

## 仮想ピアを用いたクラスタリングにおけるフィルタ共有手法の提案

佐久間 政碩<sup>†</sup> 喜多 義弘<sup>†</sup> 朴 美娘<sup>†</sup> 岡崎 直宣<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>神奈川工科大学

243-0292 神奈川県厚木市下荻野 1030

<sup>‡</sup>宮崎大学

889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1 - 1

**あらまし** P2Pネットワークにおいて、コンテンツの検索効率を高めるために、クラスタリング手法が用いられている。P2Pネットワークでは、悪意のあるコンテンツが拡散する問題が従来からあり、クラスタリング手法においても解決すべき問題となっている。そこで、本研究では、この問題を解決するために、仮想ピアを用いたクラスタリングにおけるフィルタ共有手法を提案する。仮想ピアは、クラスタ内の性能の高いピアを複数集合して構築し、フィルタやコンテンツ所持者の情報を管理する。クラスタ内のピア同士でフィルタを共有することによって、フィルタの設定が脆弱なピアでも悪意のあるコンテンツに対するフィルタの構築が可能となる。

### Proposal of P2P Network Filter Sharing Method in Clustering Using Virtual Peers

Masahiro Sakuma<sup>†</sup>

Yoshihiro Kita<sup>†</sup>

Mirang Park<sup>†</sup>

Naonobu Okazaki<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Kanagawa Institute of Technology

Shimo-Ogino 1030, Atsugi, Kanagawa, 243-0292, Japan

<sup>‡</sup>University of Miyazaki

Gakuenkibanadai-Nishi 1-1, Miyazaki, 889-2192, Japan

**Abstract** In the P2P network, clustering method is used for search of contents efficiency. The clustering method has a problem which is the diffusion of various harmful, as same as the problem of P2P network. In this paper, we propose the shared filtering method using virtual peers for clustering. The virtual peers which is the gathering high-spec peers in a cluster, manages the information of filter and content owners. The vulnerable peers can suppress the diffusion of various harmful by the shared information filter.

#### 1. はじめに

近年、コンピュータの高性能化とネットワークの発達により、P2P ネットワークモデルを用いたネットワークサービスに注目が集まっている。P2P ネットワークでは、ピアがお互いにサービスを提供し合うため、負荷が分散される。そのため、単一障害点が存在せず、

高い耐障害性やスケーラビリティを実現できる[1]。P2P ネットワークでは、ネットワーク上の全てのピアの識別子及びそれらのピアが提供可能なコンテンツを、インデックス情報として管理する。インデックス情報を管理するサーバの存在しないピア型 P2P では、各ピアが自律的にコンテンツ要求(クエリ)を伝搬させ、コンテンツの提供が可能なピアの検

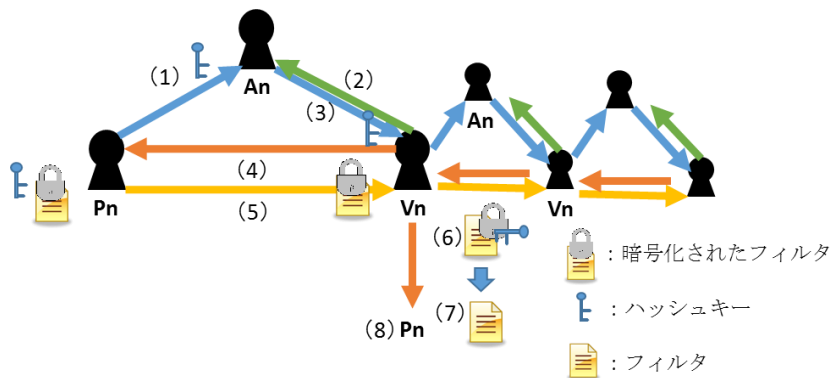


図 1. 3 者間におけるフィルタ共有例

索を行う。各ピアはクエリを伝搬させるために、物理ネットワークとは独立した論理的なネットワークを構築し、クエリを伝搬させていく。そのため、検索時間が長くなってしまいう可能性があり、検索の成功も保証できない。それに伴い、効率的なファイルの検索及び通信を行うために、クラスタリングを用いた P2P ネットワークの手法が研究されている [2, 3, 4].

