Multithreading

Capitoli 4 -- Silberschatz

Multithreading: estensione del concetto di processo

- Alla base del concetto di thread sta la constatazione che la definizione di processo è basata su due aspetti:
  - Possesso delle risorse
  - Esecuzione
- I due aspetti sono indipendenti e come tali possono essere gestiti dal SO
  - L'elemento che viene eseguito è il thread
  - L'elemento che possiede le risorse è il processo
- Il termine multithreading è utilizzato per descrivere la situazione in cui ad un processo sono associati più thread

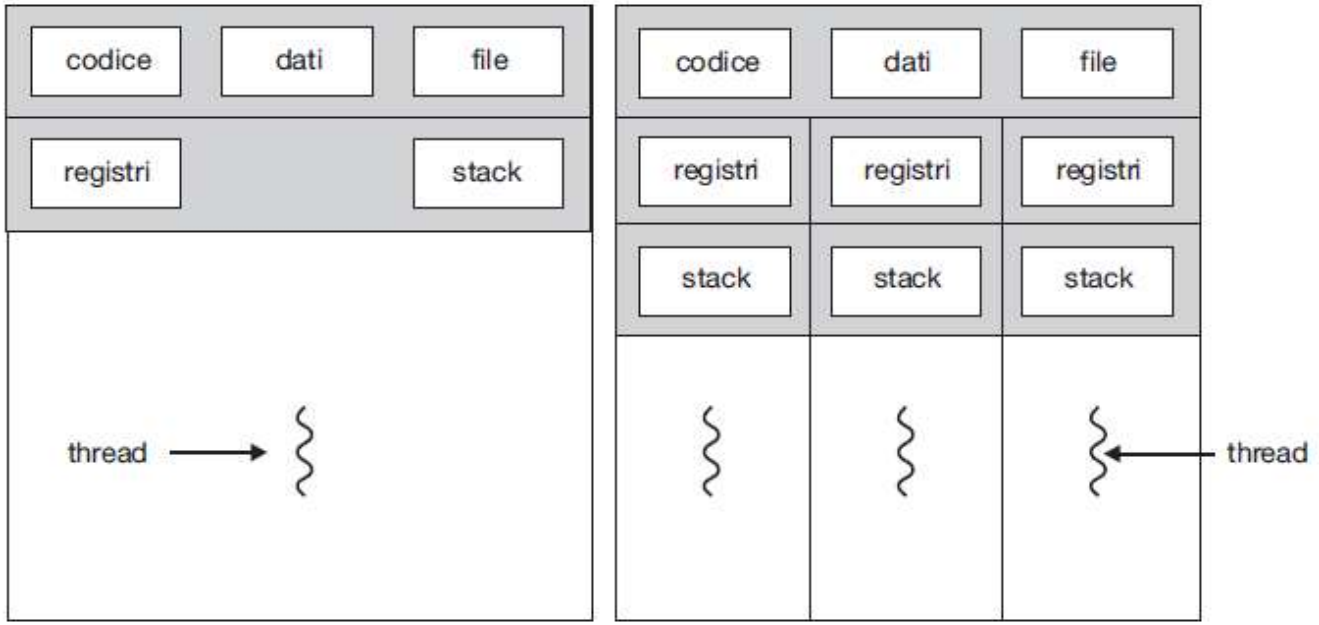
Multithreading: esempi

La maggior parte delle applicazioni attuali sono multithread

- Web browser potrebbe avere:
  - un thread per la rappresentazione sullo schermo immagini e testo,
  - un thread per reperire i dati dalla rete.
- Word processor potrebbe avere:
  - un thread per ciascun documento aperto (i thread sono tutti uguali ma lavorano su dati diversi)
  - Relativamente ad ognuno è anche possibile avere...
    - Un thread per la rappresentazione dei dati su schermo
    - Un thread per la lettura dei dati immessi da tastiera
    - Un thread per la correzione ortografica e grammaticale
    - Un thread per il salvataggio periodico su disco

