TERMINOLOGIA E CONCETTI BASE

KERNEL

Si tratta della parte centrale dell'OS. Il compito principale è quello di gestire memoria e processori.
Esistono diversi tipi di **kernel**:

- *a livelli o stratificati → costituiti da diversi livelli, il più basso è l'HW*
- *micro-kernel → forniscono solo funzionalità di base*
- *kernel monolitici → utilizzo di driver dispositivi (più comuni)*

BOOTSTRAP

Programma di inizializzazione. Si occupa di caricare il kernel in memoria centrale all'accensione del computer, e successivamente lo esegue.
Il **programma di bootstrap** si trova solitamente in ROM o EEPROM.

SYSTEM CALL

Forniscono l'interfaccia ai servizi forniti dall'OS (entry-point dell'OS).
Offrono solitamente funzionalità "di base" e non possono essere modificate.

DUAL-MODE

L'OS lavora in **dual-mode**, cioè permette una **user mode** che non possiede tutti i privilegi, complementare alla **kernel mode** che invece possiede privilegi amministrativi.
Il **dual-mode** assicura che lo user ***NON*** possa assumere il controllo del computer in *kernel mode*.

LOGIN

Si tratta della procedura di accesso/autenticazione a un sistema o a una sua applicazione.
Solitamente occorre fornire *username* e *password*.

SHELL

Non fa parte dell'OS.
Legge i comandi utente e li esegue. Può eseguire:

- *comandi da terminale*
- *comandi da file eseguibili (script)*

FILESYSTEM

Struttura gerarchica a grafo aciclico in cui sono organizzati:

- *direttori (directory)*
- *file*

FILENAME

Nome dei file.
In UNIX gli unici caratteri non utilizzabili in un **filename** sono:

- *lo slash "/"*
- *il carattere "null"*

PATHNAME

Sequenza di nomi separati da slash "/".
Possono essere specificati in maniera:

- *assoluta*
- *relativa*

Caratteri particolari:

- *"." → indica la directory corrente*
- *".." → indica la directory padre*

HOME DIRECTORY

Directory a cui si accede dopo il login.
Contiene il materiale dello user loggato.

ROOT DIRECTORY

Directory principale.
E' la radice dell'albero directory, si tratta del punto di origine per interpretare i path assoluti.

WORKING DIRECTORY

E' il punto di origine per interpretare i path relativi.
Ci si riferisce automaticamente qualora non si specifichi un path.

PROGRAMMA

File eseguibile che risiede su disco.
Specifica una serie di **operazioni** per realizzare un procedimento definito (**algoritmo**).
Un'operazione si dice **atomica** se nessun processore può interromperla.
I programmi sono divisi in:

- *programma sequenziale → operazioni da eseguire in sequenza (ogni nuova istruzione inizia al termine della precedente)*
- *programma concorrente o parallelo → individua operazioni che possono procedere in parallelo (ogni operazione può essere eseguita senza attendere il completamento della precedente)*

PROCESSO

Si tratta di un programma in esecuzione.
E' un'entità attiva.

THREAD

Un processo può avere al suo interno uno o più flussi di controllo in esecuzione.
Ciascun flusso di esecuzione è un **thread**.

PIPE

Una pipe è un **flusso dati tra due processi**.

DEADLOCK

Un insieme di entità attendono il verificarsi di un evento che può essere causato solo da un'altra entità dell'insieme.

LIVELOCK

Situazione simile al deadlock in cui le entità non sono effettivamente bloccate ma non fanno alcun progresso (quello che solitamente definiamo loop infinito).

STARVATION

A un'entità viene ripetutamente rifiutato l'accesso a una risorsa necessaria al suo progresso.

