

## 様式 C-19

# 科学研究費補助金研究成果報告書

平成22年 6月23日現在

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2007～2008

課題番号：19500162

研究課題名（和文） ドライバー支援のための魚眼カメラを用いた  
死角情報画像の取得と提示に関する研究

研究課題名（英文） Information Acquisition and Presentation of Blind Area  
for Driving Assistance Using Fisheye Camera

研究代表者

廣瀬 健一 (HIROSE KENICHI)

産業技術短期大学・情報処理工学科・准教授

研究者番号 70208875

研究成果の概要：

本研究では、車載カメラからの情報をもとにした自動車単独で機能する運転支援システムの開発を最終目的に、魚眼カメラを用いたドライバーの直接可視が困難な車の構造上の死角を含めた近距離かつ広範囲な自車両周辺情報の取得とドライバーが直感的に認知しやすい画像提示を目的とした。ここでは、魚眼円周画像からの位置情報の取得手法と、その位置情報を活用した複数魚眼円周画像からの画像合成手法について提案し、実験を通して、有効性を検証した。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：画像情報処理、ITS、魚眼カメラ、タイヤ接地点検出、車両位置推定、  
車両平面表示

## 1. 研究開始当初の背景

安全な自動車運転環境と円滑な交通状態は誰もが望むことであり、ITS (Intelligent Transport Systems : 高度道路交通システム) に関する様々なシステム開発の研究が注目されている。ここでは、道路環境におけるカメラや通信機器などのインフラと車両の連携による、路一車間無線通信を用いた路側情報利用型システムや車一車間無線通信を用いた情報交換型システムなどの通信利用型のシステムが主に検討されている。しかし、これらは、インフラの整備が前提であり、幹線道路以外の比較的幅の狭い道路や個人経営の駐車場内など、インフラが整備されていない場所では利用できない。したがって、安全運転支援として、自動車単独で機能する自律検知型システムを用いた予防安全技術に関する研究は重要な課題の一つである。ここでは、自車両の走行状況を得るための各種センサに加えて、車両周辺状況を得るためにレーダーなどのアクティブセンサや車載カメラなどのパッシブセンサなど、多種多様な車載装置が用いられている。特に、カメラを用いた画像処理によるセンシングは、人間が自動車を運転するときには視覚に強く依存することからも、最も有用で更なる発展が期待される技術である。車載カメラを用いて、自車両の構造上の死角を含めた車両周辺の広範囲な情報を対象とする場合は、複数台のカメラやアクティブカメラ及び広視野なカメラなどが必要となる。そこで、広視野なカメラの1つとして、超広角な画角を持つ魚眼カメラが注目されている。魚眼カメラは比較的小型なこともあり、自動車メーカーの市販オプションとして、車両の直近情報の提示を対象とするバックビューモニターをはじめ、サイドブラインドモニターやアラウンドビューモニターなどに使用されている。また、魚眼カメラを用いた車両周辺映像の提示手法に関する研究も行われている。しかし、これらは、歪んだ魚眼画像を通常カメラを用いた場合のような正像画像に高精度で補正して提示することを主目的にしたものがほとんどであり、周囲車両の検出やその位置推定などの車両周辺情報を利用したものではない。そのため、提示画像は、運転者の視線方向とは異方向となる間接的な画像の提示であり、視認性に問題があった。

## 2. 研究の目的

本研究では、自動車のドライバー支援システムの1つとして、ドライバーが直接視することが困難な車両の構造上の死角を含めた近距離かつ広範囲な車両周辺情報を取得し、ドライバーが直感的に認知しやすいように画像提示するための画像処理手法を提案することを最終目的とする。本研究課題では、

自動車の前後左右の4方向に設置する魚眼カメラからの複数の円周画像をもとに、運転状況に応じて必要となるドライバーの視線方向を考慮した提示画像の生成方法について検討する。ここでは主に、(1)円周魚眼画像からの車両周辺物体の位置情報の取得と、(2)位置情報を活用した複数の円周魚眼画像からの画像合成手法について検討し、既存の画像処理手法の適用や新手法の提案を行い、実験を通して、その有効性を検証する。

(1)では、画角 $180^\circ$ の円周魚眼カメラから得られる円周画像を対象に、画像処理を用いてタイヤ接地点などの特徴点を検出して、車両周辺物体(例えば車両)の位置を推定する。一般に魚眼カメラを用いた既存研究では、魚眼レンズの射影による歪みを初めに補正して、ピンホールカメラで撮影されるような正像画像に変換した後に、特徴抽出などの画像処理手法が適用される。本研究では、歪みを補正するのではなく、魚眼レンズの射影方式の特徴をそのまま利用して、画像特徴を抽出し、そこから位置情報を取得する方法を提案する。