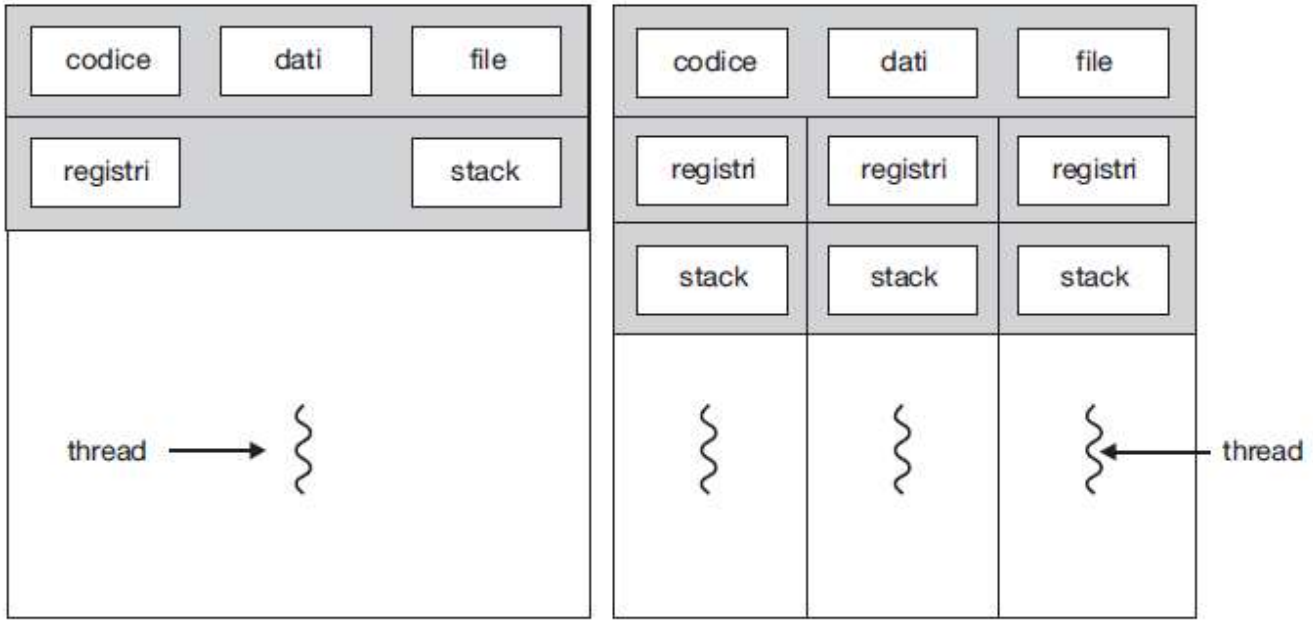
Multithreading

- Tutti i thread
  - condividono le risorse del processo,
  - risiedono nello stesso spazio di indirizzamento ed
  - hanno accesso agli stessi dati



Multithreading

- Ad ogni thread è però associato
  - proprio descrittore
  - un program counter,
  - uno stato di esecuzione,
  - uno spazio di memoria per le variabili locali,
  - uno stack,
  - un contesto



Multithreading

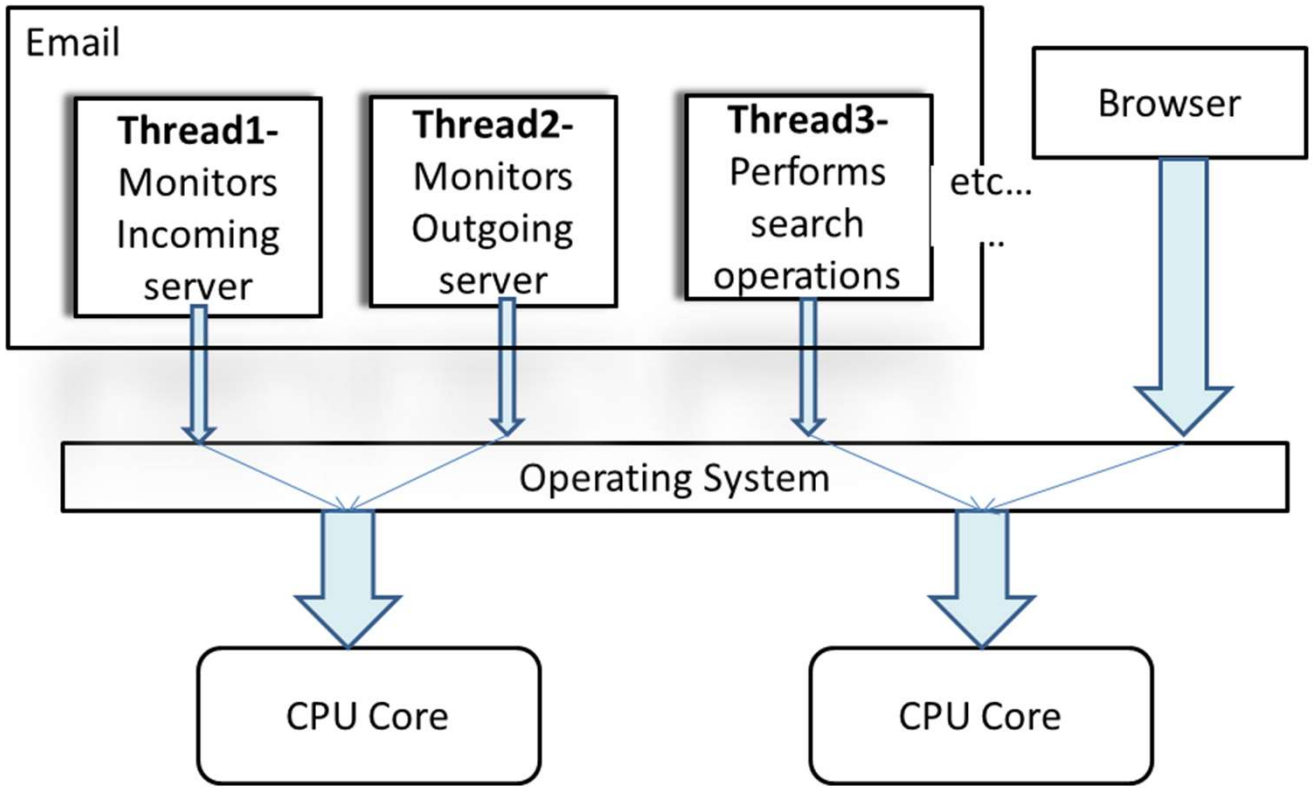
- Le informazioni associate al thread sono poche
  - le operazioni di cambio di contesto, di creazione e terminazione sono più semplici

