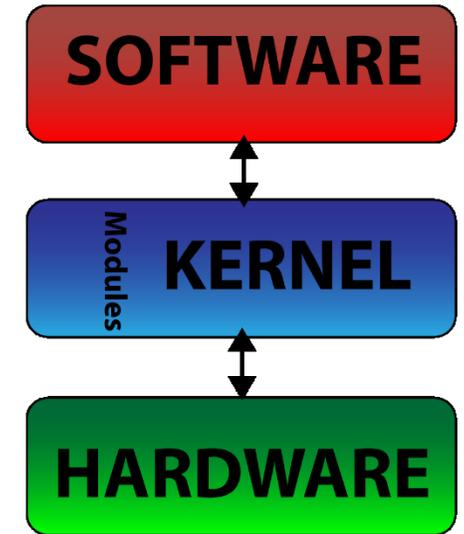
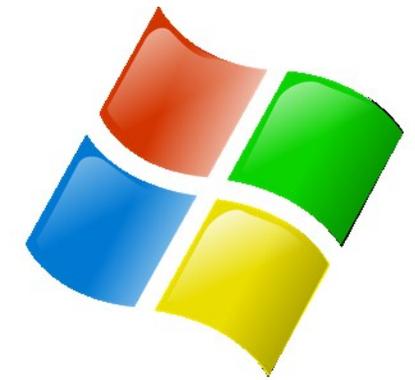




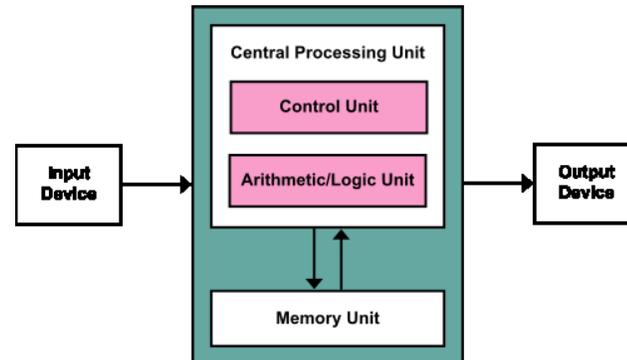
**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DELLA BASILICATA**

*Corso di Sistemi Operativi
A.A. 2019/20*

Thread



Docente:
**Domenico Daniele
Bloisi**



Octobre 2019

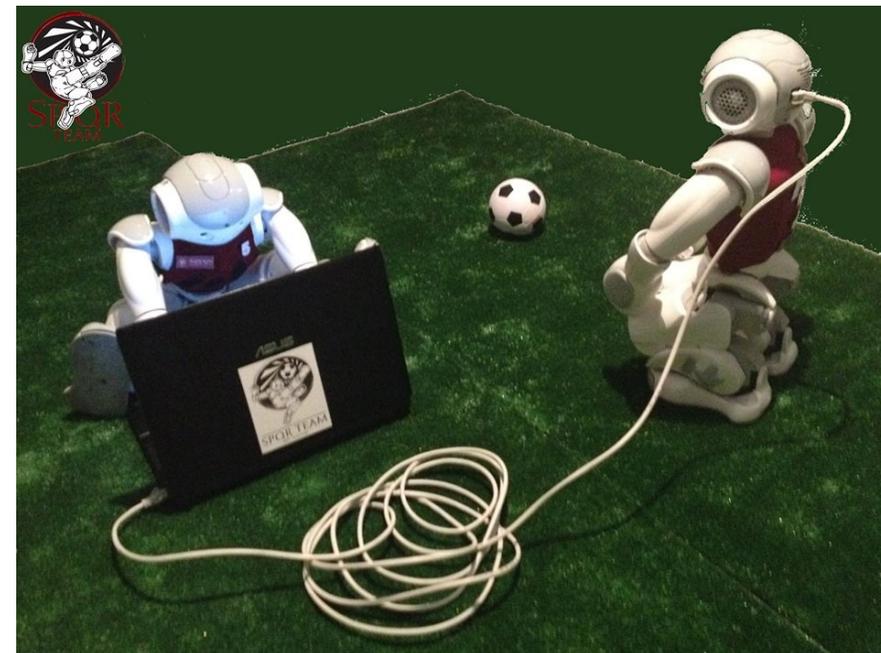
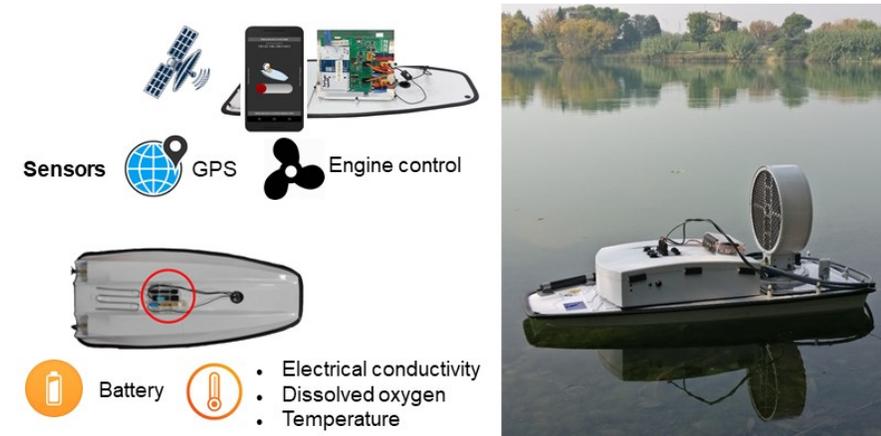
Domenico Daniele Bloisi

- Ricercatore RTD B
Dipartimento di Matematica, Informatica
ed Economia
Università degli studi della Basilicata

<http://web.unibas.it/bloisi>

- SPQR Robot Soccer Team
Dipartimento di Informatica, Automatica
e Gestionale Università degli studi di
Roma “La Sapienza”

<http://spqr.diag.uniroma1.it>



Ricevimento

- In aula, subito dopo le lezioni
- Martedì dalle 11:00 alle 13:00 presso:
Campus di Macchia Romana
[Edificio 3D](#) (Dipartimento di Matematica,
Informatica ed Economia)
[Il piano, stanza 15](#)

Email: domenico.bloisi@unibas.it



Programma – Sistemi Operativi

- Introduzione ai sistemi operativi
- **Gestione dei processi**
- Sincronizzazione dei processi
- Gestione della memoria centrale
- Gestione della memoria di massa
- File system
- Sicurezza e protezione

Definizione di thread

Un **thread** è l'unità di base d'uso della CPU e comprende un identificatore di thread (ID), un contatore di programma, un insieme di registri e una pila (*stack*).

- differenza tra un processo tradizionale, **a singolo thread**, e uno **multithread**.

