

P2P トラフィック測定解析とトラフィック制御に関する研究

研究代表者 川 島 幸之助 東京農工大学大学院共生科学技術研究院教授
共同研究者 大坐島 智 東京農工大学大学院共生科学技術研究院助教

1 はじめに

近年、家庭への高速インターネット接続と高性能 PC の普及とともに、インターネットの利用形態として、P2P（ピアツーピア）ネットワークを用いたアプリケーションが広く利用されている。P2P 技術は、いわゆるサーバを必要としないでネットワークを構成し、サーバにかかるデータ処理の負荷とトラフィックの集中を分散できる一方、バックボーンネットワークへの負荷、すなわちトラフィック量を増大させており、既存のインターネットを利用するアプリケーションの通信に大きな影響を及ぼしている。P2P ネットワークを用いたアプリケーションが注目されるにつれて、P2P ネットワークの定量的な評価の研究が盛んになってきている。しかしながら、その多くは P2P ネットワークの構築法、情報交換の仕組みについてのコンピュータシミュレーションによる研究であった。国内で多くのユーザを獲得している P2P アプリケーションについては、トラフィック自体が暗号化され、かつ個人情報の問題もあり、トラフィック測定自体が非常に難しく、その実態は全くわからない状況であった。

本研究では P2P ネットワークトラフィックの状況を定量的に調査分析する。その際、暗号化されたアプリケーショントラフィックの特定方法を開発し、トラフィック面からの特徴を明確にした。そして、P2P トラフィックのバックボーンネットワークに対する影響を考察した。また、P2P ネットワーク内をアクティブに測定する方式を開発することにより、その構造、振る舞いを定量的に評価する方式の基礎研究を行った。さらに、社会問題となっている P2P ファイル共有ネットワークを介した情報流出の問題を解決するために、流出ファイルを制御する方式を Winny ネットワークを対象として開発を行った。囿のピアが Winny ネットワークに参加し、検索リンクを制御することにより、流通するファイルを制御する。ファイルを持つピアの検索リンクをすべて制御ピアにつなげることにより、ファイルがあたかもネットワークからなくなり、検索できなくなることを実ネットワークにおいて確認した。そして、ファイル流通制御方式として、Winny ネットワークにおいて有効なポイズニング手法を開発し、実機により基本的な評価を行った。

2 P2P トラフィック測定解析

2-1 P2P トラフィック特定方式（参考文献[1], [2], [4], [13]）

2-1-1 はじめに

現在の P2P アプリケーションは匿名性の高い通信方式を用いており、その現状はよく知られていない。インターネットトラフィックに対する研究をするためには、まずアプリケーション毎にトラフィックを特定する必要がある。初期の P2P アプリケーションもデフォルトサービスポートを用いて通信を行っていた。しかし、P2P アプリケーションではデフォルトのサービスポートが必ずしも用いられているわけではない。シグニチャマッチングによるアプリケーションの特定はパケットペイロードにアプリケーション特有の文字列が含まれている場合有効であるが、最近の P2P ファイル共有アプリケーションでは、パケットペイロードが暗号化され、簡単に用いることができない。たとえ暗号化されたパケットを復号化でき、シグニチャマッチングを用いてアプリケーションを特定可能になったとしても、通信の秘密の侵害になる可能性があり、その利用は研究目的でも利用が大きく制限される。

そのため、アプリケーションレベルの情報を用いずにトラフィックのアプリケーションを特定する方法として、本研究では、アプリケーション層のヘッダ情報やユーザペイロードの情報は用いず、トランスポート層と IP 層のヘッダ情報のみで、Winny トラフィックを特定する方式を提案する。まず、囿(おとり)の Winny ピアが Winny ネットワークに参加し、他のピアの IP アドレスとサービスポート番号を囿ピアとの TCP 層以下

のアクセス関係から直接特定する。次にその特定された IP アドレスとサービスポート番号を元にして、Winny ピア間では双方向でクライアント／サーバ関係が構築されることに着目し、この関係をたどることにより、**罫**ピアが直接アクセスしなかったピアの IP アドレスとサービスポート番号を次々に特定することが可能である。

2-1-2 提案する Winny トラヒック特定方式

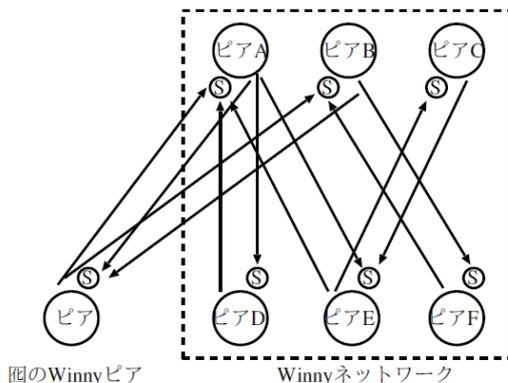


図 1 罫ピアによる Winny ピアの IP アドレスとサービスポートの収集

提案するアプリケーショントラヒック特定方式は、ピアの IP アドレスとサービスポート番号を特定することにより実現する。すなわち、パケットのアプリケーションレベルの情報は必要としない。まず、**罫**の Winny ピアが Winny ネットワークに参加することにより、Winny ネットワークに参加している Winny ピアの IP アドレスとサービスポート番号を特定する(図 1)。Winny ネットワークに参加しているピアの IP アドレスは、**罫**ピアのサービスポートにアクセスすることで判明し、サービスポート番号は**罫**ピアがアクセスしに行くことで判明する。つまり、**罫**の Winny ピアとの間で双方向クライアント／サーバ通信モデルが確立することにより Winny ネットワーク上のピアの IP アドレスとサービスポート番号が判明する。しかし、**罫**ピアの処理能力の関係で Winny ネットワークに参加する全てのピアの IP アドレスとサービスポート番号を特定することは難しい。(図 1 ではピア A と B だけを特定したとする) よって、まだ特定できていないピア C, F をピア間の双方向クライアント／サーバ関係を用いて特定する手順を次に述べる。

