

高速視覚センサとデジタル一眼レフカメラを用いた 伸縮装置および路面性状の合理化診断システムの構築

東京大学大学院 学生員 ○西川 貴文
東京大学 非会員 小室 孝

東京大学 正会員 水野 裕介
東京大学大学院 フェロー 藤野 陽三

1. はじめに

現在、都市化の進展と道路橋の老朽化によって、車両走行時の道路橋、特に伸縮装置部から発する、振動や騒音の問題が急増している。この状況に対して維持管理者は、検査車を用いたレーザ照射や画像集録、検査員による目視検査を行っている。しかしながら、膨大な数の道路橋伸縮装置を目視で検査・診断を行うことは、時間効率が悪く検査範囲が限られ、また、路面性状に対しては、検査車や診断装置などのシステムの導入コストが非常に高く、診断効率についても、対象区間の膨大な画像データを検査員が逐一目視し、判定を行うという非常に非効率なものである。これらに対し本研究では、巡回車による伸縮装置と路面性状の一括診断を可能とすることを目的とし、①伸縮装置と路面性状に関する画像情報の取得の合理化と、②画像処理による損傷判定の自動化という、二段構えの効率化を果たす診断システムを構築した。

2. 伸縮装置と路面性状に関する画像情報の取得

本研究ではまず、①の伸縮装置および路面性状に関する画像情報の取得合理化を可能とする手法として、高速視覚センサであるビジョンチップの利用に着目した。ビジョンチップは、イメージセンサの画素毎に処理回路を備えることで、秒間 1000 フレームの画像に対してリアルタイム処理を行うことが可能である。しかしながらその反面、1 チップあたりの画素数が少なく空間解像度が低い。そこで、ビジョンチップの利用に加え、時間解像度は小さいが空間解像度が大きく、高詳細な画像を取得できるデジタル一眼レフカメラを組み合わせることで、この両者の短所を補い長所を活用するシステムを構築することとした(図-1, 2)。

(1) 粗画像パターン判断法による概略探索

ビジョンチップが取得する画像は、非常に低解像度で低輝度・高ノイズという特徴があり、今回の診断対象であ

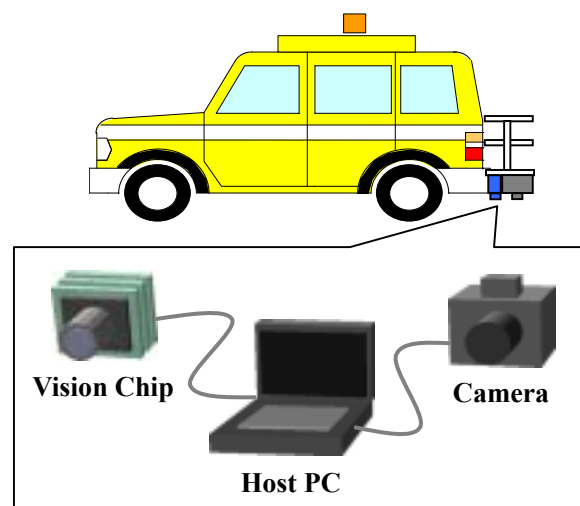
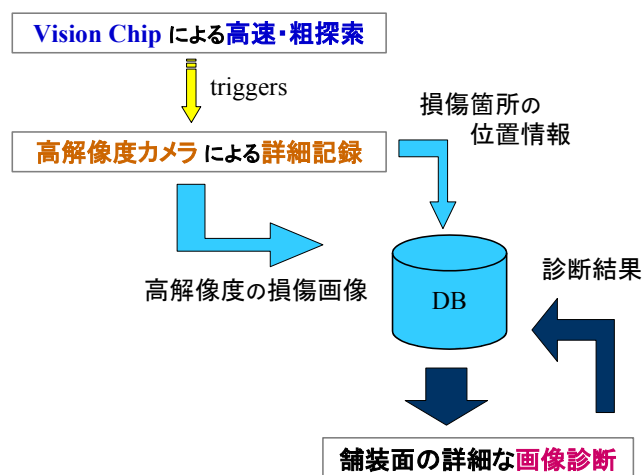


図-1 診断システム概要



- ◆ 走行車両から**可視的な**路面性状を診断
- ◆ 損傷・劣化箇所の**自動判定**と詳細データの**自動取得**
- ◆ データ記録量の増大抑制による**診断処理の効率化**

図-2 診断システムの概念・特長

る伸縮装置の検知や路面性状の判定を可能とするため

キーワード：伸縮装置，舗装診断，ビジョンチップ，粗画像パターン，ひび割れ率

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学大学院社会基盤学専攻 TEL03-5841-6099

には、粗い画像に対して大まかな画像パターンの判断処理を行うアルゴリズムが必要となる。これに対し、本研究では、高圧スムージング処理、動的閾値操作による二値化処理、要素結合・ラベリング処理、パターンのラフマッチングやベクトル追跡などの画像処理を階層的かつ動的に施すことによって、粗い画像のままで信頼性の確かな判断を行う粗画像パターン判断法を考案した。このアルゴリズムによる概略探索を行うことにより、全体の画像情報量を少なく抑えながら、検査領域内の伸縮装置や路面の損傷箇所の発見頻度を上げることが可能となる。

