



IIC 2333 — Sistemas Operativos y Redes  
**Interrogación 3**

Martes 3-Junio-2014

**Duración:** 2 horas

1. [15p] Respecto a los temas de implementación de sistemas de archivos:

1.1) [6p] Un esquema llamado “asignación contigua enlazada” asigna un tamaño inicial  $S$  al momento de crear un archivo. ( $S$  puede ser distinto para cada archivo). Si un archivo debe crecer más allá de  $S$ , se permite que el último bloque del archivo pueda incluir un puntero de 4 bytes a un nuevo espacio asignado de tamaño  $S$ . Si no hay un espacio contiguo de tamaño  $S$ , el archivo no puede seguir creciendo.

a) Indique qué ventaja y qué desventaja posee este esquema sobre la asignación contigua, y sobre la asignación enlazada

**R. [2p]**

Respecto a la asignación contigua, el esquema propuesto permite que un archivo crezca de tamaño, cosa que la asignación contigua no permite. Como desventaja, se puede mencionar que se produce más fragmentación interna ya que se asignan bloques que no serán necesariamente ocupados por completo. Respecto a la asignación enlazada, el esquema propuesto pierde menos espacio en administración de los enlaces. La asignación requiere gastar un puntero por bloque. El esquema propuesto utiliza un puntero por cada segmento contiguo asignado. La desventaja es similar que respecto a la asignación contigua. El esquema propuesto puede generar mucha fragmentación interna si el tamaño  $S$  es muy grande, mientras que la asignación enlazada no produce fragmentación interna más allá de un bloque.

b) Considerando bloques de disco de 1KB, ¿cuánto espacio (porcentaje) es lo máximo que se puede perder para mantener los enlaces?

**R. [2p]**

Los punteros se asignan solamente al último bloque de un grupo contiguo de asignación. Una manera de tener muchos punteros es que el tamaño  $S$  para todos los archivos sea igual a 1KB. Así todos los bloques tendrán un puntero para mantener los bloques, con lo que se llega al misma relación que en el caso de la asignación enlazada. 4 bytes por cada 1024 bytes equivalen a  $4/1024 = 0,00391$ , que es un 0,3 % de espacio. En un disco 500GB, esto es aproximadamente 2GB de *overhead*.

c) ¿Podría mejorar este esquema si los incrementos son de tamaño fijo  $C$  para todos los archivos?

**R. [2p]**

Como en todos estos casos, depende. Si  $C$  es muy pequeño se puede llegar al caso de la asignación enlazada pura. Si  $C$  es muy grande se produce mucha fragmentación interna y, en el caso extremo, ocupar el tamaño completo del disco para un archivo. Una valor óptimo para  $C$  debería considerar el tamaño promedio de los archivos y tiene la ventaja que permitiría controlar el grado de fragmentación interna.

1.2) [3p] Un sistema FAT16 se caracteriza por utilizar 16-bit para cada entrada de la tabla de asignación de archivos (*File Allocation Table*). Considerando bloques de disco de 512 bytes, y que cada entrada de la tabla apunta a un conjunto (*cluster*) de 64 bloques, ¿Cuál es el tamaño máximo para un volumen?

**R.**

Una tabla de asignación de 16-bit puede almacenar hasta  $2^{16}$  entradas. Eso significa que se pueden direccionar  $2^{16}$  conjuntos de  $64 = 2^6$  bloques. Si cada bloque tiene  $512 = 2^9$  bytes, entonces cada conjunto apuntado por una entrada de la tabla es de  $2^6 \times 2^9 = 2^{15} = 2^5 \times 2^{10} = 32\text{KB}$ .

$2^{16}$  entradas en la tabla, cada una apuntando a un conjunto de  $2^{15}$  bytes, permiten direccionar un volumen de  $2^{16} \times 2^{15} = 2^{31} = 2 \times 2^{30} = 2\text{GB}$

- 1.3) [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. [15p] Respecto a los conceptos básicos de redes,

- 2.1) [2p] ¿En qué se diferencian los *hardware* de red conocidos como *switch* y *hub*?

**R.**

Un *hub* es un dispositivo repetidor que propaga la señal que recibe a través de todas sus salidas. Implementa una topología de bus. Un *switch*, en cambio, no propaga una señal por todas sus salidas (salvo que sea un *broadcast* explícito), sino que mantiene una tabla de dispositivos, identificados por su dirección MAC, conectados a cada entrada. La transmisión es directamente a una salida específica. Implementa una topología de estrella (ó árbol de dos niveles).

- 2.2) [2p] ¿Qué topología implementan las redes PAN como Bluetooth?

**R.**

Las redes Bluetooth se basan en una asociación (*pairing*) maestro/esclavo (*master/slave*).

- 2.3) [2p] La capa de transporte considera dos tipos de protocolos: *connection-oriented* y *connection-less*, ¿Qué diferencia hay entre ambos?, ¿Cuáles son los protocolos de cada caso asignado en el modelo TCP/IP?

