

## 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 6月 8日現在

機関番号：12605

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2009～2011

課題番号：21650020

研究課題名（和文） 画像・形状における視線誘引特性の解明

研究課題名（英文） Clarification of Visual Attention in Images and Shapes

研究代表者

斎藤 隆文（SAITO TAKAFUMI）

東京農工大学・大学院工学研究院・教授

研究者番号：60293007

研究成果の概要（和文）：

本研究では、画像や形状にもつ各種属性と、見る人の視線が対象の各部分に誘引される度合い（視線誘引特性）との関係を、定量的に解析し、視線誘引モデルを導出するとともに、CG・可視化・文書整形などに応用することを目的としたものである。視線誘引モデルについては研究途上であるが、視線誘引特性の解析結果を適用、あるいはその考え方を応用することによって、CG、情報可視化、形状処理、文書整形の種々の問題において新たな成果が得られた。

研究成果の概要（英文）：

The purpose of this research is to analyze the relationship between various attributes in images/shapes and visual attention quantitatively, and to obtain visual attention model. Although visual attention model is still under construction, we obtain many novel results for various research subjects on computer graphics, information visualization, shape processing, and document beautification, by applying the concept and the result of visual attention analysis.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	0	1,100,000
2010年度	1,000,000	0	1,000,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	300,000	3,400,000

研究分野：画像情報工学

科研費の分科・細目：情報学 ・ メディア情報学・データベース

キーワード：視覚情報伝達，コンピュータグラフィックス，可視化，視線

## 1. 研究開始当初の背景

CG（コンピュータグラフィックス）技術は、非写実的画像生成（NPR）や可視化に代表されるように、画像を用いて情報をわかりやすく伝達する目的でしばしば利用される。この目的においては、イラスト画や図表と同様に、人間の視覚特性を潜在的に利用した技法が多数使われている。例えば、研究代表者らが

先駆的に行ったエッジ描画のほか、前進色・後退色の利用などの強調描画法や、点描画の点配置など視覚的な不自然さを軽減する手法が該当する。しかしこれらの研究は、人間の視覚特性を定性的に利用したにすぎない。

近年、人間の知覚に着目したCG研究が増えつつある。群集容姿・動作の同一性知覚可否の定量的解析など、生成された画像に対す

る人間の視覚特性を定量的に捉える研究も見られるが、特定の描画法や描画対象に限定した議論である。

視覚デザインの分野においては、効率的な情報伝達を得るための、図など視覚情報の提示方法がすでに体系化されている。しかし、これらは経験的、定性的に体系化したものであるため、種々の分野の画像や形状に対して、計算機でその優劣を定量的に評価することは難しい。

## 2. 研究の目的

本研究では、画像や形状にもつ各種属性およびその分布と、見る人の視線が対象の各部分に誘引される度合い（以下「視線誘引特性」と呼ぶ）との関係を、定量的に解析し、描画技法や応用分野に依存しない一般的な視線誘引モデルを導出するとともに、CG・可視化・文書整形などに応用することを目的とする。特に、期間内に以下の項目の達成を目指す。

- (a) 視線誘引に関わる画像や形状の各種属性の選定
- (b) 選定した各種属性と視線誘引特性との定量的関係の計測と解析
- (c) 視線誘引特性のモデル化
- (d) CG・可視化・文書整形などへの適用実験と有効性の検証

## 3. 研究の方法

本研究では、研究代表者・分担者のそれぞれの研究室の大学院生を研究分担者として加え、以下の体制で実施した。

- ① 斎藤隆文研究室（東京農工大学）
  - ・静止画像・可視化に関連する属性の視線誘引特性の定量的解析とモデル化
  - ・CGや可視化の個別手法からの属性の選定と、個別手法への解析結果の適用
- ② 吉田典正研究室（日本大学）
  - ・形状・動画像に関連する属性の視線誘引特性の定量的解析とモデル化

