

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 5 月 2 日現在

機関番号:15401

研究種目:基盤研究(C)

研究期間:2009 ~ 2011

課題番号:21500200

研究課題名(和文) グラフィックス処理のための視覚的自然さに関する感性工学的考察

研究課題名(英文) Analysis on the eye pleasing effect as the Kansei application from the view point of graphics processing

研究代表者

原田 耕一 (HARADA KOICHI)

広島大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号:90124114

研究成果の概要 (和文) : グラフィックス処理の具体例として3次元メッシュによる曲面表示、および医用画像の一つである眼球血管画像について、感性工学的な立場から、視覚的な自然さとそれを表現する客観的な量としての「感性値」を定義し、感性値の多寡がどのように血管のパターン分類に影響するかについて考察を行った。また、人間が行う血管パターンの分類を計算機によって感性値にしたがって分類することにより、グラフィックス処理においても感性工学的な考察が重要であること確認した。

研究成果の概要 (英文) : As the examples of graphics processing, three-dimensional mesh presentation of the curved surface and blood vessel images of human's eyes are analyzed in the research. From the view point of Kansei analysis, "Kansei value" is proposed and investigated how this value relates to the sorting of the blood vessel pattern. Then, the sorting by human is compared to the result of computer sorting that utilizes the Kansei value. The comparison demonstrates the Kansei-based approaches are very important for analyzing graphics processing.

交付決定額

(金額単位:円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野:計算幾何学

科研費の分科・細目:情報学・感性情報学・ソフトコンピューティング

キーワード:感性データ、グラフィックス処理、視覚的自然さ、パターン分類、形態測定学

## 1. 研究開始当初の背景

顔画像に関する研究はコンピュータ・アニメーションでの応用のみならず、インターネット環境での個人認証などのために盛んに研究が行われている。FACS という顔画像表現のための標準的なパラメータも提案されており、広く認知された画像ファイルである JPEG においても顔表現のパラメータが定め

られている。しかしながら、表情という主観的な量は Happy, Sad などの基本的な表情を除いては計算機で生成できる段階には至っていない。

一方、リバースエンジニアリングなどで有用な3次元形状の計算機による解析は、3次元データ入力装置によって取り込まれた点群を基にして3次元形状を構築することまで

は可能としているが、人間にとって自然な曲面を生成するという点に関しては、視覚的な自然さを定義することなしには解決できない問題を内包している。

視覚的な自然さは感性的なものであり、形状のみならず、人間の知覚を総合的に表現する「感性」という量を工学的に応用しようとする試みは盛んになりつつあり、この点に関して近年の研究動向をまとめた文書も散見される。例えば、感性をヒューマンコミュニケーションをもたらすものと捉え、感性のモデル化において求められる事項の一つとして、個人的・個別的な評価基準の導出を上げているものもある。しかしながら、視覚的な自然さを定量的に表現するという見地からはまだ確定的な結果の報告はなく、感性工学の立場から顔画像やデザイン結果を評価するための有力な感性量についての研究を行う必要があった。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、(1)コンピュータ・グラフィックス分野の基礎研究である曲線・曲面の視覚的自然さという概念、(2)形態測定学における形状の定義、(3)感性情報処理における個人的・個別的な評価基準という3種類の研究を統一的に取り扱うことのできる、新たな数学的指標を提案することである。

コンピュータ・グラフィックスを代表とする計算機による視覚データ処理の例として、視覚データに関係したものは、文字、曲線・曲面、顔、点群（標本点）、および工業デザイン（線分配置）であり、これらの入力は「広義のフィルタ」によって出力として、認識、印象、表情、図形（形状）、感性に変換される。

これらの中で、申請者が携わってきたのは、曲線・曲面、顔、点群（標本点）に関する処理である。計算機による視覚データ処理は極言すれば、前述の入力を出力に変換する広義のフィルタ（これは人間が日常的に行う認識である）を計算機処理によって人間による処理に可能な限り近いものを構築することである。

このような理想的な広義のフィルタを設計することが本研究の目的である。

## 3. 研究の方法

研究目的の広義のフィルタを図で示すと次のようになる。

曲線・曲面、顔、  
点群（標本点）



広義のフィルタ



感性

したがって広義のフィルタは本研究においては感性フィルタとよぶこともでき、3種類の入力データから信頼性の高い感性値を得るようなフィルタを設計することを主目的として研究計画・方法を次のように定めて研究を行った。

