

# 端末の密度を考慮した アドホックネットワーク上の位置依存情報の複製方法

鬼頭政貴<sup>†</sup> 土田元<sup>†</sup> 峰野博史<sup>‡</sup> 石原進<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学工学部

<sup>‡</sup> 静岡大学情報学部

## 1 はじめに

無線アドホックネットワークは、無線移動端末によって既存のインフラを用いることなく一時的に構築できるネットワークである。無線アドホックネットワークはその性質上、端末の移動などにより端末間の通信が保障されない。従って直前までアクセス可能であった情報に突然アクセスできなくなる可能性がある。このような事態を避けるために、複数の端末に情報の複製を配布することでネットワーク内に存在する情報の可用性を高める複製配布方式が提案されている [1] [2]。

[1] で提案された SC (Skip Copy) 方式では移動端末が取得した移動端末現在位置に関連した情報 (位置依存情報) をフラッディングし、複製配布元の端末からのホップ数および物理的距離に従って選ばれる端末に複製を保持させる。しかしこの方式では端末の密度が高い場合に、過度に多くの端末が複製を保持する可能性が高く、データ要求に対する応答時の通信効率および記憶領域利用効率が悪くなる。したがって複製を配布する先の端末を適切に選定することが重要である。本稿では、複製配布先の選定に端末の物理的な密度を考慮する方法を導入し、その効果を評価する。

## 2 位置依存情報複製配布方式

### 2.1 複製の配布

移動端末がある地点に関連した位置依存情報を生成すると、フラッディングによりその情報の複製を配布する。文献 [2] では端末が受信した位置依存情報の複製を保存するか否かの判定する方式として 3D (Distance, Density and Direction Method) 方式を提案している。これにより複製配布範囲内のどの地域でも、面積あたりの複製存在率が一定になるようにする。3D 方式ではこの判定を以下の 3 つのポリシーによって与えられる複製保存確率  $P_r$  によって行う。

- (1) 情報発生源に近い端末ほど  $P_r$  を低くする。
- (2) 端末の地理的な密度が高いほど  $P_r$  を低くする。
- (3) 情報発生源に近い方向へ向かう端末ほど  $P_r$  を低くする。

$P_r$  による判定は情報発生源から半径  $R$  の複製配布範囲内でのみ適用され、複製配布範囲外では複製のフラッ

Replication Method of position dependent information on ad hoc networks using prediction of terminal movement

Masataka KITO<sup>†</sup>, Gen TUCHIDA<sup>†</sup>, Susumu ISHIHARA<sup>†</sup>, Hiroshi MINENO<sup>‡</sup>

<sup>†</sup> Faculty of Engineering, Shizuoka University

<sup>‡</sup> Faculty of Information, Shizuoka University

ディング、保持は行われぬ。本稿は、(2) 密度についての評価を行う。なお、本稿では評価を行わない (1) (3) のポリシーについては [3] で評価を行っている。

### 2.2 複製へのアクセスおよび応答

端末が位置依存情報にアクセスする場合、端末はその情報発生源の周辺に存在する端末へ要求メッセージを Geocast で送る。すなわち、要求メッセージは要求元からブロードキャストされ、それを受信した端末は自身が送信元の端末より目的の位置に近い場合のみ、再度ブロードキャストする。この際、応答時にユニキャストで送信できるように、要求元からどの経路で要求メッセージが伝わったかを要求メッセージ内のリストに記録する。要求メッセージを受け取り要求された情報の複製を持つ端末は、その複製を要求メッセージ内のリストに従い、ユニキャストで要求元へ返信する。

### 2.3 複製保持確率 $P_r$ の決定

端末の密度を得るために、各端末は自分の周りの端末の数を知る必要がある。ここでは定期的に各端末から送信される hello パケットを受信することにより、端末が自分の周りの端末数を知るものとする。

時刻  $t$  におけるある端末の  $P_r(t)$  は以下の式で計算する。

$$P_r(t) = \frac{a}{d(t)} \quad (1)$$

ここで  $d(t)$  は時刻  $t$  における hello パケットから得られる隣接端末数とし、 $a$  は調整用の係数とする。なお、複製を受け取った位置がその複製の複製配布範囲内ならば、複製の保持、破棄に関わらず次の端末に向かって複製を転送する。

## 3 評価

シミュレーションにより、端末密度の利用に基づく複製保持端末の選定の効果を検証した。また、比較対象としてホップ数で複製の保持を決定する SC 方式 [1] を用いた。SC 方式では複製保存の判定を複製の送信元からのホップ数により決定する。ここでは送信元からの最小ホップ数が 2 の倍数の場合にのみ複製を保持するものとした。なお、SC 方式では応答時に複製の再配置を行うが、今回のシミュレーションではすべてのモデルで再配置を行っていない。モデルのシミュレーションはモデル上の時間で 1000 秒間行った。

### 3.1 シミュレーションモデル

端末は  $1000[m] \times 1000[m]$  の 2 次元平面状を移動する。2 次元平面を  $10 \times 10$  の等間隔の格子状セルに区切る。端末の総数は 100 個とし、ランダムウェイポイ

