

SuperComputação

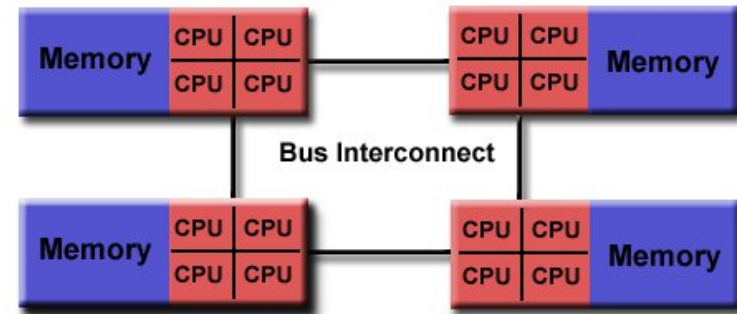
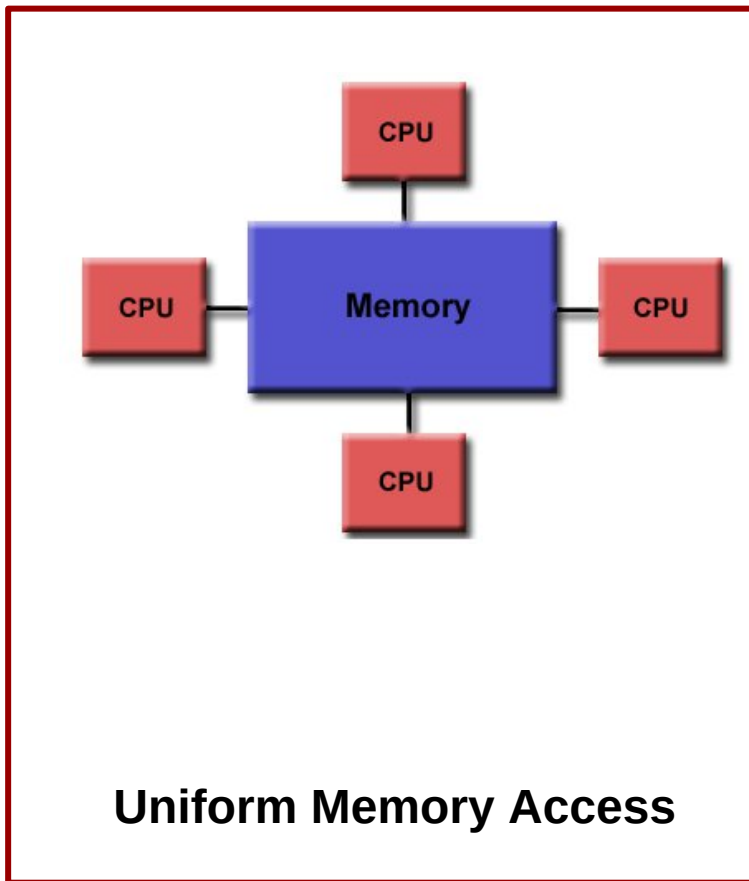
Aula 14 – Efeitos Colaterais

2020 – Engenharia

Luciano Soares <lpsoares@insper.edu.br>

Igor Montagner <igorsm1@insper.edu.br>

Sistemas Multi-core



Conceito 1: Dependência

Um loop tem uma **dependência** de dados sua execução correta depende da ordem de sua execução.

Isto ocorre quando **uma iteração depende de resultados calculados em iterações** anteriores.

Quando não existe nenhuma dependência em um loop ele é dito **ingenuamente paralelizável**.

