

画像処理による道路区画線の視認性評価に関する研究

北海道工業大学大学院	学生会員	○木下	雅央
北海道工業大学大学院	学生会員	浅田	拓海
北海道工業大学	正会員	石田	眞二
北海道工業大学	正会員	亀山	修一

1. はじめに

北海道では、冬期の除雪作業などによって道路区画線が剥離し、視認性が大きく低下するため、毎年、春先に区画線の塗り直しが行われている。区画線の塗り直し基準は明確に定められてはいないが、全国道路標識・標示業協会刊行の「路面標示ハンドブック」には外観評価、剥離率評価、夜間の視認性評価などによる評価方法が提示されている。しかしながら、これらの評価方法は区画線のある限定された範囲を評価対象としており、長距離に渡る連続した線としての評価を行っていない。本研究は、走行する車両から 20m 間隔で撮影した区画線画像に画像解析を適用し、区画線の剥離度合いの定量的評価方法を開発することを目的とする。

2. 調査方法

調査対象は、図-1 に示す札幌市内の一般国道 2 路線 (R12, R36 : いずれも 2 車線) の車道外側線 (以下、外側線) とした。左側車線を走行する車両の助手席から外側線を 20m 間隔で撮影した。撮影にはデジタルカメラを用い、路面からの高さが 1.3m、垂直画角 34°、俯角 2°になるように助手席に設置した。また、記録画像サイズを 2816×1880 ピクセル、シャッター速度を 1/320 秒に設定し、撮影の際には 50km/h 以内で走行するように心掛けた。撮影には、車両のコントロールユニット部から得られる車速パルス走行距離に変換し、設定した距離間隔でシャッター信号をカメラに転送する制御装置 (シーンプロファイラ) を用いた。

調査は、外側線塗り直し前の春期 (5 月) と塗り直し後の秋期 (10 月) に実施し、撮影は路面からの反射光や明度の影響を考慮して、路面が乾燥している日の午前 9 時から午後 4 時の時間帯に行った。

3. 評価領域の抽出

撮影画像から評価対象の外側線 (以下、評価領域) を抽出する過程を図-2 に示す。まず、撮影画像をグレースケールに変換した後、図-3 に示すように、延長 20m の外側線が入る領域 (以下、解析領域) を抽出する。次に、解析領域からテンプレートマッチング (以下、TM) によって評価領域を抽出する。

TM は、対象画像の全領域を網羅するようにモデル画像をスライドさせて照合し、類似度が最も大きい箇所を抽出する方法である。本研究では、モデル画像を図-4 に示すような 256×256 ピクセル、区画線の傾斜角度は撮影した路面画像の区画線の平均値である 55°とした。なお、通常、TM ではスラ

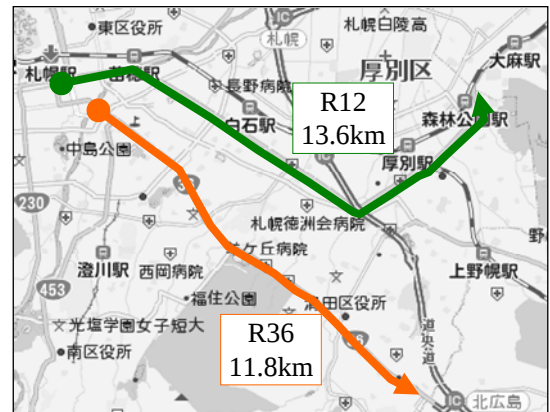


図-1 調査路線

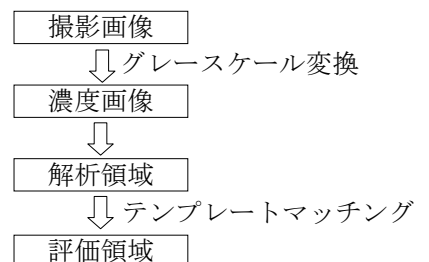


図-2 評価領域の抽出



図-3 解析領域と評価領域

KEYWORD 道路区画線 剥離率 画像処理 テンプレートマッチング

連絡先 北海道工業大学 〒011-681-2161 北海道札幌市手稲区前田 7 条 15 丁目 4-1 TEL 011-681-2161

イド量を1ピクセルとし、類似度には対象画像とモデル画像の濃度値の相関係数を用いることが多いが、本研究では、計算量を考慮してスライド量を32ピクセル、抽出精度を上げるために類似度を(濃度の相関係数)×(平均濃度値)とした。なおTMにより抽出した外側線の傾斜角度を一定にするため、ハフ変換による補正を行っている。

4. 評価領域の抽出

剥離率は、区画線の塗布領域に対する剥離領域の割合で表される。剥離領域は、塗布領域から区画線塗料の残留している領域(以下、残留領域)を差し引いた領域であり、式(1)によって区画線の剥離率を求めた。

$$\text{剥離率 (\%)} = \frac{\text{塗布領域} - \text{残留領域}}{\text{塗布領域}} \times 100 \quad (1)$$

