

ファイル交換相手選択法と低評判値ピアを考慮した評判集約手法

安 富 正 矩^{†1} 松 本 愛 咲^{†1} 重 野 寛^{†2}

P2P ネットワークにおいて、ウィルスファイルのばら撒きなどを行う悪意あるピアとのファイル交換の回避を目的とした評判集約手法が提案されている。評判集約手法はネットワークに存在しているすべてのピアの評判を求めることにより、安全なファイル交換を実現している。

しかし評判集約手法には、評判値の高いピアにファイル交換要求が集中してしまうという問題がある。本稿では、悪意あるピアとのファイル交換の回避と同時に各ピアに対するファイル交換要求の分散を目的とした評判集約手法を検討する。

Peer selection method in file sharing and Reputation aggregation method regarding Law reputation value peer

MASANORI YASUTOMI,^{†1} ASAKI MATSUMOTO^{†1}
and HIROSHI SHIGENO^{†2}

In P2P network, many reputation aggregation methods are proposed. The proposed method is to avoid file sharing with malicious peers who distribute virus files and to achieve secure file sharing by calculating reputations of all peers who exist in the network.

In the methods, however, there is a problem that file sharing requests concentrate on peer whose reputation value is high.

Therefore we consider reputation aggregation method to achieve not only avoidance of file sharing with malicious peer but also decentralization of file sharing requests to each peer.

1. はじめに

近年、P2P ネットワークにおけるアプリケーションのひとつとしてファイル共有ソフトが利用されている。ファイル共有ソフトとは、各ピアが保持しているファイルをインターネットを介して共有できるソフトウェアである。P2P ネットワークにおけるファイル共有では、各ピアはファイルのアップロード、ダウンロードを自由に行うことができる。しかし、P2P ネットワークには悪意あるピアが存在するという問題がある。ファイル共有において悪意あるピアは、不要なファイルのばら撒き、ファイルの捏造、ウィルスファイルのばら撒きなどの悪意ある行為を行う。

そこで、悪意あるピアとのファイル交換の回避を目的とした EigenTrust¹⁾, PowerTrust²⁾, GossipTrust³⁾⁴⁾, FuzzyTrust⁵⁾, H-Trust⁶⁾ といった評判集約手法が提案されている。評判集約手法は P2P ネットワークに存在している全ピアの評判を数値化して求める手法である。ここで、評判を数値化した値を評判値と呼ぶ。そして、評判値をもとにファイル交換相手の決定を行う。評判集約手法では、悪意ある行為を行わないピアは評判値が高くなる。このような、評判値の高いピアを高評判値ピアと呼ぶ。つまり、評判集約手法において高評判値ピアは悪意ある行為をほとんど行わないと他ピアから評価されたピアである。したがって、高評判値ピアはファイル交換相手として選択される可能性が高く、高評判値ピアへのファイル交換要求の集中が問題である。

本稿では、ファイル交換相手の選択方法として評判値を選択確率として用いる。また、評判値の低いピアに対してファイル交換相手をして選択される確率を上げることにより、悪意あるピアとのファイル交換の回避と同時に各ピアに対するファイル交換要求の分散を目的とした評判集約手法を検討する。

以下、本稿では、第 2 章において評判集約手法の概要について説明する。第 3 章において関連研究および GossipTrust の動作と評判集約手法の問題点について述べる。第 4 章では悪意あるピアとのファイル交換の回避と同時に各ピアに対するファイル交換要求の分散を目的とした評判集約手法の検討を行う。第 5 章をまとめとする。

^{†1} 慶應義塾大学大学院理工学研究科

Graduate School of Science and Technology, Keio University

^{†2} 慶應義塾大学理工学部

Faculty of Science and Technology, Keio University

2. 評判集約手法

本章では P2P ネットワークにおける評判集約手法の概要について説明する。

評判集約手法は P2P ネットワークに存在している全ピアの評判を、数値化して求める手法である。この手法において、高評判値ピアとファイル交換を行うことにより、悪意あるピアとのファイル交換を回避することができる。そして、悪意ある行為のない安全性の高いファイル交換を行うことができる。評判値とは評判を数値化した値である。評判集約手法では交換値と評判値の 2 つの値を用いる。

