




线程 (Thread)

举例：从 fork() 看线程

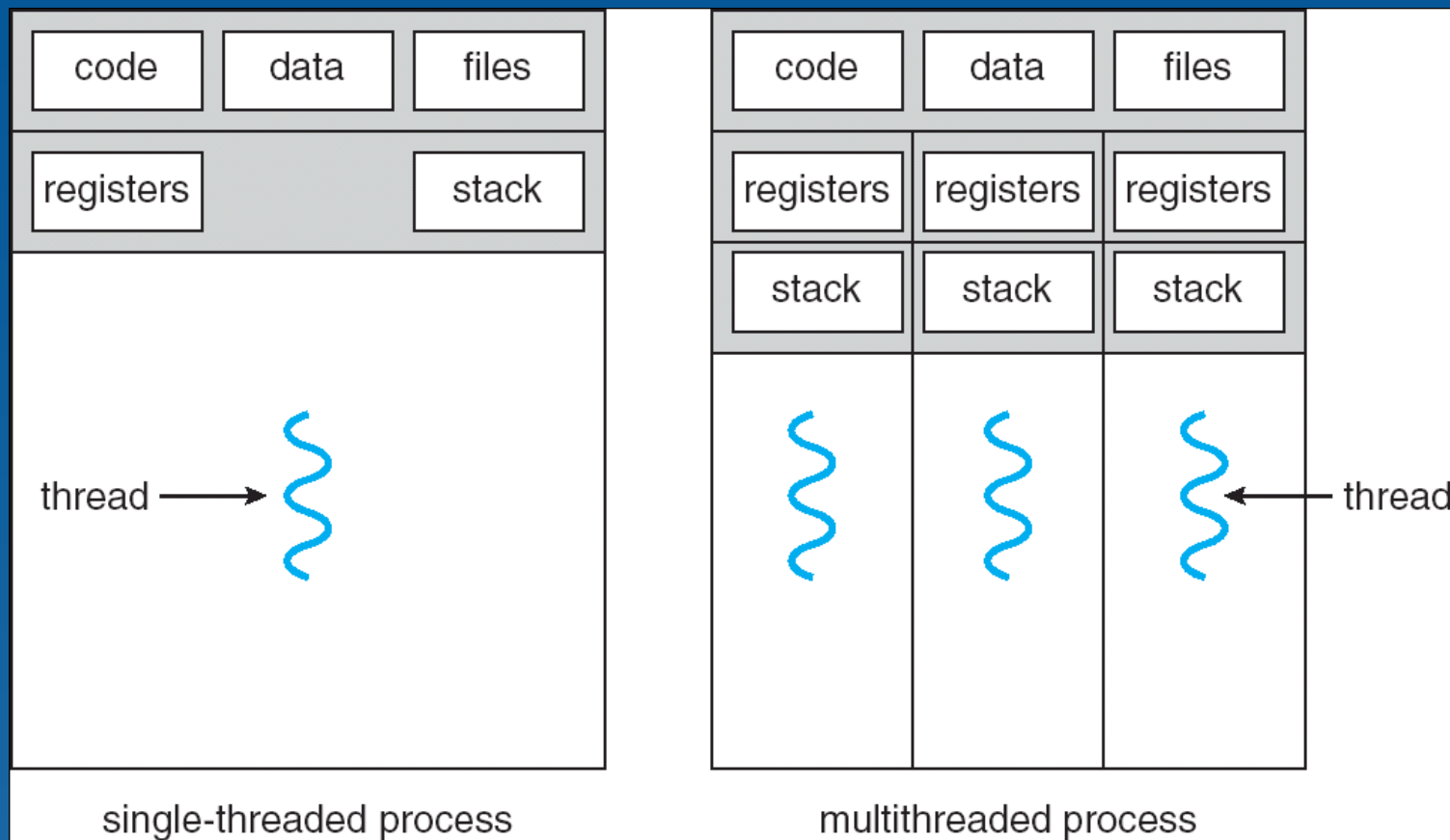
```
main()
{
    int pid = 0;

    printf("the parent is going to fork\n");
    if ((pid = fork()) != 0)
        printf("I am the father of %d\n", pid);
    else
        printf("I am the child\n");
}
```

