

不定期データ更新が発生するアドホックネットワークにおける 更新データの配布について

林 秀樹[†] 原 隆浩[†] 西尾 章治郎[†]

[†] 大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻

〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1

E-mail: {hideki,hara,nishio}@ist.osaka-u.ac.jp

本稿では、データ更新が不定期に発生するアドホックネットワークにおいて、古いキャッシュデータを効率的に更新するために、各移動体が更新データを配布する二つの方式を提案する。一つめの方式では、移動体がデータを更新した際に、その移動体と相互接続している移動体に更新データを配布する。二つめの方式では、ある二つの移動体が新たに接続した際に、更新データの再配布を行う。提案方式により、古い複製へのアクセス回数を削減すると同時に、データアクセスの成功率を向上できる。

On Updated Data Dissemination in Ad Hoc Networks with Aperiodic Data Update

Hideki HAYASHI[†]

Takahiro HARA[†]

Shojiro NISHIO[†]

[†]Dept. of Multimedia Eng., Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

In this paper, we propose two updated data dissemination methods to update old replicas effectively in ad hoc networks where each data item is updated at inconsistent intervals. In the first method, when a mobile host holding an original data item updates the data item, it disseminates the updated data item to all connected mobile hosts. In the other method, when two mobile hosts are connected, they re-disseminate updated data items. Our proposed methods reduce the number of accesses to invalid old replicas and improve data accessibility.

1 はじめに

近年、無線通信技術の発展と計算機の小型化に伴い、携帯型計算機を持ち歩き、いつでもどこでもネットワークに接続することが可能な移動体計算環境が普及しつつある。特に、ルータ機能をもつ移動体のみで一時的なネットワークを形成するアドホックネットワークに関する研究への関心が高まっている [1, 7, 10]。アドホックネットワークでは、移動体の移動によってネットワークが分断された場合に、分断された部分ネットワーク内のデータに対してアクセスできないため、データの利用率が低下してしまう。例えば、図 1 のアドホックネットワークにおいて、中央の 2 台の移動体間の無線リンクが切断されたとすると、左側の 3 台の移動体はデータ D_2 に、右側の 3 台の移動体はデータ D_1 にアクセスできなくなる。この問題を解決する手法として、オリジナルデータをもつ移動体とは別の移動体に、データの複製を配置することが有効である。

従来のアドホックネットワークに関する研究の大

半は、IETF (Internet Engineering Task Force) を中心として、相互接続されている移動体間における通信性能を向上させるルーティングプロトコルに関するものである [5, 6, 8, 9]。一方、アドホックネットワークにおけるアプリケーションには、ユーザ同士が直接コミュニケーションをとるものだけでなく、センサーネットワークでのデータ共有や発掘調査などの協調作業のための情報共有など、他のユーザのもつデータにアクセスするものも少なくない。そのため、アドホックネットワークにおいて、データの利用率を向上させることを目的として、効率的に複製配置を行うことは重要である。しかし、筆者らの知る限り、アドホックネットワークにおける複製配置の研究は、筆者ら以前には行われていない。

筆者らは文献 [2] において、データ更新が発生しないアドホックネットワークを想定して、移動体が、自身のもつ限られたキャッシュ領域にデータの複製を配置する方式を提案した。

一方、実環境では、データ更新が不定期に発生す

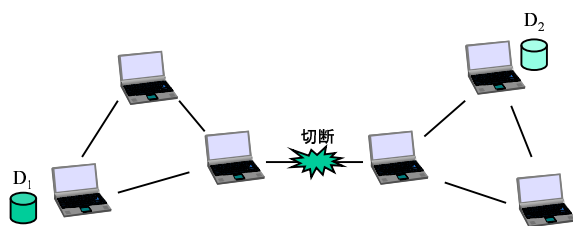


図 1: ネットワークの分断

ることが一般的である。このような環境では、移動体が更新発生後の古い複製（キャッシュデータ）にアクセスする可能性がある。古い複製へのアクセスは、オリジナルをもつ移動体と再接続した際に、必要に応じてロールバックされる。このような無駄なデータアクセスやロールバック処理は、消費電力が重要な問題となる移動体計算環境では好ましくない場合がある。そこで、これまでに筆者らは、文献 [3] において、データ更新が不定期に発生するアドホックネットワークを想定し、移動体が無効化情報を放送することで、古い複製を効果的に無効化する方式を提案した。しかし、これらの方式では、古い複製を効率的に無効化できるが、データアクセスの成功率は向上できなかった。また、文献 [4] において、データ更新の発生間隔を確率的に計算し、各データにタイムアウト時間を設けることで、各移動体が自身のもつ複製を破棄する方式を提案した。しかし、これらの方式では、データ更新の発生間隔が確率密度関数で与えられる環境を想定していた。一般には、この想定は厳しい条件と考えられる。そこで、本稿では、古い複製へのアクセス回数の削減とデータアクセスの成功率の向上を目的として、各移動体が更新データを配布することで、古い複製を効率的に更新する方式を提案する。

