ESD Electronic Systems Design

Synthesis Verification Testing Power Communication

Definizione e storia dei sistemi operativi

Dipartimento di Informatica

Università di Verona, Italy

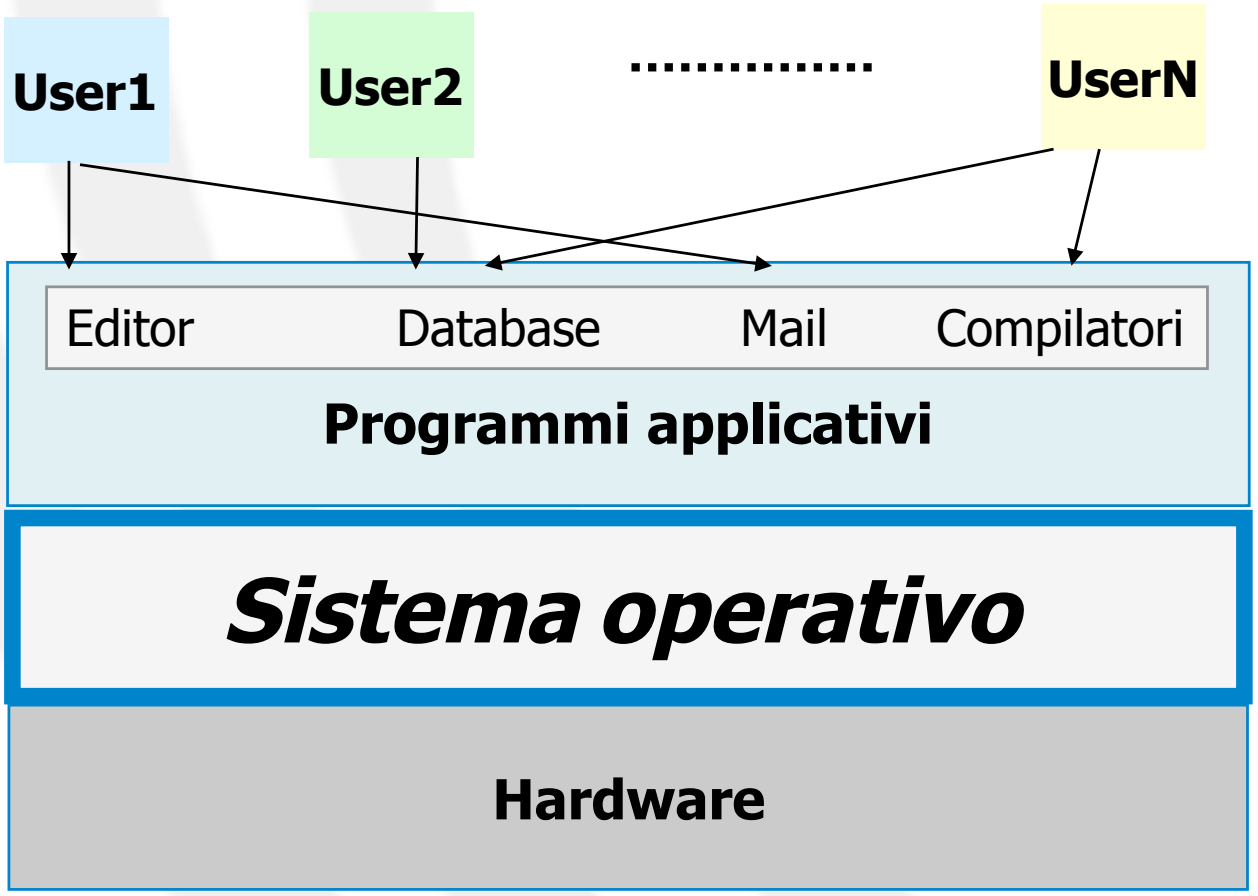
Che cos'è un Sistema Operativo?

- E' un insieme di programmi
  - agisce come intermediario tra HW e uomo
    - per facilitare l'uso del computer
    - per rendere efficiente l'uso dell'HW
    - per evitare conflitti nella allocazione delle risorse HW/SW
- offre un ambiente per *controllare e coordinare* l'utilizzo dell'HW (CPU, memoria, I/O, …) da parte dei programmi applicativi

Che cos'è un Sistema Operativo?

