Ch12- I/O System

Servono diversi pezzi di sw per gestire i dispositivi di IO → DEVICE TRACKERS

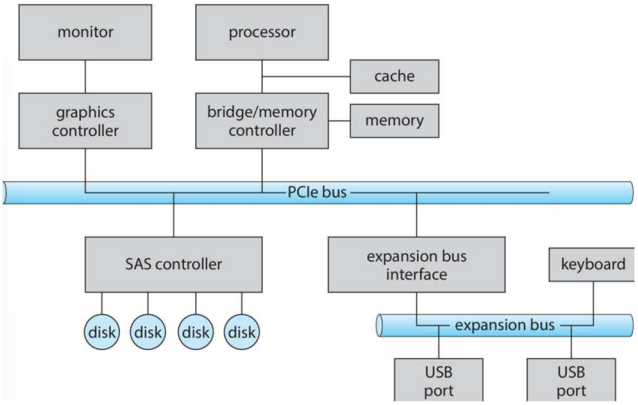
- da chi produce i dispositivi di IO

Tipi di dispositivi che abbiamo:

- Storage
- Trasmissione
- Interfaccia con persone

Tutti questi **dipositivi hanno**:

- **Porte:** dove si connette il dispositivo
- **Bus:** canali di comunicazione
  - **PCI:** bus molto veloce che tra gli altri collega processore, parte grafica
  - **Expansion bus:** connette dispositivi relativamente lenti (tastiera, porte usb)
  - **SAS:** interfaccia comune per i dischi, memorie di massa
- **Controller:** si affaccia al dispositivo e parla con il bus e con il micro-processore



Dal punto di vista **hw I/O**: possono essere semplici ma anche molto complicati; in generale, dal punto di vista della CPU, si tratta di vederli come dei registri o delle celle di memoria che rispondono a determinati indirizzi:

- **Dispositivo I/O -mapped**
  - All'indirizzo 1000 risponde un indirizzo di IO
  - Ma c'è anche un indirizzo 1000 per la ram
  - Quindi se scrivi qualcosa all'indirizzo 1000 sull'address bus, c'è qualcosa che potenzialmente può rispondere. Per decidere chi, ci va un altro filo che indica chi dei due ha risposto
    - In base ad istruzione usata si va quindi a settare il valore corretto su quel filo
- **Memory mapped** → dispositivo che risponde a delle istruzioni
  - Può essere messo ad indirizzo 10000, se messo indirizzo 10000 e risponde load/Store ad indiirizzo 10000, vuol dire che a quell'indirizzo non c'è ram, c'è dispositivo di IO

Non c'è bisogno di tanti indirizzi di I/O → bastano indirizzi da 10/12 bit

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)

Disp di IO hanno:

- Dato-in
- Dato-out
- Status
- Controll → programmare o chiedere qualcosa al dispositivo

Polling vs interrupt:

POLLING

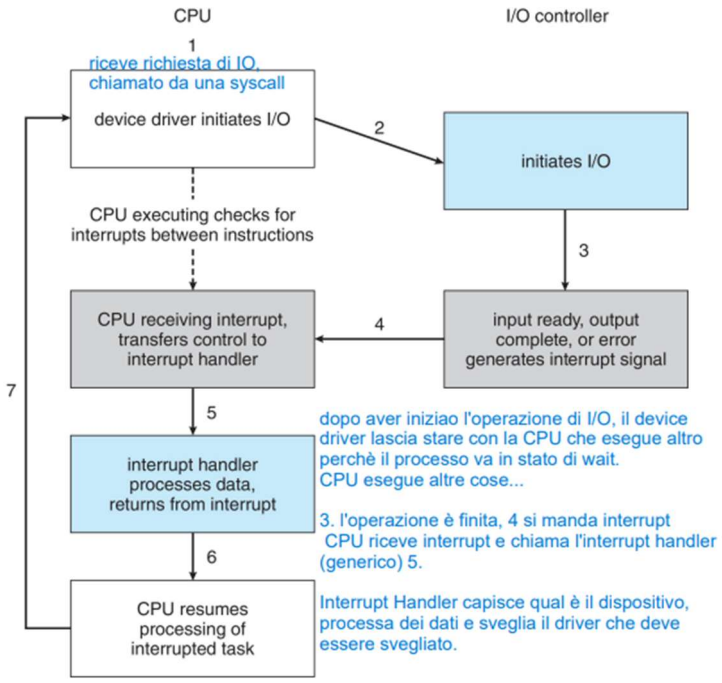
- Loop
- Se scrivo il sw ok, se penso a prestazioni no
- Per ogni byte di I/O
    - Controllare il busy bit dal registro di stato
        - Se 1, looppa continuando a leggere
    - Se libero:
        - Seleziona l'operazione (read o write)
            - Read → dato arriva dal dispositivo
            - Write → dico che voglio write e metto dato sul dispositivo
                - Scrivo su data-out
    - Setto il bit di command-ready ad 1
    - Controller setta busy bit ad 1
    - Pulisco il controller, busy bit, errori bit, pulisco command-ready → trasferimento finito

