

動画像構造化表現と階層情報認証による秘匿性制御方式の研究

児 玉 明 広島大学 大学院総合科学研究科/情報メディア教育研究センター 准教授

1 はじめに

近年、ネットワークの高速化と低廉化を背景に、急速にインターネットを利用した動画や音楽などのコンテンツサービスが変貌を遂げようとしている。

反面、コンテンツのネットワーク利用に対して、各種 DRM 技術を利用し、アクセス利用制限を設けることで、コンテンツの不正流通に対する耐性を考慮したコンテンツ配信を実現しており、ネットワークの利便性に対するコンテンツ不正利用の拡大が課題として有する。言い替えると、コンテンツの普及とコンテンツ不正防止の要求関係が相反し、ビジネスモデル実現のために、様々な課題を有していると言える。例えば、メディア販売やネットワーク提供での動画コンテンツの高画質化が進んでいるが、不正流通に対する対応策を考慮すると、ネットワーク提供時の動画品質が蓄積媒体と比較して品質が不十分で、高品質を要求する利用者はメディア販売からネット利用へと進まない傾向がある。所謂、コンテンツ利用の利便性やコストとの関係の中で、利用者はコストや利便性、品質などの自分の目的にあった様々な動画コンテンツサービスを模索しているのが現状である。近年、PC のみならず放送機器も接続可能なネットワークを利用したコンテンツ提供サービスがはじまってきたが、まだ動画コンテンツを本格的に利用するサービス構築までには至っていないと考えられる。利用拡大とコンテンツ保護というトレードオフの関係の中で、ビジネスモデルの拡大を阻害しているとも考えることもできる。また、これからの様々なアーカイブサービスにおいては、ネットワーク利用は不可欠であり、コンテンツ保護や利用促進に対する研究は重要な課題となっている。

図 1 にコンテンツ利用サービス例を示す。ここでは、一般的なコンテンツ提供者とコンテンツ利用者との間のコンテンツ利用を可能とし、利用者間同士でのコンテンツ流通に利用制限を設けたコンテンツ配信システムとして示した。

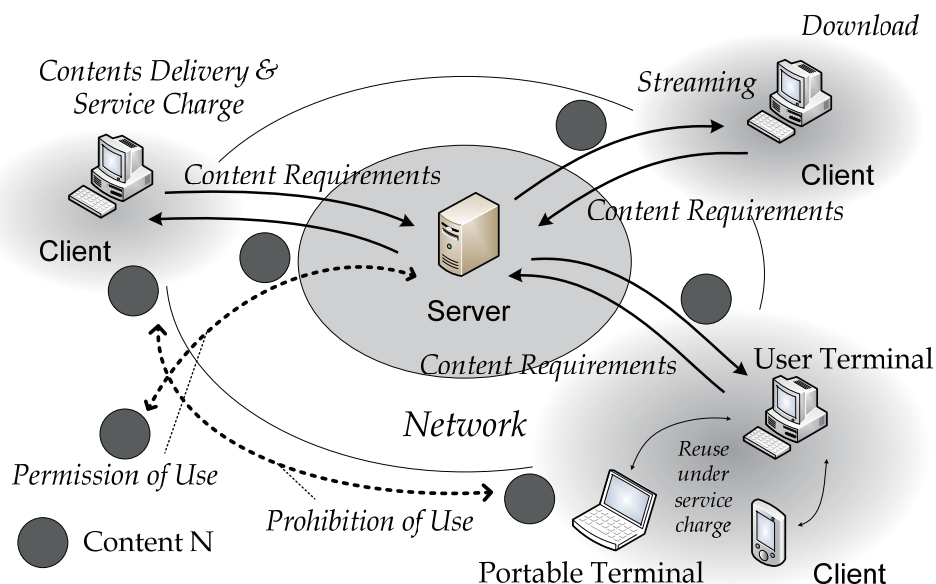


図 1 コンテンツ利用サービス例

これまで、コンテンツデータの保護方法として、主にデータ処理の暗号化方法、著作権管理方法などが検討されてきた。また、利用環境の多様化に伴い、不正流通を考慮してコンテンツ流通時の発信元・受信元の特定が要求されはじめている。ここで、コンテンツプロバイダと利用者との利用契約環境を考慮して、個々

の送信情報に利用者情報を埋め込む方法や、オリジナル製を示す透かし情報を挿入する方法などが検討されている[1]-[13]。このようなコンテンツ流通における不正利用防止を目指し、利用再生時の認証処理とコンテンツ分離合成手法を用いた配信システムを提案する。ただし、本研究では特に通信接続状態を前提とする。

本研究では、データの暗号化観点ではなく、データ分離による再生に対する非有意性の有効性について検討する。はじめに、提案システムの概要、データ構造について説明し、システムの実現性に対する安定性条件について考察する。本研究では、動画コンテンツに着目する。

2 提案システム

2-1 分離・合成型配信方式

一般に、不正流通のコンテンツデータ対策として、コンテンツの暗号化、伝送の暗号化手法などが一般的に利用される。しかし、各種暗号化処理をデータに対して、あるいは通信路に対して行うと、その分の処理負荷が増加することに加えて、扱うコンテンツ自身のオリジナル性(元情報に対する相関性)の問題により、安心した流通環境下であっても、コンテンツ自身を貴重な財産としているコンテンツホルダからのネットワーク利用したコンテンツ提供において、利用環境制限として、コンテンツ品質を削減したデータを設けたり、期間限定などの時間制約を設けたり、配信時のサービス提供方法を工夫している現状がある。

また、個々の利用者に対する情報を対象情報に付加することにより、不正流通を防止する方法なども利用される。しかし、これら暗号化に用いるキー情報において、コンテンツ情報自身のデータ量や、またデータ構造を十分考慮しない場合が多く、キー情報自身の情報が破られないことが前提であり、暗号化情報自身の扱い方が課題となる。また、コンテンツホルダの規模により、高度な DRM 技術をコストの課題により利用できない場合があり、コストに見合ったコンテンツ提供数が必要となる現実がある。

そこで我々の不正流通への視点として、データ自身の暗号化の観点とは独立し、データの構造上の重要情報欠損により、有意再生を可能とさせないことを狙った、コンテンツ情報の分離/合成処理によるコンテンツ配信方式を提案する。