- (1) 研究代表者は曲線・曲面に関するこれまでの知見を用いてこれらのデータから感性値を人的に求める。
- (2) 顔・表情については指導学生に参考となるデータを提示し、感性値を人的に求める。
- (3) 文字認識についても参考となるデータを研究代表者が集め、これを指導学生に提示して人的に感性値を求める。
- (4) 研究分担者は専門とする形態測定学の立場から標本点を収集し、感性値を人的に求める。
- (5) (1)-(3)で求められた暫定的な標本値をもとにして、研究代表者が視覚的自然さ評価関数を定める。
- (6) (5)の視覚的自然さ評価関数と(4)で求められる暫定的な感性値をもとにして感性フィルタ（広義のフィルタ）を決定する（第一次のフィルタ）。
- (7) (1)-(3), (4)の逆処理、すなわち感性値からもとの入力データ（曲線・曲面データなど）を生じるようなフィルタを(6)で求まるフィルタの逆フィルタとして定める。
- (8) 研究期間の許す範囲で感性フィルタ、逆完成フィルタの見直しを行い、信頼性の高い感性フィルタを構築する。

具体的には次のような多種のデータを入力データとして使用し、感性フィルタ構築の検討に用いた。

文字認識に関しては、手書き郵便番号のデータベースが手元にあるので、まず指導学生に文字の視覚的な美しさ（学生の主観に任せ）によって分類し、それぞれの文字の認識率を既存のOCRソフトウェア（市販のものを2種類保持している）で認識させ、認識率と視覚的な美しさとの相関関係を求めた。なお、文字の視覚的な美しさの主観的な評価については、他の学部学生の協力を得て評価の妥当性を検証した。この研究課題では、新規に

ソフトウェア開発を行う必要は無かったので、2ヶ月以内に終了した。さらに、20年前に入手した電子技術総合研究所（現在は産業技術総合研究所）が作成した手書き文字データベース ETL9 についても同様な検討を行い、人間が見た場合の文字の美しさと計算機による文字の認識率との相互関係について、結果を精査した。

顔・表情については研究室大学院生（当時）が学位論文のための研究として顔モデルを NURBS 曲面として生成する研究を行っていたので、顔モデルに FACS のうちの基本的表情 (AU0 から AU6 まで) と NURBS を定義するパラメータ値との相互関係について調査を依頼し、本研究に関連した結果を得た。この研究課題においては顔モデルを NURBS 曲面として表現するためのソフトウェアは既に開発済みであったので、NURBS と FACS との相互関係を導出するソフトウェアの開発に集中して取り組むことができ、3ヶ月程度で初期の検討は終了した。

曲線・曲面の視覚的自然さ評価に関しては、まず曲線についての検討から始めた。計算機によって3次スプラインやBスプラインを生成する部分については、研究代表者が過去において携わった研究であり、ソフトウェアを新たに開発する必要はなかった。但し、曲線の美しさ（視覚的自然さ）についての人間の評価部分は追加の検討が必要であり、複数の学生に曲線の印象を聞くとともに、他の研究者の文献の結果も参考にして、曲線の視覚的自然さを評価する数学的な関数（従来の曲率変化度、歪みエネルギーによる尺度との関係も明らかにする必要がある）を得た。

形態測定学と標本点に関しては、共同研究者の主要研究テーマであり、視覚的自然さと標本点分布との関係を求めるという目的に沿って、異なる解像度により表された形状モデルを形態測定学で分析し、形状解像度の低下による形状変形と視覚的自然さとの関連性を求めた。形態測定学による形状分析には従来の形状モデルを使用できないため、異なる解像度の形状モデルから形態測定学に適用できる相同形状モデルを作成した。共同研究者は、これまで形状モデリングの研究を行ってきたので、計算機による形状モデル処理のアルゴリズムを実装済みであったため、相同形状モデル作成アルゴリズムは比較的容易に作成できた。

#### 4. 研究成果

本研究の成果は曲線・曲面の評価において従来、定性的に用いられてきた「視覚的自然さ」という概念を「研究の方法」の項における図の入力部分にある類似の研究においても考察することにより、より定量的な評価関

数を新たに提案できたという点が最大の貢献である。視覚的自然さを定量的に評価できたことにより、計算機応用としての他の分野、例えばパターン認識や種々のシミュレーション、更には計算機と人間とのインタフェース (HCI) の分野にも貢献できた。さらに言えば、感性をコミュニケーションの手段と捉えようとする立場にも知見をもたらしたという点において、感性研究にも貢献できた。赤池の指標 (AIC) が「制御」ということをキーワードとして提案され、統計学のみならず種々の工学的手法に応用されてきたように、本研究の提案が「視覚的自然さ」を基軸として多くの分野で応用される可能性をしめした。

