

# 汎用カメラと一般車両を用いた路面標示の擦り切れ検出手法

河崎隆文<sup>1,a)</sup> 打越大成<sup>2,b)</sup> 岩本健嗣<sup>1,c)</sup> 松本三千人<sup>1,d)</sup>  
米澤拓郎<sup>3,e)</sup> 中澤仁<sup>3,f)</sup> 徳田英幸<sup>3,g)</sup>

全国の道路で老朽化が進行している。そのため、自治体による道路の維持管理がより一層求められているが、点検には特殊な車両が必要になり、そのコストが負担となる。また、車両の数が限られていることから、一度に点検できる範囲に限度が生じ、広域における点検が困難である。そこで、自治体の所有するごみ収集車やコミュニティバスなどの公用車の利活用によって、コストの低減や点検の広域化を図るため、本研究では特殊な車両を使用しない道路の点検手法を実現する。本稿では、路面標示の状態収集に着目し、天球カメラと半球カメラを用いて路面標示を撮影し、その画像から擦り切れの有無を検出する手法を提案する。本稿の実験では天球カメラの RICOH THETA と半球カメラの QBic D1 を使用し、それぞれ車両に取り付けて走行した際の撮影と検出実験を行った。

## 1. はじめに

### 1.1 研究背景

近年、日本では多くの道路で老朽化が進んでいる。特に、今後は高度経済成長期やバブル景気に整備された多くの道路の老朽化が一斉に進行するため、その整備は非常に重要である[1]。また、道路には道路自体だけでなく、標識のように道路に設置され円滑な交通の実現を支援しているものもある。その中で、路面標示は標識を路面に直接描くことで運転手に指示や規制、案内を運転手に伝える役割があるが、その性質上、特に損傷の発生が激しく、本来の効果を十分に発揮できていないものも少なくない。そのため、積極的な管理が求められる。

しかし、2000年以降、公共投資額が減少傾向にあること[2]や、近年、日本の財政状況が悪化している。また、地方では、少子高齢化や大都市圏への人口流出の加速により、税収の確保が困難になっている。そのため、このような道路の維持管理は自治体の負担となっている。

### 1.2 道路管理上の問題

道路や路面標示の管理の状態を管理するために点検は重要である。この点検には、目視によって道路の状態を確認する方法と、路面性状測定車という専用車両を用いる方法がある。目視による点検では、実際に人が道路を歩いて確認する必要があるため、点検には多くの時間を要し、その範囲も狭くなる。一方で、路面性状測定車を用いる場合には、走行しながら車両に搭載された特殊なカメラと赤外線センサによって道路の凹凸の発生具合を検出できるため、目視で点検するのに要する時間と同じ時間で広範囲の点検を行える。しかし、道路評価の際に、路面標示の評価は自治体から求められている資料の中に含まれておらず、擦れていても評価されず問題なしとして提出される。つまり、

路面標示の評価を行うためには、それ自体の点検として行う必要があり、その性質上、高い点検頻度を求められることからその点検コストは小さくない。

### 1.3 自治体の所有する車両の利活用

市民協働の実現により、広域の道路点検を図っている自治体もある。千葉市では、ちばレポ[3]というアプリケーションを用いて、市民自身が市の問題を投稿するシステムの展開が進められている。2014年の実証実験の結果[4]では、投稿結果の7割以上が道路に関する投稿であったことから、この活動は道路点検の効率化にも効果があるといえる。しかし、その結果を見ると、主要な駅周辺では情報が多いことに対し、郊外ではまだ投稿が少なく十分ではない。そこでそのような投稿の少ない場所も含めて万遍なく点検する必要がある。そこで、ごみ収集車や公共バスといった市内の比較的広域を走行する公共の一般車両を活用することで広域の道路点検が実現できると考えられる。よって、本研究では、公共の一般車両での適用を想定する。

### 1.4 路面状態の収集に関する既存の研究

一般車両を用いた路面状態収集の実現を目的とした既存研究を述べる。「車載カメラによる路面状態検出方式の検討」[5]では、車内に取り付けたカメラを用いて走行中に前方を撮影し、その映像中から路面標示の状態を検出する研究が進められている。しかし、この手法では、車両の内部にカメラを取り付けることが前提にあることから、周囲を走行する車両のナンバープレートや歩行者といったプライバシーを映し込んでしまう危険性があり、ごみ収集車などの公共機関の車両に取り付けて撮影する際には、映像管理上で問題が発生する。

