

АВТОНОМНАЯ НАВИГАЦИЯ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ ПОИСКА КООРДИНАТ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРОСТРАНСТВА

*Абабий Виктор, Судачевски Виорика, Мунтяну Сильвия,
Нистирюк Анна, Дилевски Сергей, Аксентьев Иван*

Технический Университет Молдовы, Кишинев, Республика Молдова

Аннотация

В данной работе представлена модель системы для автономной навигации мобильных роботов предназначенные для поиска координат оптимального состояния пространства. Для определения направления движения мобильного робота используется градиент интенсивности поля навигации и набор датчиков для определения расстояния до препятствий, которые генерируют Генетические Коды управления. Направление движения мобильного робота определяется скоростью вращения двигателей, которые вычисляются Нейронными Сетями, в результате преобразования Генетического Кода в сигналы управления.

Abstract

This work presents a model system for autonomous navigation of mobile robots designed to find the coordinates of the optimal state of space. A navigation field intensity gradient and a set of sensors to determine the distance to the obstacles that generate Genetic Control Codes are used to determine the direction of the mobile robot's movement. The direction of the mobile robot's motion is determined by the speed of rotation of the engines, which are calculated by neural networks, as a result of the transformation of the Genetic Code into control signals.

Введение

Поиск координат оптимального состояния пространства при использовании автономных мобильных роботов является классической задачей для множества производственных, технологических, военных или исследовательских процессов. Один из методов поиска оптимального значения является применение Генетических Алгоритмов (ГА), которые эвристическими методами способны найти оптимальное значение пространства. В работе [1] рассмотрен пример локализации мобильного робота при использовании ультразвуковых датчиков и модели ГА. Модели ГА обеспечивают также и оптимизацию процесса навигации мобильного робота, что рассмотрено в работе [4]. На сегодняшний день хорошие результаты управления мобильными роботами, получены при комбинации моделей Нечеткой Логике, Генетических Алгоритмов и Нейронных Сетей [2,3], а также моделей когнитивных систем для поиска оптимального решения [5].

Постановка задачи для навигации мобильных роботов

Задача автономной навигации мобильных роботов для поиска координат оптимального состояния пространства представлена на Рисунке 1, где задано исходная позиция роботов (**Start**), возможные пути перемещения роботов (**Path**), градиент поля состояния пространства (**Space Gradient**), препятствия (**Obstacle**) и цель, место оптимального состояния пространства (**Goal**). В качестве источника градиента поля можно использовать источники радиосигналов (к примеру, сети Wi-Fi, GSM и др.), которые используются для позиционирования мобильных роботов в пространстве [6,7].

Поиск направления для движения мобильного робота реализуется на базе Генетического Алгоритма (ГА) [8], который представляет собой эволюционный алгоритм, предусматривающий: скрещивание (*комбинирование сигналов от датчиков и*

текущего состояния вектора направления), селекция (отбор оптимального направления) и формирование нового поколения (вектор направления движения мобильного робота).

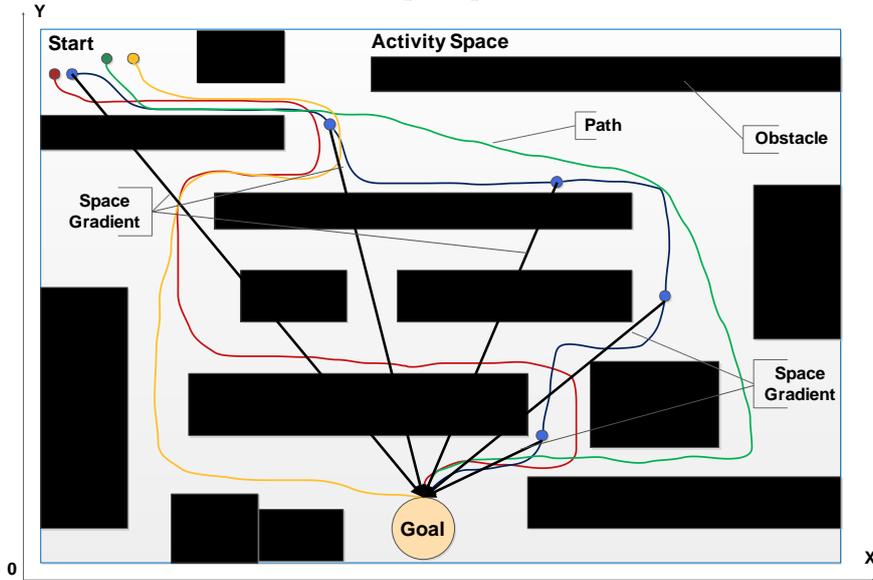


Рисунок 1 – Постановка задачи управления мобильным роботом для поиска оптимального состояния пространства.

Структура мобильных роботов

Составные части мобильного робота представлены на Рисунке 2. Робот состоит из двух идентичных независимых частей. Одна часть для управления левым двигателем и вторая для управления правым двигателем.

Управление левым двигателем (ML), который определяет скорость вращения левого колеса (LW), осуществляется микроконтроллером LMC, который получает данные от датчиков расстояния до препятствия расположенные слева (DSL1 и DSL2) справа (DSR1 и DSR2) и датчик интенсивности поля навигации (ISL). Управление правым двигателем (MR) и соответственно правым колесом (RW) осуществляется следующими блоками: RMC, DSL1, DSL2, DSR1, DSR2 и ISR соответственно. Векторы VL, VR и DIR указывают направление движения робота при вращении колёс.

