

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 1 日現在

機関番号：14401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23650050

研究課題名(和文)再生途切れのない没入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 Immersive Contents Broadcasting Delivery without Playback Interruptions

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円、(間接経費) 840,000円

研究成果の概要(和文)：近年普及している3D放送の次は没入型コンテンツである。没入型コンテンツとは視聴者が映像の空間に没入して楽しめるコンテンツである。データサイズが莫大なため、従来の放送方式で没入型コンテンツを放送すると再生途切れ時間が非常に長くなる問題があった。そこで本研究では、あらかじめデータを受信しておいて後で再生する蓄積再生を用いて、再生途切れのない没入型コンテンツの放送型配信を実現した。電波放送や端末伝送配信といった様々な放送設備を想定し、没入型コンテンツをモデルデータとモデルに変化を与える動作データに分けて送受信する手法を提案した。評価の結果、再生途切れを発生させないことができることを確認した。

研究成果の概要(英文)：The next contents of recently prevailing 3D contents are immersive contents. The users immerse themselves to the content world and enjoy it. There is a problem for them that the playback interruption time is very long under conventional broadcasting systems since the data size is very big. Hence, in this research, we realized broadcasting systems for immersive contents with no interruptions by exploiting stored playback, in that the clients receive the data beforehand and play them later. We proposed broadcasting schemes that divide immersive contents into the model data and the action data targeting various broadcasting systems such as electric wave broadcasting or node-relay broadcasting. Action data give actions to model data. Our evaluations show that our proposed schemes can avoid interruptions.

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 ストリーミング配信 没入型コンテンツ 再生途切れ時間 蓄積再生 放送型配信 3D 放送スケジュール

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、3D放送とよばれる立体型コンテンツの放送型配信が普及していた。視聴者は立体的なコンテンツを楽しめるが、視界の一部にしか映像が表示されず、また視点が固定されていて臨場感に乏しかった。そこで本研究では、没入型コンテンツの放送型配信に着目した。没入型コンテンツとは視聴者が映像の空間に没入して楽しめるコンテンツであり、没入型ディスプレイに表示される。没入型コンテンツは、以下の特徴をもつ臨場感の高いコンテンツである。

特徴1: 視界全体に映像が表示されるため、視聴者は映像の空間に没入してコンテンツを楽しめる。例えば、告白シーンであたかも目の前で告白が繰り返されている臨場感を得られる。

特徴2: 視聴者の向きや位置を把握することにより、視聴者が首を振ったり移動することで任意視点の映像を楽しめる。例えば、通販番組で商品を任意の視点から確認できる。

没入型コンテンツの視聴には没入型ディスプレイが必要になるが、頭部装着型の没入型ディスプレイも開発されており、これを装着することで家庭で没入型コンテンツを楽しむことが可能である。同じ様に立体視用眼鏡を装着する必要がある3D放送が普及しており、次世代3D放送は没入型コンテンツの放送型配信になることは必然的である。

没入型コンテンツのデータサイズは3D放送と比べて莫大なため、従来の放送方式では現実的な再生途切れ時間で配信できなかった。再生途切れ時間とは、再生開始時刻までにデータの受信が間に合わず、再生が途切れている時間の合計を示す。研究代表者らはこれまで、放送型配信における再生途切れ時間短縮手法を専門的に研究してきた。国際的にも再生途切れ時間短縮を目的とする研究がIEEE INFOCOM2009やIEEE ICDE2007といった近年のトップレベルの国際会議で発表されており、再生途切れ時間の短縮は学術的に見て、我が国でも推進すべき重要な研究課題であった。しかし既存研究では、従来の映像放送のみを対象としており、没入型コンテンツを対象としていなかった。

現実的な再生途切れ時間で配信できないことは放送帯域という資源自体が不足していることに起因し、放送帯域を増やす以外に解決策はないと考えられていた。再生途切れ時間を数秒程度の現実的な範囲に短縮するだけではなく、ましてや再生途切れのない配信などは不可能と考えられていた。この誰もが不可能と考えていた問題に対して、本研究では、再生途切れ時間を短くするだけにとどまらず、再生途切れのない没入型コンテンツの放送型配信を実現するという非常に困難な問題にチャレンジした。

