

報告番号	※ 甲 第 10635 号
------	---------------

主 論 文 の 要 旨

論文題目 多チャンネル映像符号化配信システムの研究

氏 名 柳原 広昌

論 文 内 容 の 要 旨

我が国の地上TV放送は、長年続いたアナログTVからデジタルTVへの規格化(ISDB-T: Integrated Services Digital Broadcasting for Terrestrial) が進み 2003年12月に地上デジタル放送としてスタートし、2011年7月24日には一部地域を除いてアナログ放送が停波され、地上放送の完全デジタル放送が始まった。モバイル端末向けには1セグ放送が2006年4月に開始された。UHF帯の470~770MHz(13~62ch) の電波を利用し、6MHz幅の1チャンネルを13セグメントに分割し、そのうち12セグメントを地上デジタル放送に、1セグメントを1セグ放送に割り当て、QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) , 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation) , 64QAMなどの変調キャリアを複数束ねたOFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変調とインターリーブ及び誤り訂正符号により伝送される。13セグ全てを使用した場合の多重化ストリーム(MPEG-2 Transport Stream) のTSレート(188バイト) は、一般的に用いられる伝送パラメータである、モード3(432キャリア/セグメント) , ガードインターバル比1/8, 変調方式64QAM、内符号符号化率3/4の条件下で、18.255 [Mbps] (12セグ分で16.85 [Mbps]) の固定伝送レートとなっている。地上デジタル放送1ch当たりの圧縮映像(MPEG-2 Video) は、SDTV(4080i) で最大3番組、ないしは、HDTV(1080i) で1番組を編成可能となっており、制作番組により映像の符号化ビットレートは多少異なるものの、上記の通り、伝送品質が保証された放送パイプの中で映像伝送を行っていると言える。

一方、2000年前後から爆発的な普及を遂げているインターネットの世界では、xDSL(Digital Subscriber Line) , FTTH(Fiber To The Home) , CATV(Common Antenna TeleVision or Community Antenna TeleVision) インターネット、モバイルインターネットなどIPをベースとしたネットワークサービスの普及が目覚ましい。特に映像配信分野においては、MPEG(Moving Picture Experts Goup) 等の圧縮符号化方式を用いたストリーミング技術を用いた映像配信サービス(有料、無料) やブロードバンド上でのTV会議システムが普及しつつある。映像メディアは、音声やテキストなど他のメディアと比較して情報の質・量が多く、人間にとって最も受容性の高いメディアであり、映画、ニュース、趣味、教育、広告など

様々な分野で活用されているが、その一方で、情報ビット量もかなり多く、近年の映像圧縮技術やデジタル伝送技術が進歩したとしても、それ以上に映像コンテンツの質・量の増大が予想され、その伝送のための広帯域ネットワークや大容量の蓄積装置が求められる。伝送品質の観点からみると、特に通信ネットワークを用いたIPストリーミング伝送では、上述の伝送品質が保証されたデジタル放送や、帯域保証された通信パスを張る回線交換と異なり、通信するユーザが共有ネットワーク帯域の一部を占有し、同時利用者数が増えると輻輳が発生し通信品質の低下を招いてしまうという課題がある。即ち、ブロードバンドと言われる広帯域インターネットを用いたとしても帯域・遅延・ジッタなどのQoS(Quality of Service) は保証されないため、映像や音声のような連続メディアを低遅延で安定的に伝送する状況には達していないという課題がある(課題2)。また、映像コンテンツの再生環境もTV, STB(Set Top Box), PC, タブレット, スマートフォンなど処理能力も様々な状況であり、これらの多様化する端末においてソフトウェアの処理能力が間に合わずに再生停止などの不具合が生じるケースもある。特に、映像インデックスや映像監視といった多チャンネル同時再生時の処理能力不足による再生不具合は顕著な課題である(課題1)。更にコンテンツ制作においては、多チャンネル化が進みその種類が膨大化する一方で、多様化する配信ネットワークや端末種類に応じた1ソースマルチユースのコンテンツ生成が必要とされる状況である。しかしながら、同一種類のネットワークおよび端末で再生する1コンテンツあたりの視聴者数は減少するため、映像品質を保ちつつも、これまで以上に低コストで柔軟性の高い映像コンテンツ生成のシステム構築が課題となっている(課題3)。本研究では、上記の3つの課題への一解決策として、(解決策1) 処理能力の低い端末も含む様々な端末プラットフォームにおいて映像復号を可能とするための簡易IDCT処理を用いたソフトウェアデコーダの処理負荷スケーラビリティ方式、(解決策2) ブロードバンドのような帯域非保証型ネットワークにおける安定的なライブ映像伝送を可能とする帯域適応型映像符号化レート制御方式、(解決策3) 様々なネットワーク帯域や端末向けに様々な符号化ビットレートのコンテンツを同時生成するためのサイマル符号化方式、を提案し、その有効性を確認する。また、上記課題解決技術の一つの適用対象でもあり、ブロードバンドの中でも、放送・ネット・電話の所謂トリプルプレイ全体で順調に普及拡大しているCATV技術の最新技術動向と将来展望について論じる。

