

P2P 動画共有サービスにおける待ち時間の改善を目的とした ノード探索アルゴリズムの提案

山本 宙† 深海 悟‡
 大阪工業大学 大学院 情報科学研究科† 大阪工業大学 情報科学部‡

1. はじめに

近年、動画共有サービスが人気を集めている。インターネット上での動画共有サービスの多くは C/S モデルで実現されているが、サーバの過負荷によるサービス品質の低下が起こりうる。さらに、動画共有サイトの回線維持費は毎月 100 万ドル[1]かかるといわれている。この問題を解決するために P2P を用いることが容易に考えられる[2]。そこで本稿では、ネットワークにデータを分散させると同時に、これらを探索するアルゴリズムである DHT に HybridP2P の特徴を加えた手法を提案する。提案手法と DHT 単体の既存手法をシミュレータで比較・評価した結果、探索ホップ数が削減され待ち時間に改善がみられた。

2. 既存手法について

P2P ネットワークには大きくわけて HybridP2P[3], PureP2P[3], DHT が存在する。

HybridP2P とは、探索を行うために C/S モデルの構造を持ち、その他の処理は P2P で行う手法である。この手法では探索は速いが、探索を行う中央サーバがボトルネックとなる。

PureP2P とは、HybridP2P と異なり、全ての処理を P2P で行う手法である。HybridP2P のようなボトルネックとなる部分は存在しないが、探索に時間を必要とし、ネットワーク上にデータが存在するにもかかわらず見つけられない場合もある。

DHT とは、PureP2P と異なり構造化されたネットワークを構築する手法である。これは効率的なデータの配置方法と、ノード数を N としたときに $O(\log N)$ の探索方法を提供する。しかし、ノードの探索に PureP2P ほどではないが時間を必要とし、ユーザのストリーミング要求から再生開始までの待ち時間が問題となる。実装方式として、Chord[4], Pastry[5], BATON[6]などがある。

そこで本稿では、ノード探索のホップ数に注目し DHT の上記利点を生かすと同時に、これらを探索するアルゴリズムである DHT に HybridP2P の特徴を加えた手法を提案する。

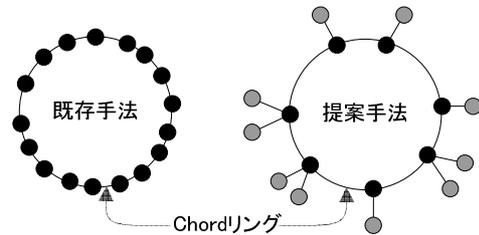


図1 ネットワーク例

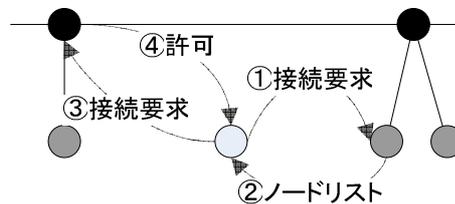


図2 ノードの参加例

3. 提案手法

提案手法では、ノードは親ノードと子ノードの2種類ある。親ノードとは、Chord リング[4]を構成しているノードであり、子ノードとは親ノードを中央サーバとする HybridP2P ネットワークを構成しているノードである。親ノードには fanout 数を設定する。これは接続可能な子ノードの数を表す。図1に既存手法と提案手法のネットワーク例を示す。黒い丸は親ノード、灰色の丸は子ノード、実線はコネクションを表す。

3.1 ノードの参加

新規ノードが参加する場合、初期接続先のノードである bootstrap ノードに接続する。bootstrap ノードは、親ノード・子ノードのどちらでもよい。これが接続者数に余裕のある親ノードの場合、接続は完了である。子ノードや接続者数に余裕のない親ノードの場合、新規ノードに他の親ノードのアドレスリストを返す。新規ノードはこのリストを元に子ノードとして接続可能な親ノードを探す。リストのすべてのノードに接続できなかった新規ノードは、親ノードとして Chord リングに接続する。子ノードとして接続が完了した場合、finger table は空、successor と predecessor は親ノードとなる。図2に新規ノードの参加例を示す。

3.2 ノードの離脱

親ノードが離脱する場合、Chord アルゴリズムにおけるノードの離脱処理に加え、接続されている子ノードの切断処理を行う。切断された子ノードは、上記の参加処理でネットワークに再接続を行う。子ノードが離脱する場合、親ノード

Improving DHT Lookup Performance for Online Video Streaming Service

†Hiroshi Yamamoto, Graduate School of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