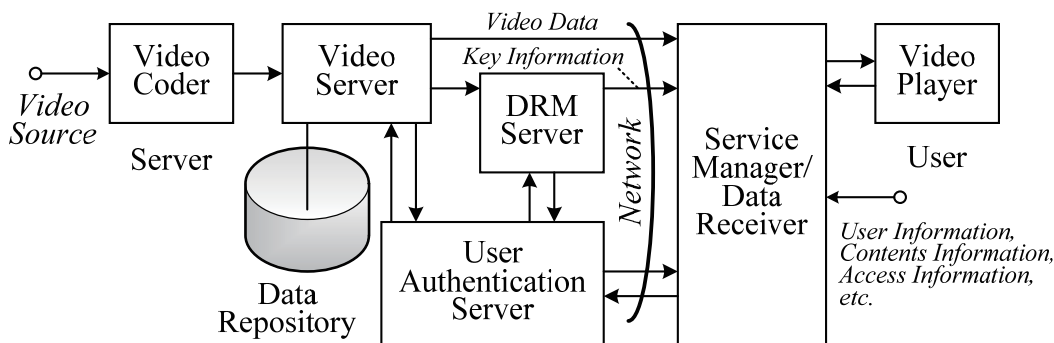


図2 一般的な動画配信方法

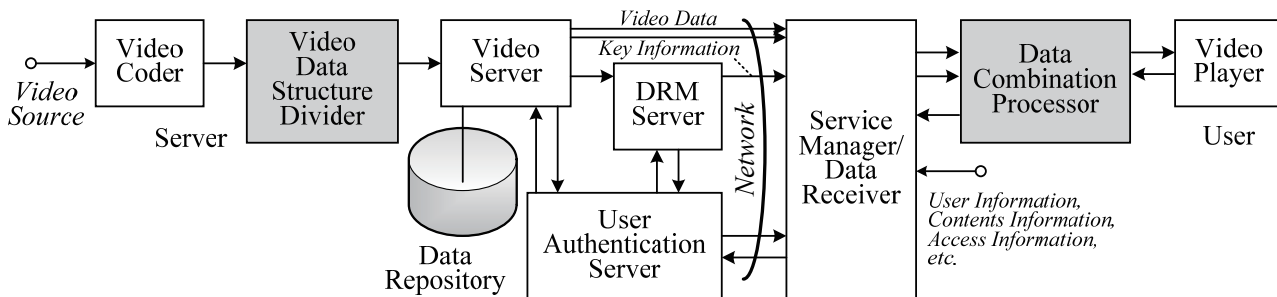


図3 提案配信方法

図2に一般的な動画配信方法の例を示す。符号化された動画コンテンツがデータベース化され、利用者がサーバに利用者認証処理を経由し、利用者の要求するコンテンツや品質に基づいて、著作権管理サーバを経由、或いは、利用しないでサーバから利用者へ配信される。

一般的に、配信コストやコンテンツの価値などに基づき、コンテンツ保護機能を利用するか否か決定される。動画データに対しては、キー情報により暗号化された状態で送信され、伝送の高速化を考慮して、認証以外の処理は非暗号化通信で行われる。これに対して、配信データ自身の秘匿性の強化を考慮し、分離・合成型の動画配信方法を提案する。

図3に提案方式の概要を示す。ここでは、符号化された情報から、基本情報とそれに付随する情報とに分離することで、符号化情報の再生非有意性を実現し、復号側で合成処理を経由して、有意情報として動画再生する方法である。図2は、コンテンツ保護の観点から利用者認証処理と著作権管理手法に基づいたコンテンツ配信方法の例を示している。一方、図3は、構造分離によるデータ保護を考慮した方式である。無論、暗号化処理、暗号化伝送を追加して考えることも可能であるがここでは扱わない。次に、分離データの構成方法について述べる。

2-2 分離データの構成方法

現在、多くの動画符号化方式で利用されている変換・予測のハイブリッド符号化方式では、空間や時間方向の予測方式が利用されている。よって、誤差伝搬や符号化効率を考慮して Intra 符号化の周期的なリフレッシュ方法が用いられる。

言い換えると、符号化効率、符号化処理の高速化を考慮して、空間方向に分割した領域での符号化構造を有し、この局所的な部分領域間の空間・時間方向に相関関係がある領域が存在すると考えられる。

よって、符号化タイプの基準となるイントラフレームや、領域相関が低い局所領域は独立に符号化(イントラ符号化)することが、符号化効率に繋がることから、圧縮効率が高いデータであればあるほど、局所領域間相関を利用した符号化データ構造であると考えられることができる。

これらを踏まえて、基準情報、或いは、基準情報からの予測情報に対して、システムの安定性、及び、コンテンツ認証に必要な時間パラメタ、頻度パラメタ、生成データ量制限に基づいた、分離情報を生成する。

分離データに利用する符号化動画構造例を、図4に示す。ここでは、空間方向の矩形ブロックの集合とフレーム集合から構成される一般的な符号化構造の例を挙げた。図4に示した構造に基づいた場合、SP, SS, SMBなどの構造情報とそれに付随するデータ値が分離情報として生成される。加えて、各種スケラブル拡張も可能であり、これまで我々が提案してきた、更新型のストリーム構造を分離情報として扱うことも可能である[14][15]。これらの情報更新型動画再生に対する秘匿性制御に対しては今後の課題である。

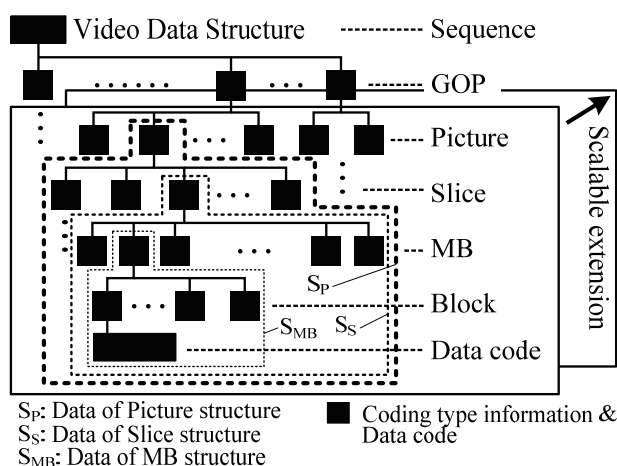


図4 符号化動画構造の例

2-3 提案システムの概要

提案システムの概要を図5に示す。ここでは、特に認証システムの処理手順について述べる。サーバで動画コンテンツDBを作成するか、或いは、利用者からのコンテンツ要求を受けて、動画コンテンツデータの分離処理を構造情報に基づいて行う。ここでは、コンテンツ情報は基本情報が欠落した非有意情報を示すとし、その基本情報を分離情報と呼ぶこととする。

