

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2010～2013

課題番号：22500154

研究課題名(和文) レーザー画像による路面観測システムの構築に関する研究

研究課題名(英文) A study on road surface monitoring system based on laser imaging system

研究代表者

田中 直樹 (Tanaka, Naoki)

神戸大学・海事科学研究科(研究院)・教授

研究者番号：90188318

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000円

研究成果の概要(和文)：道路面の管理のための路面観測システムの構築に関する研究をおこなった。道路は、重要な社会インフラであるが総延長が100万kmともなりその管理は容易ではない。路面画像による道路観測の自動化には、一般に低コントラスト・高ノイズとなる路面画像への対応、路面性状の異なる排水性・非排水性路面への対応などが必要となる。さらに、クラックそのものが深さ、形状などが多様であり画像特性が一様でない困難さを伴う。本提案方式では、主にモルフォジ演算などを活用し十分な実用性能を持つ検出性能を有してシステムの開発に成功している。

研究成果の概要(英文)：In this study a new road surface monitoring system based on laser imaging system is proposed. Though the road system is an important social infrastructure, the management of the road surface is not easy because of the one million kms of total length. In order to realize the automated observation of the road surface by an image, the system must be robust against low-contrast and severe noise. And also the system must support for the drainage and non-drainage of the road surface, which have different road surface image properties. A crack of a road surface has variation of image characteristic and depth of a crack. The proposed method has succeeded in developing a system to have a detection performance with sufficient practical performance utilizing morphological operation.

研究分野：知覚情報処理

科研費の分科・細目：知能ロボティクス

キーワード：路面画像 クラック モルフォロジ 形状抽出

## 1. 研究開始当初の背景

### (1)社会的ニーズ

道路は重要な社会的なインフラであるにも関わらず市町村道まで含めると総延長が100万 km ともなりその維持管理は容易ではない。そこで道路面の管理のための自動路面観測システムが必要とされる。道路面で観測されるべき最も重要な要素は、ひび割れ(クラック)でありその高精度な検出が望まれる。

### (2)従来技術の限界

道路面は、主にアスファルトが用いられているが表面に凹凸が多く観測される路面画像は、高ノイズとなる。また、近年に導入された多孔性の排水性路面はさらにノイズが多い画像となる。また、アスファルトの道路面は濃色であり従って排水性・非排水性を問わず路面画像は極めて低コントラストとなる。クラック検出はビルなどのコンクリート建造物などを対象として研究されているが、アスファルト路面画像のような高ノイズ・低コントラスト画像には適用が困難となる。道路面に生じるクラックの形状や多種多様であることも検出を難しい問題としている。

### (3)基礎となる技術

道路面の位置を決めるためにサイドライン、センターラインの検出をおこなう。このサイド・センターラインの検出にシャノンダイバージェンスに基づくエッジ検出を用いる。クラック検出にモルフォジイ演算を用いる。

## 2. 研究の目的

### (1)路面観測システムの構築。

総延長100万 km ともなる路面の管理のための路面観測システムの構築は急務であり実用性能を有するシステムの開発を目指す。

(2)高ノイズ、低コントラスト下におけるクラックなどのオブジェクト検出方式の開発

特に高ノイズ下では、クラックとノイズの判別が困難でありその高精度な判別方式を開発する。

(3)クラックの信頼度を求めモニタ上に表示したクラック検出結果の線画を参照することによりインタラクティブな検証作業を容易にできるシステムを提供する。

## 3. 研究の方法

本研究の目的は、上述のように道路面の管理のための路面観測システムを構築することにある。総延長100万 km ともなる路面の管理のための路面観測システムの構築は急務であり実用性能を有するシステムの開発を目指す。

路面画像は極めて高ノイズ、かつ低コントラストとなる。高ノイズ下では、クラックとノイズの判別が困難でありその高精度な判別方式を開発する。また、本研究は、レーザーイメージング装置を装備する路面観測車の製造企業と連携して実施される。すなわち、企業から路面観測車で得られる路面画像データベースの提供を受けさらに、抽出すべき路面要素の正解 (Ground Truth) について提供ないしはアドバイスを得る。前述のように路面画像は高ノイズかつ低コントラストでありまた、クラックの形状などの変動が大きい。そのため Ground Truth を正確に定めることは極めて困難であり、路面観測業務の実務者とインタラクティブなやり取りが必要となる。

