

## 低負荷な多チャンネルストリームコンテンツの選択方式に関する検討と実装

工藤めぐみ\* 井上博之\*\* 中山雅哉\*\*\*  
\*株式会社ビッグエムズワイ \*\*広島市立大学 \*\*\*東京大学

### 概要

近年のブロードバンド環境の普及に伴い、オンデマンド形式やライブ形式のストリーミングコンテンツの視聴が広く利用されるようになってきた。多数の映像配信フォーマットが使われているが、これまでクライアントの負荷に基づく定量的な評価が行われていなかった。本稿では、多チャンネルのストリームコンテンツを同時視聴する際のクライアント負荷について比較検討を行い、高ビットレートを含む映像コンテンツには FlashVideo に基づく手法が有効であることを明らかにした。また、日食ライブ中継(LE2006)において、Flash プレーヤを用いた実験を行い、その有効性を検証した。

## User oriented lightweight selection method for multi-channel streaming contents and its implementation

Megumi Kudo Hiroyuki Inoue Masaya Nakayama  
\*BIGM2Y Co.,Ltd. \*\*HIROSHIMA CITY UNIVERSITY \*\*\*THE UNIVERSITY OF TOKYO

### Abstract

In these days, broadband network environments are widely deployed and users are commonly watch ondemand or live streaming contents. However we could not find any evaluation results based on client side loads, we are using many data formats for streaming contents. In this paper, we compare methods of client side loads when users watch multi-channel streaming contents. The results shows Flash Video based method is effective for high bit rate streaming contents. We also show the results of sample implementation using a flash player for solar eclipse webcasting (LE2006).

### 1 はじめに

近年のブロードバンド環境の普及に伴い、インターネットを使った映像コンテンツの視聴が容易にできるようになってきた。特に、映像データをダウンロードしながら順次再生する「ストリーミング」技術を用いることで、長時間のコンテンツをダウンロードの完了を待たずに再生できる様になり、YouTube などのマルチメディアコンテンツを提供するサービスが広く利用されるようになってきた。また、撮影した映像をリアルタイムに視聴することも可能となり、高校野球やコンサートのライブ中継も行われるようになってきている。

これらのストリーミング中継で主に用いられているアプリケーション(Microsoft Windows Media)は、一つの映像ソースでエンコードされた映像をクライアントでデコードする方法が用いられているため、複数拠点からのライブ映像を1つのクライアントで表示するには、エンコードの前段で映像合成を行い、1つのストリーミングセッションとして送信元が提供するか、クライアント側で複数のプレーヤを起動し、個々の拠点の映像を視聴する必要がある。映像配信元が異なる場合は後者の方法を用いる必要があるが、これまでクライアント PC の負荷について定量的な評

価が行われてこなかった。

本稿では、複数の映像ソースが提供される環境で、クライアント PC の負荷を低減させてユーザーが映像選択を行うのに適したストリーミング技法について検証し、インターネットを用いた日食中継実験 (LE2006) において実証実験を行った結果についてまとめている。

## 2 低負荷なストリーミングコンテンツ選択方式の検討

近年のブロードバンド環境の普及に伴い、職場だけでなく一般家庭においてもストリーミング配信技術で提供されるマルチメディアコンテンツが広く利用されるようになってきた。前章で述べたように、既存のアプリケーションでは、複数の映像ソースからの配送を同時に受信するためには映像ソース毎にプレーヤを起動する必要がある、クライアント PC の負荷が高くなる問題がある。

そこで、本章では、2.1 節で現在広く利用されている映像配信方式をフォーマット別に分類し、利用者の利便性について評価を行う。その後、2.2 節で、利用者にとって利便性の高い 2 つの映像配信方式 (Windows Media と Flash Video) に関してクライアントに与える処理負荷の評価を行うことで、多チャンネルストリームコンテンツの視聴を低負荷で実現するのに適したストリーム配信方式について検討を行う。

### 2.1 映像配信フォーマットの比較

PC 向けの映像配信の主要なフォーマットには、Adobe 「Flash Video」、Real Networks 「Real Media」、Microsoft 「Windows Media」、Apple 「QuickTime(H.264)」がある。映像配信フォーマットの機能比較を表 1 に示す。

表 1 映像フォーマットの機能比較

	Flash Video	Real Media	Windows Media	QuickTime (H.264)
エンコード	他の 3 フォーマットと比較すると低ビットレートにおける品質が優れている。	ビットレートやフレームレート、出力サイズ、キーフレームの間隔など、細かな設定が可能。マルチビットレートにも対応している。各フォーマットともに大きな機能の違いはない。		
配信	ActionScript を利用して、プレーヤの動作に応じた制御が可能	マルチキャスト対応	FEC、IPv6、マルチキャスト対応	マルチキャスト対応
視聴	プレーヤを別途インストールする必要がなく、ブラウザのプラグインで対応可能。	プレーヤを別途インストールする必要あり。	Windows にインストールされているため、別途プレーヤをインストールする必要がない。	プレーヤを別途インストールする必要あり。
普及率	96%	45.13%	98.06%	46.78%
本研究の適合性	○	×	○	×