また、「地方自治体の舗装維持管理実態を考慮した市街地の効果的な路面点検手法の開発」[6]では、路面の凹凸に着

1 富山県立大学工学部情報システム工学科  
2 富山県立大学大学院情報システム工学専攻  
3 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科  
a) t115012@st.pu-toyama.ac.jp  
b) uchikoshi@puc.pu-toyama.ac.jp  
c) iwamoto@pu-toyama.ac.jp

d) takuro@ht.sfc.keio.ac.jp  
e) jin@ht.sfc.keio.ac.jp  
f) hxt@ht.sfc.keio.ac.jp

目し、加速度センサのみを用いた路面点検手法の開発が行われている。加速度センサのみを用いることから映像管理上の問題は発生しないが、路面標示のように、その損傷による凸凹の発生が非常に小さいものは検出できない可能性がある。

### 1.5 研究目的

道路は非常に重要なインフラでありながら、近年の財政状況や点検範囲が非常に広いことから、管理が大きな負担となっている。そこで、本研究では一般的な車両と汎用的なカメラを用いた道路の状態収集を実現することで、道路点検の容易性と継続性を高める。特に通常の道路評価方法では測定できない路面標示の状態収集に着目する。本研究における一般的な車両とはごみ収集車や公共バスを想定し、これらを用いることで道路広域を万遍なく点検可能になる。これに伴い、既存の研究で課題となった撮影時に周囲の個人を特定し得る情報を映さずに、路面画像を収集することの実現を図る。本稿では、一般車両と汎用のカメラを用いた路面標示の状態収集およびその画像を用いて自動的に擦り切れ検出を行う手法の考案、及び実装を行い、路面標示管理の容易化を実現する。

## 2. 擦り切れ検出手法の要件

### 2.1 撮影範囲

1.5 項で述べた通り、本研究ではカメラによる撮影によって路面標示の状態収集を行う。また、ごみ収集車や公共バスの利用を想定しており、収集した情報の管理を自治体で行うことから、路面撮影時に周囲のプライバシーを十分に考慮することが必要である。ここでのプライバシーは、周囲を走行する車両のナンバープレートや歩行者といった個人を特定し得る情報であり、これらを撮影時に含んでしまうと、画像管理上の問題になってしまう。よって、撮影時にはこれらを映り込ませずに路面標示を撮影する必要がある。

### 2.2 使用するカメラの種類

2.1 項で撮影範囲に関する要件を述べた。その上で、プライバシーを考慮しつつ路面標示を撮影する手法を考える。路面標示は路面に直接描かれるため、路面のみを撮影することで、周囲のプライバシーも十分に確保できる。そこで、カメラを車体の底部に取り付けることで撮影範囲が地上に近くなり、周囲の歩行者や走行する車両のナンバープレートを映り込ませることなく、路面標示を撮影できる。これにより、周囲のプライバシーを十分に確保しつつ、走行車線上の路面標示を撮影するという要件を満たす。

しかし、車体の底部にカメラを取り付けることで、カメラと路面の距離が非常に近くなるため、狭角のカメラの場合、撮影できる範囲が狭くなる。そのため、路面標示上を

走るとは限らない公共の一般車両では、白線が写り込みにくくなる。そこで、本研究では視野角の広い半球カメラや天球カメラを用いることでこの問題の解決を図る。

## 3. 設計

### 3.1 カメラの取り付け箇所の選定

撮影範囲の要件を満たすカメラの取り付け箇所の選定について述べる。本研究では日産 JUKE(以下、車両)に対して、カメラの取り付け箇所の選定を行った。停車時の車両にカメラを取り付けて撮影し、その画像を確認することでカメラの適切な取り付け箇所を確認する。まず、図1に示すように、車両の後面底部に各カメラを取り付けて撮影した。半球カメラで撮影した画像を図2に、天球カメラで撮影した画像を図3に示す。

まず図3において、車両の後面が丸みを帯びているため、地面に対して垂直にカメラを取り付けることができず、全体が湾曲した画像になった。図2と図3において、どちらのカメラにおいても路面の状態は鮮明に撮影できているが、周りの風景が映り込んでいることが分かる。特に各画像の上部には、他の車両のナンバープレートがはっきりと映り込んでいる。そのため、周囲のプライバシーが十分に確保できていない。