はじめに、交換値とはファイル受信ピアがファイル送信ピアに対して独自に決定する値であり、その値は各ファイル受信ピア毎に異なる。まず、ファイル共有を行うことによりファイル受信ピアはファイル送信ピアが送信したファイルを受け取る。ファイル受信ピアは、その受け取ったファイルの中身を確認し悪意ある行為であるか否かを判断した上で、ファイル送信ピアに対する交換値を決定する。このとき各ファイル受信ピアは独自にファイル送信ピアに対する交換値を決定しているため、仮に各ファイル受信ピアが同一のファイル送信ピアに対する交換値を保持していてもそれらの交換値は同じ値であるとは限らない。そのため、ネットワーク全体においてファイル受信ピアが保持するファイル送信ピアに対する交換値は同一の値ではない。

次に、評判値とは各ファイル受信ピアがファイル送信ピアに対して保持する交換値を、各ファイル受信ピアが集約することにより算出する値であり、各ファイル受信ピアがファイル送信ピアに対して保持する評判値は同一の値である。まず、各ファイル受信ピアは互いが保持している交換値を交換する。この交換を繰り返すことで各ファイル受信ピアが保持するファイル送信ピアに対する交換値は同じ値に近づいていく。そして最終的にファイル送信ピアに対する交換値はネットワーク全体において一意の値となり、各ファイル受信ピアが保持するファイル送信ピアに対するその交換値が評判値となる。

ファイル共有においてピアがファイル要求した場合、その要求に対する返答は複数ピア存在する。評判集約手法では、悪意ある行為を行わないピアほど評判値は高くなる。そのため高評判値ピアは悪意ある行為をほとんど行わないと他ピアから評価されたピアであることを示す。したがって、ファイル要求を行ったピアはその返答を行った複数のピアの中から最も評判値の高いピアを選択し、その選択したピアとファイル交換を行うことで要求通りのファイルを受け取ることができる。

表 1 評判集約手法の分類

評判値	ネットワーク全体 で集約	部分的な集約
一意である	EigenTrust ¹⁾ , Ebay ⁷⁾ GossipTrust ³⁾⁴⁾ , PeerTrust ⁸⁾	PowerTrust ²⁾ , FuzzyTrust ⁵⁾
一意でない	PET ⁹⁾ , VectorTrust ¹⁰⁾	NICE ¹¹⁾ , H-Trust ⁶⁾

3. 関連研究および GossipTrust

本章では評判集約手法の関連研究について説明する。また、評判集約手法のひとつである GossipTrust について説明し、評判集約手法の問題点を指摘する。

3.1 関連研究

評判値の算出方法について様々な評判集約手法がある。表 1 に評判集約手法の分類を示す。各ファイル受信ピアがファイル送信ピアに対して保持する交換値を、ネットワークに存在するファイル受信ピアと交換することが集約である。また、各ファイル受信ピアがファイル送信ピアに対して保持する評判値をネットワークに存在する全ピアで共有することで、全ピアがファイル送信ピアに対して保持する同一の評判値を一意的評判値とする。また、ネットワークの一部のファイル受信ピアがファイル送信ピアに対して保持しネットワーク全体において同一でない評判値を一意的でない評判値とする。EigenTrust¹⁾, Ebay⁷⁾, GossipTrust³⁾⁴⁾, PeerTrust⁸⁾ は各ピアが保持する交換値をネットワークに存在する全ピアと交換することにより、ネットワーク全体において一意の評判値を算出する手法である。また、PowerTrust²⁾, FuzzyTrust⁵⁾ は各ピアが保持する交換値をネットワークの一部ピアで交換し、評判値を算出する。そして、その評判値をネットワーク全体で共有することにより一意の評判値を求める。PET⁹⁾, VectorTrust¹⁰⁾ は各ピアが保持する交換値をネットワークに存在する全ピアと交換するが、評判値の算出はネットワークの一部のピアで行うため評判値は一意的ではない。最後に NICE¹¹⁾, H-Trust⁶⁾ は各ピアが保持する交換値をネットワークの一部ピアで交換し、その一部のピアによって評判値を算出するため評判値は一意的にはならない。

