

5N-4

T²I/LANにおける異プロトコル間高速ファイル転送規約
y a f t (Yet Another File Transfer protocol)の実現と性能測定

原口 浩朗 山室 知久 中川 徹 北川 一

(豊田工業大学)

1. はじめに

近年、高性能・低価格のワークステーションが普及し、LAN（ローカルエリアネットワーク）が日常的に用いられるようになった。また同一イーサネット上で複数の通信規約（以後プロトコルと称す）を使用する例も増えている。本学においても、学内で開発されたプロトコル TSCP/TTCP^{[1]-[3]}、および UNIX 系の多くの計算機で標準的にサポートされている TCP/IP が、同一イーサネット上に共存する形で用いられている。しかし、これらのプロトコルは論理的に独立したネットワーク（以後論理ネットワークと称す）を形成しており、その応用層は各プロトコル上に独自に作成されたものである。そのため、同様の機能を持つ応用層であっても互換性がなく、またユーザ・インターフェースが異なるという問題があり、各種既存のプロトコル上の応用層を統一する必要が出てきている。そこで、各プロトコル上の応用層の統一を目的とし、その一例として複数のプロトコル上で動作するファイル転送規約 yaft (Yet Another File Transfer protocol)の開発を行なった。また、この yaft と本学で開発された INWay（網内路）^[4]を連動することにより、異プロトコル間、つまり論理ネットワーク間でのファイル転送が可能となる。本稿では、この yaft 実現方式、および性能について報告する。

2. yaft

2.1 yaft の設計方針

(1) yaft の実現対象とするプロトコルは、物理層からセッション層までをサポートするプロトコルである。特に データグラム型通信機能を提供するプロトコル上に yaft を実装する。(図1)
この理由は、以下の通りである。

・移植性

yaft とセッション層間のインターフェースを変更することにより、どのプロトコルへも対応が可能となり、今後導入される OSI（開放型システム間相互接続）へも容易に実装可能である。

・高速性

後述の INWay を連動し、異プロトコル間でファイル転送を行なった場合、データグラム型通信の方が総合的に高いスループットを得ることができる。

(2) 高速にデータを転送するために、転送データのバッファ・コピーを極力避け、それに伴うオーバーヘッドを最小にする。具体的には^[2]、送信側は転送データ領域の後ろからパケット単位に分解し転送する。受信側はデータ領域にパケットを直接受信するようにする。

2.2 yaft の制御方式

yaft はデータグラム型通信を用いるため yaft 内部でフロー制御、順序制御などを行なう。

(1) フロー制御

フロー制御には、プリ・ペーシング方式^[1]を採用することで、応答待ちの無駄時間を短縮できる。

(2) 順序制御、誤り回復

データの転送はブロック単位で行なう。送信側は、転送データを yaft 内部でパケット単位に分解し、シーケンス番号を付加し送出する。受信側は、到着パケットのシーケンス番号、パケットサイズを記憶しておき、ブロックデータの受信後、シーケンス番号のソートを行う。パケットの重複、追越しなどがあつた場合、データの入れ替えを行い正しい順序に組立て直す。パケットの紛失があつた場合、紛失パケットの再送を送信側に要求する。しかし、イーサネットのような信頼性の高い伝送路では、これらのエラーの発生は希である。

2.3 実装対象

yaft を実装したホストおよびプロトコルを以下に示す。

(1) ホスト

- ・Sun Microsystems Sun-3/140M, 同 50M (SunOS)
- ・NEC PC9801VX (MS-DOS)

(2) プロトコル（データグラム型）

- ・TCP/IP 系の UDP
SunOS でサポートされている標準プロトコル
- ・TUDP (T²I/LAN User Datagram Protocol)
学内開発のプロトコル

