

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 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

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点)

研究代表者

寅市 和男 (筑波大学先端学際領域研究センター 特任教授)

3. 研究内容及び成果

(1) 研究課題全体の研究内容及び成果

本プロジェクトの目的は、理論から応用までの一貫した研究戦略の下に、Post-Shannon として体系化されているフルーエンシ情報理論の、各種マルチメディア共通記述形式としての有効性を実証することにある。この共通記述形式により、各種コンテンツの編集・配信・提示・検索が容易に行えるシステムを構築する。

音声、印刷・静止画、映像・動画が混在したメディアからコンテンツ及び領域が全自動で分類され、分類された領域毎に、輪郭線函数化、濃淡函数化、周波数函数化が施され、高精細かつ高圧縮な符号化を行う。符号化された情報は、少ないデータ量で高精細な提示が行え、編集・配信・検索も容易となる。同一のデジタル信号は DA 函数の違いにより異なるアナログ信号波形に変換される。フルーエンシ理論は、超函数の導入により深化させ従来の正則信号空間の理論から非正則信号空間の理論に展開し、区分多項式函数による不均等間隔変換函数、特性可変型変換函数、多変数変換函数等を導出した。これらの函数を信号の特徴に応じて適応的に選択することで、音・印刷・静止画・映像・動画情報を統一的に記述し、編集・配信・提示・検索が高品質、高圧縮、高速に処理可能なマルチメディアシステムを実現した。

本研究成果は学会、展示講演会などで「次世代マルチメディア記述形式」として多くの評価を受けている。音響においては、業界標準技術となっている「フルーエンシ DAC」に続き、テーラーメイドオーディオシステム、および Post-MP3 といった高音質再生・高圧縮符号化技術が実用化されつつある。印刷・静止画、映像・動画においても、高精細拡大・縮小技術が企業との共同研究で実用化され、これらが製品化への拡がりを見せ、トータルでは Post-MPEG としてのデファクトスタンダード技術を確立することで印刷・静止画革命、映像・動画革命を実現しつつある。

代表的学術的成果として、「D.T.P.へのフルーエンシ函数近似化手法」が革命的印刷技術として、日本印刷学会論文賞、印刷朝陽会賞に賞せられた。また、国際会議 CCCT2004 から「フルーエンシ情報理論およびその応用システム」の招待シンポジウムを開催し、国際的にも学術的貢献をおこなった。音響装置ではゴールデンサウンド賞他52の賞に輝き、フルーエンシ DAC は世界標準技術となっている。この音響信号処理及びテレビ用信号処理技術は、新潟精密(株)で IC 化され、(株)ルネサステクノロジが高解像度変換処理 LSI として製品化し、世界市場へ展開している。このテレビ信号の高解像度化技術の一部が、防犯カメラ映像の解像度変換に有効なことから、警視庁を始め各都道府県警から画像解析依頼を受け、科学捜査に貢献した。さらに、画像処理におけるリサイズ化技術は、従来技術に比べて精細さと処理時間で飛躍的に効果があることを KDDI(株)が評価し、モバイル画像コンテンツの処理技術として自社ツールに組み込んだ。

展示会や講演会において、複数の企業から共同研究の申し出等を受け、事業化の端緒が開かれている。特に、2004 年 3 月に米国サンアントニオ市で開催された「第 30 回記念 AUTM (Association of University Technology Managers) 2004」での招待展示・実演会は、欧米企業から打診があり、主催者からは「Excellent」と評価された。

上述したように、フルーエンシ技術は学会発表、論文投稿を通じて学術的進展に貢献すると共に、企業との事業化や各種展示会、講演会を通じて産業発展に貢献した実績が評価され、船井情報科学振興賞、井上春成

賞の受賞につながった。

(2) 個別内容と成果

I 理論および基本技術: 理論研究では、高精細・高圧縮な共通記述形式によるマルチメディアシステムを構築するために、Post-Shannon となる AD/DA 変換の枠組みを構築した。その基本方針は、時変・空変系に対する適応的函数近似システムの理論の構築である。そのため、情報メディア超函数による信号空間の L^2 からの拡張、及び確定的・確率的システムの融合による信号空間の確率空間への拡張を行った。

II 音響研究: 音響研究では、テーラーメイドオーディオ実現のために必要な可変特性標本化函数の音響シミュレータによる実証を行った。また、音響信号高圧縮符号化システムを従来 MP3 に匹敵する性能とし、Post-MP3 としての基礎が確立された。さらに、超音波音響信号が主観的音質に与える効果の心理学的実験及び中枢神経の処理に与える影響の脳波計による生理学的実験を行い、フルーエンシ技術の有効性を実証した。

