

Sistemas Distribuídos

Aula 3

Roteiro

- Threads
- Kernel level
- User level
- Escalonamento

Motivação: Servidor Web

- Considere Servidor Web que cria um **novo processo** para atender cada cliente
- **Muito ineficiente! Por que?**



- Processos fazem parte da mesma computação, compartilham muitas coisas (código, etc)
- Uso de Espaço: PCB, *page tables*, etc
- Uso de Tempo: criar e manter estrutura de dados, troca de contexto, etc.

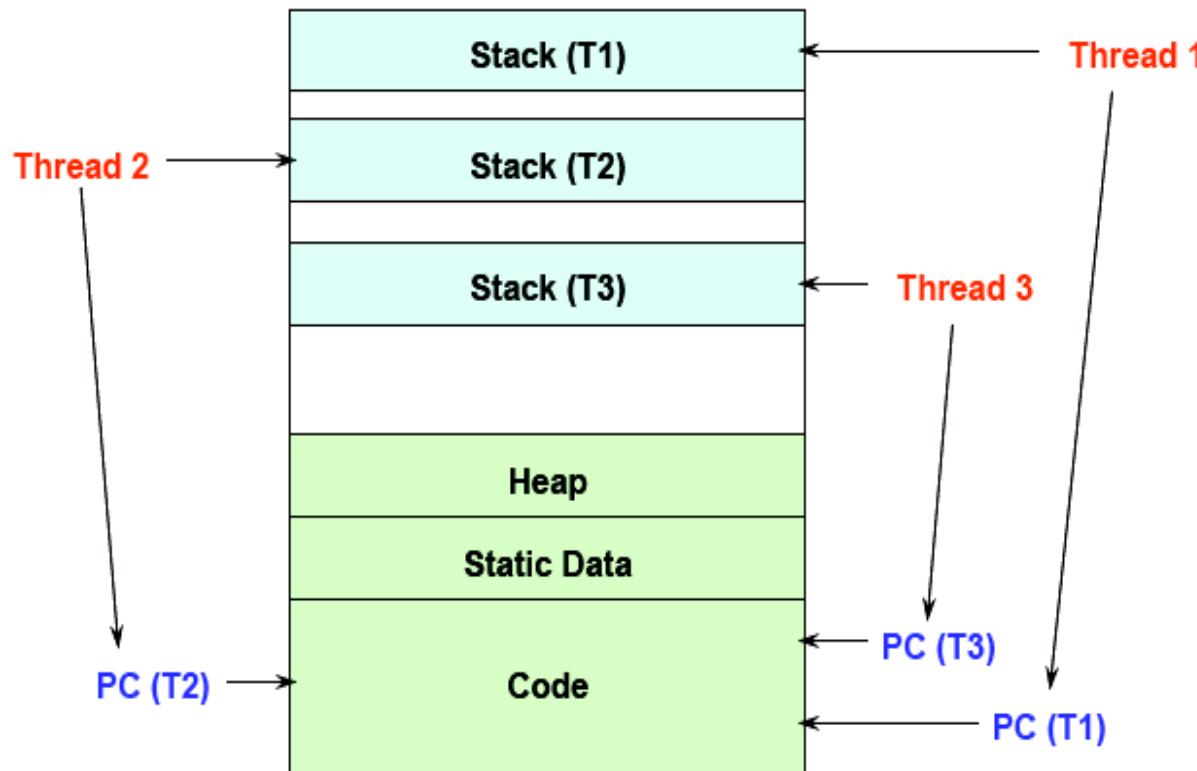
Solução?

