

## 低ビットレート用映像符号化技術とその応用

端山 聡      清水 淳      嵯峨田 淳      小林 直樹

NTTヒューマンインタフェース研究所

〒239-0847 横須賀市光の丘 1-1

TEL: 0468-59-2975,      FAX: 0468-59-2829

Email: hayama@nttvdt.hil.ntt.co.jp

インターネットを利用した映像配信サービスが急速に展開してきているが、現時点でその映像品質は十分とはいえない。本稿では、テレビに続く新しい映像メディアとして、我々が提案している NDTV(Network Distributive TV)の特徴と技術について報告する。NDTVは、低コストのネットワークを配信手段とし、コンテンツタイプ別に符号化方式、表示品質を規定することにより、低コストで映像サービスの提供を可能とする。また、NDTVでのストリームビデオの符号化方式として、グローバル動き補償(GMC)により低ビットレートでも良好な画品質が得られる映像符号化技術を開発した。

## Low Bitrate Video Coding and Applications

Satoshi HAYAMA, Atsushi SHIMIZU, Atsushi SAGATA, Naoki KOBAYASHI

NTT Human Interface Laboratories

1-1 Hikarinooka, Yokosuka, Kanagawa 239-0847, JAPAN

TEL: +81-468-59-2975,      FAX: +81-468-59-2829

Email: hayama@nttvdt.hil.ntt.co.jp

Video distribution services become popular in the Internet. However, their video qualities are low because the Internet is a low-speed network yet. In this paper, we describe the characteristics and technique of the new video media scheme NDTV (Network Distributive TV), and a new low bitrate video coding. In the NDTV, contents are distributed through the network, and video coding methods and quality scales are decided according to contents types. The global motion compensation (GMC) technique is implemented to the new video coding which gives higher video quality at the low bit rate.

## 1 はじめに

近年、新たな通信インフラとしてのインターネットの利用が急速に拡大し、企業活動には必須のものとなってきている。さらにPCの低価格化、安価なインターネット接続サービスの提供により、個人のインターネット利用も拡大してきている。WWWによる情報提供、プッシュ型技術による情報配信サービス、暗号技術を基づいたエレクトリックコマースサービスなど各種アプリケーションが展開してきている。そのなかで、ビデオクリップやライブ中継など、文字や静止画に加えて映像の利用も注目されている。

従来は専用ハードウェアが必要であったリアルタイム復号処理が、パソコンの高性能・高機能化により、ソフトウェアで実現可能となったことが、映像の利用を促進している。

一方、インターネットを映像配信（特にリアルタイム系）で利用するには、高速のアクセス回線は高価である、コネクションレス型のネットワークであり帯域の保証がないなどの課題があった。しかし、各種DSL(digital subscriber line)技術[1]、CATVインターネット[2]、衛星インターネット[3]などによる安価な高速アクセス回線の提供や、各インターネットプロバイダのバックボーンの強化、マルチキャストプロトコルのサポート、ルータ等での帯域制御技術の実装などによる安定したネットワークの提供などにより、今後の映像配信のインフラとしてインターネットの利用が期待される。

本稿では、ネットワークを配信手段とする、映画、テレビに続く新しい映像メディア NDTV(Network Distributive TV)[4]について、その特徴と技術について述べるとともに、NDTV 実現に必要な低ビットレート用映像符号化技術(Netviker : Network Video Kernel Compression Technology)について述べる。

## 2 NDTV 構想

### 2.1 映像メディアの潮流

現在、映像サービスを実現している映像メディアの大まかな流れは図1に示す。作品鑑賞型の映画から、共通情報源型のテレビへ、そしてネットワーク情報型のインターネット映像配信へと分岐してきている。各映像メディアの特徴を整理すると、以下のようになる。

映画は、高品質・高臨場感であるが、ユーザは映画館等限定された場所へ出かけて、料金を払って見る必要がある。また、制作費や配信費が高コストである。

テレビは、品質は映画の数分の1であるが、ユーザは家庭に居ながら、低料金で視聴が可能である。制作費や配信費は高コストであり、マスを対象とした共通情報の配信といえる。

インターネット映像配信は、個人向けの情報配信であり、個人単位での視聴となる。配信費は安い、現時点でその品質は低い。

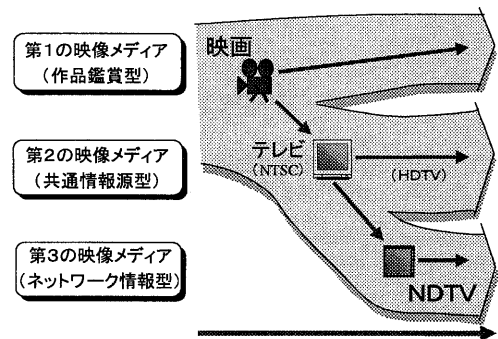


図1 映像メディアの流れ

### 2.2 NDTVのコンセプト

インターネット映像配信では、ライブ型のリアルタイム中継、蓄積・ダウンロード型の映像提供など様々なサービスが展開しつつあるが、そのコンテンツの多くは従来のテレビやVTRによる配信・視聴を前提としたものであり、品質的な課題が解決されておらず、新たな映像メディアとしての発展には限界が