### (1)路面要素データベースの構築

路面要素には、クラック・白線・黄線・ジョイントなどが存在する。路面画像からこれらを目視により存在の有無、存在領域の指定(線画により描画)をおこない、要素別に分類整理しデータベース化をおこなう。

### (2)排水性/非排水性の識別部

道路面は、従来、排水性を持たな路面(以

下で非排水性路面)が一般的であった。これに対して近年、多孔質の路面を持つ排水性能に優れた路面(以下では排水性路面)が用いられてきている。

この両者は、多孔性の有無の違いにより路面画像の画像的特性が大きく異なる。また、クラックの生じ方もかなり異なる。

非排水路面はなめらかで観測される画像は比較的ノイズが少ない。しかしながら平均輝度値はやや明るめであり、かつクラックも細めとなり低コントラストである。

排水性路面は、凸凹が激しく観測される画像は高ノイズである。クラックは比較的太めであるが、クラック様の小さな穴が多くクラックとの判別が難しい。

一般に非排水性・排水性路面において上記、が成り立つが、劣化の進んだ非排水性路面はしばしば排水性路面の特性を持つ。そこで、ここでは排水性・非排水性を判別するのではなく、路面のなめらかさによる2クラス分け問題とした識別を行う。

#### (3) クラック及びその他の路面要素の検出方式

クラック抽出では、クラックの図形的特徴である「線状性」、「鞍状性」を持つ領域をモルフォロジー演算に基づいて抽出する。モルフォロジー演算の一つである top-hat 演算は、特定の幅を持つ「谷」の検出が可能であり、クラックの候補領域を良好に抽出する。さらに、opening,closing 演算により「谷」の線状的な連続性を検出することによりクラックらしさを確かめることができる。その他の路面要素に関してもクラックと同様にモルフォロジー演算に基づく検出方式を用いる。

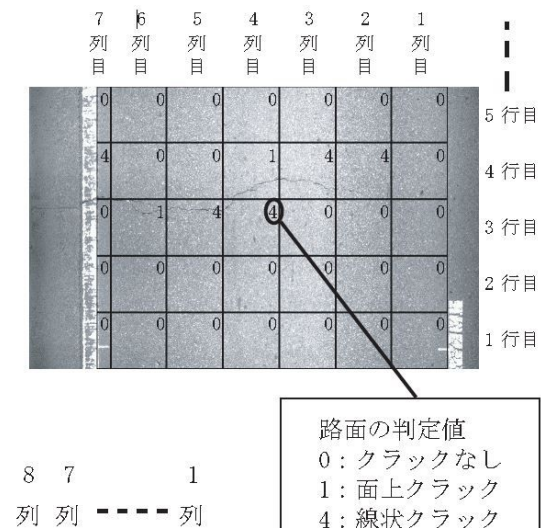
#### (4) 路面要素の確信度の算出と検出結果の表示

路面要素の検出において特にクラックは、微少なもの(軽微なもの)から大規模なもの(重大なもの)までの変動が大きいため、

クラックの規模の客観的な評価が必要である。そのために、クラックの規模を示す確信度(クラックらしさの程度)を算出する。さらに、路面の各要素と確信度をモニタ上に表示し、特に確信度の低い観測枠持つ路面部分のみをハイライト表示し目視による確認作業を実施する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 路面観測システム



排水性路面に関して対象画像 50 枚, 判定数 8000 枚のうち, 対象範囲外ではない検出範囲内枚数は 6450 枚であった.

内訳は

・本システムと目視判定が同じ 6495 枚  
 システムで B,C だったが目視判定ではクラックがなかったもの 3 枚

・システムでは A だが, 目視判定ではクラックがなかったもの 1 枚

・目視判定はあると確認されたがシステム結果ではなかったもの 41 枚

非排水性路面に関しては対象画像 40 枚, 判定数 6240 枚のうち検出範囲内枚数は 5374 枚であった.