- Viste di un S.O.
  - Gestore di risorse
    - Risorse HW
      - Dischi, memoria, I/O,…
    - Risorse SW
      - File, programmi,…
  - Programma di controllo
    - Controllo dell'esecuzione dei programmi e del corretto utilizzo del sistema

Il S.O. nel sistema di calcolo



Obiettivi del S.O.

- Astrazione
  - Semplificazione dell'uso del sistema
- Efficienza
  - Quanto costa astrarre?
- Tipicamente in contrasto!
  - Windows (molto astratto, meno efficiente)
  - Unix (meno astratto, più efficiente)

STORIA DEI SISTEMI OPERATIVI

Storia dei S.O.

- 4 generazioni legate ai calcolatori
- Principio ispiratore
  - Aumento dell'utilizzo del processore

1a Generazione (1946-1955)

- Enormi calcolatori a valvole
- Non esiste S.O.
- Operatore = Programmatore
- Accesso alla macchina tramite prenotazione
- Esecuzione da console
  - Programma caricato in memoria un'istruzione alla volta agendo su interruttori
  - Controllo errori su spie della console

1a Generazione (Evoluzione)

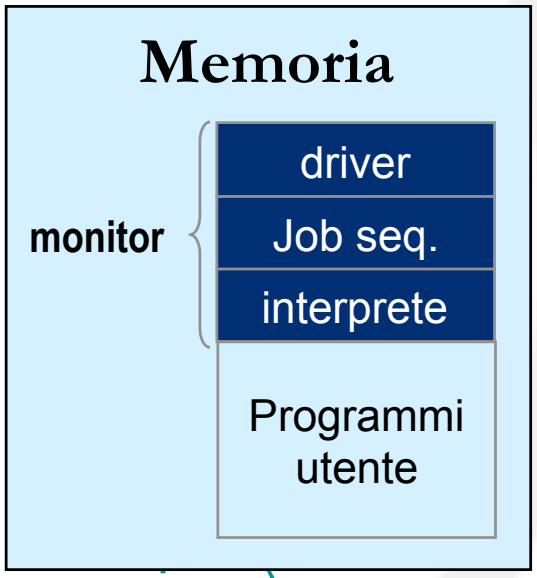
- Diffusione di periferiche (lettore/perforatore di schede, nastri, stampanti)
  - Programmi di interazione con periferiche (device driver)
- Sviluppo di “software”
  - “Librerie” di funzioni comuni
  - Compilatori, linker, loader
- Scarsa efficienza
  - Programmazione facilitata, ma operazioni complesse!
  - tempi di setup elevati → basso utilizzo

2a Generazione (1955-1965)

- Introduzione dei ***transistor*** nei calcolatori
- Separazione di operatore e programmatore
  - Eliminazione dello schema a prenotazione
  - Operatore elimina parte dei tempi morti
- Batching
  - Batch = lotto
  - Raggruppamento di programmi (job) simili nell'esecuzione
  - Es:
    - Sequenza job: Fortran, Cobol, Fortran, Cobol
      - Comp. Fortran, linker Fortran, comp. Cobol, linker Cobol, Comp. Fortran, …
    - Sequenza job: Fortran, Fortran, Cobol, Cobol
      - Comp. Fortran, linker Fortran, comp. Cobol, linker Cobol.
  - Problemi in caso di errori/malfunzionamenti

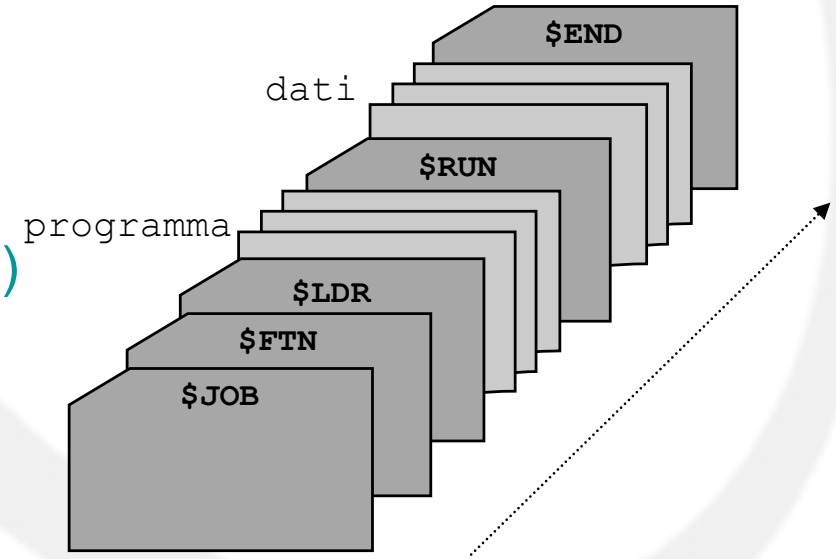
2a Generazione (Evoluzione)

