

# Java を用いた並列計算に関する調査研究

## Survey on the Parallel Computing Using Java

中出 幸吾          柏 達也

Kogo NAKADE    Tatsuya KASHIWA

北見工業大学

Kitami Institute of Technology

### 1 はじめに

近年、計算量の増加にともない電磁界などのシミュレーションに並列計算 [1] が用いられてきている。

特に、近年グリッドコンピューティングによる並列計算が注目されている。このとき並列計算を行うためにネットワーク言語である Java 言語が注目されてきている。そこで、電磁界シミュレーションにおいても、ネットワーク制御に適した Java 言語を使用することにより、効率的な並列計算を行える可能性があると考えられる。本研究では、現在、Fortran・C・C++の標準的な並列計算ライブラリーとして使用されている MPI(Message Passing Interface) が Java においてどのような状況で実装されているか調査したので報告する。

### 2 Java の特徴

Java は Sun Microsystems 社によって、各種家庭電化製品に組み込むソフトウェアの開発を目的として作成された言語で、プラットフォームに依存しないオブジェクト指向型言語である。また、ネットワークを制御する命令等が用意されているため、C++言語よりも簡単にネットワークプログラミングできるという特徴が挙げられる。従来の Fortran・C・C++等はコンパイラによって機械語にまで翻訳して、実行可能ファイルを生成するが、Java の場合、一度バイトコードに変換し、JVM(Java Virtual Machine) 上で実行させるインタプリタ型の言語である (Fig.1 参照)。そのため、どの OS でも実行できる反面、実行速度が落ちてしまうという欠点があり、数値計算には向かない面がある。

### 3 並列計算プログラミング

並列計算プログラミングの手法として、以下の 2 つの方法が挙げられる。

#### 3.1 並列プログラミング言語

この方法で使用される代表的な言語として、HPF(High Performance Fortran) などがあり、今までのプログラムにいくつかの指示文を付加してコンパイルすると、コンパイ

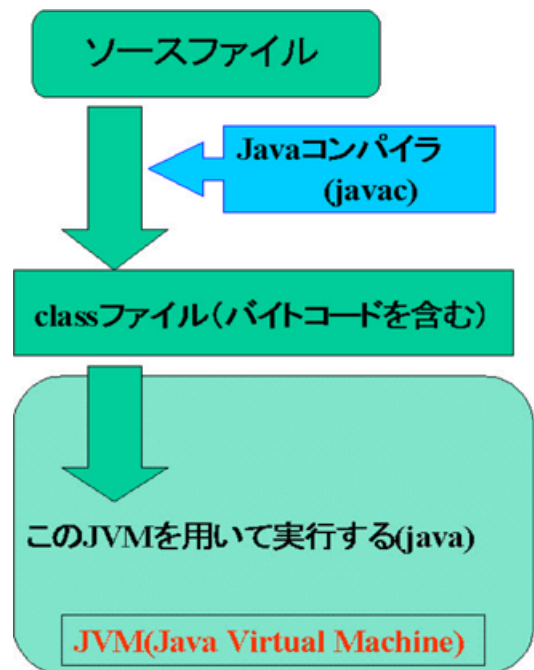


Fig. 1 Java のコンパイルイメージ

ラが自動的に並列化を行ってくれる。よって、プログラムを変更する手間がはぶけ、容易に並列計算が行える利点がある一方で、期待した通りの実行速度を發揮させにくい欠点がある。実際に、大規模電磁界計算においても、HPF の並列計算よりも次に述べる MPI の方が期待通りの性能を發揮できることが報告されている [2]。

#### 3.2 メッセージパッシングライブラリ

もう 1 つの方法は、メッセージパッシングライブラリを使用する方法である。この方法はプログラムに変更が必要だが、そのぶん思い通りの最適化が可能となる。現在、メッセージパッシングライブラリとして以下の 2 つが挙げられる。

- PVM(Parallel Virtual Machine)
- MPI(Message Passing Interface)

次に、それぞれの説明を述べる。

### 3.2.1 PVM(Parallel Virtual Machine)

PVMは1991年にオークリッジ国立研究所とテネシー大学によって開発され、現在も開発が進められている。このPVMは配布が自由なために、大規模科学計算のために世界中で利用されているが、いくつかのベンダが独自のPVMを開発しているため、移植性に問題があるのが欠点である。

