Soluciones a ejercicios de Fundamentos

J. Daniel García Sánchez (coordinador)
David Expósito Singh
Javier García Blas
Óscar Pérez Alonso
J. Manuel Pérez Lobato

Arquitectura de Computadores
Grupo ARCOS
Departamento de Informática
Universidad Carlos III de Madrid

1. Ejercicios de examen

Ejercicio 1 *Junio 2015*

Se dispone de una aplicación que permite procesar una imagen de muy alta resolución de la cuál una cierta fracción es paralelizable y otra parte debe ejecutarse secuencialmente. Se asume que no hay límite superior al número de procesos en que se puede paralelizar.

Se desea obtener un speedup global de 10 en la versión paralela. Exprese la fracción de código que debe ser paralelizable en función del grado de paralelismo (número de procesos en que se paraleliza).

Solución 1

$$S = \frac{1}{(1-F) + \frac{F}{n}}$$

$$S \times \left((1-F) + \frac{F}{n}\right) = 1$$

$$S - S \times F + \frac{S \times F}{n} = 1$$

$$n \times S - n \times S \times F + S \times F = n$$

$$n \times S\breve{\ }n = n \times S \times F - S \times F$$

$$S \times F \times (n-1) = n \times (S-1)$$

$$F = \frac{n \times (S-1)}{S \times (n-1)}$$

Para el caso de $S = 10$

$$F = \frac{n \times (10-1)}{10 \times (n-1)} = \frac{9 \times n}{10 \times n - 10}$$

Para que tenga sentido F debe ser menor o igual que 1.

$$F \leq 1$$

$$\frac{9 \times n}{10 \times n - 10} \leq 1$$

$$9 \times n \leq 10 \times n - 10$$

$$n \geq 10$$

Ejercicio 2 *Enero 2014.*

Se dispone de un computador con un solo núcleo que ejecuta una aplicación de evaluación de riesgos financieros. Esta aplicación es intensiva en cálculo, a lo que dedica el 90 % del tiempo. El 10 % restante lo dedica a esperar en operaciones de entrada/salida a disco.

Del tiempo que la aplicación pasa ejecutando instrucciones de cálculo un 75 % del tiempo lo pasa ejecutando operaciones en coma flotante y un 25 % lo pasa ejecutando otras instrucciones. La ejecución de una instrucción de coma flotante requiere como promedio 12 CPI. El resto de instrucciones requieren como promedio 4 CPI.

Se está valorando la migración de esta aplicación a las siguientes alternativas, que no incorporan ninguna mejora para el tiempo de las operaciones de entrada/salida a disco:

- **Alternativa A**: Un procesador con un solo núcleo y con una frecuencia de reloj un 50 % más alta que la de la máquina original en el que las instrucciones de coma flotante requieren un 10 % más de ciclos por instrucción y el resto de instrucciones requieren un 25 % más de ciclos por instrucción.

- **Alternativa B**: Un procesador con cuatro núcleos y con una frecuencia de reloj un 50 % más baja que la de la máquina original, en el que las instrucciones de coma flotante requieren un 20 % menos de ciclos de reloj y el resto de instrucciones los mismos ciclos de reloj.

Se pide responder de forma justificada a las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuál será la aceleración/deceleración global de la aplicación en el caso A?

2. ¿Cuál será la aceleración/deceleración global de la aplicación en el caso B si se asume que la parte de cálculo es totalmente paralelizable mientras la entrada/salida no admite ningún tipo de paralelización?

Solución 2

El tiempo dedicado a la ejecución de instrucciones en el computador original será:

$$T_{orig} = 0{,}75 \times 12 \times IC \times P + 0{,}25 \times 4 \times IC \times P = (9 + 1) \times IC \times P \tag{1}$$

Alternativa A El tiempo dedicado a la ejecución de instrucciones en el computador A será:

$$T_A = (0{,}75 \times (1,1 \times 12) + 0{,}25 \times (1{,}25 \times 4)) \times IC \times \frac{P}{1{,}5} = \frac{(9{,}9 + 1{,}25) \times IC \times P}{1{,}5} = \frac{11{,}15}{1{,}5} \times IC * P \quad (2)$$

$$T_A = 7{,}433 \times IC \times P \quad (3)$$

El Speedup debido a instrucciones será:

$$S_A^I = \frac{T_{orig}}{T_A} = \frac{10}{7{,}433} = 1{,}345 \quad (4)$$

Aplicando la Ley de Amdahl el speedup global sera:

$$S_A = \frac{1}{0{,}1 + \frac{0{,}9}{1{,}345}} = 1{,}3 \quad (5)$$

Alternativa B En este caso, al asumirse paralelización completa de la parte de cálculo se puede considerar que el número de instrucciones a ejecutar en cada núcleo es la cuarta parte del original.

