

カラー画像における道路標識の認識方法に関する研究

学位論文内容の要旨

近年、交通量の増加に伴い、交通事故の増加が深刻な社会問題となっている。特に一方通行路の進入、急カーブ、交通信号機を設置しない交差点などの特殊な道路状況下での交通事故の発生率が高い。その対策として、「止まれ」、「左折禁止」のような標識を設置し、道路状況などの交通情報をドライバーに提供している。しかし、運転中のドライバーは精神状態などが原因で、標識を見落とす可能性がある。そこで、道路標識の自動認識システムにより、前方道路状況等の交通情報をドライバーに提供し、交通事故を予防することが期待される。ドライバーの前方不注意を減少できるなら、約4割の交通事故を抑えることができるとの予測がある。

このため、これまでに様々な運転支援システムの開発が検討され、円形道路標識の認識を中心とした研究がなされてきた。しかし、円形以外の形状の道路標識に対する認識方法の研究は十分とは言えない。また、外界照明の変化に伴う標識の色の変化を考えていないため、抽出効果と処理時間に問題があった、実用的とは言いがたかった。

従来の方法の問題点を解決するため、本論文では、輝彩度判別法という新しい色判別法と「シンメトリ・フレームワーク (symmetry framework) 形状判別法」という形状判別法を提案する。これらの提案方法に基づいて、新しい標識認識システムの構成法を検討する。本論文は6章で構成し、標識認識システムの機能について説明する。

第1章は序論であり、各研究機構の運転支援システムに関する研究の現状調査と、一般的な標識の認識方法に言及し、支援システムの役割及び重要性を述べている。さらに、一般的な方法を実際に適用した、実験の結果により、従来の方法の問題点を明らかにした。さらに、問題解決のために、新しい標識認識システムを提案し、色判別部、形状判別部、シンボル判別部、色補正部の四つの機能モジュールとの融合を行い、応用を検討している。

第2章では、色判別により、カラー画像中から標識候補領域を抽出する方法を述べる。特に、色判別で重要となる照明条件の変化による標識の色変化に対応する新しい色判別法を提案する。提案手法では、最初に照明条件による標識の色変化の分析により、標識の色度、彩度と輝度の変化特徴を定量的に明らかにする。次に、標識の輝度値に従って変化する彩度値の指標により、ある輝度値とそれに対応する彩度値範囲を決め、輝度・彩度分布特徴パラメータ—輝彩度の計算方法を述べる。続いて、実験により、輝彩度判別法により標識の抽出効果を改善できることを検証した。

第3章では、形状判別により、標識候補領域画像中から標識領域を抽出する方法を述べる。「円形、三角形、四角形と菱形などの形状を同一の方法によって判別すること」及び「回転による形状変化の標識に対する認識」などの課題を解決するため、シンメトリ・フレームワーク形状判別法を提案した。さらに、標識形状の対称性を利用し、処理時間を短縮できることを明らかにした。

第4章では、一般の標識画像と影がある標識画像とでは差があることを考え、色度判断と輝度2値化の二種類の方法を組み合わせて利用し、シンボル領域を抽出する方法を提案した。次に、抽出した標識シンボル領域画像の形状を判断して、標識のタイプを決める。そこで、標識シンボル領域の形状特徴線分間の比例関係により標識シンボル領域の形状を判断する方法を提案した。

第5章では、逆光、朝と夕方などの照明条件が悪い場合で撮った画像に対する補正処理の方法を提案した。ここで提案した方法は三つのステップに分かれている。まず、撮った画像の特徴により、画像の撮影効果を判断する。次に、この判断の結果により、画像を四つのレベルに分けて、補正処理の必要性及び補正の方式を確定する。最後は、画像のレベルに応じた補正処理を述べる。

第6章では、論文全体を総括する。第2章から第5章で明らかにされた点をまとめると共に、今回の検討では明らかにできなかった点などの課題を示し、道路標識の認識について今後の展望を述べる。

