

早稲田大学大学院国際情報通信研究科

博士論文概要

論文題目

高品質 HDTV 伝送サービスのための
符号化制御の最適化に関する研究

Encoding Control Optimization for High
Quality HDTV Transmission Service

申請者

氏名	内藤	整
	Sei	Naito

コース・プロジェクト名
(課程内のみ)

2005 年 12 月

近年のデジタル放送（BS、CS110度、地上）ではHDTVを標準の映像フォーマットとして位置づけられている。これはデジタル放送のサービス開始に伴い、放送で扱われる映像フォーマットが従来のNTSCに代表されるSDTV（Standard Definition Television）よりHDTV（High Definition Television）に移行する流れがもたらされることを意味する。総務省の計画では、2011年にはSDTVを基本とするアナログ放送が完全に廃止され、同時期をもってHDTVへの完全移行が予定されている。テレビ放送の視聴者数規模の大きさから、以上の変革は放送業界に閉じたものではなく、ブロードバンドサービスやコンテンツビジネスにおけるHDTV化の流れを牽引するものである。以上の社会的情勢を鑑み、今後HDTVコンテンツの流通が急速に高まるものと予想され、これに備えた基盤整備として、通信インフラの拡充や映像伝送サービスの高度化が急務となっている。このうち映像伝送サービスの高度化とは、高品質なHDTV伝送サービスの安定的な提供が実現されることを意味しており、同サービスに密接に関連する技術要素として、HDTVに適合でき、かつ高性能な圧縮符号化技術の確立が極めて重要である。

ここで、映像伝送サービスとは、放送に代表される2次分配、放送局間での素材交換や番組中継などの1次分配、および撮影現場から最寄りの中継ポイントまでの伝送に相当する素材伝送に大別される。2次分配においては放送帯域という極めて限られたビットレートにおいて安定的に高画質を実現することが求められ、1次分配および素材伝送においては伝送帯域の制約が比較的緩いため、符号化効率の追求よりはむしろ伝送遅延の低減が強く求められる。つまり映像伝送サービスの品質尺度の主要因は画質と遅延量であるといえる。一方で上述のいずれの伝送形態においても、従来の伝送サービスはMPEG-2をベースとするものが大半を占めている。伝送サービスのHDTV対応を考えた場合、MPEG-2の符号化フォーマット自体はHDTVにも対応可能であり、単にフレームあたりに処理すべき画素数を拡張することで伝送システム自体の構築は可能であるが、単純なエンコード実装では高い品質レベルを期待できない。これはMPEG-2に代表される標準の符号化方式は、符号化データの記述規則、およびこれを扱うデコードの動作規定を明確化したものにすぎず、エンコードの詳細な実装方式は開発者に委ねられているためである。品質尺度として挙げた画質と遅延量はともにエンコードの符号化制御に依存する部分が大きく、リファレンス的な制御手法は存在するものの、入力素材特性に応じた最適化を行うことで大幅なパフォーマンス改善がもたらされる。以上を踏まえ、本論文では高品質なHDTV伝送を実現する上で不可欠といえる、符号化制御の最適化を課題として掲げている。

MPEG-2に代表される、いわゆるMC+DCTハイブリッド符号化は、動き補償（MC: Motion Compensation）と離散コサイン変換（DCT: Discrete Cosine Transform）の併用により構成される符号化手法の総称であり、この原理に基づく動画像圧縮技術の標準化は1990年のH.261を皮切りに発展を繰り返してきた。筆者は、1990年代後半よりKDD(現KDDI)にて動画像用の高能率圧縮符号化技術の研究に取り組んできた。その後、HDTVや3D-HDTVといった高精細映像メディアを検討対象に加え、リアルタイムコーデック装置の開発を手掛けた。ここでの成果は実際に放送局間の商用映像伝送サービスで利用されている。2002年度以後はコーデック処理遅延の大幅な短縮を課題とし、低遅延HDTV符号化方式の検討に着手した。特に2004年度から2005年度にかけては、同課題の研究体制をより一層強化する目的から、早稲田大学国際情報通信研究センターとの共同研究プロジェクトを樹立し、方式検討および性能評価を精力的に進めた。本論文はこれら一連の研究において確立した、HDTV用符号化制御の最適化について述べるものであり、仕上げにおける主要部は上記共同研究プロジェクトの活動によるものである。