**R.** Los protocolos *connection-oriented* (orientado a la conexión) determinan un camino y establecen una conexión con el nodo destino antes de transmitir datos. Es similar al modelo de la telefonía de voz tradicional. Los protocolos *connection-less* no establecen una conexión previa, sino que envían mensajes con un destinatario delegando la transmisión a la capa de red. No establecen garantías de comunicación.

En el modelo TCP/IP, el protocolo *connection-oriented* es TCP, y el protocolo *connection-less* es UDP.

- 2.4) [9p] Para cada uno de los conceptos o protocolos mencionados a continuación indique a qué capa del modelo OSI se asocian:

- a) Internet Control Message Protocol (ICMP)

**R.** Capa de red (3)

- b) Domain Name System (DNS)

**R.** Capa de aplicación (7)

- c) Fourier coefficients

**R.** Capa física (1)

- d) ALOHA

**R.** Capa de enlace (2)

- e) User Datagram Protocol (UDP)  
**R.** Capa de transporte (4)
- f) Internet Protocol (IP)  
**R.** Capa de red (3)
- g) MAC (Medium Access Control) Address  
**R.** Capa de enlace (2). En ocasiones se habla de una capa MAC como subcapa dentro de la capa de enlace.
- h) Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)  
**R.** Capa de aplicación (7)
- i) Frequency Division Multiple Access (FDMA)  
**R.** Capa física (1)

3. [15p] Respecto a los conceptos de capa física:

- 3.1) [5p] ¿Cuál es el rol de los coeficientes de los términos en el modelo de serie de Fourier? ¿Cómo se relaciona este concepto con el ancho de banda?

**R.** Los coeficientes de Fourier determinan una manera de reconstruir una red conociendo su frecuencia fundamental, mediante la superposición de ondas cuya frecuencia es múltiplo de la frecuencia fundamental (armónicos) a distintas magnitudes (la magnitud de los coeficientes). Mientras un medio pueda transmitir una mayor cantidad de armónicos, más fidedigna será la reconstrucción de la onda recibida y se podrá representar más información. Un mayor ancho de la banda de frecuencia utilizada permite utilizar más armónicos. Sin embargo, llega un punto en que agregar más armónicos a la serie afecta muy poco la representación de la onda, por lo que se suele delimitar el rango de frecuencias utilizado, y ese rango es el ancho de banda.

- 3.2) [5p] Es natural que en un medio compartido como el inalámbrico se produzcan colisiones de señales entre nodos pertenecientes a la misma red. Sin embargo, es difícil evitar colisiones cuando la comunicación viene entre nodos asociados a distintas redes inalámbricas. Explique cómo es posible que dos o más infraestructuras de WLAN pueden coexistir en el mismo medio si ambas, por el hecho de seguir el estándar 802.11, utilizan el espectro de frecuencias 2.4GHz~2.485GHz

**R.** El estándar 802.11 subdivide el espectro de frecuencias 2.4GHz~2.485GHz en 12 secciones o *canales* con subrangos predefinidos y con un cierto traslape (*overlap*), de 22 MHz de ancho. Para evitar interferencias cada red WLAN debería utilizar un canal distinto. Mientras más cercano el canal de dos redes contiguas, más posibilidad de traslape habrá y se producirá más ruido en la comunicación inalámbrica.

- 3.3) [5p] Un enlace de fibra óptica utiliza un ancho de banda de 5GHz, con una tasa señal-ruido (SNR) de 25 dB y una atenuación de 2 dB/km. Esto significa que la tasa señal-ruido decrece en 2dB por cada kilómetro. Suponiendo un enlace de 10Km., ¿cuál es la tasa máxima de transferencia posible?

Recuerde que la tasa señal-ruido, en  $D$  decibels, se obtiene a partir de  $D[db] = 10 \log_{10}(\frac{S}{N})$

**R.** En un enlace de 10Km, la atenuación es 20db y por lo tanto la señal llega con SNR = 5db. La relación  $\frac{S}{N}$  se obtiene de

$$5 = 10 \log_{10} \frac{S}{N}$$

$$0,5 = \log_{10} \frac{S}{N}$$

$$10^{0,5} = \frac{S}{N}$$

Utilizando la fórmula de Shannon:

$$\text{Transferencia máxima} = 5 \times 10^9 \times \log_2(1 + 10^{0.5}) \approx 5 \times 10^9 \times \log_2(4,16228) \approx 10 \times 10^{10} = 10 \text{Gbps}$$

4. [15p] Respecto a los conceptos de capa de enlace:

4.1) [6p] Para los siguientes usos de CRC, muestre los pasos usados en su cálculo

a) Determine la secuencia que es enviada para el dato 11100011, y CRC 110011

**R.** Dado que el CRC es de 6-bit, hay que agregar 5-bit 0 al dato y efectuar la división

$$\begin{array}{r}
 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\
 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \\
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0} 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0
 \end{array}$$

Los últimos 5-bit del resto determinan el complemento que hay que agregar. El dato transmitido será 11100011111010

b) Suponga que el receptor ha observado la secuencia 1010101, y se usa CRC 1001 ¿Se ha recibido algún error de transmisión?

