

レーザ反射強度を用いた路面オルソの影除去について

柳下 大(朝日航洋株式会社)

1. はじめに

道路などの社会インフラの適切な維持管理は、安全安心な生活に欠かせない事業であり、道路の現況把握などのため、近年では計測車両に搭載したビデオカメラなどにより取得した画像を用いて、道路面のオルソ画像(以下、路面オルソ)が作成されるようになっている。しかし、都市部では建物や街路樹などに起因する影が路面上に発生しやすく、路面標示やマンホール蓋など道路地物の視認性の低下や見落としが問題となっている。いっぽう、計測車両にはレーザスキャナも搭載されており、レーザデータの反射強度は影の影響を受けにくいという特性がある。そこで、その特性を用いて路面オルソの影抽出および影補正について検討を行った。

2. 課題および手法

図1は影部を含む画像から作成した路面オルソ

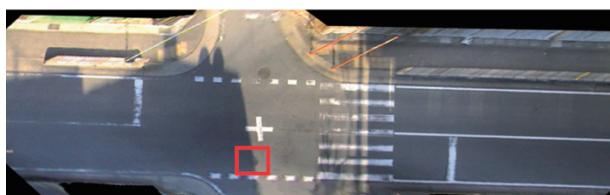


図1 影部における路面オルソ



図2 レーザ反射強度

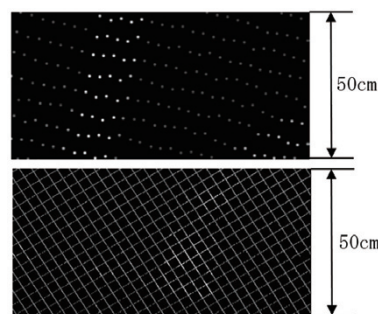
表1 機器緒元

		計測車両A	計測車両B
レーザスキャナ		Sick LMS-151	Riegl VQ-450
点密度	スキャン方向	2cm	0.4cm
	進行方向	8~10cm	2~3cm
反射強度値		0~1500	0~28000
計測範囲		180°	360°
ビデオカメラ		池上通信機 ISD-878AC	池上通信機 ISD-200HD
画素数		38万画素	200万画素
路面オルソの地上画素寸法		2.5cm	2.5cm

ソであり、四角で示した位置ではマンホールが影部に含まれており、視認性の低下が確認できる。いっぽう、レーザデータの反射強度値は、影の発生要因となる太陽光の影響が微小であり、さらに反射強度値は地物の持つ反射特性を示す傾向がある。この特性を利用すれば、図2に示すように図1で四角に示したマンホール蓋は明瞭に判読できることになる。そこで、路面オルソと反射強度画像の影部に対する特性の相違から、路面オルソの影部を抽出するという手法で影部の補正を行った。

3. 使用機材

表1に示す2台の計測車両によって取得したサンプルデータを使用した。図1および図2は計測車両Bで取得したデータから作成したものである。2台の計測車両は、図3に示すようにレーザデータの点密度が異なる。点密度の差に



上: 計測車両A、下: 計測車両B

図3 レーザデータの点密度

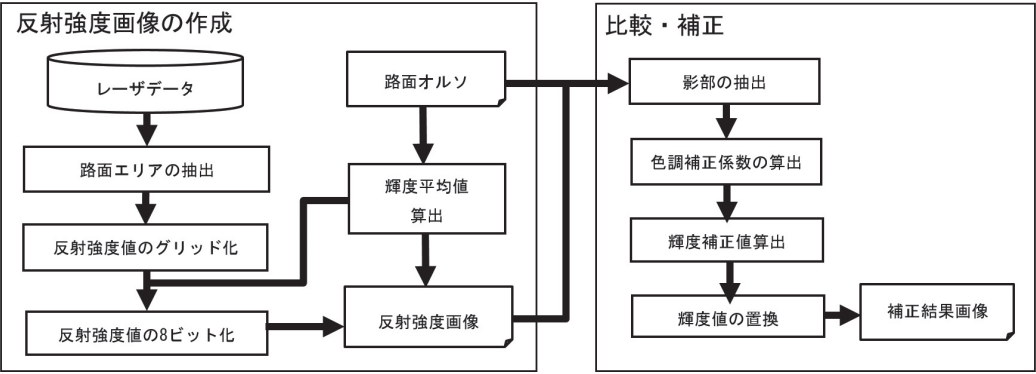


図4 処理フロー

よる影響とその解決手法についても検討を行うこととした。

4. 処理フロー

路面オルソの影補正手法は、路面オルソと同一画素寸法の反射強度画像を作成し、影に対する路面オルソと反射強度画像の特性を用いて影部を抽出した後、影部の補正を行うものである。処理フローを図4に示す。

4.1 反射強度画像の作成

反射強度画像はランダム点群のレーザデータと影を含む路面オルソを用いて作成する。はじめにレーザデータを路面オルソと同範囲に絞り込む処理を行い、続いて離散的なレーザデータを路面オルソと同一の画素寸法に内挿する反射強度値のグリッド化処理を行う。グリッド化は図5に示すように、注目画素に対応する反射強度値を、注目画素近傍のレーザデータをあらかじめ設定した探索点数に至るまで順次探索し、距離による重みを考慮して算出する処理である。いっぽうで路面オルソから画像の輝度平均値を

