

修士論文概要書

2010年 2月提出

専攻名 (専門分野)	情報理工学	氏名	片桐 友之助	指導 教員	後藤 滋樹 印
研究指導名	後藤 滋樹	学籍番号	CD 5108B026-0	教員	
研究 題目	マルチホーム Mobile IPv6 における通信品質の分析				

1. 概要

Mobile IPv6において、移動端末は異なるサブネットへ移動しても同じ IP アドレスを使い通信を継続することができる。しかし、Mobile IPv6をTCPやUDP通信に適用する上ではハンドオーバーに問題がある。そこでマルチホーミングをサポートしたSCTPへの注目が高まっている。本論文では、SCTPのフェイルオーバーメカニズムを用いたMobile IPv6に対する通信品質を評価し、RTOやPMRなどSCTPのパラメータがハンドオフに与える影響を調査し、最適なパラメータを提案する。

2. Mobile IPv6の概要

通常、端末はあるリンクから異なるリンクへ移動したときは異なるIPアドレスを使用して、ネットワークに再接続しなければならない。Mobile IPv6を利用することにより、移動によるIPアドレスの変化を上位層から隠匿することによって通信の継続が可能となる。これは、Home Agent (HA)と呼ばれるノードがモバイル端末(MN)の所在を把握して、通信相手(CN)との通信を仲介することにより実現される。

3. SCTPの概要

Stream Control Transmission Protocol (SCTP) はコネクション型通信で輻輳制御を行い、到着順序を保証する信頼性の高いトランスポート層のプロトコルである。SCTPの大きな特徴は、複数の通信経路を持つことができるマルチホーミングに対応していることである。プライマリパスはデータ転送、セカンダリパスはプライマリパスが通信不能となった際のバックアップの経路として用いられる。また、Concurrent Multipath Transfer (CMT) はマルチホーム環境においてデータの送信元から送信先への複数の経路を利用してデータを転送するSCTPの拡張機能である。CMTは複数の経路を介して同時に通信を行うため、高速なハンドオフを実現できると期待されている。

4. SCTPにおけるMobile IPv6

複数のインターフェースを備えたモバイル端末で通信を行っている最中に、プライマリパスが通信不能になるという障害が発生したと仮定する。このときのフェイルオーバーに要する時間はエラーカウンタがPMRを越えるまでのRTOの合計で求められる。エラーカウンタは1ずつ増加し、RTOは指数バックオフによって増加する。RFC2960では、RTO.MAXが60秒、RTO.MINが1、PMRが5、というデフォルト値を推奨している[1]。これらの値を用いると、プライマリパスからセカンダリパスへの切り替えには63秒要することが分かる。通信の復旧に1分以上の時間を要することは、Mobile IPv6で利用することが想定されるVoIPなどのリアルタイム性が求められる通信においては到底許容できるものではない。そこで、本論文では、SCTPのフェイル

オーバーメカニズムを用いたMobile IPv6に対する通信品質の評価を行い、PMRとRTO.MAXを変化させることでこれらのパラメータがハンドオフに与える影響を調査し、最適なパラメータを提案する。

5. 実証実験

5.1 実験の環境

図1にNS-2[2]によるシミュレーション実験開始時の各端末の配置位置を座標で示した図を示す。IEEE802.11bの11Mbpsという環境を想定しシミュレーションを行う。

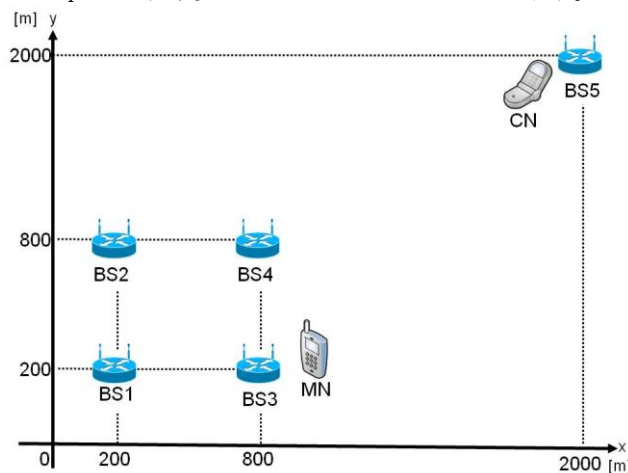


図1:シミュレーション開始時のマシン配置座標

5.2 実験1

TCPおよびSCTP上でMobile IPv6を実行する。最初にMNは座標(x, y) = (810, 210)、CNは座標(x, y) = (1900, 1900)に位置している。シミュレーション開始後、t=6秒よりCNからMNに対して1500ByteのFTPパケット(TCPとSCTP)の送信を開始する。t=10秒でMNはBS2へ向けて3(m/s)の速さで移動を開始する。シミュレーションはt=300秒で終了し、ハンドオーバーに要する時間(sec)を測定した。その結果TCPの場合、CNとMNとの通信が遮断されて再開されるまでに25.21817秒かかったが、SCTPの場合、19.54864秒で通信が再開された。SCTPではTCPとは異なり、複数のCoAをHAに登録することができる。よって、TCPよりもSCTPでMobile IPv6を用いる方が早く通信を再開することができる。

5.3 実験2, 3

SCTP上でMobile IPv6を実行する際に実験2ではMNはBS2へ向けて、実験3ではMNのインターフェースIF0がBS2へ、インターフェースIF1がBS4へ向けて3(m/s)の速さで移動する。PMRとRTO.MAXを変化させてハンドオーバーに要する時間(sec)を測定した結果を表1, 2に示す。図2に実験3において、MN側で測定したスループットを示す。

表 1: ハンドオーバーに要した時間 (実験 2)

