

## モバイルアドホックネットワークのための 低トラフィックコラムによるオブジェクト配布方式の評価

道端 伸之介<sup>†</sup>守屋 宣<sup>‡</sup>樋口 昌宏<sup>†</sup>近畿大学大学院総合理工学研究科<sup>†</sup> 近畿大学理工学部<sup>‡</sup>

### 1 序論

ユビキタスシステム実現の手段として、モバイルアドホックネットワークが注目されている。モバイルアドホックネットワークとはルーティング機能を持つ移動体ノード間の無線通信によって実現されるネットワークである。各ノードは、搬送波の到達範囲に存在するノードと直接通信するだけでなく、他のノードを介したマルチホップ通信も可能である。本研究では、モバイルアドホックネットワーク上で複数のノードがデータ共有を行うシステムについて検討する。そのようなシステムではオブジェクト発生時に複製を配布することにより共有を実現することができるが、複製配布のためのトラフィックが問題となる。

一般の分散システムでは、トラフィックを抑制する手法として確率的コラムシステム [1] 等が研究されている。本研究では、モバイルアドホックネットワークにおけるノードの移動という特徴に着目して、低トラフィックの通信に限定することで、トラフィックの軽減を実現し、各ノードは移動しながら複製を再配布する手法について提案する。また、本論文では、トラフィックと複製取得率についてシミュレーション実験により評価した。

### 2 モデル

$n$  個のノードが方形の平面領域を移動するようなモバイルアドホックネットワークを想定する。各ノードは、ランダムウェイポイントモデル [2] に従って移動する。ランダムウェイポイントモデルでは、各ノードは移動可能範囲内にランダムに選択された目的地に向かって直線的に進む。また、目的地に達したら、即座に新たな目的地を設定する。

2つのノードは距離  $l$  以内であれば直接通信できるとす

る。これを1ホップ通信という。また、2つのノードは他の  $h-1$  個以下のノードを介してマルチホップ通信ができるものとする。 $g-1$  個のノードを介した通信を  $g$  ホップ通信という。 $g$  の値に関係なく、ノード間通信の通信遅延は0とする。さらに、他ノードからのメッセージに対して応答を送る必要がある場合、メッセージ受信から応答を送るまでの時間も0とする。

ノードの動作については、1単位時間に全ノードが同期して、次の動作を行う。

- (1) ランダムウェイポイントモデルに従い移動する。
- (2) ノード間で必要に応じて、同一単位時間にメッセージの送受信が繰り返される。

### 3 オブジェクト配布方式

本研究では2節で述べたモデルに基づいて、システム内で随時発生するオブジェクトを全ノードで共有することができるシステムの構築について検討する。通常、オブジェクトが発生時に複製を配布する方法(発生配布と呼ぶ)とオブジェクトにアクセスしようとする際に収集する方法(再配布と呼ぶ)がとられる。ここで、これらの配布、収集に多ホップ通信を行うとシステム中のトラフィックが増大してしまうという問題が生じる。提案方式では配布、収集を低ホップ通信に限定することによりトラフィックの軽減を図る。

各ノードは、所有オブジェクト複製リスト(以後複製リストと呼ぶ)を管理し、移動規則に従って移動しながら、以下の手順でオブジェクト複製を配布または収集するための処理を行う。

#### 発生配布時

- (1) その時刻に自ノードでオブジェクトが生成されたならば、 $h_{gen}$  ホップ以内の通信で到達可能なノードの集合(配布コラム)にそのオブジェクトの複製を送信する。

#### 再配布時

- (1) 一定時間  $t_{col}$  おきに、各ノードは新たな複製を自ら

Evaluation of Object Distribution Method using Low Traffic Quorum System for Mobile Ad Hoc Network

<sup>†</sup> Shinnosuke Michibata

<sup>‡</sup> Sen Moriya

<sup>†</sup> Masahiro Higuchi

<sup>†</sup> Interdisciplinary Graduate School of Science and Engineering, Kinki University

<sup>‡</sup> School of Science and Engineering, Kinki University

収集するため、 $h_{re}$  ホップ以内の通信で到達可能なノードの集合 (要求コラムと呼ぶ) に複製リストを問い合わせ、その応答を受け取る。

- (2) 問い合わせに対する応答を受け取ると、自ノードで所有していない複製を、所有している要求コラム内のノードに送付要求を行う。この際ホップ数が最低のノードを選択する。トラフィックのかからないノードから所有していない複製を受け取る。
- (3) 自ノードの複製リストを更新後、要求コラムの各ノードに、そのノードが所有していない複製を配布する。ただし、生成されてから有効時間  $t_{val}$  を経過している複製を送らない。