以下では、2章で想定環境について述べる。3章で本稿で提案する更新データの配布方式について述べる。4章で提案方式の性能評価のために行ったシミュレーション実験の結果を示す。最後に5章で本稿のまとめを述べる。

2 想定環境

本稿では、データ更新が不定期に発生するアドホックネットワークにおいて、他の移動体のもつデータにアクセスする環境を想定する。各移動体は、自身のキャッシュ領域に、他の移動体がオリジ

ナルとしてもつデータの複製を作成し、複製を一定の周期（再配置周期）で再配置する。複製を再配置する際には、筆者らが文献 [2] において提案した三つの複製配置方式を用いる。各複製配置方式の概要は、次の通りである。

1. SAF (Static Access Frequency) 方式

各移動体において、自身のキャッシュ領域の許す限り、アクセス頻度の高いデータから順に複製を配置する。

2. DAFN (Dynamic Access Frequency and Neighborhood) 方式

SAF 方式では、同じアクセス特性をもつ移動体と同じ複製を配置してしまうため、複製の重複が多く、ネットワーク全体のアクセス成功率が低い。そこで、DAFN 方式では、SAF 方式で各移動体に複製を暫定的に配置した後、隣接する移動体間で複製の重複を解消する。

3. DCG (Dynamic Connectivity based Grouping) 方式

DAFN 方式よりも、さらに広範囲で複製を共有するため、再配置周期ごとに安定度の高い移動体のグループを作成し、グループ内で複製を共有する。具体的には、ネットワークの2連結成分を一つのグループとして、グループ内の移動体のアクセス頻度が高いデータの複製を配置する。2連結成分をグループにしているため、任意の一つの移動体がネットワークから離脱してもグループは分断されない。

移動体のデータアクセスは、オリジナルにアクセスした場合、もしくはオリジナルと同じタイムスタンプ（バージョン）をもつ複製にアクセスした場合にのみ成功とみなし、オリジナルと異なるタイムスタンプをもつ古い複製にアクセスした場合は失敗とみなす。アクセス要求は、自身もしくは相互接続している移動体が、アクセス対象のオリジナルをもつ場合、即座に成功する。なお本稿では、相互接続している移動体とは、1ホップ以上の無線リンクで相互に通信可能な移動体の集合を指す。自身もしくは相互接続している移動体が、アクセス対象のオリジナルをもたず、複製のみをもつ場合、その複製に対して暫定的にアクセスする。ここで、複数の移動体がアクセス対象の複製をもつ場合には、最も新しい複製をもつものに暫定的にアクセスする。暫定的なアクセスは、後にオリジナルをもつ移動体と相

表 1: メッセージの要素

メッセージ名	要素
無効化情報	データ ID, TS
更新データ問合せ	移動体 ID, データ ID リスト
更新データ返信	移動体 ID, データ ID リスト

互接続した際に、成功か失敗かが決定する。実環境では、オリジナルをもつ移動体において更新履歴を記録しておき、複製に暫定的にアクセスした移動体が、オリジナルをもつ移動体に接続した際に、アクセスした複製のタイムスタンプとアクセス時刻を知らせることで実現できる。暫定的なアクセスが失敗となった場合は、必要に応じてロールバック処理を行う。一方、自身もしくは相互接続している移動体がアクセス対象のオリジナルや複製を保持していない場合、アクセス要求は即座に失敗する。

