

# Mobile IP を用いた通信回線共有方式における クラスタ構成管理機構の設計

伊藤陽介<sup>†</sup> 小山健二<sup>†</sup> 石原進<sup>†</sup> 太田賢<sup>††</sup> 水野忠則<sup>†††</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学工学部

<sup>††</sup> (株) NTT ドコモ

<sup>†††</sup> 静岡大学情報学部

## 1 はじめに

筆者らは、無線通信環境等において高品質、高速通信を可能にする通信回線共有方式 SHAKE (SHARED multi-link procedures for a cluster network Environment) を提案している。SHAKE では、複数の端末が一時的な短距離高速ネットワーク (クラスタ) を構築し、各端末がもつクラスタ外部への複数通信路を同時に利用することにより、高速な通信を可能にする。本研究では SHAKE を実現する一手法として、Mobile IP を応用した Mobile IP SHAKE [1] の設計を行った。Mobile IP SHAKE を実現するために、クラスタ内端末間およびクラスタ内端末とホームエージェント間のメッセージ交換が必要である。本稿では、これらメッセージ交換の機構について述べる。

## 2 Mobile IP SHAKE

### 2.1 SHAKE

SHAKE では、図 1 に示すように複数の移動端末が短距離で高速なリンクを用いて接続し、一時的にネットワーク (クラスタ) を構成する。クラスタ内の端末がクラスタ外部の端末と通信を行う際に、各端末の持つ外部ネットワークへのリンクへトラフィックを分散させることで広帯域な通信が可能となり、通信速度と信頼性が向上する。

### 2.2 Mobile IP SHAKE

Mobile IP では通信相手ノード (Correspondent Node: CN) が移動ノード (Mobile Node: MN) の本籍にあたるホームアドレスにデータを送信すると、ホームエージェント (Home Agent: HA) がそのデータを代理で受信し、データをカプセル化して MN の気付けアドレス (Care-of Address: CoA) に転送する。気付けアドレスとは MN の移動先で与えられる一時的なアドレスである。

**Design of administrative function of mobile nodes for SHAKE (SHARED multi-link procedures for a cluster network Environment) based on Mobile IP**

<sup>†</sup>Yosuke Ito · Faculty of Engineering, Shizuoka University

<sup>†</sup>Kenji Koyama · Faculty of Engineering, Shizuoka University

<sup>†</sup>Susumu Ishihara · Faculty of Engineering, Shizuoka University

<sup>††</sup>Ken Ohta · NTT Docomo Inc.

<sup>†††</sup>Tadanori Mizuno · Faculty of Information, Shizuoka University

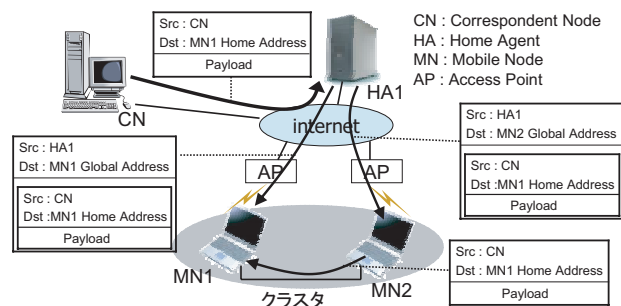


図 1: Mobile IP SHAKE の動作

Mobile IP では CN から MN へのパケットは必ず HA を経由する。SHAKE を IP 層で実現することを考えると、クラスタへの経路途中にトラフィックを分配するための中継ホストが必要であり、またそのホストの発見機構が必要となる。Mobile IP SHAKE では、Mobile IPv4 における HA にトラフィック分配機構をもたせることで、CN に特別な機構を組み込むことなく SHAKE を実現できる。

図 1 に Mobile IP SHAKE の動作概要を示す。あらかじめ移動端末 MN1 のホームエージェントである HA1 に、MN1 とともにクラスタを構成している移動端末 MN2 のアドレスを登録しておく。HA1 が CN から届いた MN1 宛てのパケットを転送する際には、MN1 だけでなく MN2 にもパケットをカプセル化して分配する。MN2 は届けられたパケットのカプセルを解除し、クラスタ内のリンクを通して、MN1 にパケットを転送する。

## 3 クラスタ構成管理機構

### 3.1 機能

クラスタ内でのパケットの転送ならびに HA へのクラスタ内端末の登録のために、クラスタ内端末間およびクラスタ内端末と HA 間でメッセージ交換が必要である。メッセージにはクラスタ要求、クラスタ応答、登録要求、登録応答の 4 つが存在する。クラスタ要求・クラスタ応答のメッセージは、移動端末間で変換されクラスタの構築に用いられる。登録要求・登録応答のメッセージは、MN が HA へクラスタ内端末の登録・解

