

# 選択型コンテンツの再生速度を考慮した放送型配信における スケジューリング手法の提案

福井 大地<sup>†</sup> 後藤 佑介<sup>‡</sup>

岡山大学工学部情報工学科<sup>†</sup>

岡山大学大学院自然科学研究科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

ユーザがコンテンツを選択して視聴する選択型コンテンツを用いた放送型配信に対する注目が高まっている。選択型コンテンツの放送型配信では、多くのユーザに一定の帯域幅で複数のコンテンツをまとめて配信できるが、配信環境に応じてデータ再生時にコンテンツ間で待ち時間が発生するため、待ち時間を短縮するスケジューリング手法が数多く提案されている。近年、ユーザの嗜好に合わせてデータの再生速度を変更したいという要求があり、早送り再生を考慮したスケジューリング手法が提案されているが、倍速再生しか考慮していない。本研究では、コンテンツの再生速度を考慮したスケジューリング手法を提案する。提案手法では、複数の再生速度によるクライアントの同時視聴を考慮した上で、サーバが使用できる帯域幅の大きさに応じた配信スケジュールを作成する。

## 2. 選択型コンテンツ

### 2.1. 視聴順序グラフ

本研究では、選択型コンテンツの視聴順序を表記する状態遷移グラフを視聴順序グラフ[1]と呼ぶ。各ノードは対応するコンテンツを再生している状態を示し、コンテンツの再生が終了すると、次の状態に遷移する。例えば、クイズ番組の視聴順序グラフを図1に示す。クイズ番組で、ユーザは提示された回答 X, Y から一方を選択し、正解もしくは不正解の映像を再生する。 $S_1$ は出題の映像を再生している状態であり、再生が終了すると $S_2$ に遷移する。 $S_2$ は、選択肢となる回答 X, Y の内容を表示している状態であり、この間にユーザは回答を選択する。 $S_2$ の再生終了後、回答 X を選択すると $S_3$ 、もしくは回答 Y を選択すると $S_4$ といったように、選択されたコンテンツに応じた状態に遷移する。

視聴順序グラフに対して、状態遷移の省略、状態の結合、および状態の分割の3種の操作を行うことで、視聴順序グラフを簡単な形状に変形でき、放送スケジュールの作成が容易になる。例えば、図1-Aの視聴順序グラフは図1-Cに単純化される。

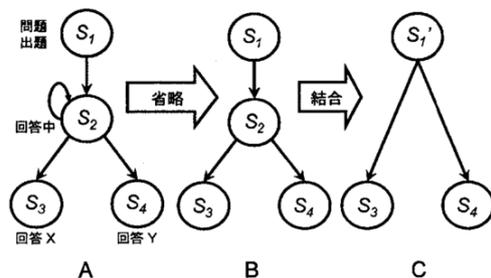


図1: 視聴順序グラフの単純化

### 2.2. 関連研究

選択型コンテンツの放送型配信において、早送り再生を考慮した上で、受信時に発生する待ち時間を短縮するスケジューリング手法が提案されている。Contents Cumulated Broadcasting Considering Prefetching (CCB-CP) 法 [2]は、再生レートと等しい帯域幅のチャンネルをできるだけ確保して、コンテンツを早送りで視聴する部分と通常で視聴する部分の2つに分けてスケジューリングすることで待ち時間を短縮する手法である。しかし、倍速再生しか考慮しておらず、4倍速以上の再生速度によるコンテンツ視聴に対応できない。

## 3. 提案手法

### 3.1. 概要

選択型コンテンツの放送型配信においてコンテンツの再生速度を考慮したスケジューリング手法として Contents Cumulated Broadcasting Considering Playback Speed (CCB-PS) 法を提案する。CCB-PS 法では、視聴する再生速度に応じて、各コンテンツを早送りで視聴する部分と通常で視聴する部分に分けてスケジューリングすることで、待ち時間を短縮する。

### 3.2. 想定環境

- 放送する番組は、選択型コンテンツである。

A Scheduling Method for Selective Contents Broadcasting Considering Playback Speed

<sup>†</sup> FUKUI DAICHI

<sup>‡</sup> GOTOH YUSUKE

Department of Information Technology, Faculty of Engineering, Okayama University(<sup>†</sup>)  
Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University(<sup>‡</sup>)

- サーバは、複数のチャンネルから同時にデータを放送できる。
- クライアントは、コンテンツの蓄積に十分な容量のバッファをもつ。
- クライアントは、番組の放送開始後にその番組のコンテンツを受信する。
- 再生するコンテンツの最高倍速は、2, 4, 8 および 16 倍速 のいずれかである。

3.3. スケジューリング手順

- (1) 使用できる帯域幅を  $B$ 、再生レートを  $r$  としたとき、 $m = \lceil B/r \rceil$  個のチャンネル  $C_1, \dots, C_m$  の帯域幅を算出する。

$$C_j = \begin{cases} r & (j = 1, \dots, m-1) \\ B - r \times (m-1) & (j = m) \end{cases}$$