一方、P2P ネットワーク内に、ウイルスなどの悪意のあるコンテンツが存在すると、ネットワーク全体へ拡散し、悪意のあるコンテンツを介した個人情報の流出する問題点がある [5, 6]. このような問題点は、クラスタリングを用いた P2P ネットワークにおいても同様に起きると考えられる。

悪意のあるコンテンツへの既存対策として、P2P ファイル共有ソフトにおけるフィルタ共有手法が提案されている [7]. この手法では、P2P ネットワーク内の全ピアが持つ有効なフィルタ設定を共有するために、各ピアに共通のフィルタを持たせている手法である。しかし、共通フィルタの管理を個人ごとに行っているため、各ピアのフィルタにばらつきが生じて、フィルタ設定が十分ではないピアを中心に、悪意のあるコンテンツが拡散してしまう問題点を完全に解決できない。

本研究では、フィルタのばらつきを削減し、悪意のあるコンテンツの拡散を抑制するために、クラスタリングにおける仮想ピアを用いたフィルタ共有手法を提案する。仮想ピアとは、P2P ネットワーク上の複数のピアが同一

のアプリケーションを使うことで耐障害性を持たせるように構築された仮想上のピアである [8]. 本研究では、仮想ピアを共有フィルタ統一のためのフィルタ管理者として扱う。そこで、共有フィルタの統一によって、クラスタ全体でピアのフィルタのばらつきが無くなり、悪意のあるコンテンツの拡散抑制が可能になる。

## 2. フィルタ共有手法

一般的に P2P ファイル共有ソフトにおいては、各ピアがフィルタを作成している。そのため、悪意のあるコンテンツに関する知識が豊富な熟練したピアは、悪意のあるコンテンツを共有しないフィルタの設定ができる。しかし、悪意のあるコンテンツに関する知識が足りない未熟なピアでは、十分な設定が行えずの被害を受け、P2P ネットワーク上に悪意のあるコンテンツを拡散してしまう問題点がある。

このような問題点を解決するために、フィルタ共有手法が提案されている [7]. この手法では、ピア全体がフィルタを作成するピア ( $P_n$ )、作成されたフィルタのハッシュキーを管理するピア ( $A_n$ )、フィルタを要求するピア ( $V_n$ ) の 3 者で構成されている。

この手法におけるフィルタ共有の手順は以下のようなになる (図 1 参照)。

- (1)  $P_n$  は、自分が作成したフィルタに対する暗号化とハッシュキーを作成し、 $A_n$  へハッシュキーを送信する。
- (2)  $V_n$  は、信頼するピア  $P_n$  のフィルタを設

定するために、対応するハッシュキーを  $A_n$  へ要求する。

- (3)  $A_n$  は、要求されたハッシュキーを  $V_n$  へ送信する。
- (4)  $V_n$  は、信頼するピア  $P_n$  へフィルタを要求する。
- (5)  $P_n$  は、 $V_n$  へ自身が作成した暗号化されたフィルタを送信する。
- (6) 暗号化されたフィルタとハッシュキーを受け取った  $V_n$  は、フィルタを解除する。フィルタが解除できない場合、なりすましによる偽装されたフィルタの可能性があるのである。
- (7)  $V_n$  はフィルタを集め、 $P_n$  がフィルタの有効性を記録した有効値と、 $V_n$  の  $P_n$  に対する信頼値を元に適用するフィルタ設定を選択することによって、自身のフィルタの設定を行うことができる。
- (8) 以降同様に  $V_n$  は、新たな  $P_n$  となり他のピアへのフィルタ共有を行う。

この手法では、フィルタ設定が苦手なピアでも共有フィルタを受け取ることにより、一定の強度を持つフィルタリングを行うことが可能となる。しかし、この手法をクラスタに用いた場合に、以下の2つの問題点が出てくる。

