

## 大規模 P2P ネットワークの測定と考察

1 F-5

亀井聡 木村卓巳

日本電信電話株式会社 NTT サービスインテグレーション基盤研究所

## 1 はじめに

常時接続, 広帯域化, Any IP 化の進む IP ネットワークにおけるキラーアプリケーションとして, P2P (Peer to Peer) と呼ばれるソフト群に注目が集まっている. P2P アプリケーションは主にリソース共有とその検索を可能とする P2P ネットワークを提供するソフト群である. Web に代表される既存のクライアント・サーバモデルとは異なり, 各ノードが対等に通信することによってその P2P ネットワークを IP 網の上にオーバーレイで構成する.

近年のアクセスラインの高速化に対して, クライアント・サーバモデルのように負荷が集中するモデルではスケラビリティや経済的効率に問題があり, その解決策として P2P モデルに注目が集まっている.

また, 現在インターネットのトラフィックは Web によって占められているが, P2P ソフトの流行によるトラフィックの大きな変化が予測される.

こういった中, 大規模 P2P ネットワークを安定して運用するための設計, 運用技術が求められている.

そこで, 本稿では単一ノードでの測定によって網全体の状況を把握できるという P2P ネットワークの特徴を利用し, 現在稼働中の最大規模の P2P ネットワークである GnutellaNet[1] においてパッシブな測定を実施し, 現状の P2P ネットワークの実体把握と大規模 P2P ネットワークの安定運用, 設計に向けた考察を行う.

## 2 P2P ネットワーク

P2P はファイル共有を目的とした Napster や Gnutella によって急速に普及した呼称である. 主要な P2P アプリケーション [2] には, 他に匿名性を備えたファイル揭示システム Freenet, 分散コンピューティングの SETI@Home, グループウェアの Groove, インスタントメッセージャーの Jabber 等がある.

[2] では, これらを包括する概念として, 以下のような基準を満たすネットワークを P2P と定義している.

1. 多様な接続形態, 一時的なネットワークアドレスを許す.
2. ネットワークの縁にあるノードが自律性を有する.

## Measurement of Large P2P Network

KAMEI Satoshi and KIMURA Takumi  
NTT Service Integration Laboratories, NTT Corporation

また, Intel, IBM, HP 等から構成される P2P Working Group[3] ではコンピューティングの観点から, P2P の主な適用範囲として, 以下の 4 種類をあげている.

1. Collaboration
2. Edge services
3. Distributed computing and resources
4. Intelligent agents

以上のように適用範囲の広い P2P という言葉であるが, 本稿では以上のような P2P アプリケーションを実現するための基盤となる P2P ネットワーキング技術に着目し, 検討を行った. 検討に際し, 現在稼働中の大規模 P2P ネットワーク, Gnutella を対象とした.

## 3 Gnutella プロトコル [4]

Gnutella はファイル共有, 検索, 転送を目的とした P2P アプリケーションであり, GnutellaNet と呼ばれるネットワークを自律動作するノードによって構成する.

パケット構造は図 1 に示した通りであり, GnutellaNet を維持するための通信は全てこのパケットを用いて行われる. ファイルのダウンロードは http プロトコルによって直接 2 点間で行われる.

Message ID	Payload Descriptor	TTL	Hops	Payload Length	Payload
------------	--------------------	-----	------	----------------	---------

図 1: Gnutella のパケット構造

Payload Descriptor によってパケット種別が示される. なお, GnutellaNet が解釈するパケットは以下の 5 種類である.

- Ping** 他の Gnutella ノードを発見するためのパケット.
- Pong** Ping に対する応答. アドレス, 利用可能容量を含む.
- Query** 検索文字列を含んだ検索要求パケット. Query を受け取ったノードは TTL が 0 になるまで転送を行う.
- QueryHit** Query に対して要求にマッチしたファイルを保持していたノードの応答. ファイルサイズ, URL を含む.
- Push** ファイル送信者側が防火壁内にいる場合のファイル送り込み要求パケット.

## 4 測定方法

128kbps の OCN エコノミ回線に接続した PC において, パケットのダンプ機能を追加した GPL の Gnutella クローンである gnut を起動し, 通過パケットのキャプチャを 24 時間行った.