2. 研究の目的

(1) 研究目的

没入型コンテンツのデータサイズが莫大な

ため、従来の放送方式では再生途切れ時間が非現実的な長さになる問題がある。そこで本研究では、没入型コンテンツを連続変化データと非連続変化データに分けて放送スケジュールを作成して配信することで再生途切れのない放送型配信を実現する。本研究では、研究期間内に以下を明らかにする。

項目1: 連続変化データの配信戦略

連続変化データとは、人物や移動物体のように連続的に変化する物体のデータである。連続的に変化するため、放送中常に出来る限り広い帯域幅を用いて配信する必要がある。本項目では、連続変化データ用に放送帯域を広く確保する放送スケジュールを明らかにする。

項目2: 非連続変化データの配信戦略

非連続変化データとは、建物や自然物のように連続的に変化する背景となるデータである。同じ非連続変化データを利用できる場面をシーンと呼び、シーン毎に1回非連続変化データを配信するだけでよいため、配信するデータを大幅に削減できる。本項目では、非連続変化データをシーンが切り替わるまでに配信完了できる放送スケジュールを明らかにする。

(2) 学術的な特色

本研究の学術的な特色は、没入型コンテンツの放送型配信を実現する点にある。世界的に見ても没入型コンテンツの放送型配信は全く新しく、先駆的な研究となることが予想され、情報分野の発展に大きく貢献できる意義がある。

放送型配信では、放送されたデータを受信するとすぐに再生するストリーミング配信が一般的である。放送されたデータを蓄積しておいて後で再生(蓄積再生)することは、再生しない端末もあるため放送帯域の無駄使いであるという考え方が定説であった。本研究では、この定説に捕らわれない逆転の発想を用いた斬新なアイデア、すなわち蓄積再生により、再生途切れのない没入型コンテンツの放送型配信を実現する。没入型コンテンツでは、連続的に変化する建物や自然物のようなデータをシーン内で共有できるため、蓄積再生することで配信するデータを大幅に削減できる。

(3) 期待される成果

本研究により、新たな研究分野を開拓できる。没入型コンテンツの放送型配信に関する研究はこれまでになく、本研究に追随する多数の研究が予想され、新たな研究分野を開拓できる。また、次世代3D放送サービスの開始が期待できる。没入型コンテンツは現在の3D放送を進化させるものであり、3D放送の次の放送型配信サービスの開始に必要な技術となる。本研究により、次世代3D放送となる没入型コンテンツの放送型配信サービスを実現できるという成果が期待できる。

3. 研究の方法

放送帯域や放送チャンネル数が異なる様々な

放送設備が考えられる。放送設備ごとに再生途切れのない没入型コンテンツの放送型配信を実現する放送スケジュールが異なるため、初めからすべての放送設備に対して有効な手法を考案することが困難である。そこで本研究では、初めに、我が国の地上波デジタル放送を想定した電波放送配信を用いた手法を研究し、その後、他の放送設備を想定した端末伝送配信を用いた手法を研究する。対象とする放送設備を広げていくことで本研究をスムーズに進める。没入型コンテンツを放送型配信するシミュレータを用いて短時間で繰り返して手法の有効性を探る。

4. 研究成果

(1) 電波放送配信を用いた手法

①概要

電波放送を用いた投入型コンテンツの放送型配信における再生途切れ時間短縮手法として、ICB-CP (Immersive Contents Broadcasting Considering Playing time)法を提案する。提案手法では、データを連続変化データと非連続変化データに分割した上で、コンテンツの再生が開始されるまでの待ち時間である番組開始待ち時間とコンテンツ間待ち時間の2種類の待ち時間を考慮してこれらのデータをスケジューリングする。

放送する番組は没入型コンテンツであり、放送帯域には制限があり、クライアントは没入型コンテンツの蓄積に十分な要領の記憶装置をもっているものとする。

②スケジューリング手順

ICB-CP法では以下の手順で放送スケジュールを作成する。

手順1: 非連続変化データ U のデータサイズ D_U 、連続変化データ V のデータサイズ D_V を下記の式で算出する。

$$\begin{cases} D_U = B \times \frac{W_p + (n-1) \times (T + W_c)}{n + (n-1) \times \frac{v}{u}} \\ D_V = D_U \times \frac{v}{u} \end{cases}$$

