

Mac OS X における省電力化の為に宛先 IP アドレスを考慮した Gigabit Ethernet の通信速度切り替え方式

村田 陵† 木村 成伴‡ 海老原 義彦‡

筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類† 筑波大学 システム情報系 情報工学科‡

1 はじめに

近年、インターネット利用者の急激な増加に伴い、通信機器の速度が向上し、その消費電力量が大きくなっている。この問題を解決するために、著者らは宛先 IP アドレスを考慮した省電力化の為に Gigabit Ethernet の通信速度切り替え方式(以下、通信速度切り替え方式と略す)を提案している[1][2]。この方式では、最大通信速度を下げるとその消費電力も少なくなるという特性を利用し、省電力化を実現している。この方式は、クライアントの OS に FreeBSD や Linux を用いた場合に有効であることが確認されている。しかし、これらはクライアントの OS としては普及していない。また、これらの OS では、Ethernet の最大通信速度を切り替える際に大きな遅延が生じるが、この問題が他の OS でも存在するかどうかを確認する必要がある。

そこで本論文では、この方式を Mac OS X に適用する。そして、通信実験により、本方式の有効性を評価することを目的としている。

2 提案方式

文献[1]と文献[2]では、小規模なオフィスや家庭内での典型的なネットワークを、図 2.1 に示すように想定している。この図において、Local Area Network (LAN) が小規模なオフィスや家庭などのネットワークを表しており、Client-Server1 間や Client-Router 間は Gigabit Ethernet を用いて最大 1Gbps で通信が可能である。Server2 はインターネットを経由して接続するパブリックなサーバを想定しており、Router-Server2 間は LAN 内での通信速度よりも遅い、最大 100Mbps で通信可能である。

そして、通信速度切り替え方式では、クライアントは通常 100Mbps で接続し、通信開始時に

その送信元 IP アドレスと宛先 IP アドレスが同じサブネットであれば、速度を 1Gbps に切り替え、通信終了時に 100Mbps に戻す。異なるサブネットであれば、速度を切り替えずに 100Mbps のままで通信を行う。

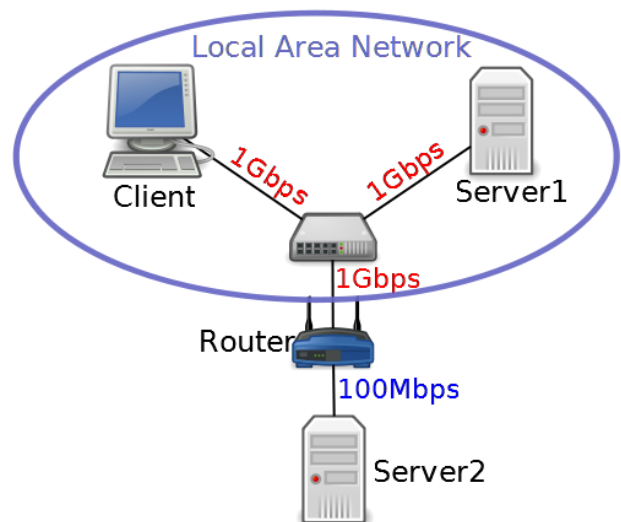


図 2.1 想定ネットワーク

3 予備実験

本章では、以下に示す 3.1 節と 3.2 節の実験 1 及び実験 2 を行い、基礎データを取得する。これらの実験で使用した機器の仕様を表 3.1 に示す。各 PC は Mac OS X (10.6.8) を搭載している。

表 3.1 使用機器仕様表

PC1	機種	Mac mini
	CPU	Intel Core 2 Duo 2.4 GHz
	メモリ	2 [GB]
PC2	機種	MacBook Pro
	CPU	Intel Core 2 Duo 2.4 GHz
	メモリ	4 [GB]

3.1 実験 1

まず、PC1 及び PC2 の Gigabit Ethernet デバイス(NIC)を無効にした状態で 24 時間の積算電力を計測した。次に 1Gbps, 100Mbps, 10Mbps の各最大通信速度において、以下の 3 つのシナリオで実験を行った。

Gigabit Ethernet Link Rate Switching Method Based on Destination IP Address for Power-Saving in Mac OS X

† Ryo Murata, College of Media Arts, Science and Technology, School of Informatics, University of Tsukuba
‡ Shigetomo Kimura and Yoshihiko Ebihara, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

- (1) 通信を行っていない場合
- (2) PC1 をサーバ, PC2 をクライアントとして, サーバからクライアントへ無限長のファイル (/dev/zero)を FTP で送信し, /dev/null に書き込み続けた場合
- (3) PC2 をサーバ, PC1 をクライアントとして (2)を行った場合

各シナリオについて, PC1 及び PC2 の 24 時間以上の積算電力量を測定し, 各 PC の 1 時間あたりの消費電力[Wh]を求め, この値と NIC を無効にした場合の消費電力との差を, NIC の消費電力として求めた. 実験 1 の結果を表 3.2 に示す.

