

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 23 日現在

機関番号：13501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26560006

研究課題名(和文) オートフレーミング - 主観的被写体検出と客観的美的尺度に基づく最適構図の自動決定

研究課題名(英文) Auto-framing: composition optimization combining subjective and objective measures

研究代表者

茅 暁陽 (MAO, Xiaoyang)

山梨大学・総合研究部・教授

研究者番号：20283195

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)：本研究では、撮影者の意図を汲みながらも最適な構図をもつ写真が自動で撮れるオートフレーミング手法の開発を行った。写真の構図に関する様々なルールを体得し、実際の撮影時に常に最適な構図を得ることは、素人には困難である。我々は、カメラのファインダー画像列を動画解析して撮影者の撮りたい被写体を特定する主観的評価に加え、その位置が構図として美しいかどうかを客観的な美的尺度に基づいて評価することによって、この問題をオンラインで解決する最適化アプローチを確立した。評価実験では、提案手法により生成した画像がユーザが手動で選択したベスト構図に近いことを確認することができた。

研究成果の概要(英文)：This research aims to develop an auto-framing technique enabling users to obtain the photographs of best composition. Taking a photograph of good composition requires skills and acknowledges. On the other hand, the measure to composition can be subjective. People may focus on different parts of an object or an scene. We found through the preliminary study that almost all users move camera before taking a photo due to the hesitation about the composition. The new auto-framing technique detects user's subjective preference by analyzing the video sequence recorded during use's hesitation. Then Rule of Third is used as the objective aesthetic measure and the photograph of best composition is obtained through the optimization combining the subjective and objective measures.

研究分野：画像処理

キーワード：オートフレーミング 美的評価 注意獲得

## 1. 研究開始当初の背景

構図決定は、写真を撮影する際、最も高度なセンスが必要となる重要な過程である。本研究を開始した当初、市場では、顔認識など最新のコンピュータビジョン技術を援用したオートフォーカスやブレ、ボケ防止機能が普及帯のカメラにまで搭載されるようになっていた。しかし、写真の良否を左右する構図決定に関する支援機能はまだ一般的とは言えなかった。

計算機を利用して、撮影した画像の後処理だけでなく、撮像過程そのものも含めて抜本的な改革を狙う、コンピューショナル・フォトグラフィ (Computational Photography: CP) と呼ばれる研究分野が盛んであり、専門国際会議も開催されている。米国スタンフォード大学の M. Levoy の研究グループ他が推し進めてきた、ライトフィールドカメラに代表されるように、既存の CP は、実際の光学デバイスに計算技術を融合させた撮像系により、単なるスナップショットとしての画像以外に、シーンの奥行きや物体の反射特性等の情報もイメージセンサを通してデータ化し、計算によって対象となる 3 次元世界の情報を復元することを目指している。現在の CP は、その代表的な応用の一つにリフォーカスがあるように、撮影の光学的側面に焦点を当てる研究が主流である。一方、その究極の目標は『レンズへ入射する光線から、光学系と演算による 2 段階の情報処理を介し、所望の画像を形作ること』(日浦 慎作 広市大) にあり、撮影者の主観的な意図を汲み取った自動構図決定が必要不可欠である。

そこで本研究では、構図を決める際の撮影者とシーンとのインタラクションに注目し、その過程から撮影者の意図を推定し、ルールベースの美的尺度と合わせて最適化を行う新たな CP 技術を提案することを目標に掲げた。

写真の構図を最適化する研究としては、撮影後の画像から画像処理により顕著物体を検出し、その位置が美的な構図を与えるように画像を編集する手法が知られている (L. Liu, R. Chen, L. Wolf, and D. Cohen-Or: "Optimizing photo composition," *Computer Graphics Forum*, 29(2):469-478, 2010)。しかしながら、同手法は、被写体検知は客観的な画像処理に負うだけであり、被写体が撮影者が望むものとは異なる可能性が高い。幸い我々は、映像コンテンツからコミックを自動生成する先行研究において、鑑賞者の視線と動画内の画像特徴を併用することで、鑑賞者が主観的に興味を抱いた箇所を強調しながらも、客観的に美観を失わない動画を編集可能にする技術を提案していた。そこで本研究では、この主観的/客観的情報の統合によって動画編集を自動化する知見を活用し、

本課題の解決に取り組むことにした。

## 2. 研究の目的

スマートフォンやコンパクトデジタルカメラと SNS の普及に合わせ、爆発的に増加しているカメラユーザによって撮られる被写体は大きく様相を異にするため、個々の撮影者の撮影対象の正確な検出はきわめて挑戦的な研究課題である。また、撮影後にはもう二度と同じ場面には遭遇できないため、撮影中の良い構図の提示や最適な構図をもつ写真の自動撮影は、従来の CP 技術では実現できない。本研究では、撮影者の意図を汲みながらも最適な構図をもつ写真が自動で撮れるオートフレーミング手法の開発を目的とする。