なお、 W_p は番組開始待ち時間であり、 W_c はコンテンツ間待ち時間である。

手順2: 初めの非連続変化データ U_1 をサーバの放送帯域 B で t_{U1} の間スケジューリングする。

$$t_{U1} = \frac{D_U}{B}$$

手順3: $n=1$ であれば、初めの連続変化データ V_1 を B で $t_{V1} = D_V/B$ の間スケジューリングして終了。そうでなければ、手順4へ。

手順4: i 番目の連続変化データ $V_i (i=1, \dots, n-1)$ を $t_{Vi} = T + (W_p - t_{U1})/(n-1)$ の間 D_V/t_{Vi} でスケジューリングする。また、 i 番目の非連続変化データ $U_i (i=1, \dots, n-1)$ を t_{Ui} の間、放送帯域 $B - D_V/t_{Ui}$ を使ってスケジューリングし、残りを放送帯域 B で W_c の間スケジューリングする。

手順5: V_n を放送帯域 B で $t_{Vn} = D_V/B$ の間スケ

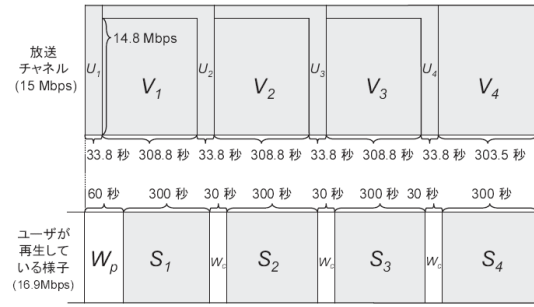


図4 ICB-CP法の放送スケジュール例

ジューリングして終了する。

③導入例

ICB-CP法で作成した放送スケジュールをもとに、サーバはデータを繰り返し放送する。図4に、ICB-CP法で配信する場合の放送スケジュールを示す。この例ではコンテンツ数 $n=4$ 、放送帯域 $B=15\text{Mbps}$ 、 $W_p=60$ 秒、 $W_c=30$ 秒、 $u:v=1:9$ とする。まず、手順1では、 D_U と D_V のデータサイズを求める。次に、手順2では、 U_1 を放送帯域 B で $t_{U1}=506.3/15=33.8$ 秒間スケジューリングする。手順3では、 $n=4$ であるため、手順4へ移る。手順4では、まず V_1 について、 $t_{V1}=300+(60-33.8)/3=308.8$ 秒間の間、 $D_V/t_{V1}=4556.3/308.8=14.8\text{Mbps}$ の放送帯域でスケジューリングする。また、 U_2 を放送帯域 0.2Mbps で 308.8 秒間スケジューリングし、残りを帯域幅 15Mbps で 30 秒間スケジューリングする。同様に、 V_2, U_3, V_3, U_4, V_4 をスケジューリングする。最後に、手順5で、 V_4 を放送帯域 15Mbps で $4556.3/15=303.5$ 秒間スケジューリングして、終了する。

この例では、 $W_p=60$ 秒の間待つことができるため、サーバは $W_p - t_{U1}=26.2$ 秒の間、 V_1 を放送できる。また、番組開始待ち時間として 60 秒、およびコンテンツ間待ち時間として 30 秒を確保することで、コンテンツの再生中に途切れが発生しないように U_1 と V_1 のデータサイズを決定できる。一方、視聴者は再生時間が 300 秒のコンテンツを 4 個再生する。まず、 60 秒の番組開始待ち時間の後、 S_1 を再生する。このとき、再生レートは 16.9Mbps となる。また、 30 秒の待ち時間の後に S_2, S_3 をそれぞれ再生でき、 V_4 の受信終了と同時に S_4 の再生が終了する。