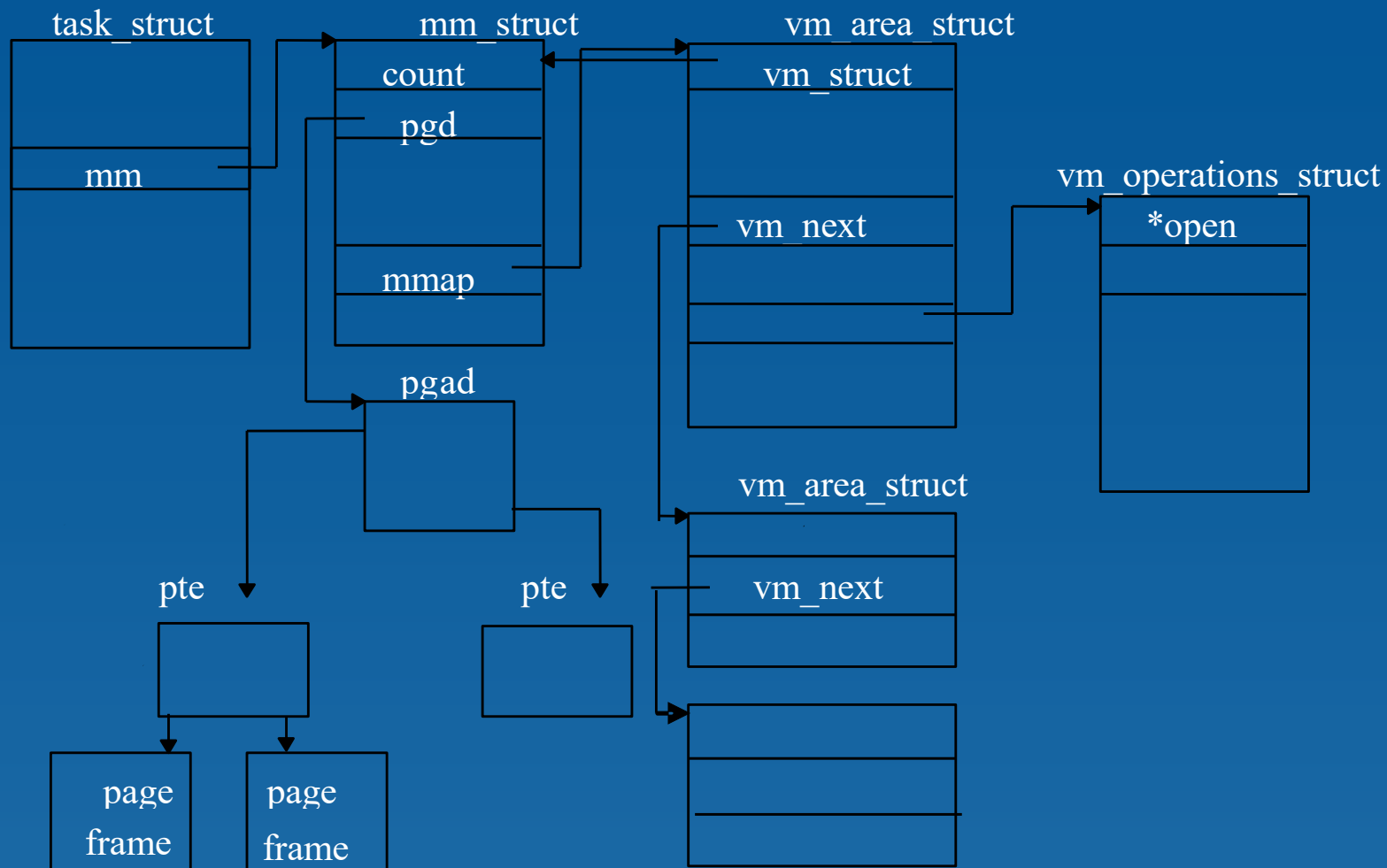


Single-threaded **vs** Multi-threaded

(单线程 **vs** 多线程)



线程间共享内存空间



线程相对于进程的优势

- ◆ **Responsiveness** (e.g. Web 应用前端)
- ◆ Resource **Sharing** (e.g. shared variable)
- ◆ **Economy** (e.g. save memory)
- ◆ Utilization of **MP Architectures**

用户级线程 (User Threads)

- ◆ 线程管理 (创建、资源申请、调度、通信等) 由 **user-level threads library**“一手包办”，不靠 OS 内核
- ◆ 举例， Three primary thread libraries:
 - ◆ Java threads
 - ◆ POSIX pthreads
 - ◆ Win32 threads

内核级 (Kernel Threads)

- ◆ 线程管理由操作系统内核的 kernel-level threads 实现
- ◆ 举例
 - ◆ Windows XP/2000
 - ◆ Solaris

