

## 審査の結果の要旨

氏名 佐々木 毅

本論文は「空間知能化のための観測基盤の構築に関する研究」と題し全6章から構成され、空間に埋め込まれたセンサが互いに情報をやり取りすることによって空間内の事象を認識し、その情報に基づいてアクチュエータがユーザに対して情動的・物理的サービスを提供するための観測基盤の実現に関してまとめたものである。

第1章は「序論」と題し、本研究の背景である知能化空間についての現状と、知能化空間を構築していく上での課題について論じ、研究の目的及び本論文の構成について述べている。

第2章は「知能化空間フレームワークの提案」と題し、知能化空間を実現するために、空間の広さ、状況、用途を踏まえて、技術の進歩に応じた機能やデバイスを付加・削除・変更することが可能なシステムを構築するための問題点を抽出し、必要となる要件を明らかにしている。これらの要件を満たすために、柔軟性、拡張性をもつ知能化空間のフレームワークとして、センサノード層、基本情報サーバ層、アプリケーション層、アクチュエータ層からなる階層構造を提案し、実システムによる検証を行い、提案したフレームワークの有効性を示している。

第3章は「RTミドルウェアを用いた知能化空間システムの構築」と題し、コンポーネント指向の知能化空間の実装について述べている。既存のロボットシステム開発支援プラットフォームを比較し、OpenRTM-aistをRTミドルウェアとして用いて知能化空間を構築していくことを提案している。知能化空間の観測機能に関しては、センサによる情報の取得と得られた情報の統合という2つの基本機能に分け、情報取得部はセンサからデータを獲得するセンサ部とそのデータを処理する情報処理部を、一方、情報統合部は情報を統合する情報融合部と統合した情報を蓄積するデータベース部をそれぞれコンポーネント化の単位とし、RTミドルウェアを用いてそれぞれの機能をRTコンポーネントとしてモジュール化し知能化空間システムを構築している。

第4章は「移動体トラッキングに基づく分散センサの自動キャリブレーション」と題し、知能化空間の実現における必須の機能としてセンサの自動キャリブレーションに関して述べている。このセンサキャリブレーションは通常、環境に形状や位置が既知のキャリブレーションオブジェクトを配置し、その情報を用いて行うが、知能化空間には多数のセンサが配置されており、これらを1つ1つ手作業で校正することを考えるとその手間は膨大なものとなるため、空間内の移動物体（移動ロボット）をキャリブレーションオブジェクトとして利用することにより効率化を行っている。さらに、一般の物体を利用する方法へ拡張することを提案し、移動ロボットを利用する自動キャリブレーションと同程度の推定結果が得られることを検証している。

第5章は「歩行経路観測に基づく移動ロボットナビゲーション」と題し、人間の行動、物の特徴や動き、生じた出来事などをコンピュータが利用可能な形で結びつけること、すなわち、観測によって得られた環境情報を構造化することに関して、人間の観測と観測結果の移動ロボットナビゲーションへの応用を述べている。観測基盤を用いて人間の歩行を観測することで、人間-ロボット共存環境でのナビゲーションに適した環境地図を構築し、人間が頻繁に訪れる点などの重要点を抽出し、これらをノードとし、これらの重要点を結ぶ人間の歩行経路から平均的な経路を主要経路として抽出し、これを移動ロボットの重要点間の移動経路として利用することを提案し、獲得した環境地図及び主要経路を用いた移動ロボット支援システムを構築し、知能化空間が得た情報と移動ロボットが獲得した情報を用いて移動ロボットを主要経路に沿って正確にナビゲーションすることを実現し、その有効性を明らかにした。

第6章は「結論」と題し、本研究で得られた成果をまとめ、残された問題と今後の研究方向を述べている。

以上を要するに、本論文は空間知能化のために不可欠な観測基盤を構築するため、分散デバイスの密な連携を可能とする柔軟性及び拡張性をもつ知能化空間のフレームワークとして、センサノード層、基本情報サーバ層、アプリケーション層、アクチュエータ層からなる階層構造を提案し、RTミドルウェアを用いて実装し、自動キャリブレーション機能を実現し、人間観測システムを構築することによって空間知能化の観測基盤の設計方針を明確にしたものであり、電気工学、ロボット工学に貢献することが少なくない。

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。