

快適・便利なハイビジョン視聴環境を実現する高効率圧縮技術

Comfortable and Convenient HDTV Life Based on High Efficiency Video Coding Technologies

尾鷲 仁朗 Hitoaki Owashi

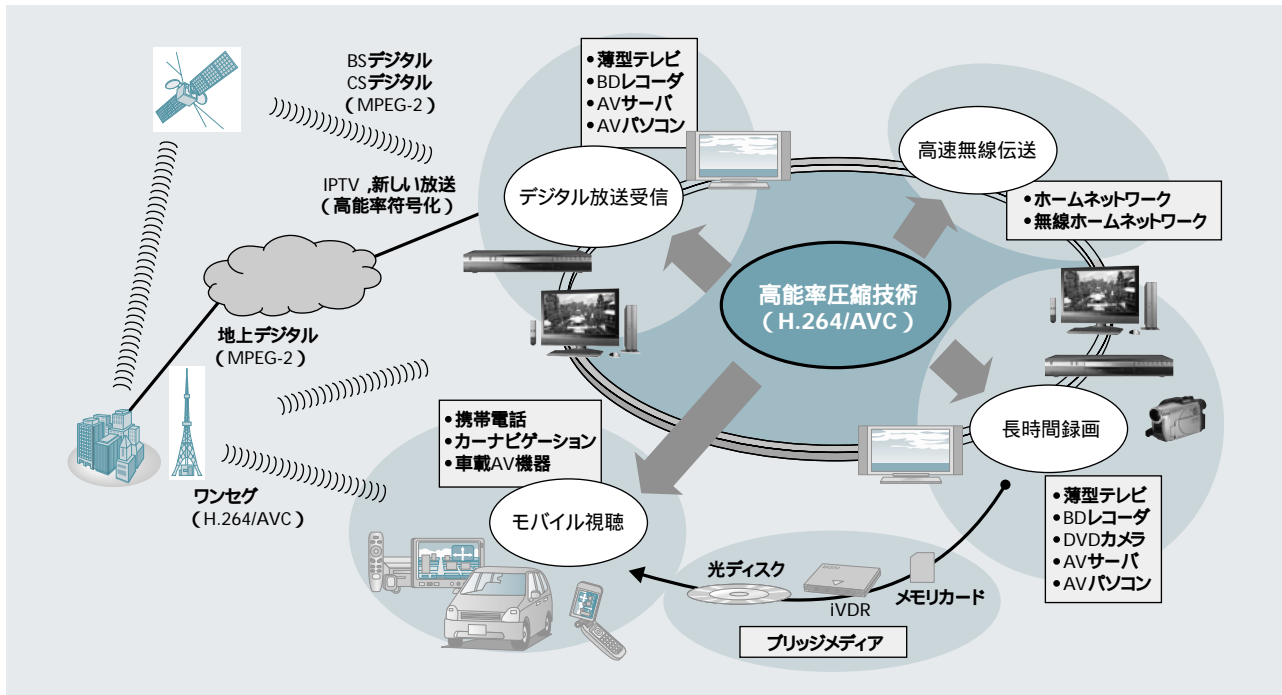
伊藤 浩朗 Hiroaki Ito

高橋 将 Masaru Takahashi

溝添 博樹 Hiroki Mizosoe

小味 弘典 Hironori Komi

伊藤 健治 Kenji Ito



注:略語説明 BS(Broadcast Satellite), CS(Communication Satellite), BD(Blu-ray Disc), AV(Audio-Visual), AVC(Advanced Video Coding), DVD(Digital Versatile Disc), iVDR(Information Versatile Disk for Removable usage), IR(Internet Protocol), MPEG(Moving Picture Experts Group)

図1 高効率圧縮技術のもたらすハイビジョン視聴環境とその特徴

MPEG-2で圧縮されたデジタル放送ハイビジョンコンテンツを、高効率圧縮符号化技術(H.264/AVC)を用いて再圧縮(トランスコード)することで、サーバ、レコーダなどに長時間録画が可能となる。また、無線ホームネットワークを用いてハイビジョンコンテンツを快適に伝送できるようになる。さらに、プリッジメディアに録画することにより、携帯機器を用いて好きな時間・場所で視聴できるようになる。

