

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 23 日現在

機関番号：14603

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25540086

研究課題名(和文)インタラクティブ高臨場感テレプレゼンスのための全方位シネマグラフ生成

研究課題名(英文) Omnidirectional Cinemagraph Generation for Interactive Telepresence with High Realistic Sensation

研究代表者

横矢 直和 (Yokoya, Naokazu)

奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：10252834

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、高臨場感テレプレゼンスのための全方位シネマグラフ生成を目指して、移動撮影した動画画像から任意のフレームでのシネマグラフの生成手法およびその要素技術の開発を行った。具体的には、シネマグラフ生成においては、移動撮影した動画画像の各フレームをある1フレームの視点に変換する必要があるため、静止環境および動物体の自由視点画像生成手法を開発した。次に、動物体の中でも周期運動を行わない動物体に関しては、シネマグラフ生成を妨げる存在になるため、データから動物体を自動的に検出し、取り除く手法を開発した。最後に、これらを応用し、移動撮影した動画画像からシネマグラフを生成する手法を開発した。

研究成果の概要(英文)：The objective of this project is to generate omnidirectional cinemagraphs for telepresence with high realistic sensation. For this objective, we developed a method for cinemagraph generation from an image sequence captured with a moving camera and its elemental technologies. Specifically, since each frame of video captured with a moving camera is required to be transformed to a different viewpoint in cinemagraph generation, we developed methods for novel view synthesis for static scenes and moving objects. We then developed methods for detecting and removing moving objects that do not perform cyclic motion because such objects hinder from generating cinemagraphs. Finally, by applying the developed methods, we developed a cinemagraph generation method from an image sequence captured with a moving camera.

研究分野：コンピュータビジョン

キーワード：シネマグラフ 自由視点画像生成 動物体検出 動物体除去

1. 研究開始当初の背景

医療機関やスポーツジムでは、リハビリ・運動を目的として、トレッドミルがよく利用されている。しかし、通常、室内の同一箇所を歩行するため景色の変化がなく利用者に飽きを感じさせる。これを解決するため、遠隔地の全方位映像を歩行スピードに合わせて提示することで、その場を歩いているかのような感覚をユーザに与えるテレプレゼンスシステムが提案されている。しかし、従来システムでは、立ち止まると動物体を含めて映像が停止するため、臨場感が損なわれる。

これを解決する手段として、「シネマグラフ」と呼ばれる、映像中の一部だけがアニメーションとして無限に動き続ける映像表現方法を用いることが考えられる。これにより、ユーザの歩行がなくとも、常に動きを提示することが可能となる。しかし、シネマグラフの作成は、同一視点から撮影された映像を入力とし、周期的な動きをする物体が時間的に違和感なくつながるようなフレームを動画映像中から探索することで実現されてきたが、テレプレゼンスに用いられる全方位動画映像は一般的に移動撮影により取得されるため、従来のシネマグラフの生成手法をそのまま移動撮影した全方位動画映像に適用しても任意の地点でのシネマグラフを作成することは難しいという問題がある。

2. 研究の目的

全方位カメラを移動させながら撮影した全方位映像を入力とし、全方位映像中の任意のフレームにおいて、動物体が無限に動き続ける「全方位シネマグラフ」を生成する手法の開発を目的とする。

3. 研究の方法

移動撮影した動画映像から全方位シネマグラフを作成するため、その要素技術の開発を含む以下の研究課題に取り組んだ。

(1) 静止環境を対象とした自由視点画像生成手法の開発：静止した環境を撮影した入力画像群から、カメラの位置姿勢の推定および環境の三次元形状の復元を行い、それに基づき任意の視点からの画像を生成することを試みた。画像を生成する視点位置や対象環境の形状に応じて、生成に用いる入力画像を最適に選択する評価関数を設計し用いることで違和感の少ない画像生成を目指した。

(2) 動物体を対象とした自由視点画像生成手法の開発：奥行情報と色画像を同時に取得できるセンサを用いて動作する人物を計測し、そのデータから人物の姿勢および人物の各パーツのテクスチャを取得することで、任意の視点からの動く人物の画像を生成することを試みた。また、動く人物の形状を復元することも試みた。

(3) 撮影データからの移動物体検出および除去手法の開発：全方位カメラのみで、または全方位カメラとレンジファインダを併用して屋外環境の移動撮影・計測を行い、画像または点群から移動物体を検出および除去することを試みた。複数フレームを用いて奥行情報と輝度値の整合性を検証することで、高精度な検出・除去を目指した。

(4) シネマグラフ生成手法の開発：移動撮影により得られた動画映像からカメラの位置姿勢および撮影対象のおおまかな形状を復元し、それらを用いて自由視点画像生成技術により各フレームの画像を対象フレーム視点での画像群に変換した。この画像系列に対して、従来の固定カメラ映像を対象としたシネマグラフ生成手法を適用することで、任意の視点でのシネマグラフを生成することを試みた。

