

## 非構造型 P2P ネットワークにおける 情報爆発を考慮した更新伝播に関する一考察

渡辺 俊貴 神崎 映光 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

### 1 はじめに

ネットワーク上で多種多様かつ莫大な量の情報がやりとりされる情報爆発時代において、P2P ネットワークが注目を集めている。P2P ネットワークでは、検索効率の向上や負荷分散のためにデータを複製し、複数のピアに配置することが有効である [1, 2]。また、データに更新が発生する場合、そのデータの複製を保持するピアに更新を通知する必要がある [3]。ここで、更新が頻繁に発生する環境では、更新発生たびに全てのピアに更新データを伝播すると、トラフィックが非常に大きくなる。このような環境では、各ピアが、更新を取得する条件を指定し、更新内容に応じて通知先のピアを制限することが有効である。この場合、データを更新させるピア（オリジナルノード）が全ての複製所持ピアの状態やデータ要求条件を管理し、更新データを直接送信すると、オリジナルノードに負荷が集中してしまううえ、常に全てのピアの状態やデータ要求条件を監視しておかなければならない。

そこで本稿では、各ピアのデータ要求条件を考慮し、ピアグループにより効率的に更新データを伝播させる手法を提案する。また、提案手法の特徴と問題点について考察を行い、問題点の解決策について述べる。

### 2 想定環境

本稿では、非構造型 P2P ネットワークにおいて、各ピアが、自身または他のピアがもつデータにアクセスする環境を想定する。また、検索に用いるネットワークとは別に、各データごとに更新伝播用のネットワーク（更新伝播木）を構築する。データにアクセスしたピアは、データの複製を作成し、そのデータの更新伝播木に参加する。本稿では、ショップの価格情報や株価などの数値データを想定する。

各ピアは、自身が所持しているデータの値とオリジナルノードが所持する最新のデータの値に対して、どの程度差が開いた場合に最新のデータを要求するかと

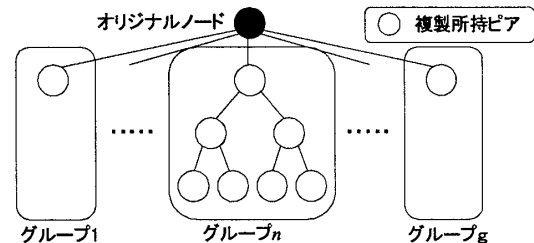


図 1: 更新伝播木の構成

いう基準で、データ要求条件を設定する。本稿では、ピアが設定可能なデータ要求条件は  $g$  種類とした。

### 3 提案手法

提案手法における、更新伝播木の構成例を図 1 に示す。提案手法では、データ要求条件が等しいピア同士でグループ化を行い、グループごとに更新伝播用の部分木を形成する。

オリジナルノードは、自身の子ノードのデータ要求条件、およびそのピアが所持するデータの値（バージョン）を管理する。また、複製所持ピアは、更新伝播木上の親ノードと子ノード、およびオリジナルノードの情報を保持する。これらの情報を用いて、更新伝播木の構築・維持を行い、この更新伝播木に沿って更新データの伝播を行う。

#### 3.1 更新伝播木の構築・維持

新たにデータを要求したピア（新規ピア）は、データを受け取ると同時に、そのデータの更新伝播木に参加する。まず、データ要求に応えたピア、もしくはオリジナルノードに参加要求を送り、データ要求条件が等しいピアを発見し、そのグループ（部分木）に参加する。

一方、データを削除したことにより更新伝播木から脱退する場合、脱退要求を子ノードへ伝播させ、要求を受けた葉ノードと位置を入れ替える。

#### 3.2 更新の伝播

データを更新したオリジナルノードは、自身の子ノードのデータ要求条件およびデータの値を調べる。その

A Consideration of Update Propagation for Information Explosion in Unstructured P2P Networks

Toshiki Watanabe, Akimitsu Kanzaki, Takahiro Hara and Syojiro Nishio  
Department of Multimedia Engineering, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

