

写真測量のための深層学習を用いた外れ点除去

MHI パワーエンジニアリング株式会社 正会員 ○森 直樹
 東北大学 伊藤 康一
 東北大学 鈴木 光

1. 目的

写真計測はドローンの普及により広く土木測量に適用されるようになった。上空からの撮影では地形変化が良好なテクスチャーとなり特徴点を安定して形成しやすいことが写真測量の性質を良くしているためである。一方、地上写真測量で人工構造物を測定する場合には構造物にそのものにテクスチャーが少ないことや空などの背景に特徴がないことから復元される3次元点群に外れ点が生じる場合がしばしばある。特に大量の外れ点が発生した場合は測定したデータを活用可能な点群データとするために多大な労力を要し地上写真測量の大きな課題となっている。そこで、ここでは外れ点を除去するための新たな試みとして深層学習を用いた方法を提案し特徴的な構造物に適用したので報告する。

2. 外れ点とは

現在の写真測量では二つの処理に分類される。一つは複数の写真より特徴点を抽出し対応付けした後にカメラパラメータと特徴点の疎な3次元復元をするSFM(Structural From Motion)と求解されたカメラパラメータと深度マップ求め密な点群を生成するMVS(Multi View Stereo)処理である。このうち、外れ点が発生するのはMVS処理であり特徴が少ない画像の深度マップ作製時にマッチングスコア不安定となり多くの外れ点が発生する。



図-1 外れ点を含んだ点群

3. 機械学習による外れ点除去

ここでは近年注目されている Point NET++ のネットワークモデルを用いた。入力情報には点群の (x,y,z) 座標、 (r,g,b) の色の他に点の密度、エントロピーを追加し、損失関数には交差エントロピー損失を用いて L0 を第一層に対するもの L1 を第2層に関するものとし更に物体表面近傍の外れ点に着目し物体表面近傍の外れ点に対する損失係数として Surface loss を追加した。

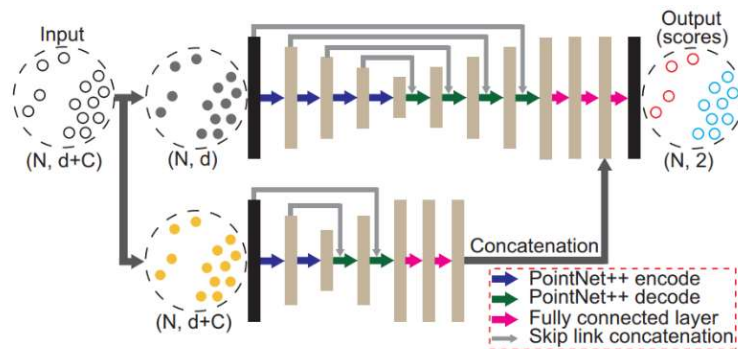


図-2 PointNET++ネットワーク

4. 学習データセット

機械学習には公開データセットより MVS とレーザー計測結果が同時に公開されている Blended-MVS[3] を用いた。教師データを作成するためレーザー計測結果を正としてその近傍点を正しい点(inlier)、それ以外を外れ点(outlier)とし、ランダムに8192点を繰り返し取り出して教師データとした



図-3 教師データ作成方法

5. 適用事例

3つの適用事例を紹介する。a)はコンクリート橋、b)はトラス橋 c)は帆船の例である。a)のコンクリート橋は壁面が多く構造に適度なテクスチャーがある良好な例となる。一方 b)は鋼製トラス橋で部材間に空間が多い例。c)は帆船で多数のロープが使用された複雑な構造をしている例となる。それぞれ外れ点除去前後のMVS点群状況を示した。壁面の多い a)では電線付近に外れ点の発生が確認されるものの橋体壁面では外れ点は殆ど発生しない良好な点群が生成されている。一方 a)及び b)では復元対象物の空間の外内外に外れ点が多数発生し復元対象物を覆っている。これら画像に対して今回提案する手法を適用した結果がそれぞれ d)e)f)に示す結果である。d)は元の点群の性質が良いためにさほど変化は見られないものの e)f)では空間全体に覆っていた放射状外れ点はほぼ取り除かれてその効果が確認できた。特に e)では外れ点の殆どが取り除かれ本法の有効性が示された。



コンクリート橋



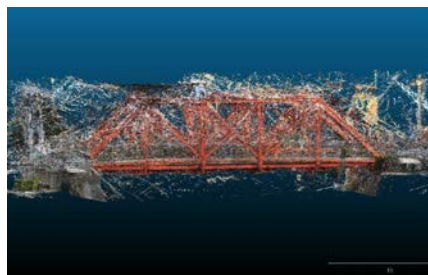
鋼製トラス橋



帆船



c) コンクリート橋 MVS



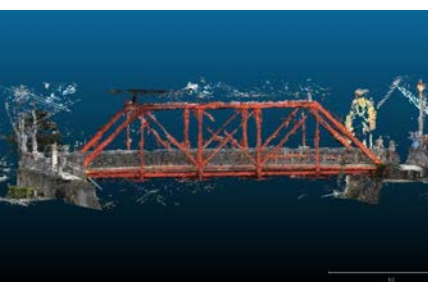
b) 鋼製トラス橋 MVS



a) 帆船 MVS



f) コンクリート橋外れ点除去



e) 鋼製トラス橋外れ点除去



d) 帆船外れ点除去

6. まとめ

本結果より poinNET++ネットワークによる外れ点除去は MVS の外れ点除去に一定の効果があると判断できる。しかし電線やケーブル周囲に発生する外れ点の残留や逆に構造細部の一部が取り除かれてしまうケースなど課題も健在化した。今後、学習モデルを精鋭化しより除去精度を向上させていきたい。

参考文献

- [1] 鈴木光, 伊藤康一, 青木孝文, “多視点ステレオのための深層学習を用いた外れ点除去と性能評価,” 映像情報メディア学会技術報告, vol.44, no.20, pp.31-34, Sept. 2020
- [2] Y. Yao, Z. Luo, L. Shiwei, J. Zhang, Y. Ren, L. Zhou, T. Fang, and L. Quan, “Blended-mvs: A large-scale dataset for generalized multi-view stereo networks,” Proc. IEEE Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp.1790–1799, June 2020.

図-4 外れ点除去の適用結果