以下、各章ごとに概要を述べる。

第1章「序論」では、研究の背景、および目的について述べている。背景および目的を説明する一連の流れにおいて、本研究が対象とする映像フォーマットであるHDTVの定義、ならびにHDTV用伝送サービスの分類を行っている。伝送サービスとしては、2次分配、1次分配、素材伝送について言及し、特に2次分配については代表例である日本のデジタル放送を取り上げ、放送方式の概説を行っている。さらにサービス分類別にユーザ要求を明らかにした上で、従来のHDTV伝送サービスの実現手段の傾向とその問題点を述べ、本論文で扱う課題、ならびに目標を明確化している。

第2章「高品質HDTV伝送のアプローチ」では、本研究が扱う符号化制御の最適化対象となる符号化メカニズムの導入を行う。具体的には、放送サービスの低ビットレート化、専用線サービスの高機能

化のそれぞれについて、ベースとなる符号化メカニズムについて説明した上で、性能改良が見込まれる符号化制御の最適化ポイントを明確にしている。

第3章「動き補償予測の性能比較」では、MC+DCTハイブリッド符号化の性能を大きく左右する動き補償予測に着目し、既に報告例のある代表的な方式について性能比較を行っている。比較対象としては、MPEG-2で採用されているブロックマッチング方式に加えて、同方式の効率改善を目的に提案された方式として、アフィン変換を用いた予測方式、Warping予測方式、グローバル動き予測方式を取り上げている。比較に際しては、放送品質に沿った公正性を保ちつつ、客観品質評価を行うため、符号化方式にMPEG-2(ブロックマッチング方式以外は動き予測に関する記述のみ拡張)、入力画像にITUテストシーケンスを用いてテスト条件を共通化し、符号化実験を行っている。符号化実験結果より、ブロックマッチング方式の性能に対して、同手法の改良手法として提案された各方式による著しい性能改善は見られないことから、デジタル放送で想定される運用に限っては、ブロックマッチング方式の選択が妥当であることを符号化効率の観点より結論付けている。

第4章「視差補償の高度利用による3D-HDTV符号化方式」では、HDTVの応用による高臨場感の映像メディアとして、素材が左目用と右目用のHDTV映像により構成される3D-HDTVを対象に、MPEG-2 Multi View Profileの枠組の中で、視差補償予測を活用した符号化性能の改善手法について検討をしている。具体的には、左右画像間の画質差を安定的に低く保つことで主観評価における不自然さを軽減する目的から、共通型バッファ制御の導入により符号量制御の最適化を図っている。加えて、3D-HDTV符号化における符号化効率の改善を図る目的から、3D-HDTV符号化のGOP構造に関する検証を行い、左目用、右目用の各シーケンスに割り当てるピクチャタイプパターンの組合せについて最適化を図っている。さらには、視差補償に基づいて実現可能な動き検出および符号量制御の高度化手法を提案している。動き検出に関しては、予測性能を改善するアプローチとして、視差補償ベクトルと左目用シーケンスに対して検出した動きベクトルをもとに、右目用シーケンスの動きベクトル検出を実現する手法を提案している。符号量制御に関しては、上述の共通型バッファ制御により画質差が十分に低く抑えられた理想的な条件を基準として、あるレベルの画質差を許容可能であると仮定した際の符号化効率の改善手法を提案している。符号化実験結果より、提案したいずれの最適化アプローチも3D-HDTV符号化の効率改善において極めて有効であることを確認した。

第5章と第6章においては、デジタル放送への応用を目的とし、MPEG-2に基づく低ビットレートHDTV符号化に対して高画質化アプローチの提案を行っている。

第5章「高精度なビット配分による画質改善」では、MPEG-2の符号量制御をピクチャ単位の大局的な制御とマクロブロック単位の局所的な制御に二分した上で、それぞれについて高精度化のアプローチを導入している。

