

## 複数画像品質提供に対する スケーラブル映像データ管理・伝送による効果

児玉 明 鈴木 俊哉 田中 智子 常国 沙織

広島大学 情報メディア教育研究センター  
〒 739-8521 東広島市鏡山 1-7-1-C112  
TEL : (082) 424-6542  
FAX : (082) 431-4855

E-mail : mei@hiroshima-u.ac.jp

あらまし 近年、映像をデジタルで録画したり、検索したり、編集したり、加工したりと、デジタル家電機器が登場し、急速に身近にデジタル映像を楽しむ機会が増えてきた。また、ネットワークのグローバル化に支えられ映像を利用者が家庭でアクセスして見ることが可能となった。そこで、ネットワークを介して映像データを利用する際の、効率的なデータ管理方法、伝送方法が課題となる。本研究では、複数画像品質を提供する映像管理の際に、スケーラビリティデータの利用方法について提案している。サイマルキャストタイプとスケーラビリティタイプによる効果について、単純なユーザアクセスモデルを利用して、スケーラビリティの有効性について考察した。本稿では、特に解像度方向に対して映像品質選択利用する際について検討した。

キーワード スケーラビリティ, サイマルキャスト, 解像度, 画像通信, 画像管理システム

## A Study on Video Management and Transmission Methods with Scalable Data for Multi-Quality Video Contents

Mei KODAMA Shunya SUZUKI Tomoko TANAKA Saori TSUNEKUNI

Information Media Center, HIROSHIMA University  
1-7-1-C112, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima,  
739-8521 JAPAN  
TEL : +81-82-424-6542  
FAX : +81-82-431-4855

E-mail : mei@hiroshima-u.ac.jp

Abstract Recently, digital Video Equipments had made us record and edit easily for moving pictures. Moreover, we can enjoy watching internet movies by broad band network. But when a lot of video contents and multi-quality contents are stored at this time, there is some problem, such as amount of memory and transmission efficiency. Then we had already proposed scalable management methods, which use scalable data and simulcast data. In this paper, we propose a video contents delivery system with scalable contents. We consider selecting methods of contents quality and the efficient usage of scalable video contents. These management and delivery methods are explained and these procedures are shown. From the viewpoint of contents accessing time, it is indicated that scalable methods are more efficient than simulcast for multi-quality video using simple user access model.

key words Scalability, Simulcast, Information, Resolution, Video Transmission,  
Video Management System

## 1. はじめに

ネットワークのグローバル化に支えられ映像を利用者が家庭でアクセスして見る事が可能となった。そこで、ネットワークを介して映像データを利用する際の、効率的なデータ管理方法、伝送方法について、盛んに検討されている[1][2]。我々は、機能化データのパッケージ化によるマルチメディアサービスの概念を提案している[3]。このようなサービスにおけるパッケージをマルチメディアスケーラビリティパッケージ(以下、MSP と略す)と呼び、これは、スケーラビリティの概念を基本としたもので、特に利用者側の機能性を考慮した構造化方式である。

本稿では、複数画像品質提供方法として、MSP データを利用した情報管理方式と、情報伝送方式を提案する。画像品質として、解像度方向の選択性を考慮し、コンテンツの構造として、スケーラビリティ型データとサイマルキャスト型のデータ管理方式で比較する。ここでは、スケーラビリティ型として、空間更新スケーラビリティを利用する。また、品質毎にスケーラブルコンテンツからなる映像情報を利用者側へ配送し、利用者側でコンテンツ利用時に情報更新再生する、負荷分散型の情報利用方法を示す。

