

AIを用いた三次元点群からの鉄塔等の骨格座標抽出・推定技術の基礎開発

Basic Development of AI-based Technology for Extracting and Estimating Skeletal Coordinates of Steel Tower Outlines from 3D Point Clouds

AIによる効率的な三次元点群の処理を目指して

近年、三次元点群の活用が広がっている。ドローンやヘリコプターで取得した三次元点群は広範囲の座標系を整備できドローンの航路設計を簡略化すること等に役立てるメリットがあるが、点の数が膨大なため、処理に人手や労力がかかる課題がある。本研究では点群の中から鉄塔・電線・風車等を対象に重要な骨格・座標を自動で抽出・推定する技術を開発した。



執筆者

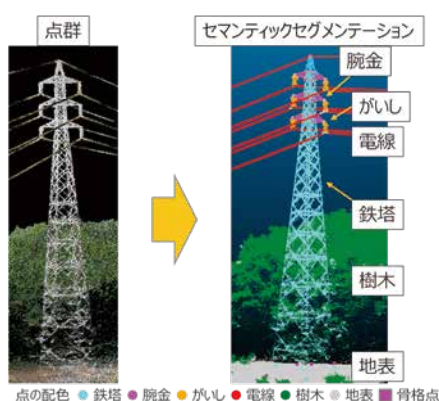
電力技術研究所
電力設備グループ
八尾 健一朗

1 はじめに

ドローンを用いた鉄塔点検のためには鉄塔部材と適当な距離を保ちつつ鉄塔の周囲を飛行する航路設計が求められる。本研究ではAIを用いて人手を介さずに膨大な点群データから鉄塔形状・部位を識別し、鉄塔外形を決定する重要な骨格座標抽出や電線実長の概略計算を自動で行う技術を開発した。

2 深層学習による鉄塔形状・部位の識別

鉄塔の骨格座標を抽出するには膨大な点群がそれぞれの部位に該当するのかを識別する必要がある。このため、鉄塔・電線・がいし等と部位ごとにAIにて深層学習させるセマンティックセグメンテーション処理を行い自動識別を可能とした（第1図）。



第1図 鉄塔点群のセマンティックセグメンテーション

3 鉄塔の骨格座標抽出

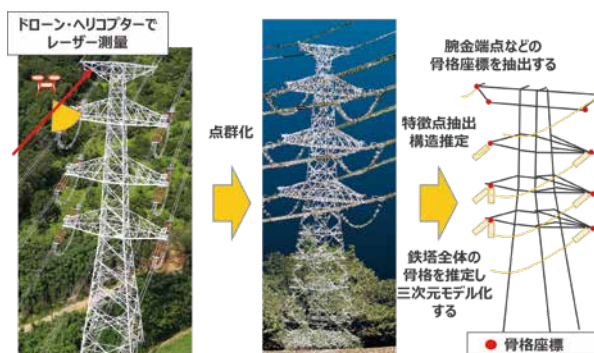
レーザー測量した点群から鉄塔全体を三次元モデル化することにより、大まかな骨格座標が得られる（第2図）。一方、点群には粗密が生じるため、点群数の少ない腕金端点、鉄塔頂部については特殊な処理により端点を推定する必要がある。

(1) 腕金端点の座標抽出・骨格推定

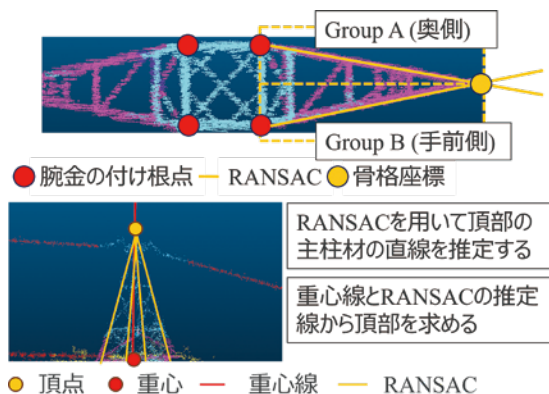
第3図に示す通り腕金部に関しては、まずZ軸方向から見た腕金の付け根の4点を抽出したうえで腕金側の点群をGroup A（奥側）、Group B（手前側）に分けて、RANSAC⁽¹⁾により直線を推定し、点の集合から直線を算出した際に最もバランスのとれた推定直線を計算する。この交差点を利用して、先端の骨格座標を抽出する。また、その間のRANSACで算出した直線を骨格として推定する。

(2) 頂部の座標抽出・骨格推定

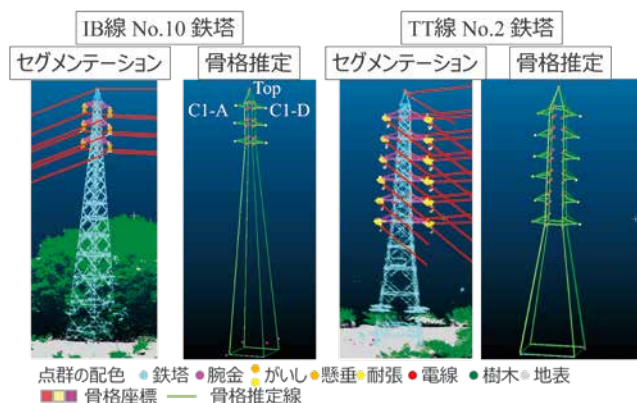
頂部は腕金付け根の4点を使用し、頂部の最下部を構成する支柱材から頂部材の重心を通る重心線を求める。頂部の支柱材の各辺でRANSACを行い、最頂部に直線が収束する場合は四角錐型の頂部と判定し、頂部材重心線の最頂部を頂部点とする。鉄塔全体を処理した結果を第4図に示す。IB線No.10、TT線No.2ともに腕金端点や頂部の骨格座標が抽出され、骨格となる支柱材や腕金材などが直線で推定されている。



