

# 制御ピアの参加による非構造化 P2P ネットワークにおける ファイル流通制御

上野 真弘<sup>†</sup>      大坐 島 智<sup>‡</sup>      川島 幸之助<sup>‡</sup>  
<sup>†</sup>東京農工大学 工学部      <sup>‡</sup>東京農工大学 大学院 共生科学技術研究院

## 1 はじめに

近年, Peer-to-Peer(P2P) ネットワークを構成することにより, ネットワークサービスを提供するソフトウェアが増加している. 特に, P2P ネットワークによるファイル共有は世界中で広く利用されており, 日本でも Winny に代表されるソフトウェアが有名である. しかし, これらのファイル転送により発生するトラフィック量は大きく, インターネット全体に大きな負荷を掛けており, 他のネットワークアプリケーションにも影響がでている. このトラフィックを減少させるための一つの対策として, ファイル転送の前段階であるファイル検索の効率を低下させることにより, 共有されるファイル数を制御する方法が考えられる.

そこで, 本稿では, ネットワーク上にファイル検索に対して非協力的な制御ピアを混入することにより, 検索効率を低下させる方式を提案する. また同時に, 代表的な非構造化 P2P ファイル共有ソフトウェアである Gnutella と Winny を想定したシミュレーション実験を行い, 各 P2P ネットワークにおける本制御方式の有効性を検証する.

## 2 ピア P2P ファイル共有における検索

ピア P2P ファイル共有ネットワークにおけるファイル検索では, ネットワーク上のピアが所有している大量のファイルを検索する必要がある. 基本的にはクエリを多数のピアに転送することによりファイル検索を実現しているが, 各ネットワークにより方式の違いがある.

Gnutella は, 非階層もしくは二階層の非構造化ピアネットワークを構成し, ピアは受信したクエリをフラッディング(すべての隣接ピアへ転送)する. 一方, Winny は, 非構造化ピアネットワークを構成するが, ピアは受信したクエリを申告速度を基準とした単一の上流ピアへ転送する. また, それと同時に隣接ピア同士でキーと呼ばれる保有ファイル情報を交換することにより, 周囲のピアが保有するファイルを擬似的に保持し, キーを持つピアが, 実際にファイルを所有するピアの代わりにクエリに対してクエリヒットを返すことで, 検索効率の向上を図っている.

## 3 提案方式

前述したクエリの転送やキーの拡散による検索方式は, いずれもピア同士の協力が不可欠である. 一方, 本稿で提案する制御ピアは, 図 1 のようにこれらの動作に関して非協力的であり, 参加により通常ピアが行う検索やキーの拡散を妨害する.

効果的に検索を妨害するためには, 通常ピアと制御ピア間の接続をより多く確立する必要がある. よって, 多数のピアで構成されるネットワークを少数の制御ピアで制御するために, 制御ピアは通常ピアよりも多くの最大接続数を設定する必要がある. また, 階層型ネットワークでは, 上流のほうがクエリが集まりやすいため, 制御ピアはいずれの P2P ネットワークでも上流ピアとして動作させる. 通常ピアとのその他の相違点としては, 自ら検索を行わない点やクエリヒットを返さないという点, 制御ピア同士が接続を確立しない点が挙げられる.

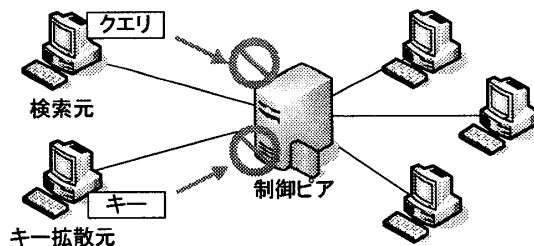


図 1 制御ピアの動作.

## 4 実験評価

本稿ではネットワークシミュレータとして ns-2 を用いた. その上で, Gnutella のシミュレーションには, ns 上で動作する Gnutella シミュレータである GnutellaSim[2] を用いた. Winny に対しては, さらに GnutellaSim を改造した.

通常ピアの台数は 100 台とし, 途中で参加や離脱はないものとする. 測定は 1 条件につき 10 回行い, 測定時間は 1 回 500 秒とする. ただし, Winny の場合は, その前にキーを拡散するための時間として 500 秒設ける. また, 実際の Winny ネットワーク上でのキーの寿命は 25 分と定義されているが [1], 今回の実験ではネットワークの規模が小さいため, キーの寿命は 5 分とした.

