

X06b ポロノイ分割によるツリー法の並列化

矢作 日出樹、 森 正夫、 中里 直人、 吉井 謙 (東大 理)

自己重力多体系の計算において計算量を減らすアルゴリズムの一つとしてツリー法がある。ツリー法には主に二つの並列化法が開発されている。Orthogonal Recursive Bisection(ORB)法とHashed Octet Tree(HOT)法である。これら二つのアルゴリズムにはそれぞれ幾つか利点と欠点がある。ORB法は重力の計算を始める前に必要な他のProcessing Element(PE)の情報を全て揃えることができる。これは、ORB法による分割領域の境界が平坦であることを用いることによって実現される。しかし、分割領域が直方体となる為、非一様性が高い程必要とする他のPEの情報が増えてしまう。一方、HOT法は非一様性が高い状況でも領域の形がORB法のように延びることはないが、領域の境界が平坦ではないため重力の計算を始める前に予め必要なデータを揃えることが困難であるという欠点を持っている。このようなORB法、HOT法の利点を残しながら欠点を取り去ったのが、今回我々が開発した並列ツリー法(フォレスト法)である。

フォレスト法はポロノイ分割を用いて領域分割を行なう。そのため、ORB法とは違い領域が直方体に制限されず多面体となる。しかも、ポロノイ分割、位置期待値移動の繰り返しを行なうと、分割領域は境界面が小さくなるように変形、移動する。その結果、通信量を低く抑えることができる。更に、HOT法と異なり領域が多面体なので、境界が平面で表され、重力計算に必要なデータを予め取り寄せることも可能である。一方、フォレスト法はORB法、HOT法と違って明示的に負荷分散を行なわない。そのため、単純にポロノイ分割、位置期待値移動の繰り返しの過程では、一様な状況を除くと、負荷を効率良く分散できない。そのため、分割、位置期待値移動の過程に加え、過負荷拡散の過程を導入し負荷釣合を保つ。