図1.車両の後面底部に取り付けたカメラ



図2 後面底部に取り付けた天球カメラで撮影された画像



図3 後面底部に取り付けた半球カメラで撮影された画像



図6.下腹部に取り付けた半球カメラで撮影された画像

次に、図4に示すように車両の下腹部にカメラを取り付けて撮影した。半球カメラで撮影した画像を図5に示し、天球カメラで撮影した画像を図6に示す。図5、図6において、どちらのカメラにおいても路面の状態が鮮明に撮影できており、車体が覆い被さることで周りの風景が映り込んでいない。このことから、車体の下腹部にカメラを取り付けることで、周囲のプライバシーを十分に確保しながら路面の状態が鮮明に撮影できると判断し、本研究では車両の下腹部に取り付けたカメラで撮影した路面標示を用いて擦り切れ検出を行う。

### 3.2 路面標示の検出手法

本項では、擦り切れ検出を実現するための、路面標示の検出の設計について述べる。本項で検出された路面標示を3.3項もしくは3.4項の擦り切れ検出手法を用いて自動で擦り切れの検出を行う。まず、半球カメラで撮影した場合の路面標示の検出について述べる。図7に半球カメラで撮影した画像を示す。このように、半球カメラの場合、道路のみが撮影されるため、画像中の白色の要素は路面標示のみとなる。この点を利用し、画像中の各ピクセルの輝度値を比較することで、白色部分のみ、つまり路面標示のみをとり出すことができる。



図4.下腹部に取り付けた天球カメラ



図5.下腹部に取り付けた天球カメラで撮影された画像

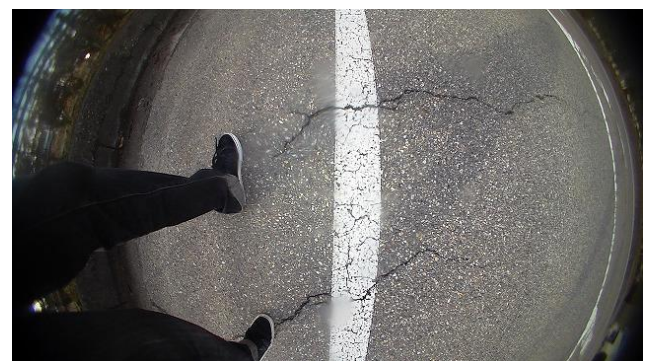


図7.半球カメラで撮影した路面標示の画像

天球カメラで撮影した画像も同様の方法で路面標示の取り出しができると考えられる。

この路面標示検出の処理の手順を以下に示す。

1. アスファルトのざらつきや路面での太陽光の反射によるノイズを取り除く処理
2. 必要があれば、環境光を取り除くための検出範囲の設定
3. 輝度値に着目した2値化による路面標示の検出

### 3.3 路面標示を形成する輪郭部分に着目した擦り切れ検出手法

この手法では、路面標示を形成する輪郭部分に着目した擦り切れ検出手法の設計を行う。図8の左図に擦り切れの

ない路面標示を示し、右図に擦り切れのある路面標示を示す。図8の左右の画像を比較すると、擦り切れがない場合には白線が一つの白い塊となって表れていることに対して、擦り切れがある場合には白線が複数の白い塊として現れていることが分かる。その結果、擦り切れのない路面標示よりも、擦り切れのある路面標示の方に輪郭部分(図8のオレンジ色で描かれた曲線)が多いことが分かる。このことから、擦り切れが発生している場合には、擦り切れがない場合に比べて、画像中の白色全体の画素数に対して輪郭を形成する画素数が占める割合が増えると考えられる。

このことに着目し、画像中の白色全体の画素数に対して輪郭を形成する画素数の占める割合を求め、しきい値によって、擦り切れの検出を行う。本研究ではこの割合を「輪郭占有率(%)」と定義する。

擦り切れていない路面標示 擦り切れている路面標示



図8.路面標示の輪郭(左図:擦り切れなし, 右図:擦り切れあり)

次に、この手法を実際に行う上での処理の手順を述べる。以下に手順を示す。

1. 平滑化による細かなノイズ除去
2. 輝度値を用いた2値化による路面標示検出
3. 検出された路面標示の輪郭検出
4. 輪郭占有率の計算
5. 輪郭占有率としきい値によって擦り切れの検出

この手法では、輝度値によって2値化した画像中の白色の画素数( $W_p$ )、輪郭検出によって検出された輪郭部分を形成する白色の画素数( $S_p$ )を比較することで輪郭占有率を求める。輪郭検出を用いた場合の輪郭占有率の計算式を式1に示す。

$$\text{輪郭占有率(\%)} = \frac{S_p}{W_p} \times 100 \quad (1)$$

### 3.4 擬似的な路面標示と元画像中の路面標示の比較による擦り切れ検出手法

2つ目の手法として、擬似的に作成した擦り切れのない路面標示と元画像中の路面標示の比較によって行う擦り切れ検出手法の設計を行う。画像中の路面標示の形状を基に擬似的な損傷のない路面標示を作成することができれば、その擬似的な路面標示と元画像中の路面標示の比較を行うことができる。路面標示に擦り切れが発生していない場合には、図9の上図のように擬似的に作成した路面標示と元画像の白色の画素数に大きな差は生じない。しかし、擦り

