

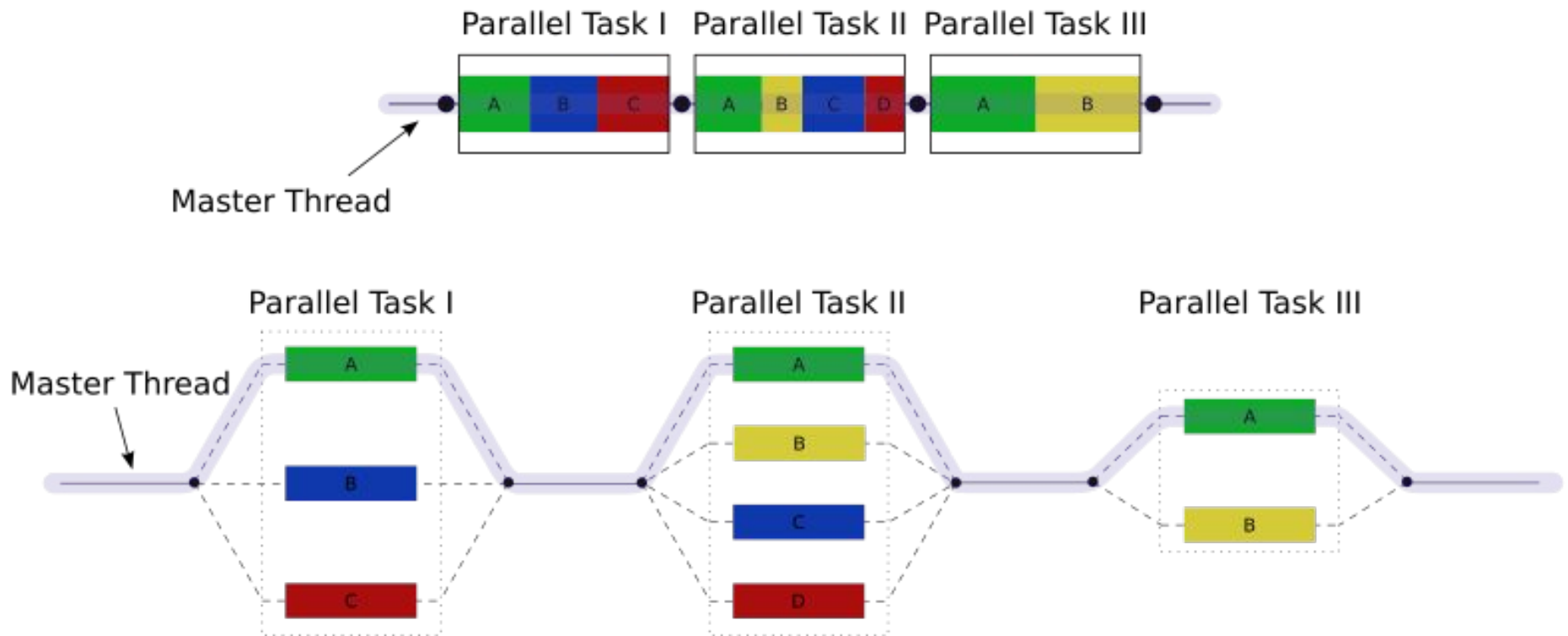
SuperComputação

Aula 6 – Introdução ao OpenMP

2020 – Engenharia

Igor Montagner, Luciano Soares [<igorsm1@insper.edu.br>](mailto:igorsm1@insper.edu.br)

Modelo fork-join



Roteiro: Modelo fork-join raiz

Parte 1:

```
#include <thread>
#include <iostream>

void thread_f(int id) {
    std::cout << "Thread #" << id << std::endl;
}

int main() {
    int max_threads = std::thread::hardware_concurrency();

    std::thread *array = new std::thread[max_threads];

    for (int i = 0; i < max_threads; i++) {
        array[i] = std::thread(thread_f, i);
    }

    for (int i = 0; i < max_threads; i++) {
        array[i].join();
    }
}
```

