

CDN-P2P のためのリンク帯域を考慮したピア選択アルゴリズム

武藤 知己[†] 木村 成伴[‡]

筑波大学情報学群情報メディア創成学類[†]

筑波大学システム情報系情報工学域[‡]

1. はじめに

近年インターネットの普及と通信回線の高速化により、動画オンデマンドサービスへの需要が急速に高まっており、多くのユーザからの集中的なアクセスに対応することが重要な課題になっている。これを解決するための方式として、CDN-P2P (Content Delivery Network - Peer to Peer)が提案されているが、この方式では、コンテンツを提供するサーバやピアを適切に選択することが重要である。そこで、文献[1]では、CDN と P2P 双方を用いたコンテンツの配布効率を向上させるために、クライアントからピアまでの平均の最短ホップ数に基づく、2ステップでのサーバ選択アルゴリズムを提案している。

この方式では、各リンクの帯域が全て一定であることを想定している。しかし現実のネットワークでは帯域が異なるのが一般的である。そのため、ホップ数は少ないが帯域の狭いリンクを選んでしまうと性能が低下する恐れがある。そこで本論文では、ホップ数だけでなく帯域も考慮したピア選択アルゴリズムを提案する。

2. 関連研究

文献[1]では図1に示すように、複数の CDN サーバやピアが集まる複数のネットワークが点在するようなトポロジを想定している。ここで CDN サーバは、アクセスルータの配下にリーフノードとして置かれている。また、Tracker という特殊なノードを設置し、ネットワーク全体の様々な情報を収集、保持することで、接続したクライアントに対して、適切なサーバやピアの選択も行う。その選択アルゴリズムでは、まず、サーバ選択を行い、次にピア選択を行う。

サーバ選択では2ステップに分けてサーバを選択する。

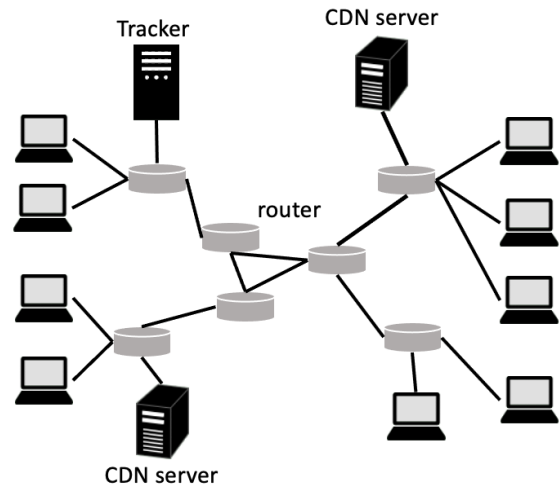


図1 CDN-P2P のトポロジ例

ステップ1では、クライアントから各サーバまでの最短ホップ数をダイクストラ法で求め、その中から、最短であるサーバを2つ選択する。ステップ2では、選ばれたサーバとその配下にあるピア群との最短ホップ数をダイクストラ法で求めて、最短である上位X個のピアを選び、その平均ホップ数が最も小さいピア群を持つサーバを選択する。

ピア選択では、Tracker は選択されたサーバ配下で、接続可能なピアを候補としてリストアップし、接続候補の中からクライアントがリクエストするコンテンツを保持するものを、クライアントから距離の近い順にピアを並べる。その後、クライアントに割り当てするサーバと、ピアのアドレスをクライアントに伝える。クライアントはその情報をもとにサーバとピアに参加し、そのことを Tracker に報告する。最後に、Tracker はクライアントとピアの報告を受け、情報を更新する。

3. 提案方式

前章で述べたアルゴリズムでは、全てのリンクの帯域が一樣であることを仮定している。しかし現実のネットワークでは、ノードに到達するまでの帯域が異なっている場合が一般的である。そのため、ホップ数は少ないが帯域の狭い

Peer Selection Algorithm Based on Link Band Width for CDN-P2P

[†]Tomoki Muto, College of Media Arts, Science and Technology of Informatics, University of Tsukuba

[‡]Shigetomo Kimura, Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

リンクを経由するサーバやピアを選択した場合に、通信がうまく高速化されないことが懸念される。

そこで本章では、あらかじめ狭い帯域を持つリンクが選ばれないよう、広い帯域を持つリンクのみを抽出し、抽出されたリンクを用いて最短経路を求めピアを選択するアルゴリズムを提案する。提案方式では、前章の文献[1]のサーバ選択アルゴリズムのステップ2を改良する。