想定環境のその他の詳細を以下に示す。

- m 個の移動体（識別子: M_1, M_2, \dots, M_m ）が存在し、各々が自由に移動する。
- n 個のサイズの等しい異なるデータ（識別子: D_1, D_2, \dots, D_n ）が存在し、各々が特定の移動体にオリジナルデータとして保持されている。
- 各移動体 $M_i (i = 1, \dots, m)$ は、自身のもつオリジナルデータ以外に、データ C 個分のキャッシュ領域をもち、そこに複製を作成する。
- 各データは、そのオリジナルをもつ移動体によって更新される。更新発生後、古い複製は無効となる。
- 各移動体は、ネットワーク内に存在する各データの最近の更新時刻（タイムスタンプ）を保持する。この情報を記録する表をタイムスタンプ表と呼ぶ。

3 更新データの配布方式

前章で述べた想定環境において、古い複製へのアクセス回数の削減とデータアクセスの成功率の向上を目的として、各移動体が更新データを配布する方式を提案する。以下では、提案する二つの方式について説明する。表 1 に、提案方式において用いるメッセージを示す。表中の ID は識別子、TS はタイムスタンプを表す。

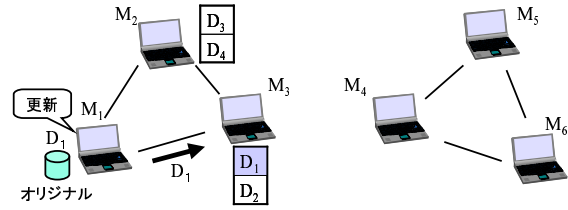


図 2: DU 方式における更新データの配布

3.1 DU (Dissemination on Update) 方式

DU 方式では、オリジナルデータをもつ移動体はそのデータに対して更新を行ったとき、まず文献 [3] の方式と同様に、自身と相互接続している移動体に無効化情報を放送する。無効化情報を受信した各移動体は、自身のタイムスタンプ表を参照して、自身のもつ複製が無効かどうかを判断する。具体的には、受信した無効化情報に含まれるタイムスタンプと自身のタイムスタンプ表の情報を比較して、前者の方が新しい場合は、自身のもつタイムスタンプ表の情報を更新する。これと同時に、受信した無効化情報を、自身と隣接している移動体に転送する。

さらに、このデータの複製を自身のキャッシュ領域に保持している場合は、それをキャッシュ領域から破棄し、オリジナルをもつ移動体に対して更新データの送信を要求する。オリジナルをもつ移動体がこの要求を受信すると、要求した移動体に対して、更新データを配布する。

ここで受信した無効化情報に含まれるタイムスタンプと自身のタイムスタンプ表の情報が同じ場合は、同一の無効化情報を再度受信しているため、隣接移動体には転送せず、無効化情報を破棄する。

図 2 は、DU 方式において、移動体 M_1 がオリジナルデータ D_1 を更新したときに、更新データを配布する様子を示している。図中の四角は、各移動体がキャッシュ領域に保持している複製を表し、矢印は、更新データの流れを表している。ここでは、 M_1 は、 M_3 に D_1 を更新データとして配布している。

この方式では、移動体がオリジナルを更新した場合にのみ、無効化情報の放送と更新データの配布が行われるため、トラヒックは小さい。また、オリジナルをもつ移動体と相互接続している移動体が、その複製を保持している場合、データ更新が発生する度にオリジナルと同じタイムスタンプの複製を配置できる。しかし、更新時にオリジナルをもつ移動体と相互接続していないと、無効化情報と更新データ

を受信できない。そのため、移動体の移動に伴い、無線リンクの接続や切断が頻繁に起こる環境では、相互接続している移動体が異なるタイムスタンプ情報や異なる複製をもつ場合がある。

3.2 DC (Dissemination on Connection) 方式

DC方式では、オリジナルをもつ移動体が更新を行った際に無効化情報の放送と更新データの配布を行うことに加え、新たに接続（隣接）した移動体どうしが、タイムスタンプ表の情報を更新し、無効化情報の放送と更新データの配布を行う。DC方式では、二つの移動体が新たに接続した際、まず文献[3]の方式と同様に、次のように無効化情報を再放送する。

1. 識別子が M_i と M_j ($i < j$) である二つの移動体が新たに接続したとき、識別子の添字が大きい移動体 (M_j) が、小さい移動体 (M_i) に自身のタイムスタンプ表を送信する。
2. 移動体 M_i は、受信した移動体 M_j のタイムスタンプ表と自身のもつタイムスタンプ表の各項目を比較して、タイムスタンプ情報を更新する。その後、次の処理を行う。
 - 移動体 M_i のもつタイムスタンプの方が古かったデータに関しては、無効化情報（新しいタイムスタンプ情報）を M_i がもともと相互接続していた移動体に放送する。
 - 移動体 M_j のもつタイムスタンプの方が古かったデータに関しては、新しいタイムスタンプ情報を M_j に送信する。その後、 M_j は、自身にもともと相互接続していた移動体の集合に、無効化情報を放送する。

