

令和 3 年 5 月 20 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18086

研究課題名（和文）高速不可視光計測を用いた任意物体の動的質感拡張に関する研究

研究課題名（英文）Dynamic material augmentation on arbitrary objects by high-speed invisible light measurement

研究代表者

宮下 令央（Miyashita, Leo）

東京大学・情報基盤センター・特任講師

研究者番号：40808721

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：本課題では、運動や変形を伴う物体にぴったりと映像を投影できるダイナミックプロジェクションマッピングの技術を用いて、物体の質感を視覚的に書き換え、拡張することを目的として研究を行った。その結果、マーカーや形状モデルを必要とすることなく、対象の色や光沢などの光学的な質感や、弾性などの力学的な質感を錯覚させる手法が確立された。これにより、動的で柔軟な質感提示が可能となり、エンターテインメント産業への応用や人間の質感に対する認識能力の解明が期待できる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究成果は、これまで扱えなかったマーカーや形状モデルを設定できない物体や非協力的な物体、さらに流体や群体といった物体に対して事前の準備なしにプロジェクションマッピングを施し、視覚的に質感を書き換える技術である。この技術はCGにおける仮想的な質感を実世界に投影して質感表現を拡張し、人間の質感に対する認識能力を科学的に解明するための質感提示システムとして活用が期待されるものである。

研究成果の概要（英文）：In this project, visual material overwriting with techniques of dynamic projection mapping that enables projection also onto a dynamically moving and deforming object has been studied. As a result, methods to overwrite optical and kinetic material by projection without any markers and shape models of a target have been established. These methods realize dynamic and flexible virtual material representation, and are expected to be utilized in the entertainment field and scientific investigation for human visual recognition ability to materials.

研究分野：高速画像処理

キーワード：質感 プロジェクションマッピング 拡張現実 反射特性 弾性

1. 研究開始当初の背景

視覚情報は質感の認識に大きな影響を持っていると考えられ、単に対象を観察して得られる静的な視覚情報だけでなく、対象の運動や変形、そして能動的に視点や光源を動かすことによって得られる動的な視覚情報も質感認識能力に大きく関わっていると考えられる。このような背景から、視覚情報に関連した質感の認識メカニズムの科学的解明には、多様な形態の対象物体に自由に質感を設定し、無拘束な状態で質感の提示が行える実験装置が求められている。

2. 研究の目的

本研究の目的はマーカーレス・モデルレスのダイナミックプロジェクションマッピング技術を開発し、対象物体の形態や運動、変形を制限することなく、投影により対象物体の質感表現を拡張することである。この技術を駆使することで、質感認識の科学的解明に貢献するとともに、より実応用に近いユーザーインターフェイス分野、エンターテインメント分野への応用展開を図る。

3. 研究の方法

マーカーレス・モデルレスのダイナミックプロジェクションマッピングの実現に向けて、不可視の波長帯を利用した高速形状計測、計測形状を元にした投影映像の高速生成、そして、生成した映像の高速投影に取り組む。

高速形状計測においては、計測情報の種別を精査し、不可視の波長帯を利用した高速ビジョンシステムの開発を行う。投影映像の高速生成においては、対象の既知の構造を前提とした従来の映像生成技術を利用せず、あらゆる形態の対象に対応できる新たな映像高速生成手法の開発を行う。高速映像投影においては、投影までに要する遅延を低下させるため、投影映像の生成における幾何変形計算を高速化できるシステムの光学的配置を設計する。

4. 研究成果

プロジェクションマッピングは人間の目を対象としたものであるため、必然的に可視光によって実現される。そこで、プロジェクションマッピングに干渉しない高速形状計測手法として、不可視の複数の波長帯を利用し、照度差ステレオ法により図1のように法線を高速に計測するシステムを構築した。また、従来、物体の位置と姿勢を利用して行われていた映像の位置合わせを得られた法線情報を用いてスクリーンスペースで行うことで、即座に適切な投影映像を生成し、様々な質感提示を行うためのアルゴリズムも開発した。さらに図2のような計測システムと投影システムを効率的に統合できる配置でシステムを設計し、図3のように動的な物体を対象としたマーカーレス・モデルレスのプロジェクションマッピングによる質感表現の拡張を実現した。

動的な物体を対象としたマーカーレス・モデルレスのダイナミックプロジェクションマッピングは、対象に関する事前準備や事前知識を必要としないため、マーカーや形状モデルを用いた従来手法では扱えなかった流体や、準備が煩雑となる多数の物体を対象とする場合についても適切に扱うことが可能である。さらに、仮想的な照明環境の動的変更や複数質感の同時表現などを実現し、質感のより詳細な認識を補助するシステムを構築した。