3.2 GossipTrust の動作概要

GossipTrust では、各ピアは独自に保持している交換値をランダムに選んだ隣接ピアと交換しあうことにより各ピアの評判値の算出を行う。また各ピアは交換値の交換をネットワークに存在している全ピアと同時に進行。

GossipTrust では、評判値の算出の際、ステップとサイクルの 2 つのプロセスを用いる。

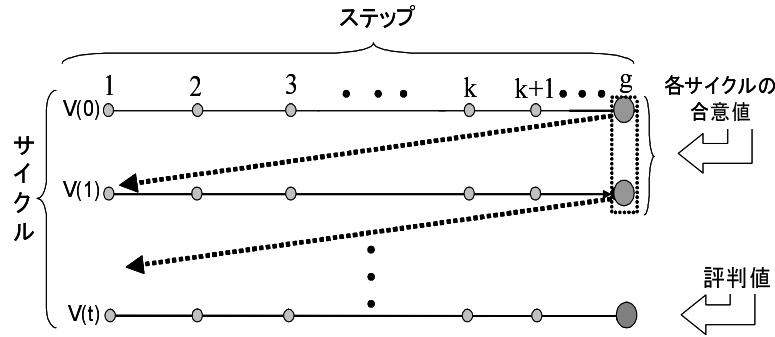


図1 評判値算出構成

1 サイクルごとにステップを繰り返し行う構成である。図1に GossipTrust における評判算出の構成を示す。各ピアは1ステップごとに、ランダムに選択した隣接ピア1つと各ピアが保持する交換値を1回交換する。ステップを重ねることにより、各ピアは保持する交換値を収束させていく。そして収束した交換値は最終的に各ピアの評判値となる。

ステップの終了条件はステップスレッシュホールド ϵ サイクルの終了条件はサイクルスレッシュホールド δ によって定義される。

ファイル交換の際、ファイル受信ピアを i 、ファイル送信ピアを j とし、ピア i はピア j に対して交換値 r_{ij} を保持する。各ピアは保持する各ピアに対する交換値を正規化する。正規化した交換値 s_{ij} は以下の式1に定義する。

$$s_{ij} = r_{ij} / \sum_j r_{ij} \quad (1)$$

また、サイクル t ごとに収束した合意値は $v(t)$ と定義する。GossipTrust では各ステップにおいて交換値を含む評判データが交換される。評判データとは $(x_i(t), w_i(t))$ である。 $x_i(t)$ は重み付きスコアである。サイクル t において重み付きスコアは、自ピアの評判値 $v_i(t)$ によって重み付けされた他ピアに対する交換値 s_{ij} と定義され $x_i(t) = s_{ij} \times v_i(t)$ と示される。 $w_i(t)$ は合意係数である。評判値算出の対象ピアが持つ値であり、その値は1である。各ピアは以上の評判データを1ステップ毎に1回交換する。1回の評判データの交換の際に各ピアは2つの動作を行う。1つめは評判データの半分 $(1/2x_i(t), 1/2w_i(t))$ をランダムに選択した隣接ピア1つに送る動作である。2つめは自ピアが保持する評判データの半分 $(1/2x_i(t), 1/2w_i(t))$ と他ピアから送られてきた評判データの半分を足し合わせる動作である。

受け取った評判データの半分を足し合わせて、次の1ステップで用いる評判データとする。ステップ k のときの評判データ算出を以下の式2、式3に示す。

$$x_i(k+1) = \sum_r 1/2x_r(k) \quad (2)$$

$$w_i(k+1) = \sum_r 1/2w_r(k) \quad (3)$$

r は自ピア、他ピアを含む評判データを送信した全ピアを示す。このようにして評判データは次の1ステップにおいて更新される。次に、各ピアは各ステップ毎に評判データから合意値 $\beta_i(k)$ を求める。

$$v_i(t+1) = x_i(g)/w_i(g) = \beta_i(g) \quad (4)$$

式4より合意値は $x_i(k)/w_i(k)$ と定義され、ひとつ前のステップ $g-1$ と最新のステップ g の合意値がステップスレッシュホールド ϵ 以下になると、1サイクル終了となる。以下の式5にステップの終了条件を示す。

