

# ピースの希少性の変化を考慮した P2P ストリーミング方式

小島圭貴<sup>†</sup> 佐藤文明<sup>†</sup>

東邦大学 理学部 情報科学科<sup>†</sup>

## 1. はじめに

近年、インターネットを介した映像配信サービスの増加にともない、P2P (Peer-to-Peer) ストリーミング環境に注目が集まっている。P2P ストリーミング環境では、再生端末 (ピア) は、再生に必要な分割データ (ピース) を P2P ネットワーク上の他の複数のピアから受信することで、サーバに発生する負荷を軽減できる。しかし、ピースをランダムに選択して受信するため、再生位置付近のピースの受信が間に合わない場合、再生途切れ時間が発生する。この課題に対して、再生位置とピースを緊急性、希少性を考慮して重要度を計算し、重要度に基づいてピースを受信し再生途切れ時間を短縮する BIS (BiToS[1] + Immediacy and Scarcity) という方法が提案されている[2]。しかし、BIS ではピースの共有がコンテンツの先頭に偏りがあり、コンテンツ終盤での再生途切れが起こるという課題がある。

本稿では、ピースの希少性の変化を考慮し偏りをへらす BICS (BIS + Change of the Scarcity) を提案する。

## 2. 関連研究

### 2.1 BiToS の概要

BiToS (Enhancing BitTorrent for Supporting Streaming Applications) は、BitTorrent のレAREST ファスト方式を改良してコンテンツ再生中の途切れ時間を短縮する方式である。BiToS では、コンテンツの未受信のピースを、再生位置に近い優先セットとそれ以外の低順位セットに区別する。ピアは確立  $p$  を用いてピース選択を行うセットを決定し、選択されたセットからレAREST ファスト方式に基づき希少性の高いものをランダムに選択し受信する。このとき確立  $p$  が 80% の場合 80% の確立で優先セットを選択し、早急に必要なピースを選択する。または低順位セットの希少なピースを選択し P2P ネットワークのバランスをとる。

### 2.2 BIS の概要

BIS では、BiToS と同様に未受信のピースを 2 つのセットに区別する。優先セットから受信ピースを選択する際、ピアはセット内の全ピースに対する重要度を算出し、重要度の高いピースを選択し受信する。低順位セットが選択された場合は緊急性に欠けるので、BiToS と同様レAREST ファスト方式を用いる。ピースの重要度は、緊急性と希少性の 2 つの点を考慮して算出する。

そこで、優先セット内の算出を行うピース  $i$  に対する重要度  $D_i$  は以下のように定義する。

$$D_i = cI_i + (1 - c)S_i \quad (1)$$

ここで、 $I_i$  はピース  $i$  に対する各ピアの緊急性、 $S_i$  はピース  $i$  の P2P ネットワーク内における希少性、 $c(0.0 \leq c \leq 1.0)$  は重み係数を表す。

緊急性  $I_i$  は、次に再生されるピース ID の  $h$ 、コンテンツの最後に再生されるピース ID の  $n$  を用いて以下のように定義する。

$$I_i = 1 - (i - h)/n \quad (2)$$

希少性  $S_i$  は、P2P ネットワークに接続している全ピア数  $N$ 、ピース  $i$  を保持しているピア数  $m$  を用いて以下のように定義する。

$$S_i = (N - m)/N \quad (3)$$

## 3. 提案方式

### 3.1 提案方式の特徴

本研究では、P2P ストリーミングで課題として上げた再生途切れ時間において、より途切れ時間の短縮をするために、ピースの希少性を考慮した BICS (BIS + Change of the Scarcity) を提案する。

提案方式の特徴は、BIS の再生位置付近への考慮に加えピアが P2P ネットワークに参加するにつれ、コンテンツの終盤のピースの希少性が高まるのを抑え再生途切れ時間を短縮させるものである。

### 3.2 ピースの選択方式

ストリーミングを行うピアが P2P ネットワークに参加し続けると、優先セットや BIS の緊急性の考慮によりコンテンツの各ピースに偏りが生じる。そこで BICS 方式では、ピースの選択を行うたび優先セットと低順位セットの選択確立  $p$  を変動させる。図. 1 のように

P2P streaming method in consideration the change in the rarity of the piece

<sup>†</sup>Kojima Kiyotaka <sup>†</sup>Fumiaki Sato(<sup>†</sup>Toho University Faculty of Science, Department of Information Science)

優先セット内のピースの希少性の平均値をとり、低順位セットの中のピースの希少性との差  $\alpha$  を算出する。次に以下の式(4)を用いてセットの選択確立  $p$  を変動させる。以上より低順位セットの希少性の偏りを抑さえ、再生途切れ時間が短縮できると考える。

