

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 6 日現在

機関番号：14603

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K16039

研究課題名(和文)多様な環境に適応した隠消現実感の実現に関する研究

研究課題名(英文)Research on realization of diminished reality adapting to various environments

研究代表者

河合 紀彦(Kawai, Norihiko)

奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教

研究者番号：30610670

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文):本研究課題では、現実物体を映像中からリアルタイムで視覚的に除去する、多様な環境に適応した隠消現実感の実現手法の開発を行った。具体的には、背景形状が平面でない、背景の材質に光沢がある、対象物体が背景から距離がありカメラの移動によって背景が観測できる場合などの環境を想定した手法の開発を行うとともに、隠消現実感の結果に大きく影響を与える静止画に対する画像修復技術の基礎的検証および、隠消現実感のテクスチャの光学的補正に関連する基盤技術の開発を行った。

研究成果の概要(英文):This project developed diminished reality methods adapting to various environments, which visually remove real objects from video. Specifically, considering the situations where the background shapes are not planar, the background material is specular, and the firstly occluded background can be observed according to camera movement when the target objects are distant from the background, we developed diminished reality methods adapting to the situations. In addition, we conducted the basic verification for image inpainting, which largely influence on results of diminished reality, and developed a basic technique related to photometric correction of textures in diminished reality.

研究分野:画像・映像処理、複合現実感

キーワード:隠消現実感 Diminished reality 拡張現実感 画像修復 物体除去 背景推定 画風変換

1. 研究開始当初の背景

動画像中の現実物体を実時間で視覚的に除去する隠消現実感に関する研究の多くは、何らかの方法で実際の背景の情報を取得する方法を採用している。しかし、これらの手法は、事前撮影やカメラ間の校正等が必要なため利用場所の制限や手間がかかる、または、インターネット上に画像が存在するような有名観光地等の場所でしか利用できないという問題がある。一方、画像修復手法(Image Inpainting)を応用し、物体を除去する手法も提案されており、一般のユーザが任意の場所で気軽に利用するシーンを想定している。本研究では、後者の手法に着目するが、以下に挙げる問題・課題が未だ残されている。(i)背景は単一または少数の複数平面で構成されているという仮定を用いているため、背景の形状が複雑な場合には、カメラの動きによって背景画像に違和感のある幾何学的変化が生じる。(ii)対象物体周辺にテクスチャが少ない環境では、平面形状でさえも適切に検出できず背景画像と周辺領域のテクスチャのずれが生じる。(iii)アプリケーションの利用中に、カメラの動きや対象物体の位置によっては、視差により対象物体の実際の背景画像を取得できる場合があるが、そのような有用な情報を活用できていない。

2. 研究の目的

本研究課題では、上記の問題・課題を解決し、一般のユーザが事前準備なしに気軽にどこでも利用でき、かつ背景形状が複雑、テクスチャが少ない等の多様な環境においても高品質な結果が得られる隠消現実感の実現を目的とする。

3. 研究の方法

本研究課題では、背景形状が平面でない、背景の材質に光沢がある、対象物体が背景から距離がありカメラの移動によって背景が観測できる場合など様々な環境を想定した手法の開発を行うとともに、隠消現実感の結果に大きく影響を与える静止画に対する画像修復技術の基礎的検証および隠消現実感のテクスチャの光学的補正に関連する基盤技術の開発を行った。

- (1) 平面でない背景形状を持つシーンへの対応
背景画像を除去対象物体周辺のテクスチャの動きに応じてリアルタイムに変形し、対象物体上に重畳することで、背景形状が未知でかつ平面でない環境に対応した隠消現実感実現手法を開発した。
- (2) 背景の材質に光沢があるシーンへの対応
様々な視点から除去対象物およびその周辺を写した画像群から照明位置および強度を推定し、それを除去対象物体上に重畳する背景画像に反映させることで、鏡