④評価

初めに、再生レートに応じた投入型コンテンツの再生時間、および非連続変化データの割合に応じた番組開始待ち時間の大きさについて評価を行う。グラフに示す評価結果は、計算機シミュレーションによる結果である。ICBCPは提案手法ICB-CP法の場合、Simpleは単純な放送スケジューリング(単純手法)の場合である。単純手法については、同じ条件においてICB-CP法で算出した U_i と V_i のデータサイズの和をコンテンツのデータサイズとして用いた。単純手法では、クライアントはコンテンツの受信が完了しないと再生できない。

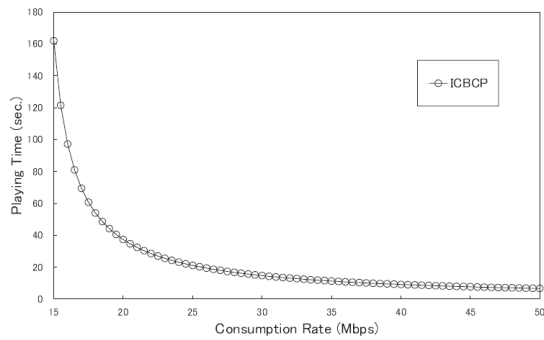


図5 再生レートと再生時間

⑤再生レートと再生時間

提案手法 ICB-CP 法では、再生レートが増加すると、再生に必要となるデータサイズが増加するため、同じデータサイズだと再生時間は短くなる。番組開始待ち時間やコンテンツ間待ち時間を考慮して放送スケジュールを作成するため、クライアントの視聴環境を考慮して再生レートを設定する必要がある。再生レートを变化させた場合のコンテンツの再生時間について、評価結果を図5に示す。横軸は再生レート、縦軸はコンテンツの再生時間とする。コンテンツの再生時間を180秒とし、コンテンツ数は5とし、使用できる放送帯域を30Mbpsとする。

図5より、再生レートが増加するのにも関わらず、コンテンツの再生時間は短くなる事が分かる。ICB-CP法では、番組開始待ち時間やコンテンツ間待ち時間を利用して連続変化データを配信するため、再生レートが増加すると、配信に必要なデータサイズは大きくなり、同じ再生品質だと再生時間は短縮する。例えば、再生レートが25Mbpsのとき、再生時間は21.1秒だが、50Mbpsのときは6.7秒となり、68.2%減少することが分かる。

⑥非連続変化データの割合と

番組開始待ち時間

提案手法 ICB-CP 法では、非連続変化データを先に受信し、連続変化データを受信しながらコンテンツを再生することで、待ち時間を短縮している。連続変化データに対する非連続変化データのサイズが大きくなると、放送スケジュールは変化する。一方単純手法では、コンテンツのデータサイズをすべて受信完了しないと再生できないため、待ち時間は長大化する。実際のサービスでは、番組開始待ち時間を考慮して配信するコンテンツのデータサイズや再生レートを決定する必要があるため、評価を行った。

連続変化データに対する非連続変化データのデータサイズの割合を変化させた場合の番組開始待ち時間の評価結果を図6に示す。横軸はコンテンツのデータサイズに対する非連続変化データの割合とし縦軸は番組開始待ち時間とする。コンテンツの再生時間を180秒、コンテンツ数は5、使用できる帯域幅を54Mbps、 $W_p=30$ 秒、 $W_c=15$ 秒とする。

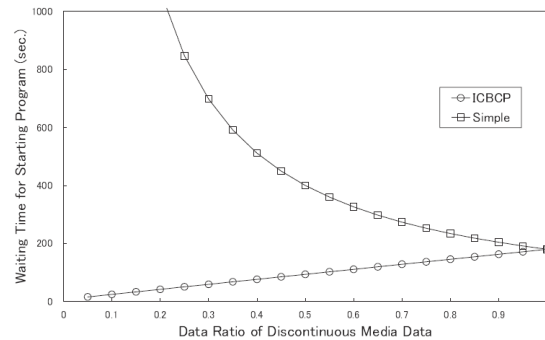


図6 非連続変化データの割合と番組開始待ち時間

図6より、ICB-CP法では、非連続変化データの割合が小さい場合に番組開始待ち時間は小さくなる。放送スケジュールの手順で説明したように、ICB-CP法は、使用できる帯域幅をすべて使用して U_1 を配信する。このため、番組開始待ち時間は U_1 の受信時間のみとなる。一方、単純手法では、 U_1 と V_1 を合わせた S_1 をすべて受信しなければ再生を開始できない。このため、番組開始待ち時間は提案手法より長くなる。例えば、 $u:v=2:3$ で放送する場合、番組開始待ち時間は、ICB-CP法で76.3秒、単純手法で511.4秒となり、単純手法に比べて85.1%短縮されている。