1.はじめに

日本におけるデジタル放送サービスは、1996年に標準画質のCS(Communication Satellite)デジタル放送から開始され、2000年にはハイビジョン画質のBS(Broadcast Satellite)デジタル放送が開始された。放送の高画質、高精細化とともに、テレビ受像機は大画面・薄型化が進み、レコーダにもデジタル放送受信機の搭載が急速に進んでいる。

家庭内・外のブロードバンドネットワーク化は今後さらに進み、高画質・高精細ハイビジョンコンテンツが増加するため、ハイビジョン視聴環境を快適・便利なものとしていく必要がある。

ここでは、日立製作所が取り組んできた、コーデック(圧縮・伸長)LSIの開発とその適用製品、および、最新の高効率符号化コーデックLSIが開くハイビジョン視聴環境の展望につ

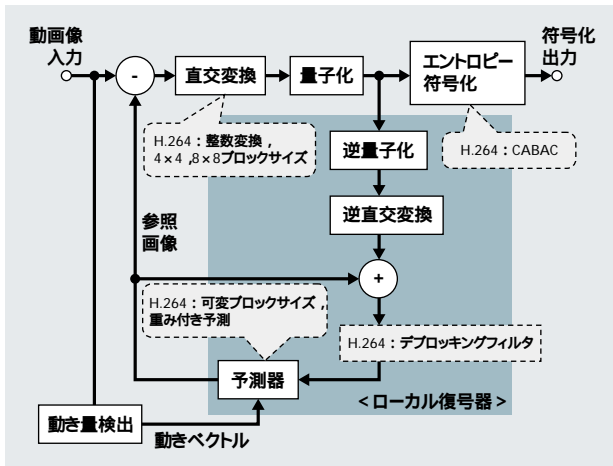
いて述べる(図1参照)。

2.動画の圧縮信号処理

青空の映った映像では、ある青い領域に着目するとその周辺も青く、また時間的に前後の画面も青いというように、絵柄の空間的、時間的な相関が強い。この相関性を利用することで伝送するデータ量を大幅に削減することができる。映像信号を圧縮処理する符号器の一般的な構成を図2に示す。

符号器の中にはローカル復号器を持ち、符号化したデータをローカル復号した画像を参照画像として、入力画像との差分を圧縮処理する。具体的には、DCT(Discrete Cosine Transform)などの直交変換を行い、空間軸上のデータを周波数軸上のデータに変換する。その後、視覚的にひずみの検

日立製作所は、これまで、動画、静止画を対象とした、MPEG-1/JPEG、MPEG-2/MPEG-4/JPEGコーデック(圧縮・伸長)LSIを開発することで、記録媒体を磁気テープからHDDやDVDに進化させたビデオカメラ、レコーダを製品化してきた。今後は、圧縮効率のよいH.264/AVCコーデックやMPEG-2からH.264/AVCへ変換してビットレートを低減するトランスコーダLSIを用いて、ハイビジョンコンテンツの長時間録画、ハイビジョン対応のビデオカメラなどを実現していく。また、レコーダやサーバに録画したハイビジョンコンテンツを、無線ホームネットワークを経由して薄型テレビで視聴したり、機器間のコンテンツの橋渡しをするブリッジメディアを利用することで、移動中にも視聴できる視聴環境を提示する。



注:略語説明 CABAC(Context Adaptive Binary Arithmetic Coding: コンテキスト適応算術符号)

図2 動画圧縮符号器の一般的な構成とH.264/AVCの対応

一般に、映像信号は、時空間的に周囲の絵柄との相関が大きい。動きのある絵柄については、その動き量を検出して動きに応じてずらした位置の参照画との差分を取ることで効率よく圧縮符号化できる。

知しやすい低周波成分については細かく量子化し、検知しにくい高周波成分については粗く量子化することで、伝送するデータ量を削減する。これらの処理は、視覚特性を利用した非可逆の処理であるため、圧縮しすぎると画質が劣化する。

また、動きのある部分では動きベクトル(その動きの方向と大きさ)を検出し、その動きベクトルに応じた参照画像を得ることで、絵柄の一致度を高める。精度のよい参照画像を得ることで入力画像との差分を小さくし、圧縮効率を高めることができる。