> N.B.:
>
> - starvation NON IMPLICA deadlock
>
> - deadlock IMPLICA starvation

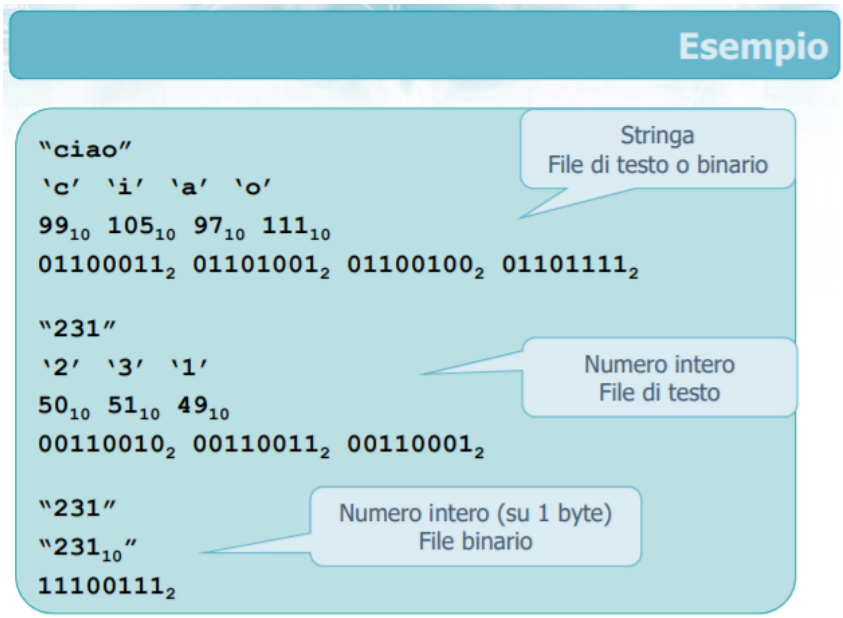
FILE

Dal punto di vista logico un **file** può essere visto come:

- *insieme di informazioni correlate*
- *uno spazio di indirizzamento contiguo*

Normalmente i file si distinguono in:

- *file di testo (o ASCII)*
  - Vantaggi:
    - *portabilità*
    - *possibilità di utilizzare editor standard*
  - Svantaggi:
    - *dimensione media relativamente alta*
- *file binari*
  - Vantaggi:
    - *minore dimensione media (compattezza)*
    - *facilità di posizionarsi e modificare il file*
  - Svantaggi:
    - *portabilità limitata*
    - *impossibilità di utilizzare editor standard*



SERIALIZZAZIONE

Si tratta di un processo di traduzione di una struttura in un formato memorizzabile.
Utilizzando la **serializzazione** la struttura può essere memorizzata o trasmessa come un'unica entità.
La lettura della sequenza di fa in accordo con la serializzazione effettuata così da poter ricostruire la strutta in maniera identica a quella di partenza.

I/O

L'**I/O ANSI C** può avvenire in diversi modi:

- *un carattere alla volta* → ***getchar()***, ***putchar()***
- *una riga alla volta* → ***gets()***, ***puts()***
- *I/O formattato* → ***printf()***, ***scanf()***

- *R/W diretto → **fread()**, **fwrite()***

L'**I/O UNIX** si può effettuare interamente mediante solo 5 funzioni:

- ***open()** → apre un file dato il path, definendone modalità di accesso e permessi*
- ***read()** → legge dal file **fd** un numero di bytes pari a **nbytes**, memorizzandoli in **buf***
- ***write()** → scrive **nbytes** byte contenuti in **buf** nel file descrittore **fd***
- ***lseek()** → ogni file ha associata una posizione corrente del file offset.*
  *La funzione lseek() assegna un nuovo valore (**offset**) al file offset*
- ***close()** → chiude il file descrittore **fd***

DIRETTORI

I file sono organizzati in direttori.
Un direttorio è un nodo (o vertice) contenente informazioni sugli elementi in esso contenuti.
Su un direttorio si possono effettuare operazioni simili a quelle effettuabili sui file (creazione, cancellazione, ricerca, ecc.).

La struttura di un direttorio dipende da ragioni di:

- *efficiency (efficienza) → es. velocità nel localizzare un file*
- *naming (convenienza) → es. evitare che lo stesso nome attribuito a più file crei problemi*
- *grouping (organizzazione) → es. raggruppare le informazioni in base alle relative caratteristiche*

DIRECTORY A UN LIVELLO

I file sono contenuti all'interno dello stesso (unico) direttorio.

