

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 川田亮一

本論文は「テレビ映像伝送の高品質化、高信頼化及び高能率化に関する研究」と題し、9章よりなる。デジタル映像符号化方式の国際標準の確立により、テレビ中継伝送のデジタル化が広く行われるようになってきている。本論文では、主に国際中継を念頭に置き、総合的な伝送システムの画質を左右する要因を多角的に扱い、品質向上のために方式変換、信頼性向上のための伝送の無瞬断化と伝送品質の監視手法、そしてさらなる高能率化のための領域分割に基づく符号化手法について論じている。

第1章は、「序論」であり、本論文の背景、および論文の構成について述べている。

第2章は、「テレビ伝送のデジタル化での技術的要請と本研究の対象」と題し、現在の国際および国内のテレビ中継伝送システムについて紹介し、必要とされる技術要素を述べている。また、中継伝送システムを管理運用するために必要とされる画質の客観的評価の枠組みについてもまとめている。

第3章は、「動き補正テレビ方式変換の改善」と題する。国際テレビ伝送では、NTSC方式とPAL/SECAM方式とのフィールド数、ライン数の違いを変換補正する方式変換が必要であり、従来より動き補正を利用した方式変換が行われてきた。動きの誤推定に起因する劣化を改善するために、1) 動き推定用前処理フィルタの改善、2) 反復勾配法の高精度化、3) 検出された動きベクトル用後処理フィルタの改善を提案し、方式変換画質を安定して向上しうることを示した。提案方式に基づき、テレビ方式変換装置が開発されている。

第4章は、「フラットマルチスケーラブル高能率高信頼度映像伝送方式」と題し、映像素材伝送に利用される完全冗長2重系を高能率・高機能化する方式の提案を行っている。2系統の映像を合わせることで符号化ノイズを低減する高品質化を提案している。また、そのための相補的なサンプリング、量子化手法も提案している。さらに、2系統の符号化ノイズの差より符号化SN比を推定する画質評価法をも提案している。2系統いずれの系統からも復号でき、2系統を合わせればその相互補完によりさらに高品質な画像の再現ができることを示している。なお、提案は2系統以上の複数の系統に適用可能である。

第5章は、「高能率無瞬断映像伝送システム」と題し、完全2重化系統において、映像信号だけから、映像障害を瞬時に判定し、伝送を途絶えさせることなく系を切り替える高信頼化システムを論じている。2系統伝送される映像信号そのものを常時比較監視し、両系統の画面内ブロックごとの特徴量を比較することにより障害発生を検出し、画面内の障害発生領域と非発生領域を特徴量差分を2系統で比較することにより障害発生系統の特定を行っ

ている。第4章の技術も合わせて装置化を行い、2重化高能率無瞬断映像伝送システムを世界で始めて実用化している。

第6章は、「スペクトル拡散と直交変換係数抽出による高精度遠隔映像 PSNR 推定方式」と題し、低速で特徴量を伝送するだけで、遠隔地での画質監視を高精度に行う手法について提案している。特徴量としては、スペクトル拡散による信号の白色化を行い、直交変換された少数の係数を伝送し、PSNR の推定を行う。FPGA を利用した映像監視システムを試作し、監視回線の世界速度 40kbps で PSNR の推定誤差が ± 0.1 dB であることを示している。

第7章は、「動画像符号化のための可変形状領域分割動き推定方式」と題する。従来からのブロックベースの符号化手法に比して、さらなる高能率符号化のための可変形状の動き推定について論じている。小ブロックを単位として領域統合を行い、予測誤差情報量、動きベクトル情報量、形状情報量の全発生情報量を最小にするよう領域分割・動き推定を動的計画法により最適化している。計算機実験により、ブロックベースの符号化や従来の領域分割動き推定より、発生情報量を低く抑えられていることを示した。

第8章は、「符号化速度適応形可変形状領域分割方式」と題する。第7章での議論を拡張し、フレーム内/動き補償予測いずれのモードにも対応した、最適な可変形状に基づく動画像符号化方式について論じている。低レートから高レートいたる広い範囲で最適化する可変形状動画像符号化の枠組みを示している。

第8章は、「結論」であり、本論文の成果をまとめ、今後の展望について論じている。

以上これを要するに、本論文では、総合的な伝送システムの画質を左右する要因を多角的に扱い、品質向上のための方式変換、信頼性向上のための2重化伝送の無瞬断化と伝送品質の遠隔監視手法、そしてさらなる高能率化のための領域分割に基づく符号化手法について論じており、画像工学上の貢献は少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認められる。