

分割スケジューリング方式を用いた 放送型配信に関する一検討

安里 諒¹⁾ 青木 輝勝^{1) 2)} 沼澤 潤二^{1) 2)}

¹⁾東北大学大学院情報科学研究科 ²⁾東北大学電気通信研究所

1. はじめに

近年、ブロードバンド環境が一般化してきており、その帯域の広さを利用した動画や音楽といったコンテンツの配信、および、その視聴が身近なものになってきている。しかし、制作したコンテンツを配信しようとした場合、現在主に用いられているオンデマンド配信では視聴者数の増加によって帯域にかかる負荷が非常に大きくなってしまったため、個人で行うことは難しい。そのため、帯域への負荷が視聴者数に依存しない放送型配信に対する注目が高まっている。

放送型配信では、クライアントは現在サーバが配信しているデータしか受信できず、接続を開始してから、コンテンツを再生するために必要な先頭のデータを受信し始めるまでの待ち時間が必要となる問題が存在する。そのため、この待ち時間をいかに短縮するか、ということが放送型配信において主な研究テーマとなっており、これまでも様々な手法が提案されてきている。しかし、これまで提案されてきた手法では、配信中のデータの損失や受信時のジッタを考慮しない、理想的なネットワーク上での動作を想定しているため、それらが生じるとコンテンツの再生が中断してしまう。

そこで本研究では、データの損失に対して耐性のある手法として筆者らが提案したSDBB(Synchronized Double Buffering Broadcasting)法^[1]を、転送遅延のジッタが存在するネットワーク上において評価を行い、連続再生を行うことの出来る条件について考察する。

2. ジッタの影響

放送型配信において、図 1.a のようにコンテンツをセグメント化し、複数のチャネルを用いることで待ち時間を短縮する手法が一般的である。ここで現在広く普及しているインターネットを利用して配信することを考えると、サーバからデータを送信する時に各チャネル間において同

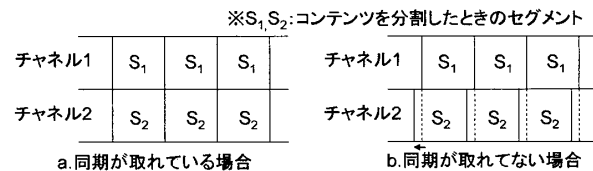


図 1. ジッタが存在するときの
受信ストリームの概念図

期を取ったとしても、クライアントでそのストリームを受信する時に同期が保たれている保証は無い。従って、サーバから図 1.a のようにチャネルのセグメント間の同期が取れたストリームを送信したとしても、クライアントの受信時にジッタが存在すると、受信ストリームが図 1.b のように各チャネルのセグメント間で同期のずれが生じてしまう。

従って、図 1.a のように同期の取れたストリームを前提に設計された、ジッタを想定せずに最適化した手法では再生の動作に何らかの影響が出る事が考えられる。

図 1.b において、セグメント S_1 の先頭のデータに合わせて受信・再生を開始するような手法を考えると、 S_1 の再生の終了の後、セグメント S_2 の先頭のデータを受信するまでにいくらか時間がかかり、その結果コンテンツの再生が中断してしまうことが分かる。従って、このような環境において連続再生を行うためには、設計時に想定していなかった性能をクライアントに要求することになる。

以上においてジッタによる影響をおおまかに示したが、各手法によってその影響の程度も異なると考えられるので、いくつかの手法について解析を行う。

3. 各手法における解析

3.1 HB(Harmonic Broadcasting)法

Juhn らの提唱した HB(Harmonic Broadcasting)法^[2]は、コンテンツをセグメント化すると、時間的に後半のセグメントほど受信から再生までの時間が担保されていることから、その時間に合うように送信レートを小さくすることで待ち時間を短縮している。具体的には、図 2 のように、

“Study for continuous play-out with receiving jitter in the Internet”

Ryo ASATO¹⁾, Terumasa AOKI^{1) 2)},
and Junji NUMAZAWA^{1) 2)}

1) GSIS, Tohoku Univ.

2) RIEC, Tohoku Univ.

