

アクティブネットワークによる 2G-06 P2P型ストリーミングを支援するシステムの提案*

松本 真弥 柏 大 町田 修一 森川 裕介 重野 寛 松下 温†
慶應義塾大学理工学部‡

1 導入

近年、コンピュータ間の通信においてサーバを介さない Peer-to-Peer(以下 P2P) 型通信が発展している。この P2P という通信形態はファイル交換、負荷分散処理、グループウェアなどに利用されており、近い将来、映像、音声に代表されるマルチメディア通信への応用も考えられる。例えば、コールセンターや遠隔教育に代表される個人単位でのマルチメディアチャットである。今回我々は、マルチメディア通信を行うための帯域保証を可能とする P2P 通信を実現するために、アクティブネットワーク技術を用い、エンド端末だけでなくネットワーク上のルータで検索支援および帯域制御支援を行った。以下に P2P 型通信、アクティブネットワーク技術について簡単に説明しておく。

1.1 P2P 通信

現在、広く使われているクライアント/サーバシステムでは、処理を要求し結果を受け取るコンピュータがクライアントであり、要求を受けて処理結果を返すコンピュータがサーバであった。一方、P2P 型通信システムとは、ネットワークを構成するコンピュータが対等に処理を行うシステムのことである。P2P 型通信システムには大きく分けて 2 種類あり、コンテンツ情報を管理するサーバを必要とする Hybrid 型 P2P モデル、およびそれを必要としない Pure 型 P2P モデルである。現在この P2P 技術の共通基盤として、Jxta[1] や SIONet[2] などが提案されている。

1.2 アクティブネットワーク技術

従来のネットワークでは、主にバケットのルーティングとフォワーディングを行ってきた。このような従来のネットワークの概念を大きく変革するものとして、DARPA からアクティブネットワークが提案された。アクティブネットワークとは「ルータがアプリケーション層までの処理を実行することを許すネットワーク」

であり、ユーザがプログラムを注入することでネットワークをプログラムすることも可能である。

2 問題点

現状の P2P 環境においてマルチメディア通信を行うおうとすると、次のような問題が発生する。

- コンテンツの検索方法に関する問題

従来の Hybrid 型 P2P における検索方法は、ディレクトリサーバと呼ばれるものに対して Peer はコンテンツ情報を通知している。そしてディレクトリサーバがそれを管理するため、検索処理がディレクトリサーバに集中し非常に大きな負荷がかかってしまう。一方、Pure 型 P2P では検索処理は Peer に分散されるが、検索要求メッセージが大量に転送されてしまうため unnecessary 検索が多く行われ、リソースの少ない Peer には余計な負荷がかかってしまう。

- 帯域保証に関する問題

P2P 通信では検索要求を出しそれに反応する Peer が見つかることによって通信が開始される。したがって通信する相手があらかじめ分かっていないので、帯域保証技術を適用するのが困難であった。

3 提案アーキテクチャ

2章の問題点を解決するために、本研究ではアクティブネットワーク技術を用いることによりネットワーク側からの支援を可能とするシステムを提案する。アクティブルータ上に PPSA(Peer-to-Peer Streaming Agent) を配置し、PPSA は他の PPSA との帯域情報共有 (3.1)、検索支援 (3.2)、帯域制御支援 (3.3) を行う。しかしネットワーク中の全てのルータがこの機能を持ってしまうと処理が遅くなり、スループットが低下してしまうと考えられる。そこで本提案では (図 1) に示すように、エンドユーザに近いネットワークのエッジのみをアクティブルータにし、PPSA を配置している。以下に詳しいアーキテクチャを述べる。

3.1 動的な帯域情報の共有

PPSA では Peer と接続されているネットワークインターフェースに流れるパケットを監視し、利用可能な空き帯域を測定する。測定された空き帯域情報を、ネットワーク的に近い PPSA(ルータの数などで決まる)に

*A Proposal of the System to Support Peer-to-Peer Streaming using Active Network

†Shinya Matsumoto, Dai Kashiwa, Shuichi Machida, Yusuke Morikawa, Hiroshi Shigeno, Yutaka Matsushita