切れのある路面標示の場合には、図9の下図のように擬似的な路面標示を形成する画素数よりも、元画像中の白色の画素数が少なくなる。そこで、擬似的な路面標示を形成する画素数と元画像中の路面標示の白色の画素数を比較し、その結果としきい値によって、擦り切れの検出を行う。本研究では、この比較によって求められた値を「擦り切れ度(%)」と定義する。

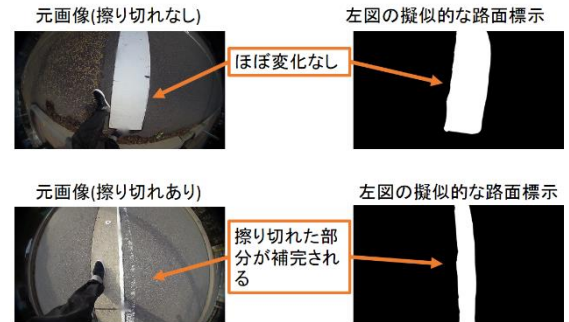


図9.元画像と擬似的に作成する路面標示の関係

次に、この手法における処理の手順を述べる。本稿では、擬似的な路面標示の作成のために画像中の路面標示の端点に着目し、取得の容易な半球カメラで撮影された画像でのみ設計を行った。以下に手順を示す。

平滑化による細かなノイズ除去

1. 輝度値を用いた2値化による路面標示の検出
2. 検出された路面標示中の列毎の左右の端点の検出
3. 3で検出された2点で直線作成
4. 画像の最上列から最低列まで手順3, 4を繰り返す
5. 擦り切れ度の計算
6. 擦り切れ度としきい値を用いて擦り切れを検出

作成した擬似的な白線を形成する白色の画素数( $M_p$ )と2値化した画像中の白色の画素数( $W_p$ )を比較することで擦り切れ度を求める。擬似的に作成した白線の画素数と元画像の比較による検出の擦り切れ度の計算式を式2に示す。

$$\text{擦り切れ度(\%)} = 100 - \frac{W_p}{M_p} \times 100 \quad (2)$$

## 4. 基礎実験

### 4.1 実験目的

基礎実験では、2つのカメラによって手持ちで撮影したそれぞれの路面標示の画像を用いて、2つの検出手法で擦り切れの有無を判別するためのしきい値を定めることを目的とする。

### 4.2 実験方法

半球カメラと天球カメラで路面標示の撮影をそれぞれ行う。収集した画像を目視で擦り切れがあるグループと、

擦り切れがないグループに分別する。それぞれのグループの画像に対して、実装した2つの検出手法をそれぞれ用いる。そして、擦り切れのあるグループ内の画像の各指標値と、擦り切れのないグループ内の画像の各指標値を比較することで各手法のしきい値を求める。実験には、日中、舗装された屋根のない一般道で撮影した画像を用いる。半球カメラで撮影した画像は289枚であり、その内、目視による判別で擦り切れのある路面標示の画像は209枚、擦り切れのない路面標示の画像は80枚である。また、天球カメラで撮影した画像は219枚であり、その内、擦り切れのある路面標示の画像は160枚、擦り切れのない路面標示の画像は59枚である。

#### 4.3 輪郭占有率による擦り切れ検出の実験結果

まず、輪郭占有率による擦り切れ検出手法におけるしきい値設定の基礎実験の結果について述べる。この手法におけるそれぞれのグループ内の輪郭占有率の最小値と最大値をまとめて表1に示す。また、半球カメラで撮影した画像を用いた場合の詳細な分布をグラフにまとめて図10に示し、天球カメラで撮影した画像を用いた場合の詳細な分布をグラフに図11に示す。これらのグラフの横軸は輪郭占有率、縦軸は輪郭占有率毎の画像の枚数とする。

表1より最小値と最大値から輪郭占有率の範囲においては擦り切れの有無によって、ほとんど変化が生じていない。

次に、図10によると、擦り切れなしの画像の枚数分布は3%を最大とし、それ以降、減少傾向にある。一方で、擦り切れありの画像では枚数分布が4%で大きく増加し、その後上昇傾向にあることが分かる。この時、輪郭占有率毎の画像の枚数は擦り切れありの枚数の方が多い。そこで半球カメラで撮影した画像にこの手法を用いる場合にはしきい値を3%とし、3%以下を擦り切れなし、3%より大きい場合には擦り切れありと判定することとする。