In termini di prestazioni, con questa organizzazione:

- *Efficiency*
  - *struttura facilmente comprensibile e gestibile*
  - *gestione del file system semplice ed efficiente*
- *Naming*
  - *i file devono avere nomi univoci (problema con grandi quantità di file)*
- *Grouping*
  - *complessa gestione dei file di un singolo utente*
  - *impossibilità di gestire utenti multipli*

DIRECTORY A DUE LIVELLI

Ogni utente può avere il proprio direttorio (a un livello).

Prestazioni in questo caso:

- *Efficiency*
  - *visione del file system user-oriented*
  - *ricerche efficienti agendo su singoli utenti*
- *Naming*
  - *possibilità di avere file con lo stesso nome purché appartenenti a diversi utenti (specificare path-name per ogni file)*
- *Grouping*
  - *semplificato tra diversi utenti*

    - *complesso per ciascun utente*

DIRECTORY AD ALBERO

I file sono contenuti in un albero.
Ogni utente può gestire più directory e subdirectory.

Prestazioni con questa organizzazione:

- *Efficiency*
    - *ricerche vincolate alla struttura ad albero (quindi profondità e ampiezza)*
- *Naming*
    - *permesso in maniera estesa*
- *Grouping*
    - *permesso in maniera estesa*

DIRECTORY A GRAFO ACICLICO

Si inizia ad intravedere il concetto di **link**, cioè la possibilità di riferirsi allo stesso file con due nomi diversi o in due directory diverse.
In particolare, così è possibile la condivisione di informazioni tra utenti diversi.
La presenza di link aumenta la difficoltà di gestione del file system in quanto occorrerà distinguere gli oggetti nativi dai relativi collegamenti, in fase di *creazione*, *manipolazione* e *cancellazione*.

DIRECTORY A GRAFO CICLICO

A differenza delle directory a grafo aciclico, in questo caso viene permessa la creazione di cicli.
E' importante gestire opportunamente i cicli esistenti in tutte le fasi.

ALLOCAZIONE

Con **allocazione** si intendono tutte le tecniche di utilizzo dei blocchi dei dischi per la memorizzazione di file.
Esistono 3 tecniche principali:

- *contigua (contiguous) → ogni file occupa un insieme contiguo di blocchi*
    - *Vantaggi:*
        - *strategia di allocazione molto semplice*
        - *permette accessi sequenziali immediati*
        - *permette accessi diretti semplici*
    - *Svantaggi:*
        - *occorre decidere una politica di allocazione (first-fit, best-fit, ecc.)*
        - *nessun algoritmo di allocazione risulta privo di difetti, quindi la tecnica sprecherà spazio (**frammentazione esterna**)*
        - *problemi di allocazione dinamica (se il file cresce, potrebbe non entrare più nello spazio allocato)*
- *concatenata (linked) → ogni file può essere allocato gestendo una lista concatenata di blocchi*
    - *Vantaggi:*
        - *permette allocazione dinamica*

        - *elimina frammentazione esterna*
        - *evita l'utilizzo di algoritmi di allocazione complessi*
    - *Svantaggi:*
        - *ogni lettura implica un accesso sequenziale ai blocchi*
        - *un accesso diretto richiederebbe percorrere la catena di puntatori fino a raggiungere l'indirizzo desiderato*
- *indicizzata (indexed) → per permettere un accesso diretto è possibile inglobare tutti i puntatori in una tabella di puntatori (**blocco indice** o **index-node** o **i-node**).*
  Ogni file ha la sua tabella, ovvero un vettore di indirizzi dei blocchi in cui il file è contenuto

ALLOCAZIONE INDICIZZATA - SCHEMA COMBINATO

Lo **schema combinato** è utilizzato nei sistemi UNIX/Linux.
A ogni file è associato un blocco i-node contenente diverse informazioni, tra cui 15 puntatori ai blocchi dati del file. In particolare:

- *i primi 12 puntatori sono **diretti**, ovvero puntano a blocchi dei file*
- *i puntatori 13, 14, 15 sono **indiretti** con livello di indirizzamento crescente (**puntatori a puntatori nel blocco individuato dal puntatore 13**, o ancora **puntatori a puntatori a puntatori nel blocco individuato dal puntatore 14**, ecc.)*

In questa configurazione, abbiamo:

- ***hard link** → link effettivo o fisico (attenzione: se modifico l'hard link, modifico anche il file nativo)*
- ***soft-link** → link simbolico, si tratta di un file contenente nel suo i-node il riferimento al file nativo*

