シミュレーションモデルによる教育用 LAN の通信量解析

石原進[†]，岡田稔[††]，岩田晃[††]，櫻井桂一[†††]
[†]名古屋大学大学院工学研究科電気系専攻
[††]名古屋大学情報処理教育センター，[†††]愛知県立大学

1. はじめに

情報処理教育用の LAN と研究用の LAN の相違として，教育用 LAN では時間的，局所的な負荷の集中度が高いことが挙げられる．例えば，授業利用時においては 40 人程度が一斉にログイン，コンパイル等の動作を行うため，ファイルサーバ等へのアクセスが集中して，ターンアラウンド時間が急激に増大することがある．筆者らは，このような負荷集中によるシステムの性能低下を防ぐため，階層化ネットワークファイルシステムの導入を検討している．

これに先立ち，本論文では教育用 LAN の様な負荷の集中度の高い LAN でのネットワーク通信量を正確に予測するシミュレーションモデルを設計し，本モデルによる教育用 LAN における負荷集中時のネットワーク通信量の解析結果を報告する．

2. シミュレーションの仮定

シミュレーションモデル[1][2]は，通信プロトコルに厳密に従って動作するネットワーク上のノードのモデルを，イベント駆動方式で動作させるものである．各通信プロトコルはモジュール化されており，様々なプロトコルの組み合わせに対応可能である．今回仮定した下位層プロトコルを次に示す．

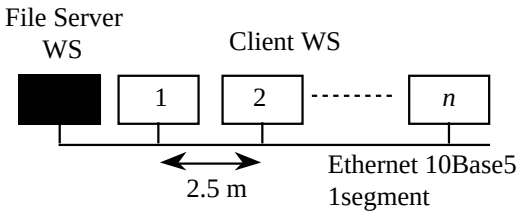

図 1　ネットワーク環境

Fig.1　Network environment.

Traffic Analysis on LAN for Educational Computer System by A Simulation Model
Susumu Ishihara[†], Minoru Okada[††], Akira Iwata[††], Keiichi Sakurai[†††]
[†]Electric Dept., School of Eng., Nagoya University, Nagoya, 464-01, Japan
[††]Education Center for Information Processing, Nagoya University, Nagoya 464-01, Japan
[†††]Aich Prefectural University, Nagoya, 467, Japan

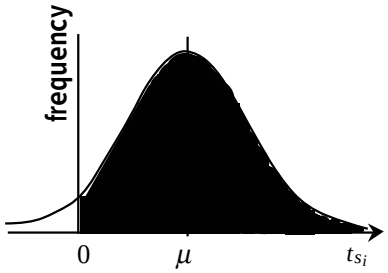

図 2　ファイル送信開始時刻の分布

Fig.2　Distribution of start time of file transfer

・トランスポート層　TCP
・ネットワーク層　IP
・データリンク層　Ethernet
・物理層　同軸ケーブル 10Base5

シミュレーションの仮定として，図 1 に示すネットワーク環境において，ファイルサーバ WS から各クライアントへ，ftp を用いてファイル転送を行うとする．ここで，教育環境でのネットワーク負荷集中を模擬するため，各クライアントにおけるファイル転送開始時刻 t_{s_i} に関して以下のような仮定をした．情報処理教育の教室で，教官の指示の後に学生が一斉にファイル転送を開始する事を考えると，学生の反応時間には，ばらつきがあると思われる．そこで，t_{s_i} は図 2 に示すような正規分布 $N(\mu, \sigma^2)$ の正の部分に従って分布すると仮定する．

3. シミュレーション結果

図 3 に容量が 1Mbytes のファイルをサーバから各クライアント WS に転送した場合の，クライアントの平均ファイル転送時間を測定した結果を示す．クライアント数 n が 20 台程度で，ファイル転送時間が急激に増加していることが分かる．また，図 4 にこのときのサーバの Ethernet 衝突率を示す．ここでは，衝突率 = (衝突回数)/(Ethernet フレーム送信試行回数) × 100 % として計算している．n = 10 ~ 20 台で，衝突率が 10% を上回っている．また，n = 50 台の点を超えると衝突率が急激に増大している．

以上の結果より，Ethernet の通信速度が 10Mbps の場合，教育用 LAN の 1 セグメントあたりの適切なクライアント数は 10 数台程度であると考えられる．