研究の進め方として、視線誘引に関わる画像や形状の各種属性の選定、選定した各種属性と視線誘引特性との定量的関係の計測と解析を行った上で、視線誘引特性のモデル化を行い、これらと並行して、CG・可視化・文書整形などへの適用実験と有効性の検証を行うこととした。

## 4. 研究成果

本研究において、視線誘引に関わる各種属

性に関する考察と、視線誘引特性に関するとの定量的関係の計測と解析により、様々な知見が得られた。その成果を、CGへの適用、大規模情報可視化への適用、形状処理への適用、文書整形への適用、に分けて述べる。最後に、これらの成果の位置づけと今後の課題をまとめる。

### (1) CGへの適用

#### ① Hybrid Images を利用した掲示板

遠くからは概要が、近くからは詳細情報が読み取れる掲示板の開発において、人間の視覚特性を考慮に入れて表示デバイスごとの特性の違いを補償する方法を開発した。また、地図情報の効果的な提示方法を提案した。

#### ② デフォルメ地図

近景と遠方とを同時に表現できるデフォルメ地図において、デフォルメのための非線形投影パラメータの設定や、描画表現手法に関して、視線誘引特性を考慮に入れて改善を図り、システムの完成度を向上させた。

#### ③ ステレオグラム

2次元サンプルテクスチャと奥行き画像からのステレオグラムの作成において、テクスチャの自然さの改善方法や、奥行き情報の簡易な作成方法を提案し、見やすいステレオグラムの作成を支援するシステムを開発した。

#### ④ セルアニメ調 CG

セルアニメ調 CG の動作強調と陰影色設定に関し、視線誘引特性を考慮に入れることで、新たな観点から考察した。

#### ⑤ 2次元画像上での光沢の表現

物体表面の光沢は、光源・物体・視点の位置関係に依存するため、その CG 表現には 3次元情報が必要となる。そこで、時間とともに点滅する光輝点を配置することで、2次元画像上で 3次元情報を用いることなく光沢を表現する手法を提案した。

#### ⑥ 広角写真の非線形投影

建築物を主たる対象とした広角写真を表示する際の、直線性、角度、面積などの、各種の歪みを軽減するために、特に目を引く鉛直線などの平行直線群の直線性を維持できるような、新しい非線形投影方法を提案した。

### (2) 大規模情報可視化への適用

#### ① 時系列画像における動き情報の提示

時空間投影画像を用いた植物生長量の抽出と可視化において、抽出作業を効率化するために操作者が見やすいような手法を提案した。

## ② クラスタリング結果の安定性可視化

階層的クラスタリングの結果が、個々の要素の変動に対して安定であるかどうかを可視化する際に、視線誘引を考慮に入れて可視化パラメータの設定を行った。

## ③ 文献参照情報の可視化

大量の文献の参照関係を大規模なグラフ構造として可視化する際に、重なり合ったリンクの描画方法を工夫し、重要な部分へ視線を誘引させるような提示を実現した。

## ④ 医薬品パッケージの類似度の可視化

異なる医薬品パッケージ間の文字列配置の類似性を定量的に求める際に、視線誘引特性の考え方をを用いて、実際に見た印象に近い定量化が実現できた。また、その結果を可視化する際に、大量のサンプルを時間とともに上書きしていくことで、遮蔽の影響を軽減した。

## ⑤ 船舶の航行情報の可視化

船舶から撮影した長時間の時系列画像を効果的に提示するために、水平線検出により揺れを補正した上で集約画像を作成した。これにより、周囲の船舶などの視線を誘引する対象を、静止画上に一度に提示することが可能となった。

## (3) 形状処理への適用

### ① 対数美的曲線の生成

対数美的曲線は、曲率や振率の変化を対数軸上にプロットした場合に直線的に変化するもので、自然界や人工物に見られる美しい形状の多くにその性質が見られる。視線を誘引するような曲線の生成技術を確認すべく、種々の条件下での対数美的曲線の生成手法を提案した。

