

J_034

MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダ

MPEG-2 to H.264 Low Delay HDTV Software Transcoder

佐野 卓†
Takashi Sano

岩崎 裕江†
Hiroe Iwasaki

長沼 次郎†
Jiro Naganuma

1. はじめに

地上デジタル放送の開始や DVD などにより、MPEG-2[1]の画像符号化規格によるコンテンツが急速に普及している。一方、MPEG-2 よりも低ビットレートで高品質を実現できる映像符号化フォーマットとして、MPEG-4 AVC/H.264[2](以下、H.264)が勧告され、携帯電話でのワンセグ放送や Blu-ray, HD-DVD など採用されている。今後、ネットワークの広帯域化により、益々、コンテンツの再送信などへの要求が高まり、広く普及している地上デジタル放送や DVD などのコンテンツをリアルタイムで H.264 の映像符号化フォーマットにトランスコードするアプリケーションが期待されるだろう。

我々は、これに対し、地上デジタル放送(HDTV)品質の MPEG-2 のストリームを低遅延かつリアルタイムで H.264 のストリームに変換する MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダを開発した。本稿では、MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダの構成とその性能について示す。

2. MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダの構成

2.1 要求条件

MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダに対する要求条件を以下に示す。

- 並列処理：HDTV サイズのエンコード、デコード処理には多大な演算量を必要とするため、リアルタイム動作を実現するには複数 CPU による並列処理は必須となる。CPU の個数を増やせば並列処理は容易になるが、導入コストがかかるため現実的ではない。ここでは、比較的導入が容易な 4CPU 構成程度の汎用 PC 上で動作させることを目標とした。
- 低遅延：放送の中継網等で本ソフトウェア装置を用いる場合も想定されるため、トランスコードにかかる遅延時間はできる限り小さくすることが要求される。本トランスコーダでは、トランスコードしないストリームが配信されるタイミングとトランスコードされたストリームがユーザに配信される差を 200msec 以下の低遅延にすることを目標とした。

これらの問題を解決するために、PC 上で動作する MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダを実現した。

2.2 全体構成について

低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダの構成を図 1

†日本電信電話株式会社 NTT サイバースペース研究所
NTT Cyber Space Laboratories, NTT Corporation.

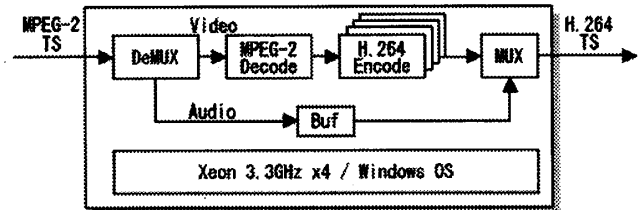


図1 トランスコーダ全体構成

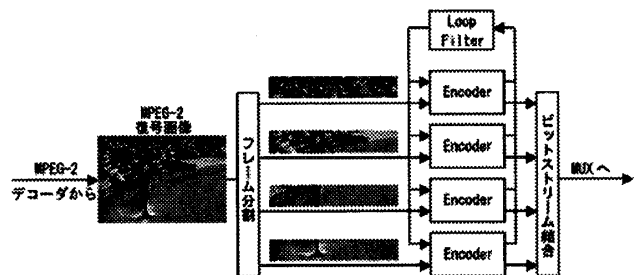


図2 H.264 エンコーダ部構成

に示す。低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダは DEMUX 部、MPEG-2 デコーダ部、H.264 エンコーダ部、MUX 部から構成される。入力の MPEG-2 トランスポートストリームは、DEMUX 部で映像信号と音声信号に分離され、分離された映像信号は MPEG-2 デコーダ部、H.264 エンコーダ部を経て MUX 部へ送られる。音声信号については、再エンコードは行わずに MUX 部に送られ、変換された H.264 映像信号と多重化され、H.264 トランスポートストリームとして出力する。

- 並列処理：H.264 エンコーダ部の構成を図 2 に示す。H.264 は、複数の領域符号化部を持ち、MPEG-2 デコーダ部から出力された画像情報を、水平帯状に 4 つのスライスに分割し、各領域を各 CPU でエンコード処理を行う事により並列処理を実現する。デブロッキングフィルタ、算術符号化部は 1 つのプロセッサ上で処理を行う。
- 低遅延：本ソフトウェアでは、MPEG-2 復号情報に基づいて、MPEG-2 符号化時と同一のピクチャタイプで H.264 エンコードを行っている。これにより、デコーダ部におけるフレーム並べ替え処理を削減し、低遅延トランスコード処理を実現する。

3. MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダの実装

低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダの実装を、4CPU 構成のサーバ型の汎用 PC 上に行った。本ソフトウェアの実装には、アセンブラを用いた高速アルゴリズムを用いることによって高速化を実現している。MPEG-2 デコーダ部については、リアルタイム MPEG-2 ソフトウェア