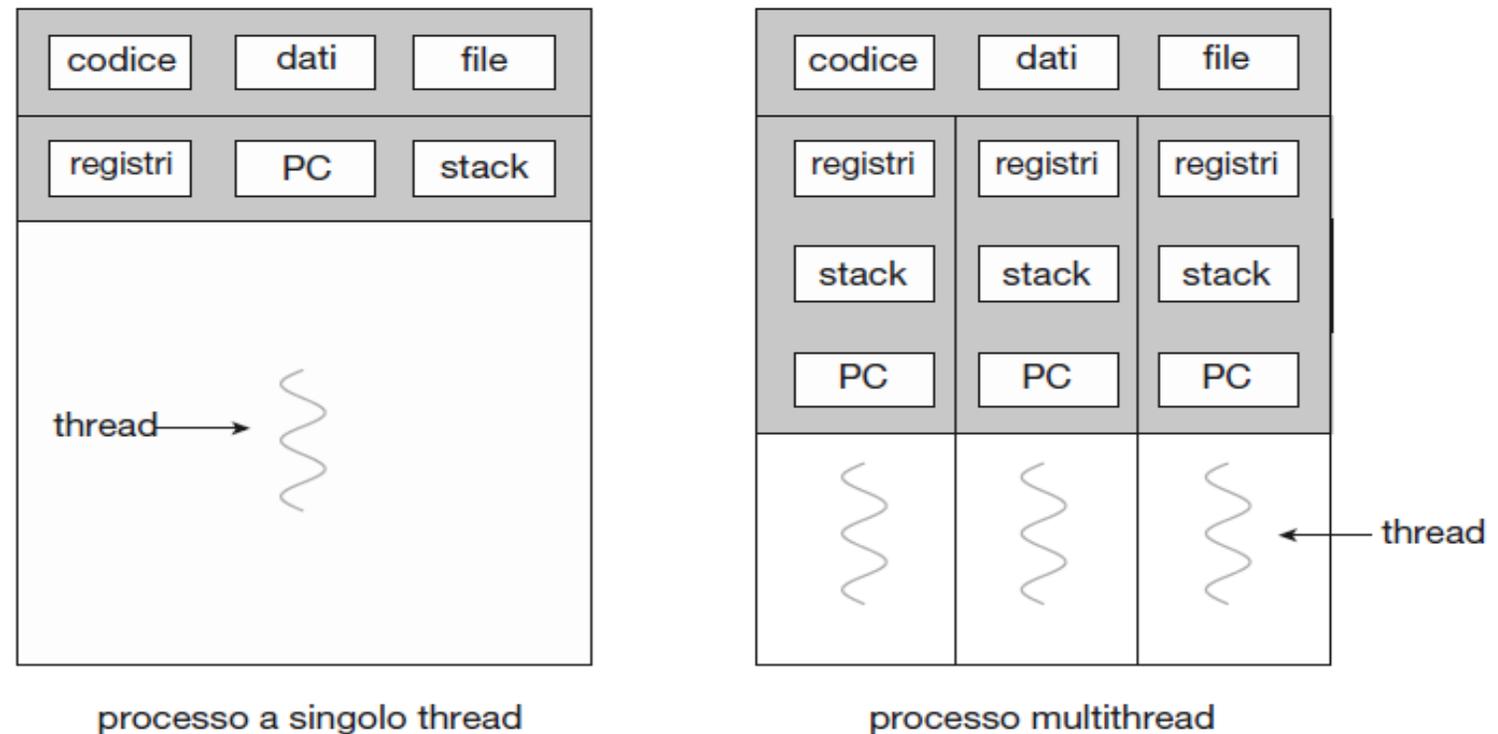


Figura 4.1 Processi a singolo thread e multithread.

Processi multithread

La maggior parte delle applicazioni per i moderni computer è **multithread**

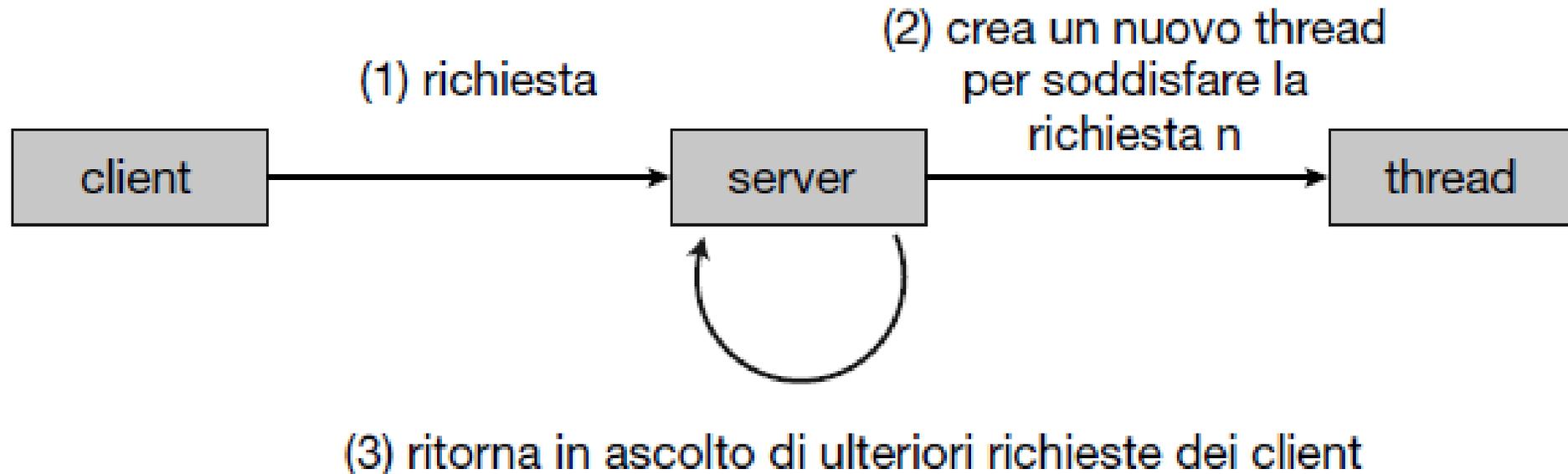


Figura 4.2 Architettura di server multithread.

Programmazione multithread

VANTAGGI

Tempo di
risposta

Condivisione
delle risorse

Economia

Scalabilità

Concorrenza vs. Parallelismo

sistema concorrente  supporta più task
permettendo
a ciascuno di progredire
nell'esecuzione

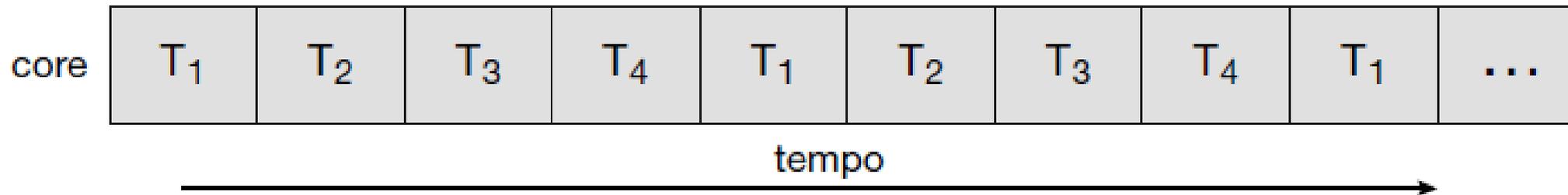


Figura 4.3 Esecuzione concorrente su un sistema a singolo core.

Esecuzione concorrente su multicore

Su un **sistema multicore** per “esecuzione concorrente” si intende che i thread possono funzionare *in parallelo*, dal momento che il sistema può assegnare thread diversi a ciascun core.

sistema parallelo  può eseguire simultaneamente più di un task

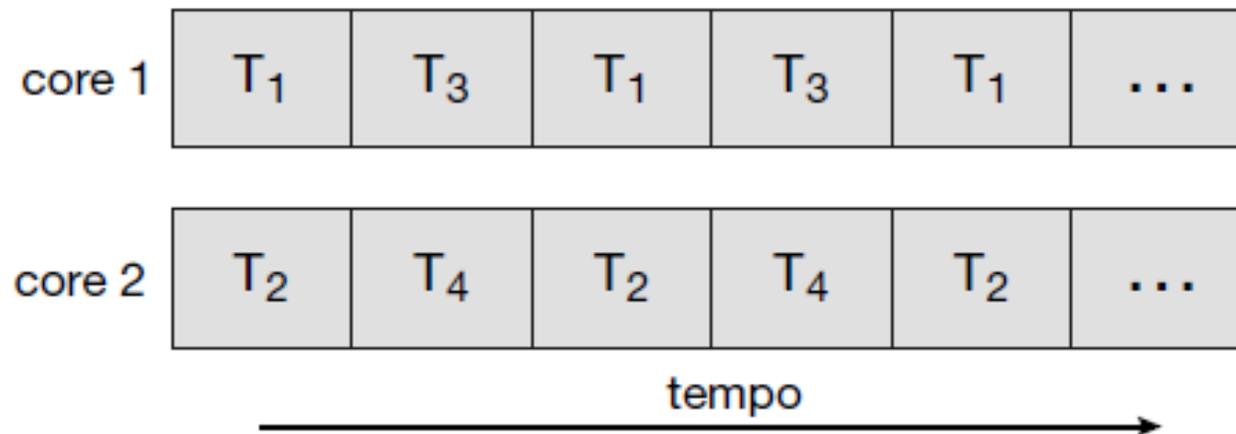


Figura 4.4 Esecuzione parallela su un sistema multicore.

