

データ間の相関性を考慮したアドホックネットワーク内の複製配置方式

村上 礼繁 原 隆浩 Loh Yin Huei 西尾章治郎

大阪大学工学部情報システム工学教室

アドホックネットワーク環境では、移動体の移動に伴ってネットワークトポロジが変化するため、ネットワークの分断と結合が頻繁に生じる。そのため、分断されたネットワーク内の移動体のもつデータにアクセスできなくなり、データの利用性が低下してしまう。このような問題を解決するために筆者らは、データのアクセス頻度やネットワークトポロジを考慮したデータ複製配置方式を提案している。本稿では、これまでの提案方式を、各移動体のもつデータ間の相関性を考慮するように拡張する。拡張方式では、各データ間の相関性からデータの優先度を定義し、その優先度にしたがって複製を配置する。さらに、複製を配置する移動体もデータ間の相関性を考慮して決定する。拡張方式の有効性をシミュレーション評価によって検証する。

Replica Allocation Methods in Ad Hoc Networks Considering Correlaiton among Data

Norishige MURAKAMI, Takahiro HARA, Yin-Huei LOH, Shojiro NISHIO

Department of Infomation Systems Engineering , Faculty of Engineering , Osaka University

In ad hoc networks, since mobile hosts move freely, recurrent link disconnections bring frequent network partitions. Therefore, since it is impossible to access the data which is held by mobile hosts in the other divided partial network, data accessibility in ad hoc networks is lower than that in the conventional fixed networks. To improve the data accessibility, in our previous work, we have proposed a few methods of replicating data items on mobile hosts by considering the data access frequencies from mobile hosts to each data item and the network topology. In this paper, we extend our previoully proposed methods to consider the correlation among data items. In these extended methods, a data priority of each data item is defined based on the correlation among data items, and data items are replicated at mobile hosts with the data priority. The allocation of replicas is also determined based on the correlation among data items. We show that the newly proposed methods are more efficient by simulation results.

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くことにより，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機環境が普及しつつある．特に，移動体にルータの機能を持たせ，移動体がパケットを中継して通信するアドホックネットワークに関する研究の関心が高まっている [1, 2]．アドホックネットワークでは，移動体の移動に伴い，ネットワークの分断と結合が頻繁に生じる．そのため，分断された部分ネットワーク内のデータにアクセスすることが不可能になり，データの利用率が低下してしまう (図 1)．この問題の解決手法として，データの複製を作成し，それをオリジナルデータを保持する移動体とは別の移動体に配置することが有効である．

しかし，従来のアドホックネットワークに関する研究の大半が，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ためのルーティングプロトコルに注目している [4, 6, 7, 8, 9]．そこで筆者らは，文献 [3] において，データの利用率の向上を目的として，アドホックネットワークにおける複製配置方式を提案した．これらの提案方式では，アクセス頻度とネットワークトポロジを考慮して，複製の配置を決定する．筆者らが知る限り，アドホックネットワークにおける複製配置の研究は，筆者らの研究の以前には行われていない．

一方，移動体の保持しているデータが，ビデオ画像とその内容を説明するテキストデータなどの場合，それらのデータ間には相関性がある．このように，各移動体のもつデータ間には相関性が存在するのが一般的であり，相関性があるデータにはまとめてアクセス要求が行われる．しかし，文献 [3] の手法では，データ間の相関性は考慮されていない．複数のデータに同時にアクセス要求が発生する場合，データ間の相関性を考慮せずに複製を配置すると，ある移動体との接続に伴って，一方のデータ (複製) にアクセスできるが，もう片方のデータ (複製) にアクセスできないといった状況が考えられる．このようなことが，相関性が強く，アクセス頻度の高いデータに生じた場合，データの利用率の低下につながる．そこで，本稿では，各データ間に相関性が存在するアドホックネットワークを想定して，相関性を考慮した複製配置方式を提案する．

以下では，2 章でデータ間の相関性について述べ，3 章で相関性を考慮した複製配置方式を提案する．4 章で提案した方式の性能評価を行い，5 章で本稿のまとめを行う．