Multithreading

- Esistono applicazioni che, presentando un intrinseco grado di parallelismo, possono essere decomposte in attività che procedono concorrentemente, condividendo un insieme di dati e risorse comuni
  - Esempio: Applicazioni in tempo reale per il controllo di impianti fisici, in cui si individuano attività quali:
    - Controllo dei singoli dispositivi di I/O dedicati a raccogliere i dati del processo fisico
    - Invio di comandi verso l'impianto
    - Le diverse attività devono frequentemente accedere a strutture dati comuni, che rappresentano lo stato complessivo del sistema da controllare

Multithreading

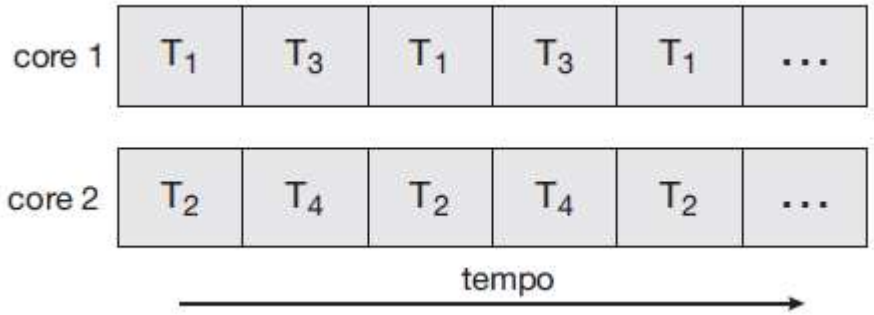
- Il multithreading si adatta perfettamente alla programmazione nei sistemi multicore



concorrenza VS parallelismo

Esecuzione concorrente su un sistema single core

Parallelismo nei sistemi multicore



Supporto del SO ai thread

- Supporto user-level, tramite librerie di funzioni (API) per gestire *n* thread in esecuzione
- Supporto kernel-level, tramite una tabella dei thread del sistema

Thread a livello utente

- Sono gestiti come uno strato separato sopra il nucleo del sistema operativo
  - Il kernel non ne è a conoscenza
- Sono realizzati tramite librerie di funzioni per la creazione, lo scheduling e la gestione dei thread, senza alcun intervento diretto del nucleo
  - Vantaggio: può essere implementato un pacchetto di thread anche su SO che non supportano i thread
  - Svantaggio: una chiamata di sistema bloccante da parte di un thread bloccherebbe tutti gli altri therad (il kernel blocca il processo)
- **POSIX Pthreads** è la libreria per la realizzazione di thread utente in sistemi UNIX-like
- **Windows threads** per sistemi Windows **e Java threads** per la JVM

