

「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. 研究実施の概要

当研究プロジェクトの最終目標は独自のフルーエンシ情報理論とその理論を基にした音声、静止画像、動画像を高精細・スケーラブルに取り扱うマルチメディアシステムを世界標準へと位置づけていくことにある。具体的に述べれば、理論についてはフルーエンシ情報理論をPost-Shannonの情報理論へと位置づけること、音声についてはPost-MP3を、静止画像についてはPost-JPEG、動画像についてはPost-MPEGとなるフルーエンシ符号化・復号化方式を確立することが目標である。特に理論については「現代波形解析-フルーエンシ解析-」なる教科書の出版が通信学会より認定いただいております、これを出版することによりフルーエンシ情報理論を世の中に普及させていく。また、国外への取り組みとして2004年8月に米国で開催される国際会議International Conference on Computing, Communications and Control Technologies 2004にて“Fluency Information Theory and Its Applications to Multimedia”なるセッションに応募し、この開催が認められた。このようにフルーエンシ文化が国内外に徐々に広まりつつある状況である。

これまでの当該プロジェクトの研究成果として挙げられることは次の通りである。

音声への応用においては、1988年Golden Sound賞、2001年オーディオ銘機賞をはじめとしこれまで国内外35の賞を受賞しており、フルーエンシ情報理論に基づくオーディオ再生方式が世界標準の一つとして認知されるまでに至っている。静止画像については当該研究プロジェクトで開発した安価で簡便に大規模な印刷物を作成するD.T.P.システムが平成15年度印刷学会論文賞・印刷朝陽会賞を受賞し、これが印刷革命となる技術として産業界からも注目いただいている。動画像については通常のNTSC TVあるいはDVDなどの映像を高品質に画質改善するフルーエンシTV-ICチップを開発している。

さらに、当該プロジェクトの研究成果を世界標準としていくためには学術的側面だけでなく産業的側面からそれらを普及させていくことが重要であると考えている。この点の対応として、知的財産を管理する企業経営者や技術管理者の会員で構成されている非営利団体（加盟組織約3,200を擁する産学連携・技術移転のための世界最大の協会）AUTM主催の国際会議(2004年3月に米国テキサス州で開催)に出展を行った。この国際会

議に参加し、研究成果を展示することにより、当該研究プロジェクトの研究成果が世界に通じる技術として評価されつつある。

2. 研究実施内容

平成15年度における当該研究プロジェクトの実施状況は以下の通りである。

フルーエンシ情報理論をPost-Shannonの情報理論として世界に位置づけていくには世の中にそれを普及していくことが急務である。その役割を大きく担う一つの施策として電子情報通信出版会より出版の認定を頂けている「現代波形解析－フルーエンシ解析－」の執筆を平成15年度に進めた。本書については平成16年度に纏められる予定である。

音声信号に関する研究・開発においては、フルーエンシDAC搭載のヘッドホン型オーディオ再生装置が開発された（図1）。ヘッドホン型オーディオ装置はオーディオテクニカから製品化されており、本製品は雑誌MJ主宰の2004年度「第22回MJテクノロジー・オブ・ザ・イヤ－」で周辺機器部門優秀賞を受賞した。オーディオ装置へのフルーエンシDACの採用は、デスク型のハイエンド高級機からミドルクラスのヘッドホン専用機へと展開され、今後さらにローエンドのオーディオ機器にフルーエンシDACが搭載され、フルーエンシオーディオ再生方式がより一層世の中に普及していくことが期待できる。



図1：フルーエンシDAC搭載ヘッドホン型オーディオシステム
(第22回MJテクノロジー・オブ・ザ・イヤ－周辺機器部門優秀賞)

静止画像処理に関する研究成果は次の通りである。平成15年度においては平成14年度に行った細線画像処理アルゴリズムの研究成果に基づいて、細線画像を関数近似処理する符号化ソフトウェアならびにその符号化情報から高精細・スケーラブルに細線画像を表示する復号ソフトウェアの開発を進めるとともに、フルーエンシ方式を評価する際に用いられる標準画像の整備を行った。さらに細線画像の対象を実際の地図（数値地図）データを用いることとし、それを高精細に符号化するソフトウェアの開発を進めた。

