

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 河北真宏

本論文は「高速距離検出 3 次元カメラ (Axi-Vision Camera) とその応用に関する研究」と題し、8 章からなる。本論文では、LED アレイによる変調光と高速シャッターカメラを利用し、高速に距離画像を取得できる 3 次元カメラの原理を提案し、設計、開発した。さらに、要素技術の開発を行いハイビジョンに対応する高精細な 3 次元カメラ (Axi-Vision) の開発に成功した。この 3 次元カメラはシーンの距離と色情報を取得することができ、映像制作の現場でも実用に供されている。

第 1 章は、「序論」であり、本論文の背景と目的、構成について述べている。

第 2 章は、「3 次元画像検出技術の現状と課題」と題し、従来の 3 次元画像技術を概説している。3 次元画像の応用分野と従来の距離検出方式について解説し、三角測量法と光飛行時間計測法に関しての最近のセンシング技術をあげ、その時間、空間解像度を比較している。

第 3 章は、「距離検出方式の提案」と題し、光飛行時間計測形の距離検出方式として、新しく強度変調照射光と超高速シャッターカメラからなる方式を提案している。提案方式は、光ビームの走査機構や複雑な演算が不要であるため、高速かつ高精細に距離画像を取得することができる。近赤外半導体レーザーと超高速シャッターとなるイメージンシファイアと CCD カメラからなる実験システムを構築し、距離検出分解能などの評価を行い、高速な距離検出が可能であることを実装している。さらに、カメラ試作に向けた課題も整理している。

第 4 章は、「距離検出特性の解析と要素技術の開発」と題する。距離画像の SN 比とカメラパラメータや撮影条件との関係を解析している。また、レーザー光源を高輝度化し、人物撮影においても安全を確保するために、高輝度で高速変調の可能な近赤外 LED アレイ光源を提案、試作した。さらに、標準テレビ解像度で 15 フレーム/秒で稼動する 3 次元カメラの試作システムを構築し、距離検出性能を検証した。

第 5 章は、「ハイビジョン Axi-Vision カメラの設計・試作」と題する。3 次元カメラを実用化にむけてその距離画像の検出をビデオフレームレート化し、ハイビジョンクラスの高精細化を行うためのカメラの設計指針を導出した。そのためのイメージンシファイアの高感度化と高精細化、強度変調光の高輝度化などの要素技術の開発を行い、ハイビジョン用 3 次元カメラ (Axi-Vision) を試作した。

第 6 章は、「新規映像制作技術への応用」と題し、Axi-Vision カメラの新しい映像制作技術への応用を検証している。一つの応用として、Axi-Vision カメラの距離画像を Depth キーとして用いて、実写映像と CG とのリアルタイム合成の技術を構築した。なお、バーチャルスタジオとして実際の番組制作へ応用されている。二つ目の応用として、高速な 3 次元モデリングへの応用を行い、CG 映像合成におけるライティング、シャドウイングの効果の検証を行っている。三つ目の応用として、奥行き標本形 3 次元ディスプレイとの組み合わせについて試作を行い、3 次元表示実験を行っている。

第 7 章は、「応用開拓に向けた距離検出の高分解能化」と題し、番組制作以外の医療、セキュリティなどの広い応用を目指して、より高分解能な距離検出手法への展開の可能性を論じている。

第 8 章は、「結論」と題し、本論文の成果をまとめている。

以上を要するに、本論文では、被写体の距離画像を高速に検出できるハイビジョンクラスの高精細な 3 次元カメラの原理を提案し、その設計、試作、応用を行ったものであり、画像工学上の貢献は大きい。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として合格と認められる。