

高速ネットワークにおける上位プロトコル特性に関する一考察

7C-5

伊藤 嘉浩 堀田 孝男 石倉 雅巳 浅見 徹

国際電信電話株式会社 研究所

1. はじめに

10Mbps の Ethernet が LAN(Local Area Network) の主流となって十数年が経過し、Ethernet 技術は成熟してきている。一方、FDDI など、100Mbps 級の伝送速度を持つ高速なメディアが導入されつつある。こうした高速ネットワークが、Ethernet を基盤としたネットワーク技術に対してどの程度対応可能であるのかについて、NFS(Network File System)<sup>[1]</sup> のプロトコルスタックを取り上げて実験検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験は、RPC(Remote Procedure Call)<sup>[2]</sup>/UDP 上のプロトコルである NFS のプロトコルスタックについて各レイヤ毎に FDDI, Ethernet のパフォーマンスを測定・評価した。本実験で使用した計算機を表 1 に示す。各計算機は Crescendo 社の C1100 コンセントレータを通して FDDI リング上に接続され、また Ethernet の同一セグメント上に接続されている。

表 1: 実験に使用した計算機

	機種名	SPEC int92	FDDI ボード
N1	ハイエンド WS	130.2	純正 FDDI
N2	ハイエンド WS	109.1	純正 FDDI
N3	ミッドレンジ WS	59.7	サードベンダ CDDI
N4	ローエンド WS	27.3	サードベンダ CDDI

3. 評価実験および考察

3.1 UDP のスループット特性

ここでは TCP/UDP の特性評価アプリケーションである ttcp を用いて UDP におけるスループット特性を測定する。最も CPU 処理能力の高い N1 を受信側とし、UDP パケットサイズを 10000 バイトまで変化させて UDP のスループット特性を測定した。FDDI および Ethernet による測定結果をそれぞれ図 1、図 2 に示す。値は受信側で測定したものである。

UDP はコネクションレス型のプロトコルであるので、UDP を含めた下位のレイヤのプロトコルヘッダ数十バイトがデータ転送のオーバーヘッドとなる。従ってある程度の大きさの UDP パケットサイズがあれば、転送能力

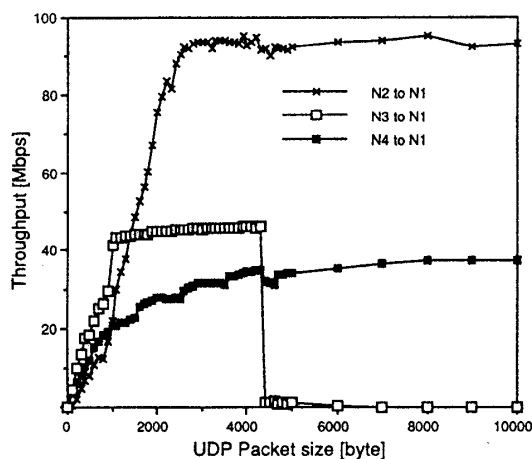


図 1: パケット長に対するスループット特性 (FDDI)

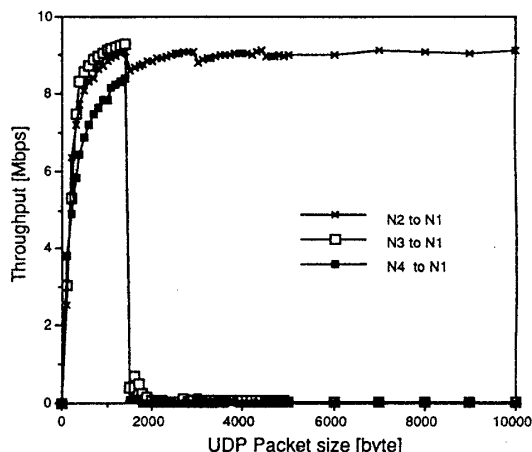


図 2: パケット長に対するスループット特性 (Ethernet)

はほぼメディアの限界能力に近い値が期待できる。図 2 から Ethernet においては、UDP パケットサイズが IP パケットの分割が生じない 1.5K バイト位迄はどの機種においても 10Mbps に近い値が得られている。但し、それ以上のパケットサイズでは送信側インタフェースの処理能力以上のデータの送出によりデータの送り損ないが生じ、UDP パケットが完全な形で受信できないため、N3,N4 ではスループットが 0 になってしまったものと考えられる。また、図 1 より FDDI において送信側を N2 にした場合は 100Mbps に近い値が得られているものの、他の機種においては伝送速度の半分のスループットも得られていない。この結果から、N3 では、その処理能力から最大 40Mbps の転送速度が限界であり、また、パケット分割処理に処理能力が追いつかずに、パケットの分割の起こる 4K バイト以上のパケットサイ

"A Study of Protocol Performance over Highspeed LAN" by Yoshihiro ITO, Takao HOTTA, Masami ISHIKURA and Tohru ASAMI  
KDD R & D Laboratories

