

汎用性を考慮した分割放送型配信システムの実現

木村 明寛[†] 後藤 佑介^{††} 谷口 秀夫^{††}[†] 岡山大学工学部情報工学科 ^{††} 岡山大学大学院自然科学研究科

1 はじめに

近年、音声や映像といった連続メディアデータを放送型で配信する研究が盛んに行われている。放送型配信は、オンデマンド型配信に比べてデータの配信に使用する帯域幅の増加を抑制できるが、再生開始までの待ち時間は増加する。この待ち時間を短縮するため、データを分割して複数のチャンネルで配信する分割放送型配信が考えられ、スケジューリング手法が多数提案されてきた [1][2]。しかし、その大半は計算機シミュレーションにより評価されている。実際のネットワーク環境でスケジューリング手法を評価するシステムとして d-Cast[3] が提案されているが、評価方法と評価環境に問題があり、汎用性が高いとはいえない。ここでは、評価方法と評価環境の問題を解決する分割放送型配信システム *TeleCaS* を実現し、大規模な計算機ネットワーク環境におけるスケジューリング手法の評価を可能にする。

2 分割放送型配信

2.1 待ち時間発生要因



図1 待ち時間発生の様子

放送型配信は、1つのチャンネルで複数のクライアントにデータを同時に配信する方式である。サーバはデータを繰り返し配信するため、クライアントはデータの受信を要求しても、データの先頭を受信するまで待たされる。

この待ち時間を短縮するため、連続メディアデータを複数の部分に分割して複数のチャンネルで配信する分割放送型配信が提案されている。待ち時間発生の様子を図1に示す。ここで、分割されたデータの部分をセグメントと呼ぶ。送受信の状況により、受信済みセグメント（セグメント1）の再生が終了するまでに次のセグメント（セグメント2）の受信が完了せず、データ再生中に途切れが発生することがある。しかし、データ再生中に途切れが発生しないことが重要である。

2.2 待ち時間短縮のためのスケジューリング手法

データ受信時の待ち時間を短縮するスケジューリング手法は多数提案されてきた。これらのスケジューリング手法では、各チャンネルで配信するセグメントのデータサイズを決定し、データ再生中に途切れが発生しないようにセグメントを繰り返し配信することで待ち時間を短縮する。

3 実現方式

3.1 既存システムの問題点

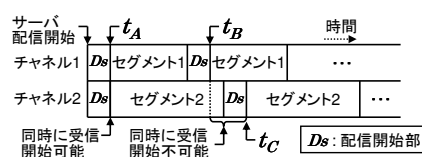


図2 d-Castのデータ受信方式

d-Castのデータ受信方式を図2に示す。サーバは、すべてのセグメントの先頭に配信開始を通知するデータを追加して、クライアントに配信する。このデータを配信開始部と呼ぶ。サーバは、配信開始部をすべてのチャンネルでセグメントに追加する。クライアントは、配信開始部を受信すると、該当するセグメントの受信を開始する。このとき、クライアントはセグメントの途中から受信を開始しない。クライアントがセグメントの受信をすべてのチャンネルで同時に開始できるのは、サーバが配信を開始した直後に、セグメントの先頭部分をすべてのチャンネルで同時に配信する場合のみである。

d-Castには2つの問題がある。まず1つ目として、クライアントは、複数のチャンネルで配信されるすべてのセグメントの受信を同時に開始できない。一方、既存の多くのスケジューリング手法は、セグメントの受信をすべてのチャンネルで同時に開始することを前提としている。この違いが問題である。例えば、時刻 t_A で受信を開始した場合、配信開始部の受信開始時刻がすべてのチャンネルで同じであるため、同時に受信を開始できる。一方、時刻 t_B で受信を開始した場合、配信開始部の受信開始時刻はセグメント1で時刻 t_B 、セグメント2で時刻 t_C と異なり、同時に受信を開始できない。

2つ目として、d-CastはVB(Visual Basic)で作成されており、評価環境はWindows系のOSに限定される。PlanetLab[4]やEmuLab[5]といった大規模な計算機ネットワーク環境でスケジューリング手法を評価するためには、これらの環境に適応したシステムの構築が求められる。

3.2 データ受信方式

セグメントの受信をすべてのチャンネルで同時に開始できない問題に対処するため、クライアントのデータ受信方式を改善する。提案するデータ受信方式を図3に示す。クライアントは、セグメント1の配信開始部

Implementation of Division Based Broadcasting System Considering Adaptability

[†] Akihiro KIMURA (kimura@swlab.cs.okayama-u.ac.jp)

^{††} Yusuke GOTOH (gotoh@cs.okayama-u.ac.jp)

^{††} Hideo TANIGUCHI (tani@cs.okayama-u.ac.jp)

Department of Information Technology, Faculty of Engineering, Okayama University ([†])
Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University (^{††})

