

「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

(筑波大学先端学際領域研究センター
マルチメディア情報研究アспект 特任教授)

「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

はじめに

プロジェクトの最終段階を迎えるに当たり、当初からの研究課題とこれまでの研究による成果を概
述し、その上での最終ターゲットを明示することにより、残余研究期間でのプロジェクト完遂を目指
す方途を提示したい。

1. 研究のねらい

当プロジェクトの研究開発目標は、第1に、フルーエンシ情報理論を Post-Shannon の標準理論
として位置付けさせることであり、第2に、それを用いて音声、静止画像、動画像における統一的符
号化・復号技術として実証システムにて完成させ、同技術を国際標準とすることである。

フルーエンシ情報理論は、信号空間を正則関数空間から非正則関数空間へ拡張し、原信号の
特徴に応じたアナログ／デジタル相互変換と、アナログ信号波形をデジタル信号で関数表現する
符号化理論、すなわち情報表現の理論である。マルチメディア情報の統一的関数符号化により、
原信号の忠実かつ高精細な再生・スケール変換が可能となり、音声から映像までを人間の知覚特
性に適合した統一的符号化形式で、記述・編集・配信・提示を行うマルチメディアシステムが実現
できる。

当プロジェクトでは、プロジェクトの完遂に向け、音響、静止画、動画における各実証システムとし
てのターゲットシステムを規定し、その実現に向けて基本技術の確立、モジュール開発、システム
開発、評価を実施する。この実証システムを通して、Post-MP3(音響)、Post-JPEG(静止画)、
Post-MPEG(動画)となるフルーエンシ符号化・復号方式を確立すると共に、フルーエンシマルチメ
ディアシステムが世界標準に位置付けられることを目標とする。

2. これまでの研究概要

昨年度までに、理論においてはフルーエンシ情報理論に超関数論の手法を導入し、従来の枠組
みに加えて、不均等標本化関数や特性可変な標本化関数について提案した。

音響においては、工学面から MP3 などの圧縮音源再生への適用でフルーエンシ補間方式の有効性を示し、実証と IC 開発のための FPGA を搭載した音響シミュレータを開発した。同時に心理的、生理的な聴覚知覚特性を検証するため、比較試聴実験や EEG を用いた実証試験を進めてきた。静止画研究においては、特に地図やイラストの記述、マンガ配信を意識した高精細・スケーラブルな記述方式、携帯電話カメラ画像などに有効なフルカラー画像圧縮方式を提案した。動画像においても実時間補間による高画質化方式が製品に採用され、さらなる映像信号補間方式のハード化実証のために映像シミュレータを導入した。

3. 本年度の進捗

フルーエンシ情報理論のマルチメディアシステム応用を実証する最終ターゲットに向けて、モジュールの開発、評価検証を進めた。

理論研究においては、従来の枠組みにおける信号空間の定式化と高精細化方式、論理直交変換(LOT)と信号部分空間の選択による圧縮方式の開発に加え、不均等標本化函数、特性可変な E-type 型標本化函数、柔軟型多変数函数による信号空間の調整を含む新たな枠組みの確立に向け研究を進めた。本年度特筆すべきは、これらの理論研究の成果が即座にマルチメディアに応用されていく研究体制が確立されたことである。また、フルーエンシ函数に基づく FIR フィルタを実現し、従来方式に比しタップ数を $1/10$ 程度に減少可能なことを実証した。

音響研究では Post-MP3 として、フルーエンシ FIR フィルタによる帯域分離と E-type 標本化函数の利用による信号函数近似を適用して高圧縮化を図った。また、高音質化については、音響シミュレータを改造して S/N 比-100dB を実現し、最終ターゲットとしてのテーラーメードオーディオの実現に向けて、モジュール開発を進めている。その成果の一つとして、カーオーディオ用デジタルアンプが製品化された。さらに、フルーエンシオーディオの超音波成分の効果を生理学的に把握し、その結果を工学にフィードバックすることを目的として、東京電機大学との共同研究により脳波による知覚現象の観測実験を行い、純音と超音波差音との脳内知覚部位の差異を明らかにしつつある。

静止画研究においては、画像の性質に最適な函数化を行うための自動分類技術、濃淡函数化処理としてエッジ方向を考慮した 2 変数柔軟型補間処理技術を完成させ、プラグインソフトモジュールとして PhotoShopCS2 に組み込み実証した。また、モバイル機器における圧縮画像の高品質化を図るため、フルーエンシ函数による圧縮手法についての検討に着手した。

動画研究においては、連続する複数枚の動画フレームを利用し、位置合わせの後にフルーエンシ不均等標本補間法を用いる超解像度化技術、フレーム間画像を生成する多フレーム化処理技術を開発し、映像高精細化、高圧縮化の検討を進めた。これらの技術によって監視カメラ画像などの高画質化が可能となり、警視庁を始めとする県警からの画像解析による捜査依頼に協力している。これらの要素技術は、Post-MPEG としての次世代動画記述形式としてのデファクト化を目指し、その実証のためのソフトウェアの開発を進めた。

4. 今後の見通し

音響、静止画、動画ともに、これまで開発した要素技術を集約することで、マルチメディア信号の統一的次世代記述方式となる Post-MP3、Post-JPEG、Post-MPEG システムの実現へと研究開発を進めると同時に、最終ターゲットイメージの実証システム実現を図る。