Sfide nella programmazione multicore

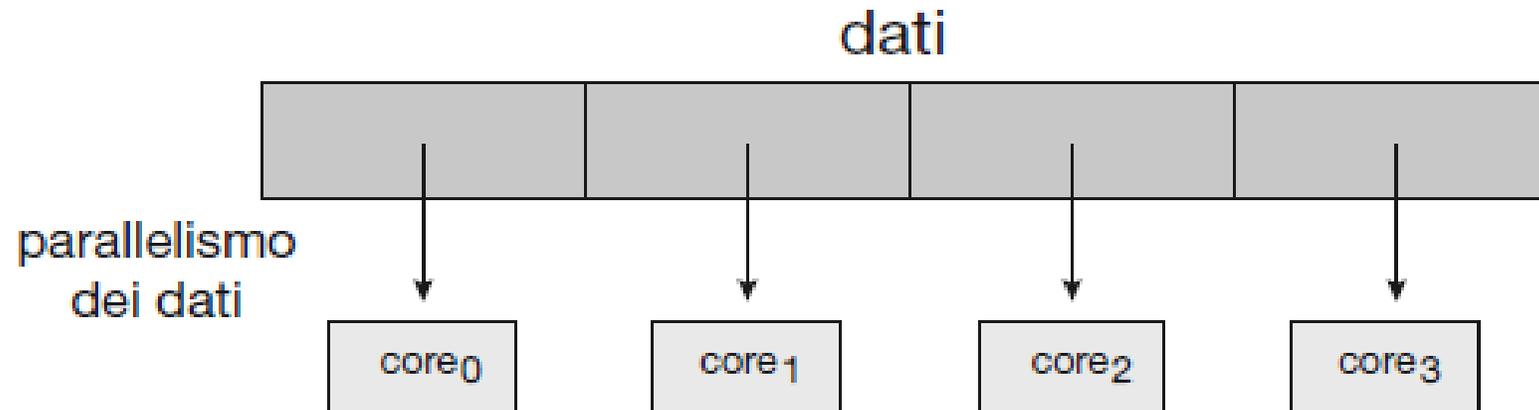


Parallelismo dei dati

parallelismo dei dati

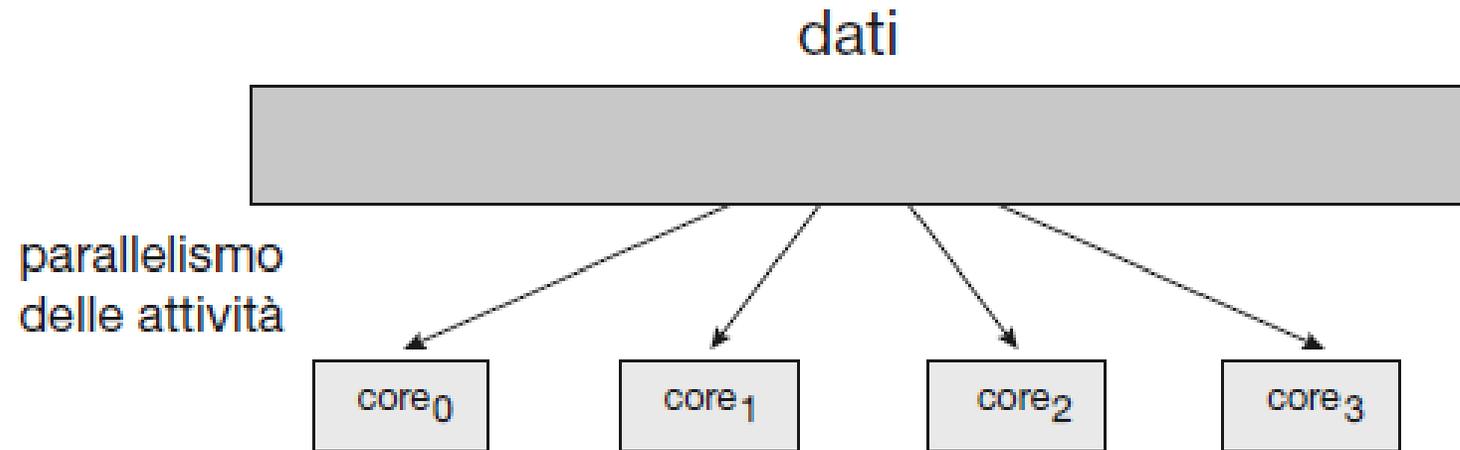


distribuzione di sottoinsiemi dei dati su più core di elaborazione ed esecuzione della stessa operazione su ogni core

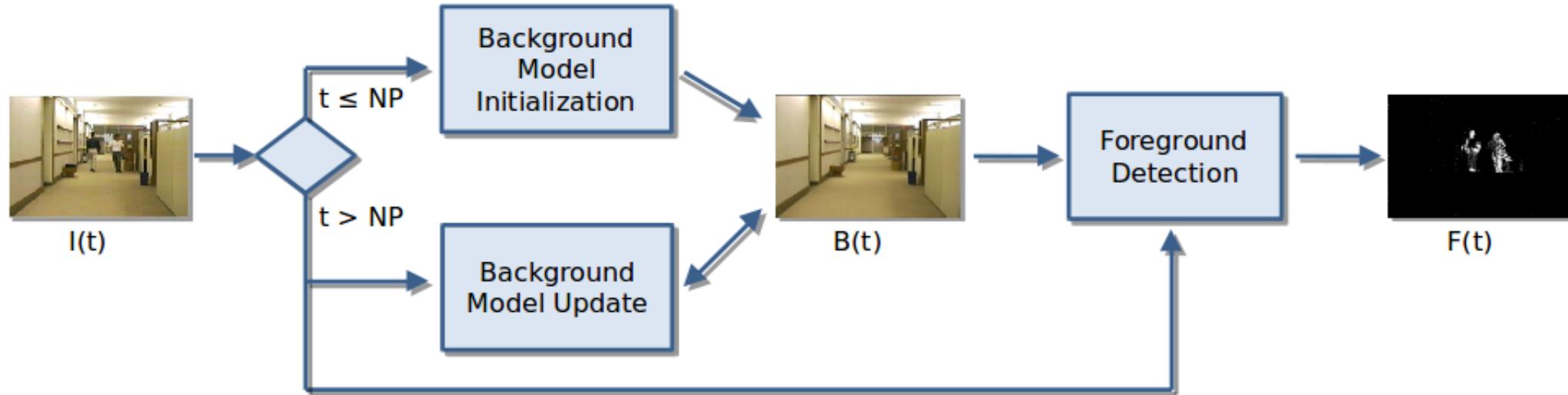


Parallelismo delle attività

parallelismo delle attività  distribuzione di attività (thread) e non di dati, su più core

