

# 省電力化の為の宛先 IP アドレスを考慮したリンク切り替え方式

西口 雅人<sup>†</sup> 木村 成伴<sup>‡</sup>

筑波大学 情報学群 情報メディア創成学類<sup>†</sup> 筑波大学 システム情報系 情報工学城<sup>‡</sup>

## 1 はじめに

インターネット利用者の増加に伴い、通信機器の省電力化が課題になっている。これに対して著者らは、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対象に、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（以下、通信速度切り替え方式）を提案したが、この方式には、速度切り替え時に数秒の通信中断が発生するという問題があった[1][2]。

この問題を解決するために、本論文では、端末が無線 LAN と Gigabit Ethernet など、複数のネットワークインタフェースを持つ環境を仮定し、通信時に、宛先 IP アドレスによって使用するリンクを切り替える方式を提案する。そして通信実験により、通信速度切り替え方式と通信中断時間や消費電力を比較することで、本方式の有効性を示す。

## 2 提案方式

本論文では、通信速度切り替え方式と同様に、図 2.1 に示すような、小規模なオフィスや家庭内での典型的なネットワークへの適用を前提とする。この図において、LAN 内では、各通信機器は Gigabit Ethernet で接続されており、最大 1Gbps で通信が可能である。クライアントに関しては、無線 LAN でも接続されているため、2つのリンクによる通信が可能となっている。そして、ルータを介した外のネットワークとは、インターネットでの混雑状況を考慮し、最大 100Mbps で通信が可能となっているものとする。

提案方式では、このような通信先のサブネットによる通信速度の差異に着目し、クライアントは、送信先のサブネットによって、使用するリンクを切り替えることで、消費電力を抑える。すなわち、通常、クライアントは待機電力が低い無線 LAN で接続し、Gigabit Ethernet はリンクダウンする。

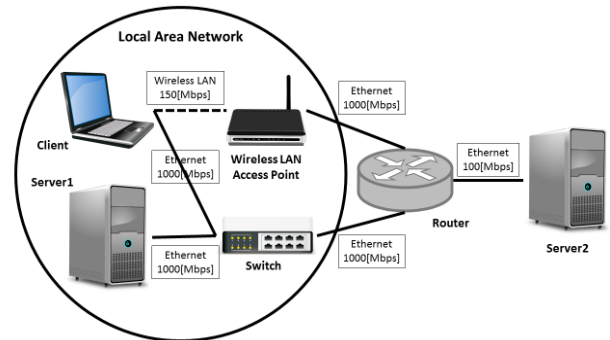


図 2.1 想定ネットワーク

そして、LAN 外の相手と通信するときは、このまま、無線 LAN を使って、低消費電力で通信を行う。一方、同じ LAN 内の相手と通信する場合、すなわち、その送信元 IP アドレスと送信先 IP アドレスが同じサブネットに属しているときは、クライアントは、通信開始時に、使用するリンクを、無線 LAN から Gigabit Ethernet に切り替え、高い消費電力だが、短時間で通信を完了させる。なお、リンクの切り替えには、ルーティングテーブルのメトリック値を利用する方法を用いた。クライアントのルーティングテーブルにおいて、Ethernet のメトリック値を、無線 LAN よりも小さい値に設定しておく。これにより、Ethernet をリンクアップさせ、通信可能になった時点で、切り替え時間がほぼゼロで、通信リンクが自動的に無線 LAN から Ethernet に切り替わる。

## 3 検証実験

本章では、以下に示す実験 1 および実験 2 を行い、提案方式の有効性を示す。これらの実験のトポロジは図 2.1 と同じであり、ここで使用した機器の仕様は表 3.1 の通りである。

表 3.1 使用機器仕様表

client	OS	Ubuntu 14.04 LTS
	CPU	Core i3 2330M 2.1[GHz]
	メモリ	2[GB]
	NIC	RTL8111/8168/8411 PCI Express Gigabit Ethernet Controller
	NIC	Centrino Wireless-N 1030
server1	OS	FreeBSD 10.1-RELEASE
	CPU	Core2 Duo E8500 3.16[GHz]
	メモリ	3[GB]
server2	NIC	82540EM Gigabit Ethernet Controller
	OS	FreeBSD 10.1-RELEASE
	CPU	Core2 Duo E8500 3.16[GHz]
	メモリ	3[GB]
	NIC	82562V-2 10/100 Network Connection

Communication Link Switching Method Based on Destination IP Address for Power-Saving

<sup>†</sup> Masato Nishiguchi, College of Media Arts, Science and Technology of Informatics, University of Tsukuba.

<sup>‡</sup> Shigetomo Kimura, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba.