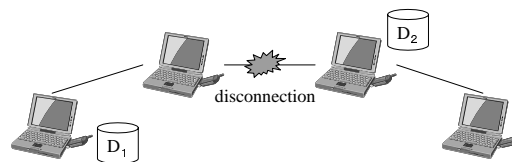


図 1: ネットワークの断線とデータアクセス

2 データ間の相関性

本章では，データ間に存在する相関性と，相関性に関する本稿の想定について述べる．

アドホックネットワークは，その特徴から，通信インフラが整っていない場所における，協調作業に使用されることが多い．このような場合，各移動体が保持しているデータ間には，互いに相関性があることが多い．例えば，災害現場の調査において，携帯端末をもつ救援者や復旧作業員などが，アドホックネットワークを構築し，被害状況や復旧作業状況などのデータを共有する場合を考える．このとき，各移動体が保持するデータが現場の画像データやその被害状況を示す数値データなどの場合，それらのデータ間には相関性が存在する．また，他の作業現場の移動体が収集したデータとの比較をする場合，同じ形式のデータはまとめてアクセスされる．さらに，作業員が被害状況を収集し，その収集したデータをまとめて，Web ページ形式で公開している場合，ページを構成する HTML ファイルや画像ファイルはまとめて同時にアクセスされる．

ここで，相関性の強さは，複数のデータがまとめてアクセスされる頻度として定義でき，各データ間で相関性の強さは異なる．また，一般に，各データ間の相関性は，各移動体において異なる．相関性のある複数のデータに対するアクセス要求は，上述のように同時に行われる場合と，ある程度の時間間隔を置いて行われる場合が考えられる．例えば，あるビデオ画像と，その内容に関連する他のビデオ画像の場合，データ利用者は最初のビデオ画像を鑑賞した後に，もう一方のビデオ画像にアクセスする．

アドホックネットワークでは，アクセス要求の発生に時間間隔があるような相関性をもつデータに対しても，同時にアクセス要求した方がデータ利用率が高くなる場合が考えられる．例えば，相関性の存在する複数のデータに対して，一方のデータを利用している間に，ある移動体の移動に伴ってネットワークが分断されると，相関性のあるもう片方のデータにアクセスできなくなる場合がある．このようなことを防ぐために，

最初のデータにアクセス要求を行う際に、次にアクセスするデータにも同時にアクセス要求を行い、データを取得することが有効な場合もある。そこで、本稿では、このような場合も含めて、相関性をもつデータに対するアクセス要求は同時に発生するものと想定する。

実環境において、各移動体における各データ間の相関性は、移動体のアクセス履歴を調べることで決定できる。また、上述の例のように、移動が保持するデータが、画像とそれを説明するテキストデータ、Web ページを構成するファイルなど、明確な相関性が存在する場合もある。このように、データの内容によっては、解析的にアイテム間の相関性を決定できる場合もある。

3 相関性を考慮した複製配置

最適な複製配置を決定するためには、ネットワークトポロジや各データへのアクセス頻度および各データ間の相関性などを考慮して、解析的にアクセス成功率が最も高くなる組合せを発見する必要がある。これは莫大な計算量となり、また、ネットワークトポロジが変化する度に再計算するのは現実的に不可能である。そこで、本稿では、次の方針に基づくヒューリスティックなアプローチをとる。

- ある一定の周期 (再配置周期) ごとに複製の再配置を行う。
- 各データに対するアクセス頻度、各データ間の相関性、および、再配置周期におけるネットワークトポロジに基づいて複製の配置を決定する。

3.1 想定環境

本稿では、アドホックネットワークにおいて、各移動体が、他の移動体が保持するデータに対してアクセスする環境を想定する。各移動体は、自身のデータ記憶領域に他の移動体が保持しているデータの複製を作成する。あるデータに対してアクセス要求が発生した場合、自身がそのデータ (オリジナルデータ) または複製を保持しているとき、アクセスは即座に成功する。自身がアクセス対象となっているデータまたは複製を保持していない場合、ネットワーク内にアクセス要求をブロードキャストし、相互接続されている移動体のいずれかがそのデータまたは複製を保持しているとき、アクセスは成功する。それ以外は失敗とする。本稿では、相関性のある2つのデータに対して同時にアクセス要求が行われるものとし、そのデータの2つとも