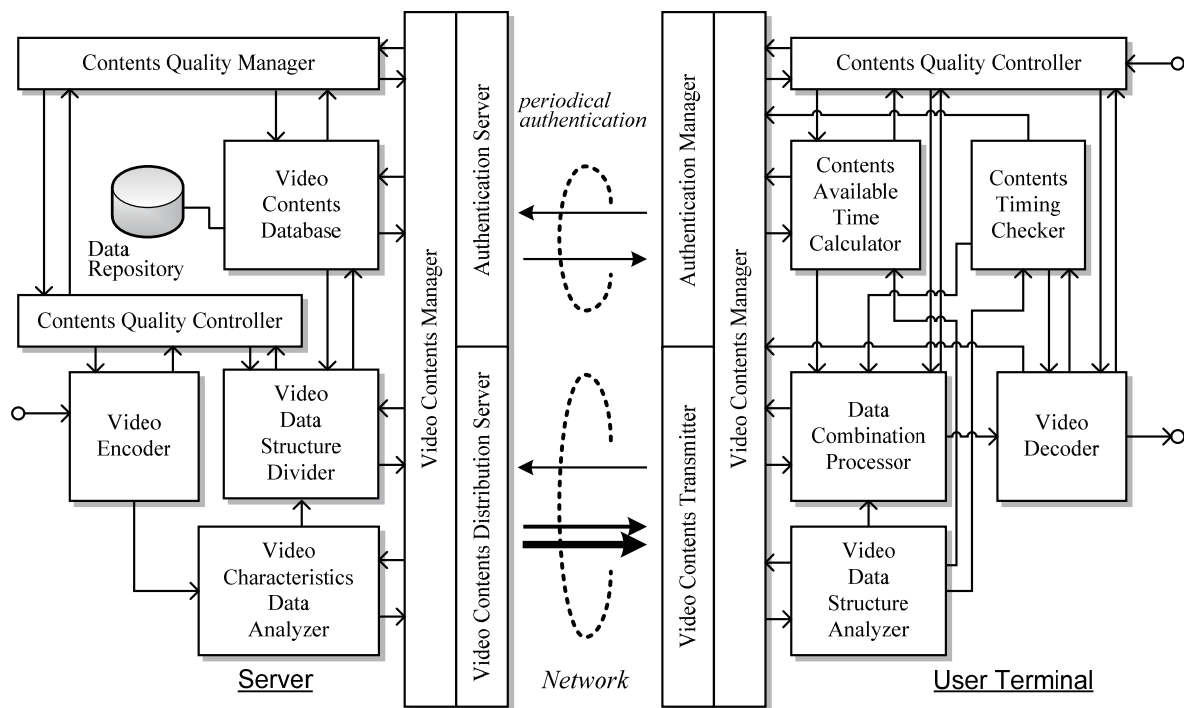


図5 提案システム

本システムは、利用者の再生状況、要求情報を踏まえて、利用認証を定期的に行うコンテンツ利用認証に基づいた動画再生を実現する。

コンテンツ情報は、ストリーミング型、或いは、ダウンロード型としてデータ取得が可能であり、利用者の受信後のデータ再利用の実現性を考慮した、所謂、情報変換型についてはここでは触れないとする。再生器で利用時間、分離情報の有効時間を管理し、再生システムとしての安定性を考慮した、事前分離データ送受信が行われる。

この分離データ送受信の際に、コンテンツと利用者の利用認証を行い、逐次分離データとその条件内で更新する。無論、分離データの固有性を高めれば高めるほど、データ量、或いは、合成処理に時間を有するというトレードオフの関係にある。また、コンテンツ情報自身に再生の非有意性があるので、分離情報管理・伝送方法がシステム上の重要な課題となる。

利用者からのコンテンツ要求にあわせた動画ストリームを送信する。利用者端末では、基本情報に対して、キー情報を合成することにより、有意情報を生成し、動画再生する。ここで、キー情報は周期的な品質有意情報から構成され、その情報により、秘匿性制御可能とする。また、符号化動画構造の例において、SP, SS, SMBなどの構造情報を利用する。Coding情報を分離あるいは、マスクが掛かることにより、有意情報の再生が困難となる。無論、構造の階層化拡張により、秘匿性強度を向上することが可能となる。

図6に、分離／合成型コンテンツ配信モデルを示す。サービスのための認証処理を行い、コンテンツ再生に必要な情報伝送後、コンテンツ再構成して、表示される。定期的にコンテンツ情報を利用者が受信する場合は、(i)に加えて、(ii)の処理が繰り返され、また、他のコンテンツを利用する場合も含めて示した。

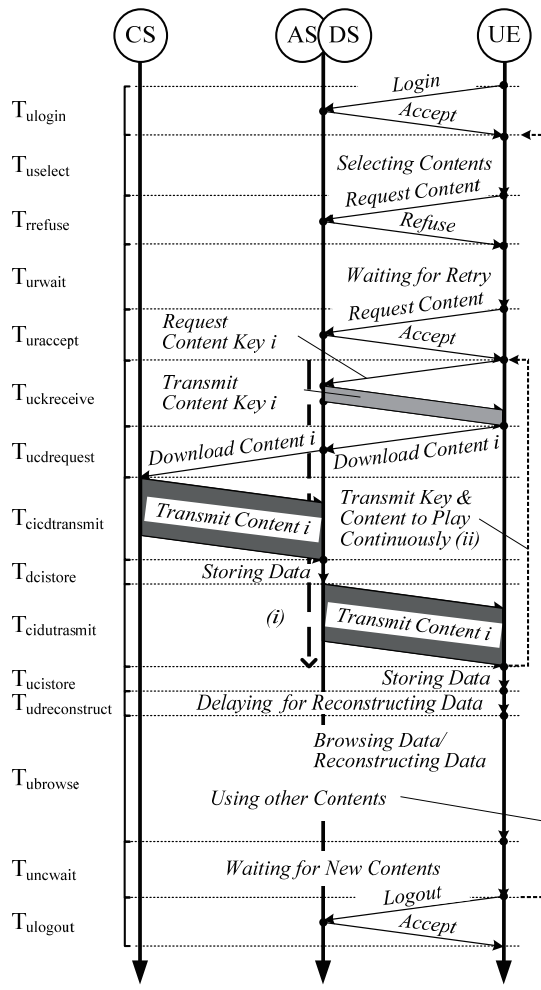


図 6 コンテンツ配信モデルの例

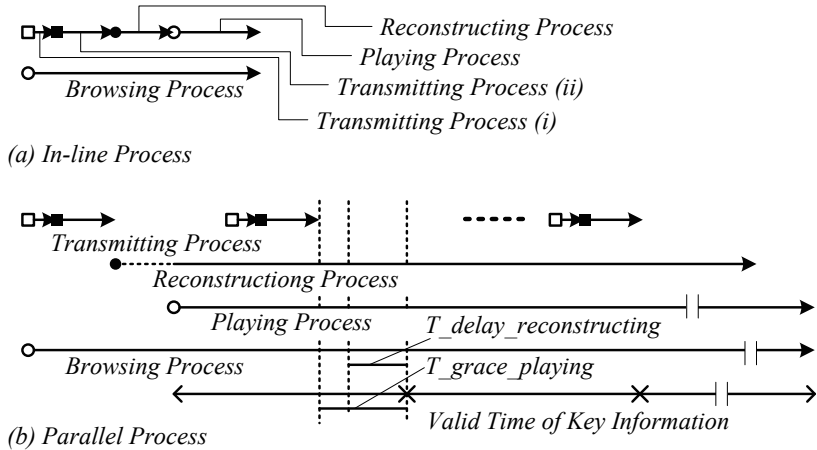


図 7 受信データの再生手順

図 7 に、受信データの再生手順について整理する。(a)は、キー情報、コンテンツ情報の伝送後、データの再構成を行い、再生する場合を示している。一方、(b)は、コンテンツ情報を時間方向に分割した情報を受信した場合を示しており、定期的にキー情報と対応したコンテンツ情報の送信が、安定再生を条件下 ($T_{\text{delay_reconstructing}} \leq T_{\text{grace_playing}}$) に送信される場合である。勿論、コンテンツ情報はダウンロード型としてデータ取得しておき、キー情報の送信とする場合もここに含まれるとする。

図7において、再生時に逐次発生する分離情報送受信において、コンテンツと利用者の認証を定期的に行うことが、本システムの特徴である。ただし、一般的な暗号化手法におけるキー情報と内部情報が異なるため、情報量が増加する課題を有する。ここで、定期認証に要する処理時間を含めて、単純にデータ構成について考えると、本システムでは、認証処理が定期的に発生するため、リアルタイムに対応するためには、認証処理の条件が重要となる。

