

Title	Natural Element Method に適した並列アルゴリズムの スケーラビリティの検討
Author(s)	大原, 健一
Citation	
Issue Date	1998-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1154
Rights	
Description	Supervisor:松澤 照男, 情報科学研究科, 修士

Natural Element Method に適した 並列アルゴリズムのスケラビリティの検討

大原 健一

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

1998年2月13日

キーワード: Natural Element Method, 並列計算, 領域分割法, スケラビリティ.

流体の運動を調べる方法として、オイラーの方法とラグランジュの方法が存在する。

オイラーの方法は、流れを場として解析する方法であるのに対し、ラグランジュの方法では、流れのを粒子の集まりとみなし、その個々の流体粒子の運動を追跡する方法である。

数値解析方法として、解析領域にメッシュによって離散化し、近似解を求める方法を採用した。

オイラーの方法ではメッシュは空間に固定されるのに対し、ラグランジュの方法はタイムステップの進行に伴い節点が移動することから、その度毎にメッシュを張り直すことが必要となる。また、メッシュの張り直しを行なった際に三角形要素が大きく潰れ、歪んでしまう場合があった。その上毎回メッシュの張り換えを行なうことから計算量が増大し、ラグランジュ的方法で解析することは困難とされていた。

しかし、移動境界や自由表面などの大きな変形が起こる問題に対しては時間が進行する毎に解析領域の境界を追跡しながら解析を行なうことが出来るラグランジュ的方法で解析されることが期待されている。

Jean Braun らによって新しく提案された Natural Element Method (NEM) は、ラグランジュ的方法で問題とされていた事を有効に対処した解析方法である。問題の1つとして三角形要素が大きく潰れてしまい歪んでしまうという問題があったが、NEM では、Delaunay triangulation と呼ばれる要素分割方法を用い、より正三角形に近い要素を生成し、問題となる三角形要素が生成されない様にした。また、NEM ではこの正三角形に近い要素を用いる、Delaunay Interpolation と呼ばれる補間方法を用い精度の高い補間を行なうことを可能とした。しかしながら、NEM はタイムステップ毎にメッシュを張り直す

こと、Delaunay Interpolation を用いる事から計算時間が増大するという問題がある。その為、並列化を行ない、計算時間が短縮される事が期待されている。

基礎方程式として、運動方程式と連続の式を用いて、空間については分離型解法の1つである流速修正法を用いて離散化を行ない、時間については、重み付き残差法を基にした近似解法である Galaerkin 法を用いて、離散化を行なった。また、Delaunay triangulation は、節点の追加や削除が比較的簡単にできることに着目し、ラグランジュ的手法である NEM で節点の分布を常に適切に保ちながら解析を進めることが出来ると考えた。

本研究では並列計算機 Cray-t3e を用い、通信関数として Message Passing Interface(以下 MPI) を用い、中間流速、圧力、速度の計算について並列化を行なった。また、並列計算手法として、領域分割法を用い解析領域をプロセッサエレメント数(以下 PE) に分割した。この時、注意しなければならないことは、各 PE が受け持つ節点数が極力等しくなるように負荷分散を行なう必要があるということである。

解析例として静止流体中を円柱が等速度で移動する円柱周りの流れの解析を行なった。解析結果はレイノルズ数 100 において双子渦が発生し、レイノルズ数に対応した流れが起きていることを確認した。

この並列アルゴリズムを評価する基準として速度向上比を用いた。この速度向上比を用いて、まず並列化を行なった部分についての検討を行ない、また領域分割方法の仕方の違いにより同じ PE を用いたとしても速度向上比に変化が現れるのかどうか検討を行なった。次に全計算実行時間についての速度向上比の検討をおこない、並列ではない部分が速度向上比に与える影響について検討を行なった。

以上の観点から NEM の並列アルゴリズムのスケラビリティの検討を行なった。