

シーンフローに基づく物体分割手法

菅原 勝也^{†1} 阿部 亨^{†1,†2} 菅沼 拓夫^{†1,†2}^{†1} 東北大学大学院情報科学研究科 ^{†2} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1. はじめに

近年、画像情報を利用した人物行動認識の高度化が進んでいる。それに伴い、監視・防犯や作業モニタリング、見守り支援など認識結果の様々な応用が考えられている。そこで、日常生活における人物行動のより詳細な認識を実現するために、人物だけでなく、人物が接触する物体の認識も必要となる。これを実現することで、人物の動作と人物が接触した物体から人物が荷物を移動、ドアを開閉などの動作の区別が可能となる。そのため、画像から人物の領域と人物が接触した物体の領域の抽出・分割を行う必要がある。

本研究では、画像から人物の領域と人物が接触した物体の領域の高精度な抽出・分割を実現することを目的とする。対象となる人物と物体の運動情報を用いる手法に着目し、対象の運動が三次元空間中の三次元ベクトル場で表現されるシーンフローに基づいた人物と物体の領域分割手法を提案する。

2. 関連研究

画像の領域分割を実現するために様々な手法が提案されている。Abramov[1]らは色と深度を用いて領域分割を行い、分割した領域の変化を二次元空間中の二次元ベクトル場で表現したオプティカルフローで追跡する手法を提案している。この手法では、分割されるべき領域間の色が類似している場合に色による領域分割が行えない問題、同一領域内に異なる色の領域が存在する場合に誤った分割が行われてしまう問題がある。Lu[2]らはオプティカルフローを用いて画像から移動している領域を分割する手法を提案している。しかしオプティカルフローには、分割対象が画像面に対して垂直な運動を行うことで認識困難になる問題、カメラからの距離によりオプティカルフローとして推定される対象の運動が異なる問題がある。Lenz[3]らはシーンフローを用いて画像から移動している領域を分割する手法を提案している。この手法では、人物が物体を保持している状態のように分割されるべき領域が接触している状態では、両領域のシーンフローが同一になるため分割が困難になる問題がある。Chi[4]らはロボットアームを用いて複数の物体が接触している状態に各物体を移動させることで、物体を分離させ、分離後の状態から各物体の領域分割を実現している。そこで本研

究では、Chi[4]らの手法に着目し、分割対象となる人物が物体と接触・分離する際に生じるシーンフローの変化から人物領域と物体領域を分割し、この分割結果を他の時刻の画像に反映させることで領域分割を実現する。

3. 提案手法

提案手法の概要を図1に示す。まず、図2に示すように時刻 t と $t+1$ の画像から特徴点を検出し、特徴点間の対応を決定する。この結果に各画像に対応する深度情報を反映させ、シーンフローを推定する。続いて、シーンフローに対してクラスタリングを適用し、距離・方向・位置をもとに類似度を計算しシーンフローを分類する。分類結果から得られた各箇所を部分領域として決定する。最後に部分領域間の境界の状態から統合する部分領域の判定を行い、人物と物体に属する領域を決定する。決定した両領域の情報を他の時刻の画像に反映させることで、画像から人物と物体の領域を分割する。

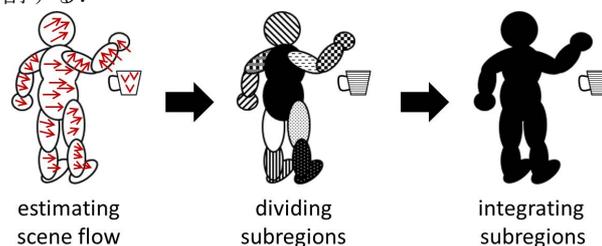


図1: 提案概要

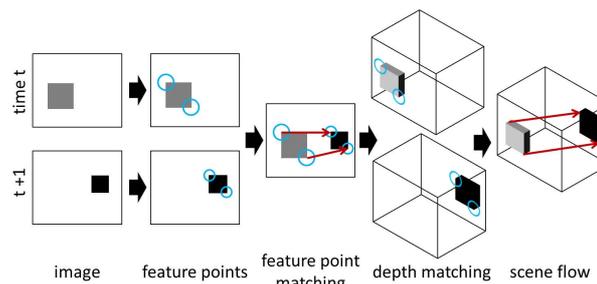


図2: シーンフロー推定の流れ

4. 実験

4.1. 実験内容

シーンフローの推定結果から人物と物体領域の高精度な分割にシーンフローを用いることが可能か検証するために実験を行った。実験に用いる試作システムは、Visual C++ 2010上で実装し、距離画像センサとして、Kinect for Windows[5]を用いた。また、画像と深度情報の獲得にKinectライブラリ(Kinect for Windows

Object Segmentation Method Based on 3D Scene Flow
Katsuya SUGAWARA^{†1}, Toru ABE^{†1,†2},
Takuo SUGANUMA^{†1,†2}

^{†1}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†2}Cyberscience Center, Tohoku University

SDK v1.8), シーンフローの推定に画像処理ライブラリ (OpenCV v2.4.5) を用いた.

実験環境を図3に示す. 距離画像センサと物体を床に設置し, x, y 軸は壁面に対して並行で, z 軸は垂直となるようにシーンフローの座標系を設定した. 実験で用いた画像と深度情報を図4に示す. 実験では, 画像に表示される人物の腕が物体を図3で示している矢印の方向に移動させ, 図4の時刻 t と $t+1$ の画像と深度情報を用いて腕と物体が接触している状態のシーンフロー, $t+1$ と $t+2$ の画像と深度情報を用いて腕と物体が分離した瞬間のシーンフローの推定を行った.

