**Общая информация о проекте**

Тип проекта

Программный проект, частично исследовательский

Название проекта (на русском языке)

Топологический и комбинаторный анализ активности нейронов в гиппокампе грызуна

Название проекта (на английском языке)

Topological and combinatorial analysis of neural activity in a rodent's hyppocampus

Инициатор проекта

*НИУ ВШЭ*

Подразделение компании / НИУ ВШЭ

НУЛ прикладной геометрии и топологии

Ментор / руководитель проекта

*Айзенберг Антон Андреевич,*

*Ст.н.с., ayzenberga@gmail.com*

Описание содержания проекта

Исследование связи между пространственным положением млекопитающего и активностью нейронов в части мозга, отвечающей за положение.

Цель и задачи проекта

Общая цель – научиться среди всех нейронов в выделенной области мозга выделять те нейроны, которые отвечают за положение мыши. Глобальная нерешенная проблема – научиться выделять такие нейроны вслепую, то есть не опираясь на фактические данные о положении мыши. Прежде чем подступиться к такой задаче, требуется решить несколько промежуточных подзадач. (0) Произвести первичную обработку данных (у наших коллег-биологов имеются данные в форме видеозаписи активности нейронов и видеозаписи движения мыши. Требуется, при помощи наложения масок, выделить на изображении отдельные нейроны и составить временные ряды их активности). (1) Изучить и реализовать стандартные биологические алгоритмы определения нейронов места. (2) Выделить нейроны, максимизирующие взаимную информацию с положением мыши. (3) Провести сравнительный анализ нейронов места и нейронов, полученных максимизацией взаимной информации. (3') Попытка подобрать параметры, при которых нейроны места совпадают с нейронами, максимизирующими взаимную информацию. (4) Проверка и уточнение гипотезы, выдвинутой биологами, о том, что нейроны, максимизирующие взаимную информацию с положением, «собирают» информацию с нейронов места. (5) Проверка и сравнение эффективности различных алгоритмов, позволяющих восстановить топологию и геометрию лабиринта, в котором движется мышь, по данным активности отдельных групп нейронов (имеются в виду как минимум два конкретных алгоритма: один, основаны на теореме Александрова о нерве покрытия, другой – на понижении размерности данных и последующем топологическом анализе). (6) Разработка и экспериментальная проверка различных алгоритмов, позволяющих восстановить геометрию лабиринта, а не только его топологию. (7) Решение задачи восстановления множества нейронов места, если известна лишь часть этого множества. (8) При условии, что известны все нейроны места, кроме одного, найти численные характеристики, выделяющие оставшийся нейрон места среди всех прочих нейронов. (9) Построение, по временным рядам активности нейронов, фильтрованного симплициального комплекса, построение его линков и составление перечня их комбинаторных и топологических характеристик (f-числа, числа Бетти). (10) Попытка выделить нейроны, отвечающие за положение мыши, на основании комбинаторных и топологических характеристик соответствующих линков.

Планируемые результаты

Глобальный результат: лучшее понимание особенностей работы нейронов в отдельно взятой области мозга, отвечающий за пространственную навигацию. В качестве побочных результатов – проверка ряда топологических алгоритмов на эмпирических данных, описание условий и особенности их применимости. В случае успеха есть шанс получить новый алгоритм выделения нейронов места, основанный на максимизации взаимной информации.

Иная информация

Территория выполнения проекта

ФКН ВШЭ. Частично работа делается совместно с работниками Факультета фундаментальной медицины МГУ, но эту часть работы можно делать дистанционно.

**Требования к студентам**

Вид проекта

Командный

Количество студентов на проекте

до 6

Требования к студентам - участникам проекта

Знание основ анализа данных, умение программировать, а также умение и желание разбираться в существующих алгоритмах. Необходимым основам топологии и топологического анализа данных – научим.

Заявки студентов на проект принимаются

на e-mail ayzenberga@gmail.com

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

с 20 сентября 2019 по 30 октября 2019

Формы отбора (собеседование, тестирование, выполнение задания и т.п.)