印刷・静止画研究: 印刷・静止画研究では、従来の Adobe Photoshop を凌ぐ次世代フルーエンシ DTP システムを提案し、コンテンツの自動分類や高精細な解像度変換を実現した。さらに、画像・印刷物の編集・配信・提示・検索機能を実現する種々の応用システムを開発した。この技術はモバイル画像配信における高精細・画像圧縮技術として KDDI(株)に採用された。

映像・動画研究: 映像・動画研究では、単一/複数フレームによる高精細化表示技術を確立し、今後の超大型高精細表示システムに必要なモジュールとして体系化した。また、Post-MPEG システムへのステップとして、アニメーション制作システムを完成させた。

4. 事後評価結果

4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

1) 外部発表、特許出願等

論文誌 15 件、査読付き国際会議 43 件、招待講演 13 件である。現在までの論文誌数が少なめであるが、現在執筆中が数多くある。数としては妥当である。

国内特許出願 59 件、内公開特許 20 件であり、海外出願 6 件で 2 件が申請予定となっている。その内容は、理論が基本特許として国内外に出されている他、信号記述形式や実システムの特許がある。国際的戦略特許が提案されている他、基本から応用まで幅広く特許が出されており十分である。これほど、特許戦略を練る研究者は大学では極めて稀有であろう。欲を言えば、斬新な理論・技術を産業界で活かすために、開発技術のどの部分が権利化されており、どの部分に企業側の差異化要素を入れ込む余地があるのか等、製品化に際しての重要情報を「特許マップ・特許明細リスト」等の形で提示すれば更に有効であろう。

2) 研究成果の状況

理論として、マルチメディアに相応しい函数近似理論の基礎が固められ、共通の記述形式を提案した。これにより船井情報科学振興賞を受賞している。音響では、フルーエンシオーディオという名前が普及し始め、井上春成賞を受けている。画像処理でも、その DTP 処理技術は論文賞となり、また革新的な技術として印刷朝陽賞を受けた。画像の圧縮技術は KDDI のモバイルコンテンツ制作ツールに採用されている。国際的には、フルーエンシ情報理論とその応用に関するシンポジウムを主催したり、大学発の技術展示で日本を代表して招待を受けるなど、この成果は広く認知されている。このように社会的な visibility が高く、判り易い研究成果を出している。とりわけ企業との協業など、技術の移管に関して、多大なエネルギーを払い、多くの製品への展開を進めたことは、高く評価されよう。単に学問としての論文執筆に止まらない実践的な研究スタイルが有意な一つの形であることを実証したと言える。

すなわち、フルーエンシ理論を単なる学術レベルの検討で終わらせず、音響・静止画・動画へ適用するためのフィルタ設計やパラメトリック関数の考案など、実用化に向けた全体アルゴリズムまで構築できている点が大きく評価できる。さらに計算機によるシミュレーション実験にとどまらず、プロトタイプによる実機検証を行うことで実

際の動作確認まで完了している点も、本理論の実用性の高さを証明している。

3) 当初の研究計画に対する、成果の妥当性

当初の計画では、フルーエンシ理論を用いて、マルチメディア情報を統一的に表現する共通記述形式を確立し、それを用いたマルチメディア情報の編集・配信・提示・検索技術を開発することを目的としていた。

これに対して、実際の研究では、理論と応用とを密接に連携させ、理論の深化、基本技術の確立、実用技術の開発、実証システムによる検証が行われ、有効な技術の特許化と事業化が計られた。結果として、共通記述形式の確立はもとより、幅広い観点からの研究開発が行われることとなり、理論はより広汎に拡張され、技術は様々な要素技術が開発されて、この分野の総合的な発展をもたらした。多くの成果が挙がり、妥当な成果が出ている。

音響では、E-type 標本化函数による DAC が、印刷・静止画に対しては、画像編集システムとして業界標準よりも優れたシステムが、映像・動画に対しては、フレーム内画像補間技術が、その成果の代表である。

これらの成果は、すべて当初計画を上回る成果となっている。

4 - 2 . 成果の戦略目標・科学技術への貢献

1) 得られた研究成果の科学的・技術的インパクト

フルーエンシ情報理論の確立は、この分野における科学的成果であり、その有効性の実証と要素技術の開発は技術的成果である。この情報理論に基づく共通記述形式は、音・静止画・動画など様々なマルチメディア情報を、それぞれに適した最適な函数で表現することを可能にするもので、従来のアドホックな寄せ集めの世界から、より統一された世界を開くものである。

