

課題名 | 超分散ロボット群による三角測量に基づく自己位置推定と地図生成

機関名：会津大学

プロジェクト概要

【目的】

これまでの多くの屋外作業ロボットは、GNSS（衛星測位システム）を用いて測位を行っていた。しかしロボットの活動範囲が広がり、屋内、山林のような見通しの悪い屋外、水中、地球外のような非GNSS環境におけるロボット測位システムが必要である。本研究では（A）三角測量の原理に基づき他のロボットへの方向を観測量とし、ネットワーク通信により他のロボットと推定量を共有できる分散型カルマンフィルタを開発する。さらに（B）全方位カメラを搭載した無線通信機能を持つ小型のセンサノードを開発し、自己位置推定と地図生成を実現する。このセンサノードを現在手持ちにロボットに搭載し、実環境での適応可能性を調査する。

【成果】

- ①分散型カルマンフィルタアルゴリズムを開発し、理論面からの収束性の評価と数値実験による有効性の検証を行った。開発されたアルゴリズムはサーバー上に実装し、自己位置推定と地図生成機能も実現した。
- ②上述の分散カルマンフィルタを実際にロボットのカメライメージに適用し、自己位置推定と地図生成を実現するために、各ロボットにおける画像処理アルゴリズムとシステムインターフェースを開発した。
- ③上の両者を統合し、超分散ロボット群による三角測量に基づく自己位置推定と地図生成を実現する。



空中カメラロボット（移動局）  
地上カメラロボット（移動局）  
カメラノード（固定局）

**カメラノードの構成**

- LED：個体識別用
- 魚眼カメラ
- マイコン

位置推定 / 通信基盤 OpenRTM

地図生成 / クラウド基盤 / OpenRTM

**目的：設置／投込センサによる自己位置推定**

- 多数のロボットとカメラノードを作業環境に設置
- 他のロボットとノードの方向をカメラで観測し、自身の相対的な位置を推定
- ネットワーク通信による情報共有で精度向上と全体の地図の作成

将来的には

- 距離推定の追加
- 装置の小型化

• LEDの明滅により個体識別

• 他のロボットの方向を検出

• 自己位置  $(x_i, y_i, z_i)$   $(\alpha_i, \beta_i, \gamma_i)$  を推定

• 推定値を他のロボットと共有

• 本研究では方向観測のみから自己座標を推定

• 前提：他のロボットを大量に観測

• 研究課題：初期収束の解消

• 当面は現場に置いたノートPCをクラウド基盤に

• 将来的には会津大のサーバに実装し、他のロボットとの連携

**基本原理：相互観測型分散カルマンフィルタ**



これまでは

- 室内で数台の全方位カメラでの検証
- 理論面の検証

⇒本研究はこれを超分散化と屋外化

Keitaro Nanase, et al. "Mutual Localization of Multiple Sensor Node Robots", Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, PP. 1269-1276, Vol.15 No.9, 2011.

Nanase, et al. "Swarm 3D Localization for a Multiple Robot System with Range-Only Measurements", Proc. of 2013 IEEE/SICE International Symposium on System Integration, pp. 796-801, [2013] DOI: 10.1109/SII.2013.6776751

**期待される応用例**



農業用ロボット：環境設置型      災害用ロボット：投げ込み型

**期待される効果：使用場所を選ばない**

- 小型・軽量・低消費電力なノード
- 安価なシステムで高精度の自己位置推定
- 多様なロボットに適用可能

**集団型ロボットシステム：社会全体で個体以上の性能を引き出す**