1W-8

接続断を隠蔽する P2P ストリーミング再生方式の提案

笹本 知将　　大坐畠 智　　川島 幸之助

東京農工大学

1 はじめに

近年，ADSL や FTTH 環境が普及し，回線の速度が向上するとともに，音楽や動画のストリーミング配信サービスが姿を見せるようになった．その中でも Peer-to-Peer(P2P)ネットワークを用いたストリーミング配信は，コスト面，ネットワークへの負荷軽減の観点から有望視され，研究が盛んに行われている．また，P2P ストリーミングシステムの代表的なソフトウェアである PeerCast[1]は，オープンソースソフトウェアであり，誰でもソースコードに手を加えることができるため, PeerCast を用いた研究も行われている[2]，[3]． PeerCast は，手軽にコンテンツを配信できるシステムであるが，P2P ネットワークを使用するために，ピア離脱による接続断は回避し難く,その都度コンテンツ再生の中断が生じるという問題がある．本稿では，PeerCast を用いて接続断を隠蔽するストリーミング再生方式を提案し，実装を行う．

2 提案方式

2.1 CM 再生方式

PeerCast ネットワーク内における接続断を隠蔽する方法として，本研究ではネットワーク切断時に商用広告(以下 CM)を再生させる方式を提案する．図 1 で示すように, PeerCast ネットワーク上に CM 配信用のサーバピアを設け，メインコンテンツネットワークとは別の CM ネットワークを形成させる．さらにクライアントに CM 用の受信バッファを作成し，メインコンテンツと CM の 2 本のストリームを同時に受信させる．メインコンテンツネットワーク上において接続断が生じるなどして，バッファ残量が不十分になりメインコンテンツ再生が不可能な状態になった際に，バッファの閾値をトリガーとして CM 用バッファに保持したストリームを再生させ，CM へと切り替える．メインコンテンツネットワークが復旧し，メインコンテンツ再生が可能な状態になったらバッファの切り替えを行い，メインコンテンツ再生を行う．このようにして，接続断を擬似的に隠蔽させる方式の実装を行った．

2.2 下位ピア提案方式

PeerCast ネットワーク内において, 親ピアの離脱が生じると，ピアによるネットワーク再構成が生じる. この際, 標準の再構成制御では自分の祖父ピア，

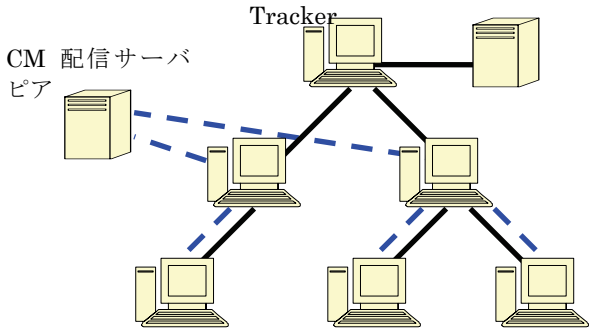

図 1　CM 再生方式

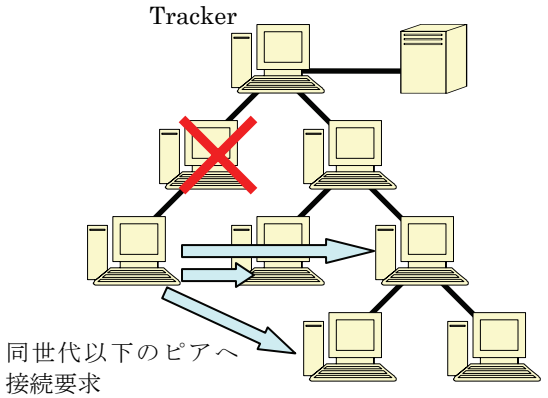

図 2　下位ピア接続方式

あるいは Tracker と呼ばれる配信者へと接続を要求する．しかし，接続要求中に配信されたストリームは，上位ピアに接続した場合，ネットワーク構造上受信できないことになる．そこで本研究では，図 2 で示すように，親ピア離脱時に自分と同世代，あるいはそれ以下の世代のピアに接続を要求する下位ピア接続方式を提案する．

提案方式を実現するために，まずピアが新規にネットワークに参入する際のプロトコルを変更した．通常, PeerCast においてピアが新規にネットワークに参入する際は，新規ピアが Tracker に接続し，Tracker の接続数に空きがある場合には，そのまま Tracker に接続してストリーム受信を開始する．Tracker の接続数に空きがない場合は，Tracker の子ピアのうち 1 つだけを親ピア候補の情報として受け取った後，親候補のピアに対して再び接続要求をする仕様になっている．これに対して本研究では，ホスト情報を保持するホストテーブルをクライアントに持たせた．これを用いることで接続要求先の保持する子ピアの情報を親ピア候補として受信して，全ての親ピア候補に接続要求を可能にした．

Proposal of Video Playback Method for Covering-up Peer Withdrawal for P2P Streaming System, Toshimasa Sasamoto, Satoshi Ohzahata, Konosuke Kawashima

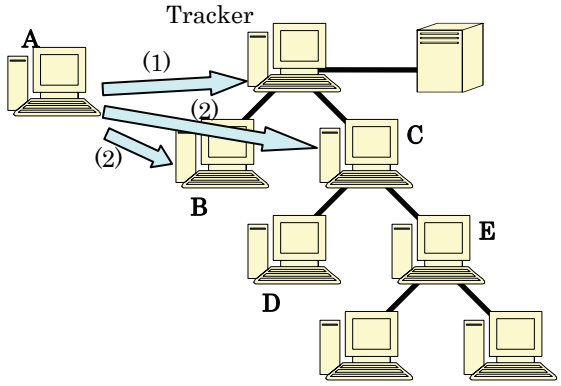

図 3　下位ピア接続方式でのネットワーク参加

改良したアルゴリズムによる新規ネットワーク参入の手順を図 3 に示す．新規参入のピア A は(1)で Tracker に接続要求をする．しかし，Tracker の接続本数に空きが無いため接続は受け入れられず，代わりに子ピアである B と C の情報を親ピア候補情報として Tracker から取得する．そして(2)で B と C の両方に接続要求をし，その際に C の子ピアである D と E の情報を得る．B の接続数に空きがあるため A はそのまま B に接続し，B の子ピアとなる．このため，B がネットワークから離脱した際でも，A は D と E の情報を既に保持しているため，Tracker に接続要求をすることなく，即座に同世代である D か E へと接続要求をすることが可能になる．

さらに上記に加え，各ピアの Tracker からのホップ数をカウントする機能を実装した．ホップ数は，Tracker に接続した際に 1 とし，Tracker 以外に接続した際には，(接続したピアのホップ数+1)として各ピアに値を保持する．さらに，自分に接続してきたピアに対してホップ数情報を返すという操作を行うことで，全てのピアが各々のホップ数情報を保持する．これにより，同世代のピアが既にネットワークに存在しなくなった場合でも，容易に自分と同世代かそれ以下のピアを探索できるようにした．

3　実装，評価

3.1　実装

提案方式を VisualC++6.0 を用いて C++言語で実装した．CM 再生は，図 4 に示すように受信バッファを 2 つ作成した後，バッファ制御部を作成し，受信バッファを監視させ，制御部の動作に応じて再生バッファを切り替える方式で実装した．下位ピア接続は，図 5 に示すように，外部ホストからのデータ受信を行う際に，外部ホストのホップ数を参照してホップ数カウンタにより自分のホップ数を計算し，自分のホスト情報にホップ数を加えると共に，保持するホストテーブルに外部ホストの情報を追加する方式で実装した．

3.2　評価

提案方式の動作を確認するために 2 台の PC を用意し，VMware Server を用いてデスクトップに 7 台，ラップトップに 2 台，合計 9 台の仮想マシンを作成し，LAN 環境を構築した．実験の結果，CM 再生提案方式を実装した PeerCast は，コンテンツ再生が困難になった際に CM 再生を行うことを確認した，また，下位ピア接続方式を実装した PeerCast は，上位ピアが離脱した際に即座に同世代以下のピアへと接続要求を行い，接続することを確認した．

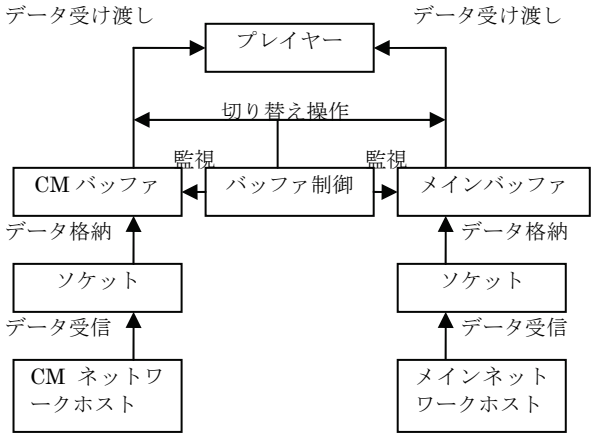

図 4　CM 再生ブロック図

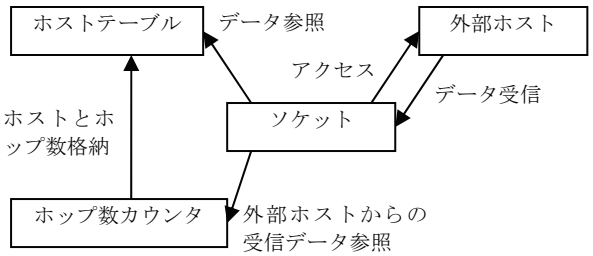

図 5　下位ピア接続ブロック図

4　おわりに

本研究では，P2P ストリーミングにおける，通信断によるコンテンツ再生の中断を，CM により隠蔽する方式と，ピア離脱などによるネットワーク切断時に自分と同世代以下のピアへ接続を行う方式を提案し，実装し，動作確認を行った．今後の課題として，違和感のない CM 挿入方式の開発，実機を用いた評価などが挙げられる．

参考文献

[1] PeerCast http://www.peercast.org.
[2] 齊藤 正隆，磯貝愛，甲本 卓也，船曳 信生，PeerCast をベースとしたマルチメディア配信システム PeerStream の構築，信学技報，NS2005-151，2006.
[3] 國近 洋平，甲藤 二郎，大久保 榮，予備親探索機能を有したアプリケーションレベルマルチキャスト，信学技報，NS2003-255，2004.