にアクセスできた場合のみアクセス成功とする。想定環境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 D_j ($j=1, 2, \dots, n$) が存在し、それぞれ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 ($i = 1, 2, \dots, m$) は、自身が保持しているオリジナルデータ以外に、データ C (定数) 個分の記憶領域をもち、そこに作成した複製を配置する。
- 各データの更新は生じない。
- 二つのデータに同時にアクセス要求を起こす頻度 (相関性) は既知とし、時間的に変化しないものとする。移動体 M_i がデータ D_j, D_k に同時にアクセスする頻度を p_{i-jk} と表し、 $p_{i-jk} = p_{i-kj}, p_{i-jj} = 0$ とする。

3.2 複製配置方式

筆者らは、文献 [3] において、個々のデータに単独にアクセスする環境を想定して、各データのアクセス頻度とネットワークの接続状態を考慮した次の三つの複製配置方式を提案した。

- (1) SAF (Static Access Frequency) 方式: 各移動体がアクセス頻度の高いデータの複製を配置する。
- (2) DAFN (Dynamic Access Frequency and Neighborhood) 方式: SAF 方式で暫定的に配置した後、隣接移動体間で複製の重複を解消する。
- (3) DCG (Dynamic Connectivity based Grouping) 方式: 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。

本稿では、これらの方式を相関性を考慮するように拡張した C(Correlation)-SAF 方式、C-DAFN 方式、C-DCG 方式を提案する。提案方式では、各データ間の相関性からデータの優先度を定義し、その優先度にしたがって複製を配置する。

以下では、複製配置の際に用いるデータの優先度の決定方法、および、三つの提案方式について説明する。

3.2.1 データの優先度

提案方式では、ヒューリスティックな手法を用いて、データ配置のための優先度を定義し、それにしたがっ

て、複製を配置する．各移動体 M_i における各データ D_j の優先度は次のように決定する．

- (1) 各データ D_j に対するアクセス頻度 $P_{ij} = \sum_{k=1}^n p_{i-jk}$ を計算し、その値の大きい上位 $\lfloor n/x \rfloor$ 個のデータからできる組合せの中で、相関性が最も強くなる二つのデータを選ぶ． (n : データ数, x : 定数)
- (2) まだ選択されていないデータの中から、自身のもつオリジナルデータおよび、それまでに選んだデータとの相関性の和が最大になるものを選ぶ．
- (3) すべてのデータが選択されるまで、(2) を繰り返す．優先度は、オリジナルデータが最も高く、次に(1) で選出したデータとし、その後は(2) で先に選出したデータから順に高いものとする．

3.2.2 C-SAF 方式

C-SAF 方式では、各移動体がデータ記憶領域の許す限り、自身のもつオリジナルデータ以外で、優先度の高いデータから順にその複製を配置する．配置すべきデータ (複製) をもつ移動体と相互接続していない場合は、その複製を配置するための領域を空けておき、その後、そのデータに対してアクセスが成功したときに配置する．

この方式では、自身の各データに対するアクセス頻度と相関性のみにより、配置する複製を決定するため、他の移動体と情報交換する必要が無い．また、一度配置する複製を決定した後は、アクセス頻度および相関性が変化しない限り、複製の再配置は行われない．そのため、複製配置の際のオーバーヘッドやトラヒックが小さい．しかし、データの優先度が類似する、つまりアクセス特性が近い移動体が多いとき、相互接続している複数の移動体と同じデータの複製を配置してしまう．アドホックネットワークでは、相互接続している移動体のもつデータや複製にアクセスすることができるため、重複がより少ない複製配置の方がアクセス成功率が向上する．したがって、この方式では、アクセス特性が近い移動体が多い場合、アクセス成功率が低下する．

