

氏名	そ 十 河 卓 司
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学位記番号	情 博 第 44 号
学位授与の日付	平成 13 年 9 月 25 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 社 会 情 報 学 専 攻
学位論文題目	Localization of Sensors and Objects in Distributed Omnidirectional Vision (分散全方位視覚におけるセンサと物体の位置決め)
論文調査委員	(主 査) 教 授 石 田 亨 教 授 上 林 彌 彦 教 授 酒 井 徹 朗

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、複数の全方位視覚センサを用いた分散全方位視覚システムにおける、センサや物体の位置決めに関する研究をまとめたものである。従来の位置決め手法の本システムへの適用、新たに提案する統計的位置決め手法および定性的位置決め手法、さらにこれらの技術を基礎とする応用システムについて論じており、8章からなっている。

第1章は序論であり、本研究の背景、目的について概観している。

第2章では、ステレオ視など、従来から幅広く用いられている位置決め手法の分散全方位視覚への適用について、センサの位置決めと物体の位置決めに分類し議論している。2台の全方位視覚センサを用いた全方位ステレオ視では、基線上の物体の位置決め精度が悪くなるという問題があるが、分散全方位視覚においては適切なセンサを複数選択することでこの問題を解決でき、広い範囲で高い位置決め精度を確保できることを示している。また、センサや物体の位置が未知の場合に、物体を観測して数式に基づいてセンサの位置決めを行うには、複雑な非線型連立方程式を解く必要があり、位置決めが非常に難しくなることを明らかにしている。

第3章では、このように複雑な数式を用いず、物体の方位角の観測を繰り返すことで得られる統計量に基づいてセンサ間の基線方位を推定し、位置決めを行う手法について述べている。この手法は、物体が2つのセンサの基線上に存在すれば、それらのセンサで観測される方位角の組み合わせが常に同じになるという性質を利用している。また、実際に屋外環境において4台の全方位視覚センサの基線を推定する実験を行い、本手法の有効性を示している。

第4章では、定性的な位置の表現に基づくセンサや物体の位置決め手法について議論している。また、センサや物体の位置が未知の場合に、物体の移動方向(左・右)を観測し、三点制約と呼ばれる幾何的な制約を適用することでセンサの定性的な位置決めを行う手法について述べている。本研究では実画像を用いた実験を行い、物体の移動方向が画像処理によって安定して検出できることを確認し、さらにシミュレーション実験によって本手法がセンサの定性的な位置を獲得できることを検証している。

第5章では、数式に基づく位置決め手法、統計量に基づく位置決め手法、および幾何的制約に基づく位置決め手法について、必要な観測情報、前提条件などを比較し、それぞれの手法が適用可能な状況を考察している。さらに、段階的なセンサの位置決め手法や、獲得された定性的位置を用いた物体の同定手法など、これらの手法を組み合わせた応用について検討を行っている。

第6章では、分散全方位視覚システムによる移動ロボットの誘導について述べている。センサの位置が全く不明の場合でも、あらかじめ各センサで記憶している誘導経路をもとにロボットの誘導計画を生成し、ロボットを目的地まで誘導することができるが、誘導しているロボットや、環境内のその他の移動物体の運動を観測してセンサの定性的な位置関係を獲得すれば、誘導経路の選択やロボットの同定などを行えることが議論されている。本研究では屋外環境を再現したモデル上に実際にシステムを構築し、誘導実験を行っている。

第7章では、分散全方位視覚システムにより実時間で人間の位置を計測し、追跡する手法について述べている。分散全方位視覚システムでは、複数の視点から同時に一つの物体を観測しているという観測の冗長性を生かし、物体の対応付けと位置決めを同時に行うことができる。また実時間で人間の位置決めを行うために人間のモデルを用いているが、モデルの誤差や観測誤差を適切に補正する必要がある。このような物体の対応付け、位置決め、誤差の補正を行うN眼ステレオ視と呼ぶ位置決めアルゴリズムを提案しており、この手法の有効性を実験により検証している。さらに、環境のモニタリングシステムや、ジェスチャ認識システムへの発展について議論している。

第8章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、多数の全方位視覚センサを用いた分散全方位視覚システムにおいて、センサや物体の位置決め手法と応用システムについて研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

1. 分散全方位視覚において、位置の不明な物体を観測してセンサの位置決めを行う手法として、観測した物体の方位角を統計的に分析して基線の方位を推定し、センサの位置決めを行う手法を提案している。本手法は、複雑な非線型連立方程式を用いることなく効率よく位置決めを行えるという、従来の位置決め手法には見られない特徴を持つ。
2. 物体の移動方向は画像処理によって安定して検出できるという点に着目し、物体の移動方向（左・右）を観測して、幾何的制約のみに基づいてセンサの定性的な位置決めを行う手法を提案している。一般にセンサの定性的な位置が必要な場合、まず定量的な位置決めを行い、それを定性的な表現に変換するが、本手法によって定性的な観測情報のみから定性的なセンサの位置を直接獲得することが可能となる。
3. 移動ロボットの誘導システム、および実時間人間追跡システムという具体的な応用システムへの位置決め手法の適用について検討を行っている。特に後者のシステムは実用性の高いシステムであることが実験により確認され、環境のモニタリングシステムやジェスチャ認識システムなど、より高度なシステムへと拡張できることが示されている。

以上、本論文は分散全方位視覚におけるセンサや物体の位置決め手法、および分散全方位視覚の応用システムに関する研究をまとめたものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成13年8月22日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。