



A study on an obstacles detection system employing a car-mounted camera

| | |
|----------|---|
| 著者 | 銭 少華 |
| 発行年 | 2014-09-26 |
| その他のタイトル | 車載カメラを用いた障害物検出システムの研究 |
| 学位授与番号 | 17104甲工第371号 |
| URL | http://hdl.handle.net/10228/5300 |

| | |
|---------|---|
| 氏名 | 銭少華（中国） |
| 学位の種類 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 工博甲第371号 |
| 学位授与の日付 | 平成26年9月26日 |
| 学位授与の条件 | 学位規則第4条第1項該当 |
| 学位論文題目 | A study on an obstacles detection system employing a car-mounted camera (車載カメラを用いた障害物検出システムの研究) |
| 論文審査委員 | 主査 准教授 タン ジュークイ 教授 森江 隆 教授 金 亨燮 教授 石川 聖二 |

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

In recent years, the phenomenon of traffic accidents has become more and more serious. To reduce the traffic accidents, the autonomous collision avoidance systems have been developing rapidly for realizing safe driving in recent years. These systems use camera, radar or other sensors (sometimes a combination of several sensors) to detect an imminent collision, then they either provide a warning to the driver or take action automatically (by braking or steering or both) without any driver's action. Among these systems, a vision-based obstacles detection system is the mainstream of current researches.

Detection of obstacles in video sequences is a basic task in such an autonomous collision avoidance system. In this thesis, a novel obstacle detection system is proposed employing a car-mounted camera.

In Chapter 1, we introduce the background, motivation and existing obstacles detection methods related to the present research.

Although various methods of obstacles detection have already been reported, these existing obstacles detection methods have some inadequacies: Some of them can be only used to detect moving obstacles: Some of them cannot extract the shape of obstacles, and they only use a rectangular frame that surrounds an obstacle to represent a detected obstacle: Some of them can only be used to detect one kind of specific object, such as pedestrian detection or vehicle detection.

In this thesis, we propose a novel obstacles detection method using a vehicle-mounted monocular camera to make up for the inadequacies of those existing obstacles detection methods.

In Chapter 2, we propose a method of automatic obstacles detection for detecting obstacles on a road using a vehicle-mounted monocular camera.

Given a video image sequence taken by a camera, first, we employ Gaussian Mixture Model for reconstructing the background. Second, in order to extract the shape of the obstacles in the foreground image, the road region is detected using Support Vector Machine. Third, non-road region in the result of the road region detection is classified as noise region and obstacles region. After the region classification, we have three kinds of regions, noise region, obstacles region and road region. All the objects inside the noise region and the road region in the foreground image are considered as noises and deleted using the result of region classification. Finally the shape of the obstacles in the foreground image is extracted.

The GMM is an effective background modeling method which is normally used in a static camera case. In the part of background modeling, we expand it so that it can be applied to a moving camera case.

In the road region detection, a feature vector which combines five texture features and three color features is employed for the judgment of the road. According to experiments, the composite feature vector was better than the feature vector which only uses texture features or only uses color features.

In Chapter 3, we propose a method of classifying 2D objects and 3D objects. The proposed 2D and 3D objects classification method consists of four steps; camera motion estimation, 3D coordinate estimation, road plane estimation, and 2D and 3D objects classification.

In the obstacles detection method which we proposed in Chapter 2, if there is a paper or other 2D objects on the road, they are detected as obstacles. But these 2D objects are false obstacles. The classification method proposed in this chapter can classify the 2D objects and 3D objects in the resultant image of the obstacles detection and delete these 2D objects using the result of object classification successfully. In this way, the obstacle detection method proposed in Chapter 2 has been improved and gained better accuracy.

In Chapter 4, we summarize the obstacles detection method which we have proposed in Chapter 2 and Chapter 3. In order to prove the effectiveness of the proposed methods, we also introduce a comparative obstacles detection method. We carry out the comparative experiment using the same experimental videos to discuss the effectiveness of the proposed obstacles detection method.

