

モバイル IP 相互接続実験の報告

津田 悦幸 福本 淳 井上 淳

株式会社東芝 研究開発センター 情報・通信システム研究所

{*tsuntsun,fukumoto,inoue*}@isl.rdc.toshiba.co.jp

概要

1997年3月31日から4月4日まで、Boston 郊外の FTP Software で、IETF で提案されている Mobile IP の相互接続実験 (正式名称: "FTP's 2nd Mobile IP Interoperability Testathon", 略称: "T2") が開催された。筆者らは、他社の Mobile IP の実装と接続実験をするために、前記接続実験に参加してきたので、メイリング・リストに流れた接続実験の結果を基に、前記接続実験について報告する。

キーワード: モバイル・コンピューティング, モバイル IP, 相互接続実験

A Report on the 2nd Mobile IP Interoperability Testathon

Yoshiyuki TSUDA, Atsushi Fukumoto and Atsushi Inoue

R&D Center, TOSHIBA CORPORATION

Abstract

A Mobile IP interoperability test, called "FTP's 2nd Mobile IP Interoperability Testathon", shortly "T2", was held at FTP Software in Boston from 31 March to 4 April 1997. We participated in the T2 in order to test our Mobile IP's interoperability with other implementations. In this paper, we will summarize how T2 was going, based on the e-mail reports in the Mobile IP mailing-list.

Keywords: mobile computing, Mobile IP, interoperability test, IETF

1 はじめに

ネットワーク・レイヤで、“mobility”をサポートするプロトコルとして、IETFでは、Mobile IP(RFC 2002)というプロトコルを提案している。一般的に、RFCに記述されたプロトコル仕様の問題点を見つけるため、また、プロトコルの状態を“Standard”とするため、相互接続実験が行われる。Mobile IPに関しては、95年11月に、draft時点での第1回目の相互接続実験が行われたが、第2回目の相互接続実験が、97年3月31日から4月4日まで、FTP Software(Boston 郊外)で開催された。筆者らも、開発した Mobile IP と他実装との間の相互接続を試験するため、前記相互接続実験に参加した。本稿では、この相互接続実験が、どのような形で行われたかについて、報告する。

本稿では、まず、Mobile IP プロトコルについて概略を説明した後、相互接続実験がどのような形で行われたかについて紹介し、次に、相互接続実験の結果を、報告の正確さ・中立さを期するため、後日、メーリング・リストに流されたレポートを基に報告する。最後に、筆者が相互接続実験において、苦労した点や、実験会場で話題になっていた Mobile IP の問題点について説明する。

2 Mobile IP の概要

本節では、Mobile IP のプロトコルの概略を説明する。詳細については、RFC 2002 ~ 2005 を参照されたい。

まず、システム構成について、< Fig.1 > ~ < Fig.4 > を参照しながら説明する。Mobile IP を用いて、移動先のネットワーク (visiting network) にいる移動端末 (Mobile Node: MN) が、通信相手 (Correspond Host: CH) と通信する場合、図示するように、移動端末 (MN) のホーム・ネットワーク

には、Home Agent(HA)が存在し、移動先のネットワーク (visiting network) には、必要に応じて、Foreign Agent(FA)が存在する。

以下、本節では、まず、移動端末 (MN) が、Home Agent(HA) に現在位置 (現在の IP アドレス) を通知・登録するため転送する「registration 要求パケット」と、Home Agent(HA) が、前記パケットの処理結果を移動端末 (MN) に通知するため転送する「registration 応答パケット」の、転送方法について説明する。次に、移動端末 (MN) と通信相手 (CH) との間の「通信パケット」が、どのように、Home Agent(HA)、および、Foreign Agent(FA) を経由して転送されるかについて説明する。

1) registration パケットの転送について

まず、MN は、HA / FA から送信された「Agent Advertisement」、または、router から送信された「ICMP Router Advertisement」を聞いて、自分が、今、ホーム・ネットワークにいるのか、それとも、ホーム・ネットワークから離れて移動先のネットワーク (visiting network) にいるのか、を判断する。