写真の構図に関する様々なルールを体得し、実際の撮影時に常に最適な構図を得ることは、素人には困難である。そこで我々は、

課題 1) 撮影者のカメラ移動を動画として捉え、各フレーム画像に含まれる特徴から主観的な被写体を検出する

課題 2) 被写体の位置を客観的な美的尺度によって評価する

2 点の技術を確立し、主観的と客観的評価尺度に基づく最適な構図をもつ画像を自動生成することを可能にする。

## 3. 研究の方法

本研究は、山梨大学に所属する計 2 名(代表: 茅 暁陽, 分担: 豊浦 正広)の研究体制をとり、2 年間に渡り実施した。

初年度はまず、第一の課題である主観的な被写体検知を実現するために、ユーザがカメラを構えてからシャッターを切るまでの予備動作の調査・解析を行い、構図を探索しながらファインダーを動かしている間の各フレーム画像における画像特徴点を抽出する方法、トラッキングによってフレーム間の位置合わせを行う方法、そしてフレーム画像を統合しマスター画像を作成する方法を実装した。

2 年目は、第二の課題である客観的な美観評価を実現するため、構図の美しさを客観的に評価するルールベースの評価尺度を作成するとともに、マスター画像から最適な構図を持つ箇所を自動抽出する最適化アルゴリズムを実装し、評価実験を通して提案手法の有効性を検証した。

## 4. 研究成果

実装したシステムの概要を図 1 に示す。まず、オートフレーミングの実現に必要な情報として、ユーザのカメラ移動の情報を利用する。まず、ユーザがカメラを用いて撮影する際に、シャッターを切るまでの構図を決めかねている間の情報を動画として記録しておく。

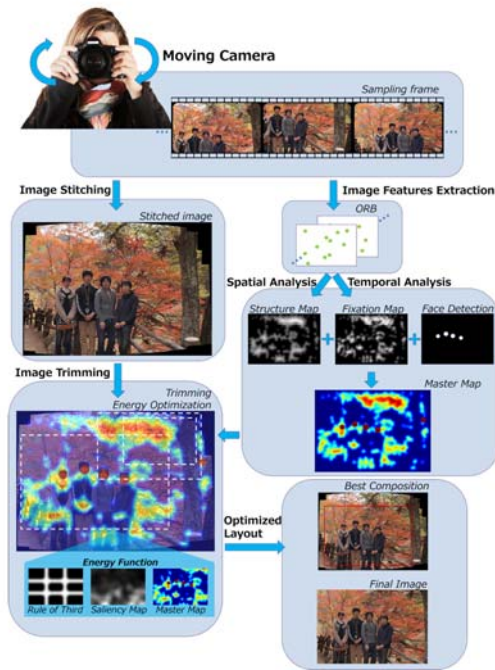


図1 開発した手法の概要

次に、この動画情報から一定間隔で画像をサンプリングする。そして、サンプリング画像に対して特徴点マッチングおよび射影変換を利用したスティッチング処理を適用して画像を合成し、入力動画から1枚の大きな合成画像を作成することでユーザが見ている撮影世界を再現する。また同時に、各サンプリング画像においてORB (Oriented FAST and Rotated BRIEF) 特徴を抽出し、ORB 特徴を時空間的に解析することにより Structure Map および Fixation Map を作成する。Structure Map は、局所画像特徴の空間に対する分布形状を求めたものである。一方、Fixation Map は局所画像特徴の時系列に沿った濃度分布を示す。さらに、より高次の意味情報として、顔認識処理を施したものを統合して、Master Map を得る。次に、作成した Master Map を基に、スティッチング後の合成画像から、最適スケールで最適位置においてトリミングが行われるように探索を行う。構図を探索する際は、三分割法に則って良い構図となるように異なるスケールと位置で探索し、併せてトリミング後に人が目を向ける箇所を顕著性マップにより推定することで、客観的に美的な位置を探索する。最適位置を見つけた後、スティッチング後の合成画像に対してトリミングを行い、最適構図の画像としてユーザに提示する。

一般的な撮影状況においては、ユーザごとに被写体の嗜好は異なるため、人物、風景、人工物などの被写体ごとの特性を活かした構図作りが、写真を見る側(すなわち、トリミン

グ後)から評価されることにより芸術としての写真の表現の幅が広がるはずである。そこで、トリミング後に人がどこに注目するかを予測するために、顕著性マップを活用した。これを Master Map と組み合わせ、三分割法に従うように評価関数モデルを定義することで、より汎用的なシチュエーションにおいて、撮影中にユーザが撮りたい箇所と、撮影後にベストショットとしてトリミングされた画像において人が見るであろう箇所の両面から評価がなされることになる。換言すれば、前者が主観的な被写体推定を意味し、後者が客観的な美的評価則の実現を意味している。