また、図11によると、擦り切れなしの画像の枚数分布は1%の時に最大であり3%以下は輪郭占有度毎の枚数が擦り切れなしの方が多く、3%より大きい値では擦り切れありの枚数が擦り切れなしの枚数を上回るようになっている。そこで、天球カメラで撮影した画像に、この手法を用いる場合にはしきい値を3%とし、3%以下を擦り切れなし、3%より大きい場合には擦り切れありと判定することとする。

表1.グループ毎の輪郭占有率の最小値と最大値

分類	最小値	最大値
擦り切れなし(半球カメラ)	0	24
擦り切れあり(半球カメラ)	3	69
擦り切れなし(天球カメラ)	0	66
擦り切れなし(天球カメラ)	0	64

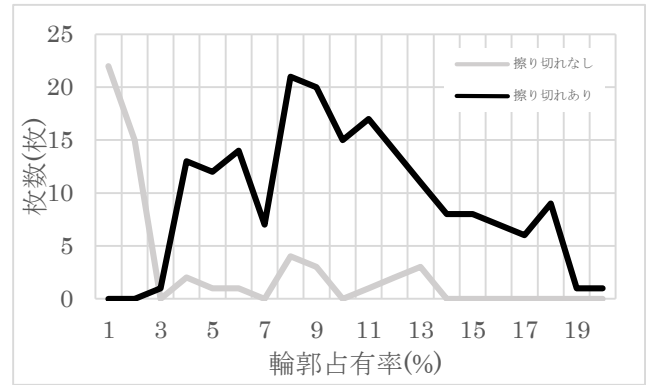


図10.輪郭占有率毎の画像の枚数分布  
 (半球カメラ)

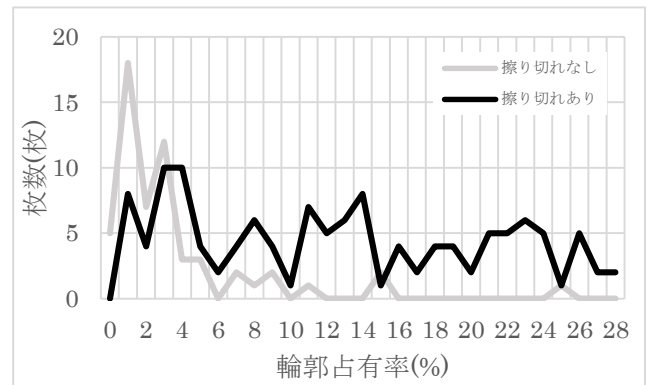


図11.輪郭占有率毎の画像の枚数分布  
 (天球カメラ)

#### 4.4 擦り切れ度による擦り切れ検出の実験結果

次に、擦り切れ度による擦り切れ検出におけるしきい値設定の基礎実験の結果を述べる。

この手法におけるそれぞれのグループ内の擦り切れ度の最小値と最大値をまとめて表2に示す。また、半球カメラで撮影した画像を用いた場合の詳細な分布をグラフにまとめて図12に示す。本稿では、この手法は半球カメラで撮影された画像でのみ実装を行っているため、半球カメラで撮影された画像の場合のみの結果となっている。

表2より、この手法においても擦り切れ度の分布範囲はどちらのグループにおいてもほぼ同じであり、擦り切れの有無によって分布範囲に変化が生じていない。

次に、図12より、擦り切れなしの画像が最も多いのは擦り切れ度が0%の時であり、それ以降は減少傾向にある。一方で、擦り切れありの画像の分布は6%の時に最大値となり、それ以降はほぼ、擦り切れ度毎の枚数は擦り切れなしの画像の枚数よりも、擦り切れありの枚数の方が多い。その分布の交点を見ると、その交点は3%付近に現れている。また、擦り切れなしのグループ内で特に検出枚数の多い0%、1%を除くと、3%時点が最も擦り切れなしと検出した枚数が多く、それ以降は低い値が続いている。以上のことから、この手法では擦り切れ度3%をしき