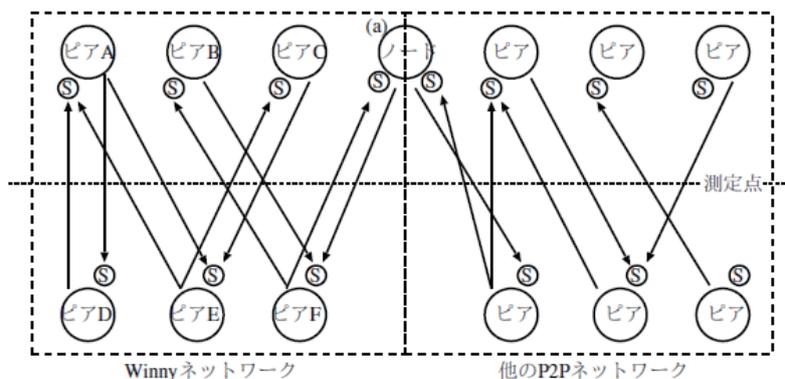


図 2 複雑なネットワークモデル

図 2 に複雑なネットワークモデルを示す。一般に P2P ユーザの中には、2 つのネットワーク間に存在するノード(a) のように 1 つのノードで複数の P2P アプリケーションを実行している場合がある。複雑なネットワークモデルでは、測定点を境に上側もしくは下側のみのネットワークにそのようなノードが存在するとする。それぞれのアプリケーションのピアは同一のアプリケーションのネットワークに参加しているピアとのみアクセスがある。しかし、ノード(a) を適切に扱わない場合、ノード(a) 上で実行しているピアとアクセスしている他の P2P ネットワークに所属しているピアも Winny ピアと判断してしまう誤検知の原因となる。よって、ノード(a) を下記の手順では誤検知が起きないように扱う。

最も簡単な方法はノード(a) との通信の全てををないもの(実際にはログから削除)とし、P2P ネットワー

クを2つに分割する方法である。この操作により特定方式1が使えるようになる。しかし、複数のサービスポートを持つノードのWinnyのサービスポートを特定することができない。そこで特定方式2では、ノード(a)のピアとその他のピアとのアクセス関係をさらに検討する。ノード(a)のWinnyのサービスポートはWinnyピアだけからアクセスされ、ノード(a)のWinnyはそのアクセスしてきたピアFにアクセスし返す。つまり、双方向クライアント/サーバ通信モデルに着目すると、図2のような、上側もしくは下側だけに複数のサービスポートを持つノードがあったとしても、通信する相手のピアのサービスポートは1つであり、間違っても他のP2PのピアをWinnyと誤検知することはないことがわかる。つまり、ノード(a)を境に2つのP2Pネットワークを分けることが可能となる。この操作手順を、2つ以上のサービスポートを持つノードに対して上下それぞれに行うことにより、すべてのピアが特定可能となる。

2-1-3 提案特定方式の評価

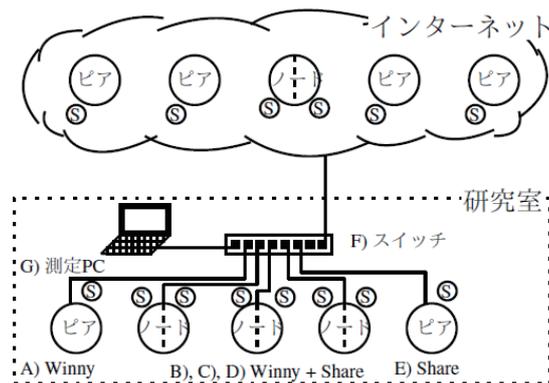


図3 Winnyトラフィック特定評価環境

前述の議論を実際にインターネット上のP2Pピアとの通信を解析することにより、提案するトラフィック特定方式の精度を評価する。Winnyトラフィック特定評価環境(図3)を設定し、2007年5月に採取した48時間のログを解析した。研究室内に5台のPCを用意し、PC A(TCP:サービスポート番号15001), PC B-D(TCP:サービスポート番号10001)にWinnyを実行させ、PC B-E(TCP:サービスポート番号20001)にShareを実行させた。PC B, C, Dの3台では2つのP2Pアプリケーションが実行されており、2つのP2Pネットワークにアクセスすることになる。Winnyトラフィックを特定する際、PC Aのピアのサービスポート番号(15001)が囿ピアによってわかっていると、Winnyトラフィックを特定していく。しかし、インターネット上のWinnyピアのサービスポートへの接続トラフィック、特にPC B, C, DではどのトラフィックがWinnyトラフィックなのかを特定することは難しく、評価の対象となる。

表1 平均誤検知率と平均未検知率

解析単位	0.5 時間	1 時間	3 時間
平均未検知率	0.055	0.054	0.053
平均誤検知率	0	0	0

図3のPC AのWinnyピアのサービスポートが囿ピアによって与えられているとして、Winnyのサービスポートの特定を開始する。まず、1つのノードに2つ以上のサービスポート(Winnyと他のアプリケーション)をもつピアを、48時間のログを24時間づつに分けて特定する。この手順により、インターネット上に最初の24時間に904、次の24時間に814、48時間に延べ1573ノードが2つ以上のサービスポートを持つことが分かった。提案方式でこれらのノードの扱いがうまく行っていない場合は、誤検知が大きくなることになる。表1に24時間のログの期間を0.5, 1, 3時間毎に区切り、それぞれの期間で特定方式を実行し、平均を求めた。表1に誤検知率と未検知率のそれぞれの解析単位での平均を示す。提案方式で48時間で延べ数59098-59116のユニークなWinnyピアのサービスポートを誤検知無しで特定することができた。よって、1つのノードに複数のP2Pアプリケーションが実行されているような場合でも誤検知は

1/59116 以下であったと言える。それぞれのログ解析単位でそれほど大きな差がない。本方式の特定精度は、1つのノードに1つのWinnyピアが実行されている割合に依存しているが、複数のP2Pアプリケーションを実行しているユーザがそれほどいないため(2.5%程度)、特定精度の大きな低下は起きなかった。

