

平成21年4月13日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2006～2008

課題番号：18700085

研究課題名（和文） 選択型コンテンツの放送型配信に関する研究

研究課題名（英文） Study on Broadcasting Delivery of Selective Contents

研究代表者

義久 智樹（YOSHIHISA TOMOKI）

大阪大学・サイバーメディアセンター・准教授

研究者番号：00402743

研究成果の概要：本研究では、視聴者が映像を選択して視聴する選択型コンテンツの放送型配信において、途切れのない再生に必要な帯域幅や、帯域幅が限られている場合に発生する再生の途切れ時間を短縮する手法を提案した。本研究では、選択型コンテンツの順序を表現するために視聴順序グラフを定義し、これに基づいて放送スケジュールを作成する。評価を行い、手法の有効性を確かめた。研究成果は国内外の論文誌、研究発表で発表している。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,400,000	0	1,400,000
2007年度	1,000,000	0	1,000,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	330,000	3,830,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・メディア情報学・データベース

キーワード：情報システム、放送サービス、ビデオオンデマンド、ストリーミング

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 現在のテレビ放送では、放送されている番組を放送されるがままに視聴するのみであるが、見たい映像を選択することで、視聴者の嗜好に合った映像を視聴できる。例えば、以下の状況が考えられる。

- 2択クイズ番組で、視聴者が回答を選択する。例えば、まず選択肢を提示する。次に視聴者が回答を選択する。視聴者の回答が正解であれば、正解の映像を表示し、不正解であれば、不正解の映像を表示する。
- ニュース番組で、幾つかのニュースの概

要を述べた後、視聴者が詳しく聞きたいニュースを選択して視聴する。

- ドラマで、主人公の行動を視聴者が選択する。選択の仕方によってエンディングが変わる。

本研究では、上記の例のように視聴者が見たい映像を選択して視聴する番組を選択型コンテンツと呼ぶ。近年の地上波デジタル放送や1セグメント放送といったデジタル放送の普及にともない、インタラクティブな映像を提供できる選択型コンテンツに対する注目が高まっており、本研究では、選択型コンテンツが多数放送されている状況を背景とす

る。

## 2. 研究の目的

(1) 選択型コンテンツの放送における本研究の具体的な目的は、放送に必要な帯域幅を削減することである。選択型コンテンツの放送に必要な帯域幅を削減することで、放送できる選択型コンテンツの数や選択肢の数を増やすことができ、より視聴者の嗜好に合った映像を配信できる。また、地上波テレビ放送やBS (Broadcast Satellite) テレビ放送、CS (Communication Satellite) テレビ放送といったさまざまな放送システムがあり、放送システムによって放送帯域や放送チャンネルの数といった性能が異なる。このため、放送システムに応じて効率的に帯域幅を削減する手法が必要になる。そこで本研究では、放送システムに応じて有効に帯域幅を削減できる手法を明らかにする。

(2) 当該分野における本研究の学術的な特色は、選択型コンテンツに焦点を当てていることである。これまでの放送型配信に関する研究では、視聴者が映像を選択して見ることを想定しておらず、選択型コンテンツを扱った研究はなかった。選択型コンテンツでは、選択肢となる幾つかの映像を同時に放送する必要があるため、非選択型のコンテンツと比べて広い帯域幅が必要になる。しかし、選択型コンテンツの視聴順序を考慮して放送することで、途切れのない再生に必要な帯域幅を効率的に削減できる。分野に、選択型コンテンツという新しい研究対象を創出することが結果として予想され、注目が高まっている選択型コンテンツの放送型配信において先駆的な研究を行えるという意義がある。

(3) 既存手法として、次に見る映像を視聴者が選択しながら再生する場合に、再生に必要な映像データを配信するまでの待ち時間を短縮する手法がある。視聴者が見る映像を選択する点が類似しているが、本研究とは異なり、映像の選択時に配信サーバへのアップリンクを用いている。アップリンクを用いると、視聴者が多い場合にサーバの負荷が大きくなり、データを正常に配信できないといった問題が発生する。このため、視聴者の数が増加してもサーバの負荷が変わらない、本研究で想定する放送型配信が有効であるといえる。これまで、放送型配信における待ち時間短縮や帯域幅削減に関する研究は行われてきたが、選択型コンテンツを対象とした研究はなかった。選択型コンテンツでは、映像の視聴に順序が発生するため、これまでの研究とは異なるアプローチを用いることで、効率的に帯域幅を削減できる。本研究の独創性は、選択型コンテンツを対象としている点にあ

