



Universidade Federal de Pelotas

Instituto de Física e Matemática

Departamento de Informática

Bacharelado em Ciência da Computação

Arquitetura e Organização de Computadores II

Aula 19

**6. Interface Processador/Periféricos:
introdução, impacto do sistema de E/S no
desempenho, medidas de desempenho de E/S**

Prof. José Luís Güntzel

guntzel@ufpel.edu.br

www.ufpel.edu.br/~guntzel/AOC2/AOC2.html

6. Interface Processador/Periféricos

► Introdução

- A maior parte das Características dos Sistemas de Entrada/Saída (E/S) dependem da tecnologia
- Por exemplo, as propriedades dos drives de disco afetam:
 - a maneira como os discos devem ser conectados ao processador
 - O Modo como o S.O. interage com os discos
- Porém, os sistemas de E/S precisam levar em conta outras características específicas, além do desempenho:
 - Expansabilidade
 - Capacidade de recuperação na presença de falhas

Note que drive \neq driver (qual é a diferença?)

6. Interface Processador/Periféricos

► Introdução

- O Desempenho de um Sistema de E/S é mais complexo de se estimar do que o desempenho dos processadores
 - Para alguns dos dispositivos de E/S a latência de acesso é a característica mais importante
 - Para outros, o *throughput* é mais importante

6. Interface Processador/Periféricos

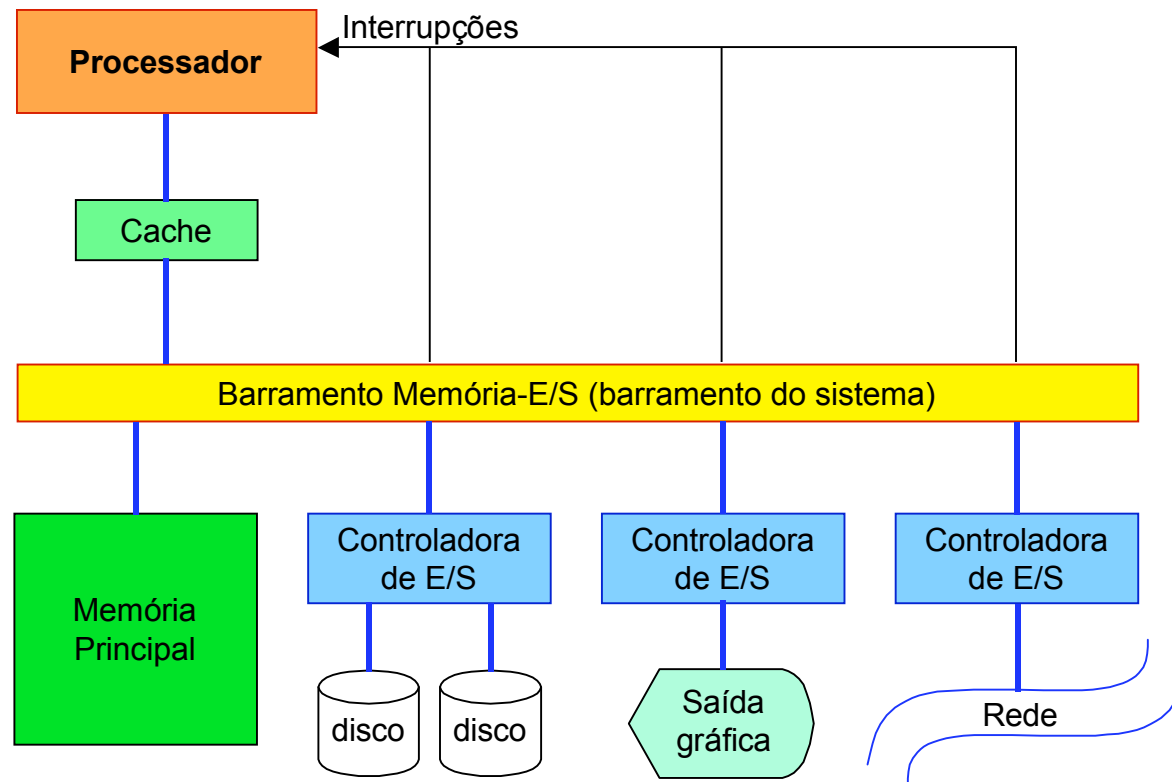
Introdução

- **O Desempenho dos dispositivos de E/S depende de aspectos sistêmicos:**
 - As características do dispositivo
 - A conexão entre o dispositivo e o resto do sistema
 - A hierarquia de memória
 - O S.O.

