

深層学習を用いた航空レーザ点群からの広葉樹単木抽出

高速道路点検の効率化に向けた広葉樹単木抽出の試み

キーワード：深層学習, 航空レーザ点群, 広葉樹単木抽出

基盤システム開発部 子 忠策
 環境部 ひろなが 茂雄・本部 星
 大阪支店 やまざき 山崎 慎一

はじめに

高速道路樹林では巨木化や老木化が進んでおり、倒木被害の発生が懸念されています。また、隣接民有地では、管理されていない樹木が増加しています。これらの樹木に対して、近接目視や車上点検により倒木リスク点検を実施していますが、倒木リスクを有する樹木が増加しているため、効率的な点検方法の確立が求められています。航空レーザ計測は、広範囲にわたって点群データを取

得することができます。この点群データを用いて自動処理により樹木の単木抽出が実現できると、個々の樹木の位置が特定できることから、樹木点検・調査業務の効率化が期待できます。本業務では、樹木調査の効率化を目的とする航空レーザ計測によるスクリーニング技術の高度化の一環として、深層学習を用いた広葉樹の単木抽出手法を検討しましたので紹介します。

広葉樹単木抽出手法の概要

これまで点群データから樹木の単木抽出を行う技術としてさまざまな手法が検討されていますが、これらの手法では対象が針葉樹に限られていました。針葉樹では、樹冠が重なり合うことが少ないため、比較的容易に樹冠範囲の自動抽出が可能ですが、樹冠が複雑に重なり合う広葉樹では、従来の手法により樹木ごとの樹冠範囲を正確に抽出することは困難です。一方、近年の深層学習技術はめざましく発展し、これによりこれまで自動化が難しかったさまざまな課題の解決の可能性が拡がりました。そこで、本検討では深層学習技術を活用して広葉樹の単木抽出を行う手法を構築しました(図1)。

植生領域の抽出：まず、航空レーザ計測により取得した

オリジナル点群に対してフィルタリング処理を行い、DSM点群とDEM点群を作成します。次に、深層学習手法を利用してDSM点群から植生領域の点群を抽出します。さらに、抽出した植生領域の点群のZ座標から地盤の標高を差し引き、樹冠高に変換します。

植生領域からの個別樹冠分割：植生点群から樹冠表面を表すサーフェス点群を50cmグリッド単位で作成し、各点の座標値や反射強度、また樹冠内部の点群情報としてグリッド内の高さ別の点群数や、リターン番号別の点群数などの情報(図2)を属性として付与しました。その属性付き点群を用い、深層学習により個々の点が樹冠縁部・中心部どちらに位置するのか、また各点が属する樹冠の中心方向(樹冠中心ベクトル)も併せて推定しました(図3)。最後にそれら情報を用いて、クラスタリングにより個々の樹冠の点群を求め、樹冠ポリゴンを生成しました。

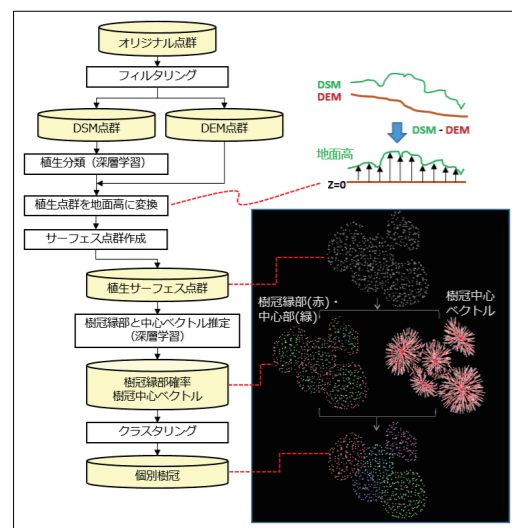


図1 提案手法の処理フロー

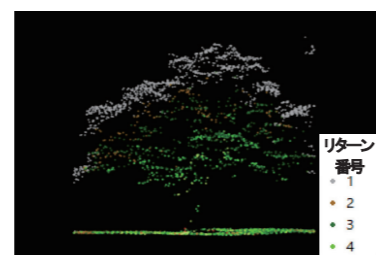


図2 樹冠内部の点群 (リターン番号で色分け)