技術的には、音響では非常に高品質な方式を実現し、静止画では高精細でスケーラブルな方式を開発し、動画では従来の方式を超える優れた圧縮方式を実現した。これらはそれぞれに優れた技術的成果である。既存のマルチメディア分野は歴史も長く、これらに様々な方式が既に広く使われており、それらを完全に置き換えることには大きな壁が存在する。しかしながら、この研究で提案したような世界が存在するというを示したことは、既存世界に大きなインパクトを与えたといえる。

すなわち、現存する音響や映像コンテンツに汎用的に適用できる理論の構築とその有効性をプロトタイプで実証している点、および今後登場が期待されているスーパーハイビジョン等の高精細コンテンツに対しても応用可能な理論を提供している点が高く評価できる。

また、多くのベンダからの引き合いが来るなど、技術的インパクトは極めて高い。

2) 国内外の類似研究成果と比較した、研究成果のレベルと重要度

音響の分野においては、高品質な領域においてオーディオ企業に既に採用され、定評もあり、世界でトップであって十分に先行している。

静止画や画像を対象としたこの分野の技術研究は、大学のようなアカデミアよりも、企業内の方が先端的である。従って、その技術内容は明らかにされておらず比較が一般に困難である。しかしながら、特許情報を見る限り、本研究が世界的にも先端であることはある程度推定できる。そういう観点に立つと、静止画に対しては従来技術よりも優れた品質を実現することが印刷業界の画像評価技術者に確認されているという意味で、レベルは高く、また重要性が認識されている。画像に対しても、優れた圧縮技術として、厳しい使用環境である携帯電話に採用されていることから、やはりレベルは高く重要性も高いといえよう。

ただし、本理論の弱点・課題のより詳細な明示化や、動画像に対する圧縮性能検証を、MPEG-2 の他、H.264(MPEG-4/AVC)に対しても行うことなどが課題として残されている。

3) 研究成果のさらなる展開

マルチメディア処理の技術は、今後も広く必要であるが、その基本をなす信号記述方式を与えたことから、それらに広く使われる可能性がある。音響では、補聴器やテーラーメイドオーディオ、静止画では高精細の DTP

システム、映像では遠隔医療、デジタルテレビの高解像度化、モバイル機器画像処理の高速化などが期待できる。

今後映像はサイズ拡大・高精細の一途をたどり、表示装置もその傾向を踏襲する。その中で過去の膨大なレガシーコンテンツを如何に拡大して精細に見せるかが大きな課題であり、フルーエンシ理論による高周波成分の補間は、いわゆる「超解像度化」という大きな研究分野の最も強力なツールとなり得る。処理量も重要なファクタであり、今後は低処理量・高性能な動画像向けアルゴリズムの構築にも期待したい。

更に、静止画や動画に関して、今後現状技術の限界や問題点が認識されるにつれ、より優れた技術への変更の必要性が高まる可能性もある。そのようなとき、この研究のように、その未来技術として一步先んじた成果は、大変有用であり、今後、非常に大きな影響を持つこともあり得よう。

4 - 3 . その他の特記事項(受賞歴など)

1) 特記すべき成果

フルーエンシ理論を体系づけ、それを音響・画像に応用するアルゴリズムを構築すると共に、実機検証までを完遂させた活躍は見事である。特に今後産業界から熱望される超解像技術への大いなる適用可能性を提示したことは、CRESTとしても多大な成果といえる。

この技術では、フィルタの設計時に、必要となるタップ数が1桁程度少なくて済むという副産物もある。これは、音響のみならず、高速の画像処理用に適用すれば設計や製造上の効果が大きい可能性がある。

デファクトスタンダードで広く浸透した世界を後発の技術が書き換えることは容易なことではなく、技術の優位性だけでは困難である。しかしながら、世界的に国際競争が激しい時代であり、知的財産の果たす役割は非常に大きい。この技術を保持することで、今後出現するかもしれない特許紛争時の代替技術としての役割も十分あり得よう。

2) 総合的評価

フルーエンシ情報理論を発展させ、それをマルチメディア処理へ適用して、その有効性を実証した。基礎から応用・実用化まで、自らの理論と技術で世界を作り上げて見せたという意味で、極めて優れた成果である。世界的にみてもトップ級である。これは、一つの研究テーマを追い続ける研究代表者の真摯な姿勢により成ったものであると言えよう。