コンテンツ利用時の利用者のアクセス時間、及び、データ伝送量において、各方式の効果について整理し、スケーラビリティ方式の有効性を示す。

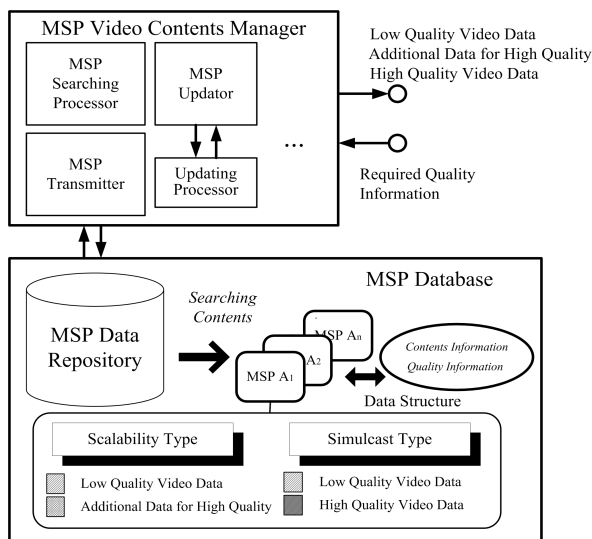


図 1: MSP データベースの情報管理

## 2. MSP データによる映像情報管理

### 2.1. MSP データ取得手順

図 1 に MSP データベースにおける、MSP データの管理方法を示す。ここでは、MSP データ内の動画像情報として、複数画質提供用に、サイマルキャストタイプとスケーラビリティタイプとして、保管している

データベース内の情報を、利用者が要求する画像品質に基づいて、データベース内で、コンテンツ情報を検索し、所定の品質に相当するデータをさらに探して、利用者側にデータを送信する。ここで、サイマルキャストタイプでは、特に、コンテンツに対する情報更新処理を行わないが、スケーラビリティタイプの場合、スケーラビリティ構造への情報変換方式と、非階層情報として合成生成する情報変換方式がある。ここでは、これらを合わせて合成処理として考える。

### 2.2. 映像コンテンツのデータ構成

映像コンテンツをネットワーク上で、複数の利用者に効率的に配送する方式が検討されている。加えて、利用者が自分の利用環境に合わせて、品質を選択利用する場合は想定される。その場合、特に課題となるのが、一つのコンテンツを複数品質でサーバに登録すると、情報圧縮を効果的に利用しても、同じ情報を複数持つこととなり、情報管理上非有意な情報まで保管することとなる。そこで、複数の品質要求に応えるべく、スケーラビリティが提案されている。

ここでは、サイマルキャストタイプとスケーラビリティタイプで考える。但し、スケーラビリティタイプとして、情報更新合成による品質選択実現を考える[4]。

## 3. 映像情報管理方式

### 3.1. スケーラビリティ映像管理方式

映像コンテンツをデータベース化する際に、低品質情報と高品質情報との間にデータ相関があり、情報圧縮の観点から考えると、独立にデータを保存することは意味がない。よって、スケーラビリティでは、データベース容量を削減する効果が期待できる。現状よく利用されているサイマルキャスト管理に対して、スケーラビ

リティを利用する管理方式を提案する。

この管理方式は、スケーラビリティ構造によるデータを保有することで、データベース内の情報量を、サイマルタイプに比べて軽減できる効果があり、また、ビットストリームスケーラビリティ[5]では、データ構成で階層ストリームとして分離は可能であるが、汎用復号器で品質選択再生ができなかったが、提案方式により選択機能を実現することができる。要するに、スケーラビリティとしての、データ管理上のメリットと、情報変換による汎用性の実現により、映像コンテンツの管理上の課題を解決することができる。