今回は, 各ネットワークごとに複数の接続条件を用意し, 各条件ごとに検索成功率を測定した. 表 1 に各条件における通常ピアの接続数を示す. なお, 本稿では, 検

A File Control Method with Using Non-Cooperative Peers  
in an Unstructured P2P Network  
Masahiro Ueno, Satoshi Ohzahata, and Konosuke Kawashima  
Tokyo University of Agriculture and Technology

索に対して一つでも有効な結果が返ってくれば検索成功と定義している。

表 1 各条件における通常ピアの接続数。

Gnutella (非階層)	タイプ A	3
	タイプ B	6
Gnutella (二階層)	タイプ A	上位同士:3, 下位から上位:2
	タイプ B	上位同士:6, 下位から上位:3
Winny	タイプ A	上流:2, 下流:5
	タイプ B	上流:4, 下流:10
	タイプ C	上流:5, 下流:5

まず、図 2 に Gnutella の制御ピア 10 台での制御結果を示す。横軸は制御ピアと通常ピアの接続数の比を表している。タイプ A はいずれも、制御ピアの接続数が増加するとともに検索成功率が減少しており、制御が成功している様子が確認できる。特に二階層型では、非階層型よりも少ない接続数で効果が表れている。これは、二階層型ではクエリが上流に集まるので、制御ピアが効果的にクエリの転送を妨害できるためであると考えられる。

タイプ A が制御に成功しているのに対し、タイプ B は制御ピアの接続数を増加させてもあまり効果が表れていない。特に、非階層型においては、まったく検索成功率の下降が見られない。これは、接続数が多いほうがフラディングによるクエリの増殖数が多くなるため、制御ピアの接続数を増やしても、容易にはクエリの増殖を阻止することができないためであると考えられる。

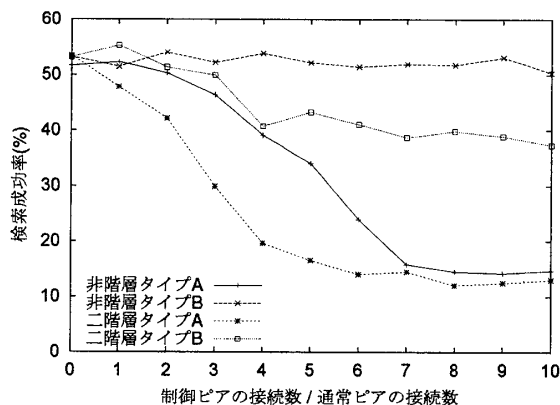


図 2 Gnutella ネットワークに対する制御結果。

次に、図 3 に Winny の制御ピア 3 台での制御結果を示す。こちらも、制御ピアの接続数の増加に伴った検索成功率の減少が確認できる。ただし、Gnutella の場合とは異なり、接続条件の違いによる変化は、タイプ C が若干高いものの、大きくは見られなかった。これは、Winny が単一の上流ピアへしかクエリを転送しないためであると考えられる。

また、図 2 と図 3 を比較すると、Winny ネットワー

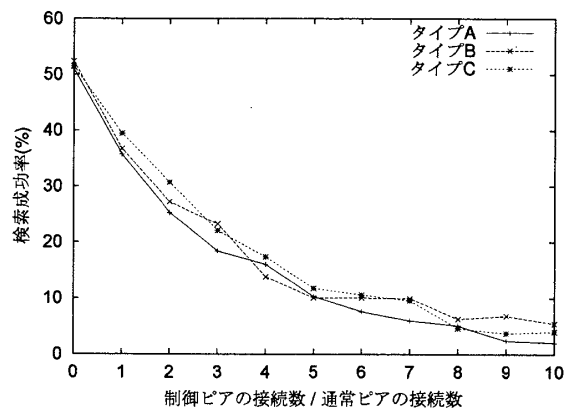


図 3 Winny ネットワークに対する制御結果。

クの方が本制御方式による効果が大きいことが分かる。この理由として 2 点考えられる。まず、Gnutella は、各ピアが受信したクエリに対するヒットをその場で返すのに対し、Winny は、ヒット (キー) がクエリに内包され、ホップ数が TTL (=6) に到達するなどの条件を満たすまでクエリと共に転送され続けるので、その経路上に一つでも制御ピアがあれば検索元に結果が返ってくることはないという点である。もう一つは、Winny は Gnutella よりも一部のの上流ピアにクエリが集中するので、制御ピアが効果的にクエリの転送を妨害できる点である。

## 5 おわりに

本稿では、P2P ファイル共有ネットワーク上に検索に対して非協力的な制御ピアを混入させることにより、ファイル検索効率の制御を行った。シミュレーション実験の結果、多くの接続を維持できれば少数の制御ピアでも、各ピアが行う検索の成功率を減少させることができることを確認した。また、本制御方式は、Gnutella のようなクエリを増殖させる検索方式よりも、Winny のような単一のクエリ転送を行う方式を採用しているネットワークに対して、より効果が大きいことが分かった。今後は、より大きな規模や今回検証した種類以外の P2P ネットワークでの有効性の評価を行う予定である。

### 謝辞

本研究の一部は科研費基盤 C (No. 18500047)、および、電気通信普及財団の研究助成の支援を受けており、ここに記して感謝する。

### 参考文献

- [1] 金子 勇: “Winny の技術,” アスキー (2005).
- [2] Q.He, M.Ammar, G.Riley, H.Raj, and R.Fujimoto: “Mapping Peer Behavior to Packet-level Details: A Framework for Packet-level Simulation of Peer-to-Peer Systems,” in *IEEE/ACM MASCOTS 2003*, pp.71-78 (2003).