

# BitTorrent における局所性を優先したピア選択法

## Peer selection method for BitTorrent based on locality

野間 敬太

後藤 滋樹

早稲田大学 基幹理工学研究科 情報理工学専攻

### 概要

P2P トラフィックのインターネット全体に占める割合は動画トラフィックの台頭により縮小傾向にあるが、依然として P2P は ISP からは疎まれがちである。その理由として、トランジットコスト問題が挙げられる。例えば Google など独自に AS (Autonomous System) を持つ大量のトラフィックを生み出す企業とは直接ピアリングすることでトランジットを回避することが出来るが、P2P 通信に対してはこうした対策を取ることが出来ない。そのため、ISP の中には P2P 通信に対して帯域制限を実施しているところも存在する。

本研究では、世界的に広く使われている P2P プロトコルである BitTorrent [1] を使い、P2P トラフィックを制御し P2P 通信により発生するトランジットを削減することを目標とする。本論文では提案手法を説明した後に、その有効性を Planetlab [2] 上のノードを用いて検証した結果を報告する。

### 1 提案手法

BitTorrent を用いた研究ではシーダの存在が非常に重要であり、通信局所性を求める研究 [3] の中にはシーダが存在する範囲で局所性を実現しているものがある。しかし、シーダが存在する範囲までピア検索範囲を広げてしまえばトラフィックをローカルに閉じ込める効果は薄い。そこで本研究ではシーダの所在に左右されずに通信局所性を高める手法を提案する。

本提案では、トラッカーの基本機能に加え以下の機能を付加した。

- トラッカーに接続してきたピアの IP アドレスから AS 番号を取得する
- AS 内に存在するピアの数によりピアリストに載せるピア候補を制限する

#### 1.1 AS 番号の取得方法

AS 番号の取得には ASLOOKUP[4] を用いた。トラッカーは接続要求を受けたピアの IP アドレスを引数にこれを実行する。出力例は次の通りである。

```
# aslookup -r 133.9.81.1
Target Address : 133.9.81.1
133.9.0.0/16: AS17956:WASEDA University
```

#### 1.2 ピアリストの決定方法

ピアに対してトラッカーから渡されるピアリストは各ピアが所属する AS 内に存在するピアの数に依存して制限される。本提案ではピアに階級を設け、これを元にピアリストを決定する。ピアの階級は、各 AS 内で最初にファイル共有に参加した 1 つのピアだけを上位ピアとし、後から参加した他のピアをすべて下位ピアとする。階級ごとに返されるピアリストを表 1 に示す。

表 1: 階級に応じたピアリスト一覧

リストの種類	リストに含まれるピアの候補
上位のピアに対して渡すリスト	階級が上位である他の AS に属するピア、および同一 AS 内に属する下位ピア
下位のピアに対して渡すリスト	同一 AS 内に存在するすべてのピア

#### 1.3 通信シーケンス

本提案の通信シーケンスを図 1 に示す。

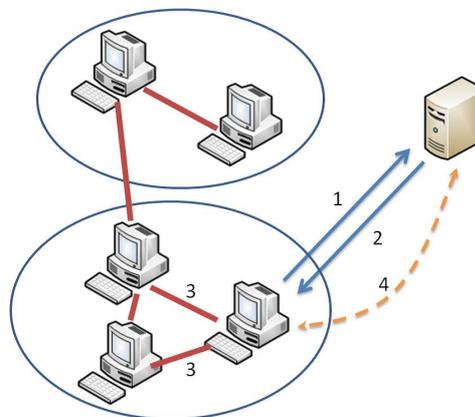


図 1: 本提案のトラッカーとピア間の通信シーケンス

1. ファイルを共有したいピアはトラッカーがデータベースに保持している他のピアのIPアドレス情報を要求する。
2. トラッカーは接続要求のあったピアが所属しているAS番号を確認し、そのAS内に存在するピアの数を確認する。ピアの数が1つ、つまり接続要求のあったピアがAS内で最初に参加したピアであるなら、そのピアを上位ピアとし、それ以外であれば下位ピアとし、階級に応じたピアリスト(表1)をピアに返す。
3. ピアはトラッカーから返された情報を元に他のピアと通信を行う。
4. その後ピアはトラッカーに対して定期的に通信状況を報告し、トラッカーはデータベースを更新する。