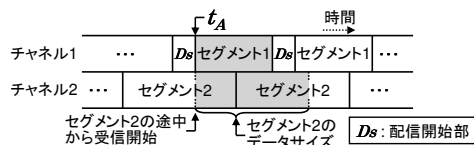


図3 データ受信方式

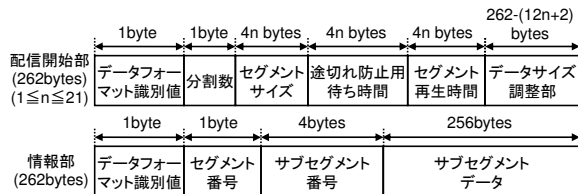


図4 データフォーマット

を受信すると、セグメントの受信をすべてのチャンネルで同時に開始する。例えば、図3において、時刻 t_A にセグメント1の配信開始部の受信が完了してセグメント1の受信を開始するとき、チャンネル2では、セグメント2の途中のデータが配信されている。このとき、クライアントは、セグメント2の途中のデータから受信を開始し、セグメント2のデータサイズ分のデータ量を受信する。

d-Cast のデータ受信方式では、サーバは、セグメントの配信開始部をすべてのチャンネルで追加して配信する。このため、クライアントは、配信開始部を受信すればどのチャンネルからでも受信を開始することが可能である。しかし、配信開始部のデータサイズを考慮して、受信するデータ量を算出する必要があるため、処理が複雑になる。そこで、配信開始部をセグメント1の先頭だけに追加することで、処理を簡単化する。

データ受信方式を改善するデータフォーマットを図4に示す。データフォーマットは配信開始部と情報部で構成される。配信開始部は、第一セグメントの配信前にサーバが配信し、クライアントにデータの配信開始を通知する。クライアントは、配信開始部に格納されたセグメントの情報をもとにデータを受信する。情報部は、セグメントデータを等分割したサブセグメントの配信に用いられる。

サーバは、第一セグメントの先頭に配信開始部を追加して配信する。また、セグメントを分割してサブセグメントを作成し、情報部に格納して繰り返し配信する。チャンネルの帯域幅をスケジューリングで設定した帯域幅と等しくするため、情報部の送信と次の情報部の送信との間に待機時間を設ける。

クライアントは、配信開始部を受信すると、情報部の受信をすべてのチャンネルで同時に開始する。クライアントはバッファをもち、情報部に格納されたセグメント番号とサブセグメント番号をもとに、サブセグメントを順番通りにバッファに格納し、セグメントに復元する。セグメントの受信が完了すると、バッファの情報をファイルに書き込み、データの再生を開始できる。また、データの再生をしている間もサーバから配信されているデータを受信し、バッファに保存する。

3.3 大規模計算機ネットワーク環境への対応

大規模な計算機ネットワーク環境では、Windows 系だけでなく Mac OS や Linux といった様々な OS が混在する。これらの OS による計算機環境の違いに対

応するため、システムを C 言語と Java で作成する。C 言語のコンパイラと Java の動作環境は多くの OS で提供されており、評価環境は Windows 系の OS に限定されない。このため、より大規模な計算機ネットワーク環境に対応できる。

4 分割放送型配信システム *TeleCaS*

表1 プログラム規模

	d-Cast (VB)	<i>TeleCaS</i> (C 言語と Java)
評価環境	Windows 系	Java が動作可能な環境
サーバ行数	1986	544
クライアント行数	3409	640

3.2 節と 3.3 節で述べた対処をもとに、分割放送型配信システム「*TeleCaS*(*Telecommunication and BroadCasting System*)」を実現した。*TeleCaS* のプログラム規模を表1に示す。*TeleCaS* は C 言語と Java で設計されており、Windows 系以外の OS 上でも動作できる。また、サーバが配信する複数のセグメントデータの配信設定を簡単にするため、GUI(Graphical User Interface) によるセグメント選択機能を実現した。このセグメント選択機能は Java プログラムで実現し、セグメントの配信処理は C 言語プログラムで実現した。Java プログラムと C 言語プログラムの連携は JNI(Java Native Interface) で行うこととした。

5 おわりに

既存システムにおける評価方法と評価環境の問題を解決する分割放送型配信システム *TeleCaS* を作成した。*TeleCaS* では、クライアントは、任意の時点でセグメントの受信をすべてのチャンネルで開始できるため、より実際のネットワーク環境に即した評価を行うことができる。また、C 言語と Java で設計することで、Windows 系以外の OS 上でも動作させることができ、多くの計算機ネットワーク環境に対応できる。既にシステムは実現しており、問題なく動作している。今後は、分割による処理時間の増加が待ち時間に与える影響、*TeleCaS* による処理遅延が途切れ時間に与える影響、および途切れ時間が待ち時間に与える影響を評価する。

参考文献

- [1] 義久智樹, 塚本昌彦, 西尾章治郎, “再生単位を考慮したスケジューリング手法における使用チャンネル数について,” 日本データベース学会 Letters, Vol.4, No.3, pp.5-8 (2005).
- [2] O. Bagouet, K. A. Hua, and D. Oger, “A Periodic Broadcast Protocol for Heterogeneous Receivers,” Proc. SPIE, Vol.5019, pp.220-231 (2003).
- [3] 後藤佑介, 義久智樹, 金澤正憲, 高橋豊, “インターネット放送のための分割放送型配信システムの設計と実装,” 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J92-B, No.1, pp.353-362 (2009).
- [4] “PlanetLab,” <http://www.planet-lab.org/>.
- [5] “EmuLab,” <http://www.emulab.net/>.