- 各ピア自身がフィルタを管理するため、フィルタの内容や更新時期にばらつきが生じる。
- フィルタの更新情報は、自分から相手に聞く必要があるため、更新が遅れる。

これらの問題点により、P2P ネットワーク上に新たな悪意のあるコンテンツが発生した場合、対応できずに拡散する可能性がある。

### 3. 提案方式

本研究では、上記の問題点の解決を目的とした仮想ピアを用いたクラスタリングにおけるフィルタ共有手法について提案する。

### 3.1 仮想ピアを用いたクラスタリング

P2P ネットワークでは、ファイル検索効率の向上を目的として、クラスタリング手法が用いられて。クラスタリングとは、共通の検索キーワードを持つピアの集合をクラスタとして構築し、ネットワークを密にする手法である。

本研究では、クラスタリングに仮想ピアを組み合わせ、仮想ピアによってファイル所持者の管理を行う。

#### 3.1.1 仮想ピア

P2P ネットワークでは、スーパーノード型と呼ばれる一般のピアから性能の高いピア(スーパーノード)を選択し、そのピアによってインデックス情報を管理する方式がある。しかし、スーパーノードに障害が発生した場合、所持していたインデックス情報が損なわれ、他のピアを管理できなくなるという問題点がある[1, 9]。

本研究では、仮想化技術を用いて、複数のピアを柱とする1つの仮想ピアを構築する。仮想ピアとスーパーノードの違いは、仮想ピアは複数のピアによって構築を行っているため、構築しているピアの1つが離脱した場合でも所持している情報を維持し続けることができる。本提案では、仮想ピアの構築をクラスタ内に所属する性能の高く滞在時間が長いピア(リーダーピア)を中心に性能の高い複数のピア(メンバーピア)を組み込むことによって構築を行う。

仮想ピアとして、以下の条件を満たす必要がある。

- (1) 構築しているピアが離脱した場合でも、新たに別のピアを加入することで、仮想ピアの維持を行う。
- (2) リーダーピアとメンバーピアで処理を分散することで耐障害性を持たせる。
- (3) クラスタの規模に応じて構成するピアの数を調整可能にする。

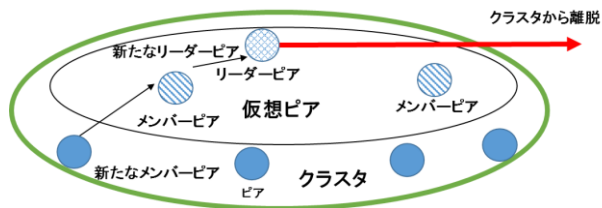


図 2. 仮想ピアの維持方法

### 3.1.2 仮想ピアの構築

以下に、クラスタリングによる仮想ピアの構築手順を述べる。

#### (1) P2P ネットワークの構築

- i) 各ピアは、自身が求めているファイルの検索キーワード(メインキーワード)と、詳細な検索範囲に絞り込むキーワード(サブキーワード)を指定して、検索クエリを出す。
- ii) 各ピアは、取得したノード情報を元に通信を開始し、P2P ネットワークを構築する。

#### (2) クラスタの構築

メインキーワードを基にクラスタリングを行い、クラスタを構築する。

メインキーワードを対象とするクラスタが既に存在する場合は、そのクラスタへ参加する。

また、1つのピアが所属できるクラスタは1つのみであり、複数のクラスタへは所属しない。

#### (3) 仮想ピアの構築

- i) クラスタの中からリーダーピアを選択する。リーダーピアは、悪意のあるコンテンツを配布せず、性能や回線速度、長くネットワークに滞在しているピアによって決める。
- ii) リーダーピアと同条件で、仮想ピアを構築するメンバーピアを選択する。

