

審査の結果の要旨

氏 名 テイシェイラ・ヘネ・マルセリノ・アブリッタ

本論文は、「Multiplexed Photographic Exposures By Coded Aperture For High Dynamic Range Imaging(高ダイナミックレンジ撮像のための符号化開口を用いた多重露光法の研究)」と題し、高ダイナミックレンジ画像を取得するための新しい手法について論じており、英文で書かれており、10章からなる。イメージセンサは、時間・空間解像度の観点からの性能は飛躍的に向上し、人の視覚をはるかに凌ぐに至った。その一方で、センサ固有の物理的な特性から、そのダイナミックレンジは、限られている。ダイナミックレンジを拡大するためには、露光の異なる複数枚の画像を取得し、合成することになる。通常、複数枚の画像を撮らざるをえないところを、本論文では、符号化開口に基づいて、ワンショットで複数の露光像を取得する新しい撮像手法について提案するものである。

第1章は「Introduction(序論)」であり、高ダイナミックレンジ画像の重要性について論じ、本論文の貢献について述べ、論文の構成についてまとめている。

第2章は「High Dynamic Range Imaging (高ダイナミックレンジ撮像)」と題し、高ダイナミックレンジを左右する要因についてまとめ、その問題点についてまとめている。

第3章は「Previous Works (先行研究)」と題し、高ダイナミックレンジ撮像のために行われてきた過去の研究についてまとめるとともに、本論文で用いる符号化開口技術について述べている。符号化開口技術は、これまで、医用X線撮像、天文撮像で用いられており、画像処理の文脈では、ぼけ除去や奥行き取得のために用いられてきた。そして、多重露光のために用いる符号化開口が新しい試みであることを述べている。

第4章は「Photographic Camera(写真カメラ)」と題し、一般的なカメラにおける撮像の仕組みについて、レンズからセンサまでのコンポーネントについて述べるとともに、コンピュータショナルカメラと称する近年の撮像技術について触れ、本論文での研究が、その一つであることを述べている。

第5章は「Optics (光学)」と題し、撮像に関わる光学系における光の伝搬、回折、収差といった諸要因についてまとめている。

第6章は「Coded Aperture(符号化開口)」と題し、符号化開口における符号化手法、復号手法について述べている。符号化開口は、レンズ系の光路上に配置された多数のピンホールの集合と見なすことができ、像面にはピンホール像の重なりによるボケ画像を生じる。これを復号することにより、完全な画像を得ることができる。さらに、符号化開口を用いた場合にはSN比が改善されることについても述べている。

第7章は「Multiplexed Channels HDR (チャネル多重化によるHDR)」と題し、符号化開口により、シーンを複数のチャネルに多重化することができることを論じる。フィルターバンクや

多重化伝送のアナロジーを利用しながら、符号化開口による多重化について論じている。一般的な符号化開口と異なり、複数透明度を有するマスクを用いることで複数の露光画像の多重化ができることを述べている。複数の透明度マスクを合わせて、一つの符号化マスクとして利用するため、多重露光像からの復号はクロストークへの注意が必要であることも論じている。また、ダイナミックレンジの拡大は、複数の異なる露光像に合わせて、符号化開口マスクによる光の拡散効果も寄与することを述べている。

第8章は「Code Sequences & Arrays (符号系列と配列)」と題し、符号化開口として用いることのできる符号についてまとめている。MURAや完全系列などの既存の符号について述べ、さらに、多重露光に適した符号を設計する場合の指針についても論じ、独自の符号も設計している。

第9章は「Experiments(実験)」と題し、提案する符号化開口による多重露光法の理論の評価を行っている。符号の選択と復号アルゴリズムについての評価を行い、復号手法の違いによる取得像への影響を評価している。異なる露光画像間でのクロストークの影響を評価し、よりよい符号の評価を行っている。また、光の拡散効果についてのダイナミックレンジの拡大効果について評価している。そして、符号化開口の撮像過程をシミュレーションすることで、復号により3つの異なる露光像へと分解できることを示し、それらを合成することで高ダイナミックレンジ画像が生成できることを確認した。

第10章は「Conclusions & Future Work (結論と今後の課題)」と題し、本論文の貢献を述べるとともに、マスクの実装を含めた今後の課題についてまとめている。

以上これを要するに、本論文では、複数透明度の符号化開口マスクを用いることで、複数の露光画像をワンショットで撮像できる新しい高ダイナミックレンジ撮像手法を提案し、多重露光のための符号の構成、復号手法といった理論について論じるとともに、シミュレーションによる検証を行い、その有効性を確認したものであり、その電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。