		RTO.MAX			
		60	10	5	1
PMR	5	19.54864	19.54864	17.54864	13.54864
	4	19.54864	19.54864	17.54864	13.54864
	3	15.54864	15.54864	15.07341	13.54864
	2	15.54864	15.54864	15.07341	13.54864
	1	13.74726	13.74726	13.54864	13.54864
	0	13.74726	13.74726	13.54864	13.54864

表 2: ハンドオーバーに要した時間 (実験 3)

		RTO.MAX			
		60	10	5	1
PMR	5	5.696254	5.696254	5.696254	4.996313
	4	5.696254	5.696254	5.696254	4.996313
	3	5.696254	5.696254	5.696254	4.623822
	2	5.696254	5.696254	5.696254	3.696254
	1	5.696254	5.696254	5.696254	3.515246
	0	5.696254	5.696254	5.696254	3.515246

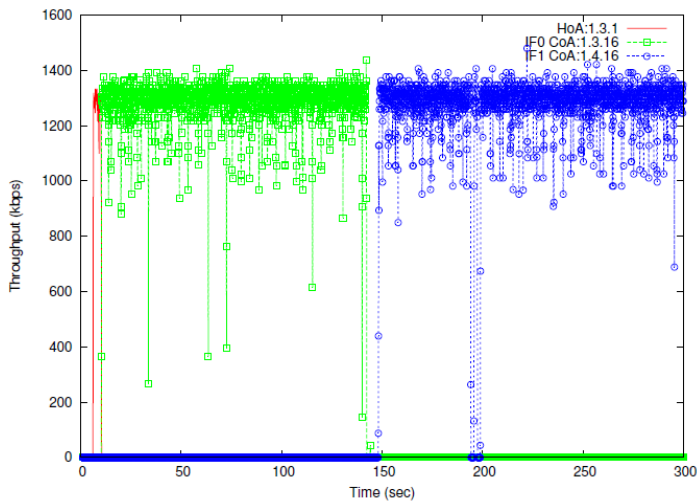


図 2: MN 側で測定したスループット (実験 3)

結果によると、PMRとRTO.MAXの値が小さいほどハンドオーバーに要する時間が短縮することが示された。PMRを小さくすることで再送回数を少なく設定し、かつRTO.MAXも小さくすることでタイムアウトまでの時間を短く設定すると、プライマリパスがINACTIVEとなっていることに早く気づき、ACTIVEなセカンダリパスに素早く切り替えることができると考えられる。また、実験3ではMNがBS2よりも物理的に距離が近いBS4のIPアドレス1.4.16を取得し、通信を再開している。実験2よりもハンドオーバーの時間を短縮することができたのはこのためである。このことから、無線

が密集して存在している場所において Mobile IPv6 は SCTP のフェイルオーバーメカニズムの恩恵を最大限に享受できるということが言える。

5.5 実験 4, 5

SCTP/CMT 上で Mobile IPv6 を実験 4 は実験 2、実験 5 は実験 3と同じシナリオでシミュレーションする。図3は実験5でSCTP/CMTにおいてMobile IPv6を実行した際に、MN側で測定したスループットの遷移を示すものである。実験4では15.70426秒、実験5では3.97019秒で通信が復旧している。実験2、3の結果よりもハンドオーバーが早くなっている。通常のSCTPは複数のパスを有するが、データ転送には1つのパスしか使わず、他のパスはそのバックアップとしてしか使用されない。CMT機能を拡張したSCTPでは、図3のようにCoAを4つ持ち複数の経路を介して同時に通信を行うため、より高速なハンドオーバーを実現できたと考えられる。

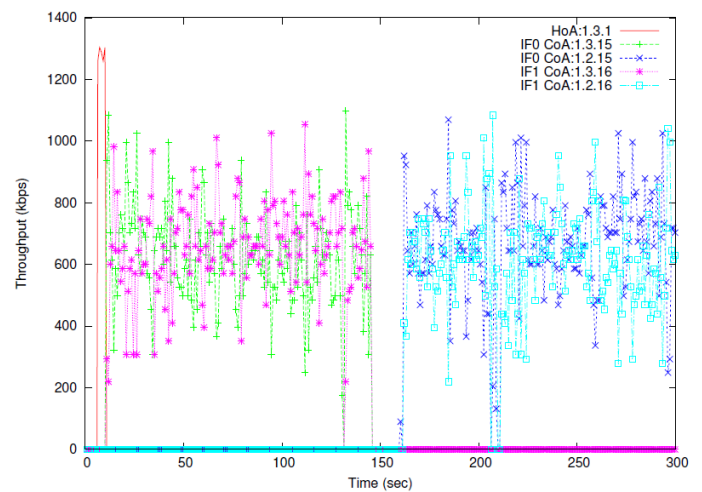


図 3: MN 側で測定したスループット (実験 4)

6. まとめ

6.1 結論

本論文では、SCTPをMobile IPv6に適用することで、よりシームレスな通信を実現する方法を提案した。RTOとPMRの値を各々小さく設定することで、ハンドオーバーに要する時間を短縮することができた。CMT機能を拡張したSCTPでは、同時に複数の経路を介して通信を行うため、より高速なハンドオーバーを実現できるという結果が得られた。

6.2 今後の課題

本研究ではIEEE802.11bの11Mbという環境ですべて統一して実験を行った。しかし、実際の世の中では3Gや無線LAN(WLAN)、WiMAX、Bluetoothなど様々な無線通信規格が混在している。本論文の提案の実用性をより高めるには、複数の無線通信規格間の移動を想定して実験する必要がある。

参考文献

- [1] R. Stewart, et al., "Stream Control Transmission Protocol," RFC2960, October 2000.
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2960.txt>
- [2] The Network Simulator - ns2
<http://www.isi.edu/nsnam/>