音響においては、高音質化についてはテラレーメードオーディオシステムの実現を目指し、高圧縮化については MP3 に代わる帯域分離技術、符号化技術の実用化を図り、フルーエンシ符号化技術の音響分野における世界標準技術として展開させる。また、生理学的・心理学的実験に基づく聴覚モデルの検討を進め、音響工学的観点での評価モデルに反映させる。

静止画においては、JPEGを超える次世代画像記述形式として、コンテンツ領域の自動分類、輪郭・濃淡の函数化技術を実用技術に高め、統合型画像編集システム、モバイルマルチメディア画像編集・配信システムとして実証する。

動画においては、MPEG を凌駕する次世代映像記述形式として、フレーム内情報による画面サイズの適応的リサイズ、多フレーム情報による高解像度化、異種メディア間のフレームレート変換などの開発を行い、モバイルマルチメディア動画配信システムを実証システムとして構築する。

2. 研究実施内容

当プロジェクトの研究開発目標は、第1に、フルーエンシ情報理論をマルチメディアにおける実用的信号処理理論として確立させ、Post-Shannon となる標準理論として位置付けさせることであり、第2に、音声、静止画像、動画における統一的符号化・復号技術として実証システムにて完成させ、この実証システムを通して、Post-MP3(音響)、Post-JPEG(静止画)、Post-MPEG(動画)となるフルーエンシ符号化・復号技術を国際標準とすることである。

プロジェクトの完遂に向け、理論から実用化までの一貫した研究開発を進め、音響、静止画、動画における各実証システムとしてのターゲットシステムを規定し、その実現に向けて基本技術の確立、モジュール開発、システム開発、評価を実施している。

以下にそれぞれの研究実施内容について述べる。

<理論>

1. 概要

フルーエンシ理論の基本的な考え方は、マルチメディア信号を統一的に符号化し、処理する情報表現にある。その情報表現として、区分的多項式に基づく函数表現に基本原理がある。この基本原理は、アナログ信号とデジタル信号との相互変換及びデジタル信号の函数化表現において、信号の特徴に合わせて適応的に函数を選択することであり、その函数は、信号の微分可能回数をパラメータとした信号空間に形成される。

しかし、実際にこの理論を運用していく中で、様々な実用上の課題が実システムからの要請として浮かび上がってきた。そこで、従来の理論を理論 Ver.1 と位置づけ、これらの要請への解を与える理論として、標本点間隔、節点間隔、信号特性の調整可能性等のパラメータを含むより広い区

分的多項式に基づく「理論 Ver.2」へと発展させた。この理論 Ver.2 を用いることで、マルチメディア信号処理での AD/DA 変換において、より柔軟な函数近似の枠組みがもたらされた。

	フルーエンシ理論 Ver.1	フルーエンシ理論 Ver.2
パラメータ	固定	可変
取り扱う空間	B-Spline函数から生成される区分的多項式信号空間	一般の区分的多項式信号空間
多項式の次数 $m-1$	$1 \leq m \leq \infty$	
補間関数の台の長さ	有限 / 無限	
標本点間隔	均等	不均等 ($k\tau, k \geq 0$)
節点間隔	固定 ($k\tau, k = 1 \text{ or } 1/2$)	可変 ($k\tau, k \geq 0$)
変数	1 変数	多変数
補間関数の波形調整の可能性	不可	パラメータ α により可能

2. H18 年度の進捗

今年度は、理論 Ver.2 の中でも、主に標本化函数のパラメトリックな最適化、2変数柔軟型標本化函数、不均等標本化函数の開発・応用の大きな3ブロックの課題に取り組み、それにより Ver.2 の発展を行った。これらの成果は後述のマルチメディアへ適用されている。

音響への応用においては、信号の帯域分離を行うための FIR フィルタの開発、不均等標本間隔および波形調整可能パラメータを持つフルーエンシ標本化函数を開発し、音響信号の高圧縮化、高音質化に貢献している。静止画への応用においては、2変数フルーエンシ補間函数として、従来の1変数函数に代わる柔軟型函数を開発し、飛躍的な高精細化を実現させることができた。動画への応用においては、複数フレーム情報による高解像度化、フレームレート増加、高圧縮化に対する不均等補間函数の適用、を図っている。

3. 今後の取り組み

音響、静止画、動画の最終ターゲット実現に向けて、マルチメディア信号を統一的に扱える共通符号化技術としての理論の実用性を向上し、Post-Shannon と位置づけられる情報理論として確立する。

<音響>

1. 概要

音響研究においては、フルーエンシオーディオロジーとして工学・生理学・心理学の面からの体系化を背景に、フルーエンシ理論の応用を目指した音響工学を主体に、その成果を生理学・心理学的な知見からサポートする音響生理学・音響心理学の3分野にわたった研究を進めている。そして、音響工学においては、信号の高圧縮化技術において、従来広く用いられているMP3方式に代わり、これより高い圧縮率・音質を実現する Post-MP3 技術の開発を、また高音質化技術においては環境・特性・用途に応じて再生音質の調整が可能なオーディオシステムであるテラーメードオ

