3U-02

スケジューリング手法を用いた選択型コンテンツの放送型配信システム

藤田 拓郎† 山本 泰平† 後藤 佑介‡

岡山大学工学部情報系学科†
岡山大学大学院自然科学研究科‡

1 はじめに

近年，ユーザが視聴したいコンテンツを複数選択して順番に視聴する選択型コンテンツを放送型で配信する研究が注目されている．選択型コンテンツの放送型配信では，サーバは一定の帯域幅でコンテンツを多くのクライアントに配信できるが，サーバが配信に使用できる帯域幅や配信するコンテンツの数に応じて，再生時に待ち時間が発生する．そこで，この待ち時間を短縮するスケジューリング手法はいくつか提案されているが，これまでのスケジューリング手法の評価はシミュレーション環境のみであった．本研究では，スケジューリング手法を導入可能な選択型コンテンツの放送型配信システムを実現し，実際のネットワーク環境でスケジューリング手法の有用性を評価する．

2 選択型コンテンツの放送型配信

選択型コンテンツでは，ユーザは複数のコンテンツを選択しながら続けて視聴するため，視聴するコンテンツに順序が生じる．一般に，ユーザは現在再生しているコンテンツが終了してから次のコンテンツを再生する．そこで，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と呼び，図 1 のような形式で表す．

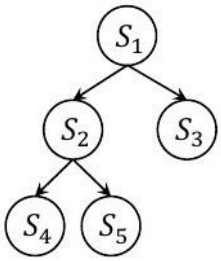

図 1 視聴順序グラフ

A Broadcasting System for Selective Contents with Scheduling Methods
†FUJITA TAKURO
†YAMAMOTO TAIHEI
††GOTOH YUSUKE
Department of Information Technology, Faculty of Engineering, Okayama University (†)
Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University (‡)

3 スケジューリング手法

選択型コンテンツの放送型配信において，どのコンテンツをどのタイミングで配信するかを定めた配信スケジュールを決定するスケジューリング手法が提案されてきた．

Contents Cumulated Broadcasting (CCB) [1]法では，どの視聴順序を選択しても再生中に途切れが発生しないように配信スケジュールを作成する．このとき，使用する帯域幅と放送時間の積ができるだけ小さくなるようにスケジューリングする． CCB 法で配信する場合の配信スケジュールを図 2 に示す．時間の経過を右向きに示す．サーバは番組の放送が始まると，C_1 で S_1 と S_3, C_2 で S_2 と S_4 を各 60 秒放送し，C_3 は S_5 を 120 秒放送する．

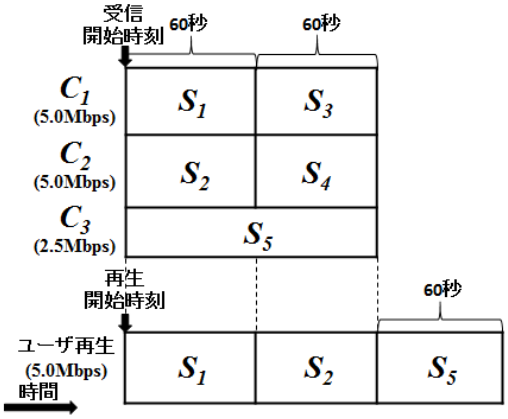

図 2 CCB 法の配信スケジュール例

4 提案システム

4.1 概要

これまでに提案されているスケジューリング手法は計算機シミュレーションによる評価のみである．このため，実際のネットワーク環境で生じる以下の二つの課題を検討する必要がある．一つ目は，データ再生中の処理負荷の増加による途切れの発生である．二つ目は，計算機シミュレーションではユーザがデータの受信を要求してから再生を開始するまでの待ち時間が発生しない点である．

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

4.2　課題

4.2.1　付加情報による配信スケジュールの影響

選択型コンテンツの放送型配信では，異なるチャネル間でコンテンツの配信開始時刻を同期する必要がある．付加情報が配信に与える影響を考慮していない場合，コンテンツの配信開始契機を同期できず，途切れ時間が発生する．このとき，サーバが使用するスケジューリング手法の配信スケジュールに従ってコンテンツを配信できない問題が発生する．