### ② 曲面をもつ紙パッケージの作成

視線を誘引する独特な曲面形状の生成を目指し、曲面をもつ紙パッケージの新しい作成手法を提案した。

### ③ 2次元画像からのレリーフの作成

2次元画像をもとにレリーフを作成する手法を提案した。視線誘引の考え方をを用いて試行錯誤を行うことで、彫り込み形状のパラメータを決定した。

## (4) 文書整形への適用

発表用スライドの文字フォントの種類・サイズの選択や、オブジェクト配置に関して、対象となる文字形状を、人間の視覚特性に基づいた平滑化を行った上でエッジ勾配の総和を求めることにより、視認性を定量的に評価する手法を提案した。

## (5) まとめ

上記に示したように、視線誘引特性を考慮することで、CG、可視化、形状処理、文書整形のさまざまな課題に対して、成果を得ることができた。

しかしながら、当初の目的であった視線誘引特性のモデル化に関しては、未だ研究途上の段階である。これについて、今後とも取り組んでいくとともに、より広い対象に対して、統一かつ定量的な評価を可能とする理論の確立を目指したい。

## 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8件)

- ① R. Ziatdinov, N. Yoshida, T. Kim, The analytic parametric equations of log-aesthetic curves in terms of incomplete gamma functions, *Computer Aided Geometric Design*, Vol.29, Is.2, pp.129-140 (2012) (査読有). DOI: 10.1016/j.cagd.2011.11.003
- ② 楠岡真理子, 七夕高也, 古谷雅理, 齋藤隆文, 時空間投影画像を用いた植物生長量の抽出, *画像電子学会誌*, Vol.40, No.5, pp.808-814 (2011) (査読有).
- ③ 古谷雅理, 鈴木惇司, 齋藤隆文, 長島雄大, 画像解析による操船サポートシステムの開発, *日本航海学会論文集*, Vol.125, pp.25-31 (2011) (査読有).
- ④ 鈴木惇司, 古谷雅理, 齋藤隆文, 庄司るり, 船舶における海上観測画像と航行情報の統合可視化, *日本航海学会論文集*, Vol.125, pp.9-15 (2011) (査読有).
- ⑤ Norimasa Yoshida, Ryo Fukuda, Toshio Saito, Takafumi Saito, Compound-rhythm Log-aesthetic Space Curve Segments, *Computer-Aided Design and Applications*, Vol.8, No.2, pp.315-324 (2011) (査読有). DOI: 10.3722/cadaps.2011.315-324
- ⑥ Kenta Matsubuchi, Hitomi Okajima, Kumiko Hori, Hiroko Nakamura Miyamura, Tadasuke Furuya, Takafumi Saito, Deformed Map with Simultaneous Expression of Close and Distant View, *Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan*, Vol.40, No.1, pp.124-131 (2011) (査読有).
- ⑦ 福田 諒, 吉田典正, 齋藤隆文, Class A Bezier 空間曲線の対話的生成と典型的空間曲線の性質, *精密工学会誌*, Vol.76, No.5, pp.587-591 (2010) (査読有).
- ⑧ 渡部秀文, 一宮和正, 齋藤隆文, 宮村(中村)浩子, 仮要素追加法による高次元データの階層的クラスタリング安定性解析, *画像電*

子学会誌, Vol.38, No.6, pp.862-871 (2009)  
(査読有).

〔学会発表〕(計41件)