### 3.2. 映像利用方法

品質毎にスケーラブルコンテンツからなる映像情報を利用者側へ配送し、利用者側でコンテンツ利用時に情報更新再生する、負荷分散型の情報利用方法である。

ここでは、スケーラブル映像情報を一元的にセントラルサーバで蓄積しておき、利用したいときにネットワークを介して利用者は映像を閲覧する映像情報管理

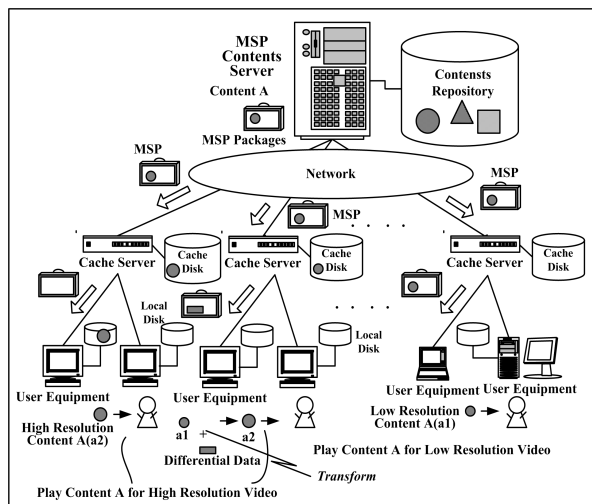


図 2: MSP を利用した映像コンテンツの伝送方法

方式、および、その処理・伝送方法について説明する。概念に基づいた映像コンテンツ管理・伝送方法を図 3 に示す。

センターにはすべてのスケーラブル映像情報が蓄積されており、利用者端末には、使用頻度の高い映像情報が保存されており、さらに、使

用率が落ちると、低品質のみを保持しているという状態で情報管理する方式を提案する。すなわち、利用者の映像閲覧頻度により、利用者側の端末に必要最小限の情報を保持し、品質差分情報を配送、変換処理することにより、映像閲覧できるシステムを提案する。

情報変換を利用することにより、データベースでの情報管理時に一つのコンテンツに対して品質毎にデータを保管する必要がなく、また、コンテンツ配送時の非有意な情報量を抑制することができる。

ここで、図 3 に示すように、コンテンツサーバから利用者端末間の伝送方法は、すべて、MSP というパッケージデータで配送することとし、利用者-コンテンツサーバ間での映像伝送方法について考えてゆく。

我々は、従来の映像品質毎にサーバのデータベースに蓄積する方式に対して、新たにスケーラブル映像情報をセンターデータベースとして、一元管理し、利用時に、利用者毎に必要なコンテンツのサブセットを配送利用するモデルを提案する。

さらに、スケーラブル映像情報をセンターに蓄積しておき、利用者側の端末にスケーラブル復号器を設けて、再生する方式に対して、新たに情報サブセットを利用者に配送し、利用者端末内で情報変換更新し、汎用的な非階層復号器により、映像再生可能なシステムを提案する。

### 3.3. MSP データによる画質選択の実現

ここで、複数の画質を有する映像データベースからの、利用者の映像コンテンツ利用方法について述べる。ここでは、2つの品質の映像情報がデータベースへ蓄積されているとする。また、MSP として、パッケージ化されている情報があり、これらの中に低品質コンテンツ(a1)、高品質差分情報(a2)が格納されている。これら MSP 情報コンテンツ名が記述され、データベースに保存されている。

各品質コンテンツ情報に、再生できるプロファイル情報が記述されており、例えば、Profile Level 1 として、低品質再生用、Profile Level 2 として、高品質再生用として定義しておく。また、差分情報コンテンツには、予め更新処理方式と利用する更新処理器を定義しておく。