2-1-4 まとめ

ピアP2PアプリケーションであるWinnyのトラフィック特定方式を提案し、特定精度の検討を行った。Winnyピアのサービスポートを特定するとピア間のアクセス関係をたどることによって、次々にWinnyピアのサービスポートを特定可能であることを示した。本提案方式により、アプリケーションレベルの通信が暗号化されていたとしても、トラフィックの状況、ユーザ動向を把握する手がかりを、トランスポート層以下のログだけで掴むことが可能である。インターネット上のWinnyピアとの接続による評価実験により、提案する特定方式の未検知率は0.053-0.116である一方、誤検知率を1/10000程度に押えることが可能であることを示した。そして、双方向クライアント/サーバ通信モデルが確立されるまでの時間は短く、このことを本特定方式に特定条件として加えることにより、さらなる特定精度の向上が考えられる。

2-2 P2Pトラフィック測定解析

2-2-1 Winnyトラフィック特性評価 (参考文献[2],[5],[8],[14],[15])

前述の方式でISPでのWinnyトラフィックを特定し、特性を評価する。図4に測定環境を示す。Winnyトラフィックの特定は前節の方式を用いるため、2つの測定地点が必要となる。まず、研究室に20のWinny2のピアを囲として実行した。よって、特定可能なトラフィックはWinny2(以下、Winny)のみである。そして、ISPのスタブネットワークと上位のネットワークの間にWinnyトラフィックを評価するための測定地点を一時的に用意した。測定地点でのリンクの速度は1Gbpsであり、ISPでの測定地点では、ISPとインターネット間の両方向の通信を記録した。2つの測定地点で同時に測定を行うことで、ISPでの測定ログには、囲ピアがアクセスしたWinnyピアのIPアドレスとポート番号が含まれることになり特定が可能となる。

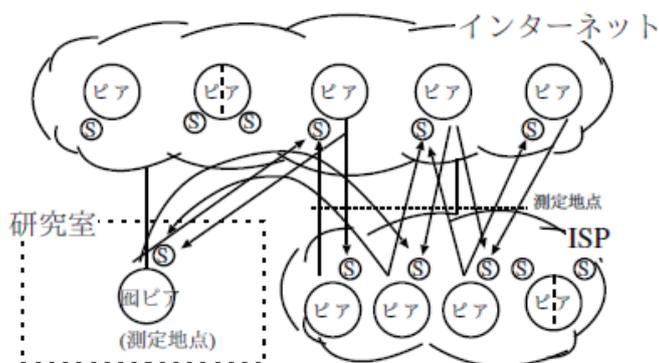


図4 測定地点

2004年6月8日14:00.19:00の5時間のログを解析した。このトラフィックログで、ISP内の1,807のIPアドレスと128,129のISP外のIPアドレスが測定され、ISP内の72のWinnyピアと48,049のISP外のピアの通信を特定した。よって、ISP内では、 $72/1,807=0.04$ 程度の割合がWinnyユーザであった。ISP外で測定されたIPアドレスの内、 $48,049/128,129=0.375$ の割合がWinnyで占められていた。ここでのフローの定義は、TCPで同一の送信元、送信先のIPとポート番号、プロトコル番号を持ち、SYN, FINフラグ間の通信である。フロー数では10%、トラフィック量では30%がWinnyのトラフィックであった。

図5にWinnyトラフィックのフローサイズの補分布(CCDF)をインターネットへの方向、インターネットからの方向別に示す。両方向とも、150B, 1KB, 64KB付近の3つの所にステップがある。WinnyはピアP2Pアプリケーションであり、多くのアクティブな隣接ピアのリストを保持することで、ピアの離脱が頻繁にあったとしても、安定した検索ネットワークを維持する必要がある。つまり、150B以下のフローを用いて隣接のピアの存在とピア情報の確認を行い、フロー数の75%を占めている。Winnyではファイルの送信が64KB単

位で行われるため、1KB から 64KB までの 2 番目のステップは主にファイル検索の情報を得るために使われたフローである。つまり、64KB よりも小さな 95.4%のフローは、ファイル共有に用いられていない。3 番目のステップは、64KB 付近にあり、4.6%のフローがファイル共有に用いられており、64KB よりも大きなフローの和で Winny トラフィック量の 99%を占め、小数のフローが非常に大きなトラフィック量を生成している。

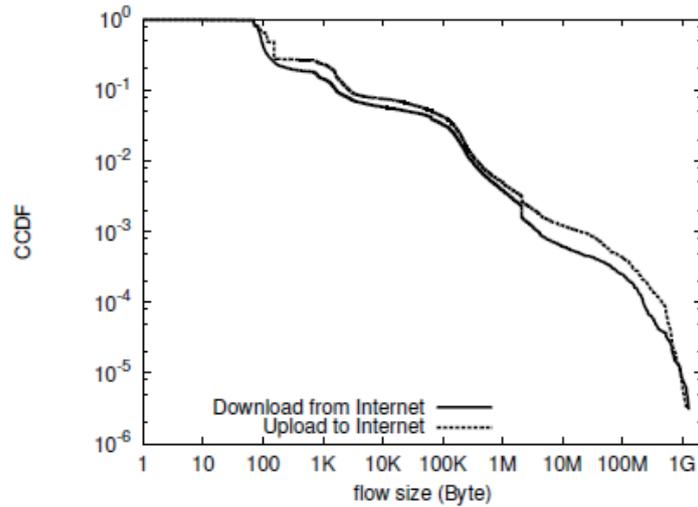


図 5 フローサイズ (インターネットへ, インターネットから)

