

## 階層型 MIPv6 における自律的負荷分散方式の改善法

魯文心<sup>†</sup> 井手口 哲夫<sup>†</sup> 奥田 隆史<sup>†</sup> 田 学軍<sup>†</sup><sup>†</sup>愛知県立大学 情報科学部

## 1. はじめに

IPv4 の枯渇および IPAD などの携帯端末の普及に伴い、モバイル IPv6 の活躍がこれから期待される。Mobile IPv6 (MIPv6) において、頻繁なハンドオーバーにより、通信品質の劣化問題が存在する。一つの解決法として、自律的負荷分散方式[1]が提案されている。しかし、この方式では、通信中の MN が多い場合、負荷分散が十分に行われないという欠点が存在している。

本稿では、自律的負荷分散方式の改善法として、上下 MAP 間の MN 担当数を一定比率とする方式を提案し、通信中の MN が多い場合の負荷分散問題を解決する。

さらに、負荷の差の大きい順に処理する方法を提案し、分散処理効果を向上させる。

## 2. 階層型 MIPv6 における自律的負荷分散方式

階層型 MIPv6 の基本構成を図 1 に示す。各 MAP は管理している MN のリストを保持している。リストには MN オブジェクトが移動速度の降順で並べられている。MN オブジェクトには、MN の Binding 情報と移動速度情報が含まれている。MAP は、直下の MAP の負荷情報を取得して比較を行い、負荷の高い方から低い方へ MN オブジェクトの担当を依頼する。ただし、通信中の MN は依頼対象にはならない。

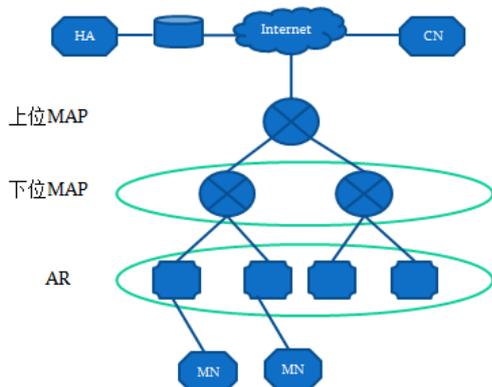


図 1: 階層型 MIPv6 の基本構成

この方式は定期的負荷分散と MAP 選択処理から構成される。

定期的負荷分散処理は 2 つの手順を持つ。①各 MAP で MN の BU 間隔により、移動速度を算出し、移動速度の降順で MN のリストを作る。②MAP は直下の MAP の負荷を比較し、MN オブジェクトの担当を依頼する。ここでは、依頼する MN オブジェクトの個数は各 MAP 組によって動的

に決定する。同方向の依頼が連続している場合には、異なる方向への依頼要求があるまで依頼数を基準値より増加させる。依頼基準値はあらかじめ設定した定数である。また、同方向の依頼が連続した後に、異なる方向への依頼要求が出た場合には、依頼数を依頼基準値に戻す。一方、異なる方向への依頼が連続している場合には、依頼数を減らす。

MAP 選択処理は MN がハンドオーバーするときに使われる。AR は MAP 情報を保持し、この情報には、MAP の負荷、max\_speed と min\_speed が含まれている。max\_speed と min\_speed は MAP が担当している MN の最高速度と最低速度である。MN がハンドオーバーしたとき、AR は MAP 情報に基づいて、MN を担当する MAP を選択する。

## 3. 提案方式

本稿では、前章で述べた自律的負荷分散方式の問題点を解決するために、次の 2 つの方式を提案する。

## 3.1 MN 担当比による分散処理方式(提案方式 1)

適切な依頼基準値を設定することが難しいため、良い分散効果が出ない場合がある。また、通信中の MN が対象外なので、通信中の MN が多い場合、負荷分散が十分に行われない。ここで、階層間の MAP 組が担当する MN の数を一定の比率にし、通信中の MN を除いて、比率に達するまで依頼を行うことにより、前述の問題点を改善する。

## 3.2 負荷量による分散処理方式(提案方式 2)

自律的負荷分散方式において、定期的分散処理を行う際、どの MAP 組が先に行うかは明記されていない。本稿では、処理を行う順位によって、分散効果が違うということを指摘し、負荷の差の大きい順に従って処理を行う方式を提案し、評価を行う。

## 4. 評価モデル

評価モデルとして、3 階層のツリー型トポロジーを用いる。MN の移動はマルコフ移動モデル[2]を用いる。MN にはランダムに 4 クラスの平均移動時間を与え、正方形セル間を与えられた平均移動時間間隔の指数分布に従った時間間隔で、ランダムに隣接セルに移動させる。通信に関しては、平均通信時間間隔の指数分布に従った時間間隔で通信を行い、平均通信待機時間間隔の指数分布に従った時間間隔で通信待機する。各 MAP の負荷は式 (1) で算出する。シミュレーションにおけるパラメータを表 1 に示す。

$$\text{MAP 負荷} = \alpha \cdot \text{MN} + \beta \cdot \text{BU} \quad \dots (1)$$

ただし、

MN: 単位時間当たりに担当している平均 MN 数

BU: 単位時間当たりに処理した BU 数

$\alpha$ 、 $\beta$ : 任意の定数

Table 1 Simulation parameters

平均通信時間間隔	100
平均通信待機時間間隔	600
総 AR 数	64
総 MN 数	6400
定期的負荷分散処理における MN 依頼基準値	100, 150, 200
$\alpha$ 、 $\beta$	1, 2
上位、中位、下位 MAP の MN 担当比率	1:1:1, 4:2:1, 16:4:1
定期的分散処理を行う時間間隔	10
シミュレーション時間	300