多线程 (Multithreading) 模型

◆ Many-to-One

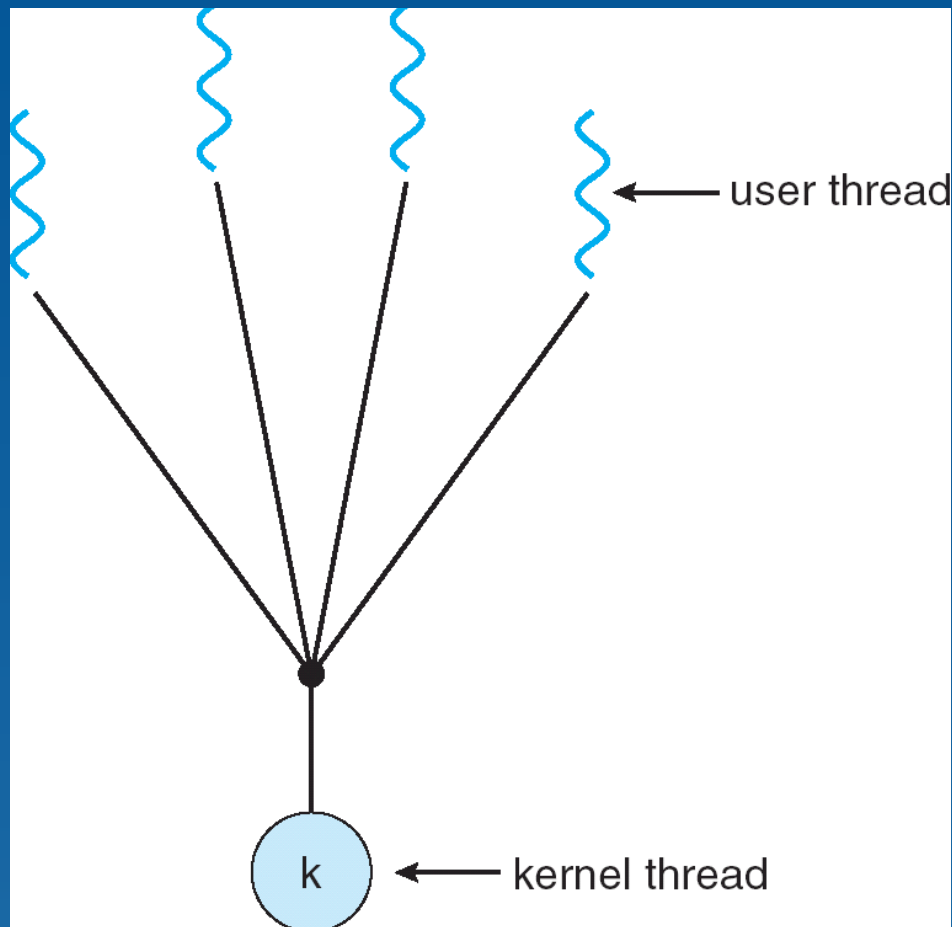
◆ One-to-One

◆ Many-to-Many

Many-to-One 模型

- ◆ 这种模型将多个 user-level threads 映射至同一个 kernel thread 。构成一组对应关系。
- ◆ 操作系统运行环境里，可以存在很多组。
- ◆ 举例
 - ◆ Linux
 - ◆ GNU Portable Threads ， 即 GNU pth
 - ◆ 凡是不支持线程的 OS 内核，都可以用这个模型

