

## 審査の結果の要旨

論文提出者 Birloni Ferenc

本論文は、「Three Dimensional Object Tracking Using High Speed Vision (高速ビジョンを用いた3次元対象物トラッキング)」と題し、7章より構成されている英文の論文である。3次元空間内を任意に移動する対象物のトラッキングを実現するためには、視覚情報を用いた非接触3次元計測が必要である。この際、高速に移動する対象物の動きを的確に捕らえるためには、高速の処理が不可欠である。しかしながら、従来の画像処理はビデオレートを基本としていたため、高速性が十分でなく、対象の動きを捕らえるには本質的な問題を抱えていた。そこで、処理の高速性を実現するため、デジタル回路による完全並列を実現したビジョンチップが提案されているが、その回路上の制約から、例えばステレオ視等のような通信や演算の負荷の多いアルゴリズムは実装上の問題があり、対象の高速トラッキングを実現することは不可能であった。

本論文は、このような問題に対して、実装可能な単純なアルゴリズムを開発することにより、現実的な制約条件のもとで高速の3次元対象物トラッキングが実現可能であることを示し、将来の実システムの実現に向けて、基本的な問題を解決し、その高い実現可能性を示したものである。

第1章は「Introduction(序論)」であり、コンピュータビジョン、ビジョンチップ、ステレオ視等について、研究の現状を述べた上で、本論文の目的と構成を記述している。

第2章は、「Analysis of the Vision System (ビジョンシステムの解析)」と題し、本論文で提案する手法の前提となるカメラの光学系に関して、理論的な解析を行っている。ここでは、ビジョンチップの解像度、画角、絞り、焦点距離等の関係を求めるとともに、各パラメータの設定方法や校正方法を述べている。

第3章は、「Algorithm to Measure Defocusness (焦点ずれ測定アルゴリズム)」と題し、焦点ずれから3次元情報を得る基本的な方法を説明した上で、ビジョンチップでの実現を前提とした、すなわち厳しいハードウェア上の制約の

中で、焦点ずれを検出するアルゴリズムを提案している。ここで提案された方法は、焦点ずれのモデルを簡素化し、繰り返し演算を導入することにより、僅かな数のレジスタで必要な情報を検出できることが示されている。

第4章は、「Adoption to the High Speed Vision Chip (高速ビジョンチップへの適用)」と題し、実際のビジョンチップ上で稼働可能なアルゴリズムであることを具体的なプログラムを示し、また、シミュレーションにより具体的な処理例を示すことにより、処理時間と使用レジスタ数の両面で実現可能であることを示している。また、この結果に基づき、解像度の向上を目指した新しいビジョンチップのアーキテクチャを提案している。さらにここで提案した方法を拡張して、対象物の速度を検出する方法を提案し、実験を行ってその有効性を示している。

第5章は、「Dynamic Analysis of the System (システムの動的解析)」と題し、上述の方法で3次元情報が得られた後、システム並びに対象物のダイナミクスを考慮したシステム構成方法を提案している。ここでは、カルマンフィルタを用いたシステムを提案している。また、簡単な実験系でアルゴリズムを検証し、高い精度が得られることを示している。

第6章は、「Object Recognition (対象物認識)」と題し、部分的に得られる3次元情報から対象物の認識を行う際の、再構成手法について実験を行い、その有用性を示している。

第7章は、「Conclusion (結論)」であり、本研究の成果と今後の展望がまとめられている。

以上要するに、本論文は、高速ビジョンを用いて3次元対象物のトラッキングに必要となる要素技術に関し、厳しい制約条件の中で実現する方法を提案し、実験によりその有効性を示すことにより、将来の高速3次元トラッキングシステムの実現に向けた基本的な問題点を整理・解決し、高い実現可能性を示したものである。これにより、帰納的に前提条件が成立し、さらに高い性能が実現できることを示したものであり、関連する分野の研究の発展に貢献するとともに、計測工学の進歩に対して寄与することが大であると認められる。よって、本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。