FUNZIONI UTILI PER DIRETTORI

- *stat → permette di capire di che tipo di "entry" si tratta (directory, file, link, ecc.)*
- *getcwd, chdir → ottiene/modifica il path della working directory*
- *mkdir, rmdir → crea/cancella una directory*
- *opendir, readdir, closedir → funzioni di visita*

COMANDI UTILI

LIST

```
ls  [ opzioni ]  [ file... ]
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
	--help	*help in linea*
-a	--all	*elenca anche i file che iniziano per .*
-l		*output con formato esteso*
-g	--group-directories-first	*include l'indicazione del gruppo prima di quella del file*
-t		*elenca i file in ordine temporale (prima il più recente)*
-r	--reverse	*ordine inverso (alfabetico o temporale)*
-R	--recursive	*elenca anche i file nei sottodirettori*

COPY, REMOVE, MOVE

```
cp  [ opzioni ]  src1 src2 ... dest

rm  [ opzioni ]  src1 src2 ...

mv  [ opzioni ]  src1 src2 ... dest
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
	--help	*help in linea*
-f	--force	*effettua le operazioni senza chiederne conferma*
-i	--interactive	*chiede conferma prima di effettuare qualsiasi operazione*
-r, -R	--recursive	*procede ricorsivamente anche nei sottodirettori*

GESTIONE PERMESSI

```
chmod  [ opzioni ]  permessi  file
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-r, -R	--recursive	*procede ricorsivamente anche nei sottodirettori*

VISUALIZZAZIONE TESTO

```
cat  file1 file2 ...

head  [ opzioni ]  file ...

tail  [ opzioni ]  file
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-l	--lines	*specifica il numero di righe*
-f	--follow	*rilegge in loop il file aggiornando l'output se il file viene modificato*

Altri comandi di visualizzazione:

```
pg  [ opzioni ]  file

more  [ opzioni ]  file

less  [ opzioni ]  file
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
spazio		*prossima riga*
return		*prossima riga*
B		*pagina precedente*
/str		*ricerca nel testo la prossima occorrenza di str*
?str		*ricerca nel testo la precedente occorrenza di str*
q		*termina la visualizzazione*

DIFFERENZE

```
diff  [ opzioni ]  entry1 entry2
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-q	--brief	*indica solo se gli oggetti sono differenti*
-b	--ignore-space-change	*ignora gli spazi a fine riga, collassa gli altri*
-i	--ignore-case	*ignora la differenza tra maiuscole e minuscole*
-w	--ignore-all-space	*ignora completamente ogni tipo di spaziatura*
-B	--ignore-blank-lines	*ignora le righe di soli spazi*

WORD COUNT

```
wc  [ opzioni ]  [ file ]
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-c	--bytes	*valuta il numero di soli byte*
-m	--chars	*valuta il numero di soli byte*
-w	--words	*valuta il numero di parole*
-l	--lines	*valuta il numero di righe*

LINK

```
ln  [ opzioni ]  source  [ destination ]
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
	--help	*help in linea*
-s	--symbolic	*crea un link simbolico (soft link)*
-f	--force	*rimuove eventuali file di destinazione esistenti*
-d, -F	--directory	*permette al SU di provare a creare un hard-link con un direttorio*

GESTIONE ARCHIVI

Archiviazione e compressione del direttorio **dir**:

```
tar -czvf < file >.tgz < dir >
```

Estrazione del contenuto dell'archivio **<file>.tgz**:

```
tar -xzvf < file >.tgz < dir >
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-c		*crea l'archivio*
-x		*estrae l'archivio*
-z, -j, -J		*comprime (gzip, bzip2, 7z)*
-f		*specifica il nome dell'archivio*
-v		*verbose (stampa i messaggi)*

ALTERNATIVE A tar

- *gzip, gunzip*
- *zip, unzip*
- *rar, unrar*
- *compress*

OCCUPAZIONE SPAZIO SU DISCO

```
df  [ opzioni ]  disco
```

Si usa per controllare l'occupazione dei dischi.

```
du  [ opzioni ]  direttorio
```

Si usa per ottenere lo spazio occupato da una directory e tutte le sue sottodirectory.

SPELL CHECKER

Check sullo spelling dei vocaboli con successiva lista dei suggerimenti (correttore).