い値と設定し、擦り切れ度 3%以下の路面標示は擦り切れなし、3%より大きなものは擦り切れありと判定することとする。

表 2.グループ毎の擦り切れ度の最小値と最大値

分類	最小値	最大値
擦り切れなし	0	85
擦り切れあり	0	83

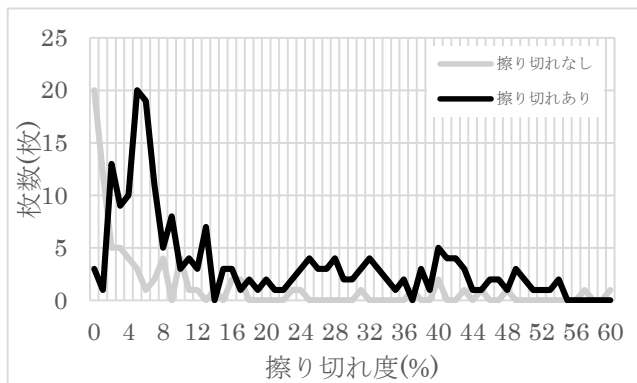


図 12.擦り切れ度毎の画像の枚数分布

## 5. 実装と評価

### 5.1 実装

4 節で設定したしきい値を用いて、輪郭占有率による擦り切れ検出手法と擦り切れ度による擦り切れ検出手法の実装を行い、実際の走行車両で撮影した画像に適用する。撮影する画像は、3.1 項で選定した取り付け箇所である車両の下腹部に、それぞれのカメラを取り付けて、日中、屋根のない舗装された一般道を走行した際に撮影した画像を用いる。車両の走行速度は特に市広域を定期的巡回するごみ収集車の速度に着目し定めた。ごみ収集車は 30km/h 以下で走行しながらごみの回収を行っていることが多いことから[7]、本評価に使用する画像は 30km/h 以下で走行中に撮影した画像を使用する。本稿における実験環境を表 3 に示す。

表 3.本稿の実験環境

CPU	Intel(R)Corei7-4510 @2.00GHz 2.60GHz
OS	Windows8.1
言語環境	Visual Studio2013 C++
使用ライブラリ	OpenCV2.4.9
半球カメラ	QBic D1
天球カメラ	RICOH THETA
車両	日産 JUKE

### 5.2 評価目的

基礎実験で決定した、しきい値を用いて輪郭占有率による擦り切れ検出と擦り切れ度による擦り切れ検出を、車両に取り付けたカメラで撮影した画像に使用する。それぞれの検出精度を評価し、この 2 つの考案手法の有効性を判断する。

### 5.3 評価方法

評価方法は、それぞれのカメラによって収集した画像を事前に目視で擦り切れの有無によって分割し、本手法を用いて基礎実験で定めたそれぞれのしきい値による検出結果と目視による分割結果を比較することで行う。

半球カメラで撮影した画像では 242 枚を使用し、その内、目視によって擦り切れありと判定したものは 164 枚、擦り切れなしと判定したものが 78 枚だった。また、天球カメラで撮影した画像では 272 枚を使用し、そのうち、目視によって擦り切れありと判定したものは 194 枚、擦り切れなしと判定したものは 78 枚だった。

### 5.4 輪郭占有率による擦り切れ検出

この手法による擦り切れ検出を実現するためのしきい値は 5.1 項より、半球カメラで撮影した画像と天球カメラで撮影した画像のどちらに関しても 3%と設定した。どちらのカメラで撮影した画像に対しても、この検出手法を用いる場合には、輪郭占有率 3%以下の画像は擦り切れなし、3%より大きい画像は擦り切れありと判定する。半球カメラで撮影した画像にこの擦り切れ検出手法を用いた場合の検出精度を表 4 に示し、天球カメラで撮影した画像にこの擦り切れ検出手法を用いた場合の検出精度を表 5 に示す。

表 4 より、半球カメラで撮影した画像にこの手法を用いた場合、擦り切れのある路面標示を正しく検出できたのが 138 枚で、TruePositive が 84.1%、誤った検出をしてしまった枚数が 20 枚で、FalsePositive が 25.6%となった。その結果より適合率は 76.7%となった。

また、表 5 より、天球カメラで撮影した画像にこの手法を用いた場合、擦り切れのある路面標示を正しく検出できたのが 165 枚で、TruePositive が 85.1%、誤った検出を行った枚数が枚で、FalsePositive が 82.1%となった。その結果より適合率は 50.9%となった。

表 4.輪郭占有率による擦り切れ検出の検出精度  
(半球カメラ)

分類	目視 (枚)	正検出数 (枚)	True Positive (%)	誤検出数 (枚)	False Positive (%)	適合率 (%)
擦り切れあり	164	138	84.1	20	25.6	76.7

表 5.輪郭占有率による擦り切れ検出の検出精度  
(天球カメラ)