放送された無効化情報を受信した移動体は、DU方式と同様に、自身のもつタイムスタンプ表の更新と古い複製の破棄を行う。

無効化情報の放送後、更新データの配布が行われる。更新データの配布は、ネットワークのトラフィックに非常に大きな影響を与えるため、DC方式では、更新データを配布する範囲が異なる二つの方式を用いる。以下では、これらの方式について説明する。

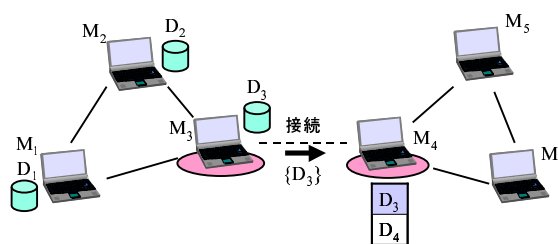


図 3: DC/OO 方式における更新データの配布

3.2.1 DC/OO (DC/One-to-One) 方式

DC/OO方式では、無効化情報の放送後、接続した二つの移動体それぞれが、もう一方の移動体に更新データを配布する。ここで、 M_j (M_i) が、 M_i (M_j) に更新データを配布する手順について説明する。

1. 移動体 M_i (M_j) は、前述の無効化情報の放送によって無効化された複製のデータ識別子（リスト）を含む更新データ問合せメッセージを、移動体 M_j (M_i) に送信する。
2. 更新データ問合せメッセージを受信した移動体 M_j (M_i) は、これに含まれるデータ識別子のデータ（複製）を保持している場合、そのデータ（複製）を更新データとして M_i (M_j) に送信する。

図 3 は、左側の移動体の集合 $\{M_1, M_2, M_3\}$ と右側の移動体の集合 $\{M_4, M_5, M_6\}$ がそれぞれ相互接続していたときに、 M_3 と M_4 が新たに接続した場合の、DC/OO方式の動作例を示している。なお、ここでは、 M_3 が M_4 に更新データを配布する動作のみに着目している。このとき、 M_3 は、 M_4 の要求する D_3 をもつため、 M_4 に更新データ (D_3) を配布する。

この方式では、二つの移動体が新たに接続する度に、無効化情報の放送と更新データの配布が行われる。そのため、DU方式と比較して、古い複製へのアクセス回数が削減され、アクセス成功率が向上するものと期待される。また、相互接続している移動体は、同一のタイムスタンプ表をもつようになる。しかし、ネットワークのトポロジ変化が頻繁な場合、無効化情報の放送と更新データの配布の頻度が高くなるため、DU方式と比較して、トラフィックが大きくなる。

3.2.2 DC/GG (DC/Group-to-Group) 方式

DC/GG 方式では、無効化情報の放送後、接続した二つの移動体のそれぞれともともと相互接続していた移動体が、もう一方がもともと相互接続していた移動体に更新データを配布する。ここで、 M_j (M_i) がもともと相互接続していた各移動体が、 M_i (M_j) がもともと相互接続していた各移動体に更新データを配布する手順について説明する。

1. 移動体 M_i (M_j) がもともと相互接続していた各移動体は、無効化情報によって無効化されたデータ識別子を含む更新データ問合せメッセージを、移動体 M_i (M_j) に送信する。
2. 移動体 M_i (M_j) は、受信した更新データ問合せメッセージと自身のものを、まとめて一つの更新データ問合せメッセージとして、移動体 M_j (M_i) に送信する。
3. 移動体 M_j (M_i) は、自身がもともと相互接続していた各移動体に、受信した更新データ問合せメッセージを放送する。
4. 移動体 M_j (M_i) がもともと相互接続していた各移動体は、受信した更新データ問合せメッセージに含まれるデータ識別子のデータ（複製）を保持している場合、そのデータの識別子を含む更新データ返信メッセージを移動体 M_j (M_i) に送信する。
5. 移動体 M_j (M_i) は、受信した更新データ返信メッセージに基づいて、更新データを要求する移動体を決定する。複数の移動体が同一のデータ（複製）をもつ場合、 M_j (M_i) から最小のホップ数で到達可能な移動体に更新データの送信を要求する。その後、移動体 M_j (M_i) は、更新データを受信すると、それらを移動体 M_i (M_j) に転送する。
6. 移動体 M_i (M_j) は、手順 1 の操作において、自身に更新データ問合せメッセージを送信してきた各移動体に、更新データを配布する。