前半部分においては、ピクチャ単位の大局的な符号量制御に関して歪み量を最小化する規範で符号量配分を行う、いわゆる歪み最小化型レート制御に着目し、同方式の導入を行うとともに、同方式の高度利用に基づく最適化アプローチの提案を行っている。まず、歪み最小化型レート制御手法の導入に際しては、ピクチャごとの符号量配分方式を明らかにした上で、予備実験を通じて方式単独の有効性を確認している。次に同方式との併用により有効に働く高画質化手法として、ピクチャ単位に設定される量子化マトリクスの最適化手法を導入している。量子化マトリクスとは、DCT係数の量子化に関連して、量子化精度の重み付けを係数位置に応じて与えるパラメータテーブルを指し、ピクチャごとに記述可能である。同パラメータの記述を省略した場合には、予め用意されたテーブルが適用されるが、同テーブルは比較的高ビットレートを想定したものであるため、低ビットレートの符号化において、符号量制御を安定的に機能させる上では、適応的なテーブル更新が必須となる。このため、量子化マトリクスの更新に対して、レート制御の精度を高め、高難易度素材に対する符号化破綻を最小限に抑えるという意味での最適化アプローチを提案している。提案方式を歪み最小化型レート制御に組み込んで行った符号化実験結果より、提案方式の導入による効果として、レート制御の制御誤差が改善される結果、低ビットレートや高難易度素材への適用においても高いロバスト性が認められることを確認している。

後半部分においては、ピクチャ単位での検証結果を受けて、歪み最小化型レート制御との併用によるさらなる高画質化手法として、マクロブロック単位量子化制御の高精度化手法を導入している。従来型のマクロブロック単位量子化制御では、マクロブロックごとの視覚優先度パラメータの決定をマクロブ

ブロックの輝度分散など簡易に抽出可能な指標のみを基準として行っていた。これに対し提案手法では、視覚優先度パラメータに人間の視覚特性を忠実に反映させる目的から、オブジェクト解析を導入し、同パラメータの算出をより厳密に行っている。視覚優先度パラメータの具体的な算出は、オブジェクトの特徴量として動き量と周囲に対する変化度を、マクロブロックのテクスチャ属性として輝度分散を考慮し、これらを引数とする非線形関数により行っている。実験結果より、マクロブロックごとの優先度付けの最適化による主観画質の向上を確認している。特に人物の顔など平坦部分におけるブロック歪みの改善、ならびに各種輪郭の忠実な再現といった改善効果が見られる。

第6章「符号化構造の適応選択方式」では、MPEG-2の符号化構造をピクチャレイヤとマクロブロックレイヤに大別した上で、ピクチャレイヤでは、画面ごとの符号化方法を特徴づけるピクチャタイプの適応選択を最適に行う手法を提案し、マクロブロックレイヤでは、16画素×16ラインの矩形画像領域単位の符号化方法を示すマクロブロック符号化モードの選択を発生符号量最小化の規範で行うアプローチを導入している。ピクチャタイプの適応選択については、レート制御手法に依存しない汎用的な手法の導入を行っている。マクロブロック符号化モードの選択においては、マクロブロックごとの符号化に際し、選択可能なすべての符号化モードについて、予測誤差信号と量子化ステップサイズをもとに発生符号量の近似推定を行った結果、最小の発生符号量を与える符号化モードを抽出するアルゴリズムを提案している。実験結果より、レイヤ別に提案した最適化手法に関して、それぞれ単独で適用した際の効果を確認した上で、両技術の併用時においても双方の効果が期待通りに発揮されることを確認している。

第7章「低遅延HDTV符号化方式」では、第4章から第6章において最適化対象としたMPEG-2に基づくコーデック処理によると原理的に500msec弱の遅延量が強い点の問題として捉え、コーデック処理遅延の大幅な短縮を実現する符号化方式の導入を行っている。具体的には、遅延発生の主要因であった動き補償予測を非適用として、高性能なフレーム内符号化方式であるJPEG2000をベースに、低遅延と高画質の両立に寄与する要素技術を導入している。高画質化ポイントとしては、符号量制御の最適化、符号化タイプの適応選択に着目し、提案方式を導入している。符号量制御については、従来手法として位置づけられるポスト量子化に基づくR-D最適化アプローチが抱える問題点を解消する目的から、Explicit量子化とポスト量子化の併用に基づく最適化手法の提案を行っている。符号化タイプの適応選択は、符号化効率の改善を迫る目的から、DWTフィルタの適用単位としてフレーム処理とフィールド処理をフレームごとに適応的に選択するものであり、これに対する最適化アプローチとして、入力画像の特徴量抽出に基づく符号化タイプの決定方式を提案している。結果として、一連の提案技術の導入は、符号化効率の改善と、コーデック遅延量の削減において極めて有効であることを確認している。