3.2.3 C-DAFN 方式

C-DAFN 方式では、C-SAF 方式における複製の重複が多いという問題を軽減するために、隣接移動体間で複製の重複を解消する．この方式では、まず C-SAF

方式を用いて、暫定的に配置する複製を決定し、その後、隣接移動体間でデータや複製の重複がある場合、そのデータと自身のもつオリジナルデータとの相関性が小さい移動体において、配置する複製を変更する．

アドホックネットワークでは頻りにネットワークポロジが変化するため、一定周期 (再配置周期) ごとに次のアルゴリズムにしたがって複製の再配置を行う．

- (1) 再配置周期がくると、各移動体は自身の識別子をブロードキャストする．その結果、各移動体は、自身と相互接続されている移動体を把握する．
- (2) 各移動体は C-SAF 方式を用いて、暫定的に配置するデータを決定する．
- (3) 識別子 M_i の添え字 i が最も小さい移動体から、幅優先探索の順に全ての隣接移動体間で以下の手順を行う．

- オリジナルデータと複製が重複している場合、複製を保持する移動体が複製を変更する．
- 複製同士が重複している場合、オリジナルデータとの相関性が弱い方の移動体において、複製を変更する．
- 配置変更の際は、両方の移動体において複製の配置対象となっていないデータのうち、複製を変更する移動体においてデータの優先度が最も高いものの複製を配置する．

ここで、C-DAFN 方式により配置する複製を決定しても、再配置周期において、配置すべきデータ (複製) を保持している移動体と相互接続していない可能性がある．この場合、現在保持している複製のうち、今回の再配置で配置対象にならなかったもので、その移動体におけるデータの優先度が最も高いものを一時的に配置する．そのような複製がない場合は、配置すべき複製のための領域を空けたままにしておく．その後、配置すべきデータに対してアクセスが成功したときに、その複製を配置する．

C-DAFN 方式では、より多くの種類の複製を隣接移動体間で共有できるため、C-SAF 方式よりもアクセス成功率が向上するものと考えられる．しかし、隣接移動体間でのみ複製の重複を解消するので、2 ホップ以上離れた移動体では、まったく同じ複製を作成することが起こりうる．さらに、再配置周期ごとに情報交換と複製の再配置が行われるため、C-SAF 方式よりもオーバーヘッドが大きい．

3.2.4 C-DCG 方式

C-DCG 方式では、より多くの移動体間での複製の共有を考慮した複製配置を行う。効果的に複製を共有するためには、複製を共有するグループが移動体の移動に伴って分断されにくいことが望ましい。そこで、この方式では、ネットワークの2連結成分をグループとする。2連結成分とは、どの頂点を1つ除いてもグラフが分断されない極大な部分ネットワークのことである。

C-DCG 方式では、再配置周期ごとに、次のアルゴリズムに従って複製の配置を行う。

- (1) 再配置周期がくると、各移動体は自身の識別子をブロードキャストする。その結果、各移動体は、自身と相互接続されている移動体を把握する。
- (2) 識別子 M_i の添え字 i が最も小さい移動体から、2連結成分を発見するアルゴリズムを実行し、発見された2連結成分をグループとする。移動体が、2つ以上の2連結成分に含まれる場合は、最初に発見された2連結成分のグループのみに含まれる。
- (3) 各グループ G において、グループとしてのデータ D_j, D_k 間の相関性を、グループを構成する移動体の相関性の和として計算する ($\sum_{M_i \in G} p_{i-jk}$)。このグループとしてのデータ間の相関性から、3.2.1 節のデータの優先度の決定方法を用いて、グループとしてのデータの優先度を決定する。グループ内にオリジナルデータが複数ある場合、グループとしての各データ D_j に対するアクセス頻度を、グループを構成する移動体の D_j に対するアクセス頻度の和 ($\sum_{M_i \in G} \sum_{k=1}^n p_{i-jk}$) として計算し、その値の大きい順にオリジナルデータの優先度を決定する。
- (4) グループを構成する移動体数が1の場合、C-SAF方式を用いて配置するデータを決定する。それ以外の場合、グループとしてのデータの優先度の高いデータから順に、グループ内にその複製を配置する。ただし、グループ内の移動体がオリジナルデータとして所持している場合は、そのデータの複製は配置しない。複製の配置先の移動体は、そのデータとの相関性が最も大きいオリジナルデータを所持していて、空き領域があるものとする。
- (5) 全データの複製配置が決定した後、さらに空き領域がある場合はグループとしての優先度の高いデータから順に、空き領域が無くなるまで配置する複製を決定する。配置先は、そのデータおよび複製