$$|\beta_i(g) - \beta_i(g-1)| < \epsilon \quad (5)$$

$v_i(t+1)$ は1サイクルで収束した合意値である。また、ひとつ前のサイクル $t-1$ と最新のサイクル t の合意値がサイクルスレッシュホールド δ 以下になると、各ピアは評判値の算出を終了する。以下の式6にサイクルの終了条件を示す。

$$|v_i(t) - v_i(t-1)| < \delta \quad (6)$$

そこで、最新のサイクルで算出した合意値が最終的に各ピアの評判値となる。

3.3 評判集約手法の問題点

P2P ネットワークにおいて、ウィルスファイルのばら撒きなどを行う悪意あるピアとのファイル交換の回避を目的とした評判集約手法では、ファイル共有の際のファイル交換相手の選択方法が考慮されていない。そのため評判集約手法では、高評判値ピアは悪意ある行為をほとんど行わないと他ピアから評価されたピアであることを示すことから、高評判値ピアにファイル交換要求が集中してしまうという問題がある。

また、各ピアの評判値はファイル交換を行うことで算出される。そこで、高評判値ピアがファイル交換相手のピアとして選択されると、低評判値ピアが他ピアにファイルを提供する機会が失われる。したがって、一旦、評判値が低いと判定されたピアは、その評判値を回復する機会がなく、ファイル交換相手として選択されなくなる。低評判値ピアをファイル交換相手の候補から除外することも高評判値ピアにファイル要求が集中するといった問題を引き起こしている。

4. 提 案

本章では、悪意あるピアとのファイル交換の回避と同時に各ピアに対するファイル交換要求の分散を目的とした評判集約手法について説明する。

4.1 提 案 概 要

低評判値ピアを含めたファイル交換相手選択方法を考慮した評判集約手法を検討する。この評判集約手法はファイル交換相手のピアを選択する際、各ピアの評判値を選択確率として用い、かつ低評判値ピアをファイル交換相手として選択されやすくすることで、高評判値ピアへのファイル交換要求を分散する。

ファイル共有において、P2P ネットワークに存在する全ピアはそれぞれ正常でないファイル（ウイルスに汚染されたファイル、不要ファイル等）を保持している可能性がある。したがって、正常でないファイルを送信したピアに対してペナルティを与え、正常なファイル（害のない安全なファイル）を送信したピアに対して評判値を上げる必要がある。

本稿では、交換値算出方法とファイル交換相手選択方法について説明する。

まず、各ファイル受信ピアはファイル送信ピアに対する交換値の決定に自信度を用いる。自信度とは各ファイル送信ピアが自身の保持する各ファイルに対して与える数値である。そして、その数値はファイル送信ピアが保持する各ファイルに対する被選要求（どれだけそのファイルが他ピアに選択されたいか）度合いを示す値である。また、高評判値ピアの評判値が他ピアに比べて高くなりすぎないように、高評判値ピアと比べて低評判値ピアは正常なファイルに対する自信度を高く設定することで、そして、ファイル受信ピアが正常なファイルを送信した低評判値ピアに対する交換値に低評判値ピアが設定した自信度を反映させることで、ファイル受信ピアが保持する低評判値ピアに対する交換値は高くなる。さらに、ネットワーク全体において各ファイル受信ピアが保持する低評判値ピアに対する評判値は高くなる。その結果低評判値ピアはファイル交換相手として選択されやすくなり、ファイル交換要求の分散を可能にする。

次に、ファイル交換相手選択において低評判値ピアは自身の評判値を回復する機会がなく、ファイル交換相手として選択されなくなる。そこで、ファイル交換相手選択の際に低評判値ピアの評判値を一時的に高めることで、低評判値ピアに対するファイル交換相手選択確率を一時的に高くする。その結果ファイル交換相手を選択する際、高評判値ピアだけでなく低評判値ピアもファイル交換相手の候補として選択されやすくなり、ファイル交換要求の分散を可能にする。

