

路面診断のための多目的画像処理と簡易路面診断システム（VIMS）の統合

東京大学 学生会員 ○三輪 陽彦
 東京大学 正会員 長山 智則

長崎大学 正会員 西川 貴文
 東京大学 フェロー会員 藤野 陽三

1. はじめに

道路のモニタリングに関して、東京大学橋梁研究室では、安価で簡便かつ定量的に路面のラフネスを表す国際指標である IRI (International Roughness Index) を推定する簡易路面診断システム (Vehicle Intelligent Monitoring System: VIMS) の開発を進めてきた。VIMS は、車両の走行時の加速度応答をもとに IRI を推定するものであり、近年の研究では車両の個体差とダイナミックな走行速度の差異を較正して IRI を推定する手法が実現化しつつある。精緻な較正のためには、GPS から得られる速度データに加えて、精度の高い速度計測手法が求められる。

一方で、IRI による路面性状の評価に加えて、舗装や路面伸縮装置（以下、伸縮装置）の変状などの可視性状のモニタリングも重要である。可視的な情報に対しては画像解析が有効であり、これによって総合的な道路モニタリングが可能となると考える。そこで、本研究では、VIMS との統合を視野に入れた路面診断のための多目的画像処理手法を構築した。

2. 車両の走行速度推定

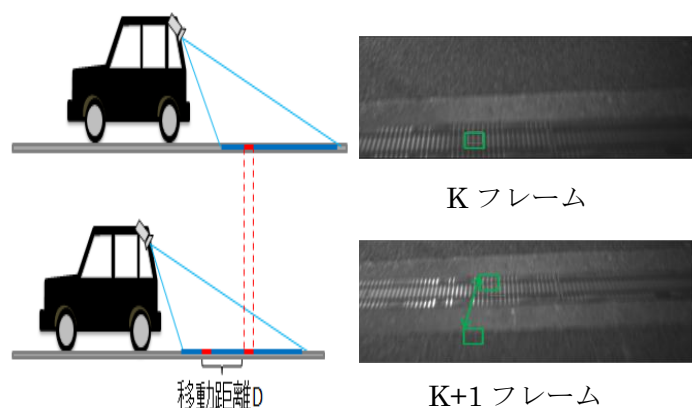


図1 撮影手法と撮影画像

図1にあるように、連続する路面画像における着目点の移動量をもとに、撮影フレーム間の走行車両の移動距離を求める。それぞれの画像において対応する着目点は画像相関法を用いて特定する。まず、連続する撮影画像において、前フレームの画像の一部に探索窓を作成する。作成した探索窓を、後フレームの画像上で走査し、正規相関値を利用して対応点の画像座標を求め、着目点と対応点の距離 L を計算する。次いで、撮影角度による一画像内の空間解像度の分布を考慮して補正を加え、実空間における2点間の距離 D を算出する。これをフレーム間の経過時間で除すことにより、走行速度 V を算出する。なお、車両の上下動による撮影距離の変動については、距離推定の手法と計算効率を考慮し、一定距離とした。

本手法を首都高速道路小松川線の錦糸町 IC～市川 IC 間で撮影した画像に適用した結果を図2に示す。精度の検証は空間フィルタの原理による非接触速度・距離計との比較により行った。VIMS の運用時に想定される 40[km/h]～80[km/h] の速度域において、速度に依らず高い同定精度が示された。

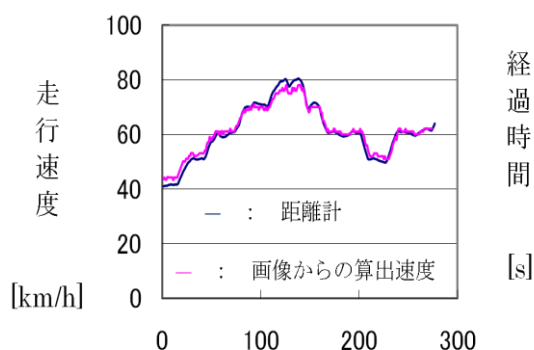


図2 車両の走行速度の算出結果

キーワード 画像解析 路面伸縮装置 走行速度 画像相関法

連絡先 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学工学系研究科社会基盤学専攻 橋梁研究室 03-5841-6146

3. 伸縮装置の検出

伸縮装置の損傷については、損傷メカニズムの解明には、伸縮装置の状況や経過を把握するデータが必要となる。一方、IRI は評価区間のラフネスを平均化した指標値であり、伸縮装置が含まれる区間においては、伸縮装置通過時の応答も含まれる。そのため、舗装部と伸縮装置を個別に診断するためには、伸縮装置の検出・位置同定が必要となる。

