

# 階層グループ化オーバーレイネットワークによる ライブストリーミング配信の低遅延化

松本 尚幸<sup>†</sup> 大谷 晋一郎<sup>††</sup> 島田 秀輝<sup>†</sup> 佐藤 健哉<sup>††</sup>

<sup>†</sup>同志社大学理工学部情報システムデザイン学科 <sup>††</sup>同志社大学大学院理工学研究科情報工学専攻

## 1 はじめに

近年, YouTube や Ustream, ニコニコ動画などのユーザ参加型動画配信サービスの利用が増加しており, それに伴う配信サーバの負担や必要となるネットワーク帯域の増加が問題となってきた。この問題を軽減させる目的として Peer-to-Peer (P2P) 技術を用いたストリーミング配信システムが研究されている。しかし, P2P 技術によるストリーミング配信が途切れることなく快適に視聴できるかは, ピアと呼ばれるユーザ端末の性能や, ストリーミングコンテンツを伝えるネットワーク環境に依存するところが大きく, ピアのネットワーク構造を木構造で構成するツリー型オーバーレイネットワークでは, 配信ツリーの上層のノードや途中経路で障害が発生すると, そのノードの下層に位置するすべてのノードが影響を受けてしまう。ピアを網目状に構成するメッシュ型オーバーレイネットワークでは通信障害への耐性は高い一方, 通信量の増大と, ネットワークの構成が複雑という問題が生じる。

本研究ではこれらの問題によって発生する遅延を低減させることを目的としたストリーミング配信システムの提案をする。

## 2 関連研究

P2P 技術を利用したストリーミング配信システムとして Feng Wang らの提案手法で mTreebone[1]がある, この手法ではツリー構造のオーバーレイネットワークを基に, ネットワークに参加するピアを安定したピアをそうでないピアに分類をし, 図1のように, 安定したピアをツリー構造の上層へ位置付ける, また, メッシュ構造のオーバーレイネッ

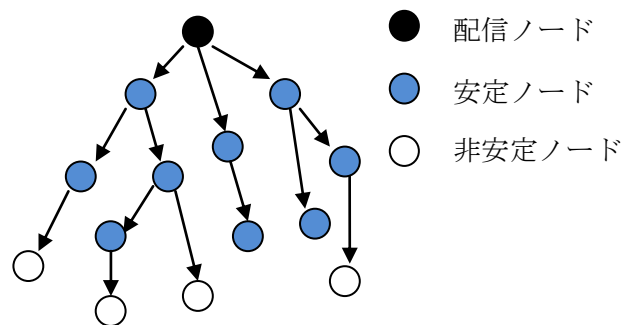


図1 mTreebone オーバーレイネットワーク

トワークで障害によって欠落した動画データを補完することで安定した視聴環境を構築している。

## 3 概要

P2P ストリーミング配信では再生が途切れることなく視聴できることが重要である。ツリー型オーバーレイネットワークを利用した配信システムでは, 性能の良いピアを上層へ位置づけることで配信を安定させる事ができる。

本研究ではピアの離脱と新規参加に対応出来るネットワークを構成することを目的として, ユーザの視聴履歴, 端末性能をもとにピアを順序付けし, 順に並べることでツリー型オーバーレイネットワークを構成する。さらに, 同階層のピアでグループを形成し, 階層的にメッシュ型オーバーレイネットワークを構成する, 離脱による再生の中断の可能性を軽減させることを目指している。

## 4 提案手法

### 4.1 ネットワーク構成法

ピアの性能や離脱回数, 視聴履歴などを評価項目とし, それらに重み付けをしてピアを配置する際の指標となる信頼度を決定する, 配信ピアの直下から信頼度順にピアを並べることでツリー構造を構築することができる。提案するネットワーク構造図を図2に示す。

