

非構造化 P2P ネットワークにおける速達メカニズムを用いた 評価集約手法の提案*

矢島 充[†] 安富 正矩[‡] 松本 愛咲[‡] 重野 寛[†]
慶應義塾大学理工学部[†] 慶應義塾大学大学院理工学研究科[‡]

1 はじめに

P2P ネットワークにおいて、ファイル交換アプリケーションがある。評価集約手法 [1] [2] は、偽造ファイルやウィルスファイルの悪意あるファイル提供を回避するために、ネットワーク上のピアのローカルな評価値からグローバルな評価値を求める手法である。非構造化 P2P ネットワークにおける評価集約手法として GossipTrust[1] が提案されている。悪意あるピアには正常なファイルを提供し続け高いグローバルな評価を得てから、急に悪意あるファイル提供を行う戦略的ピアが存在する。GossipTrust では戦略的ピアによる悪意あるファイル提供が成功してしまうという問題がある。本稿では速達メカニズムにより、戦略的ピアの割合の増加に伴うファイル交換性効率の低下を抑制する評価集約手法 PTrust を提案する。PTrust では悪意あるファイル提供が行われると即座に悪意あるファイル提供を行ったピアのグローバルな評価値を低下させる。さらに、シミュレーションを用いて GossipTrust と PTrust を比較する。

2 関連研究

本章では、評価集約手法の概要と、関連研究として評価集約手法 GossipTrust について説明する。

2.1 評価集約手法

評価集約手法は、悪質なファイル交換を回避するために、ネットワーク上のピアの評価値を計算する手法である。ローカル値の集約によって得られたグローバル値の使用により、評価値の低いピアからファイルをダウンロードすることを避け、安全なファイル交換ができる。評価集約手法で用いる評価値とは、ピアが提供したファイルの安全性に対する評価を数値化した値であり、以下のよう

- ローカル値
 - ファイル交換により算出される値

- 受信ピアが送信ピアに対して評価
- 各ピアが保持する値は異なる

- グローバル値
 - 各ピアのローカル値を集約して算出される値
 - 各ピアが保持する値は同じ

2.2 GossipTrust

GossipTrust では、ローカル値を集約しグローバル値を算出する評価値算出フェーズとグローバル値をもとにファイル交換を行うファイル交換フェーズがあり、この2つのフェーズが交互に行われる。

しかし、GossipTrust ではファイル交換フェーズにおいて、戦略的ピアが正常ファイルの提供から悪意あるファイル提供へと行動変化した場合、戦略的ピアのグローバル値を低下させることができず、悪意あるファイル提供は成功してしまう。

3 PTrust の提案

戦略的ピアが行動変化した場合、ファイル交換フェーズで戦略的ピアのグローバル値を低下させるために悪意あるファイル提供が行われると即座にその情報を反映させる評価集約手法 Provisional Trust(PTrust) を提案する。

3.1 速達メッセージの送信

受けとったファイルが偽造ファイル、ウィルスファイル等の自分の目的としないファイルであった場合、速達メッセージの送信を行う。速達メッセージは隣人ピアにホップ数を限定しブロードキャストする。速達メッセージは悪意あるファイル提供を行ったピアの ID および、メッセージ送信者の ID からなり、(偽造ファイル提供ピア ID、速達メッセージ発行ピア ID) となる。

3.2 メッセージ数の制限

速達メッセージの発行を可能にすることにより、悪意あるピアが正常ファイルを受信したにもかかわらず速達メッセージを送信する可能性が考えられる。この影響を抑えるために各ピアに速達メッセージ数の制限を行う。そこで、各ファイル交換フェーズに送れる速達メッセー

*Reputation Aggregation Technique using Fast Transfer Mechanism in Unstructured Peer-to-Peer Network

[†]Faculty of Science and Technology, Keio University

[‡]Graduate School of Science and Technology, Keio University

ジを制限する．各ピアは各ファイル交換フェーズごとに同一ピアに対する送信可能メッセージ数を N_{lim} とする．ここで N_{lim} を速達メッセージ制限数とする．

3.3 暫定値の算出

速達メッセージを受信すると，メッセージ受信ピアは偽造ファイル提供ピアに対する速達メッセージの総数を計算する．そして，グローバル値の代用として用いる暫定値の計算を行う．

$$v'_i = v_i * (m_{sum_i} * \alpha)^{-1} \quad (1)$$

ここで，ピア i に対するグローバル値を v_i ，ピア i に対する暫定値を v'_i ，偽造ファイル提供ピア i に対する速達メッセージの総数を m_{sum_i} ，反映定数を α とする．ここで， α が大きいほど1メッセージによる評価値の下げ幅が大きくなることになる．

