

## 第IV部門

## 航空レーザー測量を用いた街路樹抽出と都市緑化資源管理への活用

明石工業高等専門学校建築・都市システム工学専攻 学生員 ○藤原 遥太  
 明石工業高等専門学校建築・都市システム工学専攻 学生員 谷口 陽太  
 明石工業高等専門学校都市システム工学科 正会員 渡部 守義

## 1. はじめに

市街地の街路樹は、良好な景観の形成、自然環境の保全、交通安全など多様な機能を有しており、これらの機能を十分に発揮させるには適切な維持管理が不可欠である。しかし、多くの自治体では、予算や人材の不足、街路樹管理に用いる樹木台帳の未整備といった課題により、計画的な維持管理が困難となっている。そこで、適切な維持管理を実現するため、街路樹の立木位置や本数等の基本的なデータを、低コストかつ効率的に把握できる手法の確立が求められている。

現状、森林管理の分野では、航空レーザー測量により得られた樹高情報（DCHM）に局所最大値フィルタリング（LMF:Local Maximum Filtering）を適用することで、個々の樹木の位置や本数の把握が可能となっている。しかし、LMFは主に人工林を対象としており、国内において街路樹を対象とした研究事例は少ないのが現状である。

以上を踏まえ、本研究では LMF を用いた街路樹抽出手法の確立およびその抽出精度の向上を目的とする。

## 2. 研究方法

## 2.1 航空レーザー測量データ

本研究では、兵庫県が公開する航空レーザー測量データである数値表層モデル（DSM:Digital Surface model）および、数値標高モデル（DEM:Digital Elevation Model）（解像度 1m/pix）を用いた。これらのデータに対し、オープンソースの QGIS を用いて DSM と DEM の差分を算出することで、樹木の高さを示す数値樹冠高モデル（DCHM:Digital Canopy Height Model）を作成した（図-1 参照）。

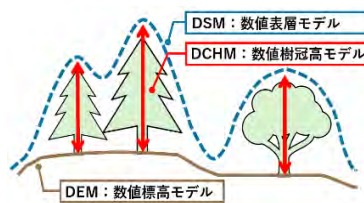


図-1 DCHM の概念図

## 2.2 局所最大値フィルタリング（LMF）

作成した DCHM に対して局所最大値フィルタリング（LMF）を適用し、樹頂点を抽出した。LMF は、DCHM 内で探索範囲（WS: Window Size）を設定し、中心画素がその範囲内の最大値である場合に樹頂点として抽出する手法である<sup>1)</sup>。なお、抽出精度は WS に依存するため、本研究では WS を 3~9 m（2 m 間隔）の範囲で変動させて抽出を行い、各街路での街路樹の生育・植栽状況に応じた最適な WS を検討した。

## 2.3 LLM 適用範囲の設定

本研究では、道路全体と歩道部分の 2 種類のバッファを設定し、それぞれの範囲から DCHM を切り出して LLM を適用した（図-2 参照）。両バッファは、国交省および各自治体の道路台帳から得た道路幅員に基づいて作成し、樹頂点抽出結果の精度を比較した。

また、初期段階では、道路の微小な凹凸や歩道橋等を誤抽出し精度が低下していたため、DCHM に高さ方向の閾値を設定した。歩道の建築限界が 2.5m であることから、樹頂点はそれ以上にあると考え、2.5m 以下の地物を除去し、抽出精度の向上を図った。

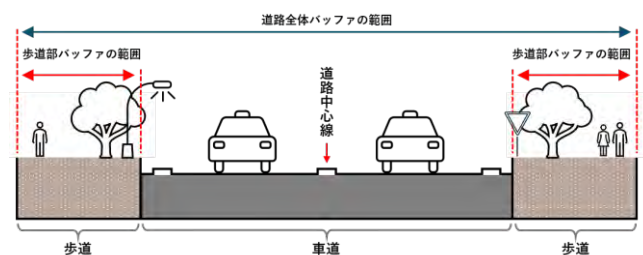


図-2 2種類のバッファの適用範囲



図-3 抽出結果の分類イメージ

2.4 抽出精度の評価

抽出精度の評価には、二値分類問題の評価指標である混同行列を用いた。本手法では、街路樹の立木位置に対して円形の樹冠バッファを構築し、これを樹冠と見なした。混同行列の要素として、正抽出(TP:True Positive)、誤抽出(FP:False Positive)、未抽出(FN:False Negative)を定義(図-3参照)し、再現率(r)、適合率(p)、F値(F)を算出した。各指標の算出式は(1)~(3)に示す。

$$r = TP / (TP + FN) \quad (1)$$

$$p = TP / (TP + FP) \quad (2)$$

$$F = (2 \times r \times p) / (r + p) \quad (3)$$

3. 抽出結果および考察

本研究では、神戸市の国道2号線浜手幹線(延長398m)を対象に街路樹の抽出を行った。道路全体バッファを用いた場合の抽出結果を表-1、歩道部バッファを用いた場合の抽出結果を表-2に示し、それぞれのF値の比較図を図-4に示す。