が配置されておらず、そのデータとの相関性が最も大きいオリジナルデータを所持しているものとする。

ここで、C-DCG 方式でも、再配置周期のときに、配置すべきデータをもつ移動体と相互接続していない場合が考えられる。このような場合、C-DAFN 方式と同様に、配置すべきデータ (複製) にアクセスが成功したときにその複製を配置する。

C-DCG 方式では、相互接続している移動体と多くの複製を共有するため、アクセス成功率が向上するものと考えられる。また、各移動体に、オリジナルデータとの相関性の強いデータの複製を配置するため、相関性のあるデータの片方にアクセスでき、もう片方のデータにアクセスできないという無駄な配置状態を減らすことができる。しかし、再配置周期ごとに複製の再配置が行われ、相互接続している移動体間で情報の交換を行うため、オーバーヘッドやトラヒックが大きい。

4 性能評価

本章では、提案した3方式の性能評価のために行ったシミュレーション評価の結果を示す。

シミュレーション環境は次の通りである。

- 50×50 の二次元平面に40個の移動体が存在し、それぞれが異なる1つのオリジナルデータを保持する。
- 各移動体は0から1の範囲でランダムに決定した速度で、ランダムな方向に移動する。
- データ D_j, D_k 間の相関性は、全ての移動体で等しいものとし ($p_{i_1-jk} = p_{i_2-jk}, \forall i_1, i_2$)、 40×40 の正方行列の $j-k$ 要素で与える。なお、行列の各要素の与え方としては、次の二つを用いる。
 - 行列1: 行列の全要素のうち、 $s\%$ の割合の要素に0~1の範囲でランダムに決めた値を与える。それ以外の要素は0とする。0でない要素の割合が増えるにつれて、個々の相関性は弱くなる。
 - 行列2: 全データを4つのグループに分け、同じグループに属するデータ間の要素に0~1の範囲でランダムに決定した値を与える。異なるグループに属するデータ間の要素は全て0とする。つまり、同じグループ内のデータ間には相関性があり、異なるグループのデータ間には相関性は無い。

表 1: パラメータ設定

パラメータ	値	
T	256	(1 ~ 8192)
R	7	(1 ~ 19)
s	20	(20 ~ 100)
C	10	
x	2	

- 各移動体はシミュレーションの単位時間毎に, 0~1 の乱数を発生し, 各データの組の相関性に基づいて, そのデータ組に対してアクセス要求を発生するかどうかを決定する.

シミュレーション実験で用いたパラメータとその値を, 表 1 に示す. T は C-DAFN 方式, C-DCG 方式における再配置周期, R は各移動体の無線通信範囲, C は各移動体のデータ記憶領域のサイズ, x はデータの優先度を決定する際に用いる定数である. 各パラメータは基本的に定数値をとるが, シミュレーション実験において表中の括弧内の範囲で変化させた.

シミュレーション実験では, 初期位置として, 各移動体をランダムに配置し, 10,000 単位時間を経過させた場合の, 各方式のデータアクセス成功率とトラヒックを比較する. アクセス成功率は, システム全体で発生したアクセス要求の総数に対する成功した要求の総数の割合である. トラヒックは, 複製配置の際にかかるデータ転送の合計ホップ数とした. 比較対象として, 文献 [3] の SAF 方式, DAFN 方式, DCG 方式を用いた. ただし, 相関性を考慮しないこれらの方式では, 移動体 M_i のデータ D_j に対するアクセス頻度 P_{ij} を次のように計算した.

