

E/S de Dados, Controladores e Drivers de Dispositivos



Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Computação
Prof. Dr. rer. nat. Daniel D. Abdala

Na Aula Anterior...

2

Nesta Aula

- Gerência de E/S;
- Dispositivos de E/S;
 - Dispositivos de Caracteres;
 - Dispositivos de Blocos;
 - Dispositivos Híbridos;
- Controladores de Dispositivos;
- Interface entre Dispositivo e Adaptador;
- Drivers de Dispositivos;
- E/S Mapeada na Memória;

3

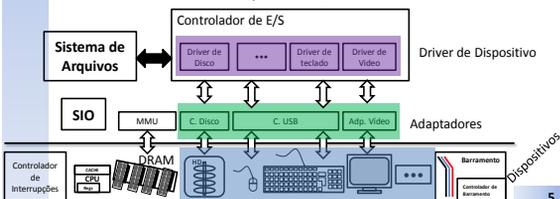
Gerência de Entrada e Saída

- Parte do SO responsável por controlar a E/S de dados do Sistema Computacional;
- Uma parte da Gerência de E/S é comum a todos os dispositivos de E/S;
- Devido a Complexidade e Variedade de dispositivos de E/S uma parcela deles necessita de tratamento especializado;
 - Vídeo;
 - Rede;

4

Gerência de Entrada e Saída

- O Controlador é dividido em três camadas principais:
 1. Os dispositivos propriamente ditos;
 2. Os controladores (Adaptadores);
 3. Os Drivers de Dispositivos;



5

Dispositivos de E/S

- As formas de entrada e saída de dados em um sistema computacional são multivariadas;
- Para fins de organização e regularidade, dividem-se os dispositivos de E/S em duas classes:
 - Dispositivos de bloco;
 - Dispositivos de caractere;
- Esta organização se dá devido a forma como a informação é repassada entre o dispositivo de E/S e o restante do sistema;
- Alguns dispositivos não se enquadram em nenhuma das duas categorias;

6

Dispositivos de Caractere

- É o tipo mais simples de dispositivo;
- Exemplos: Mouse, teclado, impressora;
- Stream contínua, assíncrona de dados;
- Não há estrutura nos dados;

7

Dispositivos de Bloco

- Informação é armazenada em blocos de bytes;
- Tamanho dos blocos varia de 512 a 32.768 bytes;
- Geralmente blocos possuem potências de 2 bytes;
- Bytes nos blocos podem ser acessados aleatoriamente;
- Dispositivos típicos: HDD, SSD, CD, pendrive;

8

Dispositivos que não se Enquadram

- O universo de dispositivos de E/S é tão vasto que é de se esperar que existem dispositivos que não se enquadram nem no modelo de caracteres nem no modelo de blocos;
- Um exemplo notável é o **RELÓGIO** do sistema que gera por exemplo as interrupções para o gerenciador de processos – nenhum dado é gerado pelo dispositivo, apenas interrupções;
- Outro exemplo refere-se ao adaptador de vídeo;

9

Taxas de Dados de Dispositivos Típicos

Dispositivo	Taxa de Dados
Teclado	10 b/s
Mouse	100 b/s
CD-ROM 52x	7,8 MB/s
USB 2.0	60 MB/s
SCSI Ultra 2	80 MB/s
HD SATA	300 MB/s
Barramento PCI	528 MB/s
Barramento PCI-Express	250 MB/s x1-x32 (max 8GB/s)
Gigabit Ethernet	125 MB/s

10

Controladores de Dispositivos



- Parte eletrônica que controla a configuração e acesso aos dados do dispositivo;
- *Note que alguns dispositivos são completamente eletrônicos, mas há uma separação entre a eletrônica que implementa o dispositivo e a parte que o controla;
- Controladores de Dispositivos também são chamados de **Adaptadores**;
- Em sistemas computacionais pessoais (e.g. PC) normalmente são placas controladoras ou subsistemas (CIs) diretamente na placa mãe;

11

Controladores de Dispositivos

- Adaptador:
 - Geralmente é conectado diretamente ao barramento do sistema;
 - Alimentação, Troca de Dados, Interrupções e Sinais de Controle;
 - Geralmente possui um conector que é usado para ligar fisicamente o adaptador ao dispositivo;
- Em diversos casos, um único adaptador é capaz de controlar diversos dispositivos do mesmo tipo;