4.2 交換値算出方法

低評判値ピアがファイル交換相手をして選択されやすくすることと同時に正常でないファイルの交換を抑制することを目的として交換値の算出に自信度を用いる。自信度を用いることでファイル送信ピアが送信したファイルに応じてそのファイル送信ピアの評判値を早く変化させることができる。自信度とは各ファイル送信ピアが自身の保持する各ファイルに対して与える数値であり、自信度 C の決定基準を以下に示す。

$$\text{自信度 } C = \begin{cases} 0 & (\text{正常でないファイルである場合}) \\ 1 & (\text{高評判値ピアが保持する正常であるファイルの場合}) \\ \alpha & (\text{低評判値ピアが保持する正常であるファイルの場合}) \end{cases}$$

ネットワークに存在する全ピア $P_s (s: 0 \leq s \leq G)$ の評判値 $t_0, t_1, \dots, t_G$ が存在する。GossipTrust を用いることで各ピアはネットワークに存在する全ピアの評判値を保持することができる。そこで、 α を以下の式 7 に示す。

$$\alpha_s = \frac{A}{L} \quad (7)$$

L はファイル送信ピア s の評判値とする。また A は全ピアの評判値の平均であり式 8 に示す。

$$A = \frac{1}{G+1} \sum_{j=0}^G t_j \quad (8)$$

評判値が A 以上のピアを高評判値ピアと呼び、評判値が A 以下のピアを低評判値ピアと呼ぶ。自信度 α は低評判値ピアが自身の保持するファイルに対して算出する。高評判値ピアは自信度 C を 0 または 1 とファイルに対して設定する。また、低評判値ピアは自信度 C を 0 または α とファイルに対して設定する。ファイル送信ピアは上記の基準に従い、独自に各ファイルに対する自信度を設定する。

自信度を用いることで一度評判値が低いと判定されたピアに、その評判値の回復機会を与えてファイル交換相手として選択されやすくする。低評判値ピアが正常なファイルを送信した場合ファイル受信ピアは、低評判値ピアが設定したその送信ファイルに対する自信度分、交換値を上げる。そして、低評判値ピアの評判値が上昇し、低評判値ピアはファイル交換相手として選択されやすくなる。

しかし、低評判値ピアにファイル交換相手として選択される機会を与えている分、正常でないファイルの交換が多く行われる可能性がある。そこで、低評判値ピアがファイル受信ピアに対して正常でないファイルを送信した場合、ファイル受信ピアはその低評判値ピアに対してペナルティ(交換値を下げる)を与える。ファイル受信ピアはペナルティとしてその低評判値ピアが送信したファイルに対して設定した自信度分、交換値を下げる。そして、ファイル受信ピアが保持するペナルティを与えた低評判値ピアの評判値はネットワーク全体においてより低くなる。ファイル交換相手を選択する際、ピアの評判値を選択確率として用いるので、そのペナルティを受けた低評判値ピアの選択確率は低くなり、低評判値ピアによる正常でないファイルの交換を抑制することができる。

ファイル受信ピアを r とし、ファイル送信ピアを s とする。ファイル受信ピア r が同じファイル送信ピア s とファイル交換を行った回数を x_{rs} とし、ファイル受信ピア r が保持するファイル送信ピア s が提示した自信度を $C(x_{rs})$ とする。そして、ファイル受信ピア r は自身が保持する自信度 $C(x_{rs})$ を足し合わせることで、各ファイル送信ピア s に対する交換値を算出する。自信度 $C(x_{rs})$ の加算値 S_{rs} を式 9 に示す。

$$S_{rs} = \sum_x \gamma C(x_{rs}) \quad (9)$$

式 9 の γ はファイル受信ピアを r が受信したファイルの中身により決定し、以下に示す。

$$\text{自信度 } \gamma = \begin{cases} 1(\text{正常なファイルを受信した場合}) \\ -1(\text{正常でないファイルを受信した場合}) \end{cases}$$