ある動画コンテンツ情報 C_m は、構造情報 ST_{C_m} 、キー情報 A_{C_m} 、基本情報 B_{C_m} に分離される。この構造は一定周期で構成され、その構造単位を GOS と定義する。ここでサーバが 1 対 1 で分離情報を利用して認証処理対応すると仮定すると、認証時に伝送される情報 Da は ST_{C_m} 、 A_{C_m} で構成される。

システム処理時間として、伝送時間のみで考えた場合、1 人当たりの帯域保証伝送帯域を Wo [bps]、本システムの秒当たりのサービス人数を n 、認証有効時間を U [分] とすると、 $Da/Wo < 1/n$ 、 $(Wo/n - ST_{C_m}) / (1800U) > D(A_{C_m})$ (D はフレーム当たりのデータ量) が認証情報生成の条件となる。

3 分離・合成符号化方式の評価

3-1 分離・合成符号化方式

これまで、符号化情報の分離・合成符号化方式として、スケーラブル符号化方式に着目して検討した。特に、更新型スケーラブル符号化方式の本システムでの利用時の符号化性能評価が基本性能の影響に与えられると考えられる。そこで、これまで提案しているスケーラブル符号化方式の適応方法について、評価した結果を報告する。

3-2 更新型スケーラブル符号化方式

図8に更新型スケーラブル符号化方式の概要を示す。本符号化方式は、MPEG-2 スケーラビリティ [16] を基本符号化構造とし、簡易なストリーム演算により、ストリーム合成処理を実現する手法である。

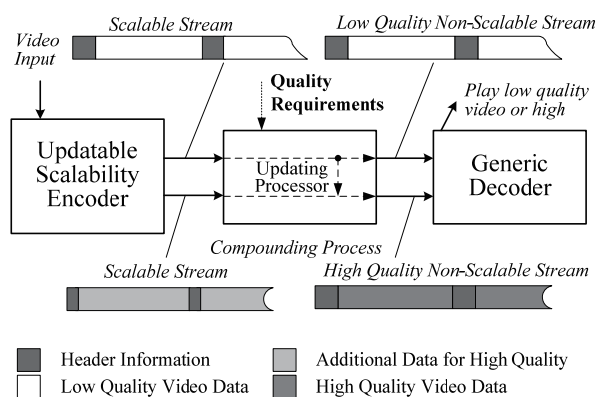


図8 更新型スケーラブル符号化におけるデータ合成処理の概要

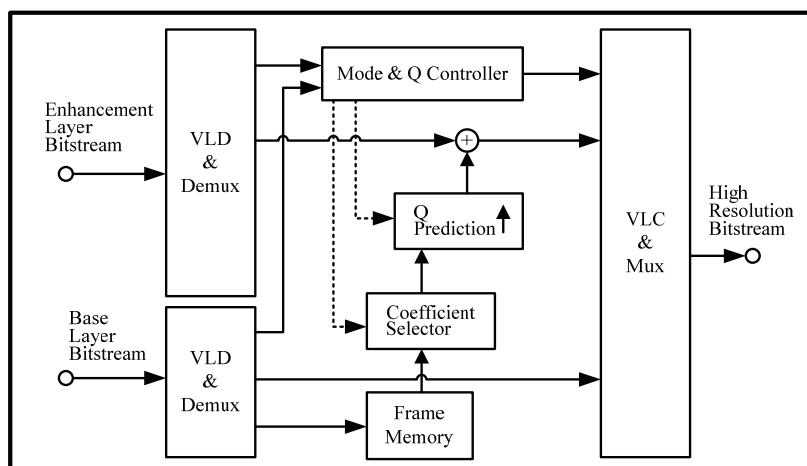


図9 更新型スケーラブル符号化方式におけるデータ変換処理

ビットストリームスケーラビリティでは、画像品質選択を行う専用のスケーラブル復号器が必要となる。

一方、更新型では、これらの機能を外部合成処理器で行うのが特徴となる。ただし、ストリームの形態と符号化効率などの関係から、伝送時のストリーム形態を考える必要がある。

更新型方式では、非階層型のストリームを復号器で扱うことを想定しているので、ストリームの利用形態の自由度をサービスに合わせて考えることができる利点がある。

ここで、一般的にスケーラブル符号化を行う際、階層化構造に伴うヘッダ情報の増加などで符号化劣化が生じることが知られている。まず、符号化品質を定義するために、我々が提案している更新型方式における符号化品質について考えてゆく。

更新型方式として、これまで2つの階層型方式を提案してきた。SNR型と空間型方式に基づいた符号化方式であるが、一般的なSNRスケーラビリティ、空間スケーラビリティに対して、更新型を実現するためのストリーム処理条件、及び、制約が必要となる。次に、各スケーラビリティについて説明する。

(1) SNR型更新スケーラビリティ

図10にSNR型更新スケーラビリティのブロック図を示す[17]。本方式は、DCT係数処理の後に、階層間差分処理を施すことがポイントであり、差分情報の扱い方とその符号化方法がいくつか考えられるが、ここでは、符号化パラメタの比率表現を利用した場合を示す。

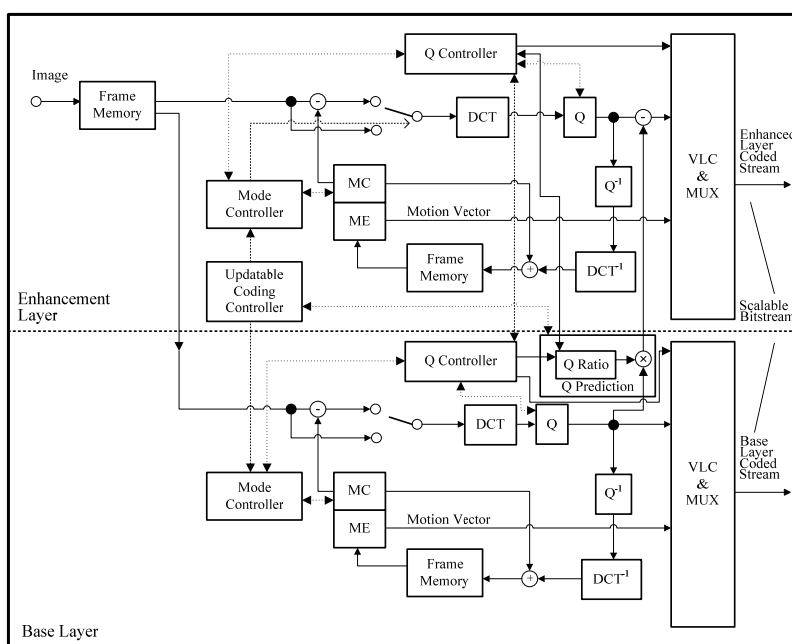


図10 SNR型更新スケーラビリティにおける符号化器

(2) 空間型更新スケーラビリティ

図11に空間型更新スケーラビリティの概要を示す。ここでは、SNR型と同様に量子化パラメタ比率を利用する方法を示した。

MPEG-2における空間スケーラビリティでは、時間方向の予測だけでなく、空間方向の予測を利用する。一方、本空間型方式では、符号化係数の予測を利用した符号化を示した[17]。予測方法として、空間情報の利用、周波数情報の利用などいくつかのデータ変換方式が提案されている[18]-[27]。(i)空間領域まで戻した再符号化方式、(ii)DC成分を主とした方式、(iii)AC成分も含めた方式の3種類について考察する。(i)手法は、再符号化方式であるため、品質評価の基準となる手法となる。一方、(ii)(iii)はそれぞれ部分情報からの予測と、再符号化との性能評価となり、(ii)が最も速度重視型となることが理解できるが、今回の評価は品質に着目した評価とした。手法(iii)では、再符号化を高速化した方式と位置づけることができ、画像サイズ間の相関を考慮して、変換情報の部分利用を考えるため、4x4DCTを利用した場合を考えた。加えて、(ii)、(iii)の適応方式についても考えることができる。

