

別紙1 (博士論文の審査結果の要旨)

専攻名 システム創成科学専攻

氏名 大村 肇

従来からデジタル画像の画質評価方法については様々な手法が開発されており、その方法は大きく主観評価法と客観評価法の2つに分けられる。主観評価法は、評価対象の画像を人間が何らかの指標に基づき評価する方法であり、人間自身の感覚に近い評価結果が得られる。しかしながら、この方法は、十分な数の評価者の確保や評価実験環境の準備等、多くの時間と労力が必要とされる。一方、客観評価法は、コンピュータで画質劣化を定量的に測定する方法である。既存の客観的画質劣化評価法のうち、PSNR (Peak signal to noise ratio) や SSIM (Structural similarity) が特に広く使われている。しかしながら、これらの客観評価は主観評価と必ずしも一致しない。なぜなら、画像処理には、空間領域や周波数変換を用いた方法があるが、既存の客観評価法は、空間領域、または、周波数領域における特徴量のみを利用しているためである。

そこで、本論文では、空間領域と周波数領域の両方の領域を考慮した客観的画質劣化評価方法を提案し、その有効性を実験で示している。

本論文は、全6章で構成されており、第1章では、導入として、従来の画質劣化評価方法のサーベイを踏まえて、研究の背景、研究の目的、研究の方法について述べている。

第2章では、本研究の基礎となる連続 Wavelet 変換 (CWT)、離散 Wavelet 変換 (DWT)、Dual-Tree Complex Discrete Wavelet 変換 (DT-CDWT) の性質について説明している。

第3章では、カラー画像のための画質劣化評価指標について述べており、ここでは医用画像解析で用いられる3つの指標「コントラスト」、「鮮鋭度」、「粒状性」に加えて、「2ノルム評価」と「 ∞ ノルム評価」

を画質評価指標として利用することを提案している。また、「コントラスト」を除く4つの指標については、CWT と DWT に基づいた評価式も提案している。さらに、実験により、これらの指標の特徴および CWT に基づく評価指標の有用性を示している。

第4章では、第3章で提案した指標に基づいた画質劣化評価法を提案している。ここでは、CWT に基づく評価指標よりも高速に演算できるように、DT-CDWT に基づく評価指標を導入し、それに基づいた画質劣化評価方法を提案している。単純に量的な計算をするだけでなく、条件判断処理も併用している点が本手法の特徴でもある。そして、実験により、本手法の有用性を示している。特に、ぼかし処理とごま塩ノイズの付加に関しては、高い精度で主観評価と合う評価が得られることを示している。

第5章では、第4章までの結果を踏まえて、電子透かし入り画像の画質劣化評価法を開発している。ここでは、DT-CDWT に基づいて Bit-plane Geometric Mean (BGM)、Frequency Geometric Mean (FGM)、Sharpness Geometric Mean (SGM) という3つの指標を開発し、第4章と同様に条件判断処理を併用して処理を行っている。実験により、電子透かし入り画像の画質を公正に評価する上で、DT-CDWT で得られた高周波成分が重要であることを明らかにした。

第6章では、本研究で得られた結果や知見を総括するとともに今後の課題について述べている。

研究の成果は、査読付き学術論文誌に1編、査読付き国際会議論文に3編に掲載されている。また、平成31年2月7日(木)に実施された博士論文公聴会においても開発した画質評価手法のメリットやデメリット、画像圧縮へ対応など種々の説明がなされ、いずれも本人の説明により質問者の理解が得られた。

以上の審査結果に基づき、本論文は博士(理学)の学位を授与するに値すると判断され、審査員全員一致で合格と判定した。