- Automatic job sequencing
  - Il sistema si occupa di passare da un job all'altro
  - S.O. fa il lavoro dell'operatore e rimuove tempi morti
- Monitor residente
  - primo vero esempio di S.O.
    - monitor = "gestore"
    - residente = perennemente caricato in memoria
  - Componenti del monitor:
    - Driver per dispositivi di I/O
    - Sequenzializzatore dei job
    - Interprete di schede di controllo (lettura ed esecuzione)



2a Generazione (Evoluzione)

- Sequenzializzazione realizzata tramite un linguaggio di controllo (Job Control Language)
  - Schede di controllo
  - Record di controllo (nastri)
  - Esempio:
    - inizia job ($JOB)
    - fine job ($END)
    - compilatore (es. Fortran) ($FTN)
    - linker ($LNK)
    - loader ($LDR)
    - …



2a Generazione (Limitazioni)

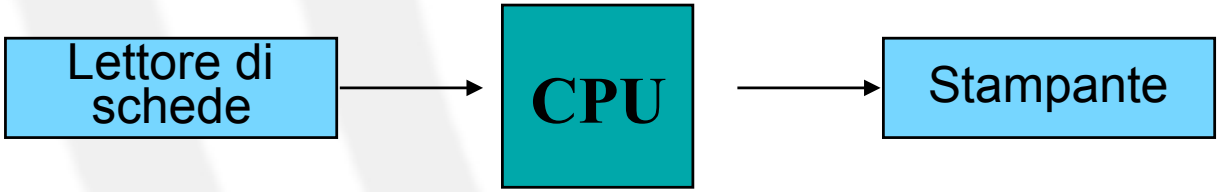
- Problema:
  - Utilizzo del sistema ancora basso
  - Velocità I/O << Velocità CPU
- Es:
  - Compilatore può processare 300 schede/sec
  - Velocità lettore di schede: 20 schede/sec
  - Lettura di un programma di 1200 schede:
    - 4 sec CPU
    - 60 sec I/O
    - Utilizzazione CPU = 4/64 ➔ 6.25%
- Osservazione: CPU mai attiva durante I/O
  - E' possibile superare questa limitazione?

2a Generazione (Evoluzione)

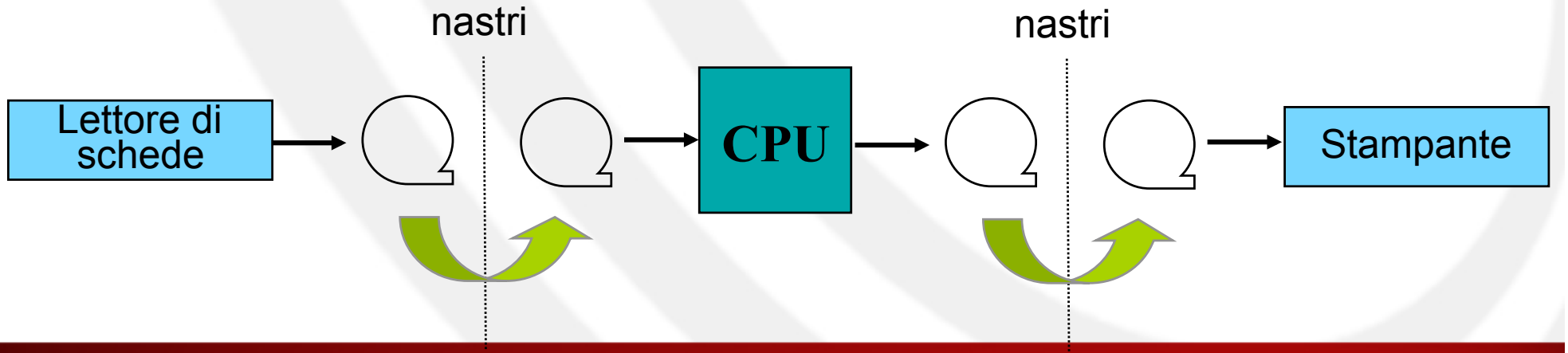
- Soluzione: Sovrapposizione delle operazioni di I/O ed elaborazione (CPU)
- Elaborazione off-line
  - Diffusione dei nastri magnetici
    - più capienti e più veloci
  - Sovrapposizione di I/O e CPU su “macchine” indipendenti
    - Da scheda a nastro su una macchina
    - Da nastro a CPU su un’altra macchina
- CPU ora limitata dalla velocità dei nastri!
  - Vero vantaggio nel caso di più lettori di nastro

