Sistemas Operacionais: Sistema de E/S

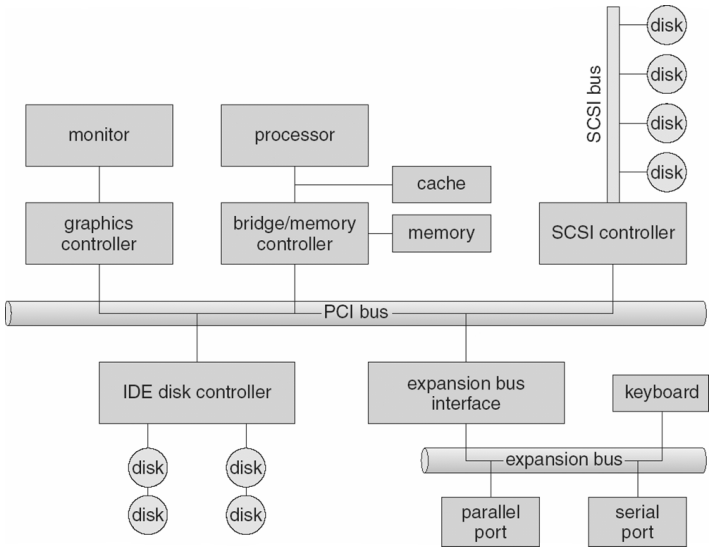
Objetivos

- Explorar a estrutura de um subsistema de E/S de um sistema operacional
- Discutir os princípios do hardware de E/S e seus aspectos
- Prover detalhes dos aspectos de desempenho em relação ao hardware e software de E/S

E/S- Hardware

- Imensa variedade de dispositivos de E/S
- Conceitos
  - Porta (Port)
  - Barramento (Bus)
  - Controlador (Controller - host adapter)
- Instruções de E/S: controle dos dispositivos
- Endereçamento de Dispositivos
  - Instrucões de E/S
  - E/S mapeada em memória

Estrutura de barramento



Exemplos de Endereços de Portas de E/S em PCs

I/O address range (hexadecimal)	device
000–00F	DMA controller
020–021	interrupt controller
040–043	timer
200–20F	game controller
2F8–2FF	serial port (secondary)
320–32F	hard-disk controller
378–37F	parallel port
3D0–3DF	graphics controller
3F0–3F7	diskette-drive controller
3F8–3FF	serial port (primary)

Espera ativa - Polling

- Determina o estado do dispositivo
  - Pronto (command-ready)
  - Ocupado (busy)
  - Em estado de erro (error)
- Espera ativa por uma resposta do dispositivo

Interrupções

- Linha de interrupção da CPU acionada por um dispositivo de E/S
- Manipulador de interrupções recebe a interrupção
- Máscara: algumas interrupções podem ser ignoradas ou atendidas mais tarde
- Vetor de interrupções despacha a interrupção para o manipulador correto
  - Baseado em prioridades
  - Algumas interrupções não podem ser ignoradas

