

連続メディアデータの 分割スケジューリング放送方式に関する一検討

安里諒¹⁾ 青木輝勝²⁾ 山田洋³⁾ 沼澤潤二⁴⁾

¹⁾東北大学工学部 ^{2) 3) 4)}東北大学電気通信研究所

1. はじめに

近年、ADSL や光ファイバを用いた高速回線への常時接続によるブロードバンド環境の一般化に伴い、配信されるコンテンツの大容量化が進んできている。また、これに伴いこれらのコンテンツを放送型配信するニーズが急速に増大している。そのため、多くのクライアントにコンテンツを配信するサーバ側における帯域への負担も増してきており、帯域効率の高い放送型配信への注目が高まっている。

また、コンテンツとして人気の高い動画や音楽は、時間的に連続なメディアデータなので、再生を開始すると最後まで途切れがないことが望まれる。

このような連続メディアデータの放送型配信では、受信の途中にエラーが発生しデータを受信できなければ、次にそのデータが配信されるまで待たなければならず、再生が中断されてしまう。これまでの研究では、放送型配信において主に用いられている擬似オンデマンド方式の配信法による待ち時間を減らす研究が行われているが、エラーによるデータ損失を考慮していないため、データ損失が起きたときに再生を中断することになる。

そこで本研究では、エラーを考慮した上で再生が途切れのないようなスケジューリング方式を提案する。提案手法では、単純化したモデルに応じたバッファリング時間を考慮してメディアデータの分割を行うことにより、エラー耐性をもたせることを目的としている。

2. 関連研究

放送型配信における受信待ち時間の短縮のための研究として、いくつかの手法が提案されている。

HB(Harmonic broadcasting)法¹⁾では、メディアデータを一定の大きさのセグメントに等分し、

“A proposal for error-resilience broadcast scheduling method for continuous media data”

¹⁾Ryo Asato · School of Engineering, Tohoku Univ.

²⁾Terumasa Aoki · RIEC, Tohoku Univ.

³⁾Hiroshi Yamada · RIEC, Tohoku Univ.

⁴⁾Junji Numazawa · RIEC, Tohoku Univ.

さらにそのセグメントを再生する順番 n によってサブセグメントに等分する。そのサブセグメントを、全てのサブセグメントの受信時間が等しくなるように帯域を割り振ったチャンネルによって配信する。このようにバッファを利用して再生時間と受信時間を調整することにより、配信に必要な帯域の利用効率と待ち時間の短縮の向上を図っている。

H-AHB(Hierarchical-AHB)法²⁾では、分割したメディアデータの最初のセグメント S_1 を単位とし、各セグメントの大きさをその整数倍にすることでクライアントの利用可能なチャンネル数を考慮したスケジューリングを行っている。

3. 提案手法

3.1 前提条件

提案するスケジューリング方式の環境として以下を想定する。

- 配信するコンテンツは連続メディアデータである。
- サーバは擬似オンデマンド方式の放送型配信を行い、複数のチャンネルを用いてセグメントを繰り返し放送する。
- 各チャンネルの送信レートは再生レートに等しい。
- クライアントはバッファを持ち、受信したデータを再生している間も放送されているデータを受信し保存できる。
- セグメントの再生は、そのセグメントの受信が完了してから行われる。
- 先頭のセグメントの再生を開始すると、メディアファイルの終了まで途切れがない。
- エラーとしてバーストエラーのみを考え、バーストエラーの起こっている間のデータは全チャンネルにおいて損失する。
- バーストエラーは全チャンネルを通じて一定時間発生し、同一チャンネル内の複数のセグメントに影響を与えない。
- バーストエラーは、1つのコンテンツを受信している間に最大で1回発生する。

表 1. 連続メディアデータに関する変数

記号	説明
S_i	連続メディアデータの i 番目の分割部分 $i=1, \dots, n$
L	連続メディアデータの再生時間
R	受信レート及び再生レート
T_i	セグメント S_i の受信時間及び再生時間 $i=1, \dots, n$