12

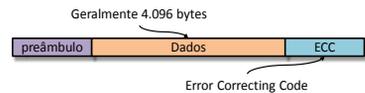
Interface: Dispositivo ↔ Adaptador

- Geralmente uma interface de muito baixo nível, ou seja, próxima do nível elétrico;
- Implementa alguma forma de protocolo (conjunto de regras) de comunicação;

13

Ex: interface HDD ↔ Adaptador de Disco

- Fluxo serial de bits;
- O adaptador tem como função converter o fluxo serial de bits em um bloco de bytes e executar toda a correção de erros necessária;
- O bloco de bytes é normalmente montado, bit a bit, em um buffer dentro do adaptador;
- Uma vez montado internamente o bloco é verificado para detectar eventuais erros e então é copiado para a memória principal;
- A seguir uma interrupção de hardware é enviada para a CPU avisando que o dado requisitado está disponível;



14

Ex: interface HDD ↔ Adaptador de Disco

- **Preâmbulo:**
 - escrito quando o disco é formatado;
 - Não contém dados, apenas informação de controle (e.g. nº do cilindro e do setor, o tamanho do setor);
 - Informação de sincronização;
- **Dados:** o bloco de dados propriamente dito;
- **ECC:** Código de Correção de Erros – geralmente CRC (Cyclic Redundancy Check) ou Checksum;

15

Drivers de Dispositivos

- **Device Driver** – Software responsável por controlar o dispositivo de E/S;
- **Parte do SO;**
 - Pode ser modular, ou seja, um device driver para controlar cada dispositivo implementado separadamente do SO e ligado dinamicamente quando necessário;
 - Parte da imagem do SO;
- Os device drivers são parcelas de código intimamente relacionadas ao hardware que controlam. Consequentemente, seu código não é portátil;

16

Drivers de Dispositivos

- No UNIX e sistemas baseados (Linux, FreeBSD, etc) dispositivos são logicamente mapeados para arquivos (especiais);
- Do ponto de vista do programador, acessar um dispositivo não é mais complicado do que ler ou escrever em um arquivo;
- Toda a complexidade do dispositivo é escondida do usuário (programador) por meio de uma interface de chamadas do sistema comum a todos os dispositivos;
 - No caso as mesmas chamadas do sistema usadas para manipular arquivos de dados;

17

Drivers de Dispositivo

- No Windows, dispositivos não são tratados como arquivos especiais;
- Há uma chamada do sistema para cada dispositivo distinto;
- Nos idos tempos do DOS, valores eram colocados em registradores específicos e então uma instrução em assembly especial era invocada para que a comunicação ocorresse;
- No Windows o mecanismo ainda é o mesmo, no entanto, o mecanismo fica escondido dentro de chamadas do sistema;

18

E/S Mapeada na Memória

- Todo controlador possui alguns registradores usados para a comunicação com a CPU;
- O SO controla o dispositivo por meio da escrita destes registradores:
 - Envio de dados;
 - Recebimento de dados;
 - Configuração do dispositivo;
 - Ligar/desligar o dispositivo;
 - Qualquer outra tarefa específica do dispositivo;
- Tais registradores também podem ser lidos pelo SO para determinar o estado atual do dispositivo, tal como por exemplo se ele está pronto para aceitar um novo comando;

19

E/S Mapeada na Memória

- **Como a CPU se comunica com os registradores dos controladores e com os buffers de dados dos dispositivos?**
- Duas possibilidades:
 - a) Associar os registradores dos Adaptadores a portas de E/S;
 - b) Mapear os registradores de controle no espaço de endereçamento de memória;

20

Portas de E/S

- O conjunto de todas as portas de E/S formam o espaço de portas de E/S e somente o SO pode acessá-las;
- O acesso é feito via instruções especiais que só são acessíveis em modo Supervisor;
- Ex:
 - `IN REG, PORT`
 - `OUT PORT, REG`

21

Portas de E/S

- Ex:
 - `IN REG, PORT`
 - `OUT PORT, REG`
- ① Dado contido no registrador do dispositivo mapeado para PORT é copiado para REG;
- ② Dado contido no registrador REG é copiado no registrador de dispositivo mapeado para PORT;

