

論文内容の要旨

博士論文題目 車両周辺監視用車載カメラシステムのため仮想視点映像生成に関する研究

氏名 登 一 生

本研究は、車両周辺監視用車載カメラシステムにおいて、車に設置した複数のカメラで撮影した映像から、車の周りの物の有無やその距離や方向を把握しやすい映像を生成できる仮想視点映像生成方法の確立を目的とする。

この仮想視点映像生成には、車の周りの3次元形状情報が必要であるが、駐車場や道路には、透明物や鏡面反射物、低反射物が存在するため、既存の3次元計測手法ではこの3次元形状を正しく計測できない。そこで、本研究では、3次元形状を計測する代わりに、複数の近似的な3次元形状モデルを用いた仮想視点映像生成法を提案する。駐車場の車庫入れを想定した3次元シーンをを用いたシミュレーション実験により、近似3次元形状モデルを用いることで、駐車場や道路の仮想視点映像を生成できることを示す。

次に、本提案法だけでは、180度以上の広視野で映像を生成すると生成した像が歪むために、運転者が物の距離や方向の把握が難しくなる問題を解決することを試みる。この問題は従来の仮想視点映像生成法でも指摘されていた。そこで、仮想視点映像生成用のカメラモデルとして、像は歪まないが180度以上の広視野にできない透視射影と、視野は広いが像が歪む等距離射影との2つを組み合わせた複合射影モデルとを併用する仮想視点映像生成法を提案する。駐車シーンをを用いたシミュレーション実験および客観的評価指標により、車の近くは透視射影モデルで像の歪みがなく、遠くは等距離射影モデルで180度以上の広視野の仮想視点映像を生成できることを示す。

しかしながら、近似3次元形状モデル、複合射影モデルを併用しても、仮想視点映像中に、解像度が大きく低下する領域が発生して、低解像度領域中の物の有無を把握しにくくなる。そこで、本研究では、上記のモデルを併用した上で、この問題を解決するカメラ映像高解像度化法を提案する。この方法は、まず、カラー映像うちの1色を高解像度かつ低フレームレートで撮像することで、高解像度情報を含む映像を、データ量を増やすことなく取得する。次に、フレーム間の動きと高解像度映像を同時に推定する動き補償型超解像処理によって、カラー映像を高解像度化する。シミュレーション実験により、仮想視点映像中の低解像度領域の解像度を改善し、把握しやすくなることを示す。

これらの成果により、車両周辺監視用車載カメラシステムを実現するために、車に設置した複数のカメラで撮影した映像から、車の周りの物の有無やその距離や方向を把握しやすい映像を生成できる仮想視点映像生成方法が確立することを結論づける。

(論文審査結果の要旨)

2018年12月26日に開催した公聴会の結果に基づき2019年2月12日に、本博士論文の審査を行った。以下の通り、本博士論文は車両周辺監視用車載カメラシステムにおいて、車に設置した複数のカメラで撮影した映像から、車の周りの物の有無やその距離や方向を把握しやすい映像を生成できる仮想視点映像生成方法を確立した。

本論文の貢献は主として以下の3点が挙げられる。

1. 仮想視点映像生成を実現するためには、車両周囲の形状情報が必要であるが、駐車場や道路には、透明物や鏡面反射物、低反射物が存在するため、既存の3次元計測手法ではこの3次元形状の計測が困難であった。本論文では、複数の近似的な3次元形状モデルを用い、駐車場の車庫入れを想定した3次元シーンを用いたシミュレーション実験により、近似3次元形状モデルを用いることで、駐車場や道路の仮想視点映像の生成技術を提案し、その有効性を示した。
2. 180度以上の広視野で映像を生成すると生成した像が歪むために、運転者が物の距離や方向の把握が難しくなる問題に対し、仮想視点映像生成用のカメラモデルとして、像は歪まないが180度以上の広視野にできない透視射影と、視野は広いが像が歪む等距離射影との2つを組み合わせた複合射影モデルとを併用する仮想視点映像生成法を提案した。駐車シーンを用いたシミュレーション実験および客観的評価指標により、車の近くは透視射影モデルで像の歪みがなく、遠くは等距離射影モデルで180度以上の広視野の仮想視点映像を生成されることを示した。
3. 近似3次元形状モデル、複合射影モデルを併用しても、仮想視点映像中に、解像度が大きく低下する領域が発生する課題に対し、上記のモデルを併用した上で、この問題を解決するカメラ映像高解像度化法を提案した。この方法は、カラー映像うちの1色を高解像度かつ低フレームレートで撮像することで、高解像度情報を含む映像を、データ量を増やすことなく取得する。次に、フレーム間の動きと高解像度映像を同時に推定する動き補償型超解像処理によって、カラー映像を高解像度化した。シミュレーション実験により、仮想視点映像中の低解像度領域の解像度を改善し、把握しやすくなることを示した。

上述3つの技術を統合することで車両周辺監視用車載カメラシステムを実現するために、車に設置した複数のカメラで撮影した映像から、車の周りの物の有無やその距離や方向を把握しやすい映像を生成できる仮想視点映像生成する点で有効性がある。さらに、本提案技術はすでに多くの車両に搭載されており、その社会的意義は非常に大きいものである。

上記より、本論文は、博士(工学)の学位論文をとして価値を有するものとして認める。