Cuestiones de Sistemas Operativos

Facultad de Informática, UCM

Módulo 5: Gestión de Memoria

1.-Un sistema de paginación pura tiene un tamaño de página de 512 palabras, una memoria virtual de 512 páginas numeradas de 0 a 511, y una memoria física de 10 marcos de páginas numerados de 0 a 9. El contenido actual de la memoria física es el siguiente:

0	—
512	—
1024	—
1536	Pág. 34
2048	Pág. 9
2560	—
3072	Tabla de pág. de P
3584	Pág. 65
4096	—
4608	Pág. 10

a) Mostrar el contenido actual de la tabla de páginas (TP) del proceso P

b) Mostrar el contenido de la misma tabla de páginas después de cargar la página 49 en la posición 0 y de sustituir la página 34 por la página 12

c) ¿Qué direcciones físicas referencian las direcciones virtuales 4608, 5119, 5120 y 33300?

d) ¿Qué ocurre cuando se referencia la dirección virtual 33000?

e) Si la página cargada en el marco de página 9 es un procedimiento y otro proceso **Q** desea compartirlo, dónde debe aparecer en la `TP` de **Q**? (Indicar la entrada afectada de la `TP`)

Solución:

(a) Contenido actual de la TP

P denota el bit de presencia o validez de la página

Entradas	Contenido
0-8	P=0 → no válidas
9	P=1, marco = 4
10	P=1, marco = 9
11-33	P=0 → no válidas
34	P=1, marco = 3
35-64	P=0 → no válidas
65	P=1, marco = 7
66-511	P=0 → no válidas

(b) Contenido de la TP tras cargar P49 en marco 0 y sustituir P34 por P12

Entradas	Contenido
0-8	P=0 → no válidas
9	P=1, marco = 4
10	P=1, marco = 9
11	P=0 → no válida
12	P=1, marco = 3
13-48	P=0 → no válidas
49	P=1, marco = 0
50-64	P=0 → no válidas
65	P=1, marco = 7
66-511	P=0 → no válidas

(c) dir. virtual ⟶ dir. física

DirFísica = NumMarco∗TamPágina + Desplazamiento

donde:

NumMarco ≡ Acceso a entrada *NumPágina* de la tabla de páginas

Offset = DirVirtual ***mod*** TamPágina

Desplazamiento = $\left\lfloor \frac{\text{DirVirtual}}{\text{TamPagina}} \right\rfloor$

- 4608 → Pág. 9, Marco 4, Offset 0 = 2048
- 5119 → Pág. 9, Marco 4, Offset 511 = 2559
- 5120 → Pág. 10, Marco 9, Offset 0 = 4608
- 33300 → Pág. 65, Marco 7, Offset 20 = 3604

(d) Dirección física 33000 → Pág. 64, Offset 232. Como esa página no está en MP → Fallo de página.

(e) Queremos que página cargada en marco 9 sea una región compartida de código (ej. biblioteca dinámica) entre dos procesos P y Q.

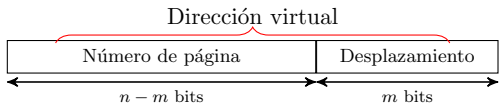
- Si el código es independiente de posición (PIC), éste podría ubicarse en cualquier entrada de la TP de Q.
- En otro caso debería usarse el mismo rango de direcciones virtuales en ambos procesos → misma entrada de la TP en ambos (la 10).
  - El proceso que creó la pagina (P) es el que determina la página "virtual" que se usa

2.-Considerar los cuatro sistemas siguientes:

	A	**B**	**C**	**D**
Tamaño de página (en palabras)	512	512	1024	1024
Tamaño de palabra (en bits)	16	32	16	32

Para cada sistema determinar el número de entradas de la tabla de páginas (`TMP`). Suponer que sólo existe una `TMP` para cada sistema y que cada dirección virtual ocupa una palabra (16 o 32b).