Batch vs. operazioni off-line

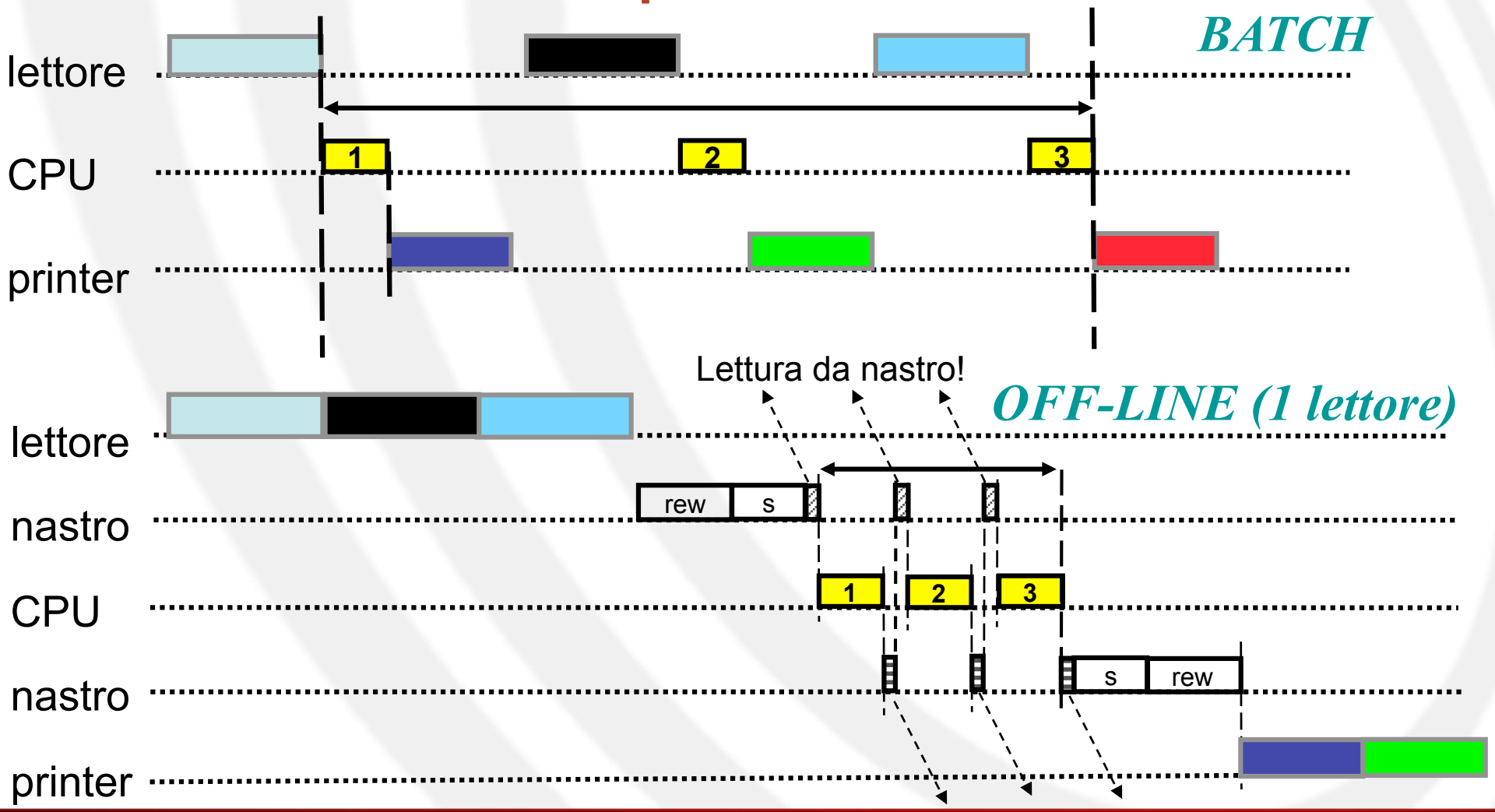
- Batch tradizionale



- Operazioni off-line (1 lettore)