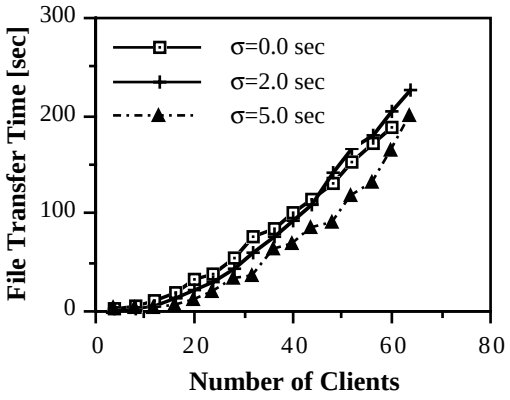

図 3　クライアント平均ファイル転送時間
10 Mbps Ethernet, File Size 1Mbytes, μ =1.0 sec

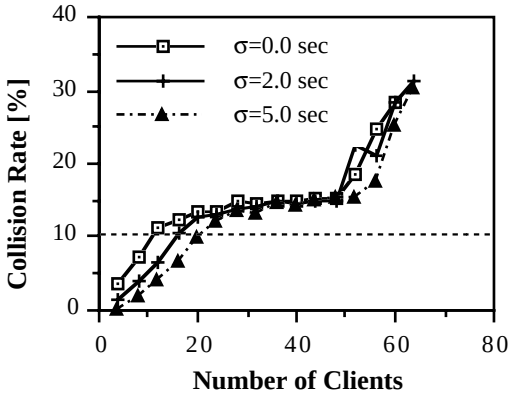

図 4 サーバの Ethernet 衝突率
10 Mbps Ethernet, File Size 1Mbytes, μ = 1.0 sec

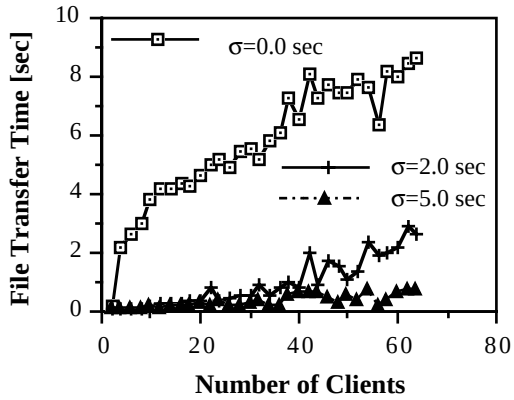

図 5　クライアント平均ファイル転送時間
100 Mbps Ethernet, File Size 1Mbytes, μ =1.0 sec

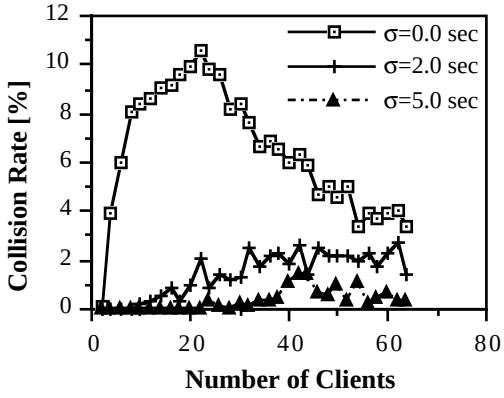

図 6 サーバの Ethernet 衝突率
100 Mbps Ethernet, File Size 1Mbytes, μ = 1.0 sec

次に，同様の条件で Ethernet のビットレートを 100Mbps にした場合の測定結果を示す(図 5, 6)．ここでは Ethernet のパラメータは通信速度を 100Mbps にしたこと以外は変更していない．ただし，ホストの処理速度は，クライアント 1 台でファイル転送を行ったときに，60Mbps の実効転送速度が得られる程度に十分高速なものとした． 図 5 では，σ = 0.0 sec のときにファイル転送時間が大きな増大を示すものの，これ以外の場合においては，クライアント数が多いときでも 3 sec 以内に納まっている．これは，n が大きいときには，通信速度が 10 倍になったことにより，転送速度が 50 倍以上に向上することを示している．また，サーバの Ethernet 衝突率は，n が増加しても 10% 未満の低い値を保っている．

これより，100Mbps の Ethernet の導入によって，一セグメントに一クラスの人数分 (40~50) 以上のクライアントを接続しても，十分な性能が満たされると考えられる．

4.　まとめ

従来法[3]に較べて，ネットワーク上のノードのモデルを通信プロトコルに忠実に動作させるネットワーク通信量解析モデルにより，教育用 LAN における負荷集中のシミュレーションを行った．この結果，教育用 LAN の 1 セグメントあたりの適切なクライアント数は，Ethernet の通信速度が 10Mbps の場合では 10 数台程度，100Mbps の場合では 60 台以上となることが示された．今後は，複雑なトポロジにも対応可能なようにモデルを拡張し，教育用 NFS の評価に利用する予定である．

参考文献

[1] 石原進, 岡田稔, 櫻井桂一：" 情報処理教育用 LAN のネットワーク負荷解析 ", 電気系学会東海連大, p. 401 (1994)

[2] 石原進, 岡田稔, 岩田晃, 櫻井桂一：" 教育用 LAN における通信量モデリングの一手法 ", 信学技報 , CAS 94-88, pp. 29-36 (1995)

[3] E. Drakopulos and M. J. Merges : "Performance Analysis of Client-Server Storage Systems", *IEEE Trans. Comput.*, Vol. 41, No. 11, pp. 1442-1452 (1992)