

Esta ficha foi elaborada para acompanhar o estudo da disciplina de Arquitetura de Computadores Avançada (a4s1) ou para complementar a preparação para os momentos de avaliação finais da mesma. Num segundo ficheiro poderás encontrar um conjunto de propostas de solução aos exercícios que estão nesta ficha. É conveniente relembrar que algum conteúdo destes documentos pode conter erros, aos quais se pede que sejam notificados pelas vias indicadas na página web, e que serão prontamente corrigidos, com indicações de novas versões.

- Um determinado processador apresenta uma memória endereçável de 40 bits. Qual é o número máximo de bytes e de palavras duplas de 64 bits, exprimido aproximadamente numa potência de base 10?
- Qual é a diferença entre estrutura e funcionalidade e em que dois conceitos é que cada um se contextualiza, no âmbito da área de estudo da arquitetura de computadores?
- Explica porque é que "tornar o caso comum mais rápido" é, frequentemente, indicado como um corolário à Lei de Amdahl.
- Se com a Lei de Amdahl obtemos um speedup de 2.5 para um programa A e de 3.14159 para um programa B, o que é que se pode concluir acerca dos tempos de execução de ambos os programas depois da melhoria?
- Suponhamos que instalamos um compilador novo (o HyperOptimizing Compiler), abaixo abreviado como HO, que aumenta a rapidez de execução das operações de vírgula flutuante por um fator K (quaisquer outras operações não são abrangidas por este aumento). Quando criamos os programas para compilar, compilamos uma versão normal (sem a otimização) e uma versão otimizada para compararmos os desempenhos por tempo de execução. Sendo T o tempo original de execução e T_{HO} o tempo de execução da versão otimizada pelo compilador:
 - Se metade do tempo original de execução for despendido em instruções de vírgula flutuante, qual deverá ser o valor de K para que possamos atingir um speedup (efetivo ou overall) de 4?
 - Escreve uma expressão para o novo tempo de execução T_{HO} , em termos de K , X e Y , onde X é a quantidade de tempo despendido em execução de instruções de vírgula flutuante antes da aplicação do compilador HO e Y é a quantidade de tempo despendido em execução de outras instruções (sem ser as de vírgula flutuante) antes da aplicação do compilador HO.
 - Exprime a Lei de Amdahl em termos das variáveis X , Y , K , T e T_{HO} . Atenção que podes não precisar de todas as variáveis!
 - Se um novo código com operações de vírgula flutuante corre 10 vezes mais rápido que o antigo, o código original demora 50 segundos e o $speedup_{overall}$ é de 5, quanto tempo é que o código novo perde a executar as instruções de vírgula flutuante?
- Um novo sistema computacional está para ser construído com uns incríveis 144 micro-processadores idênticos entre si. Os 144 processadores podem ser usados num de três modos distintos: todos em simultâneo, 72 em simultâneo ou em série (um de cada vez).
 - Considera que se quer substituir o software barato (mas moroso) de manipulação de vírgula flutuante (FPS) por um conjunto de chips para o mesmo efeito (FPC). Antes da modificação, o FPS é usado 80% do tempo. Ao aceitar-se a solução do FPC, haverá um aumento de desempenho por um fator de 20 sobre o FPS. Escreve uma expressão para o speedup esperado quando o FPC está em uso.
 - Há algum processo para o qual um speedup de 144 é praticável?
 - Um certo processo usa o modo em série em 30% do tempo. Dá uma expressão para o speedup do modo em série se metade dos processadores forem usados para 50% do tempo original de execução, e todos os 144 processadores forem usados nos 20% restantes do tempo original de execução.
- Os discos rígidos magnéticos são os dispositivos se somam mais falhas em termos dos sistemas computacionais atuais. De forma a aumentar a fiabilidade dos discos rígidos, os servidores (que ainda usam discos magnéticos) tipicamente usam configurações RAID, por exemplo, com 5 discos, onde 4 são usados para guardar os dados e um quinto disco é usado para bits de paridade (estes bits podem ser usados para reconstruir os dados eventualmente perdidos ou com perdas). Uma configuração RAID de 5 discos não permite que 2 discos falhem simultaneamente. Para os cálculos seguintes, assume que o MTTF de cada unidade de disco magnético é de 250.000 horas.
 - Para o primeiro passo do cálculo da fiabilidade, consideremos que são necessárias 50 horas para efetuar a substituição de um disco pela manutenção dos servidores. Assumindo assim que o MTTR é de 50h, quão grande pode ser o MTTF de uma configuração de 5 discos, onde o disco que contém os bits de paridade é antes considerado como um disco de cópias de segurança ('backup'), de qualquer outro dos 4 discos restantes?
 - Caso uma unidade falhe, os dados dessa unidade têm de ser reconstruídos usando a informação das paridades bit-a-bit. Assim, o MTTR não só depende do tempo que demora aos dados a transitarem para o disco

novo, mas também do tempo de reconstrução dos mesmos. Por esta razão, uma forma melhorada para o MTTR envolve os dois contributos e depende do tamanho, S , dos discos, expressos em Gb (gigabytes):

$$\text{MTTR}(S) = 50 \text{ horas} + 0.1 \text{ hora} \times S$$

Como exemplo de aplicação da expressão acima, podemos ter que demora 0.1 hora a reconstruir 1 Gb de dados. Usando esta nova e melhorada fórmula para o cálculo do MTTR, determina o MTTF como uma função do tamanho do disco S .

c) Qual é a fórmula para o MTTF(S) de um sistema computacional que possui duas configurações RAID de 5 discos, cada um com capacidade S ? Considera as duas configurações como conjuntos perfeitamente independentes de discos rígidos.

d) Qual é a fórmula para o MTTF(S) de um sistema computacional que possui K configurações RAID de 5 discos, cada um com capacidade S ?

e) De forma a poder fornecer uma solução de sistema de 10 Tb (terabytes), uma empresa tem a opção de escolher discos de 250 Gb (o que requer 10 configurações RAID de 5 discos) ou discos de 500 Gb (o que requer 5 configurações RAID de 5 discos). Qual das duas opções é que promete um MTTF melhor de acordo com a fórmula obtida em d)?