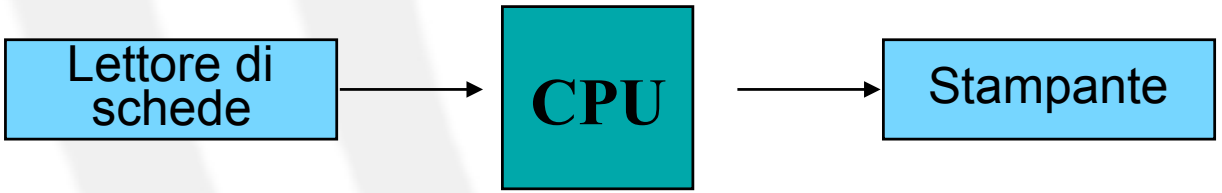


Batch vs. operazioni off-line

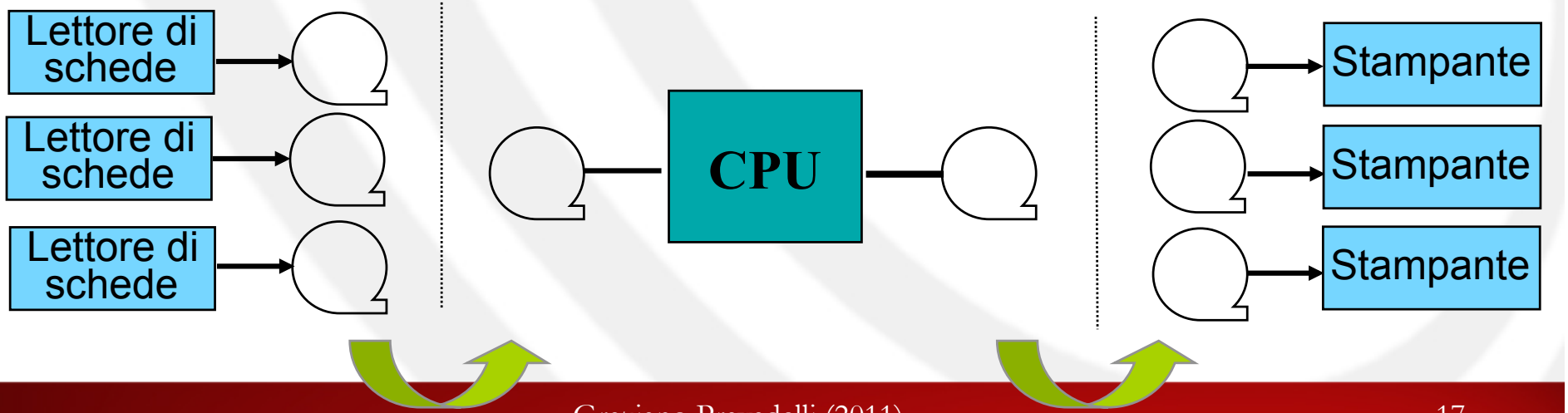


Batch vs. operazioni off-line

- Batch tradizionale



- Operazioni off-line (con più lettori)



Sovrapposizione di CPU e I/O

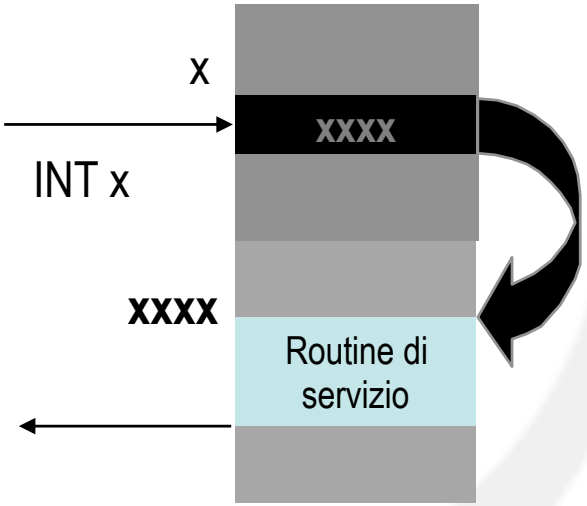
- Operazioni off-line
  - sovrapposizione di I/O e CPU su macchine indipendenti
- E' possibile sovrapporli sulla stessa macchina?
  - Si, ma serve opportuno supporto architetturale