オーディオの開発を、それぞれ最終目標としている。

これまでの研究成果として、H15 年度までに、音響工学(高音質化)において、フルーエンシ DAC を搭載したオーディオ再生装置(ハイエンド CD プレーヤおよびミドルクラスヘッドホンアンプ)が開発された。

H16 年度には、高音質化技術のローエンド音響システムへの展開を図り、MP3 信号の再生時にフルーエンシ補間を行うことで圧縮音源の品質を向上できることを示した。その実証のために、FPGA を用いた音響シミュレータを製作した。また、音響心理学においては、超音波が人間の感覚に与える影響を心理的に評価するため、生演奏・フルーエンシ DAC・従来型 DAC によるブラインド試聴実験を、NHK の協力を得て NHK 渋谷 509 スタジオにて行った。さらに、音響生理学において、超音波差音で生成される可聴域周波数のうなり音が知覚されるメカニズムを解明すべく、EEG (脳波計)を用いての知覚実験を東京電機大学との共同で行った。

H17 年度は、特性可変標準化函数(E-type)を用いた高音質化研究を進めた。この函数の、パラメトリックに周波数特性を変えることができる性質により、人間の知覚により適合した音響信号再生アルゴリズムを実現した。この提案手法を評価するため、リアルタイム音響シミュレータによる、再生アルゴリズム比較評価実験および迅速なハード化、IC 化が可能な環境の整備を進めた。また、音響心理学においては、ブラインド試聴実験の解析を進め、超音波再生成分の有無が音響知覚に影響を与えることなどを確認した。さらに、音響生理学においては、H16 年度の共同研究を進めて超音波によるうなり音(差音)と、それと同周波数の純音の、脳の聴覚野活動における相違を検証する実験を行い、相違が確認された。

2. H18 年度の進捗

1) 高圧縮化

これまでに進めてきた高音質化技術を基として、従来広く用いられている MP3 形式に替わる音響信号の高圧縮化技術研究に着手してきた。そのモジュールの一つとして、MP3 方式で利用されているフィルタバンクに代わり、フルーエンシ標準化函数をベースにした FIR フィルタでフィルタバンクを設計した(図 1a, b)。このフィルタバンクは従来手法より少ないタップ数で実装でき、モバイル用途など資源の制約が大きい環境に適している。

このフィルタバンクを用いて音響信号の帯域分離を行い、各帯域の信号波形について函数符号化を行い、高圧縮化を行う。

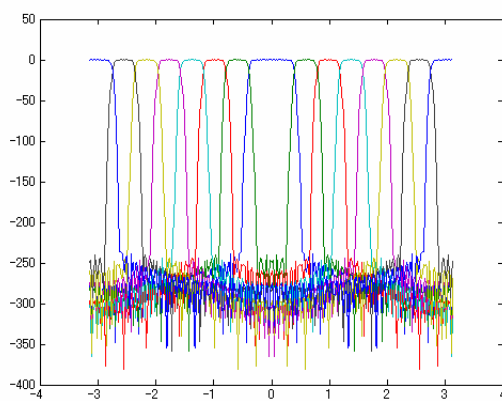
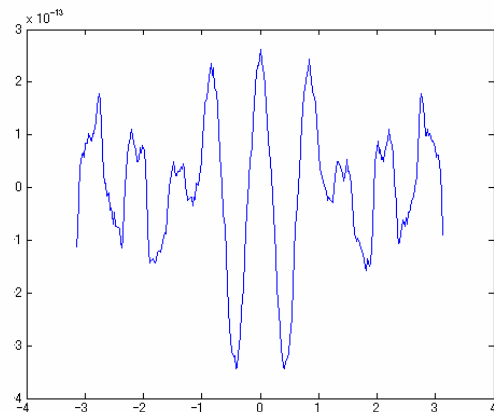


図 1 a. フィルタバンクの構造



b. 再構成による誤差(理論値)

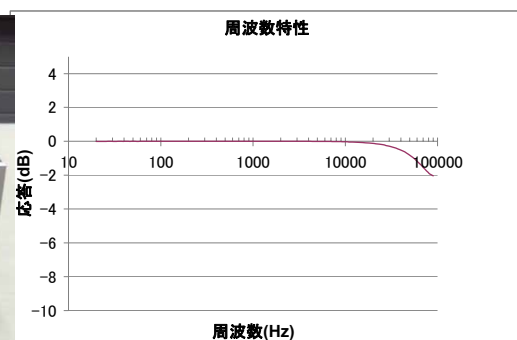
2) 高音質化

デジタル音響信号の高音質再生技術研究においては、特性可変標準化函数(E-type)を用いることで、パラメトリックに周波数特性の調整を行っている。この調整によって、人間の聴覚特性に適応した音響信号を再生し、主観的な高音質化を図ることができると考えている。また、環境や用途に応じて適応的に音質を調整できるテーラードオーディオの実現を目指しており、その一歩としてフルレンジDACを搭載したカーオーディオ用デジタルアンプが発売されている。

これらの提案技術の評価及び最適パラメータ探索のために導入したリアルタイム音響シミュレータに関して、提案手法が真に高音質化に寄与していることを確認するには、それに相応する高い精度が要求される。その要求を満たすために、ハイエンドオーディオ機器に匹敵する S/N 比を実現する改造を行った(図 2a)。改造の結果もまた、ハイエンドオーディオ機器の測定・評価に用いられる高精度オーディオアナライザによって検査し、改造によって実現した精度を確認している(図 2b)。