2.4 測定方法および評価方法

性能測定は、ホスト上に yaft 以外の負荷は存在しない状態で行なった。転送時間は、ファイルの転送要求を発行し、転送が終了するまでの経過時間とした。また性能評価法として二次元スペクトラム表現^{[2][3]}を用いた。この表現法は、並列計算機の性能評価に用いられている方法で、転送性能の特性を性能限界値($T_{0.9}$:連続転送時の最大スループット)、および半性能値($N_{1/2}$:スループットが $T_{0.9}$ の半分になる転送サイズ)の2つの値を用いて表現するものである。

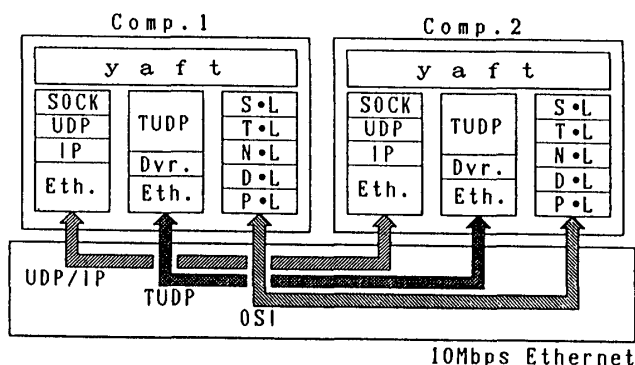


図1. 異プロトコル上 yaft

2.5 転送性能

図2に、Sun-3/140M、同 50M 間でファイル転送を行った結果を、図3にその二次元スペクトラムを示す。また比較のために、様々な計算機で広く用いられている FTP(File Transfer Protocol)、および UNIX を搭載した計算機間でよく用いられる rcp (Remote Copy) の測定結果を示す。図2より、FTP は実際にファイルの転送を開始するまでのオーバーヘッドは約 2.6 秒、実効転送速度は約 550 kbps である。また rcp のオーバーヘッドは約 5.8 秒、実効転送速度は約 1.67 Mbps である。この図より、200-300 キロバイト以下の小さいファイル場合 FTP が高速であり、ファイルサイズが非常に大きい場合は rcp が高速であることがわかる。

yafit の場合、UDP/IP、TUDP の両プロトコルにおいてもオーバーヘッドは約 1.1 秒であり、FTP の 1/2 以下、rcp の 1/5 以下である。また実効転送速度は 1 Mbps 以上であり、FTP と rcp のほぼ中間の値である。UNIX での通常のファイルサイズは、数十キロ〜数百キロバイトであるので、この範囲のファイルを転送する場合、yafit が最も高速であることがわかる。