Sovrapposizione di CPU e I/O

- Meccanismo di interazione tradizionale tra CPU e I/O: Polling
  - Interrogazione continua del dispositivo tramite esplicite istruzioni bloccanti
- Per sovrapporre CPU e I/O è necessario un meccanismo asincrono (richiesta I/O non bloccante)
  - Interruzioni (Interrupt)
  - DMA (Direct Memory Access)

Interrupt & I/O

- Schema concettuale (semplificato)
  1. CPU (driver) “programma” il dispositivo (cosa deve fare)
  2. Contemporaneamente
     - Dispositivo (controllore) esegue
     - CPU prosegue elaborazione (se possibile)
  3. Dispositivo segnala la fine dell’elaborazione alla CPU
  4. CPU riceve segnale di **interrupt** (tramite segnale esplicito)
     a. Interrompe l’istruzione corrente (salvando lo stato)
     b. Salta a una locazione predefinita (X)
     c. “Serve” l’interruzione (trasferimento dati)
     d. Riprende l’istruzione interrotta



DMA e I/O

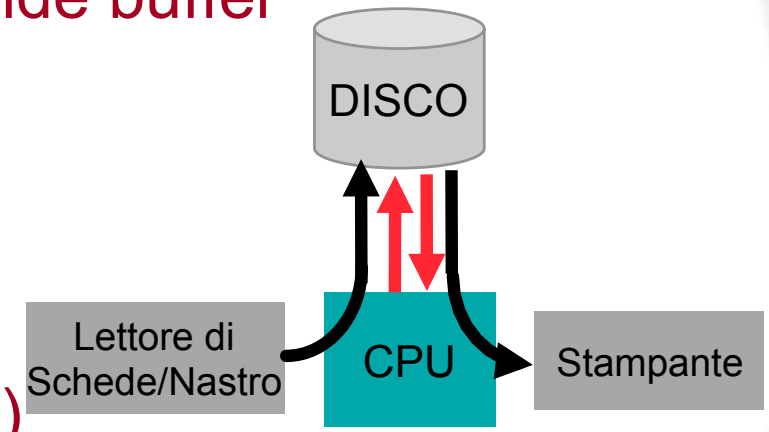
- Nel caso di dispositivi veloci (es. dischi), gli interrupt sono molto frequenti ➔ inefficienza
- Soluzione: DMA (Direct Memory Access)
  - Uno specifico controllore HW (DMA controller) si occupa del trasferimento di blocchi di dati tra I/O e memoria senza interessare la CPU
  - Un solo interrupt per blocco di dati

Buffering & spooling

- Buffering = sovrapposizione di CPU e I/O dello stesso job
  - Dispositivo di I/O legge/scrive più dati di quanti richiesti
  - Utile quando la velocità dell'I/O e della CPU sono simili
  - Nella realtà i dispositivi di I/O sono più lenti della CPU
    - miglioramento marginale
- Spooling = sovrapposizione di CPU e I/O di job diversi
  - Problema:
    - i nastri magnetici sono sequenziali (lettore di schede non può scrivere su un'estremità del nastro mentre la CPU legge dall'altra)
  - Soluzione:
    - introduzione dei dischi magnetici ad accesso casuale