算出する。輝度平均値は図6のように大津の4値化を用い、影部や路面標示と推定される輝度値を分離させ、これを除外した値として算出する。反射強度値の8ビット化は、表2に示すように計測車両A・Bでそれぞれ異なる範囲を持つ反射強度値を、輝度値との比較を可能にするため、0-255（8ビット）の範囲におさめる濃度変化処理である。図7は、8ビット化後の反射強度値と輝度値の関係性を示している。なお、図2はこの手法で作成した反射強度画像である。

4.2 比較・補正処理

比較・補正処理は、前項までの手法により作成した反射強度画像と路面オルソの影部の特性を比較し、路面オルソから影部を抽出した後に補正処理を行うものである。影部を路面オルソの輝度値と8ビット化した反射強度値を画素ごとに比較し、輝度値が反射強度値より低い画素として抽出し補正を行う。図8は比較により影部を抽出した画像である。なお、影部はRGB色空間における画素値（以下、RGB値）のうち、

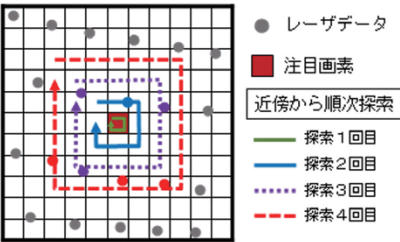


図5 グリッド化

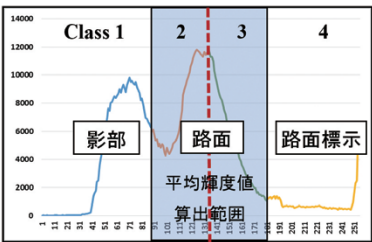


図6 大津の4値化

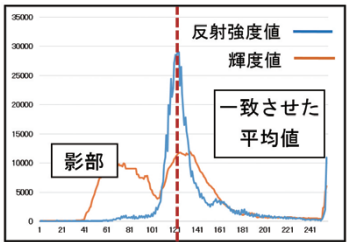


図7 反射強度値(8ビット)と輝度値の関係

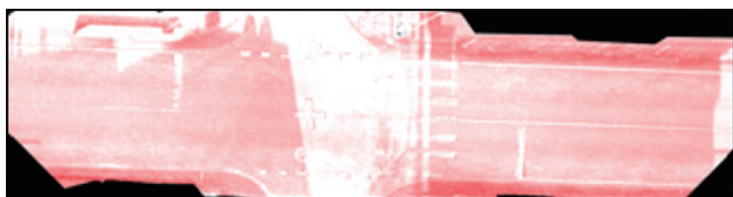


図8 影部抽出画像

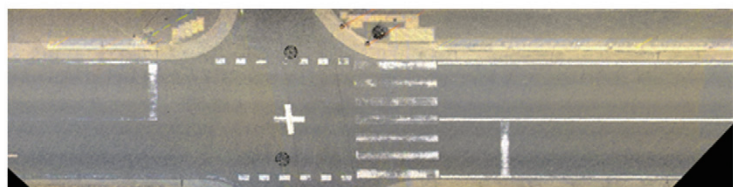


図9 補正結果画像

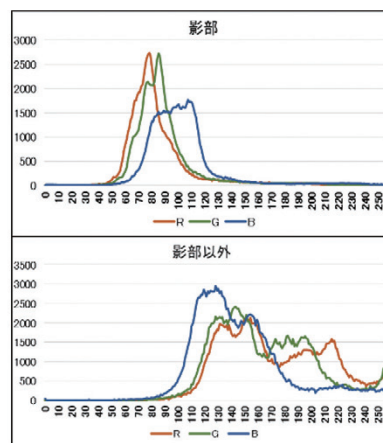


図10 色特徴分布



図11 路面オルソ(計測車両A)



図12 補正結果画像



図13 解像度再現後の画像

図 10 に示すように画素値 B が強くなる傾向にあることから、影部以外と影部における平均 RGB 値の差から補正係数を算出し、RGB 値の調整も実施した。

5. 結果

補正後の画像を図9に示す。図1に存在した影部が除去され、マンホールが明瞭に確認できる。また、影部での画素値 B に偏る傾向があったが、補正により補正結果画像では RGB 値が影部以外とほぼ一致していることも確認できる。なお、補正結果画像は反射強度画像と路面オルソの色情報を合成したものであり、解像度は反射強度画像と同一となる。図9の補正結果画像はレーザデータの点密度が高いため解像度の低下は見られなかったが、計測車両Aのレーザデータを用いた図12の補正結果画像では、図11の影補正前の路面オルソから解像度の低下が確認された。そこで、路面オルソ画像の各画素とその周辺画素との輝度差を算出し、補正結果画像に反映する処理を行ったところ、図13のように影を除去しながら路面オルソの解像度

も再現することができた。

6. まとめ

以上の結果から、レーザデータを用いた路面オルソの影抽出および影除去手法は、影部に含まれる判読の困難な地物についても判読可能とし、視認性の向上に有効であることが確認された。本手法は、天候や撮影時刻など計測条件の影響を受けにくい路面オルソの作成に有効である。路面標示などの地物の色情報も保持しながら、影の影響を抑え均一な路面状況の把握ができることは、経年変化の把握にも適しているため、道路施設の維持管理および長寿命化のさらなる高度化に期待できる。

■執筆者

柳下 大(やぎした だい)

朝日航洋株式会社