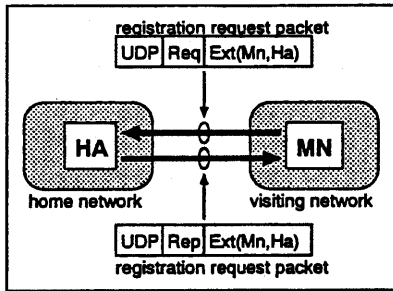
MN がホーム・ネットワークから離れたネットワークにいると判断した場合、次に、MN は、CH と通信するための IP アドレスとして、以下の2つの IP アドレスのうち、1つを選択して、選択した IP アドレスを、registration 要求パケットを用いて、ホーム・ネットワーク上に存在する HA に通知する。

a)	co-located care-of address	DHCP 等で獲得した MN 固有の IP アドレス
b)	FA care-of address	FA の IP アドレス

この際、選択した IP アドレス (care-of address) の種類によって、registration 要求パケットは、< Fig.1 > または < Fig.2 > のうちの、いずれかの方法で転送される。

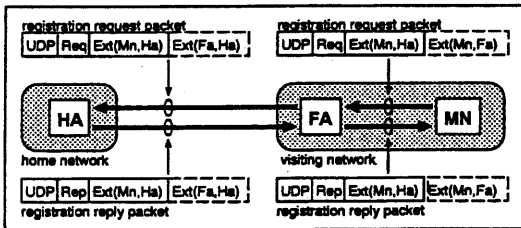
すなわち、MN が、(a)DHCP 等で獲得した MN 固

有のIPアドレスを用いる場合で、FA からの「Agent Advertisement」パケットの、R ビットがセットされていない場合は、< Fig.1 > のように、registration 要求/応答パケットは、FA を経由せず、ダイレクトに HA に転送される。



< Fig.1 > registration パケットの転送について
(FA が存在しない場合)

一方、MN が、(a)DHCP 等で獲得した MN 固有の IP アドレスを用いる場合のうち、FA からの「Agent Advertisement」パケットの、R ビットがセットされている場合と、(b)FA の IP アドレスを用いる場合は、< Fig.2 > のように、registration 要求/応答パケットは、必ず、FA を経由して、転送されなければならない。

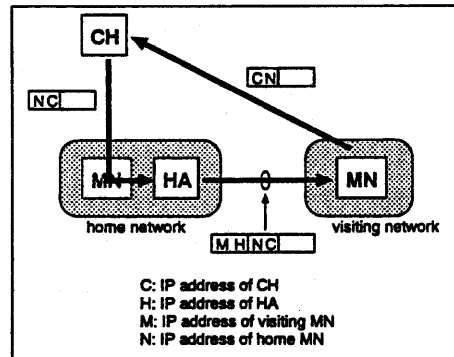


< Fig.2 > registration パケットの転送について
(FA が存在する場合)

2) 通信パケットの転送について

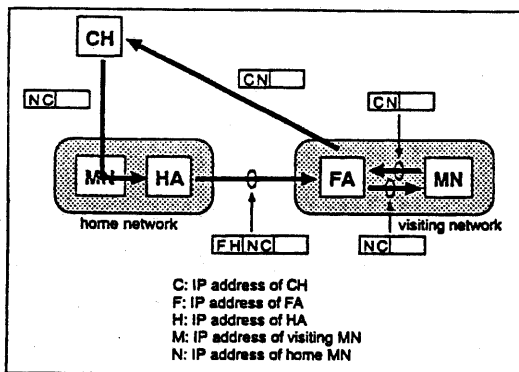
MN が、registration を行った後、Mobile IP を用いて、CH と通信する場合も、MN が使用する IP アドレスの種類によって、通信パケットの転送方法は、< Fig.3 > または < Fig.4 > のいずれかとなる。

まず、MN が、(a)DHCP 等で獲得した MN 固有の IP アドレスを用いる場合は、CH から MN 宛に転送されたパケットは、MN のホーム・ネットワークに転送されてくる時に、HA による、MN に対しての proxy ARP によって、前記パケットを HA がインターセプトする。HA は、インターセプトしたパケットに対し、「IP-in-IP ヘッダ」でカプセル化して、MN の現在のロケーションに転送する。逆に、MN から CH 宛のパケットに対しては、通常の IP ルーティングを用いて、直接 CH に転送される (< Fig.3 >)。



< Fig.3 > 通信パケットの転送について
(FA が存在しない場合)

