

# 無線アドホックネットワークにおける要求者の位置を考慮した位置依存情報複製配置の検討

鈴木望<sup>†</sup> 山中麻理子<sup>†</sup> 土田元<sup>‡</sup> 石原進<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 静岡大学工学部    <sup>‡</sup> 静岡大学大学院理工学研究科

## 1 はじめに

アドホックネットワークとは、既存のインフラを使用することなく、無線端末のみで構築されたネットワークのことであり、車々間通信や、インフラが使用できない災害復旧現場での応用が考えられている。しかし、アドホックネットワークでは、端末の移動や無線リンク状態の変化によって端末間の接続性が保障されないため、トポロジが変化することによりネットワークの分断が生じ、要求したデータが得られないといったデータの可用性の低下を招く問題がある。

この問題に対処する技法として、データの複製を他の端末に持たせる複製配布がある。筆者らは、位置に関連したデータ（位置依存情報）の発生位置周辺の端末にのみ、数ホップおきにデータの複製を持たせ、発生位置に向けて Geocast で要求を送ることにより、データの可用性を高める Skip Copy (SC) 方式を提案している [1]。しかしこの方式は、遠くの端末からの要求の場合、複製を保持する端末にメッセージを転送する時のメッセージの喪失や、データ取得遅延が増大する等の問題があった。そこで本論文では上記の SC 方式の問題点に対し、SC 方式で複製を持つ端末からデータを返送する際、要求メッセージを送った要求者と応答メッセージを返す複製を持つ端末の間に複製を配置することで、上記問題を解決する手法を提案する。

## 2 既存の位置依存情報複製配布

### 2.1 SC 方式

SC 方式では、各端末が情報を生成後、直ちに複製配布半径  $R$  内の端末にフラッディングによって複製を配布する。このとき複製は、情報発生源から  $s$  ホップごとの端末のみに保持される (図 1(a))。  $s$  は正の整数である。

情報を利用したい端末は、利用したい情報の位置をキーに Geocast により要求メッセージを送信する。いくつかの端末を経由し、該当する情報を保持する端末に要求メッセージが到着すると、該当する情報を保持

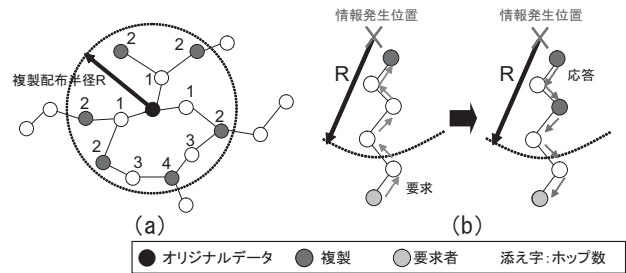


図 1: SC 方式での複製配布と再配置 ( $s = 2$ )

する端末は、情報を付加した応答メッセージを要求メッセージ送信者にユニキャストで返送する。

また、時間経過に伴う端末の移動により、情報に関連した位置周辺に複製保持端末がいなくなってしまうという問題を生じさせないために、応答返送時に複製の再配置を行う。この再配置は、複製配布時と同様のルールを使用し、応答経路上において  $s$  ホップごとの端末に複製を保持させるものである (図 1(b))。

### 2.2 SC 方式の問題点

SC 方式では、複製を持つ端末は情報発生位置周辺に存在する。これは、情報発生位置を目指して要求メッセージを送る SC 方式において、情報発生位置から近い端末からの要求に対し、高いアクセス成功率をもたらすが、情報発生位置に遠い端末から要求メッセージを送信した場合、途中経路の断裂やパケットの衝突により要求・応答メッセージが喪失する確率が増し、アクセス成功率が低下する。またアクセスが成功する場合でも、要求メッセージを送信してから情報を受け取るまでの時間が長くなってしまふ。そのため、要求者の位置を考慮した複製配布方法が必要とされる。

## 3 SC 方式の問題に対する解決策

上述した SC 方式の問題点を解決するために、応答経路上で、要求者と複製保持する端末間の端末に複製を保持させる Adaptive SC (ASC) 方式を提案する。これは、ある地域にいる端末が、離れた位置に関連づけられた位置依存情報を要求する確率が高い環境で有効であると考えられる。ある道を走る車とその先の交差点状況を知りたい場合などが、その例として挙げられる。

A study of the position-dependent information replica placement using the position of requesting nodes on wireless ad hoc networks

Nozomi SUZUKI<sup>†</sup>, Mariko YAMANAKA<sup>†</sup>, Gen TSUCHIDA<sup>‡</sup> and Susumu ISHIHARA<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Faculty of Engineering, Shizuoka University    <sup>‡</sup>Graduate School of Science and Engineering, Shizuoka University

### 3.1 ASC方式

ASC方式では、SC方式と同様、ホップ数  $s$  を用いて複製の配置を決定し、Geocast で要求メッセージを転送するが、再配置を行うとき、状況に応じてこのホップ数  $s$  を変える。また、SC方式では複製配布半径  $R$  のみに複製を再配置するが、ASC方式ではこれを考慮しない。こうすることで、要求者の近くに複製を配布することができ、同方向からのアクセス成功率がSC方式と比べ高くなると考える。

