

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 矢口 裕明

本論文は、「装着型三次元視覚による生活環境モデリングの研究」と題し、生活環境の空間と物体の情報を計算機内部で表現し操作可能とするための生活環境のモデルを人工の視覚機能を用いて自動的に獲得するという問題に対し、人間が移動し手にとり覗き込むなどの観察行為を通してそのモデルを自動獲得させられる装着型三次元視覚という方法を提案し、利用可能な三次元構成法の提案と評価を行いながら、室内空間や家具や日用品などの形状、配置、操作情報などのモデルをオンラインで獲得するシステムの構築と実験を通して、提案した生活環境のモデリング法を検証したものであり、8章からなる。

第1章「序論」では、生活環境モデリングの定義とその自動化の意義、問題点と解決法について述べ、研究背景として関連研究との対比について述べている。

第2章「生活環境モデリングアプローチ」では、第1章において述べられた生活環境モデリングの問題点である物体表現問題と物理的境界問題、またそれぞれの解決方法に関する具体案について述べている。特に物理的境界問題を解決するために人間による物理的介入を活用する手法を提案し、物理的介入の様子を観察やそのときの人間との注目物体の共有を通じてモデリングを行うために人間の頭部にセンサを装着するというアプローチを提案している。

第3章「装着型三次元視覚システム」では、第2章で提案された頭部装着型センサの構成について述べている。装着型センサの構成要素としてステレオビジョンやレーザ距離計、姿勢センサといった複数のセンサを効果的に組み合わせることでセンサ自身の状態推定や異なる対象物体に対する三次元計測が可能なセンサシステムの構築を行っている。

第4章「環境構造の三次元モデリング手法」では、装着者の移動行動を必要とする人工建造物内での三次元復元手法について述べている。このとき問題となるセンサの移動軌道を求めるためにステレオビジョンを用いたビジュアルオドメトリ手法を実装し、求められたセンサ軌道と三次元計測結果に生じる蓄積誤差の低減手法についての提案を行っている。また人工建造物の形状特徴である床面や壁面のような直交平面形状に注目することで面の組み合わせによる構造復元を行う手法の提案を行っている。

第5章「装着者による環境操作行動認識手法」では、装着者による環境への物理的介入を認識するために装着型三次元視覚を用いた手先位置認識手法を提案し、手先位置と環境の三次元情報の相対関係から環境への操作行動を認識する手法について述べている。物体操作を通じて物体に対して操作情報の付加を行うことができることを示している。

第6章「把持物体の三次元モデリング手法」では、装着者の把持により提示された小型物体の三次元物体モデル構築手法について述べている。特に小型物体の形状特徴として直方体や円筒形状といった基本形状への当てはめが効果的であることに注目し、基本形状の特徴である面对称性を利用した三次元点群からの形状当てはめ手法を提案し、種々の物体において形状判別とテクスチャ付モデルの構築が可能であることを実験を通じて示している。また獲得したモデルの有用性を示すためにモデルを用いた物体位置姿勢探索手法を提案し、モデルの複数の特徴を利用した実物体の探索手法を提案している。

第7章「室内環境における行動認識に基づく三次元モデル構築」では、複数の異なる大きさ・形状特徴を持つ物体の混在する室内環境におけるモデル構築実験を通じて提案したモデル構築アプローチの有用性を示している。特に部屋自体のサイズ、部屋に付随するドア、テーブルや椅子、テーブル上の小型物体に対し形状の仮定と計測手法を人間が指示し、それぞれに対する効果的な手法を適用することでオンラインでの生活環境モデリングを実現し、複数物体の混在する状況での提案手法の有用性を示している。

第8章「結論」においては、人間と注目物体を共有・観察可能な装着型三次元視覚システム、物体のスケール・形状仮説に基づく生活環境モデリング、獲得された生活環境モデルを利用した実環境認識機能、の3つの観点から総括し、人間の観察行為を利用できる装着型視覚システムにより、対象の大きさ・形状に応じた近似表現と人の操作情報も付加できる生活環境モデリングに関する成果をまとめ、今後の発展と応用の方向性について述べている。

以上、これを要するに本論文は、人間の行動認識と仮説に基づく幾何学的当てはめによる環境構造の再利用可能なモデルとしての自動構築を、生活環境のモデリング対象への着目と観察行為を通して行い、異なる形状特徴・スケールを考慮し、実時間でモデル情報を取得できる装着型三次元視覚システムの構成法を示し実験を通してその有用性を示した論文であり、この分野に少なくない貢献を果たしている。すなわち、本研究は情報理工学に関する研究的意義と共に、情報理工学における創造的実践に関し価値が認められる。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。