### 3.2.2 MPI(Message Passing Interface)

MPIはメッセージ通信のプログラムを記述するために世界的な標準を開発する目的として作られたライブラリで、1994年に初めてリリースされて、現在も開発が続けられている。PVMに比べてMPIの方が高速通信が可能なこと、また、異機種間での移植が容易なことから現在、並列計算の主流となっている。MPIはプログラムに並列処理を行わせるための命令を、書き加える必要があるが、データ転送命令を明示的にプログラム中に指示することで、思い通りのパフォーマンスの向上が期待できるのである。

## 4 JavaでのMPIの実装

この項では、Javaに対するMPIの実装状況について報告する。

現在、MPIはC、C++、Fortranにおいて使用可能なMPI-2標準が定義されているが、Javaに対する標準は、Java Grande Forum(JGF)がMPIのJavaバインディング(Java-MPI)を策定中であることが報告されているだけで[3]、まだ未定義となっている。そのため、色々なタイプのJavaでのMPIが報告されており、そのパフォーマンスの評価[4]などがなされている。その一部を以下に挙げる。

- MPIJ[5]  
完全にJava言語によって記述されたMPIで、DOGMA(Distributed Object Group Management Architecture)システム[6]を構成するコンポーネントの一つ。
- mpiJava[7]  
ネイティブコードのMPI実装であるMPICH[8]等をJavaのソースコードから呼び出すインターフェース。
- jmpj[9]  
100%Javaをベースとした、MPI-1基準のMPIであり、PVMの完全にJavaで記述されたJPVM[10]システムによって構築されている。
- JMPI[11]  
マサチューセッツ大学のArchitecture and Real-Time Laboratoryにて、実験的に開発された分散メモリ型多重プロセッシング用のMPIで、完全にJava言語で記述されている。

以上にあげた以外にも、Javaに対するMPIは数多く報告されており、どれも一長一短があり、実験的なものである。

## 5 むすび

現段階では、並列計算を行える環境が整っていないために、Javaの本格的な並列計算が発展途上にある。今後、並列環境を整え、Javaの特徴を活かした解析結果の可視化などを含めた大規模な電磁界解析にMPIを実装し、高速かつ統合的に動作するプログラムのパフォーマンスを評価していく予定である。

## 謝辞

本研究に御協力頂いた北見工業大学大学院修士2年田口健治氏に深く感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 田口健治, 打矢匡, 柏達也, "大規模電磁解析を目的としたFDTD並列計算," 電子情報通信学会技術研究報告(SCS北見), MW2002-133, pp.33-38, Dec. 2002.
- [2] 打矢匡, 柏達也, "HPF及びMPIを用いたFDTD並列スーパーコンピューティング," 電子情報通信学会技術報告(東京), MST2001-6, pp.39-46, Sep. 2001.
- [3] B. Carpenter, V. Getov, G. Judd, T. Skjellum, G. Fox: "JGF-TR-3:MPI for Java : Position Document and Draft API Specification", Java Grande Forum,1998.
- [4] 日下部 明, 廣安 知之, 三木 光範, "JavaによるMPIの実装と評価," 情報処理学会 2000年記念並列処理シンポジウムJSP2000論文集, pp.269-275, 2000.
- [5] G. Judd, M. Clement, Q. Snell: "Design Issues for Efficient Implementation of MPI in Java", ACM 1999 Java Grande Conference, 1999.
- [6] G. Judd, M. Clement, and Q. Snell: "DOGMA: Distributed Object Group Management Architecture", ACM 1998 Workshop on Java for High-Performance Network Computing, 1998.
- [7] M. Baker, B. Carpenter, G. Fox, S. H. Ko, and S. Lim: "mpiJava: An Object-Oriented Java interface to MPI", International Workshop on Java for Parallel and Distributed Computing, 1999.
- [8] W. D. Gropp, E. Lusk: "User's Guide for mpich, a Portable Implementation of MPI", Mathematics and Computer Science Division, Argonne National Laboratory, ANL-96/6, 1996.
- [9] K. Dincer: "A Ubiquitous Message Passing Interface Implementation in Java: jmpj", 13th International Parallel Processing Symposium and 10th Symposium on Parallel and Distributed Processing April 12-16, 1999.
- [10] A.Ferrari: "JPVM: network parallel computing in Java", ACM 1998 Workshop on Java for High-Performance Network Computing,1998.
- [11] S. Morin, I. Koren, C. M. Krishna: "JMPI: Implementing the Message Passing Standard in Java",IPDPS 2002 Workshops April 15 - 19, 2002.