ある。

NDTV は現状のインターネット映像配信をさらに発展させ、

- (1)通信利用の低コスト映像メディア
- (2)低コストで手軽なコンテンツ作成可能なメディア
- (3)コンテンツタイプ別の画品質に基づくメディア

というコンセプトに基き、映画、テレビに続く第3のメディアとなる映像サービスを提案するものである。

NDVT では特にコンテンツタイプに着目する。すなわち、ネットワーク上のユーザグループ（情報発信者と情報受信者）で利用するコンテンツタイプ別に、通信方式、符号化方式、表示品質を規定、制御し、手軽に低コストで映像情報の提供と受信を可能とするものである。図2に従来のメディアとの比較を示す。

## 2.3 コンテンツタイプ

NDTV では、以下の3種類のコンテンツタイプを想定している。

### (1)ストリームビデオ

現行のテレビと同様の「フレーム動画」による映像であるが、コンテンツの特性（被写体の種類、撮影の条件など）、小さな画面サイズ、近接視聴などの条件のもとで、新たな品質基準を策定する。そして、コンテ

ンツに応じた品質基準を尺度として、フレームレート、量子化精度をコントロールすることにより、最適な符号化を行うものである。

### (2)VOPビデオ

MPEG-4[5]で検討中である VOP(Video Object Plane)により、分離・構造化された複数のオブジェクトから構成される映像である。スプライト符号化の利用や、オブジェクト単位での伝送により、低ビットレート環境においても、良好な画品質の確保が可能となる。スポーツ中継や定点観測のように、カメラの設置位置が固定され、撮影範囲が限定されている映像で有効である。

### (3)アニメーション

輪郭がはっきりしている、色数が少ないなどのアニメーションの特徴から、アニメーション専用の符号化を用いて、低ビットレート環境においてもテレビ並の品質を実現する。近年のCGにより制作されたアニメーションだけでなく、膨大な資産を形成しているセルアニメもその対象とする。

## 2.4 NDTV 実現の技術項目

上記のようなコンテンツタイプを対象とする NDTV に必要となる技術項目には、下記のようなものがある。

### (1)コンテンツ別低コスト通信技術

前記のように、コンテンツタイプ（ストリーム、VOP、アニメーション）に応じた高能率の符号化技術の実現が必要である。また、現在インターネット上での各種ストリーム配信技術の開発が行われているが、より多様化する通信環境に応じた配信プロトコルの実現も必要である。

メディア	品質	視聴条件	配信	特徴
映画	約4000×4000 フルカラー 25fps	10m～ 映画館	フィルムコピー	・高い臨場感 ・鑑賞用作品
テレビ	約500×500 フルカラー 25～30fps	～3m 部屋	放送 3Mbit/s～	・軽い鑑賞、ニュース ・多種コンテンツ ・マスメディア
NDTV	100～200 256～64K色 静止画～15fps (コンテンツ対応)	～50cm 個人	インターネット等 ～1Mbit/s	・超多チャンネル ・ユーザグループ向け情報提供 ・パーソナルメディア ・コンテンツタイプ別制御

図2 各映像メディアの比較

## (2) NDTV 向け品質基準

個人単位の視聴を前提とする映像での品質基準、コンテンツタイプに応じた品質基準の策定する必要がある。

## (3) 廉価なコンテンツ作成技術

個人単位の情報発信、情報発信拠点数の拡大、既存の映像資産の効率的な情報源化を推進するために、コンテンツタイプ別の符号化技術を実装した、安価で容易に操作できるコンテンツ作成装置などの開発が必要である。

## 3 低ビットレート用映像符号化技術

NDTV のコンテンツタイプの1つであるストリームビデオ向けの、低ビットレート用映像符号化技術(Netviker)を開発した。

個人ユーザや中小企業ユーザがインターネットを利用する場合、現在は電話回線やISDNによるダイヤルアップ接続であることが多く、そのときの伝送レートは 20kbit/s～64kbit/s 程度である。また、前述のように、ネットワークは高速化の方向にあるが、移動体での利用や超多チャンネル化等を考慮すると、低ビットレート用の符号化技術が求められる。インターネット上での映像伝送の多くでは、既存の標準化された映像符号化方式(H.261[6], MPEG-1[7], H.263[8])が利用されているが、これらの方式は超低ビットレート(20kbit/s 程度)での画品質が不十分であるなどの問題点を有している[9]。

Netviker は、動き補償と DCT を基本とし、

### (1) グローバル動き補償

(2) 滑らかな動きを再現する符号化制御などの技術を導入した、低ビットレート用の符号化技術である。また、Netviker は高いビットレートでの符号化にも対応しており、イントラネット上などでの利用では、VHS レベルの画品質を得ることが可能である。

