

0.1. Толстикин А.А. Подход к управлению группой мобильных роботов при решении задачи обследования физического поля, основанный на поведении омаров

В данной работе рассматривается новый подход к обследованию и мониторингу нестационарных физических полей группой неголономных мобильных роботов, вдохновленный поведением омаров. Рассматриваемые физические поля могут иметь различную природу: химическую, биологическую или электро-магнитную. Однако, они имеют ряд объединяющих характеристик, например, скалярность измеряемой величины поля или цель его обследования – поиск источника (источников), образующих физическое поле, или областей с максимальной концентрацией. Актуальность решения данной задачи зависит от типа обследуемого поля и может принимать как практический характер, например, при поиске подводных выходов газовых или термальных источников, так и фундаментальный – при изучении популяций различных биологических видов. Предлагаемый подход к решению задачи объединяет способ движения по приближенно вычисленному градиенту, присущий омарам при поиске пищи, и модифицированную механику стайного поведения, описанную Рейнольдсом [1]. В основе логики управления лежит расчет двух сил, действующих на каждого робота. Кооперирующая сила (1) заставляет роботов выдерживать заданную формацию правильного n -угольника и обеспечивает отсутствие столкновений между ними. Поисковая сила (2), в свою очередь, направляет роботов по вычисленному приближенному градиенту в сторону предполагаемого экстремального значения физического поля.

$$F_{oi} = \sum_{j \in \mathcal{N}_i} \frac{(q_i - q_j)}{\|q_j - q_i\|^2 - L^2} \ln \left(\frac{d^2 - L^2}{\|q_j - q_i\|^2 - L^2} \right), \quad (1)$$

$$F_{fi} = \sum_{j \in \mathcal{N}_i} \frac{q_j - q_i}{\|q_j - q_i\|} (s_j - s_i), \quad (2)$$

где \mathcal{N}_i – множество роботов, не включающее текущего i -го робота, d – желаемое расстояние между роботами, L ($L < d$) – линейный размер роботов, q – вектор координат робота, а s – измеренная величина физического поля роботом.

Для оценки работоспособности предложенного подхода при обследовании нестационарных физических полей была проведена серия экспериментов, включающая как программную часть, реализованную в специализированной тестирующей среде, так и физическую, выполненную в рамках программно-аппаратного комплекса TEMAR [2] для неголономных колесных роботов на базе LEGO EV3.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 20-07-00397 и № 19-08-00746).

*Научный руководитель – д.т.н., академик РАН
Бычков И. В.*

Список литературы

- [1] REYNOLDS C. W. Flocks, Herds and Schools: A Distributed Behavioral Model // SIGGRAPH Computer Graphics. 1987. Vol. 21. N. 4. P. 25–34.
- [2] KOSTYLEV D.A., TOLSTIKHIN A.A., UL'YANOV S.A. Development of the complex modelling system for intelligent control algorithms testing // Proc. Intern. Conf. 42nd International Convention MIPRO 2019. Opatija: MIPRO, 2019. Vol. 1. N. 1. P. 1091–1096.