さらに、量子化されたデータ列の出現確立に応じて長短の符号を割り当てて符号量を低減する、エントロピー符号化を用いる。エントロピー符号化はデータの出現確立の偏りを利用したもので、入力されるデータにより、圧縮後の符号長が変化するので、可変長符号化と呼ばれる。エントロピー符号化は復号時に完全に元のデータを復元できる可逆の符号化方式である。

動画圧縮符号化の国際標準規格は、ISO(International Organization for Standardization)IEC(International Electrotechnical Commission)の傘下にあるMPEG(Moving Picture

表1 H.264/AVCの特徴

H.264/AVCはMPEG-2に対してきめ細かな処理を行うことで、2倍以上の圧縮効率を得ている。

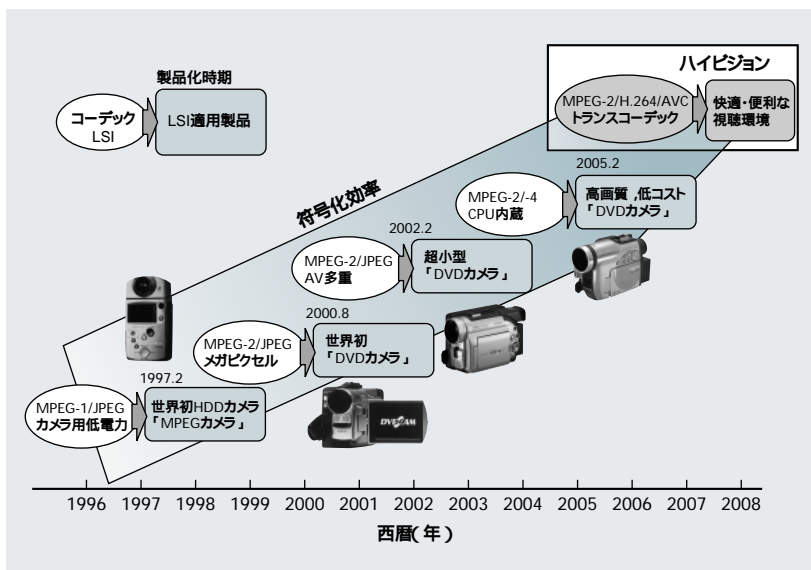
| H.264/AVCの特徴 | |
|--------------|---|
| 直交変換 | ● 整数変換(4×4, 8×8のブロックサイズ) |
| インター予測 | ● 7種類の変長ブロックサイズ(4×4 ~ 16×16) ● 1/4画素動き予測精度 ● 重み付き予測 |
| イントラ予測 | |
| エントロピー符号化 | ● CABAC (コンテキスト適応算術符号) |
| デブロッキングフィルタ | |

Experts Group)とITU-T(International Telecommunication Union-Telecommunication Standardization Section)のVCEG (Video Coding Experts Group)で策定されている。最新の規格である、H.264/AVC(Advanced Video Coding)はMPEGとVCEGの共同検討チームによって策定されたものであるが、H.264/AVCの基本的な信号処理は図2と同じである¹⁾。その特徴を表1に列挙し、一般的な構成との対応を図2に示す。予測精度やブロックのサイズ/形状に対する自由度を高めたり、さらには、コンテキスト適応算術符号やデブロッキングフィルタを採用することで、従来のMPEG-2に比べ圧縮効率を2倍以上向上している²⁾。

3. 圧縮LSIのカメラ応用と展開

現在、画像圧縮信号処理は、デジタル放送受信機、DVDプレーヤレコーダ、ビデオカメラなど、多くの民生用機器で用いられており、MPEG-2が主流である。CSデジタル放送が開始された当時は、MPEG-2のデコーダ(伸長装置)はLSI化されて家庭用の受信機に組み込まれたが、エンコーダ(圧縮装置)は放送局に設置され、ラックに組み込まれるほどの大きさであった。

日立製作所は、エンコーダの重要性にも着目し、回路規模、消費電力の削減を工夫した、民生用のコーデックLSIを継続的に開発してきた。1997年には、HDD(Hard Disk Drive)を



注:略語説明 MPEG (Joint Photographic Experts Group), HDD (Hard Disk Drive) CPU (Central Processor Unit)

