

ARQUITECTURA DE COMPUTADORES II – Curso 2017
PRÁCTICA 2: ARQUITECTURAS SEGMENTADAS
(respuestas a los ejercicios numéricos)

EJERCICIO 1

"Deduzca las expresiones matemáticas para cada concepto."

$$S = \frac{n \cdot k}{n + k - 1} \quad IPC = \frac{n}{n + k - 1}$$

"¿Como se relacionan las expresiones anteriores entre sí?"

$$S = k \cdot IPC$$

"¿Cuál es el rango de valores que puede tomar la mejora? ¿y la productividad?"

$$S \in [1, k] \quad IPC \in [1/k, 1]$$

EJERCICIO 2

"¿Cuál es la máxima frecuencia de reloj que se puede aplicar a este pipeline?"

La frecuencia máxima está determinada por la etapa más lenta.

$$F_{max} = 1 / (90 \text{ ns} + 10 \text{ ns}) = 10 \text{ MHz}$$

"Calcular la mejora, rendimiento y productividad para un conjunto de 10, 50 y 100 tareas. Interprete los resultados."

Con $n = 10$, $S = 2.43$ y throughput = $7.14e6$ instrucciones/segundo.

Con $n = 50$, $S = 3.15$ y throughput = $9.26e6$ instrucciones/segundo.

Con $n = 100$, $S = 3.27$ y throughput = $9.62e6$ instrucciones/segundo.

Con $n = 10000$, $S = 3.39$ y throughput = $9.996e6$ instrucciones/segundo.

"¿Está correctamente balanceado este pipeline? ¿En qué etapa conviene invertir esfuerzo optimizando la configuración si se desea aumentar la frecuencia máxima de operación?"

Para lograr mejorar el pipeline conviene intentar reducir la latencia de la etapa más lenta, tal vez trasladando parte del trabajo a las demás etapas que están menos cargadas.

EJERCICIO 4

"¿Cuántos ciclos de reloj requiere cada implementación para ejecutar una secuencia ininterrumpida (sin saltos ni dependencias) de 10 instrucciones? ¿Cuántos CPI promedio se logran en cada caso?"

La cantidad de ciclos siempre se calcula con $(n + k - 1)$.

Cuando $k = 2$, ciclos = 11 e CPI = 1.10

Cuando $k = 3$, ciclos = 12 e CPI = 1.20

Cuando $k = 5$, ciclos = 14 e CPI = 1.40

"¿Cuál es la mejora que presenta cada propuesta respecto de una versión no segmentada del mismo procesador, si se sabe que esta última admitiría una frecuencia de reloj máxima de 10MHz (período 100ns)?"

Con $T = 100\text{ns}$ el período del reloj para la versión no segmentada, y P el período de reloj de la versión con k etapas, la mejora es:

$$S = \frac{n \cdot T}{P \cdot (n + k - 1)}$$

Entonces:

Cuando $k = 2$, $S = 1.52$

Cuando $k = 3$, $S = 1.85$

Cuando $k = 5$, $S = 2.38$

"Repita los incisos anteriores si la secuencia a ejecutar es de 1000 instrucciones"

Cuando $k = 2$, ciclos = 1001, CPI = 1.001, $S = 1.66$

Cuando $k = 3$, ciclos = 1002, CPI = 1.002, $S = 2.22$

Cuando $k = 5$, ciclos = 1004, CPI = 1.004, $S = 3.32$

“¿Qué índice es el más relevante para juzgar las alternativas, CPI o mejora?”

La mejora, que me dice cuanto se redujo el tiempo de ejecución. Los CPI aumentan siempre con la cantidad de etapas, pero no me dice nada sobre cuanto más rápido puedo hacer el reloj a medida que hago más profundo el pipeline.

“¿Cuál es la mejora límite que se podría obtener con cada una de estas organizaciones?”

Cuando $k = 2$, Slim = $100\text{ns}/60\text{ns} = 1.66$

Cuando $k = 3$, Slim = $100\text{ns}/45\text{ns} = 2.22$

Cuando $k = 5$, Slim = $100\text{ns}/30\text{ns} = 3.33$

EJERCICIO 5

“¿Cuántos ciclos le tomará a este procesador ejecutar el programa fibonacci que se descarga junto con esta práctica? ¿Cuántas instrucciones se ejecutan en ese intervalo? ¿Cuál es el valor de CPI alcanzado?”

Rta: (sin contar el HALT) $c = 320$ ciclos. $n = 72$ instrucciones. CPI = 4.44.

¿Cuántos ciclos tomará la ejecución del mismo programa si se reemplaza la implementación por un procesador MIPS segmentado? ¿Cuál es el valor de CPI alcanzado en este caso? Para este cálculo simplificado desprecie la existencia de detenciones debidas a riesgos del pipeline.

Rta: Sin detenciones se calcula: $c = n + k - 1 = 76$ ciclos. CPI = 1,06

EJERCICIO 9

“¿Cuál sería el incremento en los CPI promedio de ejecución de un programa ocasionado por la utilización de esta organización, si se sabe que en promedio el 20% de las instrucciones ejecutadas son cargas o almacenamientos?”

Rta: La cantidad de ciclos por instrucción se incrementa en un 20%.

EJERCICIO 11

“Calcule la cantidad de ciclos necesarios y los CPI resultantes si se ejecutan $n = 10000$ instrucciones. Suponga que solamente los riesgos de control producen incrementos en la latencia de ejecución”

Rta: $c = 15284$ ciclos. CPI = 1,53.

“Determine el nuevo valor de CPI y la mejora respecto del caso (a) si se modifica la arquitectura para que los saltos condicionales sean resueltos en la segunda etapa del pipeline en lugar de en la última.”

Rta: Mejora del 35%. CPI = 1,13.

Con un importante esfuerzo adicional se modifica nuevamente la organización de (b) para que utilizar predicción de tipo predict-taken. Determine el nuevo valor de CPI y la mejora respecto del caso (a)

Rta: Mejora del 43%. CPI = 1,07.