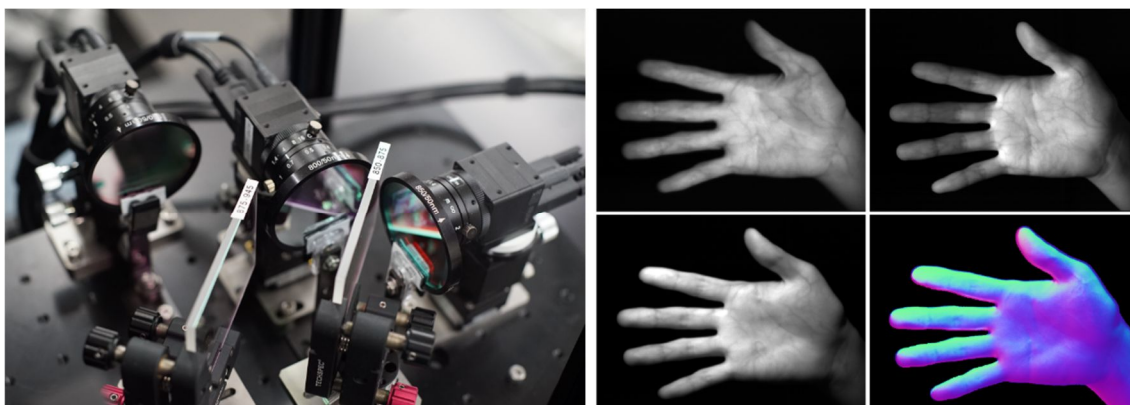


図1 不可視の複数の波長帯を利用した高速法線計測システム

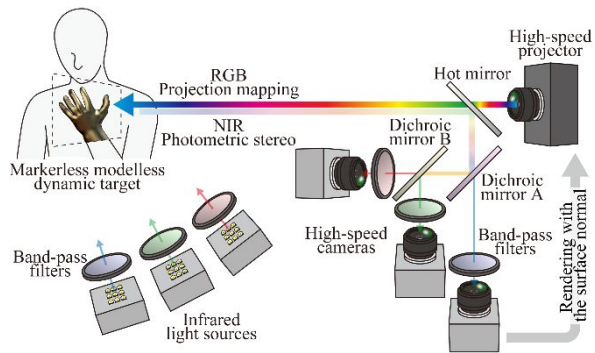


図 2 高速法線計測システムとの統合



図 3 動物体の質感の書き換え

さらに、上記の高速法線計測システムで得られた法線情報を利用し、対象上の座標を規定し、より高精度かつ頑健なマッピングを行う研究を進めるとともに、高速に計測した距離情報と統合することで高速かつ高密度かつ高精度に対象の3次元形状を計測、再構成する手法を開発した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Miyashita Leo, Watanabe Yoshihiro, Ishikawa Masatoshi	4. 巻 37
2. 論文標題 MIDAS projection: markerless and modelless dynamic projection mapping for material representation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACM Transactions on Graphics	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3272127.3275045	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 Leo Miyashita, Yohta Kimura, Satoshi Tabata, Masatoshi Ishikawa
2. 発表標題 High-speed simultaneous measurement of depth and normal for real-time 3D reconstruction
3. 学会等名 SPIE Optical Engineering + Applications, Applications of Digital Image Processing XLIV（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kentaro Fukamizu, Leo Miyashita, Masatoshi Ishikawa
2. 発表標題 ElaMorph Projection: Deformation of 3D Shape by Dynamic Projection Mapping
3. 学会等名 International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR2020)（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮下 令央
2. 発表標題 世界を書き換えるダイナミックプロジェクションマッピング
3. 学会等名 IPSJ ONE 2021（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮下 令央, 渡辺 義浩, 石川 正俊
2. 発表標題 MIDAS Projection: マーカーレス・モデルレスの動的プロジェクションマッピングによる質感表現
3. 学会等名 Visual Computing (VC 2019) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宮下 令央, 渡辺 義浩, 石川 正俊
2. 発表標題 MIDAS Projection: Markerless and Modelless Dynamic Projection Mapping for Material Representation
3. 学会等名 第22回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019) (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Leo Miyashita
2. 発表標題 MIDAS projection: markerless and modelless dynamic projection mapping for material representation
3. 学会等名 ACM SIGGRAPH ASIA 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------