#### (4) 仮想ピアの維持

- i) 仮想ピア内のメンバーピアが離脱した場合、リーダーピアはグループ内から新たにピアを選択することで仮想ピアの維持を行う。このとき選択されるピアは性能の高い順によって選ばれる。
- ii) リーダーピアが離脱した場合、メンバーピアからランダムにリーダーピアを決め、

i) の手順により、新たなメンバーピアを加える。これにより、仮想ピアの維持を行う(図 2 参照)。

### 3.2 仮想ピアを用いたフィルタ共有手法

フィルタには、各ピアで所持している個人フィルタとクラスタ内の全ピアで共有する共有フィルタの2つがある。

クラスタは、メインキーワードが共通のコンテンツを求めるピアの集合体であるため、各ピアの個人フィルタは、メインキーワードを基にした類似のフィルタであると考えられる。また、自クラスタと類似したキーワードを対象とするクラスタに用いられている共有フィルタが、自クラスタにとって有用である可能性が高い。

そこで、クラスタ内のピアの個人フィルタと類似したクラスタの共有フィルタを用いて、仮想ピアで共有フィルタを作成し管理する。

個人フィルタは、各ピアが個別に設定と内容の確認が可能である。共有フィルタは、悪意のあるピアによる改ざんを防ぐため、各ピアによる設定と内容の確認を行うことはできない。

### 3.3 共有フィルタの作成と配布

クラスタにおけるフィルタ共有の条件を、以下に示す。

- 更新された共有フィルタは、即時に配布する。
- 未熟なピアを考慮し、出来る限り煩雑な操作を必要としない。
- クラスタ間でのフィルタの共有を可能にする。
- 各ピアの嗜好性を考慮したフィルタリングを可能にする。

クラスタの新規作成時には、仮想ピアがクラスタ内に存在するピアの個人フィルタを使って、共有フィルタを作成すると同時に、サブキーワードを元に類似したクラスタからフィルタを共有し、配布を行う(図 3 参照)。次にクラスタ内とクラスタ間の共有フィルタの作成・配布手順について以下に述べる。

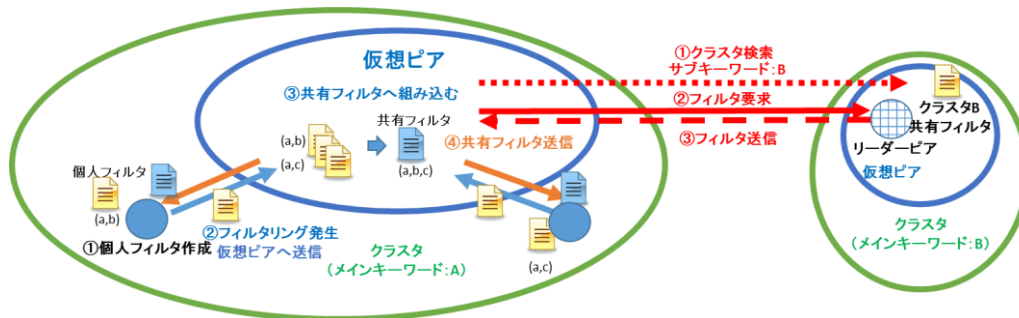


図 3. 共有フィルタの作成と配布

### (1) クラスタ内の共有フィルタ作成・配布手順

- ①各クラスタに所属している熟練したピアは、個人フィルタを設定する。
- ②仮想ピアは、クラスタ内に存在する個人フィルタを集める。
- ③仮想ピアは、集めたフィルタ情報を組み込み、共有フィルタを作成する。
- ④仮想ピアは、共有フィルタの設定変更後、隣接するピアへ共有フィルタを送信する。共有フィルタを受け取ったピアは、さらに隣接するピアへ共有フィルタを送信し、クラスタ内部のピア全体へ共有フィルタの送信を繰り返す。

### (2) クラスタ間の共有フィルタ要求・配布手順

- ①仮想ピアは、サブキーワードを元に類似するクラスタを検索する。
- ②仮想ピアは、類似するクラスタの仮想ピアに対して共有フィルタを要求する。
- ③類似するクラスタの仮想ピアは、共有フィルタを送信する。
- ④仮想ピアは、クラスタ内のピアへ共有フィルタを送信する。

#### 3.3.1 フィルタの内容

フィルタの形式は、既存のフィルタ共有の手法[7]を基に、新たにラストフィルタリングタイム (Last filtering time:LFT) を追加した CSV 形式のテキストを使い、リスト形式で記述する。

