

画像解析を用いた路面伸縮装置の位置同定アルゴリズムの構築

東京大学 学生会員 井上 友
 東京大学 正会員 西川 貴文
 東京大学 フェロー 藤野 陽三

1. 研究の目的と背景

近年、構造物の老朽化に伴い適切な維持管理が求められている。本研究では道路維持管理技術として“Vehicle Intelligent Monitoring System(VIMS)”という簡易路面診断システムの開発を進めている¹⁾。これは走行車両の加速度応答をもとに道路の路面状態を診断するシステムであり、低コストで簡易に定量的な路面状態の診断を行うことを目的としている。本研究では、伸縮装置が連続する高架橋の路面モニタリングに対するVIMSの頑健性を向上させることを目的に、舗装部と伸縮装置の識別を画像処理により行う。

2. システムの概要

伸縮装置の識別を行うために、図1に示すシステムを構築した。カメラおよびPCによる画像処理システムと、加速度計とGPS、PCによるVIMSの2つのシステムを組み合わせる。画像処理システムでは、CCDカメラから連続静止画像をノートPCに取り込み、画像解析を行うことで伸縮装置の識別を行う。得られた伸縮装置の通過時刻と加速度の収録時刻を同期することで伸縮装置の位置を同定し、舗装部と伸縮装置の加速度応答を識別する。

3. 画像収録方法

画像収録は、CCDカメラを車体横に設置して行う。図2(a)に収録範囲を示す。時速80kmで走行する車両において漏れなく路面を収録するため、時間分解能は15fpsとした。空間分解能は収録範囲1.5m×1.0mに対して1392×1040pixelであり、1.08mm/pixelとした。また、自車が走行する車線を収録



図1 システムの概要



図2 収録範囲と収録画像

するため、車体から横1.0mまでの幅を収録した。実際に得られた画像を図2(b)に示す。

4. 画像解析による伸縮装置検出アルゴリズム

画像処理を以下の手順で行い、伸縮装置を識別することでその位置を同定することとした。まず、図3に示すエッジ抽出処理を行う。処理は4段階で行う。①収録画像から伸縮装置と路面部のみからなる領域を切り出す。②伸縮装置は画像の中で一定の角度に傾くため、それに沿った平行四辺形領域に細分化する。③細分化した領域の濃度値を平均化する。④各領域の境界の濃度値の差分であるエッジを抽出する。次に、これらにより処理した画像に対し、以下の2つの条件を設けて伸縮装置の検出を行う。

キーワード：路面伸縮装置 画像解析 VIMS 道路維持管理

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1 橋梁研究室 TEL 03-5841-6099

[条件 1]:濃度値の差分が基準値以上のエッジが複数存在する。

[条件 2]:エッジの間隔が 60~210pixel である。

条件 1 の理由は舗装と伸縮装置では濃度値が大きく異なることによる。条件 2 の理由は伸縮装置の幅が 6~20cm であることと空間解像度が 1.08 mm/pixel であることによる。処理の流れを図 4 に示す。

5. システムの適用と検証

本システムを実際に首都高速 7 号小松川線・錦糸町 JCT~市川出入口(10km)対して適用した。収録画像は 4000 枚, うち伸縮装置を含む画像は 135 枚であった。その画像に前述した画像解析を適用することで, 伸縮装置検出数は 135 枚のうち 128 枚, 検出漏れは 7 枚, 誤検出は 22 枚となった。検出漏れの例を図 5 に示す。検出漏れの原因は, 画像全体が暗いため検出ができなかったことが考えられる。誤検出の例を図 6 に示す。誤検出の原因は, 伸縮装置と同じような大きさの影が入ったことが考えられる。誤検出に対しては新たな条件を設けることでさらに減らすことが可能である。VIMS から得た加速度応答において, 図 7 に示すように舗装部と伸縮装置の識別を行った。その結果を用いて加速度 RMS を算出した結果を表 1 に示す。従来のシステムでは路面全体の加速度 RMS を算出していたが, 本システムでは舗装と伸縮装置を識別することで個別に算出することができるため, より有効な評価が可能となる。

6. まとめ

本研究では路面性状点検システムにおいて, 路面伸縮装置の識別に適した収録方法の考案, 画像処理による路面伸縮装置の検出および VIMS との同期を行うことで, 路面伸縮装置の位置同定アルゴリズムを構築した。これにより伸縮装置と舗装部の加速度応答の識別を可能とし, より有効な評価を可能とした。本手法の導入により伸縮装置に関しても加速度応答を用いた新たな診断手法の確立が期待できる。

表 1 路面全体及び識別した舗装と伸縮装置の加速度 RMS

	全体	舗装	伸縮装置
加速度 RMS [gal]	108.5	85.5	159.1

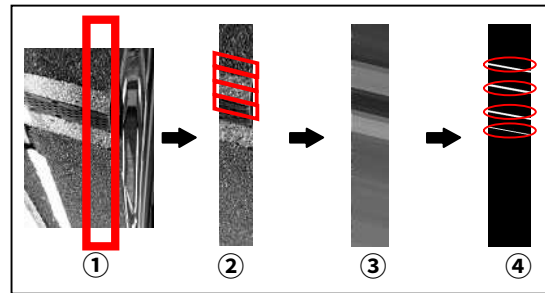


図 3 エッジを抽出する画像処理の手順

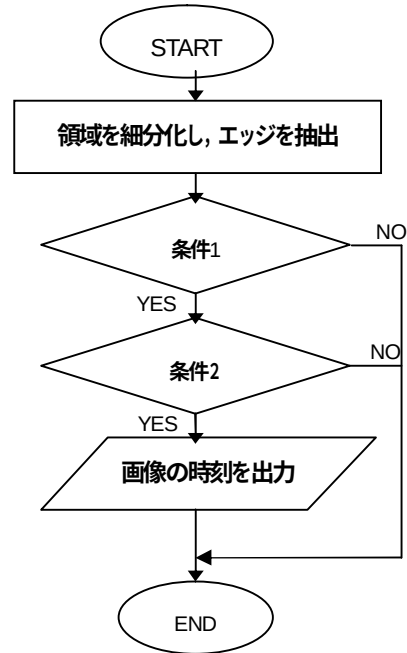


図 4 伸縮装置検出のフローチャート



図5 検出漏れをした画像例



図6 誤検出した画像例

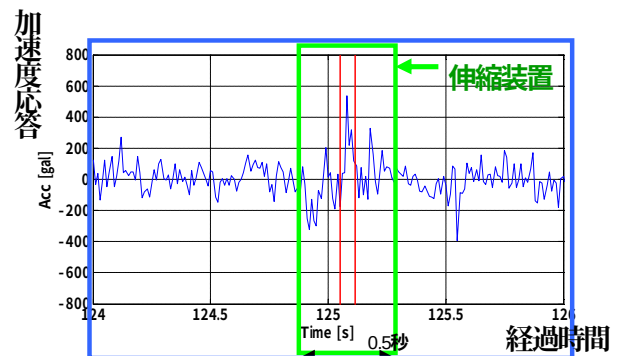


図7 加速度応答の識別

参考文献

- 1) 朝川皓之, アジアへの展開を目指した簡易路面診断システム (VIMS) の汎用化とシステム改良 東京大学卒業論文, 2007