

# P2P VoD における集中管理方式改良の提案と評価\*

鈴木慧(学籍番号 200921738)

研究指導教員:川原崎雅敏

## 1. はじめに

近年, 一般家庭へのブロードバンド回線の普及が進み, 映像配信のインフラ環境が整ったといえる。その中でも, 任意のタイミングで映像を視聴できる VoD (Video on Demand)の需要が非常に大きい。VoD 配信は, CDN (Content Delivery Network)[1] を用いるのが主流である。CDN は, ネットワークに多数のミラーサーバを配置する必要があり, 大きな設備コストがかかる。この問題を解決すべく, 映像配信にも P2P (Peer to Peer)[2]を利用する動きがある。P2P による VoD 実現方法としては, P2P ライブストリーミング型や BitTorrent[3]型がある。前者では, サーバからトリー状にピアを接続し, 映像をバケツリレー式に下流ピアに渡す。この方式は, 最下辺にあるピアが配信に貢献せず, また, ピアが離脱するとトリーの再構築が必要である。後者は, ファイルをピースと呼ばれる断片に分割, ピア間でピースを交換することで効率的に映像を共有できるが, 映像再生点を意識し, なおかつ効率のよいピース交換が必要で, これが最大の課題となっている。後者を用いた商用システムに PPLive VoD[4]があるが, サーバや特定ピアに負担が集中し, ピアの回線も有効活用できていない。そこで, 本研究では, 負担バランスを改善し VoD 配信効率を高めるため, ネットワーク全体を管理するトラッカーが各ピアの情報を元に連携すべきピアを判断, 各ピアに提示する方式を提案する。これを BitTorrent Simulator[5]に実装して評価を行い, BitTorrent 型の欠点であるサーバや特定ピアへの負荷集中を軽減し, 配信効率を高められることを示す。

## 2. 提案方式

BitTorrent ではトラッカーが各ピアに周期的にピアリストを送信するが, 掲載されるピアはランダムに

\* “A Study on Enhanced Central Tracking Method in P2P VoD” by Kei SUZUKI

決定され, トラッカーを有効活用できていない。また, 各ピアは上限一杯に接続があれば, ピアリストは無視している。このため, 最適ピアリストを配信しても正しく使用されない。これを改善するため, トラッカーに情報を集約, この情報に基づきピアリストを作成・配信し, 各ピアには, その適用を強制する。以下に考案した 3 つピアリスト生成方式を示す。

### 2.1 Method 1 保持ピース考慮方式

Method 1 では, 参加ピアがピースの保持状況を報告, トラッカーがネットワーク全体のピースマップを把握, 最適なピアを選定する。保持しているピアの数が少ないピースを減らし, これを持つピアへの負担集中を回避する。

### 2.2 Method 2 回線速度考慮方式

Method 2 では, リクエスト頻度が高い時に, 高速ピアが接続されやすくなることで, 高速ピア同士の負担均等化を目指す。ピア  $p_i$  がリストに載る確率  $P(p_i)$  は, 式(1), (2)によって計算する。 $N$  はピア数,  $t$  はピアリスト生成時刻である。 $U_{p_i}$  は, 各ピアがトラッカーに申告する回線種別により, 高速ピアは 3, 中速ピアは 2, 低速ピアは 1 のように設定する。

$$P(p_i) = \frac{S(p_i)}{\sum_{j=1}^N S(p_j)} \quad (1)$$

$$S(p_i) = U_{p_i} + 1/\lambda(t) \quad (2)$$

### 2.3 Method 3 参加時刻考慮方式

Method 3 では, トラッカーはピアリスト生成の際, 直前・直後に参加したピアのみ載せる。但し, 初回のピアリストには, 当該ピアより後に参加したピアがないため, 直前に参加したピアのみを載せる。

## 3. 評価指標

提案方式の目標は, (A)ダウンロードが再生に間に合う, (B)サーバの負担をできる限り軽減する, (C)各ピアの上り回線を有効に利用し, アップロード負担を公平にする, の 3 点である。これらの評価指標として, 再生成功率, サーバアップロード量, そしてピア負担率の分散を用いた。

## 4. シミュレーション条件

新規ピアが 30 分間ポアソン分布に従い参加する。ファイル、回線の設定は表 1 の条件による。

表 1 共通シミュレーション条件

ファイル設定	173MB, 1.1Mbps
回線速度	ADSL, 低速 下り 8Mbps, 上り 0.5Mbps 32%
	CATV, 中速 下り 30Mbps, 上り 3Mbps 13%
	FTTH, 高速 下り 50Mbps, 上り 25Mbps 55%
サーバ回線速度	上り 25Mbps
再生前待ち時間	15sec