4. 研究成果

(1) 静止環境を対象とした自由視点画像生成手法の開発：対象物体を周辺の様々な位置から撮影した画像群を入力として、自由視点画像生成実験を行った。図1に従来手法および提案手法による結果の比較例を示す。従来手法では、生成画像上において入力画像が切り替わる位置で画素値の不連続が確認できるが、提案手法ではそのような不連続が抑制されていることを確認した。



図1 自由視点画像生成結果例(左:従来手法、右:提案手法)

(2) 動物体を対象とした自由視点画像生成手法の開発：動作する人物を固定されたMicrosoft Kinectにより計測し、それに基づきあるフレームでの人物を任意の視点から見ることができるシステムを開発した。図2に同一フレームに対して異なる2視点からの人物の見えを再現し、それを拡張現実感システムに応用した例を示す。



図2 動物体の自由視点画像生成結果を拡張現実感システムに応用した例(左:人物斜めからの見え、右:人物正面からの見え)

(3) 撮影データからの移動物体検出および除去手法の開発：全方位カメラにより移動撮影した動画像から人物等の動物体を自動的に除去する実験を行った(図 3 参照)。また、全方位カメラとレンジファインダからなる車載システムによる計測により得られたデータを用いて、動物体上の点群を検出する実験を行った(図 4 参照)。これらの結果により、シネマグラフ生成において不要な周期運動のない動物体をあらかじめ除去する。



図 3 全方位画像からの動物体除去結果例(上：入力画像、下：提案手法による動物体除去結果)

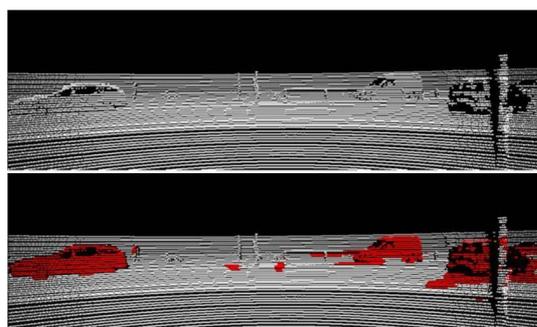


図 4 点群からの動物体検出結果例(上：入力点群、下：検出した動物体(赤色))

(4) シネマグラフ生成手法の開発：水路や街路樹を移動撮影した映像から任意のフレームでのシネマグラフ生成実験を行った。図 5 に生成結果例を示す。図に示す通り、水路のシーンに対して違和感のないシネマグラフを生成できることを確認した。しかし、強風により揺れが大きい街路樹の場合、三次元形状が高精度に復元できず、その結果、高品質なシネマグラフを生成できなかった。このため、高品質なシネマグラフを生成するための動物体の三次元復元手法を今後検討する必要がある。

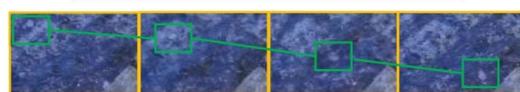
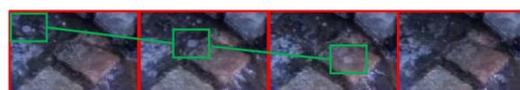


図 5 シネマグラフの生成結果例

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)

K. Katagiri, Y. Nakashima, T. Sato, and N. Yokoya: "Novel view synthesis based on view-dependent texture mapping with geometry-aware color continuity", Transactions of the Virtual Reality Society of Japan, Vol. 21, No. 1, pp. 153-162, 2016, 査読有

URL:<http://www.vrsj.org/transaction/archive/>

F. Dayrit, Y. Nakashima, T. Sato, and N. Yokoya: "Increasing pose comprehension through augmented reality reenactment", Multimedia Tools and Applications (Online First), pp. 1-22, 2015, 査読有

DOI: 10.1007/s11042-015-3116-1

T. Kanatani, H. Kume, T. Taketomi, T. Sato, and N. Yokoya: "Removal of moving objects from point cloud data for 3D modeling of outdoor environments", IIEEJ Transactions on Image Electronics and Visual Computing, Vol. 3, No. 1, pp. 54-62, 2015, 査読有

URL:<http://cebook.dolab.jp/DcSeRO/DcSeRO57.dll?JV&ID=-UBXFY0NWY>

Y. Nakashima, Y. Uno, N. Kawai, T. Sato, and N. Yokoya: "AR image generation using view-dependent geometry modification and texture mapping", Virtual Reality, Vol. 19, No. 2, pp. 83-94, 2015, DOI: 10.1007/s10055-015-0259-3

N. Kawai, N. Inoue, T. Sato, F. Okura, Y. Nakashima, and N. Yokoya: "Background estimation for a single omnidirectional image sequence captured with a moving camera", IPSJ Trans. on Computer Vision and Applications, Vol. 6, pp. 68-72, 2014. DOI: 10.11185/imt.9.361

〔学会発表〕(計 18 件)

高部篤志: "奥行情報と輝度情報の整合性を利用した屋外環境計測データからの移動物体検出", 電子情報通信学パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 2016.2.21-22, 九州工業大学(福岡県飯塚市).

