

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра МОЭВМ

ОТЧЕТ
по учебной практике (НИР)
Тема: Реализация симулятора кормящегося роя

Студент гр. 8303

Алтухов А.Д.

Руководитель

Азаревич А.Д.

Санкт-Петербург

2023

**ЗАДАНИЕ
НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКУЮ РАБОТУ**

Студент Алтухов А.Д.

Группа 8303

Тема практики: Реализация симулятора кормящегося роя

Задание на практику:

Необходимо провести сравнение инструментов для физической симуляции роя роботов.

Сроки прохождения практики: 01.09.2023 – 26.12.2023

Дата сдачи отчета: 20.05.2023

Дата защиты отчета: 20.05.2023

Студент	_____	Алтухов А.Д.
---------	-------	--------------

Руководитель	_____	Азаревич А.Д.
--------------	-------	---------------

АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является разработка симулятора для моделирования решения задачи фуражирования. В работе производится сравнение существующих сред для симуляции роя роботов, анализируется их применимость к задаче фуражирования. Результаты работы могут быть использованы для дальнейшей оптимизации процесса обучения роботов, действующих в реальных условиях.

SUMMARY

The purpose of this paper is to develop a simulator for modeling the solution of the foraging problem. The paper compares existing environments for robot swarm simulation and analyzes their applicability to the foraging problem. The results of the work can be used for further optimization of the learning process of robots acting in real conditions.

СОДЕРЖАНИЕ

Определения, обозначения и сокращения	5
Введение	6
1. Укрупненное описание постановки задачи	7
1.1. Объект исследования.....	7
1.2. Предмет исследования	7
1.3. Цель работы.....	7
1.4. Задачи.....	7
2. Результаты работы в весеннем семестре	8
2.1. План работы	8
2.2. Выбор инструмента для физической симуляции	8
3. описание предполагаемого метода решения	10
4. План работы на весенний семестр.....	12
Заключение	13
Список использованных источников	14
Приложение А	16

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Роевая робототехника – подход к координации нескольких роботов как системы, состоящей из большого количества преимущественно простых физических роботов.

Задача фуражирования – задача, в наиболее общем виде сводящаяся к поиску цели в среде, ее захвату и перемещению в исходную точку [9].

DQN – Deep Q-Network, алгоритм обучения с подкреплением, позволяющий узнать ценность действия в определенном состоянии. Он может решать задачи со стохастическими переходами и вознаграждениями, не требуя адаптации [11].

NN – Neural Network, нейронная сеть.

ВВЕДЕНИЕ

По мере развития робототехники роботы все более активно используются в различных сферах производства и, по оценкам экспертов, эта тенденция сохранится [1][2]. Рои роботов, как часть робототехники, также продолжают исследоваться и совершенствоваться в связи с удешевлением компонентов и изучением новых мультиагентных моделей поведения [3]. Одно из применений роевой робототехники – решение задачи фуражирования, которая имеет множество вариантов практического применения: сбор ресурсов в неизвестной среде (в том числе за пределами поверхности Земли), поисково-спасательные операции, очистка окружающей среды.

Однако существует проблема эффективного применения изученных подходов на практике, так как фуражирование включает в себя координацию нескольких подзадач (разведка, добыча, сбор, навигация), каждая из которых также трудна в исполнении. Помимо этого, для эффективного выполнения задачи требуется кооперация между агентами в виде коммуникации для сигналов другим о том, где находится цель задачи, или для совместной транспортировки целей в случае, если это невозможно выполнить одним роботом [4]. По этим причинам область требует дополнительного исследования.

1. УКРУПНЕННОЕ ОПИСАНИЕ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ

1.1. Объект исследования

Инструменты для физической симуляции роя роботов.

1.2. Предмет исследования

Применимость исследуемых для решения задачи фуражирования с помощью физического моделирования роя роботов.

1.3. Цель работы

Разработка симулятора кормящегося роя.

1.4. Задачи

1. Ознакомление с существующими инструментами для физической симуляции работы роя роботов.
2. Формулирование архитектуры разрабатываемого симулятора.

2. РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ В ВЕСЕННЕМ СЕМЕСТРЕ

2.1. План работы

На время осеннего семестра был запланирован следующий список задач:

1. Исследование инструментов, позволяющих выполнить физическую симуляцию роя роботов.
2. Исследование применимости физических сенсоров для разведки среды.
3. Применение исследованного алгоритма для обучения роботов поведению в физическое среде.