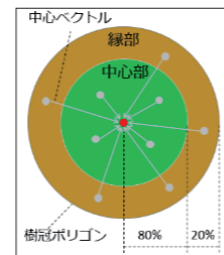


図3 樹冠構造の定義

広葉樹単木抽出の精度検証

関越自動車道東松山IC~水上ICまでの区間で、樹冠の大きさ、密度の組み合わせにより選択した4地点(表1)で現地調査、単木抽出の精度検証を行いました。

表1 調査地点の一覧

調査地点	本数	樹種	密度
①	45	ケヤキ、シラカシなど	疎~中
②	49	ケヤキ、シラカシなど	密
③	53	ケヤキ、エノキなど	中
④	101	ハリエンジュなど	密

現地調査で作成した樹冠ポリゴンと、自動抽出により作成した樹冠ポリゴンとの重なり度合いをIoU (Intersection over Union) として評価し、IoUが最も大きいものをペアとして評価指標の算出対象にしました。評価指標は、抽出本数の精度と抽出位置の精度を用いました。抽出本数の精度は、抽出した本数の割合(抽出樹冠の内、正しいものの割合)と抽出された本数の割合(現地樹冠の内、抽出された割合)の両方で評価します。抽出位置の精度は、抽出樹冠中心と現地樹冠中心との位置ズレで評価します。

$$\text{抽出した本数の割合} = \frac{\text{ペアが認められた抽出樹冠の数}}{\text{抽出樹冠の総数}}$$

$$\text{抽出された本数の割合} = \frac{\text{ペアが認められた現地樹冠の数}}{\text{現地樹冠の総数}}$$

$$\text{樹冠中心位置ズレ} = \frac{\text{樹冠ペア間の距離の合計}}{\text{樹冠ペアの数}}$$

表2に各調査地点の抽出精度を示します。樹木密度が疎~中の調査地点①と③では、良好な結果が得られました。一方、樹木密度が密の調査地点②と④では、抽出された本数は少なく、抽出漏れが多く発生していることが示されています。

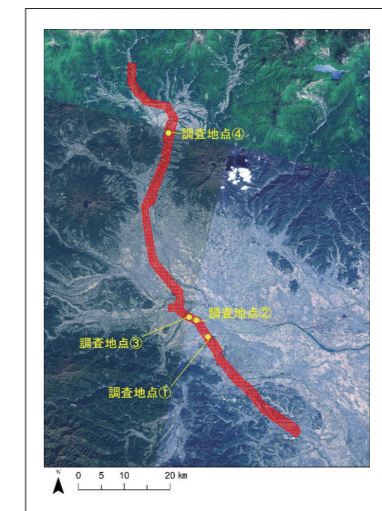


図4 調査地点の分布図

表2 抽出精度

調査地点	抽出した本数 (割合)	抽出された本数 (割合)	樹冠中心位置ズレ
①	100%	58%	1.02m
②	81%	43%	1.49m
③	65%	57%	1.81m
④	83%	25%	1.30m

※IoU≧0.2の場合のみ有効ペアと見なします。

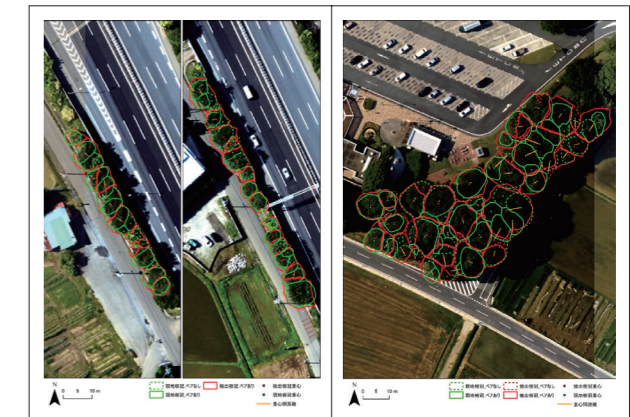


図5 抽出結果 (左: 調査地点① 右: 調査地点③)

おわりに

高速道路の樹木点検の効率化に向けて深層学習を用いた広葉樹の単木抽出を検討しました。樹木密度が疎~中のエリアでは良好な結果が得られました。一方、密なエリアでは抽出漏れが散見され、課題が残っています。今後、さらに学習データを蓄積し、精度の向上を図ります。

本稿は、東日本高速道路株式会社様・株式会社ネクスコ東日本エンジニアリング様、当社の3社共同で実施した「リモートセンシングによる緑地管理の効率化に関する研究開発」の成果の一部を使用しております。関係者の皆様に御礼を申し上げます。