

2N-6 複数NICとスイッチングハブを用いた広帯域通信機構の構築と評価*

出口文仁 梶垣博章†

{ruke,hig}@higlab.k.dendai.ac.jp

東京電機大学 理工学部 情報システム工学科‡

1 背景と目的

ネットワーク技術とコンピュータ技術の発達によって、ネットワークに接続されたコンピュータ間で、大容量のマルチメディアデータを伝送するアプリケーションへの要求が高まっている。また、LAN(ローカルエリアネットワーク)の技術としてイーサネットが広く利用されている。これまでは、リピータハブを用いてLANが構成されていたが、最近ではスイッチングハブが広く利用されるようになり、低価格化が著しい。そこで、本研究では、このスイッチングハブを利用して、各コンピュータに複数のNIC(ネットワークインタフェースカード)を装着することにより、広帯域通信をアプリケーションに提供することを目的とする。

2 スイッチングハブの動作

イーサネットはバス型ネットワークであり、データの伝送はブロードキャストを基礎としている。共有リソースである伝送路帯域の割り当て制御はCSMA/CDとよばれる分散制御方式が用いられている。リピータハブは、同一のセグメントにある複数のNICをスター型に接続し、バス型のイーサネットをエミュレートする機能を持つ装置である。リピータハブに接続されたNICは、伝送帯域を共有している。そのため、同時に2つのNICがフレームを送信したときには、フレームの衝突(コリジョン)が発生し、帯域が低下する。

一方、スイッチングハブは互いに独立なフレームの伝送を同時に行うことができる。また、それぞれのポートごとにイーサネットセグメントが分割されるために、あるひとつのイーサネットセグメントで発生した衝突は他のポートに影響を与えない。本論文では、このスイッチングハブの特性を利用して、複数のNICを装着した2台のコンピュータ間をスイッチングハブで接続することによって、広帯域通信を行う方法について述べる。

3 複数NICを用いた広帯域通信

3.1 通信方法

それぞれのコンピュータには、複数枚のNICを装着する。図1では、2台のコンピュータC1、C2にそれぞれ2つのNIC e11、e12およびe21、e22を用意する。IP1およびIP2は、アプリケーションAP1、AP2から受け取ったデータからIPパケットをつくり、それぞれE1、E2へ渡すOSカーネルのIPルーティンである。E1およびE2は、IPパケットからイーサネットフレームをつ

くり、それぞれのネットワークインタフェースe11、e12およびe21、e22へ渡すデバイスドライバの関数である。スイッチングハブの機能を利用して、e11とe21、e12とe22の間で衝突のない通信を行うことにより、帯域の拡大をはかる。

C1上で動作するアプリケーションAP1がネットワークを介してC2上で動作するアプリケーションAP2へデータを送信する場合を考える。送信の際には、送信先C2のIPアドレスを指定して送信するが、このとき送信先であるC2のIPアドレスはひとつである。すなわち、AP1がどのNIC(e11/e12)を使うかを明示的に指定することを必要としないものとする。C1のデバイスドライバE1が、生成したイーサネットフレームをe11を用いて送信するかe12を用いて送信するかを決定する。

C2上で動作するアプリケーションAP2がネットワークを介してC1上で動作するアプリケーションAP1からデータを受信する場合を考える。スイッチングハブSHを通過してe21およびe22で受信されたイーサネットフレームは、E2とIP2を通してアプリケーションAP2に渡される。このときe21、e22で受信し、E2に渡されたフレームについては、受信順序が送信順序とは異なることが考えられる。しかし、イーサネットではFIFOの通信は保証していないことから、各NICに届いたフレームは、その受信順にIP2に渡せばよい。

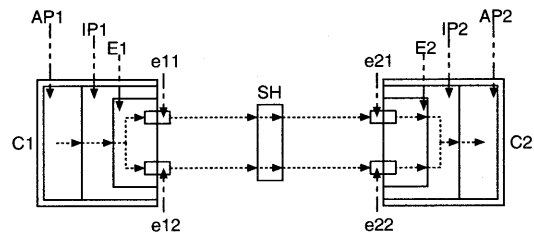


図1: 複数NICを用いた通信

3.2 要求条件

複数NICとスイッチングハブを用いた広帯域通信機構の構築における、要求条件と問題点について述べる。要求条件として以下がある。

- 提案手法を利用するために既存のアプリケーションを変更することを必要としない。
- 複数のNICを利用する場合でも通信に用いるIPアドレスはひとつだけである。すなわち、ひとつのIPアドレスに対して複数のイーサネットアドレスを対応づける。

問題点には、以下が考えられる。

- 複数のNICを用いて通信する場合に、送信すべきフレーム群のうち、どのフレームをどのNICを利用してどのタイミングで送信することによって、ネッ

*Implementation and Evaluation of High Performance Communication System based on Multiple NICs and Switching Hub