(2)では、ドライバーの視点位置と(1)で得られる位置情報をもとにした車両周辺物体の正像画像の合成手法を提案する。ここでは、視点位置の異なるカメラから得られる複数の円周魚眼画像のレジストレーション手法による背景画像の生成と、視点変換による車両周辺物体の正像化方法を検討する。

## 3. 研究の方法

(1)本研究では、まず、図1のように自車両周辺の対象物体として、自車両から側方に比較的近距离に位置する車両の検出と位置推定を目的に画像処理手法を検討した。ここでは、車載位置の高さを想定して固定された1台の魚眼カメラから取得される車両側面の円周画像(図2)を処理対象とし、車両側面に固有の特徴である車体下部に必ず存在しているホイール領域を抽出することで車両の検出を行う。そこから車輪のタイヤ接地点を検出し、魚眼レンズの斜影方式をもとに、タイヤ接地点の道路上のカメラからの位置を推定することで車両位置の推定を行う。

(2)つぎに、車載を想定して車両の前方(または後方)と側方に位置して、視点位置及び光軸方向が $90^\circ$ 異なる2台の魚眼カメラから得られる複数の円周画像を処理対象とし、ドライバーの視点位置を考慮した提示画像の合成手法を検討した。ここでは、2つの円周画像の視点変換とレジストレーションによる画像生成手法について検討するとともに、(1)で推定される車両位置をもとにしたドラ

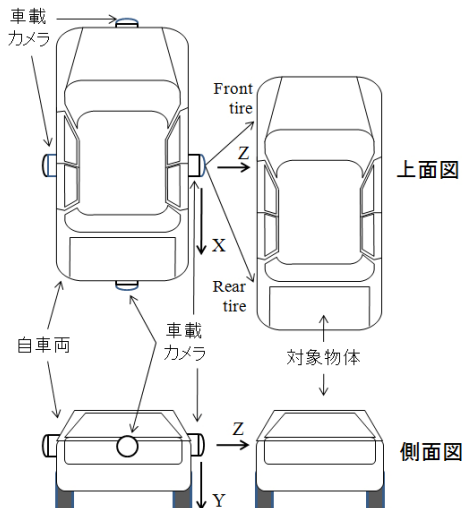


図1 魚眼カメラの車載位置と方向



図2 魚眼カメラからの円周画像

イバーの視点から見た対象車両の正像化手法を検討する。また、このレジストレーション手法による背景画像と車両の正像化画像の合成を行い、提示画像としての有効性を確認する。

#### 4. 研究成果

(1) 円周魚眼カメラを用いた車両の検出と位置推定に関しては、魚眼カメラの歪みを補正するのではなく、斜影歪みの特徴をそのまま利用したモデルベースによるロバストなホイール領域とタイヤ接地点の2つの車両特徴の抽出方法とタイヤ接地点からの車両位置推定法を提案した。車両位置推定処理の全体の流れを図3に示す。ここではまず、円周魚眼画像から直接にこれら車両特徴を検出するために考慮する必要があるホイールとタイヤの2つの同心円形状の歪みパラメータを明らかにするとともに、シミュレーション実験を行い、魚眼カメラからの位置に応じたこの形状歪みの画像処理への影響を確認した。ここで用いた2つの同心円形状の歪みパラメータを図4に示す。

