

МЕТОД ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ В ГРУППОВОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ ДЛЯ ЗАДАЧИ ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТА

Ямолдин Владимир Алексеевич

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: yamoldinva@my.msu.ru

Научный руководитель — *Фомичев Василий Владимирович*

Групповую робототехнику можно использовать в задачах навигации в неизвестной местности. На некоторой территории коллектив автономных роботов-исполнителей должен из начальной области переместиться в заданную конечную область, обходя возможные препятствия на своём пути. При этом требуется, чтобы группа роботов сохраняла свою связность.

Эту задачу можно решить с помощью метода потенциальных полей, общее описание которого приведено в [1]. Идея метода состоит в движении роботов вдоль силовых линий векторного поля, потенциальная функция которого отражает форму и конфигурацию препятствий, а также цель движения. Препятствия генерируют отталкивающие потенциалы, а целевая точка – притягивающий потенциал. Силы, действующие на робота, определяются антиградиентом соответствующих потенциалов. В [2] предлагается использовать притягивающий потенциал U_1 следующего вида: в точке q положить $U_1(q) = \frac{1}{2}\xi\rho(q, q_0)$, где q_0 – целевая точка, $\rho(q, q_0) = \|q - q_0\|$, ξ – положительная константа. При этом притягивающая сила $F_1 = -\nabla U_1$ постоянна по модулю, $|F_1| = \frac{\xi}{2}$. Отталкивающий потенциал U_2 задаётся формулой

$$U_2(q) = \begin{cases} \frac{1}{2}\eta\left(\frac{1}{\rho(q, q_{obs})} - \frac{1}{\rho_0}\right)^2, & \rho(q, q_{obs}) \leq \rho_0, \\ 0, & \rho(q, q_{obs}) > \rho_0 \end{cases}$$

Здесь η – положительная константа, q_{obs} обозначает точку препятствия, ближайшую к точке q , а ρ_0 характеризует окрестность препятствия, в пределах которой потенциал отличен от нуля. Соответствующая отталкивающая сила $F_2 = -\nabla U_2$ определяется как

$$F_2(q) = \begin{cases} \eta\left(\frac{1}{\rho(q, q_{obs})} - \frac{1}{\rho_0}\right)\frac{\nabla\rho(q, q_{obs})}{\rho^2(q, q_{obs})}, & \rho(q, q_{obs}) \leq \rho_0, \\ 0, & \rho(q, q_{obs}) > \rho_0 \end{cases}$$

Сами роботы в составе группы также должны отталкиваться от своих соседей во избежание столкновений. Однако это взаимное отталкивание не должно приводить к рассыпанию группы. Поэтому агенты в составе группы должны ещё и притягиваться друг к другу некоторыми силами, о которых говорится в [3]. Навигационная функция каждого робота задаётся суммой всех действующих на него сил.

В данной работе поставленная задача решается для группы мобильных колёсных роботов путём моделирования сценариев поведения исполнителей в физическом симуляторе Autonomous Robots Go Swarming (ARGOS). Имеется квадратный полигон со случайно расположенными препятствиями выпуклой формы, и агенты должны переместиться из одного угла полигона в противоположный. Роботы работают в режиме реального времени, при помощи датчиков считывают локальную информацию об окружающей среде, на основе чего определяют свою динамику. Задача считается выполненной, если в какой-то момент вся группа роботов локализуется в определённой окрестности заранее заданной целевой точки.

Проведённое исследование позволило прийти к следующему заключению об использовании метода потенциальных полей. Этот метод весьма простой как на идейном уровне, так и на уровне реализации. Имеется немалый опыт его использования, описанный в литературе. Вместе с этим метод обладает и некоторыми недостатками, среди которых особо выделяется зависание исполнителей вблизи локального минимума потенциальной функции. Также моделирование показало, что при определённых параметрах эксперимента роботы, приблизившись к целевой точке, могут начать совершать вращательные движения вокруг этой точки на некотором расстоянии, что также является нежелательным эффектом.

Литература

1. Khatib O. Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots // International Journal of Robotics Research, 1986, № 1, P. 90–98.
2. Ge S. S. Cui Y. J. New potential functions for mobile robot path planning // IEEE Transactions on Robotics and Automation, 2000, № 5, P. 615–620.
3. Reif J. H. Wang H. Social potential fields: A distributed behavioral control for autonomous robots // Robotics and Autonomous Systems, 1999, № 27, P. 171–194.