Threads

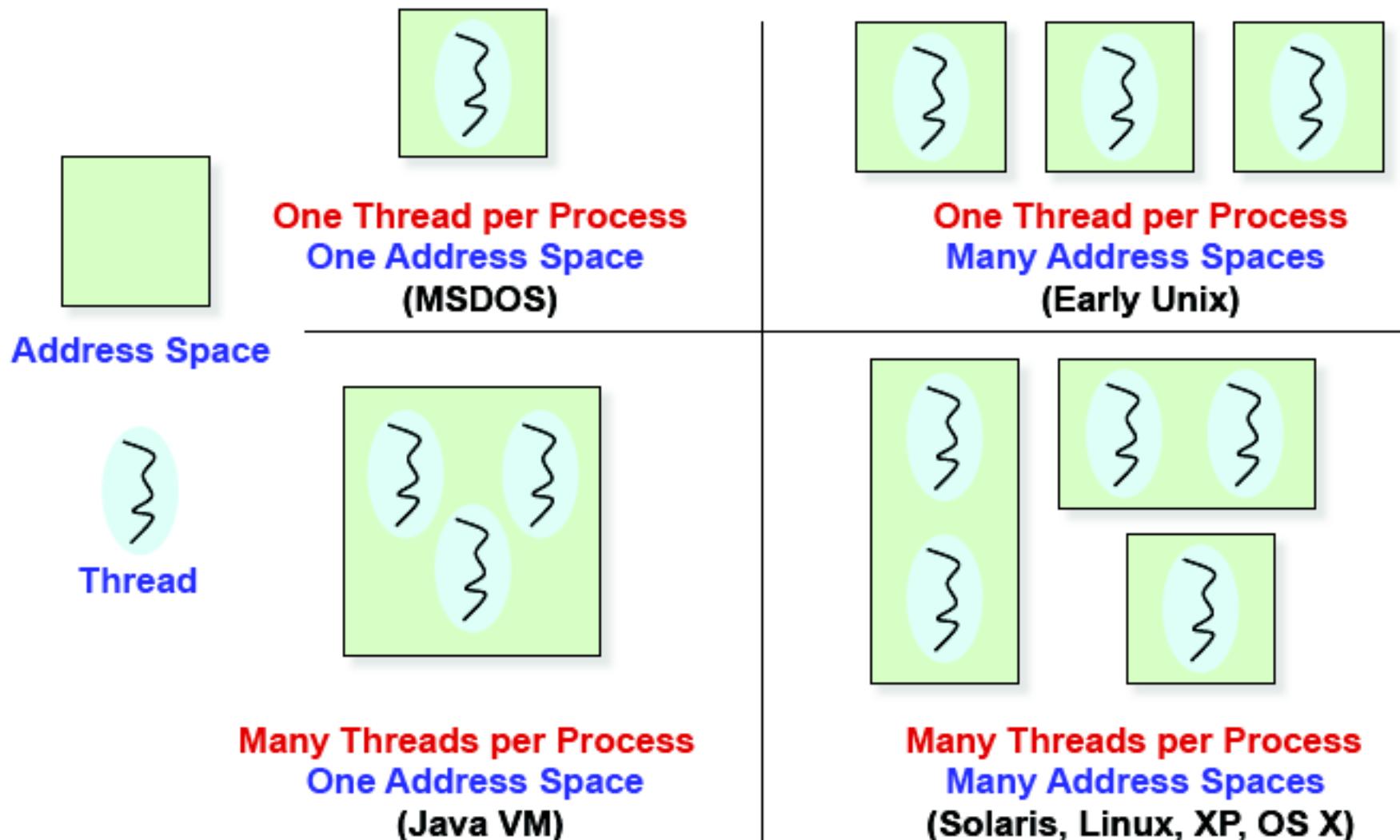
- **Ideia:** separar o conceito de processo do estado de execução
 - permitir que processos possam executar em mais de um lugar
 - múltiplas linhas de execução: *threads*!
- Estado de uma linha de execução
 - PC, SP, registradores
 - muito mais leve que estado de um processo
- Separação entre processo e thread
 - todo processo tem ao menos uma thread
 - toda thread pertence a exatamente um processo

Threads

- Passa a ser a unidade de escalonamento
 - dentro do espaço de endereçamento do processo
- Processo é estático (estado constante),
thread é dinâmica (estado varia com o tempo)
- Cada CPU (core) pode executar uma thread por vez



Projetando Threads



- *address space*: espaço de endereçamento de um processo (código + dados)

Por que usar *threads*?

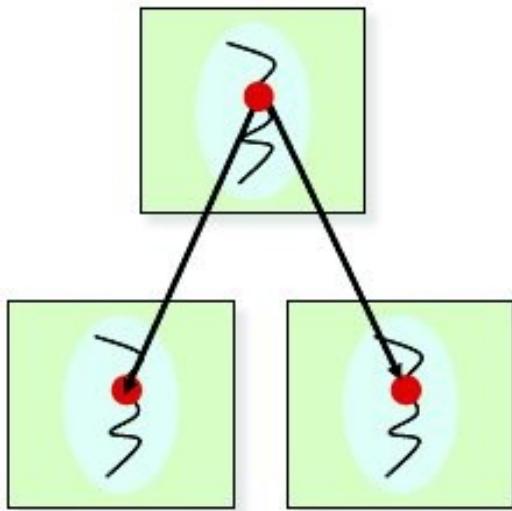
- Facilidade e eficiência do ambiente compartilhado para cooperação
 - programação paralela
- *Multithreading* oferece novas funcionalidades
 - melhor estrutura do programa
 - manuseio de atividades concorrentes
 - aproveitamento de múltiplas CPUs (cores)
 - sobreposição entre I/O e computação