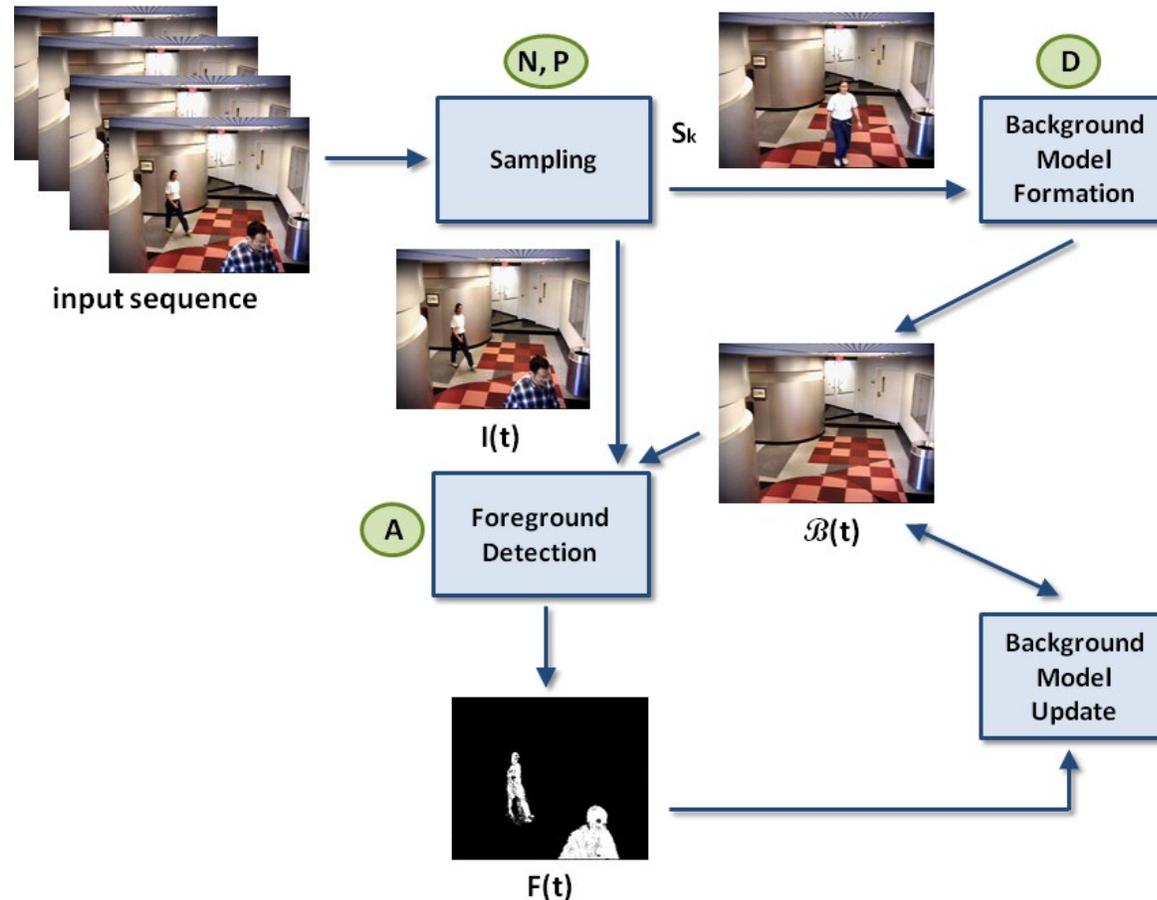


Esempio background subtraction



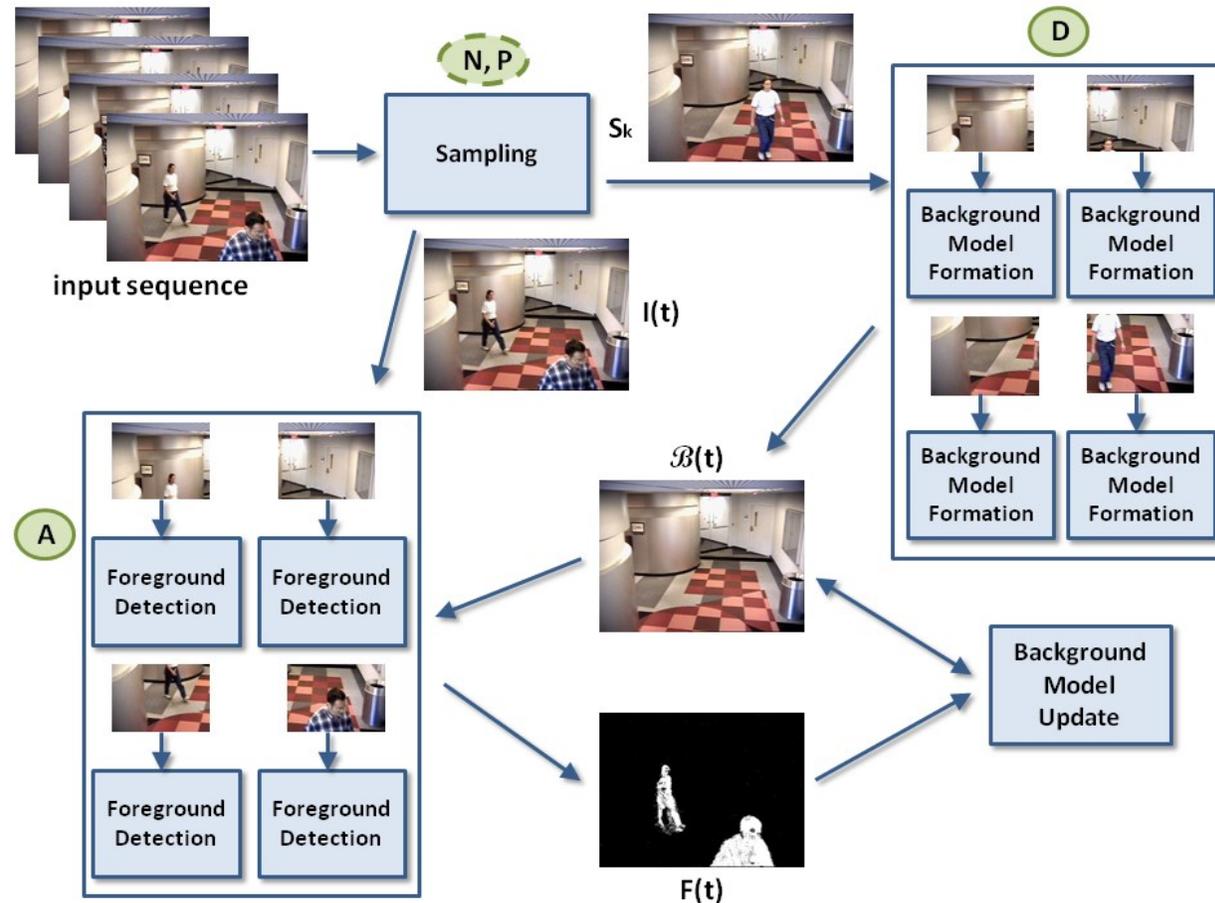
Esempio background subtraction

Esecuzione con **singolo processo**



Esempio background subtraction

Esecuzione **multicore**



Esempio background subtraction

Table 3. Computational load in terms of FPS on different computer display standards for KNN (with TBB), MOG2 (with TBB), IMBS (mono-thread), and IMBS-MT (multi-thread).

Video Standard	Frame Size	KNN	MOG2	IMBS	IMBS-MT
Video CD	352×240	144.702	80.0249	35.13	150.32
HD	1360×768	18.5798	6.2748	12.49	25.31
HD+	1600×900	13.7526	3.8475	8.42	20.72
Full HD	1920×1080	9.7816	2.9693	3.45	13.52

Gestione dei thread

thread a livello utente → gestiti sopra il livello del kernel e senza il suo supporto

thread a livello kernel → gestiti direttamente dal sistema operativo

Modelli di supporto al multithreading

Modello da
molti a uno

Modello da
uno a uno

Modello da
molti a molti

*Modello a
due livelli*

Modello da molti a uno

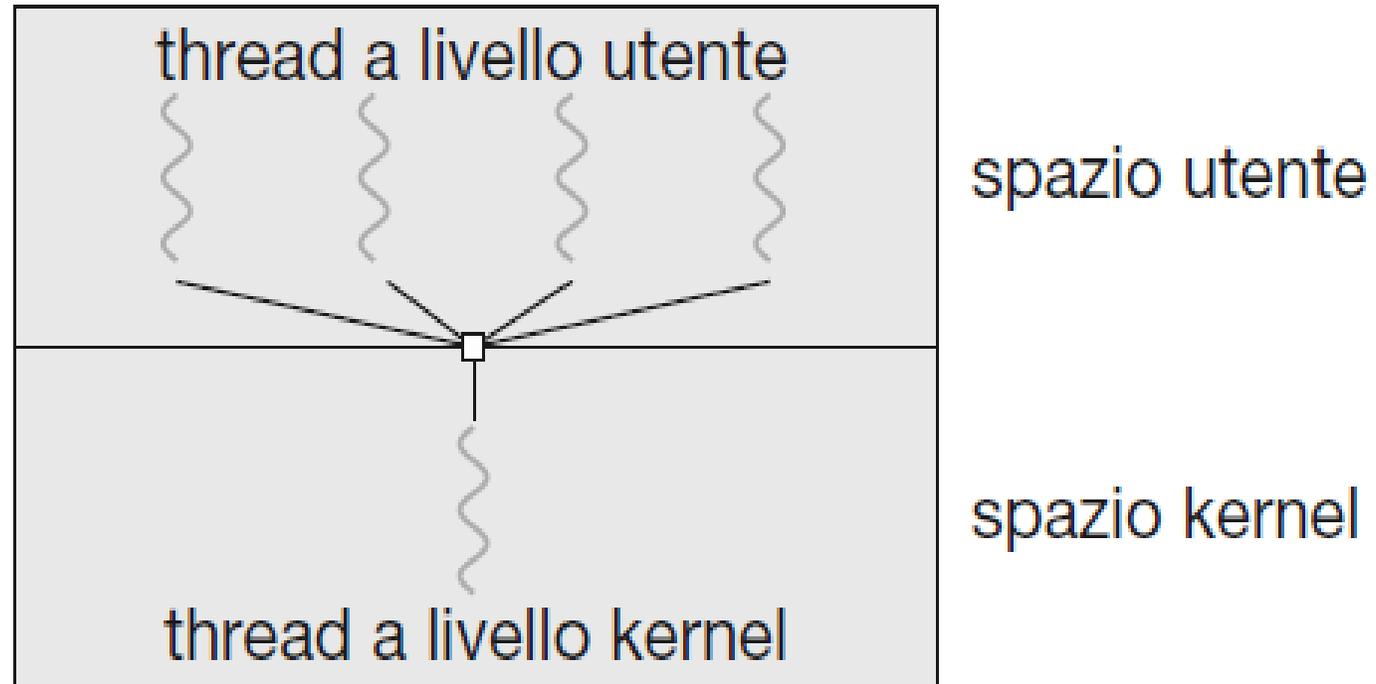


Figura 4.7 Modello da molti a uno.

