

P2P を用いた動画配信サービスの提案

A Proposal of Video Delivery System Based on P2P Network

柏木 貴紀† 澤本 潤† 杉野 栄二十 瀬川 典久†
Takanori Kashiwagi Jun Sawamoto Eiji Sugino Norihisa Segawa

1. はじめに

近年, YouTube などの動画配信サービスの普及により, 個人単位で動画を用いて情報を発信することが容易となった. 今後も情報発信するための媒体として動画を用いる動きが活発化すると予想される. また, 個人利用の通信回線速度や端末性能も向上し, 情報を発信するための媒体として動画を用いる動きが今後も活発化すると予想される. 米 Cisco の独自予測・調査[1]においても, インターネットにおける動画の利用量は 2014 年までに世界の IP トラフィックの 57% を占めるようになると予想されている.

これに伴って, サービス提供側ではサーバへの負荷や増設に伴うシステムの大型化やネットワークトラフィックの増加の問題が, ユーザー側ではアクセス障害といった問題がますます深刻になってくると考えられる.

そういった中, これらの問題を補うための技術として, データ共有の面に優れる Peer to Peer(以下 P2P)が注目されている. 中でも, その一種である HybridP2P を用いた BitTorrent[2]がデータ共有の面だけでなく, コンテンツの検索・管理の面からも動画配信に適していると考えられる. しかし既存のコンテンツのダウンロード方法のままでは, 再生の遅延や途切れが発生する可能性が高く, 動画配信に適さない. そこで, 動画配信を想定したダウンロード手法として BiToS が提案されたが, 依然再生の遅延や途切れが発生する場合があります, それらの時間や回数の短縮・減少が求められている.

これらの点を踏まえ本研究では, BitTorrent を用いた安定した P2P 型動画配信サービスの提案および, BiToS 手法の問題点を考慮した新規手法の提案・実装を行うことを目的とする.

2. 関連研究

2.1. BitTorrent

ここで, 本研究の基となる BitTorrent について説明する. BitTorrent とは, HybridP2P 型コンテンツ伝送用プロトコル, 及びそれを用いたソフトウェアの名称である[図 1]. 通信自体はピア(クライアント)同士が直接接続することで行い, 各ピアのインデックス情報はサーバが管理するため, ピアのスムーズな検索及びネットワーク上コンテンツの配信管理も容易となるという HybridP2P の特徴に加え, 独自のコンテンツの分散・ダウンロード方法を持つ.

一般的な P2P ソフトウェアでファイルをダウンロードする場合, 目的のファイルを持っているピアをネットワーク上から検索し, そのピアの中から 1 台だけを選びファイル全体をダウンロードする. 一方で BitTorrent は, ファイルをネットワーク上にアップロードする時点で, そのファイルは一定の小さいサイズごとに分割される. この分割された断片ファイルをピースと呼称する. ネットワーク上のそれぞれのピアは互いの所持していないピースをダウンロードすると同時に, 相手の所持していないピースをアップロードして互いに補完しあい, ファイルを完成させる. この方法によって, すべてのピアがダウンロードだけでなくアップロードにも参加するため, 他の P2P ソフトウェアよりも各ピアへのアクセス負荷は軽減される.

ピースを集める際, ネットワークに参加したての場合やピアの数が少ない場合には, ランダムでネットワーク内のピースをダウンロードし, そうでない場合はネットワーク内のピースの種類を均一にしてダウンロードしやすくするため, ネットワーク内で希少なピースを優先的にダウンロードして自ピアがアップロードする(Rarest First 手法)など, 状況に応じて手法を変えながら収集する. これらの手法は全て最終的にファイルを効率よく完成させることが目的であるため, ピースをダウンロードする順番には重点は置かれていない.

しかし, 動画配信においては, 連続して再生を行うために, ファイルの先頭ピースから順に集める必要があるため, 既存のピース選択手法では動画配信には適さないという問題がある.