学位論文審査の要旨

主査	助教授	坂本雄児
副査	教授	荒木健治
副査	教授	北島秀夫
副査	教授	山本 強

学位論文題名

カラー画像における道路標識の認識方法に関する研究

近年、交通量の増加に伴い、交通事故の増加が深刻な社会問題となっている。特に一方通行路の進入、急カーブ、交通信号機を設置しない交差点などの特殊な道路状況下での交通事故の発生率が高い。その対策として、「止まれ」、「左折禁止」のような標識を設置し、道路状況などの交通情報をドライバーに提供している。しかし、運転中のドライバーは精神状態などが原因で、標識を見落とす可能性がある。そこで、道路標識の自動認識システムにより、前方道路状況等の交通情報をドライバーに提供し、交通事故を予防することが期待される。ドライバーの前方不注意を減少できるなら、約4割の交通事故を抑えることができるとの予測がある。

このため、これまでに様々な運転支援システムの開発が検討され、円形道路標識の認識を中心とした研究がなされてきた。しかし、円形以外の形状の道路標識に対する認識法の研究は十分とは言えない。また、外界照明の変化に伴う標識の色の変化を考えていないため、抽出効果と処理時間に問題があり、実用的とは言いがたかった。

従来法の問題点を解決するため、本論文では、新たな色判別法「輝彩度判別法」と形状判別法「シンメトリ・フレームワーク (symmetry framework)・形状判別法」を提案している。さらに、これらの提案法に基づいて、新しい標識認識システムの構成法を検討している。

本論文は7章で構成されており、第1章は序論であり、各研究機構の運転支援システムに関する研究の現状調査と、一般的な標識の認識法に言及し、支援システムの役割及び重要性を述べている。さらに、一般的な手法を実際に適用した実験の結果により、従来法の問題点を明らかにしている。さらに、問題解決のために、新しい標識認識システムの構成を検討している。

第2章では、色判別により、カラー画像中から標識候補領域を抽出する手法を述べており、特に、色判別で重要となる照明条件の変化による標識の色変化に対応する新しい色判別法を提案している。提案法では、最初に照明条件による標識の色変化の分析により、標識の色度、彩度と輝度の変化特徴を定量的に明らかにしている。次に、標識の輝度値に従って変化する

彩度値の指標により、ある輝度値とそれに対応する彩度値範囲を決め、輝度・彩度分布特徴パラメータ輝彩度の計算法を述べている。この彩度と輝度の関係は、新たに見いだされた知見であり、高い新規性を持っている。続いて、実験により、輝彩度判別法により標識の抽出効果を改善できることを検証し、その有効性を明らかにしている。

第3章では、形状判別により、標識候補領域画像中から標識領域を抽出する手法を述べている。「円形、三角形、四角形と菱形などの形状を同一の手法によって判別すること」及び「回転による形状変化の標識に対する認識」などの課題を解決するため、シンメトリ・フレームワーク形状判別法を提案している。さらに、標識形状の対称性を利用し、処理時間を短縮できることを明らかにしている。

第4章では、一般の標識画像と影がある標識画像とでは差があることを考え、色度判断と輝度2値化の二種類の手法を組み合わせて利用し、シンボル領域を抽出する手法を提案した。次に、抽出した標識シンボル領域画像の形状を判断して、標識のタイプを決める。そこで、標識シンボル領域の形状特徴線分間の比例関係により標識シンボル領域の形状を判断する手法を提案している。

第5章では、逆光、朝と夕方などの照明条件が悪い場合で撮った画像に対する補正処理の手法を提案している。ここで提案した手法は三つのステップに分かれている。まず、撮った画像の特徴により、画像の撮影効果を判断する。次に、この判断の結果により、画像を四つのレベルに分けて、補正処理の必要性及び補正の方式を確定する。最後は、画像のレベルに応じた補正処理を述べている。

第6章では、実際の走行中に撮影した500枚の様々な照明条件の画像を用いて、提案法の有効性を検証している。この実験結果より、提案法が従来法に比べて様々な照明環境において高い認識率を持ち、かつ準実時間での高速な処理が可能であることが示されている。

第7章では、論文全体を総括している。第2章から第6章で明らかにされた点をまとめると共に、今回の検討では明らかにできなかった点などの課題を示し、道路標識の認識について今後の展望を述べている。

これを要するに、著者は、カラー画像における道路標識の認識において、輝彩度判別法とシンメトリ・フレームワーク (symmetry framework) 形状判別法を提案し、高い認識率と高速な処理を実現したものであり、情報メディア工学と画像工学の発展に貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士(工学)の学位を授与される資格あるものと認める。