一方、MN が、(b) FA の IP アドレスを用いる場合、MN と CH との間の通信は、すべて FA を経由するという点が、< Fig.3 > の転送方法との間の差異である。この際、MN と FA との間のパケット転送において、MAC アドレスを獲得するのに、ARP を用いてはいけないことに注意する必要がある (< Fig.4 >)。



< Fig.4 > 通信パケットの転送について
(FA が存在する場合)

3 接続実験の概要

1997年3月31日から4月4日まで5日間、第2回の Mobile IP 相互接続実験 (正式名称: 「FTP's 2nd Mobile IP Interoperability Testathon」、略称: 「T2」) が、FTP Software (Boston 郊外の Andover) にて行われた。しかし、4月1日夜から、Boston に史上3番目の大雪が降り、2日目、参加者が FTP Software に集まらず、2日目の接続実験が中止になったり、いろいろとハプニングがあった。

参加者は、10 団体 (CMU, FTP, Motorola, Portland State Univ., Proxim, Stanford, Sun, Singapore Univ., Toshiba)、18 人であり、各自が持ち込んだ Mobile IP の Home Agent (HA) / Foreign Agent (FA) / Mobile Node (MN) の相互接続実験を行った。基本的に、FTP Software 以外は、1 企業から、開発者 1 名程度の参加であり、不具合が見つかったら、その場で、デバッグして接続実験を行っていた。しかし、Singapore Univ からは、1 人の先生と 2 人の学生が参加し、個人プレイの国で、団体行動を行っていたので、筆者の目から見ても奇妙に映った。

接続実験は、ホテルから車で約 30 分の FTP Software の研修ルームで行われた。各参加者には、2 人

が座れる研修机 1 個と、10BASE-T の口 1 個と、電源の口 1 個が与えられ、後は、参加者が持参したハードウェアを勝手にセッティングして、実験が行われた。また、IP アドレスについては、各参加者にクラス C のサブネットが与えられ、ルータの IP アドレス以外は、サブネット内の IP アドレスは、自由に設定することができた。

初日のオリエンテーションに出ていないので、どういう手順で相互接続実験を行うのか、取り決めを聞いていないが、基本的に、全て各人に任されていたようである。すなわち、各自が勝手に実験できそうな相手を見つけ、相手の机の所に行って、自己紹介から始めて、Mobile IP の HA/FA/MN のうち何を持っているか、IP アドレスをどう設定しているか聞いて、必要に応じて、IP アドレスをもらった。SPI や鍵データを設定してもらって接続実験を行った。また、実験結果に関しても、チェック項目を書いたシートなどは渡されず、各自が、相手と話し合っただけで実験項目を決めて、接続が確認されたら、お互い、ホワイト・ボードにチェックを入れていった。実験時間は、朝 9 時から夕方だいたい 6 時までで、実験中は、わいわいがやがやと、和やかな？雰囲気であった¹。後で、接続実験の運営をしていた FTP の人が、「和やかな雰囲気良かった」と感想を語っていた。なお、FTP Software 主催の第 1 回の Mobile IP の接続実験結果は、RFC 2005 にまとめられているので、今回の実験結果も、いずれ draft 等にまとめられるのかもしれない。

4 接続実験の結果

本節では、第 2 回 Mobile IP 相互接続実験の結果について、Mobile IP のメーリングリストに転送された報告を基に、結果を紹介する (< Table.5 >)。

¹ 初め、持って行ったものが動かずデバッグしていた時には、うるさくて集中できなかったが...

		Home Agent										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	
Mobile Node	1	h,hw, f11w f8R	f1	h	f18		hsl f147 f6ls	h,f6s				h f8R
	2	f8	ht f47t8	hd f35d	ht f7t	hd f17d	hst f67st					
	3	hb f16s f5b		h,f f*		hb f145 f7b	hsb= h1b f171b f36sb	hb f15b				
	4	h f48R	h f*	hb f*	f358		hs f6ls7 f42w	f4				h f8R
	5	f157 h		h f*		f6s	hls f13b f765	h f53b				
	6					h f124 f567	hss+ f36ls f1745					
	7	f7										
	8	h f3b5	f351 f6s			h f57	hls f6ls7 f3b51	h f5				f1
	9	h fc3	fc		fc		hs fc6l7	fc				
	A	h fc13	h fc123 f4578	h fc123 f4578								f1234 f578

h: MN-HA at home (starting/returning, and vice versa)
 f#: MN-FA-HA through #'s FA
 c: MN-HA away from home, using co-located address