Roteiro: Modelo fork-join raiz

```
void soma_thread(double *vec, int n, int start, int end, double *res) {
    *res = soma_vec_seq(vec, n, start, end);
}

double soma_vec_par(double *vec, int n) {
    int max_threads = std::thread::hardware_concurrency();
    std::thread *arr = new std::thread[max_threads];
    double *somas_parciais = new double[max_threads];

    int part_size = n / max_threads + 1;

    for (int i = 0; i < max_threads; i++) {
        somas_parciais[i] = 0;
        int start = i * part_size;
        int end = start + part_size;
        if (end > n) end = n;
        arr[i] = std::thread(soma_thread, vec, n, start, end, &somas_parciais[i]);
    }

    double sum = 0;
    for (int i = 0; i < max_threads; i++) {
        arr[i].join();
        sum += somas_parciais[i];
    }
}
```

Modelo fork-join e threads

- Todas as threads rodam a mesma função
- Espero todas acabarem para recolher os resultados
- Digo explicitamente quais variáveis são usadas em cada thread e se elas são locais da thread ou se são compartilhadas (via ponteiros)

Hoje

- Introdução a OpenMP
- Atividade prática: calculando pi com OpenMP

OpenMP

- Conjunto de extensões para C/C++ e Fortran
- Fornece construções que permitem paralelizar código em ambientes multi-core
- Padroniza práticas SMP + SIMD + Sistemas heterogêneos (GPU/FPGA)
- Idealmente funciona com mínimo de modificações no código sequencial

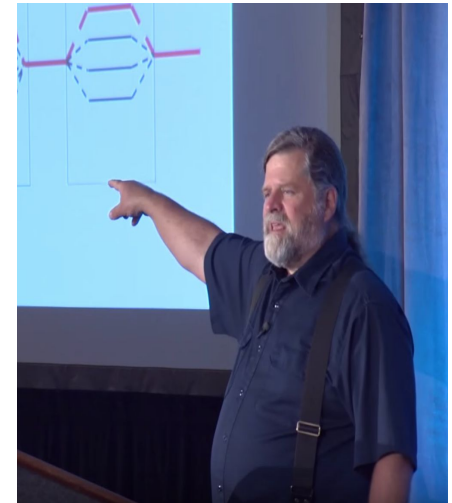
Fontes importantes

A brief Introduction to parallel programming

Tim Mattson

Intel Corp.

timothy.g.mattson@intel.com



Vídeos:

