

## 5H-03 連成解析用ミドルウェアを用いた複合シミュレーションにおけるエージェント処理の性能評価

久保 昭一<sup>1</sup> 何 希倫<sup>2</sup> 井原 茂男<sup>2</sup> 伊藤 智<sup>2</sup> Richard D. Schlichting<sup>3</sup> 渡邊 克博<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (株)日立超LSIシステムズ

<sup>2</sup> 新情報処理開発機構 並列応用日立研究室

<sup>3</sup> アリゾナ大学コンピューターサイエンス学科

### 1. はじめに

科学技術計算分野において、計算機性能の伸びやアルゴリズムの発展から、単一のシミュレーションの性能向上には目を見張るものがあり、多くの問題が解けるようになってきた。次期ステップとして、単一のシミュレーションプログラムでは解析不可能な複合的な現象を解析するニーズが高まりつつあるが、分野および歴史的背景の異なったソフトウェアを繋げる技術は未だ充分ではない。超並列・超分散環境下で、これら多様な計算資源を自由に利用可能な環境を実現するためには、異機種ハードウェアのみならずアプリケーションソフトウェア間のつぎめを隠蔽する技術が不可欠である。

本研究では、超並列・超分散環境下で、汎用的な流通ソフトウェアや個々のユーザが独自に作成した応用ソフトウェアを効率的に結合した連成(複合)解析用のミドルウェア技術を目指している。

### 2. データ通信・変換ミドルウェアの開発

本研究では、異種計算手法のプログラム間のデータ通信およびデータ変換として、メッシュや粒子に依存せず異なる離散点間の一般的な結合方法を提案している。そのデータ通信・変換を実現する方法として、アプリケーション間を繋ぐミドルウェアの開発を行っている。開発したミドルウェアにおいては、通信・変換に際しては、ユーザプログラムの代

わりに、各アプリケーションプロセスに対応して生成されたエージェントプロセスが処理を代行することを特徴としている。

### 3. エージェント技術

#### 3.1 エージェントの処理手順

アプリケーションプロセスとエージェントの通信には、専用のライブラリ関数を用いる。ライブラリ関数は主に以下の2つの処理からなる。

##### (1) 離散点の登録

各シミュレーションの離散点をエージェントに登録すると、離散点同士の空間的な相関関係から、数値データを送受信すべき相手となるエージェントを自動的に判別する。

##### (2) 数値データの送受信

数値データの送受信に際して、登録時に算出した相関関係に基づき、送信先の離散点に合わせ、数値データの変換処理を行う。

#### 3.2 多対多の相関関係における通信処理

大規模なシミュレーションでは、領域分割法によりシミュレーションの対象となる空間を分割し、個々の領域を別々のプロセッサに振り分けることで並列化をはかることが行われる。複合対象のシミュレーションがそれぞれ領域分割されている場合、多対多の通信・変換処理が必要となる。

図1の(a)のように、ユーザが、直接アプリケー

Evaluation of agent processing on heterogeneous parallel simulations using an agent middleware system

Shoichi Kubo<sup>1</sup>, Shirun Ho<sup>2</sup>, Sigeo Ihara<sup>2</sup>, Satoshi Itoh<sup>2</sup>, Richard D. Schlichting<sup>3</sup>, Katsuhiro Watanabe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hitachi ULSI Systems Co., Ltd. <sup>2</sup>Real World Computing Partnership Parallel Application Hitachi Laboratory

<sup>3</sup>Department of Computer Science, The University of Arizona

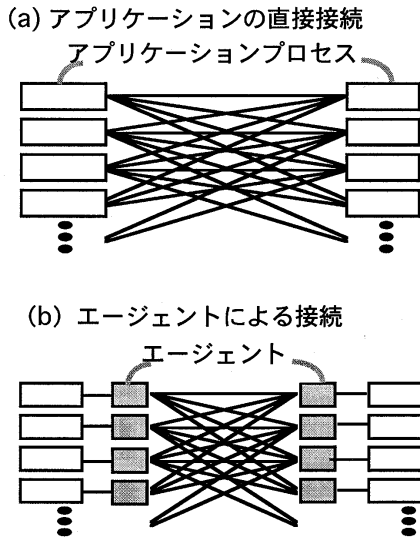


図1 多対多プロセス間の通信処理

シジョンを接続するとなると、離散点間の空間的な関係に基づいて、多対多の通信制御を記述しなければならないが、図1の(b)のように、エージェントを用いることで、アプリケーションからはエージェントに対する指示を与えるだけで良いので、開発工数を大幅に短縮することができる。

### 3.3 バケット法による処理時間の高速化

複合シミュレーションにおいては、各シミュレーションの離散点の空間的な相関関係の探索が必要になる。N個の離散点同士の相関関係を、逐次的な処理で計算した場合、計算量は $O(N^2)$ となるが、高速アルゴリズム(バケット法[2])を用いることで、 $O(N \log_2 N)$ の処理時間で相関を探索することができる。一般のシミュレーションプログラムでは、処理時間は $O(N^2)$ 以上であるので、シミュレーションの規模Nが大きくなるほど、エージェントの処理が全体の処理時間に対して占める時間は小さくなる。

### 4. 超並列機を用いた性能評価

測定には、日立の超並列機SR2201を用いた。3次元空間での粒子シミュレーションにおける粒子データと、有限差分シミュレーションプログラム

におけるメッシュデータ間の処理について、領域分割数を変化させた場合の、離散点の登録・データの送受信に要する処理時間について計測を行った。

図2に測定結果を示す。図のように、1対1 ( $M=1$ )の通信では、データの規模(離散点の数)Nに対して、エージェントの処理時間は $AN \log_2 N$  (Aは定数)となっている。また、規模の等しいM個の領域に分割された場合には、最も良い場合には、 $(AN/M) \log_2 N$ となり、さらに効率が向上する。

なお、ベースとなる通信ライブラリには、PVMを利用している。

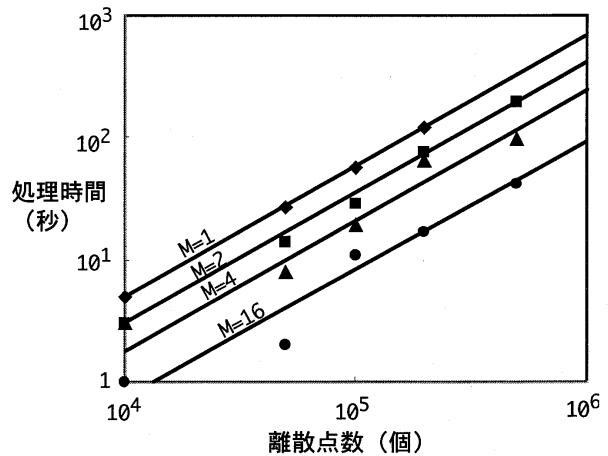


図2 性能測定結果

### 5. まとめ

超並列機による性能評価により、エージェント処理が所期の性能で実行されることを確認できた。これにより、複合シミュレーションにおけるエージェントミドルウェアの有用性を確認できたと考える。

### 参考文献

- [1] Ho, S., Itoh, S., Ihara, S., and Schlichting, R. D., "Agent middleware for heterogeneous scientific simulations", Proceedings of the 1998 ACM/IEEE SC98 conference, <http://www.supercomp.org/sc98/TechPapers>.
- [2] プレパラータ, シェーモス (浅野孝夫・浅野哲夫訳) : 「計算幾何学入門」, 総研出版, 1992.