そこで本研究では、伸縮装置の検出を画像処理によって行うアルゴリズムの構築を図った。具体的には、車上から撮影した画像についてテンプレート・マッチングによって舗装部と伸縮装置を識別することを試みた。舗装部と伸縮装置の階調値の勾配の違いに着目すると、舗装部が緩勾配であるのに対して、伸縮装置は急勾配であることが図3より見て取れる。

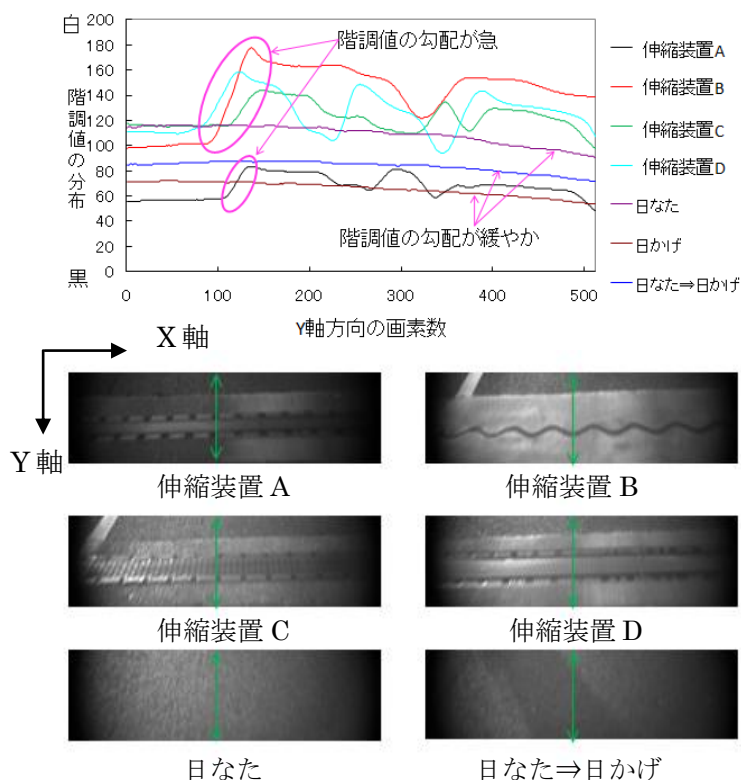


図3 画像1枚に対する進行方向の階調値の分布図

そこで、図4に示すような伸縮装置の階調値の勾配変化を模擬したテンプレート（1000×200画素）を作成し、テンプレート・マッチングを用いて相関値を計算したのち、この相関値が一定の閾値を超えているものを伸縮装置とした。本手法を首都高速道路

小松川線の錦糸町IC～市川IC間で撮影した画像

9734枚(2048×512画素)に対して適用したところ、57箇所存在するジョイントに対して、56箇所を検出し、精度の高い検出を行うことができた。また、白線を含む路面画像も伸縮装置画像と同様に検出する結果（誤検出）が見られたが、路面の横断方向の階調値の勾配の差異を同様に利用して、伸縮装置画像と識別することで、これを減少させた。本手法により検出された伸縮装置の画像は、日常点検に使用できる程度の十分な画質を有している。

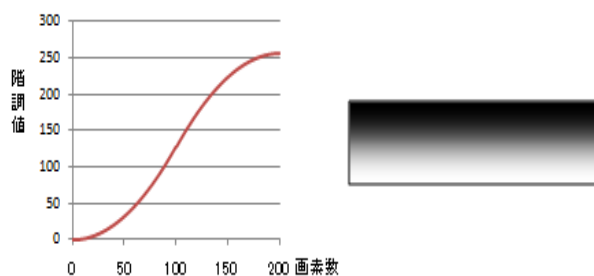


図4 伸縮装置検出のためのテンプレート画像

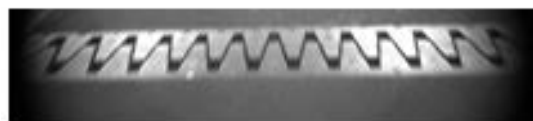


図5 伸縮装置の検出画像例

4. 結論

走行車両上から撮影した路面画像に対して、車両の走行速度の同定と伸縮装置の検出を行った。その結果、精度のよい車両の走行速度同定が可能であることと、テンプレート・マッチングにより伸縮装置を精度よく検出できることを確認した。本研究で構築したシステムとVIMSを統合し、速度同定精度の向上やさらなる処理時間の短縮などを図ることで、総合的な路面性状評価が実現すると期待される。

参考文献

- 1) 藤野陽三, 西川貴文, 長山智則: 日常点検車を用いた道路高速モニタリングシステムの開発と実装化, 高速道路と自動車, Vol.53, No.5, pp.23-30, 2010
- 2) 田村秀行 『コンピュータ画像処理』 オーム社 2005