(2) デジタル一眼レフカメラによる高詳細画像の取得

次いで、ビジョンチップにより検知された伸縮装置や路面の劣化・損傷箇所の高詳細画像を、デジタル一眼レフカメラによって自動的に撮影する(図-3)。ビジョンチップと一眼レフカメラは、ホスト PC を介して接続されており、ビジョンチップが検査対象を検知したことを通知するためにパルス信号を送出し、受信したホスト PC が USB ケーブルを介して一眼レフカメラへシャッタートリガを送出することで、自動撮影を行うことが可能となる。この際、撮影された画像データは、撮影頻度を考慮してカメラ内のメモリに記録され、検査終了時にホスト PC 内のローカルディスクへと移動・格納される。

3. 画像処理による損傷判定の自動化

舗装の健全度は、舗装面の平坦性・ひび割れ率・わずらわしさを評価指標として計られるが、中でもひび割れ率は大きなファクタとして扱われる。その算定は、2次元の画像情報のみによってなされるが、現状では検査者が画像を逐一見ながら損傷を確認する方法が採られており、非常に効率性が乏しい。そこで本システムでは、ローカルディスクに格納された舗装画像群に対して、ひび割れ率を自動的に算出するアルゴリズムを開発し、舗装の損傷判定の自動化を図った。

本アルゴリズムでは、その算出処理の過程を大きく 4 段階に分け(図-4)、(1)損傷の強調、(2)グリッドの作成、(3)グリッド内走査、ひび割れの有無判定、(4)グリッドの集計、によって検査対象領域のひび割れ率を算出するとともに、グリッドの色分けを行うことで検査結果の視認性の向上を図った。処理の高速化に関しては、(2)のグリッド作成処理で保存した格子交点座標を始点とした走査を、複数のグリッドで並行して行う(図-5)。

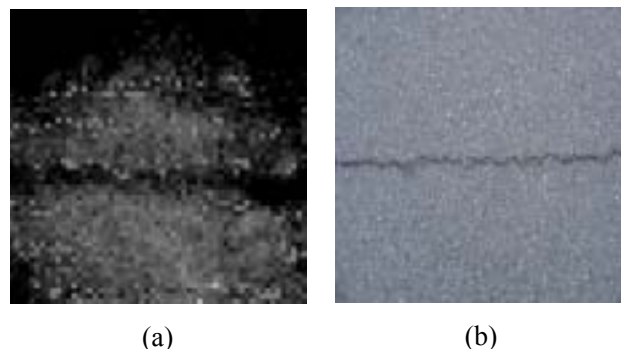


図-3 舗装のひび割れ (a)VC 画像 (b)カメラ画像)

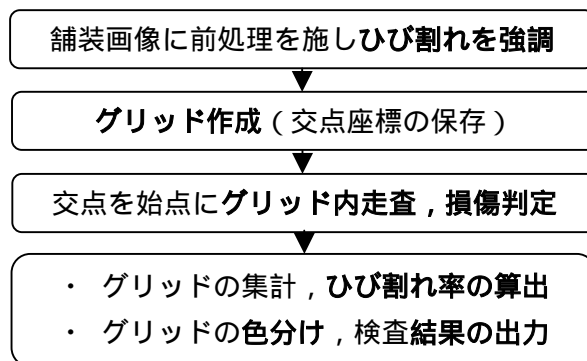


図-4 ひび割れ率自動算出アルゴリズム

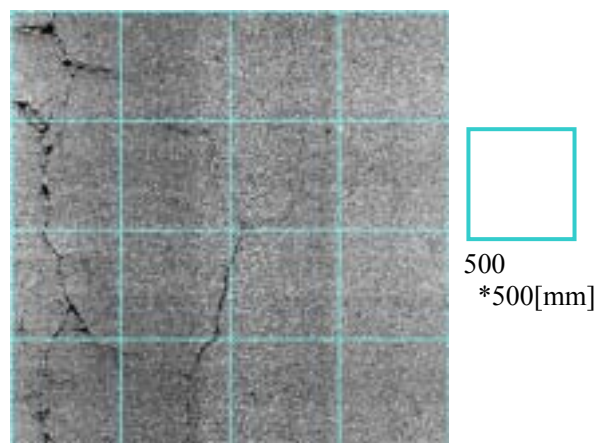


図-5 損傷舗装画像の一部(ひび割れ率:28%)

4. まとめ

本診断システムの適用により、現行の診断において多大な時間と労力を要している、道路橋伸縮装置の目視検査や、検査車が集録した膨大な画像データの集計作業を、自動的に処理することで大幅に軽減することが可能となる。

参考文献

高木幹雄他:画像解析ハンドブック, 東京大学出版会
他