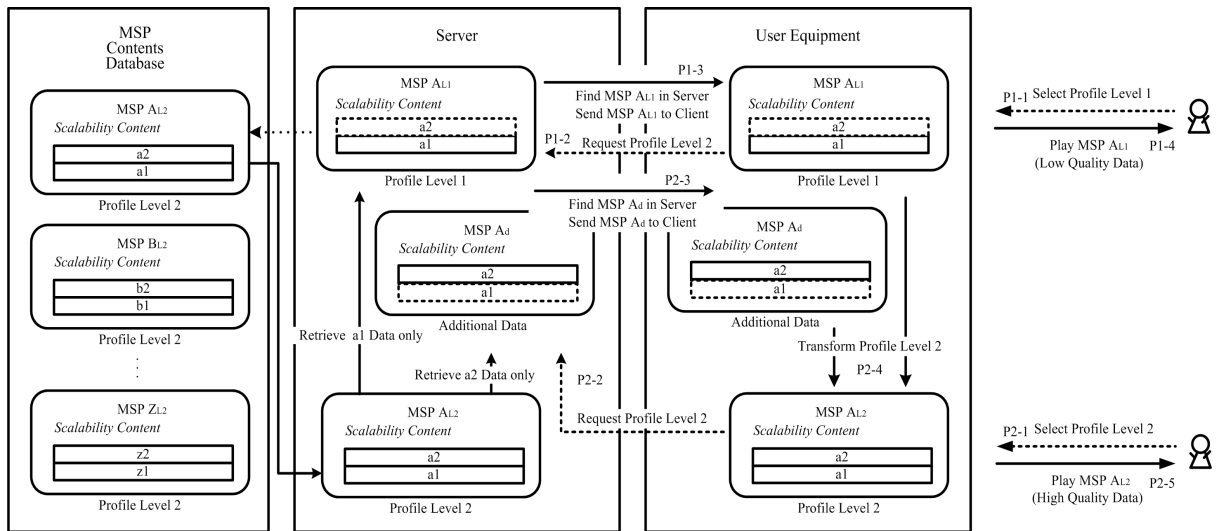


図 3: 品質要求時の MSP データ利用手順

MSP データとして、利用者までデータ配送され、一旦、利用者側記憶領域に自動的に格納される。利用者が低品質映像を再生する場合は、パッケージ内の低品質映像のみを用いて、再生することができる。

一方、高品質映像再生する場合は、差分情報に記述されている更新処理方式を解釈して、低品質映像から高品質映像ビットストリームに再合成して、汎用復号器にて再生する。(図 4)

### 3.4. 映像品質選択処理方法

ここでは、複数の品質選択として、低品質と高品質情報を考える。そこで、次に示すような映像情報の選択の場合分けを行い、次節で評価実験を行う。再生方法として、サイマルキャストタイプとスケラビリティタイプで整理する。

- i) 低品質のみの再生  
低品質画像情報は同一であるので、両方式とも低品質情報を受信・再生する。
- ii) 高品質のみの再生  
高品質画像情報の再生には、サイマルキャストは高品質用情報を受信・再生し、一方、スケラビリティタイプでは、低品質情報と高品質用差分情報を受信し、合成・再生する。
- iii) 低品質再生の後の高品質再生  
サイマルキャストタイプでは、独立に高品質用のデータを受信・再生する。一方、スケラビリティタイプでは、高品質用差分情報を

受信し、予め受信している、低品質情報と合成・再生する。

- iv) 高品質再生の後の低品質再生  
サイマルキャストタイプでは、独立に低品質用データを受信・再生する。一方、スケラビリティタイプでは、すでに低品質情報を受信しているため、これを用いて再生する。

以上示す4つの場合が品質選択再生に存在し、利用端末のローカルディスクやキャッシュ端末内にデータが一時保管されていて、使用頻度が少なく、情報がなくなってしまうものに対して品質要求が起こった場合もこの場合に当てはめて考えることができる。

## 4. シミュレーション実験

ここでは、映像情報管理方法として、サイマルキャストタイプとスケラビリティタイプにおいて、情報量及び、アクセス速度の観点から、ユーザーコンテンツアクセスモデルを定義して、整理・考察する。

### 4.1. 実験条件

使用する動画情報とアクセスモデルについて、表 1,2 に示す。ある利用者数(クライアント)全員があるコンテンツが用意されているデータベースをアクセスし、全員が閲覧開始するまで(データ受信まで)の時間  $T\_Sum[s]$  と品質要求確率の関係を示す。