$$P_{ij} = \sum_{k=1}^n p_{i-jk} \quad (1)$$

4.1 再配置周期の影響

行列 1 を用いて, 再配置周期を変化させたときのシミュレーション結果を図 2 および図 3 に示す. 両方の図において, 横軸は再配置周期 T , 縦軸は図 2 では各方式のアクセス成功率, 図 3 では各方式によるトラヒックを表している. 図 2 の結果から, 相関性を考慮することにより, 3 つの提案方式とも拡張前の方式に比べてアクセス成功率が向上していることがわかる. 再配置

周期が短い時は C-DAFN 方式, 長い時は C-DCG 方式が最も高いアクセス成功率を示している. これは, 本稿のシミュレーション実験では, 各移動体がランダムに移動し, 移動体の接続状態が頻繁に変化するため, 再配置周期を短くして接続状態の変化を敏感に検出することによって, C-DCG 方式が安定度の低い無線リンクにより短時間だけ 2 連結成分の一員となる移動体と複製を共有してしまうからである.

図 3 より, 提案方式では, 相関性を考慮することによりトラヒックが増大することが分かる. これは, 提案方式では, 相関性から優先度を定める際, および, 配置する移動体を決定する際に, 移動体のもつオリジナルデータとの相関性を考慮するため, 複製を共有する相手により, 配置する複製が頻繁に変わるためである. 提案方式の中では, C-DCG 方式が最も大きいトラヒックを示す.

同様に, 行列 2 を用いた場合のシミュレーション結果を図 4 に示す. この結果においても, 3 つの提案方式とも拡張前の方式に比べてアクセス成功率が向上していることがわかる. しかし, 図 4 では, SAF 方式と C-SAF 方式の差が図 2 に比べて小さくなっている. これは, 行列 2 では, データがグループ内のデータとだけ相関性をもつため, データの優先度が一つのグループに偏ってしまい, 他のグループ内のデータで相関性の強いデータの複製を配置することができないためである.

4.2 無線通信範囲の影響

行列 1 を用いて, 無線通信範囲 R を変化させたときのシミュレーション結果を図 5 および図 6 に示す. 両方の図において, 横軸は無線通信範囲 R , 縦軸は図 5 では各方式のアクセス成功率, 図 6 では各方式によるトラヒックを表している. 図 5 より, 無線通信範囲が小さいときは C-DAFN 方式, 大きい時は C-DCG 方式が最も高いアクセス成功率を示している. これは, 無線通信範囲が小さいときは, C-DCG 方式において, 安定度の低い無線リンクの 2 連結成分をグループとして複製を共有してしまうためである. 逆に, 無線通信範囲が大きくなると安定度の高いグループで複製を共有するため, グループで複製を共有する効果が顕著となる. また, 無線通信範囲が大きくなると C-DCG 方式と DCG 方式との差が小さくなることが分かる. これは, グループ内の移動体数が増え, ほぼ全種類のデータの複製を共有することができ, かつグループの安定度が高くなるため, 相関性を考慮する重要性が小さく

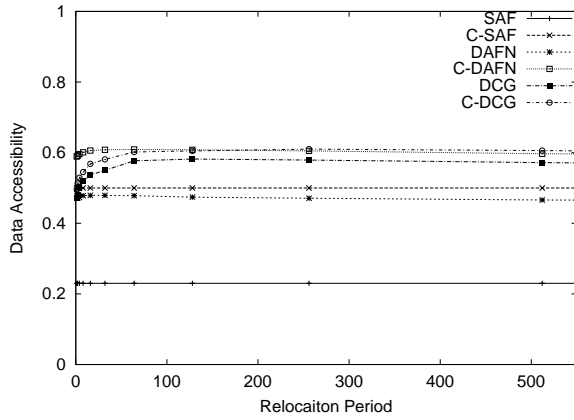


図 2: 再配置周期とアクセス成功率 (行列 1)

