

P2P ネットワーク上の呼制御と階層化ルーティング手法

木原 佳紀† 西村 俊和‡

†立命館大学大学院理工学研究科情報システム学専攻

‡立命館大学情報理工学部情報コミュニケーション学科

1. はじめに

近年、インターネットインフラであるブロードバンド環境の急速な普及、PC などのマシンパワーの増大、ユーザニーズの変化などで P2P ネットワークが注目されている。例えば実世界における個人的な他者との対話のように、サーバ/クライアント型の通信が適切でない応用の普及により、ますます P2P ネットワークが重要になると考える。

本研究では、インターネットユーザのオンライン上の行為とリアルな自分との情報を結び付けたくないというアンケートデータから、ユーザに関する情報の匿名性が大事だと考え、その匿名性を保持しつつ相手呼び出すのを目的とする。そのために IP(Internet Protocol) 網の上に P2P によるオーバーレイネットワークを構築し、高い匿名性を保持しつつ相手を特定するシステムを目指している。

2. 概要

現在の代表的な P2P ソフトウェアであるファイル共有システムの Kazaa や Winny では、自身の P2P ネットワーク上にファイルを分散コピーし、ユーザはそれらコピーされたファイルのうち該当したものを探し当て入手する。本研究では P2P 型のコミュニケーションプラットフォームを構築し、こちらから該当する 1 ユーザを呼び出す呼制御システムを作成する。具体的にはネットワーク上のノード群が、自律的に DNS におけるルートサーバのような名前空間の処理をする中央管理的なインデックスサーバを用意し、ホスト名が集まるようにする。インデックスサーバであるノードが離脱してトポロジが変わっても大丈夫のように、その周りのノードに自己修復機能をもたせ、さらにユーザの検索の効率力をあげるためにインデックスサーバを階層化することで、ユーザの検索クエリは全ノードにブロードキャストすることなく、下位インデックスサーバから上位へ順に検索する機構を用意する。また通信プロトコルに RIP, BGP, OSPF などの技術を P2P ネットワークに適用しユーザ間のルーティングを確立する。

3. 呼制御

3.1. SIP

SIP (Session Initial Protocol) は VoIP(Voice over Internet protocol)を応用したインターネット電話など

で用いられる通話制御プロトコルの一つである。インターネット電話や IP 電話の実現等に広く用いられている。転送機能や発信者番号通知機能など、同様のプロトコルと比べて公衆電話網に近い機能を備え、接続にかかる時間も短くなっている。また、各端末に割り当てられるアドレス形式が電子メールアドレスの形式に近く、将来的には共通化も可能とされている。

3.2. Configured Tunnel と IPv6 アドレス

本システムではインターネット上に P2P パラダイムに則ったオーバーレイネットワークを実現することにする。これによって、通常の IP を用いる応用がすべてそのまま利用することが可能となる。例えば上記 SIP 利用のルータを接続することにより、特別なプログラムやプロトコルを使用することなく、インターネット電話を実現することが可能である。ここでは、ノードの識別子として IPv6 のアドレスを用いる。ノード間の接続に configured tunnel を使用して、通常の IPv6 環境とは異なった、P2P 専用の IPv6 over IPv4 環境を構築することとする。Configured tunnel の設定は既存の自動設定のプロトコルとスクリプトを用いる。

本 P2P ネットワークでノードに与えられるアドレスは、管理団体などによって世界的に一意に定められたアドレスではなく、この P2P ネットワーク上でしか有効でない。よってそのユーザが継続的に同一のアドレスを利用し続けられない限り、第 3 者に知られても匿名性に影響ない。必要に応じて別のアドレスを用いて通信を行うこととする。アドレスの重複を起こさないように、新規のアドレスを用いる場合には、IPv4 アドレスの一意性を利用し、落し戸関数と乱数を用いて IPv4 アドレスから IPv6 アドレスを算出するものとする。

3.3. 経路制御

本研究の P2P ノードは通常のネットワークにおけるルータとは異なり、IPv4 ネットワーク上の通常のホストであるので、ユーザの都合によって離脱・接続する可能性が高い。そのため、ここでは冗長経路を多数設定しておき、インターネット経路制御プロトコルで対応するものとする。すなわち BGP(Border Gateway Protocol)・OSPF(Open Shortest Path First)・RIP(Routing Information Protocol)等による階層化ルーティング技術を利用する。

本ネットワークの匿名性は、複数の configured tunnel を仲介して通信が行われることに依存している。例えば単一の configured tunnel による通信では、通信相手の IPv4 アドレスが自明であるので、ここでは適切でない。直接 configured tunnel を持つ隣接ノードと通信する必要がある場合は、冗長性があることを利用して一旦 tunnel を解消し、迂回経路で通信を行うこととす

「Call control and hierarchical routing algorithm for P2P network」

†Yoshiki Kihara, Ritsumeikan University Graduate School of Science and Engineering

‡Toshikazu Nishimura, Ritsumeikan University College of Information Science and Engineering.