< Table.5 > Mobile IP 相互接続実験の結果

基本的に、相互接続ができたかどうかの確認は、当事者に任されていて、接続確認ができた時点で、ホワイト・ボードにチェックをつけていった。ホワイト・ボードにチェックをつけていなかった参加者は、後日、接続実験を企画・運営していた FTP Software の Steven Glass 氏にメールで報告したものと思われる。なお、表中の空欄は、必ずしも、接続実験が失敗したことを意味しているのではなく、時間がなくて、接続実験できなかった場合や、対応する MN/HA/FA の実装がなく、接続実験できなかった場合も含まれている。また、< Table.5 > 中のベンダ番号が、具

体的に、どのベンダに対応するかについては、参加者以外には公開されていない。

5 接続実験でわかった問題点

1) registration の認証を計算する範囲が違っていた

RFC 2002 によると、registration パケットの認証 (authentication) を計算する範囲に、SPI の領域が含まれていないと読めたが、接続実験に参加してみると、筆者以外のすべての参加者の実装では、認証の計算に SPI の領域が含まれていて、当初、筆者と他

の参加者との間の接続がうまくいかなかった。認証の計算に SPI の領域を含むように変更して、相互接続ができるようになったが、RFC 2002 だけ参照して実装すると、他の実装と相互接続できないので、注意が必要である。SUN の参加者によると、RFC 2002 の記述に問題があることが、メイリングリストで話題になったそうで、認証の計算範囲を変更する draft が出ているようだ。

2) 接続実験会場で話題になった問題点

- MN が、FA の IP アドレスを使用する場合、MN は FA に対し、ARP をしてはいけないし、逆に、FA も、MN に対し、ARP をしてはいけない。
- FA は、MN に対し、“ICMP Redirection”を転送してはいけない。
- registration パケットの、reserved bits に、新たな機能を追加する場合は、上位互換となるようにしなければならない。

6 まとめ

第 2 回 Mobile IP 相互接続実験が、1997 年 3 月 31 日から 4 月 4 日まで、FTP Software において開催され、10 団体 (CMU, FTP, Motorola, Portland State Univ., Proxim, Stanford, Sun, Singapore Univ., Toshiba)、18 人が参加し、Mobile IP の相互接続実験を行った。

Mobile IP のプロトコル自体については、仕様を詰めなければならない細部の問題点がみつかったものの、7つの異なる OS (Linux, FreeBSD, BSD/OS, Solaris, Windows 3.1/95/NT) 上の、10 個以上の異なる実装で、相互接続実験を行えたので、大きな問題はなく、現時点でも、十分、実用的なプロトコルであるということが証明された。

7 謝辞

第 2 回 Mobile IP 相互接続実験を企画・運営して頂いた FTP Software の諸氏、とくに、慣れない筆者のサポートをして頂いた Steven Glass 氏に深謝する。また、接続実験期間中に、registration の認証に関する貴重なコメントを頂いた Sun Microsystems の Vipul Gupta 氏、議論して頂いた Proxim の Srinivas 氏、Motorola の James Solomon 氏、PSU の David Reeder 氏に感謝する。

なお、本研究の一部は、情報処理振興事業協会 (IPA) の「創造的ソフトウェア育成事業」の一貫 (連続移動空間に対するネットワーク環境の開発 ~ 代表: 慶応大学 村井純 教授) として行われている。

参考文献

- [1] C.Perkins, Editor, “IP Mobility Support”, *RFC 2002*, October 1996.
- [2] C.Perkins, “IP Encapsulation within IP”, *RFC 2003*, October 1996.
- [3] C.Perkins, “Minimal Encapsulation within IP”, *RFC 2004*, October 1996.
- [4] J.Solomon, “Applicability Statement for IP Mobility Support”, *RFC 2005*, October 1996.
- [5] D.Cong and M.Hamlen, Editor, “The Definitions of Managed Objects for IP Mobility Support using SMIPv2”, *RFC 2006*, October 1996.