

報告番号	※甲	第	号
------	----	---	---

主 論 文 の 要 旨

論文題目 CG 実写合成における画質整合

氏 名 高橋 信雄

論 文 内 容 の 要 旨

CG (Computer Graphics) 実写合成は1990年代, 映画製作に導入されると, その後ビデオゲーム, 建築の分野へと広がり, 現在はVR (Virtual Reality), AR (Augmented Reality) への応用も盛んである. こうした需要拡大に伴い, CG 実写合成は, 個人事業者を含む, 小規模事業者にまでその裾野が広がっている. また, 計算機の進歩に伴う消費者ニーズの高度化により, CG 実写合成には更なるフォトリアリスティックな表現が求められている. こうした中, 照明情報取得技術や, カメラ位置姿勢推定技術については, CG 分野において十分な研究・開発が成され, 作業者の習熟度に依存せず, 高品質な表現を可能とする制作手法が確立しつつある. しかし, 二次元の合成技術に関する研究は未だ僅少で, フォトリリアリスティックなCG 実写合成を実現する決定的な手法は確立していない. そのため, 現場での実作業には習熟度の高い作業者が求められるが, 小規模事業者にとって, その確保は難しいのが実態である. 本研究では実写画像から得た実測値を根拠に, CG 画像の画質を撮像系に近づけ, フォトリアルなCG 実写合成を実現する手法を提案する. これらは, 作業者の視覚的判断や習熟度に依存することなく, 安定的に高品質な結果が得られるのに加え, 特殊な機器や環境を必要としないため, 小規模な制作現場においても充分実行可能な手法と言える.

CG 画像と実写画像をひとつの画像に合成すると, 双方の画像領域間において, 画質の差異に起因する視覚的な不整合を生じる. 一般に実写画像の画質とは, 階調特性, 色特性, 解像特性を意味する. これら画質の差異は多くの場合, CG 実写合成の結果に視覚的な不整合を生じるため, 鑑賞者が合成画像から空間的な一体性を感じることは難しい. 生成プロセスの異なる, CG と実写の合成画像に空間的な一体性を与えるには, 階調特性, 色特性, ライトアーチファクト等, 画質決定の要素を双方の画像で統一する必要がある. CG 制作の現場では, トーンマッピングやカラーマッピング, 2D フィルタリング等を用いて, CG の画質を実写と近似するための画像処理が行われる. しかしこれらの処理は, 作業者の手動調整に依存するのが一般的で, 双

方の画質が馴染むよう、表示装置を見ながら、作業者が視覚的判断に基づき画質を調整する。そのため、合成の結果には、作業者の習熟度に依存するばらつきを生じるのに加え、双方の画質から視覚的不整合を充分に取り除くことは難しい。本研究では、実写画像から階調特性、色特性、ライトアーチファクトの特性を取得し、そのデータに基づきCGに画像処理を施す手法を提案する。これにより、CG画像の画質は、階調特性、色特性、アーチファクトの特性において実写画像と近づくため、CG実写合成画像から画質の差異に起因する視覚的な不整合を充分に取り除くことが可能となる。

本論文は、序章および終章を含む全8章の構成となる。

序章では、研究の背景と研究の目的や意義について述べる。

第2章では、研究全体の概要について述べる。

第3章では、CG画像と実写画像の階調特性を整合させる手法について提案する。CG画像と実写画像をひとつの画像に合成すると、両画像の階調特性の違いから、領域間に視覚的な不整合を生じる。そのため、一般にCG制作の現場では実写の撮影時に、18パーセントグレーカード等のリファレンスを撮影し、その画素値を基準にCG画像の輝度を調整する。しかしこの手法は、両画像が持つビット深度の限られた階調でしか画素値の一致が保証されないため、合成画像から視覚的な不整合を充分に取り除くことはできない。本手法では、露光量の異なる複数の実写画像から復元したカメラ応答関数をCG画像の階調変換に応用する手法を提案する。これにより、両画像はビット深度の全域で値が近似し、階調特性の差異に起因する視覚的な不整合を充分に取り除くことが可能となる。

第4章では、CG実写合成の色特性を整合させる手法について提案する。CG画像と実写画像をひとつの画像に合成すると、双方の画像領域間において、色特性の差異に起因する視覚的不整合が生じる。一般にCG制作の現場では実写の撮影時に、グレーカード等、単色のリファレンスを撮影し、その画素値を基準にCGの光源色を調整する。しかしこの手法は、撮像系の持つ色特性が考慮されないため、合成画像から視覚的な不整合を充分に取り除くことは難しい。本手法では、実写の撮影時に色リファレンスとしてカラーチャートを撮影し、その画素値に基づいて、CG画像にカラーマッピングを施す手法を提案する。これにより、両画像の色は全色域において近似し、CG実写合成画像から色調の差異に起因する視覚的な不整合を充分に取り除くことが可能となる。

第5章、第6章では、CG実写合成のライトアーチファクトを整合させる手法について提案する。本手法では、CG実写合成の視覚的整合性を向上させるため、簡易測定したカメラPSFに基づくライトアーチファクトの表現手法について検討する。はじめに撮像したエッジ像からカメラ固有のedge spread function (ESF) を取得し、そこから得られた線像強度分布 (line spread function: LSF) により点像強度分布 (point spread function: PSF) を算出する。その後、CG画像とPSFの畳み込みによりレンズアーチファクトを加える。結果として、PSFの2Dフィルタに基づくCG画像のレンズアーチファクトは、カメラで撮像した実写のレンズアーチファクトと画素値がほぼ一致し、CG実写合成の視覚的整合性を向上させることが可能となる。

第7章では研究全体を考察する。

終章では、第3章から第6章で述べた画質整合の手法についてまとめ、今後の課

題や展望を述べる。

提案する手法では、実写画像をシーン優先画像に変換せず、ビデオカメラが記録する表示優先の画像をそのまま使い、階調変換、色変換を行う。これは、ACES (Academy Color Encoding System) ワークフローを導入できない、規模の小さな制作現場においても、CG 実写合成の階調整合、色整合を可能とする。また、これらの手法では、制作パイプラインも単純化されるため、工程管理に要する時間コストを抑えることができる。これらの提案手法では、撮像した実写画像を基にその階調特性や色特性、アーチファクトの特性を取得するため、どのようなカメラでも実行が可能となる。これは、小規模な現場だけでなく、大規模な ACES ワークフローによる制作においてもメリットとなる。IDT (Input Device Transforms) が提供されないカメラを使用する場合でも、現場は独自に IDT を開発し、画像を ACES の共通色空間に変換することができる。

本研究で提案した画質整合の手法は、階調整合、色整合、アーチファクト整合の三つとなるが、いずれも作業者の習熟度に依存しない安定的な結果が得られる。これらの手法はその手順が極めて簡便で、作業付加が小さく、特殊な機器や環境も必要としない。このため、本手法を既存の制作フローへ組み込むことは容易であり、実行可能性を有する提案と言える。