# 1U−2　ネットワークの形状と通信遅延モデルを任意に設定可能な分散アルゴリズムシミュレータ

若林真一　松本哲也　細谷好志　小出哲士　吉田典可

広島大学工学部

## 1．まえがき

近年のコンピュータネットワークの普及に伴い，分散処理が一般化しつつあり，効率が良く信頼性の高い分散処理システムを構築するための分散アルゴリズムが注目されている．分散アルゴリズムを実際に分散システム上で構築する場合，アルゴリズムの理論的評価のみでは不十分でありネットワークの形態などに応じた実際的評価が必要となる．本研究では，分散アルゴリズムの実験的評価を行うための分散アルゴリズムシミュレータの開発を行い，シミュレータの性能を評価するとともに，分散相互排除アルゴリズムの実験的評価を行った．

## 2．分散システムのモデル

シミュレータが対象とする分散システムのモデルを以下に示す．①ネットワークはプロセスの集合とプロセス間通信を行うための通信リンクの集合とから構成される．②プロセス間通信はメッセージパッシングのみとし，リンクでのメッセージの損失はない．③ネットワークはリンクの遅延や容量を任意に指定できる物理ネットワークと，評価対象アルゴリズムが仮定する論理ネットワークから構成される．④通信は同期もしくは非同期で行われる．⑤通信リンクは単方向もしくは双方向である．⑥プロセス故障が発生する．

## 3．シミュレータの構成と動作

シミュレーションの対象となる分散アルゴリズムはコンパイラにより各プロセスが実行する機械語に変換される．各プロセスを実行するCPUはMotorola社のRISCマイクロプロセッサMC88000を仮定している．シミュレータは各プロセスを機械語命令単位でシミュレーションを行うことにより分散アルゴリズムのシミュレーションを行う．シミュレータの構成を図1に示す．

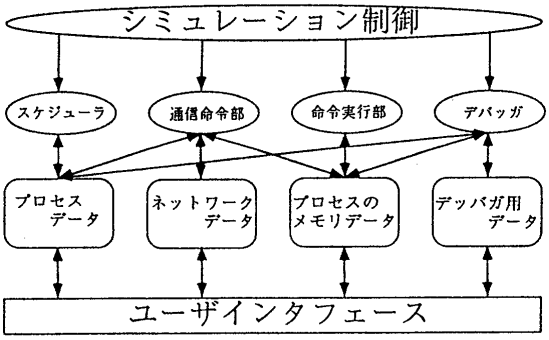


図1　シミュレータの構成

シミュレーションは主に，各プロセスのシミュレーションを管理するスケジューラと，プロセス間のメッセージパッシングをシミュレートする通信命令部の2つのモジュールによって行われる．

シミュレータは各プロセスをシミュレートした累積時間をデータ構造として持っており，スケジューラはその累積時間を参照して実行の最も進んでいないプロセスを次にシミュレートするプロセスに決定する．こうすることで見かけ上，各プロセスは並行してシミュレートされる．

シミュレータ内部ではメッセージは構造体で，通信リンクはメッセージバッファでそれぞれモデル化されている．通信命令部はメッセージ送信時に付加された時刻を受信時に参照することにより次に受信するメッセージを決定する．

また本シミュレータでは物理ネットワー

---

A Distributed Algorithm Simulator for Networks with Arbitrary Topology and Communication Delay Model

Shin'ichi WAKABAYASHI, Tetsuya MATSUMOTO, Takashi HOSOTANI, Tetsushi KOIDE, and Noriyoshi YOSHIDA

Hiroshima University

クのデータをファイルから読み込んだ後，各ノード間の最短経路とその経路中の各リンクの情報をデータ構造として維持する．論理ネットワーク上の通信は，このデータ構造を参照してルーティングを行うことによりシミュレートされる．

さらにシミュレータにはデバッグ機能も組み込まれており，ステップ実行，リスト表示，変数内容表示などの機能を提供する．

## 4．実験結果

本シミュレータを日本電気㈱社製ワークステーションEWS4800/220上でC言語を用いて実現し，RicartとAgrawalaの相互排除アルゴリズムRA[1]をシミュレータ上に実現してシミュレートした．アルゴリズムRAは，あるプロセスが資源を使用しようとする際に，ネットワークに属する他のすべてのプロセスから使用許可を受けることにより，資源使用における相互排除を行うアルゴリズムである．

次に実験結果を示す．図2にシミュレータが1秒間に処理できる命令数（NSI/秒）とプロセス数の関係を示す．

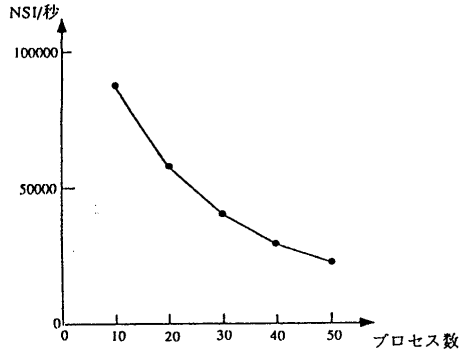


図2　シミュレータが1秒間に処理できる命令数

図2より，本シミュレータはプロセス数10で1秒間に約86000命令処理できることがわかる．この数はプロセス数の増加に従って減少しているが，これはプロセス数が増えるに従って，スケジューラが呼ばれる回数が増えるためであると考えられる．

次にアルゴリズムRAの実験的評価を行った結果を図3に示す．図3は資源使用要求を各プロセスが出す確率と，プロセスが資源使用要求を出してから資源を使用できるまでの時間（資源待ち時間）との関係を，各ネットワークの形状別に示したものである．

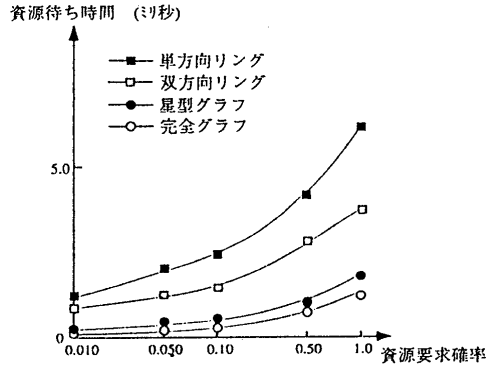


図3　資源使用要求を出す確率と資源待ち時間との関係

図3より，連結度の小さいネットワークの順に資源待ち時間が長くなっているのが確認できる．特にリング型ネットワークでは資源要求確率が0.3を越すあたりから資源待ち時間が急増しているのに対し，完全グラフ型で同様の変化がみられるのは，資源要求確率が約0.5の時である．一般に，資源待ち時間が増加する原因は，資源要求確率の増加に伴う要求の衝突頻度の増加とメッセージ通信遅延がある．通信遅延の増加に伴い，資源待ち時間に対する，資源要求確率による衝突の影響は相対的に小さくなるが，完全グラフと連結度の小さいグラフとの待ち時間の差はさらに広がるものと予想される．

## 5．あとがき

今後の課題としては通信プロトコルのシミュレーションの実現，ユーザインタフェースの充実，及び各種分散アルゴリズムのシミュレータ上での評価がある．

本研究の成果の一部は文部省科学研究費補助金一般研究(B)（課題番号04452195）による．

文献

[1]亀田，山下：“分散アルゴリズム”，出版予定