γ を入れることによりファイル受信ピア r は正常でないファイルを送信したファイル送信ピア s に対して交換値を下げるができる。

ファイル受信ピア r は自身が保持するファイル送信ピア s に対する自信度を用いてファイル送信ピア s に対する交換値 L_{rs} を算出する。式 10 に交換値算出を示す。

$$L_{rs} = \frac{Z_{rs}}{\sum_s Z_{rs}} \quad (Z_{rs} = \frac{S_{rs}}{x}) \quad (10)$$

式 10 において Z_{rs} はファイル受信ピア r が保持する各ファイル送信ピア s に対する自信度の平均値である。そして、ファイル受信ピア r が保持する各ファイル送信ピア s に対する自信度の平均値 Z_{rs} を正規化することにより、ファイル受信ピア r が保持するファイル

送信ピア s に対する交換値 L_{rs} を算出する。

ファイル受信ピア r は交換値 L_{rs} を用いて各ファイル送信ピア s の評判値を算出する。ファイル送信ピアに対する評判値の算出方法は既存の評判集約手法である GossipTrust を用いる。低評判値ピアが正常なファイルを送った場合、ファイル受信ピアは自信度に応じてその低評判値ピアに対する交換値を上げることができ、低評判値ピアの評判値は高くなる。したがって、低評判値ピアはファイル交換相手として選択されやすくなる。また、低評判値ピアが正常でないファイルを送った場合、ファイル受信ピアは低評判値ピアが提示した自信度に " -1 " を掛け合わせるとして自信度に応じてその低評判値ピアに対する交換値を下げる。低評判値ピアの評判値は低くなる。そしてその低評判値ピアはファイル交換相手として選択されにくくなり、低評判値ピアによる正常でないファイルの交換を抑制することができる。

4.2.1 交換値算出例

ネットワークに存在する 4 ピア $P_s (s: 0 \leq s \leq 3)$ の評判値 $t_0 = 0.6, t_1 = 0.2, t_2 = 0.1, t_3 = 0.1$ が存在する。また、各ピア P_s は 3 つのファイル $F_{si} (i: 0 \leq i \leq 2)$ を保持している。保持しているファイルのうち、各ピア P_s は 1 つ正常でないファイル F_{s0} を保持しているとする。

まず、ピア 4 つの評判値の平均 $A = 0.25$ である。 P_0 の評判値は A 以上なので高評判値ピアであり、 P_1, P_2, P_3 の評判値は A 以下なので低評判値ピアとなる。ここで、低評判値ピアである P_1, P_2, P_3 は式 7 に従い自信度 α_s を算出する。各低評判値ピアのファイルに対する自信度は $\alpha_1 = 1.25, \alpha_2 = 2.5, \alpha_3 = 2.5$ である。各ピアは自身の保持するファイルが正常でないファイルであることを認識でき、かつファイル受信ピアは正常でないファイルを受信したことを認識できるとする。また、 P_3 は自身のファイルに対して自信度を偽ったとする。その時各ピアのファイルに対する自信度を表 2~5 に示す。ファイル交換の際、ファイル送信ピアはファイル受信ピアに対して送信するファイルに設定した自信度をファイルと共に送信する。

また、ピア P_0 が他のピアとファイル交換を行った結果を表 6 に示す。ファイル送信ピア P_3 は正常でないファイルに自信度 $\alpha_3 = 2.5$ を設定したため、ファイル受信ピアは受信したファイルが正常でないファイルであることが分かり、ファイル送信ピア P_3 に対して $C(1_{03}) : -2.5$ とした。表 6 においてファイル受信ピア P_0 は式 10 に従いファイル送信ピアに対する交換値 L_{0s} を算出する。表 7 によりピア P_0 が保持するファイル送信ピアに対する交換値 L_{0s} を表 7 に示す。