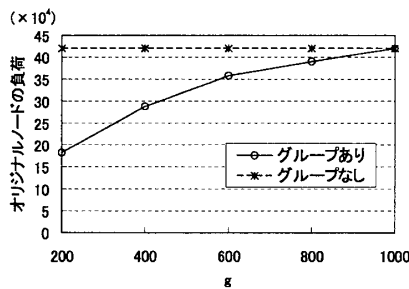


図 2: オリジナルノードの負荷

後、データの更新内容とデータ要求条件が合致する子ノードに対して、最新のデータを送信する。更新データを受け取ったピアは、更新伝播木に沿って自身の子ノードへと更新データを伝播する。

## 4 考察

提案手法では、データ要求条件ごとに複製所持ピアをグループ分けし、グループごとに更新データを伝播させる。この方法は、データ要求条件の種類が少ない場合には有効である。しかし、各ピアが独自に自由なデータ要求条件を設定する場合などは、データ要求条件の種類が非常に多くなることが考えられる。そこで、簡単なシミュレーション実験として、総ピア数を 1,000、データの種別を 100、部分木を 2 分木 ( $n = 2$ ) とした場合に、データ要求条件の種類  $g$  を変化させた場合の、オリジナルノードの負荷を評価した。ここで、オリジナルデータはランダムに  $g$  段階で変化するものとした。また、従来の、オリジナルノードが全てのピアの情報を管理し、各ピアに直接更新データを送信する方法における結果も検証のために示している。結果を図 2 に示す。

この結果から、 $g$  の値が大きくなるにつれて、オリジナルノードの負荷が高まっており、 $g$  の値が大きい場合は、単純なデータ要求条件ごとのグループ分けは有効でないことがわかる。ここで、データ要求条件の種類が多い場合の改善策として、以下の方法が考えられる。

### 4.1 データ要求条件の包含関係の考慮

データ要求条件は、それぞれが独立しているとは限らず、互いに包含関係がある場合が考えられる。例えば、数値データの変化量がデータ要求条件となる場合、条件を  $2x$  に設定しているグループ  $A$  は、条件を  $x$  に設定しているグループ  $B$  が 2 回データを受信したときに、グループ  $B$  からデータを受信すればよい。このように、データ要求条件の包含関係を考慮し、更新データの伝播のタイミングをグループ間で決定することに

より、負荷を分散できるものと考えられる。

しかし、この方法でも、データ要求条件の種類が非常に多い場合には、包含関係を考慮した構造の形成が困難となり、余分な手間や負荷が発生してしまう可能性がある。

### 4.2 動的な構造の組み換え

一定のグループおよび木構造を維持するのではなく、各ピアのデータ要求条件や、各ピアが保持しているデータの状態を考慮し、更新伝播時に動的に構造を組み直す方法も有効であると考えられる。具体的には、更新データを受け取るタイミングが近いピアほど根に近い場所に配置されるような木を構築し、木に沿って更新データを伝播する。データの要求条件を満たしているピアに対して更新の伝播を継続する一方で、要求条件を満たしていないピアにデータが送信された場合、そのピアはデータの伝播を停止する。その後、更新データを受け取らなかったピアを根に近いピアに再配置する。これにより、オリジナルノードに負荷が集中することなく、各ピアの状態に合わせて柔軟に更新データを伝播することができる。

この手法の場合、更新伝播木への参加のタイミングが異なると、同一のデータ要求条件をもつピアの間でも更新データを受信するタイミングが異なるため、各ピアのデータの値 (バージョン) の管理が困難になる。したがって、オリジナルノードがすべてのピアの状態を管理するなどの対策が必要となる。

## 5 おわりに

本稿では、各ピアのデータ要求条件を考慮し、グループ化して更新を伝播する手法について議論した。今後、データ要求条件を各ピアが自由に設定できる環境を想定し、ピアの状態に合わせて柔軟に更新を伝播させ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、文部科学省科学研究費補助金・特定領域研究(18049050)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] Cohen, E. and Shenker, S.: Replication Strategies in Unstructured Peer-to-peer Networks, in *Proc. SIGCOMM'02*, pp.177-190 (2002).
- [2] Lv, Q., Cao, P., Cohen, E., Li, K. and Shenker, S.: Search and Replication in Unstructured Peer-to-peer Networks, in *Proc. ICS'02*, pp.84-95 (2002).
- [3] 渡辺俊貴, 原隆浩, 木戸裕樹, 中通実, 西尾章治郎: P2P ネットワークにおける木構造に基づく複製更新伝播法, *情報処理学会論文誌*, vol. 48, no. 2, pp.527-538 (2007).