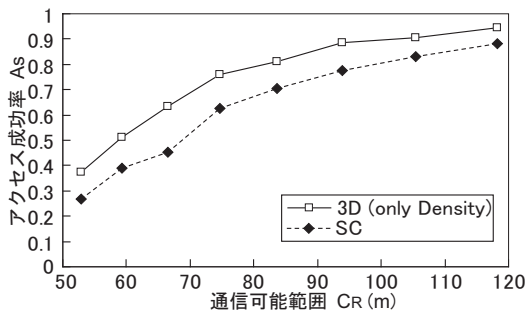


図 1: アクセス成功率と通信可能範囲の関係

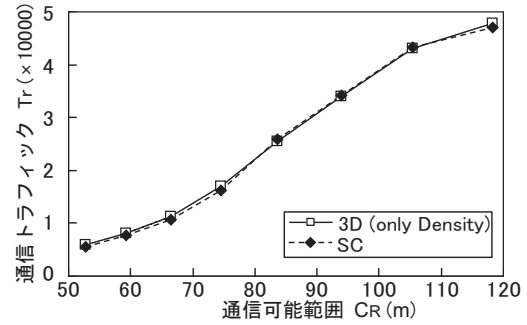


図 2: トラフィックと通信可能範囲の関係

ントモデルに従い移動させた。ランダムウェイポイントのパラメータは停止時間を 15[sec]，移動時間の分布を 0~15[m/sec] とした。50 個の端末がそれぞれ平均 60[sec] のポアソン到着モデルに従い現在位置のセルの情報を取得し，即座に複製を配信する。残り 50 個の端末は平均 60[sec] のポアソン到着モデルに従い要求メッセージを Geocast で送信する。要求対象の情報は端末の近辺に存在するセルに対するものほど，高い確率で要求される。各エリアの情報は常に新しいものが優先され，古いものは破棄される。各端末は最新の情報の複製を 50 個 保持することができる。複製配布範囲 R は 300[m] とした。パケットのサイズは hello メッセージ  $T_H$  を 64byte，要求メッセージ  $T_{Req}$  を 128byte，複製データ  $T_{Rep}$  を 1000byte とした。式 (1) より  $P_r$  を決定する際の調整用の係数  $a = 1.0$  とした。hello パケットの送信間隔は 10[sec] とした。ただし，各端末での hello パケットの送信間隔はランダムに与え，複数の端末が同時に hello パケットを送信する状況を起こりづらくしてある。

### 3.2 評価指標

提案方式の評価指標を以下に定義する。

- アクセス成功率  $A_s$  (Access Success ratio)

$$A_s = \frac{A_C}{R_C} \quad (2)$$

$A_C$  (Answer success Count) はアクセス要求元が対象となるデータの応答メッセージを受け取ったシミュレーション全体の回数の総和であり， $R_C$  (Request Count) は各端末がすでにある端末によって取得されたデータに対する要求メッセージを送ったシミュレーション全体の回数の総和である。

- 通信トラフィック  $T_r$

hello メッセージ  $T_H$ ，要求メッセージ  $T_{Req}$ ，複製データ  $T_{Rep}$  はそれぞれの送信回数を表す。以下の式で通信トラフィック  $T_r$  を計算した。

$$T_r = T_H \frac{64}{1000} + T_{Req} \frac{128}{1000} + T_{Rep} \quad (3)$$

$T_H$ ， $T_{Req}$  に対する係数はパケット長に比例した重みである。

少ない  $T_r$  でより高い  $A_s$  が得られることが望ましい。

### 3.3 シミュレーション結果

端末の密度の変化に対する影響を調べるため，各端末の通信可能範囲  $C_R$  (Communication Range) を 50~120[m] の範囲で変化させた。図 1 に密度のみを考慮した 3D 方式と SC 方式におけるアクセス成功率の変化を示す。すべての通信可能範囲  $C_R$  において SC 方式より 3D 方式が  $A_s$  の値が高い。密度を考慮した 3D 方式では通信可能範囲が大きい場合に大きな性能向上が期待されたが，今回行った条件下ではその効果は確認できなかった。図 2 に  $C_R$  を変化させた際の通信トラフィック  $T_r$  を示す。すべての  $C_R$  において SC 方式と 3D 方式の  $T_r$  に大きな差は見られない。これらのことから 3D 方式は  $T_r$  を小さく保ったまま，すなわち冗長な通信量を増やすことなく，SC 方式よりも高い  $A_s$  を得ることができるといえる。

### 4 まとめと今後の課題

今回，アドホックネットワークにおける位置依存情報複製配布方式 3D 方式について，密度に関してのみシミュレーションを実施し評価を行った。3D 方式は SC 方式とほぼ同じ通信トラフィックを保ちながらアクセス成功率を高めることができ，その効果が確認できた。

今回の評価では通信範囲を変化させ擬似的に端末密度を制御する手法をとったが，今後の評価では端末数を変化させ端末密度を制御する手法を試す。また，3D 方式の他の 2 つのポリシー，端末と情報発生源との距離，情報発生源に対する端末の移動方向を考慮した状態での手法の評価を行っていく。

### 参考文献

- [1] 田森正紘，石原進，渡辺尚，水野忠則：データ更新を伴うアドホックネットワークにおける位置依存複製配布方式の評価，2002-MBL-22，Vol.2002，No.94，pp.15-22 (2002)。
- [2] 土田元，鬼頭政貴，石原進，峰野博史：端末の移動予測を用いたアドホックネットワーク上の位置依存情報の複製に関する検討，2003-MBL-27，Vol.2003，No.114，pp.1-8 (2003)。
- [3] 土田元，鬼頭政貴，峰野博史，石原進：端末の移動予測を用いたアドホックネットワーク上における位置依存情報の複製方法，第 66 回情報処理学会全国大会 (2004)。