図3 圧縮コーデックLSIの開発と製品への適用

日立製作所では、圧縮と伸長の両方を実現できるコーデックLSIを開発してきた。このLSIを用いることで、HDDやDVDを記録媒体とした世界初のビデオカメラである、MPEGカメラ、DVDカメラを開発してきた。今後、H.264/AVCのような最新の圧縮方式を用い、ハイビジョンにも対応したトランスコーデックLSIを開発することで、今まで以上に快適・便利な視聴環境と製品の提供を続ける。

記録媒体とし、MPEG-1コーデックLSIを用いて動画および静止画をデジタル録画できるビデオカメラ「MPEGカメラ」を製品化した。

その後、デジタル放送に使用されているMPEG-2圧縮方式に対応したコーデックLSIを開発した。画素数は、デジタル放送と同じく水平704画素、垂直480画素であり、MPEG-1コーデックを用いたMPEGカメラに比べると水平、垂直ともに2倍である。2000年には、このMPEG-2コーデックLSIを用い、DVDを記録媒体とした世界初のDVDカメラを製品化した。

携帯機器に搭載できる小パッケージで低電力のコーデックLSIを実現したことが、ビデオカメラの記録媒体を磁気テープからHDDやDVDに替えることができた大きな理由の一つである。磁気テープは、記録容量は大きい連続にしかアクセスできないのに対し、HDDやDVDはランダムにアクセスできることが最大の特徴である。これにより、テープを巻き戻したことを忘れて重ね撮りをしてしまう失敗をなくすことができ、実質は「撮るだけの機器」であったビデオカメラを、安心して「撮影・編集・再生できる機器」に変えたことに大きな意義がある。

今後は、これまでの開発実績、蓄積したLSI化技術をベースに、ハイビジョンに対応したH.264/AVCコーデックLSIや、MPEG-2とH.264/AVCを両立したトランスコーデックLSIを開発し、これを用いたビデオカメラや、快適で便利なハイビジョン視聴環境を提供していく(図3参照)。

4. 高能率符号化技術と今後のAV機器への展開

4.1 家庭内での視聴環境

日立製作所が考える高能率圧縮技術と、H.264/AVCトランスコーデックLSIをベースとしたハイビジョン視聴環境の特徴と、それらの特徴を有する機器群については、すでに図1に示した。

大画面薄型テレビ、レコーダなどの固定受信機に向けたデジタル放送では、MPEG-2を用いて圧縮を行っている。しかし、今後は、同じ送信帯域を用いながら、より多くの番組を放送するため、あるいはインターネットを用いた新しい放送IP (Internet Protocol) TVでは、MPEG-2よりも効率のよい圧縮方式が求められる。H.264/AVCはその候補の一つであり、多チャンネル化、多様化に向け重要な役割を担うものと推測する。

一方で、一度放送サービスが開始されると、受信機の互換性の問題から安易に放送方式を変えることはできないため、既存の放送は長期間にわたりMPEG-2を用いることになる。その場合の視聴環境を図4に示す。

MPEG-2で圧縮されたデジタル放送のコンテンツを高能率符号化方式H.264/AVCで再圧縮(トランスコード)することにより、ハイビジョン解像度を維持したままビットレートを半分以下に低減し、レコーダ、AVサーバの録画時間を2倍以上に拡大できる。

同様に、無線ホームネットワークにトランスコードしたコンテンツ

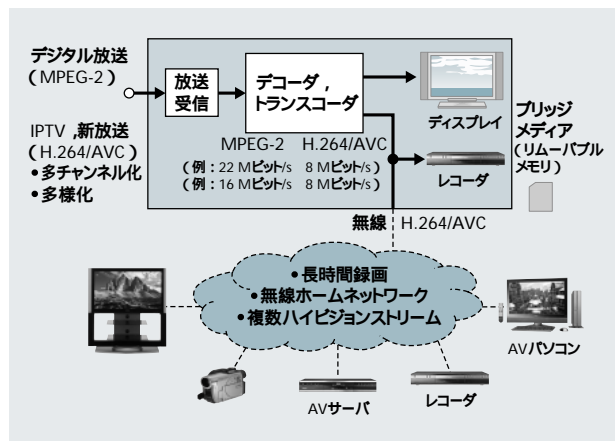


図4 今後のハイビジョン視聴環境

MPEG-2で圧縮されたデジタル放送のコンテンツを受信し、MPEG-2からH.264/AVCに圧縮方式を変換してビットレートを低減する。H.264/AVCの圧縮効率はMPEG-2の2倍以上であり、H.264/AVCにトランスコードすることにより、レコーダ、サーバなどに2倍以上の長時間録画が可能となる。また、家庭内の機器間を無線ネットワークでつないでハイビジョンコンテンツを快適に流すことができるようになる。

