

グリッドにおけるネットワーク実験支援システムの設計

橋本 浩二[†]

西山 裕之^{††}

溝口 文雄^{††}

[†] 東京理科大学大学院理工学研究科

^{††} 東京理科大学理工学部

表 1: 本システムに必要となる機能

1 序論

近年、グリッドをとりまく技術は発展し続けており、さまざまな企業や分野において開発、利用されてきている。このグリッドを構築する際、2つの構築方法が挙げられる。ひとつは研究機関などにおいて、複数の計算機資源をLANなどでネットワーク接続する方法である。もうひとつは、オフィスや家庭に散らばる遊休状態にある計算機資源をネットワークを通じて共有する方法である。両者のネットワーク環境を比較すると、前者は高性能かつ安定した環境を想定することができるが、後者の場合はグリッドのパフォーマンスはネットワーク環境に多大な影響を受ける。しかし、グリッドシステムの実験のために多数の計算機をネットワークを通じて接続することは、煩雑な作業を招く原因となることが多い。さらにネットワーク環境に大きく依存するグリッドのパフォーマンスに対応するために、ネットワーク負荷やバンド幅等の値を調節できるようにすることが望まれる。これらを解決するためにネットワークエミュレータを使用する方法 [1][2][3] があるが、現状においては特別な機器を必要とし、導入時のコストを要する。そこで本研究では、特別な機器を使用せずに、汎用的でかつ容易に、様々なネットワーク環境を仮想的に再現することで、グリッドを対象としたネットワーク実験を支援することができるシステムの設計を行う。

2 設計

本システムはグリッドの実験環境において用いられるため、タスク分散の際に送受信するデータに負荷などを与える。特別なハードウェアを必要とせず、ソフトウェアのみで環境の構築をできるようなシステムにする。表 1 に、本システムに必要となる機能とそのパラメータの関係を示す。本システムでは、遅延発生機能、パケットロス発生機能、帯域制御機能、ネットワーク環境設定機能、モニタ機能が必要とされる。本章ではこれらの機能について述べる。

機能	パラメータ
遅延発生	確率, 時間
パケットロス発生	確率
帯域制御	帯域, アルゴリズム
ネットワーク環境設定機能	遅延値, 破棄率, 帯域
モニタ機能	ノード情報

2.1 遅延発生機能

データを送受信する際の伝送遅延を発生させる機能である。なお、遅延の発生は送信側でのみ行う。確率分布を用い、その値により遅延時間を決定する。そして決定した遅延時間に基づき、システムによって送信を待機させる。対数正規分布、パレート分布（一様、ポアソン、指数以外）などで確率分布に従う値を動的に発生させることは多大な処理を生む原因となる。そこで、あらかじめ確率分布を示すテーブルを保存、利用し、テーブル内のインデックス値は一様分布乱数を用いる。通信の1過程ごとに確率分布テーブルを設定する。このテーブル番号を変数として保持する。通信キューの末尾に過程を登録する。通信キューの先頭から通信可能であれば通信を行っていく。

2.2 パケットロス発生機能

パケットの損失を発生させる機能である。確率分布を用いて損失の有無を決定し、発生した場合はパケットを破棄する。2.1 同様に、特定の確率分布は多大な処理の原因となるため、同様にテーブルを保存、利用し、インデックス値は一様分布乱数を用いる。通信の1過程ごとに用いる分布テーブルを設定し、変数として保持する。次に、テーブル内インデックスとして用いる乱数を一様分布で発生させる。そして、インデックスにより確率分布に従う値を取得する。最後に破棄判定を行い、破棄しない場合は通信を行う。

2.3 帯域制御機能

帯域を制御し、パフォーマンスを変化させる。これは送受信するデータに遅延を与えることで実現するこ

Design of support System for network experiments in Grid Computing
 Hashimoto Kouji[†], Hiroyuki Nishiyama^{††}, Humio Mizoguchi^{††}
[†]Graduate School of Science and Technology, ^{††}Faculty of Science and Technology, Tokyo University of Science