Thread a livello kernel

- Sono gestiti direttamente dal SO: il nucleo si occupa di creazione, scheduling, sincronizzazione e cancellazione dei thread nel suo spazio di indirizzi
  - Quando un thread vuole creare o rimuovere un thread fa la relativa chiamata di sistema
  - Vantaggio: quando un thread si blocca, il kernel può eseguire altri thread (anche dello stesso processo)
- Supportati da tutti i sistemi operativi attuali
  - Windows
  - Solaris
  - Linux
  - Tru64 UNIX
  - Mac OS X

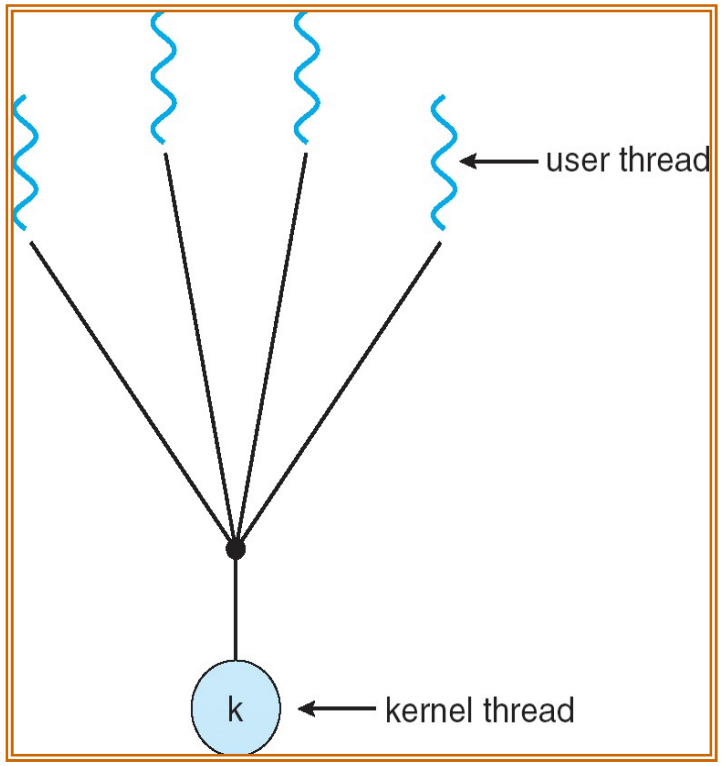
Modelli di programmazione multithread

Deve esistere una relazione tra i thread a livello utente ed i thread a livello kernel

- Modello molti-a-uno (M:1)
- Modello uno-a-uno (1:1)
- Modello molti-a-molti (M:M)

Modello molti-a-uno (M:1)

- Molti thread a livello utente vanno a corrispondere ad un unico thread a livello kernel
  - Il kernel “vede” una sola traccia di esecuzione
- In altre parole: i thread sono implementati a livello di applicazione, il loro scheduler non fa parte del SO, che continua ad avere solo la visibilità del processo

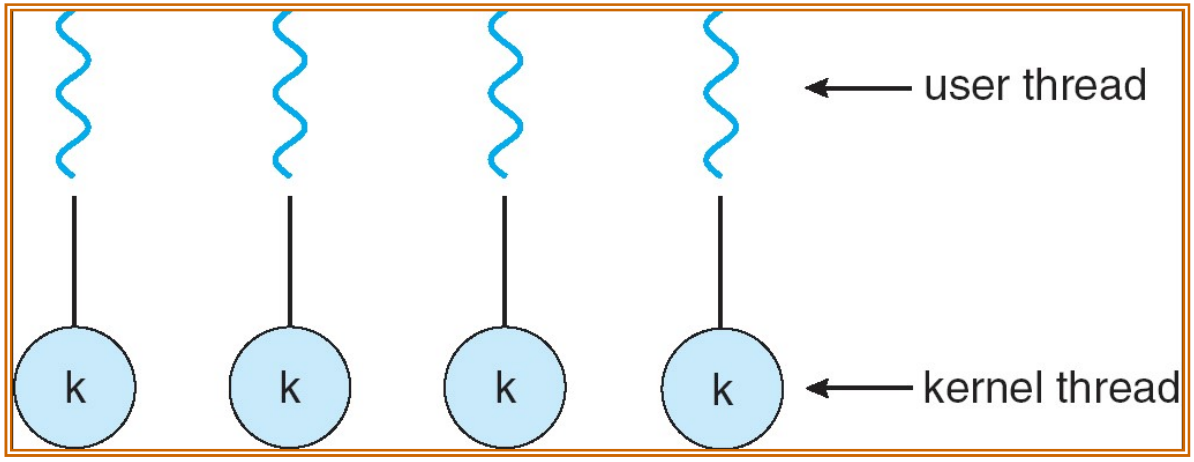


Modello molti-a-uno (M:1)

