Ejercicio 4 junio 2015 AC

1. Considerad un procesador no segmentado con una ruta de datos de 5 etapas de ejecución que funciona a 2GHz, en el que las operaciones ALU y salto requieren 4 ciclos de reloj y las de memoria 5. Suponed que las frecuencias relativas para estas operaciones son 45%, 25% y 30% respectivamente. Se quiere segmentar la máquina con 5 etapas y debido al sesgo del reloj y a los registros de segmentación se alarga el período de reloj en un 10%. El procesador utiliza una caché unificada para datos e instrucciones con un único puerto para el acceso a la memoria lo que provoca un riesgo estructural entre las etapas IF y MEM y por consiguiente una parada de 1 ciclo de reloj. Suponed que el CPI ideal del procesador segmentado ignorando el riesgo estrucural es 1. ¿Cuál es la ganancia que se puede conseguir con la segmentación?

La ganancia se calcula de la siguiente manera:

La mejora de segmentación no modifica el Recuento de Instrucciones (y, por tanto, son iguales):

Podemos calcular el CPI del procesador sin segmentar con los datos que nos da el enunciado:

En el procesador segmentado, el porcentaje de uso sigue siendo el mismo (el RI no cambia), pero ahora el CPI nuevo es el ideal:

Sabemos que ahora el reloj del segmentado es un 10% más lento que el del normal:

Conociendo todos los datos, ya podemos averiguar la ganancia:

1. Suponed ahora que además se consideran las detenciones por dependencia de datos de 1 ciclo de reloj que representan el 20% de todas las instrucciones ejecutadas y las detenciones por riesgo de control de 2 ciclos y que representan el 5% de todas las instrucciones ejecutadas. ¿Cuál es ahora el nuevo CPI? ¿En qué porcentaje se reduce la ganancia al considerar esta nueva situación?

Al CPI ideal le debemos de sumar las detenciones que causan los riesgos de la segmentación por la frecuencia con la que ocurren.

Ahora la ganancia es la siguiente:

Por tanto, la ganancia se ve reducida en un:

1. Suponed que el siguiente código MIPS se ejecuta en la máquina segmentada:  
   addi $3, $0, 100  
   add $4, $0, $0  
   Loop: lw $5, 0($1)  
    add $4, $4, $5  
    lw $6, 0($2)  
    sub $4, $4, $6  
    addi $1, $1, 4  
    addi $2, $2, 4  
    addi $3, $3, -1  
    bne $3, $0, Loop

Muestra el diagrama de temporización para una iteración del bucle suponiendo que no hay forwarding. Completa para ello la siguiente tabla y muestra todos los ciclos de paradas. Suponed que los saltos paran la segmentación solo durante un ciclo de reloj.

Antes de empezar, recordemos las restricciones:

* Hay riesgo estructural entre IF y MEM
* No habla de que no se pueda leer y escribir en registros a la vez (escribir en flanco de subida y leer en flanco de bajada), así que suponemos que se puede
* No hay forwarding
* Los saltos provocan una burbuja de tan sólo un ciclo

| Instrucción | Ciclos de reloj | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 01 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| addi $3, $0, 100 | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| add $4, $0, $0 |  | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| lw $5, 0($1) |  |  | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| add $4, $4, $5 |  |  |  | s | s | s | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| lw $6, 0($2) |  |  |  |  |  |  |  | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| sub $4, $4, $6 |  |  |  |  |  |  |  |  | IF | s | s | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| addi $1, $1, 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| addi $2, $2, 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| addi $3, $3, -1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | s | s | s | IF | ID | EX | ME | WB |  |  |  |  |  |
| bne $3, $0, Loop |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | IF | s | s | ID | EX | ME | WB |  |  |
| lw $5, 0($1) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | s | s | s | IF | ID | EX |
| add $4, $4, $5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | IF | ID |

Leyenda: amarillo → riesgo estructural, verde → dependencia de datos, azul → riesgo de control