

学 位 論 文 題 名

自動走行システムのための道路消失点及び
レーンマーキングの推定に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は射影不変量を利用した自動走行システムのための消失点及びレーンマーキングの推定に関する研究の結果をまとめたものである。

近年の交通事故件数は年間 90 万件近くに達し、交通事故によって年間 9 千人近い人々が命を落している。事故原因の一つに運転中の疲労に伴う注意力の低下や居眠り運転が挙げられる。そのため、特に長距離ドライバーや高齢ドライバーのための運転支援・自動走行システムの必要性が以前から指摘されてきた。近年、CPU や CCD の発達により、画像処理による自動走行システムの研究・開発が活発化しており、一部では車線逸脱防止システムの実用化が始まっている。

画像処理による運転支援・自動走行システムでは、車両の進行方向や走行可能領域を決定するために、車載カメラで撮影した画像から路面上のレーンマーキング等のエッジを検出し、消失点及びレーンマーキングの形状を推定する必要がある。消失点やレーンマーキングの推定に関して、従来多くの研究結果が報告されている。

これらの研究の大きな課題は、時々刻々と変化する路面状況に応じて、車両制御に必要な路面標示の情報を安定して得られるシステムを構築することである。従来手法は、悪天候や路面の掠れ、あるいは他車両による隠蔽によって路面標示のエッジが良好に抽出されない状況において消失点方向やレーンマーキングの推定を誤ることがある。

本論文では、従来手法の上記問題点を解決するため、消失点及びレーンマーキングを安定して推定できる手法に関する検討を行っている。本論文では、特に複比を用いたレーンマーキング等の路面標示のエッジの検出手法を提案している。

そして、複比を用いることで従来行われてきた恣意的なパラメータ設定を少なくできることが示されている。また、走行環境の変化に対して安定して路面標示のエッジを検出でき、消失点を推定できることが示されている。

本論文では、まず第 2 章で消失点推定の原理を説明している。消失点は実空間中の平行直線群を画像面へ射影変換したときに、投影された直線群の交点

として求められる。また、本章では消失点推定に用いる Hough 変換の説明を行っている。従来の消失点推定手法による計算機シミュレーションを行い、問題点を明らかにする。

第3章では、道路面を画像面へ投影する2次元射影変換の説明を行っている。そして、本論文で共通して用いる複比について説明している。複比は射影変換のもとで不変な量であり、対象の形状が変化しない限り、視点の位置によらず常に同じ値を保つ。

第4章では、複比を用いた新たなエッジ検出手法について提案している。さらに、道路構造令で定められている路面標示の設置様式に基づいたエッジ検出の高速化と高精度化について検討している。計算機シミュレーションにより、従来のレーンマーキングのエッジ検出手法と比較して複比を用いたエッジ検出が有効であることを示している。

第5章では、第4章で提案した手法による抽出エッジから、直線路における消失点及びレーンマーキングを Hough 変換を用いて推定する手法の説明を行っている。第4章と同様に複比を用いることで、従来手法と比較して安定した推定結果が得られることを計算機シミュレーションにより示している。提案手法では、路面標示毎に複比を設定することで、路面標示の変化を検知し、安定した消失点推定を可能としている。

第6章では、第5章で提案した手法によって推定された消失点座標に基づき、曲線路におけるレーン形状のパラメータを推定する手法を提案している。計算機シミュレーションにより、ロバスト推定法と比較して、安定したレーン形状の推定ができることを示している。

第7章では、まとめとして本研究の成果、及び将来への展望について述べる。

以上を要約すると、本論文では複比を用いて路面標示のエッジを検出する新しい手法、及び路面状況の変化に応じて安定して消失点及びレーンマーキングの推定を行う手法を提案している。本研究によって得られた結果から、提案手法は路面標示のエッジ検出、及び消失点推定に非常に有効であり、大きな成果が得られたと言える。

