

令和元年6月10日現在

機関番号：12605

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K19965

研究課題名(和文)物体表面に見える反射・透過像の動き制御理論

研究課題名(英文)Motion control theory for reflected or transmission images on object surfaces

研究代表者

齋藤 隆文(Saito, Takfumi)

東京農工大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：60293007

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：2層の2次元微細幾何構造によるモアレに関して、従来のモアレ縞の理論を拡張した。微細構造の位相ならびにコントラストの局所設定により、モアレを任意の範囲で局所的に生成させ任意の方向に動かす手法を提案した。これらを組織的に配置することで、回転、渦、収束、発散、落下、波など、従来のモアレにはない種々の動きの生成に成功した。カラー静止画および白黒掲示板に適用し、モアレによる効果的な動き付与を実現した。また、実物とCGの見え方に関連した種々の研究において、新たな知見が得られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人間の視覚は視野内の動くものに敏感に反応し、そこから多くの情報を得ている。本研究により、視点位置の単純移動だけで、静止画像上に様々な動きを付加提示できる。これは、従来にない革新的な情報提示技術であり、広い分野において斬新な応用が期待できる。例えば、掲示板や広告板における視覚効果の飛躍的向上、アートの素材やエンターテインメントへの応用のほか、自身の移動速度を錯覚させることによる安心・安全の向上などが考えられる。

研究成果の概要(英文)：On moiré phenomena due to two-dimensional fine geometry of two layers, we have extended the conventional theory of moiré fringes. We proposed a method to generate moiré locally in any area and move it in any direction by local setting of phase and contrast of fine structure. By arranging them systematically, we succeeded in generating various motions, such as rotation, vortices, convergence, divergence, fall, and waves, which are not found in conventional moiré. Applied to color still images and black and white billboards, we realized effective motion addition by moiré. In addition, novel insights were obtained in various studies related to the appearance of real and CG.

研究分野：画像情報処理

キーワード：形状処理 コンピュータグラフィクス

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

人間の視覚は視野内の動くものに敏感に反応し、そこから多くの情報を得ている。その中で、光沢のある曲面形状表面に映り込む反射像やハイライトの動きや、空間周波数の近い2つの幾何構造の遮蔽と透過で生じるモアレは、実物体の形状や動きとは全く異なる振る舞いを示すため、デザインや映像制作において重要な視覚効果を生む。本応募課題は、これらの反射・透過像の動きの能動的生成を目指すものである。

元来、反射・透過像は、コンピュータグラフィクス(CG)技術からみれば、物体の形状と光学特性・カメラ・照明の設定から、結果として受動的に得られるものである。これを所望の位置や形状に合わせるために、逆問題を解く手法がいくつか行われている[Erlangen大・Loopら][MPI Informatik・Ritschelら]。また、反射や屈折による集光パターンが、所望の画像となるような曲面形状を、3次元実体として製作した例もある[Columbia大・Yueら][London大・Weyrichら]。しかし、位置や形状の制御が中心で、動きを能動的に制御する試みはほとんど見当たらない。

2. 研究の目的

本研究は、物体表面に見える反射・透過像を能動的に制御するための理論や方法論を、総括的に構築することを目指すとともに、実物の作成実験によりその適用効果を検証する。特に、研究期間内に以下の項目の達成を目指す。

- (1) 微細な幾何構造での透過と遮蔽で生じるモアレに関する、動き制御理論の確立
モアレによる様々な動き(流れ、回転、渦、波、発散など)の生成と能動的制御
- (2) 曲面の鏡面反射で生じるハイライトや映り込み像に関する、動き制御理論の確立
映り込み像が特異な動き(収束、発散、回転、波など)となるような曲面形状の生成と制御
- (3) 各種応用を想定した実体製作、適用実験と有効性の検証

3. 研究の方法

(1) 研究体制

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等を研究協力者として加え、以下の体制で実施した。

斎藤隆文研究室(東京農工大学): 研究全般、特に理論の構築、適用実験

高橋時市郎研究室(東京電機大学): 主として応用の開拓

(2) 研究方法

モアレの動き制御

2層の2次元微細幾何構造によるモアレに関して、その動き理論を構築する。また、モアレによる動きをCGでシミュレーションするための環境を構築する。これらを用いて、2層の2次元微細幾何構造による多様な動きを生成する。さらに、実体を作成し、評価を行う。

鏡面反射像の動き制御

鏡面反射による映り込み像に関して、その動き理論を構築する。また、反射像の多様な動きを実現する曲面形状の生成を試みる。

実物とCGの見え方に関連した種々の研究

上記と関連して、物体やCG画像が微細構造をはじめとする様々な要因により、一部が強調されて見える現象や、本来の形状や動きと違う見え方を生ずる現象の解明、ならびにその応用に関して検討する。

4. 研究成果

(1) モアレの動き制御

2層の2次元微細幾何構造によるモアレに関して、その動き制御理論を構築し、多様な動きの生成手法を提案した。カラー静止画および白黒掲示板に適用し、モアレによる効果的な動き付与を実現した。

モアレの動き制御理論

2層の2次元微細幾何構造によるモアレに関して、従来のモアレ縞の理論を拡張した。微細構造の位相ならびにコントラストの局所設定により、モアレを任意の範囲で局所的に生成させ、これを任意の方向に動かす手法を提案した。

多様な動き制御の実現

上記で生成する局所的モアレを組織的に配置することで、回転、渦、収束、発散、落下、波など、従来のモアレにはない種々の動きの生成に成功した。

画像への濃淡動き付与

写真、絵画、イラストなどのカラー静止画に、上記のモアレ動き制御技術を適用することにより、モアレの明るい(あるいは暗い)点や線で様々な動きを付加する手法を提案した。これにより、水が流れる、光が降り注ぐなどの動きの効果が得られることを示した。

白黒掲示板への色の動き付与

文字を主体とした白黒の掲示板に、上記のモアレ動き制御技術を適用することにより、色による動きを付加する手法を提案した。掲示板上的特定文字や部位を色で強調し、それをモアレで動かすことで、見る人の目を引く表示を行うことが確認できた。

(2) 鏡面反射像の動き制御

曲面の鏡面反射で生じるハイライトや映り込み像に関して、反射の原理に基づき、映り込み像の形状や動きに関して、基礎的な数式群の導出を進めた。

(3) 実物とCGの見え方に関連した種々の研究

物体やCG画像が微細構造をはじめとする様々な要因により、一部が強調されて見える現象や、本来の形状や動きと違う見え方をする現象の解明、ならびにその応用に関して、種々の成果が得られた。

微細構造による描画技術

絵画やCGにおいて、様々なストロークによる微細構造を用いて、輪郭・向き・構造・動きなどの情報を強調描画することで、より効果的な画像が得られる。これを用いて、絵画調画像生成、髪の毛の表現、流れ場の表現などに新たな進展が得られた。

多視点投影描画および不可能図形描画技術

多数の視点からなる画像を1枚に統合した多視点投影画像や、あり得ない立体図形の描画などについて、効果的な見え方を追究し新たな知見が得られた。

情報の効果的提示

動きを含む画像の見栄えに関する種々の研究から得られた知見を、情報の効果的提示に応用した。料理レシピ、数学教育、災害シミュレーションなどにおいて、新しい情報提示手法を提案した。

曲線生成制御

形状の見栄えおよび曲面上に見える反射像に関連して、曲線生成制御に関する基礎的研究を進めた。デザイナーの感性を考慮した新たな曲線制御技術に関する知見がいくつか得られた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1件)

Shuhei Kodama, Pierre Poulin, Tomoaki Moriya, Tokiichiro Takahashi, Creativity Enhancement of Painterly Rendering using a Suggestive Interface, Computers & Graphics, vol.71, pp.42-54 (2018) (査読有).
DOI: 10.1016/j.cag.2017.11.001

〔学会発表〕(計 26件)

Shirdxay Chanvisouth, Daisuke Taki, Takafumi Saito, Jianmin Zheng, Designer-Friendly Curve Refinement, Int'l Workshop on Advanced Image Technology 2019 (2019).

Shu Gemba, Tokiichiro Takahashi, Avatar's Facial Expressions with "Manpu (Comic Symbols)" by Referring Biometric Information, Int'l Workshop on Advanced Image Technology 2019 (2019).

Hina Yumoto, Shuhei Kodama, Tokiichiro Takahashi, A Real-Time Rendering Method Based on Contour Drawing Techniques in Japanese Ink Painting, Int'l Workshop on Advanced Image Technology 2019 (2019).