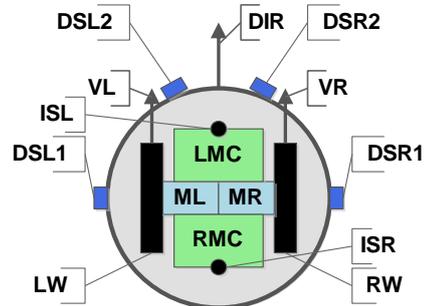


Рисунок 2 – Составные части мобильного робота.

Функциональная модель системы управления мобильным роботом

Функциональная модель системы управления мобильным роботом представлена на Рисунке 3, которая состоит из двух идентичных вычислительных структур для управления левым и правым колесами.

Рассмотрим управление левым колесом, которое реализовано на базе Генетической Модели GML, на входы которой поступают сигналы от датчиков: интенсивности поля навигации ISL, и расстояния до препятствия DSL1, DSL2, DSR1 и DSR2. Генетическая Модель GML генерирует условие для дальнейшего управления левым колесом. Решение о скорости вращения левого колеса принимается нейронной сетью, которая преобразует Генетический Код в сигнал U_L (1) для управления левым двигателем ML:

$$U_L = \sum_{i=1}^{12} (g_i w_i), \quad (1)$$

где: g_i - соответствующий бит Генетического Кода; w_i - коэффициенты умножения.

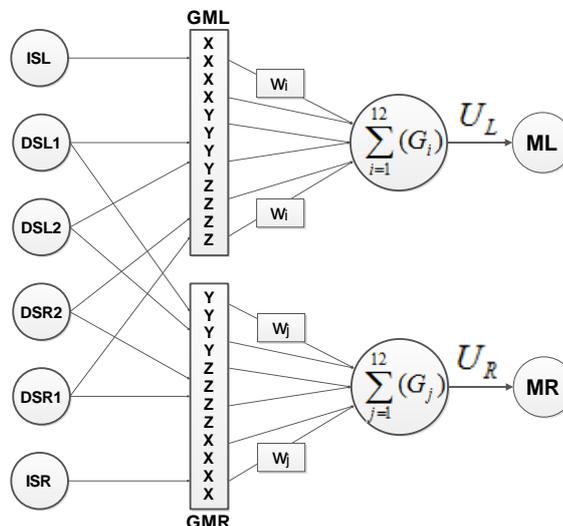


Рисунок 3 – Функциональная модель системы управления мобильным роботом.

Список использованных источников

1. Moreno, L.; Armingol, J.M.; Garrido, S.; Escalera, A.; Salichs, M.A. A Genetic Algorithm for Mobile Robot Localization Using Ultrasonic Sensors. *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, 2002, vol. 34, n. 2, pp. 135-154.
2. Adnan, N.; Hasan, S.; Shihab, Z.; A Modified Wavelet Neural Network Algorithm for Indoor Mobile Robot Navigation. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*. 2018, 10(5S), pp. 213-217. doi: <http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v10i5s.18>. ISSN: 1112-9867.
3. Singh, N.; Thongam, K. Fuzzy Logic-Genetic Algorithm-Neural Network for Mobile Robot Navigation: A Survey. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 2017, Vol. 04, Issue 08, pp. 24-35. ISSN: 2395-0072.
4. Rekik, Ch.; Jaollouli, M.; Derbel, N. Integrated Genetic Algorithms and Fuzzy Control Approach for Optimization Mobile Robot Navigation. *The Proc. of 6th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices*, 2009.
5. Ababii, V.; Sudacevschi, V.; Munteanu, S.; Bordian, D.; Calugari, D.; Nistiriuc, A.; Dilevschi, S. Multi-Agent Cognitive System for Optimal Solution Search. *The International Conference on Development and Application Systems (DAS-2018) 14th Edition, May 24-26, 2018, Suceava, Romania*, pp. 53-56, IEEE Catalog Number: CFP1865Y-DVD, ISBN: 978-1-5386-1493-8.
6. Ababii, V.; Sudacevschi, V.; Alexei, V.; Melnic, R.; Bordian, D.; Nistiriuc, A. Fuzzy Sensor Network for Mobile Robots Navigation. *In Proceedings of the 12th International Conference and Exhibition on Electromechanical and Energy Systems, SIELMEN-2019, 9 October 2019, Craiova, Romania, 10-11 October 2019, Chisinau, Republic of Moldova*, pp. 540 – 543. DOI: 10.1109/SIELMEN.2019.8905829, (IEEE: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8905829>).
7. Ababii, V.; Sudacevschi, V.; Rosca N.; Lungu I.; Sensors Network for Robots Control. *Міжнародна науково-практична конференція “ПРИКЛАДНІ НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ”, 3 - 5 квітня 2019р., АКАДЕМІЯ ТЕХНІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ, м. Івано-Франківськ, Україна*. pp. 26, ISBN: 978-966-286-154-9.
8. Гладков, Л.А.; Курейчик, В.В.; Курейчик, В.М. *Генетические алгоритмы*. ФИЗМАТЛИТ, 2010, 367 стр., ISBN: 978-5-9221-0510-1.