

Семенов И.А.

*Научный руководитель: к.т.н., доц. каф. ФПМ Макаров М.В.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: t79601712352@gmail.com*

### **Программная реализация интеллектуальной обработки информации в рамках задачи управления мобильным роботом в условиях динамической среды существования**

Важнейшим этапом эффективного с точки зрения прикладного использования функционирования мобильного робота является выполнение системой его управления процедуры одновременной локализации и картографирования, сокращенно SLAM.

Трудность решения данной задачи в реальных условиях эксплуатации связано со снижением точности позиционирования робота по причине невозможности учёта жесткими алгоритмическими методами вариативности объектов динамической среды существования робота.

Перспективы решения обозначенной проблемы связаны с применением методов интеллектуальной обработки информации в случае решения трудноформализуемых структурно-функциональных задач, входящих в состав процедуры одновременной локализации и картографирования.

Обеспечение программными средствами интеллектуальной обработки информации максимального показателя точности решения задачи одновременной локализации и картографирования в рамках управления мобильным роботом в условиях динамической среды существования.

Первоначально, задача SLAM формулируется следующим образом: необходимо одновременно определить  $X$  – положение робота в окружающей среде и  $M$  – карта ориентиров местности, используя поступающий на вход набор измерений  $Z$ . Проблема заключается в том, что  $M$  и  $X$  зависят друг от друга. Кроме очевидных факторов, не позволяющих достичь требуемой точности, существует глобальная задача: выделить из набора измерений  $Z$  динамические компоненты, поскольку в результате восприятия роботом таких объектов как ориентиров может возникнуть катастрофически большая ошибка построения карты.

В качестве реализации базового алгоритма картографирования и локализации предлагается применить проверенный временем и один из самых производительных TinySLAM. Результаты его работы вполне сравнимы с наиболее продвинутыми реализациями. Однако базовый вариант не решает проблемы нарастания ошибки при наличии динамических объектов. Для ее решения предлагается использовать алгоритмы обнаружения и фильтрации. Предполагается, что использование выбранного базового алгоритма позволит приблизить интеллектуальное управление роботом к реальному времени, а применение фильтрации снизит влияние динамических объектов на результат SLAM.

В результате работы:

1. Экспериментально установлен элемент процесса управления мобильного робота, оказывающий решающее значение на точность позиционирования в рамках задачи одновременной локализации и картографирования в динамической среде существования. Таким элементом является этап встраивания набора измерений в накопленную ранее информацию о среде существования.

2. Разработан метод реализации интеллектуальной обработки информации для фильтрации динамических объектов, что позволяет обеспечивать эффективный с точки зрения точности процесс одновременной локализации и картографирования мобильного робота в динамической среде существования.

3. С применением разработанного метода выполнена программная реализация системы одновременной локализации и картографирования при обеспечении процесса управления мобильного робота в динамической среде существования.

4. Проведено экспериментальное исследование программной реализации процесса одновременной локализации и картографирования в динамической среде, результаты которого подтвердили эффективность применения разработанного метода для решения сложившейся проблемы.

#### Литература

1. A Review of Visual-LiDAR Fusion based Simultaneous Localization and Mapping / D. César, V. Damien // *Sensors (Basel)* . – Switzerland, 2020. – С. 1-20;
2. A Comparison of LiDAR-based SLAM Systems for Control of Unmanned Aerial Vehicles / R. Milijas, L. Markovic, A. Ivanovic [и др.] // 2021 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS). – 2020. – № 2020. – С. 1148-1154;
3. A Survey of SLAM Research based on LiDAR Sensors / J. Yang, Y. Li, L. Cao [и др.] // *International Journal of Sensors*. – 2019. – № 1. – С. 1003-1012;
4. TwistSLAM: Constrained SLAM in Dynamic Environment / M. Gonzalez, A. Kacete, R. Jerome, E. Marchand // *ArXiv*. – 2022. – № 2202.12384. – С. 1-8;
5. Steux B. tinySLAM: A SLAM algorithm in less than 200 lines C-language program / B. Steux // 11th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, ICARCV 2010, Singapore. – 2010. – № 11. – С. 1975-1979;
6. Occupancy grid rasterization in large environments for teams of robots / Strom J., Olson E. // *Intelligent Robots and Systems (IROS)*. – 2011 IEEE/RSJ International Conference on. IEEE, 2011. – С. 4271-4276;
7. Grisetti G. Improving grid-based SLAM with Rao-Blackwellized particle filters by adaptive proposals and selective resampling / G. Grisetti, C. Stachniss, W. Burgard // *Robotics and Automation ICRA 2005*. – 2005. – № 2005. – С. 2432–2437.