評価実験では、フォーカスを撮影者が手動で設定し、撮影開始時から録画が開始されシャッターを切った瞬間に録画が終了するように9名の被験者に撮影をしてもらった。撮影時には構図を熟考してもらいながら自由に撮影してもらった。実験においては、自然画像や人物と背景の写った写真、夜景や食事、建物などの人工物など、日常的に撮影されるシチュエーションで

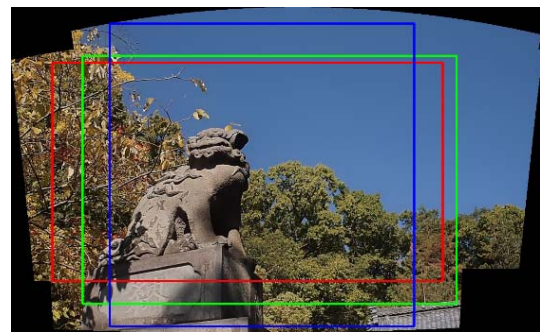


図2 異なるアスペクト比の最適構図

撮影してもらい、計34シーンが得られた。3つの異なるアスペクト比を指定した際の提案手法によって得られた最適構図の検出結果例を図2に示す。

撮影者にスティッチング後の画像から意図する構図を、3種類のアスペクト比を用いて手動で切り取ってもらい、これを正解として、オーバーラップする面積を一致率として算出したところ、各アスペクト比において34シーンの一致率の平均は84%、88%、88%となり、実際にユーザの主観評価に近い結果が得られたと言える。

## 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] 査読あり (計4件)

1. Xiameng Qin, Jianbing Shen, Xiaoyang Mao, Xuelong Li, Yunde Jia, “Robust Match Fusion Using Optimization,” *IEEE Transactions on Cybernetics*, Vol. 45, No. 8, pp. 1549-1560, 2015-8.
2. 澤田 友哉, 後藤 悠汰, 豊浦 正広, 茅 暁陽, 行場 次朗, “リーディングラインを考慮した顕著性マップの作成”, 電子情報通信学会論文誌, Vol. 6, No. 6, pp. 446-449, 2015-6.
3. Xiameng Qin, Jianbing Shen, Xiaoyang Mao, Xuelong Li, Yunde Jia, “Structured-Patch Optimization for Dense Correspondence,” *IEEE Transactions on Multimedia*, Vol. 17, No. 3, pp. 295-306, 2015-3.
4. 畠 康高, 豊浦 正広, 茅 暁陽, “LIC法を用いた鉛筆画風動画生成”, 画像電子学会論文誌, Vol. 43, No. 3, pp. 338-347, 2014-7.

[学会発表] 査読あり (計5件)

1. Hiromu Seki, Masahiro Toyoura, Xiaoyang Mao, “Direction and Scale Preserving Analogies,” Computer Graphics International (CGI 2015), 2015-6, Strasbourg(France).
2. 澤田 友哉, 豊浦 正広, 茅 暁陽, “カメラ移動に基づくオートフレーミングの実現”, Visual Computing/グラフィクスとCAD 合同シンポジウム, 2015-6, 姫路市市民会館(姫路).
3. 後藤 悠汰, 澤田 友哉, 豊浦 正広, 茅 暁陽, 行場 次朗, “リーディングラインを考慮した顕著性マップの作成”, Visual Computing/グラフィクスとCAD 合同シンポジウム, 2014-6, 早稲田大学国際会議場 (東京).
4. 澤田 友哉, 豊浦 正広, 茅 暁陽, “視線パターンに基づく映像コンテンツからのコミックの自動生成”, Visual Computing/グラフィクスとCAD 合同シンポジウム, 2014-6, 早稲田大学国際会議場 (東京).
5. 関 啓夢, 豊浦 正広, 茅 暁陽, “方向適応型 Image Analogies”, Visual Computing/グラフィクスとCAD 合同シンポジウム, 2014-6, 早稲田大学国際会議場 (東京).

[その他]

ホームページ等

<http://www.vc.media.yamanashi.ac.jp/ja/research/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

茅 暁陽 (MAO Xiaoyang)  
山梨大学・大学院総合研究部・教授  
研究者番号：20283195

(2)研究分担者

豊浦 正広 (TOYOURA Masahiro)  
山梨大学・大学院総合研究部・助教  
研究者番号：80550780

(3)連携研究者

( )

研究者番号：