6. Interface Processador/Periféricos

► Topologia de um Sistema Computacional Típico

“Modelo de von Neumann”



6. Interface Processador/Periféricos

► Introdução

- Todos os componentes do sistema têm influência no desempenhos das tarefas necessárias à realização da E/S:
 - Dispositivos de E/S
 - O processador
 - O software básico
 - A hierarquia de memória
- Na época atual todas as máquinas (de grande porte, desktops e até portáteis) usam processadores integrados feitos com a mesma tecnologia :
 - O diferencial das máquinas é o sistema de E/S

6. Interface Processador/Periféricos

► Introdução

- As dificuldades em se estimar o desempenho e se projetar um sistema de E/S têm muitas vezes, sido relegadas a segundo plano
 - As pesquisas importantes têm focalizado os processadores
 - Muitas vezes os fabricantes de computadores apresentam suas medidas de desempenho considerando (somente) o processador
 - As disciplinas dos cursos de Ciência da Computação costumam dar pouca importância aos sistemas de E/S

6. Interface Processador/Periféricos

► Impacto do Sistema de E/S no Desempenho

Exemplo:

Suponha que tenhamos um *benchmark* que executa em 100 segundos, divididos em: 90s de processador + 10s de E/S. Se o tempo de processador melhorar em 50% ao ano para os próximos anos, mas o tempo de E/S se mantiver, quanto este programa vai ficar mais rápido ao final de 5 anos?

Solução:

Tempo decorrido = Tempo de processador + Tempo de E/S

$$100 = 90 + \text{Tempo de E/S}$$

$$\text{Tempo de E/S} = 10\text{s}$$

6. Interface Processador/Periféricos

► Impacto do Sistema de E/S no Desempenho

Solução do exemplo:

| Após n anos | Tempo de Processador | Tempo de E/S | Tempo Decorrido | % Tempo decorrido gasto em E/S |
|---------------|----------------------|--------------|-----------------|--------------------------------|
| 0 | 90s | 10s | 100s | 10% |
| 1 | $90/1,5 = 60s$ | 10s | 70s | 14% |
| 2 | $60/1,5 = 40s$ | 10s | 50s | 20% |
| 3 | $40/1,5 = 27s$ | 10s | 37s | 27% |
| 4 | $27/1,5 = 18s$ | 10s | 28s | 36% |
| 5 | $18/1,5 = 12s$ | 10s | 27s | 45% |

6. Interface Processador/Periféricos

► Impacto do Sistema de E/S no Desempenho

- Em alguns ambientes, o *throughput* do sistema é o fator mais importante (**banda passante é preponderante**)
- Há duas maneiras de se medir a banda passante do sistema de E/S :
 1. Pela quantidade de dados que podem ser movidos através do sistema em determinado intervalo de tempo
 2. Pelas operações de E/S que podem ser realizadas por unidade de tempo

A escolha da medida mais apropriada depende do ambiente/da aplicação:

- massa de dados x muitos arquivos a serem processador

6. Interface Processador/Periféricos

► Impacto do Sistema de E/S no Desempenho

- Em outras aplicações o tempo de resposta é mais importante
- Tempo de respostas é o tempo decorrido para a realização da tarefa;
- Na maioria dos ambientes, grande parte dos acessos é para pequenos arquivos:
 - Portanto, um sistema de E/S com menor latência por acesso vai fornecer melhor tempo de resposta

Em máquinas com um único usuário o tempo de resposta é o principal responsável pelo desempenho

6. Interface Processador/Periféricos

► Impacto do Sistema de E/S no Desempenho

- Um grande número de aplicações no mercado comercial da computação requer tanto alto *throughput* quanto pequeno tempo de resposta:
 - Caixas eletrônicos
 - Sistema de reserva de passagens
 - Sistemas de controle de inventário
 - Servidores de arquivos
 - Máquinas para trabalhar com usuários em tempo compartilhado

6. Interface Processador/Periféricos

► Impacto do Sistema de E/S no Desempenho

Como compararmos diferentes sistemas de E/S?

- Difícil de responder porque o desempenho de um sistema de E/S depende de muitos aspectos do sistema
- Aplicações diferentes põem em evidência aspectos diferentes
- Um sistema pode ter que privilegiar o tempo de resposta ou o *throughput*
 - logo, é razoável considerar sempre ambos aspectos

6. Interface Processador/Periféricos

► Impacto do Sistema de E/S no Desempenho

- O tempo de resposta pode ser minimizado se tratarmos uma solicitação de E/S tão cedo quanto possível
- O *throughput* maior pode ser obtido se juntarmos as solicitações que tiverem alguma relação entre si.
- Exemplo:
 - Podemos aumentar o *throughput* de um disco se agruparmos as solicitações de acesso a endereços próximos uns dos outros
 - Mas esta medida vai aumentar o tempo de resposta de algumas solicitações

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

- Iremos ver medidas de desempenho para sistemas de disco
- Os benchmarks para tais medidas são afetados por um conjunto de características do sistema, tais como:
 - Tecnologia do disco
 - Como os discos são interligados ao sistema
 - O sistema de memória
 - O processador
 - O sistema de arquivos provido pelo S.O.