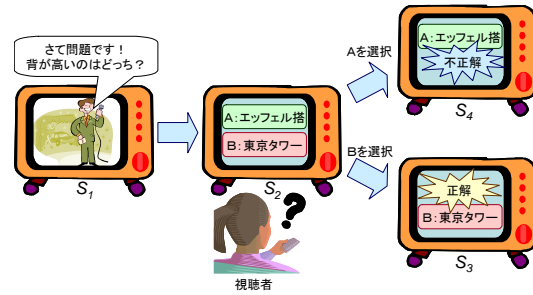
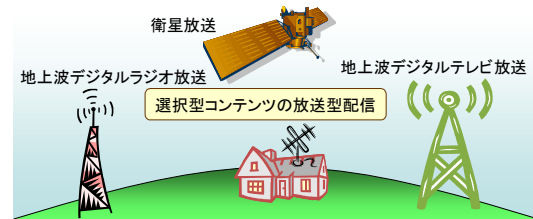


図 1：選択型コンテンツの例



放送システムによって性能が異なるため、放送システムに応じて効率的に帯域幅を削減できる手法を明らかにする。

図 2：本研究の全体構想

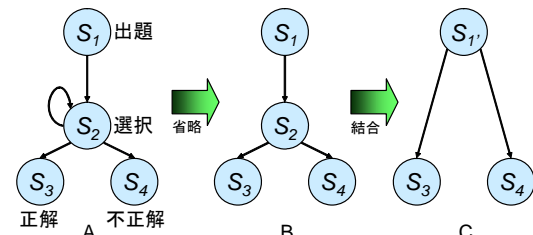


図 3：選択型コンテンツのモデル化

る。

## 3. 研究の方法

(1) 選択型コンテンツの例を図 1 に示し、本研究の全体構想を図 2 に示す。選択型コンテンツでは、映像の視聴に順序が発生するため、これまでの研究とは異なるアプローチを用いることで、効率的に帯域幅を削減できる。問題点は、選択型コンテンツのモデル化である。対応策として、選択型コンテンツの視聴順序を状態遷移図で表す。簡単な例として、図 1 で示した 2 択クイズ番組の状態遷移図は図 3A で表される。S1 が出題映像を視聴している状態、S2 が視聴者が選択枝を選んでいる状態で、時間内に選択しなければ S2 に戻る。選択すると、正解の場合 S3 の映像を視聴し、不正解の場合 S4 の映像を視聴する。状態遷移図に省略・結合などの操作を行い、簡単化する。この場合、最終的に図 3C のようにモデル化される。帯域幅削減の手法について、例えば、図 3C の各状態で視聴される映像が 5Mbps の 3 分の映像の場合を考える。単純な手法では、図 4 のように 5Mbps のチャンネル 1 で S1' と S3 を順に放送し、チャンネル 2 で不

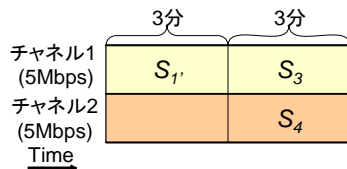


図 4：単純な手法

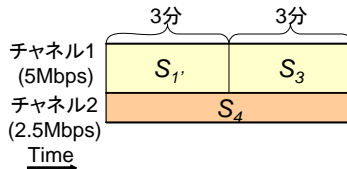


図 5：提案手法

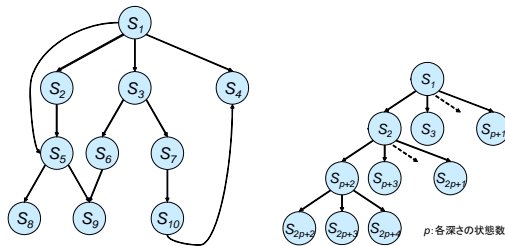


図 6：複雑な状態遷移の選択型コンテンツ

正解を選択した視聴者用に放送開始から3分後に  $S_4$  を放送する。この場合、単純な手法では、図 4 のように 10Mbps の帯域幅が必要になるが、提案手法では、図 5 のように各状態の映像データを放送することで、必要な帯域幅は 7.5Mbps になり、削減できる。 $S_4$  をバッファに保存しておくことで視聴者は途切れない再生が可能になる。さらに複雑な選択型コンテンツになると、図 6 に示すような選択型コンテンツも考えられる。