```
aspell  [ opzioni ]  -c  file
```

STRUMENTI PER LA PROGRAMMAZIONE C

COMPILER: GCC

```
  gcc  < opzioni > < argomenti >
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-c file		*esegue la compilazione non il linker*
-o file		*specifica il nome di output; in genere indica il nome dell'eseguibile finale (linkando)*
-g		*indica a gcc di non ottimizzare il codice e di inserire informazioni extra per poter effettuare il debugging*
-Wall		*stampa warning per tutti i possibili errori nel codice*
-Idir (è una i maiuscola)		*specifica ulteriori direttori in cui cercare gli header file. Esempio:* ***gcc -c -I/home/me/development/ecc sample.c***
-lm (è una L minuscola)		*specifica utilizzo libreria matematica*
-Ldir		*specifica direttori per ricercare librerie preesistenti*

COMPILER: MAKEFILE

Makefile ha 2 scopi principali:

- *effettuare operazioni ripetitive*
- *evitare di (ri)fare operazioni inutili come ricompilare file non modificati*

Si procede in 2 fasi:

- *si scrive un file Makefile*
- *si interpreta il file con l'utility* ***make***

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-n		*non esegue i comandi ma li stampa solo*
-i	--ignore-errors	*ignora gli eventuali errori e va avanti*
-d		*stampa informazioni di debug durante l'esecuzione*
	--debug=[options]	*Opzioni:* ***a = print all info*** ***b = basic info*** ***v = verbose = basic + altro*** ***i = implicit = verbose + altro***

Ogni Makefile include:

- ***righe bianche*** *→ vengono ignorate*
- ***righe che iniziano per '#'*** *→ sono commenti e vengono ignorati*
- ***righe che specificano regole*** *→ ogni regola specifica un obiettivo, delle dipendenze e delle azioni e occupa una o più righe.*
  Righe molto lunghe possono essere spezzate inserendo il carattere '\' a fine riga

DEBUGGER: GDB

Si tratta di un pacchetto software utilizzato per analizzare il comportamento di un altro programma allo scopo di individuare ed eliminare eventuali errori (bug).
Viene spesso utilizzato in maniera integrata con molti editor (emacs, Code::Blocks, ecc.).

ESPRESSIONI REGOLARI

Una **espressione regolare** (o **pattern**) è una espressione utilizzata per specificare un insieme di stringhe.
Vengono utilizzate per effettuare l'accoppiamento (**match**) tra oggetti (nomi di direttori, nomi di file, righe o campi di file, ecc.).

LETTERALE

Qualsiasi carattere (o sequenza di caratteri) utilizzato nella riceerca del match.
Esempio: **ind** in w**ind**ows, **ind**ifferent, ecc.

METACARATTERE

Uno o più caratteri con significato speciale.
Esempio: ***** indica da 0 a ∞ → **b* = {Ø, b, bb, bbb, ...}**

SEQUENZA DI ESCAPE

Metodo per indicare che un metacarattere deve essere utilizzato come letterale.
Esempio: per utilizzare il '**.**' bisogna digitare '**\.**'

COMANDO FIND

```
find  direttorio  [ opzioni ]  [ azioni ]
```

I passi che vengono effettuati:

1. *visita tutto l'albero a partire dal direttorio **direttorio***
2. *crea l'elenco che soddisfa le **opzioni***
3. *eventualmente effettua per ogni file le **azioni** specificate*

FILTRI

E' un comando che:

1. riceve il proprio input da standard input
2. lo manipola (lo filtra) secondo determinati parametri e opzioni
3. produce il suo output su standard output

CUT

Rimuove sezioni specifiche di ogni riga del file indicato.

```
cut  [ opzioni ]  file
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-c LIST	--characters=LIST	*seleziona solo i caratteri di posizione indicata*
-f LIST	--fields=LIST	*indica la lista dei campi da selezionare (separati da virgola).* *Formato:* ***n (=n)*** ***-n (≤n)*** ***n- (≥n)*** ***n1-n2 (≥n1 && ≤n2)***
-d DELIM	--delimiter=DELIM	*usa DELIM per dividere i campi (default: TAB)*

TR

Copia lo stdin nello stdout effettuando le sostituzioni oppure le cancellazioni specificate.

