

Análise de Desempenho de Computadores

Definições

Se dissermos que um computador é mais rápido do que outro, qual o significado:

Para um usuário

Para um Chefe de CRC

Análise de Desempenho de Computadores

Definições

Se dissermos que um computador é mais rápido do que outro, qual o significado:

Para um usuário



Um determinado programa roda mais rápido do que outro

Para um Chefe de CRC



Um sistema executa mais tarefas por hora

Para um usuário

- Interessa o tempo de resposta ou
- o tempo de execução (execution time) ou
- latência (*Latency*)

Para um Chefe de CRC

- Interessa o total de trabalho realizado em uma unidade de tempo ou
- Taxa de saída (*throughput*) ou
- Largura de banda (*bandwidth*)

Considere as possíveis respostas a um problema:

- a) Aumenta o throughput
- b) Diminui o execution time
- c) ambos

Considere os problemas:

- 1) Aumento do clock da máquina
- 2) Múltiplos processadores para trabalhos diferentes
- 3) Processamento paralelo de problemas científicos

Em geral =>
se tempo de resposta diminui, a taxa aumenta

- 1) Aumento do clock da máquina
- 3) Processamento paralelo de problemas científicos

Resposta c => ambos melhoram

- 2) Múltiplos processadores para trabalhos diferentes

Resposta a => Aumenta o throughput
nada vai mais rápido, só a quantidade de
trabalhos realizadas é que aumenta

Algumas definições

$$\text{Performance} = \frac{1}{\text{Execution Time}}$$

Algumas definições

$$\text{Performance} = \frac{1}{\text{Execution Time}}$$

Se uma máquina A executa um programa em 10 segundos e B o mesmo programa em 15 segundos, Quanto A é mais rápida que B?

Algumas definições

$$\text{Performance} = \frac{1}{\text{Execution Time}}$$

Se uma máquina A executa um programa em 10 segundos e B o mesmo programa em 15 segundos, Quanto A é mais rápida que B?

$$n = \frac{\text{Performance de A}}{\text{Performance de B}} = \frac{\text{Execution Time B}}{\text{Execution Time A}} = \frac{15}{10} = 1,5$$

A máquina A é 1,5 vezes mais rápida que B

Algumas definições

Caso Comum e Caso não Comum

Queremos melhorar o desempenho de uma CPU para somas, entretanto apenas um dos casos abaixo pode ser melhorado. Qual a melhor opção ?

Caso A => Soma com Overflow

Caso B => Soma sem Overflow

Algumas definições

Caso Comum e Caso não Comum

Queremos melhorar o desempenho de uma CPU para somas, entretanto apenas um dos casos abaixo pode ser melhorado. Qual a melhor opção ?

Caso A => Soma com Overflow

Caso B => Soma sem Overflow

Podemos melhorar a performance da CPU para as somas considerando o caso A, que é mais raro (**caso não comum**) , a performance geral entretanto, poderia ser otimizada considerando-se o caso mais geral ou o **caso comum** (a soma sem overflow).

Algumas definições

Para quantificar o princípio anterior, usaremos a **Lei de Amdahl**

A **Lei de Amdahl** é a lei que governa o ganho de desempenho na utilização de processadores:

- quer seja paralelos em relação a apenas um;
- quer seja na execução de apenas uma tarefa.

Seu nome deriva do arquiteto de computadores **Gene Amdahl**.

“O ganho de desempenho que pode ser obtido melhorando uma determinada parte do sistema é limitado pela fração de tempo que essa parte é utilizada pelo sistema durante a sua operação.”

Algumas definições

Speedup

$$\text{speedup} = \frac{\text{Performance do todo com o melhoramento}}{\text{Performance do todo sem o melhoramento}}$$

ou

$$\text{speedup} = \frac{\text{Execution time sem o melhoramento}}{\text{Execution time com o melhoramento}}$$

O speedup nos diz quão rápido um trabalho em uma máquina otimizada será, se comparado à não utilização de um determinado melhoramento.



A

B

C

De A até B gasta-se 20 horas, a única maneira é a pé.
De B até C, um trecho de 400 Km.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5







A

B

C



De A até B gasta-se 20 horas, a única maneira é a pé.
De B até C, um trecho de 400 Km.