(2) 放送帯域や放送チャンネル数といった放送システムの性能を考慮しなければ効率的に帯域幅を削減できない。また、帯域幅が限られている状況では、再生に途切れが発生するため、この途切れている時間を出来る限り短縮する手法も必要になる。さらに、コンテンツの選択確率に偏りがある場合には、あらかじめ選択確率を予測することで途切れない再生に必要な帯域幅や、再生途切れ時間を短縮できる。

#### 4. 研究成果

##### (1) 視聴順序グラフ

選択型コンテンツでは、ユーザがコンテンツを選択して視聴するため、視聴するコンテンツに順序が生じる。一般に、クライアントは、あるコンテンツを再生し終わってから次のコンテンツを再生するため、選択型コンテンツの視聴順序の表記方法として、状態遷移グラフが適している。本研究では、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**と呼ぶ。視聴順序グラフでは、各状態が各コンテンツを再生してい

る状態を示し、コンテンツを再生し終わると、次の状態に遷移する。本研究では、視聴順序グラフを用いて放送スケジュールを作成することで、途切れない再生に必要な帯域幅を効率的に削減する。視聴順序グラフには、放送する番組に応じて様々な形状があり、统一的に帯域幅を効率的に削減できる放送スケジュールを作成するスケジューリング手法の導出は、場合分けが多くなり、困難になる。そこで、視聴順序グラフに対して以下の3種の操作を行うことで多分木に変形し、形状が多分木の視聴順序グラフに対して帯域幅を削減する。まず「状態遷移の省略」について説明する。クライアントは、受信したコンテンツをバッファに蓄積しておくことで、後で任意の時間に再生できる。このため、コンテンツがバッファに蓄積されている限り、時間軸をさかのぼる状態遷移は常に可能なため、省略できる。状態遷移を省略することで、不必要な状態遷移を考慮する必要がなくなる。次に「状態の結合」について説明する。再生終了後に分岐を伴わない状態を、次の状態と結合して個の状態として表記できる。状態を少なくすることで、視聴順序グラフを簡単化できる。最後に「状態の分割」について説明する。ある状態を2個の状態に分割し、分岐のない逐次的な状態遷移として表記できる。放送スケジュールを作成しやすくするために、状態を分割して、分岐した他の状態と再生開始時刻の同期をとることができる。

##### (2) 提案手法

本研究では、オンデマンド配信や異種クライアント、帯域幅や選択確率といった様々な環境に適した手法を提案したが、ここでは、これらの手法の基本となる提案手法「CCB (Contents Cumulated Broadcasting) 法」について説明する。CCB法では、視聴順序グラフを用いて放送スケジュールを作成し、途切れない再生に必要な帯域幅を削減する。コンテンツのデータを積み上げるようにして放送スケジュールを作成することがこの名前の所以である。CCB法では、まず視聴順序グラフの変形を行う。視聴順序グラフは、ネットワーク形状になる場合がほとんど考えられるが、帯域幅を効率的に削減するスケジューリング手法を導出するために多分木に変形する。前章で述べた状態遷移の省略、状態の結合、状態の分割といった視聴順序グラフの変形操作を行うことで、すべての視聴順序グラフは多分木に変形できる。多分木への変形操作は、放送スケジュールを作成するうえでの便宜的な操作であり、システムの性能には影響を及ぼさない。次に、変形した視聴順序グラフをもとに放送スケジュールの作成を行う。全状態数を  $n$ 、最大深さを  $b$ 、変形後の視聴順序グラフにおける各コンテ