より具体的に研究成果を記述すれば、頂点数・位相構造の異なるメッシュモデルの幾何学的な形状情報を2次元カラー画像に変換し、変換された画像を2次元フーリエ変換することで得られたフーリエ係数を、形状を表す多変量として形状分析を行う形状分析手法の提案ができた。メッシュモデルを2次元カラー画像に変換する際には3次元頂点の2次元平面パラメータ化を行うが、従来の方法では形態測定学の方法における比較部位の相同性が確保されない問題があった。そのため、比較部位の相同性問題を解決する拘束付き平面パラメータ化手法を提案した。本提案手法により、頂点数・位相構造が異なっても、形態測定学の枠組みで3次元形状の分析を行うことが可能となる。また、フーリエ係数により形状を表現することで、対象形状の大まかな形状と詳細な形状を別々のパラメータで表現することができる。大まかな形状と詳細形状を区別して表すことで、装飾的な要素を排除した形状分析など、形状表現の詳細度を考慮した形状分析が可能となり、物体表現の視覚的自然さを、物体形状の局所的な要素からだけでなく巨視的な要素からも分析することができると考えられる。

本研究の主要なテーマである人間の感性を計算機によって模倣し、処理するということの具体的な例として、血管画像の分類（中国伝統医学にはこれを病気診断に用いているものも見られる）に適用し、人間が行う血管パターンを計算機によってある程度シミュレーションすることに成功したことは、グラフィックス処理においても感性工学的な考察が重要であることを再確認できたことに等しい。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕 (計 7 件)

1. Koichi Harada, Extraction and digitization method of blood vessel in sclera-conjunctiva image, Int. Jour. Compt. Sci. and Network Security, Vol.11, 査読有, 2011, pp113-118
2. Koichi Harada, Study on digitization of TCM diagnosis applied extraction method of blood vessel, Jour. Signal and Inf. Proc., Vol.2, 査読有, 2011, pp301-307
3. Koichi Harada, A hybrid de-noising method on LASCA images of blood vessel, Jour. Signal and Inf. Proc., Vol.3, 査読有, 2011, pp92-97
4. Ryuji Miyazaki, Creating the displacement mapped low-level mesh and its application for CG software, International Journal of Image and Graphics, Vol.10, 査読有, 2010, pp467-479
5. Koichi Harada, Creating 3D model by area deformation, Asian Jour. of Technology, Vol.8, 査読有, 2009, pp61-66
6. Koichi Harada, Reconstruction of B-spline skinning surface from generalized cylinder mesh, Visual Computer, Vol.26, 査読有, 2009, pp31-40
7. 宮崎龍二, 形態測定学による車体形状分析のための相同領域分割に基づいた標識点作成法, 電子情報通信学会論文誌「基礎・境界:A」, J93-A 巻, 査読有, 2009, pp190-203

〔学会発表〕 (計 7 件)

1. 宮崎 龍二, 形態測定学による形状詳細度を考慮した形状分析方法の研究, 画像電子学会, 2011年6月25日, 松江
2. Koichi Harada, Enhancement of discrete wavelet transform for image transmission over internet, 8<sup>th</sup> Int. Conf. on Inf. Tech., 11-13 April 2011, Las Vegas U.S.A.
3. Koichi Harada, Research on extraction and digitization method of blood vessels for TCM diagnosis, Workshop on Dig. Media and Dig. Cont. Manag., 15-17 May 2011, 杭州 中国
4. Koichi Harada, Communication among multiple threads in the concurrent wavelet transformation for image compression, 12<sup>th</sup> ACIS Int. Conf. on Soft. Eng., Art. Int., Net. And Para./Dist. Comp., 6-8 July 2011, Sydney Australia
5. Koichi Harada, 2D image compression

using concurrent wavelet transform, Int. Conf. on Graph. And Image Proc., 4-5 December 2010, Manila, Philippines

6. Koichi Harada, Content based image retrieval using spatial relationships between dominant colors of image segments, Int. Conf. on Comp. Vision Theo. and App., 17-21 May, Anger France
7. Koichi Harada, Extracting reusable facial expression parameters by elastic surface model, 22<sup>nd</sup> Ann. Conf. on Compt. Anim. And Social Agents, 17-19 June 2009, Amsterdam Nederland

〔その他〕

ホームページ等  
該当なし

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

原田 耕一 (HARADA KOICHI)  
広島大学・大学院工学研究院・教授  
研究者番号：90124114

##### (2) 研究分担者

宮崎 龍二 (MIYAZAKI RYUJI)  
広島国際大学・心理科学部・講師  
研究者番号：90352020

##### (3) 連携研究者

( )  
研究者番号：