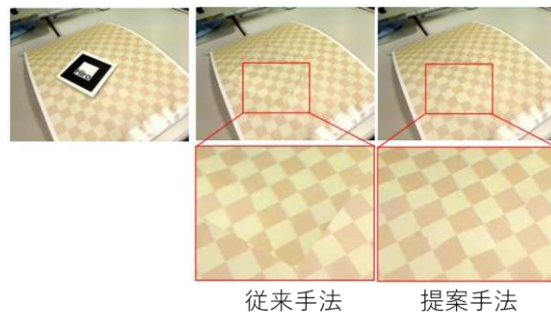


図 1 湾曲した面における比較実験

面反射が存在する環境においても高品質な背景画像を提示できる隠消現実感実現手法を開発した。

- (3) カメラの移動により背景が観測できる場合への対応
背景が複数平面で構成されるシーンに対して隠消現実感を実現する手法を改良し、除去対象物体の実際の背景がカメラの移動により観測された場合に、画像修復により得られた背景画像を、インタラクションによる補助線を用いて実際の背景に置き換えることで、背景画像の違和感の低減、隠消現実感の処理の高速化を実現する手法を開発した。
- (4) 画像修復技術の基礎的検証
透視投影歪み補正が画像修復に与える影響について、複数の自動的な透視投影歪み補正手法および複数の事例ベース画像修復を用いることで基礎的な検証を行った。
- (5) 隠消現実感の光学的な補正に関連する基盤技術の開発
隠消現実感におけるテクスチャの光学的補正の関連技術として、事例に基づく画風変換手法を開発した。

4. 研究成果

上記の各項目に対する研究成果を以下に示す。

- (1) 平面でない背景形状を持つシーンへの対応
厚みのある AR マーカを様々な環境に配置し、マーカを映像から除去する実験を行った。図 1 にマーカを湾曲した面上に配置した場合の、従来手法および提案手法による除去結果例を示す。図より、従来手法による結果では除去されたマーカ付近にテクスチャのずれが確認できる一方、提案手法による結果ではそのようなずれが見られないことが確認できる。これより、これまでよりも背景形状に対する制約を緩和した隠消現実感を実現できることを確認した。

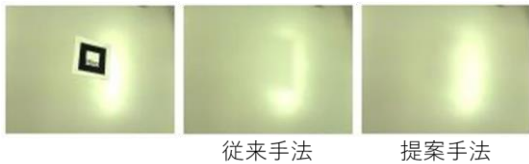


図 2 光沢のある平面における比較実験

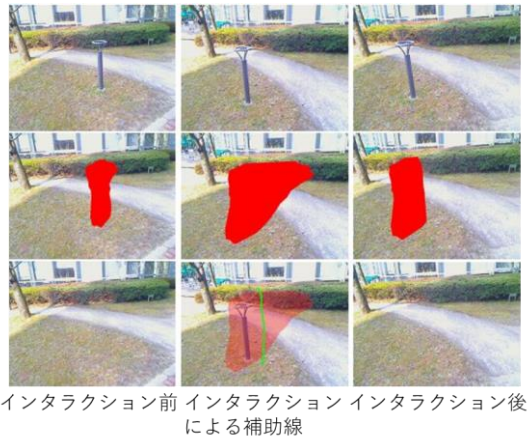


図 3 インタラクションによる背景取得

- (2) 背景の材質に光沢があるシーンへの対応
AR マーカを光沢のある平面上に配置し、マーカを映像から除去する実験を行った。図 2 に従来手法および提案手法による除去結果例を示す。図より、従来手法による結果では鏡面反射がマーカにかぶった場合でもその反射をマーカ領域で再現できていないが、提案手法による結果では鏡面反射が再現されていることが確認できる。これより、光沢のある平面上でも光学的な補正を行い、違和感の少ない隠消現実感が実現できることを確認した。
- (3) カメラの移動により背景が観測できる場合への対応
図 3 に、背景が観測できた場合のユーザの補助線を引くインタラクションおよびその前後の結果例を示す。図より、インタラクションにより背景テクスチャが修復した背景から本物の背景に置き換えられたことが確認できる。またインタラクション後のマスク領域の縮小により処理速度が向上した。
- (4) 画像修復技術の基礎的検証
図 4 に、透視投影歪みの自動補正手法の結果および、それを用いた場合と用いなかった場合の画像修復結果例を示す。この実験により、透視投影歪み補正が画像修復の品質向上に大きく寄与することが確認できた。また複数の透視投影歪み補正手法を比較することにより、各手法の特性や得意・不得意とする画像を確認した。