表 2 ピア 0 の保持するファイルと自信度

P_0	
ファイル F_{si}	自信度
F_{00}	0
F_{01}	1
F_{02}	1

表 3 ピア 1 の保持するファイルと自信度

P_1	
ファイル F_{si}	自信度
F_{10}	0
F_{11}	1.25
F_{12}	1.25

表 4 ピア 2 の保持するファイルと自信度

P_2	
ファイル F_{si}	自信度
F_{20}	0
F_{21}	2.5
F_{22}	2.5

表 5 ピア 3 の保持するファイルと自信度

P_3	
ファイル F_{si}	自信度
F_{30}	2.5
F_{31}	2.5
F_{32}	2.5

表 6 ファイル受信ピア P_0 が保持するファイル送信ピアが提示した自信度

P_0			
ファイル送信ピア	受信したファイルの自信度	自信度の合計	自信度の平均
P_1	$C(1_{01}) : 1.25, C(2_{01}) : 1.25$	2.5	1.25
P_2	$C(1_{02}) : 2.5, C(2_{02}) : 2.5$	5.0	2.5
P_3	$C(1_{03}) : -2.5, C(2_{03}) : 2.5$	0.0	0.0

表 7 ファイル受信ピア P_0 が保持するファイル送信ピアに対する交換値

P_0	
ファイル送信ピア	交換値 L_{0s}
P_1	$L_{01} : 0.33$
P_2	$L_{02} : 0.67$
P_3	$L_{03} : 0.0$

ファイル受信ピアはファイル送信ピアがファイルに対して設定した自信度を用いて各ファイル送信ピアの交換値を算出する．ファイル受信ピアが保持するファイル送信ピアに対する交換値をファイル受信ピア同士で交換することにより，ファイル送信ピアの評判値を算出する．

4.3 ファイル交換相手選択法

各ピアの評判値をファイル交換相手選択確率として用いるファイル交換選択方法を検討する．ファイル交換においてまず，ピアのファイル要求に対する返答を行ったピア，つまり

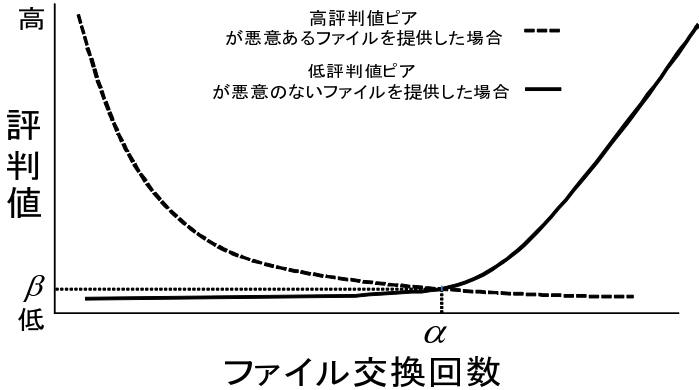


図 2 ファイルの中身に応じた評判値の変化

複数のファイル送信ピア候補 $P_s (s : 0 \leq s \leq R)$ の評判値 $t_0, t_1, \dots, t_R$ が存在する．複数のファイル送信ピア候補の中からファイル交換相手として選択されるピア P_s の確率 p を式 11 に示す．

$$p = \frac{t_s}{\sum_{s=0}^R t_s} \quad (11)$$

しかし，ファイル交換相手の選択を評判値を用いて決めると低評判値ピアはファイル交換相手として選択される確率が低くなる．その結果，高評判値ピアにファイル交換要求が集中してしまう．

そこで，ファイル交換相手を選択する際に低評判値ピアの評判値を一時的に高くする．その結果，低評判値ピアはファイル交換相手として選択される確率が上がり，高評判値ピアへのファイル要求の集中を分散することができる．

図 2 にファイルの中身に応じた評判値の変化を示す．もし高評判値ピアが正常でないファイルを送信した場合，ファイル受信ピアはその高評判値ピアに対する交換値を下げる．また，低評判値ピアが正常なファイルを送信した場合，ファイル受信ピアはその低評判値ピアに対する交換値を上げる．初め，高評判値ピアはファイル交換相手として選択される確率が高いことから，ファイル受信ピアはその高評判値ピアに対する評判値を早く下げることができると考えられる．しかし，低評判値ピアはファイル交換相手として選択される確率が低いことから，仮に低評判値ピアが正常なファイルをファイル受信ピアに送信し続けても，評