Modello da uno a uno

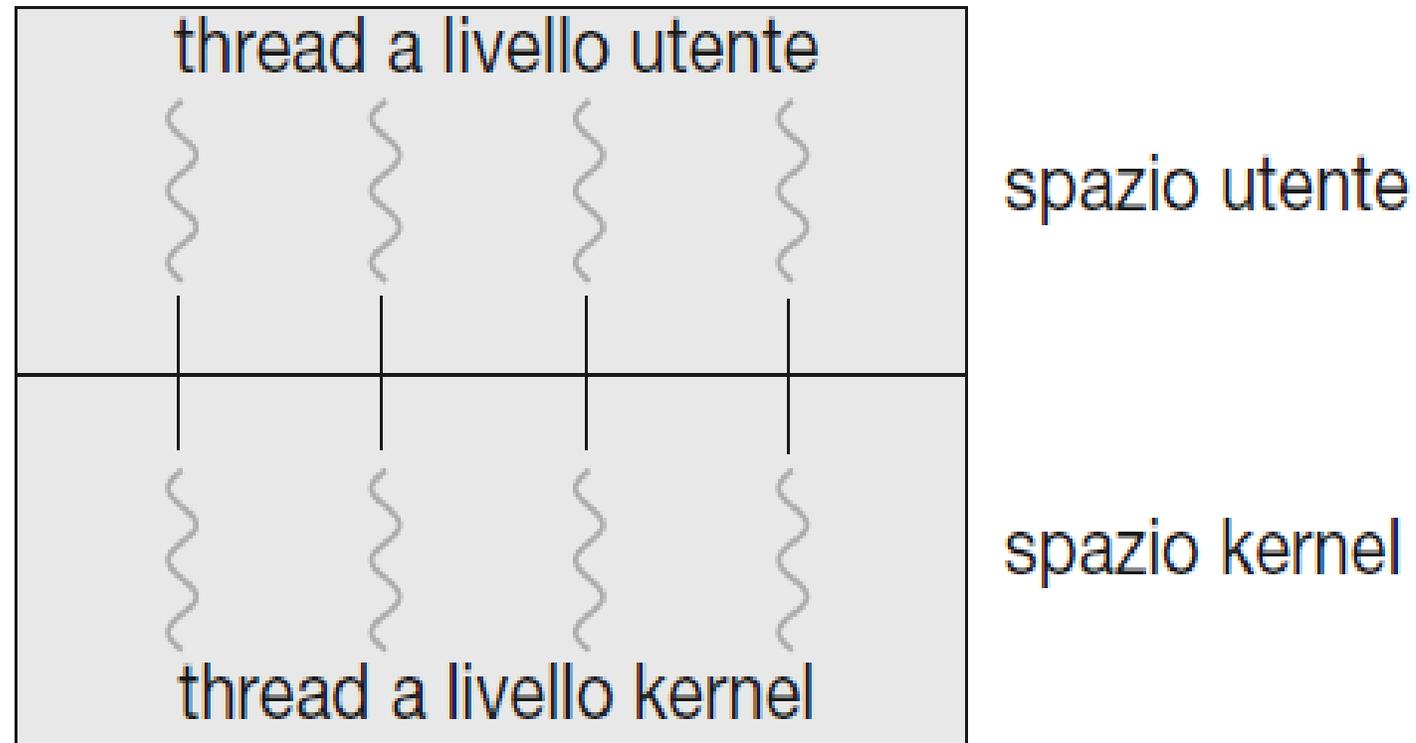


Figura 4.8 Modello da uno a uno.

Modello da molti a molti

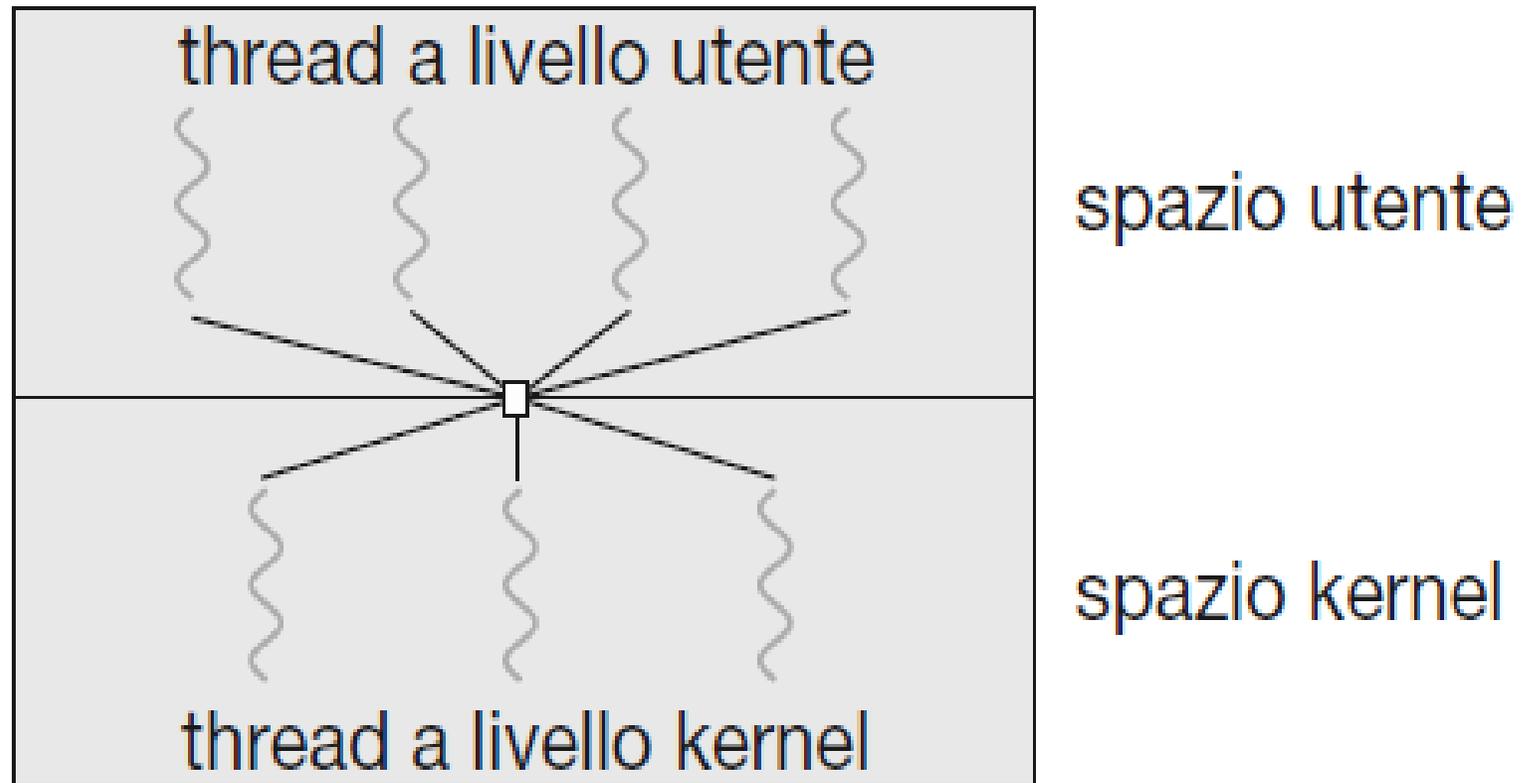


Figura 4.9 Modello da molti a molti.

Modello a due livelli

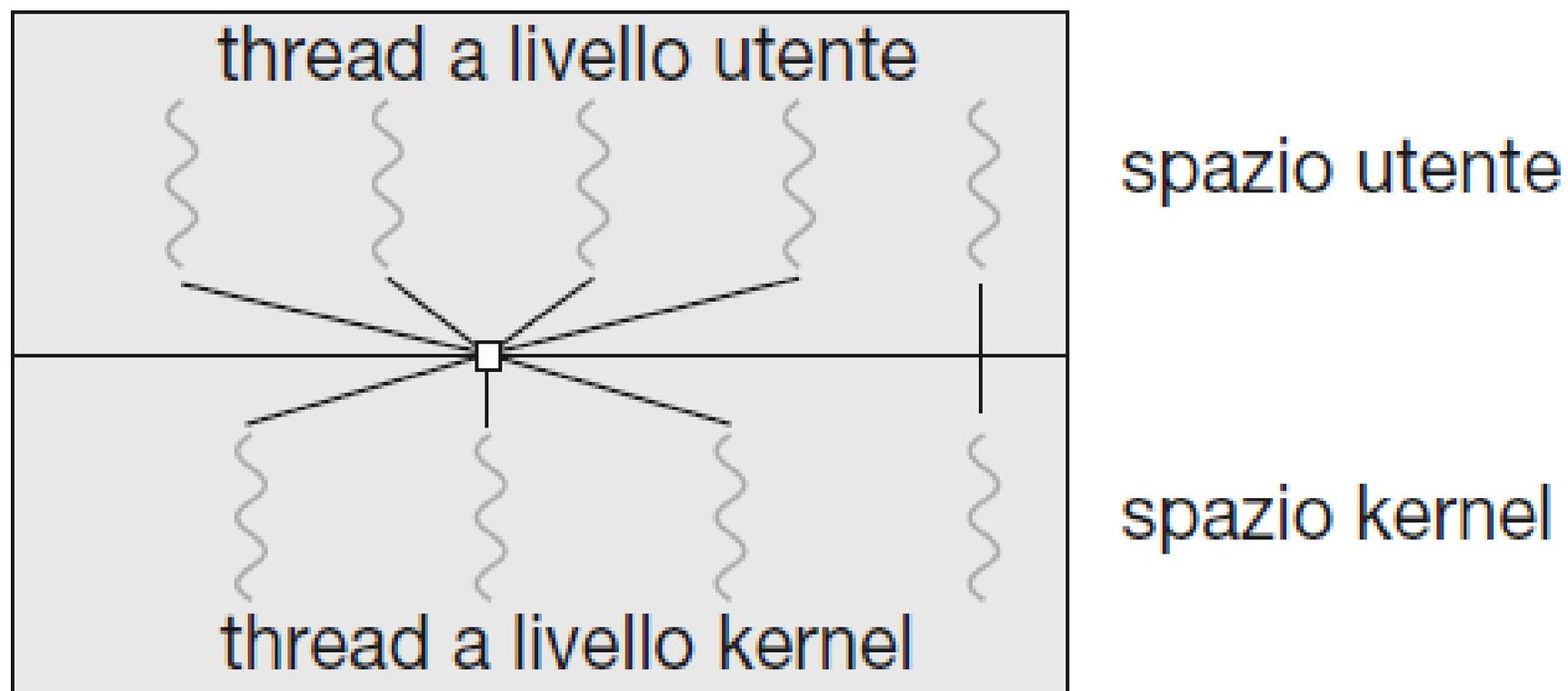


Figura 4.10 Modello a due livelli.