<https://www.youtube.com/watch?v=pRtTIW9-Nr0>

<https://www.youtube.com/watch?v=LRsQHDAqPHA>

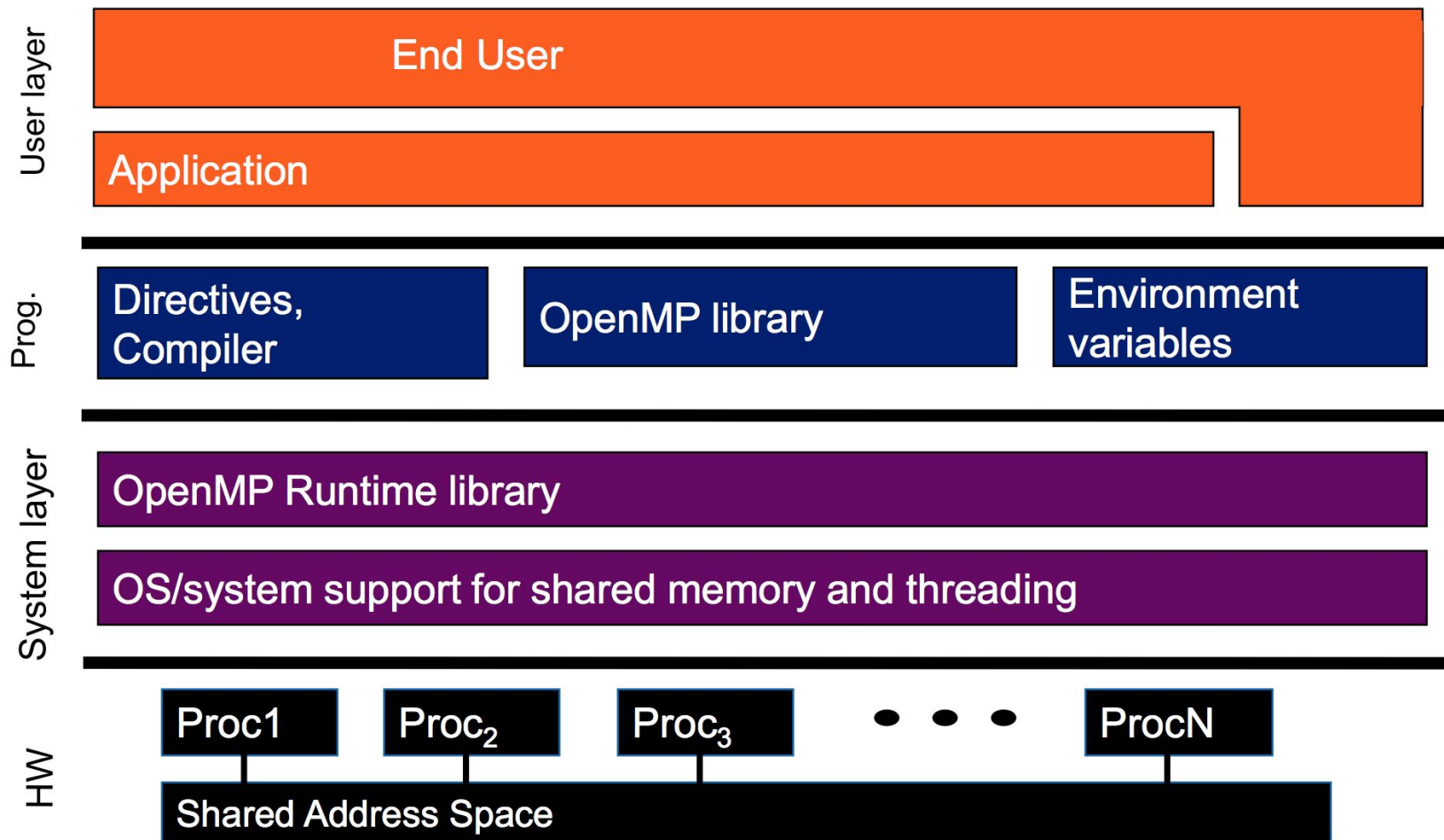
<https://www.youtube.com/watch?v=dK4PITrQtjY>

https://www.youtube.com/watch?v=WvoMpG_QvBU

Slides:

http://extremecomputingtraining.anl.gov/files/2016/08/Mattson_830aug3_HandsOnIntro.pdf

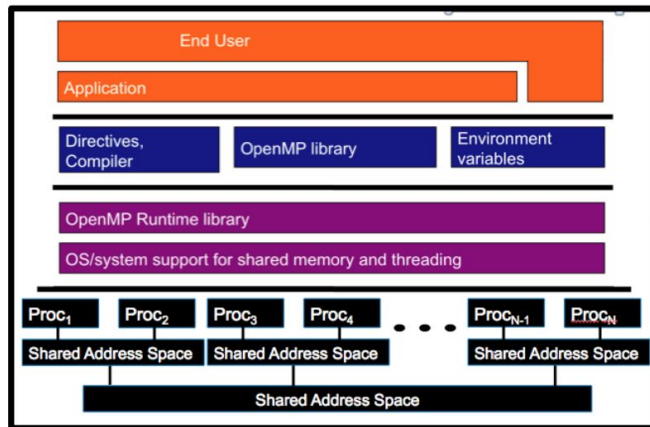
OpenMP (host / NUMA)