フィルタ内容は、個人フィルタと共有フィルタごとに別である。

個人フィルタの内容を以下に示す(図 4 の個人フィルタ参照)。

- 対象  
フィルタリング対象(キーワード・拡張子・悪意のあるコンテンツのハッシュ・コンテンツ容量)  
同じキーワードを持つコンテンツから、悪意のあるコンテンツを判別するためにコンテンツごとに個別に割り振られているハッシュを使う。

- 対処方法  
対象への対処(検索クエリ転送拒否, 対象の削除, 接続の切断)

個人フィルタを設定する際には、フィルタリング対象を入力し、対処方法を記述する。共有フィルタの内容を以下に示す(図 4 の共有フィルタ参照)。

- 対象  
フィルタリング対象(キーワード・拡張子・悪意のあるコンテンツのハッシュ・コンテンツ容量)

- ラストフィルタリングタイム (LFT)  
最後にフィルタリングした時間  
共有フィルタには、対処方法として全て削除・転送及び接続拒否を設定された対象へ行う。

#### 3.3.2 許可リスト

共有フィルタは、フィルタの設定が未熟なピアでも同じフィルタリングを使うことができるようにすることを方針としているため、熟練したピアが趣向に合わせてフィルタの設



#### 個人フィルタ

対象	対処方法		
	転送拒否	対象の削除	接続の拒否
犬(単語)	1(拒否)	1(削除)	1(拒否)
*.exe(拡張子)	1(拒否)	1(削除)	0(許可)
hash(saa) (ハッシュ)	1(拒否)	1(削除)	1(拒否)
10GB以上 (コンテンツ容量)	1(拒否)	0(削除無し)	0(許可)

#### 共有フィルタ

対象	ラストフィルタリングタイム
犬(単語)	2013/10/10/12:30:20
*.jpg(拡張子)	2013/10/6/6:21:10
hash(cba) (ハッシュ)	2013/10/8/16:15:24

#### 許可リスト

対象
犬(メインキーワード)
白い(サブキーワード)
hash(cbb)
骨

図 4. 各フィルタ及び許可リストの設定例

定を変更できることも必要であると考えられる。

そこで、許可リストに基づいて、ピアの趣向に合ったフィルタリングを行う。(図 4 の許可リスト参照)。

許可リストとは、設定された条件に対してはフィルタリングを行わないリストである。

許可リストを共有フィルタに設定した手順は次のようになる(図 5 参照)。

- (1) 共有フィルタに含まれる悪意のあるコンテンツ(A)の場合  
共有フィルタで防がれる。
- (2) 許可リストに含まれない悪意のあるコンテンツ(B)の場合  
共有フィルタを通過し、個人フィルタで防がれた後、共有フィルタに設定が組み込まれる。
- (3) 許可リストに含まれる悪意あるコンテンツ(C)の場合  
(B)同様に個人フィルタで防がれるが、共有フィルタには組み込まれない。

ただし、共有フィルタの条件としてハッシュが設定されている場合には共有フィルタを優先する。

これらにより、熟練したピアの趣向性に合わせたフィルタの構築が可能となる。

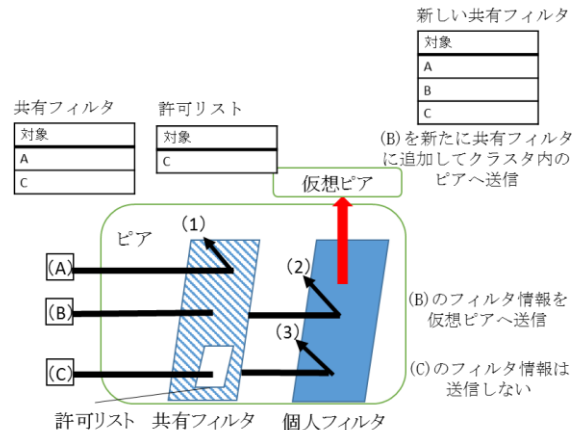


図 5. 許可リストの処理

### 3.3.3 共有フィルタの管理

仮想ピアによる共有フィルタは、作成後にも次のように更新を行う。

- (1) 共有フィルタ配布後、仮想ピアはクラスタ内に存在するピアが持つ個人フィルタがフィルタリングを行った場合にフィルタ設定を受け取ることで共有フィルタを更新する。
- (2) 仮想ピアは、更新を行った共有フィルタを隣接するピアへ配布することでクラスタ全体へと拡散を行う。

