

Peer-to-Peer ネットワークにおける共有コンテンツの分割と 更新差分を用いた効率的なバージョン管理に関する研究

学籍番号 23413557 氏名 林 利信

指導教員名 菅原 真司

1. 序論

P2P ネットワークにおけるコンテンツ共有に関する従来研究では [1], コンテンツに更新が発生しない環境におけるネットワークへの負荷の抑制やストレージの使用量の抑制に重点が置かれており, 更新が発生し, 同一のコンテンツに複数のバージョンが存在するような環境におけるコンテンツ共有に関する検討は十分に行われていない.

そこで, 本研究では, 更新が発生し, コンテンツに複数のバージョンが存在する環境において, ハイブリッド型 P2P を用いて更新前と更新後のコンテンツの違いを差分とし, これを用いた効率的なコンテンツ共有を行う手法を提案する. また, 各バージョンのコンテンツを複数のブロックに分割して各ピアに格納することで, ストレージの有効活用も図る. そして, 計算機シミュレーションを用いた評価を行い, その有効性を検証する.

2. コンテンツの分割とバージョン間の差分を用いたコンテンツ共有手法の提案と評価

本章では, 更新が発生し, 複数のバージョンが存在するコンテンツの共有において, ネットワーク利用に関するコスト(ネットワークコスト)とコンテンツの取得失敗に関するコスト(ロストコスト)を抑制するバージョン管理手法を提案する. 具体的には, コンテンツのバージョン間の差分の使用, コンテンツを複数のブロックに分割することにより, 各ピアのストレージ容量をより有効活用し, ネットワークコスト, ロストコストを抑制する. さらに, 閾値 H_{th} ホップ数以内のピアをそのピアの参照可能範囲とし, コンテンツ要求時, およびピアの離脱時に, その範囲内において, コンテンツの複製を移転, または補完を行いロストコストを抑制する.

提案手法の評価には, ネットワークコストとロストコストを用い, これらを抑制する手法が優れているものとした. 比較対象手法として, オーナー複製配置手法, および BitTorrent[3] に準ずる手法(以下, BT 手法)を用いた. その結

果, 提案手法は両コストを最も抑制できた.

3. 参照可能範囲内のピア数を考慮したコンテンツ共有手法の提案と評価

前章の提案手法では, 参照可能範囲をホップ数で管理しており, その範囲内では複数の同一コンテンツが存在しないような制御を行っているため, 参照可能範囲内のピア数が多いピアが存在する場合, その範囲内のピアのストレージが有効活用できていない場合がある.

そこで本章では, 前章の提案手法をホップ数とピア数で参照可能範囲を決定するように改良した手法を提案し, その評価を行う.

3.1 提案手法

各ピアの閾値 H_{th} ホップ数以内のピアの中から, 最も近いピアをそれぞれ閾値 R_{th} 以下となるように選択し, それらをこのピアの参照可能範囲と呼ぶ. また, 各ピアは初期状態で自分の持つコンテンツの管理権限を持つピア(以下, レプリカ管理ピア)となる. レプリカ管理ピアは, 自身の参照可能範囲内に, 管理対象のコンテンツに関するフルオブジェクト, 及び差分を管理する.

各コンテンツは複数のブロックに分割され, どのブロックでも, あるバージョンの通常のデータファイルと, それを基準とした他のバージョンとの差分データファイルが存在する.

提案手法では, コンテンツ要求発生時は, コンテンツ提供ピアが要求ピアの参照可能範囲外に存在する場合, 要求ピアに複製を配置する. 一方参照可能範囲内に存在する場合は, 複製の配置を行わず, それを参照した後, その範囲内で移転を行う. コンテンツの更新発生時は, それと同一の複製のすべての管理ピアに更新差分を伝播する. ピアの離脱時は, 離脱したピアが保持していた複製を, そのピアの隣接ピアにネットワーク上の他のピアから配置する. ピアのストレージに空きがない場合は, そのピアの参照可能範囲内で, 空きがあるピアへ複製を移転することで, 各ピアのストレージの有効活用を図る.