- Vantaggi
  - Gestione efficiente dei thread nello spazio utente (scheduling poco oneroso)
  - Non richiede un kernel multithread per poter essere implementato
- Svantaggi
  - L'intero processo rimane bloccato se un thread invoca una chiamata di sistema di tipo bloccante
  - I thread sono legati allo stesso processo a livello kernel e non possono essere eseguiti su processori fisici distinti
- Attualmente, pochi SO implementano questo modello
  - Solaris Green Threads
  - GNU Portable Threads

Modello uno-a-uno (1:1)

- Ciascun thread a livello utente corrisponde ad un thread a livello kernel
  - Il kernel “vede” una traccia di esecuzione distinta per ogni thread
  - I thread vengono gestiti dallo scheduler del kernel (come se fossero processi)

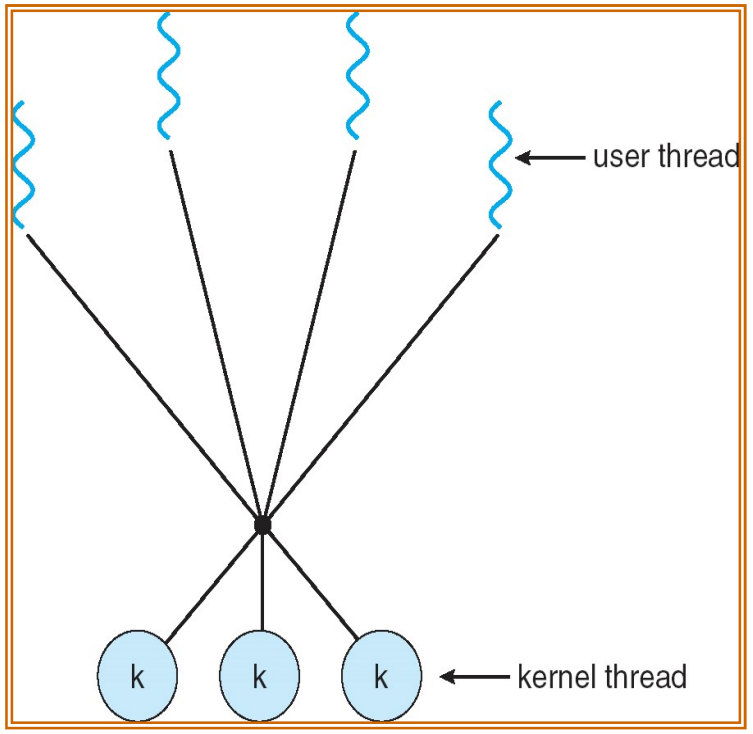


Modello uno-a-uno (1:1)

- Vantaggi
  - Scheduling molto efficiente
  - Se un thread effettua una chiamata bloccante, gli altri thread possono proseguire nella loro esecuzione
  - I thread possono essere eseguiti su processori fisici distinti
- Svantaggi
  - Possibile inefficienza per il carico di lavoro dovuto alla creazione di molti thread a livello kernel
  - Richiede un kernel multithread per poter essere implementato
- Esempi
  - Windows 95/98/NT/2000/XP e versioni attuali
  - Linux, Solaris (versione 9 e successive)

Modello molti-a-molti (M:M)

- Si mettono in corrispondenza più thread a livello utente con un numero minore o uguale di thread a livello kernel
  - In altre parole, il sistema dispone di un pool di thread - *worker* - ognuno dei quali viene assegnato di volta in volta ad un thread utente



Modello molti-a-molti (M:M)

- Vantaggi
  - Possibilità di creare tanti thread a livello utente quanti sono necessari per la particolare applicazione (e sulla particolare architettura) ed i corrispondenti thread a livello kernel possono essere eseguiti in parallelo sulle architetture multiprocessore
  - Se un thread invoca una chiamata di sistema bloccante, il kernel può fare eseguire un altro thread
- Svantaggi
  - Difficoltà nel definire la dimensione del pool di worker e le modalità di cooperazione tra i due scheduler
- Esempi:
  - Windows con il ThreadFiber package
  - Solaris (versioni precedenti alla 9)