

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：13401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23700229

研究課題名(和文) 移動ロボットによる軽量・精密なリアルタイム圧縮地図生成

研究課題名(英文) Succinct Accurate and Real Time Map Compression by Mobile Robots

研究代表者

田中 完爾(Tanaka, Kanji)

福井大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：30325899

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、ロボットによる大規模地図生成技術(SLAM)の応用可能性を実用的な大規模地図にまで広げることを目的として、ロボットが地図を作成しながらリアルタイムに圧縮地図表現へと変換するリアルタイム地図圧縮技術を実現した。具体的には、繰り返しパターン検出に基づくデータ圧縮、効率的な繰り返しパターン検出のアルゴリズム、高効率な圧縮地図表現などの各種要素技術を開発し、実験により、上記技術の有用性を確認することができた。

研究成果の概要(英文)：We realized map compression techniques towards robotic large scale map building applications. Our method enables a robot to obtain a compact representation of an environment map while simultaneously building the map. To this end, we proposed and developed methods for data compression exploiting repetitive patterns in the map, efficient algorithm for detecting repetitive patterns, efficient representation of the map, and experimentally verified the effectiveness of the proposed method.

研究分野：ロボット工学

キーワード：SLAM技術 ロボットビジョン 共通物体発見 地図生成 移動ロボット 自己位置推定 自律移動ロボット 辞書式圧縮

1. 研究開始当初の背景

車輪式移動ロボットの安全・効率的なナビゲーションなど、様々な分野において、作業環境のランドマーク地図は重要な役割を担う。特に、ロボットが作業環境を走行しながら周囲を観測し、この観測データからリアルタイムに地図を生成する技術を SLAM 技術と呼ぶ。この SLAM 技術は、近年、大きく発展し、大規模な地図（数百万ランドマークの規模）を生成することが可能になってきた。その一方で、大規模地図の記憶・利用に係るデータ量（数ギガバイト超）が新たな課題となっている。

2. 研究の目的

本研究は、ロボットによる大規模地図生成技術（SLAM）の応用可能性を実用的な大規模地図にまで広げるために、ロボットが地図を作成しながらリアルタイムに圧縮地図表現へと変換するリアルタイム地図圧縮技術を実現することを目的とした。

3. 研究の方法

本研究では、大規模なリアルタイム地図生成技術（SLAM 技術）を、圧縮効率のよい繰返しパターンに基づくデータ圧縮技術と融合することで、上記課題を解決することを目的とした。そのために、（１）繰返しパターンに基づく地図圧縮の基本的な方法論を確立するとともに、（２）リアルタイム性を向上させるための効率的な繰返しパターン検出のアルゴリズムを開発し、さらに、（３）高効率な圧縮地図表現の方法を検討することを、基本的な研究方法とした。さらに、最終的に、（４）上記技術を実機ロボットに実装し、本技術の実用的な有効性を検証することを目的とし

た。

4. 研究成果

上記の（１）地図圧縮法の確立、（２）繰返しパターン検出のアルゴリズム、（３）圧縮地図表現の方法を開発し、（４）実験により有効性を確認することができた。（１）に関しては、繰返しパターン検出に基づくデータ圧縮技術を SLAM 技術に応用し、さらに、逐次的なデータ圧縮手法への拡張を行った。この技術を、標準的なレーザレンジファインダ搭載の移動ロボットに実装し、複数の大規模屋内地図を生成・圧縮する実験を行い、有効性を検証した。この成果は、代表的な国際会議 ICRA11, IROS11 にて発表するとともに、国内学会の学術講演会での発表、雑誌論文の執筆を行った。（２）に関しては、不変局所特徴量に基づくパターンマッチング技術を応用し、繰返しパターン検出の効率化を行った。さらに、領域成長法を応用し、非局所的な繰返しパターンの検出を実現した。この成果は、ACPR13 などの代表的なパターン認識関連の国際会議にて発表するとともに、国内学術講演会・雑誌論文への発表を行った。（３）の圧縮地図表現については、１および２の研究開発と並行して、簡便な方法を開発した。（４）の検証実験については、ランドマーク観測のために、レーザレンジファインダと単眼カメラという２種類のセンサについて検証を行い、異なるロボットプラットフォームにおける提案技術の有効性を検証した。これらの成果は、１および２の研究発表と併せて国際会議・学術講演会・雑誌論文への発表を行った。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

[雑誌論文] (計 4 件)

1. Kanji Tanaka, Masatoshi Ando, Yousuke Inagaki
Bag-of-Bounding-Boxes: An Unsupervised Approach for Object-Level View Image Retrieval. JACIII 18(5): 784-791 (2014)
2. Dictionary-based compressive slam
K Tanaka, T Nagasaka
SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration 6 (1), 54-63 (2013)
3. Kanji Tanaka, Tomomi Nagasaka:
Dictionary-Based Map Compression for Sparse Feature Maps. IEICE Transactions 95-D(2): 604-613 (2012)
4. Kanji Tanaka, Kensuke Kondo:
Multi-Scale Bag-of-Features for Scalable Map Retrieval. JACIII 16(7): 793-799 (2012)

[学会発表] (計 13 件)

1. Kanji Tanaka, Yuuto Chokushi, Masatoshi Ando:
Mining visual phrases for long-term visual SLAM. IROS 2014: 136-142
2. Masatoshi Ando, Kanji Tanaka, Yousuke Inagaki, Yuuto Chokushi, Shogo Hanada:
Common Landmark Discovery for Object-Level View Image Retrieval: Modeling and Matching of Scenes via Bag-of-Bounding-Boxes. ACPR 2013: 43-48
3. Yuuto Chokushi, Kanji Tanaka, Shogo

Hanada:

Exploiting Repetitive Patterns for Fast Succinct Map Matching. ACPR 2013: 165-170

4. Shogo Hanada, Kanji Tanaka:
PartSLAM: Unsupervised part-based scene modeling for fast succinct map matching. IROS 2013: 1582-1588

5. Yuuto Chokushi, Kanji Tanaka, Masatoshi Ando:
Common Landmark Discovery in Urban Scenes. MVA 2013: 272-276

6. Yousuke Inagaki, Kanji Tanaka:
Detecting Rotational Symmetry via Global/Local Image Analysis. MVA 2013: 387-390

7. Yuuto Chokushi, Kanji Tanaka, Masatoshi Ando:
Part-based SLAM for partially changing environments. ROBIO 2013: 1629-1634

8. Shogo Hanada, Kanji Tanaka, Yousuke Inagaki:
Fast, succinct, and indirect map matching via known reference maps as intermediary: A randomized visual phrase approach. ROBIO 2013: 1971-1976

9. Kanji Tanaka:
Succinct Landmark Database. IAS (1) 2012: 165-172
2011

10. Tomomi Nagasaka, Kanji Tanaka:
Dictionary-based map compression for sparse feature maps. ICRA 2011: 2329-2336

11. Tomomi Nagasaka, Kanji Tanaka:
An incremental scheme for
dictionary-based compressive SLAM. IROS
2011: 872-879

12. Tomomi Nagasaka, Kanji Tanaka:
Dictionary-based map compression using
geometric priors. ROBOTICS 2011: 2599-2604

13. Kensuke Kondo, Kanji Tanaka, Tomomi
Nagasaka:
Grammar-based map compression using
Manhattan world priors. ROBOTICS 2011:
2612-2617

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

取得状況(計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

取得年月日:

国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

田中完爾 (TANAKA KANJI)

福井大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 30325899