

## 位置アドレスを用いた経路制御の基本検討

## Basic Study on Routing that Uses Positional Addresses

岡崎 成寿† 小宮 康裕† 佐藤 直†  
Shigetoshi Okazaki Yasuhiro Komiya Naoshi Sato

## 1. まえがき

インターネットプロトコル (IP) をベースとしたパケットネットワーク (以下インターネットと呼ぶ) は目覚ましい発展を続けており、高度情報化社会のインフラとなっている。しかし一方でルータ負荷が増大したり、不正アクセスが頻発する等の様々な問題が発生している。このような問題の一因として、インターネットが IP アドレスという論理的なアドレス体系をとっていることが考えられる。筆者らは、上記認識のもと、中継系ネットワークにおいて、GPS 等より取得した位置情報をアドレスとして用いるパケット転送網のアーキテクチャを検討している。本稿では、位置アドレスの概念および同アドレスによるパケット経路制御について基本検討する。

## 2. IP アドレスの利用に関連する問題

IP アドレスは特定の論理空間から当局がユーザに払い出す形態をとっている。この論理空間は有限であるため、アドレスの枯渇問題が生じる。また、グローバルなアドレスは有料であるため、ユーザが自由に使用しにくいという問題がある。

ネットワーク内部の問題としては、パケットが最終的に物理層で転送されるにも関わらず、アドレス体系が論理的であるため、その対応を調べるための情報交換や記憶するためのアドレステーブルが必要であり、トラヒックの増大に伴い経路制御に関する負荷も大きくなる、という問題がある。

さらに、情報セキュリティの面では、アドレス体系が物理的な位置と対応していないため、アドレス詐称による不正アクセスが発生してもその発信者や位置が特定しにくいのが現状である。

## 3. 位置アドレスの提案

## 3.1 位置アドレスの概要

上述した諸課題：グローバルアドレス使用の自由度の向上、経路制御の簡略化、不正アクセス対策の簡易化、の解決を図る方策の一つとして、従来の論理的アドレス (IP アドレス) を人間の直感にも合致する物理的地址に変えることを提案する。この物理的地址を実現するものとして、緯度・経度・高度といった地理情報を基本とした位置アドレス体系を提案する。

具体的には、GPS 等の位置情報システムから取得した位置情報をアドレスとして用いる。例えば、地球表面上の全てのエリアを 1m 単位で表わす場合、緯度・経度に対して、各々 26 ビット・27 ビットを割当てることで表現できる。また、高度の範囲として、地球の中心から人工衛星の静止軌道までを対象とする場合、同様に 26 ビットで表現できる。

## 3.2 位置アドレスを用いたパケット転送網の提案

位置アドレスの適用対象について検討する。位置アドレスをエンドユーザにまで適用するのはプライバシーの観点から問題がある。そこで、本稿ではアクセス系ネットワークを対象とせず、中継系ネットワークに適用することとする。具体的には、位置アドレスにより中継系ネットワークのエッジルータ間の経路を制御するものとする。

## 4. 経路制御への適用

位置アドレスを経路制御へ適用するにあたり、経路制御プロトコルとして代表的な OSPF (Open Shortest Path First) のエリアの考え方をを用いる。エリアとは大規模なネットワークを細分化して運用管理するための単位で、各エリアのルータは自分の所属するエリア内のネットワーク構成と経路選択に関する情報を持つ。

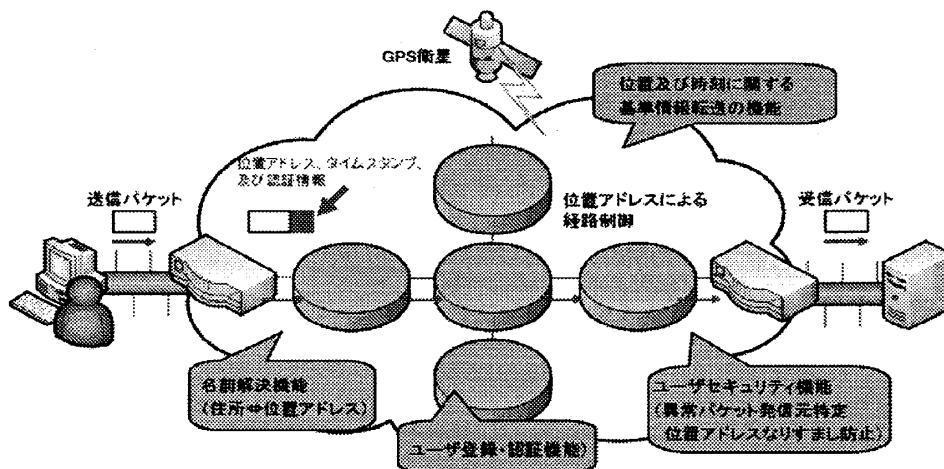


図1 位置アドレスを用いたパケット転送網

なお、従来の OSPF は論理的にエリアを構成するが、本検討の場合、物理的にエリアを構成する点が異なる。  
各エリア内での経路制御については、OSPF と同一とする。