この方式では、多ホップ通信を用いないためトラフィックは抑制できるが、コラムサイズが小さなものとなるため、複製取得率が低下すると考えられる。そこで、シミュレーション実験によりトラフィックの抑制効果と複製取得率の低下についての定量評価を行う。

#### 4 シミュレーション実験と評価

動作するシステム内のノードが少ないと、複製を配布するにあたり、到達不可能なノードが多くなると考えられる。本研究では、 $100 \times 100$  の平面上に、モバイルアドホックネットワークを構築し、ノードの移動速度は 1 単位時間で 1 距離進むものとし、ネットワーク内のノードにオブジェクトを発生させ、オブジェクト配布のシミュレーション実験を行った。

今回の実験では、シミュレーションの各パラメータを次のように設定した。 $n = 40 \sim 200$ ,  $l = 10$ ,  $t_{col} = 10$ ,  $t_{val} = 20$ ,  $h_{gen}$  を 2, 4,  $\infty$  と選択し、 $h_{re}$  を 0, 1, 2 と選択した。 $h_{gen} = \infty$  の場合は、低トラフィックコラムを使用していない、 $h_{re} = 0$  の場合は再配布を使用しない場合である。本研究でのトラフィックはオブジェクトの通信量のみとする。提案方式として、 $h_{gen}, h_{re}$  をそれぞれ (2,1)、(4,1)、(4,2) とし、比較対象を  $h_{gen}, h_{re}$  を ( $\infty, 0$ )、( $\infty, 1$ ) とした。

上記のパラメータで動作させたシミュレーション実験の結果を図 1, 図 2 に示す。実験結果より、比較対象と提案方式 (2,1)、(4,1) を比較すると、複製取得率も良く、7,8 割と大幅にトラフィックを削減できている。また、提案方式 (4,2) と比べてみても、トラフィックを 5 割程削減できている。再配布を 1 回でもすることで結果に大きな影響を及ぼしているといえる。提案方式 (2,1) と (4,2) を比べても比較対象より複製取得率が良く、トラフィックを 5 割程

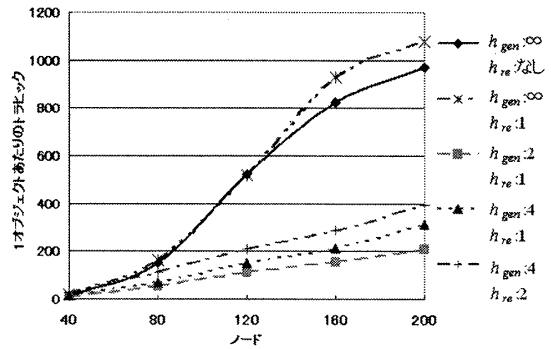


図 1 1 オブジェクトあたりのトラフィック

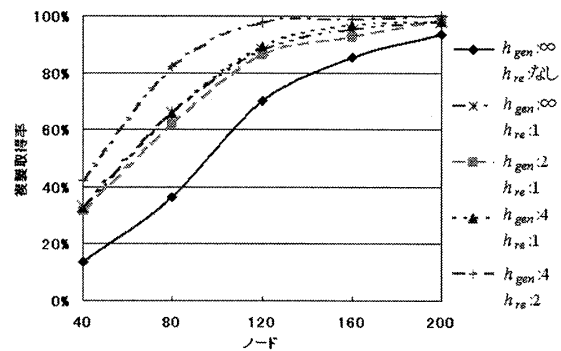


図 2 複製取得率

削減している。全体的に配布コラムを大きくしてもトラフィックにあまり影響を及ぼさないが、複製取得率については、要求コラムに依存しているといえる。

#### 5 結論

モバイルアドホックネットワークにおいて、オブジェクト配布方式によるトラフィックと複製取得率について評価した。実験結果より、提案手法を用いることで、全体的に複製取得率を低下させずに、トラフィックの削減ができているといえる。

#### 参考文献

- [1] D. Malkhi, M. K. Reiter, and R. N. Wright. Probabilistic Quorum Systems. Symposium on Principles of Distributed Computing, pp.267-273, 1997.
- [2] 間瀬憲一, 阪田史郎. アドホック・メッシュネットワーク. コロナ社, 2007.