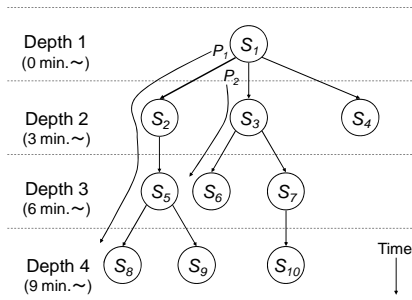


図 7 : CCB 法における視聴順序グラフの変形

	3 min.	3 min.	3 min.	3 min.
$C_1$ (5Mbps)	$D_1$	$D_2$	$D_5$	$D_8$
$C_2$ (5Mbps)	$D_3$	$D_4$	$D_6$	$D_9$
$C_3$ (2.5Mbps)	$D_7$		$D_{10}$	
<u>Time</u>				

図 8 : CCB 法における  
放送スケジュールの例 ( $M=1$ )

	3 min.	3 min.	3 min.
$C_1$ (5Mbps)	$D_1$	$D_3$	$D_6$
$C_2$ (5Mbps)	$D_2$	$D_4$	$D_5$
$C_3$ (5Mbps)	$D_7$	$D_8$	$D_9$
$C_4$ (1.7Mbps)	$D_{10}$		
<u>Time</u>			

図 9 : CCB 法における  
放送スケジュールの例 ( $M=2$ )

コンテンツの再生時間を  $d$ 、再生レートを  $r$  とする。状態  $S_i$  ( $i=1, \dots, n$ ) で再生するコンテンツを  $D_i$  で示し、深さ  $j$  ( $j=1, \dots, b$ ) で再生されるコンテンツの集合を  $B_j$  で示す。例えば、図 7 では、 $n=10$ 、 $b=4$ 、 $d=3$  分となる。根から葉までの順序を  $P_k$  ( $k=1, \dots, p$ ) で示し、その数を  $p$  とする。 $P_k$  上にある状態の数を  $p_k$  で示す。例えば、図 7 では、 $k=1$  の場合  $p_1=4$ 、 $k=2$  の場合  $p_2=3$  となる。図を見やすくするため全ての  $P_k$  を示してはいない。

まず、主順序  $PM$  を  $P_k$  から選択する。 $PM$  上で再生するコンテンツが初めてのチャンネルで放送される。 $PM$  上にある状態の数が大きいほど帯域幅を削減できるが、 $P_k$  ( $p_k < pM$ ) を選択したクライアントは次の番組を再生するまで待つ場合がある。 $m=n/pM$  個のチャンネル  $C_1, \dots, C_m$  を用い、 $C_1, \dots, C_{m-1}$  の帯域幅を  $r$  とする。論理チャンネルを想定しており、サーバは各チャンネルの帯域幅を変更できる。 $C_m$  の帯域幅については、後ほど説明する。次の手順でスケジューリングする。以降、 $i$  はスケジューリングを行っているチャンネルの番号、 $j$  は放送開始から  $d$  毎に区切られたタイムスロットの番号、 $k$  はチャンネルにスケジューリングされたコンテンツの数である。 $R_i$

は、放送スケジュールに含まれていない  $B_i$  中のコンテンツの集合を示す。

1.  $C_i$  で  $\{D_i | S_i \in PM\}$  を根から葉に向かってスケジューリングする。
2.  $i=2$
3.  $j=2, k=0$
4.  $R_j$  から  $j$  の小さい順に  $\min(pM-k, j-k, R_j \text{の要素数})$  個のコンテンツを  $C_i$  にスケジューリングする。スケジューリングしたコンテンツの個数を  $k$  に加える。
5.  $j < pM$  であれば、 $j$  を増やし、手順 4 へ。そうでなければ、 $i$  を 1 増やす。
6.  $i \leq m$  であれば、手順 3 へ。そうでなければ、終了。

手順 4 で、 $j$  の小さい順にスケジューリングすることとしたが、 $R_j$  の要素であれば、どのような順でスケジューリングしても性能に変化はない。 $C_m$  の帯域幅  $bm$  は、以下のようにして算出する。ここで、 $i, j, k$  は以下のように定義する。 $C_m$  にスケジューリングされているコンテンツの数は  $k=n-(m-1)pM$  個になる。 $C_m$  の  $i$  番目にスケジューリングされているコンテンツの深さを  $j$  とすると、

$$bm = \max_{i=1, \dots, k} \frac{i}{j} r$$

で与える。途切れのない再生を可能にするためには、深さが  $j$  のコンテンツが  $j$  番目のタイムスロット以前にスケジューリングされている必要がある。提案手法では、手順 4 で、 $C_i$  にスケジューリングするコンテンツの数を  $\min(pM-k, j-k, R_j \text{の要素数})$  で与えているため、途切れのない再生が可能になる。

