

ノードが移動しても連続した接続性を保証する仕組み

Mobile IP for IPv6 の技術を理解する

Text: 砂原秀樹

Mobile IP が必要な理由

そもそも「Mobility」が私自身の研究テーマであるため「Mobile IPv6」の話ばかりして申し訳ないが、今回は「Mobile IPv6」とはどんな技術なのかについて紹介することにする。

いきなりではあるが、なぜ「Mobile IP」という技術が必要なのであろうか？ これは、インターネットの基盤技術であるIPが提供しているメカニズムに関係している。

IPはインターネット中のノードに識別子を与える「IPアドレスの割り当て」の仕組みと、その識別子に従って目的のノードまでの道筋を知る「経路制御」の仕組みを提供している。IPでは各ノードにおいて次に行くべきノードを決定し、配送されながら目的地に到達するようになっている。この次に行くべきノードを決定するために利用されるのが経路表である。経路表には目的地とそこへ到達するために次に行くべきノードの対が格納された表が保持されており、宛て先IPアドレスを用いて経路表を検索し、次に行くべきノードを決定している。ここで、目的地として個々のノードのIPアドレスを1つ1つ格納していたのでは、経路表は膨大になってしまう。そこで、IPアドレスの割り当てに従ったIPアドレスのグループ単位で格納されている。

IPアドレスは、上位 n ビットを決めて組織に割り当て、残りのビットを組織内で自由に利用するようになっている。つまり、

IPアドレスは組織のネットワークの構造、すなわち「場所」に従って割り当てられているのである。特にIPv6では、上位ビットから地域や国、組織、組織内のサブネットワークという階層構造に従ってIPアドレスが割り当てられており、IPアドレスの持つ「場所」としての意味が強くなっている。

したがって、あるノードに割り当てるIPアドレスは、そのノードが接続されている「場所」に従って決定されることになる。このため、そのノードが別の「場所」に移動した場合は、そのままでは移動した先でデータを受け取れないことになる。ノードが接続された先でIPアドレスを付与するDHCP(RFC2131)と呼ばれる仕組みも用意されているが、移動するノードのIPアドレスが接続される場所によって変化してしまうので、ノードの同一性を判断することが困難となって不都合が生じてしまう場合もある。そこで、ノードのIPアドレスを変化させずに、移動ノードとの接続性を保証する仕組みとして考えられたのがMobile IPなのである。

通信が維持される仕組み

Mobile IPv6は図1に示すような仕組みで移動ノードとの通信を実現している。移動ノード(Mobile Node、以下MN)は、インターネット中を移動するノードであるが、自宅やオフィスのネットワークなど、通常そのノードが接続されているネットワー

クが存在する。このネットワークのことをHome Networkと呼ぶ。Home Networkには、そのネットワークに所属する移動ノードの管理を行うノードが用意されており、このノードをHome Agent(以下、HA)と呼んでいる。MNのIPアドレスは、そのノードが通常接続されているHome Networkに接続されていることを示すIPアドレスが割り当てられる。したがって、Home Networkに接続されているかぎりMNも通常のほかの計算機と同様に普通に通信を行っていることになる。

さて、ここでMNがHome Networkから図に示される位置に移動したとしよう。この時、MNは移動先でネットワークに接続されると、自動設定機能によって自動的に移動先でIPアドレスなどが設定される。このアドレスをCare of Address(以下、CoA)と呼ぶ。Binding Update(以下、BU)というメッセージをHAに送ることで、CoAをHAに通知し、現在MNが存在する場所をHAに知らせている。HAはBUメッセージを受け取ると、確認としてBinding Acknowledgement(以下、BA)メッセージをMNに返す。これによってHAに移動したMNの位置(CoA)が登録される。HAはこのCoAを利用して、MNとHAの間にトンネルと呼ばれる仮想通信路を用意する。HAは、MN宛のパケットを受け取るとこの仮想通信路を使って移動したMNへ転送するわけである。

たとえば、ここであるホスト

(Correspondent Node、以下 CN)が移動ノード(MN)と通信しようとしたとしよう。CNは移動した現在のMNのCoAを知らないで、MNが普段接続されているときに用いているIPアドレス(Home Address、以下 HAddr)宛て先としてパケットを送出する(図の)。このパケットはHome Networkに到達するが、ここにはMNは居ないため代わりにHAがこれを受け取る。そして、HAはトンネルを経由してMNに送るのである。つまり、発信者をHA、宛て先をCoAとして、このパケットを転送するのである(図の)。これによって、CNからのパケットは無事移動先のMNに到着する。