Aumento da complexidade do programa

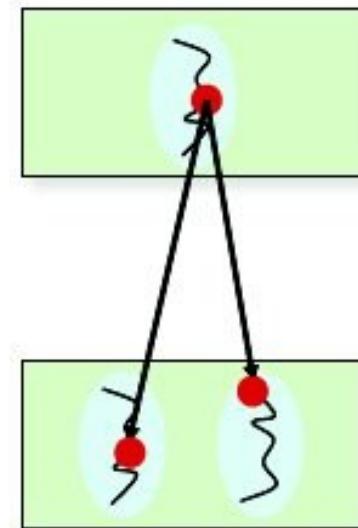
- ex. uso de sincronização (que veremos)

Exemplo do Servidor Web

- Criando novo processo para cada cliente



- Criando nova *thread* para cada cliente



- Canhão para uma tarefa pequena

- Muito mais eficiente (e elegante)



Gerenciando Threads

- Como gerenciar e escalar threads?
 - antes cada processo tinha uma thread, e agora?
- Duas opções
 - *threads* são explicitamente reconhecidas pelo SO
 - *threads* são escondidas do SO e gerenciadas pelo programa (nível de usuário)
- Aspectos importantes
 - custo de troca de contexto, custo de representar a thread (memória)
 - qual thread do processo deve ser escalonada?
 - como lidar com chamadas bloqueantes?

Kernel Level Threads

- SO gerencia threads e processos
 - operação de threads implementadas no kernel
 - aka. lightweight processes (LWP)
- Unidade de escalonamento é threads
 - “processo” não é mais escalonado
 - se uma thread fica bloqueada outra do mesmo processo pode executar
- SO decide escalonamento de threads intra e inter processos
 - resolve também questão de justiça entre processos
 - ex. P1 tem 1 thread, P2 tem 10 threads. Todas querem executar. CPU com 2 cores. Como escalonar?

Vantagens e Desvantagens

- Kernel level threads é mais leve que processos
 - bem menos estado mantido pelo Kernel
- Mas ainda são pesadas
 - demandam *system calls* (para criar e sincronizar)
 - precisam ser gerais para acomodar diferentes demandas
- Como ser ainda mais leve?
 - tão leve quanto uma chamada de função?

User Level Threads

- Implementação de threads no nível do usuário
 - gerenciadas por uma biblioteca de execução de threads acoplada ao programa
- Invisíveis para o SO (Kernel)
 - representadas apenas dentro do processo
 - estado de cada thread mantida pelo processo, pela biblioteca de execução de threads
- Criação, troca de contexto, sincronização entre threads feito por chamadas de função dentro do programa!
- Gerenciamento 100x mais rápido que kernel level threads



Limitações

- Limitação de user level threads?

- Por serem invisíveis para o SO, problemas surgem
 - Escalonar um processo que não tem threads prontas para executar
 - Suspender um processo onde uma thread faz uma chamada bloqueante, tendo outras threads prontas
 - Multiplexar CPU entre processos com número diferente de user-level threads

Kernel e User Level Threads

■ Kernel Level Threads

- Integradas com o SO
- Lentas para criar, gerenciar, sincronizar
- Disponível em praticamente todos SO
- Windows, Linux, Mac OS X, Solaris

■ User Level Threads

- Gerenciamento feito por biblioteca acoplada ao programa
- Rápidas para criar, manipular, sincronizar
- Não reconhecidas pelo SO
- Bibliotecas
 - Pthreads, Windows threads, Java threads

