

## 学位論文審査結果の概要

氏名	瓦吹 大
学位論文審査委員氏名	主査 小野口 一則
	副査 丹波 澄雄
	副査 長瀬 智行
	副査 飯倉 善和
	副査 岩谷 靖
論文題目	視界不良画像に対する画像鮮明化と降雪状況判定に関する研究 (Research of contrast enhancement and snowfall recognition under bad visibility scene)
審査結果の概要（2,000字以内）	
<p>当該学位論文は、視界が不明瞭な画像を鮮明化する研究、及び鮮明化手法を用いて降雪の程度を画像から判定する研究をまとめた論文である。「画像の鮮明化」「雪粒画素の検出」「降雪程度の判定」に関する新しい手法を提案し、従来手法では対応が困難であった視界が不明瞭な画像から降雪の程度を判定する手法を提案している。本論文の構成は、以下の通りである。</p> <p>第1章は、屋外画像処理装置における画像の鮮明化の重要性、画像鮮明化に関する従来手法の問題点と解決すべき課題、及び豪雪地帯における降雪検出の重要性について論じている。</p> <p>第2章は、画像の鮮明化について詳細を論じている。画像の鮮明化には、「明度整合」と「偽色の発生」という2つの重要な問題がある。これらの原因は、色特徴の過強調と、不適切な色チャンネルの選択にあり、鮮明化の効果とはトレードオフの関係にあるため、解決が難しい問題である。当該論文では、入力画像の霞の程度に合わせて鮮明化効果をL*a*b*色空間中で調節し、この2つの問題を解決している。当該論文では画像を鮮明化する3つのアルゴリズムを提案している。第一のアルゴリズムは、Koschmiederの法則に基づく手法を改良し、白い対象物に発生する偽色を抑制するアルゴリズムである。第2のアルゴリズムは、数種類の霞の明るさで構成された降雪画像において各々の明るさに適した鮮明化を行うため、Koschmiederの法則に基づく手法と領域分割を組み合わせたアルゴリズムである。このアルゴリズムは、彩度の鮮明化効果を弱めることで偽色の発生も防いでいる。第3のアルゴリズムは、明度整合と偽色抑制の効果が高いヒストグラム拡張に基づくアルゴリズムである。このアルゴリズムは、雪粒が見えない霞んだ画像と夜間画像の両方において、偽色の無い鮮明化画像が生成できる。ヒストグラム拡張の鮮明化効果は入力画像のヒストグラムの形に依存するため、ヒストグラムをクラスタリングし、クラスタ毎の拡張効率を高める事で、ヒストグラム拡張の弱点である「鮮明化効果の向上」と「明度整合と偽色の抑制」のトレードオフの問題を克服している。</p> <p>第3章は、雪粒画素の検出について詳細を論じている。従来、雪粒は色や大きさに基づいて検出されていたが、これらの特徴は撮影条件や照明条件の影響を強く受ける。このため、当該論文では雪粒を「高速に動く物体」と特徴付けて検出する。豪雪時には画像が不明瞭になるため、不明瞭な画像を</p>	

鮮明化した後、背景差分処理により雪粒画素を検出する。雪粒を含まない背景画像は、雪粒を時間変化により発生するノイズと仮定して生成する。当該論文の画像鮮明化アルゴリズムは、フレーム毎に位置が変化する偽色が発生しづらいため、背景差分処理のみで雪粒画素を精度良く検出できる。

第4章は、降雪状況の判定について詳細を論じている。降雪画像から動体を検出すると、雪粒は画像全体を覆う様に分布するが、歩行者や車両等の動体は画像の一部でのみ検出される。当該論文ではこの違いに着目し、動体検出量と検出位置分布の組み合わせから降雪状況を判定する。鮮明化した画像から動体を検出した後、画像をブロック分割して動体位置の分布を解析することで、画像に雪粒以外の動体が存在する場合も問題無く降雪の程度が判定できる。

第5章は、前章までの結果を総合的に論じるとともに、本研究の今後の課題について述べている。

このように、本研究では「画像の鮮明化」「雪粒画素の検出」「降雪程度の判定」に関する新しい手法を考案し、従来手法との比較実験によりその有効性を定性的及び定量的に示した。特に、画像の鮮明化における「明度整合」と「偽色の発生」という問題を解決し、従来手法では対応が困難であった視界不良画像から降雪の程度が判定できる点は高く評価でき、合格と判定する。

#### 学位論文の基礎となる参考論文

- (1) 瓦吹大, 小野ロー一則, 「ヒストグラム拡張とクラスタリングによる視界不良画像の鮮明化に関する研究」, 電気学会論文誌 C 電子・情報・システム部門誌, Vol.136 No.10, pp.1473-1482, 2016.
- (2) H. Kawarabuki and K. Onoguchi, "Snowfall Detection under Bad Visibility Scene", Proceedings of 17<sup>th</sup> International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, pp.3058-3063, 2014.
- (3) H. Kawarabuki and K. Onoguchi, "Snowfall Detection in a Foggy Scene", Proceedings of International Conference on Pattern Recognition, pp.877-882, 2014.