Solución:



- $T_{palabra(bits)} \equiv n$
- $T_{página(palabras)} \equiv 2^k$
- $T_{página(bytes)} \equiv 2^m = T_{página(palabras)} \cdot \frac{T_{palabra(bits)}}{8} = 2^k \cdot \frac{n}{8} = 2^{k-3} \cdot n$

  $\Rightarrow m = \log_2\left(2^{k-3} \cdot n\right)$

	n	k	m	Número de entradas TP (2^{n-m})
A	16	9	10	$2^6 = 64$
B	32	9	11	$2^{21} = 2M$
C	16	10	11	$2^5 = 32$
D	32	10	12	$2^{20} = 1M$

3.-En un sistema de paginación por demanda se obtiene que, con cierta carga de trabajo, la CPU se emplea un 15% del tiempo y el disco de swap está ocupado el 92% del tiempo. ¿Cuál de estas acciones aumentaría más la utilización de la CPU?

a) Ampliar la memoria principal
b) Aumentar el grado de multiprogramación
c) Cambiar el disco de swap por otro de más capacidad
d) Cambiar la CPU por otra más rápida

Razone la respuesta.

Solución:
El hecho de que el disco de swap está en uso un 92% del tiempo quiere decir que el SO está explotando el swapping en gran medida. Esto se debe a que la memoria principal no puede albergar todas las páginas que los procesos activos necesitan en este momento. Por lo tanto, la acción que más aumentaría la utilización de la CPU es ampliar la memoria principal–opción *a)*– , para que cupieran más páginas de los procesos activos y no se tuviera que utilizar tanto el dispositivo de swap.

4.-Un proceso en UNIX ejecuta el siguiente código en un sistema con memoria virtual:

```
1 #include <stdlib.h>
2 #include <stdio.h>
3
4
5 #define CONSTANT 10
6
7 int num1 = CONSTANT;
8 int num2;
9
10 char string[] = "hello";
11
12 void* print_something(void* arg){
13    char* msg=(char*) arg;
14    printf("Message: %s\n",msg);
15    sleep(20);
16    return NULL:
17 }
18
19 int main(int argc, char *argv[]) {
20  pthread_t thread;
21  int *i=NULL;
22
23  if ( (i=(int*)malloc((sizeof(int))) == NULL )
24     return(-1);
25  num2=argc;
26
27  for(*i=0;*i<CONSTANT;*i=*i+1) {
28      fprintf(stdout, "%s: %d, argc: %d\n", string, num1--, num2);
29  }
30
31  pthread_create(&thread,NULL,print_something,string);
32
33  pthread_join(thread,NULL);
34
35  return(0);
36 }
```

a) Para las siguientes variables/macros indique cuáles ocupan espacio en el ejecutable. Indique también la región del mapa de memoria en la que se encuentran.

Variable/Macro	Ocupa espacio en ejecutable (Sí/No)	Región del mapa de memoria
CONSTANT		
num1		
num2		
i		
*i		

b) Indique de qué regiones estará constituido el mapa de memoria del proceso cuando el hilo principal del programa se encuentre bloqueado en la llamada a `pthread_join()`.

Solución:

Variable/Macro	Ocupa espacio en ejecutable (Sí/No)	Región del mapa de memoria
CONSTANT	No	N/A
num1	Sí	Datos inicializados
num2	No	Datos no inicializados
i	No	Pila
*i	No	Heap

Regiones MM: Código, Datos inicializados, Datos no inicializados, Pila proceso, Pila thread, Heap, Datos y código librerías dinámicas (libc y libpthread)

5.-Un sistema informático tiene sitio suficiente en memoria principal para contener cuatro programas. Los programas están inactivos esperando E/S la mitad del tiempo. ¿Qué fracción del tiempo de CPU se desaprovecha?

Solución:
Un primer razonamiento nos llevaría a deducir que si un proceso está inactivo la mitad del tiempo existe una probabilidad 0.5 de que la CPU esté desaprovechada por lo que a ese proceso respecta. Si hay 4 programas ejecutándose con el mismo comportamiento en cuanto a proporciones de actividad, para que la CPU no estuviera ocupada en ejecutar alguno de los programas deberían coincidir en sus períodos inactivos todos ellos; esta situación se dará con probabilidad $(0,5) * (0,5) * (0,5) * (0,5) = 0,5^4 = 0,0625$. Es decir, la CPU estaría inactiva el 6,25% del tiempo total.

