

# Mobile IP SHAKEにおけるトラフィック分配機構の検討

小山健二<sup>†</sup> 伊藤陽介<sup>†</sup> 石原進<sup>†</sup> 倉掛正治<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

近年無線LANやホットスポットなどいつでもどこでもインターネットにつながるという環境が整ってきた。しかし無線通信には有線通信と比べると通信速度が遅く、信頼性が低いなどの欠点がある。これらの欠点を解決する方法として本研究室では通信回線共有方式SHAKE(SHARED multiple paths protocol for cluster type network Environment)を提案している。筆者らはIP層でのSHAKEの実現としてMobile IPv4を応用したMobile IP SHAKE[1]を提案している。本稿ではMobile IP SHAKEにおけるトラフィックの分配方式の検討と評価を行う。

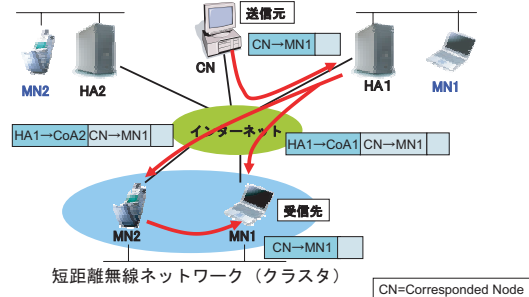


図 1: Mobile IP SHAKE

## 2 MobileIP SHAKE

### 2.1 SHAKE

SHAKEは無線通信における「低帯域」「低信頼性」を解決する通信形態である。図1のようにSHAKEでは複数のモバイル端末を利用して一時的な短距離高速ネットワーク(クラスタ)を構成し、クラスタとインターネット間の無線通信を複数の経路を同時に用いて行う。これにより利用できる帯域が広がり、また一つの回線が利用不可能になっても他の回線で通信を持続できるので信頼性を高めることができる。

### 2.2 MobileIP SHAKE

IP層でSHAKEを実現するにはインターネット上に、クラスタへの複数の経路へトラフィックを分配可能なノードが存在する必要がある。Mobile IP SHAKEではMobile IPが経路最適化を行わないとき移動ノード(MN)宛ての packets が必ずそのMNのホームエージェント(HA)を経由するという性質を利用する。Mobile IP SHAKEではSHAKEの各経路への packets の振り分けをHAで行う。これによりインターネット上の任意のアプリケーションがSHAKEを利用してクラスタを構成するMNと通信することが可能である。

Mobile IP SHAKEでの packets 配送は以下の手順で行われる。まず図1のように移動ノード(MN1)は自身の気付けアドレス(CoA1)を自身のホームエージェン

ト(HA1)に登録する。次にMN1はクラスタ端末を探し、見つかった各クラスタ端末(ここではMN2)の気付けアドレス(CoA2)をHA1に登録する。HMN1宛ての packets を受信するとHA1はそれをカプセル化し、登録された端末(MN1とMN2)を経由する経路に帯域や遅延などを考慮しながら振り分けて送信する。クラスタ端末(MN2)はカプセル化された packets を受信するとカプセル化を解除しMN1へ送信する。

## 3 トラフィック分配機構

Mobile IP SHAKEでは、HAでの中継時にクラスタへの各経路のネットワークの状態(帯域、遅延など)に応じてできるだけ効率的に packets がMN1へ届けられるように各 packets を各経路へ分配する必要がある。

### 3.1 トラフィック分配機構

トラフィック分配の具体的な手法としては、遅延や帯域幅などを考慮する方法が考えられる。帯域幅を考慮する場合、クラスタとインターネット間のリンクだけでなく、HAから各クラスタへの経路全体での帯域を考慮する必要があるが、HAから各クラスタメンバーへの正確な実効帯域を少量のオーバーヘッドで測定するのは困難である。そこでトラフィック分配方式としてHAと各MN間の遅延を考慮した方法、ならびにクラスタとインターネット間を直接結ぶリンクの最大帯域を用いた方法を用いる。遅延の測定にはHAで遅延測定用のプログラムを起動し、遅延測定用の packets をクラスタを構成するMNのCoAへ送信する。各MNはこの packets を受け取ると、MNでの packets の受信・送信時刻をHAへ送信する。HAは packets に記録されたHAとMNでの送受信時刻から遅延を計測す

### Inspection of a traffic distribution mechanism for Mobile IP SHAKE

Kenji KOYAMA<sup>†</sup> · Faculty of Engineering, Shizuoka University  
Yousuke ITO<sup>†</sup> · Faculty of Engineering, Shizuoka University  
Susumu ISHIHARA<sup>†</sup> · Faculty of Engineering, Shizuoka University  
Shoji KURAKAKE<sup>††</sup> · NTT Docomo, Inc.  
Tadanori MIZUNO<sup>†††</sup> · Faculty of Information, Shizuoka University