ズではほとんどスループットが得られていない。一方、N4ではパケット分割処理も含めて、最大で30Mbpsの転送速度が限界であることがわかる。結局、UDPにおいてEthernetではその伝送速度に対して十分なスループット特性が得られても、FDDIのような高速なネットワークにおいて十分なスループットを得るには、それに見合った計算機の処理能力が必要である。また、IPフレームの分割処理の実装方式が、高速ネットワークでUDPのスループットを得るための重要なポイントであることがわかる。

3.2 RPCのスループット特性

図3にRPC/UDPを用いた計算機メモリ間データ転送のスループット特性を示す。実験にはUDPのスループットで最も高い値の得られた組合せを選び、送信側をN2、受信側をN1とし、書込むデータの単位サイズを変化させスループットを測定した。RPCでは実装の都合上、データ単位サイズの指定は8Kバイト迄である。

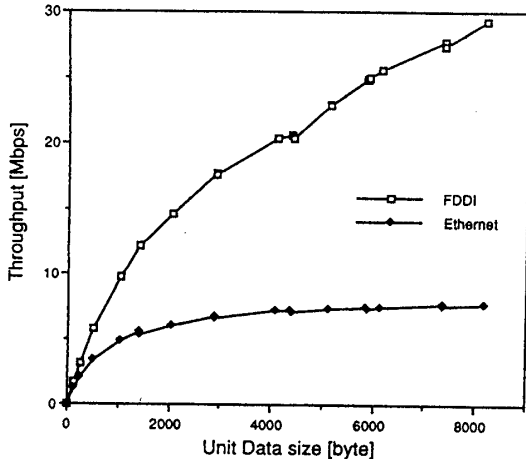


図 3: RPCにおけるスループット特性

この結果から、Ethernetでは4Kバイト以上のデータサイズでスループットは飽和し、かつ伝送速度に対して十分なスループットが得られているが、FDDIにおいては、データサイズが8Kバイト迄では、スループットが飽和していない。従って、Ethernetでは十分であっても8Kバイト程度のデータサイズではRPCの処理遅延の方がデータ転送遅延より大きいいため、FDDIの能力を十分に引き出すことができないと考えられる。

3.3 NFS評価実験

ここではSPECのSFS benchmarks<sup>[3]</sup>を用いてFDDIとEthernetにおけるNFSの特性評価を行う。図4にNFSサーバをN1、クライアントをN2として測定を行った結果を示す。図では、Read、Writeとそれ以外のオペレーションについて、単位時間当りのNFSオペレーション数に対する応答時間の値を個別に示してある。

RPCの結果では、EthernetとFDDIにはかなりのス

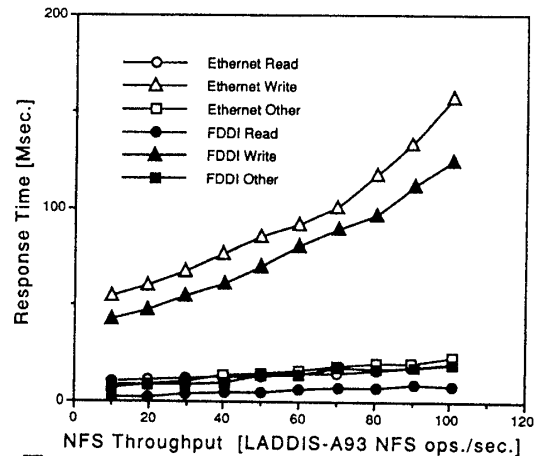


図 4: SFSによるNFSパフォーマンス評価

ループットの差があったにも関わらず、NFSにおいてはほとんど差異が見られない。これは第一にNFSにおけるRead/Write以外のオペレーションは、データサイズが数十バイト程度であり、RPCの結果から、このデータサイズではFDDIとEthernetで顕著なスループットの差はないためと考えられる。一方、Read/Writeオペレーションでは、約8Kバイトのデータサイズとなり、RPCの結果からRPC/UDPではFDDIとEthernetにスループットに約4倍の差がある。確かにReadオペレーションでは2倍以上のスループットが得られているが、Writeオペレーションではそれほど差はない。UNIXファイルシステムの機構上、読出しよりも書込み処理の負荷がかなり大きい。従って、NFSにおいてFDDIで十分なスループットが得られないのは、伝送路上で費やされる応答時間が、ファイル書込みで費やされるそれに較べ十分に小さいためであると考えられる。

4. おわりに

本稿では現在導入されつつある高速ネットワークにおける従来の上位プロトコルの動作について、FDDI及びEthernet上での、NFS、RPC、UDP各プロトコルの特性評価実験を基に検討を行った。結論として、高速なネットワークを活用するには計算機の処理能力、ファイルアクセス速度など、十分な機器、プロトコルの実装を必要とするものであることが判明した。最後に日頃御指導頂くKDD研究所 浦野所長、眞家次長に感謝します。

参考文献

- [1] Sun Microsystems, Inc., "Network Filesystem Specification," RFC-1094, DDN Network Information Center, SRI International, Menlo Park, CA. NFS version 2 protocol specification.
- [2] Sun Microsystems, Inc., "Remote Procedure Call Specification," RFC-1057, DDN Network Information Center, SRI International, Menlo Park, CA. Remote procedure protocol specification.
- [3] SPEC SFS Release 1.0 Technical.