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

- O desempenho dos sistemas de E/S depende da taxa na qual o sistema pode transferir dados (a taxa de transferência)
- A taxa de transferência depende da frequência do relógio (tipicamente medida em MHz = 10^6 ciclos/segundo)
- A taxa de transferência é expressa em MB/segundo (megabyte por segundo)
- Porém, nos sistemas de E/S, MBs são medidos na base 10 (1 MB = 10^6 = 1.000.000 bytes)
- Nas medidas de capacidade de memória, a base 2 é a usada (1 MB = 2^{20} = 1.048.576 bytes)
- Nos exemplos a seguir, iremos considerar como se a base usada fosse a 10, ignorando a diferença provocada

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

Benchmarks para E/S nos Supercomputadores

- E/S nos supercomputadores é dominada pelo acesso a arquivos imensos armazenados em discos magnéticos
- Programas rodam por horas (tarefas em *batch*)
- E/S consiste em uma leitura de dados, seguido de escritas que mostram o estado do programa
- Logo, **um supercomputador escreve mais do que lê**
- Medida a ser usada neste caso é o *throughput* de dados: o número de bytes por segundo que pode ser transferido entre a memória principal e os discos

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

Benchmarks para E/S de Sistemas para Processamento de Transações

- Este tipo de aplicações necessitam tanto de bom *throughput* quanto bom tempo de resposta
- A maioria dos acessos de E/S é para uma pequena quantidade de dados
- Processamento de transações tem mais a ver com **taxa de E/S** medida como número de acessos ao disco por segundo (do que com taxa de dados, medida em bytes de dados por segundo)
- Envolvem modificações em uma grande base de dados (tempo de resposta enquanto tolera certos tipos de falhas)

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

Benchmarks para E/S de Sistemas para Processamento de Transações

- Aplicações extremamente críticas e sensíveis ao custo
- Os bancos usam sistemas de processamento de transações porque elas respondem bem a uma série de características:
 - Certeza de que transações não são perdidas
 - Rapidez no tratamento de transações
 - Minimização do custo para tratamento de uma transação

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

Benchmarks para E/S de Sistemas para Processamento de Transações

- Diversos benchmarks têm sido desenvolvidos
- *Transactions Processing Council* (TPC), em duas versões: TPC-C e TPC-D
- TPC-C:
 - consultas leves e médias (como nos sistemas de reservas de passagens e sistema bancário on-line)
 - Desempenho medido em transações/minuto (TPM) ou transações/segundo (TPS)
 - Especificação tem 128 páginas!

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

Benchmarks para E/S de Sistemas para Processamento de Transações

- *Transactions Processing Council* (TPC), em duas versões: TPC-C e TPC-D
- TPC-C:
 - consultas leves e médias (como nos sistemas de reservas de passagens e sistema bancário on-line)
 - Desempenho medido em transações/minuto (TPM) ou em transações/segundo (TPS)
 - Especificação tem 128 páginas!
- TPC-D:
 - consultas complexas, típicas dos sistemas de decisão

6. Interface Processador/Periféricos

► **Medidas de Desempenho da E/S**

Sistemas de arquivo, armazenados em disco, têm um padrão de acesso diferente

- **Exemplo: sistema de arquivos do Unix** (em um programa para Engenharia):
 - 80% dos acessos foram para arquivos com menos de 10KB
 - 90% dos acessos foram para dados com endereços seqüenciais no disco
- **Além disso:**
 - 67% dos acessos foram para leitura
 - 27% dos acessos para escrita
 - 6% dos acessos para leitura-modificação-escrita (lê um dado, modifica-o, escreve o dado modificado no mesmo endereço da leitura)

6. Interface Processador/Periféricos

► Medidas de Desempenho da E/S

Benchmarks para E/S de Sistemas de Arquivo

- Tais medidas levaram à criação de benchmarks sintéticos para sistemas de arquivos
- Um dos mais conhecidos benchmarks tem cinco fases e usa 70 arquivos com um total de 200 KB:
 - **MakeDir**: constrói uma subárvore do diretório-alvo, cuja estrutura é idêntica a uma outra subárvore do diretório-fonte
 - **Copy**: copia cada arquivo da subárvore-fonte em uma subárvore-alvo
 - **ScanDir**: percorre uma subárvore de diretório recursivamente e examina o estado de cada um de seus arquivos
 - **ReadAll**: examina uma vez cada byte de cada um dos arquivos de uma subárvore
 - **Make**: compila e liga todos os arquivos de uma subárvore