## 5. シミュレーション結果

### 4.1 再生前待ち時間と再生成功率の関係

図 1 は、毎分平均 60 ピアが参加した時の再生前待ち時間(横軸)と再生成功率(縦軸)のグラフである。Method 1 の低さが目立つが、これは低速ピアとの連携が盛んに行われるためである。Method 1 以外は PPLive とほぼ同等の結果である。

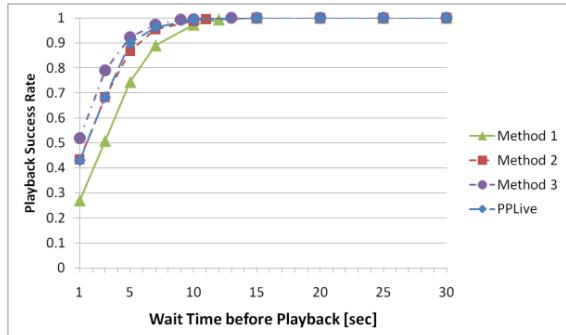


図 1 再生成功率と再生前待ち時間の関係

### 4.2 サーバアップロード量

図 2 はリクエスト頻度(横軸)に対するサーバアップロード量(縦軸)の変化を表したグラフである。PPLive ではサーバがアップロードし続けるのに対し、提案方式では大幅に軽減されることが分かる。

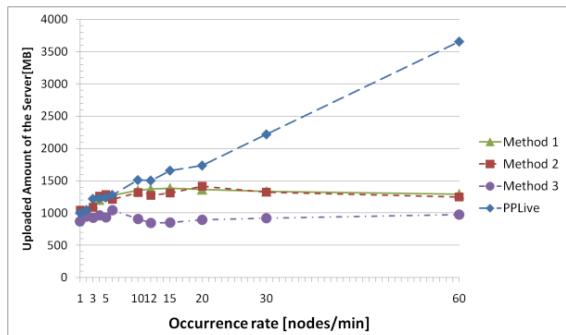


図 2 サーバアップロード量

### 4.3 ピア負担率の分散

図 3 はリクエスト頻度(横軸)に対するピア負担率の分散(縦軸)を表したグラフである。PPLive ではリクエスト頻度が上がるほど分散も大きくなつたが、Method 1, 2 では毎分 5 ピア以上の領域で軽減された。Method 3 では分散が一定で、非常に高い公平性が実現された。

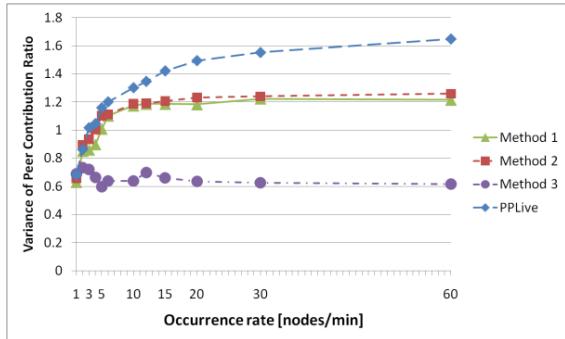


図 3 ピア負担率の分散

## 5. まとめ

本研究では、BitTorrent 型 P2P-VoD において、トラッカーが定期的に最適ネットワークの構築をピアに指示することで、ピア間で負担が適正化され、VoD 配信の効率化が図れることを示した。提案した方式はいずれも PPLive に比して改善効果があるが、中でも、特性が優れ、実装も容易な Method 3 が最有力な方法であると考えられる。

## 文献

- [1] Vakali, G. Pallis, "Content Delivery Networks: Status and Trends". IEEE Internet Computing. 2003, Vol.7, No.6, pp. 68-74
- [2] 岩田真一, 井上誠一郎, 大谷弘喜, 龜井聰, "特集:P2P 技術の基礎知識," UNIX MAGAZINE, 株式会社アスキー, 2005, Vol.20, No.9, pp. 82-107
- [3] BitTorrent Inc., "BitTorrent," <http://www.bittorrent.com/>
- [4] Shanghai SynaCast Media Tech Co., Ltd., "PPLive - The most popular net TV in the world," <http://www.pptv.com/en/index.html>
- [5] Microsoft Research, "BitTorrent Simulator," <http://research.microsoft.com/en-us/downloads/20d68689-9a8d-44c0-80cd-66dfa4b0504b/>