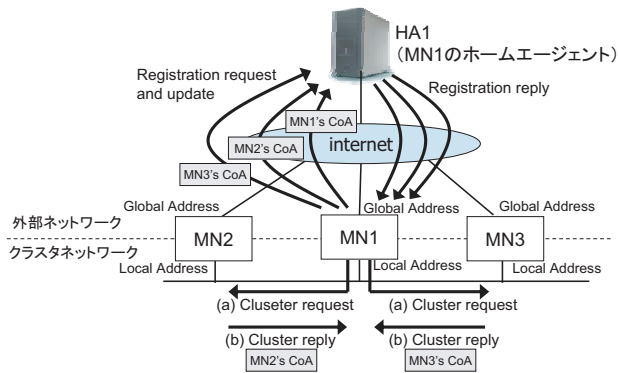


図 2: クラスタ管理機構

除を行う際に用いる．図 2 に Mobile IP SHAKE におけるメッセージの流れ，図 3 にクラスタ要求・クラスタ応答のメッセージフォーマットを示す．

### 3.2 クラスタ内メッセージ交換

図 2 の MN1 が SHAKE での通信を必要とする場合，クラスタ要求をクラスタ内リンクに対しブロードキャストする．クラスタ要求は，図 3 の (a) のようにペイロードに MN1 のローカル IP アドレス (クラスタリンク側の IP アドレス) を含む UDP パケットである．クラスタ要求を受け取った端末は，クラスタ応答 (図 3(b)) として自身の外部リンク IP アドレス，ローカル IP アドレスを添えて協力可能か否かを示す UDP パケットを返す．MN2 および MN3 はクラスタ要求に同意すると，SHAKE 時におけるパケットのクラスタ内転送を可能にするため，MN1 宛てのパケットをクラスタリンクを通して転送ようにルーティングテーブルを変更する．

また，登録メッセージには Lifetime が指定される．Lifetime を過ぎると登録は無効になるので，MN1 はクラスタを継続的に利用するときには登録が有効なうちに再度クラスタ要求を送信する．

### 3.3 クラスタ内端末と HA 間でのメッセージ交換

クラスタの構築後，MN1 は HA1 とのメッセージ交換によりクラスタ内端末の登録・解除を行う．登録および解除は，Mobile IPv4 の登録要求メッセージを用いて，MN1 が自身の CoA に加えてクラスタ内端末の CoA を登録することで行う．HA に発行する CoA はクラスタ応答により得られた MN のものである．登録は，それぞれの CoA につき 1 つずつ行う．CoA の登録が SHAKE 用であることを示すため，Mobile IP の登録メッセージフォーマットで reserved ビットとして拡張用に残されていた  $r$  ビットを用いる．MN が自分自身以外の CoA (つまり自分以外のクラスタ内端末) を登録するときには，登録メッセージの CoA フィールドにクラスタ内端末の CoA を挿入し， $r$  ビットフラグを立てる．なお，登録の解除は，登録メッセージの Lifetime フィールドを 0 にしたものを HA に送信することで行う．

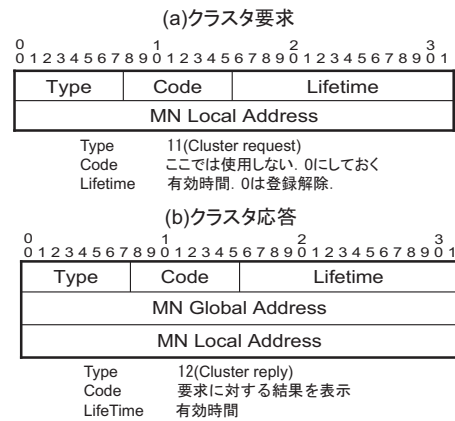


図 3: メッセージフォーマット

HA へ登録するクラスタ内端末のアドレスには，CoA またはホームアドレスの 2 通りが考えられる．今回は CoA を登録する方法で実装を行っている．HA に登録するクラスタ内端末のアドレスとしてホームアドレスを利用する場合，パケット転送の経路が冗長になってしまうという問題がある．その一方で，この方法ではクラスタ内端末が移動し CoA が変化しても登録し直す必要がなく，クラスタ内端末の移動による状態変化に対応できる．

## 4 実装

クラスタの構成管理機構を Linux 上で実装した．Mobile IPv4 の実装としてヘルシンキ大学で開発された Dynamics[2] を拡張し HA とクラスタ内端末間のメッセージ交換機構を実装した．HA に対するクラスタメンバの登録・解除動作により，クラスタへの複数経路の増減ならびに，これらの経路を使ったパケット転送が可能であることが確認できている．

## 5 まとめ

Mobile IP SHAKE におけるクラスタ管理機構の設計及び実装を行った．この設計では，Mobile IP の登録メッセージの若干の改造と，クラスタ内メッセージの交換機構の追加で，Mobile IP SHAKE を実現している．今後の課題として，クラスタ内端末間メッセージ交換機構の実装ならびに，クラスタ内端末のさまざまな状態変更時への対応を挙げる．

## 参考文献

- [1] 村松秀哉, 富強, 石原進, 水野忠則: Mobile IP を利用した通信回線共有方式の提案, 第 64 回情報処大全, 第 3 分冊, pp.565-566 (2002).
- [2] Dynamics HUT Mobile IP, <http://www.cs.hut.fi/Research/Dynamics/index.html>