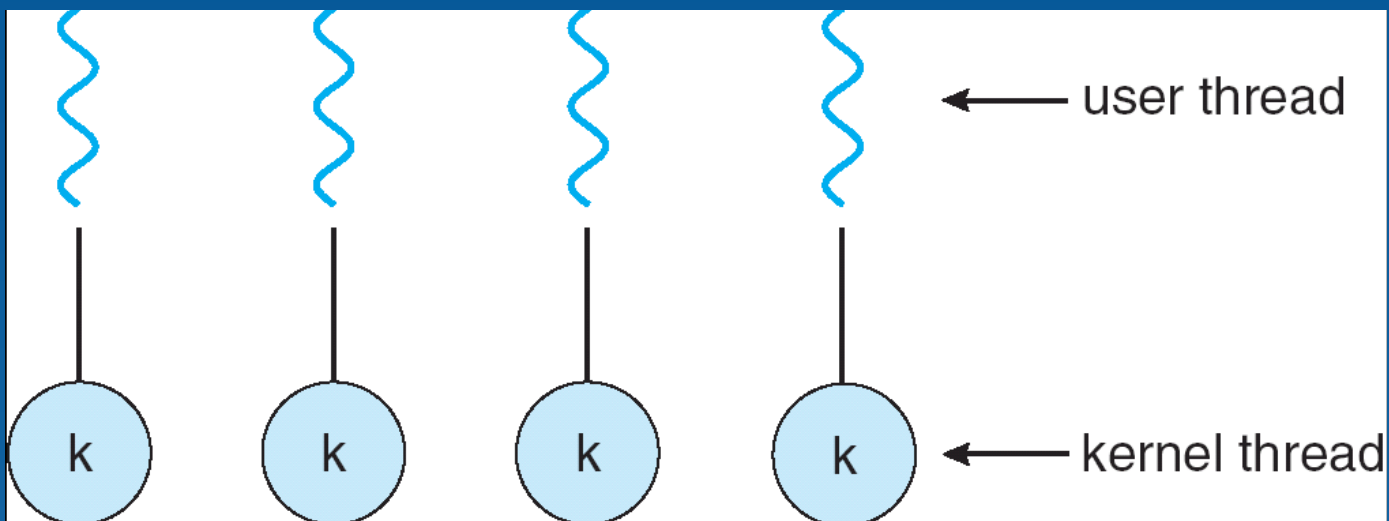
Many-to-One 模型



One-to-One 模型

- ◆ 这种模型将每个 user-level thread 映射至一个 kernel thread
- ◆ 举例
 - ◆ Windows NT/XP/2000
 - ◆ Solaris 9 and later

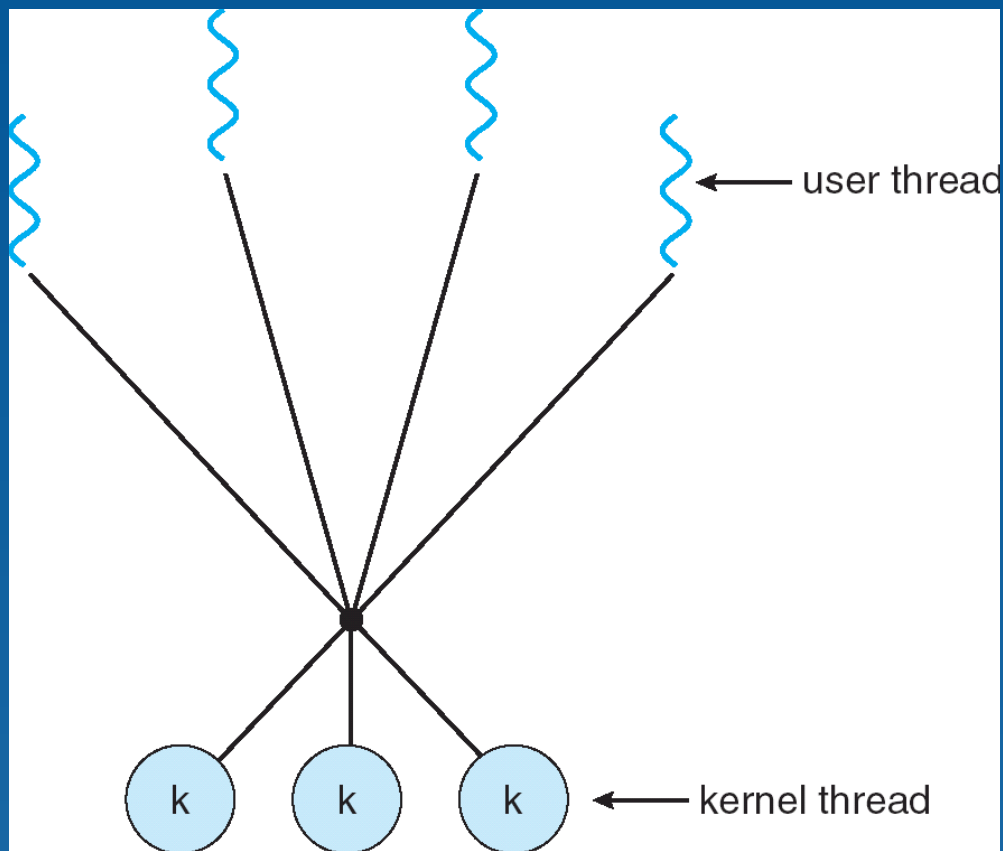
One-to-one 模型



Many-to-Many 模型

- ◆ 这种模型将 m 个 user-level threads 映射至 n 个 kernel threads
- ◆ 操作系统既可以一对一支持线程，又可以让一个 kernel level thread 兼顾多个用户级线程
- ◆ OS 内核相对较复杂
- ◆ 举例
- ◆ Solaris prior to version 9
- ◆ Windows NT/2000 with the *ThreadFiber* package