G1, G2, G3 のようにツリー構造上の横方向に

Reducing Delay of Live Streaming Based on Layered Grouping Overlay Network

Naoyuki Matsumoto<sup>†</sup>, Shinichiro Ohtani<sup>††</sup>, Hideki Shimada<sup>†</sup>, Kenya Sato<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Department of Information System and Computer Design, Doshisha University

<sup>††</sup> Graduate School of Information and Computer Science, Doshisha University

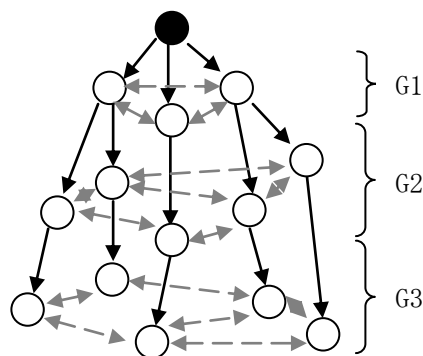


図2 提案手法ネットワーク構造

並んだ近隣のピア同士でグループを形成し、メッシュ型のオーバーレイネットワークを構築することでピアの離脱、ネットワーク障害による再生の中断を減らすことができる。また、同じ性能のピア同士でグループを構築するので、メッシュ型のオーバーレイネットワークの問題であるコンピュータの性能の差によって起こる負荷の偏りを軽減することもできる。

それぞれのピアは一つ上、一つ下、同じ階層のグループ内のピアのインデックス情報を保持する。未取得の動画データがある場合はインデックス情報から同じグループ内でデータを持っているピアを探索し、要求することで補い合う。

ここでは上層のグループである G1 から下層のグループである G2 や G3 へのファイルのリクエストはしないものとする。

#### 4.2 参加

ピアの参加時には最初に自身の評価結果をツリーの上層から比較していき、参加する親グループを決定する、親グループ内で子を持つことが可能で、最も返信の速いピアの下に付き、動画配信のリクエストを出す、同時にすでにグループに参加しているピアのインデックス情報を取得する。

#### 4.3 離脱

ピアの離脱時には周辺のピアに離脱することを通知する、通知を受け取ったピアは離脱したピアを保持しているインデックス情報から削除する、離脱したピアの子として位置していたピアは、親グループに参加の動作を行い新たな親となるピアを決定する。

#### 4.4 調整

ピアの減少により通信品質に問題が生じる可能性がある場合、離脱が発生したグループより

下層のグループの中で、最も信頼度の高いピアを上層へと移動させる事により調整を行う。

本システムでは性能の良くないピアが配信ツリーの下層へと偏る、また、グループの規模も下層に行くにつれ大きくなるので端末の負担も増加してしまう、なので規模が大きくなる場合はグループを分割し、端末の負担の増加を避ける。

この結果、配信ツリーの縦方向には通信速度と通信の安定性の特性のネットワークを持ちながら、横方向にメッシュ構造を構築し離脱耐性を高めることができる。そのため、全体として信頼性の高いストリーミング配信システムを構築することができる。

## 5 評価

本研究ではネットワークシミュレータである QualNet を用いて動画データの欠落や配信経路で障害があった場合を想定したシミュレーションを行い、ピアの性能の違い、グループの規模の変更での動画再生の遅延時間を検証する。

また、他の P2P ストリーミング配信システムとの比較を行い、ネットワークを構成するピアの数、通信障害の有無などの変更により、どのような利用環境で遅延が軽減されるかを検証する。

## 6 まとめ

P2P ストリーミング配信システムにツリー型とメッシュ型を併用することで双方の特性を持ち、ピアの離脱に耐性を持ちながらも通信速度の保証もできるネットワーク構造を実現することができる。

## 7 謝辞

本研究の一部は総務省戦略的情報通信研究開発推進制度(121806015)の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] mTreebone: A Hybrid Tree/Mesh Overlay for Application-Layer Live Video Multicast, Feng Wang, Yongqiang Xiong, Jiangchun Liu, IEEE ICDCS'07