Librerie dei thread

Una **libreria dei thread** fornisce al programmatore una API per la creazione e la gestione dei thread.

Esempi:

- Pthreads POSIX
- Windows
- Java

Pthreads

Col termine **Pthreads** ci si riferisce allo standard POSIX (IEEE 1003.1c) che definisce una API per la creazione e la sincronizzazione dei thread.

Esempio API Pthreads

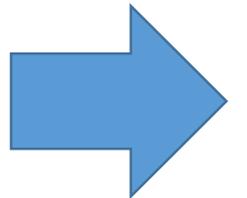
```
#include <pthread.h>
#include <stdio.h>

#include <stdlib.h>
```

```
int sum; /* questo dato è condiviso dai thread */
void *runner(void *param); /* i thread chiamano questa funzione */
```

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    pthread_t tid; /* identificatore del thread */
    pthread_attr_t attr; /* insieme di attributi del thread */
```

$$sum = \sum_{i=1}^N i$$



Esempio API pthread

```
    /* imposta gli attributi predefiniti del thread */
    pthread_attr_init(&attr);
    /* crea il thread */
    pthread_create(&tid, &attr, runner, argv[1]);
    /* attende la terminazione del thread */
    pthread_join(tid, NULL);

    printf("sum = %d\n", sum);
}

/* Il thread viene eseguito in questa funzione */
void *runner(void *param)
{
    int i, upper = atoi(param);
    sum = 0;

    for (i = 1; i <= upper; i++)
        sum += i;

    pthread_exit(0);
}
```

Figura 4.11 Programma multithread in linguaggio C che impiega la API Pthreads.

Esempio API pthread

```
#define NUM_THREADS 10

/* array di thread da unire */
pthread_t workers[NUM_THREADS];

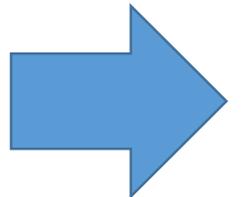
for (int i = 0; i < NUM_THREADS; i++)
    pthread_join(workers[i], NULL);
```

Figura 4.12 Codice Pthread per effettuare il join di 10 thread.

Thread in Windows

```
#include <windows.h>
#include <stdio.h>
DWORD Sum; /* il dato è condiviso tra i thread */

/* il thread viene eseguito in questa funzione separata */
DWORD WINAPI Summation(LPVOID Param)
{
    DWORD Upper = *(DWORD*)Param;
    for (DWORD i = 0; i <= Upper; i++)
        Sum += i;
    return 0;
}
```



Thread in Windows

```
int main(int argc, char *argv[])
{
    DWORD ThreadId;
    HANDLE ThreadHandle;
    int Param;

    Param = atoi (argv [1])

    /* crea il thread */
    ThreadHandle = CreateThread(
        NULL, /* attributi di sicurezza di default */
        0, /* dimensione di default dello stack */
        Summation, /* funzione del thread */
        &Param, /* parametri alla funzione del thread */
        0, /* flag di creazione di default */
        &ThreadId); /* restituisce l'identificatore del thread */

    /* adesso aspetta la fine del thread */
    WaitForSingleObject(ThreadHandle,INFINITE);

    /* chiude l'handle del thread */
    CloseHandle(ThreadHandle);

    printf("sum = %d\n",Sum);
}
```

Figura 4.13 Programma multithread in C con l'utilizzo dell'API Windows.

Thread in Java – Java Executor

```
import java.util.concurrent.*;

class Summation implements Callable<Integer>
{
    private int upper;
    public Summation(int upper) {
        this.upper = upper;
    }

    /* Il thread viene eseguito in questo metodo */
    public Integer call() {
        int sum = 0;
        for (int i = 1; i <= upper; i++)
            sum += i;

        return new Integer(sum);
    }
}
```

Thread in Java – Java Executor

```
public class Driver
{
    public static void main(String[] args) {
        int upper = Integer.parseInt(args[0]);

        ExecutorService pool = Executors.newSingleThreadExecutor();
        Future<Integer> result = pool.submit(new Summation(upper));

        try {
            System.out.println("sum = " + result.get());
        } catch (InterruptedException | ExecutionException ie) { }
    }
}
```

Figura 4.14 Esempio di utilizzo dell'API Java Executor.

Threading implicito

threading implicito



trasferimento della
creazione e della
gestione del threading
*dagli sviluppatori di
applicazioni ai
compilatori e alle librerie
di runtime.*

Threading implicito

Approcci alternativi per la progettazione di programmi multithread in grado di sfruttare i processori multicore attraverso il **threading implicito**.

gruppi di thread
(thread pool)



creare un certo numero di thread alla creazione del processo e organizzarlo in un **gruppo** (*pool*) in cui attenda di eseguire il lavoro che gli sarà richiesto

Thread pool in Java

```
import java.util.concurrent.*;

public class ThreadPoolExample
{
public static void main(String[] args) {
    int numTasks = Integer.parseInt(args[0].trim());

    /* Crea il gruppo di thread */
    ExecutorService pool = Executors.newCachedThreadPool();

    /* Esegue ogni attività con un thread distinto del gruppo */
    for (int i = 0; i < numTasks; i++)
        pool.execute(new Task());