図 4 は、図 3 と同様の接続が生じたときに、DC/GG 方式を用いて、左側の移動体の集合 $\{M_1, M_2, M_3\}$ が、右側の移動体の集合 $\{M_4, M_5, M_6\}$ に更新データ $\{D_1, D_2, D_3\}$ を配布する様子を示している。

この方式では、DC/OO 方式と比較して、更新データが広範囲に配布され、各移動体が多く最新の

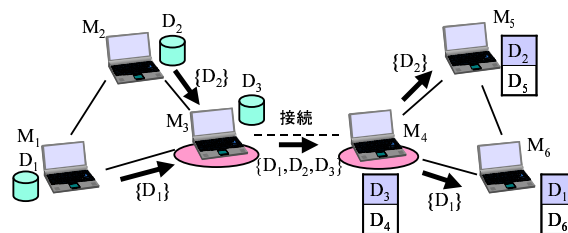


図 4: DC/GG 方式における更新データの配布

の複製を保持できるため、アクセス成功率が向上ものと期待される。しかし、DC/OO 方式よりも、さらにトラヒックが大きくなる。

4 性能評価

本章では、提案方式の性能評価のために行ったシミュレーション実験の結果を示す。

4.1 シミュレーション環境

50×50 の 2 次元平面上に、40 個の移動体 ($M = M_1, \dots, M_{40}$) が存在する。各移動体は、この 2 次元平面からランダムに目的地を決定し、0 から v （最大移動速度）の範囲でランダムに決定した速度で移動する。移動体はその目的地に到達すると、停止することなく、次の目的地を決定し、移動する。各移動体の無線通信範囲は、半径 5 の円とする。ネットワーク内には、40 種類のデータ ($D = D_1, \dots, D_{40}$) が存在し、 D_j ($j = 1, \dots, 40$) は M_j にオリジナルデータとして保持されている。各移動体は、再配置周期を 100 として、2 章で述べた DCG 方式を用いて、自身のキャッシュ領域に最大 10 個の複製を作成する。各移動体 M_i の各データ D_j へのアクセス頻度は、 $p_{ij} = 0.05 \times (1 + 0.001j)$ とする。各移動体は、自身のもつオリジナルデータを平均 U_{avg} （平均更新間隔）の指数分布に基づいた間隔で更新する。また、表 1 の各メッセージに含まれる項目一つ分をデータ量の単位として、全てのデータのサイズを等しく 25,000 とする。表 2 に、各パケットのサイズを示す。

初期位置として各移動体をランダムに配置し、シミュレーションの単位時間ごとに、各移動体の各データに対するアクセス頻度に基づいてアクセス要求を発行させる。シミュレーション実験では、1,000,000 単位時間を経過させたときの下記の評価値について調べる。

表 2: パケットのサイズ

パケット名	サイズ
無効化情報	2
更新データ問合せ	1 + (データ ID リストの要素数)
更新データ返信	1 + (データ ID リストの要素数)
データ	25,000

- アクセス成功率

シミュレーション時間内に発生したアクセス要求の総数に対するアクセス成功回数の割合。

- 古い複製にアクセスした割合

シミュレーション時間内に発生したアクセス要求の総数に対する、更新発生後の古い複製に行われたアクセスの総数の割合。

- トラヒック

シミュレーション時間内に発生した、無効化情報、更新データ問合せメッセージ、更新データ返信メッセージ、および更新データの配布に要する通信ホップ数に、それぞれのサイズを掛けたものの総和。

4.2 U_{avg} の影響

まず、 v を 1 に固定して、 U_{avg} を 10 から 150 まで変化させたときの提案方式の性能を調べた。シミュレーション結果を、図 5、図 6、図 7 に示す。これらの図において、横軸は U_{avg} を示す。縦軸は、図 5 ではアクセス成功率、図 6 では古い複製にアクセスした割合、図 7 ではトラヒックを示す。ここで、比較のため、無効化情報の送信や更新データの配布を行わない場合の結果を示し、これを 'NO' と表記している。