そこで、共有フィルタが膨大になり P2P ネットワークへ負担が増加する問題がある。そのため、共有フィルタの膨大化を防ぐため、各フィルタ対象に有効期限を設ける。LFT とリーダーピアの現在の時刻を換算して有効期限を過ぎた場合、該当のフィルタを削除する。また、共有フィルタの有効期限が全て一定値以下になった場合、共有フィルタが無くなることを防ぐために仮想ピアは、サブキーワードを元に類似したクラスタの仮想ピアから共有フィルタを受け取り自クラスタ内のピアへ配布を行う。

次に、クラスタを構成するピアが移動する場合について述べる。

- ピアが新たにクラスタへ加入した場合、隣接するピアから共有フィルタを受け取る。
- ピアがクラスタから離脱する場合、所持している共有フィルタは破棄する。

ピアは、クラスタから離脱する際に、共有フィルタを破棄することにより、次に所属するクラスタの共有フィルタを受け取ることができる。

## 4. 考察

### 4.1 従来の P2P ネットワーク全体でのフィルタ共有手法との比較

既存の P2P ネットワークにおけるフィルタ共有手法と本提案の仮想ピアを用いたクラスタリングにおけるフィルタ共有手法の比較を行う。

既存のフィルタ共有手法では、P2P ネットワーク全体でフィルタの共有を行うため、個人で共有するフィルタを管理する必要がある。そのため、共有対象となるフィルタを持つピアを自身で探し出して、適用するフィルタの選択をする必要があり、ピアごとにばらつきが発生する。本提案では、類似したコンテンツを求めるピアのクラスタ内の仮想ピアを管理者とすることで、共有対象を共有したいピアが探し出すのではなく、所属しているクラスタ内や類似したクラスタのフィルタ設定を共有することが可能であり、仮想ピアによって共有フィルタの管理を行っているため共有するフィルタの統一が可能となる。また、クラスタ加入時からフィルタの共有を行うことができる。これにより従来のフィルタ共有手法と比べ、統一されたフィルタ共有によって悪意のあるコンテンツの拡散抑制が可能であると考えられる。

### 4.2 フィルタ共有の問題点

フィルタ共有を行う上で以下の場合について考慮すべきである。

- 新たな悪意のあるコンテンツが発生した場合
  - 攻撃者が作成したフィルタが共有された場合
  - フィルタリングしてはいけないキーワードがフィルタに組み込まれた場合
- 上記の各場合への対処法について、以下で述

べる。

#### 4.2.1 新たな悪意のあるコンテンツが発生した場合の対処法

クラスタ内に、新たな悪意のあるコンテンツが存在した場合の共有フィルタの動作について考察する。

新たな悪意のあるコンテンツがクラスタ内に存在する場合、このコンテンツをフィルタリングできるピアがあれば、フィルタリングを行うと同時に仮想ピアへフィルタ設定が送られ、新たな共有フィルタをクラスタ内に配布する。これにより、最小限の被害で効率よく悪意のあるコンテンツの拡散抑制が行うことができると考えられる。

#### 4.2.2 攻撃者が悪意のあるフィルタを共有させた場合の対処法

攻撃者が、P2P ネットワーク上に悪意のあるコンテンツの拡散を目的として、脆弱性のあるフィルタを作成した場合について考察する。

クラスタ内のピアから、仮想ピアの共有フィルタに個人フィルタの設定が組み込まれる条件として、フィルタリングが行われることが必要となる。そのため、攻撃者が脆弱性のあるフィルタを共有フィルタに組み込むことは可能であるが、クラスタ内のピアに拡散させたい悪意のあるコンテンツに対応した個人フィルタがあれば、共有フィルタに組み込むため、拡散を防止することができる。