3.2 提案手法の評価

3.2.1 評価方法

本研究では、ネットワーク利用に関するコスト（ネットワークコスト）とコンテンツの取得失敗に関するコスト（ロストコスト）を最小とする手法が優れていると考える。

3.2.2 比較対象手法

本研究では、比較対象手法として、オーナー複製配置手法、および BitTorrent に準ずる手法である BT 手法を用いた。BT 手法は、コンテンツを複数のブロックに分割して各ピアに配置し、コンテンツ要求時は、その要求コンテンツのブロック毎に、その要求するバージョンのレプリカを帆図するピアの中から、これを提供するピアを無作為に割り当てる手法である。

3.2.3 結果および考察

計算機シミュレーションによる評価結果を図 1, 2 に示す。提案手法では、各コンテンツのバージョン間の差分を要求するだけで良い場合があり、また、コンテンツを複数のブロックに分割しているため、各ピアのストレージを有効活用できているため、ネットワーク全体で保持可能となるコンテンツのレプリカ数が多い。さらに、参照可能範囲をピア数で決定することにより、従来手法と比較して、その範囲内のすべてのピアのストレージをより有効活用できる。そのため、図 1, 2 より提案手法のネットワークコスト、ロストコストの両コストが最も抑制できている。

また、すべての手法においてコンテンツの分割数の増加に伴い、両コストは減少傾向にある。これは、コンテンツをより小さく分割することにより、各ピアのストレージをより有効活用できるためであり、この結果から、コンテンツの分割は両コストの削減に効果があると言える。

4. 結論

本研究では、ハイブリッド型 P2P ネットワーク環境において、更新が発生し、新旧両方のバージョンが要求されるコンテンツを考慮した効率的なコンテンツ共有手法を提案し、計算機シミュレーションを用いてその有効性を検証した。

その結果、第 2 章では、提案手法はネットワークコスト、およびロストコストの両コストを最も抑制できた。しかし、参照可能範囲をホップ

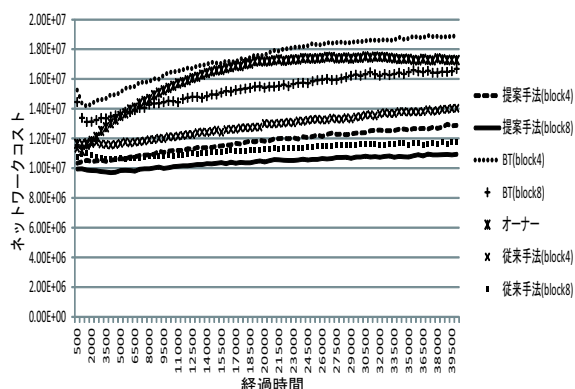


図 1: ネットワークコストの推移 (BA モデル)

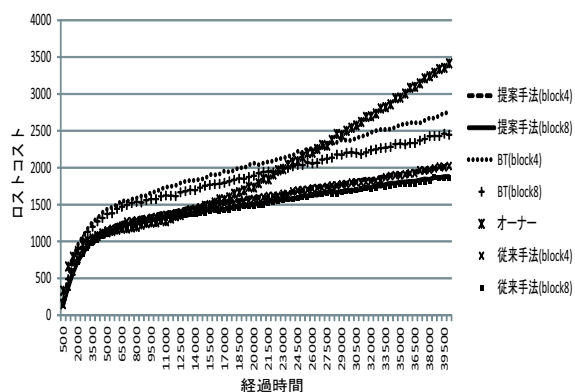


図 2: ロストコストの推移 (BA モデル)

数で管理する場合、提案手法では、同参照可能範囲内に同一コンテンツのレプリカ管理ピアが存在できない制御を行っているため、その範囲に多くのピアが存在する場合にストレージの有効活用が十分でないと考えられる。

そこで第 3 章では、参照可能範囲をピア数で管理するように改良した手法を提案し、評価を行った。その結果、第 2 章で提案した手法と比較して、さらにネットワークコストを抑制でき、ロストコストは同程度の値となることが明らかとなった。

今後の課題としては、提案手法が有効となる環境の調査や、改良が挙げられる。

参考文献

- [1] Y. Inoue *et al.*, IEICE Trans. Commun., Feb. 2011.
- [2] 世一 *et al.*, 信学技報, NS2010-84, 2010.
- [3] B. Cohen, First Workshop on Economics of Peer-to-Peer Systems, May 2003.