図 5 は、DC/OO 方式と DC/GG 方式が、DU 方式よりも高いアクセス成功率を示している。これは、DC/OO 方式と DC/GG 方式では、移動体の接続が生じる度に更新データの配布が行われるため、各移動体がより新しい複製を保持できるからである。また、DC/GG 方式は、DC/OO 方式よりも高いアクセス成功率を示している。これは、DC/GG 方式では、接続したグループ間で更新データの配布を行うため、多くの各移動体が多種類の新しい複製を保持できるからである。また、平均更新間隔が大きくなると、各移動体のもつ複製が有効な時間が長くなるため、どの方式でもアクセス成功率が高くなる。

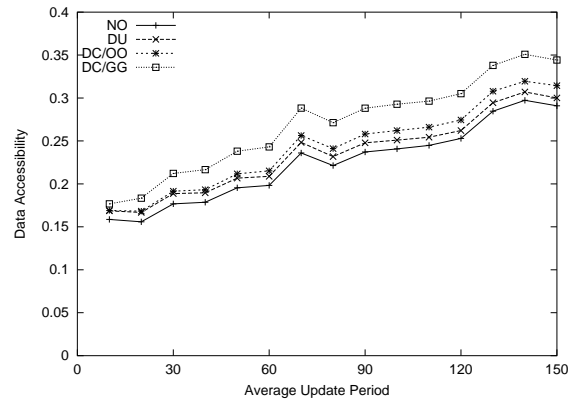


図 5: U_{avg} とアクセス成功率

図 6 は、DC/OO 方式と DC/GG 方式が、DU 方式よりも古い複製にアクセスした割合が低いことを示している。これは、DC/OO 方式と DC/GG 方式では、移動体の接続時に更新データの配布だけでなく、無効化情報の放送も行われるため、DU 方式よりも、無効化情報を広範囲に伝播し、多くの古い複製を破棄できるからである。また、DC/OO 方式は、DC/GG 方式よりも古い複製にアクセスした割合が低いことが分かる。両方式において、オリジナルをもつ移動体と相互接続していない場合、更新発生後の古い複製を更新データとして、配布する可能性がある。したがって、DC/GG 方式は、DC/OO 方式よりも、有効な更新データを配布してアクセス成功率を高める反面、無効な更新データも広範囲に配布してしまうため、古い複製にアクセスする割合も高くなる。

図 7 より、DC/GG 方式、DC/OO 方式、DU 方式の順にトラヒックが高いことが分かる。これは、DC/GG 方式と DC/OO 方式が DU 方式よりも頻繁に更新データを配布し、さらに DC/GG 方式が DC/OO 方式よりも広範囲に更新データを配布するという各方式の性質上、自明の結果になっている。また、平均更新間隔が大きくなると、どの場合でもトラヒックが小さくなる。これは、平均更新間隔が大きくなると、各データが更新される頻度が低くなるため、各メッセージの送信や更新データの配布の頻度も低くなるからである。それに伴い、各移動体のもつタイムスタンプ表の相違が小さくなるため、新たに二つの移動体が接続したときに、配布される更新データも少なくなる。

