

### Многогомотопический поиск оптимального маршрута для автономных мобильных устройств

Предлагается новый метод планирования маршрута для мобильных автономных робототехнических устройств с использованием графа Вороного. Представленный алгоритм предназначен для поиска оптимальной сплайн-траектории для автономного робота в среде, представленной в виде двумерной карты с полигональными препятствиями. В качестве первой итерации используется траектория, найденная по рассчитанному в среде графу Вороного. При оптимизации используется целевая функция, учитывающая формализованные критерии оптимальности траектории. Разработанный алгоритм решает задачу планирования пути в сложных условиях, в которых траектория мобильных роботов должна учитывать обширный набор критериев.

*Ключевые слова:* мобильный робот, автономное планирование пути, оптимизация, сплайн, граф Вороного, потенциальное поле, метод Нелдера-Мида.

*Лавренов Роман Олегович* – старший преподаватель кафедры интеллектуальной робототехники, *Магид Евгений Аркадьевич* – профессор кафедры интеллектуальной робототехники Высшей Школы Информационных Технологий и Интеллектуальных Систем (ИТИС) Казанского (Приволжского) Федерального Университета.

### Список литературы

1. Соловьев, В.В. Планирование траектории подвижного объекта с применением диаграммы Вороного / В. В. Соловьев, И. О. Шаповалов, В. В. Шадрина // Известия Южного федерального университета. Технические науки. — 2015. — 2 (163).
2. Khatib, O. Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots/O. Khatib//Autonomous robot vehicles. — Springer, 1986. — с. 396-404.
3. Васильев В.А. Введение в топологию //М.: ФАЗИС. – 1997. 4. Лавренов Р.О., Афанасьев И.М., Магид Е.А. Планирование маршрута для беспилотного наземного робота с учетом множества критериев оптимизации //Беспилотные транспортные средства с элементами искусственного интеллекта. – 2016. – С. 10-20.
5. Magid E. et al. Spline-based robot navigation //2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. – IEEE, 2006. – С. 2296-2301.
6. Бороноев В. В., Ринчинов О. С. Методы сплайн-аппроксимации в задаче амплитудно-временного анализа пульсовой волны//ВВ Бороноев, ОС Ринчинов. — 1998. — С. 1043-1057.
7. Convergence properties of the Nelder–Mead simplex method in low dimensions / J. C. Lagarias [и др.] // SIAM Journal on optimization. — 1998. — т. 9, № 1. — с. 112-147.
8. Hart, P.E. A formal basis for the heuristic determination of minimum cost paths / P. E. Hart, N. J. Nilsson, B. Raphael // IEEE transactions on Systems Science and Cybernetics. — 1968. — т. 4, № 2. — с. 100-107.
9. Lau, B. Improved updating of Euclidean distance maps and Voronoi diagrams / B. Lau, C. Sprunk, W. Burgard // 2010 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. — IEEE, 2010. — с. 281-286.
10. Yen J. Y. Finding the k shortest loopless paths in a network//management Science. — 1971. — Т. 17. — №. 11. — С. 712-716.

*A new route planning method for mobile standalone robots is offered based on the Wronski graph. The algorithm is aimed at the search of spline trajectory as a two-dimensional map with polygonal obstacles. The trajectory obtained on the basis of Wronski graph calculation over the robot's environment is used as the first iteration. The objective function for the optimization allows for the formalized trajectory optimality criteria. The algorithm solves the problem of route planning in difficult conditions where the trajectory of a mobile robot should allow a wide set of criteria.*

*Keywords: mobile robots, standalone route planning, optimization, spline, Wronski graph, potential field, Nelder–Mead method.*