$$T_B = (0{,}75 \times 0{,}8 \times 12 + 0{,}25 \times 4) \times \frac{IC}{4} \times \frac{P}{0{,}5} = (7{,}2 + 1) \times \frac{2}{4} \times IC \times P = \quad (6)$$

$$T_B = 4{,}1 \times IC \times P \quad (7)$$

El Speedup debido a instrucciones sera:

$$S_B^I = \frac{T_{orig}}{T_B} = \frac{10}{4{,}1} = 2{,}439 \quad (8)$$

Aplicando la Ley de Amdahl el speedup global sera:

$$S_B = \frac{1}{0{,}1 + \frac{0{,}9}{2{,}439}} = 2{,}132 \quad (9)$$

Ejercicio 3 *Examen de octubre de 2013.*

En su organización se dispone de una aplicación con las siguientes características:

- La aplicación pasa el 80 % del tiempo ejecutando instrucciones y el 20 % del tiempo restante esperando a la realización de operaciones de disco.
- El tiempo que la aplicación pasa ejecutando instrucciones se distribuye en un 20 % para instrucciones en coma flotante (que requieren 8 CPI) y un 80 % para el resto de instrucciones (que requierens 6 CPI).

Se está valorando la migración a una nueva máquina en la que las instrucciones requieren un 25 % más de CPI, pero cuya frecuencia de reloj es el doble.

¿Cuál será la aceleración global de la aplicación?

Solución 3

$$T_{inst}(orig) = 0{,}2 \cdot 8 \cdot IC \cdot P + 0{,}8 \cdot 6 \cdot IC \cdot P = (1{,}6 + 4{,}8) \cdot IC \cdot P = 6{,}4 \cdot IC \cdot P$$

$$T_{inst}(mej) = 0{,}2 \cdot 10 \cdot IC \cdot \frac{P}{2} + 0{,}8 \cdot 7{,}5IC \cdot \frac{P}{2} = (1 + 3) \cdot IC \cdot P = 4 \cdot IC \cdot P$$

$$S_{inst} = \frac{6{,}4}{4} = 1{,}6$$

$$S = \frac{1}{0{,}2 + \frac{0{,}8}{1{,}6}} = \frac{1}{0{,}2 + 0{,}5} = \frac{1}{0{,}7} = 1,42$$

Ejercicio 4 *Examen de octubre de 2013.*

Dado un procesador que consume una potencia dinámica **P** existen dos alternativas de reducción de potencia dinámica consumida:

1. Disminuir el voltaje a la mitad manteniendo el valor de la frecuencia,
2. Disminuir la frecuencia a la mitad manteniendo el valor del voltaje.

Razone cuál de ellas consigue una mayor reducción de la potencia dinámica y cuantifique el valor de la reducción.

Solución 4

Si se disminuye el voltaje a la mitad se tiene:

$$\frac{P_{nuevo}}{P_{ant}} = \frac{(V \cdot 0{,}5)^2 \cdot f}{V^2 \cdot f} = \frac{0{,}25 \cdot V^2 \cdot f}{V^2 \cdot f} = 0{,}25$$

Si se disminuye la frecuencia a la mitad se tiene:

$$\frac{P_{nuevo}}{P_{ant}} = \frac{V^2 \cdot f \cdot 0{,}5}{V^2 \cdot f} = 0{,}5$$

Por consiguiente se consigue una mayor reducción de potencia dinámica en le caso de reducir el voltaje a la mitad.

Ejercicio 5 *Enero de 2013.*

Dado un computador que funciona de forma continuada y sin errores hasta un tiempo $t = 20$ meses.

1. Defina qué es la fiabilidad de un equipo. ¿Cuál es la fiabilidad de ese computador para $t = 0$, $t = 24$ y $t = 30$? (con t medido en meses).
2. Defina qué es la disponibilidad de un equipo. Si durante los dos años de uso, el computador tiene dos averías cuyos tiempos de reparación son 3,85 y 4,15 días respectivamente, ¿cuál sería su disponibilidad?

Solución 5

La fiabilidad (R) es la probabilidad de que el tiempo de vida del sistema (X) sea mayor que un tiempo t dado, por tanto $P[X > t]$. La fiabilidad es una función del tiempo y se verifica que:

$$R(t = 0) = 1$$

$$R(t = \infty) = 0$$

$$R(0 < t < \infty) \in [0, 1]$$

En el ejemplo:

$$R(t = 0) = 1, R(t = 24) = 0, R(t = 30) = 0$$

La disponibilidad (A) es la fracción del tiempo en que el sistema está funcionando correctamente, o libre de errores. Formalmente, la disponibilidad media será:

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR}$$

Donde $MTTF$ es el tiempo medio entre fallos y MTTR es el tiempo medio hasta reparación.

Por tanto, la disponibilidad del sistema del ejemplo:

$$MTTR = 3{,}85 + 4{,}15 = 8$$

$$MTTF = 365 * 2 - 8 = 722$$

$$A = \frac{722}{730} = 0,9890 \rightarrow 98{,}9\,\%$$