第8章では本論文で得られた成果をまとめた上で、関連する課題のうち、本論文では解決できていないポイントを客観的に考察した上で、今後の検討課題を明確に示唆している。

研究業績

類別	題名	掲載雑誌名	発表年月	連名者
1. 論文誌論文				
(1)	各種動き補償方式の実画像による比較検証	映像情報メディア学会誌 Vol.51, No.9, pp.1560-1567	1997年9月	内藤 整 川田 亮一 松本 修一
(2)	視差補償の高度利用に基づくMPEG-2 準拠 3D-HDTV 符号化方式	電子情報通信学会論文誌 B Vol. J83-B, No.5, pp739-747	2000年5月	内藤 整 松本 修一
(3)	MPEG-2 符号化構造の最適化に基づく低レート HDTV 符号化方式	映像情報メディア学会誌 Vol.56, No.2, pp.253-262	2002年2月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(4)	歪み最小化型レート制御の高度利用に基づく MPEG-2 ビット配分方式の最適化	電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J86-D-II, No.11	2003年11月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一 羽鳥 好律
(5)	歪み最小化型ビット配分に基づくデジタル放送用 MPEG-2 符号化制御の最適化	映像情報メディア学会誌 Vol.57, No.11, pp.1567-1575	2003年11月	内藤 整 小池 淳 松本 修一 羽鳥 好律
(6)	Personal Mobile DTV Terminal Designed for Service Trial of Digital Terrestrial Broadcasting with Full Use of Internet Connectivity	情報処理学会論文誌 Vol.45, No.10, pp.2254-pp.2260 (Invited Paper)	2004年10月	Sei Naito Arei Kobayashi Koichi Takagi Atsushi Koike Shuichi Matsumoto
(7)	動的に更新される背景パツファを用いた自由視点映像に対する補完方式	映像情報メディア学会誌 Vol.59, No. 6, pp.901-908	2005年6月	松村篤志 内藤 整 川田 亮一 小池 淳 松本 修一
(8)	低遅延高効率 HDTV 伝送のための JPEG2000 符号化制御の最適化	電子情報通信学会論文誌 D-II Vol. J88-D-II, No.12, pp.2311-2320	2005年12月	内藤 整 佐野 雄磨 渡辺 裕 小池 淳 松本 修一
(9)	動的に更新される多層背景パツファを用いた高精度な自由視点映像生成方式	映像情報メディア学会誌 Vol.58, No.6, pp.850-853	2004年10月	松村篤志 内藤 整 川田 亮一 小池 淳 松本 修一
2. 国際学会				
(10)	34/45Mbps 3D-HDTV Digital Coding Scheme Using a Modified Motion Compensation with Disparity Vectors	1999 Visual Communications and Image Processing (VCIP'1999), Volume 3653, pp.1082-1089	1999年1月	Sei Naito Shuichi Matsumoto
(11)	Advanced Rate Control Technologies for 3D-HDTV Digital Coding Based on MPEG-2 Multi-View Profile	1999 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'1999), Volume I, pp.281-285	1999年10月	Sei Naito Shuichi Matsumoto

