

АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ РЕАЛІЗАЦІЇ ОДНОЧАСНОЇ ЛОКАЛІЗАЦІЇ І КАРТОГРАФУВАННЯ SLAM

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано існуючі алгоритми для реалізації методу локалізації і картографування SLAM. Наведені переваги та недоліки даних методів.

Ключові слова: SLAM, розширений фільтр Калмана, фільтр часток.

Abstract

The existing algorithms for the implementation of the SLAM localization and mapping method are analyzed. The advantages and disadvantages of these methods are given.

Keywords: SLAM, extended Kalman filter, distributed particle.

Вступ

З кожним роком дедалі більше робототехнічних систем стають автономними. Для успішної навігації у просторі бортова система робота повинна вміти правильно інтерпретувати відомості про навколишній світ, одержувані від датчиків, будувати маршрути, керувати параметрами руху та постійно відстежувати власні координати [1]. Виконання цих процесів потрібні великі обчислювальні потужності, тому виникає складність з їх розміщенням, особливо на малогабаритних системах.

Для вирішення цього питання можна розробити алгоритмічне та програмне забезпечення високошвидкісних систем обробки та аналізу відеоданих, тобто універсальний обчислювальний пристрій для обробки зображень і побудови об'ємних карт у реальному часі, що реалізується на обчислювальних середовищах, що перебудовуються (паралельно-обчислювальній архітектурі), який у роботі буде використовувати один з алгоритмів SLAM.

Результати дослідження

При розв'язуванні задач навігації і картографії у робототехніці, одночасна локалізація і картографування SLAM є алгоритмічною обчислювальною задачею побудови і оновлення мапи невідомого оточення з одночасним відстежуванням місцеположення рухаючись по ньому.

Алгоритми SLAM обмежуються наявними ресурсами, таким чином не можуть бути абсолютно досконалими, бо досягають оперативної доступності. Опубліковані методи і підходи реалізовані в безпілотних автомобілях, безпілотних літаючих засобах, автономних підводних апаратах, планетоходах, згодом виникли в побутових роботах і навіть всередині людського тіла.

Суть методу полягає в наступному: за допомогою датчиків, в якості яких можуть виступати одометри, акустичні датчики або лазерні далекоміри, проводиться обчислення відстані від об'єкта до перешкоди, що знаходиться в полі зору датчиків, з подальшою побудовою карти місцевості у 2D або 3D форматі. Існує ряд методів реалізації SLAM, кожен з яких вирішує конкретну проблему у цій галузі. До популярних методів розв'язування належать фільтр часток та розширений фільтр Калмана[2].

Алгоритм Extended Kalman Filter SLAM (EKF-SLAM) – базується на розширеному фільтрі Калмана. Фільтр Калмана – ефективний рекурсивний фільтр, що оцінює вектор стану динамічної системи, використовуючи ряд неповних і зачумлених вимірювань. В теорії статистичного оцінювання розширений фільтр Калмана (англ. Extended Kalman filter, EKF) - це нелінійна версія фільтра Калмана, що лінеаризується на позначці поточного середнього значення і коваріації. У разі добре визначених моделей переходу розширений фільтр Калмана фактично було визнано стандартом в теорії оцінювання нелінійних станів, навігаційних систем і GPS.

Кожна ітерація фільтра Калмана ділиться на дві фази: екстраполяція (прогноз) і корекція. Зазвичай ці дві фази чергуються: екстраполяція проводиться за результатами корекції до наступного спостереження, а корекція проводиться спільно з доступними на наступному кроці спостереженнями [3]. Асоціація даних (пошук вже обстежених міток) дозволяє коригувати положення робота, зменшуючи помилку, викликану похибкою роботи датчиків. Результат покращиться, якщо корекцію

положення робота здійснювати по більшій кількості міток. При цьому обчислювальне навантаження різко зростає, оскільки складність алгоритму оцінюється як $O(N^3)$, де N - число міток.

У зв'язку з цим алгоритм доцільно застосовувати для завідомо відомих територій з обмеженою кількістю міток - наприклад, для вирішення завдань охорони периметра.

Недолік алгоритму – ймовірність обчислення початкового стану системи з помилкою. В такому випадку помилка моделювання буде швидко накопичуватися і отримані дані можуть виявитися незв'язними. Крім цього, є обмеження на кількість орієнтирів в системі, пов'язане з розмірністю матриць що використовуються для розрахунків.

Алгоритм Distributed Particle SLAM (DP-SLAM) – один з підходів вирішенні завдань SLAM, який використовує показання далекоміра [4] і фільтр частинок для зберігання гіпотез про становище робота і конфігурації навколишнього його сцени. Фільтр частинок (послідовний метод Монте-Карло) – рекурсивний алгоритм, що дозволяє на основі поточної карти обчислити найбільш ймовірне положення робота за допомогою деякого набору (хмари) частинок, що займають простір станів.

DP-SLAM полягає в тому, що в фільтрі підтримується безліч гіпотез про поточний стан робота. У початковий момент генерується випадковий набір гіпотез. В ході роботи алгоритму деякі з них будуть відсіюватися через невідповідність вторинними ознаками системи, які можуть бути виміряні більш точно. Після завершення циклу сканування вибирається найбільш вірогідна з тих, що залишилися в фільтрі, гіпотез – вона буде шуканою картою, на якій до того ж буде відзначена траєкторія руху виконавця[5]. Для зберігання і структурування великого числа проміжних карт авторами була реалізована деревоподібна структура (рисунок 1).

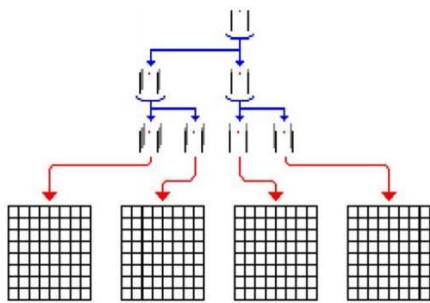


Рисунок 1 – Деревоподібна система зберігання карт

Недоліком алгоритму являється те, що для отримання коректного результату вимірювань необхідна велика кількість частинок.

Висновки

В результаті можна дійти висновку, що метод SLAM є незамінним при створенні автономних робототехнічних систем, оскільки він дозволяє одночасно вирішити проблему з локалізацією та картографування. Проаналізована основні алгоритми методу, приведені їх переваги та недоліки. В основі EKF-SLAM лежить розширений фільтр Калмана, що краще підходить для використання на відомих територіях. DP-SLAM базується на фільтрі частинок та вимагає великої кількості частинок для отримання конкретного результату вимірювань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. SLAM (метод) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/SLAM_\(метод\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/SLAM_(метод))
2. Extended Kalman filter [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Extended_Kalman_filter
3. DP-SLAM [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/DP-SLAM>
4. Недоліки комп'ютерної реалізації slam-методів локальної навігації автономних рухомих об'єктів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sworld.com.ua/index.php/secciiubg2-2/31727-bg2-032>

Жарков Анатолій Володимирович — аспірант кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, с. Вила, Вінницького р-ну, Вінницької обл., e-mail: fkca.lakitjv@gmail.com

Zharkov Anatoliy — Department of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, village Vyla, Vinnytsia district, Vinnytsia region, e-mail: fkca.lakitjv@gmail.com