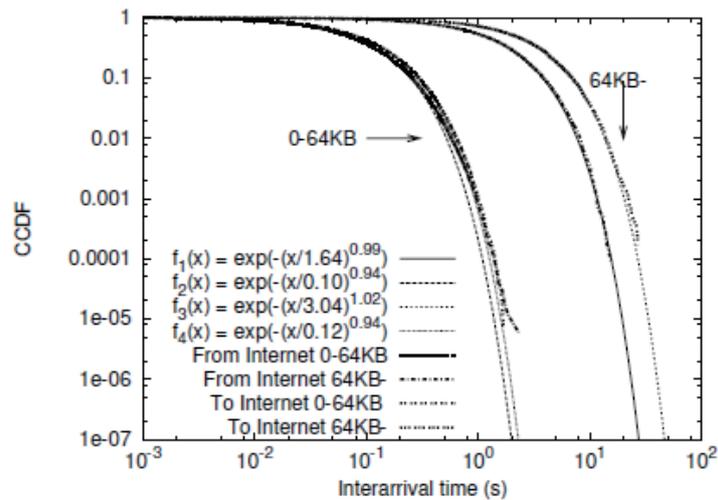


図 6 フロー到着間隔 (測定地点)

図 5 に示したように、Winny トラフィックの分布はフローサイズで 3 つのステップ (150B, 1KB, 64KB 付近) があることが分かった。これらのステップは、ファイル共有のためのフローと検索ネットワークを維持するためのフローに分けることができる。この 2 つのトラフィックは異なる特徴を示す可能性がある。しかし、1 つの Winny ピアは、ファイル共有のための通信と検索ネットワークを維持する通信で同一のサービスポート番号を用いるため、サービスポート番号でこれらの区別をすることができない。そこで、Winny では、64KB 単位でファイルの転送が行われることに着目し、64KB よりも小さなフローを検索ネットワークを維持するためのフロー、64KB よりも大きなフローをファイル共有のためのフローと定義する。

図 6 に測定地点でのフロー到着間隔をインターネットへの方向、インターネットからの方向別に示した。検索フローでは方向による違いがほぼなかったが、ファイル共有フローでは、インターネット方向へのフロー到着間隔が、インターネットからの到着間隔よりもフロー到着間隔が短かった。検索ネットワークを維持するためのフローは、どちらの方向もほぼ同じように生成されるが、ファイル共有のためのフローは、インターネット方向へのフローがより多く生成され、この違いが方向別で送信量が違う原因となっている。

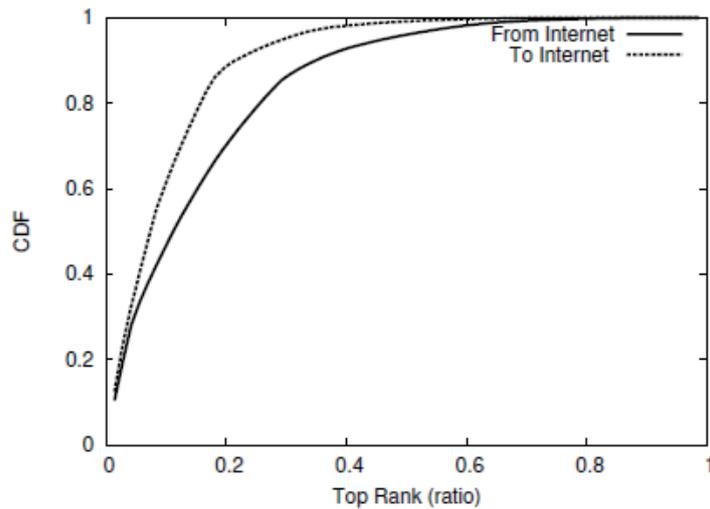


図 7 ピア別の Winny トラフィック量 (72 ホストの上位順, ISP 内)

図 7に ISP の内のピアと外のピアでの送信受信トラフィック量の累積分布(CDF)を示す. CDF はトラフィック量の多い順に並べたものである. 図 7から, ISP 内の 40%の Winny ピアが 90%のデータ量をダウンロードし, ISP 内の 20%のピアが 90%のデータ量をアップロードしていることがわかる. 一部の Winny ユーザが大部分のアップロード, ダウンロードデータ量の大部分を占めているが, アップロードしているピアの方がその集中度が高い. つまり, ISP 内では, コンテンツをアップロードしているピアよりも, ダウンロードしているピアの方がより多いことがわかる. FastTrack のネットワークでは, AS 内の 10%のピア (IP アドレス) に 90%, eDonkey では, 10%のピア (IP アドレス) に 98%のトラフィックが集中しているという報告があるが, Winny のネットワークではそれらと比較するとトラフィックが分散している. これは, Winny にファイルをダウンロードするたびにネットワーク内にファイルの暗号化されたキャッシュが生成され, より多くのピアからのファイルのダウンロードが可能な仕組みがあるためと考えられる.

2-2-2 まとめ

ピア P2P ファイル共有 Winny のトラフィック特性を ISP でのトラフィック測定解析結果を用いて明らかにした. Winny のトラフィックは, 上り, 下り方向ともに同じような特性を持ち, 4.6%のファイルを転送するためのフローが 99%のトラフィックを生成する. 今回, トランスポート層以下の測定結果のみを解析したが, アプリケーション層レベルのペイロード情報と組合せながら解析することにより, Winny ネットワークの実態を更に明らかにすることが可能であり, 今後の課題とする.