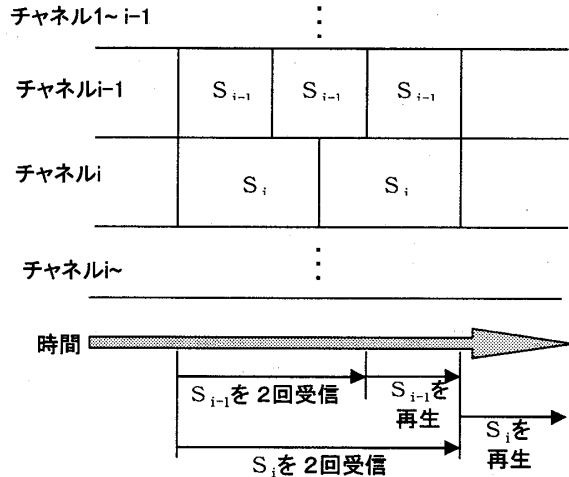


図 1. 受信の終了と同時に再生が開始する仕組み

3.2 SDBB 法の提案

エラー耐性を考慮したスケジューリング手法として、SDBB(Synchronized Double Buffering Broadcasting)法を提案する。

3. 1 の環境から、あるセグメントを確実に保存しようとする、そのセグメントを2回受信すればよく、また、その2回の受信の完了と同時にそのセグメントの再生を開始するには、一つ前のセグメントの再生も同時に終了すればよい。これを図示すると図 1 のようになり、これを繰り返していくことで、再生を開始してから終了するまでに中断が起きないようにスケジューリングを行うことが可能となる。したがって、連続メディアデータの分割・スケジューリングは以下の式に従えばよい。各記号の意味を表 1 に示す。

- 全セグメントの再生時間の和はメディアデータの再生時間に等しい。

$$\sum_{i=1}^n T_i = L$$

- セグメント S_i を 2 回受信する間に、セグメント S_{i-1} を 2 回受信し 1 回再生する。

$$2T_i = 3T_{i-1} \quad (i \neq 1)$$

実際に、チャンネルを 4 つ用いた $n=4$ の時の提

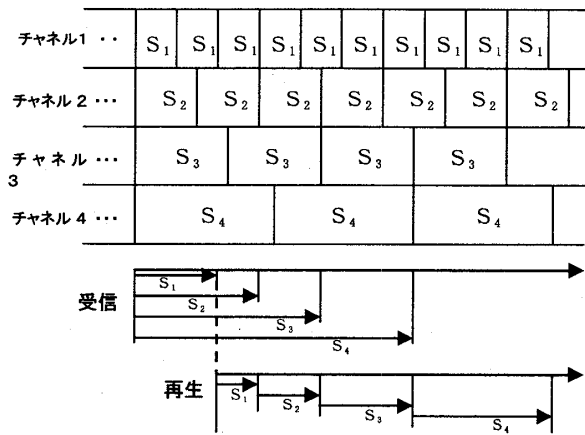


図 2. $n=4$ の時の提案手法のスケジューリング例と各セグメントの受信・再生のタイムライン

案手法のスケジューリング例を図 2 に示す。データの受信開始により各セグメントの受信を開始し、 S_1 を 2 回受信した直後に S_1 の再生を開始する。ここで、 S_1 は受信を 2 回行っており、もし 1 回目の受信時にバーストエラーが起きたとしても、2 回目の受信により S_1 の保存は完了しているので、再生が途切れることはない。次に、 S_1 の再生が終了するタイミングに合わせて、 S_2 も 2 回の受信を完了し、再生を開始する。 S_2 においても同様に 2 回の受信を行っているの、バーストエラーにより再生が途切れることはない。これを繰り返すと、 S_4 の再生を完了するまで途切れが起らずメディアデータの連続再生が実現できる。

また、再生までの待ち時間は図から分かるように $2T_1$ であり、下の式より、 $(16/65)L$ となる。

$$\left. \begin{aligned} T_2 &= \frac{3}{2} T_1 \\ T_3 &= \frac{3}{2} T_2 \\ T_4 &= \frac{3}{2} T_3 \end{aligned} \right\} \sum_{i=1}^4 T_i = \frac{65}{8} T_1 = L$$

4. まとめと今後の課題

本稿では、従来検討されていなかったエラー耐性を有する分割スケジューリング放送方式を提案した。今後は、バーストエラーが 2 つのセグメントにまたがる場合の耐性やランダムエラーへの耐性などについて検討を進める予定である。

文献

- 1) Li-Shen Juhn and Li-Ming Tseng, "Harmonic Broadcasting for Video-on-Demand Service," IEEE Trans. On Broadcasting, Vol.43, No.3, pp.268-271 (1997)
- 2) 後藤 佑介, 義久 智樹, 金澤正憲, "異種クライアント環境における連続メディアデータの分割スケジューリング手法," 情報処理学会報告, Vol.2007, No.6, pp.51-58 (2007)