‡Satoru Fukami, Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

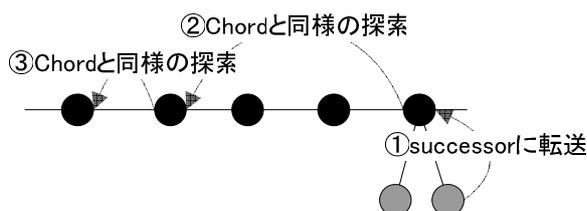


図3 ノード探索の例

ノードの接続者数を減らす。

3.3 ノードの探索

親ノードがノード探索を行う場合、Chord アルゴリズムにおけるノードの探索処理と同じである。子ノードがノード探索を行う場合、successor に登録されている親ノードに要求を送信する。子ノードから探索要求を受け取った親ノードは、Chord アルゴリズムと同様の処理でノード探索を行う。ノード探索の例を図3に示す。

4. 評価実験

本章では、シミュレーションによって提案手法を評価した結果を示す。

4.1 シミュレーションによる評価

本実験では、提案手法および既存手法をシミュレーションによって比較する。ここで既存手法は Chord とした。本実験では、10000 回のノード探索をシミュレートした。シミュレーションにおいて動作させたノード数は 1~100000 とした。各ノードをランダムに P2P ネットワークに参加させた。fanout 数は 10 とした。評価方法は、探索を行うノードと目的ノードをランダムに選択し、目的ノードに達するまでのホップ数を記録、最大値と平均値をもとめた。使用したランダム関数は一様乱数である。

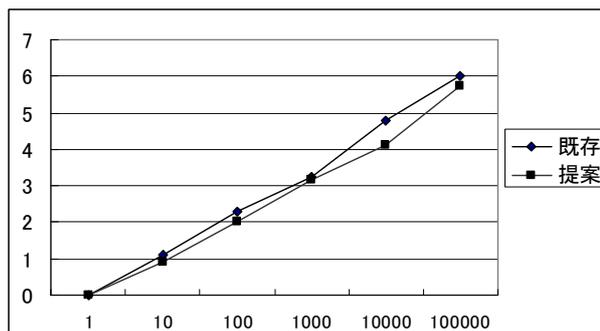
4.2 実験結果

グラフ1に目的ノードに達するまでの平均ホップ数を、グラフ2に最大ホップ数を示す。グラフ1、2ともに $\log N$ のグラフになっていることがわかる。これは既存手法と提案手法ともに Chord のアルゴリズムが働いたからである。平均ホップ数が若干、最大ホップ数が大きく改善されていることがわかる。これは提案手法が働き Chord リングが小さくなったためである。

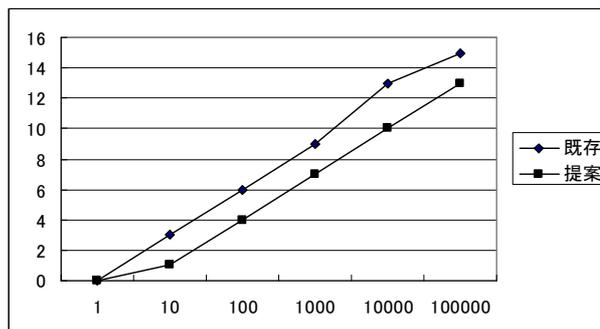
グラフ2から、既存手法が $\log N$ のグラフになっているのに対して、提案手法は fanout 数を F としたときに $1 + \log(N/F)$ となっていることがわかる。これは子ノードが successor のノードに探索要求を転送するホップ数1と、 N/F 個のノードが接続された Chord リングの探索ホップ数 $\log(N/F)$ を足したものである。

5. まとめ

本稿では DHT に HybridP2P の特徴を加えた手法により、P2P 動画共有サービスのストリーミング開始までの待ち時間を減少させる手法を提案した。本手法



グラフ1 平均ホップ数



グラフ2 最大ホップ数

ではノードを親ノードと子ノードに分けることにより Chord リングを縮小し検索ホップ数を $O(\log N)$ から $O(\log(N/F))$ へ削減することができた。

今後の課題として、ホップ数の減少がどの程度待ち時間を減少させるかを明らかにすることが挙げられる。そのために、理論値通りの結果となる実装を行い計測する必要がある。

参考文献

- [1]『朝日新聞』2006年11月27日朝刊「ウェブが変える④ 動画投稿 TVも活用」
- [2]『日経新聞』2006年11月26日朝刊「ファイル交換で動画配信 市場育成策を検討 総務省」
- [3]Peer to Peer - Wikipedia, http://ja.wikipedia.org/wiki/Peer_to_Peer
- [4]I.Stoica,R.Morris,D.Karger,F.Kaashoek,and H. Balakrishnan:“Chord: A scalable Peer-To-Peer lookup service for internet applications”,ACM SIGCOMM, San Diego, August 2001
- [5]A.Rowstron and P.Druschel:“Pastry: Scalable, decentralized object location, and routing for large-scale peer-to-peer systems” Lecture Notes in Computer Science, vol.2218, pp.329-350, 2001
- [6]H.V.Jagadish,B.C.Ooi and Q.H.Vu:“BATON:A balanced tree structure for peer-to-peer Networks”, Proc.31st VLDB, pp.661-672(2005)