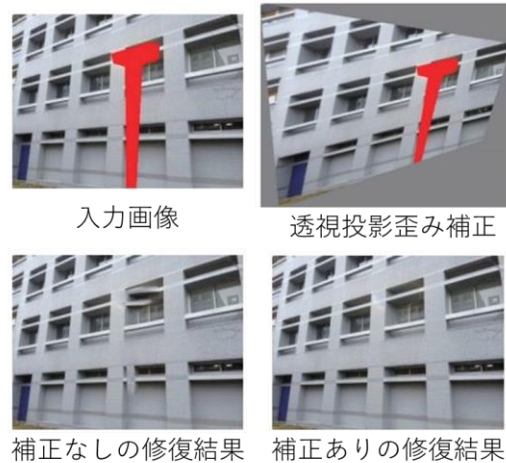


図 4 透視投影歪み補正効果の検証

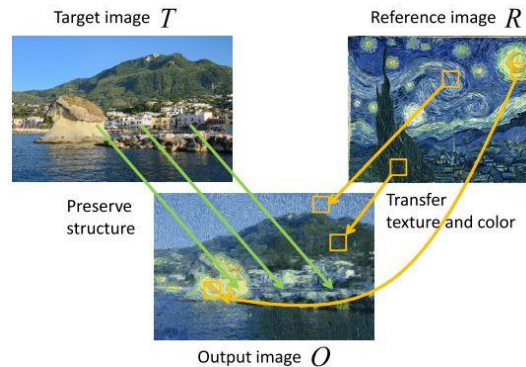


図 5 事例に基づく画風変換

- (5) 隠消現実感の光学的な補正に関連する基盤技術の開発
図 5 に、対象画像と参照画像を入力した場合の、対象画像の変換例を示す。図より対象画像が参照画像の画風に変換されていることが確認できる。本手法は静止画像の画風変換を目的とした手法であるが、今後この手法が、隠消現実感の光学的な補正において、単純な明度変化に加えて季節等で変化するテクスチャの変化にも対応できる手法へ応用されることが考えられる。

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 5 件)

- ① N. Kawai, T. Sato, Y. Nakashima, and N. Yokoya: "Augmented reality marker hiding with texture deformation", IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics, Vol. 23, No. 10, pp. 2288-2300, Oct. 2017. 査読有
DOI: 10.1109/TVCG.2016.2617325
- ② 中村 勇貴, 河合 紀彦, 佐藤 智和, 横矢直和: "平面上の拡張現実感マーカ除去におけるハイライトの再現", 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 21, No. 4,

- pp. 665-674, Dec. 2016. 査読有
- ③ Y. Tsunematsu, N. Kawai, T. Sato, and N. Yokoya: "Texture transfer based on energy minimization for painterly rendering", *Journal of Information Processing*, Vol. 24, No. 6, pp. 897-907, Nov. 2016. 査読有
DOI: 10.2197/ipsjip.24.897
- ④ N. Kawai, T. Sato, and N. Yokoya: "Diminished reality based on image inpainting considering background geometry", *IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 22, No. 3, pp. 1236-1247, March 2016. 査読有
DOI: 10.1109/TVCG.2015.2462368
- ⑤ H. Sasao, N. Kawai, T. Sato, and N. Yokoya: "A study on effect of automatic perspective correction on exemplar-based image inpainting", *ITE Trans. on Media Technology and Applications*, Vol. 4, No. 1, pp. 21-32, Jan. 2016. 査読有
DOI: 10.3169/mta.4.21

〔学会発表〕（計7件）

- ① N. Kawai: "Diminished reality based on image inpainting considering background geometry", SIGGRAPH ASIA, 2016年12月05日～12月08日, Macao, China (招待講演)
- ② 河合 紀彦: "平面上のハイライトを考慮した拡張現実感マーカの除去", 第60回システム制御情報学会研究発表講演会, 2016年05月25日～05月27日, 京都テルサ (京都府京都市)
- ③ 中村 勇貴: "拡張現実感における平面上のハイライトを考慮したマーカ除去", 2016年電子情報通信学会総合大会, 2016年03月15日～03月18日, 九州大学 (福岡県福岡市)
- ④ 田中 隆寛: "畳み込みニューラルネットワークを用いた修復失敗領域の自動検出による画像修復の反復的適用", 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会, 2016年02月21日～02月22日, 九州工業大学(福岡県飯塚市)
- ⑤ 田中 隆寛: "画像修復における畳み込みニューラルネットワークを用いた修復失敗領域の自動検出", 映像情報メディア学会冬季大会 2015, 2015年12月15日～12月16日, 早稲田大学 (東京都新宿区)
- ⑥ 河合 紀彦: "自動的な透視投影歪み補正の事例ベース画像修復への影響に関する一考察", 電気関係学会関西連合大会, 2015年11月14日～11月15日, 摂南大学 (大阪府寝屋川市)
- ⑦ N. Kawai: "AR marker hiding with real-time texture deformation", *Int. Workshop on Diminished Reality as*

Challenging Issue in Mixed and Augmented Reality (IWDR2015), 2015年09月29日, 福岡サンパレスホテル (福岡県福岡市)

〔その他〕
ホームページ
<http://norihiko.com/>

6. 研究組織
(1)研究代表者
河合 紀彦 (KAWAI, Norihiko)
奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教
研究者番号 : 30610670