Kernel e User Level Threads

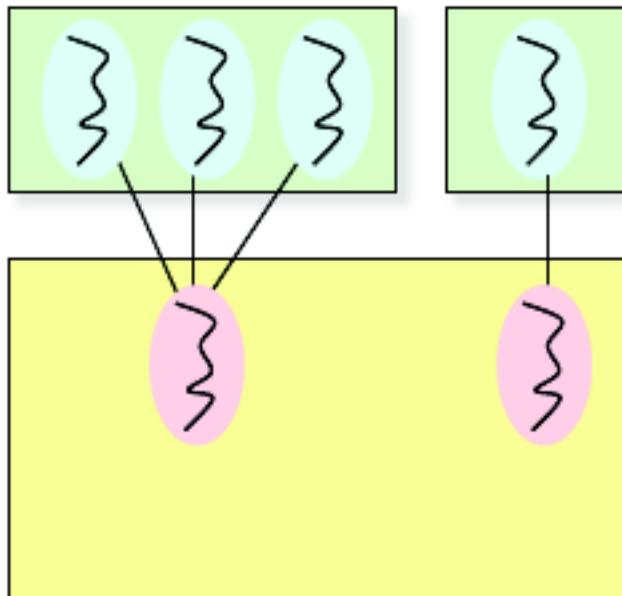


- Como obter o melhor dos dois lados?

Juntando as duas ideias!

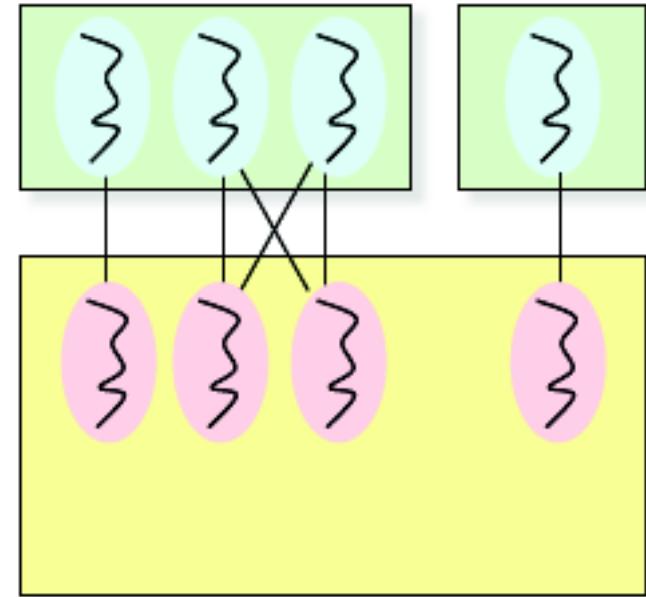
- Usar os dois tipos de threads
 - associar kernel level thread a user level threads
 - biblioteca (user level) conversa com o SO (kernel level)
- Java Virtual Machine (JVM) é um processo
 - com suporte a java threads (user-level)
- JVM pode usar kernel level threads
 - cada kernel level thread pode executar uma ou mais java threads

Multiplexando Kernel e User Level Threads



User Space

Kernel Space



- User level threads (de um processo) executadas por uma única kernel level thread

- User level threads (de um processo) executadas por múltiplas kernel level threads

Implementação de Threads

- Muitos aspectos precisam ser resolvidos
 - interface com programa (criar, esperar, etc)
 - troca de contexto
 - escalonamento
 - sincronização
 - sinais
- Solução faz parte da especificação da biblioteca de threads (user level ou kernel level)
 - há diferenças entre bibliotecas ou SOs

Cuidado em saber como funciona!

Escalonamento de User Level Threads

- Determina qual thread vai ser colocada em execução
- Usa fila de threads que estão prontas para executar
 - como o escalonador do SO, mas feito pela biblioteca de user level threads



- Como trocar de thread (*user level*)?
 - thread em execução está na CPU!

Escalonamento de User Level Threads

- **Não preemptivo**: thread explicitamente libera a CPU, devolvendo o controle à biblioteca
 - thread que roda para sempre trava as outras!
- **Preemptivo**: thread interrompida durante sua execução, assincronamente, devolvendo controle à biblioteca
- Como gerar preempção?
 - Sinais! SO Envia sinal de alarme ao processo, signal handler que trata sinal pertence a biblioteca

Exemplo

- Um processo, duas user level threads
- Escalonamento não-preemptivo
 - *thread_yield()* força a troca de contexto

Thread Ping

```
while (true) {  
    print("ping");  
    thread_yield();  
}
```

Thread Pong

```
while (true) {  
    print("pong");  
    thread_yield();  
}
```

- Escalonamento preemptivo
 - thread interrompidas por *timer* (ex. 1ms)

Thread Ping

```
while (true) {  
    print("ping");  
}
```

Thread Pong

```
while (true) {  
    print("pong");  
}
```

- O que será impresso em cada caso?