ツを伝送することで、ハイビジョンコンテンツを快適に送受信できるようにする。この場合、ネットワークの受信側の機器にH.264/AVCのデコーダが必要になるが、これは、デジタル放送の長時間録画機能とIPTVの受信機能をそれぞれ搭載することによって実現する。

今後、無線ホームネットワークの高伝送レート化も進むが、最新の圧縮技術と組み合わせることで複数のハイビジョンストリームを同時に流せるようになり、AVサーバに蓄積されたコンテンツを各部屋から快適に視聴できる環境が構築できる。

4.2 携帯端末での視聴環境

ワンセグ放送(携帯端末向け地上デジタル放送)は、移動中の受信でも映像や音声の乱れを少なくするために、伝送容量は416 kビット/sと固定受信向け地上デジタル放送の約17 Mビット/sと比べ、きわめて小さい。ワンセグ放送の番組は、固定受信機向け地上デジタル放送と同じ内容を同時放送するため、効率的な伝送が必要でありH.264/AVCが使われている。

このように、ワンセグ放送を受信できる携帯端末はH.264/AVCに対応しているので、固定受信機向けの放送コンテンツ、インターネットからダウンロードしたコンテンツなどを、適宜、走査線変換、H.264/AVCで再圧縮してブリッジメディアに録画し、交換することで、好きなときに、好きな場所で、視聴できるようになる。

コンテンツをブリッジメディアに録画するためには、視聴条件に合わせた著作権保護ルールの確立と、その順守が重要である。

5. おわりに

ここでは、圧縮技術とLSIの設計技術をベースに先行開発してきたコーデックLSIと、これらのLSIを用いたMPEGカメラ、DVDカメラについて述べた。

さらに最新のH.264/AVCに対応したLSIを適用することで、MPEG-2を用いた現行放送との受信互換性を維持したまま、快適・便利なハイビジョン視聴環境を構築できることを示した。

日立製作所は、今後も、今までに培ってきた技術をベースに、最新の符号化技術に対応したLSIや、機器の開発を進めることで、優れたハイビジョン視聴環境を構築する考えである。

参考文献

- 1) 村上, 外: 動画像符号化技術の現状と今後の展望, 日立評論, 87, 10, 797~800(2005.10)
- 2) 大久保, 外: H.264/AVC教科書, インプレス(2004.8)

執筆者紹介



尾鷲 仁朗
1980年日立製作所入社, ユビキタスプラットフォームグループ ユビキタスプラットフォーム開発研究所 組み込みシステム開発工場 所属
現在, 組み込みシステムの研究開発に従事
工学博士
映像情報メディア学会会員, 電子情報通信学会会員



伊藤 浩朗
2004年日立製作所入社, 中央研究所 組み込みシステム基盤研究所 デジタルアプライアンス研究センター 所属
現在, 画像符号化技術の研究開発に従事
映像情報メディア学会会員



高橋 将
1985年日立製作所入社, ユビキタスプラットフォームグループ ユビキタスプラットフォーム開発研究所 映像ストレージシステム研究部 所属
現在, 映像信号および符号化処理技術の研究開発に従事
映像情報メディア学会会員



溝添 博樹
1991年日立製作所入社, ユビキタスプラットフォームグループ ユビキタスプラットフォーム開発研究所 映像ストレージシステム研究部 所属
現在, 映像信号および符号化処理技術の研究開発に従事
映像情報メディア学会会員



小味 弘典
1994年日立製作所入社, ユビキタスプラットフォームグループ ユビキタスプラットフォーム開発研究所 映像ストレージシステム研究部 所属
現在, 映像音声符号化技術の研究開発に従事
電子情報通信学会会員



伊藤 健治
1982年日立製作所入社, ユビキタスプラットフォームグループ 製品開発事業部 ストレージ機器本部 所属
現在, 映像ストレージ機器の設計・開発に従事