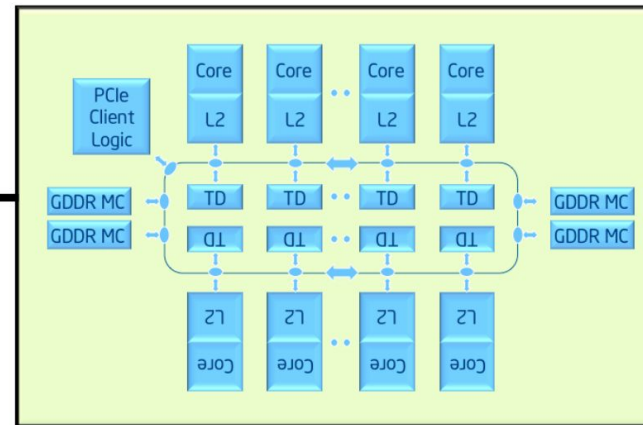
OpenMP (heterogêneo / target)

Version 4.0-4.5

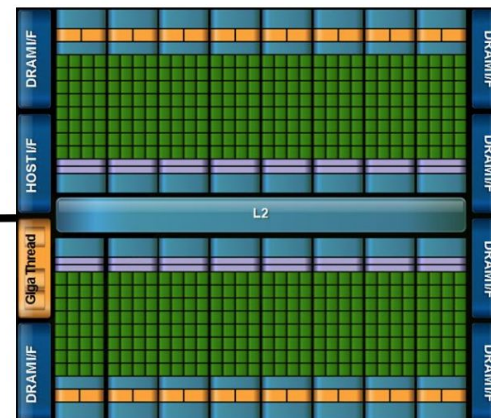
Supported (since OpenMP 4.0) with target, teams, distribute, and other constructs



Host



Target Device: Intel® Xeon Phi™
coprocessor



Target Device: GPU

OpenMP - sintaxe

Diretivas de compilação

#include <omp.h>

#pragma omp construct [params]

