Simulazione degli N-corpi

Sebastiani William, Diamadis Odysseas

# Il progetto

Il progetto consiste in una simulazione di N corpi per ciascuna delle seguenti modalità - Algoritmo esaustivo multithread sulla macchina host (OpenMP) - Algoritmo di Barnes-Hut multithread con OpenMP - Algoritmo esaustivo con cuda - Algoritmo di Barnes-Hut con cuda

# Esaustivo con OpenMP

L’algoritmo esaustivo è molto semplice da parallelizzare. È possibile infatti scomporre la computazione in due fasi principali che non comportano alcuna concorrenza da parte dei thread: la fase di calcolo delle interazioni, in cui per ciascun corpo viene compilato il vettore delle forze risultanti applicate su di esso, e la fase di applicazione delle suddette forze.

È sufficiente spezzare queste due fasi in due costrutti

#pragma omp parallel for

per ottenere una sufficiente parallelizzazione.

## Speed up

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| thread | tempo (s) | speedup |
| 1 | 8288 | 1.00 |
| 2 | 4199 | 0.50 |
| 3 | 2864 | 0.34 |
| 4 | 2175 | 0.26 |
| 5 | 1800 | 0.22 |
| 6 | 1911 | 0.20 |
| 7 | 1651 | 0.19 |
| 8 | 1496 | 0.18 |
| 9 | 1384 | 0.16 |
| 10 | 1274 | 0.15 |
| 11 | 1190 | 0.14 |
| 12 | 1137 | 0.13 |

# Barnes-Hut con OpenMP

L’algoritmo di Barnes-Hut è caratterizzato dalla suddivisione dello spazio in ottanti, i quali costituiranno un albero, detto l’**octree** alle cui foglie saranno presenti i corpi iniziali. Dei nodi interni viene tenuto conto dei centri di massa dei corpi o dei nodi sottostanti.

In questo modo, quando un corpo è sufficientemente lontano da un gruppo di corpi, questi possono essere trattati come un unico corpo che ha come valori di posizione e di massa quelli del centro di massa del gruppo. Questo riduce la complessità temporale ad un O(logn), contrariamente alla versione esaustiva che richiede O(n^2).

Il calcolo della forza avviene nel seguente modo

Per ciascun corpo C:  
 Esegui una visita in profondità dell'albero  
 Per ciascun nodo interno:  
 se il rapporto tra la distanza tra il corpo ed il centro di massa del nodo corrente e la lunghezza del lato dell'ottante corrente è minore di un certo valore THETA:  
 calcola l'interazione tra il corpo ed il centro di massa del nodo  
 altrimenti:  
 continua a scendere nell'albero

## Speed up

Di seguito la tabella con il tempo impiegato in una simulazione. Il tempo è calcolato come la media dei tempi impiegati in 1000 simulazioni con 5000 corpi casuali.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| thread | tempo (s) | speedup |
| 1 | 166.96 | 1.00 |
| 2 | 110.73 | 0.61 |
| 3 | 94.79 | 0.57 |
| 4 | 85.34 | 0.51 |
| 5 | 80.05 | 0.47 |
| 6 | 76.28 | 0.45 |
| 7 | 71.76 | 0.42 |
| 8 | 72.63 | 0.41 |
| 9 | 70.05 | 0.42 |
| 10 | 65.48 | 0.40 |
| 11 | 64.36 | 0.37 |
| 12 | 66.72 | 0.38 |