$s$  は以下のように決定する。まず要求者  $P_r$  が要求メッセージを送るとき、複製を持つ端末  $P_a$  までのホップ数  $h(P_r, P_a)$  をカウントする。これをもとにし、以下の式にて  $s$  を計算する。

$$s = \left\lceil \frac{h(P_r, P_a)}{\alpha} \right\rceil$$

は調整用の係数であり正の実数である。複製を持つ端末  $P_a$  からの応答メッセージの転送時、応答経路上の  $s$  ホップごとの要求者を含む端末に複製を保持させる。このとき複製の配置が過度になるのを防ぐため、 $s = s_{min}$  のときのみ再配置を行う。

図2でASC方式の例を示す。要求者  $P_r$  が位置Aの情報を要求する時、要求メッセージは位置Aの情報の複製を持つ端末  $P_a$  に8ホップで到着する(図2(a))。  $\alpha=2$  のとき、 $s$  は4となり、 $P_a$  から4ホップごとの端末  $P_b$ 、 $P_r$  に位置Aの複製を再配置しながら応答を返す(図2(b))。  $P_a$  よりもAから遠い場所にいる  $P'_r$  が位置Aの情報を再び要求する時、先ほど複製を受け取った  $P_r$  から応答を返される。このとき  $s=2$  となり、 $P'_b$ 、 $P'_r$  に複製が再配置される(図2(c))。この方法により、要求を送った端末の近くに複製を配布することができる。また、要求が多い地域は再配置を繰り返すことにより、要求が多い情報の複製を要求地域付近に多く配布することができる(図2(d))。

### 3.2 情報発生位置付近への複製配布

上述した解決策では、複製の再配置が情報発生位置から離れたところで行われる。このため、情報発生位置近辺の端末が移動すると、情報発生位置付近に複製を持つ端末がいなくなってしまう、情報発生位置を目指してくる要求に応答できなくなる確率が高くなる。これを解決するため、定期的に情報発生位置付近に複製を再配置する方法を提案する。

端末が情報を生成後、情報発生位置から複製再配布半径  $R'$  ( $R' \leq R$ ) 内にある複製保持端末は、時間  $T$  ごとに、複製配布時と同様のルールを使用し、複製配布半径  $R$  内に複製を再配置する(図3)。  $T$  は端末ごとにランダムに決められ、複数の端末から発した再配置のためのパケットにより衝突が頻発しない程度に十分な大きな値を持つものとする。この再配置時、複製を保持させる端末が、すでに他の複製を持つ端末から複製を再配置されていた場合は、そこから先のフラグディ

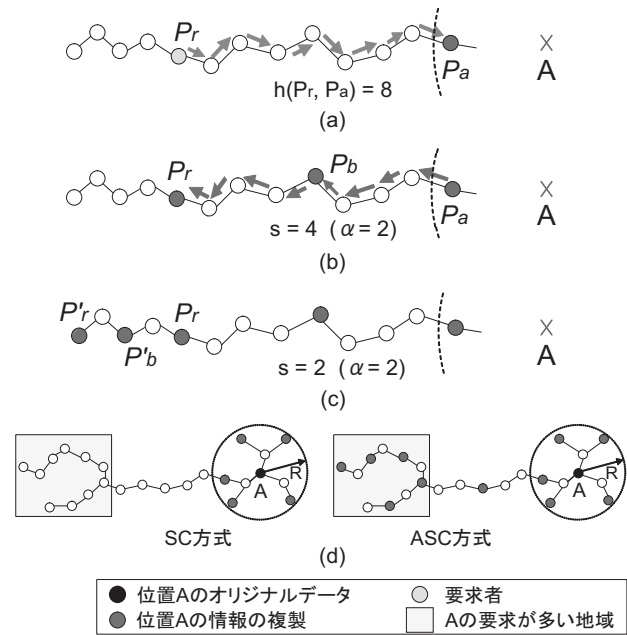


図2: 要求応答時の複製配置 ( $s_{min} = 2$ )

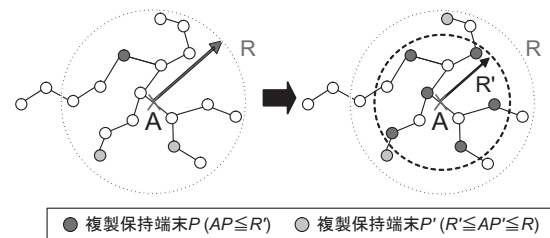


図3: 時間  $T$  後の再配置 ( $s = 2$ )

ングを止める。

また、情報が更新された時、遠い端末でもすぐ新しい情報が利用できるように、複製を配置・再配置するとき、情報の有効時間 TTL を決めておき、情報発生位置から遠いほどこれを短くする。

## 4 まとめ

本論文では、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手法 SC方式の問題点を明らかにし、その解決策として ASC方式を提案した。SC方式には、遠くの端末からの要求の場合、メッセージの喪失やデータ取得遅延が増大する等の問題があるが、ASC方式では、複製の再配置先を要求者に近い端末になるよう制御し、また情報発生位置の周辺にも定期的に複製を再配置することで、要求に対するアクセス成功率を高める。今後、シミュレーションによって提案方式の有効性を検討する予定である。

## 参考文献

- [1] 土田他: “無線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手法,” 信学論, Vol. J88-B, No.11, pp.2214-2227 (2005-11)。