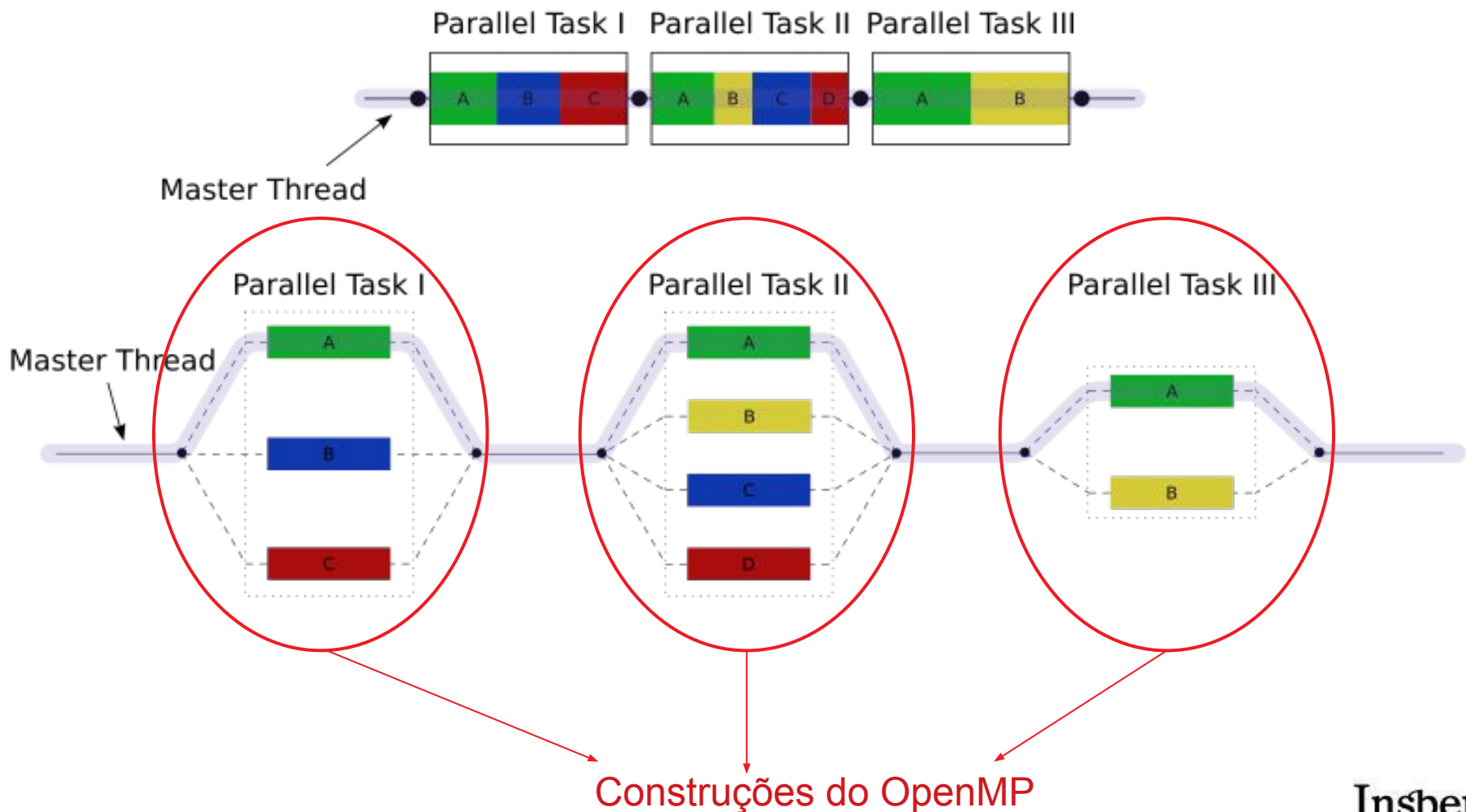
Aplicadas a um bloco de código

limitado diretamente por { }

for (...) { }

Com join implícito

OpenMP – aplicação do modelo fork-join



Atividade prática – parte 1

Criação de threads usando OpenMP

API simples para obter/definir

- Número máximo de threads
- Thread atual

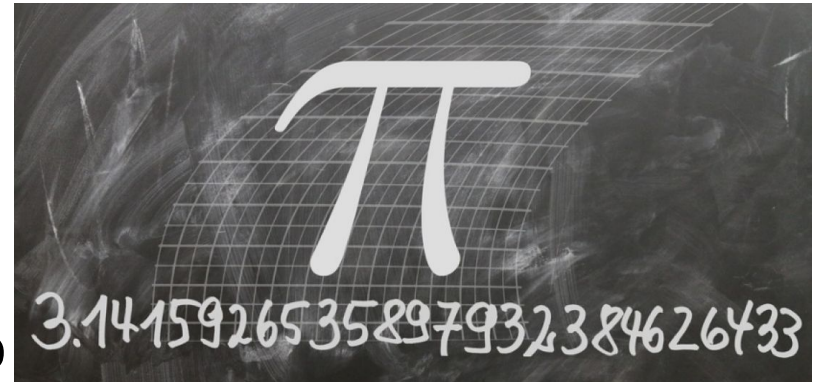
Atividade prática – parte 2

Criar versão usando OpenMP do programa da aula passada

Atividade prática – parte 2

- Recorde atual:

- por Peter Trueb (Dectris)
- 22,459,157,718,361 dígitos
- 105 dias de processamento



- Servidor:

- Dell PowerEdge R930
4 hyper-threaded 18-core Intel Xeon E7-8890 v3 @ 2.5 GHz
1.25 TB RAM

- Armazenamento

- 20 x Seagate Enterprise NAS 6 TB
4 GB/s bandwidth
60 TB Backup Storage

- Código usado: γ -cruncher por Alexander J. Yee baseado no algoritmo de Chudnovsky.

Referências

- Livros:
 - Hager, G. ; Wellein, G. **Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers**. 1ª Ed. CRC Press, 2010.
- Artigos:
 - Dagum, Leonardo, and Ramesh Menon. "OpenMP: an industry standard API for shared-memory programming." *IEEE computational science and engineering* 5, no. 1 (1998): 46-55.
- Internet:
 - <https://www.youtube.com/playlist?list=PLLX-Q6B8xqZ8n8bwjGdzBJ25X2utwnoEG>
 - <http://www.openmp.org/wp-content/uploads/omp-hands-on-SC08.pdf>
 - http://extremecomputingtraining.anl.gov/files/2016/08/Mattson_830auq3_HandsOnIntro.pdf

Inspire

www.inspire.edub.org