

情報社会を支える新しい高性能情報処理技術
平成14年度採択研究代表者

寅市 和男

(筑波大学 電子・情報工学系 教授)

「フルーエンシ情報理論にもとづくマルチメディアコンテンツ記述形式」

1. 研究実施概要

当該研究代表者率いる研究グループは、独自の理論に基づいて音声から動画像までを集大成したマルチメディアシステムを実用システムにまで仕上げるという考え方を研究哲学の基本としている。本研究は、この研究哲学に基づき、染谷-Shannonの標本化定理を一般化した次世代情報理論であるフルーエンシ情報理論をPost-Shannonの情報理論として定着させること、及びその理論に基づき音声から映像までのマルチメディア情報を精度・スケラビリティ・圧縮率という3項目の要求程度の組み合わせに応じて符号化・復号化する技術を確立することを目的とする。そして、フルーエンシ・コーディング技術をマルチメディア情報の統一的記述方式として実装し、Post-JPEGおよびPost-MPEGとしての次世代符号化方式の国際標準へと位置づけていくことを目標とする。

本研究プロジェクトは、時系列的に次の三層構造に分けて研究進捗管理がなされるという構想になっている。まず第一層としては、当該研究の基礎と成り得るフルーエンシ確定的情報理論と一般化確率的最適化作用素論に関する理論研究である。そして第二層としては、第一層の理論をベースにした符号化・復号化方式の研究である。最後に第三層としては、第二層で得られた符号化・復号化方式を実際の現場でその有効性を確認することにより、その方式がJPEGおよびMPEGに替わり得ることの実証を行うことである。

上記構想に沿って平成19年10月までに実施する研究を分野毎に明記すれば、それは、(i)「フルーエンシ情報理論」、(ii)「オーディオ」、(iii)「静止画像」、(iv)「動画像」、(v)「データベース&パターン認識」、(vi)「ネットワーク」の6つの研究分野に分類できる。

(i)「フルーエンシ情報理論」については、当該研究代表者が永年築いてきたフルーエンシ情報理論の現在まで得られた成果を、電子情報通信学会出版会より出版を認定頂けている「現代波形解析—フルーエンシ解析」なる教科書として完成させ、フルーエンシ情報理論を世の中に普及させることと、フルーエンシ情報理論における未知の問題を函数解析的なアプローチにより解決していくことである。

次に、フルーエンシ情報理論の有効性を実証するマルチメディア信号を以下の「オーディオ」、「静止画像」、「動画像」の3種類に分類し、それぞれに対する符号化・復号

化方式の研究を行う。

(ii)「オーディオ」については、フルーエンシDACをはじめとするオーディオ再生デバイス及びMP3より高音質・高圧縮率な音声符号化方式の開発を行う。

(iii)「静止画像」については、1画素1ビットの地図・製図等を対象とした精密図形用の符号化・復号化方式の開発、さらにこの記述形式による符号化情報と区分的な輪郭特徴量を利用した類似画像検索手法の開発、またこれを応用したシステムとして登録商標を類似画像検索可能な実用化システムの開発、1画素8ビット程度のカラー情報を有するイラスト画像を対象とした符号化・復号化方式の開発、1画素24ビットのフルカラー画像を対象としたデジタルカメラのD. P. E. としての解像度変換方式およびPost-JPEGとしての静止画像圧縮方式の開発を行っていく。

(iv)「動画像」については、「静止画像」の研究によって得られる成果をベースにして高精細・スケーラブルなフルーエンシTVの開発を行う。また、Post-MPEGとしての高精細・スケーラブルな映像の伝送方式の確立を目指す。

さらに、マルチメディア情報を効率的に取り扱う上で重要となる(v)「データベース&パターン認識」については、従来、検索速度が重視されていたリレーショナルデータベースの分野と、精度が重視されていたパターン認識の分野は別々の枠組みで研究されてきたが、それらの分野をフルーエンシ情報理論に基づくマルチメディアコンテンツ記述形式により融合させ、次世代のマルチメディアデータベースシステムを提案・構築していく。最後に、(vi)「ネットワーク」については、フルーエンシ情報理論に基づいた次世代マルチメディアシステムの実現に際してのインフラストラクチャとしての有線系・無線系ネットワークについて、その運用・管理およびセキュリティといった観点から研究を行っていく。

上記の各研究項目に対し、平成14年度においては以下のように研究目標が設定された。

- (i)「フルーエンシ情報理論」：電子情報通信学会出版会より、出版を認定頂けている「現代波形解析-フルーエンシ解析」の執筆を進めていく。その上で、これまで蓄積されてきたフルーエンシ情報理論に関する基礎的な研究について、マルチメディア記述形式との関連を再度見直し、整理していく。
- (ii)「オーディオ」：フルーエンシDAC及びそれを搭載したオーディオ装置の製品開発を企業との連携により行っていく。
- (iii)「静止画像」：符号化精度の向上と記述効率の改善のための輪郭抽出手法の検討と、その符号化と閲覧を可能とするソフトウェア系の開発を行う
- (iv)「動画像」：企業との連携により、NTSCインターレース方式をフルーエンシ情報理論に基づき、高精細・拡大した画像に変換するTV画像用のICチップの開発を行う。
- (v)「データベース&パターン認識」：1画素1ビットの登録商標画像を対象とした類似検索アルゴリズムの検討を行い、検索エンジン部分のソフトウェアを開発する。
- (vi)「ネットワーク」：企業との連携によりネットワークの配信実験の一環として、