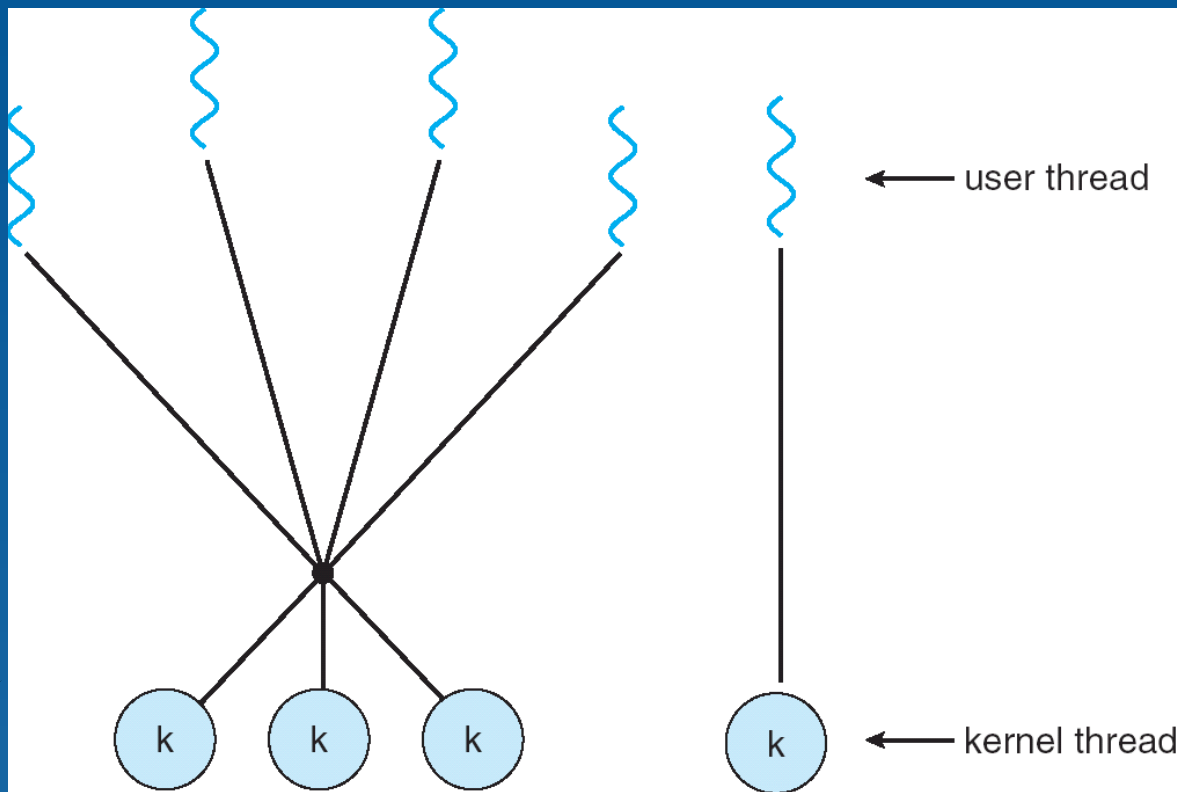
Many-to-Many 模型



Two-level 模型

- ◆ 与 m:n 的 Many-to-Many 模型相似，突出了 $n=1$ 的情形
- ◆ 举例
 - ◆ IRIX
 - ◆ HP-UX
 - ◆ Tru64 UNIX
 - ◆ Solaris 8 and earlier

Two-level 模型



线程管理相对于进程管理，带来的新问题

- ◆ **fork()** 操作和 **exec()** 操作的语义有变
- ◆ 撤销线程 (Thread cancellation)
- ◆ Signal handling
- ◆ Thread pools
- ◆ Thread specific data
- ◆ Scheduler activations
- ◆

fork() 操作和 exec() 操作的语义

- ◆ 某个线程调用了 `fork()`，那么，这次 `fork()` 操作仅仅复制调用线程呢？还是复制（与调用线程同属于一个 task 的）所有线程？

撤销线程 (Thread Cancellation)

- ◆ 语义：在线程正常完成操作前，终止它
- ◆ 至少有“撤销”语义：
 - ◆ 异步 (Asynchronous) 撤销：terminates the target thread immediately
 - ◆ 延后 (Deferred) 撤销：allows the target thread to periodically check if it should be cancelled



END