評価領域から区画線の塗布領域と残留領域を求める手順を図-5に示す。区画線周辺のノイズを除去した後、撮影時の明るさの影響を除去するため、コントラスト補正を行う。次に、2値化処理を行い、それを基に塗布領域と残留領域を決定する。2値化処理された画像から区画線の外郭線を抽出し、それにハフ変換を適用して、区画線と路面の境界線を定める。上下の境界線に囲まれた領域が塗布領域となる。一方、残留領域は、2値化処理後の画像から容易に求まる。

この方法によって算出された剥離率の例を図-6に示す。剥離率が増加するにつれ、視覚的に区画線の剥離が大きくなっていることが分かる。

5. 調査路線における剥離率

調査を実施したR12とR36の剥離率の変動を図-7に示す。塗り直し前の春期では、剥離率が0~70%の範囲で大きく変動している。一方、塗り直し後の秋期では、剥離率は小さく、変動も小さい。R12の2km周辺では春期調査の前に塗り直し作業が終了していたことから、春期と秋期の剥離率の差が小さいが、それ以外の区間では剥離率の差が大きいことから、ほぼ全ての区間で区画線の塗り直しが行われたことが分かる。

全国道路標識・標示業協会刊行の「路面標示と交通安全」では、目視によって塗り直しを判断する場合の目安となる区画線画像が掲載されている。その画像から本手法によって剥離率を算出したところ32%であったことから、この値を塗り直し基準とみなし、図-7に適用した。その結果、塗り直しが必要とされたのはR12では33.3%、R36では38.5%であった。調査路線では、毎年、ほぼ全区間に渡って区画線の塗り直しが実施されていることを考えると、本手法を用いることで、塗り直し作業の低減、および塗り直し箇所の特定が可能となり、道路維持費の低減につながると思われる。

6. まとめ

本研究による画像解析手法を用いることで、区画線の剥離度合いを連続的かつ定量的に評価できることが分かった。

また、調査路線における区画線の剥離率の変動に、塗り直し基準を適用することで、塗り直しが必要な区間を特定できることを示した。



図-4 テンプレートマッチングのモデル画像

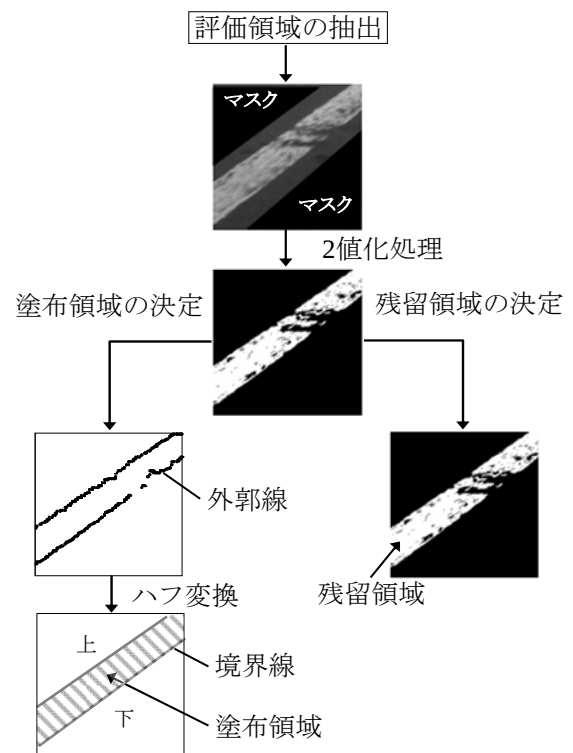


図-5 塗布領域と残留領域の抽出

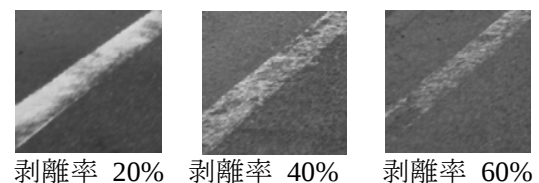


図-6 剥離率の例

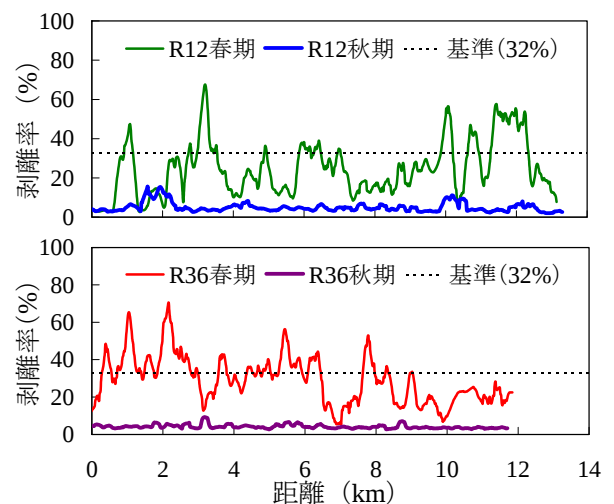


図-7 各路線の剥離率