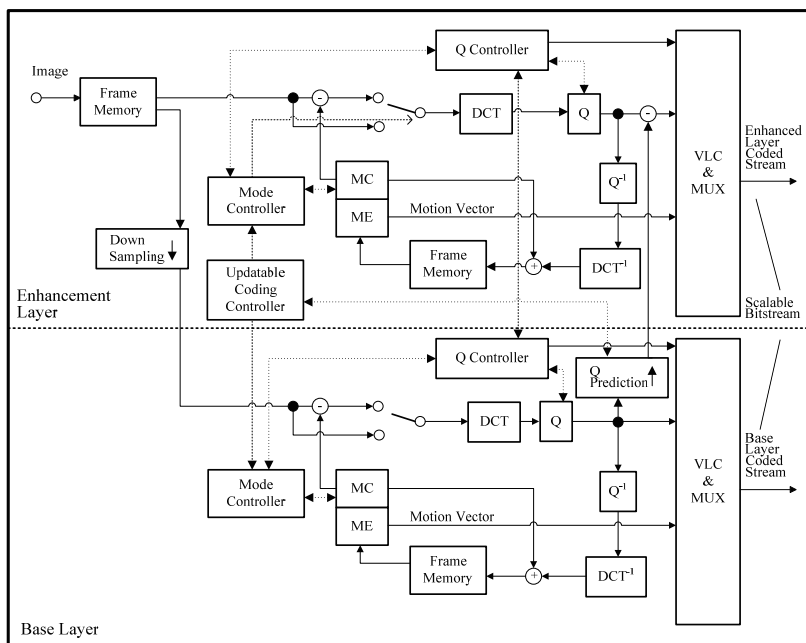


図 11 空間型更新スケーラビリティにおける符号化器

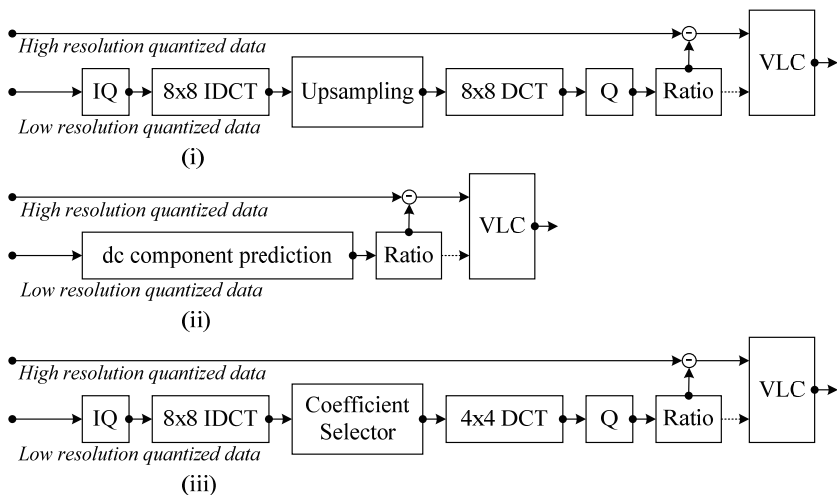


図 12 予測手法

3-3 符号化方式の評価

我々は、更新型符号化評価を行うにあたり、時間方向の予測効率を除去して考えるために、イントラ符号化方式に着目して、評価する。特に、量子化パラメタ設定の符号化効率に与える影響について、理論とシミュレーション実験により評価する。

表 1: 符号化条件

Test sequence	ballet, bicycle, football
Frame	1 [frame]
Signal	Luminance
Quantization method	MPEG-2 TM5, intra type
Q parameters	QB: base layer QE: enhancement layer
USVC	SNR coding type Spatial coding type
Evaluation methods	PSNR, Entropy

表 1 に符号化シミュレーション条件を示す。基本的に TM-5[16]に基づいて符号化する。準備実験として、DCT 係数の部分情報再現と符号化画像品質 (PSNR) との関係について図 13 に示す。DCT 精度が高くなれば、無論、品質性能は向上するが、特に、低周波数係数の重要性を理解することができる。空間予測に利用する部分情報を扱う意義についての指標となる。レイヤ間の符号化効率が最終的な高品質情報提供の際の画像評価に影響を与えるので、次に階層間の情報について検討する。

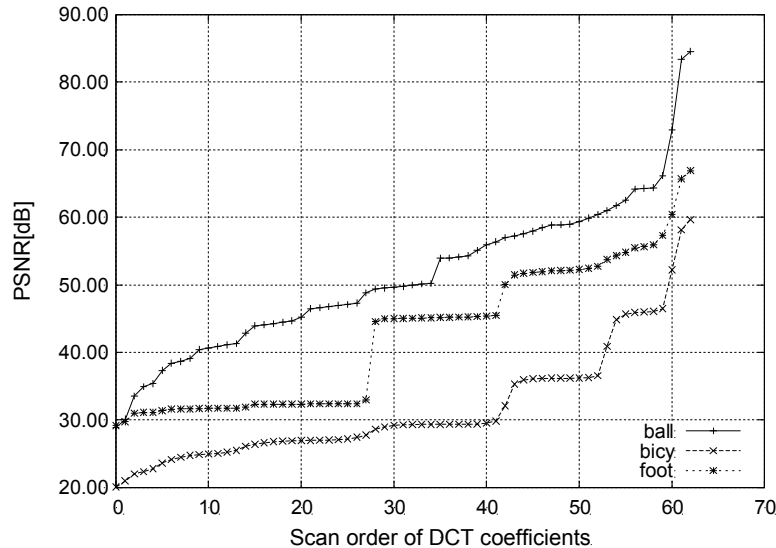


図 13 DCT 係数表現と PSNR との関係

3-4 実験結果と考察

更新スケーラビリティの性能評価について、イントラ符号化に着目した実験結果として、SNR 型を図 14 に、空間型を図 15 に示す。QB は基本層の量子化パラメータを示し、QE は拡張層の量子化パラメータを示す。

