Programação Multicore

OpenMP

Demetrios A. M. Coutinho - NADIC/IFRN

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

May 3, 2023

Agenda

Part 1 - **Contexto e Motivação**

Part 2 - **Paralelismo de Hardware e Software**

Part 3 - **Computação Paralela com OpenMP**

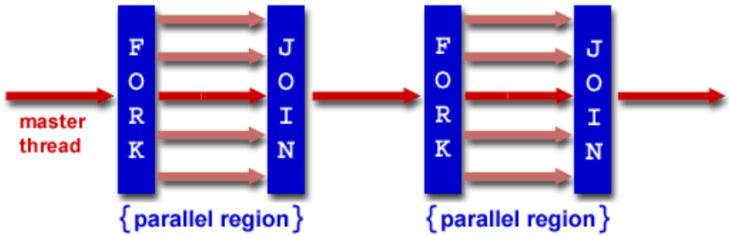
Part 4 - **Computação Paralela em Cuda**

Next

OpenMP

- OpenMP (*Open Multi-Processing*) é uma API multiplataforma para multiprocessamento, usando memória compartilhada.
- Composta por um conjunto de diretivas para o compilador, funções de biblioteca e variáveis de ambiente as quais especificam a implementação de um programa paralelo em C/C++.

Região Paralela



- O programa começa com uma única thread: **master thread**.
- fork: o **master thread** inicia um conjunto de threads.
- join: somente o **master thread** continua a executar.

Região Paralela

```
/* sequential, master thread ... */
#pragma omp parallel [clause...]
{
/* parallel, all threads ... */
}
/* sequential, master thread ... /*
```

- A estrutura é sempre **#pragma omp diretiva clausulas**.
- A diretiva **Parallel** cria novas threads.
- A quantidade de threads é igual ao número de núcleos, quando não especificado a quantidade de threads.

nadic
Núcleo de Análise de Dados e Inteligência Computacional

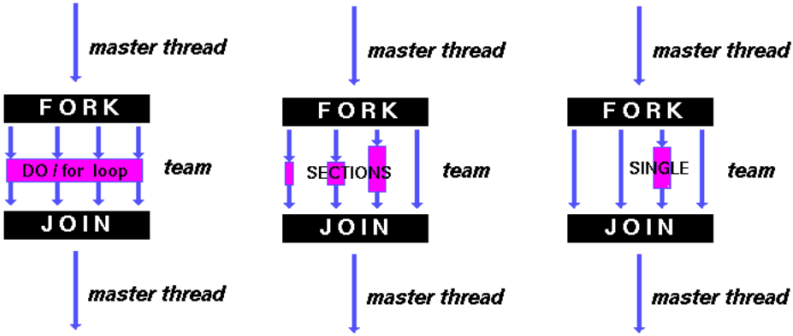
Hello World

```
//gcc -fopenmp hello.c -o hello
#include <omp.h>
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
int main()
{
    omp_set_num_threads(4);

    #pragma omp parallel
    {
        int id = omp_get_thread_num();
        printf("Hello, world! This is thread %d out of
↪  %d.\n", id, num_threads);
    }
```

Next

Divisão de Tarefas



Divisão de Tarefas com **OpenMP For**

```
#pragma omp for [clause...]
for (init;test;incr){
/* ... */
}
```

- Deve estar dentro de um bloco paralelo.
- Restrições sobre a variável de laço e expressões de controle:
  - Variável do laço deve ser **int**, **iterator** ou **ponteiro**.
  - O teste deve ser um dos $<$, $\leq$, $>$, $\geq$.
  - O incremento pode ser $++$, $-$, $+=$, $-=$, $+$, $-$.
  - O teste e o incremento devem ser **invariáveis** dentro do laço.
  - Podem haver vários laços aninhados.
  - O programador é responsável por **dependências** dentro das iterações.

nadic
Núcleo de Análise de Dados e Inteligência Computacional

Exemplos

Vamos ver algums exemplos de divisão de tarefas.

Next

Escopo de Dados

- **Definição de Escopo de Dados:** controle do acesso dos threads a dados compartilhados.
- **Dados Privados:** variáveis que devem ser alocadas separadamente para cada thread, cada thread terá uma cópia privada da variável.
- **Dados Compartilhados:** variáveis que são acessadas por todos os threads em uma região paralela.
- **As cláusulas `private` e `shared`:** permitem controlar o escopo dos dados em uma região paralela.

```
int i, sum = 0;
#pragma omp parallel for private(i) shared(sum)
for (i = 0; i < N; i++) {
    sum += a[i];
}
```

nadic
Núcleo de Análise de Dados e Inteligência Computacional

Next

OpenMP barrier

```
/* before */
#pragma omp barrier
/* after */
```

- Nenhuma thread cruza barreira até as outras threads atingirem a barreira.
- Algumas diretivas omp possui uma barreira implícita.
- A cláusula nowait pode remover a barreira implícita.

OpenMP critical

```
#pragma omp critical [name]
{
/* ... */
}
```

- Declara uma região crítica.
- Todas as regiões críticas com o mesmo `name` são mutuamente exclusivos.
- Regiões críticas sem nome indicam a mesma região crítica.

Práticas

Mão na massa.