速達メッセージを受信するたびに戦略的ピアに対する速達メッセージの総数は増加し暫定値は小さくなっていく．暫定値が算出されるとピアはファイル交換相手を選択するとき，グローバル値の代わりに暫定値を用いる．これより，暫定値により戦略的ピアの評価は低下しているため，戦略的ピアとのファイル交換を回避できる．

4 評価

GossipTrust と PTrust のシミュレーションモデルを実装し，ネットワーク上の戦略的ピアの割合を変化させたときのファイル交換成功率と速達メッセージによるトラフィック量を調べた．

4.1 実験環境

表1にシミュレーション条件を示す．

表1: シミュレーション条件

| | |
|------------------------|-------------------|
| 全体のピア数 n | 100 ~ 10000 |
| 正常ピアが正常ファイルを提供する確率 (%) | 95[2] |
| 評価値算出頻度 | 1000回ファイル交換が行われる度 |
| 反映定数 α | 100 |
| 速達メッセージ制限数 N_{lim} | 1 |

4.2 評価

図1に，戦略的ピアの割合を変化させたときのファイル交換成功率の変化を示す．図1から，PTrustはGossipTrustに比べファイル交換成功率の低下を約25%に抑えられた．

図2に，ネットワーク上のピア数を変化させたときの1ピアあたりの評価値算出に掛かるトラフィック量の変化を示す．図2より，各ファイル交換フェーズにおける速

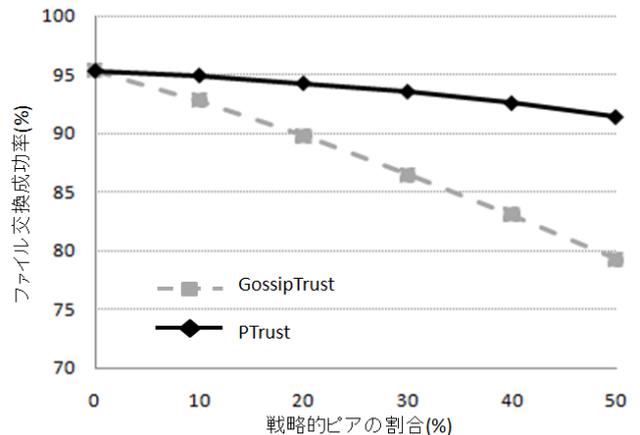


図1: ファイル交換成功率

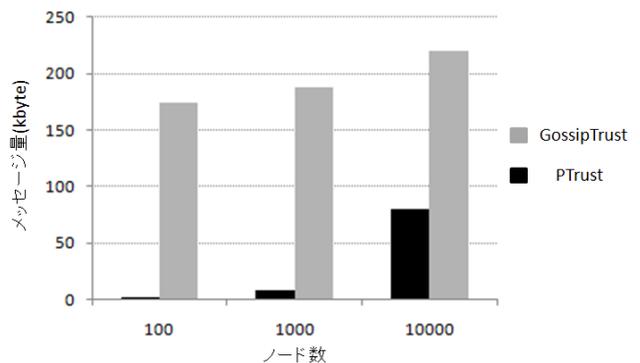


図2: トラフィック量

達メッセージ数を制限しているため，GossipTrust の評価集約を頻繁に用いるよりも，ファイル交換フェーズにおいて PTrust の速達メッセージの発行により評価値を更新する方がメッセージ量を抑えられた．

5 おわりに

本稿では，速達メカニズムを用いてファイル交換フェーズにグローバル値を更新した評価集約手法 PTrust を提案した．シミュレーションを行い評価した結果，評価値更新のトラフィック量を抑制しつつ，戦略的ピアの割合の増加によるファイル交換成功率の低下を抑制できることが確認できた．

謝辞

本研究の一部はグローバル COE プログラム「アクセス空間支援基盤技術の高度国際連携」により行われた．

参考文献

- [1] Runfang Zhou, Hwang, and Min Cai, " GossipTrust for Fast Reputation Aggregation in Peer-to-Peer Networks, "IEEE TKDE, 2008.
- [2] Sepandar D. Kamvar, Mario T. Schlosser, and Hector Garcia-Molina, " The EigenTrust algorithm for reputation management in P2P networks, "ACM WWW 2003.