WSに着目すると、道路全体・歩道部のいずれのバッファを用いた場合でも、概ねWSが7mの場合にF値が最大となった。この結果から、本対象区間における最適なWSは直径7mであると考えられる。

本対象区間の抽出結果においては、歩道部バッファを用い、閾値を2.5mに設定した場合にF値が0.71と最大となった。両バッファの比較では、閾値の有無を問わず、歩道部バッファの方が高いF値を示し、より高精度の樹頂点抽出が可能であることが確認された。これは、誤抽出の原因となっていた車道部のDCHMを切り取ることで、精度が向上したためであると考えられる。また、DCHMに対して2.5mの閾値を設定した結果、道路全体バッファを用いた場合ではF値は0.38から0.68へ向上し、歩道部バッファを用いた場合では、0.66から0.71へ向上した。しかし、道路上に存在する道路標識や道路照明灯などの地物については、2.5m以上の高さ情報を持つものも含まれており、2.5m以上の閾値分類では取り除くことができなかった。以上を踏まえると、現状では街路樹のみの高さ情報を取り出すことは困難ではあるが、高さ方向の閾値設定と歩道部のみのバッファの組み合わせにより、抽出精度の向上が期待できることが示された。現状得られた結果は国道2号線のみであり、街路樹抽出方法の確立、抽出精度向上には他の街路での結果の蓄積が必要である。

表-1 道路全体バッファを用いた場合の抽出結果

路線名	現地本数 (本)	閾値 (m)	WS (m)	正抽出 (TP)	誤抽出 (FP)	未抽出 (FN)	再現率 (r)	適合率 (p)	F値
国道2号 (三ノ宮周辺) (398m)	なし	なし	3	52	1007	9	0.85	0.05	0.09
			5	47	165	14	0.77	0.22	0.34
			7	31	70	30	0.51	0.31	0.38
			9	8	65	53	0.13	0.11	0.12
			3	56	97	8	0.88	0.37	0.52
	2.5	2.5	5	42	45	19	0.69	0.48	0.57
			7	43	22	19	0.69	0.66	0.68
			9	26	35	18	0.59	0.43	0.50

表-2 歩道部バッファを用いた場合の抽出結果

路線名	現地本数 (本)	閾値 (m)	WS (m)	正抽出 (TP)	誤抽出 (FP)	未抽出 (FN)	再現率 (r)	適合率 (p)	F値
国道2号 (三ノ宮周辺) (398m)	なし	なし	3	53	194	8	0.87	0.21	0.34
			5	50	41	11	0.82	0.55	0.66
			7	37	32	24	0.61	0.54	0.57
			9	17	31	44	0.28	0.35	0.31
			3	56	65	8	0.88	0.46	0.61
	2.5	2.5	5	46	33	15	0.75	0.58	0.66
			7	43	17	18	0.70	0.72	0.71
			9	26	12	35	0.43	0.68	0.53

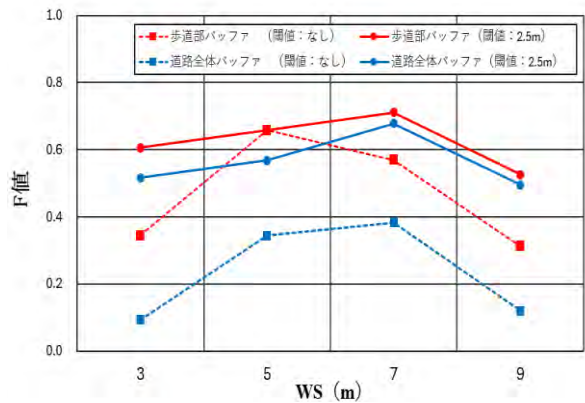


図-4 国道二号浜手幹線におけるF値の比較

4. おわりに

本研究では、街路樹抽出手法を構築し、自治体が公開する航空レーザー測量データを活用することで、街路樹管理の効率化とコスト削減に寄与する方法を検討した。そして、樹頂点抽出手法の精度検証を行い、国道を対象に樹頂点抽出における現状の課題と精度向上方法について考察した。

将来的には、抽出手法および結果を自治体の街路樹管理や都市環境の改善に活用し、持続可能なまちづくりに資する参考資料としての役割が期待される。

**謝辞** 神戸市内の道路街路樹のデータは、神戸市建設局公園部整備課に提供頂きました。ここに記して謝辞を申し上げます。

参考文献

1) 田中真哉：航空機LiDARによる立木本数の推定，森林総合研究所関西支所研究情報，pp.1-3, No.126, 2017