

審査の結果の要旨

氏 名 尤 少 迪

本論文は、「**Detection and Removal of Raindrop Images in A Video Sequence and Their Applications to Computer Vision Algorithms** (ビデオシーケンス中の付着雨滴像の検出、除去並びにそのコンピュータビジョンアルゴリズムへの応用)」と題され、ビデオシーケンス中に映るガラスに付着した雨滴を検出、除去することによって、ビデオ映像の見えを改善する手法の実現を目指したもので、英語で記され、6章よりなっている。

第1章は、「**Introduction** (序論)」であり、研究の背景や目的ならびにガラスに付着した雨滴の特徴や分類について述べ、雨天時の映像の鮮明化や欠損画像の補完手法、水や透明物体のモデリングに関連する研究の紹介を行っている。

第2章は、「**Modeling** (モデリング)」と題されている。ビデオシーケンス中の付着した雨滴を検出、除去するために必要となる基礎モデルとして、雨滴固有の特性、カメラ特性、環境特性の3つの特性に着目してそれぞれの特徴について述べている。雨滴固有の特性としては、付着した雨滴の形状モデル、光の透過の物理的モデル、ガラスに付着した際の分布モデルについて説明している。カメラ特性としては、付着した雨滴が画像化される過程を物理的にモデル化し、ブラーが観測される場合とされない場合について、雨滴の見え方をパラメータ表現する手法について述べている。環境特性では、ビデオシーケンス中の雨滴の動きを時空間上でモデル化する方法について述べている。

第3章は、「**Long Range Trajectories Based Methods** (長距離軌跡ベース手法)」と題されている。カメラによって撮影された画素の軌跡を追跡する際に、雨滴が追跡の妨げとなる問題に対して、微小領域の軌跡上の見えの整合性を考慮することによって雨滴を検出する手法を提案している。また軌跡上の見えの整合性とシャープネス、雨滴の混合度合によって雨滴の振る舞いを解析して、マルコフランダム場の最適化によるラベリングによって雨滴領域を検出する方法を提案している。検出された雨滴領域と、推定された軌跡を用いて、雨滴領域を修復する手法を提案している。

第4章は、「Blend-in Modeling Based Method (混合モデリングベース手法)」と題されている。連続する画像中の SIFT フローと輝度変化を特徴量として、雨滴の輪郭がスムーズであるという仮定からレベルセット法による雨滴領域の抽出方法を提案している。輝度変化のみを用いる場合、提案手法は実時間で動作する。また雨滴が薄く付着している場合に、フォーカス外ブラーモデルを用いて周波数解析し、周波数空間において高周波数成分を抽出、低周波成分は周囲のピクセルから補間することで画像修復する手法を提案している。

第5章は「Single Image Stereo Using Water Drops (雨滴を用いた単画像ステレオ)」と題されている。単一画像からシーンの奥行きを推定する問題に対して、少数の雨滴が付着した画像から、各雨滴中に映る画像を復元して、ステレオ法によって奥行き推定する手法を提案している。2章で述べた光学モデルに基づいて暗いリング状の領域の明るさを用いて雨滴の3次元形状を推定し、得られた形状モデルからシーン画像を復元する手法を提案している。複数の異なる位置にある雨滴から復元されたシーン画像を用いてステレオ法を適用することによって、シーン全体の奥行きを求める手法を提案している。

第6章は、「Discussion and Conclusion (議論と結論)」で、本論文の各章のまとめと議論、本論文の寄与、ならびに本論文から得られる知見を踏まえた今後の課題と展望について述べている。

以上これを要するに、ビデオシークエンス中の付着した雨滴像を検出、除去する際に、雨滴の形状や光の透過特性、カメラによる画像生成、環境による見えの変化をモデル化し、雨滴の軌跡の推定や雨滴領域の抽出を行い、雨滴領域の背景シーンの復元と、シーンの奥行きを推定する手法の実現を試み、有効性を示したもので、視覚情報工学上貢献するところが少ない。

よって論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。