図 2 a. 改造後の音響シミュレータ



b. 音響シミュレータの周波数特性

3) 生理学的実験

さらに、生理学的観点から、フルーエンシオーディオの特徴である超音波成分の知覚への影響を調査するため、東京電機大学との共同研究で超音波刺激時の脳内活動観測実験をこれまでも行ってきた。この実験は、被験者に超音波によるうなり音（差音）と、それと同周波数の純音を聞かせ、脳の聴覚野の活動における相違を、脳波計を用いて比較検討する実験である。以前の結果から、超音波差音と純音とで脳内活動に相違があることを確認しているが、本年度はこの実験結果を論文として発表する上で必要とされる数のサンプルを確保するために、追加実験を行った。

3. 今後の取り組み

来年度は、当プロジェクトの最終目標を実現するために、音響工学の高圧縮化研究においては、サンプル値の適応的間引き・補間モジュール、超音波の影響を考慮した心理聴覚モデルに基づく適応的量子化ビット割り当てモジュール、フィルタバンクにおける最適な帯域分割周波数の適応的自動決定モジュールを完成させることによって、MP3 方式より高効率で圧縮可能な音響信号符号化方式(図 3)を開発する。

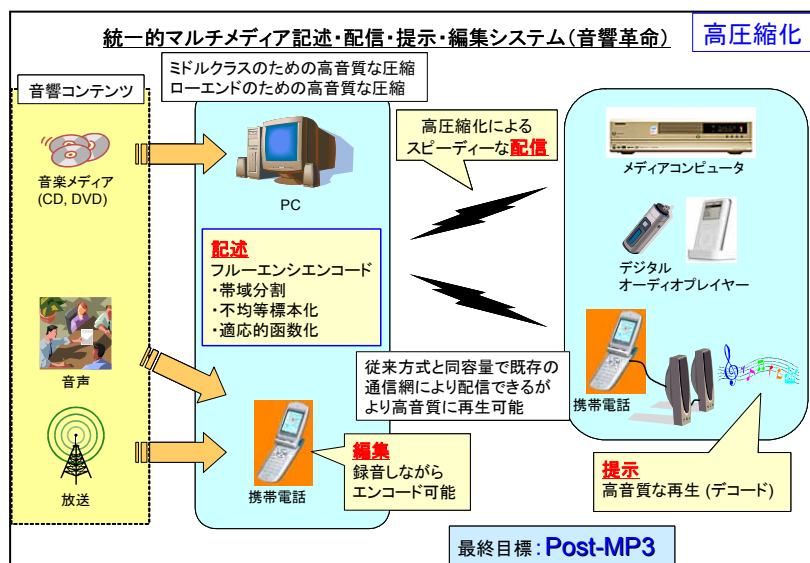


図 3 高圧縮音響信号符号化方式のイメージ

音響工学の高音質化研究においては、各種の補間アルゴリズムをFPGA上に実装し、比較検証していくことで、再生環境や聴取者の特性に合わせた音質で音楽再生を行うテララーメードオーディオ(図 4)を実現していく。



図 4 テーラーメイドオーディオのイメージ

音響生理学においては、脳波より空間解像度に優れる脳磁波を用いて超音波差音刺激時の中枢神経活動をより精確に計測し、超音波が聴覚に与える影響の検証を進めていく。また、超音波差音が生成するメカニズムを解明するために、レーザ振動計による鼓膜の振動状態測定を行う。これらの結果から、超音波の非線形的な伝達を考慮した Post-Bekesy モデルを提案する。

音響心理学においては、過去の実験結果の再検証および追加実験を行い、超音波が人間の主観的音質に与える影響を解明する。

＜静止画＞

1. 概要

静止画研究は、DTPシステムから医療診断まで、様々な応用が考えられる重要なモダリティの一つである。この静止画に対する符号化・復号技術に関しては、これまで一定のデータ容量のもとで品質を上げていく高品質化を目標に置いた研究と、許容できる品質のもとで圧縮をかける高圧縮化を目標に置いた研究を行ってきた。そして、最終的にはこれらを統合し現在の業界標準である JPEG を超える次世代画像記述形式(図 5)の開発を目指している。そこでは、対象とする静止画をコンテンツにより文字、線画・イラスト、自然画などに分類し、それぞれの種類に最も適合する函数処理および符号化・復号アルゴリズムを、適応的に選択することで次世代画像記述形式を実現する。その中で、最も重要なアプローチは画像に多数の 2 変数フルエンシ函数を使って適応的な函数化を施し、そして、各領域の輪郭も同様に表現することである。領域および輪郭の函数化を通して、画像のデータサイズを従来のラスター形式(JPEG など)より画期的に削減できるだけでなく、区分多項式函数系に基づいて記述された領域や輪郭そのものの編集・配信・提示において、従来にない高度な機能を持たせることが可能である。