また, NLANR によって提供されている同日の Web proxy の 24 時間分の log<sup>1</sup> を P2P ネットワークと Web 一般の傾向比較のために用いた。

## 5 測定結果

測定の結果, GnutellaNet から収集されたパケット総数は 45 万パケット, うち uniq な IP アドレスは 8 万アドレスとなった。一方, NLANR のログから抽出した http リクエストの件数は 28 万件, うち uniq な IP アドレスは 1 万 5 千アドレスである。

GnutellaNet 全体に占めるパケット種別の分布を図 2 に示す。80% 近くが検索とその応答パケットによって占められている。また, 検索に対する応答パケットの割合はパケット数にして 1% と非常に小さく, 検索処理によるネットワーク輻輳の可能性が高いことがわかる。

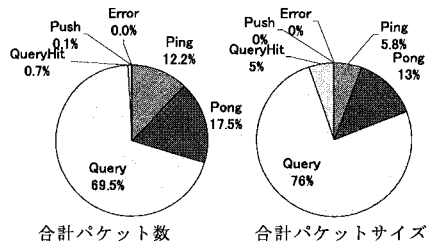


図 2: パケット種別の分布

QueryHit から抽出した GnutellaNet 内のファイルの分布状況を図 3 に示す。一方, http リクエストから抽出したファイルサイズは平均で 6Kbyte 程度である。また, 図 4 は traceroute によって測定した GnutellaNet 内ホストと http リクエスト内ホストの分布である。分布はほぼ同じだが GnutellaNet のほうが数ホップ大きい。このように, GnutellaNet では Web と比較して, かなり大きなファイルがより広い範囲で流通している。

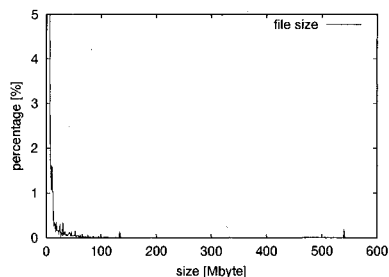


図 3: ファイルサイズの分布

図 5 は GnutellaNet 上でのホップ数と traceroute で測定した実ホップ数との関係を表している。実線部分が平均値であるが, 両者にはほとんど相関が見られず, GnutellaNet でのファイル取得は IP 的にはかなりの距

<sup>1</sup>National Science Foundation (grants NCR-9616602 and NCR-9521745), and the National Laboratory for Applied Network Research - <ftp://ftp.ircache.net/Traces/>

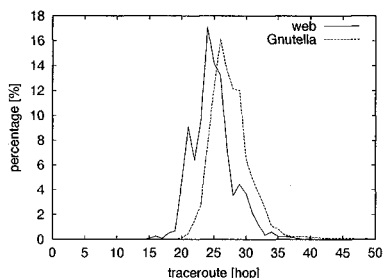


図 4: ホストの分布状況 (traceroute によるホップ数)

離を経てダウンロードすることになり, ユーザ体感的には Web に比べてダウンロード時間が大きくなる。

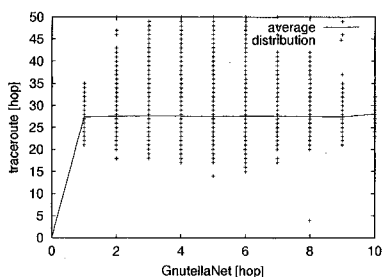


図 5: GnutellaNet と traceroute によるホップ数

以上より, GnutellaNet では Web に比べて広範囲において大容量のファイルがやりとりしている現状がわかった。また, プロトコルが抱えるであろう問題点として, 擬似ブロードキャストによる検索パケットの増加, IP 網上の距離情報を全く使わないことによる IP ホップと GnutellaNet 上のホップの乖離が定量的に明らかになった。

## 6 まとめと今後の課題

本稿では GnutellaNet を対象に定点測定による P2P ネットワークの全体的把握を試みた。

その結果, P2P ネットワーク全体への一般化には検証が不十分であるが, 大規模 P2P ネットワーク運用設計時に問題となり得る課題として, 検索パケットのによる輻輳可能性と IP ホップ数と P2P ネットワーク上でのホップ数の相関の弱さを示した。

今後は本分析を JXTA や Freenet 等の他の P2P ネットワークへの一般化することにより, プロトコルの問題点抽出とそれを補う運用手法の検討が必要である。

## 参考文献

- [1] "Gnutella." <http://www.gnutella.wego.com>.
- [2] Andy Oram, *PEER-TO-PEER - Harnessing the Benefits of a Disruptive Technology*. O'REILLY, 2001.
- [3] "Peer-to-Peer Working Group." <http://www.p2pwwg.org>.
- [4] Clip2, "The gnutella protocol specification v0.4." <http://www.clip2.com/GnutellaProtocol04.pdf>.