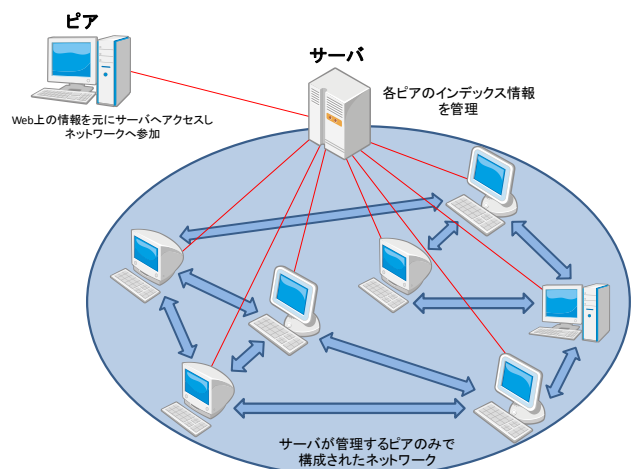


図 1.BitTorrent ネットワークイメージ図

†岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

2.2. BiToS

A. Vlavianos らの研究 [3] で提案された BiToS(Enhancing Bittorrent for Supporting Streaming Applications)は、動画配信を想定し BitTorrent のピース選択手法を改良したものである[図 2]。動画の現在の再生位置に応じてデッドライン位置を設定し、その位置に近いピース数個を最優先グループとして一定の確率で最優先グループ内のピースを優先的にダウンロードするようにすることで、スムーズな動画再生を可能とした。

しかし、優先グループ内のピースを集める際は通常の選択手法のままであるため、必ずしも再生位置に一番近いピースがダウンロードされるとは限らず、依然再生の遅延や途切れが発生する可能性がある。



図 2. BiToS 手法イメージ図

3. 提案手法

本研究では、BitTorrent を基にして信頼度の高い動画配信の実現を目的とするため、既存研究より動画配信に適したピア・ピース選択手法[図 3]の提案を行う。

提案するピア・ピースの選択手法は、BiToS 手法に改良を加える事で実現する。再生位置に応じてデッドラインを設定し、その位置に近いピース数個を優先グループに、その他のピースを非優先グループに設定し、ある一定の確率で優先グループからピースをダウンロードする所までは BiToS 手法と同様である。その後、非優先グループが選ばれた際は、Rarest First 手法に基づいてピースをダウンロードするが、優先グループ中のピースを選択した場合、さらにその中で最もデッドラインに近いピースを選択し最優先でダウンロードするようにする。また、選択されたピースを持つピアの中でも一番通信速度の速いピアを選択し、通信を行うように改良する。ピアの通信速度は、各ピアがそのネットワーク内でアップロードしたピースの総量と比例するため、ピア毎のこの値を比較し、通信速度の早いピアを求める。

この手法により、BiToS における、グループ内で

一番再生位置に近いピアが初めに選択されるとは限らないといった問題点を解消し、より再生遅延や途切れが発生する頻度を減らすことが可能となると考えられる。

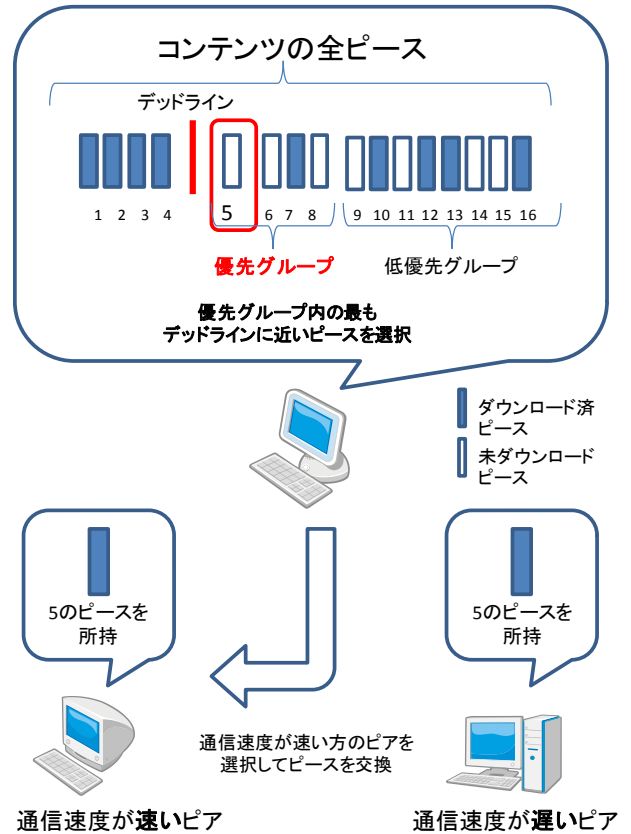


図 3. 提案するピア・ピース選択手法のイメージ図

4. システム設計・実装

本システムは、クライアントソフトをインストールしたピアと、各ピアの情報を管理するためのサーバソフトをインストールしたサーバとで構成される[図 4]。

ユーザーはコンテンツを閲覧したい場合、自ピアのインデックス情報をサーバに提供することでそのコンテンツが配布されているネットワークへ参加する。その後サーバから他ピアのインデックス情報を取得し、その情報を基に各ピアとピースを交換し、逐次再生を行う。