る。

4. 提案 P2P ネットワーク

4.1. 名前空間の階層化

図 1 は名前空間におけるホスト名ファイルの集合を表している。ネットワークに参加したノードは自分のホスト名を規定ホップ数=R までブロードキャストする。ホップ数 R 以内にホスト名を集めているインデックスサーバが存在すれば、そのサーバにホスト名ファイルを集める。もしホップ数 R 以内にインデックスサーバがない場合は自分がインデックスサーバになる。

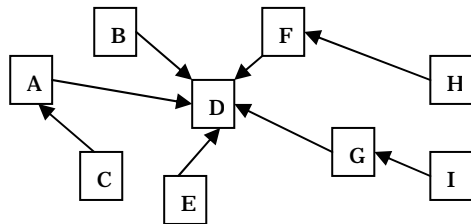


図 1 名前空間におけるホスト名の集まり

図 2 に名前空間におけるインデックスサーバの階層化概略図を示す。矢印はユーザ情報を格納したプロフィールデータの移動を表している。上位層に向かってそれぞれのホスト名ファイルが収束されていく。ユーザが通信相手を検索するときには、検索クエリが下から上に向かって該当ホスト名ファイルを探し出してくる。

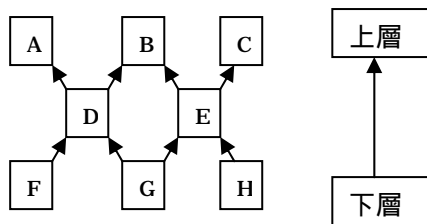


図 2 インデックスサーバの階層化概略図

4.2. 自己修復

インデックスサーバであるノードが脱落した場合、それまでに集めたホスト名ファイルが破棄され、そのあとの通信に支障が出る。ゆえに冗長性を持たせる必要がある。そのために本研究ではインデックスサーバの周りのノードにバックアップファイルをあらかじめ渡し、インデックスサーバが脱落したときはそのノードが置き換わる機構を採用する。その流れは以下の図 3 に示す。

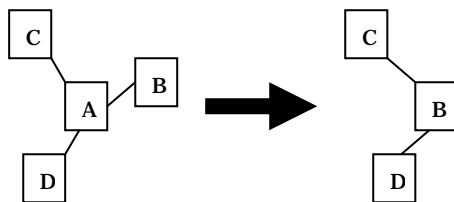


図 3 自己修復機能

B,C,D は A に GUID を通知
A は定期的に B,C,D に一番大きい GUID であるノ

ドを通知(上図では B とする)

A が離脱すると C,D は B へ接続を開始し、B が A に置き換わる

GUID はノードの帯域幅、処理能力、オンライン時間によって算出する。

5. 実験

実験環境として仮想 PC ツールを用いてノードを以下の図 4 のように構成し、A から B、A から C への通信を試みた。

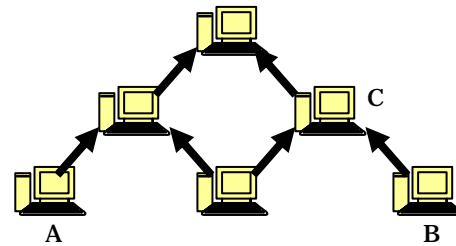


図 4 実証実験

内容は「A から B」「A から C」への通信及び、D のネットワークからの離脱時のホスト名ファイルの自己修復の様子を観察した。

6. まとめ

本研究では、configured tunnel を用いて IPv6 アドレスを利用した P2P ネットワークを構成した。ここでは匿名性を保持しつつ、例えば SIP など特定相手に呼が可能なシステムを作成した。ホスト名と IPv6 アドレスの対応関係を、ネットワーク上にコピーして、階層化した複数ノード上で保持することにより、集中管理サーバによらず名前解決を行う手法を提案した。

今回の実験は小規模であるので、今後実験をして大規模化可能であることを実証したい。また現状の方式では、ホスト名の重複が発生したときに検索したユーザが本当に自分の求めているユーザなのかどうか判別するのが困難である。公開鍵暗号系による電子署名等の対応が適切であると考えられる。

参考文献

[1]若江智秀, 小林薫, 藤波努, 國藤進: 公開型コミュニティ指向メッセージングによる 実世界コミュニティの活性化. 第 64 回情報処理学会全国大会, pp99-419-422, 2002.

[2]和久浩之, 敷田幹文: プライバシーを考慮した P2P によるコミュニティの拡大に関する提案. 情報処理学会研究報告. グループウェアとネットワークサービス, No.049-018, 2003.

[3]吉内英也, 武田幸子, 松木譲介, 星徹: WWW 管理インターフェースを備えた Ipv6 と SIP による集中制御型会議システムの開発. 情報処理学会研究報告. グループウェアとネットワークサービス, No.049-019, 2003.