(12)	Advanced HDTV Digital Coding for Terrestrial Digital Broadcasting	2000 World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI'2000), Volume VI, pp144-149	2000年7月	Sei Naito Shuichi Matsumoto
(13)	Optimal MPEG-2 Encoder Design for Low Bit-rate HDTV Digital Broadcasting	2002 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'2002), Volume III, pp.705-708	2002年9月	Sei Naito Atsushi Koike Masahiro Wada Shuichi Matsumoto
(14)	Personal Mobile DTV Terminal Designed for Service Trial of Digital Terrestrial Broadcasting with Full Use of Internet Connectivity	1st International Conference on Mobile Computing and Ubiquitous Networking (ICMU'2004), pp.198-203	2004年1月	Sei Naito Arei Kobayashi Koichi Takagi Atsushi Koike Shuichi Matsumoto
(15)	Optimal JPEG2000 Encoder Mechanism for Low Delay and Efficient Distribution of HDTV Programs	2004 International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP'2004), Volume V, pp.81-84	2004年5月	Sei Naito Atsushi Koike Shuichi Matsumoto
(16)	Effective Interpolation for Free Viewpoint Images Using Multi-layered Dynamic Background Buffers	2004 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'2004), pp.1377-1380	2004年10月	Atsushi Matsumura Sei Naito Ryoishi Kawada Atsushi Koike Shuichi Matsumoto
(17)	Personal Mobile DTV Terminal for Digital Terrestrial Broadcasting Service with Full Use of Internet Connectivity	14th International Packet Video Workshop (PV'2004)	2004年12月	Sei Naito Arei Kobayashi Koichi Takagi Atsushi Koike Shuichi Matsumoto
(18)	Effective Rate Control Method for Minimizing Temporal Fluctuations I Picture Quality Applicable for MPEG-4 AVC/H.264 Encoding	2005 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP'2005), Volume I, pp.569-572	2005年9月	Atsushi Matsumura, Sei Naito Ryoichi Kawada Atsushi Koike
3. 国内研究会				
(19)	MPEG-2 における各種動き補償方式の比較検証	電子情報通信学会技術研究報告, IE96-13, pp.77-82	1997年2月	内藤 整 川田 亮一 松本 修一
(20)	プログレッシブ構造とインターレース構造における符号化効率に関する理論検証	電子情報通信学会技術研究報告, IE97-11, pp.17-22	1997年5月	内藤 整 小池 淳 松本 修一
(21)	立体ハイビジョンにおける視差補償符号化の検討	情報処理学会研究報告, AVM19-5, pp.25-30	1997年12月	内藤 整 松本 修一
(22)	3D-HDTV 符号化におけるレート制御方式	電子情報通信学会技術研究報告, IE98-17, pp.9-16	1998年6月	内藤 整 松本 修一
(23)	BS デジタル放送における MPEG-2 HDTV 符号化の多段接続特性	電子情報通信学会技術研究報告, IE98-54, pp.25-30	1998年9月	内藤 整 松本 修一
(24)	地上波デジタル中継用 HDTV コーデックの開発	情報処理学会研究報告, Vol. 2000, No. 58, pp.19-24	2000年6月	内藤 整 松本 修一
(25)	ピクチャタイプの最適割当に基づく高圧縮 HDTV 符号化方式	電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 101, No. 200, pp.167-172	2001年7月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一