Dunque, si ha BUSY WAIT nel primo punto → va bene per dispositivi veloci che attenderanno poco, non per dispositivi lenti

- Ok per dispositivi veloci
- Non ok per dispositivi lenti → resto bloccato troppo tempo

INTERRUPT

- **reagisce ad un evento asincrono**
    - c'è un filo che arriva alla cpu che viene verificato in un momento particolare alla fine di un'istruzione
        - se interrupt attivo → alla prossima istruzione innesca il protocollo di interruzione
            - salva contesto e attiva altro programma
- **interrupt handler** → gestore di interrupt attivato quando viene riconosciuto un interrupt
- **interrupt vector** → vettore di interrupt che viene acceduto tramite un numero ricevuto dall'interrupt → numero fornisce informazioni sul tipo di interrupt per fare in modo che la cpu sappia cosa fare
    - dipatcha interrupt al gestore corretto
    - si basa su priorità
    - Concatenamento di interrupt se più di un dispositivo ha lo stesso numero di interrupt



Dunque, una parte dell'interrupt viene gestita a livello generico ed un'altra parte sarà compito del device driver.

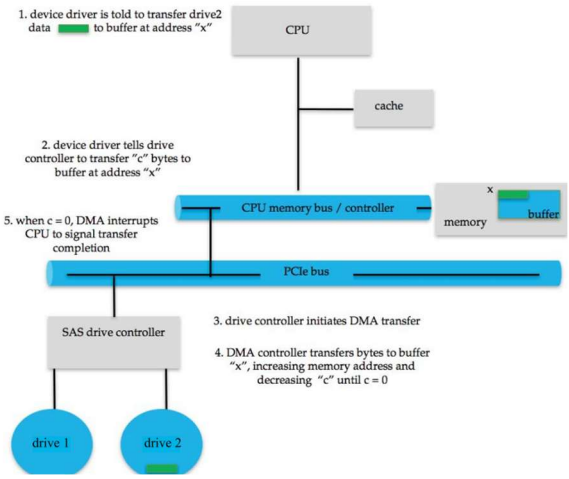
Gli interrupt sono **usati anche per**:

- Eccezioni:
    - Terminazione processo, crash del sistema a causa di errore hw
- Trap: esecuzione system calls

DMA: Directory Memory Acess

Dispositivo che serve ad aiutare la cpu a fare I/O verso dispositivi a blocchi:

- serve ad evitare l'IO programmato
- prende il controllo del bus dalla cpu
    - prende i dati e ci pensa lui
        - trasferisce direttamente da dispositivo di IO alla memoria
- SO dice al **DMA controller** cosa vuole
    - Indirizzo destinazione e arrivo
    - Modalità read/write
    - Numero di byte
        - Dma controller ruba effettua **Cycle stealing** → ruba cicli alla cpu, gestione a livello HW.