```
tr  [ opzioni ]  set1  [ set2 ]
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-c, -C	--complement	*utilizza il complement del* ***set1***
-d	--delete	*cancella i caratteri indicati nel* ***set1***
-s	--squeeze-repeats	*sostituisce ogni sequenza di un carattere ripetuto incluso nel* ***set2*** *con una occorrenza singola dello stesso carattere*

UNIQ

Riporta oppure elimina le righe ripetute nel file in ingresso.

```
uniq  [ opzioni ]  [ inFile ]  [ outFile ]
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-c	--count	*stampa il numero di ripetizioni prima della riga*
-d	--repeated	*visualizza solo le righe ripetute*
-f N	--skip-fields=N	*ignora i primi N campi per il confronto*
-I (è una i maiuscola)	--ignore-case	*case insensitive*

BASENAME

Elimina il direttorio (path) e suffisso (estensione) da un nome di file.

```
basename  nome  [ estensione ]
```

SORT

Ordina i file in input in ordine alfabetico.

```
sort  [ opzioni ]  [ file ]
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-b	--ignore-leading-blanks	*ignora gli spazi iniziali*
-d	--dictionary-order	*considera solo spazi e caratteri alfabetici*
-f	--ignore-case	*trasforma caratteri minuscoli in maiuscoli*
-i	--ignore-nonprinting	*considera solo caratteri stampabili*
-n	--numeric-sort	*confronta utilizzando un ordine numerico*
-r	--reverse	*ordine inverso*
-k c1[,c2]	--key=c1[,c2]	*ordina sulla base dei soli campi selezionati*
-m	--merge	*merge più file ordinati (senza riordinare)*
-o=f	--output=f	*scrive l'output nel **file f** invece che su **stdout***

GREP

Global Regular Expression Print

Cerca nel contenuto dei file di ingresso le righe che hanno un **match** con il pattern fornito e le visualizza su stdout.

```
grep  [ opzioni ]  pattern   [ file ]
```

Opzioni:

Compatto	Esteso	Effetto
-e PATTERN	--regexp=PATTERN	*specifica i pattern da ricercare; permette di specificare pattern multipli*
-B N	--before-context=N	*prima di ciascun match stampa N righe (oltre alla riga in cui si è verificato il match).* *Inserisce un separatore (--) dopo ogni insieme stampato.*
-A N	--after-context=N	*dopo ciascun match stampa N righe (oltre alla riga in cui si è verificato il match).* *Inserisce un separatore (--) dopo ogni insieme stampato.*
-H	--with-filename	*stampa il nome del file per ogni match*
-i	--ignore-case	*case insensitive*
-n	--line-number	*stampa il numero di riga del match*
-r, -R	--recursive	*procede in maniera ricorsiva sul sottoalbero*
-v	--inverse-match	*stampa solo le righe che non fanno match*

PROCESSI

Termini importanti:

- *algoritmo → procedimento logico che, in un numero finito di passi, permette la soluzione di un problema*
- *programma → formalizzazione di un algoritmo attraverso un linguaggio di programmazione; è un'entità passiva, ovvero un file (eseguibile) su disco.*
- *processo → astrazione di un programma in esecuzione; è un'entità attiva.*

PROCESSI SEQUENZIALI

Le azioni sono eseguite una dopo l'altra, cioè ogni nuova istruzione inizia una volta terminata la precedente.
Dato uno stesso input, si genera sempre lo stesso output, indipendentemente da:

- *momento di esecuzione*
- *velocità di esecuzione*
- *quanti altri processi sono in esecuzione sul sistema*

PROCESSI CONCORRENTI

Più istruzioni possono essere eseguite allo stesso istante.
La concorrenza è:

- *fittizia (illusoria) → nei sistemi mono-processore*
- *reale (parallelismo) → nei sistemi multi-processore o multi-core*

CARATTERISTICHE

Normalmente è possibile:

- *identificare e controllare un processo esistente*
- *creare un nuovo processo → il processo creante assume il ruolo di **processo padre** e quello creato di **processo figlio***
- *attendere, sincronizzare e terminare processi esistenti*