### 3.1 実験 1

実験 1 では、以下の 3 つの条件下で、ファイル転送を繰り返し、1 時間あたりの積算消費電力と通信時間を計測した。

- (1) 通信および待機時ともに無線 LAN
- (2) 通信および待機時ともに Gigabit Ethernet
- (3) 提案方式

各条件において、クライアントは 5 分毎に、サーバ 1 とサーバ 2 へ交互に接続して、FTP によりファイル(50MB, 100MB, 200MB)をアップロードする。この操作を 24 時間以上繰り返したときの、各条件における 1 時間あたりの積算消費電力と平均通信時間を図 3.1~図 3.4 に示す。ただし、図 3.1 の積算消費電力値は、NIC を無効にした状態での積算消費電力を、実験結果から差し引いた値である。また、図 3.2 は、ルータ、スイッチ、アクセスポイントの 1 時間あたりの積算消費電力の合計である。

図 3.1 と図 3.2 より、提案方式は他の 2 条件と比べて、消費電力が 0.25~0.3Wh、および 1.64~1.67Wh 低いことが分かる。常時無線 LAN のときよりも消費電力が低いのは、図 3.3 に示す通り、通信先が Server1 の場合の通信時間が短いためである。また、図 3.3 と図 3.4 から、提案方式は、常時 Gigabit Ethernet のときよりも通信時間が 2.2~5.5s 多いだけであることから、消費電力の低さを考慮すれば、有用性があると言える。

### 3.2 実験 2

実験 2 では、提案方式において、通信リンクが Ethernet に切り替わるときの通信の様子を tcpdump で観測し、リンク切り替えによる通信中断の直前に送られたパケットの送信時間と、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。

20 回の観測結果から平均値を算出した結果、切り替えに伴う通信中断がほぼ発生しないことが分かった。これは、Gigabit Ethernet のリンクアップやオートネゴシエーションなどの処理が完了するまで、無線 LAN での通信が継続していたためであり、提案方式における通信中断は無視できることが分かった。速度切り替え方式では、単一のリンクで通信を行うため、上記の処理が完了するまで、通信が 5 秒ほど中断していた[2]。

## 4 まとめ

本論文では、通信速度切り替え方式の問題を解決するために、リンク切り替えによる省電力化方式を提案した。そして通信実験を行い、通信中断時間と消費電力の観点から、本方式の有用性を示した。

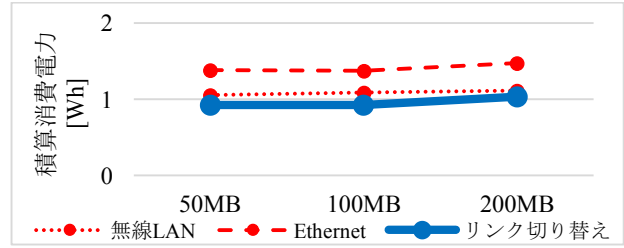


図 3.1 リンク別の 1 時間あたりの積算消費電力

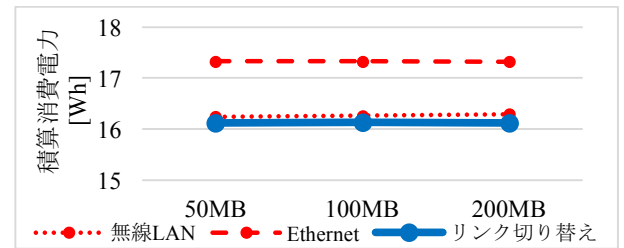


図 3.2 クライアント以外のネットワークの 1 時間あたりの積算消費電力

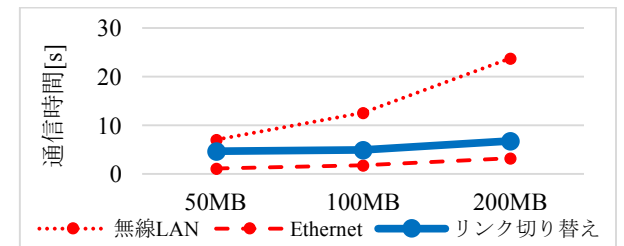


図 3.3 通信先が Server1 の場合の通信時間

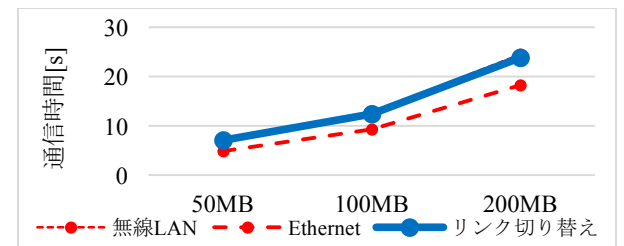


図 3.4 通信先が Server2 の場合の通信時間

しかし、本論文では、特定の通信機器による通信実験しか行っていないため、今後は、他の通信機器による測定を通して、実験結果の一般性について示していく。また、無線 LAN と Gigabit Ethernet 以外の組み合わせでも、提案方式が可能であることも確認する必要がある。

### 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 回全国大会講演論文集, Vol. 72, No. 3, 6ZB-3, pp. 373-374, 2010.
- [2] 村田陵, 木村成伴, “サーバにおける省電力化のための宛先 IP アドレスを考慮した Gigabit Ethernet の通信速度切り替え方式”, 信学技報, Vol. 112, No. 350, pp. 13-18, 2012.