionario, y de acuerdo a ello lanza la cantidad apropiada de señales de humo.

R.

Capa física. No hay concepto de mensajes ni paquetes. Solo caracteres individuales que se codifican de acuerdo a las características del medio de transmisión.