

УДК 007.52

ЭЛЕМЕНТЫ КОНТАГИОЗНОГО ПОВЕДЕНИЯ В ГРУППЕ ПОДВОДНЫХ РОБОТОВ

В.В. Воробьев (*Vorobev_VV@nrcki.ru*)
НИЦ Курчатовский Институт, Москва

В.В. Карпов (*kvv96@mail.ru*)
НИЦ Курчатовский Институт, Москва

А.С. Наседкин (*alec96@inbox.ru*)
НИЦ Курчатовский Институт, Москва

Аннотация. В работе рассматривается проблематика биоподобной подводной робототехники, сфера применения которой – незаметное наблюдение за акваторией для военных и гражданских нужд, показывается междисциплинарность этого подхода. Особое внимание в работе уделяется вопросам группового поведения роботов, как одного из элементов, необходимых к реализации для создания биоподобного подводного робота. Рассматриваются алгоритм совместного стайного движения и технические аспекты реализации коммуникационной системы роботов для тестирования поведенческих аспектов. Приводятся результаты опытов на реальной группировке АНПА.

Ключевые слова: подводная робототехника, биоинспирированная робототехника

Введение

Одной из задач подводной групповой робототехники является задача создания биоподобных АНПА. Основная сфера их применения – скрытное наблюдение за акваторией для военных (разведка) и гражданских (морские исследования) нужд. Решение этой задачи требует совместных усилий различных специалистов, т.к. биоподобие робота складывается из его поведенческих и морфологических, т.е. внешних свойств, особи. Для этого необходимо разработка новых эффекторов, материалов, сенсоров и датчиков, а также новых алгоритмов, которые позволят роботу вести себя идентично представителю водной фауны как индивидуально, так и в составе группы.

На текущий момент работы в области биоподобной подводной робототехники, в основном, посвящены конструкции таких аппаратов

[Castaño et al, 2019], [Shibata, 2016], методом обеспечения движения [Карпов и др., 2021] и плавучести [Scaradozzi et al., 2017], [Katzschmann et al., 2018]. В [Nissan, 2009] показан алгоритм, позволяющий наземным роботам, используя принципы движения рыб в стае, двигаться в потоке, не сталкиваясь друг с другом. В [Карпов и др., 2021] представлен пример реализации механизма движения за лидером в группе из 3-х биоподобных подводных роботов. Общий вывод после анализа работ: разработка биоподобного подводного робота имеет длительную историю как минимум с начала 90-х годов [Allison, 2021], но при этом вопросы создания биоподобного подводного робота как комплексной проблемы остаются за рамками этих исследований.

В работе речь пойдет об одном из аспектов проблемы – об элементах контагиозного поведения роботов, а именно о задаче совместного стайного движения, в основе которого лежит принцип доминантности.

1 Постановка задачи

Совместное стайное движение является одним из базовых элементов, из которых складывается контагиозное поведение рыб. В свою очередь, реализация такого поведения необходимо для обеспечения поведенческой незаметности АНПА, т.е. он должен себя вести так же, как и реальный биологический объект, в данном случае – рыба. Для этого достаточно сигнальной коммуникационной подсистемы, с крайне ограниченным словарем передаваемых символов, для определения статуса роботов. Тогда стайное поведение сводится к обмену этими статусами между роботами, и тот, чей статус выше определяет поведение группы в целом, т.к. они стараются держаться этого робота и повторять действия за ним.

В связи с этим необходимо реализовать сигнальную коммуникационную подсистему с радиусом действия не менее 300 мм в воде, протестировать ее работу в реальной среде, а также провести ряд экспериментов с реализацией контагиозного поведения подводных роботов.

2 Программно-аппаратный комплекс и эксперименты

Реализован программно-аппаратный комплекс (Рис. 18), численностью 3 шт., с модифицированной системой связи ближнего радиуса действия, которая, в отличие от системы [Карпов и др., 2021], состоит из 20-и параллельно соединенными ИК-диодами, работающими в импульсном режиме, и имеет радиус действия в 400 мм. Излучаемый роботом сигнал кодировался числом таких импульсов в оправляемой пачке. Получая такой сигнал, робот сравнивал его с излучаемым сигналом, и если он был меньше, старался двигаться к его источнику. Благодаря этому формировалась стая

роботов, которая старалась двигаться за лидером группы, повторяя его действия.

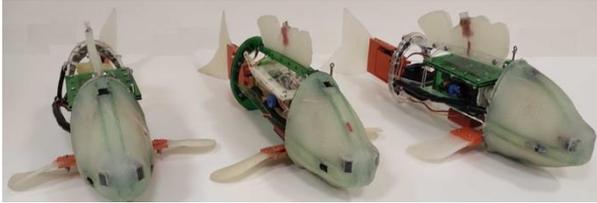


Рис. 18 Подводные роботы

Таким образом, был создан рабочий прототип системы связи ближнего радиуса действия для АНПА на основе ИК канала. Его реализация позволила провести эксперименты в области разработки алгоритмов группового поведения. Эксперименты подтверждают работоспособность базовых механизмов группового поведения и являются основой для дальнейших работ по снижению поведенческой заметности группы АНПА.

Список литературы

- [Allison, 2021] Allison Marsh. Meet Catfish Charlie, the CIA's Robotic Spy [Электронный ресурс]. URL: <https://spectrum.ieee.org/tech-history/silicon-revolution/meet-catfish-charlie-the-cias-robotic-spy>.
- [Castaño et al., 2019] Castaño M.L., Tan X. Model Predictive Control-Based Path-Following for Tail-Actuated Robotic Fish // J. Dyn. Syst. Meas. Control. Trans. ASME. 2019. V. 141. № 7.
- [Katzschmann et al., 2018] Katzschmann R. K., DelPreto J., MacCurdy R., Rus D. Exploration of underwater life with an acoustically controlled soft robotic fish // Sci. Robot. 2018. V. 3. № 16. P. 1–12.
- [Nissan, 2009] Nissan EPORO Robot Car «Goes to School» on Collision-free Driving by Mimicking Fish Behavior - <https://global.nissannews.com/en/releases/release-a193f9ccb50e0c75e6827123be5c6f1d-091001-01-e>.
- [Scaradozzi et al., 2014] Scaradozzi D., Palmieri G., Costa D., Pinelli A. BCF swimming locomotion for autonomous underwater robots: a review and a novel solution to improve control and efficiency // Ocean Engineering. 2017. V. 130. P. 437-453.
- [Shibata, 2016] Shibata M. Fish-Like Robot Encapsulated by a Plastic Film // Recent Advances in Robotic Systems. , 2016.
- [Карпов и др., 2021] Карпов В.В., Наседкин А.С., Воробьев В.В. Об одной реализации стайного поведения в группе подводных роботов // Научно-техническое развитие судостроения-2021., 2021. С. 13.