(2) 端末伝送配信を用いた手法

①概要

端末伝送配信を用いた投入型コンテンツの放送型配信における再生途切れ時間短縮手法として、RP-ET (Randomize + Prefetch considering Extra Time)方式を提案する。RP-ET法では、連続的に変化するデータであっても、繰り返し用いる場合には蓄積再生が有効なため、没入型コンテンツをモデルデータとモデルに変化を与える動作データに分けて送受信する。まず受信するピース(細かく分割されたデータ)を決定する方法を説明した後、受信するピアの決定方法を説明する。ピアは、没入型コンテンツを再生している端末を指す。

②受信するピースの決定方法

単純に再生開始時刻が早いピースを受信する方式では、バースト到着時に多くのピアが同じピースを受信することになって、ネットワーク内で少ないピースを持つピアにピースの受信要求が集中して、再生途切れ時間が長くなる。一方、未受信のピースをランダムに受信することが考えられるが、ランダムに受信すると、すぐに再生開始しなければならないピースでも受信するのが遅くなって再生途切れ時間が長くなる。

そこで、RP-ET方式では、次に再生が途切れる可能性がある時刻までの余裕の時間を余裕時間と呼び、余裕時間に応じて受信するピースの範囲を制限する。余裕時間 E は、受信済みのピースと現在の再生位置から計算でき、現在時刻を t 、現在再生中のピースの再生開始時刻を S 、そのピースから連続して受信完了

しているピースの数を c 、1つのピースの再生時間を d とすると、次式で表される。

$$E = s + dc - t$$

余裕時間が長くなると、現在再生中のシーンや次のシーンといった先のピースを受信しても再生が途切れにくい。そこで、閾値 T_1 、 T_2 を用いて場合分けする。 T_1 、 T_2 は下記の式で与える。

$$T_1 = \frac{2D}{R} \quad T_2 = \frac{nD}{R}$$

D はピースのデータサイズであり、 R は自身のピース1つあたりの受信帯域である。 n はパラメータであり、後に評価する。

$E \leq T_1$ の場合

他のピースを受信している余裕がないと判断し、再生が途切れないように再生開始時刻の最も早い動作ピースを受信する。シーン内の動作ピースをすべて受信している場合には、次のシーンのモデルピースを受信する。

$T_1 < E \leq T_2$ の場合

再生が途切れるまでにある程度の余裕があると判断し、シーン内の動作ピースをランダムに受信する。さらに、 E の大きさに応じて、現在の再生位置から順番に取り出される w 個のうちから、ランダムにピースを受信する。 w は以下の式で与える。

$$w = \frac{E - T_1}{T_2 - T_1} U$$

U は現在再生しているシーン内の未受信の動作ピースの個数である。たとえば、 $T_1 = 10$ 秒、 $T_2 = 30$ 秒、 $E = 20$ 秒、 $U = 4$ 個の場合 $w = 2$ となるため、再生位置から近い2個の来受信の動作ピースの中からランダムに受信する。

$T_2 < E$ の場合

再生が途切れるまでに十分に余裕があると判断し、次のシーンのモデルピースをランダムに受信する。

③受信するピアの決定方法

ピースを速く受信できるほど再生途切れ時間を短縮しやすいため、各ピアは通信帯域の大きいピアをピースの受信先とする。ここで、ネットワークの可用帯域は非常に大きいと想定し、ピア間の通信帯域はピースを送信するピアの送信帯域と、ピースを受信するピアの受信帯域の小さい方の帯域で決定される。ピースの受信先となるピアの決定時には、送信帯域が大きいピアを選択することで、ピースを早く受信できる。各ピアは、ピースを送信完了するごとに送信帯域を管理サーバに伝えているため、管理サーバに問い合わせることで、送信帯域の大きいピアを発見できる。④評価