INTERFACCIA A LIVELLO APPLICAZIONE

- System call di IO incapsuo le caratteristiche del dispositivo in una classe generica
- Ogni OS ha la propria struttura di sottosistema di IO
- IO può essere
    - **Character-stream** or **block**
    - **Sequential** or **random-access**
    - **Synchronous** or **asynchronous** (or both)
    - **Sharable** or **dedicated**
    - **Speed of operation**
    - **read-write**, **read only**, or **write only**

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

Dispositivi di IO possono essere divisi in base al OS in:

- **A blocchi**
    - Accessibili con comandi read write
    - Hanno anche modalità IO diretto o IO raw o accesso filesystem
    - Si può fare memory mapping
    - Si può usare DMA
- **A caratteri**
    - Rispondono a get, put
- **Memory mapped**
- **Network socket**
    - Separa protoclli di rete da operazioni di rete
    - Include la funzionalità select()

Nota: Tutti i dipositivi hanno:

- Categoria → condivisa da tutti i dispositivi di una certa categoria
- sottocategoria (sda1, sda2 ...) che li distingue tra loro

```
brw-rw---- 1 root disk 8, 0 Mar 16 09:18 /dev/sda
brw-rw---- 1 root disk 8, 1 Mar 16 09:18 /dev/sda1
brw-rw---- 1 root disk 8, 2 Mar 16 09:18 /dev/sda2
brw-rw---- 1 root disk 8, 3 Mar 16 09:18 /dev/sda3
```

Nota: **Ioctl** → funzione che serve per porgrammare il dispositivo di IO

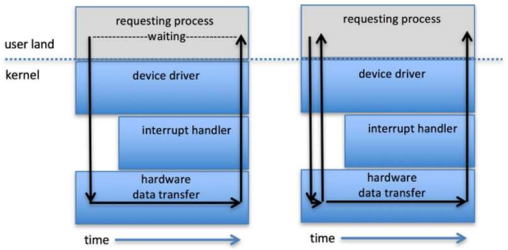
Clock and Timers:

Dispositivi particolari che non trasferiscono dati:

- **Timer**: possono generare
    - Segnari periodici → programmable interval timer
    - Segnali one-shot → fai passare tot tempo e poi avvisami

IO:

- **Blocking**
  - Processo aspetta finchè IO non completato
    - Facile
    - Non sempre accettabile
- **Non blocking**
  - Non aspetta
  - Dopo che si fa la richiesta, c'è un ritorno subito
    - Istruzione termina quando l'IO non è ancora completato
      - Potrebbe esserci già un pezzo di risposta o anche no
      - Può ritornare con il numero di dati disponibili nel caso in cui ci sia un meccanismo che lo permetta



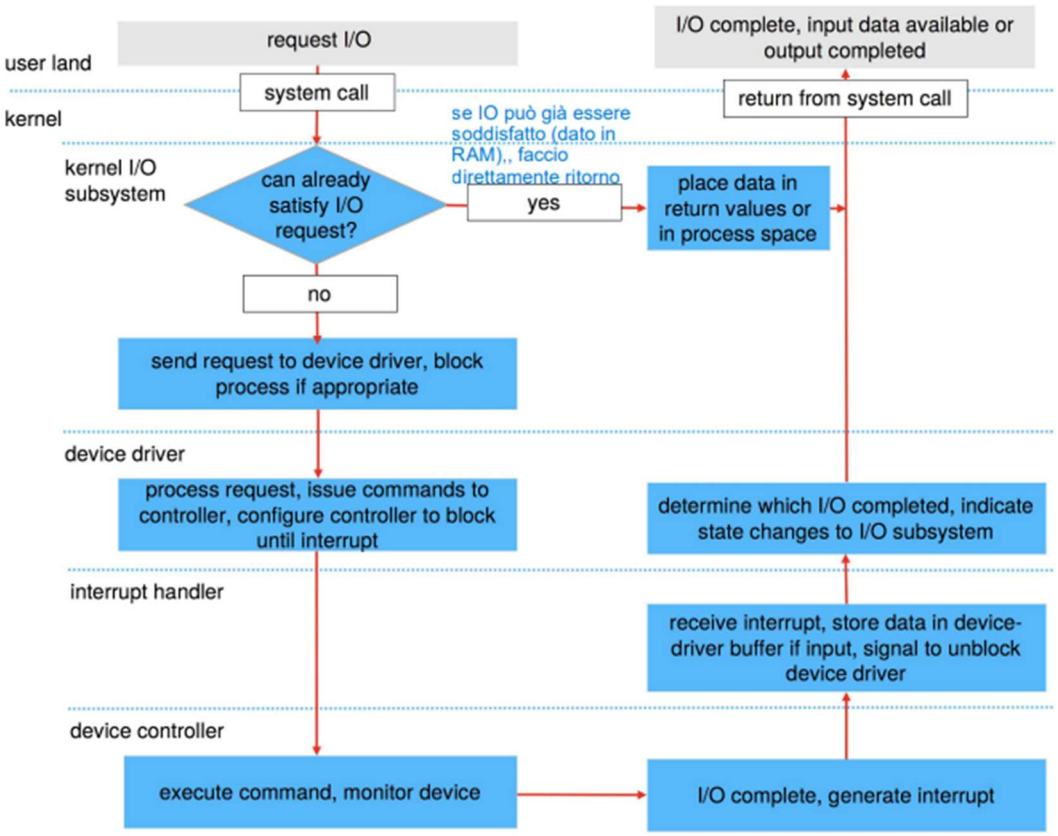
  - Istruzione torna un lavoro non finito, per ottenere successivamente i dati, bisogna eseguire altre informazioni che permettono di completare
    - Si può usare se chiedo i dati e mi servono dopo un po' e in quello specifico momento vado a rileggerli
- **Asincrono**
  - Non bloccnte dove però è ben chiaro come completare l'operazione nelle fasi successive
  - Puoi continuare a fare qualcosa e poi aspettare che qualcosa termini
  - È un I/O che non aspetti ma puoi sincronizzarti dopo
    - Asincrono costa un po' più di non blocking ma più rifinito
- **Vettorizzato**:
  - Read speciale in cui invece di passare un solo buffer, ne passo più di uno
    - Può essere utile per schedulare il disco passando più ricerche in un colpo solo perhcè permette alle system call di fare operazioni di I/O multiple
      - Es: readve che accetta un vettore di buffers multipli da leggere