## 2 実証実験

提案手法を実装することによりAS間通信量が削減されることを示す。

### 2.1 実験環境

実験は以下の環境で行った。

- トラッカー 1 台 (CentOS 5.6)
- シーダー 1 台、リーチャー 17 台 (すべて Planetlab[2] 上のノード)
- 500MB の共有ファイル

Planetlab は世界中の大学、研究機関、企業が参加する大規模テストベッドであり、本実験では適切な5つのASを選択し、そこに所属する18個のノードを利用した。

### 2.2 実験結果

実験結果を以下に示す。

#### 2.2.1 通信局所性

リーチャーがどこからどれだけデータをダウンロードしたかを表2に示す。この結果より、AS内通信量が増え、AS間通信量が減っていることから通信局所性が高くなったことがわかる。提案手法とランダム手法では合計ピース数が異なっているが、これは同一のピースを異なるピアから取得することがあるためである。

表 2: ダウンロード元とダウンロード量の関係(単位: ピース)

	同一 AS	異なる AS
提案手法	26,135	8,011
ランダム手法	14,410	19,896

### 2.3 ダウンロード速度

各ピアがダウンロード完了までに要した時間を図2に示す。この結果から、提案手法はランダム手法に比べて数倍の時間がかかっていることがわかる。特に、ピア1~3に関しては、上位ピアがボトルネックとなったためにランダム手法の場合に比べて大幅に時間がかかっている。通信局所性だけを求める場合であれば提案手法で問題は無いが、ダウンロード速度の向上を求めるならばダウンロード速度に応じて上位ピアを変更するといった工夫が必要である。

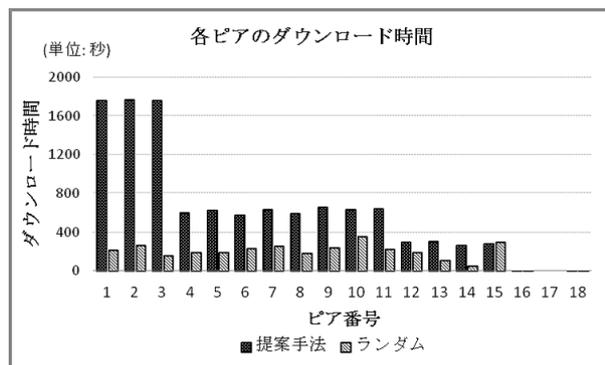


図 2: 各ピアがダウンロード完了までに要した時間

## 3 まとめ

本研究では、BitTorrent のトラッカーにピアのAS番号情報を付加し、他のASに属するピアと接続可能なピアを制限することで、シーダーの所在に依らずAS間通信量を削減する方法を提案した。

実証実験から通信局所性およびダウンロード速度について評価を行った結果、AS間通信量を60%程度削減することが出来た一方で、ダウンロード時間は最も悪化したピアの場合には数倍長くかかってしまう結果となった。これらのことから、利用されるシーンによりピア接続範囲の制限を緩めるなど柔軟な対応が必要である。また今後、上位ピアがボトルネックとなる場合に対する改善や、ピア数が増加した場合のトラッカーの負荷を検討する必要がある。

## 参考文献

- [1] BitTorrent, <http://www.bittorrent.com>
- [2] PlanetLab, <http://www.planet-lab.org/>
- [3] 出井勝弘, “ BitTorrent における効果的なピア選択法 ”, 早稲田大学大学院基幹理工学研究所 2009 年度修士論文, 2010
- [4] AS Number Lookup Utility <http://aslookup.bgpview.org/>