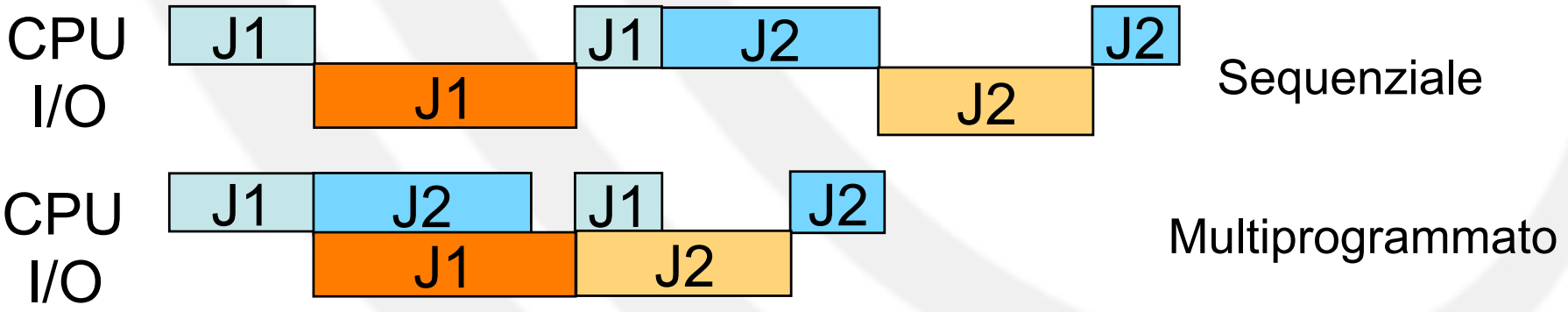
Spooling

- Simultaneous Peripheral Operations On-line
- Possibile grazie “ad accesso casuale” dei dischi
  - Utilizzo del disco come un grande buffer
  - Buffer unico per tutti i job
- Concetto un “pool di job”
  - Nasce il paradigma “moderno” di programma su disco (che viene caricato in memoria)
  - Nasce il concetto di job scheduling
    - Chi deve/può essere caricato sul disco?



3a Generazione (1965-1980)

- Introduzione della multiprogrammazione e dei circuiti integrati
  - Un singolo job non potrà mai tener sufficientemente occupata la CPU
  - Necessaria la “competizione” di più job
    - presenza di più job in memoria
    - Sfruttamento delle fasi di attesa (I/O) per l’esecuzione di un nuovo job



Batch vs. Multiprogrammazione

- Con la presenza di più job nel sistema è possibile modificare la "natura" dei S.O.
  - Sistemi tradizionali (batch):
    - tendenza alla non interattività
    - importante il tempo di completamento di un job
      - Quanto ci vuole per eseguirlo tutto
  - Sistemi multiprogrammati:
    - tendenza a soddisfare molti utenti che operano interattivamente
    - importante il tempo di risposta di un job
      - Quanto ci vuole per iniziare l'esecuzione

Time sharing (o multitasking)

- Time sharing = condivisione del tempo
  - Estensione logica della multiprogrammazione
  - L'utente ha l'impressione di avere la macchina solo per sé
  - Migliora la interattività (gestione errori, analisi risultati, …)
- Nascita dei sistemi "moderni"
  - Tastiera
    - Decisioni sull'evoluzione del sistema basate su comandi utente
      - Comandi brevi vs. job lunghi
  - Monitor
    - Output immediato durante l'esecuzione
  - File system
    - Astrazione del sistema operativo per accedere a dati e programmi

Protezione

- Nei sistemi originari non si poneva il problema della condivisione
- In generale, l'esecuzione di un programma può influenzare l'esecuzione degli altri
- Esempio:
  - Ciclo infinito
    - previene l'uso della CPU di altri programmi
    - oppure il programma legge più dati di quanti dovrebbe
    - …
- Tre tipi fondamentali di protezione
    - I/O (programmi diversi non devono usare I/O contemporaneamente)
    - Memoria (un programma non può leggere/scrivere in una zona di memoria che non gli "appartiene")
    - CPU (prima o poi il controllo della CPU deve tornare al S.O.)

Protezione dell'I/O

- Realizzata tramite il meccanismo del modo duale di esecuzione (dual mode)
  - Modo USER
    - I job NON possono accedere direttamente alle risorse di I/O
  - Modo SUPERVISOR (o KERNEL)
    - Il sistema operativo può accedere alle risorse di I/O
- Tutte le operazioni di I/O sono privilegiate
  - Sequenza di operazioni (per accesso ad I/O)
    - Istruzioni per accesso ad I/O invocano delle system call
    - System call = interrupt software che cambia la modalità di esecuzione da USER a SUPERVISOR
    - Al termine della system call il S.O. ripristina la modalità USER

Protezione della memoria

- Protezione dello spazio dei vari processi
- Protezione del monitor
- Realizzata:
  - associando dei registri limite ad ogni processo
    - I registri limite possono essere modificati solo dal S.O con istruzioni privilegiate

Protezione della CPU

- Garanzia che il S.O. mantenga il controllo del sistema
- Realizzata tramite timer
  - Associato ad ogni job
  - Alla scadenza, il controllo ritorna al monitor

4a Generazione (1980-????)