IDENTIFICAZIONE DI UN PROCESSO

Ogni processo possiede un identificatore univoco **PID (Processor IDentifier)**.
Normalmente si tratta di un numero intero non negativo.
(Oltre al PID, ad ogni processo viene associato un GID, cioè l'identificativo del gruppo sotto cui sta girando il processo e un UID, cioè l'identificativo dell'utente sotto cui sta girando il processo)

Alcuni PID sono riservati:

- *0 → riservato per lo schedulatore dei processi (**swapper**), eseguito a livello kernel*
- *1 → riservato per il processo di **init**.*
  Si tratta di un processo che non muore mai, eseguito con privileggi di super-user, che diventa padre di ogni processo rimasto orfano

CREAZIONE DI UN PROCESSO

In base all'OS in uso, si utilizzano procedure differenti:

- Windows API → un nuovo processo viene creato mediante la syscall **CreatePro*cess***
- *UNIX/Linux → un nuovo processo viene create mediante la syscall **fork***

RISORSE DI UN PROCESSO

Le risorse possono:

- *essere condivise completamente tra padre e figli → stesso spazio di indirizzamento*
- *essere condivise in parte → spazi di indirizzamento parzialmente sovrapposti*
- *non essere condivise → spazi di indirizzamento separati*

In UNIX/Linux padre e figlio **condividono**:

- *il codice sorgente (C)*
- *tutti i descrittori dei file*
- *lo user ID, il group ID, ecc.*
- *la root e la working directory*
- *le risorse del sistema e i limiti di utilizzo*
- *i segnali*

In UNIX/Linux padre e figlio si **differenziano** per:

- *il valore ritornato dalla fork*
- *il PID*
- *Lo spazio dati, lo heap e lo stack (**N.B. il valore delle variabili viene ereditato**)*

TERMINAZIONE DI UN PROCESSO

Esistono 5 metodi standard per terminare un processo:

- *eseguire una **return** dalla funzione principale*
- *eseguire una **exit***
- *eseguire una **_exit** oppure una **_Exit** (effetti simili alla **exit**, ma non identici)*
- *richiamare **return** dal main dell'ultimo thread del processo*
- *richiamare **pthread_exit** dall'ultimo thread del processo*

Esistono 3 metodi anomali per terminare un processo:

- *richiamare la funzione **abort***
- *ricevere un segnale (**signal**), di terminazione*
- *cancellare l'ultimo thread del processo*

Quando un processo termina, in maniera normale o anomala:

1. *il kernel invia un segnale (**SIGCHLD**) al padre*
2. *la ricezione di un segnale da parte di un processo è un evento asincrono*
3. *il processo padre può decidere di:*
    - *gestire la terminazione del figlio in maniera:*
        - ***asincrona***
        - ***sincrona***
    - *ignorare la terminazione del figlio*

Nel caso in cui un processo decida di gestire la terminazione di un figlio, occorre effettuarne la gestione:

- *asincrona → mediante un gestore del segnale **SIGCHLD***
- *sincrona → mediante una chiamata alle syscall **wait**, **waitpid***

SYSCALL WAIT

```
pid_t wait (int *statLoc);
```

La chiamata a **wait** da parte di un processo ha effetti diversi a seconda dello stato dei processi figli del processo chiamante:

- *ritorna con un errore se il processo non ha figli (-1)*
- *blocca il processo se tutti i figli del processo sono ancora in esecuzione; alla terminazione di un figlio, la funzione **wait** ritornerà al chiamante lo stato del figlio terminato*
- *resituisce al processo (immediatamente) lo stato di terminazione di un figlio, se **almeno** uno dei figli è terminato ed è in attesa che il suo stato di terminazione sia recuperato*

Parametro:

- ***statLoc** → indica lo stato di terminazione del processo figlio terminato.*
  E' un puntatore ad intero.
  Le informazioni di stato sono interpretabili con delle macro presenti in <sys/wait.h>.
  Esempio:
    - ***WIFEXITED(statLoc)** è vero se la terminazione è stata corretta*
    - ***WEXITSTATUS(statLoc)**, se la terminazione è stata corretta, cattura gli 8 LSBs del parametro passato alla chiamata di terminazione (exit, _exit o _Exit)*

Valore di ritorno:

- *il PID del processo figlio terminato*

SYSCALL WAITPID

Se si desidera attendere un figlio specifico con una **wait**, occorre:

- *controllare il PID del figlio terminato*
- *eventualmente memorizzarlo nella lista dei processi figlio terminati (per future verifiche/ricerche)*
- *effettuare un'altra **wait** sino a quando termina il figlio desiderato*

Per risolvere questo "problema", ci viene incontro un'altra funzione, la **waitpid**:

```
pid_t waitpid (pid_t pid, int *statLoc, int options);
```

Parametri:

- ***pid*** → *permette di attendere:*
  - *un qualsiasi figlio se **pid = -1** (in questo caso equivale a fare una **wait**)*
  - *il figlio con quel PID se **pid > 0***
  - *un qualsiasi figlio il cui group ID è uguale a quello del chiamante se **pid = 0***
  - *il figlio il cui group ID è uguale a abs(pid) se **pid < -1***
- ***statLoc*** → *stesso significato della **wait***
- ***options*** → *permette controlli aggiuntivi*

PROCESSI ZOMBIE

Un processo terminato per il quale il padre non ha ancora eseguito una **wait** di dice **zombie**.
L'entry viene rimossa solo dopo che il padre ha eseguito una **wait**.
Un eccessivo numero di processi zombie, appesantisce e rallenta l'OS.

PROCESSI ORFANI

Se il padre termina prima di eseguire la wait, il processo figlio diventa **orfano**.
I processi orfani vengono ereditati dal processo **init** (*quello con PID=1*) oppure da un processo **init custom utente**.

TEORIA AGGIUNTIVA

STATO DI UN PROCESSO

Durante la sua esecuzione, un processo cambia di stato:

- ***New*** → *il processo viene creato e sottomesso all'OS*
- ***Running*** → *in esecuzione*
- ***Ready*** → *logicamente pronto ad essere eseguito, in attesa della risorsa processore*
- ***Waiting*** → *in attesa della disponibilità di risorse da parte del sistema oppure di qualche evento*
- ***Terminated*** → *il processo termina e rilascia le risorse utilizzate*

PROCESS CONTROL BLOCK (PCB)

L'OS tiene traccia di ogni processo associando ad esso un insieme di dati che includono:

- *stato del processo*
- *program counter*
- *registri della CPU*
- *informazioni utili per lo scheduling della CPU (priorità, ecc.)*
- *informazioni utili per la gestione della memoria*
- *informazioni amministrative varie (limiti, tempi di utilizzo, ecc.)*
- *informazioni sullo stato delle operazioni di I/O (lista file aperti, lista dispositivi I/O, ecc.)*

CONTEXT SWITCHING

Quando la CPU viene assegnata ad un altro processo, il kernel deve:

- *salvare lo stato del processo **running***
- *caricare un nuovo processo ripristinandone lo stato salvato precedentemente*

Il tempo che un sistema usa per il **context switching** dipende da svariati fattori, quali *HW, OS, numero di processi, politica di scheduling, ecc*..

SCHEDULING DEI PROCESSI

L'obiettivo della multiprogrammazione è quello di massimizzare l'utilizzo sella CPU da parte dei processi.
I processi possono essere classificati in:

- *I/O-bound:*
  - *passano più tempo effettuando I/O che calcoli*
  - *richiedono molti servizi corti da parte della CPU*
- *CPU-bound:*
  - *passano più tempo effettuando calcoli che I/O*
  - *richiedono pochi servizi molto lunghi da parte della CPU*

Per massimizzare l'uso della CPU e soddisfare eventuali vincoli sul tempo di risposta, ogni OS dispone di un **scheduler** mediante il quale gestisce i processi.

Esistono diversi tipi di **scheduler**:

- *scheduler a lungo termine (**long-term scheduler**)*
  - *interviene molto poco frequentemente*
  - *rischedula a tempi dell'ordine di secondi/minuti*
- *scheduler a breve termine (**short-term scheduler**)*
  - *interviene molto frequentemente*
  - *rischedula a tempi dell'ordine dei millisecondi*
  - *deve essere molto veloce*

Lo **scheduler** gestisce i **processi in attesa** di un dispositivo mediante **code** (di **processi**).