22

Mapeamento no Espaço de Endereçamento

- A ideia foi introduzida no PDP-11;
- Mapeia todos os registradores de controle no espaço de endereçamento da memória;
- Um endereço físico é reservado para cada registrador dos adaptadores. Nenhuma célula de memória RAM é associada a tais endereços;
- Como os Soss modernos trabalham com a ideia de memória virtual e espaço de endereçamento, isto não é um problema. Os endereços reservados para os registradores de dispositivos simplesmente não são mapeados para os processos de usuário e conseqüentemente são acessíveis apenas em modo privilegiado;

23

Ex: Arquitetura IBM-PC

- A arquitetura IBM-PC utiliza uma estratégia híbrida. Alguns registradores dos adaptadores são mapeados como portas de E/S;
- Em geral os registradores associados ao controle dos adaptadores;
- Quantidades maiores de armazenamento tal como buffers de memória são mapeados para o espaço de endereçamento;

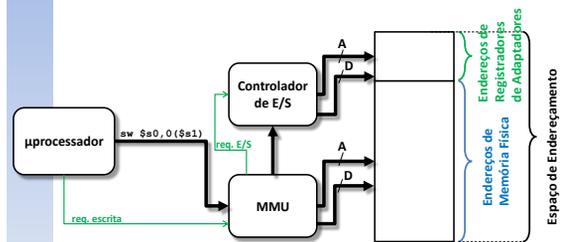
24

Ex: Arquitetura IBM-PC

- **CASO 1:** CPU deseja ler uma palavra de um Adaptador:
 - ① CPU coloca nas linhas de endereçamento o endereço associado ao registrador do adaptador;
 - ② CPU emite um sinal **READ** por uma linha de controle do barramento;
 - ③ Uma segunda linha de controle é usada para informar se o endereço requisitado é de memória ou de E/S;
 - ④ **MEMÓRIA:** Se o endereço no barramento de endereços for um endereço de memória, ou seja, recair sobre o espaço de endereços usados pela memória RAM, o sistema procederá como um acesso simples a memória;
 - ⑤ **E/S:** Se o endereço for mapeado para a faixa de endereços associados aos registradores dos adaptadores, a memória RAM naturalmente não será acionada. Ao invés, o endereço será repassado para o **controlador de E/S**;

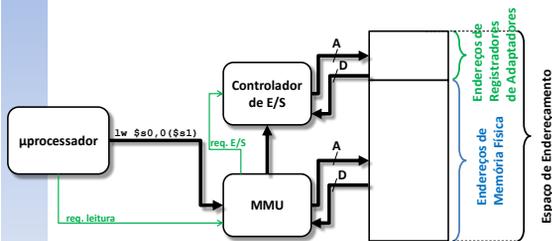
25

Escrita em um Registrador de Adaptador ou Memória



26

Leitura em um Registrador de Adaptador ou Memória



27

Vantagens da E/S Mapeada

- **Assembly mais simples:** Os registradores dos adaptadores podem ser lidos e/ou escritos sem a necessidade de qualquer instrução especial em assembly. Um simples **lw** ou **sw** são suficientes;
- Não é necessário qualquer tipo de mecanismo de proteção para prevenir que os processos do usuário acessem os registradores dos adaptadores. Basta que o mecanismo de memória virtual não mapeie os endereços associados aos adaptadores;
- Qualquer instrução capaz de referenciar a memória pode igualmente ser utilizada com os registradores dos adaptadores;

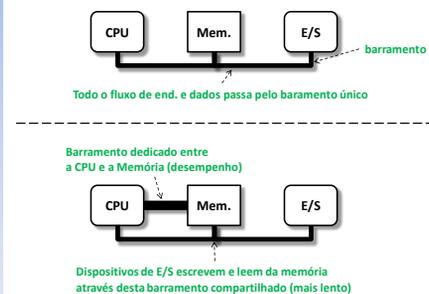
28

Desvantagens da E/S Mapeada

- Endereços associados a registradores de adaptadores não podem ser mapeados na cache. O hardware deve ser capaz de desabilitar seletivamente a cache;
 - Primeiro acesso a uma posição de memória, usada por um registrador de adaptador mapeado traria seu valor para a cache. Acessos subsequentes referenciariam a cache e não o registrador propriamente dito. Caso o dispositivo altere o valor do registrador este não será espelhado na cache;
- Em sistemas computacionais modernos não há apenas um barramento mas sim vários. É comum haver um barramento dedicado entre a memória e a CPU. Faz-se necessário que exista um mecanismo (suporte) em hardware para informar os dispositivos de E/S que o endereço no barramento é para eles e não para a memória;

29

Desvantagens da E/S Mapeada



30



Bibliografia