KERNEL i/O SUBSYSTEM

- **Scheduling**
  - Ordinamento di alcune richieste di I/O tramite coda per dispositivo
    - Alcuni sistemi operativi cercano l'equità
    - Alcuni implementano la qualità del servizio (ad esempio IPQOS)
- **Buffering**: strategia importante per **salvare dati in memoria** quando avviene trasferimento tra dispositivi
  - È un passaggio in più
  - Se devi andare da A a C, parcheggia prima in B e poi fai un altro step.
    - È un trasferimento in più
  - Serve a disaccoppiare sorgente e destinazione
    - Se destinazione non è pronta, metti in buffer
    - A regime le velocità dei mittenete e ricevitore devono essere uguali
      - Ma nel mentre, sono ammesse diverse
  - **DOPPIO BUFFER:**
    - Mentre C scarica il buffer che A ha scritto prima, A può scrivere su un secondo buffer
    - (con singolo buffer, mente A scrive, C non può leggere; se C legge, A non può scrivere)
- **Caching**: Dispositivo veloce che conserva la copia dei dati
  - *Semplice copia che permette di migliorare le prestazioni*
  - *In alcuni casi usato insieme a buffering*
- **Spooling**: mantiene l'uscita per un dispositivo
  - caratteristica dedicata a stampanti
    - Possono essere condivise con coda di stampa
- **Reservation**: fornisce accesso esclusivo al dispositivo
  - Dispositivi che possono essere allocati e deallocati

Nota: una read non è vincolata a leggere il blocco

- Dato potrebbe esse anche in cache



Nota: in molti casi un'istruzione di IO può essere considerata finita e quindi passata a prossima istruzione solo quando IO è completato

Nota: un'operazione di lettura/Scrittura ha un solo indirizzo:

- alcune cpu hanno delle mem to mem da indirizzo ad indirizzo

Nota: per migliorare le performance:

- Ridurre il numero di cambi di contesto
- Ridurre la copia dei dati
- Ridurre gli interrupt utilizzando trasferimenti di grandi dimensioni, controller intelligenti, Polling
- Utilizzare DMA
- Utilizzare dispositivi hardware più intelligenti
- Bilanciare le prestazioni di CPU, memoria, bus e I/O per la massima velocità effettiva
- Sposta i processi/demoni in modalità utente nei thread del kernel