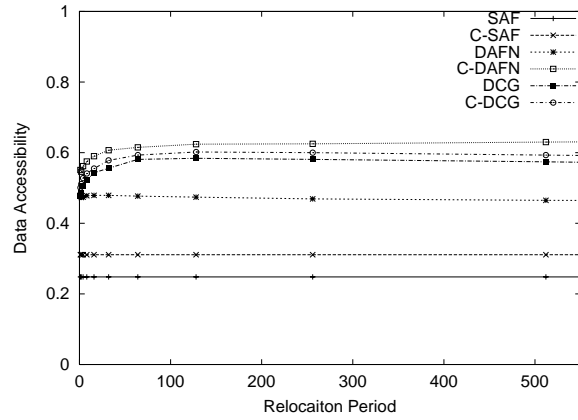


図 4: 再配置周期とアクセス成功率 (行列 2)

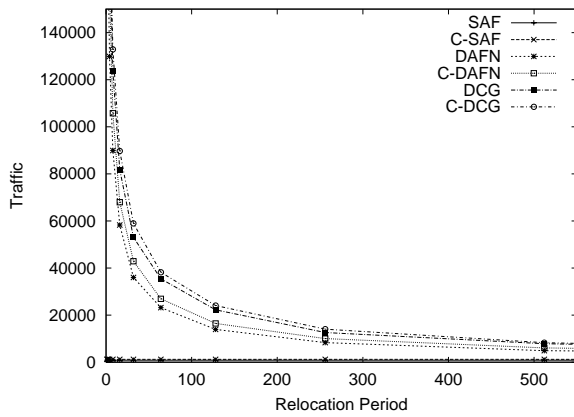


図 3: 再配置周期とトラフィック

なるためである。

図 6 より、無線通信範囲が大きくなると、C-DAFN 方式において、相関性を考慮することによるトラフィックへの影響が顕著になる。これは、先述のように提案方式では、複製を共有する相手によって、配置する複製が頻繁に変わり、無線通信範囲が大きくなると、隣接する移動体が増えるため、その影響が大きくなるからである。

4.3 相関性の強さの影響

各移動体のデータ記憶領域 C を 5 とし、行列 1 の 0 でない要素の割合 s を変化させたときのシミュレーション結果を図 7 に示す。図では、横軸は行列 1 の要素のうち 0 以外の値を持つ要素の割合 (%), 縦軸は各方式のアクセス成功率を表している。図 7 より、C-SAF 方式、C-DAFN 方式とも、行列 1 で 0 でない割合が小さ

いとき、つまり、データ間の相関性が強いとき、相関性を考慮している提案方式とこれまでに提案した方式のアクセス成功率の差が大きくなっている。したがって、相関性が強くなるにつれて、提案した方式の効果が現れている。また、C-DCG 方式では、多種類の複製を共有するため、相関性の強弱による影響はあまり現れていない。

5 おわりに

本稿では、相関性をもつ二つのデータに同時にアクセス要求が発生するアドホックネットワークを想定して、データ間の相関性を考慮した三つの複製配置方式を提案した。この方式では、相関性に基づいてデータの優先度を定義し、その優先度にしたがって複製の配置を行う。さらに、複製を配置する移動体もデータ間の相関性を考慮して決定する。

提案方式の有効性を検証するために、シミュレーション評価を行った。その結果から、相関性を考慮する提案方式は、相関性を考慮しないこれまでの方式より、アクセス成功率が向上することを確認した。また、相関性を考慮することにより、再配置を行う C-DAFN 方式、C-DCG 方式ではトラフィックが増大することを確認した。

本稿では、簡単のために相関性をもつ二つのデータに同時にアクセス要求が発生する場合を想定した。しかし、本稿で提案した方式は三つ以上のデータにアクセス要求が発生する場合にも簡単に拡張することができる。今後はそのような環境における提案方式の拡張と評価を検討している。