ストリームコンテンツの視聴にあたり、エンドユーザにプレーヤをインストールさせるのはハードルが高い。普及率を見ても、Flash Video と Windows Media は、9 割以上であるが、RealMedia と QuickTime は、5 割以下である。(2006 年 10 月 J ストリーム調べ) したがって、普及率が高く、プレーヤを別途インストールする必要がない「FlashVideo」と「WindowsMedia」が適している。

### 2.2 クライアントに与える負荷の比較

クライアントの負荷について、「2.1 映像配信フォーマットの比較」より FlashVideo と WindowsMedia が適していることが分かった。この 2 つの映像配信フォーマットを比較したところ、以下の特徴が見られた。

- ・低ビットレートコンテンツ(56kbps)単体視聴時の CPU 使用率やメモリ使用量について、FlashVideo と WindowsMedia で大きな差がない。CPU 使用率の平均値は 0.1%、メモリ使用量の平均値は、1MB の違いで、ほとんど違

いが無い。(表2より)

表2 低ビットレートコンテンツ視聴時のCPU使用率とメモリ使用量の平均値の比較

	CPU使用率	メモリ使用量
FlashVideo	1.5%	186MB
WindowsMedia	1.4%	187MB

・高ビットレートコンテンツ(300kbps)単体視聴時のクライアントの負荷はFlashVideoよりもWindowsMediaの方が高い。CPU使用率については、最大16%高く(図1より)、メモリ使用量については、常に20MB高い。(図2、表3より)

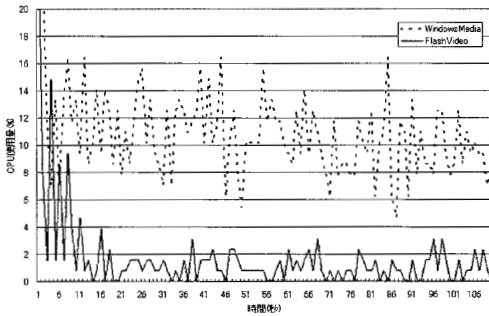


図1 高ビットレートコンテンツ視聴時のCPU使用率の比較

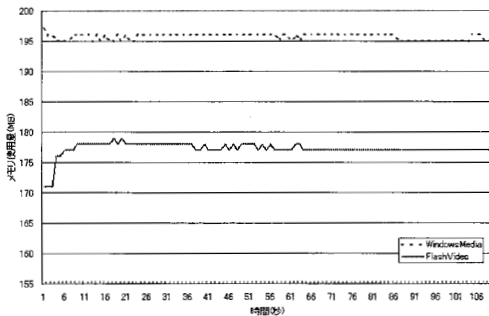


図2 高ビットレートコンテンツ視聴時のメモリ使用量の比較

表3 高ビットレートコンテンツ視聴時のCPU使用率とメモリ使用量の平均値の比較

	CPU使用率	メモリ使用量
FlashVideo	0.99%	177MB
WindowsMedia	10.9%	196MB

・多チャンネルコンテンツ(300kbps×1本+56kbps×2本)視聴時のクライアントの負荷はFlashVideoよりもWindowsMediaの方が高い。(図3、図4、表4より)

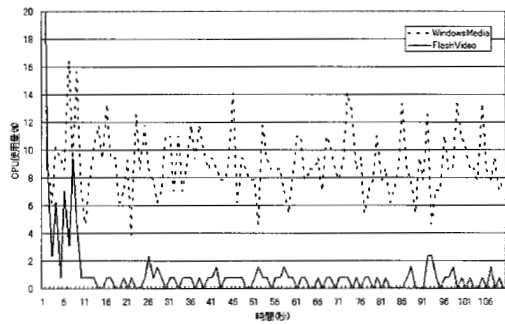


図3 多チャンネルコンテンツ視聴時のCPU使用率の比較

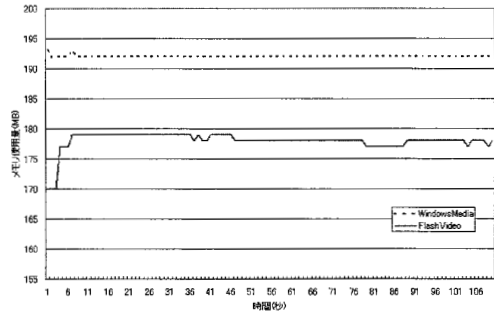


図4 多チャンネルコンテンツ視聴時のメモリ使用量の比較

表4 多チャンネルコンテンツ視聴時のCPU使用率とメモリ使用量の平均値の比較

	CPU使用率	メモリ使用量
FlashVideo	0.58%	178MB
WindowsMedia	9.27%	192MB

・FlashVideoの多チャンネルコンテンツ視聴時の負荷は、単チャンネルコンテンツ視聴時の負荷と大きな差がない。つまり、チャンネルを増やしても負荷が高くないといえる。