‡Faculty of Science and Technology, Keio University

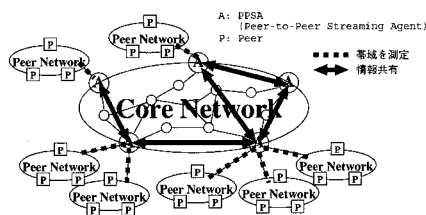


図 1: 帯域情報の共有

通知し帯域情報を共有する(図1)。

このように帯域情報を共有することにより、PPSAは自分が管理するPeerの情報だけでなくより多くの情報を得ることが出来、効率の良い検索を実現することが可能となる。

3.2 検索支援

Peerは検索を行うときに検索キーワードと一緒に要求帯域を記述した検索メッセージをPPSAに送信する。PPSAでは前節で述べたように常に空き帯域を測定しているので、要求帯域を満たしているPeerに対して検索メッセージを転送する。またPPSAではあらかじめPeerの動的な空き帯域の情報を共有しているので、要求帯域を満たすことのできるPeerを管理しているPPSAに対しても同様に検索メッセージを転送する(図2)。このようにして転送された検索メッセージは要求を満たすPeerに届き、そこで検索が行われる。そのPeerが検索キーワードに適合した場合は、検索応答メッセージが検索メッセージの逆のルートを通り検索メッセージを出したPeerにルーチングされる。

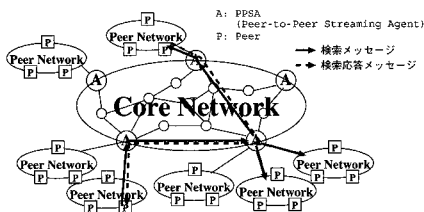


図 2: 検索メッセージのルーチング

3.3 帯域制御支援

Peerは検索メッセージに対する応答を受け取ると、ストリーミングの要求メッセージをPPSAに出す。そのメッセージを受け取ったPPSAはこれから始まるストリーミングパッケージは検索メッセージに記述されていた要求帯域を満たすように、転送を優先する設定を行う。これにより安定したストリーミングが可能となる。

4 実装・評価

我々は、(3章)で説明したシステムを実現するために、PPSAおよびPeerを実装した。また(図3)に

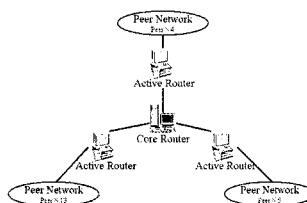


図 3: 実装したネットワーク

示すようなネットワークを作り、アクティブルータにPPSAを配置しP2P型のマルチメディアチャットを行った。このネットワークで各Peerがランダムにトラフィックを発生させておき、今回の提案による検索(要求帯域は3MBとした)と空き帯域を測定せず検索メッセージをブロードキャストする場合での検索をそれぞれ5回実行した。(図4)は空き帯域ごとの検索応答数を棒グラフにしたものである。これを見ると、提案方式では要求帯域(3MB)を満たしていないPeerは応答せず、無駄な検索が削減できたと考えられる。

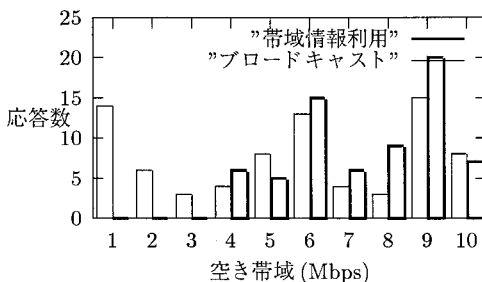


図 4: 動的な帯域情報の利用の有無による比較

5 まとめ

本論文では、P2P通信でのストリーミングを実現するためにアクティブネットワーク技術を使いアクティブルータ上にPPSAを実装した。このPPSAは動的な帯域情報による検索支援、および動的な帯域制御を可能とした。これにより、無駄な検索が減りリソースの少ないPeerへの負担を軽減し、またP2P通信における安定したストリーミングが実現した。

参考文献

[1] Project JXTA: Technology Overview, <http://www.jxta.org/project/www/docs/TechOverview.pdf>

[2] 星合隆成, 小柳恵一, SUKHBAATAR B, 久保田稔, 柴田弘, 酒井隆道: 意味情報ネットワークアーキテクチャ, 電子情報通信学会論文誌B J84-B, p411-424