

| | |
|--------------|---|
| Title | 情報量に基づく脚式移動ロボットのための観測行動戦略 |
| Author(s) | 光永, 法明 |
| Citation | 大阪大学, 2003, 博士論文 |
| Version Type | VoR |
| URL | https://hdl.handle.net/11094/2355 |
| rights | |
| Note | |

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

| | |
|------------|---|
| 氏名 | 光 永 法 明 |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学) |
| 学位記番号 | 第 17895 号 |
| 学位授与年月日 | 平成 15 年 3 月 25 日 |
| 学位授与の要件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科知能・機能創成工学専攻 |
| 学位論文名 | 情報量に基づく脚式移動ロボットのための観測行動戦略 |
| 論文審査委員 | (主査) 教授 浅田 稔 (副査) 教授 白井 良明 教授 石黒 浩 |

論文内容の要旨

本論文では移動ロボットのための効率のよい観測を実現するための、情報量に基づく観測戦略を提案し、検証することを目的とした。

第 1 章、第 2 章では、移動ロボットと観測戦略に関する従来研究を概観し、それらにおける問題点を指摘し、本研究の目的を明確にした。すなわち、従来の移動ロボット研究でよく用いられる明示的な自己位置同定を行わない。自己位置同定のためや状態量推定のための観測戦略ではなく、タスクに応じた行動決定のための観測戦略を提案することである。

第 3 章では、ランドマークの観測により得られる行動に関する情報量により行動決定木を生成し、決定木を用いてランドマークの観測順序と行動を決定する手法を提案した。まず、曖昧さを表す量エントロピーと情報量の定義を示し、情報量を用いた行動決定木の生成法と、決定木を用いた観測戦略と行動決定について述べた。そして小型四脚ロボットを用いた実験により、手法の有効性を示した。

第 4 章では、観測に要する時間と、視覚センサの特性を考慮した自律的なセンサ空間の構成と履歴の考慮により、観測時間のより短い行動決定手法を提案した。まず、自律的センサ空間構成の重要性を実験データから示した。次に視覚センサの特性から注視窓を提案し、自律的センサ空間構成と行動決定木の生成を同時に行う手法と、行動決定木を利用した、観測と行動決定法について述べた。そして、構成された自律的センサ空間を用いて行動決定木を再生成することにより、履歴を考慮した決定木を生成する手法を提案した。最後に実験により、実際に観測時間が短縮されていることを示した。

第 5 章では、歩行によるセンサの揺れの補正と、異なる観測位置でのセンサ値の統合を行うため、歩行中の画像列から補正値を計算し、行動決定時に利用することを提案した。補正値を用いて、歩行中の観測から静止している場合に観測が得られる確率を計算することで、複数観測の統合と揺れの補正を実現した。また、これから観測により得られると期待される情報量を行動決定の曖昧さの指標として使い、行動確率あるいは情報量期待値が閾値を満足しない場合には、移動せずに観測を行うことを提案した。そして実験により、提案手法の有効性を検証した。

最後に第 6 章で、結論と将来の研究課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

ロボットが行動決定するための観測戦略に関して、状態推定誤差や、観測予測誤差、位置誤差などを減少するための研究がこれまで多くなされてきた。これらの手法は行動決定に必要な情報を集めるための観測戦略として有用ではあるが、こういった誤差の減少は必ずしも必要ではなく状況によって異なる。また移動ロボットの自己位置といった設計者の与える状態表現が、行動決定に必ずしも最適であるとは限らない。それに対し、ロボットに明な状態表現を設計者が与えることなく、ロボット自身が行動決定に必要なものを抽出し、観測戦略を獲得する枠組みを与えるアプローチがある。本論文では以下の三つの手法を提案し、その有効性を実機を用いた実験により確かめている。

(1) 情報量による観測対象選択

ロボットの観測戦略として、観測によるエントロピーの減少量、すなわち行動決定に関する観測の持つ情報量を教示データから計算し利用する方法を提案している。行動に関する情報量に基づく行動決定木を生成し、行動決定木の根から順に観測することで効率のよい観測としている。観測方位を決定するには観測を予測し、予測の曖昧なランドマークを確認する観測戦略としている。本手法を小型4脚ロボットのボールをゴールにシュートするサッカータスクに適用し、実験結果を示している。

(2) 情報量による観測対象と注視窓の選択

視覚センサの特性にあったセンサ空間分割法として、注視窓を提案している。観測をランドマークが注視窓内にあるか否かを知ることとし、ランドマークと注視窓の異なる観測候補から最も情報量の大きいものから順に観測することを、観測戦略として提案している。そして観測に必要な時間、例えば観測方向の変更に必要な時間は観測により異なることから、情報量をその観測に必要な時間で割った、単位時間当りに得られる情報量により、行動決定のための決定木を生成し、決定木の根から順に観測する戦略を提案し、提案手法をナビゲーションタスクに適用した結果を示している。

(3) 歩行ロボットのための情報量に基づく注視制御

脚式移動ロボット適用し、移動中の観測を利用し、より効率のよい行動決定をするためには、1) 歩行によるセンサの揺れの補正、2) 異なる観測位置でのセンサ値の統合、3) より適切な行動決定指標、が必要であることを指摘している。そして、歩行中の画像列から補正値を計算し、視覚センサによる観測から、静止を仮定したときにある観測が得られる確率を計算することで、複数観測の統合と揺れの補正することを提案している。また行動決定指標として、行動確率に加え、これから観測により得られると期待される情報量を行動決定の曖昧さの指標として用いることを提案している。提案した補正と情報量期待値を、脚式移動ロボットのナビゲーションタスクに適用した実験結果を示している。

以上のように本論文は、実環境における脚式移動ロボットが自身の観測戦略を獲得するための枠組みとして情報量を用いた手法を提案しており、実世界で動く知能機械の研究の発展に寄与することが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。