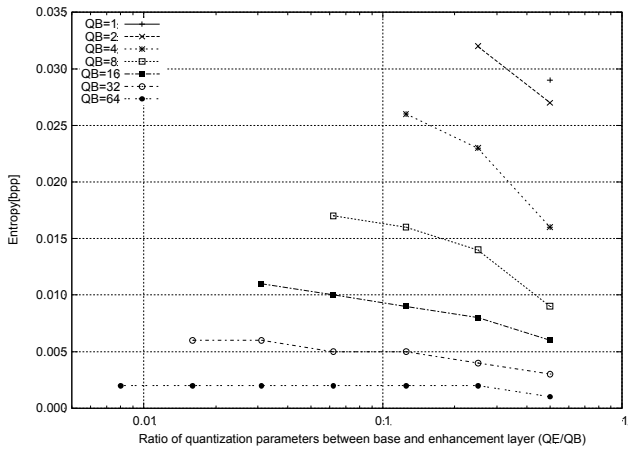
QB と QE を 1 から 128 までで変化させた場合の、差分情報のエントロピーにおいて、符号化効率について考察する。SNR 型の傾向として、基本層と比較して拡張層での符号量割当が多い分、符号化モードが変更にならない場合、量子化幅は小さくなると考えることができる。よって、拡張層の符号化パラメータを量子化比率で表現することができれば、量子化パラメータに要する情報量を削減することができるので、SNR 型の符号化効率を向上することができる。一方、本システムでの分離・合成手法としての更新スケーラビリティ利用を考えた場合、各種スケーラブル方式のさらなる組み合わせも可能となるが、ここでは符号化構造にとまらう単純な差分符号化性能について考える。

図 14, 15 では、QB が大きくなればなるほど、勿論エントロピーが下がっていることが示されている。品質劣化と量子化パラメータとの関係が示されている。また、Q 比率の表現が画像品質に与える一つのパラメータであると理解できる。加えて、SNR 型では比率が大きくなればなるほど、エントロピーが小さくなる傾向にある。空間型でも、QB が大きくなると、同様の傾向にある。QE が QB より大きくなる場合について考えると、符号量との関係から意味がないので割愛した。厳密には符号量との関係により定まるが、今回は量子化パラメータからの評価とした。

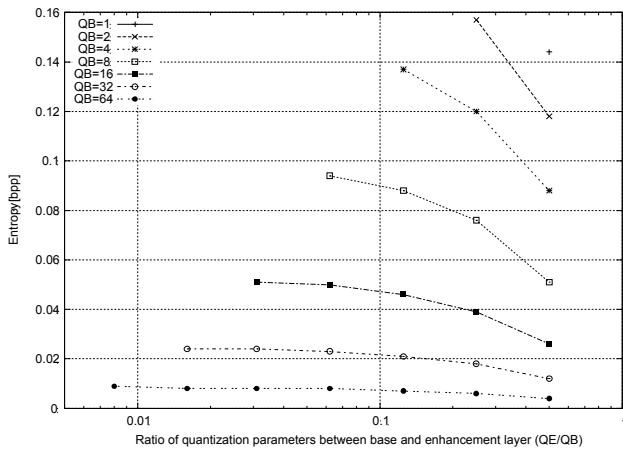
SNR 型と空間型を比較すると、SNR 型が空間型よりも階層間符号化結果として符号化劣化が起こる可能性が高いことがわかる。一方、空間型では画像サイズの課題を有する。図 15 より空間型の方が符号化しやすい可能性を有するも、サイズや符号化ルール上、制約条件が多くなるので、品質だけでなく、システム要件からそれらの優越を検討する必要がある。

次に、空間型における 3 手法については、手法 (i) に対して、(ii) (iii) とともに同性能を示しつつ、場合によっては、符号化効率が向上する可能性がある。勿論、符号化品質評価に直接結びつくわけではないので、これらについては今後の課題である。

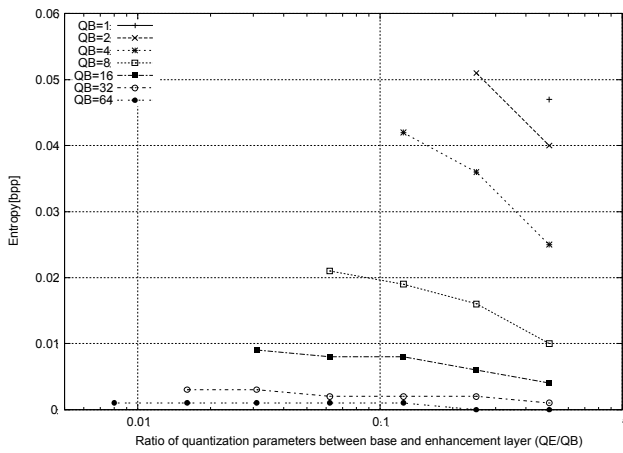
結果として、(ii) の単純な予測方法も十分利用可能であり、手法 (iii) をさらに加えることにより、基準方式を満足する符号化が可能であることが確認された。さらなる、符号化モードに対する評価については、今後の課題である。



(i) ballet

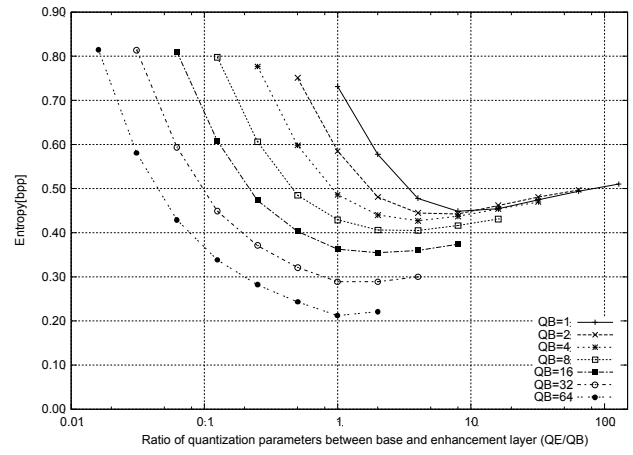


(ii) bicycle

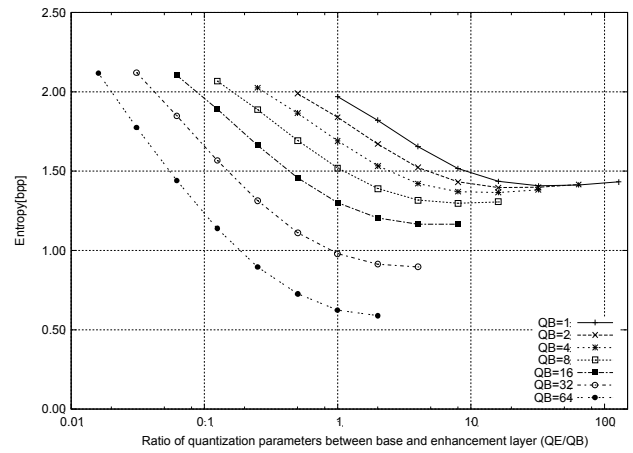


(iii) football

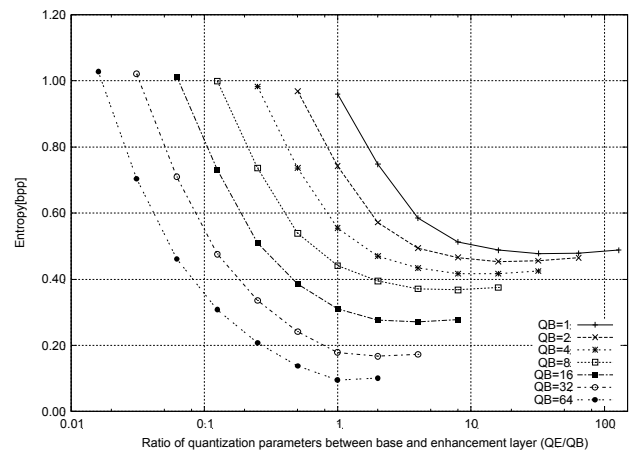
図 14 SNR 型符号化



(i) ballet



(ii) bicycle



(iii) football

図 15 空間型符号化

4 考察

提案システムの実現性に対して、今回は提案システムにおけるデータ送信時の安定性に着目し、データ量、送信方法の観点から考察する。

本システムでは、データ量がコンテンツ情報の秘匿性強度に関係する。また、システムの安定性を考えた場合、コンテンツ情報の送信能力は十分にサーバが備えていると考えた場合、利用者規模と分離情報量との関係がシステム安定性要因と考えられる。そこで、符号化動画データ品質を x [Mbps] とし、分離情報の有効

