

Objetivos generales

- Conocer diferentes métricas del rendimiento de un computador y desarrollar criterios para seleccionar los equipos más adecuados para una solución informática.

Objetivos específicos

- Diferenciar tiempo de respuesta y productividad como medidas de rendimiento de un computador
- Calcular el tiempo de CPU para la ejecución de una tarea
- Explicar cómo se reduce el tiempo de ejecución en función de avances tecnológicos, avances en compilación y avances en la arquitectura y microarquitectura
- Aplicar los conceptos de tiempo de CPU y MIPS-MFLOPS para realizar comparativas de diferentes procesadores o secuencias de código desde el punto de vista de su rendimiento.
- Aplicar la Ley de Amdahl para calcular la ganancia que se obtiene en el rendimiento de un computador al aplicar una técnica que mejora una parte de dicho computador y valorar qué técnica, entre varias, en la mejor

Bibliografía

- Capítulo 1 del libro Arquitectura de Computadores, de J. Ortega
- Capítulo 1 del libro Computer Architecture, de Hennesy - Patterson
- www.spec.org
- www.top500.org

CUESTIONES

1. Si en un sistema computador se realizan los siguientes cambios, ¿qué ocurre: aumenta la productividad, se reduce el tiempo de respuesta o ambos?
 - Reemplazar el procesador de un computador por una versión más rápida
 - Añadir procesadores a un sistema que usa múltiples procesadores para diferentes tareas
2. Un programa se ejecuta en un ordenador A a 400Mhz en 10s. Se quiere diseñar un máquina B que ejecute ese programa en 6s. El diseñador ha determinado que es posible un incremento sustancial en la frecuencia de reloj, pero que este incremento afectará al resto del diseño de la CPU, haciendo que la máquina B requiera 1,2 veces los ciclos de reloj de la máquina A para ejecutar el programa. ¿Qué frecuencia de reloj debería ser el objetivo del diseñador?
3. Supongamos que se tienen dos microarquitecturas diferentes que implementan la misma arquitectura del repertorio de instrucciones. La máquina A tiene un ciclo de reloj de 1 ns y un CPI de 2,0 para un programa concreto, mientras que la máquina B tiene un tiempo de ciclo de 2 ns y un CPI de 1,2 para el mismo programa. ¿Qué máquina es más rápida para este programa? ,¿cuánto más rápida?

4. Un diseñador de compiladores está intentando decidir entre dos secuencias de código para una máquina en particular. Los diseñadores de circuitería le han proporcionado los siguientes datos

Tipo de instrucciones	CPI para este tipo
A	1
B	2
C	3

Para una declaración particular de un lenguaje de alto nivel, el diseñador del compilador está considerando dos secuencias de código que requieren el siguiente número total de instrucciones

Secuencia de código	Total de instrucciones por tipo		
	A	B	C
1	2	1	2
2	4	1	1

¿Qué secuencia de código ejecuta el mayor número de instrucciones? ¿Cuál será la más rápida? ¿Cuál es el CPI para cada secuencia?

5. Para mejorar el tiempo de ejecución de una aplicación se utiliza un sistema con 100 procesadores, que pueden ejecutar en paralelo el 90% de las instrucciones de dicha aplicación (el restante 10% no admite la paralelización). ¿Cuál será la ganancia conseguida en este caso?
6. Considerar que se miden los tiempos de ejecución, en milisegundos, de cuatro procesadores, CPU1, CPU2, CPU3 y CPU4, ejecutando dos programas, P1 (que ejecuta 1.000 instrucciones) y P2 (que ejecuta 10.000), y se obtienen los siguientes resultados:

	P1	P2
CPU1	1	10
CPU2	10	16
CPU3	1	40
CPU4	2	5

Calcular las velocidades medias, en MIPS (Millones de Instrucciones por Segundo), de las cuatro CPUs e indicar cuál es la más rápida, según esta medida, en cada uno de los siguientes casos:

- a) suponiendo que la carga de trabajo se distribuye uniformemente entre P1 y P2 (es decir, ambos se ejecutan el mismo número de veces).
- b) suponiendo que la carga de trabajo es tal que de cada diez programas que se ejecutan uno es P2 y nueve P1.

