

審査の結果の要旨

氏名 浜田 宏一

本論文は、「画素適応処理による立体映像表示・自由視点画像合成の高画質化の研究」と題し、画像の高画質化のために画素適応処理に着目し、立体映像表示と自由視点画像合成をリアルタイムで実行するアルゴリズムの提案とシステムの実装について論じたものであり、全体で7章からなる。

第1章は「序論」であり、立体映像表示と自由視点画像合成における画素適応処理による高画質化に関し、問題の概要とリアルタイム処理との関係について論じ、本論文の背景と目的を明らかにしている。

第2章は「関連研究」であり、本論文の主題である画素適応処理による高画質化について、民生品への適用の観点から高画質化アルゴリズムのリアルタイム実装の必要性に関して述べ、関連研究を概観し、本論文の位置付けを明らかにしている。

第3章は「PDPを用いた時分割2眼立体映像表示の実現」と題し、プラズマディスプレイパネル(PDP)と液晶シャッターメガネを用いて、時分割立体画像の表示が可能な立体表示装置を実現する手法を提案している。立体映像表示に適したサブフィールド発光スキームと階調信号処理に関する提案を行うとともに、従来のPDP信号処理に用いられていた擬似階調表現法である誤差拡散法およびライン間ディザ法に加えて、フィールド間誤差拡散および左右逆スキャンによる誤差拡散手法を用いることにより、より自然な階調を表現できる方法を提案している。提案したサブフィールド発光スキームと、階調信号処理をハードウェア実装し、実際のパネルを用いて時分割立体画像表示が可能なことを確認している。

第4章は「PDPを用いた立体表示における画素適応クロストークキャンセラ」と題し、第3章にて実現した時分割立体表示装置の課題であるクロストーク妨害の低減方法について検討している。クロストーク妨害の原因を調べるとともに、蛍光体発光のシミュレーションにより、残光時定数とクロストーク量との関係を定量的に求めている。その結果、残光によるクロストーク妨害を無くすためには、残光時定数($1/e$)が1.0~1.5ms程度以下になればよいという結論を導いている。画素適応信号処理によりクロストーク妨害を低減させるクロストークキャンセラを提案し、その効果を主観評価実験により確認している。このクロストークキャンセラは、左右の画像の映像信号どうしの減算によりクロストークを除去するもので、クロストーク除去量を一画素ごとに推定する画素適応処理を行うことにより、高画質化を実現するものである。さらに、残光時定数とクロストーク量の定量的関係を明らかにすることで、PDPを用いた立体表示装置の蛍光体に対する設計指標を導き出している。

第5章は「超解像自由視点画像合成の高速化」と題し、超解像自由視点画像合成演算の高速化に向けて超解像再構成演算の実装上の提案と、アルゴリズム面での提案を行い、全体のアルゴリズムをグラフィックプロセッシングユニット(GPU)上に実装している。実装上の提案では、超解像再構成演算の並列化において課題となっていた疎行列演算を密行列演算へと変換可能であることを示し、並列化による高速演算を可能としている。アルゴリズム面での提案では、超解像再構成演算時の初期画像に関する提案と新しい合成手法の提案を行い、演算量を削減している。具体的には、超解像再構成演算の初期画像として、混色合成画像に高域強調を施した画像を用いることで、同じ画質を得るための繰り返し演算回数を

低減できることを示している。また、従来から超解像に用いられてきた滑らかさの拘束を正則化項として再構成演算を行い、その結果をデプスの信頼度に応じた重み付け処理により混色合成の結果と統合する新しい手法を提案し、デプスの信頼度を直接正則化に用いた従来の手法と比較して、再構成演算の繰り返し回数を大幅に削減しつつ、従来手法と同等の画質が得られるようにしている。

第6章は「画素適応重み付けによる超解像の提案と超解像自由視点画像合成への応用」と題し、オクルージョン等によって生じる画素間の位置合わせ誤差の影響に対処するため、入力画素一画素ごとに重み係数を乗じるロバスト超解像処理を提案している。従来のロバスト超解像処理において、スレッシュホルディング等の何らかの関数により設定されていた画素ごとの重み係数に対して、重み係数に対する正則化項をコスト関数に導入することにより、再構成演算におけるコスト関数の最適化と同時に重み係数も最適化するという新しい手法を提案している。重み係数の決定方法を、コスト関数の最小化の枠組みに取り込んだことで、重み係数に関する知識がなくとも、適切に重みを設定可能としている。提案するロバスト超解像処理を超解像自由視点画像合成へ適用し、従来手法よりも画質が改善されることを確認している。

第7章は「結論」であり、本論文の主たる貢献をリアルタイム実装と高画質化の観点でまとめ、今後の課題と展望について述べている。

以上を要するに、本論文は、画像処理における画素適応処理の問題について議論し、立体映像表示と自由視点画像合成をターゲットとしてリアルタイム実行可能な高画質化手法を提案したものであって、コンピュータグラフィックス・コンピュータビジョンなど、電子情報学の各分野の今後の進展にも寄与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。