(26)	ビット配分の最適化に基づく放送用MPEG-2 符号化制御の検討	映像情報メディア学会技術報告, Vol. 26, No. 17, pp.1-6	2002年2月	内藤 整 和田 正裕 松本 修一 羽鳥 好律
(27)	HDTV 高圧縮技術～MPEG-2 低ビットレート化の検討～	映像情報メディア学会技術報告, Vol. 26, No. 31, pp.25-30	2002年3月	内藤 整 猪股 秀樹 大塚 吉道
(28)	歪み最小化型ビット配分の高度利用に基づくデジタル放送用MPEG-2 適応符号化制御の最適化	映像情報メディア学会技術報告, Vol. 26, No. 67, pp.1-4	2002年10月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(29)	デジタル放送用最適化 MPEG-2 符号化方式の性能評価	映像情報メディア学会技術報告, Vol. 27, No. 14, pp.17-20	2003年2月	内藤 整 小池 淳 松本 修一
(30)	デジタル放送における通信・放送融合サービス実証用端末テストベッドの開発	情報処理学会研究報告, Vol. 2003, No. 81, pp.1-4	2003年8月	内藤 整 小林 亜令 高木 幸一 小池 淳 松本 修一
(31)	地上デジタル放送携帯受信用データコンテンツオーサリングツールの開発	映像情報メディア学会技術報告, Vol.28, No.13, pp.25-28	2004年2月	内藤 整 小池 淳 松本 修一
(32)	JPEG2000 Precinct 構造を用いた低遅延 HDTV 符号化方式	情報処理学会研究報告, Vol.2004, No.99, pp.7-12	2004年10月	佐野 雄磨 内藤 整 渡辺 裕
(33)	Motion JPEG2000 低遅延符号化のための時間方向ビット配分	情報処理学会研究報告, Vol.2004, No.126, pp.143-148	2004年12月	佐野 雄磨 内藤 整 渡辺 裕
(34)	JPEG2000 符号化の並列処理実装に関する一検討	情報処理学会研究報告, Vol. 2005, No. 23, pp.1-6	2005年3月	内藤 整 小池 淳
4. 国内大会				
(35)	MPEG-2 における各種動き補償方式の比較検証	電子情報通信学会 1997 年総合大会, D-11-62, p.62	1997年3月	内藤 整 川田 亮一 松本 修一
(36)	3次元DCTを用いたプログレッシブ構造とインターレース構造の符号化効率に関する理論的検証	映像情報メディア学会 1997 年年次大会, 19-4, pp.230-231	1997年7月	内藤 整 小池 淳 松本 修一
(37)	750P,1125I 両 TV フォーマットの符号化効率に関する理論比較	電子情報通信学会 1997 年ソサイエティ大会, D-11-18, p.110	1997年9月	内藤 整 小池 淳 松本 修一
(38)	3次元HDTVの右チャンネル動き検出符号化法の提案	電子情報通信学会 1998 年総合大会, D-11-39, p.39	1998年3月	内藤 整 松本 修一
(39)	3D-HDTV 符号化におけるバッファ制御方式の検討	映像情報メディア学会 1998 年年次大会, 22-6, pp.321-322	1998年7月	内藤 整 松本 修一
(40)	3D-HDTV 符号化における視差補償導入の意義	電子情報通信学会 1998 年ソサイエティ大会, D-11-3, p.118	1998年9月	内藤 整 松本 修一
(41)	デジタル HDTV 放送に向けた MPEG-2 符号化の多段接続特性の検討	映像情報メディア学会 1998 年冬季大会, 4-2, p.61	1998年12月	内藤 整 松本 修一
(42)	MPEG-2 による 3D-HDTV 符号化のための GOP 構造の検討	電子情報通信学会 1999 年総合大会, D-11-9, p.9	1999年3月	内藤 整 松本 修一
(43)	地上波デジタル中継網用 MPEG-2 コーデックの開発	映像情報メディア学会 1999 年年次大会, 5-5, pp.75-76	1999年8月	内藤 整 松本 修一

(44)	符号化モードの違いに起因する画質劣化に関する一検討	電子情報通信学会 1999 年ソサイエティ大会, D-11-9, p.95	1999 年 9 月	内藤 整 松本 修一
(45)	シーンチェンジ検出に基づく MPEG-2 符号化レート制御の高度化	電子情報通信学会 2000 年総合大会, D-11-35, p.35	2000 年 3 月	内藤 整 松本 修一
(46)	医用 3D 動画像符号化に適した符号化構造の検討	映像情報メディア学会 2000 年年度大会, 13-1, pp.186-187	2000 年 8 月	内藤 整 松本 修一
(47)	シーン適応型低遅延 MPEG-2 符号化方式の検討	電子情報通信学会 2000 年ソサイエティ大会, D-11-7, p.117	2000 年 9 月	内藤 整 和田 正裕 松本 修一
(48)	ピクチャタイプ適応選択に基づく高効率 HDTV 符号化の検討	映像情報メディア学会 2000 年冬季大会, 6-9, p.95	2000 年 12 月	内藤 整 杉本 修 和田 正裕 松本 修一
(49)	配信用 HDTV 符号化における適応モード選択の一検討	電子情報通信学会 2001 年総合大会, D-11-56, p.56	2001 年 3 月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(50)	高圧縮 HDTV 符号化のための適応符号化制御に関する一検討	映像情報メディア学会 2001 年年度大会, 18-1, pp.260-261	2001 年 8 月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(51)	低レート HDTV 符号化におけるピクチャタイプ割当の更新制御に関する検討	電子情報通信学会 2001 年ソサイエティ大会, D-11-19, p.104	2001 年 9 月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(52)	低レート HDTV 符号化における適応ビット配分方式の検討	映像情報メディア学会 2001 年冬季大会, 4-9, p.79	2001 年 12 月	内藤 整 高木 幸一 和田 正裕 松本 修一
(53)	MPEG-2 符号化制御の高度化に基づく低レート高画質 HDTV 符号化方式	電子情報通信学会 2002 年総合大会, SD-3-1, pp.377-378	2002 年 3 月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(54)	Motion JPEG2000 を利用した IP ベース超高精細映像配信システムの一検討	映像情報メディア学会 2002 年年度大会, 11-8	2002 年 8 月	内藤 整 和田 正裕 松本 修一 村上 仁己 田中 健二 中川 晋一
(55)	歪み最小化ビット配分に基づく MPEG-2 適応符号化制御の最適化	映像情報メディア学会 2002 年冬季大会, 5-7	2002 年 11 月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(56)	前処理解析に基づく HDTV 用 JPEG2000 符号化方式の高効率化	電子情報通信学会 2003 年総合大会, D-11-19, p.19	2003 年 3 月	内藤 整 小池 淳 和田 正裕 松本 修一
(57)	デジタル放送における通信・放送融合型テストベッドの試作 サービスイメージおよびトータルシステム	映像情報メディア学会 2003 年年度大会, 3-5	2003 年 8 月	内藤 整 小林 亜令 高木 幸一 小池 淳 松村 欣司 国分 英樹