以下、現在までの具体的な成果について報告する。

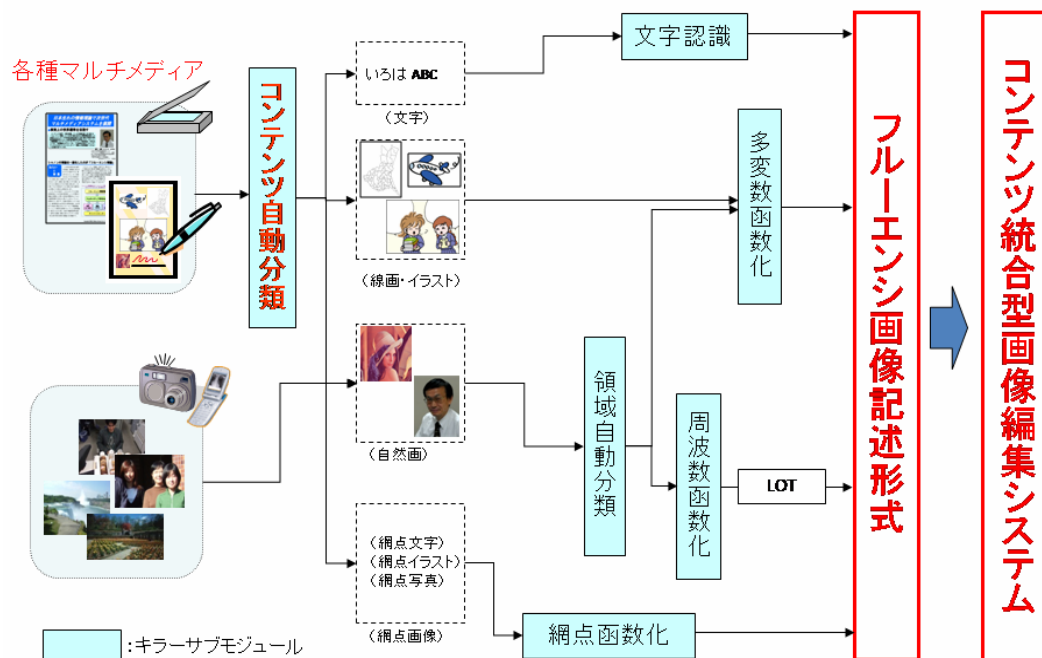


図 5 静止画研究の全体像(次世代画像記述形式)

2. H18 年度の進捗

1) 自動分類

マルチメディアで扱われる静止画は、多くの場合、文字や線画によく使われる1画素1ビットの白黒領域、漫画やイラストなどでよく登場する1画素8ビットのハーフカラー領域、写真や絵などの1画素24ビットのフルカラー領域が混在する(図6(a))。それぞれの領域に対して最適なフルエンシ函数化を施し、高精細な解像度変換や高圧縮を実現するために、領域の自動分類を行うアルゴリズムを開発した(図6)。

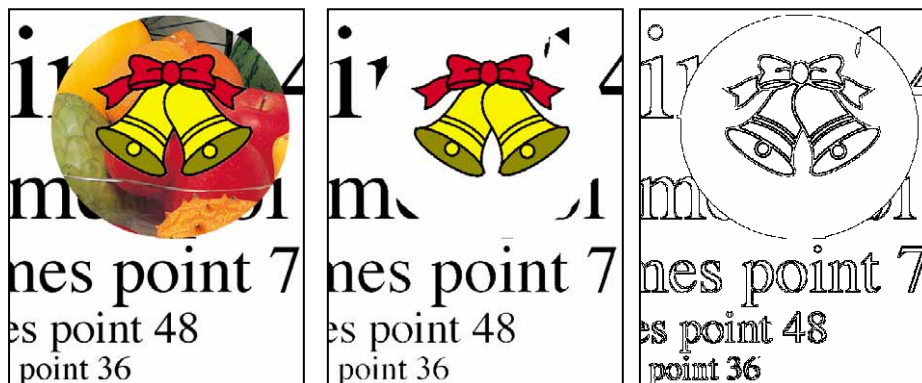


図 6 (a) 入力画像 (b) 分類された領域(フルカラー領域非表示) (c) 各領域の輪郭線

この領域自動分類技術によって、画像における文字、イラストなどの輪郭線を主体とする画像とフルカラー画像の濃淡を主体とする画像に分離可能となり、画像の特徴にあわせた符号化を適応的に実施可能となる。この技術は後述の Adobe PhotoShop のプラグインソフトとして組込み、実証評価を行っている。

2) 領域二変数函数化

文字について、ここでは、適応的な最適多変数函数近似手法を取り入れることにより、その文字を表現することができる。今回、フルーエンシ情報理論に基づき、領域の二変数函数近似を行うことで、図7(b)に示すように従来手法より効率の良い滑らかな変化を実現可能な符号化・復号技術を確立した。



図7 (a) 従来法(単色領域函数化), (b) 提案法(領域二変数函数化)

3) 多変数補間

デジタルカメラや携帯カメラなどで撮影した写真などを、エッジを考慮したフルーエンシ柔軟型補間函数を用いて高精細に拡大する手法を実現し、画像解像度変換の従来法であるバイキュービック法などに比べて高精細な補間画像を得ることが可能になった(図8, 9)。