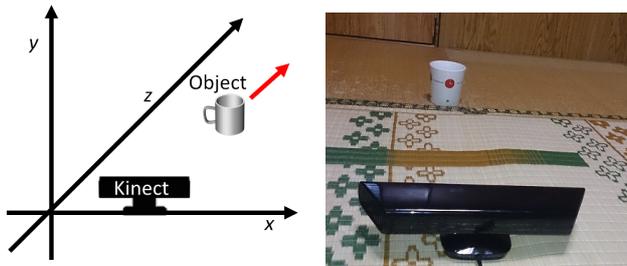


図3: 実験環境

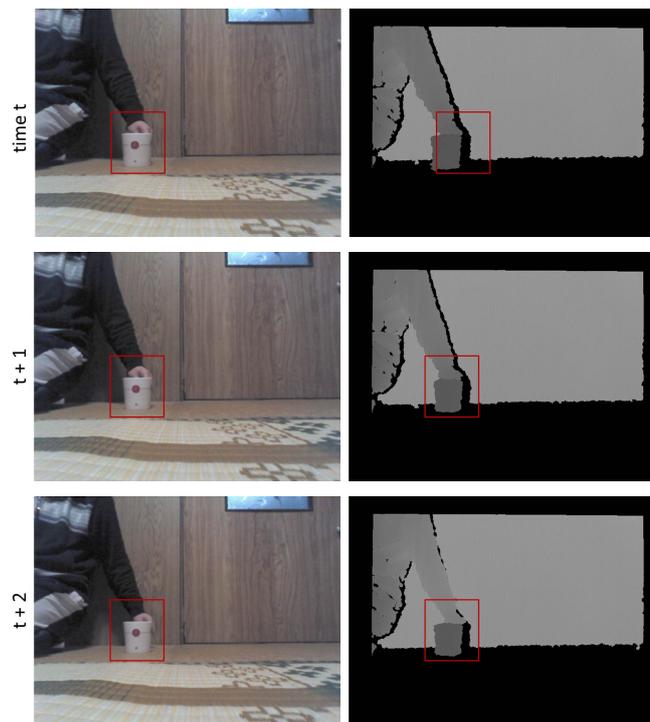


図4: 実験で用いた画像 (左), 深度情報 (右)

4.2. 実験結果・考察

実験により推定されたシーンフローの結果を図5に示す. 上からシーンフローを xy 平面, yz 平面, xz 平面に投影した結果である. 腕と物体が接触している状態では, 人物と物体のシーンフローが類似していることが確認できる. 次に, 腕と物体が分離した瞬間では移動していた物体のシーンフローが変化し, 腕と物体でシーンフローに違いが生じることが確認できる. この結果から, 人物が物体と分離 (接触) する瞬間に注目することで人物と物体領域の分割が可能となる.

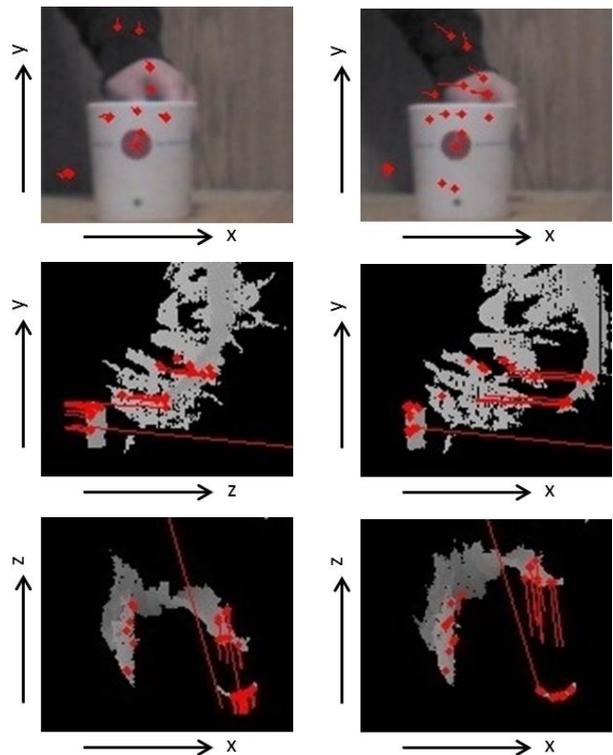


図5: シーンフローの推定結果: 接触 (左), 分離 (右)

5. おわりに

本稿では, シーンフローに基づく領域分割手法を提案した. そして, シーンフロー推定の実験結果から分割対象となる人物と物体の領域分割のためにシーンフローを用いることが有効であることを示した. 今後は, この結果をもとにシーンフローの類似度から部分領域を決定する処理, 部分領域の統合により対象領域から人物と物体に属する領域を画像から分割する処理の実装を行う. また, 提案手法により高精度な領域分割が可能であることを示し, 分割結果を他の時刻の画像へ反映させる方法を検討する予定である.

参考文献

- [1] A. Abramov, et al., "Depth-supported real-time video segmentation with the Kinect," IEEE Workshop on Applications of Computer Vision (WACV), pp.457-464, 2012.
- [2] H. Lu, et al., "A Novel Automatic Motion Segmentation Method based on Optical Flow," International Conference on Multimedia Technology (ICMT), pp.1-5, 2010.
- [3] P. Lenz, et al., "Sparse Scene Flow Segmentation for Moving Object Detection in Urban Environments," IEEE Intelligent Vehicles Symposium (IV), pp.926-932, 2011.
- [4] W. Chi, et al., "Robot Aided Object Segmentation Based on Kinect without Prior Knowledge," IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), pp.1784-1788, 2012.
- [5] Kinect for Windows, <http://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>, Online; accessed 11-January-2014.