時間を $g[\text{min}]$ とすると、コンテンツ再生時間 $C_t[\text{min}]$ までの時間内でのシステムの安定性がサービスの最低条件となる。

そこで、分離情報利用によるシステムの評価として、分離情報量の変動がどのように影響を与えるか考察する。ここで、単純な M/M/1 待ち行列システムと考える。平均待ち行列長 EQ 、平均待ち時間 EW_q 、平均待ち時間 EW の算出結果を表 1 に示す。ただし、利用者到着率 r を $0.8[\text{人/分}]$ とし、分離情報の有効時間 $g[\text{min}]$ を $10[\text{分}]$ 、データサイズを $50\sim 1000[\text{kbps}]$ 、1 人当たりの利用伝送速度を $10[\text{Mbps}]$ とした。端的に述べると、10 分相当の再生に必要な分離情報がある符号化レートで符号化されている場合、全体の符号量が伝送効率に影響を与えるパラメータとなる。ここでは簡易に考えるため、伝送時間をサービス時間として考えた。

図 7 において、定期的に発生する分離情報取得に際し、トリックモードなどの再生はないと考えると、どのタイミングから、事前分離情報伝送を開始する必要があるか、またその実現性が、システムに対する必要条件として考えることができる。表 1 において、平均待ち時間はサービスを受けるまでの時間を指し、システム内平均待ち時間は、サービスのためにシステムに滞在した時間を示す。

例えば今回の評価条件では、 $10[\text{分}]$ を下回ることが勿論条件となる。レートが上がると、扱うデータ量が増えるため、サービスを待つ利用者の数が増加し、大きくなりすぎると、定常的なシステムとならないことを示している。図 16, 17, 18 にサーバへの利用者の平均利用数 r を $0.8, 1.2, 1.6, 2.0[\text{人/分}]$ の場合を示した。ただし、図中のサンプル数が少ない場合は、定常状態となる条件をはずれたことを意味する。

表 2 分離情報量の変動に対するシステム評価

データ符号化レート [kbps]	平均待ち行列長 $EQ[\text{人}]$	平均待ち時間 $EW_q[\text{min}]$	システム内平均待ち時間 $EW[\text{min}]$
50	0.0017	0.0021	0.0521
100	0.0070	0.0087	0.1087
150	0.0164	0.0205	0.1705
200	0.0305	0.0381	0.2381
250	0.0500	0.0625	0.3125
300	0.0758	0.0947	0.3947
350	0.1089	0.1361	0.4861
400	0.1506	0.1882	0.5882
450	0.2025	0.2531	0.7031
500	0.2667	0.3333	0.8333
550	0.3457	0.4321	0.9821
600	0.4431	0.5538	1.1538
650	0.5633	0.7042	1.3542
700	0.7127	0.8909	1.5909
750	0.9000	1.1250	1.8750
800	1.1378	1.4222	2.2222
850	1.4450	1.8063	2.6562
900	1.8514	2.3143	3.2143
950	2.4067	3.0083	3.9583
1000	3.2000	4.0000	5.0000

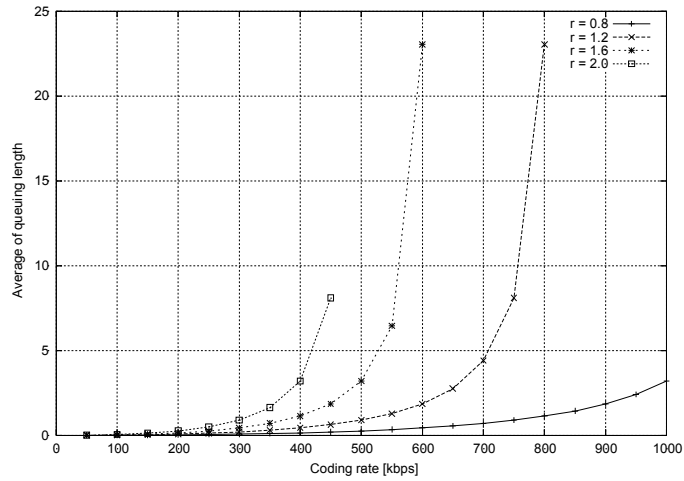


図 16 評価結果(EQ)

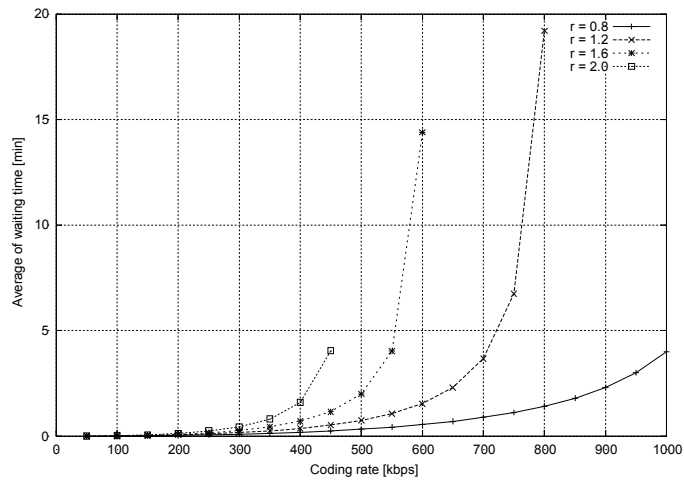


図 17 評価結果(EW_q)

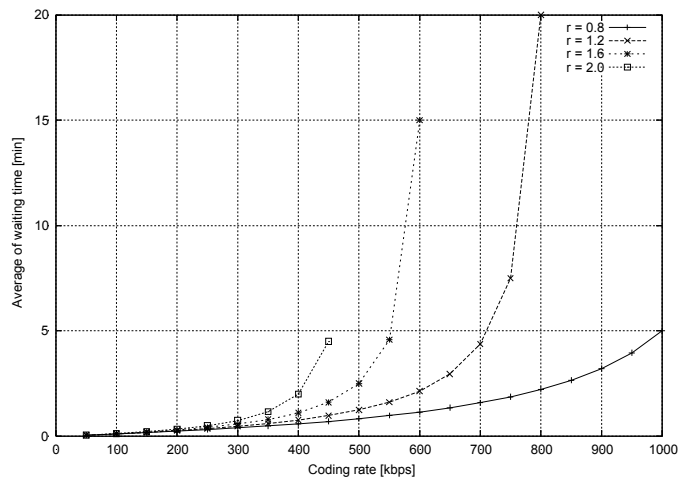


図 18 評価結果(EW)