3. P2P ネットワークにおける流通ファイル制御方式

3-1 ファイル検索リンクの制御による P2P ネットワークにおける流通ファイル制御方式 (参考文献[3], [6], [7], [12], [18])

3-1-1 はじめに

Winny や Share, LimeWire をはじめとした P2P ファイル共有アプリケーションが構成するオーバーレイネットワークでは, 著作権侵害問題と情報流出問題は, 現在においても解決されていない. この原因として, 既存の P2P ファイル共有アプリケーションには流通ファイルの削除機能がないため, 情報がファイル共有ネットワークに流通してしまった場合に事後的対策が困難な点が挙げられる. 本研究では, 日本で人気のあるファイル共有アプリケーション Winny に注目し, Winny のファイル共有ネットワークに制御用ピアを参加させることで, 特定のピアがアップロードしているファイルの流通を制御する方式を提案した. また, 実ネット

ワークを利用した実験環境を構築することで、提案制御方式の有効性について評価を行った。

3-1-2 提案するファイル流通制御方式

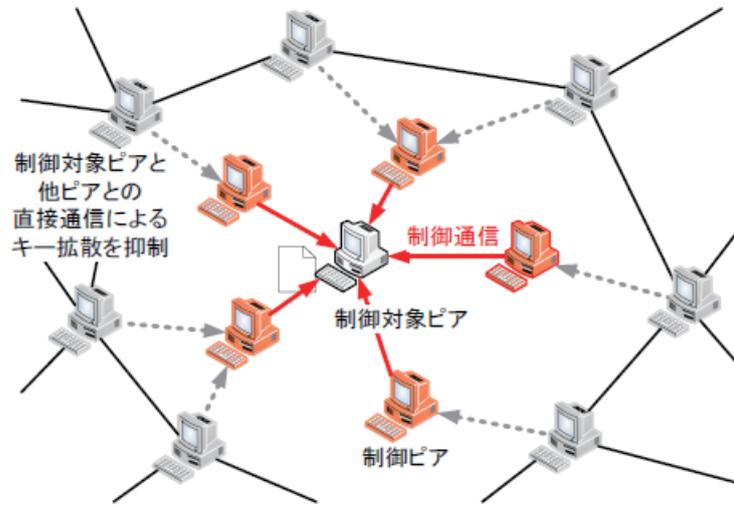


図 8 提案するファイル流通制御システム

本研究では, Winny ネットワークを流通しているキー (ファイルを持っているピアがネットワーク上に流通させるファイルの実際の位置のポインタ情報を持つファイル) の生存時間フィールドに注目した. Winny ピアがファイルをアップロードするとき, ファイルから生成したキーの生存時間フィールドに, 初期値としておよそ 1500 秒の値を設定した上でキーを隣接ピアに拡散させている. キーを受信した Winny ピアは自らの保持しているキーについて, 生存時間フィールドの値をおよそ 1 秒間に 1 ずつ減らしている. 通常はファイルをアップロードしているピアから隣接ピアに対して, 生存時間フィールドの値が大きいキーが拡散されており, キーを受信した Winny ピアは生存時間フィールドの値を更新している. しかしながら, アップロードピアの離脱などによりファイルの新しいキーがネットワークに提供されなくなった場合は, Winny ピアはそのキーの生存時間タイマを減少させていき, 一定時間後にキーはネットワークから消滅する. そこで, ファイルをアップロードしている Winny ピアから他の Winny ピアへのキーの拡散を防止するために, 制御ピアが多数の宛 Winny ピアを生成し, これらが制御対象ファイルをアップロードしているピアと高い頻度で通信することで, アップロードピアを Winny のファイル共有ネットワークから分断する手法を提案する (図 8).

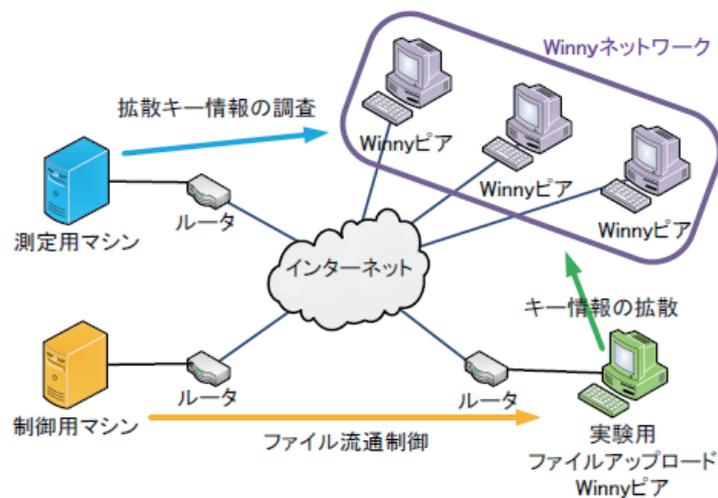


図 9 実験環境

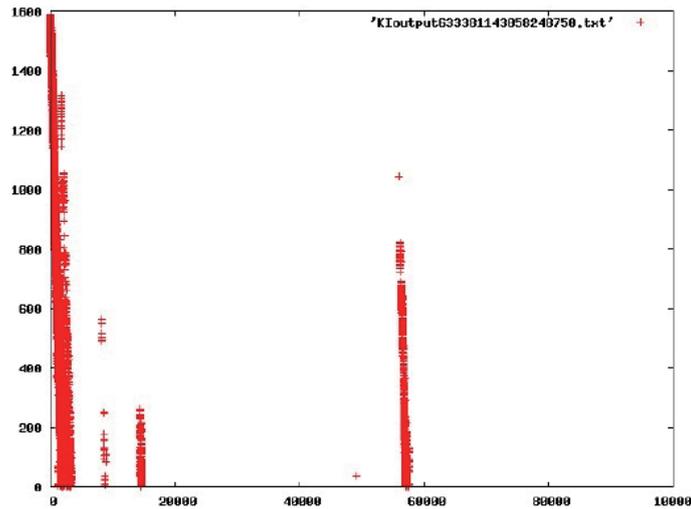


図 10 クエリ返答に含まれるキーの生存時間の変化

3-1-3 提案方式の評価

図 9 に実験環境を示す。ファイルアップロード用のマシンには Winny2β 7.1 を動作させ、実験用のアップロードファイル 50 個をアップロードさせた。図 10 にクエリ返答に含まれていたキーの生存時間フィールドの値の時間経過による変化を示す。このグラフは横軸に経過時間を、縦軸には調査ピアが受信したキーの生存時間フィールドの値をとっている。をみると、キーの生存時間フィールドの値は、制御開始前にはキー生成時の初期値である約 1500 から 1600 の値になっている。制御を開始すると、キーの生存時間フィールドの値が減少し始め、測定開始から 4000 秒の時点で生存時間フィールドの値が 0 になっていることが分かる。よって、提案方式の制御によってファイルアップロードピアが Winny ネットワークから分断され、アップロードファイルのキーが他の Winny ピアへ送信される頻度が減少していることがわかる。しかしながら、制御継続中も少数ながら、制御対象のピアから他の Winny ピアへのキーの拡散が発生しており、制御ピアの実装には改善の余地があるといえる。