    /* Termina il gruppo quando tutti i thread hanno completato
       l'attività */
    pool.shutdown();
}
```

Figura 4.15 Creazione di un gruppo di thread in Java.

fork – join

Nel metodo fork-join il *thread padre* crea (*fork*) uno o più *thread figli*, attende che i figli terminino e si uniscano a esso (*join*) e a quel punto può recuperare e combinare i risultati ottenuti dai figli.

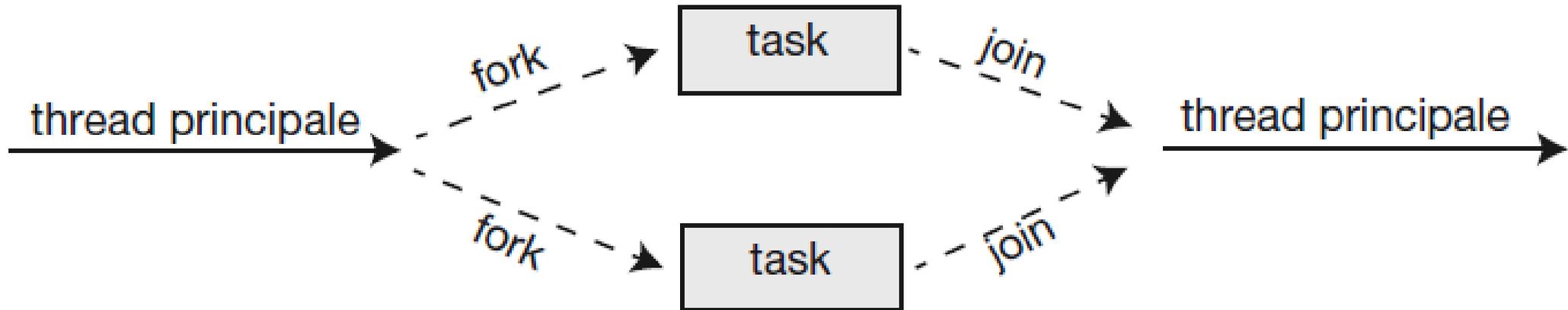


Figura 4.16 Parallelismo fork-join.

fork – join in Java

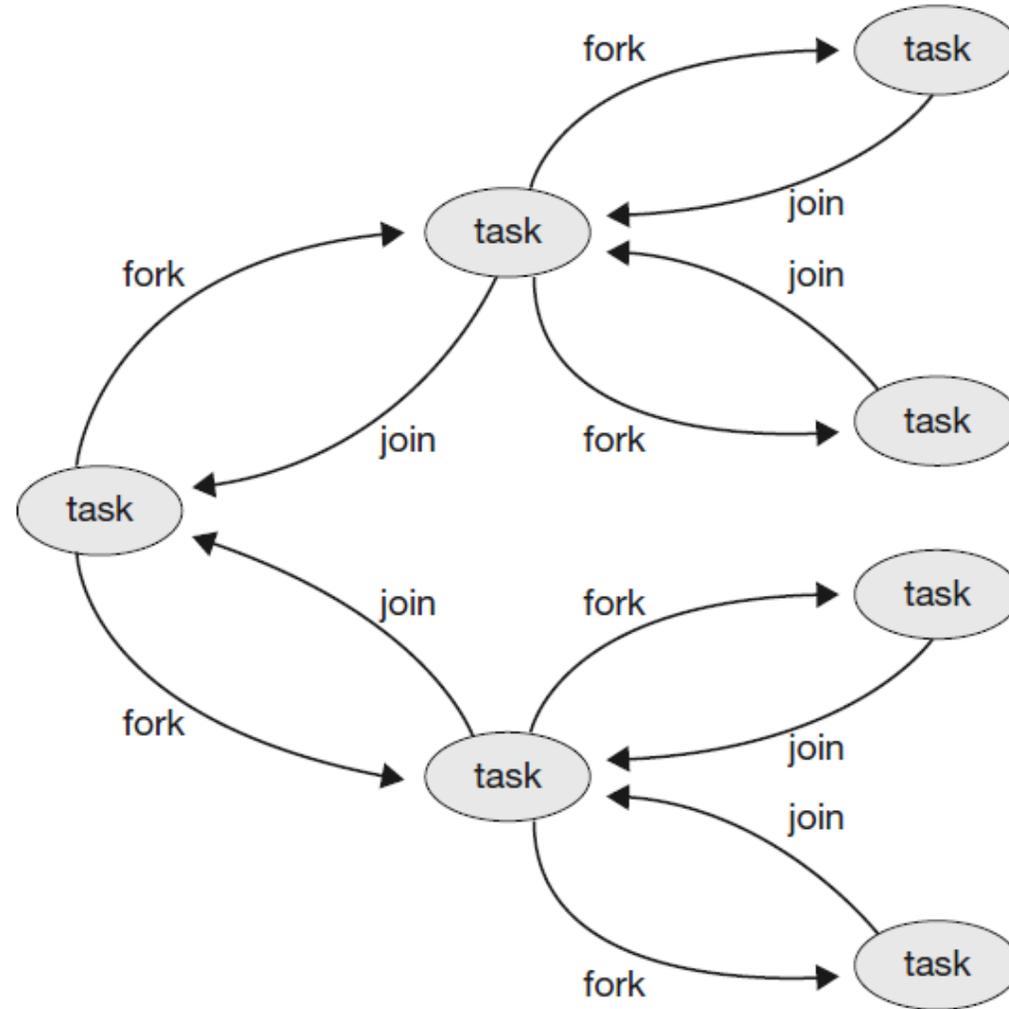


Figura 4.17 Fork-join in Java.

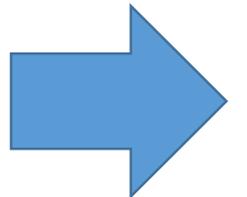
fork – join in Java

```
import java.util.concurrent.*;

public class SumTask extends RecursiveTask<Integer>
{
    static final int THRESHOLD = 1000;

    private int begin;
    private int end;
    private int[] array;

    public SumTask(int begin, int end, int[] array) {
        this.begin = begin;
        this.end = end;
        this.array = array;
    }
}
```



fork – join in Java

```
protected Integer compute() {
    if (end - begin < THRESHOLD) {
        int sum = 0;
        for (int i = begin; i <= end; i++)
            sum += array[i];
        return sum;
    }
    else {
        int mid = (begin + end) / 2;

        SumTask leftTask = new SumTask(begin, mid, array);
        SumTask rightTask = new SumTask(mid + 1, end, array);

        leftTask.fork();
        rightTask.fork();