カラーイラスト画像を対象とした符号化・復号化の研究においては図形処理の応用に

関する研究を推進し、隣接図形の境界線を共用する輪郭線追跡法やフルーエンシ関数近似の処理時間短縮を図る手法を提案すると共にそれらの技術を活用した大看板、チラシ、ポスターなどの印刷物を安価な計算機環境で簡便に作成するD. T. P. システムの開発を進めた。本研究成果を纏め日本印刷学会誌へ投稿した論文「D. T. P. へのフルーエンシ関数近似化手法」（寅市和男他）（vol. 39, no. 3, pp169-179, 2002-5）は平成15年度日本印刷学会論文賞を受賞、さらには日本印刷学会の推薦で財団法人「印刷朝陽会」より平成15年度の印刷朝陽会表彰に輝いた。これは、この技術が印刷分野での革命技術となることで評価されたものである(図2)。また平成15年度においては上記の精密画像ならびにカラー画像を取り扱うことが可能な画像処理編集システムのプロトタイプシステムが開発されたが、それらを実用システムとして完成させていくためには、GUIの充実化やモジュールの拡張性等の整備等が必要であるため今年度はソフトウェア開発のための基盤整備も重点的に行った。

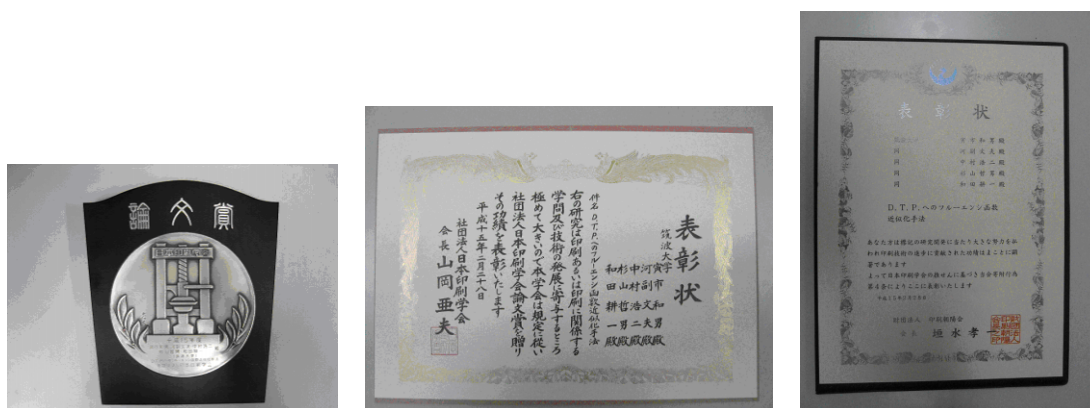


図2：印刷学会論文賞状・盾、印刷朝陽会賞状

動画処理に関する研究成果については、NTSCインターレース方式の動画をフルーエンシ情報理論に基づき水平方向の解像度を2倍に画質改善する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(図3)。このICチップを用いた画質改善処理の有効性を示すためには、従来方式のTV画像とフルーエンシ方式により画質改善処理されたTV画像との比較検証をする必要がある。そのため、今年度においてはそのICチップを搭載し、通常のNTSC信号のTV画像とフルーエンシ方式により画質改善処理を行ったTV画像との比較検討を行うことができるデモンストレーションシステムを新潟精密株式会社の協力のもとで開発した。なお、TV画像の画質改善用ICチップの開発については平成15年6月26日付けの日経産業新聞の1面において発表された(図4)。さらに平成15年度後半においては上記ICチップを用いた車載用小型モニタの画質改善処理システムを開発した。今後さらにフルーエンシ情報理論に基づく画質改善アルゴリズムを改良ならびに新たなアルゴリズムを開発しそれをICチップ化することも目論んでいる。実際にICチップを開発する際にはまずFPGA等のプログラマブルなプロセッサやメモリを含んだシミュレーションボード上において実証することが必要である。この実験システムについては

平成16年度7月末に完成予定である。



図3：動画像高精細化用フルーエンシTV-ICチップ



図4：フルーエンシTV-ICチップ開発発表記事
（日経産業新聞平成15年6月26日1面に掲載）

なお、今年度の研究成果であるこれらオーディオ再生装置、D.T.P. システム並びにTVシステムは平成16年3月に米国テキサス州サンアントニオにて開催された会議AUTM Annual Meeting 2004にて出展・発表し絶大なる好評をいただいたことを付記させていただく(図5)。