表 3.2 の結果より, 通信を行わない状態であっても, NIC を通信可能な状態にしているだけで, 設定した最大通信速度が高いほど消費電力が高くなるのがわかる. 通信を行っている状態では, 10Mbps 時の消費電力が最も少なく, 100Mbps 時と比べて 4.70~6.71 [Wh]小さかった. 100Mbps 時は 1Gbps 時と比べて 1.27~2.37 [Wh]小さいが, 10Mbps 時と比べた場合ほど大きな差はみられなかった. 文献[1]と文献[2]の結果では, 100Mbps 時と 10Mbps 時の消費電力はほぼ同等であるが, 1Gbps 時とは大きな差があることから, 今回の結果とは大きな差異があることがわかる. その原因として, 使用している NIC が異なることが考えられる.

表 3.2 NIC の消費電力

NIC を無効にした場合 [Wh]			
PC1	7.371	PC2	7.469
通信を行っていない場合			
	1Gbps [Wh]	100Mbps [Wh]	10Mbps [Wh]
PC1	0.545	0.269	0.153
PC2	2.382	0.639	0.286
PC1 がサーバ, PC2 がクライアント			
PC1	10.93	8.56	2.344
PC2	11.99	10.05	5.35
PC2 がサーバ, PC1 がクライアント			
PC1	11.46	10.19	3.48
PC2	11.36	9.14	3.76

3.2 実験 2

実験 1 のシナリオ(3)において, クライアント(PC1)が通信中に最大通信速度を変更した際に生じる通信中断時間を測定した. サーバ(PC2)と通信する様子を tcpdump で観測し, 速度切り替えにより発生する通信中断の直前に送られたパケットの送信時刻と, 正常なデータ転送が再開されてから最初に送られたパケットの送信時刻の

差を通信中断時間とした. 各実験とも, 20 回の速度切り替えを行い, それぞれで得られた時間の平均値と信頼係数 95%のときの信頼区間を算出した. 表 3.3 に実験結果を示す. ここで, 表の第 1 列にある n-m は, n から m に通信速度を切り替えることを表す. 数字と通信速度の対応は

1:10Mbps, 2:100Mbps, 3:1Gbps

である. また, 第 1 行はサーバ PC の最大通信速度を表す. 表 3.3 の結果から, 速度を切り替える際に, 2 秒から 8 秒の通信中断が発生してしまうことがわかる. また, この時間は先行研究のものよりも長かった.

表 3.3 PC1 通信中断時間

	1Gbps [sec]	100Mbps [sec]	10Mbps [sec]
1-1	0	0	0.04±0.085
1-2	5.28±0.41	6.27±0.21	6.40±0.06
1-3	8.49±0.59	6.41±0.05	6.40±0.05
2-1	5.88±0.08	5.89±0.08	6.28±0.21
2-2	0	0	0
2-3	5.77±0.16	5.84±0.05	6.19±0.37
3-1	2.34±0.40	5.86±0.09	6.42±0.05
3-2	6.12±0.08	5.89±0.12	6.42±0.05
3-3	0	0	0

4 まとめ

本論文では, 宛先 IP アドレスを考慮した Gigabit Ethernet の通信速度切り替え方式を Mac OS X に適用する必要性について述べた. そして, 最大通信速度を切り換えたときの NIC の消費電力量と, 通信中に最大通信速度を変更した際に生じる通信中断時間を測定した.

今後は, 通信速度切り替え方式を Mac OS X 上に実装し, クライアントが, 宛先を LAN 上のサーバと外部のサーバに切り替えながら通信したときの消費電力量と通信時間を評価することで, 通信速度切り替え方式を Mac OS X に適用したときの有効性を示すことが課題となる.

参考文献

- [1] 浅間美幸, 木村成伴, 海老原義彦, “宛先 IP アドレスを考慮した省電力化のための Ethernet の通信速度切り替え方式,” 情報処理学会第 72 回全国大会, No.6ZB-3, Mar. 2010.
- [2] 肖夏, 木村成伴, 海老原義彦, “Linux における省電力化の為の宛先 IP アドレスを考慮した Gigabit Ethernet の通信速度切り替え方式,” 情報処理学会第 73 回全国大会, Mar. 2011.