        return rightTask.join() + leftTask.join();
    }
}
```

Figura 4.18 Esempio di computazione fork-join in Java.

fork – join in Java

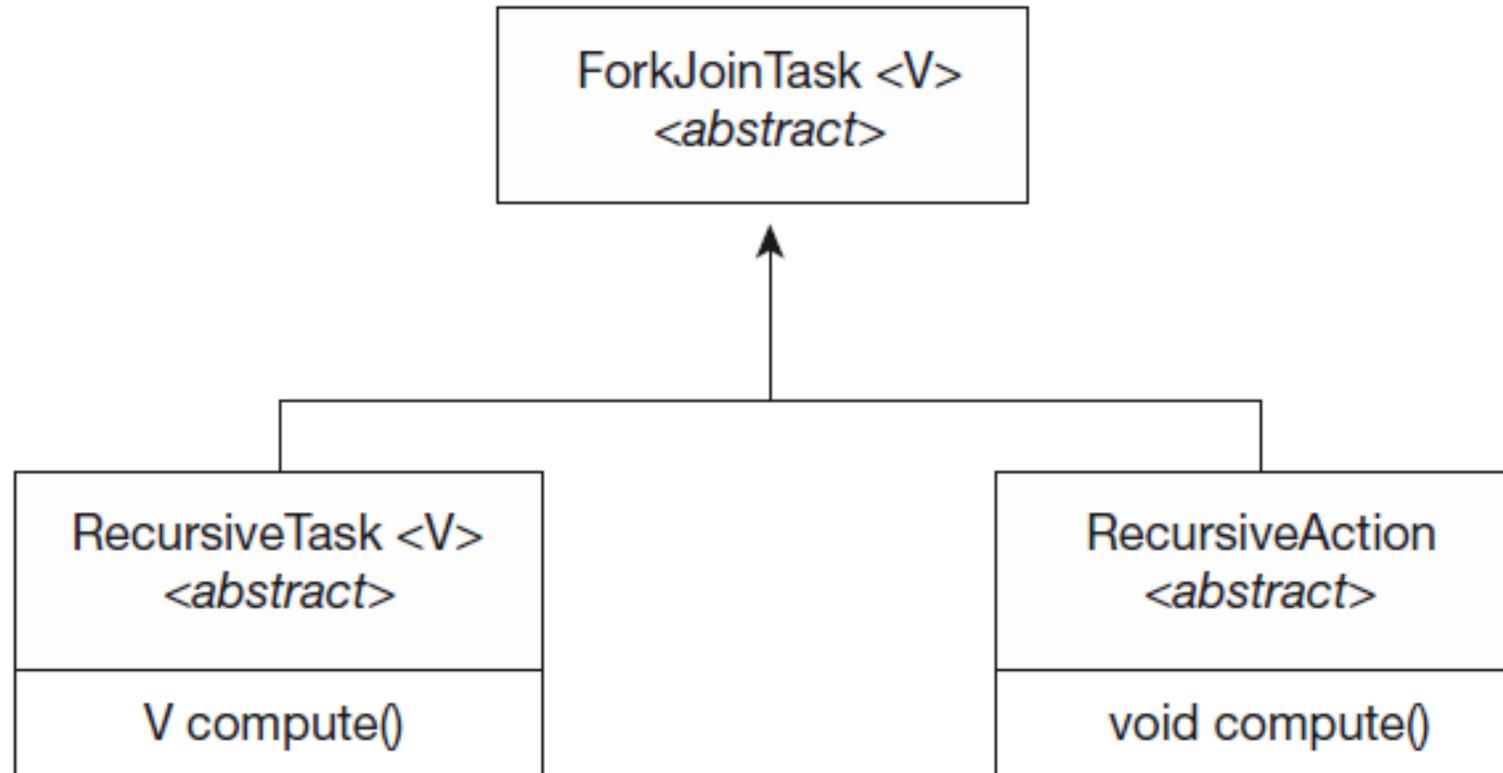


Figura 4.19 Diagramma UML della classe Java per il fork-join.

OpenMP / GCD / TBB

- **OpenMP** è un insieme di direttive del compilatore e una API per programmi scritti in C, C++ o FORTRAN che fornisce il supporto per la **programmazione parallela** in ambienti a memoria condivisa.
- **Grand Central Dispatch (GCD)** è una tecnologia per i sistemi operativi macOS e iOS di Apple. È una combinazione di estensioni del linguaggio C, una API e una libreria di runtime che permette agli sviluppatori di applicazioni di individuare sezioni di codice da eseguire **in parallelo**.
- **Intel Threading Building Blocks (TBB)** è una libreria di template che supporta la progettazione di **applicazioni parallele** in C++ e non richiede alcun compilatore o supporto linguistico speciale.

Programmazione multithread

PROBLEMATICHE

Chiamate di sistema fork() ed exec()

Gestione dei segnali

Cancellazione dei thread

Dati locali dei thread

Attivazione dello scheduler

Cancellazione di thread

I thread possono essere terminati utilizzando la **cancellazione asincrona** o la **cancellazione differita**.

La **cancellazione asincrona** interrompe immediatamente un thread, anche se si trova a metà di un aggiornamento.

La **cancellazione differita** informa un thread che dovrebbe terminare la sua esecuzione, ma gli consente di terminare in modo ordinato.

Nella maggior parte dei casi la cancellazione differita è preferibile alla terminazione asincrona.

Cancellazione in pthreads

pthreads permette di disabilitare o abilitare la **cancellazione dei thread**.

Modalità	Stato	Tipo
Off	Disabilitato	-
Differita	Abilitato	Differito
Asincrona	Abilitato	Asincrono

Windows vs. Linux

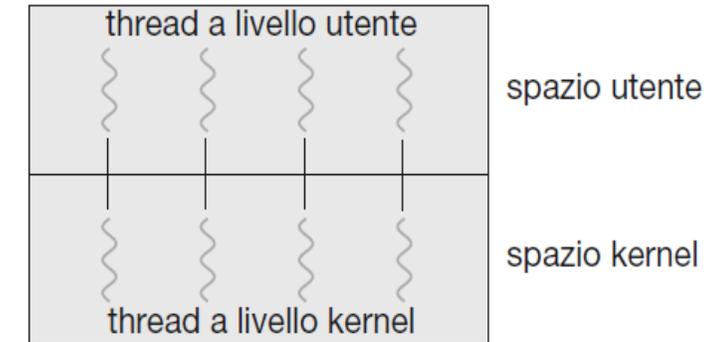
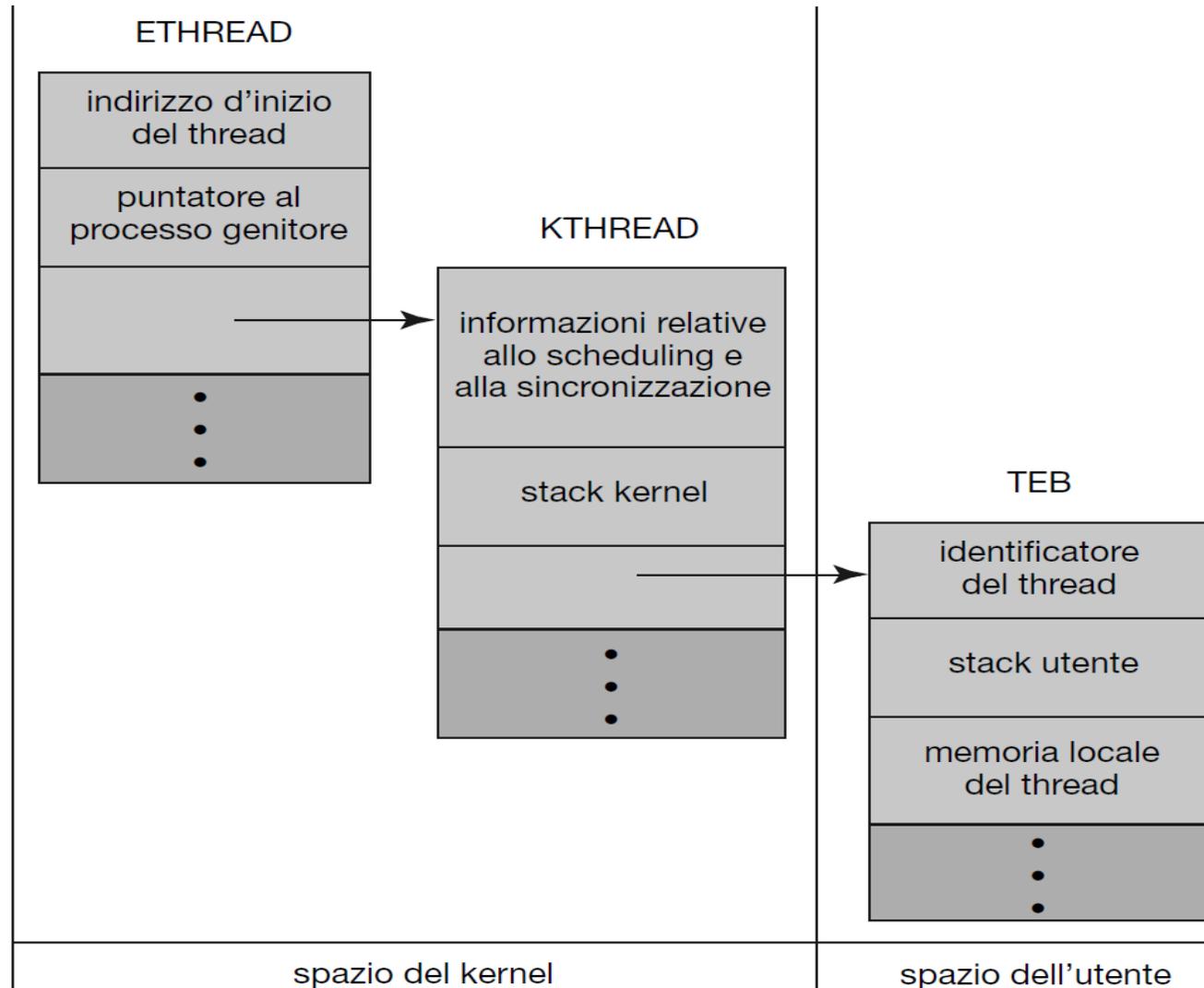


Figura 4.8 Modello da uno a uno.

Figura 4.21 Strutture dati di un thread Windows.

Windows vs. Linux

A differenza di molti altri sistemi operativi, **Linux** non distingue tra processi e thread, ma si riferisce a ciascuno come un **task**.

La chiamata di sistema **clone()** di Linux può essere utilizzata per creare task che si comportano in maniera più simile ai processi o più simile ai thread.

clone()

Quando `clone()` è invocata, riceve come parametro un insieme di indicatori (*flag*), al fine di stabilire quante e quali risorse del task genitore debbano essere condivise dal task figlio.

flag	significato
CLONE_FS	Condivisione delle informazioni sul file system
CLONE_VM	Condivisione dello stesso spazio di memoria
CLONE_SIGHAND	Condivisione dei gestori dei segnali
CLONE_FILES	Condivisione dei file aperti

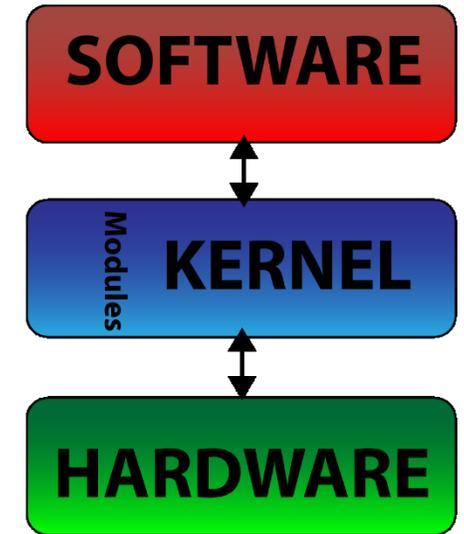
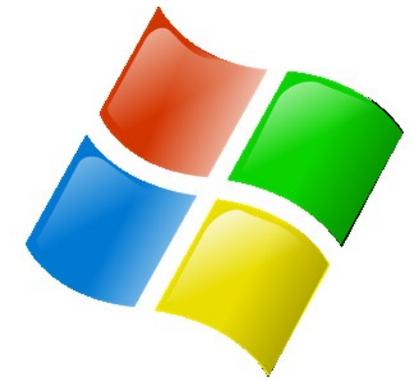
Figura 4.22 Alcuni dei flag passati quando viene invocata la funzione `clone()`.



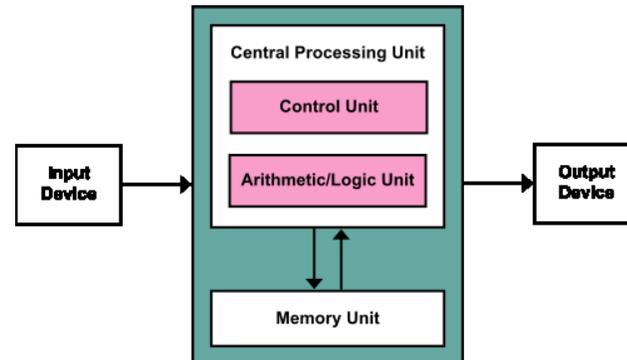
**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DELLA BASILICATA**

*Corso di Sistemi Operativi
A.A. 2019/20*

Thread



Docente:
**Domenico Daniele
Bloisi**



Ottobre 2019