3-1-4 まとめ

Winny ネットワークのファイル流通を制御する手法を提案し、提案手法による制御システムを実装した上で、実際にインターネットで稼動している Winny ネットワークにおいて評価実験を行った。評価実験の結果からは提案制御方式の有効性を確認した。今後は流通を制御したいファイルがネットワーク上に広く拡散している状況を想定した、複数ピアへの制御実験や、制御ピアの性能向上を行う予定である。

3-2 ポイズニングによる P2P ネットワークにおける流通ファイル制御方式 (参考文献[9], [11], [16])

3-2-1 はじめに

P2P ファイル共有ネットワークは、プロトコルにファイル流通制御機能を備えていない場合がある。そのような場合は、ポイズニング手法を用いることが有効である。P2P ネットワークにおけるポイズニング手法とは、制御用に加工したファイル情報、またはファイル本体をネットワーク上に拡散し、制御対象ファイルのダウンロードを困難にする方法である。しかし、国内で広く利用されている Winny や Share 等の P2P ファイル共有ネットワークは、ポイズニング手法への対抗策となるように、ファイル ID による検索が可能となっている。そこで本研究では、Winny ネットワークを対象にファイル ID 検索に対しても有効なポイズニング手法を実装し、評価実験により効果を確認した。

3-2-2 提案するアイテムポイズニング方式

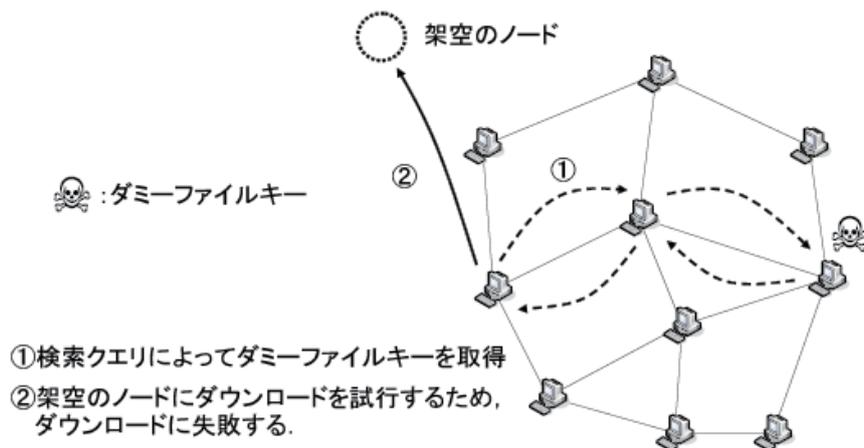


図 11 Winny に対するインデックスポイズニング

ポイズニングとは、制御用に加工したデータをネットワーク上に拡散することで、ファイル流通制御を行う手法である。制御用に加工したファイルの要約情報を拡散する手法のことをインデックスポイズニングと言い、制御用に加工したファイル本体を拡散する手法のことをコンテンツポイズニングと言う。本研究では、Winny ネットワークに対してインデックスポイズニングを行い、ファイル流通制御用に加工したファイルキー（ダミーファイルキー）をネットワーク上に拡散する手法を用いる。ネットワーク上のノードは、制御対象ファイルを検索する過程でこのダミーファイルキーを入手する。ダミーファイルキーのファイル位置情報の項目をネットワーク上に存在しない架空のノードにすることにより、制御対象ファイルのダウンロード試行を失敗させる（図 11）。

Winny は、ポイズニングの対策となるようにファイル ID による検索が可能となっている。P2P ファイル共有ネットワーク上のファイルを、ファイル名ではなくファイル ID によって検索することにより、膨大な数の流通ファイルの中からダミーファイルキーに影響されることなく 1 つのファイルキーを検索することができる。これは、ファイル ID にはファイル本体のデータ内容から算出する MD5 ハッシュ値が使用されており、同じファイル名のファイルであっても、データ内容が異なればファイル ID は異なるからである。

ファイル ID 検索を試行するノードに対しては、Winny のファイルキー書き換えルールを利用して、制御対象ファイルキーのデータを変更することによりファイル流通制御を行う。制御対象ファイルキーの内容を書き換える場合には、拡散するダミーファイルキーは制御対象ファイルキーと同じファイル ID でなければならない。その他の項目は自由に設定が可能のため、ファイル検索の際にユーザがほとんど使用しないようなキーワードをファイル名に設定することや、ファイルの位置情報をネットワーク上に存在しない架空のノードに設定することができる。このようにファイルキーのデータ内容の書き換えを行うことで、ファイル ID 検索を試行するノードに対しても有効なインデックスポイズニング手法を実現する。

3-2-3 提案方式の評価

評価環境は、仮想 PC エミュレータの VMWare を用いて、合計 61 ノードの Winny ネットワークを構築した。Winny には回線速度の速いノードを上流、回線速度の遅いノードを下流とする概念がある。構築した Winny ネットワークでは、上流に 15 ノード、中流に 35 ノード、下流に 5 ノードを割り当てた。これらのノードは、Winny プロトコルに従ってファイルキーの中継のみを行う。また、制御対象ファイルのダウンロードを試行するノードを 5 ノード参加させる。制御対象ファイルをアップロードするノードを 1 ノード参加させた。ダウンロードを試行するノード、ならびにアップロードを試行するノードは中流に割り当てた（図 12）。また、あらかじめネットワーク上には制御に関係ない内容のファイルキーを 10,000 個流通させておく。これは、実ネットワークでは制御対象ファイル以外のファイルキーも流通していることを考慮するためである。

