

論文審査の結果の要旨

氏名 GROU SZABO ROBERT (グルーサボ ロバート)

本論文は, Automatic Image Noise Type Determination Based on Directional Edge Information (方向性エッジ情報を用いた画像ノイズの自動分類) と題し, 対象画像から抽出した方向性エッジ情報を用いて, その画像に含まれる様々なノイズの種類を同定するとともに, どの種類のノイズが画質を低下させる主要因と成っているかを定量的に決定するシステムの構築に関する研究成果を纏めたもので, 全文 8 章よりなり英文で書かれている.

第 1 章は, 序論であり, 本研究の背景について議論するとともに, 本論文の構成について述べている.

第 2 章は, Additive White Gaussian Noise Detection Algorithm と題し, 画像に含まれる white Gaussian noise を定量的に評価する手法について述べている. 小領域の画素値の標準偏差値を求め, その画像全体にわたる分布から Gaussian noise の大きさを推定する既存のアルゴリズムを選定し, 多くの画像を使った実験によりその推定精度の評価を行い, 本研究に十分利用可能であることを示している. さらに Gaussian noise と同時に impulse noise, あるいはブレに起因する blur noise が重畳している場合の精度も評価し, 前者の影響は少ないが, 後者は大きく精度を損なうことを見いだしている.

第 3 章は, Random-Valued Impulse Noise Detection Algorithm と題し, impulse noise を画像中より検出しその位置を同定するアルゴリズムを新たに提案している. 4 方向のエッジフィルタにより検出したエッジ情報に論理処理を施し, これにより impulse noise を同定しており, 精度が高く且つハードウェア実装に適している. 多くの画像を用いてその検出精度を評価し, 本研究の目的には十分であることを示すとともに, Gaussian noise が重畳した場合の精度も評価し, その大きさが極端に大きくない限り精度は保たれることを見いだしている.

第 4 章は, Performance of Content-Independent Noise Type Determination と題し, white Gaussian noise と impulse noise の両方が同時に存在するとき, どちらが画質劣化に支配的であるかを決定するシステムの開発について述べている. 画質の表現として, 従来の PSNR に代わり, 人の感性に近い評価指標としてテキサス大より提案された SSIM を採用し, 多くの画像に意図的にノイズを加えた後, 2-3 章で開発した手法によりノイズを検出するとともに, ノイズの大きさと SSIM との間の定量的な関係を実験的に導き出した. これを用いて, white Gaussian noise と impulse noise の両方が重畳して存在する画像に対して実験を行い, 画質が極端に損なわれていない画像では, 支配的なノイズの同定が可能であることを示した. これは重要な成果である.

第 5 章は, Blurring Noise Detection Algorithm と題し, 一方向へのカメラブレによる blur noise について, 方向性エッジ情報を用いてその方向と大きさを定量的に検出する新たな

アルゴリズムを提案するとともに、実験によりその有用性を示している。

第6章は、**JPEG Noise Detection Algorithm** と題し、JPEG 画像に存在するブロックノイズを、方向性エッジ情報を用いて検出し定量化する新たなアルゴリズムを提案するとともに、その有用性を実験により示している。

第7章は、**Performance of Content-Dependent Noise Type Determination** と題し、blur noise と JPEG noise の両方が同時に存在するとき、どちらが画質劣化に支配的であるかを決定するシステムについて述べている。第4章と同様 SSIM をノイズの指標とし、検出されたノイズの大きさとの定量的な関係を実験的に導き出すとともに、多くの画像を用いて、blur noise と JPEG noise のどちらが支配的要因であるかを決める実験を行い、Content-Dependent Noise に関しても、支配的なノイズの同定が可能であることを示した。

第8章は結論である。

以上要するに本論文は、画像に含まれる最も支配的なノイズの種類とその大きさを推定することが、その後のノイズ除去処理において重要であることに着目し、画像のエッジ情報を用いて様々なノイズの種類を同定する新たなアルゴリズムを開発するとともに、人間の感性に近い尺度でその大きさを推定する手法を提案し、実際に複数のノイズが重畳している画像において支配的なノイズ要因が特定できることを示したもので、情報学の基盤に寄与するところが少なくない。

したがって、博士（科学）の学位を授与できると認める。