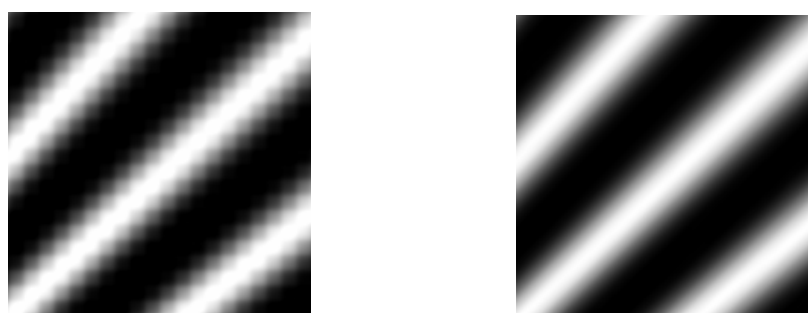


図8 (a) 従来法(バイキュービック法), (b) フルーエンシ補間方式

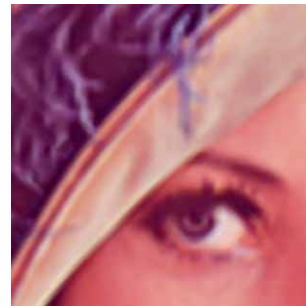


図 9 (a) 従来法(バイキュービック法), (b) フルエンシ補間方式

図 8、9 から明らかなように、従来法に比較して、フルエンシ補間方式は画像のエッジ部が非常に滑らかとなり、濃淡画像のエッジ近傍での符号化方式として従来法を凌駕する技術となったと確信する。

4) プラグイン化

これまで、画像記述に対する要素技術を纏め上げたシステムとして、当プロジェクトではスタンドアロン型／オンライン型 DTP システムを開発している。しかしながら、ユーザの中には従来から使い慣れた機能や操作はそのまま、核となるエンジンにはフルエンシを取り入れたいという要求がある。そこで、世界標準化戦略のひとつとして、画像記述に対するフルエンシ技術を現在の世界標準といえる Adobe 社のソフトウェア(Photoshop, Illustrator)へプラグインするという形で実現し、実証評価を行った。

このプラグイン開発により、従来の最先端手法と開発手法との比較評価が同一条件下で容易に行え、ユーザへのアピール性も高い。

3. 今後の取り組み

次世代画像記述形式を実現するキラーモジュールの高速化・省資源化を図ることで、実証システムとしてのモバイル画像編集・配信システムの構築を目指す。特に、フルエンシ情報理論の拡張とともに輪郭などの多変数関数化処理の精度向上を実現することで、フルエンシ情報理論による統一的記述形式が JPEG などに代わる新しい画像記述形式と認知されることを目指す。さらに、低容量・高精細・スケーラブルな統合型画像編集システムの構築によって開発技術の優位性を実証することで、世界標準化を目指す。

<動画>

1. 概要

動画研究は、防犯カメラからテレビ放送までの様々な応用が考えられる重要なモダリティの一つである。この動画に対する符号化・復号技術に関しては、これまで一定のデータ容量のもとで品質を上げていく高精細化を目標に置いた研究と、許容できる品質のもとでデータ圧縮する高圧縮

化を目標に置いた研究を行ってきた。そして、最終的にはこれらを統合し現在の業界標準である MPEG を超える次世代映像記述形式(図 10)の開発を目指している。基本となる記述形式は、映像のフレーム毎に多数の多変数フルーエンシ函数を使って、輪郭などを表現することである。さらに、離散フレーム列を時間方向で区分多項式に基づく連続函数で表すことで、任意フレームレートの高品質な映像を再生することが可能となる。

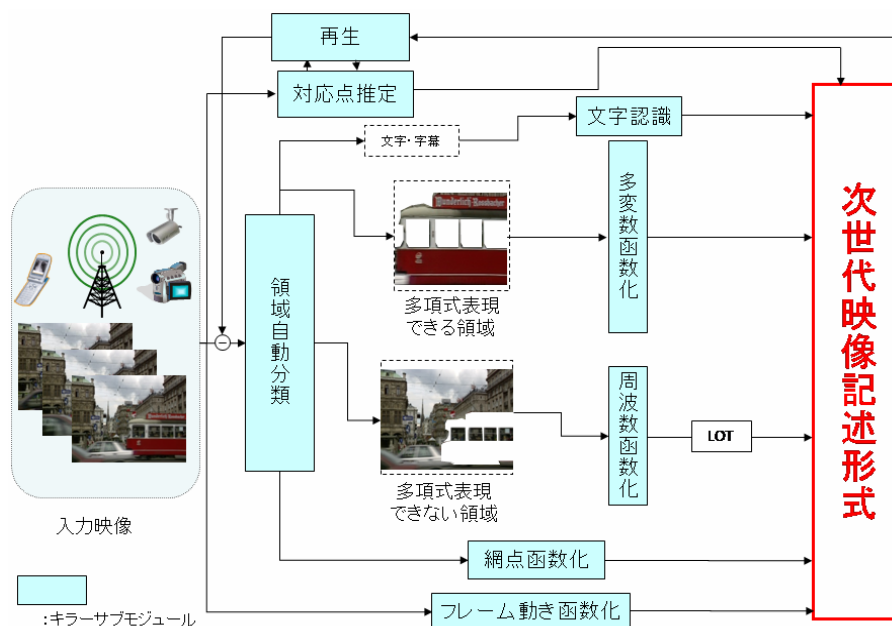


図 10 動画研究の全体像

これらの手法を用いて、インパクトのあるキラーアプリケーションとしてマルチメディアの記述・配信・提示・編集のシステム(高精細化大型表示システム、高圧縮システム)をターゲットに、本研究成果の有効性を実証する。実証システムの有効性は次のように考えられる。