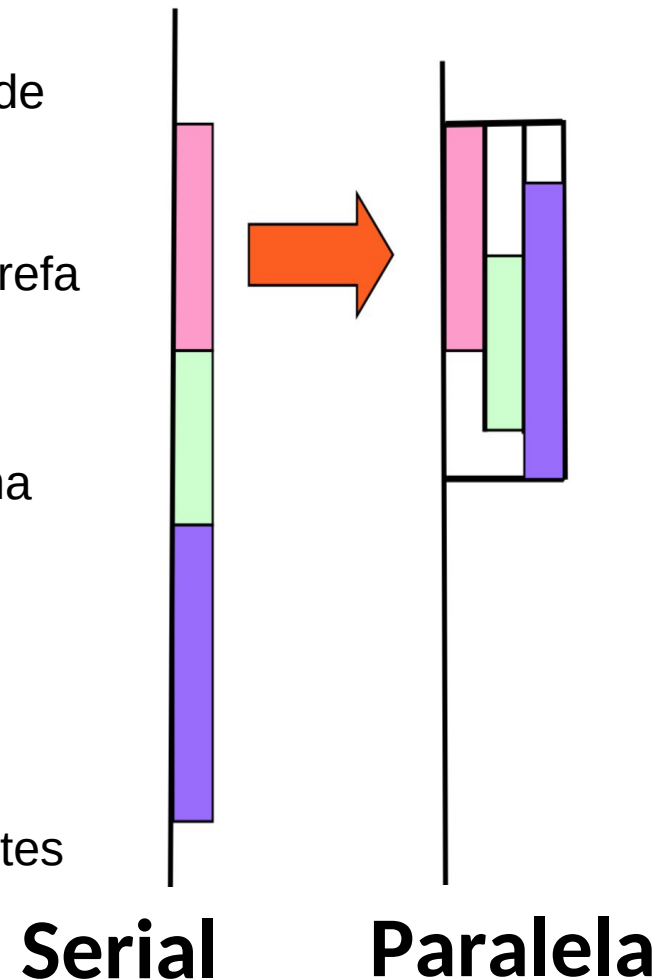
Conceito 2: Paralelismo

Paralelismo de dados: faço em paralelo a mesma operação (lenta) para todos os elementos em um conjunto de dados (grande).

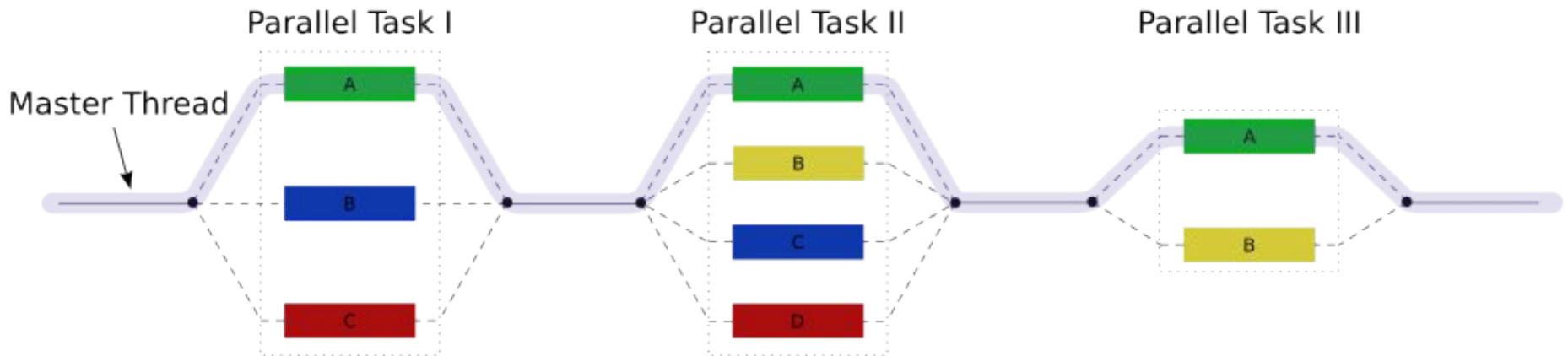
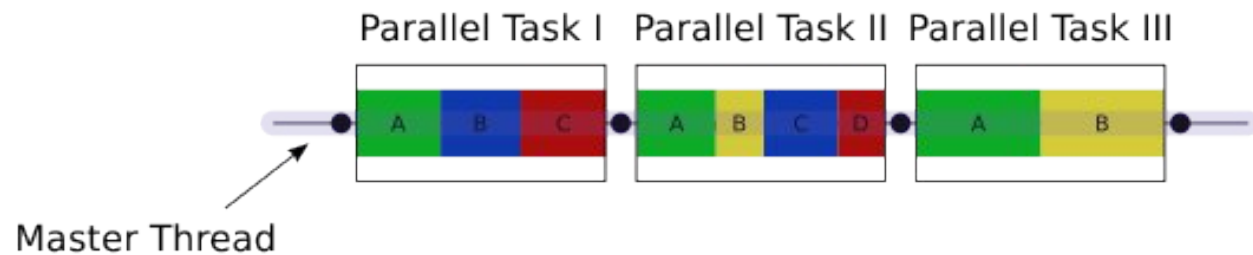
Paralelismo de tarefas: faço em paralelo duas (ou mais) tarefas independentes. Se houver dependências quebro em partes independentes e rodo em ordem.