シミュレーション実験方法を示す。クライアントがデータベースに接続する際、20[Mbps]確保できたクライアントのみ次のステップに、接続に失敗したクライアントは、待ち時間  $U\_Wait[s]$  だけ待ち、再度アクセスを行う。これはコンテンツ受信できるまで繰り返し、途中の中止、及び他コンテンツへの切り替えは行わないとする。選択した低品質コンテンツの受信が完了すると、利用者は  $U\_Test[s]$  の時間(ここでは、10[min])で、内容を閲覧する。次のステップは、前節で示したように、場合分けした方法を繰り返して行う。例えば、iii)では、ある確率  $p$  で続いて高品質情報アクセスを行い、すべてのクライアントが受信完了まで繰り返す。

表 1 データ諸元

使用動画像	パラメータ
画像品質符号化レート	サイマルキャストタイプ 低品質画像： 4[Mbps] 高品質画像： 9[Mbps] スケーラビリティタイプ 低品質画像： 4[Mbps] 高品質画像： 5.5[Mbps] (差分符号量)
シーケンス長	10[min]
データ量	サイマルキャストタイプ 低品質画像： 2.4[Gbit] 高品質画像： 5.4[Gbit] スケーラビリティタイプ 低品質画像： 2.4[Gbit] 高品質画像： 3.3[Gbit] (差分符号量)
動画像コンテンツ数	100[個], 各品質ごと

表 2 アクセスモデル

方法	項目
総クライアント数	100[client]
比較方式	サイマルキャストタイプ スケーラビリティタイプ
品質指定	i)ii)iii)iv)
品質要求確率	$p$
接続伝送レート	1 接続 20[Mbps] 使用できないと再接続要求
使用ネットワーク	100 Base-T
データベース数	100 個の動画像
閲覧コンテンツ数	5 個
再アクセス時間 $U\_Wait$	10[s]

## 4.2. 実験結果

各場合において、表 3～表 6 に実験結果を示す。表 3 より、両方式とも同一データ伝送を要するのでほぼ同様のアクセス時間を要することが

わかる。また、確率が高くなるほど、再アクセス確率が高まるので、急激に時間を要することとなる。また、表 4 より、表 3 と同様の傾向が得られるが、ここで定義したスケーラビリティの付加情報量(階層符号化ヘッダ)分の情報伝送に時間を要することがわかる。

### i) 低品質画像要求

表 3 両方式のアクセス確率  $p$  とアクセス時間  $T\_Sum$  の関係

$p$	$T\_Sum[s]$	
	Simulcast	Scalability
0.02	690	670
0.10	1560	1580
0.20	2200	2260
0.30	3540	3490
0.40	4620	4720
0.50	6290	6300
0.60	8130	8100
0.70	9660	9630
0.80	10680	10650
0.90	12520	12530
1.00	14240	14200

### ii) 高品質画像要求

表 4 両方式のアクセス確率  $p$  とアクセス時間  $T\_Sum$  の関係

$p$	$T\_Sum[s]$	
	Simulcast	Scalability
0.02	1390	1540
0.10	3260	3260
0.20	3620	4020
0.30	8847	9830
0.40	9540	10600
0.50	12530	13920
0.60	15990	17760
0.70	18390	20430
0.80	25980	28860
0.90	26800	29770
1.00	31100	34550

### iii) 低品質後の高品質画像要求

表 5 両方式のアクセス確率  $p$  とアクセス時間  $T\_Sum$  の関係

$p$	$T\_Sum[s]$	
	Simulcast	Scalability
0.02	1390	890
0.10	3260	1900
0.20	3620	2770
0.30	8847	4230
0.40	9540	7950
0.50	12530	8220
0.60	15990	9910
0.70	18390	11890
0.80	25980	15210
0.90	26800	17960
1.00	31100	19630

iv) 高品質後の低品質画像要求

表 6 サイマルキャストタイプのアクセス確率  $p$  とアクセス時間  $T\_Sum$  の関係

$p$	$T\_Sum[s]$
0.02	680
0.10	1580
0.20	2240
0.30	3400
0.40	4750
0.50	6310
0.60	8060
0.70	9620
0.80	10640
0.90	12530
1.00	14140

