

УДК 004.89

## **Исследование методов машинного обучения для систем управления движением и навигации мобильного робота**

**Иокша Д.С. (ИТМО)**

**Научный руководитель – к.т.н., Евстафьев О.А.  
(ИТМО)**

**Введение.** Автономная навигация роботов в сложных средах представляет собой ключевую задачу в области робототехники, требующую точного восприятия окружающей среды и адаптивного принятия решений. Использование ультразвуковых сенсоров для сбора данных о среде вокруг робота и последующая классификация этих данных для определения следующего движения робота является примером задачи, которая может показаться простой на первый взгляд, но на самом деле обладает высокой степенью сложности из-за нелинейной природы взаимодействия сенсорных данных с реальным миром. В этом контексте актуальность исследования становится очевидной, учитывая постоянно растущие требования к автономным системам, способным оперативно адаптироваться к изменяющимся условиям и обеспечивать высокий уровень безопасности и отказоустойчивости в разнообразных средах. Разработка методов машинного обучения, способных адаптироваться к нелинейной природе окружающей среды и обеспечивать точное принятие решений на основе сенсорных данных, является важным шагом на пути к достижению этой цели [1].

**Основная часть.** Целью работы является исследование и разработка многоклассового классификатора для определения следующего движения автономного робота на основе данных, полученных с 24 ультразвуковых сенсоров. В рамках исследования были рассмотрены и протестированы различные модели машинного обучения, включая линейные и нелинейные подходы, такие как перцептрон, решающие деревья, xgboost [3], catboost [2], lightgbm [4], многослойные перцептроны, для классификации сенсорных данных в четыре предопределенные категории движений: прямое движение, легкий поворот направо, резкий поворот направо и легкий поворот налево. Данные для анализа были получены в процессе навигации робота SCITOS G5, который двигался вдоль стен в помещении, выполняя задачу следования за стеной. Особое внимание было уделено анализу нелинейности задачи, что подтвердило гипотезу о нелинейной разделимости классов движений и необходимости применения нелинейных моделей для достижения высокой точности классификации [1]. В ходе работы были протестированы различные архитектуры алгоритмов машинного обучения, настроены параметры и проведено сравнение их эффективности на основе метрик качества классификации, таких как точность, полнота и F1-мера. Анализ результатов показал, что нелинейные модели, особенно бустинги, демонстрируют значительно лучшую производительность по сравнению с линейными классификаторами, подтверждая теоретические предположения о нелинейной природе задачи.

**Выводы.** Проведен анализ эффективности различных методов машинного обучения для решения задачи определения следующего движения робота SCITOS G5 при выполнении задачи следования за стеной.

#### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:**

1. Hammad, Issam & El-Sankary, Kamal & Gu, Jason. (2019). A Comparative Study on Machine Learning Algorithms for the Control of a Wall Following Robot. 2995-3000. 10.1109/ROBIO49542.2019.8961836.
2. Liudmila Prokhorenkova, Gleb Gusev, Aleksandr Vorobev, Anna Veronika Dorogush, & Andrey Gulin. (2019). CatBoost: unbiased boosting with categorical features.
3. Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. In Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. ACM.
4. Ke, G., Meng, Q., Finley, T., Wang, T., Chen, W., Ma, W., ... Liu, T.-Y. (2017). Lightgbm: A highly efficient gradient boosting decision tree. Advances in Neural Information Processing Systems, 30, 3146–3154.