

論文内容の要旨

博士論文題目

自動車運転支援のための車載単眼カメラを用いた走行環境の認識手法に関する研究

氏名 山口 晃一郎

(論文内容の要旨)

自動車の安全性や利便性の向上を目的として様々な運転支援システムの開発が行われている。運転支援システムには、車両、歩行者やその他の立体物との衝突を防止、軽減するための衝突防止支援システム、自車線からの逸脱に対して警報、自動操舵を行う車線逸脱防止システム、一時停止の見落としに対して警報する一時停止支援システムなどがあり、画像センサ(カメラ)やミリ波レーダ、レーザーレーダがセンサとして用いられている。それらのセンサの中で、画像センサは、空間分解能が高く、歩行者や白線、標識、信号など自動車の走行時に重要となる様々な対象を検出することが可能であり、人の視覚のように走行シーン全体を認識できる可能性を持っていることから、運転支援システムにおいて重要な役割を果たすことが期待されている。本研究では、車載単眼カメラを用いた走行環境の認識技術として、自車両の運動推定、道路面領域の推定、歩行者検出のための手法を提案している。本論文は以下の5章から構成されている。

まず第1章では、自動車運転支援のための走行環境認識技術を概観し、運動推定、道路面推定、歩行者検出に係る従来研究の問題点を指摘するとともに、現状での技術課題を示し、本研究の位置づけと本論文の構成について述べている。

第2章では、自車両の運動推定手法を提案している。具体的には、車載単眼カメラで撮影された時系列画像を入力とし、特徴点を追跡することにより3次元運動の全てのパラメータを高精度に推定する。

第3章では、単眼カメラ画像からの自車両の運動推定と3次元構造推定を行った後に、画像中の道路面領域を抽出する手法を提案している。提案手法は、道路面の射影変換に基づく平面領域の検出と特徴点の3次元位置情報を利用するところに特長がある。

第4章では、歩行者検出を目的として、画像の濃度勾配の方向に関する2次元ヒストグラムを用いる新しい特徴量を定義し、同特徴量を用いることにより、高い識別性能を有する具体的な歩行者検出法を提案している。

最後に第5章では、本研究を総括するとともに、今後の展望と残されている課題について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、自動車運転支援システムの開発を目指して、車載カメラの映像を用いて自車両を含む走行環境を認識するための要素技術開発について述べている。具体的には、自車両の運動推定、道路領域抽出、歩行者検出の方式を提案し、実走行環境のデータおよび公開されている映像データベースを用いた実験により、提案手法の有効性を検証している。本論文の主要な成果は以下の3点に要約される。

1. 走行環境認識における最も基本的な問題である自車両の運動推定に関して、車載カメラで取得した単眼動画像からの特徴点追跡による structure-from-motion 技法に基づく手法を提案している。提案手法は、環境中の移動物体を検出することによって自車両の運動推定に用いる特徴点を選択するとともに、道路面の位置を検出することによってスケール情報を復元し、3次元運動の全てのパラメータを推定することができる。実環境での走行時の撮影データを用いた実験を通して、位置推定の精度評価を行い、提案手法の有効性を検証している。

2. 道路面領域の抽出に関して、上記の自車両運動推定で得られる自車両の運動パラメータ、特徴点の3次元位置情報、道路面の平面パラメータを用いて道路面領域を抽出する手法を開発している。提案手法は、道路平面の射影変換に基づく平面領域の抽出と特徴点の3次元情報から道路面をロバストに推定するところに特長と新規性がある。提案手法は、実走行環境での昼間と夜間の映像を用いた実験を通して、撮影環境の変化に対するロバスト性を示されている。

3. 安全対策の面で重要な課題である歩行者検出に関して、画像の濃度勾配の方向に関する2次元ヒストグラムを用いることにより近接画素での濃度勾配の共起性を表現可能な新しい特徴量を定義し、同特徴量を用いることにより、高い識別性能を有する歩行者検出法を提案している。提案手法は、昼間の撮影データからなる公開データベースと独自に取得した車載近赤外カメラによる夜間の歩行者データベースを用いて、従来手法との性能比較を行い、従来手法に対する優位性が定量的に示されている。

以上述べたように、本論文では、自動車運転支援システムの開発を目指した自車両運動推定、道路面抽出、歩行者検出の各手法を提案し、有効性を実験的に検証している。本研究は、コンピュータビジョン分野において、学術的な貢献を認めるとともに、自動車運転支援システムでの実用も期待できる。本論文の主要部分に相当する内容は、既に学会論文誌に掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。