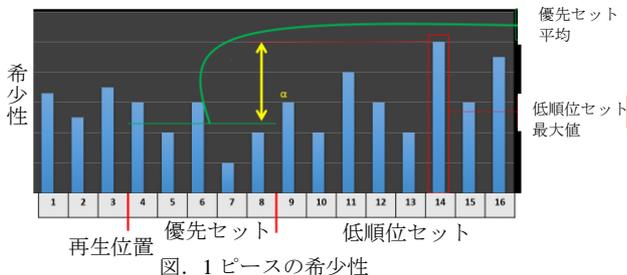


図. 1 ピースの希少性

$$p = 0.5\alpha + 0.5 \quad (4)$$

確立  $p$  は 50%以上の値をとり低順位セットに希少性の高いピースがない場合 100%近くの値を取る。

#### 4. 性能評価

本論分では、シミュレーション実験では GPS[3] と呼ばれるシミュレータを利用した。GPS は P2P ネットワークにおけるコンテンツ配信を評価するために幾つかの研究で利用されている。

##### 4.1 シミュレーション環境

有線 LAN で繋がった端末で構成する P2P ネットワークを想定し、表.1 に示すパラメータを用いてシミュレーション実験を行った。P2P ストリーミング環境では、再生途切れ時間は性能評価の重要な基準であるため、平均途切れ時間について評価を行う。

また、論文[2]より確立  $p$ , 優先セット  $k$ , 重み係数  $c$  を参照。なお、提案方式の確立  $p$  は異なる。

表.1 実験パラメータ

パラメータ	値
コンテンツ長	2700[秒]
ビットレート	2[Mbps]
ピースサイズ	1024[Kbyte]
オリジナルコンテンツ数	1[個]
ピア数	400[個]
最大通信帯域	8[Mbps]
同時に通信可能なピア数	4[個]
ピアの平均要求到着時間	30[秒]
通信ピアの切り替え間隔	10[秒]
確立 $p$	80[%]
優先セット $k$	10[%]
重み係数 $c$	0.8

#### 4.2 比較方式

提案方式 BICS は、複数のピアが P2P ネットワークに参加し希少性に偏りが出てきた時に、既存方式と差が出てくると考えられる。400 個のピアが到達するまでシミュレーションし、途中の再生途切れ時間の平均値を比較する。

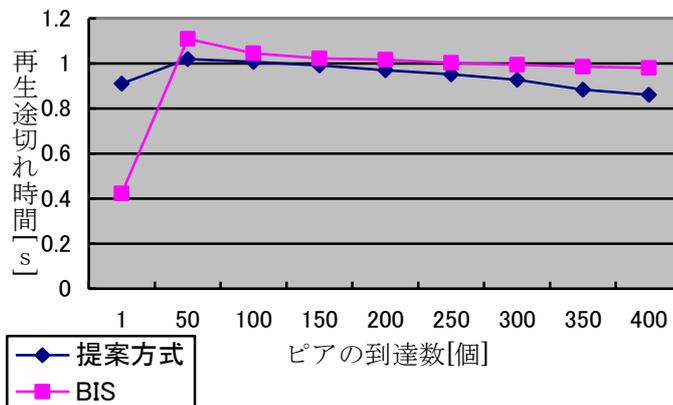


表.2 シミュレーション結果

#### 5. 考察

差は少しでしたが、既存の方式を上回ることができた。希少性の偏りを抑え途切れ時間を短縮できたと考えられる。また、結果より途切れ時間の値が小さいことから、より負荷のある環境でのシミュレーションを行うことが望ましいと考えられる。

#### 6. まとめ

本論文では、ピースの希少性を考慮し優先セット、低順位セットの選択確立  $p$  を変動させることにより希少性の偏りを抑え再生途切れ時間を短縮することを確認した。

今後の課題は、より負荷のある環境で提案方式のシミュレーションが必要である。

#### 参考文献

- 1) Vlavianos, A., Iliofotou, M. and Faloutsos, M.: BiToS: Enhancing BitTorrent for Supporting Streaming Applications, Proc. INFOCOM'06, pp.1-6 (Apr. 2006).
- 2) 坂下 卓, 義久 智樹, 義久 智樹, 西尾 章治郎: P2P ストリーミング環境における再生途切れ時間短縮方式 情報処理学会論文誌 52(3), 1045-1054, 2011-03-15
- 3) Yang W. and Ghazaleh N.-A.: GPS: a general peer-to-peer simulator and its use for modeling BitTorrent, Proc. MASCOTS'05, pp.425-432(Sept.2005).