

Ingeniería de Computadores

Enero 2018

Nombre:

Grupo:

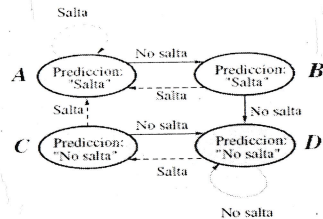
Normas de realización:

- Incluir el nombre en todas las hojas utilizadas
- Todas las respuestas han de ser correctamente **detalladas y razonadas**.
- Las respuestas deben estar escritas con bolígrafo negro o azul

Pregunta 1 (1,25 pts). Contesta a las siguientes preguntas:

- (0,75 pts) Explica brevemente las técnicas que conoces para solventar los riesgos de control en las máquinas superescalares.
- (0,5 pts) ¿Qué diferencias y similitudes existen entre el acceso a memoria tipo S y tipo C en las arquitecturas vectoriales?

Pregunta 2 (2,5 pts) Suponer un computador superescalar que dispone un buffer de reorden, que permite resolver los riesgos WAR y WAW, y una ventana de instrucciones con un número de entradas suficiente. El procesador es capaz de decodificar, emitir y completar 4 instrucciones por ciclo. Además, la emisión y la finalización de las instrucciones puede ser desordenada pero no dispone de unidad de adelantamiento. Para las tareas de ejecución, se dispone de las siguientes unidades segmentadas: 2 FP mul/div (6c), 2 FP add (3c), 2 ALU int (1) y 3 load/store (7). Finalmente, se dispone de un predictor de saltos dinámico que utiliza BTB de 4 entradas y 2 bits de predicción. Cuando se añade una nueva entrada en el BTB, su primera predicción siempre sería de estado D (salto no efectivo).



En el computador se ejecuta el siguiente fragmento de programa:

```
; r1 almacena la dirección de a
; r2 almacena la dirección de b
addi r3,r1,#80 ; condicion de final
addi r1,r1,#8 ; inicialización de los indices
addi r2,r2,#8 ;
addi r5,r1,#3;
ld f0,coef ; cargar coeficiente
loop: ld f2,-8(r1) ; cargar a[i-1]
      ld f4,0(r1) ; cargar a[i]
      beqz r5, fin
      muld f8,f2,f0 ; a[i-1]*coef
      divd f9,f2,f0 ;
      muld f9,f2,f0 ;
      addd f4,f8,f4 ; a[i-1]*coef + a[i]
      sd 0(r2),f4 ; almacenar b[i]
      addi r1,r1,#8 ; incrementar indices
      addi r2,r2,#8
      subi r5,r5,#1
      slt r4,r1,r3
      bnez r4,loop
fin: subd f2,f1, f3
```

- (1,5 pts) Planificar las instrucciones utilizando una tabla como la siguiente hasta la primera iteración del bucle (sin realizar el salto). Suponer que inicialmente r1=0 y r2=100

inst	IF	ID/ISS	EX	ROB	WB	Comentario

- (0,5 pts) Realizar una traza de ejecución del código, mostrando el contenido de la BTB, (BTB inicialmente vacía) para todas las iteraciones del bucle.

Dir salto	Dir destino	Bits predicción

- (0,25 pts) ¿Existe alguna penalización en la ejecución del código? Si es así, indica con qué instrucción y cuándo
- (0,25 pts) Determinar el número de ciclos que tardaría en ejecutarse el código suponiendo que la instrucción de salto se puede detectar en IF

Pregunta 3 (1,25 pts) Suponer que un computador SMP de 4 procesadores utiliza el protocolo MESI para controlar la coherencia de datos en las cachés. Los bloques de cachés son de 2 palabras. La política de reemplazo de caché es LRU (least recently used). Las cachés tienen solamente 2 bloques. En un momento dado, los procesadores ejecutan las siguientes referencias: P1:READ_2 P2:WRITE_2(8) P1:READ_2 P3:WRITE_8(5) P4:WRITE_8(3) P1:READ_8 (WRITE_M(N) significa escribe el valor N en la posición M). El contenido inicial es el siguiente:

Cachés															
	P1				P2				P3				P4		
Bloque	Dir	Dato	Estado	Dir	Dato	Estado	Dir	Dato	Estado	Dir	Dato	Estado			
0	1	0	S	7	5	M	7	6	I	5	9	E			
	2	-6		8	6		8	4		6	10				
1	3	2	M	1	0	S	3	4	I	1	0	S			
	4	3		2	-6		4	7		2	-6				

Memoria

Dirección	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dato	0	-6	4	7	9	10	-4	3	2	3

Indica esquemáticamente por cada acceso y para cada procesador como cambian las cachés y la memoria principal. Indica, además, si se produce fallo de caché, el tipo y las variaciones de estado de los bloques (explicando el motivo)

Pregunta 4 (2.5) Se ha paralelizado una aplicación C++ para aprovechar el paralelismo de un multicomputador de N nodos. Como resultado del proceso de paralelización, se ha resuelto que:

- un 30% de la aplicación sólo se puede ejecutar en un nodo.
- otro 20% se puede ejecutar en cualquier número de nodos.
- otro 20% se puede ejecutar en 1 nodo (trivial) o en, exactamente 16 nodos.
- otro 30% se puede ejecutar en 1 nodo (trivial) o hasta 4 nodos.

Nota: Suponga que se dispone de 16 nodos.

- a) Proponga un posible árbol de precedencia entre tareas que case con los datos del problema. Proponga el número de tareas que necesite indicando claramente los porcentajes indicativos del peso relativo de cada tarea respecto de su ejecución secuencial **(0.25 puntos)**
- b) Calcule la ganancia en velocidad en función del número de nodos usados. **(0.75 puntos)**
- c) Calcule la eficiencia de la ejecución paralela. **(0.25 puntos)**
- d) Suponiendo una sobrecarga temporal de $t_{\text{overhead}} = K \cdot p$, con K una constante menor que 1 y p el número total de nodos, demuestre que existe necesariamente un mínimo para el tiempo paralelo en función de p. **(1.25 punto)**

Pregunta 5 (1.5 punto) Un multicomputador utiliza una red de comunicación en la que los enlaces son de 2Gbps y la técnica de conmutación es *Store&Forward* (almacenamiento y reenvío). Mandar un paquete de 32 bytes a un nodo a distancia 7 cuesta 0.931 microsegundos.

- a) Cuánto vale el tiempo de encaminamiento t_r ? **(0.75 puntos)**
- b) ¿Cuántas veces sería más rápida la transmisión si la comunicación fuera vermiforme (*wormhole*)? Suponga tráfico cero, flits de 8 bits y 1 flit de cabecera (es decir, un paquete supone 31 flits de datos y 1 flit de cabecera). **(0.75 puntos)**

Pregunta 6 (1 punto)

Enumere y explique con ejemplos todos los tipos estudiados de comunicación colectiva de uno-a-todos y todos-a-uno.