- (i) 大幅にデータサイズを削減することで通信網のトラヒック量を軽減できる、
- (ii) 異なるデバイスに対して統一的符号化で記述しているので、ハードウェアのコストが大幅に削減できる、
- (iii) 函数で映像を表現しているので解像度変換・編集・検索が容易となる。

映像の記述形式として現在最も普及している MPEG は、DCT をベースにして動画像符号化を行っている。これに対し、フルーエンシ理論に基づく動画像符号化は、原信号に適した信号空間を選択し、函数化を行なうことでシャープさを保持したまま高圧縮化が実現できると考える。

現在、次世代映像記述形式(Post-MPEG)を実現するため、高精細化と高圧縮化の二つの観点を

で研究を進めている。Post-MPEG 方式において、映像信号を高精細に再生するためのアプローチとして、①水平補間、②水平・垂直補間、③複数フレーム空間補間、④複数フレーム時間補間の順に研究を進めている(図 11 参照)。



図 11. 実証システムへ向けた要素技術開発

MPEG 方式の時間スケーラビリティ・空間スケーラビリティという高精細モジュールに代わる、複数フレームの情報を有いたフルエンシ高精細モジュールは有効である。複数フレームの情報を有効に使うため、精密な動き推定が必要である。動き推定はフレーム間情報の利用・処理において重要なモジュールであり、精密な動き推定を行うことで、よりよい圧縮率が達成できる。さらに、Post-MPEG 方式の圧縮モジュールを開発・評価するために、アルゴリズムの検証と MPEG との比較を行う圧縮シミュレータの開発が必要となる。

以上のことから、H18 年度は以下を中心とした研究を進めた。

2. H18 年度の進捗

1) 複数フレーム空間補間方式

CCTV などの動画像では比較的動きが遅く、似通ったフレームが何枚も得られるという特徴がある。この特徴を利用し、複数のフレームを用いた補間によりフレームの高画質化を図ることが本研究の目的である。複数フレーム間の局所的な対応点を推定し、局所的により多くの画素の情報を不均等間隔補間という形で利用することで高画質フレームの構成を実現した。単一フレームを用いた補間と比較した場合、複数フレームから生成されたフレームはその画質が向上していることが確認されている(図 12 を参照)。提案手法は補間処理によって実装されるため、処理が比較的単純であり汎用性が高く、将来ハードウェアへの実装が期待される。

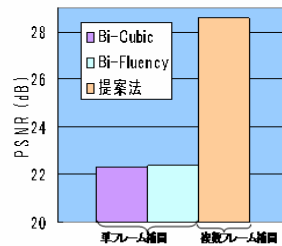


図 12 単一フレームによる場合と提案法(複数フレーム空間補間)との品質比較
(PSNR 値. 標準動画像 “Container”を用いて評価)

2) 高フレームレート化

映像では一般にフレームの前後で似通ったシーンが続く場合が多い。この特徴を利用し、複数フレームの情報を用いて、高フレームレート化を行い、高画質化を図ることが本研究の目的である。そこで複数フレーム間の局所的な対応点を推定し、対応する画像点を内挿することにより高画質な内挿フレームの構成を実現した。従来手法により構成したフレームと比べて、提案手法で構成したフレームは画質が向上していることが確認されている(図 13 を参照)。

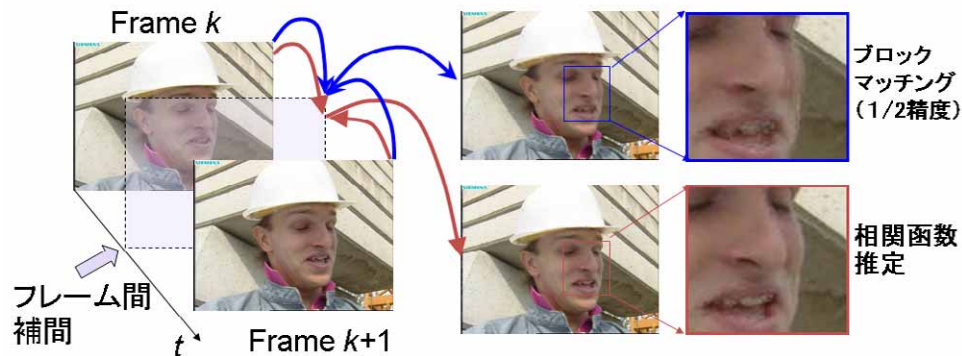


図 13 高フレームレート化による映像の高画質化

3) 対応点推定アルゴリズム

対応点推定は、動画の高精細化・高圧縮化に対して重要なモジュールであり、上記の複数フレームから一つの高解像度のフレームを推定する場合にも、構成されたフレームの画質に決定的な影響を与える。また、一般的に動画の圧縮において、圧縮率が対応点推定の精度に大きく左右される。本研究では、フルエンシ理論に基づいて、フレーム間の相関関数の属する関数空間を正確に決定することにより、任意精度で動きベクトルを求めることを実現している。提案手法と従来手法(2次多項式補間)の比較を行った実験において、その有効性が示された(図 14)。