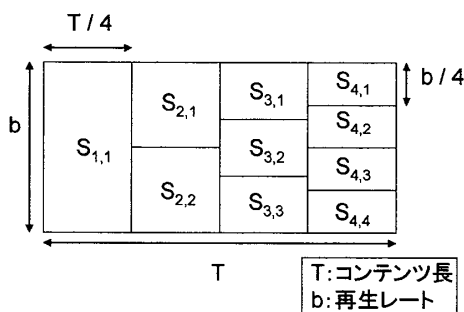


図 2.HB 法におけるコンテンツのセグメント化 (N=4)

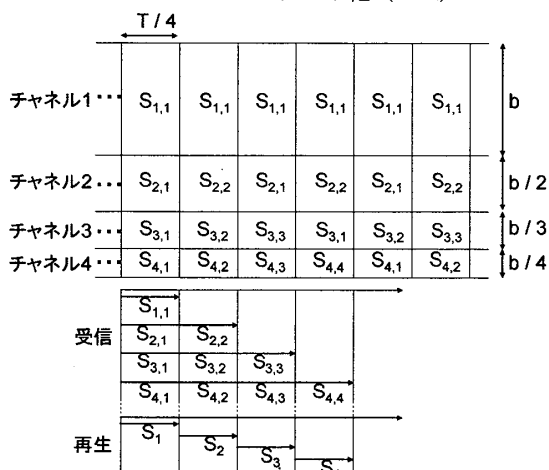


図 3.HB 法におけるスケジューリング例と各セグメントの受信・再生のタイムライン

時間軸に沿って N 個に等分割したコンテンツのセグメントを、その順番に応じた個数にさらに等分割し、図 3 のように任意のセグメント S_i のサブセグメントを帯域が再生レートの $1/i$ であるようなチャンネル i で順に繰り返し送信する。

ここで、図 3 のチャンネルにおいて図 1.b に示すようなジッタが存在すると、そのチャンネルで配信されているセグメントの再生時に中断が起きてしまう。

3.2 SDBB 法

筆者らが提唱した SDBB 法は、適切にバッファリングを行うようにスケジューリングを行い、再生側でも受信から再生まで一定時間待つことで、以下に示すように単純化した受信エラーによるデータの損失に対して再生の中断が起こらないようにした手法である。

- 発生すると全チャンネルにおいてデータを損失するバーストエラー
- エラーの長さは、受信中のセグメントの中で最小のセグメントよりも短い
- 1 つのコンテンツの受信中に最大で 1 回発生する

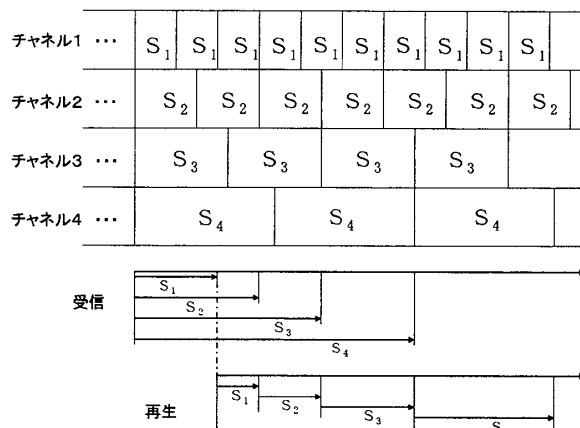


図 4.N=4 の時の SDBB 法のスケジューリング例と各セグメントの受信・再生のタイムライン

サーバ側では、コンテンツを時間に沿ってセグメント $S_n(n=1,2,\dots,N)$ に分割するが、その時に S_{n+1} の長さが S_n の $3/2$ 倍になるようにする。また、コンテンツはクライアントが接続してから S_1 の 2 倍の時間が経過してから再生を行い、また、各セグメントも受信が完了してから再生を行うとする。N=4 の時の例を図 4 に示すが、これを見ると分かるように、各セグメントの再生はそのセグメントを 2 回受信できるだけの時間が経過した後にそのセグメントを再生するため、そのセグメント 1 回分までのデータの損失であれば再生に影響は無い。

ここで、図 1.b に示すようなジッタが存在する場合を考えると、前に述べたように、各セグメントの 2 倍の時間で 1 つ分の受信時間が確保できれば途切れのない再生が可能になるので、ジッタによる同期のずれが各セグメントよりも短ければ再生の中断が起こることはない。

従って、SDBB 法は HB 法よりもジッタに関して耐性があることが分かる。

4. まとめと今後の課題

本稿では、既存のスケジューリング方式において想定されていなかった伝送遅延のジッタが存在する時のクライアントにおける再生への影響を検討した。今後は、多数の遅延のジッタが存在するネットワークにおける各手法の評価や、擬似的なライブ配信が可能なスケジューリング手法について検討を進める予定である。

文献

- [1] 安里 諒, 青木 輝勝, 山田 洋, 沼澤 潤二, “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”, 情報処理学会第 70 回全国大会講演論文集, Vol.3, pp109-110 (2008)
- [2] 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)