判値が上がりにくいと考えられる．高評判値ピアへのファイル交換要求を分散させるために正常なファイルを送信する低評判値ピアの評判値を早く上げて，低評判値ピアのファイル交換相手選択確率を上げる必要がある．そこで，ファイル交換相手の候補に低評判値ピアが選択された場合，低評判値ピアの評判値を図 2 の β まで上げる．低評判値ピアの評判値を β まで上げる事により，低評判値ピアのファイル交換相手選択確率を上げる．さらに，低評判値ピアが正常なファイルを送信し続けることにより高評判値ピアへのファイル交換要求の分散を早めることができる．

しかし，低評判値ピアにファイル交換相手として選択される確率を高く与えている分，正常でないファイルの交換が多く行われる可能性がある．そこで，低評判値ピアが正常でないファイルを送信した場合，その低評判値ピアはファイル交換相手として選択されなくする．その結果，低評判値ピアによる悪意あるファイルの交換を抑制する．ファイル交換相手として選択されない条件を以下に示す．

- α 回まで選択されない
- 低評判値ピアの評判値が β に達していない場合は選択されない

上記の条件を付けることにより，低評判値ピアにファイル交換相手選択確率を上げると同時に低評判値ピアによる正常でないファイルの交換を抑制することができる．

5. おわりに

本稿では，悪意あるピアとのファイル交換の回避と同時に各ピアに対するファイル交換要求の分散を目的とした評判集約手法を検討した．交換値の算出に自信度を反映させることで低評判値ピアが悪意のないファイルを送信した場合，評判値を早くに上げることができる．また，ファイル交換相手選択する際，低評判値ピアの評判値を上げることで高評判値ピアへのファイル交換要求の集中を分散することができる．低評判値ピアが悪意あるファイルを送信した場合，自信度を用いて低評判値ピアの評判値を下げ，そしてファイル交換相手選択の際に条件を設定する．その結果，低評判値ピアによる悪意あるファイルの交換を抑制することができる．今後，ファイルの中身に応じた評判値の変化の評価を行う．また，自信度を反映した交換値算出と低評判値ピアの評判値引き上げに伴うファイル交換要求の分散と悪意あるファイルの広がりについて評価を行う．

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」により行われました．

参 考 文 献

- 1) S.Kamvar, M.Schlosser, and H.Gracia-Molina. The eigentrust algorithm for reputation management in p2p networks. *ACM WWW'03*, pp. 640–651, May 2003.
- 2) R.Zhou and K.Hwang. Powertrust: A robust and scalable reputation system for trusted p2p. *IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems*, pp. 460–473, 2007.
- 3) R. Zhou, K. Hwang, and M. Cai. Gossiptrust for fast reputation aggregation in peer-to-peer networks. *IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering*, pp. 1282–1295, Feb 11 2008.
- 4) R. Zhou and K. Hwang. Gossip-based reputation aggregation for unstructured peer-to-peer networks. *IEEE International. on Pallalel and Distributed Processing Symposium*, pp. 1–10, March 27-29 2007.
- 5) Zhou. R Saong. S, Hwang. K and Kwok. Y. K. Trusted p2p transactions with fuzzy reputation aggregation. *Internet Computing IEEE*, pp. 24–34, November-December, 2005.
- 6) X.Li H.Zhao. H-trust:a group trust management system for peer-to-peer desktop grid. *Jounal of computer science and technology*, pp. 833–843, September, 30, 2009.
- 7) ebay, August. 2009.
- 8) L.Xiong and L.liu. Peertrust: Supporting reputation-based trust for peer-to-peer electronic communities. *IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering*, Vol.16, No.7, pp. 843–857, 2004.
- 9) Laiang. Z and Shi. W. Pet:a personal trust model with reputation and risk evaluation for p2p resource sharing. *the 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS2005)*, p. 2012, January, 3-6, 2005.
- 10) Zhao. H and Li. X. Vectortrust:the trust vector aggregation scheme for trust management in peer-to-peer networks. *the 18th International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN2009)*, pp. 1–6, August, 2-6, 2009.
- 11) Sherwood.R Lee.S and Bhattacharjee. B. Cooperative peer groups in nice. *the Twenty-Second Annual Joint Conference of the IEEE Computer and Communication Societies (INFOCOM2003)*, pp. 1272–1282, April, 30, 2008.