El razonamiento anterior adolece de un defecto: supone que pueden coincidir períodos de actividad simultánea de varios de los programas, cuando en un sistema informático de una sola CPU sólo puede haber ejecutándose un programa como máximo. Un razonamiento más ajustado es el que considera la situación como un caso de probabilidades de Markov.

6.-En un sistema con memoria virtual paginada indicar qué sucede y cuáles de las acciones son realizadas por el sistema operativo (especificando a qué estructuras de datos accede y cómo las modifica) en los siguiente casos: a) un proceso intenta escribir en una página de sólo lectura; b) un proceso intenta acceder a una dirección virtual de su espacio de direcciones correspondiente a una página que no está en memoria.

Solución:

a) La MMU consulta la tabla de páginas (o el TLB), ve un acceso no permitido y notifica al SO, mediante una excepción, del acceso no permitido. El SO mata el proceso.
b) La MMU consulta la tabla de páginas (o el TLB) y notifica al SO de un fallo de página. El SO (1) bloquea el proceso (ya no está listo para ejecutar), (2) busca en la partición/fichero de intercambio los datos necesarios, los carga en un marco vacío de memoria principal (posible reemplazo y escritura en disco), (3) actualiza la tlb (o TP) y (4) pone el proceso en el estado *listo*. Cuando el proceso se selecciona de nuevo para ejecutar, la MMU busca el dato correspondiente consultando el TLB (o TP) y la memoria principal.

7.-Cuando el mapa de memoria de un proceso se construye a partir de un fichero ejecutable ELF (p.ej., al invocar *exec()*) se crean, entre otras, las siguientes regiones: Código, Datos con valor inicial, Datos sin valor inicial, Pila. Para cada una de ellas indique: de dónde se obtiene el contenido inicial (si es que tienen contenido inicial) y si su tamaño es fijo o variable.

Solución:

Código: fichero ejecutable (.text), tamaño fijo
Datos con valor inicial: fichero ejecutable (.data), tamaño fijo
Datos sin valor inicial: fichero ejecutable (solo tamaño - .bss), tamaño fijo
Pila: -, variable

8.-Considerar un sistema con 4200 palabras de MP que implementa particiones variables. En un cierto instante la memoria contiene las tres particiones siguientes:

	Dirección inicial	**Tamaño**
`P1`	1000	1000
`P2`	2900	500
`P3`	3400	800

Para cargar un nuevo bloque en memoria se utiliza la siguiente estrategia:

a) Probar el algoritmo del mejor ajuste para localizar un hueco del tamaño adecuado

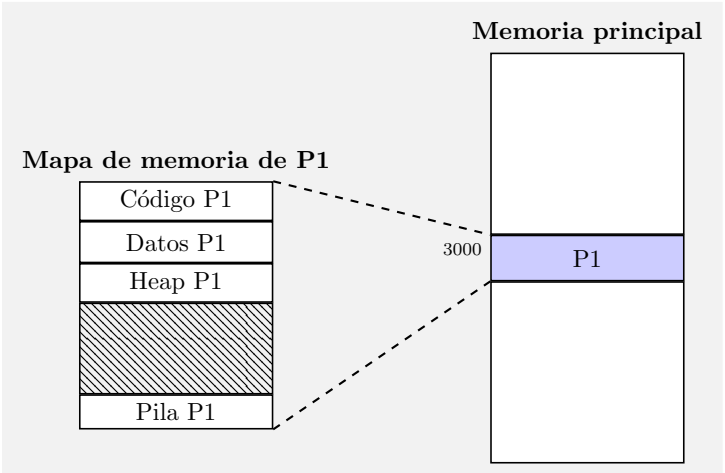
b) Si esto falla, crear un hueco mayor desplazando particiones en memoria hacia la posición 0; empezar siempre por la partición de menor dirección y continuar sólo hasta que se haya generado un hueco de tamaño suficiente para albergar la nueva partición.