ピアのコンテンツ視聴要求はポアソン過程に従うものとし、平均要求到着間隔は、一般的な到着分布としてよく用いられるポアソン分布で与える。無線LANを想定してピアの通信帯域には平均値が6Mbps、標準偏差が1Mbpsの正規分布を与え、4Mbpsを下限、8Mbpsを上

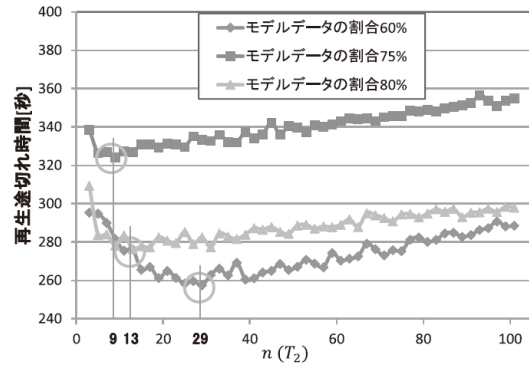


図7 モデルデータの割合と閾値の影響

限とした。要求失敗時の待機時間は、各ピアが1つのピースを受信するのに要する十分な時間と考え、10秒とした。ピースサイズは、BitTorrentのデフォルトのピースサイズと同じ1MByteとしている。コンテンツの条件は様々なものが考えられるが、2.5Mbpsの180秒の映像とした。

⑤パラメータ n の影響

n を100まで変化させた場合の、再生途切れ時間を評価した。後に評価するバースト到着が始まる前のピアIDが2番目の再生途切れ時間を図7に示す。

この結果から、モデルデータの割合ごとに、ピアの再生途切れ時間を短くする叫の値が異なることが分かる。これは、モデルデータの量が多いほど、 T_2 を小さくして次のシーンのモデルピースを受信しやすくすることで、ピースの受信要求が集中しにくく、再生途切れ時間を短縮できるためである。一方、モデルデータの割合が小さい場合は、動作データの量が増え、動作ピース1つあたりの再生時間は短くなる。この場合、 T_2 が大きく、次のシーンのモデルピースよりも、同じシーンの再生位置付近の動作ピースを広く受信することで、再生途切れ時間を短縮できる。また、再生途切れ時間が大きい順にモデルデータの割合は75%、80%、60%となっており、必ずしもモデルデータが多いほど再生途切れ時間が大きいとは限らないことが分かる。モデルデータの割合が大きい場合、次のシーンのモデルデータを受信するのに時間がかかり、再生途切れ時間が増加する。一方で、モデルデータの割合が小さい場合、動作データの量が増えることで動作ピース1つあたりの再生時間は短くなり、余裕時間が増加しにくくなるため、再生途切れ時間が増加する。このため、モデルデータが多いほど再生途切れ時間が大きくなるとは限らない。

以降のRP-ET方式における評価では、各モデルデータの割合およびシーン長において最短の再生途切れ時間を与えた n を用いる。

⑥バースト到着時の再生途切れ時間の変化

ピアのバースト到着をシミュレーションするため、各ピアの再生途切れ時間が収束してから平均要求到着間隔を20秒から1.5秒に変化させた。その後1500ピア到着後にバース

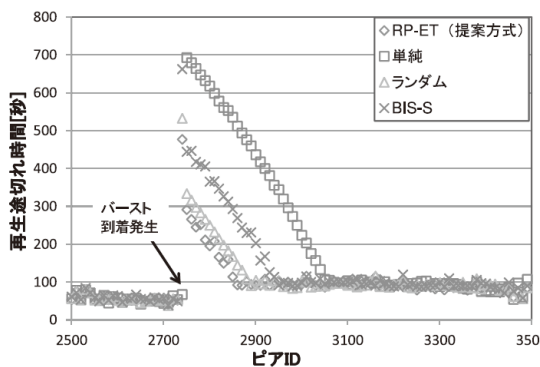


図8 バースト到着時の再生途切れ時間

ト到着が収まる。結果を図8に示す。ピアIDは到着順に与えられるため、各図の横軸は実質的に時間の進行を表している。バースト到着開始直後であるピアID2751からしばらくは、ピース受信要求が集中しピースを受信するのに時間がかかるため、再生途切れ時間が長い。バースト到着後半のピアは、前半に到着したピアの送信帯域を利用することができるため、再生途切れ時間が減少している。ここで、バースト到着時の平均要求到着間隔が長くなると、P2Pネットワーク内に存在するピアの数は少なくなり、ピースの受信要求は集中しにくく、再生途切れ時間は短くなる。