2.2. Выбор инструмента для физической симуляции

Инструменты для сравнения выбирались с учетом выполнения основной функции: поддержки симулирования роя роботов. Также учитывалась их доступность, модель распространения, актуальность и поддержка со стороны разработчиков, использование в других научных исследованиях, существование готовых инструментов для интеграции с сервисами обучения агентов [5]. В качестве подходящих решений выбраны:

1. ARGoS – модульный симулятор, специализирующийся на роевой робототехнике. Поддерживает использование разных конфигураций роботов в составе роя. Предоставляет доступ к различным симуляциям физики и широкому набору сенсоров.
2. Gazebo – 3D симулятор, специализирующийся на физическом взаимодействии со средой. Он генерирует реалистичную обратную связь от датчиков и физически согласованное взаимодействие между объектами, из-за чего используется в основном для сравнения алгоритмов навигации и проверки контроллеров манипуляторов.
3. Webots – симулятор, моделирующий некоторых популярных роботов, используемых в роевой робототехнике, и позволяющий перенести на них написанные программы.

4. CoppeliaSim – кроссплатформенный симулятор, аналогичный Webots, и способный поддерживать разные языки программирования.

В качестве инструмента для дальнейшей работы был выбран ARGoS [6], так как он используется в других недавних научных исследованиях на тему решения задачи фуражирования [7]. Также важным фактором для проведения экспериментов является модульность и большое количество разработанных компонентов, в том числе и сторонними разработчиками. Для ARGoS'а также существуют готовые решения для быстрой интеграции с алгоритмами обучения, такие как TensorSwarm [8].

3. ОПИСАНИЕ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ

Исходя из результатов исследований в этом и предыдущих семестрах, предполагается следующая архитектура решения:

В качестве среды для симуляции поведения роботов выбран ARGoS [6], как специализирующийся на симуляции работы роев роботов и предоставляющий детальную физическую симуляцию передвижения, различных используемых сенсоров и средств коммуникации.

В качестве фреймворка для обучения планируется продолжить использовать библиотеку для Python PettingZoo [9]. Для этого необходимо настроить отдельный Environment, способный коммуницировать с системой ARGoS и получать актуальную информацию о действиях роботов. Для непосредственно обучения роя роботов планируется использовать зарекомендовавшие себя в прошлых исследованиях алгоритмы Reinforcement Learning: реализацию Rainbow DQN из библиотеки Tianshou [10]. Архитектура описанного метода решения представлена на рис. 1.