(58)	デジタル放送用低ビットレートHDTV符号化方式の性能評価	FIT2003, LJ-002, pp.211-213	2003年9月	内藤 整 大塚 吉道 猪股 英樹
(59)	低遅延素材伝送用JPEG2000符号化方式	映像情報メディア学会 2003年冬季大会, 9-5	2003年12月	内藤 整 川田 亮一 小池 淳 松本 修一
(60)	地上デジタル放送向け通信放送連携コンテンツオーサリングツールの開発	電子情報通信学会 2004年総合大会, D-11-77, p.77	2004年3月	内藤 整 小林 亜令 高木 幸一 小池 淳 松本 修一
(61)	地上デジタル放送携帯受信用TSのストリーミング配信手法に関する検討	映像情報メディア学会 2004年年次大会, 5-11	2004年8月	内藤 整 小林 亜令 高木 幸一 小池 淳 松本 修一
(62)	地上デジタル放送携帯受信端末に対する番組配信用ストリーミング方式の検討	FIT2004, J-002, pp.203-204	2004年9月	内藤 整 小林 亜令 高木 幸一 小池 淳 松本 修一
(63)	JPEG2000 Precinct 構造による低遅延 HDTV 符号化方式	FIT2004, J-076, pp.373-374	2004年9月	佐野 雄磨 内藤 整 渡辺 裕
(64)	低遅延素材伝送用 HDTV コーデックの開発	映像情報メディア学会 2004年冬季大会, 12-4	2004年12月	内藤 整 川田 亮一 小池 淳
(65)	超高精細映像用JPEG2000符号化の分散処理実装に関する一検討	電子情報通信学会 2005年総合大会, D-11-64, p.64	2005年3月	内藤 整 松村 篤志 小池 淳
(66)	JPEG2000 による HDTV 低遅延符号化のための符号量制御方式	FIT2005, J-062, pp.325-326	2005年9月	佐野 雄磨 内藤 整 渡辺 裕
(67)	地上デジタル放送携帯受信における通信連携サービス	2005年電気関係学会関西支部連合大会, S10-5	2005年11月	内藤 整
5. 著書				
(68)	広域ネットワーク(第5章)	ネットワーク技術 基本からブロードバンドまで(オーム社)	2002年9月	内藤 整
(69)	1 セグ放送の放送網とインターネットによる双方向通信(第6章)	1 セグ放送教科書(インプレス)	2005年6月	内藤 整
6. 解説記事				
(70)	3Dシアターとその伝送用機器	映像情報メディア学会誌, Vol. 52, No. 6, pp.786-788	1998年6月	内藤 整 松本 修一
(71)	映像配信ネットワーク	映像情報メディア学会誌, Vol. 55, No. 8/9, pp.1104-1110	2001年9月	内藤 整 松本 修一
(72)	ワールドカップサッカーのメガビジョン中継	映像情報メディア学会誌 Vol. 56, No. 10, pp.1559-1561	2002年10月	内藤 整 大場 省介 松信 章一