表 5 において、スケーラビリティは差分情報伝送である分、情報伝送の効率化を実現できるので、すべての確率において、有効であることがわかる。最後に、表 6 において、スケーラビリティタイプではアクセスが発生しないので、 $T\_Sum$ =低品質・差分情報合成時間となる。サイマルキャスト方式では、表 3 と同様の結果を示している。よって、スケーラビリティの合成処理時間に有効性は依存することを示している。

### 4.3. 考察

ここで、サイマルキャストタイプとスケーラビリティタイプで管理方式の有効性について、情報量の観点から考察する。

情報量の観点では、高品質情報、低品質情報として、それぞれ 9Mbps, 4Mbps の符号化を行ったとすると、サイマルキャストとスケーラビリティでは、スケーラビリティ構造を用いると、30.8%のデータベース削減を実現できる。

前節で示したモデルに当てはめて考えてみる。ここで、低品質動画の情報を  $I_l$ 、高品質動画の情報を  $I_h$  とする。さらに、スケーラビリティ符号化による符号化劣化(階層符号化増加)符号量を  $I_a$  とする。配送に要する総情報量から考察する。左辺は、サイマルキャスト型、右辺はスケーラビリティ型を示し、スケーラビリティが有効となる条件を示す。組み合わせの検討については、ここでは割愛する。

i) 低品質動画要求

$I_l = I_l$  となり、どちらの方式も等しい。

ii) 高品質動画要求

$I_h < I_h + I_a$  となり、サイマルキャスト方式が有効である。

iii) 低品質後の高品質動画要求

$I_l + I_h \times p > I_l + (I_h - I_l + I_a) \rightarrow (I_l - I_a) \times p > 0$  である。 $p$  は負とならないので、低品質データ量と高品質データ生成のためのスケーラビリティによる符号量増加分との関係により、増加分の符号量は小さいのでスケーラビリティの方が有効となる。実験結果でも同様の結果を示している。

iv) 高品質後の低品質動画要求

$I_h + I_l \times p > I_h + I_a \rightarrow I_l \times p > I_a$

の条件で、スケーラビリティが有効である。これは、低品質情報を利用する利用者の比率と符号化効率との関係を示すもので、 $p > I_a / I_l$  の利用率があるとスケーラビリティの方が有効となる。

ネットワークを利用してデータを管理・配送する場合、示した条件下でスケーラビリティを利用する有効性があり、さらに、スケーラビリティの符号化効率が向上すると、スケーラビリティデータへのアクセス数が少なくても有効となると言える。

### 5. まとめ

本稿では、複数品質を提供する映像データベースにおけるコンテンツ管理方式とそのデータ構成方法について提案した。サイマルキャスト型のデータ管理とスケーラビリティ型のデータ管理を行った場合において、情報量及び配送情報量の観点から考察し、スケーラビリティの有効となる場合を明らかにした。

最後に、本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発推進制度を利活用して行いました。深く感謝いたします。

#### 参考文献

- [1] 上山憲昭: “大容量コンテンツ配送におけるスケジューリング方式”, 信学技報, SSE2000-46, pp. 25-30 (2000).
- [2] 前田隆之, 田中良明, 富永英義: “一対多適応的コンテンツ配送方式”, 信学技報, SSE99-207, IN99-170, pp.165-170 (2000).
- [3] 児玉明: “マルチメディアプロシーディングパッケージのスケーラビリティアーキテクチャによる情報構成法の考察”, 信学技報, IE98-38, PR MU 98-61, MVE98-61, pp. 63-69 (1998).
- [4] 児玉明, 村崎仁: “情報更新性を実現するための動画情報変換処理方法の検討”, 信学技報, ITS2002-85, IE2002-226, pp. 19-24 (2003).
- [5] ISO-IEC 13818-2, International Standard: “Information Technology – Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Recommendation H.262” (1995).