したがって、クライアントPCの負荷を高めることなく、複数拠点からのライブ映像を切り替えながら視聴できるメディアプレーヤを提供するには、FlashVideoが適している。

なお、使用したコンテンツは、(社)電波産業会による画像の選定・制作に基づき、(社)映像情報メディア学会が監修・発行した「標準テレビジョン方式 システム評価用標準画像」である。また、クライアントのスペックは、表5の通りである。

表5 使用したクライアントのスペック

CPU	Intel 1.5GHz
メモリ	512MB
OS	WindowsXP
メディアプレーヤ	FlashPlayer8、 Windows Media Player10

### 3 日食ライブ中継への適用

前章で示した、低負荷なストリーミング選択方式の有効性を実証するために、日食中継実験(LE2006)において、複数地点で観測される日食ライブ映像をユーザ側で選択して視聴できるプレーヤを実装し評価を行った。本章では、その際の実験概要と実装方式についてまとめている。

多数の視聴者に安定して映像を配信するために、スプリッティング(多段配信)と呼ばれる、複数台のサーバでライブ配信を行う方法を用いる。オリジンサーバ、エッジサーバの多段構成では、1台のサーバから配信する場合より

も多くのユーザに配信できる。このオリジンサーバは、エッジサーバに配信するためのサーバで、クライアントからのアクセスは受け付けられないようにする。

また、視聴者からのアクセスを複数のサーバに振り分けるには、ロードバランス(負荷分散)と呼ばれる方法を用いる。複数のサーバへ均等にアクセスするスクリプトをプレーヤに組み込むことによって、サーバのロードバランスが実現できる。また、プレーヤに組み込んだスクリプトのサーバリスト部分を外部ファイルで編集できるようにして、障害のあったサーバをサーバリストから外す仕組みや、アクセスしても20秒以上応答がない場合、次の候補サーバに自動的にアクセスするという仕組みを用いることで、障害時などに柔軟に対応させる。

### 3.1 フィールド実験の配信構成

フィールド実験の配信構成は、図5のとおりである。

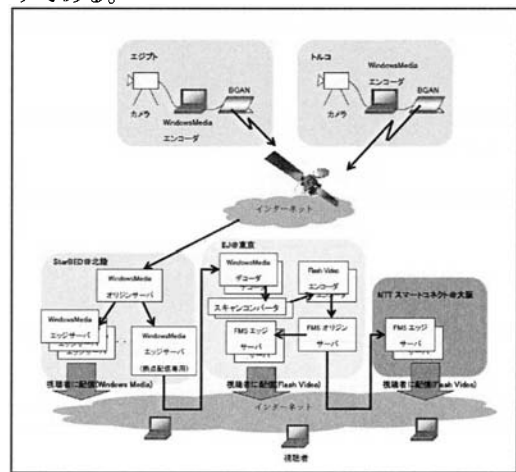


図5 配信構成図

・<エジプト・トルコ> HDV カムコーダーで撮影した映像を Windows Media エンコーダ

で WMV に変換し、BGAN 端末を使って北陸の StarBED に設置された Windows Media オリジンサーバに送信する。

- ・ <StarBED> Windows Media オリジンサーバで受信したライブストリームを複数台の Windows Media エッジサーバに送信する。1 台のサーバでは捌ききれないような大規模配信の場合、このように多段配信構成にすることで、安定した配信が実現できる。さらに、エッジサーバを視聴者向けと各拠点向けに分けることで、視聴者からのアクセスが殺到しても拠点向けの品質を保つことができる。

- ・ <IIJ> StarBED からのライブストリームを Windows Media デコーダ(Windows Media プレーヤがインストールされた PC)で視聴する。Windows Media プレーヤを全画面表示した状態で、デコーダの画面出力(VGA)をスキャンコンバータで NTSC の映像信号に変換する。スキャンコンバータからの映像を Flash Video エンコーダ(ビデオキャプチャカードを搭載した PC)に入力し、Flash Video 形式にリアルタイムに変換しながら FMS オリジンサーバに送信する。オリジンサーバは、IIJ と NTT スマートコネクに設置された各エッジサーバへの配信のみ行い、視聴者への配信は、エッジサーバから行なう。エッジサーバは、合計 4 台(IIJ 2 台+NTT スマートコネク 2 台)設置した。