以下に本論文の構成を述べる。

第1章「序論」では本論文の概要および論文の構成について述べる。多チャンネル映像符号化配信等のデジタル映像コンテンツ・サービスの普及・促進に資するために、前節で述べた課題への一解決策として、受信端末での逆DCT処理簡略化による処理負荷スケーラビリティ技術(第2章)、帯域変動に追随したQOS非保証型ネットワークにおける安定的なライブ伝送技術(第3章)、送信側でのマルチビットレートエンコーディングにおけるバッファ推移の類似性を用いたMPEGコンテンツのサイマル符号化技術(第4章)、および、第2章~4章の提案技術事項の適用対象の一つとなるCATV技術のサービス発展に関する考察(第5章)まで、送信側から受信側まで全系に渡る各事項について論じる。

第2章「逆DCTの簡略化による処理負荷スケーラブルな多チャンネル映像再生技術」では、処理能力の低い端末も含む様々な端末プラットフォームにおいて映像復号を可能とするため

のソフトウェアデコーダの処理負荷スケーラビリティ方式を提案する。本提案では、FTTH、CATVインターネット、モバイルインターネットなどブロードバンド上でのインターネットストリーミングを用いて、PCやタブレットなどTV以外の端末上で、多チャンネルの映像配信ストリームを受信・再生するサービスや、法人向けの遠隔映像監視映像ストリームを受信・再生するサービスにおいて、送信側システムの改変を行うことなく低コストな汎用端末でも処理能力に応じた画質やチャンネル数で同時再生可能とするため、H.263やMPEGなどMC-DCT(Motion Compensation-Discrete Cosine Transform)をベースとした圧縮符号化アルゴリズムの中のDCT処理に着目し、画質とトレードオフな簡易処理方式および提案方式を実装したマルチチャンネルマルチキャストシステムについて論じる。

第3章「帯域変動に追従したQOS非保証型ネットワークにおける安定的なライブ伝送技術」は、2章で述べた受信端末の能力に対するスケーラビリティに対して、送信側で映像伝送する際に必要となるネットワークに対するスケーラビリティを提供するものである。即ち、近年、xDSL、FTTH、CATV、モバイル等の帯域非保証型のブロードバンドネットワークにおける有力なアプリケーションとなっている映像ストリーミングやIPベースTV会議システムにおいて、安定的なライブ伝送を可能とする帯域適応型映像符号化レート制御方式を提案する。本提案では、RTP/RTCP(Real-time Transport Protocol/RTP Control Protocol)伝送プロトコルをベースとし、ネットワークスイッチなどネットワーク機器の変更なしにアプリのみで時々刻々変化する帯域を推定してアダプティブに伝送符号化レートを制御することで、映像再生品質の極端な劣化を抑制し、伝送帯域使用率もある程度確保しつつ高画質で伝送可能な処理方式および提案方式を実装したQoS非保証型MPEG-4伝送システムについて論じる。

第4章「バッファ推移の類似性を用いたMPEGコンテンツのサイマル符号化技術」は、2章、3章で述べた多チャンネル映像に対して、xDSL、CATV、FTTH、モバイルなどの様々なネットワーク帯域や端末向けに様々な符号化ビットレートのコンテンツを同時生成するためのサイマル符号化方式について提案する。同じソース映像を異なるビットレートで独立にエンコードを行うと、エンコード本数に比例して符号化処理コストが増加してしまう。そこで、同時エンコード処理を行う際に各エンコード処理を連携させ共通処理や予測可能な処理を簡略化することで複数同時エンコードの処理負荷低減を実現できる可能性がある。そこで本章では、複数同時エンコードにより同一画像ソースから、同一画像サイズ、同一フレームレートで異なるビットレートの符号化ストリームを効率的に生成するためのセカンダリエンコーダの高速レート制御方式(MPEG-2、H.264)について論じる。

第5章「最新CATV技術と将来展望」では、ブロードバンドの中でも、放送・ネット・電話の所謂トリプルプレイ全体で順調に普及拡大しているCATV技術の最新技術動向と将来展望について述べる。具体的には、現状のケーブルシステムと主要技術、先端サービスを支えるケーブル伝送技術、ネットワーク技術、端末技術の最新動向について解説するとともに、それらを踏まえた上で、将来サービスを担う高度映像メディア、ソーシャル、レコメンド、社会インフラなどのアプリケーションサービスの進化や展望について論じる。

最後に6章では、結論として本研究の成果をまとめる。