

C-033

非並列プログラミングのためのシンプルグリッド環境の構築 Simple Grid environment for low-level parallel programming

今市昂志† 池宮直† 花川典子†
Takashi Imaichi Nao Ikemiya Noriko Hanakawa

1. はじめに

2005年4月にGlobus toolkit4.0がリリースされた[1]。このツールはグリッドコンピューティング環境を構築する為のツールであるが、汎用的に作られており環境設定やセキュリティの認証設定を行うだけでも専門的な知識や労力が必要である。一番の問題点はGlobus toolkitをインストールだけではグリッド環境上で従来のユーザプログラムを実行しても処理時間は短縮されない事だ[2]。つまり並列処理を実行できる様にユーザプログラムを変更する必要がある[3]。そこでいくつかの制限を設定する事で、従来のユーザプログラムをそのままグリッド環境で並列計算処理できるシンプルグリッド環境を提案する。

2. シンプルグリッドの提案

2.1 目的と特徴

シンプルグリッドの目的は、ユーザが簡単にグリッドコンピューティング環境を構築し、計算量の多いプログラムの実行結果を手間隙掛けずに短時間で得る事である。また、特定の制限をもうける事で、ユーザプログラムを並列処理へ修正するプログラム修正を最小限とした。特定の制限を以下に示す。

- ① 信頼のおける LAN 環境内限定である。
- ② ユーザプログラムの計算処理は独立した処理単位ごとに入力ファイルと出力ファイルを持つ。
- ③ ユーザプログラムの処理単位ごとのエラー発生時には、次の処理単位へ移行する。

シンプルグリッド全体像を図1に示す。まず、ユーザが個人のコンピュータでプログラムを作成した後、実行をサーバへ要求する。計算が終了するとユーザのコンピュータ上に実行結果がファイルとして出力される。次にユーザからの計算要求に対する実行方法を示す。全てのグリッド環境上のクライアントへ同じユーザプログラムがインストールされる。サーバはユーザプログラムの処理の入出力ファイルを管理する事によりクライアントのユーザプログラムの並列処理を実現する。

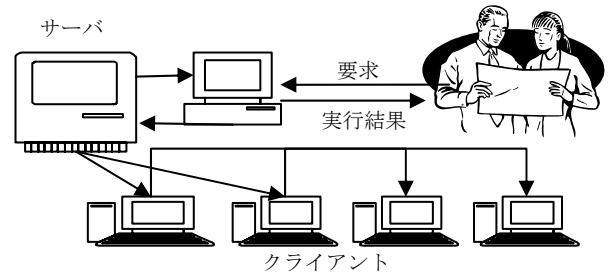


図1. シンプルグリッドの全体像

実現方式はクライアントへ自動配布する機能とユーザプログラムの並列処理を制御する機能の2つに分けられる。自動配布とはユーザプログラムと入力ファイルをクライアントへ自動配布する機能であり、大学内など信頼のおけるLAN限定のシンプルグリッド環境としたために実現できた機能である。ユーザプログラムの並列処理の制御は、グリッドサーバとクライアントの関係で実現した。サーバの主な役割は入力ファイルを並列処理制御のキーとして、各クライアントへ処理を分散させることである。以下にそれぞれの機能の詳細を紹介する。

2.2 自動配布機能

クライアントの環境構築の概要を図2に示す。サーバは複数クライアントにクライアント管理プログラムを自動配布する。自動配布されたクライアントはクライアントインストールプログラムを自動実行し、LAN内のIPアドレスを元に別のクライアントを探し出し、グリッド環境が構築できていないクライアントにグリッドの環境を構築する。こうしてサーバとクライアントの両方でユーザプログラムを自動配布する事でシンプルグリッド環境構築に要する時間を短縮する。さらにユーザプログラムの計算終了後、ユーザプログラムなどは消去されクライアントは元の状態に戻る。つまりユーザが意識する事無く元の環境に復帰する。

2.3 並列処理制御機能

シンプルグリッドを実現する為、サーバとクライアントの概要設計を図3に示す。基本的にクライアントでユーザプログラムが処理単位ごとに実行され、その実行の制御をサーバにて実施する。実現方式はユーザプログラムの入