Suponer que van a cargarse tres nuevos bloques de tamaños 500, 1200 y 200, respectivamente (en el orden indicado). Mostrar el contenido de la MP después de satisfacer las tres peticiones de memoria.

Solución:

	Particiones ocupadas Inicio[Tamaño]	**Huecos libres Inicio[Tamaño]**
Inicialmente	P1: 1000 [1000] P2: 2900 [500] P3: 3400 [800]	H1: 0000 [1000] H2: 2000 [900]
Petición N1[500]: Usa el hueco H2	P1: 1000 [1000] N1: 2000 [500] P2: 2900 [500] P3: 3400 [800]	H1: 0000 [1000] H3: 2500 [400]
Petición N2[1200]: Compactación mínima y uso del hueco resultante	P1: 0000 [1000] N1: 1000 [500] P2: 2900 [500] P3: 3400 [800]	H1: 1500 [1400]
	P1: 0000 [1000] N1: 1000 [500] N2: 1500 [1200] P2: 2900 [500] P3: 3400 [800]	H1: 2700 [200]
Petición N3[200]:	P1: 0000 [1000] N1: 1000 [500] N2: 1500 [1200] N3: 2700 [200] P2: 2900 [500] P3: 3400 [800]	(vacío)

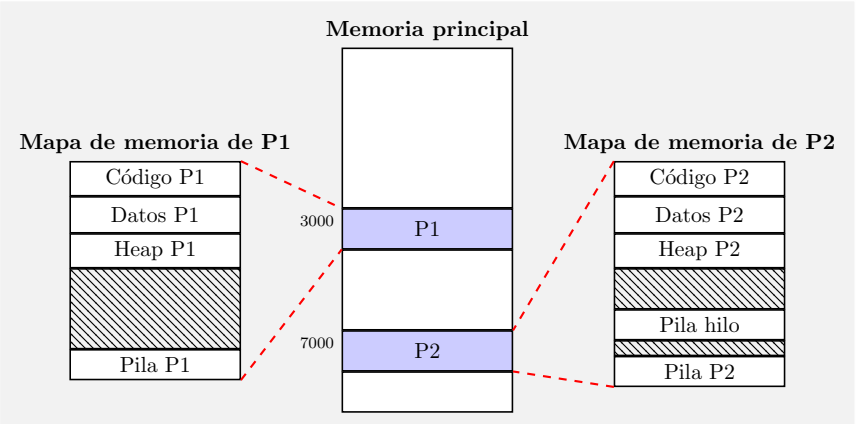
9.-La memoria principal (MP) de un sistema gestionado mediante asignación contigua almacena el mapa de memoria de un proceso $P1$ cuyo contenido se muestra en la figura.



Dibuje el contenido de la MP después de que P1 cree un proceso P2 con `fork()` y de que P2

cree un hilo adicional. Se ha de indicar también el contenido del mapa de memoria de P2 y la relación existente entre las regiones de P1 y P2. (Asumir que P2 no ha invocado `exec()` y que su mapa de memoria se almacenará a partir de la posición 7000.)

Solución:



El contenido inicial de las regiones de código, datos, pila y heap de P2 es idéntico (copia) al de las regiones con el mismo nombre en P1, en el momento en que éste invoca `fork()`. Notesé, que la región de código en este caso no puede compartirse entre procesos, ya que se el SO emplea asignación contigua, donde la compartición de memoria no es posible.

10.-El gestor de memoria recibe la siguiente secuencia de peticiones:

1. Asignar el bloque B1 de tamaño 100
2. Asignar el bloque B2 de tamaño 500
3. Asignar el bloque B3 de tamaño 60
4. Asignar el bloque B4 de tamaño 100
5. Liberar el bloque B1
6. Liberar el bloque B3
7. Asignar el bloque B5 de tamaño 50
8. Asignar el bloque B6 de tamaño 90

Suponiendo un tamaño de memoria total de 1024B, indicar las direcciones iniciales y los tamaños de todas las áreas libres para los esquemas de gestión (a) primer ajuste y (b) mejor ajuste, después que se han procesado todas las peticiones.

