

Title	P2Pネットワークにおける更新データ伝播に関する研究
Author(s)	渡辺, 俊貴
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/23470">https://hdl.handle.net/11094/23470</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

【22】

氏名	渡 辺 俊 貴
博士の専攻分野の名称	博士 (情報科学)
学位記番号	第 23926 号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 情報科学研究科マルチメディア工学専攻
学位論文名	P2Pネットワークにおける更新データ伝播に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 西尾章治郎 (副査) 教授 藤原 融 教授 岸野 文郎 教授 薦田 憲久 准教授 原 隆浩 准教授 馬場 健一

### 論文内容の要旨

近年のコンピュータの高性能化やネットワークインフラの発達により、Peer-to-Peer (P2P) ネットワークへの関心が高まっている。P2Pネットワークでは、クライアント、サーバのような明確な役割分担はなく、各端末（ピア）が互いにサービスを提供しあうことにより、単一障害点がなくなり、高いネットワーク耐性やスケラビリティを実現できる。

P2Pネットワークを利用したサービスでは、検索効率やデータの可用性の向上、負荷分散のために、データを複製し、ネットワーク上の複数のピアに配置することが有効である。一方、データ共有や分散Webコンテンツ、ニュース速報や掲示板などのサービスでは、複数のピアで共有されているデータに更新が発生する環境が想定される。そのため、古い複製へのアクセスが許されない、もしくは、最新のデータとの許容誤差が決められているサービスでは、データに更新が発生した場合、複製を所持するピアに対して適切に更新データを伝播させる必要がある。しかし、これまでに考えられてきた手法では、更新データを複製所持ピアに確実に伝播させる保証がなかったり、更新データの必要性やデータの更新内容については考慮されていない。

本論文では、更新データを必要としているピアに確実に更新データを伝播させつつ、更新伝播時の負荷の軽減と分散、遅延の減少を目的とする効率的な更新伝播手法につい

で議論する。まず、更新データを複製所持ピアに確実に伝播させつつ、更新伝播時の負荷分散と遅延減少を実現する更新伝播法を提案する。その後、各ピアが複製を使用している頻度を考慮した更新伝播法および、データが更新された場合の、その更新の大きさ（更新量）を考慮した更新伝播法を提案する。

本論文は5章から構成され、その内容は次の通りである。まず、第1章で序論として研究の背景および動機について述べる。

第2章において、木構造型の論理ネットワーク（更新伝播木）を用いて更新データを伝播させる手法について述べる。この手法では、同じデータの複製を所持しているピアで一つの更新伝播木を構築し、その木に沿って更新データを伝播させる。これにより、更新伝播時の負荷を分散させつつ、更新伝播時の遅延を減少させる。また、ピアの参加や脱退が発生した際には、更新伝播木上の各ピアが、自身が管理している周辺ピアの情報のみを用いて局所的に更新伝播木を修復することで、更新伝播木の維持に必要なメッセージ数を抑制する。

第3章では、第2章の提案手法を拡張し、データアクセス頻度を考慮した更新伝播手法について述べる。この手法では、複製所持ピアが所持している複製が使用される頻度（データアクセス頻度）を調べ、データアクセス頻度が高いピアには更新データを伝播させる。一方、データアクセス頻度が低いピアには、所持している複製が古くなった旨を通知するためのサイズの小さなメッセージのみを伝播させることにより、更新伝播時のトラフィックを削減する。

第4章では、データの更新量を考慮した更新伝播手法について述べる。この手法では、各複製所持ピアが、どの程度の大きさの更新が発生した場合に更新データを受信するかという条件を設定し、この条件に応じて複数の木構造を構築する。データが更新された場合には、その更新データを必要としないピアへの更新データの伝播を抑制することにより、更新伝播時のトラフィックを削減する。

第5章では、本論文の成果を要約したのち、今後の研究課題について述べ、本論文のまとめとする。

## 論文審査の結果の要旨

近年、計算機の高性能化やネットワークインフラの発達に伴い、P2Pネットワーク上でのデータ共有サービスへの関心が高まっている。このようなサービスでは、データの可用性の向上のために、各データの複製を複数のピアに配置することが有効である。ここで、複数のピアで共有されるデータに更新が発生した場合、データ間の整合性を保つために、複製所持ピアに対して適切に更新情報を通知する必要がある。

本論文は、P2Pネットワーク上でのデータ共有サービスにおいて、複製所持ピアに対して効率的に更新情報を伝播させる手法についてまとめたものである。その主要な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 複製を所持しているピアに確実に更新データを伝播させつつ、更新伝播時の負荷分散と遅延減少の両立を目的として、木構造を用いた更新伝播法を提案している。この手法では、データのオリジナルを所持するピアを根ノード、そのデータの複製を所持するピアを内部節点とする $n$ 分木の論理ネットワーク(更新伝播木)を構築し、この更新伝播木に沿って更新データを伝播させる。
- (2) 各複製所持ピアの複製へのアクセス頻度(データアクセス頻度)に着目し、更新伝播時のトラフィックおよび遅延を軽減することを目的とした更新伝播法を提案している。この手法では、データアクセス頻度が高いピアには更新データを伝播させる一方で、データアクセス頻度の低いピアには、データが古くなったことのみを通知するサイズの小さなメッセージを伝播させる。
- (3) データが更新された場合の、その更新の大きさに着目し、更新伝播時のトラフィックの削減を目的とした更新伝播法を提案している。この手法では、各複製所持ピアが、どの程度の

大きさの更新が発生した場合に更新データを受信するかという条件を設定し、その条件に基づき、更新データを必要としているピアに対して更新データを伝播させる。

以上のように、本論文は、P2Pネットワーク上のデータ共有における更新データ伝播手法に関する先駆的な研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士(情報科学)の学位論文として価値のあるものと認める。