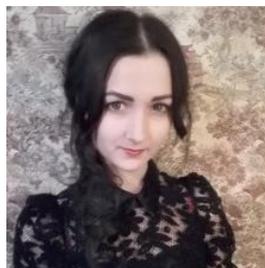


УДК 004.85

## АЛГОРИТМЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ РОБОТА-АВТОМОБИЛЯ



**Ц. Ма**  
Магистрант кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР



**Т.А. Малинина**  
Магистрант кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР



**М.М. Борисик**  
Старший преподаватель кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, магистр технических наук



**В.С. Осипович**  
Доцент кафедры инженерной психологии и эргономики БГУИР, кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Республика Беларусь  
E-mail: v.osipovich@bsuir.by

**Аннотация.** Изготовлен лабораторный стенд «Робот-автомобиль». Разработана концепция программного обеспечения управления движением автомобиля по кольцевой трассе на основе алгоритмов EKF SLAM и обучения многослойной гетерогенной нейронной сети.

**Ключевые слова:** робототехника, нейронная сеть, SLAM, машинное обучение.

О машинном обучении сейчас говорят очень много, и не без причины: это важный шаг вперед в способности компьютеров учиться [1].

Машинное обучение является одним из направлений искусственного интеллекта. Основной принцип заключается в том, что машины получают данные и «обучаются» на них. Системы машинного обучения позволяют быстро применять знания, полученные при обучении на больших наборах данных, что позволяет им преуспевать в таких задачах, как распознавание лиц, распознавание речи, распознавание объектов, перевод, и многих других. В отличие от программ с закодированными вручную инструкциями для выполнения конкретных задач, машинное обучение позволяет системе научиться самостоятельно распознавать шаблоны и делать прогнозы [2]. Существуют определенные нюансы выполнения корректности прогнозов для поставленных задач. Далеко не каждая задача решается легко и просто.

Мобильные робототехнические системы применяются сегодня в самых разных отраслях. Чем обширнее область их применения в промышленности, в военных и спасательных приложениях, в медицине и в быту, тем жестче становятся требования к их исполнению для конкретных задач. Одни из самых актуальных таких требований относятся к автономности робота и его навигационным возможностям [3]. Навигация в робототехнике имеет ряд существенных особенностей, не позволяющих использовать навигационное оборудование для иных объектов (автомобилей, кораблей, самолетов и пр.) с достаточной эффективностью. Поэтому необходимо создание сложного универсального навигационного комплекса, готового к применению на мобильных роботах любых размеров, комплектации и назначения.

Одновременная локализация и сопоставление – является частью проблемы навигации мобильных платформ, которая включает в себя сбор данных с датчиков, а затем одновременное создание карты и определение местоположения на этой карте. Сложность технического

процесса определения текущего местоположения и построения карты обусловлена низкой точностью приборов, участвующих в процессе вычисления текущего местоположения. Метод одновременной навигации и построения карты (SLAM) – это концепция, которая связывает два независимых процесса в непрерывный цикл последовательных вычислений. При этом результаты одного процесса участвуют в вычислениях другого процесса.

Из алгоритмов, которые решают проблемы одновременной локализации и отображения необходимо выбрать вариант для этой задачи. Они различаются по типам датчиков, способам хранения данных, математическому устройству для обработки сканированных данных и т. д. Выбор алгоритма, который может использоваться в каждой конкретной задаче, требует предварительного знания о преимуществах и недостатках каждого алгоритма.

В качестве аппаратной части апробации алгоритмов машинного обучения изготовлен лабораторный стенд «Робот-автомобиль». Структурная схема лабораторного стенда «Робот-автомобиль» представлена на рисунке 1.

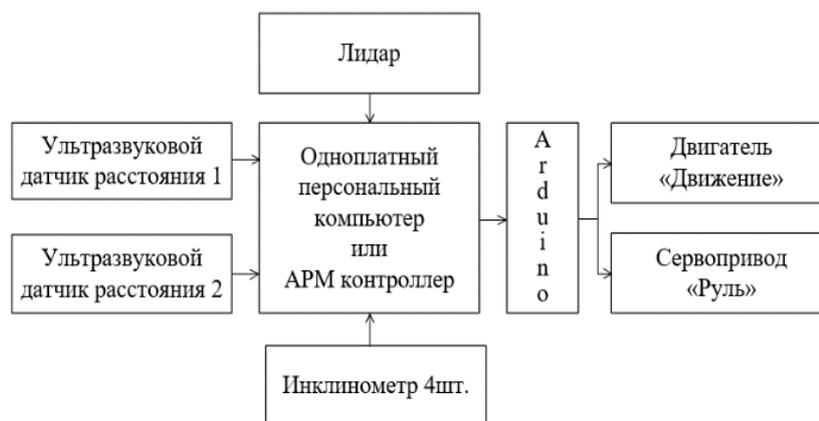


Рисунок 1. Структурная схема лабораторного стенда «Робот-автомобиль»

