



|              |   |
|--------------|---|
| Title        | 固有空間法の位置推定能力を考慮した効率的な観測戦略による位置推定  |
| Author(s)    | 前田, 佐嘉志   |
| Citation     | 大阪大学, 2003, 博士論文  |
| Version Type |   |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/44881">https://hdl.handle.net/11094/44881</a>   |
| rights       |   |
| Note         | 著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。 |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|            |  |
|------------|--|
| 氏名         | まえ だ さかし<br>前田 佐嘉志   |
| 博士の専攻分野の名称 | 博士(工学)   |
| 学位記番号      | 第 18066 号  |
| 学位授与年月日    | 平成 15 年 7 月 18 日   |
| 学位授与の要件    | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>工学研究科電子制御機械工学専攻  |
| 学位論文名      | 固有空間法の位置推定能力を考慮した効率的な観測戦略による位置推定   |
| 論文審査委員     | (主査)<br>教授 白井 良明<br>(副査)<br>埼玉大学教授 久野 義徳 助教授 三浦 純 教授 浅田 稔<br>教授 石黒 浩 教授 太田 快人 教授 藤田喜久雄 |

### 論文内容の要旨

本論文は、あらかじめ観測戦略を作成し、それに従って複数の観測を行うことにより、自己位置推定を行うための 2 つの手法を提案するものである。

第 1 章では、カメラと内界センサーをもつロボットの自己位置推定の問題を述べ、従来の研究と比較して、本研究の特色を述べている。

第 2 章では、第 1 の手法を述べている。ロボットは、あらかじめ環境内の複数の地点において画像を入力し、それらの固有空間への投影点を記憶する。自己位置(位置と方向)推定時には、観測画像と記憶情報とを固有空間で照合する。複数の自己位置で似た画像が観測される場合は、追加観測を行い、そこで得られた情報を統合することにより、自己位置を限定していく。この場合、自己位置を得るまでの観測回数を少なくする戦略を提案している。

第 3 章では、第 2 の手法の基本的な枠組みを述べている。まず、第 1 の手法の問題点として、任意の地点において観測する画像に対して、それに類似した画像が記憶されていると仮定しているが、その仮定が成り立たない場合があることを例示している。そこで、学習地点から選んだ隣接する 3 地点の組で類似した画像が観測されるならば、その近傍では仮定が成り立つことを示し、このような近傍領域は位置推定可能領域とすることができるなどを提案している。また、この提案の有効性を実験的に確かめている。

第 4 章では、第 2 の位置推定手法を具体的に提案している。学習時に、繰り返し法によって、最適な位置推定領域と移動戦略を作成する。目標は、一定回数以内の移動によって位置推定可能領域に入る確率を一定以上にするという要求を満たすことである。まず、初期の位置推定量可能領域に対して、様々な移動を行った場合の位置推定可能領域に入る確率を調べ、最も確率が高くなるような移動戦略を求める。このときの確率が要求を満たさないときには、新しい地点で画像を観測し、位置推定可能領域を増やす。この場合に、最も効果的な地点を選択し、それにともなって移動戦略も更新する。このような処理を要求が満たされるまで繰り返す。位置推定時は、位置推定可能領域に入るまで観測と移動を繰り返し、入ったら、固有空間における 3 地点の画像との位置関係を求め、実世界における 3 地点の位置関係に写像する。この提案手法の有効性を実画像を用いたシミュレーション実験により示している。

第 5 章では、研究成果をまとめるとともに、今後の課題と展望について述べている。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、移動ロボットがビジョンを用いて移動している時に、いかにして自己位置推定を行うかという問題を扱っている。あらかじめ移動可能領域を移動しながら蓄えておいた画像を用いて位置推定を行うという方式をとり、最適な画像の蓄え方と最適な移動戦略を研究している。

第1の研究では、環境内の複数の地点において種々の方向の画像を固有空間への投影点として記憶することを提案している。これにより、位置推定時の観測画像と記憶情報との照合を効率的に行える。さらに、照合結果があいまいになる場合に、どのような観測を追加したら少ない観測で位置推定ができるかという戦略を提案している。この提案手法の有効性を、移動ロボットを用いた実験と、シミュレーションによって確かめている。

第2の研究では、上記手法の問題点として、任意の地点において観測した画像に類似した画像が記憶されているという仮定が必ずしも成り立たないことを示し、その仮定が成立するための条件をつけることを提案している。すなわち、学習地点から選んだ隣接する3地点で観測した画像が類似していれば、その3地点の周辺領域においては前述の仮定が成り立つことを示し、その領域を位置推定可能領域としている。

つぎに、位置推定の要求として、一定回数以内の移動によって位置推定可能領域に入る確率を一定以上にするという基準を定めておき、学習時にそれを満たすように、位置推定可能領域と移動戦略を作る方法を提案している。すなわち、与えられた位置推定可能領域に対して、確率的な最適移動戦略を求め、それが要求を満たさない場合は、最適な観測点を選択し、その点を含む位置推定可能領域を追加する。その結果に対して再び移動戦略を求めて、要求を満たすかどうかを確かめる、このような繰り返し処理により、なるべく少ない画像を学習するだけで、効果的な位置推定を可能としている。

位置推定時は、位置推定可能領域に入るまで観測と移動を繰り返し、最後に、固有空間における3地点の画像との位置関係を実世界における3地点の位置関係に写像することにより、より正確な位置を求める方法を提案している。実画像をシミュレーション空間に張り付けた環境での実験を行い、提案手法の有効性を示している。

- 以上のように、本論文は、視覚を用いて移動するための最適な学習と移動の戦略を確率的に求める方法を提案したもので、自己位置推定の基本的な方式として独創性がある。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。