- 1 Andando a pé, à velocidade de 8 Km / hora
- 2 De bicicleta, à velocidade de 20 Km / hora
- 3 Em um carro 1.0, à velocidade de 100 Km / hora
- 4 Em uma Ferrari 458, à velocidade de 350 Km / hora
- 5 Em um Bloodhound SSC, à velocidade de 1600 Km / hora

Parte de 400 Km		Horas para 2 parte	Speedup 2 parte	Horas toda viagem	Speedup Toda Viagem
	8 km/h				
	20 km/h				
	100 km/h				
	350 km/h				
	1600 km/h				

Parte de 400 Km		Horas para 2 parte	Speedup 2 parte	Horas toda viagem	Speedup Toda Viagem
	8 km/h	50			
	20 km/h	20			
	100 km/h	4			
	350 km/h	1.14			
	1600 km/h	0.25			

Parte de 400 Km		Horas para 2 parte	Speedup 2 parte	Horas toda viagem	Speedup Toda Viagem
	8 km/h	50	$50/10 = 1$		
	20 km/h	20	$50/20 = 2.5$		
	100 km/h	4	$50/4 = 12.5$		
	350 km/h	1.14	$50/1.14 = 43.9$		
	1600 km/h	0.25	$50/0.25 = 200$		

Parte de 400 Km		Horas para 2 parte	Speedup 2 parte	Horas toda viagem	Speedup toda Viagem
	8 km/h	50	$50/10 = 1$	70	
	20 km/h	20	$50/20 = 2.5$	40	
	100 km/h	4	$50/4 = 12.5$	24	
	350 km/h	1.14	$50/1.14 = 43.9$	21.14	
	1600 km/h	0.25	$50/0.25 = 200$	20.25	

Parte de 400 Km		Horas para 2 parte	Speedup 2 parte	Horas toda viagem	Speedup toda Viagem
	8 km/h	50	$50/10 = 1$	70	$70/70 = 1.0$
	20 km/h	20	$50/20 = 2.5$	40	$70/40 = 1.8$
	100 km/h	4	$50/4 = 12.5$	24	$70/24 = 2.9$
	350 km/h	1.14	$50/1.14 = 43.9$	21.14	$70/21.14 = 3.3$
	1600 km/h	0.25	$50/0.25 = 200$	20.25	$70/20.25 = 3.45$

A lei de Amdahl depende de 2 fatores:

1) A fração de tempo de computação que pode ser convertida para tirar vantagem do melhoramento

No exemplo, 50/70.
Iremos chamar de Fração melhorada ou **Fm**.
Fm será sempre < 1.

2) O melhoramento obtido executando-se a melhoria. Que significa o quão rápido a tarefa será se o melhoramento for implantado..

Corresponde ao “speedup para a segunda parte” no exemplo
Iremos chamar de Speedup sobre a Fração melhorada ou **Sup_{Fm}**.
O **Sup_{Fm}** será sempre >= 1

O tempo de execução da máquina original com o melhoramento será o tempo da parte não melhorada + o tempo da parte melhorada:

$$\text{Execution time}_{\text{novo}} = \text{Execution time}_{\text{velho}} * ((1 - F_m) + F_m / \text{Sup}_{F_m})$$

O Speedup total do sistema será a relação entre os tempos de execução:

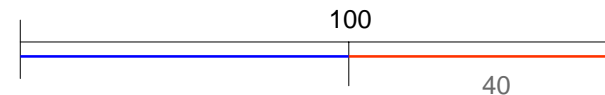
$$\text{Sup}_{\text{total}} = \frac{\text{Tempo s/ melhoramento}}{\text{Tempo c/ melhoramento}} = \frac{\text{Execution time}_{\text{velho}}}{\text{Execution time}_{\text{novo}}}$$

$$\text{Sup}_{\text{total}} = \frac{1}{(1 - F_m) + F_m / \text{Sup}_{F_m}}$$

Um exemplo simples:

Considere que um processo qualquer demore 100 segundos. Podemos melhorar uma parte, correspondente a 40 segundos, em 10 vezes.

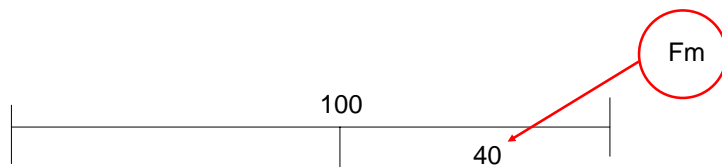
Qual o Speedup total do sistema?



$$\text{Execution Time}_{\text{novo}} = (100 - 40) + 40/10 = 64$$

$$\text{Sup}_{\text{total}} = \frac{\text{Execution time}_{\text{velho}}}{\text{Execution time}_{\text{novo}}} = \frac{100}{64} = 1.56$$

Mas não nos interessa saber o tempo absoluto. Podemos normalizar dividindo-se todas as parcelas pelo tempo total e Trabalhando apenas com as porcentagens ou as Frações:



Podemos usar a fração melhorada expressa em termos normalizados, isto é, dividindo-se pelo tempo total do processo:

$$F_m = 40 / 100 = 0.4$$

A parte não melhorada e normalizada corresponde então a:

$$(100 - 40) / 100 = 0.6$$

Como a F_m irá melhorar 10 vezes, significa que será:

$$0.4 / 10 = 0.04$$

$$\text{Sup}_{\text{total}} = \frac{\text{Execution time}_{\text{velho}}}{\text{Execution time}_{\text{novo}}} = \frac{1}{0.6 + 0.4/10} = \frac{1}{0.64} = 1.56$$

$$\text{Sup}_{\text{total}} = \frac{1}{(1 - F_m) + F_m / \text{Sup}_{F_m}}$$

Diagrama de anotações: setas coloridas apontam para os termos da fórmula. Uma seta azul aponta de '0.6' na fórmula para '(1 - Fm)'. Uma seta vermelha aponta de '0.4/10' para 'Fm / Sup_Fm'. Uma seta verde aponta de '0.04' para 'Sup_Fm'. Os termos '(1 - Fm)', 'Fm' e 'Sup_Fm' na fórmula estão circunscritos em azul, vermelho e verde, respectivamente.

Exercícios

1

Considere que a memória cache seja 5 vezes mais rápida que a memória principal.
Se ela será utilizada 90% do tempo, qual o Speedup total proporcionado pelo uso da Cache?

Fração melhorada = 0.9

$$S = 1 / [(1 - 0,9) + (0,9 / 5)] = 1 / 0,1 + 0,18$$

$$S = 1 / 0,28 = 3,57$$

Isso quer dizer que será executado 3,57 vezes mais rápido do que se não tivesse cache.

2

Considere que um processador sofrerá o acoplamento de um coprocessador aritmético.
Este coprocessador é capaz de tornar as operações 5 vezes mais rápidas.

a) Qual o Speedup se utilizarmos o coprocessador 50% do tempo?

b) Qual deveria ser a utilização do coprocessador para obtermos uma melhoria total de 2 vezes?

c) Considere que iremos utilizar o coprocessador 50% do tempo, quantas vezes esse coprocessador deverá tornar as operações mais rápidas se eu preciso de uma melhoria total mínima de 2.5 vezes?

$$a) S = 1 / [(1 - 0,5) + (0,5 / 5)] = 1 / (0,5 + 0,1) = 1 / 0,6 = 1,67$$

$$b) 2 = 1 / [(1 - F) + (F / 5)] \rightarrow 1 - F + 0,2F = 0,5 \rightarrow -0,8F = -0,5 = 0,625$$

c) Resultado não faz sentido, ou seja, não é possível essa configuração

3

Podemos substituir um processador por outro 5 vezes mais rápido por 5 vezes o seu preço.

Sabe-se que o processador será utilizado em 50% do tempo, o restante deverá aguardar operações de I/O.

Se o processador corresponde a 1/3 do preço da máquina, essa alteração é válida?

(Obs.: Use uma simples relação custo/ganho)

$$S = 1 / [0,5 + (0,5 / 5)] = 1 / 0,6 = 1,67$$

$$\text{Custo} = (5 / 3) + (2 / 3) = 7 / 3 = 2,33$$

Não é interessante, o custo dobra e a melhora é pequena

4

$$S1 = 1 / [(1 - 0,2) + (0,2 / 10)] = 1 / 0,82 = 1,21$$

$$S2 = 1 / [(1 - 0,5) + (0,5 / 2)] = 1 / (0,5 + 0,25) = 1 / 0,75 = 1,33$$

As implementações em FP (ponto flutuante). Em especial as operações de raiz quadrada, variam significativamente em performance.

Suponha que as FPSQR (raízes em FP) são responsáveis por 20% do tempo de execução em uma máquina.

Nossa proposta é adicionar um hardware (coprocessador) que acelere esta operação por um fator de 10.

Existe uma outra proposta que é a de melhorar todas as operações de FP. As operações de FP são responsáveis por 50% do tempo de execução.

Os projetistas acreditam que podem melhorar as instruções de FP por um fator de 2 usando os mesmos recursos que usariam para as FPSQR).

Qual a melhor alternativa? Segunda alternativa

5

Suponha que tenhamos melhorado uma parcela do tempo de execução de uma máquina por um fator de 10. Esse modo melhorado é usado 50% do tempo medido como porcentagem “quando o melhoramento está implementado”.

- a) Qual o Speedup obtido com o melhoramento?
- b) Qual a porcentagem de tempo de execução inicial foi convertida para esse modo rápido?

$$a) S = \text{Novo} / \text{Velho} \rightarrow \text{Fator} = \text{Melhoria} + \text{Velho} \rightarrow (0,5 * 10) + 0,5$$

$$b) F = \text{Velho} / \text{Novo} = 5 / 5,5 = 0,9 = 90\%$$