移動先のMNからCNへの返信は直接送られるが、この時IPv6ヘッダーの発信アドレスにはCoAが指定される。これだけだとCNはMNからの返信パケットであることがわからないため、Home Address Destination(H.A.Dest.)OptionにHAddrを格納して送っている(図の)。Destination Optionは拡張ヘッダーの1つで、宛て先に到着してから解釈される。Home Address Destination Optionは、HAddrを相手に通知するためのものであ

る。これによりパケットを受け取った相手はIPv6ヘッダーの発信者アドレスではなく、HAddrが発信者のアドレスであると認識するようになっている。

適格な通信の経由

さて、このままではCNからMNへのパケットは常にHAを経由して送られることになってしまう。しかし、CNとMNはアメリカにあり、HAが日本にある状況を想定すると、せっかくアメリカ国内のノード同士が通信するのに、通信は常に日本経由になってしまうという事態が発生してしまう。そこで、CNにはMNのHAddrとCoAの対応を記録しておくメカニズムが用意されている。これはBinding Cacheと呼ばれる。MNからCNに送られるパケットには定期的にBUが挿入され、Binding CacheにMNに対応するエントリーがある場合、MN宛てのパケットは宛て先アドレスをCoAとし、HAddrを格納したRoutingヘッダーを挿入して直接MNに送られる(図の)。なおCNがBinding Cacheを持たない場合は、HAを経由してMNへの通信

を続けることになる。

MNは再度移動すると、HAへBUを送るとともに現在通信中のCNへもBUを送る。これによりCNのBinding Cacheを更新して通信を継続できるようにしている。

なりすましの危険性も

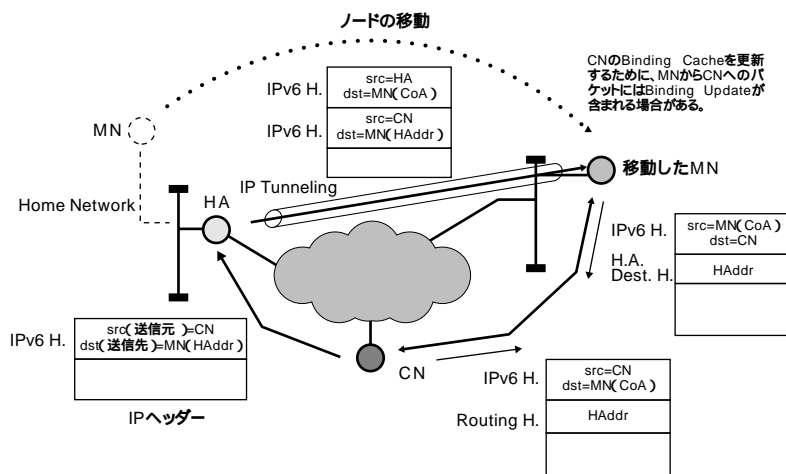
ところで、Mobile IPの機能はノードの「なりすまし」に利用される危険性がある。特にMobile IP for IPv6ではCNにおいてもCoAとHAddrの対応を管理しているため、なんの対策も講じないと簡単に「なりすまし」をされてしまう。そのためBUなどについては認証機能とともに用いることになっている。

これは、Return Routabilityと呼ばれ、2つのCookieを直接とHA経由の2つの経路で同時にMNとCNの間で交換することによって、CNがMNを認証する方法である。ここではHAとMNの経路はセキュアであると仮定されており、両方のCookieを正しく同時に受け取ることでMNの認証を行っている。MNはHAを経由したCookieと直接送られてきたCookieを同時に使って署名し、BUをCNに送る。CNではこれを確認することでMNを認証し、Binding Cacheを更新する。

今回のMobile IP for IPv6の仕組みはインターネットドラフトの24に基づいて説明した。このインターネットドラフトが現在RFC Queueに入っており、技術的には大きく変わらない形でこれがRFCになると予測される。また、このドラフトに基づく実装も進んでいる。

さて、この標準化に関する連載は今回でいったん締めくくる。しかし、インターネットにおける標準化の活動は、新しい技術開発と常に表裏一体に進んでいる。次回からは少し衣替えをして、新しい技術とインターネットについて紹介していこうと考えている。乞うご期待!!

図：Mobile IP for IPv6の通信動作





[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp