

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 4 日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23700101

研究課題名(和文) 実世界の現象を再現するための画像編集ツールの開発

研究課題名(英文) Development of Image Editing Tools for Reproducing Real-World Phenomena

研究代表者

金森 由博 (Kanamori, Yoshihiro)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号：10551418

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：一般ユーザが写実的CGを手軽に制作可能にするという研究目的のもと、一枚の写真を入力として実世界の物理現象や形状復元を行う手法を開発した。具体的には、物体表面の凹凸の変化まで考慮した経年変化再現、景観画像からの簡易的な3Dシーンの構築、髪型画像を用いた編集可能な『かつら』、画像から推定されたシーンの奥行きに基づく画像中の物体の再配置、画像中の映り込み部分におけるフレネル反射を考慮した画像合成などを実現した。

研究成果の概要(英文)：To accomplish our research goal to allow casual users to create photorealistic computer graphics easily, we have developed several methods for reproducing real-world phenomena and reconstructing geometry from a single image. Specifically, we have fulfilled reproduction of weathering effects with geometric details, easy reconstruction of 3D scene from a scenery image, a virtual editable wig created from a hairstyle image, object reposition according to scene depth estimated from the input image, and image synthesis with Fresnel reflection analyzed from a reflection region.

研究分野：メディア情報学・データベース

科研費の分科・細目：グラフィクス

キーワード：写実的CG 画像編集

1. 研究開始当初の背景

コンピュータグラフィックス(CG)分野において、実世界の事物の形状、外観、挙動の再現は、その黎明期から研究されてきた。その結果、2009年に公開された3D映画「アバター」のように、素人目にはもはや実写と区別がつかないほどの写実的なCG表現を日常的に見かけるようになった。しかし、写実的CGを作成するという事になると、一般ユーザには未だに難しい。映画のように3次元CGを作るには、3次元形状の入力、物体表面の光学的特性や光源の入力、そして物理則に基づいた物体の動作を入力しなければならないが、一般的なCGソフトウェアは使い方に慣れるのに時間がかかる上、写実的表現を実現するには物理的知識まで要求される。

翻って、CGを中核としたコンテンツ産業は、我が国において今後も発展可能な数少ない産業のひとつである。我が国では予算規模の問題で、映画産業において写実性の追求はあまりなされていない。一方、一般ユーザが作成したメディアコンテンツの掲載サイト(ニコニコ動画や画像投稿サイト pixiv など)が人気を博し、そこで生まれたコンテンツがビジネスにつながる、という例も生まれてきている。そこで、一般ユーザにとって写実的CG表現を身近なものとするところから、我が国のコンテンツ産業の表現力の底上げ、コンテンツの国際競争力の強化を図りたいと考えた。

2. 研究の目的

本研究では、写実的CG表現を一般ユーザが容易に実現できるような、使いやすいツールの開発を目的とする。ユーザの簡便さを考え、入力は2次元静止画像とする。2次元画像はデジタルカメラで撮影するなどして容易に取得できる。ユーザの使いやすさを考えると、入力は一枚の静止画であることが理想的だと思われる。出力は2次元の写実的な静止・動画像や3次元形状である。

3. 研究の方法

実世界の現象を再現するためには、原因となる法則を明らかにし、それを実現するモデルを構築する必要がある。3次元CGであれば方法論が確立されている。しかし2次元の静止画像からは、写実的表現に必要な物理的情報は必ずしも得られない。また、ユーザに対話的応答を返す必要があるが、従来のモデルでは計算コストが高すぎる。そこで、2次元静止画像のための、実世界の現象を模倣する簡易モデルが必要となる。我々は3次元CGのための簡易モデルをこれまで継続して開発してきており、その知見に基づいて個々の対象の簡易モデルを考案した。

具体的な研究の進め方としては、対象物ごとにプロジェクトを立ち上げ、研究協力者とともに各プロジェクトを並行して推進した。

4. 研究成果

個々のプロジェクトごとに成果を報告する。

(1) 物体表面の凹凸の変化まで考慮した経年変化再現

画像中の物体表面に生じた経年変化を画像処理によって再現する際に、既存手法では単純に色の変化だけを扱っていたが、本研究ではさらに詳細な形状の変化に伴う詳細な陰影(テクスチャ)の変化まで扱った(図1)。本研究では、画像中の色分布から計算した、各画素の経年変化度合いに基づき、経年変化の進行度合いに応じたテクスチャを推定する。ユーザが経年変化度合いを変化させたとき、経年変化が一定の度合いを超えた際にテクスチャを合成することで、詳細な陰影の変化を再現した。この研究成果はCG分野で歴史ある国際会議 Computer Graphics International 2011にて口頭発表した(〔学会発表〕)。今後の課題として、時間的に遡って経年変化が起きる前の状態を復元しようとする場合に、失われた質感をどのように再現するか、ということが挙げられる。



図1: 経年変化に伴う詳細な形状の変化まで再現した例。石像の表面に生えた苔によって生じた細かい陰影が再現されている。

(2) 景観画像からの簡易的な3Dシーンの構築

景観画像を入力として、ユーザが簡易な操作を行うことで、簡単な3Dシーンを構築する手法を開発した(図2)。前提として、景観画像中に平坦な地面が含まれ、地面に対して建物の壁や街灯、樹木や人物などの前景物が垂直に立っている、としている。ユーザの操作としては、まず地面と建物などの壁面との境界線を折れ線で指定する。この折れ線を指定した時点で、大まかな3Dモデルの形状が自動的に計算される。さらにもし前景物が存在する場合は、ユーザはその前景物を投げ縄ツールで粗く囲む。すると自動的にその前景物が抽出され、抽出後にできる欠損部分は自動的に穴埋めされる。前景物は地面に垂直に立ったテクスチャ付きの板として表示される。この成果は国際論文誌 IEEE Computer Graphics and Applications に採録された(〔雑誌論文〕)。この成果を映像制作支援ソフトウェアに実装することにより、簡易な操作で映像の表現力を飛躍的に高められる

と思われる。



図 2: 景観画像からの 3D シーン復元の例。ユーザが折れ線と投げ縄を指定するだけで、簡易な 3D モデルが構築される。

(3) 画像から推定されたシーンの奥行きに基づく画像中の物体の再配置

上記の(2)の手法は、ユーザが折れ線を指定した時点で、画素ごとに奥行きが計算できている。この奥行きに基づいて、画像中から切り出した前景物をシーンの手前や奥に移動させることができる手法を開発した(図 3)。前景物が奥行き異なる他の前景物と重なった場合は、より手前にある前景物がより奥にある前景物を遮蔽する。また、透視投影を考慮して、同じ大きさの前景物でも、より奥にあるときよりより手前にあるときの方が大きく表示される。さらに、奥行きを利用して、特定の奥行きにある前景物だけにカメラのピントを合わせて画像の他の部分をぼかす、という被写界深度の効果や、より奥に行くほど霧が濃くなるという空気遠近の効果も再現した。この成果は国内研究会で口頭発表し(〔学会発表〕)、優秀研究発表賞を受賞した。現在は国際論文誌に投稿中である。画像編集技術として実用性が非常に高いと思われる。



図 3: 画像中の物体の再配置の例。モアイ像が移動され、移動先の奥行きに応じて大きさも変更されている。

(4) 髪型画像を用いた編集可能な『かつら』

顔写真に所望の髪型画像を切り貼りし、さらにユーザがその髪型を編集してヘアスタイリングのシミュレーションを行えるシステムを開発した(図 4)。同様な目的の既存のシステムでは、単に髪型画像を切り貼りするだけであって、個々の髪型を編集することはできなかった。本研究では、入力された髪型画像を、髪の毛単位で画像片として切り出し、それを帯状のポリゴンにテクスチャとして貼り付ける。こうしてできたテクスチャ付きポリゴンの集合をユーザ操作に応じて変形させることで、髪型の編集を可能とした。この成果は CG 分野の国際会議 Pacific Graphics 2011 にて口頭発表した(〔学会発表〕)。本成果をスマートフォンなどのアプリケーションとして実装することにより、美容

院などでの美容師とのコミュニケーションツールとしての利用が期待される。



図 4: 髪型編集の例。左の画像を簡単な操作で編集することで様々な髪型に変更できる。

(5) 画像中の映り込み部分におけるフレネル反射を考慮した画像合成

水面に景色が映り込んだ様子を撮影した写真はネットなどで大量に見つかるが、このような画像に新たに物体画像を挿入するとき、その物体の映り込みまで違和感なく合成できる手法を提案した(図 5)。水面など光の屈折が起きている場所ではフレネル反射という現象が起きており、反射光の色と屈折光の色がフレネル係数という値で線形に混合された色が観測される。本研究では、屈折光すなわち水の色はほぼ単色であると見なし、ユーザ入力に基づいて、反射光すなわち映り込んだ景観、水の色、フレネル係数をそれぞれ推定する。このとき、水面に波が生じてフレネル係数が不連続に変化した場合も扱えるようにした。水面以外に、光沢のあるテーブルや床面などでの映り込みの合成も可能である。この成果は国内研究会で口頭発表し(〔学会発表〕)、優秀研究発表賞を受賞、さらに情報処理学会・山下記念賞を受賞した。さらに CG 分野の国際会議 Eurographics Symposium on Rendering 2012 にて口頭発表した(〔雑誌論文〕)。この研究はフレネル反射を題材としたブラインド信号分離の世界初の成果とすることができ、今後の展開が期待される。



図 5: 映り込み部分におけるフレネル反射を考慮した画像合成の例。水面の波の部分でもそれらしい映り込み像が合成されている。

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 3 件)

Y. Kanamori, T. Nishikawa, Y. Yue, T. Nishita: "Visual Simulation of Bubbles in Carbonated Water," The Journal of the Society of Art and Science, Vol. 11, No.

4, pp. 118-128, 2013, 査読有.
<http://www.art-science.org/journal/v11n4/v11n4pp118/artsci-v11n4pp118.pdf>

Y. Endo, Y. Kanamori, Y. Fukui, J. Mitani: "Matting and Compositing for Fresnel Reflection on Wavy Surfaces," Computer Graphics Forum, Vol. 31, No. 4, pp. 1435-1443, 2012, 査読有.
DOI: 10.1111/j.1467-8659.2012.03139.x

S. Iizuka, Y. Kanamori, J. Mitani, Y. Fukui: "Efficiently Modeling 3D Scenes from a Single Image", IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 32, No. 6, pp. 18-25, 2012, 査読有.
DOI: 10.1109/MCG.2011.85

〔学会発表〕(計 9 件)

山田, 金森, 三谷, 福井, "体型を考慮した衣服画像の変形による画像ベース仮想試着システム", 第 154 回グラフィクスと CAD 研究発表会, 2014 年 2 月 20 日, 埼玉県和光市.

飯塚, 遠藤, 金森, 三谷, 福井, "スクリブルを用いた 1 枚の画像からの対話的なレイヤ状 3 次元モデルの生成", Visual Computing / グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2013, 2013 年 6 月 22 日, 青森県青森市.

佐々木, 金森, 三谷, 福井, "一枚の髪型画像における毛髪のリライティング", 芸術科学フォーラム 2013, 2013 年 3 月 15 日, 東京都港区.

廣瀬, 山田, 三谷, 金森, 福井, "画像の局所変形と色の補正処理を統合した画像ベース仮想試着システム", 第 149 回グラフィクスと CAD 研究会, 2012 年 12 月 4 日, 神奈川県横浜市.

Y. Kanamori, T. Nishikawa, Y. Yue, T. Nishita, "Visual Simulation of Bubbles in Carbonated Water," NICOGRAPH International 2012, 2012 年 7 月 1 日, インドネシア・バリ島.

飯塚, 遠藤, 廣瀬, 金森, 三谷, 福井, "シーンの奥行きを考慮した景観画像における対話的なオブジェクト再配置", Visual Computing / グラフィクスと CAD 合同シンポジウム 2012, 2012 年 6 月 24 日, 東京都新宿区.

遠藤, 金森, 三谷, 福井, "画像における映り込みのマットニングと合成", 第 146 回グラフィクスと CAD 研究会, 2012 年 2 月 7 日, 東京都目黒区.

H. Watanabe, Y. Kanamori, J. Mitani, Y. Fukui: "An Image-based Hair Styling System Using Layered Texture Pieces", Pacific Graphics 2011, 2011 年 9 月 21 日, 台湾・高雄市.

Y. Endo, Y. Kanamori, J. Mitani, Y. Fukui: "Weathering effects with geometric details for images," Computer Graphics International 2011, 2011 年 6 月 13 日, カナダ・オタワ.

〔図書〕(計 1 件)

金森, 井尻, 堀田, 五十嵐, 徳吉, 安田, 山本, 向井, 梅谷, ボーンデジタル, "Computer Graphics Gems JP 2013/2014: コンピュータグラフィクス技術の最前線", 2013, 248 ページ (pp. 3-27).

〔その他〕

ホームページ等

<http://kanamori.cs.tsukuba.ac.jp/index-ja.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金森 由博 (KANAMORI, Yoshihiro)

筑波大学・システム情報系・助教

研究者番号: 10551418