

TP 2. Programmation multi-threads

Préparation

Récupérer l'archive compressée `TP2.tar.gz` et extraire les fichiers qui sont contenus dans cette archive :

```
cd <repertoire dans votre espace de travail>
cp /home/t/tajchman/AMSI03/2018-12-07/TP2.tar.gz .
tar xvfz TP2.tar.gz
```

Se placer dans le répertoire TP2 :

```
cd TP2
```

et préparer les compilations dans les points suivants avec les commandes ci-dessous :

```
mkdir -p build
cd build
cmake ../src
cd ..
```

1 Code séquentiel

Le fichier `src/sinus_seq/sinus.cxx` calcule une approximation par série de Taylor de la fonction $x \mapsto \sin(x)$ pour un ensemble de valeur de $x \in [0, 2\pi]$. Les résultats sont sauvegardés dans un fichier.

Un script de commande unix `trace.sh` est fourni pour visualiser les résultats (graphes du sinus calculé par la machine et par la formule approchée, en utilisant `gnuplot`).

Question 1.

Se placer dans le répertoire TP2.

Compiler le code en tapant

```
make -C build sinus_seq
```

Exécuter le code en tapant

```
./build/sinus_seq/sinus_seq
```

Tracer le graphe des résultats et le visualiser en tapant

```
./trace.sh
```

Les courbes sur le graphe représentent les valeurs calculées par le sinus de la librairie standard et celles calculées par la formule de Taylor du programme.

2 Première version multi-threads avec OpenMP

On peut choisir a priori le nombre maximum de threads qui seront utilisés dans l'exécution d'un code, ce choix peut se faire de plusieurs façons.

Ici, l'utilisateur définira une variable d'environnement `OMP_NUM_THREADS` avec une valeur entière (entre 1 et le nombre de cœurs disponibles dans le processeur).

On peut aussi utiliser la fonction `omp_set_num_threads()` dans le code.

Question 2.

Examinez le fichier `src/sinus_openmp_1/sinus.cxx`, en particulier les lignes 47 à 52 et 86 à 91.

Compiler, exécuter le code en utilisant 3 threads et tracer les résultats en tapant

```
make -C build sinus_openmp_1
OMP_NUM_THREADS=3 ./build/sinus_openmp_1/sinus_openmp_1
./trace.sh
```

Relancer l'exécution et le tracé ci-dessus 3 ou 4 fois. Constater que les résultats sont (visuellement) similaires au cas séquentiel.

Question 3.

Comparer les temps de calcul entre

- la version séquentielle
`./build/sinus_seq/sinus_seq 10000000`
- la version multi-threads en utilisant 1 thread
`OMP_NUM_THREADS=1 \`
`./build/sinus_openmp_1/sinus_openmp_1 10000000`
- la version multi-threads en utilisant 2 threads
`OMP_NUM_THREADS=2 \`
`./build/sinus_openmp_1/sinus_openmp_1 10000000`
- la version multi-threads en utilisant 3 threads
`OMP_NUM_THREADS=3 \`
`./build/sinus_openmp_1/sinus_openmp_1 10000000`
- la version multi-threads en utilisant 4 threads
`OMP_NUM_THREADS=4 \`
`./build/sinus_openmp_1/sinus_openmp_1 10000000`

Interpréter les résultats.

3 Seconde version multi-threads avec OpenMP

La seconde version diffère de la première en essayant de diminuer le temps d'exécution d'une itération.

Question 4.

Comparer les fichiers source `src/sinus_openmp_1/sinus.cxx` et `src/sinus_openmp_2/sinus.cxx`.

Compiler l'exécutable

```
make -C build sinus_openmp_2
```

Exécutez (avec un argument égal à 1000) et tracez les résultats

```
OMP_NUM_THREADS=2 \  
./build/sinus_openmp_2/sinus_openmp_2 1000 && ./trace.sh
```

Répéter la commande plusieurs fois et interpréter les graphes des résultats.

Suggérer et tester une possibilité d'amélioration.

4 Troisième version multi-threads avec OpenMP

Dans la troisième version, on parallélise une autre boucle (qui calcule la moyenne des valeurs)

Question 5.

Examinez le fichier source `src/sinus_openmp_3/sinus.cxx`.

Comparez-le avec les versions précédente.

Compilez l'exécutable `sinus_openmp_3` et refaire les tests parallèles.

5 Version multi-threads en utilisant les `std::threads`

Dans cette partie, il est utile d’avoir des notions de programmation objet C++.

Dans le langage C++, une gestion des threads a été récemment introduite : les `std::threads`. Ceux-ci sont inspirés des `pthread` (bibliothèque “historique” de gestion des threads) mais adaptés au style de programmation objet C++.

Par rapport à OpenMP, l’utilisateur doit définir “manuellement” plus de paramètres du calcul (par exemple, le découpage des boucles).

Par contre, les `std::threads` (et les autres fonctionnalités C++ liées au multi-threading) offrent la puissance de la programmation objet.

Le répertoire `src/std_threads` contient 2 versions.

Dans la première version (fichier `src/std_threads/sinus_v1.cxx`), les threads créés sont chargés d’exécuter des fonctions (au sens C).

Dans la seconde version (fichier `src/std_threads/sinus_v2.cxx`), les threads créés sont chargés d’exécuter des “objets fonctions”.

Question 6.

Compiler les codes et exécutez-les avec les commandes (le premier paramètre de l’exécution est le nombre de threads à utiliser, le second paramètre est la taille des vecteurs)

```
make -C build sinus_std_threads sinus_std_threads_2
./build/sinus_std_threads/sinus_std_threads_v1 1 10000000
./build/sinus_std_threads/sinus_std_threads_v1 3 10000000
./build/sinus_std_threads/sinus_std_threads_v2 1 10000000
./build/sinus_std_threads/sinus_std_threads_v2 3 10000000
```

Comparer les fichiers sources.