第2図 鉄塔の骨格座標抽出・骨格推定



第3図 腕金・頂部の骨格座標抽出

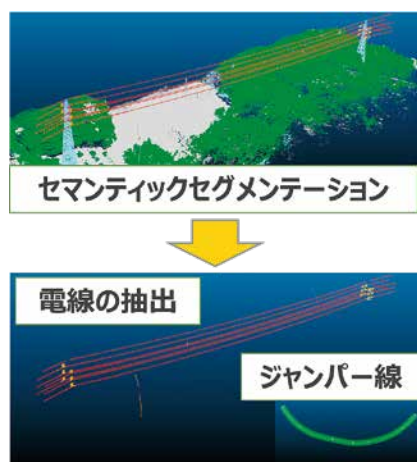


第4図 鉄塔の骨格座標抽出・骨格推定結果

4

電線の形状推定・実長計算

送電線を張り替える際には電線の実長が必要になる。本研究ではドローンによるレーザー測量で取得した点群データから電線の形状を推定し、自動で実長計算する手法を考案した。概要を第5図に示す。取得した点群をセマンティックセグメンテーションにより識別し、電線やジャンパー線部分のみを抽出して点群から骨格となる曲線を算出することで実長を計算する。



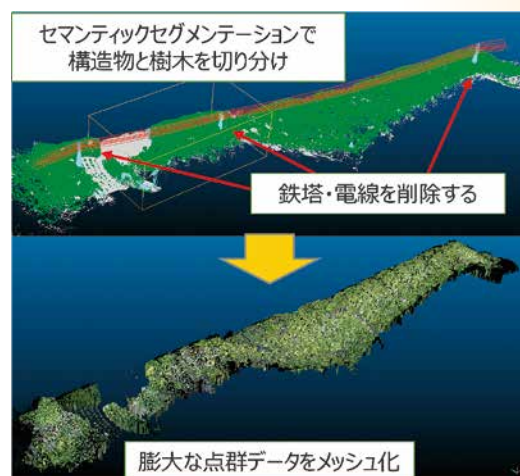
第5図 電線の形状推定結果

5

その他の活用方法

(1) 樹木のメッシュ化

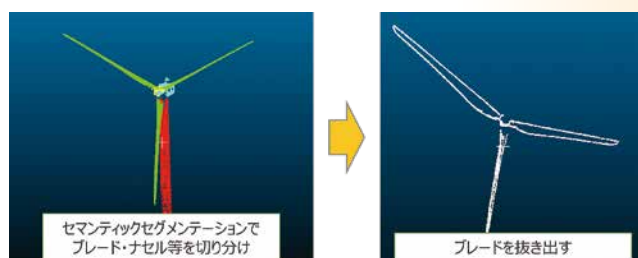
樹木を三次元データで扱うと樹木と他物の離隔やドローンの航路の危険エリア設計などに役に立つが、点群データで樹木を取扱う際にそのままのデータで取扱うとデータ容量が非常に大きくなる課題がある。本研究では膨大な点群データを必要な部分だけ選択するメッシュ化をすることで容量を圧縮することができた。従来手法では計算時間が600秒～9日かかっていた処理を6～70秒で完結する手法を考案した。第6図にメッシュ化した樹木の概要を示す。ボックスごとに細分化した点群にメッシュ化処理を行うことで高さなどの重要な情報は残したうえでメッシュ化することができた。



第6図 樹木のメッシュ化結果

(2) 風車の形状推定

風車などの大規模構造物の形状を把握するのにも本研究の結果が役立つ。例えば風車の点検ロボットを開発したり、ドローンで点検する際には正確な位置座標が必要となるが、点群データをそのまま扱っているとデータ容量が大きくなる。そこで、第7図に示すようにブレード・ハブ・ナセル等構造毎に識別し、例えばブレード部分のみを抽出可能とした。



第7図 風車の形状推定結果

6

まとめ

ドローンやヘリコプターで取得した三次元点群データから重要な骨格座標や骨格形状を推定する技術を開発した。深層学習によるセマンティックセグメンテーションで鉄塔・電線・がいし等を識別できた。精度面ではまだ向上の余地があるが実用の可能性が示唆された。また、今回はドローンにより取得した点群を処理した結果を示したがヘリコプターによる点群は点密度が低いことなどから処理の課題があるため、今後検討していく。

【参考文献】

- (1) Lin Li, et.al : "An Improved RANSAC for 3D Point Cloud Plane Segmentation Based on Normal Distribution Transformation Cells", remote sensing, 9, 5, 433 (2017)