例えば、図 7 では、初め、 $R_1=\{D_1\}$ 、 $R_2=\{D_2, D_3, D_4\}$ 、 $R_3=\{D_5, D_6, D_7\}$ 、 $R_4=\{D_8, D_9, D_{10}\}$  となる。主順序を  $P_1$  とすると、 $p_1=4$  であるため、使用するチャンネル数  $m=3$  となる。まず、手順 1 で、 $D_1, D_2, D_5, D_8$  を  $C_1$  にスケジューリングする。 $R_1=\{\}$ 、 $R_2=\{D_3, D_4\}$ 、 $R_3=\{D_6, D_7\}$ 、 $R_4=\{D_9, D_{10}\}$  となる。次に、手順 4 で、 $\min(4-0, 2-0, 2)=2$  個のコンテンツ ( $D_3, D_4$ ) を  $C_2$  にスケジューリングする。 $R_2=\{\}$ 、 $k=2$  となる。手順 5 で、 $j < pM$  であるため、 $j$  に 1 を加えて  $j=3$  となり、手順 4 で  $\min(4-2, 3-2, 2)=1$  個のコンテンツ ( $D_6$ ) を  $C_2$  にスケジューリングする。 $R_3=\{D_7\}$ 、 $k=3$  となる。手順 5 で、 $j < pM$  であるため、 $j$  に 1 を加えて  $j=4$  となり、手順 4 で  $\min(4-3, 4-3, 2)=1$  個のコンテンツ ( $D_9$ ) を  $C_2$  にスケジューリングする。手順 5 で、 $j < pM$  でないため、 $i$  に 1 を加えて  $i=3$  となり、手順 6 で、 $i \leq m$  であるため、手順 3 から繰り返す。手順 4 で  $R_2$  の要素数は 0 なので、スケジューリングは行われず、手順 5 で、 $j < pM$  であるため、 $j$  に 1 を加えて  $j=3$  となり、手順 4 で  $\min(4-0, 3-0, 1)=1$  個のコンテンツ ( $D_7$ ) を  $C_3$  にスケジューリングする。手順 5 で、 $j < pM$  であるため、 $j$  に 1

を加えて  $j=4$  となり、手順 4 で  $\min(4-1, 4-1, 1)=1$  個のコンテンツ ( $D10$ ) を  $C3$  にスケジューリングする。手順 5 で、 $j \neq PM$  でないため、 $i$  に 1 を加えて  $i=4$  となり、手順 6 で、 $i \leq m$  でないため、スケジューリングが終了する。 $C_m$  の帯域幅  $bm = \max(1/3 \times 5, 2/4 \times 5) = 2.5$  Mbps になる。最終的に、放送スケジュールは図 8 になる。また、主順序を  $P2$  とすると、図 9 になる。

### (3) 評価

提案手法の性能評価と考察を行う。まず、必要な帯域幅を考慮して視聴順序を決定することが考えられるため、CCB 法において途切れのない再生に必要な帯域幅を計算機シミュレーションにより算出した。比較のため、単純手法に必要な帯域幅も同時に示す。結果を図 10 に示す。視聴順序グラフは出線数  $e$  の多分木を用いた。この木の特徴として、葉の深さの違いが高々 1 だけであることがあげられる。状態数は深さに応じて指数関数的に増加する。横軸が状態数、すなわち放送するコンテンツの数であり、縦軸が必要な帯域幅を示す。必要な帯域幅は、コンテンツの再生レートに比例するため、再生レートで除した値を示した。CCB ( $e=i$ ) ( $i=1, 2, 3$ ) は、視聴順序グラフが出線数  $i$  の多分木の場合における CCB 法を示し、Simple ( $e=i$ ) は単純手法を示す。出線数 1 の場合の単純手法における帯域幅は、1 となり、CCB ( $e=1$ ) と等しいため、グラフ中に示していない。CCB 法では、 $pM=b$  となるように  $PM$  を選択した。このグラフより、提案する CCB 法の帯域幅が単純手法に比べて削減されていることが分かる。これは、CCB 法では、クライアントの視聴順序を考慮して効率的にスケジューリングして放送しているためである。例えば、2 択クイズ番組を 3 問出す場合 ( $e=2, m=15$ )、コンテンツの再生レートを 5Mbps とすると、CCB 法で必要な帯域幅は 18.75Mbps になる。単純手法では、40Mbps 必要になるため、53%削減できていることが分かる。現在の地上波デジタル放送では 23Mbps までの帯域幅を使用できるため、現実的である。