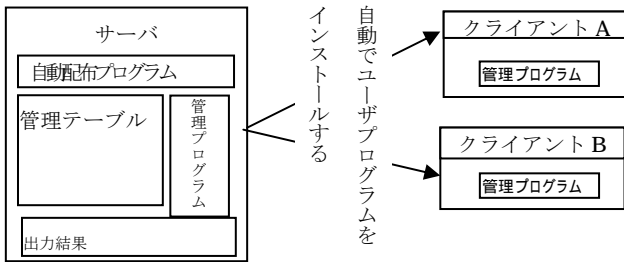


図2. クライアント構築方法

カファイルと出力ファイルの状態によってサーバが各クライアントの処理状況を知る。具体的な制御手順を図3に示す番号とともに以下に説明する。

- (1) ユーザコンピュータの GUI より、ユーザが作成したユーザプログラムと並列処理の各々の入力となる入力ファイル（複数）を指定する。
- (2) GUI の実行ボタン押下により、ユーザコンピュータからグリッドサーバへユーザプログラムと入力ファイルがコピーされる。
- (3) サーバは入力ファイル一覧より管理テーブルを初期化する。1 処理につき情報は3つで、「入力ファイル名」、「出力ファイル名(処理実行後に作成された出力)」、「IP アドレス(実際に処理したクライアント)」であり、「出力ファイル名」「IP アドレス」は空欄。
- (4) 自動配布プログラムが起動し、各クライアントへクライアント管理プログラムがコピーされ実行される。
- (5) クライアント管理プログラムはクライアント側が準備できたことをサーバ側に実行可能通知する。
- (6) サーバはクライアントから実行可能通知を受け取り、ユーザプログラムをクライアントへ送信する。サーバは管理テーブルを検索する。「IP アドレス」が空欄、つまり未処理の入力ファイルを見つけて、その入力ファイルをクライアント側へ送信する。
- (7) クライアント管理プログラムは入力ファイルを受信

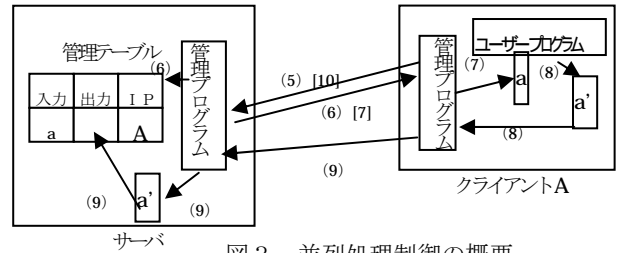


図3. 並列処理制御の概要

- した後、ユーザプログラムを受信した入力ファイルにしたがって実行する。
- (8) クライアント管理プログラムはユーザプログラムの終了を確認し、サーバへ終了通知を送信すると共に、出力ファイルを探してサーバ側へ送信する。
 - (9) サーバ管理プログラムは、クライアントから終了通知があると、出力ファイルをクライアントから受信する。さらに管理テーブルを検索し、「入力ファイル名」と「IP アドレス」が一致するデータの「出力ファイル名」欄にクライアントから受け取った出力ファイル名をセットする。これで、3つの情報「入力ファイル名」「出力ファイル名」「IP アドレス」がそろったので、本処理が終了したことを確認できる。
 - (10) クライアントは再び、サーバへ実行可能通知を送信し、サーバからの返答を待つ。
 - (11) 以下、全体が終了するまで(5)から(10)を繰り返す。

実装は JAVA のソケットプログラミングでおこなった。クラス図を図4に示す。ソースコードはおよそ 1.5Kstep と比較的小規模であり、シンプルグリッド環境構築もユーザから GUI 画面上のワンボタンクリック実現できる。更に終了後はもとの状態に自動的に復帰が可能である。夏休みや休日の大学の教室の空きコンピュータ（阪南大学ではおよそ 900 台）を使って大量の計算処理が容易に可能となった。

3. まとめ

Globus toolkit4.0 を使用しグリッドコンピューティングの環境構築と並列処理の実現の困難さを感じた。そこで容易にグリッドコンピューティングを実現するためシンプルグリッドを設計し実装した。今後は遺伝的アルゴリズムや自然言語処理の計算量の多いプログラムを実際に実行させて、シンプルグリッド環境の評価を行う。

参考文献

- [1] <http://www.globus.org/>
- [2] 日本アイ・ビー・エム システムズ・エンジニアリング株式会社著:グリッドコンピューティングとは何か,ソフトバンクパブリッシング株式会社,2004.
- [3] P. パチェコ著, MPI 並列プログラミング, 培風館, 2001.

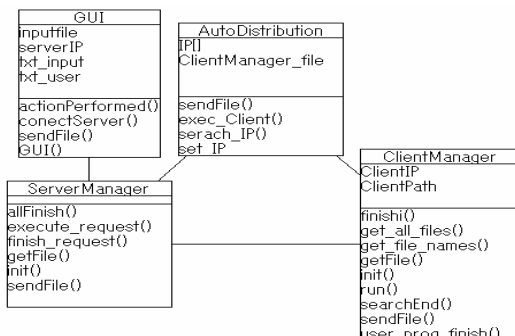


図4 シンプルグリッドクラス図