## 3.1 グローバル動き補償

H.261 や H.263 で用いられている動き補償方式(Local Motion Compensation : LMC)は、被写体の動きを剛体の平行移動でモデル化した予測であり、ブロック単位にその動きベクトルを検出し、伝送する。テレビ電話やテレビ会議では、一般にカメラが固定されており、静止した背景内で人物等が局所的に動いているシーンが多く、LMC で対応可能である。一方、スポーツや風景等を撮影した映像では、パン、チルト、ズームといったカメラ操作により、画面全体に動きが含まれるシーンが多く、テレビ電話などとは異なった動き特性を持っている。パンやチルトは、LMC でも対応可能であるが、動き量が大きい場合に動きベクトルが大きくなり、符号化効率が低下する。特に、低ビットレートの環境では一般に符号化フレームレートの低く、フレーム間の動きベクトルが大きくなる。また、ズームなどは LMC で補償することが不可能である。

Netviker では、パン、チルト、ズームのような画面の大局的な動きを補償するグローバル動き補償(Global Motion Compensation : GMC)[10]を実装している。GMC では、各ブロックの動きベクトルから、水平方向 H と垂直方向 V、ズーム方向 Z の3つのパラメータからなるグローバル動きベクトル(Global Motion Vector : GMV)を決定し、GMC 参照画像を生成して動き補償を行う。GMV はフレーム毎に1つ伝送すればよく、また各マクロブロック単位に GMC の ON/OFF を示す1ビットのフラグを設定するだけであるので、大きな動きがある場合でも符号量の増大を抑えることができる。

## 3.2 滑らかな動きを再現する符号化制御

インターネット上での映像通信では、ネットワークでのパケット破棄による画像の乱れを復旧させるために、イントラフレームによる

定期的なリフレッシュが必要である。しかし、このイントラリフレッシュやシーンチェンジ等は、急激な発生符号量の増大をもたらす。Netviker では、GMC などによる符号量の削減とあわせて、バッファサイズの拡大および、量子化ステップ値Qの最適制御によりフレームレートの急激な変化を抑えている。

### 3.3 アプリケーション展開

現在インターネット上での映像サービスとしては、ストリーム型配信とファイル転送型のアプリケーションが広まっている。特に、ストリーム型はすぐに映像が見始められることから、ライブ中継や蓄積映像のオンデマンド再生などで急速に普及してきている。そこで、リアルタイム音楽配信システム AudioLink[11]へ Netviker を組み込むことにより、低ビットレートでの高音質で高画質のリアルタイム映像配信が可能となった。ビデオメールなどファイル転送型アプリケーションへの展開も図っていく。

## 4 むすび

ネットワーク、特にインターネットを配信手段とし、コンテンツタイプ別に符号化方式、表示品質を規定することにより、低コストで映像サービスの提供を可能とする NDTV を提案した。また、NDTV 実現に必要な符号化技術として、グローバル動き補償等を適用した低ビットレート用映像符号化技術 (Netviker)を開発した。今後、NDTV 実現技術の検討を進めるとともに、アプリケーションの開発や社会的なコンセンサスを確立し、映像サービスの普及を図っていく。

## 5 参考文献

- [1]中川ヒロミ, 水野博泰, 菊池隆裕, “xDSLの全貌”, 日経コミュニケーション, No.252, pp.74-100, 1997
- [2]宮地孝, “CATVの現状と動向”, 電子情報通信学会誌, Vol.81, No.2, pp.183-190, 1997
- [3]小林直樹, “コンテンツ作成、流通に向けたサービス基盤”, 1998 信学総大, SD-3-1-1, 1998
- [4]藤川雅朗, 吉野次郎, “インターネットは衛星で進化する”, 日経コミュニケーション, No.253, pp.92-113, 1997
- [5]ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, “MPEG-4 Video Verification Model Version 10.0”, Feb., 1998
- [6]ITU-T : “Video codec for audiovisual services at px64kbit/s”, Recommendation H.261, 1990.
- [7]ISO/IEC : “Coding of moving picture and associated audio for digital storage media up to about 1.5Mbit/s” IS-11172, 1993
- [8]ITU-T : “Video Coding for Low Bitrate Communication”, Recommendation H.236, 1995
- [9]清水 淳, 嵯峨田淳, 渡辺 裕, 小寺 博, “インターネット映像伝送を考慮した映像符号化方式”, 情報処理学会研究会報告 97-AVM-16, pp.13-18, 1997
- [10]上倉一人, 渡辺 裕, “動画像符号化におけるグローバル動き補償法”, 信学論 B-I, Vol.J76-B-I, No.12, pp.994-952, 1993-10
- [11]小野 朗, 渡辺浩志, 林 泰仁, 小谷野浩, “独立管理メディアの同期再生制御方法の提案と報告”, 情報処理学会研究会報告. 98-AVM-20, pp.31-36, 1998