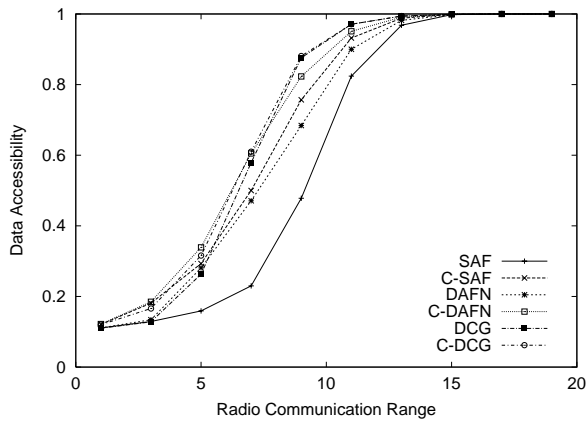


図 5: 無線通信範囲とアクセス成功率

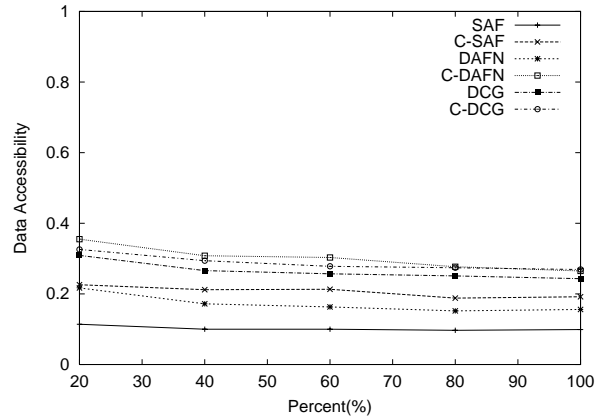


図 7: 相関性の影響

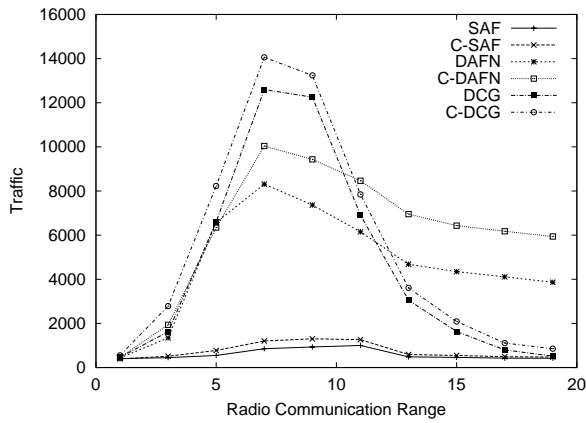


図 6: 無線通信範囲とトラフィック

謝辞

本研究は、文部科学省科学技術振興調整費研究課題「モバイル環境向 P2P 型情報共有基盤の確立」、文部科学省特定領域研究 (C)(13224064)、日本学術振興会奨励研究 (A)(13780330)、および、日本学術振興会未来開拓学術研究推進事業における研究プロジェクト「マルチメディア・コンテンツの高次処理の研究」(Project No. JSPS-RFTF97P00501) 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] D.J. Baker, J. Wieselthier, and A. Ephremides, "A distributed algorithm for scheduling the activation of links in a self-organizing, mobile, radio network," Proc. IEEE ICC'82, pp. 2F6.1-2F6.5, 1982.
- [2] 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. 159-164, 1992.

- [3] 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, Mar. 2001.
- [4] D.B. Johnson, "Routing in ad hoc networks of mobile hosts," Proc. IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 158-163, 1994.
- [5] Y.-H. Loh, N. Murakami, T. Hara, and S. Nishio, "Data replication in ad hoc networks considering the stability of radio links," 情報処理学会研究報告, Vol. 2001, No. 70, pp. 33-40, July 2001.
- [6] 西澤 正稔, 萩野 浩明, 原 隆浩, 塚本 昌彦, 西尾 章治郎, "アドホックネットワークにおける片方向リンクを考慮したルーティング方式," 情報処理学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 783-791, 2000.
- [7] 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.
- [8] C.E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing (DSDV) for mobile computers," Proc. ACM SIGCOMM'94, pp. 234-244, 1994.
- [9] C.E. Perkins and E.M. Royer, "Ad hoc on demand distance vector routing," Proc. IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pp. 90-100, 1999.