

### 3次元シーンにおける ICP の外れ値からの 効率的な前景のセグメンテーション手法

カメラによって撮影されたシーンから動いている物体のモデルを再構築するには、いかに背景と前景をセグメンテーションするかが重要である。前景は 3 次元点群の位置合わせに用いられる一般的な手法 Iterative Closest Point (ICP) の結果の外れ値として現れる。多くの研究では、モフォロジカルフィルタやグラフ最適化といった手法でこれらの外れ値からノイズを除去して前景を取得する。通常はこれらの外れ値がどのように選択されたかを気にすることはなく、単に ICP の外れ値として単一的に扱う。

本研究では動いている RGB-D センサを用いて環境を 3 次元的に再構築する。新しいフレームと、それまでに統合したサーフェイスとの位置合わせは、ICP アルゴリズムによって達成される。そのうえで、前景にある物体は ICP の結果の外れ値 (図 1b) から意味のあるセグメントを取り出すことで得られる。セグメント化された前景は静的な再構築のプロセスとは独立した、前景の構築のプロセスとして、前景オブジェクトを追従しながら新しく得られたサーフェイスを統合していく。

本研究では、既存の研究では区別されていなかった、ICP の外れ値の判断基準である 5 種類の要因を陽に区別して ICP の結果を調査した。結果としてノイズを除去した後の前景は主に、距離に起因した外れ値の領域にあることを確かめた (図 1c)。これを踏まえ、距離に起因した外れ値から遠距離の点群を切り捨てたものを抜き出し、これにバイラテラルフィルタを適用する手法を用いることで、実時間処理で既存の手法に比べ 12% 評価値の高いセグメンテーションの結果が得られた (図 2)。詳細はこの手法に関する論文を参照のこと<sup>[1]</sup>。

ここでの結果は、遠距離にある点群や角度、空間に関する外れ値を除いたほうが、前景のセグメント化のプロセスは、時間、質ともに向上することを表している。さらにここでは、グラフカットといったグラフ理論を用いた抽出画像の洗練化手法も意味がないことも確かめた。現在は、物体が動き始めてすぐに静的な環境からセグメント化できるように研究を進めている。



(a) RGB フレーム



(b) ICP の外れ値



(c) 外れ値の区分化によるノイズの削減



図 1. 用いた RGB データと位置合わせの結果得られた ICP の外れ値。(a) 動いている物体が写った RGB 画像。(b) 対応する ICP の外れ値。(c) 外れ値の区分を表すカラーマップ。距離の外れ値 (緑がかかった青色) が提案手法で用いた外れ値。

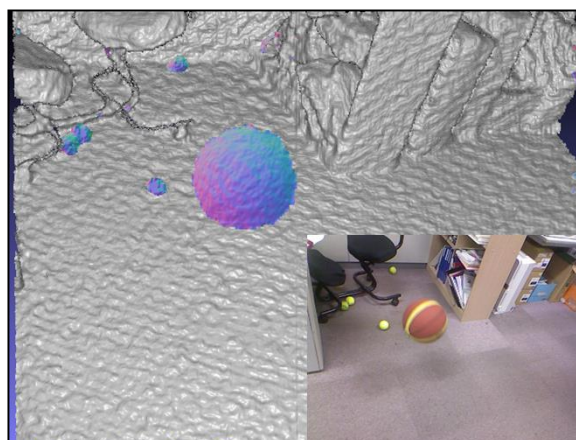


図 2. (中央) 再構築した環境にフォンシェーディングを適用した表面。色付けたものが前景。いくつかのボールがバウンドするシーンから明確に前景を抜き出していることがわかる。(右下) 対応する RGB 画像。

<sup>[1]</sup> Hamdi Sahloul, Jorge Figueroa, Shouhei Shirafuji, and Jun Ota, "Foreground segmentation with efficient selection from ICP outliers in 3D scene," in *2015 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO)*, Zhuhai, China, Dec 2015, pp. 1371-1376.