- (2) 各コンテンツにおける最高倍速の再生用コンテンツ  $S_{ip-s}$  ( $j=1, \dots, n \parallel s=2,4,8,16$ ) をスケジューリングする。  $C_1$  では、各深さで状態数が一番小さい合計  $b$  個のコンテンツを順番に放送する。  $C_2, \dots, C_m$  では、根から葉の順番に、各コンテンツの最高倍速で途切れなく再生を行う場合の再生開始時刻に合わせて、未放送の  $S_{jp-s}$  をスケジューリングする。再生開始時刻までにスケジューリングできない場合、再生開始時刻より後で、かつできるだけ早い時刻にスケジューリングする。
- (3) 各コンテンツでまだスケジューリングしていないコンテンツのうち、再生速度がもっとも速い倍速再生用コンテンツ  $S_{ip-s}$  を  $S_1$  から  $S_n$  の順番で繰り返して、まだスケジューリングしていない時間帯のうちできるだけ早い時刻にスケジューリングする。倍速再生用コンテンツがすべてスケジューリングされている場合、通常再生用のコンテンツをまだスケジューリングしていない時間帯のうちできるだけ早い時刻にスケジューリングする。
- (4) 手順(3)を繰り返し、すべてのコンテンツをスケジューリングしたら、終了する。

以上の手順でスケジューリングを行う。

3.4. 導入方法

図 2 に、提案手法で配信する場合の放送スケジュールリングを示す。図 3 の視聴順序グラフを使用し、 $S_2, S_3$  を 4 倍速で再生可能なコンテンツとする。例として、使用できる帯域幅を 12.5Mbps、再生レートを 5.0Mbps とすると、 $C_1, C_2$  の帯域幅は 5.0Mbps、 $C_3$  の帯域幅は 2.5Mbps となる。番組の放送が始まると、 $C_1$  では、根から順に各深さで状態番号が一番小さいコンテンツである  $S_1, S_2, S_4$  のうち、各コンテンツで最高倍速の再生用コンテンツである  $S_{1p-2}, S_{2p-4}, S_{4p-2}$  を順番に放送する。

$C_2$  では、途切れなく各コンテンツを最高倍速で再生を行う場合の再生開始時刻に合わせて、 $S_{3p-4}$  を放送開始 30 秒から 15 秒間放送し、 $S_{5p-2}$  を放送開始 45 秒から 30 秒間放送する。次に、 $C_2$  で  $S_{1q}$  を放送開始 0 秒から 30 秒間放送する。その後、 $S_{2p-2}, S_{3p-2}, S_{4q}, S_{5q}$  の順にスケジューリングする。最後に、 $S_{2q-1}, S_{3q-1}, S_{2q-2}, S_{3q-2}$  の順番にスケジューリングして、終了する。

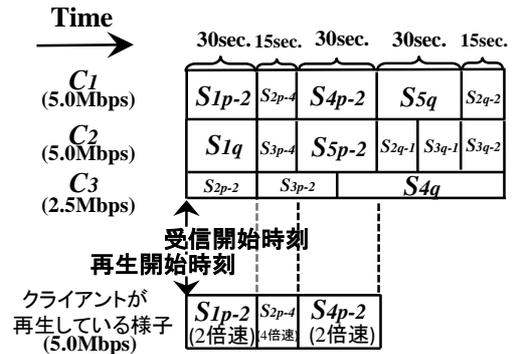


図 2: 提案手法の放送スケジュールリング例

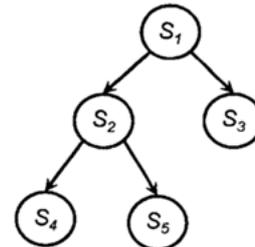


図 3: ニュース番組の視聴順序グラフ

4. おわりに

本研究では、選択型コンテンツの放送型配信において、複数の再生速度による早送り再生を考慮して待ち時間を短縮するスケジューリング手法である CCB-PS 法を提案した。CCB-PS 法は、各コンテンツの再生可能な最高倍速に合わせて、各コンテンツを早送りで視聴する部分と通常で視聴する部分に分けてスケジューリングして、待ち時間を短縮する。今後の予定として、各コンテンツで再生速度の選択確率を考慮したスケジューリング手法を提案する。

参考文献

[1] 義久智樹, 金澤正憲: 選択型コンテンツの放送型配信におけるスケジューリング手法, 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.12, pp.3296-3307 (2006).

[2] Gotoh, Y., Yoshihisa, T., Taniguchi, H., et al.: A Scheduling Method for Selective Contents Broadcasting with Fast-forwarding, Proc. 2nd International Workshop on Streaming Media Delivery and Management Systems (SMDMS 2011), IEEE Computer Society, pp.344-349 (2011).