このモデルを用いて、各階層 MAP の平均負荷を評価項目として、シミュレーションを行い、提案方式の有効性を検討する。

### 5. シミュレーション結果と考察

図2は従来の自律分散方式[1]において、依頼基準値をそれぞれ50、100、150にした場合の結果である。

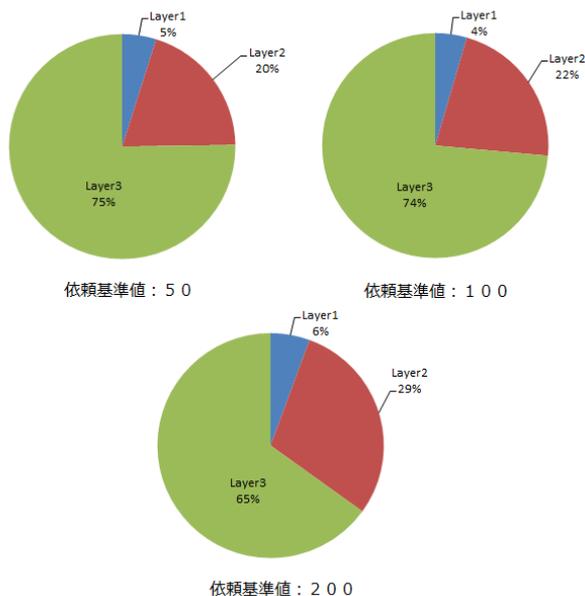


図2：各階層 MAP の負荷割合(1)

依頼基準値は50の場合と100の場合とを比べると、各階層の平均負荷の割合の差がほぼない。しかし、依頼基準値は200の場合と100の場合とを比較すると、下位階層の平均負荷が約1割減少する。これによって、自律的分散方式では、負荷分散処理効果は依頼基準値の影響を受けることが分かる。

図3は提案方式1において、上位、中位、下位階層のMAPが担当するMN数の比率をそれぞれ1:1:1、4:2:1、16:4:1にした場合の結果である。

結果から見ると、担当比率を大きくするほど、分散処理効果が良くなることが分かる。ここで、一つの上位MAPが4つの下位MAPを管理することになっている。そのため、理論的に、担当比率を1:1:1とした場合の上下階層MAPの負荷比率が1:4になるはずである。同様に、担当比率は4:2:1の場合、上下階層MAPの負荷比率が1:2となるはずである。担当比率を16:4:1の場合、上下階層MAPの負荷比率が1:1となるはずである。

層MAPの負荷比率が1:1となるはずである。

図3から、担当比率は1:1:1の場合の結果が理論値に近い。担当比率は4:2:1の場合、上位2階層間の負荷比率が理論値に近く、下位2階層間の負荷比率が理論値との差が大きい。担当比率が1:1:1の場合と比べると、下位MAPの負荷が1割減っており、分散処理効果が良くなったことが分かる。担当比率は16:4:1の場合において、各階層の負荷比は1:2:4に近く、バランス良く分散されているといえる。

ここで、理論値と異なる原因としては、一つの上位MAPが4つの下位MAPを管理し、この4つの組において、処理を行う順位によって、分散処理が不十分になる可能性があることが考えられる。この問題を解決するために、提案方式2が考えられる。

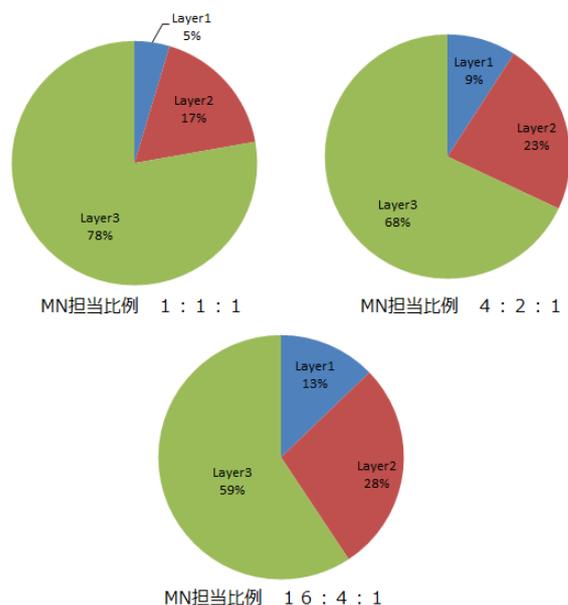


図3：各階層 MAP の負荷割合(2)

### 6. まとめ

本稿では、自律分散方式の改善法として、二つの方式を提案した。今後の課題としては、提案方式2の有効性の確認に加えて、他のモビリティ制御方式を検討することなどが挙げられる。

謝辞 本研究の一部は、平成23年度文部科学省科学研究費補助金基盤研究(B) (20300030)の支援を受けて行った。

#### 参考文献

- [1] 熊谷 崇、朝香 卓也、高橋 達郎、“階層型 Mobile IPv6 における自律的負荷分散方式” 信学論 B, vol. J88-B, no. 1, pp. 245-255, Jan, 2005.
- [2] 辻川 知伸、吉田 裕、“マルコフ移動モデルの移動機位置の解析” 信学論 (B-I), vol. J80-B-I, no. 12, Dec. 1997.