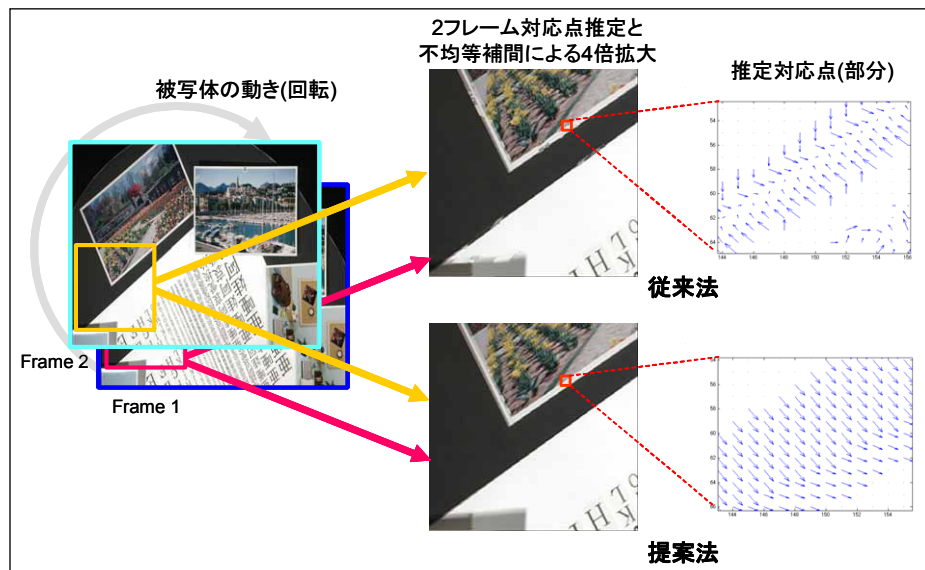


図 14 連続する 2 フレームの対応点推定と不均等補間を用いた拡大結果
 上: 従来対応点推定法、下: 提案対応点推定法。
 提案法を用いた拡大結果の品質向上は、対応点推定の精度向上による。

4) 圧縮シミュレータの開発

映像高圧縮化への取り組みとしては、高精細解像度変換方式に加え、領域情報の符号化、論理直交変換(LOT)を用いた適応的 Windowing、動き補償などの要素技術開発を行っている。現在 MPEG 符号化/復号を出発点に、そのモジュールごとにフルーエンシの函数近似に基づく要素技術導入を進めている段階である。特に、動き補償に対して、前述したように精密な動きの推定が可能となったので、MPEG 方式より効率的な動き補償の実現が見込まれる。また、上述の高精細解像度変換モジュールの実装は既に完成している。今後、静止画に対する技術である多変数函数化の技術を取り入れ、さらなる高圧縮化を目指す。あわせて、映像シミュレータを用いたハードウェア化を進め、そのための環境整備や要素技術としてのリアルタイム領域抽出技術、動き情報の検出、および LOT 実装方式の検討と実装を進めて行く。

3. 今後の取り組み

次世代映像記述形式を実現するキラーモジュールの高速化・省資源化を図ることで、モバイル映像編集・配信システムの構築を目指す。特に、フルーエンシ情報理論の拡張とともに、LOT 圧縮処理の高速化、対応点推定、フレームおよび動きの函数表現の効率化に取り組むことで、MPEG などに取って代わる新しい映像記述形式の確立を図り、低容量・高精細・スケーラブルな大型表示システムの構築を目指す。

3. 研究実施体制

(1)「フルーエンシ理論とそのマルチメディア応用研究」グループ

①研究者名

寅市 和男(筑波大学システム情報工学研究科 教授)

②研究項目

・フルーエンシ理論とそのマルチメディア応用に関する研究

1)フルーエンシ情報理論の検討

2)音響システムの高品質化, 高圧縮化, 音質評価, 聴覚のモデル化

3)高精細・スケーラブルな静止画像記述方式と実証システムの試作

4)動画像の高画質化, 高圧縮化と実証システムの試作

4. 成果発表等

(1)論文発表(原著論文)

○大宮康宏, 寅市和男, 三浦康之, 喜多村守, 岡本明, 和田耕一, 亀山啓輔, 諸岡

泰男, フルーエンシ補間によるTV映像高精細化処理のハードウェア実装法, 映像情報メディア学会誌, (July 2006).

○Takuto MOTOYAMA, Tohru KAWABE, Kazuo TORAICHI and Kazuki

KATAGISHI, New Integrated Design Approach of RHC with Adaptive DA Converter, WSEAS (World Scientific and Engineering Academy and Society) Transactions on Systems, Issue 5, Vol. 5, pp.981-988 (May 2006).

○KEISUKE KAMEYAMA, SOO-NYOUN KIM, MICHITERU SUZUKI, KAZUO

TORAICHI and TAKASHI YAMAMOTO, Content-Based Image Retrieval of Kaou Images by Relaxation Matching of Region Features, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, Vol.14, No.4, pp.509-523 (August 2006)

○G. Sha, Tohru Kawabe, Kazuo Toraichi, Kazuki Katagishi and Koji Nakamura, A New

Approach to Discrete Approximation of a Continuous-time System Model Based on Spline Function, Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering, Vol.5, No.3, pp.179-188 (October 2006).

(2)特許出願

平成 18年度特許出願:1 件(CREST 研究期間累積件数:24 件)