7. Las medidas MIPS y MFLOPS expresan la productividad de un procesador en la ejecución de instrucciones. Si tenemos un procesador A, con 4,5 MIPS y otro B con 3,8 MIPS, ¿podemos afirmar, en general, que el procesador A es más rápido que el procesador B en la ejecución de un programa? ¿En qué casos podría afirmarse?
8. Un procesador tiene dos modos de funcionamiento "A" y "B". Sea una modificación de diseño que mejora en un factor de 10 el tiempo de ejecución del "A". Al ejecutar código en el procesador modificado, las estadísticas indican el modo de funcionamiento "A" se emplea durante el 50% del tiempo de ejecución de los programas habituales para los que está destinado el procesador.
- ¿Cuál es el valor de la ganancia de rendimiento que introduce el cambio de diseño?
 - ¿Cuál es el porcentaje del tiempo de ejecución del modo de funcionamiento "A" en el procesador original (es decir, con el diseño antiguo)?
9. Se han propuesto tres mejoras a la arquitectura de una CPU. Mediante tres programas específicos que testean exclusivamente el funcionamiento de las respectivas mejoras, se han obtenido las siguientes cifras de mejora de rendimiento:
- G1 = 30
G2 = 20
G3 = 15
- Se estima que las mejoras son independientes entre sí; es decir, que en el tipo de programas para el que está destinado el procesador nunca se ejecutará código que aproveche más de una mejora al mismo tiempo.
- Las modificaciones de la CPU sólo merecen la pena si la ganancia de rendimiento global es, como mínimo, igual a 10. Se estima que las mejoras 1 y 2 afectan a código que, actualmente, supone un 25% del tiempo de ejecución de la CPU cada una. ¿Cuál es el porcentaje de utilización de la mejora 3 que justifica que las mejoras se lleven a cabo?
 - Suponga que, tras revisar los datos de los que se dispone, se observa que las mejoras 1, 2 y 3 afectarían a código que actualmente supone el 25%, 35% y 10% del tiempo de ejecución de los programas que se quieren optimizar, respectivamente. Si se implementan las mejoras, ¿qué porcentaje del tiempo de ejecución nuevo corresponderá a código que no se ve afectado por ninguna de las mejoras?
 - De nuevo se han revisado las cifras de utilización: las mejoras 1 y 2 afectan a código que supone el 15% del total cada una, y la mejora 3 supone el 70%. Además, se ha llegado a la conclusión de que, por falta de recursos, no es posible implementar las tres mejoras a la vez. Si sólo se pudiera implementar una, ¿cuál escogería? Si se pudieran escoger dos, ¿cuáles escogería?
10. Considera la fórmula para el cálculo del tiempo de respuesta de un procesador

$$T_{cpu} = NI \times CPI \times T_{ciclo}$$

Analiza cómo afectan las mejoras que se hacen en cada uno de los siguientes campos al tiempo de CPU: compilación, arquitectura (lenguaje máquina), microarquitectura (organización de los diferentes elementos del procesador) y tecnología (avances en la fabricación de componentes). ¿Qué factores de la fórmula se ven afectados por los cambios en cada una de esas áreas?

11. ¿Qué son los benchmarks? ¿Qué benchmark se utiliza para la clasificación de los supercomputadores (www.top500.org)?
12. ¿Qué es SPEC (www.spec.org)? ¿Qué benchmarks se utilizan para evaluar el rendimiento de la CPU de los distintos sistemas? ¿Por qué crees que se utilizan programas diferentes para evaluar el rendimiento de tipo entero y el rendimiento en coma flotante?