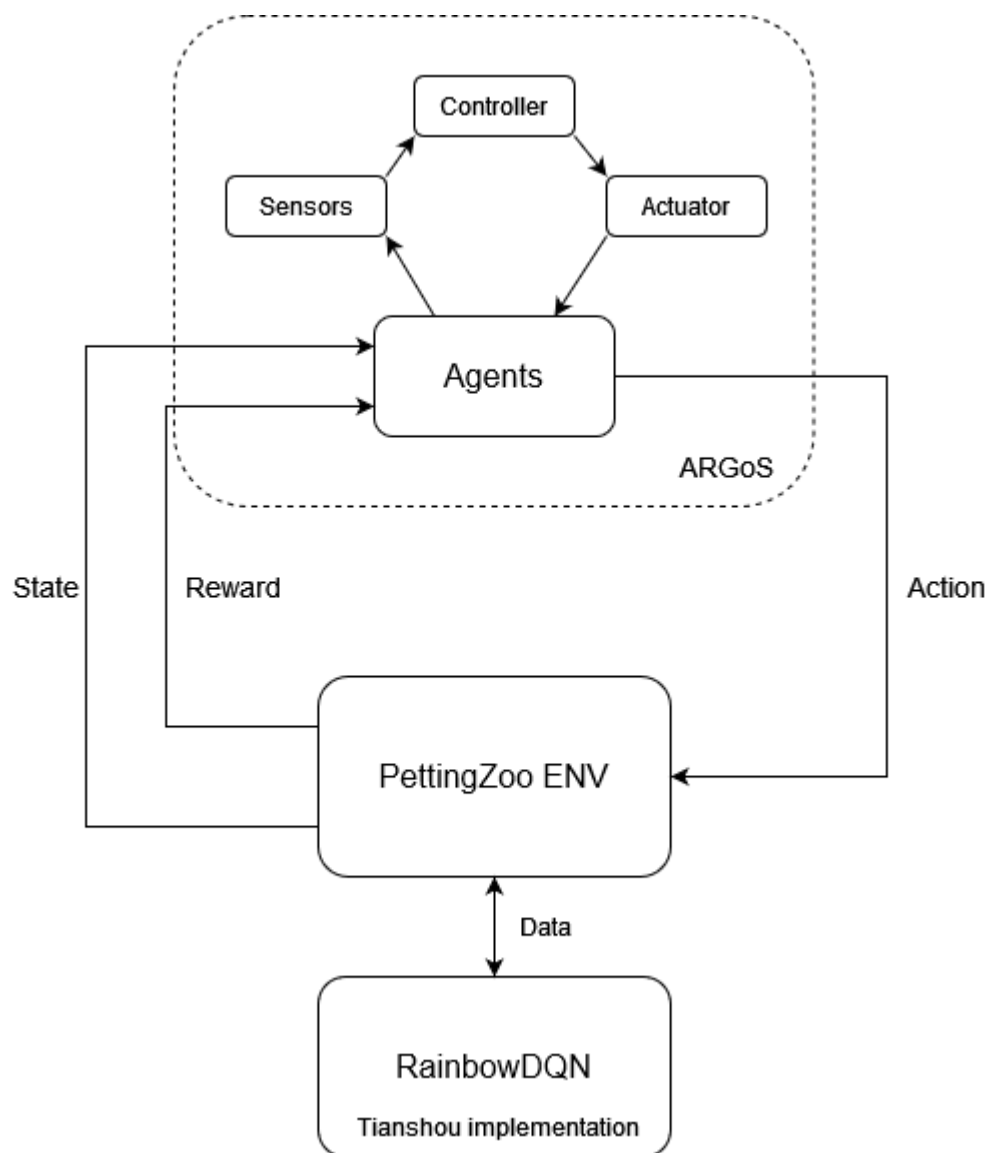


Рисунок 1 – Архитектура предполагаемого решения

4. ПЛАН РАБОТЫ НА ВЕСЕННИЙ СЕМЕСТР

На время весеннего семестра запланирован следующий список задач:

1. Реализация предложенного решения
2. Исследование эффективности алгоритмов RL в условиях физической симуляции
3. Исследование влияния на результаты фуражирования окружения и оснащения агентов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы была выполнено сравнение существующих инструментов для физической симуляции роя роботов. Для этого были сформулированы критерии, которым должен удовлетворять инструмент. По результатам сравнения для дальнейшей работы был выбран ARGoS. С учетом предыдущих исследований была описана архитектура предполагаемого решения. Составлен план работы на весенний семестр.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Оценка мирового рынка робототехники и прогнозирование удвоения среднегодового темпа роста [Электронный ресурс] // Businesswire. URL: <https://www.businesswire.com/news/home/20200127005283/en/Global-Robotics-Market-was-Valued-at-Around-US-34-Billion-in-2019-is-Expected-to-Register-a-Double-Digit-CAGR-During-the-Forecast-Period-2020-2025---ResearchAndMarkets.com> (дата обращения: 24.12.2022).
2. Prediction 2020 the future of robotics next year and beyond [Электронный ресурс] // Zdnet. URL: <https://www.zdnet.com/article/prediction-2020-the-future-of-robotics-next-year-and-beyond/> (дата обращения: 24.12.2022).
3. Efremov M. A., Kholod I. I. Swarm robotics foraging approaches //2020 IEEE conference of Russian young researchers in electrical and electronic engineering (EIconRus). – IEEE, 2020. – С. 299-304.
4. Lu Q. et al. Swarm foraging review: Closing the gap between proof and practice //Current Robotics Reports. – 2020. – Т. 1. – №. 4. – С. 215-225.
5. Calderón-Arce C., Brenes-Torres J. C., Solis-Ortega R. Swarm robotics: Simulators, platforms and applications review //Computation. – 2022. – Т. 10. – №. 6. – С. 80.
6. ARGoS sim [Электронный ресурс] // Argos-sim. URL: <https://www.argos-sim.info/index.php> (дата обращения 20.12.2022)
7. Pradhan A., Boavida M., Fontanelli D. A Comparative Analysis of Foraging Strategies for Swarm Robotics using ARGoS Simulator //2020 IEEE 44th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC). – IEEE, 2020. – С. 30-35.
8. TensorSwarm repository [Электронный ресурс] // Github. URL: <https://github.com/TensorSwarm/TensorSwarm>
9. PettingZoo documentation [Электронный ресурс] // Farama. URL: <https://pettingzoo.farama.org/>

10. Tianshou documentation [Электронный ресурс] // Tianshou. URL:
<https://tianshou.readthedocs.io/en/stable/>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ССЫЛКА НА РЕПОЗИТОРИЙ С РЕЗУЛЬТАТАМИ РАБОТЫ

<https://github.com/Legendorik/robotic-swarm>