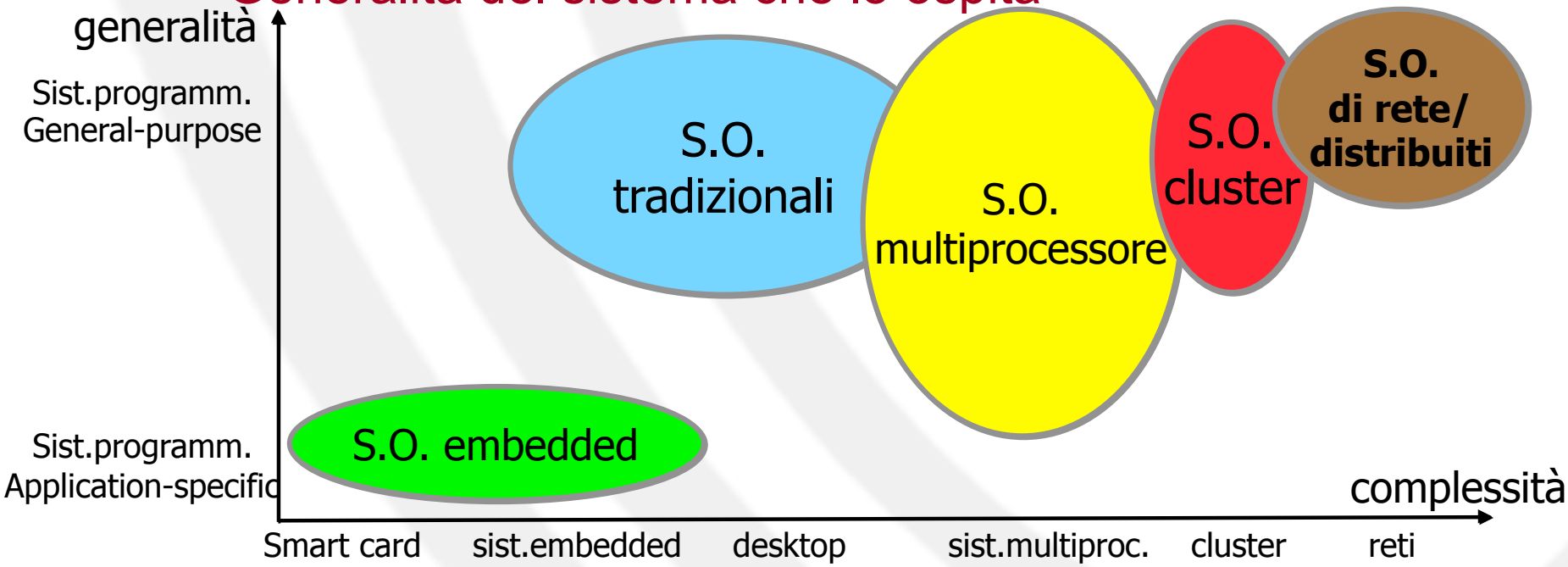
- S.O. per PC e workstation
  - Uso “personale” dell’elaboratore
- S.O. di rete
  - Separazione logica delle risorse remote
  - Accesso risorse remote ≠ accesso risorse locali
- S.O. distribuiti
  - Non-separazione logica delle risorse remote
  - Accesso risorse remote = accesso risorse locali
- S.O. real-time
  - Vincoli sui tempi di risposta del sistema
- S.O. embedded
  - Per sistemi per applicazioni specifiche

Riassunto

1ª generazione	• Device driver • Librerie
2ª generazione	• Batching • Automatic job sequencing • Off-line processing • Sovrapposizione CPU e I/0 (buffering e spooling)
3ª generazione	• Multiprogrammazione • Time sharing

Lo spazio dei S.O.

- Dimensioni
  - Complessità del sistema che lo ospita
  - Generalità del sistema che lo ospita



Real-time = dimensione ulteriore!

Esempi di sistemi operativi

- OS/360
  - S.O. per sistemi batch multiprogrammati (IBM 360)
- CP/M
  - S.O. monoprogrammato, primo sistema per PC IBM
- MS-DOS
  - S.O. monoprogrammato, rimpiazzò CP/M
- UNIX
  - S.O. multiprogrammato, time-sharing, multiutente
- MacOS/Windows XX
  - S.O multiprogrammati, basati su interfaccia grafiche (paradigma WIMP - Window Icon Mouse Pointer)