†Fumihito Deguchi and Hiroaki Higaki

‡Tokyo Denki University

トワークの利用効率を高め、アプリケーションプロセス間の帯域を拡大することができるのかという、スケジューリングの問題を解決する必要がある。

- IPアドレスとNICのイーサネットアドレスとの1対多の対応付けを実現する手法が必要である。

3.3 実装方法

本研究で提案する広帯域通信機構の実装方法にはいくつかの候補がある。例えば、カーネル内部のIPやイーサネットの機能を実装している関数を変更して実装する方法や、デバイスドライバとして実装する方法がある。本研究では以下のような実装を行った。

- 方法: デバイスドライバの変更によって実現する。
- OS: Linux カーネル 2.2.14 の Vine Linux 2.0 を用いる。
- NIC: 100[Mbps]の「3Com社製 Fast Ether Link XL」を用いる。また、NICはすべてのコンピュータで同一のものを用いる。

どのフレームをどのNICを使用して送信するかという、NICの選択の方法にはいくつか考えられるが、本論文ではNICを交互に使用する方法についてのみ述べる。

イーサネットフレームを送信する際には、デバイスドライバ内で送信元と送信先のNICを決定し、そのMACアドレスを格納したフレームを作成する。デバイスドライバ内でイーサネットヘッダへのポインタを用意し、そのポインタを利用して送信元と受信先のイーサネットアドレスを書き換える [1]。

また、カーネルがイーサネットフレームをNICを使用して送信するときには、通常は図2(a)のように、カーネルが送信関数を直接呼び出す [2]。本実装では、図2(b)のようにカーネルがスケジューリングを行う関数を呼び出し、この関数が送信関数を呼び出すようにデバイスドライバを変更する。

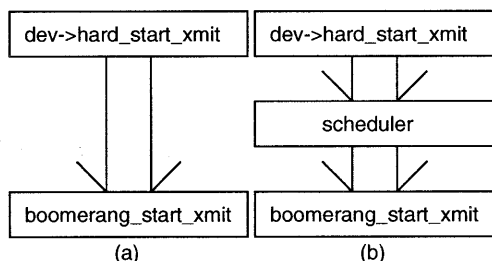


図 2: 送信関数の呼び出し

4 評価実験

1対のNICを用いて通信するネットワークの帯域と、本論文で提案した広帯域通信機構で構成されたネットワークの帯域を測定し、その測定結果を比較する。評価実験に用いたコンピュータの仕様を表1に示す。

表 1: 実験の条件

CPU	Celeron 533 [MHz]
Memory	64 [MByte]

各コンピュータに装着するNICを1枚、2枚、3枚と

変化させて帯域を測定した。測定には netperf[3] というソフトウェアを用いた。netperfは送信ホストと受信ホストで起動したプロセス間で、UDP データグラムを送信することによって、ネットワークの帯域を測定する。図3に実験結果を示す。この図から、1対のNICを用

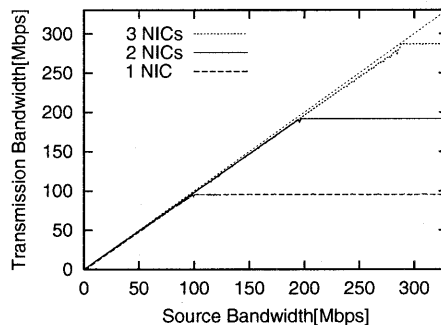


図 3: 提案通信機構の帯域

いて通信するアーキテクチャで構成されたネットワークの帯域が 95.50[Mbps]であることがわかる。これに対して、1台のコンピュータに装着したNICを2枚、3枚とした場合には、それぞれ 191.78[Mbps]、278.19[Mbps]と、帯域が拡大されていることがわかる。一方、表2はネットワークをリピータハブ (RH) で構成した場合に測定された帯域との比較を示しており、これにより提案手法の有効性が明らかである。

表 2: 帯域測定結果 ([Mbps])

	1対	2対	3対
SH	95.50	191.78	278.19
RH	96.06	93.61	74.39

5 まとめと今後の課題

本研究では、複数枚のNICを使用して広帯域通信を可能にする機構を設計し、実装を行った。ここでは、スイッチングハブを利用することで広帯域通信を実現するためにデバイスドライバの変更を行った。また、実際に広帯域通信が可能であることを実験により明らかにした。本実装では、特定のNICのデバイスドライバを変更することで実現した。現在、提案する機能を実現する疑似デバイスのドライバを作成しており、これによって特定のNICに限らず、本機能を利用することが可能となる。

参考文献

- [1] Davit A Rusling, "The Linux Kernel," p.131(1996-1998).
- [2] Donald Becker, "A 3Com Ether Link PCI III / XL ethernet driver for linux" (1996-1998).
- [3] Rick Jones, "netperf," <http://www.cup.hp.com/netperf/NetperfPage.html>.