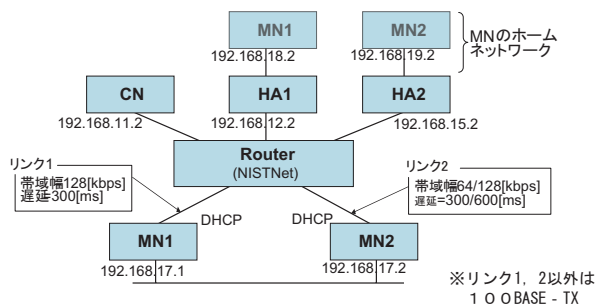


図 2: 実験環境

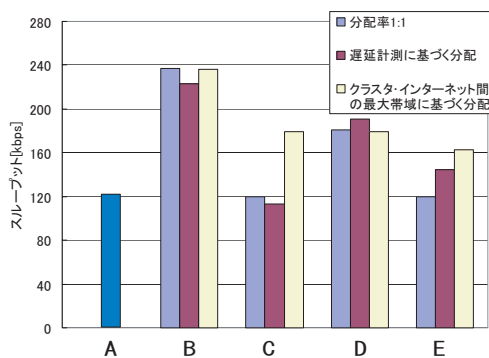


図 3: スループットの測定結果

表 1: 各経路の帯域と遅延

	帯域 [kbps]		遅延 [ms]	
	リンク 1	リンク 2	リンク 1	リンク 2
A	128	-	300	-
B	128	128	300	300
C	128	64	300	300
D	128	128	300	600
E	128	64	300	600

る．こうして得られた各経路の遅延の逆数の比に基づいて，各経路へトラフィックを分配する．

### 3.2 実装

MobileIP SHAKE の実装にはヘルシンキ大学による Dynamics[4] を拡張して行った．トラフィック分配のために MobileIP の Simultaneous Binding という機能の拡張を行った．SimultaneousBinding とは複数の気付けアドレス (COA) を HA に登録することで同一の packets を複数の CoA に送信する機能である．MobileIP SHAKE ではこの機能を複数経路に，同一ではなく，異なる packets を分配して送信するように変更した．Dynamics には Simultaneous Binding がサポートされていないので文献 [?] の Dynamics 用の拡張を利用した．

## 4 評価

### 4.1 実験

評価では図??のような実験環境を用いて送信ノード (CN) から MN1 へ FTP で約 1Mbytes のデータを転送したときのスループットを計測した．実験環境における各リンクの遅延と帯域は各経路の遅延と帯域が表?? の B~E のように NISTNET というネットワークエミュレータを用いて擬似的に発生させた．

- ・ A: 経路が 1 本の場合
- ・ B: 各経路の遅延と帯域が等しい場合
- ・ C: 各経路の帯域が異なる場合
- ・ D: 各経路の遅延が異なる場合
- ・ E: 各経路の遅延と帯域が異なる場合

遅延を考慮した方式の効果を確認するため，表??の各

場合において各経路へ常に 1:1 の割合で分配する方式と遅延を考慮する方式の 2 つの方式を行った．なお遅延測定プログラムは遅延測定用 packets を 1 秒間隔で送信させた．

### 4.2 結果と考察

スループットをそれぞれ 5 回計測した平均値を図??に示す．まず複数の経路を同時に利用することにより B から E のように，A の単一経路のときより通信速度が同等あるいは向上している．しかし遅延に基づいた分配方式は，C と E のように，各リンクの帯域が大きく異なる場合には速い方のリンク (128 kbps) 1 本の場合と比べて性能の向上がほとんど認められなかった．クラスタ・インターネット間の各リンクの最大帯域の比に基づく packets を行った場合，ほぼすべての場合において同時利用するリンクの帯域の和に近いスループットが得られた．

## 5 まとめ

通信回線共有方式の IP 層での実現として MobileIP を用いた実装並びに HA と各 MN 間の遅延を考慮した分配方式の実装と評価を行った．クラスタ・インターネット間の各リンクの最大帯域の比に基づく packets 分配により，複数経路を有効に活用した効率的な通信ができることが確認できた．今後，実環境での評価，並びに動的な環境変化に対する適応的なトラフィック分配手法の検討を行う予定である．

## 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 回情報処理学会全国大会講演論文集 (3), pp. 3-565-3-566, Mar. 2002.
- [2] HUT: MobileIP “Dynamics” <http://www.cs.hut.fi/Research/Dynamics/index.html>
- [3] R.Schmitz: Seamless handoff in Mobile IP using Simultaneous Binding. Diploma thesis of University of Applied Sciences Cologne 2000 .