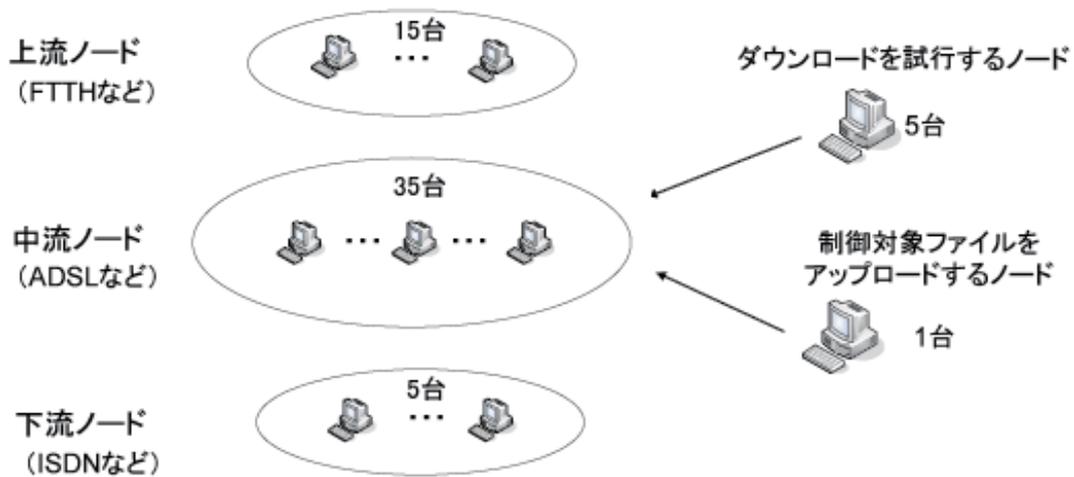


図 12 評価環境

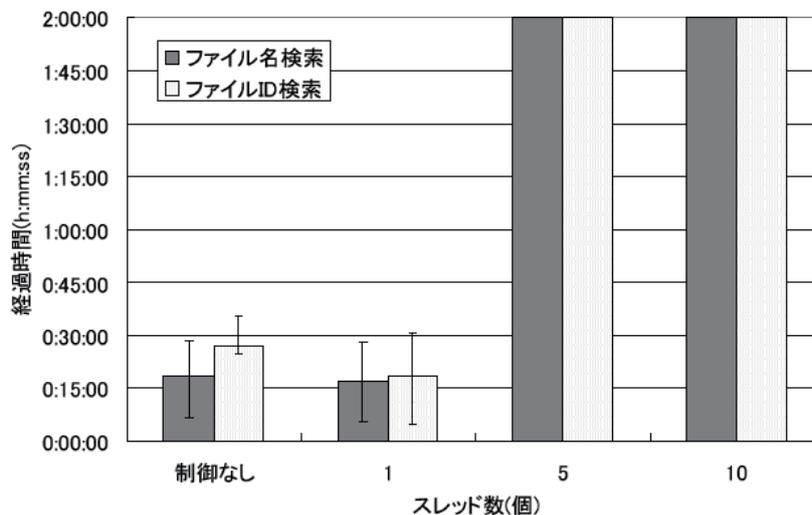


図 13 ファイル ID 検索に対するポイズニングでダウンロードに要した時間

ファイル ID 検索に対するポイズニングの評価は、制御ノードのスレッド数を変化させながら評価した。図 13 に、ファイル ID 検索に対するポイズニングで、ダウンロードを試行するノードが制御対象ファイルのダウンロードに要した時間の平均値を示す。図 13 には、制御対象ファイルのダウンロードに要した時間の最大値と最小値も記してある。制御ノードのスレッド数が 1 の時は、全く制御を行わないときとほぼ同様の時間で、制御対象ファイルのダウンロードが完了する。これは、制御ノードによるダミーファイルキーの拡散よりも、制御対象ファイルをアップロードするノードからの制御対象ファイルキーの拡散の方が速いからである。しかし、制御ノードのスレッド数を増やせば、ネットワーク上にダミーファイルキーが拡散する速度を速くすることができる。図 13 では、スレッド数が 5 以上の時は評価中の 2 時間の間は制御対象ファイルのダウンロードが完了しない。このことから、制御対象ファイルキーの拡散よりも速い速度でダミーファイルキーを拡散すれば、制御対象ファイルの流通制御が可能であると言える。また、ファイル名検索に対するポイズニングでは、ダミーファイルキーがネットワークから消滅すると制御対象ファイルのダウンロードが可能となっている。しかし、ファイル ID 検索に対するポイズニングでは、制御対象ファイルをアップロードするノードのファイルキーを書き換えてしまうことにより、アップロードを行うノードからダミーファイルキーと同じ内容のファイルキーが拡散するようになる。そのため、最初に制御ノードが拡散したダミーファイルキーがネットワーク上から消失した後でも、制御対象ファイルの流通制御が可能となっている。

3-2-4 まとめ

本研究では、Winny ネットワークにおけるポイズニング手法を、ファイル ID 検索に対応できるように改良し、評価実験によりその効果を確認した。ファイル ID 検索に対応したポイズニングは、制御の対象が特定のファイル ID を持つファイルのみとなる。そのため、ネットワーク上に拡散しなければならないダミーファイルキーのユニーク数は1個で済み、ファイル名検索に対するポイズニングのように大量のダミーファイルキーを拡散する必要がなく、ネットワークへの影響が少ない制御方式である。今後は、実際の Winny ネットワーク上で定量的に評価する予定である。

4 終わりに

加入者アクセスがますますブロードバンド化されることにより、P2P トラフィックの影響は急速に増大する。バックボーンネットワークに対する影響は大であり、P2P ネットワークとバックボーンネットワークのあり方についてさらに検討を進めていく予定である。また、P2P 技術はコンテンツ配信の際の負荷分散技術として注目をされている。今後普及が見込まれる、IPTV、動画ストリーミングと P2P 技術を組み合わせた利用、制御方法についても、さらに研究を進める予定である。