- Interrupções são utilizadas para tratamento de exceções

E/S baseado em interrupções

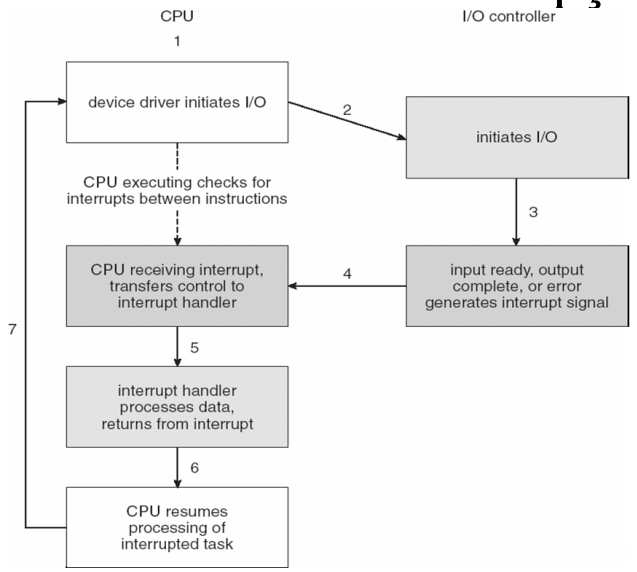


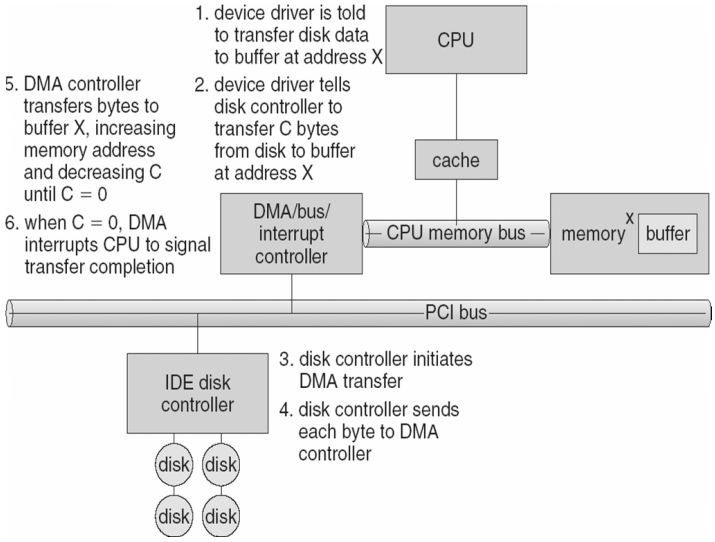
Tabela de interrupções – Intel Pentium

vector number	description
0	divide error
1	debug exception
2	null interrupt
3	breakpoint
4	INTO-detected overflow
5	bound range exception
6	invalid opcode
7	device not available
8	double fault
9	coprocessor segment overrun (reserved)
10	invalid task state segment
11	segment not present
12	stack fault
13	general protection
14	page fault
15	(Intel reserved, do not use)
16	floating-point error
17	alignment check
18	machine check
19–31	(Intel reserved, do not use)
32–255	maskable interrupts

DMA- Direct Memory Access

- Utilizado para evitar a E/S via software em uma grande quantidade de dados
- Necessita de um controlador DMA
- Substitui a CPU e transfere os dados diretamente do dispositivo de E/S e a memória

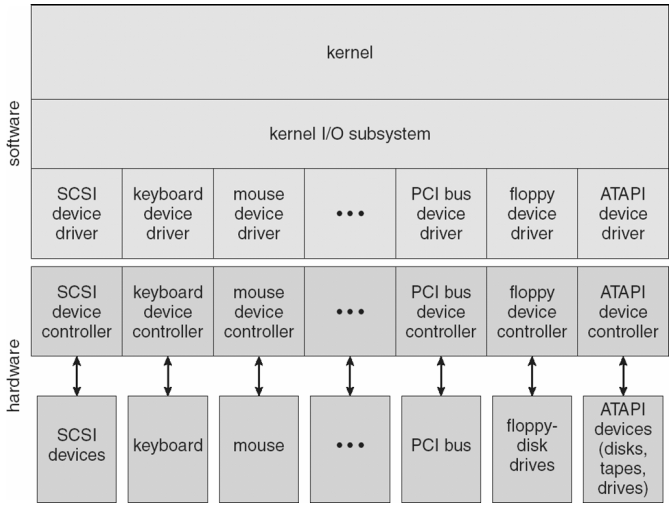
Transferência via DMA



API para E/S

- Chamadas de sistema de E/S encapsula os dispositivos em classes genéricas
- A camada de drivers de dispositivo (device-driver) esconde as diferenças entre os controladores de E/S e o kernel

Estrutura do subsistema de E/S



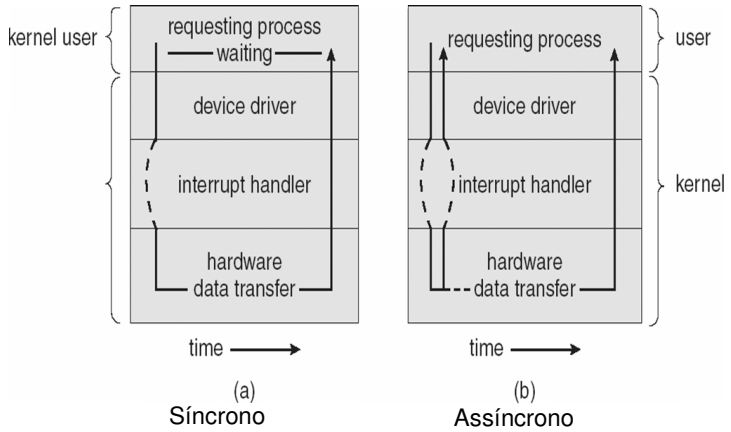
Características de dispositivos

aspect	variation	example
data-transfer mode	character block	terminal disk
access method	sequential random	modem CD-ROM
transfer schedule	synchronous asynchronous	tape keyboard
sharing	dedicated sharable	tape keyboard
device speed	latency seek time transfer rate delay between operations	
I/O direction	read only write only read–write	CD-ROM graphics controller disk

E/S bloqueante x não bloqueante

- Boqueante – processo fica suspenso até a finalização da operação de E/S
  - Fácil para usar e entender
  - Insuficiente para algumas necessidades
- Não-Bloqueante – E/S retorna com os dados disponíveis no momento
  - Ex: Interface com o usuário
  - Pode ser implementado utilizando multi-threading
- Assíncrono- processo continua enquanto a E/S é realizada
  - Difícil de ser utilizada
  - O subsistema de E/S envia um sinal quando a E/S é finalizada

Síncrono x Assíncrono



Funcionalidades implementadas no subsistema de E/S

- Escalonamento
  - Fila de requisições por dispositivo
- Buffering – armazenar dados em memória para a transferência
  - Velocidade do dispositivo
  - Tamanho de transferência
  - Semântica de cópia

Error Handling

- OS can recover from disk read, device unavailable, transient write failures
- Most return an error number or code when I/O request fails
- System error logs hold problem reports

Proteção de E/S

- O usuário pode enviar uma operação ilegal para os dispositivos de E/S
  - Todas as intruções de E/S são definidas como privilégiadas
  - E/S são realizadas via chamadas de sistema
    - Portas de E/S e dispositivos mapeados em memória também são protegidos