

Simulation du problème à N corps

Le code source fourni dans ce répertoire simule un système de N particules avec une masse, qui exercent des forces de gravitation les unes sur les autres.

Le répertoire `src/CPU/serial` contient le code non parallélisé de référence.

Vous devrez modifier/compléter les fichiers dans les répertoires `src/CPU/openmp`, `src/CPU/tbb` et `src/CPU/threads` pour mettre en place une parallélisation par OpenMP, TBB et std::threads (sans modification, les 4 versions donnent les mêmes résultats et performances).

Pour compiler:

Se mettre dans le répertoire qui contient ce fichier.

Taper:

```
./build.py
```

Par défaut, `./build.py` utilise `gcc/g++` comme compilateurs C/C++. Si vous ne pouvez pas utiliser `gcc` ou `g++`, vous définissez les variables d'environnement `CC` et `CXX` avec les compilateurs dont vous disposez.

Par exemple, pour utiliser `clang` et `clang++`:

```
export CC=clang  
export CXX=clang++  
./build.py
```

Si tout s'est bien passé : les fichiers `ncorps_OpenMP`, `ncorps_Serial`, `ncorps_TBB`, `ncorps_THREADS` sont créés dans le répertoire `install/nom du compilateur C/release/double/`

Pour exécuter la version séquentielle de référence (si les compilateurs `gcc` et `g++` sont utilisés) :

Taper :

```
./install/gcc/release/double/ncorps_Serial [-n <particules>] [-it  
<itérations>] [-g]
```

où

- `<particules>` est un entier positif (nombre de particules, par défaut 4096)

- <itérations> est aussi un entier positif (nombre d'itérations en temps, par défaut 300)
 - -g est une option qui affiche une fenêtre graphique du nuage de particules (si les librairies OpenGL sont installées sur la machine)
-

Pour exécuter une des versions parallélisées :

Taper (pour la version OpenMP):

```
./install/gcc/release/double/ncorps_OpenMP [-n <particules>] [-it <itérations>] [-g] [-threads <threads>]
```

où

- <particules> est un entier positif (nombre de particules, par défaut 4096)
- <itérations> est aussi un entier positif (nombre d'itérations en temps, par défaut 300)
- -g est une option qui affiche une fenêtre graphique du nuage de particules (si les librairies OpenGL sont installées sur la machine)
- <threads> est le nombre de threads à utiliser (par défaut 1)

Même chose pour les versions utilisant TBB ou std::thread.

Mesure des performances (profiling)

Compiler le code en mode "profile":

```
./build.py -m profile
```

Exécuter le code

```
./install/gcc/profile/double/ncorps_Serial
```

qui crée un fichier **gmon.out**

Pour obtenir les mesures de performance, il faut taper la commande:

```
gprof ./install/gcc/profile/double/ncorps_Serial > profile.out
```

Examiner le fichier **profile.out** pour voir quelle(s) fonction(s) du code prennent le plus de temps à s'exécuter et qu'il est intéressant de paralléliser en premier.

Exercice

Parallélisation OpenMP

Modifier le fichier `src/CPU/openmp/systemCPU_OpenMP.cxx` en ajoutant la(les) pragma(s) OpenMP en fonction des résultats du profiling.

Recompiler et exécuter en utilisant différents nombres de threads, par exemple:

```
./install/gcc/release/double/ncorps_Serial  
./install/gcc/release/double/ncorps_OpenMP -threads 1  
./install/gcc/release/double/ncorps_OpenMP -threads 2  
./install/gcc/release/double/ncorps_OpenMP -threads 3  
./install/gcc/release/double/ncorps_OpenMP -threads 6
```

Calculer les speed-up par rapport à la version de référence séquentielle

Parallélisation TBB

Modifier le fichier `src/CPU/tbb/systemCPU_TBB.cxx` en utilisant les fonctions de la librairie TBB.

Faire les mêmes tests que dans la version OpenMP

Parallélisation std::thread

Modifier le fichier `src/CPU/threads/systemCPU_THREADS.cxx` en utilisant le type standard C++ `std::thread`.

Faire les mêmes tests que dans la version OpenMP

Correction

Une solution possible est disponible dans le répertoire **correction**.

Pour compiler les codes proposés dans le répertoire **correction**, il faut taper:

```
./build_correction.py
```

et pour exécuter, par exemple, les versions séquentielles et OpenMP corrigée:

```
./install_correction/gcc/release/double/n corps_Serial  
./install_correction/gcc/release/double/n corps_OpenMP -threads 6  
./install_correction/gcc/release/double/n corps_OpenMP -threads 2  
./install_correction/gcc/release/double/n corps_OpenMP -threads 3  
./install_correction/gcc/release/double/n corps_OpenMP -threads 6
```

Essayez de faire l'exercice avant de regarder la solution !!