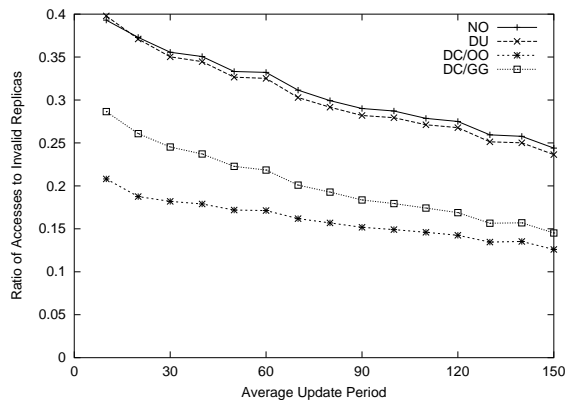


図 6: U_{avg} と古い複製にアクセスした割合

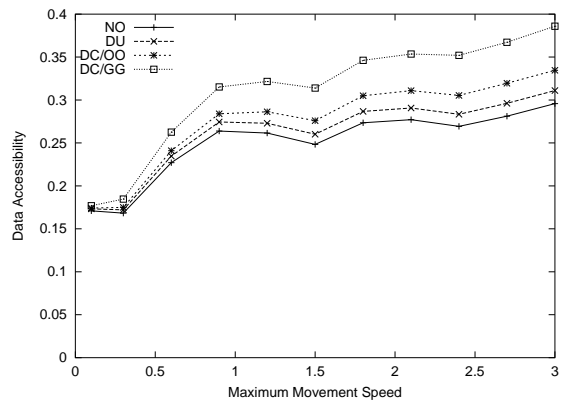


図 8: v とアクセス成功率

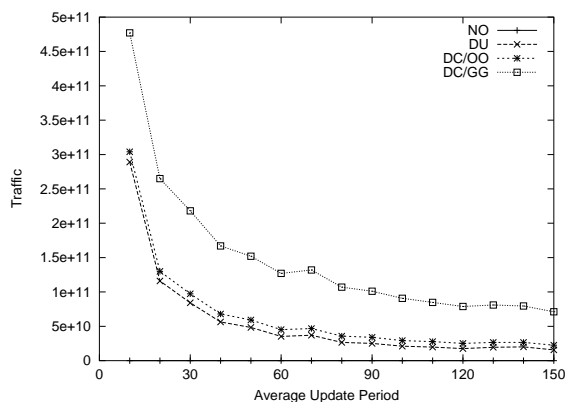


図 7: U_{avg} とトラヒック

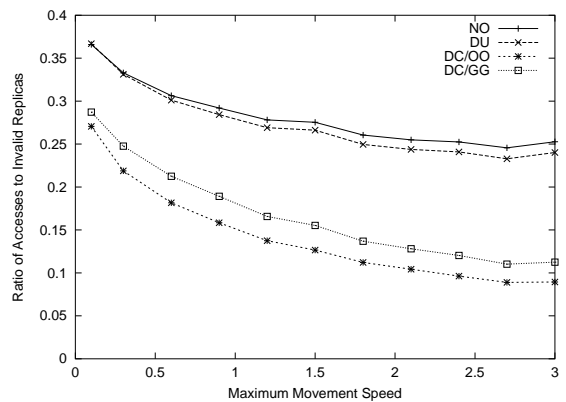


図 9: v と古い複製にアクセスした割合

4.3 v の影響

次に、 U_{avg} を 100 に固定して、 v を 0.1 から 3 ままで変化させたときの提案方式の性能を調べた。シミュレーション結果を、図 8、図 9、図 10 に示す。これらの図において、横軸は v を示す。縦軸は、図 8 ではアクセス成功率、図 9 では古い複製にアクセスした割合、図 10 ではトラヒックを示す。

図 8 は、DC/GG 方式、DC/OO 方式、DU 方式の順に高いアクセス成功率を示している。これは、図 5 の結果における考察と同様に、アクセス成功率は、更新データが配布される頻度と範囲に大きく影響されるからである。また、移動体の最大移動速度が大きくなると、全ての場合において、アクセス成功率が高くなる。これは、最大移動速度が大きくなると、ネットワークトポロジが頻繁に変化するため、データアクセスや更新データの配布により、新しいデータが広範囲に伝播されるからである。

図 9 より、DC/OO 方式、DC/GG 方式、DU 方式の順に古い複製にアクセスした割合が低いことが

分かる。この理由は、図 6 の結果における考察と同様である。移動体の最大移動速度が大きくなると、全ての場合において、古い複製にアクセスした割合が小さくなる。これは、最大移動速度が大きくなると、各移動体がネットワーク内に存在する多くの移動体と接続する機会が増えるため、各移動体がデータアクセスの際に自身のもつタイムスタンプ情報を更新できるからである。

図 10 より、DC/GG 方式、DC/OO 方式、DU 方式の順にトラヒックが大きいことが分かる。これは、三つの提案方式の性質上、自明の結果になっている。また、最大移動速度が大きくなると、DU 方式ではトラヒックがほぼ一定になるが、DC/OO 方式と DC/GG 方式は増加し続ける。これは、DU 方式では、オリジナルが更新された場合にのみ各メッセージの送信と更新データの配布が行われるため、ネットワークトポロジの変化自体には直接影響を受けないからである。一方、DC/OO 方式と DC/GG 方式では、トポロジが大きく変化し、移動体間の接続が多く発生する環境では、各メッセージの送信と