【参考文献】

- [1] 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “クライアント/サーバ関係に着目したピュア P2P アプリケーショントラフィック特定方式と評価,” 情報処理学会論文誌, Vol. 49, No. 2, pp. 988-998, 2008.
- [2] Satoshi Ohzahata, Konosuke Kawashima, “A Study on Traffic Characteristics Evaluation for a Pure P2P Application,” Proc. the 2nd International Workshop on Modeling, Simulation and Optimization of Peer-to-Peer Environments (MSOP2P), pp. 483-490, 2008.
- [3] 山崎 堯之, 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “ピュア P2P ネットワークにおける四ピアを用いた検索ネットワークの制御によるファイル流通制御方式,” 情報処理学会 DCOM02007, pp. 378-383, 2007.
- [4] 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “ピュア P2P アプリケーショントラフィック特定方式と評価,” 電子情報通信学会 NS 研究会, Vol. 107, No. 6, pp. 43-48, 2007.
- [5] 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “ピュア P2P アプリケーショントラフィック特性の評価,” 情報処理学会 EVA 研究会, Vol. 2007, No. 63, pp. 7-14, 2007.
- [6] 山崎 堯之, 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “ピュア P2P ファイル共有ネットワークにおける制御ピアの参加によるファイル流通制御方式,” 電子情報通信学会 IN 研究会, Vol. 107, No. 222, pp. 79-82, 2007.
- [7] 山崎 堯之, 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “ピュア P2P ファイル共有ネットワークにおける制御ピアを用いたファイル拡散防止方式,” 電子情報通信学会 IN 研究会, Vol. 107, No. 525, pp. 397-400, 2008.
- [8] 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “A Measurement Method for Peer Behaviors in a Pure P2P Network,” 電子情報通信学会 IN 研究会, Vol. 107, No. 525, pp. 401-406, 2008.
- [9] 上野 真弘, 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “非構造化 P2P ファイル共有ネットワークにおける非協力ピアの参加によるファイル流通制御方式の提案と評価,” 情報処理学会 EVA 研究会, Vol. 2008, No. 30, pp. 25-30, 2008.
- [10] 吉田 雅裕, 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “非構造化 P2P ファイル共有ネットワークにおけるポイズニングによるファイル流通 制御方式の提案と評価,” 情報処理学会 EVA 研究会, Vol. 2008, No. 30, pp. 31-36, 2008.
- [11] 吉田 雅裕, 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “P2P ファイル共有ネットワークにおけるファイル ID 検索に対応したポイズニング手法の提案,” 電子情報通信学会 NS 研究会, Vol. 108, No. 31, pp. 49-54, 2008.
- [12] 山崎 堯之, 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “P2P ネットワークにおける非協力ピア混入によるファイル流通制御方式,” 情報処理学 第 69 回会全国大会, 4W-9, 2007.
- [13] 大坐 畠 智, 川島 幸之助, “クライアント/サーバ関係を用いたピュア P2P トラフィック特定方式の一検討,” 電子情報通信学会 2007 年総合大会, BS-8-8, 2007.

- [14] 大坐島智, 川島幸之助, “アクティブ測定によるピュア P2P ネットワークトポロジ推定方式, 電子情報通信学会 2007 年ソサイエティ大会, BS-8-4, 2007.
- [15] 渡部友也, 大坐島智, 川島幸之助, P2P ファイル共有ネットワークにおけるコンテンツの定量的特性の測定と評価, 情報処理学会 第 70 回全国大会, 1S-1, 2008.
- [16] 上野真弘, 大坐島智, 川島幸之助, “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,” 情報処理学会 第 70 回全国大会, 1Z-1, 2008.
- [17] 吉田雅裕, 大坐島智, 川島幸之助, “P2P ファイル共有ネットワークにおけるポイズニング手法を用いたファイル流通制御方式,” 情報処理学会 第 70 回全国大会, 1Z-2, 2008.
- [18] 山崎堯之, 大坐島智, 川島幸之助, “ピュア P2P ファイル共有ネットワークにおける制御ピアを用いたファイル流通制御方式,” 情報処理学会 第 70 回全国大会, 3ZB-7, 2008.

〈発表資料〉

題名	掲載誌・学会名等	発表年月
クライアント/サーバ関係に着目したピュア P2P アプリケーショントラヒック特定方式と評価	情報処理学会論文誌	2008 年 2 月
A Study on Traffic Characteristics Evaluation for a Pure P2P Application	Proc. the 2nd International Workshop on Modeling, Simulation and Optimization of Peer-to-Peer Environments	2008 年 2 月
ピュア P2P ネットワークにおける四ピアを用いた検索ネットワークの制御によるファイル流通制御方式	情報処理学会 DICOM02007	2007 年 7 月
ピュア P2P アプリケーショントラヒック特定方式と評価	電子情報通信学会 NS 研究会	2007 年 4 月
ピュア P2P アプリケーショントラヒック特性の評価	情報処理学会 EVA 研究会	2007 年 6 月
ピュア P2P ファイル共有ネットワークにおける制御ピアの参加によるファイル流通制御方式	電子情報通信学会 IN 研究会	2007 年 9 月
ピュア P2P ファイル共有ネットワークにおける制御ピアを用いたファイル拡散防止方式	電子情報通信学会 IN 研究会	2008 年 3 月
A Measurement Method for Peer Behaviors in a Pure P2P Network	電子情報通信学会 IN 研究会	2008 年 3 月
非構造化 P2P ファイル共有ネットワークにおける非協力ピアの参加によるファイル流通制御方式の提案と評価	情報処理学会 EVA 研究会	2008 年 3 月
非構造化 P2P ファイル共有ネットワークにおける非協力ピアの参加によるファイル流通制御方式の提案と評価	情報処理学会 EVA 研究会	2008 年 3 月
P2P ファイル共有ネットワークにおけるファイル ID 検索に対応したポイズニング手法の提案	電子情報通信学会 NS 研究会	2008 年 5 月