Чтобы выполнить всенаправленное сканирование лазерного диапазона на  $360^\circ$ , а затем сформировать карту местности используется RPLIDAR. Ультразвуковые датчики применяют акустическое излучение для определения расстояния до объекта. Инклинометры предназначены для измерения угла поворота каждого из колес робота-автомобиля, то есть для контроля скорости движения. На одноплатный ПК поступает информация от лидара, двух ультразвуковых датчиков расстояния и четырех инклинометров. Задача разработчика – написать программное обеспечение, которое обеспечит управление движением робота-автомобиля путем передачи на плату Arduino команд для регулировки скорости вращения двигателя и угла поворота руля на основании показаний датчиков и лидара. Arduino обеспечивает управление двигателем и сервоприводом, что позволяет точно управлять параметрами движения роботизированным автомобилем. Разработка программного обеспечения обработки сигналов с датчиков и отправки управляющих сигналов на Arduino – это цель выполнения лабораторной работы.

Целью функционирования робота-автомобиля является многократное прохождение трассы с движущимися помехами (другими роботами-автомобилями). В связи с этим стоит задача разработки оптимального алгоритма управления автомобилем.

EKF SLAM - это класс алгоритмов, который использует расширенный фильтр Калмана (EKF) для определения своих координат и координат увиденных ранее маяков-ориентиров (т.е. состоянием системы считаются не только координаты робота, но еще и координаты маяков, т.к. их тоже предстоит уточнить). Применение EKF SLAM позволяет оценивать положение робота и расположение маяков-ориентиров в окружающей среде и определять границы пространства (для двумерной плоскости) как:

$$x_i = (x, y, 0; m_{1,x}, m_{1,y}; \dots; m_{n,x}, m_{n,y}) \quad (1)$$

где:  $(x, y, 0)$  – положение робота-автомобиля;  $(m_{1,x}, m_{1,y})$  – маяк-ориентир 1;  $(m_{m,x}, m_{m,y})$  – маяк-ориентир  $n$ .

Для реализации алгоритмов машинного обучения будет использована многослойная гетерогенная нейронная сеть. Обучение нейронной сети будет происходить на основе алгоритма многократного распространения ошибки с адаптивным шагом обучения. Входными данными для нейронной сети будут маяки ориентиры. Выходными данными – команды на управление движением «Робота-автомобиля».

Таким образом, на кафедре инженерной психологии и эргономики БГУИР реализован лабораторный стенд «Робот-автомобиль», который позволит участвовать в соревнованиях мобильных роботов «Роборейс». Применение данной разработки в учебном процессе позволит получить студентами практически навыки и умения в области искусственного интеллекта.

#### Список литературы

- [1]. Форбс [Electronic resource] / The Top 10 AI And Machine Learning Use Cases Everyone Should Know About – 2017. – Mode of access <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2016/09/30/what-are-the-top-10-use-cases-for-machine-learning-and-ai/#cbe15f94c900>. – Date of access: 5.02.2018.
- [2]. Techrepublic [Electronic resource] / Understanding the differences between AI, machine learning, and deep learning – 2017. – Mode of access <https://www.techrepublic.com/article/understanding-the-differences-between-ai-machine-learning-and-deep-learning/>. – Date of access: 5.02.2018.
- [3]. Бобровский С. Навигация мобильных роботов (в 3 ч.). Ч. 1 // PC Week/RE. – 2004. – № 9. – С. 52.

## MACHINE LEARNING ALGORITHMS ROBOT CAR

**T. MA**  
Master student of  
department of Human  
Engineering  
and Ergonomics

**T.A. MALININA**  
Master student of de-  
partment of Human  
Engineering and Er-  
gonomics

**M.M. BORISIK**  
Senior lecturer of the  
Chair of Engineering  
Psychology and Ergo-  
nomics of the BSUIR,  
Master of Technical  
Sciences

**V.S. OSIPOVICH, PhD**  
Associate professor of de-  
partment of Human Engi-  
neering and Ergonomics

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Republic of Belarus  
E-mail: v.osipovich@bsuir.by

**Abstract.** The laboratory device "Robot-car" is made. The strategy of software for controlling the movement of "Robot-car" along a ring track is developed on the basis of EKF SLAM algorithms and the learning of a multi-layer neuron network.

**Key words:** robotics, neural network, Simultaneous Localization and Mapping (SLAM), Machine Learning