図 16 では、利用率が増加するとシステムの安定性が損なわれることを示している。データ要求に対する待ち時間増加が利用者挙動に与える影響が少なくないので、これらのモデルについては今後の課題である。

図 17 にシステムのサービス時間を考慮した場合が図 18 となる。分離情報の有効期間 g 以内に、サーバと

利用者間でのデータの送受信行われる必要がある。図 18 では、10[分]を超えたサービス時間となる場合は、システム非安定性状態である。符号化レート(データ量)が大きくなると、サービス効率が低下する中で、安定条件を考えると、利用者比率以上のデータ量抑制が条件となることを意味する。この分離情報に対する条件を考えるに当たり、今回は、伝送時のサービスでも、主に分離情報のみを扱って考えたが、コンテンツ情報や他の管理情報などについては今後の課題である。

本システムのポイントは、データを分離・合成を行う構造とし、分離情報取得時に、コンテンツと利用者の利用者認証許諾が得られた状態で、逐次分離情報取得が可能であり、構造上の秘匿性を有するのが特徴である。また、再生時にキー情報伝送を定期的に行うことから、誰がどのコンテンツのどの位置を再生しているかを利用確認できることも可能であり、コンテンツ流通時の不正利用を防ぐ働きがある。

4 まとめ

本研究では、コンテンツ流通を考慮した動画配信システムについて提案し、その処理方法について検討した。暗号化処理による著作権管理方法やコンテンツ利用制御方法に対して、今回はコンテンツ自身の有する構造情報、或いは、特異情報分離処理と合成処理を利用したシステムについて示した。

今後は、分離・合成方法における符号化方式の効率、符号化モデル、通信モデルを定義、本システムの有効性について評価する。

【参考文献】

- [1] 今井編著, “ユビキタス時代の著作権管理技術”, 東京電機大学出版局 (2006. 10).
- [2] 稲葉, 山本, “プライバシーと著作権を考慮したコンテンツ配信に関する提案”, 信学論誌 D, J89-D, 12, pp. 2536-2542 (2006. 12).
- [3] 釜江, 沼田, 曾根原, “デジタルコンテンツ販売のための開示度と料金の設定”, 信学論誌 D, J91-D, 1, pp. 12-22 (2008. 1).
- [4] 小林, 野口, 貴家, “JPEG 符号化列のバイナリデータの埋め込み法”, 信学論誌 D-II, J83-D-II, 6, pp. 1469-1476 (2000. 6).
- [5] 崔, 相澤, “誤り確率に基づく電子透かしの判定法と動画透かしへの適用”, 信学論誌 D-II, J85-D-II, 8, pp. 1300-1309 (2002. 8).
- [6] 渡辺, 三部, 中村, 酒井, “超解像の原理を応用した動画向け電子透かし方式”, 信学論誌 D-II, J88-D-II, 5, pp. 833-843 (2005. 5).
- [7] 山本, 中村, 片山, 安野, “単一周波数平面スペクトル拡散を利用した時間同期外し耐性をもつ動画電子透かし”, 信学論誌 D, J90, 7, pp. 1755-1764 (2007. 7).
- [8] 小山, 小林, 山岡, 中村, 酒井, “SLA で規定された同期到達を遵守するための複数マルチキャストを用いた伝送方式”, 信学論誌 B, J87-B, 7, pp. 929-939 (2004. 7).
- [9] 森, 松本, “多視点型映像オンデマンド配信方法”, 信学論誌 D-I, J87-D-I, 5, pp. 610-623 (2004. 5).
- [10] 佐竹, 稲井, “Web サーバクラスタにおける定期的な負荷情報に基づく非確率的なサーバ選択法”, 信学論誌 B, J88-B, 10, pp. 1968-1978 (2005. 10).
- [11] 申, 竹田, 田口, 安田, 青木, “コンテンツ流通のためのブリッジレイヤ”, 信学論誌 D-I, J88-D-I, 11, pp. 1708-1717 (2005. 11).
- [12] 藤本, 鈴木, 中山, 竹下, ラムザン, ジェントリィ, ジェイン, “環境適応型コンテンツ配信におけるコンテンツ正当性保証の実現”, 信学論誌 B, J89-B, 3, pp. 324-336 (2006. 3).
- [13] 前原, 川畑, 比企, 丹野, 伊藤, 長谷川, “大容量アーカイブ活用型放送番組制作システム”, 信学論誌 B, J84-B, 4, pp. 809-817 (2001. 4).
- [14] Mei Kodama: “Comparison of Coding Efficiency in Updatable Scalable Video Coding for Multi-quality”, IEVC2007, IP-4, p. 1-4 (2007. 11).
- [15] 児玉 明: “動画更新スケーラビリティにおける符号化効率の比較”, 信学ソ大, B-8-23 (2007. 9).
- [16] ISO/IEC 13818-2, Information technology - Generic coding of moving pictures and associated audio

- information: Video, Recommendation H.262 (1995).
- [17] ISO/IEC 14496-2, Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 2 (1999).
- [18] ISO/IEC 14496-10, Information technology - Coding of audio-visual objects - Part 10: Advanced Video Coding (2006).
- [19] ISO/IEC JTC1, MPEG93/457, Test Mode 5 (1993).
- [20] M. Kodama, H. Tominaga, "Updatable Scalability of Moving Pictures and its Evaluation", IEICE, J80-B-I, 2, pp.98-105 (1997).
- [21] M. Kodama, S. Suzuki, "Consideration of Contents Utilization Time in Multi-Quality Video Content Delivery Methods with Scalable Transcoding", IEICE Trans. on IS, E88-D, 7, pp.1587-1597 (2005).
- [22] T. Wiegand, H. Schwarz, et al., "Rate-constrained coder control and comparison of video coding standards", IEEE Trans. on CSVT, 13, 7, pp.688-703 (2003).
- [23] S. Bo. "Submacroblock motion compensation for fast downscale transcoding of compressed video". IEEE Trans. on CSVT, 15, 10, pp. 1291-1302 (2005).
- [24] J. Lee and K. Chung. "Quantization/DCT Conversion Scheme for DCT-Domain MPEG-2 to H.264/AVC Transcoding". IEICE Trans., E88-B, 7, pp. 2856-2863 (2005).
- [25] Y. Sambe, S. Watanabe, et al., "High-Speed Distributed Video Transcoding for Multiple Rates and Formats". IEICE Trans., E88-D, 8, pp. 1923-1931 (2005).
- [26] F. Kai-Tat and S. Wan-Chi. "DCT-based video downscaling transcoder using split and merge technique". IEEE Trans. on IP, 15, 2, pp. 394- 403 (2006).
- [27] H. Shu and C. Lap-Pui. "The realization of arbitrary downsizing video transcoding". IEEE Trans. on CSVT, 16, 4, pp. 540-546 (2006).

〈 発 表 資 料 〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
Comparison of Coding Efficiency in Updatable Scalable Video Coding for Multi-quality	IEVC 2007	2007年11月
動画更新スケーラビリティにおける符号化効率の比較	信学ソ大	2007年9月
動画コンテンツ構造を利用した定期認証付動画配信システムの提案	映情メ学会 冬季大会	2007年12月
コンテンツ利用認証を用いた動画配信システムの一検討	画電研報	2008年3月
更新型動画空間スケーラブル符号化の考察	信学総大	2008年3月