H. Takehara: "Generating a 3D shape template of a moving and deforming object from an RGB-D image sequence", IS&T International Symposium on Electronic Imaging, 2016.2.14-18, San Francisco(U.S.A)

武原光: "単一の RGB-D カメラを用いた非剛体物体の 3 次元形状復元", 第 32 回センシングフォーラム, 2015.9.10-11, 大阪電気通信大学(大阪府寝屋川市)

高部篤志: "車載システムにより計測された三次元点群および画像群を対象とした移動物体検出", 映像情報メディア学会冬季大会 2015, 2015.12.15-16, 早稲田大学(東京都新宿区)

Y. Nakashima: "View-dependent texture mapping-based novel view synthesis with geometry-aware color continuity", 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2015.7.27-30, ホテル阪急エキスポパーク(大阪府吹田市)

河合紀彦: "線分の直線性およびテクスチャの連続性を考慮した自由視点画像生成", 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU), 2015-7.27-30, ホテル阪急エキスポパーク(大阪府吹田市)

片桐敬太: "テクスチャの連続性を考慮した視点依存テクスチャマッピングによる自由視点画像生成", 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 2015.3.19-20. 慶應義塾大学矢上キャンパス(神奈川県横浜市)

松元裕哉: "実時間自由視点画像生成を用いた実画像に基づくドライブシミュレーションシステム", 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 2015.3.19-20. 慶應義塾大学矢上キャンパス(神奈川県横浜市)

篠本涉: "線分の直線性およびテクスチャの連続性を考慮した画像変形に基づく自由視点画像生成における歪みの抑制", 電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会 (PRMU), 2015.3.19-20. 慶應義塾大学矢上キャンパス(神奈川県横浜市)

林佑亮: "三次元形状を利用した自由視点画像生成に基づく画像の高解像度化", 映像情報メディア学会 2014 年冬季大会, 2014.12.17-18, 東京理科大学森戸記念館(東京都新宿区)

中島章敬: "自由視点画像生成に基づいた移動カメラ映像からのシネマグラフ生成", 映像情報メディア学会 2014 年冬季大会, 2014.12.17-18, 東京理科大学森戸記念館(東京都新宿区)

笹尾海斗: "透視投影歪みを自動補正した画像修復", 電気関係学会関西連合大会, 2014.11.23-24, 奈良先端科学技術大学院大学(奈良県生駒市)

F. Dayrit: "Free-viewpoint AR human-motion reenactment based on a single RGB-D video stream", IEEE Int. Conf. on Multimedia and Expo (ICME2014), 2014.7.14-18, Chengdu(China)

A. Oko: "Evaluation of image processing algorithms on vehicle safety system based on free-viewpoint image rendering", IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV2014), 2014.7.8-11, Dearborn(U.S.A)

笹尾海斗: "透視投影歪みの自動補正に基づく画像修復", 2014 年電子情報通信学会総合大会, 2014.3.18-21, 新潟大学(新潟県新潟市)

井上直哉: "自由視点画像生成に基づく移動撮影した全方位動画像からの動物体除去", 2014 年電子情報通信学会総合大会, 2014.3.18-21, 新潟大学(新潟県新潟市)

小甲啓隆: "自由視点画像を用いた車載カメラ画像処理アルゴリズムの評価", 電子情報通信学会高度交通システム研究会 (ITS), 2014.2.17-18, 北海道大学(北海道札幌市)

小甲啓隆: "車載カメラ画像処理アルゴリズム評価のための自由視点画像生成", 情報科学技術フォーラム (FIT), 2013.9.4-6, 鳥取大学(鳥取県鳥取市)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ

<http://yokoya.naist.jp>

受賞 (計 5 件)

2014 年映像情報メディア学会冬季大会
鈴木記念奨励賞 [対象論文-学会発表]

2014 年映像情報メディア学会冬季大会
学生優秀発表賞 [対象論文-学会発表]

平成 26 年電気関係学会関西連合大会
奨励賞 [対象論文-学会発表]

FIT2013 第 12 回情報科学技術フォーラム
ヤングリサーチャー賞 [対象論文-学会発表]

自動車技術会 大学院研究奨励賞 [関連論文-]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

横矢 直和 (YOKOYA, Naokazu)

奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研

究科・教授

研究者番号：10252834

(2)研究分担者

佐藤 智和 (SATO, Tomokazu)

奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・准教授

研究者番号：50362835

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