次に、応用例として、クイズ番組とニュース番組を考える。クイズ番組では、視聴者は、出題映像 (例えば、図 3 の  $S1$ ) の後、 $e$  個の選択肢から回答を選択し、その回答に対する回答映像 ( $e=2$  の場合、 $S2$  または  $S3$ ) を視聴する。何問かある場合、出題映像と回答映像を視聴するサイクルを繰り返す。出題映像と回答映像の再生時間は同じとするが、視聴順序グラフの変形を行った結果であり、出題映像を繰り返して視聴することや、ある問題の終了後、他の選択肢を選択した場合の映像を視聴するといったことも可能である。一般的なクイズ番組の視聴順序グラフであると

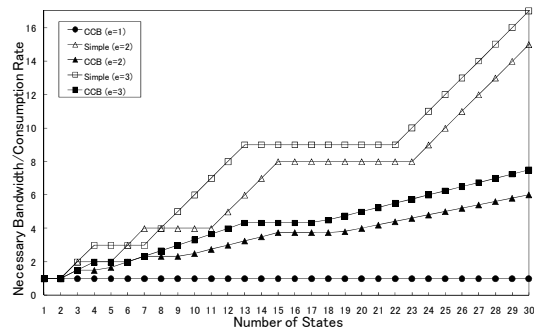


図 10 : CCB 法と単純手法における必要な帯域幅

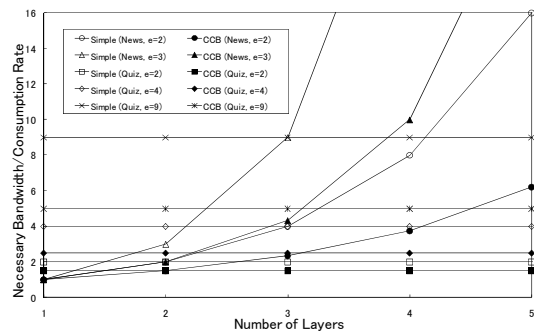


図 11 : クイズ番組とニュース番組における必要な帯域幅

考える。ニュース番組では、視聴者は、1 分の見出し映像を視聴していく。見出しには  $e$  個の選択肢があり、視聴したい方の見出しを選択する。一般的な評価を行うため、すべての見出しに  $e$  個の選択肢があるものとした。視聴者は、最終的には、3 分のニュース映像を視聴する。例えば、経済ニュースとスポーツニュースの見出しがあり、経済ニュースを選ぶと A 社の社長のニュース、B 社の新サービスのニュースが選べるといったことが考えられる。これらの視聴順序グラフは、葉の深さがすべて同じであり、待ち時間は 0 になる。以上の例で必要な帯域幅を図 11 に示す。横軸が階層数であり、クイズ番組では問題数、ニュース番組では見出しの数を示す。Simple (News,  $e=i$ ) ( $i=2, 3$ ) は、 $e=i$  のニュース番組を単純手法で放送した場合、Simple (Quiz,  $e=i$ ) ( $i=2, 4, 9$ ) は、 $e=i$  のクイズ番組を単純手法で放送した場合、CCB (News/Quiz,  $e=i$ ) は、提案手法で放送した場合を示す。このグラフより、ニュース番組では、見出しの数が増えるほど必要な帯域幅が増加していることが分かる。これは、ニュース番組の例では、分岐が大きく、かつ階層が大きいほど配信するデータサイズが増加するためである。一方、クイズ番組では、問題数が増加しても必要な帯域幅が増加していないことが分かる。これは、問題数が増えると、放送にかけられる時間も長くなり、長くなった放送時間を利用して増えた問題を放