Paralelismo de tarefas

- A tarefa é definida em um bloco estruturado de código
- Tarefas podem ser aninhadas: isto é, uma tarefa pode gerar novas tarefas
- Cada thread pode ser alocada para rodar uma tarefa
- Não existe ordenação no início das tarefas
- Tarefas são unidades de trabalho independentes



Paralelismo de dados



Aula passada

1. Existe uma dependência de dados em relação ao gerador de números aleatórios
1. Podemos posicionar o gerador em qualquer posição usando a função discard
2. Mas isso piora a complexidade do algoritmo



Complexity

Linear in z .

Efeitos colaterais

Conceito 3: Efeito colateral

"Um bloco de código tem efeitos colaterais quando modifica o estado global do programa."

1. Escrever em uma variável compartilhada
2. Mexer no conteúdo de um ponteiro ou referência
3. Ler/escrever em um arquivo
4. Chamar uma função que tem efeitos colaterais

Conceito 3: Efeito colateral

"Um bloco de código tem efeitos colaterais quando modifica o estado global do programa."

Isto pode levar a situações em que

a ordem de execução das operações muda o resultado de um programa.

Efeitos colaterais e dependências

Mundo ideal: nenhuma função modifica o estado global do programa, facilitando muito a paralelização

Mundo real: eliminar todos efeitos colaterais pode tornar o código menos claro, menos eficiente e muito menos legível

Efeitos colaterais e dependências

Linguagens funcionais

Mundo ideal: nenhuma função modifica o estado do programa, facilitando muito a paralelização

Mundo real: eliminar todos efeitos colaterais pode tornar o código menos claro, menos eficiente e muito menos legível

Efeitos colaterais e dependências

Mundo ideal: nenhuma função modifica o estado global do programa, facilitando muito a paralelização

Mundo real: **controlar** efeitos colaterais na **parte paralela** do código pode

1. evitar problemas de compartilhamento de dados e de concorrência por recursos
2. facilitar a identificação de dependências possivelmente problemáticas

Conceito 4: Thread safety

"Uma função é threadsafe quando pode ser executada por várias threads sem que ocorram interações não intencionais."

1. Escrever código sem efeitos colaterais
2. Usar primitivas de sincronização



Atividade prática

Escrevendo código threadsafe I (30 minutos)

1. Controlando efeitos colaterais em dados compartilhados

Efeitos colaterais - Estratégias de controle

- Redução (for paralelo)
- Criar cópias por thread de um item de dados compartilhado
 - Resultados podem não ser equivalentes ao sequencial
- **Sincronização**

Conceito 5: Sincronização

"Definir quais ordens de execução entre threads são válidas"

- Threads esperarem umas pelas outras para evitar que façam operações inválidas
 - atualizar uma variável compartilhada
 - usar tipos de dados complexos (`std::vector`)
 - executar operações que precisam ser feitas sem interrupção

Conceito 6: Região crítica

"Bloco de código que só pode ser executado uma thread por vez"

- Força serialização de uma região
- Caro
- Implementada no OpenMP

Atividade prática

Sincronizar acessos a uma variável compartilhada

1. Usar diretivas de sincronização do OpenMP
2. Medir custos de sincronização

Insper

www.insper.edu.br