

## 審査の結果の要旨

氏名 小竹 大輔

本論文は、「人工的な環境を対象とした複合現実感のための位置合わせに関する研究」と題し、実世界の映像に付加的な情報を重畳提示する複合現実感技術において、オフィスや工場などの人工的な環境を対象とした実用的な位置合わせを実現するために、ビジョン情報に環境の知識やセンサからの情報を組み合わせる手法について論じたものであって、全体で6章からなる。

第1章は「序論」であり、ユーザ視点の画像を利用するビジョンベース位置合わせが、実用的な位置合わせ手法として有望であることを示した上で、ビジョンベース位置合わせを人工的な環境に適用するときの解決すべき課題を示し、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」と題し、本論文の主題である、ビジョンベース位置合わせを中心とした技術について、1. キャリブレーション、2. 位置姿勢推定アルゴリズム、3. 利用する特徴に固有のアルゴリズム、4. ビジョンとセンサのハイブリッド位置合わせという4つの観点から関連研究を俯瞰し、本論文の位置づけを明らかにしている。

第3章は「マーカ配置に関する先験的知識を利用したマーカキャリブレーション」と題し、環境に配置した人為的マーカを高精度・効率的にキャリブレーションすることを目的として、人工的な環境の多くが平面で構成されていることなどに着目し、これをマーカ配置の拘束条件となる先験的知識として導入し、ビジョン情報に基づくキャリブレーション手法と組み合わせる手法を提案している。マーカ配置に関する知識を非線形最適化計算における拘束条件として利用することで、未知パラメータの数を減らすことが可能であり、その結果、キャリブレーション結果の分散や、キャリブレーションに必要な画像の枚数を削減できることが実験により示されている。

第4章は「傾斜角拘束と点の2D-3D対応を利用した位置姿勢推定」と題し、ビジョン情報が少ない場合であってもロバストな位置合わせを実現することを目的として、傾斜角センサとビジョンを組み合わせた位置合わせの初期化手法を提案している。傾斜角をセンサから得ることで未知パラメータ数が減るため、従来のビジョンベースの手法が少なくとも4個の2D-3D対応を必要としていたのに対し、2個（同一水平面）または3個（非同一水平面）の2D-3D対応から位置姿勢を推定することが可能になっている。また、ビジョンベース手法では不安定になる状況においても安定に動作することが実験により示されている。

第5章は「傾斜角拘束とエッジ情報を利用した2D-3D対応と位置姿勢の同時推定」と題し、2D-3D対応が未知の場合にもロバストな位置合わせを実現することを目的として、傾斜角センサとエッジ情報から位置合わせを初期化する手法を提案している。傾斜角をセンサから得ることで、画像上のエッジと3次元のエッジの対応の可能性のある組合せを大幅に削減できるため、位置姿勢やエッジの2D-3D対応が未知であっても高速に位置合わせを初期化することが可能になっている。

第6章は「結論」であり、本論文の主たる成果をまとめるとともに、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、人工的な環境における複合現実感のための位置合わせを実用化するため、マーカ配置に関する先験的知識を利用したマーカキャリブレーションの高精度・効率化のための手法、傾斜角センサとビジョンを併用することで従来に比べて大幅に位置合わせのロバスト性を向上させる手法、エッジ情報と傾斜角センサを用いて位置合わせと2D-3D対応を同時かつ効率的に推定する手法について論じたものであって、今後の電子情報学の進展に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。