**R.** Con el dato recibido y el CRC conocido se efectúa la división.

$$\begin{array}{r}
 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\
 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1} 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1} 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1} 1 \ 0 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1} 0 \ 1 \ 1 \ 0
 \end{array}$$

El resto no es 0, por lo tanto hubo errores en la transmisión.

c) Suponga que el receptor ha observado la secuencia 1100110, y se usa CRC 101 ¿Se ha recibido algún error de transmisión?

**R.** Con el dato recibido y el CRC conocido se efectúa la división.

$$\begin{array}{r}
 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\
 1 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \\
 \phantom{0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0} 1 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0} 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \\
 \phantom{0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0} 1 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0} 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\
 \phantom{0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0} 1 \ 0 \ 1 \\
 \hline
 \phantom{0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0} 0 \ 0 \ 0 \ 0
 \end{array}$$

El resto es 0, por lo tanto no hubo errores en la transmisión.

- 4.2) [6p] Considere 3 senders sobre un medio compartido usando CDMA. El sender 1 utiliza el código  $(1, -1, -1, 1, -1, 1)$ , el sender 2 utiliza el código  $(1, 1, -1, -1, 1, 1)$ , y el sender 3 utiliza el código  $(1, 1, -1, 1, 1, -1)$ . El sender 1 desea enviar la secuencia  $(0, 1)$ , el sender 2 desea enviar la secuencia  $(1, 1)$ , y el sender 3 desea enviar la secuencia  $(0, 0)$ .

- a) Muestre la señal que observa un receptor en el medio compartido cuando los 3 sender envían su señal simultáneamente.

**R.**

Sender 1	-1	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
Sender 2	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1
Sender 3	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	-1	1
Señal	-1	1	1	-3	1	1	1	-1	-1	-1	-1	3

- b) Muestre el proceso que efectúa el receptor si desea decodificar la señal enviada por el sender 2.

**R.**

Señal	-1	1	1	-3	1	1	1	-1	-1	-1	-1	3
Código 2	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	1	1
Decod	-1	1	-1	3	1	1	1	-1	1	1	-1	3
Sum							4					4
Datos 2							1					1

- c) Suponga que la señal observada por el receptor es  $(1, 3, -1, -1, 3, -1, 1, -1, -1, -1, -1, 3)$ . ¿Cuál es la señal enviada por el sender 3?

**R.**

Señal	1	3	-1	-1	3	-1	1	-1	-1	-1	-1	3
Código 3	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1	1	1	-1
Decod	1	3	1	-1	3	1	1	-1	1	-1	-1	-3
Sum							8					-4
Datos 3							1					0

- 4.3) [3p] Considere un canal ALOHA Particionado con 4 emisores  $A, B, C, D$ , que desean transmitir una cantidad (en la práctica) infinita de *frames*. La probabilidad de que un emisor intente transmitir en un slot cualquiera es  $p$ .

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que el emisor  $B$  logre transmitir su primer *frame* en el slot  $S$ ?

**R.** La probabilidad que  $B$  pueda transmitir exitosamente en un slot cualquiera es  $P(B) = p(1-p)^3$ . Para que el emisor  $B$  logre transmitir su primer *frame* en el slot  $S$ , deben haber  $S-1$  slot en que no pudo transmitir.

$$(1 - P(B))^{S-1} P(B) = (1 - p(1-p)^3)^{S-1} p(1-p)^3$$

- b) ¿Cuál es la probabilidad de que cualquier emisor logre transmitir en el slot  $S$ ?

**R.**

Para cualquier emisor, su probabilidad de poder transmitir exitosamente en cualquier slot es  $P() = p(1-p)^3$ . No hay una condición de que el slot  $S$  sea la primera vez que alguien logra transmitir exitosamente. Además se trata de eventos mutuamente excluyentes.

$$P(A) + P(B) + P(C) + P(D) = p(1-p)^3 + p(1-p)^3 + p(1-p)^3 + p(1-p)^3 = 4p(1-p)^3$$

- c) ¿Cuál es la probabilidad de que el primer emisor que logra transmitir lo consiga en el slot  $S$ ?

**R.**

La probabilidad que algún emisor pueda transmitir en el slot  $S$  es  $4p(1-p)^3$ . La probabilidad que ningún emisor pueda transmitir en el slot  $S$  es  $1 - 4p(1-p)^3$ .

La probabilidad que en el slot  $S$  ocurra la primera transmisión es

$$(1 - 4p(1-p)^3)^{S-1} (4p(1-p)^3)$$