図5：AUTM Annual Meeting 2004展示風景

3. 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

- フルーエンシ情報理論の検討
- フルーエンシDACの開発
- 高精細・スケーラブルな静止画像記述方式の検討
- 静止画像符号化/復号化ソフトウェアエンジンの開発
- NTSC-TV信号の画質改善用ICチップの開発

4. 主な研究成果の発表（論文発表および特許出願）

（1）論文（原著論文）発表

<学会論文誌>

- Paul Wing Hing KWAN, Keisuke KAMEYAMA and Kazuo TORAICHI, On a Relaxation-Labeling Algorithm for Real-time Contour-based Image Similarity Retrieval, Image and Vision Computing Journal, vol.21, no.3, pp.285-294. (Mar. 2003).
- 寅市和男, 中村浩二, DVD-Audio用二次の標本化関数, 電気学会論文誌, 第123巻, C分冊, 5号, 928-937頁 (May 2003).
- 河副文夫, 寅市和男, 中村浩二, Paul Wing Hing KWAN, フルーエンシ関数系による細線画像の関数近似, 画像電子学会誌, 第32巻, 4号, 438-445頁 (July 2003).

<査読付き国際会議>

- Kazuki KATAGISHI, Adrian VASILACHE, Tohru ASAMI, Hitomi MURAKAMI, and Kazuo TORAICHI, A Switchover Method for a Long Distance Fixed Wireless Access (22GHz band, 6.3Mbits/s) Link, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim

- Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.466-469 (August 2003).
- Yasuhiro Ohmiya, Kazuki KATAGISHI, Tohru ASAMI, Hitomi MURAKAMI, and Kazuo TORAICHI, An Estimation Method of Working for a Long Distance Fixed Wireless Access(22GHz band, 6.3Mbit/s) Link, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.268-271 (August 2003).
 - Shinpei Chihara, Kazuki KATAGISHI, Tohru ASAMI, Kazuo TORAICHI, and Hitomi MURAKAMI, PGP-Based Security Enhanced Mail Gatewan (SEMAIL) with POP Authentication to Protect Spooling by Inside Sender for a Large-Scale Organization, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.696-699 (August 2003).
 - Sheng KAI, Kazuki KATAGISHI, Kazuo TORAICHI, Yoshinori MITAMURA, Hitomi MURAKAMI, Atsushi KOIKE, and Tohru ASAMI, Two-variables Compactly Supported Fluency Sampling Functions-Based Scalable Resolution Conversion for Fundus Photograph, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.1020-1023 (August 2003).
 - Tetsuo SUGIYAMA, Paul Wing Hing KWAN, Kazuo TORAICHI, and Kazuki KATAGISHI, A Method on Tracking Common Boundaries of Color Regions in Function Approximation-based Image Coding, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.852-855 (August 2003).
 - Koji NAKAMURA, Kazuo TORAICHI, Kazuki KATAGISHI, Yukio KOYANAGI, and Akira OKAMOTO, Design of FIR Filter with Smaller Number of Coefficients based on Compactly Supported Fluency Sampling Functions, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.256-259 (August 2003).
 - Soo-Nyoun KIM, Michiteru SUZUKI, Keisuke KAMEYAMA, Kazuo TORAICHI, and Takashi YAMAMOTO, A System for Content-Retrieval and Browsing of Kaou Monogram Images using Contour and Color Characteristics, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.844-847 (August 2003).
 - Fumio KAWAZOE, Kazuo TORAICHI, and Paul Wing Hing KWAN, A New Method on Assigning Function Types to Line Segments for Function Approximation-based Image Coding, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.856-859 (August 2003).
 - Kei TAGA, Keisuke KAMEYAMA and Kazuo TORAICHI, Regularization of Hidden Layer

Unit Response for Neural Networks, Proceedings of 2003 IEEE Pacific Rim Conference on Communications, Computers and Signal Processing, pp.348-351 (August 2003).

- Paul Wing Hing KWAN, Kazuo TORAICHI, Hiroyuki KITAGAWA and Keisuke KAMEYAMA, Approximate Query Processing for a Content-Based Image Retrieval Method, In: V. Marik et al. (Eds.): DEXA 2003, LNCS 2736, pp.517-526, (August 2003). Springer-Verlag B.H. 2003.

(2) 特許出願

H15年度特許出願件数：4件 (CREST研究期間累積件数：4件)