- ① Toshihiro Komma, Takafumi Saito, Yuuki Takano, Painted Color Texture for Cel Touch Animation Characters, 2012 International Workshop on Advance Image Technology, Ho Chi Minh, Vietnam (2012/01/10).
- ② Toshihiro Komma, Takafumi Saito, Cel touch animation shadow control by light sources, 9th International Conference of Asia Digital Art and Design Association, 北九州 (2011/12/10).
- ③ 泉 貴大, 斎藤隆文, 人間の視覚特性に基づいた発表用スライドの視認性評価, 画像電子学会 ビジュアルコンピューティングワークショップ 2011, 和歌山 (2010/11/24).
- ④ 渡邊真宏, 斎藤隆文, 二次元画像上での光沢の表現, 画像電子学会 ビジュアルコンピューティングワークショップ 2011, 和歌山 (2010/11/24).
- ⑤ Norimasa Yoshida, Takafumi Saito, Some characteristics of log-aesthetic planar curves, SIAM Conference on Geometric and Physical Modeling (GD/SPM11), Orlando, USA (2011/10/24).
- ⑥ H. N. Miyamura, M. Kureta, M. Segawa, J. Kubo, T. Saito, Y. Suzuki, H. Takemiya, Visualization of Blurred Images of Liquid by Multi-scale Analysis, Asian Symp. on Visualization 2011, 新潟 (2011/06/06).
- ⑦ 馬渡翔太, 斎藤隆文, Hybrid Imagesを用いた掲示板の輝度補正手法, 情報処理学会 第142回グラフィクスとCAD研究会, 横浜 (2011/02/09).
- ⑧ Kenta Matsubuchi, Hitomi Okajima, Kumiko Hori, Hidefumi Watanabe, Takafumi Saito, Square deformed map with simultaneous expression of close and distant view, ACM SIGGRAPH Asia 2010, Poster, Seoul (2010/12/16).
- ⑨ 高橋都子, 斎藤隆文, 曲面をもつ紙パッケージの制作支援ツール, 画像電子学会 ビジュアルコンピューティングワークショップ 2010, 浜松 (2010/11/27).
- ⑩ 岡田拓也, 渡部秀文, 斎藤隆文, 時系列に基づいた文献参照関係の可視化, 画像電子学会 ビジュアルコンピューティングワークショップ 2010, 浜松 (2010/11/26).
- ⑪ 関谷 卓, 渡部秀文, 斎藤隆文, 医薬品パッケージの類似性の検出と可視化, 情報処理学会 第141回グラフィクスとCAD研究会, 広島 (2010/11/09).
- ⑫ 五位淵竜也, 渡部秀文, 斎藤隆文, テクスチャ合成を用いたステレオグラム生成, 情報

処理学会 第141回グラフィクスとCAD研究会, 広島 (2010/11/09).

- ⑬ 渡部秀文, 北川晴香, 斎藤隆文, 文献の参照関係の可視化, 情報処理学会 第139回グラフィクスとCAD研究会, 名古屋 (2010/07/16).
- ⑭ Shohei Yamazaki, Tadasuke Furuya, Hiroko Nakamura Miyamura, Takafumi Saito, Bas-relief from 2D images, Image Electronics and Visual Computing Workshop 2010, Nice, France (2010/03).
- ⑮ Kenta Matsubuchi, Hitomi Okajima, Kumiko Hori, Hiroko Nakamura Miyamura, Tadasuke Furuya, Takafumi Saito, Deformed map with simultaneous expression of close and distant view, Image Electronics and Visual Computing Workshop 2010, Nice, France (2010/03).
- ⑯ Mariko Kusuoka, Takanari Tanabata, Tadasuke Furuya, Takafumi Saito, Quantitative extraction of plant growth by using spatio-temporal projection images, Image Electronics and Visual Computing Workshop 2010, Nice, France (2010/03).
- ⑰ Taku Sekiya, Serina Yasumoto, Tadasuke Furuya, Hiroko Nakamura Miyamura, Takafumi Saito, Detection and visualization of similarity for medicine packages, Image Electronics and Visual Computing Workshop 2010, Nice, France (2010/03).

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

斎藤 隆文 (SAITO TAKAFUMI)  
東京農工大学・大学院工学研究院・教授  
研究者番号：60293007

### (2) 研究分担者

吉田 典正 (YOSHIDA NORIMASA)  
日本大学・生産工学部・准教授  
研究者番号：70277846  
(H21：連携研究者)

### (3) 連携研究者

なし