### 3.2 低負荷な多チャンネルストリームコンテンツ視聴プレーヤの実装

「2.2 クライアントに与える負荷の比較」より、低負荷な多チャンネルストリームコンテンツの提供には、FlashVideo が適していることが分った。そこで、プレーヤの実装には、インタフェース画面を Flash で作成し、プレーヤの制御を Action Script というスクリプト言語

で記述した。複数の画面を効果的に表示するために、デジタルカメラや DV カメラの普及で一般的に浸透している「メディアカードとメディアプレーヤ」をイメージして作成した。さらに、左側のメイン画面をメディアプレーヤ、右側のサムネイル画面をメディアカードに見立て、メディアカードがメディアプレーヤに「挿し込まれる」ことによってメイン画面の映像が選択される。アクセス状況のフィードバックとして、メイン画面の左下にサーバ名とサーバの設置場所を表示し、サムネイル画面にそれぞれのソースへのアクセス数を表示する。

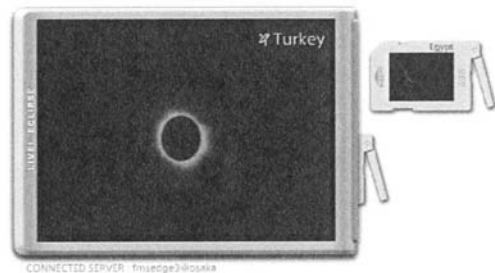


図 6 多チャンネルストリームコンテンツ視聴プレーヤ

サイズとビットレート、フレーム数は表 6 のとおり。実際には、1 つのプレーヤにサムネイル 2 本と選択したメイン画面の計 3 本を流す。

表 6 サイズとビットレート

	サイズ	ビットレート	フレーム数
メイン画面	320×240 pix	300kbps	30fps
サムネイル画面	80×60 pix	56kbps	30fps

## 4 実験結果

サーバのアクセスログより集計したアクセス数は、図 7 のとおりエジプトの皆既日食が開始した 19:38 付近にピークを迎えている。

サーバ1台あたり3251件のアクセスが集中しても、クライアントの映像品質確認用に用意したPCでは、視聴に際して障害がなかったことから、本研究で採用した多チャンネルストリームコンテンツの視聴プレーヤは有効であることが実証できた。

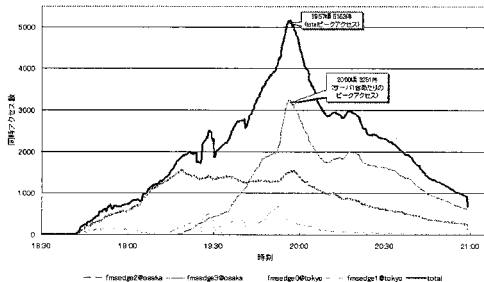


図7 アクセス数

## 5 まとめと今後の課題

本稿では、複数の映像コンテンツからユーザが映像選択を行うのに適したストリーミング技法に関して、クライアントPCの負荷に基づいて検証した結果、高ビットレートのコンテンツを含む多チャンネルコンテンツに対しては、FlashVideoに基づく方式が、WindowsMediaに基づく方式に比べてCPU使用率及びメモリ使用率とも低く抑えることができることを明らかにした。また、日食中継実験(LE2006)において多チャンネルストリームコンテンツを選択できるプレーヤを実装して、その評価結果から有効性を実証することができた。今回実証した技術は、今後加速するであろう放送の多チャンネル化や、放送のIP化にも応用できると考えている。

今後は、映像品質や操作性の満足度に関する調査を行い、定性的な品質測定を実施したいと考えている。

## 謝辞

本研究にあたり、ご協力を頂いたライブ!ユニバースの諸氏に深く感謝します。

## 参考文献

- [1] ライブ!ユニバース  
<http://www.live-universe.org/>
- [2] LIVE! ECLIPSE  
<http://www.live-eclipse.org/>
- [3] StarBED  
<http://www.starbed.org/>
- [4] Jストリーム、ブラウザ・映像アプリケーションのプラグイン調査、2006年11月  
<http://www.stream.co.jp/file/pr%20061101.pdf>
- [5] 大浴、山本、中山、門林、”再生統計情報に着目したストリーミング品質評価方式とその効果”、信学技報 IA2004-36(pp.105-110)、2005年1月
- [6] 山本、中村、尾久土、”LE2005aの概要とマドリッドからの高速回線による高画質映像伝送”、信学技報 IA2005-21(pp.13-18)、2006年1月