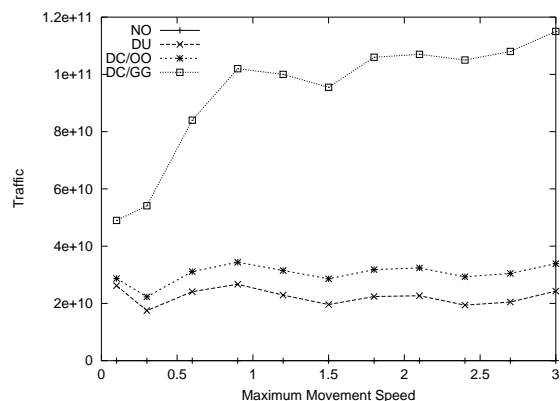


図 10: v とトラヒック

更新データの配布が頻繁に行われるため、トラヒックが大きくなる。

5 まとめ

本稿では、不定期にデータ更新が発生するアドホックネットワークにおいて、古い複製へのアクセス回数の削減とデータアクセスの成功率の向上を目的として、各移動体が更新データを配布する方式を提案した。DU方式では、オリジナルをもつ移動体がデータを更新した際に、自身と相互接続している移動体に更新データを配布する。一方、DC方式では、新たに接続した移動体どうしてタイムスタンプ表の比較を行い、更新データの配布を行う。さらにDC方式において、接続した移動体間で更新データの配布を行うDC/OO方式と、接続した移動体を含むグループ間で更新データの配布を行うDC/GG方式を提案した。

性能評価のために行ったシミュレーション実験の結果から、DC方式は、DU方式と比較して、古い複製にアクセスする割合を削減できるが、トラヒックが大きくなることを確認した。また、DC/GG方式は、DC/OO方式と比較して、アクセス成功率は高くなるが、古い複製にアクセスする割合とトラヒックが大きくなる。したがって、実環境で提案方式を適用する場合、データの更新頻度や各移動体の計算能力、バッテリー容量などのシステム特性に応じて、最適な方式を選択する必要がある。

今後は、更新データによるトラヒックを削減することを目的として、各移動体がデータ全体を更新データとして送信するのではなく、複製の更新に必要な差分データのみを送信する方法について検討する予定である。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省科学技術振興調整費「モバイル環境向 P2P 型情報共有基盤の確立」、および文部科学省 21 世紀 COE プログラム（研究拠点形成費補助金）の研究助成によるものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1] J. Broch, D.A. Maltz, D.B. Johnson, Y.C. Hu, and J. Jetcheva, "A performance comparison of multi-hop wireless ad hoc network routing protocols," Proc. Mobicom'98, pp.85-97, 1998.
- [2] 原 隆浩, "アドホックネットワークにおけるデータ利用性向上のための複製配置," 電子情報通信学会和文論文誌 B, Vol. J84-B, No. 3, pp. 632-642, 2001.
- [3] 林 秀樹, 原 隆浩, 西尾 章治郎, "アドホックネットワークにおける不定期データ更新を考慮したキャッシュ無効化について," 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 219-224, 2002.
- [4] 林 秀樹, 原 隆浩, 西尾 章治郎, "アドホックネットワークにおけるデータ更新間隔を考慮したキャッシュ無効化について," 情報処理学会データベースシステム研究会第 129 回, 放送コンピューティング研究グループ第 4 回合同研究発表会研究報告, pp. 1-8, 2003.
- [5] M. Jiang, J. Li, and Y.C. Tay, "Cluster based routing protocol(CBRP)," Internet Draft, draft-ietf-manet-cbrp-spec-01.txt, 1999.
- [6] D.B. Johnson, "Routing in ad hoc networks of mobile hosts," Proc. IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp.158-163, 1994.
- [7] S. Lee, W. Su, J. Hsu, M. Gerla and R. Bagrodia, "A performance comparison study of ad hoc wireless multicast protocols," Proc. IEEE Infocom 2000, pp.565-574, 2000.
- [8] M.R. Pearlman and Z.J. Haas, "Determining the optimal configuration for the zone routing protocol," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.17, No.8, pp.1395-1414, 1999.
- [9] C.E. Perkins and E.M. Royer, "Ad hoc on demand distance vector routing," Proc. IEEE WMCSA'99, pp.90-100, 1999.
- [10] K. Wang, B. Li, "Group Mobility and Partition Prediction in Wireless Ad-hoc Networks," Proc. IEEE ICC 2002, vol. 2, pp. 1017-1021, 2002.