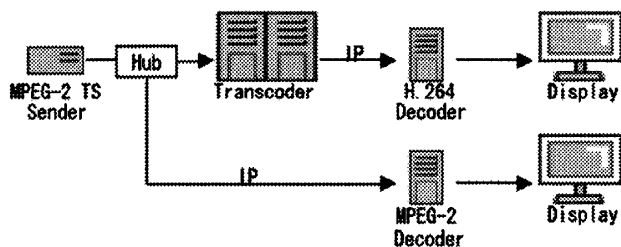


図3 評価環境全体図

表1 トランスコーダの動作スペック

CPU	Xeon 3.66GHz with HT
CPU 台数	4
OS	Windows Server 2003

表2 入出力フォーマット

	入力	出力
映像フォーマット	MPEG-2	H.264
TS ビットレート	14Mbps	10Mbps
画像サイズ	1440 x 1080 / 30i	
GOP 構造	M=3, N=15	

アコーデック[3]のデコーダ部を拡張することにより実現した。

4. 性能評価

4.1 評価環境

MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダの評価環境全体図を図3に示す。また、トランスコーダに用いた PC の動作スペックを表1に、入出力の映像フォーマット及び符号化パラメータを表2に示す。トランスコーダにはハイパースレッド機能を持った CPU を4個用い、OSには Windows Server 2003を用いた。評価環境では、トランスコードされた H.264 ストリームを表示するために H.264 ソフトウェアデコーダを接続した。また、MPEG-2 TS Sender に MPEG-2 デコーダを接続し、トランスコード前の MPEG-2 画像との画質評価や、遅延量評価に用いた。

4.2 評価結果

- CPU 速度: 本ソフトウェアの各機能における性能を表3に示す。本ソフトウェアは、約 14GHz 程の CPU リソースで HDTV サイズの映像を MPEG-2 トランスポートストリームから H.264 トランスポートストリームに変換することができる。
- 遅延時間: トランスコーダ部の遅延時間を測定した。ここでは MPEG-2 デコーダの出力と、トランスコーダを経た H.264 デコーダの出力との表示フレームの差を測定し、トランスコーダ部の遅延時間とした。本ソフトウェアは約 165ms の遅延時間で処理ができる。

表3 トランスコーダ各機能の CPU 速度

機能	CPU 速度 [MHz]
DEMUX	14.3
MPEG-2 DECODE	2100.0
H.264 ENCODE	12200.0
MUX	3.8

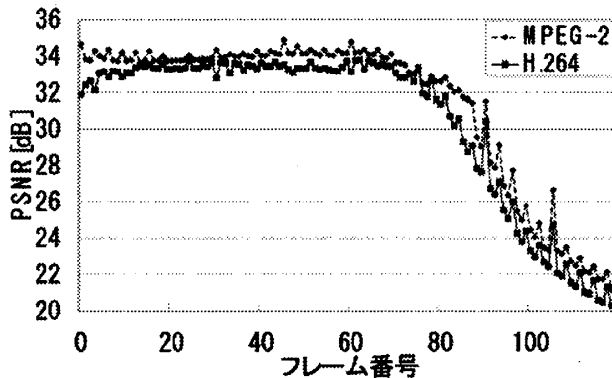


図4 画質評価 (46 Chromakey Sprinkling)

- 画質(PSNR): 出力画像の画質を PSNR で評価した。システム評価用標準動画の 46 Chromakey Sprinkling の評価結果を図4に示す。ここでは、MPEG-2 に符号化を行う前のベースバンド画像を原画像とし、原画像とトランスコーダ出力画像との PSNR、及び原画像と MPEG-2 出力画像との PSNR を算出し、評価を行った。出力の H.264 ストリーム、10Mbps の画質は入力 of MPEG-2 ストリーム、14Mbps と比較して、平均で 0.9dB の画質劣化を示している。本トランスコーダを用いることによって、0.9dB の画質劣化でビットレートを約 30%削減することができる。

5. おわりに

本稿では、MPEG-2/H.264 低遅延 HDTV ソフトウェアトランスコーダの構成とその評価について示した。本ソフトウェアは、DEMUX 部、MPEG-2 デコーダ部、H.264 エンコーダ部、MUX 部で構成され、4CPU 構成の PC で、HDTV サイズの MPEG-2 トランスポートストリームを低遅延、リアルタイムに H.264 に変換することが可能である。

今後は、トランスコード機能の更なる高速化を行うことにより、2CPU 程度の汎用 PC での動作実現を目指す。また、H.264 エンコーダ部にハイプロファイルで用いる機能を実装し、符号化に用いることによって符号化効率の向上を実現する予定である。

参考文献

- [1] ISO/IEC 13818-1/2/3 International Standard, *Information Technology - Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio: Systems/Visual/Audio*, November 1994.
- [2] ISO/IEC 14496-10 & ITU-T Rec. H.264(2003), *Information Technology - Coding of Audio Visual Objects- Part10: Advanced Video Coding*
- [3] Iwasaki, H., Naganuma, J., Ochiai, K., Endo, M. and Ogura, T.: Real-Time Software MPEG-2 Video Encoder on Parallel and Distributed Computer System, *International Conference on Computer Communication (ICCC) 1999*, pp.362-369(1999).