分類	目視 (枚)	正検 出数 (枚)	True Positive (%)	誤検 出数 (枚)	False Positive (%)	適合 率(%)
擦り切 れあり	194	165	85.1	37	82.1	50.9

### 5.5 擦り切れ度による擦り切れ検出

この手法による擦り切れ検出を実現するためのしきい値は5.1項より、しきい値を3%と設定した。よって、この検出手法を用いる場合には、擦り切れ度3%以下の画像は擦り切れなし、3%より大きい画像は擦り切れありと判定する。この結果を表6に示す。

表6より、半球カメラで撮影した画像に、この検出手法を用いた場合、擦り切れがあるものを正しく検出できた枚数が163枚で、TruePositiveが99.4%、誤った検出をしてしまった枚数が72枚で、FalsePositiveが92.3%となった。その結果より適合率は51.8%となった。

表 6.擦り切れ度による擦り切れ検出の検出精度

分類	目視 (枚)	正検 出数 (枚)	True Positive (%)	誤検 出数 (枚)	False Positive (%)	適合 率(%)
擦り切 れあり	164	163	99.4	72	92.3	51.8

### 5.6 考察

5.4項、5.5項より、2種類のカメラと2種類の検出手法をもちいて、3種類の検出精度を求めた。その中で、最も高い適合率を示したのは、半球カメラで撮影した画像に対して、輪郭占有率による擦り切れ検出手法を使用した場合の76.7%である。2つの手法で、誤検出が増えた理由として、擦り切れなしと判別する範囲が狭すぎることが考えられる。車に取り付けた状態で撮影した、擦り切れのない路面標示と擦り切れのある路面標示の画像、それぞれ78枚に輪郭占有率による擦り切れ検出を適用した結果の枚数の分布を図17に示す。図17において、輪郭占有率が10%より小さい場合、擦り切れなしの画像の枚数が擦り切れありの画像の枚数を上回っている。しかし、10%以上では、擦り切れありの画像の枚数が擦り切れなしの画像の枚数を上回っている。この結果から、しきい値は10%と設定することができる。よって、現在のしきい値の設定は、車に取り付けた際の画像に対して適切ではなかったことが分かった。しきい値を10%にして、再度評価を行ったところ、適合率は82.1%まで向上した。しかし、このようにしきい値は撮影した環境により、大きく異なる場合があるため、し

きい値の定め方をより改善する必要がある。

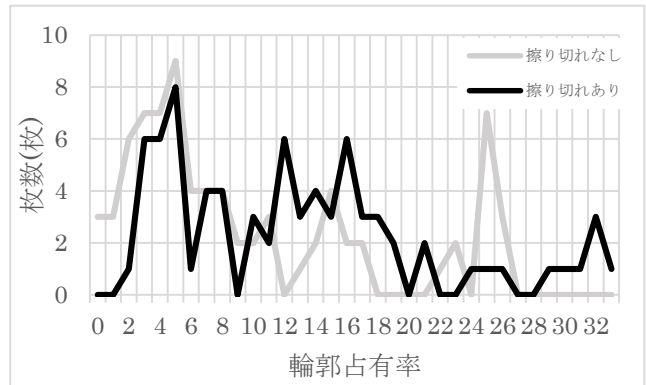


図 13. 輪郭占有率による検出手法を車両に取り付けたカメラで撮影した画像に適用した結果

また、擦り切れ度による検出手法では、擦り切れ度を計測するために擬似的に擦り切れのない路面標示の作成を行っているが、この作成方法に課題があることが考えられる。現在の方法は路面標示を形成する左右の端点を取得して、その2点によって擬似的に擦り切れのない路面標示の作成を行っている。擦り切れのある路面標示のみを取り出した画像を図14に示す。また、図14の画像から作成された擬似的な路面標示を図15に示す。図15において、図14の画像から左右の端点のとれる列は白色の直線が描画できるため、内部の擦り切れは塗り潰すことができている。しかし、この手法では図15を見て分かる通り、路面標示の端点が取得できない列では、路面標示を描画することができない。また、その路面標示自体の端点を用いていることから、路面標示の輪郭部分の擦り切れに対して対応できない。よって、路面標示の内側にある擦り切れならば、擬似的な路面標示中の白色の画素数に変化が生じるが、輪郭部分に擦り切れが発生している場合には、変化が生じない。その結果、輪郭部分に擦り切れが集中している路面標示は擦り切れありと判定できていないと考えられる。そこで、路面標示の内側だけでなく、路面標示の輪郭部分の擦り切れにも対応した擬似的な路面標示の作成手法を検討する必要がある。