学位論文審査の要旨

主 査	教 授	北 島 秀 夫
副 査	教 授	栃 内 香 次
副 査	教 授	青 木 由 直
副 査	助教授	長谷山 美 紀

学 位 論 文 題 名

自動走行システムのための道路消失点及び レーンマーキングの推定に関する研究

本論文は射影不変量を利用した自動走行システムのための道路消失点及びレーンマーキングの推定に関する研究の結果をまとめたものである。

交通事故原因の一つに運転中の疲労に伴う注意力の低下や居眠り運転が挙げられる。そのため、特に長距離ドライバーや高齢ドライバーのための運転支援・自動走行システムの必要性が以前から指摘されてきた。近年の各種のハードウェア要素の発達により、画像処理による自動走行システムの実現の見通しが立ち、その研究・開発が活発化している。

画像処理による運転支援・自動走行システムでは、車両の進行方向や走行可能領域を決定するために、車載カメラで撮影した画像から路面上のレーンマーキング等のエッジを検出し、検出されたエッジから消失点方向及びレーンマーキングの形状を推定する必要がある。

消失点やレーンマーキングの推定に関して、従来多くの研究結果が報告されている。これらの研究の大きな課題は、時々刻々と変化する路面状況に応じて、車両制御に必要な路面標示の情報を安定して得られるシステムを構築することである。従来手法は、悪天候や路面の掠れ、あるいは他車両の隠蔽によって路面標示のエッジが良好に抽出されない状況においては、消失点方向やレーンマーキングの推定を誤ることがある。

著者は、上記の問題点を解決するため、路面状況の変化に応じて、消失点及びレーンマーキングを安定して推定できる手法に関する検討を行った。路面上に設置されたレーンマーキング等の路面標示のエッジを複比を用いて検出する新手法を提案した。複比を用いることにより、従来行われてきた恣意的なパラメータ設定を少なくでき、走行環境の変化に対して安定に路面標示のエッジを検出できることを示した。結果として、消失点の推定も円滑に行われることを示した。

著者は、まず第2章で消失点推定の原理を説明した。消失点は実空間中の平行直線群を画像面へ射影変換したときに、投影された直線群の交点として求められる。また、本章では消失点推定に用いる Hough 変換の説明を行った。従来の消失点推定手法による計算機シミュレーションを行い、問題点を明らかにした。

第3章では、道路面を画像面へ投影する2次元射影変換の説明を行った。そして、本論文で共通して用いる複比について説明した。複比は射影変換の元で不変な量であり、対象の形状が変化しない限り、視点の位置によらず常に同じ値を保つ。

第4章では、複比を用いた新たなエッジ検出手法について提案した。さらに、道路構造令で定められている路面標示の設置様式に基づいたエッジ検出の高速化と高精度化について検討した。計算機シミュレーションにより、従来のレーンマーキングのエッジ検出手法と比較して複比を用いたエッジ検出が有効であることを示した。

第5章では、第4章で提案した手法による抽出エッジから、直線路における消失点及びレーンマーキングを Hough 変換を用いて推定する手法の説明を行った。消失点推定においても複比を用いることで、従来手法と比較して安定した推定結果が得られることを計算機シミュレーションにより示した。提案手法は、路面標示毎に複比を設定することにより、路面標示の変化を検知し、安定した消失点推定を可能とした。

第6章では、第5章で著者が提案した手法によって推定された消失点座標に基づき、曲線路におけるレーン形状のパラメータを推定する手法を提案した。計算機シミュレーションにより、ロバスト推定法と比較して、安定したレーン形状の推定ができることを示した。

第7章では、著者は、本研究の成果、及び将来への展望について述べた。

以上を要約すると、著者は複比を用いて路面標示のエッジを検出する手法を提案し、それを用いて、路面状況変化の影響を受け難い消失点及びレーンマーキングの推定を行う有効な手法を開発した。車両の運転支援、自動走行システムの開発のための基礎研究を通じて、画像工学への貢献が大きいと認められる。

よって著者は、博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認める。