Finally, the thesis is concluded in Chapter 5.

The originalities of this thesis are as follows: In the first place, the proposed method can detect arbitrary objects including both static objects and moving objects: In the second place, the output of the proposed method is the shape of obstacles: And in the third place, the proposed method can distinguish which objects are 3D objects, and which objects are 2D objects in a pile of objects using a monocular camera.

学位論文審査の結果の要旨

自動車は産業や人の日常生活に大きな利便性をもたらしたが、交通事故も依然として多く、その低減・撲滅は社会の喫緊の課題である。そのため近年は、画像センシング分野でも、交通事故低減のための様々な研究開発が行われるようになった。これらの研究では、カメラ、レーダ等のセンサを用いて、運転中に生じる周囲の危険な状況を迅速に察知し、運転者にフィードバックするための多様な手法が研究開発され、一部実用化されたものもある。しかしその機能はまだ不十分であり、依然として、解決すべき多くの課題がある。

このような状況下で、本論文は、車載カメラで撮影された自動車前方の映像から、歩行者・自動車・地上の落下物等の障害物を検出する新しい方法を提案している。従来法は、動く物体しか検出できない、物体の形状が抽出できない、特定物体しか検出できない等、汎用化に問題のある方法が多かった。本論文は、これらの問題を克服する方法を提案している。

著者はまず、単一の車載カメラから得られる映像から背景映像を推定し、また道路領域を検出して、障害物となり得る道路領域上の前景物体を抽出するという障害物検出法を提案している。本法は、まず、移動カメラ映像用に拡張したガウス混合モデルによって自動車前方の背景映像を推定して前景物体を抽出し、さらにテクスチャ特徴及び色特徴を特徴ベクターとして、サポート・ベクター・マシンで判別器を作って道路領域を検出し、道路領域上の前景物体を障害物として検出する。背景推定に基づいて前景抽出を行うから、障害物の形状が抽出される。よって、障害物が歩行者であればその動きが検出され、行動の理解・予測も可能になる。提案法は車載カメラで撮影された複数の実道路映像に適用され、その有効性が示されている。

次に著者は、障害物候補として検出された物体が2次元物体（平面物体）であるか3次元物体であるかを判別する手法を提案している。前述の方法では、道路上に記された標識や紙のように薄い物体も障害物として検出される恐れがある。そこで提案法は、カメラが自動車と共に移動することを利用して、基礎行列の計算によってカメラ・モーションを推定し、それを用いて映像上の特徴点の3次元復元を行い、さらに道路平面を算出することによって障害物の候補が2次元物体であるか3次元物体であるかを判別する。

本論文は、前述の障害物検出法と2次元／3次元物体判別法を組合せた障害物検出システムを提案し、提案システムが、障害物候補から平面物体を除外することによって障害物検出精度を向上させることを、実道路映像を用いた実験によって示している。

以上のように本論文は、車載カメラ映像から自動車前方の障害物を検出する新しい方法を提案している。提案法は静止物体・移動物体の区別なく、道路上の任意の障害物をその形状と共に検出できる汎用性のある手法である。本論文の成果は、計測工学、画像センシング、

特に車載カメラ映像処理分野への貢献が大きいものと考えられる。また、交通事故防止が喫緊の課題である昨今、本研究は画像センシング分野から交通事故防止法を提案するものであり、社会的課題を解決するための取り組みとしても意義のある研究である。よって本論文は、博士（工学）の学位論文に値するものと認められる。

なお、本研究に関して、審査委員および公聴会における出席者から、テクスチャ特徴の選定理由、処理時間、結果の評価方法等に関して質問がなされたが、いずれも著者からの適切な説明によって質問者の理解が得られた。

以上により、本審査委員会は、学位論文及び最終試験の結果に基づき慎重に審査した結果、本論文が、博士（工学）の学位に十分値するものであると判断した。