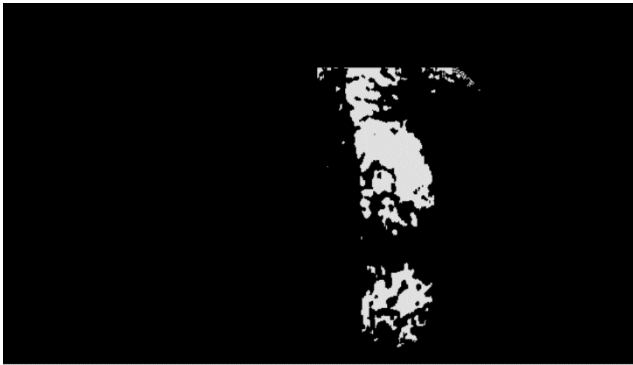


図 14. 擦り切れのある路面標示から路面標示のみを  
検出した結果

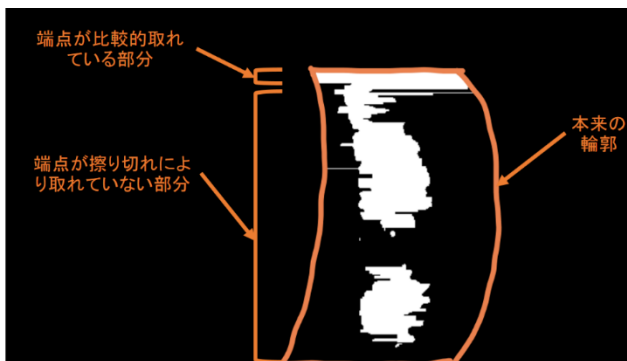


図 15. 提案手法によって図 18 から作成した  
擬似的な路面標示

## 1. まとめ

本研究では、ごみ収集車や公共バスといった一般車両の使用を想定として、天球カメラや半球カメラを用いて周囲を走行する車両のナンバープレートや歩行者といったプライバシーを十分に確保した路面標示の状態収集の実装と、収集した路面標示の画像から自動的に擦り切れの検出を行う機能の実装を行った。周囲のプライバシーを十分に確保した路面標示の状態収集手法では、車両の下腹部にカメラを取り付けて撮影することで実現した。その際に、カメラと路面の距離が非常に近くなり、普通の狭角カメラでは路面標示が写りにくくなる問題が生じたが、視野角の広い半球カメラや天球カメラを使用することでこの問題を解決した。

また、擦り切れの検出手法に関しては、路面標示の擦り切れ発生に伴う様々な特徴に着目し、2種類の検出手法の実装を行った。そして、手持ち撮影によって収集した路面標示の画像から検出手法の検討を行ったところ、適合率が 50 程度であった。正しく検出した割合はいずれの手法でも 80%以上と高いが、誤検出の割合も非常に多いため、誤検出率を低下させる手段としてより適切なしきい値の設定方法や擦り切れの検出手法の検討が必

要である。

## 参考文献

- [1]国土交通省 “道路:道路の老朽化対策”
- [2]内閣府 “公共事業/公共事業関係費の推移”
- [3]ちばレポ “ちばレポ ちば市民協働レポート”
- [4]千葉市 市民局 “ちば市民協働レポート実証実験~ちばレポ地域課題解決のための新たな仕組みづくりへの挑戦”
- [5] 久野徹也, 杉浦博明, 吉田純一 “車載カメラによる路面状態検出方式の検討”, 電子情報通信学会論文誌.D-II, 情報・システム, II-情報処理, P.2301-2310
- [6] 富山和也, 藤田旬, 石田樹, 川村彰, “地方自治体の舗装維持管理実態を考慮した市街地道路の効果的な路面点検手法の開発”, Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser.F3 69(2)
- [7] 東京都環境局 “平成 23 年度 廃棄物収集運搬車両の低公害化に係る調査結果報告書”
- [8] 山田宗男, 上田浩次, 堀場勇夫, 都川定之, 山本新 “画像処理による車載型路面標示検出センサの開発”, 電気学会論文誌 C(電子・情報・システム部門誌)Vol.124No.3, P.753-760
- [9] 上田浩次, 堀場勇夫, 池谷和夫, 大井史倫 “画像処理を用いた路面湿潤状況検出方式”, 情報処理学会論文誌 35(6), P.1072-1080
- [10] 山田宗男, 谷寄徹也, 上田浩次, 堀場勇夫, 杉江昇 “画像処理型路面状況判別システム”, 電気学会論文誌.D, 産業応用部門誌 P.1053-1060