図3の二次元スペクトラムにおいても、yafit の高速性が示されている。

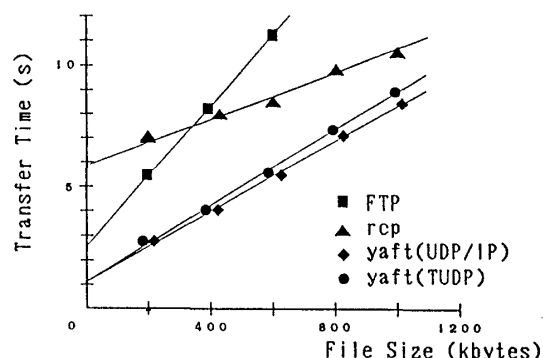


図2. yafit の転送速度

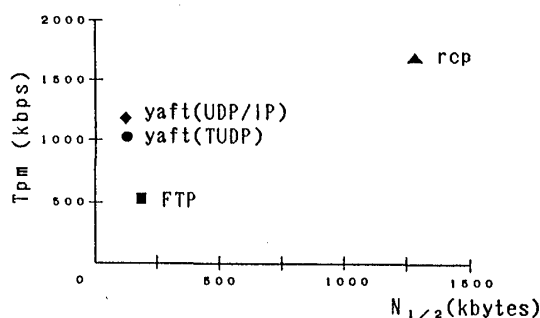


図3. 二次元スペクトラム

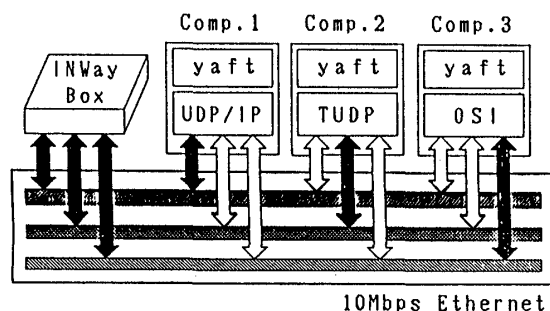


図4. 異プロトコル間 yafit

3. 異プロトコル間でのファイル転送

3.1 論理ネットワークの相互接続

同一イーサネット上の異プロトコル間で、ファイル転送を行なうためには、論理ネットワークの相互接続を行なわなければならない。接続方法として、既存のゲートウェイ方式と、本学で開発された INWay (INner-netWay)方式とがある。前者のゲートウェイ方式では、受信したパケットを応用層まで組み上げ、ユーザデータを再組立てした後、目的のプロトコルに従ったパケットに分解する。その結果、スループットが低下するという問題がある。そこで、以下、INWay 方式について述べる。

3.2 INWay 方式

同一イーサネット内における複数の論理ネットワーク間相互接続を目的としたものである。その原理は、イーサネット上を常にモニタリングし、論理ネットワークをまたぐパケットかどうかをアドレスと論理ネットワークに関するデータベースから判定、プロトコル変換する。その後、送信元計算機のイーサネットアドレスをつけて送出する。つまり、あたかも送信元の計算機から送られた様に見せかけ、スループットの向上、および透過的な通信を実現する方式である。現在、この INWay 方式として、2種類を開発している。

(1) 網内ゲートウェイ^[4]

トランスポート層でのプロトコル変換を行なう方式である。ユーザデータの再組立て、分解を行なうので、実測の結果、実効転送速度が半分に低下することが判明した。

(2) 網内ブリッジ

これは yafit の高速性を損なわないために考えたものであり、データリンク層でのプロトコル変換を行なう。パケット単位で処理を行なうので、ユーザデータの組み立ては起こらず、大幅なスループットの向上が期待できる。現在、この網内プロトコル変換処理を1ボード上で行なう装置 "INWay ボックス" の設計、実装を進めている。

4. おわりに

今後 OSI が導入され始めると、各種既存のプロトコル上の応用層を OSI にどの様に融合させるか、あるいは応用層の統一をどのように図るかという問題は、さらに深刻になってくるであろう。今回この問題の解決法の1つとして、応用層の統一ということに着目し、yafit の開発を行い、良好な転送性能を得た。

しかし現段階の yafit は、ファイルを転送するための最低限の機能を持っているにすぎない。今後 FTAM (File Transfer, Access and Management) など他のファイル転送システムを参考に機能の充実を進めていきたいと考えている。

最後に、INWay ボックスの作成にあたり協力頂いた DCL (株) に深謝する。

参考文献

- [1] 北川, 中川, 辻村, 山崎: T²I/LAN に関する発表 4 件, 情報処理学会第 30 回全国大会, pp. 1123-1130 (1985)
- [2] 田辺, 辻村, 中川, 北川: 「T²I/LAN: 異機種間 LAN における通信規約の開発と評価」, 同上第 32 回全国大会, pp. 1005-1006 (1986)
- [3] 伊藤, 萩野, 中川, 北川: 「T²I/LAN: 異機種間 LAN における高速プロセス間通信通信規約の実装と HAL-GT への応用」, 同上第 36 回全国大会, pp. 565-566 (1988)
- [4] 斎藤, 中川, 北川: 「T²I/LAN: 異機種間高速 LAN における Inner-netway (網内ゲートウェイ) の設計と試作」, 同上第 38 回全国大会, pp. 1731-1732 (1989)