とができる。実際には送信する際に、ある程度の時間待機させておくことで似たような振る舞いをさせる。

2.4 ネットワーク環境設定機能

ネットワーク環境の設定を容易にするために、GUIを用いた設定画面を作成する。ここでは計算機ごとに、平均遅延時間、パケットロス発生率の確率、帯域などの設定を行うことができるようにする。図1に環境設定のGUIの概観を示す。図左側は設定を行う計算機を決定する。選んだ計算機に対し、図右側で環境を設定を行う。



図1: ネットワーク環境設定機能概観

2.5 モニタ機能

各計算機に対しどのようなネットワークを再現しているかが一見で分かるようにする必要がある。さらに再現したネットワークのパフォーマンスも分かるようにすべきである。本システムでは swing と、情報量の多い Java3D でこれを可能とする。

2.6 性能評価

本システムでは実際のネットワーク環境を再現することを目的としている。その評価方法として、各々の環境においてデータ転送を行い、どのくらい精度を近づけることができるかを評価する。

3 実装

3.1 システム構成

本システムはグリッドにおいて、多種多様な環境の計算機を対象とするため、OS に依存せず、マルチプラットフォームで実行することが可能な、Java を用いて実装を行う。

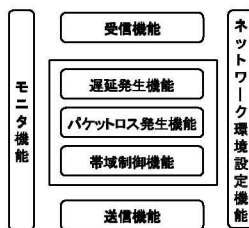


図2: システム構成図

図2に本システムの構成図を示す。初めに、グリッドにおける各ノードが接続されると、ネットワーク環

境設定機能に表示される。実験者はそこでノードに対して環境の設定を行う。設定は数値等を手動で入力するか、状況を設定することで自動的な値の入力を行う。計算機間での通信の際に、本システムを介す。まず本システムがデータを受信する。遅延発生など様々な機能で判定を行い、その結果により処理させる。判定は最初の設定の値を基に行う。その後でデータを送信する。データの送受信にはソケット通信を用いる。データの通信待機などの処理は全てスレッドにより行う。データの収集、管理を容易にするため、モニタ機能により全体の動きを表示させる。

3.2 各機能

各機能の実装において、確率分布は Java 標準のものを使用する。マルチスレッドで行い、通信の待機にはスレッドスリープを用いる。変数などは配列として保持する。ネットワーク環境設定機能は swing を基盤とし、2次元で表現する。モニタ機能は swing と Java3D を組み合わせて実現する。

3.3 パフォーマンスの数値化

評価を行うために、ネットワークパフォーマンスを調べる必要がある。ソケット通信を行い、それに要する時間を調べる。時間は Java における System.currentTimeMillis を用いて、開始時間と終了時間の差を求めることにより測定する。同時に本システムにおける処理の内容を保存し、表示させることで、評価の参考とする。

4 結論

非均質なネットワーク環境におけるグリッドシステムの実験環境を構築する際の、煩雑な作業を解消するために、汎用的かつ容易に仮想的なネットワーク環境を再現できるシステムの設計を行った。その際に、ネットワーク環境に大きく依存するパフォーマンスを考慮し、ネットワーク負荷やバンド幅等の値を変化させることができるようにした。システムに必要とさせる機能として、遅延発生機能、パケットロス発生機能、帯域制御機能、モニタ機能、ネットワーク環境設定機能を挙げ、それぞれについて設計を行った。

参考文献

- [1] 東條晴基, 長谷川剛, 村田正幸, “ネットワークプロセッサを用いた実験用ネットワークエミュレーションシステムの構築”, 電子情報通信学会研究報告, NS2001-227, 2002.
- [2] Katsushi Kobayashi, “トランスポートの検証を目的としたギガネットワークエミュレーションシステムの実装”, JSPS 163rd Committee on Internet Technology, 2004.
- [3] Shunra Software 社, STORM, <http://www.shunra.com/>