Yuta Suzuki, Tomoaki Moriya, Tokiichiro Takahashi, A Fast Method of Iron Rust by Corrosion for High Resolution Voxel Models, Int'l Workshop on Advanced Image Technology 2019 (2019).

山本佳奈, 長岡航太, 斎藤隆文, 強調表示のためのモアレアニメーション, 情報処理学会 第 81 回全国大会 (2019).

小林光太郎, 斎藤隆文, 風景画像の撮影位置推定, 情報処理学会 第 81 回全国大会 (2019).

渡井宏樹, 斎藤隆文, 2次元流れ場の多属性稠密可視化手法, 情報処理学会 第 81 回全国大会 (2019).

永田彩季, 斎藤隆文, 比例シンボルマップによる高精度なデータ可視化, 情報処理学会 第 81 回全国大会 (2019).

佐藤光平, 斎藤隆文, 進行方向動画を用いた道案内パノラマ画像の生成および表示方法の提案, 画像電子学会 第 288 回研究会 (2019).

桃井 央, 斎藤隆文, 数理統計学における検定の理解のための可視化と教材開発, 画像電子学会 第 288 回研究会 (2019).

渡辺大地, 斎藤隆文, 監視カメラ画像からの水位変動の抽出, 画像電子学会 第 288 回研究会 (2019).

江森智也, 高橋時市郎, 髪の毛の房の輪郭線入力によるキャラクターモデルの頭髪作成法, 映像表現・芸術科学フォーラム 2019 (2019).

鶴田歩美, 高橋時市郎, 輪郭線描画による動物の毛のイラスト調表現, 映像表現・芸術科学フォーラム 2019 (2019).

Yuichi Yoshida, Takafumi Saito, Norimasa Yoshida, B-Spline Tangential Angle Parameterization Curves for Aesthetic Design, 8th Int'l Conf on Curves and Surfaces (2018).

Takashi Chiba, Tokiichiro Takahashi, Tomoaki Moriya, An Extended Modeling Method of Optical Illusion Objects in General Rendering Environments, Int'l Workshop on Advanced Image Technology 2018 (2018).

市場彩花, 斎藤隆文, 料理レシピの効率的提示方法, 画像電子学会 VC ワークショップ 2018 (2018).

斎藤隆文, 吉田雄一, 久田友海, 吉田典正, 方向角パラメータ曲線 -研究の進展状況と展望-, 画像関連学会連合会 第 5 回秋季大会 (2018).

千葉 堯, 森谷友昭, 高橋時市郎, 不可能図形アニメーションにおける付影手法, 映像情報メディア学会 2018 年 冬季大会 (2018).

玄葉 脩, 高橋時市郎, 日本の水墨画における輪郭線技法に基づくレンダリング手法, 映像情報メディア学会 2018 年 年次大会 (2018).

千葉 堯, 森谷友昭, 高橋時市郎, 透視投影環境下における錯視立体を用いた不可能図形表現手法の提案, 映像表現・芸術科学フォーラム (2018).

⑲ 比企野 裕, 森谷友昭, 高橋時市郎, VR を用いた冠水状況体験システムの開発, 映像表現・芸術科学フォーラム (2018).

⑳ 谷水美香子, 斎藤隆文, CG によるレジン作品の制作支援, 情報処理学会 第 80 回全国大会 (2018).

㉑ 佐藤千晴, 斎藤隆文, 多視点投影による街路案内図の生成, 情報処理学会 第 80 回全国大会 (2018).

②4 野崎絢也, 齋藤隆文, 方向付き流線とLIC法の合成による2次元流れ場の可視化, 画像電子学会 第 284 回研究会 (2018).

②5 Norimasa Yoshida, Takafumi Saito, Arc Length Parameterization Curves based on Explicit Polynomial B-splines, Conference on Geometry: Theory and Applications (2017).

②6 長岡航太, 齋藤隆文, 背景画像上でのモアレアニメーション生成, 画像電子学会 VC ワークショップ 2017 (2017).

〔その他〕

ホームページ:

東京農工大学 齋藤隆文研究室: <http://web.tuat.ac.jp/~vcl/>

東京電機大学 高橋時市郎研究室: <https://vcl.jp/>

6 . 研究組織

(1) 研究分担者

研究分担者氏名: 高橋 時市郎

ローマ字氏名: TAKAHASHI TOKIICHIRO

所属研究機関名: 東京電機大学

部局名: 未来科学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 50366390

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。