

Introducción a OpenMP

Duración total: 3 horas

Descansos: 2 x 15 minutos, después de las sesiones prácticas

Introducción a la programación paralela y OpenMP (5 minutos)

- **Descripción general de la programación paralela**
 - La necesidad de paralelismo (limitaciones de la CPU, procesadores multinúcleo)
 - Tipos de paralelismo: paralelismo de datos, paralelismo de tareas
- **¿Qué es OpenMP?**
 - Introducción a OpenMP (Open Multi-Processing)
 - Casos de uso y ejemplos en computación científica y computación de alto rendimiento (HPC)
 - La estructura de un programa OpenMP
 - Ejemplo: code-examples/class3/1.openmp

Compilación y ejecución de programas OpenMP (15 minutos)

- **Directivas y compilación de OpenMP**
 - Cómo habilitar OpenMP en su compilador (por ejemplo, GCC, compiladores Intel)
 - Ejemplo: code-examples/class3/1.openmp/Makefile
- **Variables de entorno**
 - Control de la cantidad de hilos
 - Ejemplo: code-examples/class3/1.openmp/ (configuración de la cantidad de hilos en un programa utilizando OMP_NUM_THREADS)
- **Funciones del runtime**
 - `omp_get_thread_num()`
 - `omp_get_num_threads()`
 - `omp_set_num_threads()` <- No es garantía
 - Ejemplo: code-examples/class3/1.openmp/runtime-functions.c

Sesión práctica 1 (15 minutos)

Escriba un programa OpenMP simple para paralelizar un ciclo y ejecutarlo con diferentes cantidades de threads. (No usar `#pragma parallel for`)

Paralelización con OpenMP (25 minutos)

- **La directiva `#pragma omp parallel`, el modelo fork-join y SPMD**
 - Ejemplo: `code-examples/class3/2.loops/pi_spmc*.c`
- **False sharing y strided accesos**
 - Ejemplo: `code-examples/class3/2.loops/pi_strided.c`
- **La directiva `#pragma omp parallel for`**
 - Ejemplo: `code-examples/class3/2.loops/pi_parallel_for.c`
- Probar los ejemplos con diferentes número de threads y de tamaño de problema para ejemplificar el scaling.

Sincronización en OpenMP (20 minutos)

- **Condiciones de carrera y la necesidad de sincronización**
 - Qué son las condiciones de carrera y por qué ocurren en programas paralelos
 - Ejemplo: `code-examples/class3/3.critical/critical-bad.c`
- **Secciones críticas y operaciones atómicas**
 - La directiva `critical` y las operaciones atómicas
 - Ejemplo: `code-examples/class3/3.critical/critical-bad.c`, `pi-critical.c`

Sesión práctica 2 (15 minutos)

Paralelizar el cálculo de un promedio de números en un array, utilizar regiones críticas o atómicas si se considera adecuado.

Reducciones en OpenMP (15 minutos)

- **Introducción a las reducciones**
 - Concepto de operaciones de reducción (suma, máximo, mínimo, etc.)

- Ejemplo: code-examples/class3/4.reduction
- **Ventajas de las reducciones sobre las secciones críticas**
 - Por qué las reducciones son más eficientes que las secciones críticas para ciertas operaciones.

Cláusulas de uso compartido de datos en OpenMP (15 minutos)

- **Variables compartidas y privadas**
 - Comprensión de las variables compartidas y privadas en regiones paralelas
 - Ejemplo: demostración de problemas de uso compartido de variables y solución de los mismos con cláusulas privadas, firstprivate y compartidas

Sesión práctica 3 (15 minutos)

Utilizar las reducciones de OpenMP para paralelizar el cálculo de promedio anterior.

Sesión de preguntas y respuestas y resumen (20 minutos)