つぎに、ホイール領域の抽出法として、Sobelのエッジ検出オペレータを拡張した方

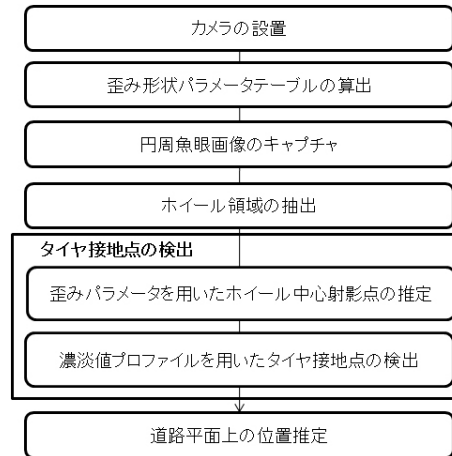


図3 車両位置推定処理の流れ

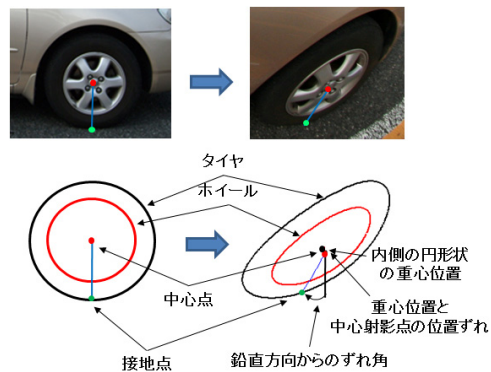


図4 2つの同心円形状の歪みパラメータ

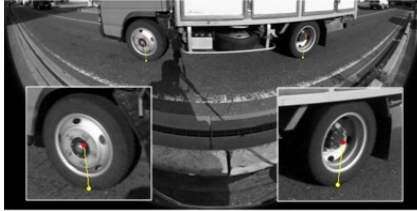
向エッジ検出を用いた方法を提案し、タイヤ接地点の検出法として、濃淡値プロファイルを用いたサブピクセル精度での検出方法を提案した。また、実車両を対象にした検証実験を通して、ホイール領域の抽出法については、日照条件やホイール面の傾きに対するロバスト性を確認するとともに、抽出可能なカメラとホイールの相対位置関係を明らかにした。タイヤ接地点の検出による車両位置推定法については、実測値との比較により、位置推定の平均誤差が5cm以下であり、カメラからの水平距離に対する誤差も平均2.3%であり、近距離では実用上十分な結果を得た。図5にタイヤ接地点検出の画像例を示す。

また、タイヤ接地点の検出方法を用いた応用の1つであるホイールベース長の推定方法も提案した。ここでは、2段階のタイヤ接地点の検出によるホイールの中心射影点の検出の高精度化方法を提案した。ここでも、実車両を対象とした検証実験を行い、カメラから車両までの距離に対する誤差率が3%以下で得られることを確認した。

ここで提案した円周魚眼カメラを用いた車両位置の推定方法は、狭い道路での交通量計測、駐車場などにおける車庫入れ時の車両



(a) 2台のセダン



(b) トラック

図5 タイヤ接地点の検出例



(a) 通常カメラ (b) 合成画像

図6 魚眼画像からの合成画像

検出や走行中における駐停車車両や並列走行車両との車間計測など、さまざまな衝突防止対策への応用が可能である。また、ホイールベース長の推定方法は車種の識別や車両の分類など交通監視システムでの応用展開が可能である。

(2) 車載を想定した位置関係に設置した異なる視点から撮影した複数の魚眼円周画像からの画像生成手法に関しては、視点から離れた位置でのパノラマ画像合成による背景画像と、車両位置の推定結果を利用した車両の平面表示による近距離での車両キュービク画像の合成手法を提案した。図6に合成画像例を示す。(a)が通常のカメラで撮影された画像であり、(b)は(a)のカメラの視点位置及び画角を合わせて視点変換を行い、背景画像の生成と車両画像の合成を行った画像を示す。この結果、ドライバーが認知しやすいドライバーの視線方向に合わせた魚眼画像からの画像生成が可能となった。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計2件)

- ① 廣瀬健一, 鳥生 隆, 濱 裕光: 二つの同心円の位置ずれを考慮した円周魚眼画像におけるタイヤ接地点からの車両

位置推定法 (A Position Estimation Based on Tire-Road Contact Points Considering Displacements of Two Concentric Circles on a Circular Fisheye Image), システム制御情報学会論文誌(Transactions of The Institute of Systems, Control and Information Engineers), Vol.23, No.3, pp.56-64, Mar. 2010. (査読有)

- ② Kenichi Hirose, Takashi Toriu and Hiromitsu Hama: Robust Extraction of Wheel Region for Vehicle Position Estimation using a Circular Fisheye Camera, *International Journal of Computer Science and Network Security*, Vol. 9, No.12, pp.55-62, Dec. 2009. (査読有)

[学会発表] (計2件)

- ① Kenichi Hirose, Takashi Toriu and Hiromitsu Hama: Accurate Estimation of Wheel Center Points for Estimate of Vehicle Baseline Length in a Circular Fisheye Image, *Proceedings of The Fourth International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICIC2009)*, pp.306-309, Kaohsiung, Taiwan, Dec. 8 2009. (査読有)
- ② Kenichi Hirose, Takashi Toriu and Hiromitsu Hama: Detection of Tire-Road Contact Point for Vehicle Position Estimate: Considering Shape Distortion in a Circular Fisheye Image, *Proceedings of 2009 Fifth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIH-MSP2009)*, pp.178-181, Kyoto, Japan, Sept. 12 2009. (査読有)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

廣瀬 健一 (HIROSE KENICHI)  
産業技術短期大学・情報処理工学科・  
准教授  
研究者番号: 70208875

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

濱 裕光 (HAMA HIROMITSU)  
大阪市立大学・名誉教授  
研究者番号: 20047377