クライアントソフトは、コンテンツの検索機能、自・他ピアのインデックス情報送受信機能、コンテンツのアップロード・ダウンロード機能、コンテンツの再生機能を有する。

コンテンツの検索機能では、ユーザーが閲覧したいコンテンツを検索する。通常、BitTorrent のネットワークに参加する場合は、Web 上でそのコンテンツを管理するサーバの IP アドレスを入手する必

要があるが、本システムではクライアントソフトで見たいコンテンツの検索を行うと同時にサーバのアドレスも取得し、すぐにネットワークへ参加できるようにする。

自ピアのインデックス情報送信機能は、一定時間ごとに自ピアのIP、アップロードレートなどの情報をサーバに送信するものである。

他ピアのインデックス情報受信機能では、一定時間ごとに現時点でネットワークに参加している他ピアのインデックス情報を取得する。

コンテンツのアップロード・ダウンロード機能は、サーバから取得したインデックス情報をもとに、ネットワーク内の他ピアと通信を行い、ピースをアップロード・ダウンロードする。

サーバソフトは、コンテンツ情報の管理機能、ネットワーク内ピアのインデックス情報管理機能を有する予定である。

コンテンツの管理機能は、自身が管理するネットワーク内においてやりとりされているコンテンツの情報を管理し、ピアからの要求に応じてその一覧の送信を行う。

ネットワーク内ピアのインデックス情報管理機能は、一定時間ごとにネットワーク内のピアの情報を取得し、各ピアに伝搬する機能である。

本研究では、クライアントソフトのプロトタイプとして、インターフェース部、ピース出力部及び要求ピース決定部、コンテンツ再生部を、BitTorrentAPIに追加する形で実装を行った[図5]。

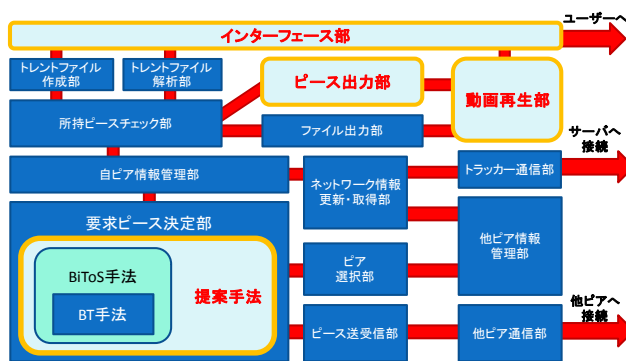


図5.クライアントソフトウェア構成図

5. 実験・評価

本研究で提案手法とBitTorrentにおける通常のピア選択手法及びBiToS手法で、それぞれ動画の再生開始までにかかった時間と、再生が途切れていた時間を計測し、比較を行った。

1台のPC上で仮想環境を構築し、あらかじめすべてのピースを持ったピアを仮想ネットワーク上に1台用意して、一定時間ごとにピアを次々とネットワークに参加させていき、それぞれのピアにおける動画の再生開始までにかかった時間と、再生が途切れていた時間の合計を計測した。なお、動画の再生は、ファイルの先頭ピースがダウンロード終了した時点で開始されるものとした。通信速度はピア毎にプログラムで変化させ、速度はピアのネットワーク参加時から離脱まで一定とした。

各手法における再生開始時間を比較したグラフを図6に示す。

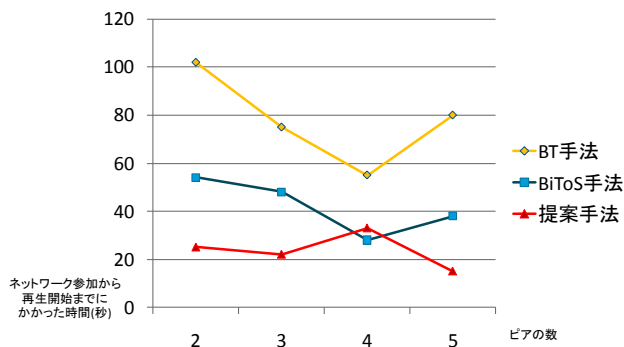


図6.再生開始時間の比較グラフ

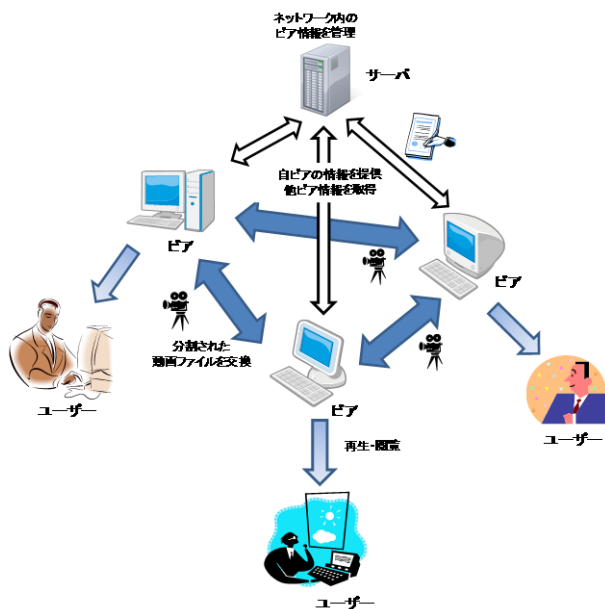


図4.提案システム構成図

ネットワーク参加から動画の再生開始までにかかった時間は、提案手法が最も速かった。ファイルの先頭ピースを選択する時点から、適切なピア・ピースが選択されていたと考えられる。

BT手法においては、時間にばらつきが見られるが、これはネットワークに参加してすぐのタイミングではランダムにピースを選択するため、ファイルの先頭ピースが選択されるまでの時間が一定では無

いためであると考えられる。

また、BiToS手法では、一部で開始時間が提案手法を上回る速度となったが、これは優先グループ内の中からピースが選択される際に、適切なピア・ピースが選択された場合であると考えられる。

次に、各手法における平均再生途切れ時間を比較したグラフを図7に示す。

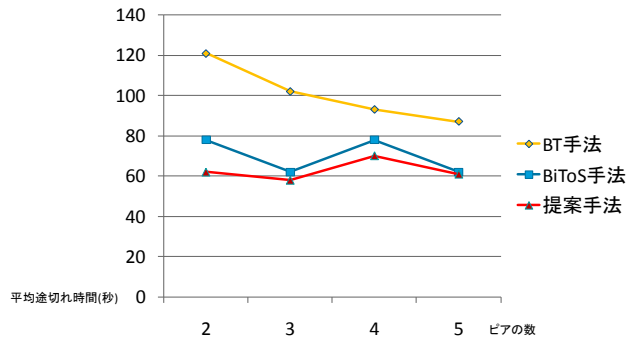


図7. 平均再生途切れ時間の比較グラフ

提案手法は、BT手法とは大きな差が見られたものの、BiToS手法とは大きな差が見られなかった。また、ピアが増えるにつれてピースを持つピアも多くなるため、本来なら待ち時間が短くなるはずだがあまり変化が見られなかった。

これらは、ネットワーク上のピア数が少なすぎるために、一部のピアに要求が集中してしまったためと考えられる。

6. まとめ

本研究では、P2Pを用いた動画配信サービスを提案した。また、P2Pを動画配信に用いる際の問題点について触れ、それらを考慮した新規手法を提案・実装し、既存手法との比較を行った。

提案手法は、既存手法と比較してネットワーク参加から動画の再生までにかかる時間の短縮は確認できたが、平均再生途切れ時間においては、既存手法との大きな変化は確認できなかった。

これらは、通信速度の速いピアの選択は出来ていたが、それらのピアの数がネットワーク上に十分ではなく、アクセス集中を起こしてしまった結果、再生途切れ時間・短縮には繋がらなかったと考えられる。

今後の課題として、ネットワーク上にある通信速度の早いピアや、貴重なピースを持ったピアの数に応じて適切にピースを要求し、一部のピアにのみダウンロードの要求が集中しないようにするなど、手法の改善が挙げられる。

参考文献

- [1] Cisco Systems Inc: Cisco® Visual Networking Index (VNI) Forecast 2009-2014, 2010-06-02, http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html,
- [2] BitTorrent, Inc.: Bittorrent, <http://www.bittorrent.co.jp/>
- [3] Aggelos Vlavianos, Marios Iliofotou and Michalis Faloutsos: BiToS: Enhancing Bittorrent for Supporting Streaming Applications, Proc. Conf. 25th IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM'06), pp. 1-6, Apr. 2006.