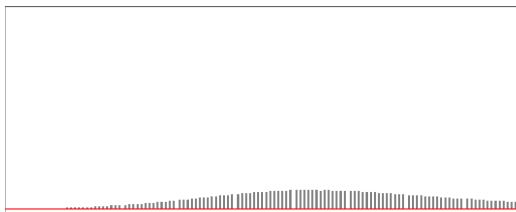
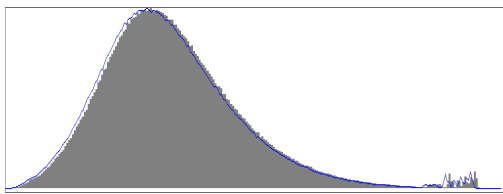
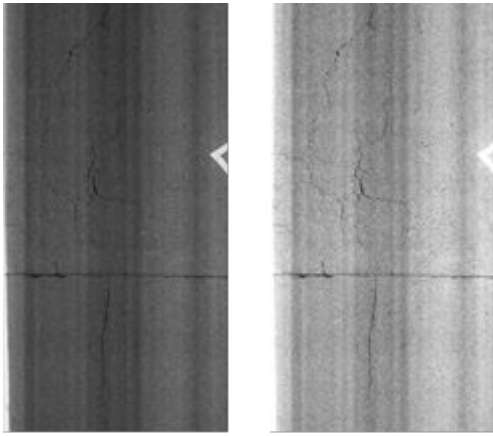
・本システムと目視判定が同じ 4847 枚  
 システムで B,C だったが目視判定ではクラックがなかったもの 98 枚

・システムでは A だが, 目視判定ではクラ

ックがなかったもの 163 枚

目視判定はあると確認されたがシステム結果ではなかったもの 266 枚である。

(2)撮影条件の変動への対応



路面観測車のイメージング機器の解像度の向上などにより路面画像の輝度値分布の変動がみられる。このような輝度値変動に対応できるように、クラック領域の輝度値分布を安定化させる濃度変換を行った。

#### 5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 3 件)

(すべて査読有)

1.YOSHIDA HIROMI ,TANAKA NAOKI,  
A Binarization Method for the Character

Extraction from Scene Image by the Blanket Method, The Journal of the Institute of Image Electronics Engineers of Japan Vol.42 , No.1 , 41-462013/01

2.吉田大海、植村博之、田中直樹、井上健:  
"音声帯域の漁業無線を用いたデータ伝送に適した実況天気図の圧縮・復元方式の改良" 日本航海学会論文集 124 号. 345-353 (2011)

3.吉田大海、田中直樹: "ブランケット法を用いた文字列抽出に適した情景画像の2値化法" 画像電子学会誌 Vol.39. 463-472 (2010)

[学会発表](計 3 件)

国際学会(すべて査読有)

1. OKAMOTO AKIHIRO ; TANAKA NAOKI,  
A Binarization Method for Degraded Document Images with Morphological Operations, Proceeding of IAPR INTERNATIONAL CONFERENCE ON MVA2013, 294-297 , 2013/05/22 KYOTO

2. YOSHIDA Hiromi, NAGAMATSU Takashi, TANAKA Naoki: "A New Method of Character Strings Extraction based on Blanket Method" Short Paper Booklet of IAPR Workshop on DAS2012. 9-10 2012/3/28 Queensland, Australia.

3. YOSHIDA Hiromi, TANAKA Naoki: "A Blanket Binarization Method for Character String Extraction" Proc.of IAPR Conf.on MVA2011. 31-34 2011/6/13 NARA.

[図書](計 0 件)

[産業財産権]

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

:

[その他]

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

田中 直樹(TANAKA NAOKI)

神戸大学・海事科学研究科・教授

研究者番号: 90188318

### (2)研究分担者

鎌原 淳三(KAMAHARA JYUNZO)

神戸大学・海事科学研究科・准教授

研究者番号: 60283917

長松 隆(MAGAMATSU TAKASHI)

神戸大学・海事科学研究科・准教授

研究者番号: 80314251