

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ピッチ角推定に基づく車載単眼カメラによる車間距離計測システム
Title(English)	
著者(和文)	李博
Author(English)	Bo Li
出典(和文)	学位:博士(学術), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9945号, 授与年月日:2015年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 誠,長橋 宏,熊澤 逸夫,中村 健太郎,山口 雅浩,張 曉林
Citation(English)	Degree; Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9945号, Conferred date:2015/6/30, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	李 博	
論文審査 審 査 員		氏 名	職 名		氏 名	職 名
	主査	佐藤 誠	教授	審査員	山口 雅浩	教授
	審査員	長橋 宏	教授		張 曉林	客員教授
		熊澤 逸夫	教授			
		中村 健太郎	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「ピッチ角推定に基づく車載単眼カメラによる車間距離計測システム」と題し、以下の全5章から構成される。

第1章「序論」では、まず研究背景を述べ、続いて本研究の対象とする予防安全システムおよび走行支援システムの分類とコア技術を明記している。世界各国における交通事故の現状、交通事故の防止策、予防安全関連法規の動向を紹介した上で、環境センシング技術の重要性を述べている。また、予防安全システムに応用した各センシング技術の優劣について比較分析し、それぞれの特徴を示している。さらに、予防安全システムの構成について議論し、車載単眼カメラによる車間距離計測機能が不可欠であることを示し、車載単眼カメラによる距離推定の四つの手法を挙げて、それぞれの手法の制約条件を明確にしている。実用環境を考慮し、接地点俯角による距離推定手法を選択した理由を述べた上で、車載単眼カメラのみで累積誤差が発生せず初期姿勢推定可能な高精度ピッチ角推定手法を提案し、ピッチ角推定に基づく車載単眼カメラによる車間距離計測手法の確立が本論文の目的であるとしている。

第2章「システム開発に向けた技術要件分析」では、本研究の目的に基づいて技術要件を分析し、それに達成するための従来技術の問題点を述べている。技術要件を明確にするため、ドライビングシミュレーションシステムを構築して、六自由度のドライビングシミュレーターで異なるデザインの衝突警報ヒューマンマシンインタフェースに対するドライバの反射時間およびブレーキシステムの作動時間のデータを収集している。そのデータに基づき、車載単眼カメラの距離計測範囲要件と精度要件を設定し、さらに、距離範囲要件および距離精度要件を満足するためには、高精度なピッチ角推定が必要となることを示している。

第3章「ピッチ角推定に基づく車間距離計測システムの提案と開発」では、ピッチ角推定に基づく車間距離計測システムの原理および全体の処理フローを示し、アルゴリズムを構成する各手法について説明した上で、車載単眼カメラのみで累積誤差が発生せず初期姿勢推定可能な高精度ピッチ角推定手法を提案している。本手法はハリスコーナー特徴およびピラミッド型 Lucas-Kanade 法を用いて、画像を縦方向の領域に分割した上で前後フレーム間のコーナー特徴のオプティカルフローを検出し、そのオプティカルフローに基づき、Structure from Motion 法で回転行列および並進ベクトルを推定し、モーションステレオ法を用いた運動パラメータの正当性を判定した上でカメラの自己運動推定を実現している。そして、ガウス・ニュートン法を用

いて推定された自己運動パラメーターを最適化している。さらに、本研究では並進ベクトルから直接に車載カメラの走行道路平面に対するピッチ角の推定手法について提案している。そのピッチ角と回転行列から分解された前後フレーム間のピッチ角レートを移動平均法で平滑し、高精度なピッチ角推定の実現について述べている。

第4章「ピッチ角推定に基づく車間距離計測システムの評価」では、シミュレーション画像と実画像の両方を用いて検証実験を実施している。高精度な慣性計測装置は装置自体が大きく、ねじりや曲げの発生しないように車載単眼カメラに固定することは困難であるため、走行支援システム開発専用のシミュレーションソフトを用いてピッチ角推定精度を定量的に評価している。さらに、実環境における有効性を評価するため、ミリ波レーダーと実験用車載単眼カメラを同時に装備した専用のテスト車両を用いて実環境のデータを収集した上で、提案手法による距離推定の精度を検証している。

第5章「結論」では、第2章から第4章で得られた成果を要約し、本論文を総括するとともに、今後の展望と課題について述べ、本論文の結論としている。

以上を要するに、提案されたピッチ角推定手法に基づき、接地点俯角による距離推定手法を用いた単眼カメラによる距離推定手法を提案するとともに、シミュレーション環境でピッチ角推定の性能を評価し、実環境下において距離推定の有効性を検証したものであり、今後の高度道路交通システムにおける予防安全技術に貢献するところが大きい。よって、本論文は、博士（学術）の学位論文として十分価値があるものと認められる。