

特集「動画画像解析」の発行に寄せて

八 木 康 史^{†1} 谷 口 倫 一 郎^{†2}

1. はじめに

動画画像解析は、いうまでもなくコンピュータビジョンの最も基本的なテーマの1つであり、今も多くの研究がなされている。フロー解析、時空間画像解析などの理論的な研究が進展する一方、サーベイランスやメディア解析など実応用に関する研究も活発になっている。また、時間軸を巧みに利用した画像センシング方式に関する研究も行われている。このような状況を鑑みると、動画画像解析に関する最近の研究成果を整理し、俯瞰する良い時期であると考えられる。このような背景のもと、情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会では「動画画像解析」に関するテーマセッションを2007年1月に開催した。本特集はそのまとめとして企画されたものである。

2. 採択論文の概要

この特集号には、「動画画像解析」に関して、2件の招待論文と3件の一般論文を採録した。以下に各論文の概要について順に示す。

三池，長，三浦，杉村による解説論文（招待）「一般化勾配法によるオプティカルフローの検出：不均一照明下での物体運動の計測」では、勾配法に基づくオプティカルフロー検出について著者らの研究を中心に解説が行われている。勾配法は、動画像から運動物体のみかけの2次元速度ベクトル場（オプティカルフロー）を検出する代表的手法として知られている。この論文では、HornとSchunck以来のオプティカルフロー検出手法の研究史を概説するとともに、著者らの研究グループで開発してきた、照明の時間的変動や空間的不均一が存在する環境下で運動する物体の速度情報を推定する方法（一般化勾配法）と関連の研究を紹介している。一般化勾配法は、濃淡値の保存則を仮定し、3次元世界から透視投影で映し出された2次元画像中の物体運動の速度ベクトル場と照明の不均一場を同時に検出するものである。

安藤，魏，Masurelによる総合論文（招待）「複素正弦波変調撮像によるオプティカルフロー検出理論および時間相関イメージセンサによる実現」では、著者らが進めてきたオプティカルフロー偏微分方程式に立脚する画像速度場の新たな代数的厳密解法について、最新の成果を述べている。この偏微分方程式に基づく従来法は、数値微分によって得られた画像の時空間勾配を観測量とする線形方程式を解くというものであったが、微分の段階で多大な誤差が入る点に大きな問題があった。これに対して著者らは1フレーム時間の時間荷重積分を観測量にとり、同時にオプティカルフロー偏微分方程式の荷重積分によりこの観測量に関する厳密な代数方程式を得ている。この原理は、時間相関イメージセンサによって同時取得される強度画像と複素正弦波変調画像の組に対して好適である。単一フレームのみで画素ごとに対象の速度ベクトルを復元でき、フレーム間のエリヤシング誤差や差分近似の精度に由来する対象速度の制限も取り除かれ、容易に実時間のオプティカルフロー推定を可能にしている。

関，奥富による論文「非同期ステレオ動画像を用いた同時最適化による位置とモーションの推定」では、一般に広く利用されているホームビデオカメラや、USBカメラなどを利用して、手軽にステレオ視覚を構成する非同期ステレオについて述べている。非同期ステレオでは、各カメラで撮影されるタイミングの違いによって、対象の3次元位置が異なるため、対応点がエピポーラ線上にないことや対応点と光学中心を結ぶ光線どうしが交わらないことから、従来のステレオ対応探索と三角測量の原理から、3次元位置推定や3次元モーション推定を行うことは困難であった。そこで、本論文では、非同期ステレオカメラから得られる時系列ステレオ画像を用いて、動的なシーンにおける画像中の各点の3次元位置と3次元モーションを推定する手法を提案している。提案手法では、すべての非同期時系列ステレオ画像間の対応づけを同時に行う。それによって、3次元位置と3次元モーションに加え、ステレオカメラ間の撮影タイミングのずれである時間オフセットをも同時に最適化して推定することができる。また、提案手法を通常の同期ステレオ画像に適用し、ステレオ対応点探索とトラッキングに相当する作

^{†1} 大阪大学
Osaka University

^{†2} 九州大学
Kyushu University

業を一緒に行うことで、3次元位置とモーションを同時に推定する手法についても述べている。

都築，藤吉，金出による論文「SIFT特徴量に基づくMean-Shift探索による特徴点追跡」では，頑健な特徴点追跡法について述べている．特徴点追跡としては，KLT法（Kanade Lucas Tomasi Feature Tracker）による特徴点追跡アルゴリズムは高速であり広く利用されているが，人などの非剛体の特徴点追跡に失敗することがままある．本論文では，回転・スケール変化・照明変化による画像の変化に不変なSIFT（Scale Invariant Feature Transform）特徴量を用いたMean-Shift探索による特徴点追跡法を提案している．また，追跡結果の表現法として，追跡点をセグメンテーションすることなく動線を表現する方法について述べている．点の移動方向と密度により表示する色を決めることで，移動の方向と頻度を表現している．本手法により，長時間に及ぶ人の追跡結果を可視化し，移動の流れが表現されていることを示している．

高橋，杉本，奥富による論文「アフィン空間拘束とエッジ拘束を利用した2組の時系列画像における画像間対応軌跡推定」では，2組の時系列画像を利用した画像間の対応軌跡推定手法を提案している．提案手法では，2組の時系列画像中の特徴点をそれぞれ追跡し，画像間に存在するエッジ拘束を利用して，一方の時系列画像のそれぞれの特徴点軌跡を他方の時系

列画像の全特徴点軌跡が属するアフィン空間に当てはめる．これにより，一方の時系列画像から得られた特徴点軌跡に対する他方の時系列画像中の特徴点軌跡を推定することができ，画像間の特徴点の対応軌跡が得られる．この方法は，画素値を利用したステレオ画像対応点探索とは異なり，両方の画像で同時に観測されていない点に対しても特徴点の対応座標が得られるという特徴を持っている．さらに，得られた対応をもとに，対象の3次元形状を復元することもできる．

3. おわりに

以上のように本特集号では「動画像解析」に関して5編の論文を採録したが，基本的なフロー抽出の問題に始まり，計測デバイス，特徴点追跡，ステレオ計測への応用など幅広い範囲で質の高い研究をまとめることができたと考えている．コンピュータビジョンの技術を利用して実世界を観測する際には動画像解析は必ず必要となる技術であり，今後もさらに多くの優れた研究が進められていくことを期待したい．

最後に本特集の編集にあたり，貴重な研究成果をご投稿いただいた著者の方々，査読にご協力いただいた査読委員の方々，オーガナイズセッションの企画および運営にご協力いただいたCVIM研究会運営委員ならびに現地担当の方々，情報処理学会事務局ならびに論文誌編集事務局の方々に深く感謝いたします．