Solución:

	Primer ajuste		Mejor ajuste	
	Part. ocupadas	**Huecos libres**	**Part. ocupadas**	**Huecos libres**
	Inicio[Tamaño]	**Inicio[Tamaño]**	**Inicio[Tamaño]**	**Inicio[Tamaño]**
Situación inicial	(vacío)	000 [1024]	==	==
Entra B1 [100]	B1: 000 [100]	100 [924]	==	==
Entra B2 [500]	B1: 000 [100] B2: 100 [500]	600 [424]	==	==
Entra B3 [60]	B1: 000 [100] B2: 100 [500] B3: 600 [60]	660 [364]	==	==
Entra B4 [100]	B1: 000 [100] B2: 100 [500] B3: 600 [60] B4: 660 [100]	760 [264]	==	==
Sale B1	B2: 100 [500] B3: 600 [60] B4: 660 [100]	000 [100] 760 [264]	==	==
Sale B3	B2: 100 [500] B4: 660 [100]	000 [100] 600 [60] 760 [264]	==	==
Entra B5 [50]	B5: 000 [50] B2: 100 [500] B4: 660 [100]	050 [50] 600 [60] 760 [264]	B2: 100 [500] B5: 600 [50] B4: 660 [100]	000 [100] 650 [10] 760 [264]
Entra B6 [90]	B5: 000 [50] B2: 100 [500] B4: 660 [100] B6: 760 [90]	050 [50] 600 [60] 850 [174]	B6: 000 [90] B2: 100 [500] B5: 600 [50] B4: 660 [100]	090 [10] 650 [10] 760 [264]

11.-Estudie el siguiente código que se ejecutará en un sistema Linux e indique si cada una de las afirmaciones posteriores son ciertas o falsas JUSTIFICANDO SU respuesta para cada una de ellas. Asuma que, tras alojarse el marco de pila de la función `main()`, el sistema sólo ha asignado una página para pila, una para código y una para datos globales (tamaño de página de 4 KB).

```
1 #include <stdio.h>
2
3 int len;
4
5 int getNumberIter() {
6   return 200;
7 }
8
9 int main() {
10   int i;
11   int M[128];
12   int x,y;
13
14   x = M[0];
15   y =0;
16   len = getNumberIter();
17   for (i=1; i < len; i++) {
18       y = x + M[i];
19       M[i] = y;
20   }
21   return y;
22 }
```

a) El código compilará correctamente pero siempre dará una excepción por Violación de segmento al ejecutarlo porque accedemos a elementos de M no reservados.

b) El código compilará correctamente. En ejecución, es posible pero no seguro que haya excepción por Violación de segmento. Si no se produce la excepción se corromperán datos de la pila pero la ejecución continuará.

c) El código compilará correctamente. En ejecución, se corromperán datos de la pila y, quizás, de otras regiones de memoria (como el heap, código...)

d) Podemos asegurar que se producirá una excepción si la función getNumberIter() devuelve un número mayor de 4096.

Solución:

a) Falso. Ese código no da violación de segmento, porque no se sale de la página de 4KB que tiene asignada la pila

b) Verdadero. Si se sale de la página, da violación. Si no, no. Pero se modificarán posiciones anteriores de la pila, que harán que el comportamiento sea impredecible.

c) Falso. Tal y como hemos visto que se forma el mapa de memoria, la región de pila está al final del rango de direcciones lógicas de espacio de usuario. Por lo tanto, salirse de ese array nunca modificará otras regiones.

d) Verdadero. Al pasarnos de los 4KB (y asumiendo que sólo teníamos una página como se indica en el enunciado), nos saldremos de la página de pila, pasaremos a zona del kernel y habrá violación de segmento.