#### 4.1 エリアとルータの階層構造

OSPF のエリアとルータの階層構造について検討する。具体的に、地球表面上をカバーすることを想定して、エリアを高位、中位、基本の三段階にて管理するものとする(図2)。一例として、下記のようにエリアを区切るものとする。

高位エリア：緯度 30 度，経度 60 度毎に区切る。

中位エリア：高位エリアを更に緯度 5 度，経度 10 度毎に区切る。

基本エリア：1 平方メートル毎に区切る

この場合、各層のエリア数と 1 エリア毎のルータ数は以下の通りとなる。

- ・高位エリア： 1 エリア      高位ルータ数 36
- ・中位エリア： 36 エリア      中位ルータ数 36
- ・基本エリア： 36 エリア      基本ルータ数 50

結果として、ネットワーク全体で計 64800 のルータが必要となることが分る。

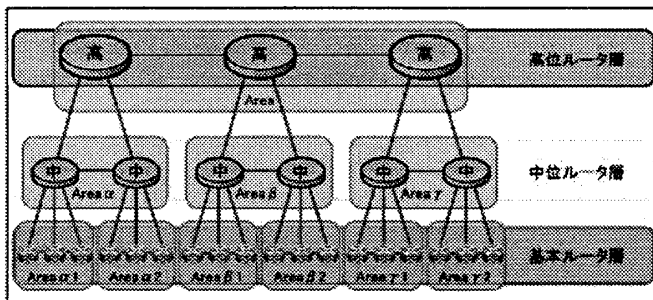


図2 ルータの階層構造

#### 4.2 経路制御の概要

位置アドレスを用いた経路制御の概要を以下の①～⑤に示す。

- ①基本ルータは送信者からパケットを受け取ると、ルータが位置アドレスから送信先が自エリア内であるかの判定を行う。エリア内であった場合は、自エリア内で交換した経路情報を基に対象のルータへパケットを送信する。エリア外の場合は、中位ルータへパケットを転送する。
- ②中位ルータは基本ルータと同様に、位置アドレスから送信先が自分の所属する高位ルータが管理するエリアであるかの判定を位置情報の上位 20 ビットの照合にて判定する。自エリアと判明すれば、同一エリア内の中位ルータへ自エリア内の経路情報を基にパケット転送を実施し、自エリア外のものについては高位ルータへ転送する。
- ③高位ルータは位置アドレスの上位 19 ビットの照合で、送信先の代表ルータを特定し、エリア内の経路情報を基にパケットを転送する。
- ④送信先の高位ルータは、位置アドレスの上位 19 ビットの照合で送信先の中位ルータを特定し、パケットを転送する。

- ⑤送信先の中位ルータは、送信先の基本ルータを特定し、エリア内の経路情報を基に送信先のへパケットを送信する。

### 5. 期待される効果と検討課題

#### 5.1 期待される効果

位置アドレスによる経路制御を適用することによって以下の効果が期待できる。

##### ①アドレス管理の簡略化

現在、グローバル IP アドレスの割り当てや管理は階層的な委譲関係によって世界的な管理がされているが、位置情報アドレスを用いることによって、上記のような管理が不要になる。

##### ②ネットワーク構成管理の簡素化

提案方式は位置アドレスを用いてネットワークを識別する為、シンプルなネットワーク構成管理が実現できる。また階層数の増加にも柔軟に対応できる。更に従来の CIDR, VLSM 等といったネットワーク (アドレス) の集約・分割が簡易になると期待できる。

##### ③経路制御の負荷軽減

OSPF のような現在の経路制御プロトコルでは、中継系においても論理アドレス (IP アドレス) と物理アドレス (MAC アドレス) の対応処理が必要であるが、本方式では、この対応処理がないため、ルータの負荷軽減が期待できる。

#### 5.2 検討課題

今後位置アドレスを用いたパケット転送網をより具体化していく為には、さらに、以下の機能を検討する必要がある。

- ①ユーザ管理機能
  - ・ユーザ認証
  - ・プライベートアドレス管理
  - ・移動履歴管理
- ②位置情報・位置アドレス管理機能
  - ・位置情報の取得・配布
  - ・位置情報から位置アドレスへの変換
- ③名前解決機能
  - ・URL と位置アドレスの相互変換
- ④セキュリティ機能
  - ・異常パケット発信元特定
  - ・位置アドレスなりすまし防止

### 6. むすび

本稿では IP ネットワークが論理アドレス体系をとっていることによる問題点に着目し、位置情報をベースとした物理アドレス体系を用いることを提案した。また、位置アドレス体系、経路制御への適用について基本検討した。今後具体的な提案とするために、より詳細な検討を継続していく。