ステップ1は前章と同様に各サーバの最短ホップ数をダイクストラ法で計算し、最短のものを2つ選択する。ステップ2ではあらかじめ帯域の閾値とスケージングのための定数 M （ただし、 $0 \leq N, 1 < M$ ）を事前に決定しておくものとする。 N bps 以上の帯域を持つリンクをあらかじめ抽出し、そのリンクのみを用いて選ばれたサーバの配下にある全てのピアとの最短ホップ数をダイクストラ法で計算し、最短である上位 X 個のピアの平均ホップ数を求める。その後得られた2つの平均ホップ数を比較し、平均の小さい方のピア群を持つサーバを選択する。ただし、 N bps 以上の帯域を持つリンクが少なく、該当するピアが X 個存在しない場合が考えられる。その場合は、閾値から $1/M$ だけした値を新たな閾値として再計算をし、上位 X 個のピアの平均ホップ数が得られるまで繰り返す。これにより、ネットワーク内で性能のいい経路を持つピアを優先して選択することで、通信の速度と安定性を向上させることが期待できる。

4. シミュレーション実験

本章では、提案方式の有効性を確認するためのシミュレーション実験について述べる。実験に使用するネットワークトポロジを図2に、その他の実験条件を表1に示す。図において、5つのバックボーンルータを相互に接続し、各バックボーンルータの配下に CDN サーバとアクセスルータを各1台ランダムに接続する。残りのアクセスルータは、バックボーンルータをランダムに選んで接続する。各ピアはアクセスルータをランダムに選択し、1~3 のランダムなホップ数で、ランダムに選択した帯域で接続する。この状態で、クライアントはランダムに選択したアクセスルータに接続し、文献[1]と提案方式によって接続するピアを決定する。クライアントが要求するコンテンツは動画ファイルで、すべて

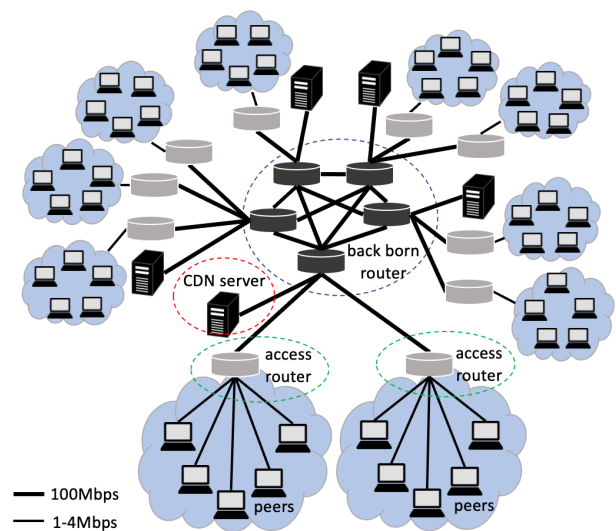


図2 実験トポロジ (ピア台数=50)

表1 実験条件

サーバ台数	5
ピア数	50, 100, 150, 200
ピアの下り帯域	1Mbps~4Mbps
アクセスルータ台数	(ピア数)/5
動画の平均ビットレート	512Kbps
バッファリング時間	8sec
提案方式の X, N, M	3, 3 Mbps, 1.5

のピアがそのキャッシュを持っており、選択したピアからバッファリング時間分のデータを受信した後に、動画が再生開始できるものとする。

以上の条件で実験を行い、文献[1]の方式と提案方式の2つで、クライアントがピアに参加してから、動画のバッファリングが完了するまでの時間を計測する。

5. まとめ

本論文では、CDN-P2P においてホップ数だけでなく帯域も考慮したピア選択アルゴリズムを提案した。今後はシミュレーションプログラムの実装を完成させ、提案方式と文献[1]の方式との性能を比較し、提案方式の有効性を検証する。

参考文献

[1] Arnon Saengarunwong and Teerapat Sanguankotchakorn, "A Two Step Server Selection in Hybrid CDN-P2P Mesh-based for Video-on-Demand Streaming," Proceedings of International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), pp. 499–504, 2018.