長距離・加入者系無線システム（周数帯域：22GHz帯、伝送容量：6.3Mbit/s）の電波疎通率に関する計測実験を行う。

これら各研究目標に対し、平成14年度においては次のように研究が実施された。

- (i) 「フルーエンシ情報理論」：高速性が要求される192kHz標本化のDVD-Audio再生処理に適応可能なインパルス応答を設計した。
- (ii) 「オーディオ」：(i)の理論に基づいて設計されたオーディオ用のD/Aコンバータが、系列でない独立した複数業者に採用され、それを搭載したオーディオ機器がオーディオ銘機賞2003部門賞（音元出版主催）、ステレオサウンドグランプリ2002(STREO SOUND社主催)をはじめとしてオーディオ業界から計26件の賞を受賞するに至っている。
- (iii) 「静止画像」：看板・ポスター等の大規模印刷物を作成するD. T. P. システムの開発を進め、(社)日本印刷学会および(財)印刷朝陽会より平成15年度印刷学会論文賞、平成15年度印刷朝陽会賞をそれぞれ受賞するなどの研究成果が挙げられた。
- (iv) 「動画像」：NTSCインターレース方式をフルーエンシ情報理論に基づき、垂直・水平各2倍の計4倍に高精細・拡大した画像に変換するTV画像用のICチップが新潟精密株式会社の協力により開発された。
- (v) 「データベース&パターン認識」：1画素1ビットの登録商標画像を対象とした類似検索アルゴリズムの検討を行い、検索エンジン部分のソフトウェアを開発した。
- (vi) 「ネットワーク」：長距離・加入者系無線システム（周波数帯域：22GHz帯、伝送容量：6.3Mbit/s）の実用性の検証を行った。また、エンド・ツー・エンドにおけるセキュリティ確保の問題を「安全性」と「利便性」の2つの観点から検討し、それを満足する1つのプロトタイプ・システムを提案・開発した。このシステムについて、第7回のInternational Symposium on Information Theory and Its Applicationsなる国際シンポジウムにおいてPaper Award for Young Researcherを受賞するに至った。

平成15年度においては、(i)～(vi)の各研究項目に対して以下のように研究を進めていく。

- (i) 「フルーエンシ情報理論」：フルーエンシ情報理論を世の中へ普及させるための「現代波形解析－フルーエンシ解析」なる教科書の電子情報通信学会出版会からの出版。
- (ii) 「オーディオ」：今までのフルーエンシDACの世の中への普及をなお一層図っていくこととする。さらに心理物理実験・計測実験等によるフルーエンシオーディオの分析を行っていく。
- (iii) 「静止画像」：従来のJPEG、GIFでは実現できない、高精細・スケーラブルな精密図形のインターネット伝送システムを完成させる。対象画像は、1画素1ビットの白黒画像の内で線幅を一定に保つことが要求される地図や設計図面などの精密図形である。

- (iv) 「動画像」：液晶モニタに組み込むための、NTSCの信号をハイビジョン並みの高精細な画質に変換するフルーエンシTVチップを開発し、そのデモを行う。
- (v) 「データベース&パターン認識」：1画素1ビットの登録商標画像を対象とした類似検索アルゴリズムを実装し、プロトタイプ・システムを開発する。
- (vi) 「ネットワーク」：有線と無線を混在させたヘテロジーニアスな広域ネットワーク環境を利用し、その伝送効率についての評価実験、及びエンド・ツー・エンド通信におけるセキュリティ確保のための簡易システムの開発と上記（iii）にて完成されるインターネットシステムとの親和性について検討する。

2. 研究実施体制

フルーエンシマルチメディア情報通信システム研究開発グループ

① 研究分担グループ長：寅市 和男（筑波大学 電子・情報工学系、教授）

② 研究項目

- (i) 「フルーエンシ情報理論」：電子情報通信学会出版会より、出版を認定頂けている「現代波形解析-フルーエンシ解析」の執筆を進めていく。その上で、これまで蓄積されてきたフルーエンシ情報理論に関する基礎的な研究について、マルチメディア記述との関連を再度見直し、整理していく。
- (ii) 「オーディオ」：フルーエンシDAC及びそれを搭載したオーディオ装置の製品開発を企業との連携により行っていく。
- (iii) 「静止画像」：符号化精度向上と記述効率の改善のための輪郭抽出手法の検討と、その符号化と閲覧を可能とするソフトウェア系の開発を行う
- (iv) 「動画像」：企業との連携により、NTSCインターレース方式をフルーエンシ情報理論に基づき、高精細・拡大した画像に変換するTV画像用のICチップの開発を行う。
- (v) 「データベース&パターン認識」：1画素1ビットの登録商標画像を対象とした類似検索アルゴリズムの検討を行い、検索エンジン部分のソフトウェアを開発する。
- (vi) 「ネットワーク」：企業との連携によりネットワークの配信実験の一環として、長距離・加入者系無線システム（周数帯域：22GHz帯、伝送容量：6.3Mbit/s）の電波疎通率に関する計測実験を行う。