送できるためである。例えば、地上波デジタル放送を想定した 23Mbps の帯域幅を用いてクイズ番組 (5Mbps) を放送する場合を考える。問題数が増加しても帯域幅が増加しないため、任意の問題数だけ放送できる。選択肢の数については、単純手法では、4 択のクイズ番組まで、提案手法では、8 択のクイズ番組まで放送できる。3 分岐のニュース番組の場合、単純手法では 2 個の見出しまで可能で、ニュース映像の数は 4 個、提案手法では 3 個の見出しまで可能で、ニュース映像は 9 個放送できることになる。

#### (4) まとめ

本研究では、ユーザがコンテンツを選択して視聴する選択型コンテンツの放送型配信において、途切れのない再生に必要な帯域幅を削減する手法を提案した。評価の結果、単純な手法に比べて、必要な帯域幅を 53%削減できることを確認した。

国内の論文誌や研究会で成果を発表する他、IEEE Trans. on Broadcasting といった世界的に権威ある論文誌や WCNC といった大規模な国際会議で発表しており、研究成果を国内外に発信している。本研究に関連して賞も幾つか受賞しており、研究分野に大きなインパクトを与えている。

今後、選択型コンテンツを放送型配信だけでなく、インターネット放送等で配信する場合に効率の良い配信手法を考える。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 10 件)

- ① 児玉賢治、藤田直生、柳沢豊、塚本昌彦、義久智樹、センサノードのための加速度データに基づくルール型動作制御方式、情報処理学会論文誌、Vol. 49, No. 11, pp. 3732-3742、査読有、2008 年
- ② Takehiko Demiya、Tomoki Yoshihisa、Masanori Kanazawa、Compact Grid: A Grid Computing System using Low Resource Compact Computers、International Journal of Communication Networks and Distributed Systems、Vol. 1, Issue 2, pp. 231-247、査読有、2008 年
- ③ 義久智樹、塚本昌彦、西尾章治郎、分割放送方式におけるチャンネルの帯域幅を考慮した連続メディアデータの分割手法、電子情報通信学会和文論文誌 B、Vol. J91-B, No. 3, pp. 300-308、2008 年 3 月 1 日、査読有、2008 年
- ④ Tomoki Yoshihisa、Masahiko Tsukamoto、Shojiro Nishio、A Scheduling Protocol for Continuous Media Data Broadcasting With Large-scale Data Segmentation、IEEE Transactions on Broadcasting、Vol. 53, Issue 4, pp. 780-788、査読有、2007

年

- ⑤ Tomoki Yoshihisa、Masahiko Tsukamoto、Shojiro Nishio、A Broadcasting Scheme Considering Units to Play Continuous Media Data、IEEE Transactions on Broadcasting、Vol. 53, Issue 3, pp. 628-636、査読有、2007 年

〔学会発表〕 (計 29 件)

- ① Yusuke Gotoh、Tomoki Yoshihisa、Masanori Kanazawa、Method to Select Peers to Reduce Waiting Time in P2P Streaming Broadcasts、Proc. of IADIS International Conference Telecommunications, Networks and Systems 2008、Netherlands, pp. 120-124、2008 年 10 月 24 日
- ② Yusuke Gotoh、Tomoki Yoshihisa、Masanori Kanazawa、A Scheduling Method for On-demand Delivery of Selective Contents、Proc. of IPSJ International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU 2008)、Tokyo, pp. 17-24、2008 年 6 月 11 日
- ③ Yusuke Gotoh、Tomoki Yoshihisa、Masanori Kanazawa、A Scheduling Method Considering Playing Time in Selective Contents Broadcasting、Proc. of International Telecommunication Networking Workshop on QoS in Multi-service IP Networks (QoS-IP 2008)、Italy, pp. 191-196、2008 年 2 月 14 日
- ④ Yusuke Gotoh、Tomoki Yoshihisa、Masanori Kanazawa、A Scheduling Method Considering Available Bandwidth in Selective Contents Broadcasting、Proc. of IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC' 07)、Hong Kong, in CD-ROM、2007 年 3 月 14 日
- ⑤ Yusuke Gotoh、Tomoki Yoshihisa、Masanori Kanazawa、d-Cast: A Division Based Broadcasting System For IP Networks、Proc. of IEEE International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT' 07)、Korea, pp. 1902-1907、2007 年 2 月 13 日

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

義久 智樹 (YOSHIHISA TOMOKI)

大阪大学・サイバーメディアセンター

・准教授

研究者番号 : 00402743