#### 4.2.3 フィルタリングしてはいけないキーワードをフィルタに組み込まれた場合の対処法

正常な通信を妨害しようとする悪意のあるピアが、フィルタにクラスタ構築の基となるメインキーワードや「あ、い、う」などの断片的な単語を登録した場合について考察する。

悪意のあるピアが、クラスタ内のやりとりを妨害することを目的として悪意のある個人フィルタを作成する。フィルタリングが行われることで悪意のある個人フィルタが仮想ピ

アへ送られる。仮想ピアは、悪意のある個人フィルタを組み込んだ共有フィルタをクラスタ内のピアへ配布する。この時、悪意のあるピアが作成したフィルタに登録された情報が、メインキーワードやサブキーワードを許可リストに自動で登録されているため、クラスタ内のやりとり妨害を防ぐことができる。しかし、メインキーワードやサブキーワードを含む悪意のあるコンテンツを作成された場合、許可リストを介してフィルタを通過する問題点があると考えられる。

## 5. おわりに

本論文では、悪意のあるコンテンツの拡散抑制を目的として、従来のフィルタ共有手法をクラスタリングと組み合わせた、仮想ピアを用いたフィルタ共有について提案した。その結果、従来のフィルタ共有の問題点であった新たな悪意のあるコンテンツの対策と共有フィルタの統一が可能になった。また、仮想ピアを用いることで、クラスタ内のピア同士のフィルタ共有だけではなく、他クラスタともフィルタ共有をすることが可能になった。以上の結果から悪意のあるコンテンツの拡散抑制の向上が可能となる。

今後の課題として、許可リストを通過する悪意のあるコンテンツの対策や、クラスタの規模に応じて仮想ピアを構築するピア数の増加、及びフィルタ有効期限の基準が必要である。

## 参考文献

- [1] 江崎 浩(監修), “P2P 教科書,” 株式会社インプレス R&D, (2005).
- [2] 上田 達也, 安倍 広多, 石橋 勇人, 松浦 敏雄, “P2P 手法によるインターネットノードの階層的クラスタリング”, 情報処理学会論文誌, Vol. 47, No4, (2006).
- [3] 川田 量久, 石本 一生, 植田 和憲, “P2P ネットワークにおけるクラスタリング手法の提案,” 情報処理学会研究報告, Vol. 2007, no. 38, pp. 49-54, (2007).
- [4] 横田 健治, 中河 隆二, 磯貝 太喜, 朝香 達也, 高橋 達郎, “P2P ファイル共有アプリケーションにおける保持コンテンツの分散のためのクラスタリング手法,” 電子情報通信学会論文誌, vol. j95-B, No. 2, pp. 178-187, (2012).
- [5] 寺田 真敏, 宮川 雄一, 松岡 正明, 松木隆宏, 鬼頭 哲郎, 仲小路 博史, “P2P ファイル交換ソフトウェア環境における情報流通対策向けデータベースの検討,” 情報処理学会研究報告書, vol. 2008, no. 71, pp. 123-128, (2008).
- [6] 安藤 類央, 外山 英夫, 門林 雄基, “DLL injection を用いた P2P ソフトウェアの情報漏洩の追跡と防止,” 情報処理学会研究報告, vol. 2007, no. 16, pp. 49-53, (2007).
- [7] 伊吹 和也, 川原崎 雅敏, “フィルタ共有による P2P ネットワーク上の有害コンテンツ拡散抑制,” 情報処理学会研究報告, vol. 107, no. 151, pp. 7-12, (2007).
- [8] 鹿野 将典, 上田 達也, 安倍 広多, 石橋 勇人, 松浦 敏雄, “P2P 基盤ソフトウェア musasabi の仮想ピアにおける通信方式,” 電子情報処理学会研究報告, 2009-DPS-139, No. 2, pp. 1-8, (2009).
- [9] R. Venkateshan, M. Jegatha, “Super Peer Deployment in Unstructured Peer-to-Peer Networks,” International Journal of Computer Networks and Wireless Communications(IJCNWC), Vol. 2, No. 1, 105-114, (2012).