4.2.2　再生を開始する契機

選択型コンテンツの放送型配信で用いるスケジューリング手法は，再生を開始する契機と受信を開始する契機が同じである．このため，実際のネットワーク環境で選択型コンテンツを放送型で配信する場合，コンテンツの受信が完了してから再生を開始するダウンロード型ではなく，クライアントがデータを受信しながら再生する逐次再生を実現する必要がある．

4.3　対処

4.3.1　データの配信契機を同期する方法

付加情報による配信スケジュールへの影響に対処するため，データの配信契機を同期する方式を実現する．実現方式では，各チャネルにおけるデータ配信処理とデータの配信契機を同期する処理の二つを複数のスレッドで並列化する．次に，並列化した処理の間で処理の開始と停止を通知する仕組みと，並列化した処理を排他制御で同期する仕組みの二つを用いて，データの配信契機を同期する．

4.3.2　逐次再生に対応する方式

データの再生開始契機の課題に対処するため，逐次再生の通信プロトコルを利用して，コンテンツをセグメントと呼ばれる複数の部分に分割して配信する方式を実現する．図3に，逐次再生の実現方式を示す．

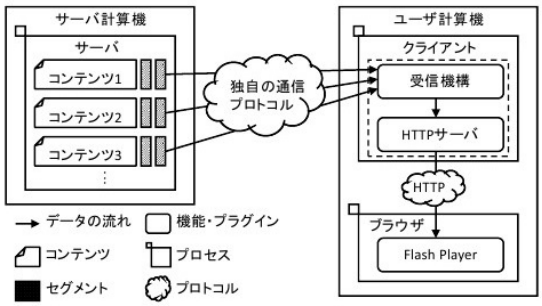

図3　逐次再生の実現方式

初めに，サーバはコンテンツのデータをいくつかのセグメントに等分割する．また，分割配信の通信プロトコルでこれらのセグメントをクライアントに配信する．一方，クライアントでは受信機構で分割配信の通信プロトコルを用いてセグメントを受信する．受信機構は，コンテンツ番号とセグメント番号をもとにセグメントを各コンテンツの先頭から順番にソートし，プロトコル変換機構に送信する．プロトコル変換機構は，逐次再生の通信プロトコルを用いてセグメントをブラウザに送信する．最後に，クライアントは，ブラウザを用いてコンテンツの逐次再生を行う．以上より，分割配信の通信プロトコルを逐次再生の通信プロトコルに変換することで，分割配信における逐次再生を実現できる．

5　実装

4.3.1節と4.3.2節で述べた対処をもとに，選択型コンテンツの放送型配信システム Contents based Broadcasting system (*Corne*)を実現した．*Corne*のスクリーンショットを図4に示す．

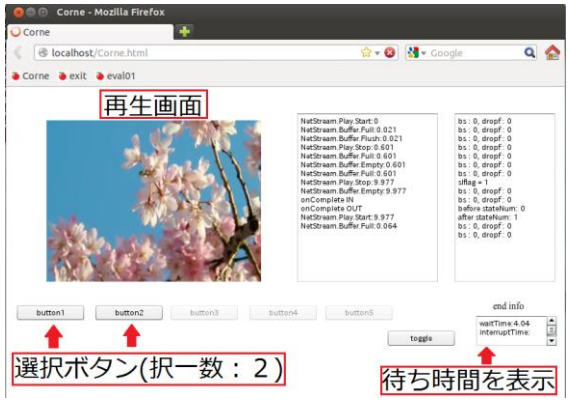

図4　*Corne*のスクリーンショット

6　おわりに

選択型コンテンツの放送型配信において，待ち時間を短縮するスケジューリング手法を実際のネットワーク環境で評価するため，放送型配信システム*Corne*を実現した．実現方式では，付加情報を考慮してデータの配信契機を同期する方式，および逐次再生に対応する方式の二つを提案し，*Corne*に実装した．

残された課題として，複数のスケジューリング手法[2]を用いた*Corne*の性能評価が挙げられる．

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] 後藤佑介，義久智樹，金澤正憲：帯域幅を考慮した選択型コンテンツの放送型配信における待ち時間短縮手法，情報処理学会論文誌，Vol.49, No.5, pp.1692-1701 (2008).

Copyright ©2015 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.