また、各方式において、バースト到着以前のピアの再生途切れ時間に比べ、バースト到着およびその収束後のピアの再生途切れ時間が長くなっている。これらはいずれも最初のシーンのモデルデータを受信するのに要する時間であり、バースト到着前に比べてネットワーク内にピアが多く存在し、ピース受信要求が集中することで、バースト到着以前に比べてピースの受信にさらに時間がかかるためである。

(3) まとめ

本研究課題では、没入型コンテンツの放送型配信における再生途切れ時間を短縮するために、電波放送を用いた手法と端末伝送配信を用いた手法を提案した。評価により、再生途切れのない没入型コンテンツの放送型配信が可能であることを確認した。今後、電波放送と端末伝送配信を組み合わせる没入型コンテンツを配信する場合に再生が途切れにくい手法等を考案する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

①横山 正浩、義久 智樹、原 隆浩、西尾章治郎、P2P ストリーミング環境におけるモデル・動作分隊型コンテンツの再生途切れ時間短縮方式、情報処理学会論文誌、査読有、Vol. 54, No. 11, 2013, pp. 2360-2370

②Yusuke Gotoh、Tomoki Yoshihisa、Hideo Taniguchi、Masanori Kanazawa、A Scheduling Method for Heterogeneous Clients on Media Data Broadcasting、International Journal of Pervasive Computing and Communications

(IJPC)C)、査読有、Vol. 9、Issue 2、2013、pp. 98-114

DOI:10.1108/IJPC-04-2013-0009

③梅澤 真弘、義久 智樹、原 隆浩、西尾章治郎、放送通信融合環境における再生途切れ時間短縮のためのデータ細分割によるストリーミング配信手法、日本データベース学会論文誌、査読有、Vol. 10、No. 2、2011、pp. 7-12

〔学会発表〕(計13件)

①Tomoki Yoshihisa、Shojiro Nishio、A Stream Delivery Scheme with Carousel Broadcasting on Hybrid NVoD Systems、IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2013)、2013年10月4日、Makuhari Messe (Chiba, Japan)

②後藤 佑介、義久 智樹、谷口 秀夫、金澤正憲、没入型コンテンツの放送型配信における再生時間を考慮したスケジューリング手法、情報処理学会マルチメディア分散協調とモバイルシンポジウム (DICOMO 2013)、2013年7月11日、ホテル大平原 (北海道河東郡)

③Tomoki Yoshihisa、Shojiro Nishio、A Video Streaming Delivery Method considering the Number of Clients on Hybrid Broadcasting Environments、IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2012)、2012年10月4日、Makuhari Messe (Chiba, Japan)

④横山 正浩、義久 智樹、原 隆浩、西尾章治郎、P2P ストリーミング環境におけるモデル・動作分離型コンテンツの再生途切れ時間短縮のための分割データ受信方式、情報処理学会マルチメディア、分散、協調とモバイルシンポジウム (DICOMO 2012)、2012年7月5日、ホテル百万石 (石川県加賀市)

⑤Masahiro Umezawa、Tomoki Yoshihisa、Takahiro Hara、Shojiro Nishio、Interruption Time Reduction Methods by Predicting Data Reception for Streaming Delivery on Hybrid Broadcasting Environments、IEEE Pacific Rim Conference Communications, Computers and Signal Processing (PACRIM 2011)、2011年8月25日、University of Victoria (Victoria, Canada)

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

(2) 研究分担者

後藤 佑介 (GOTOH, Yusuke)
岡山大学・自然科学研究科・助教
研究者番号：10551038