собеседование

Критерии оценивания результатов выполнения проекта

По совокупности полученных результатов и инициативности. Идеальные кандидаты предлагают собственные алгоритмы обработки и анализа данных и реализуют их. За качественную реализацию предложенных нами алгоритмов оценка будет чуть ниже.

**СПРАВОЧНО**

**Этапы выполнения проекта и оценивание для студентов бакалавриата ПМИ и ПАД**

**(возможны изменения)**

Представление проектов менторами / руководителями студентам

23 сентября - 07 октября 2019 г.

Выбор проектов студентами,

отбор студентов менторами / руководителями

до 31 октября 2019

Период выполнения проекта

ноябрь 2019 - май 2020

Этапы выполнения проекта и форма представления результатов.

1) **Контрольная точка 1 (КТ1)** - 31 января 2020 г., пт

Форма представления результатов - Отчет по КТ1, не менее 5 стр., включающий

• введение.

• Программный проект - актуальность, цель и задачи проекта, задачи каждого студента для командного проекта.

• Исследовательский проект - актуальность, объект и предмет исследования, цель и задачи исследования.

• обзор и сравнительный анализ источников и аналогов;

• выбор методов, алгоритмов, моделей реализации проекта;

• описание функциональных и нефункциональных требований к программному проекту;

Ссылка на данные о временных рядах активности нейронов в виде таблицы

Выполнение этапа оценивается ментором / руководителем по 10-балльной шкале - О(КТ1)

2) **Контрольная точка 2** **(КТ2)** - 10 апреля 2020 г., пт

Форма представления результатов:

Отчет по КТ2 (не менее 5 стр.), включающий

• Описание выбранных и/или разработанных методов, алгоритмов, моделей и т.п.

• Выбор средств и технологий реализации проекта (прогр. проект),

• План проведения вычислительного эксперимента (исслед. проект)

Драфт проекта (ссылка на репозиторий), ссылка на результаты топологических вычислений (фильтрованный комплекс, линки вершин, результаты работы алгоритмов топологического анализа)

Выполнение этапа оценивается ментором / руководителем по 10-балльной шкале - О(КТ2)

3) **Контрольная точка 3 (КТ3)** - защита проекта комиссии.

• Итоговый отчет по проекту (не менее 15 стр.), включающий

• аннотацию

• содержание с указанием номеров страниц

• основные термины, определения и сокращения

• введение

• разделы 1 и 2 (отчеты по КТ1 и КТ2 с исправлениями и дополнениями при необходимости),

• раздел 3 - описание разработанного проекта со ссылкой на репозиторий / план проведения вычислительного эксперимента, анализ полученных результатов.

• заключение с перечислением основных полученных результатов, выводами, направлениями дальнейшей работы

• список использованных источников

• приложения (при необходимости)

• Работоспособное программное обеспечение;

• Отзыв ментора / руководителя с оценкой работы студента по 10-балльной шкале;

• Презентация к защите проекта;

• Выступление с докладом, демонстрация работающего ПО, ответы на вопросы комиссии;

Оценка О(КТ3) выставляется комиссией по результатам защиты с учетом отзыва ментора / руководителя.

Формула итоговой оценки за проект

Оит = 0,2 \* О (КТ1) + 0,2 \* О(КТ2) + 0,6 \* О(КТ3)

**СПРАВОЧНО**

**Этапы выполнения проекта и оценивание для студентов бакалавриата ПИ (возможны изменения)**

**Все проекты - командные**

Выбор проектов студентами,

отбор студентов менторами / руководителями, формирование команд

сентябрь 2019

Период выполнения проекта

октябрь 2019 - март 2020

Этапы выполнения проекта и форма представления результатов.

1) Еженедельные семинары и консультации с руководителем проектной работы ПИ, промежуточные отчеты

2) предзащита проектов (февраль - март 2020)

3) Защита проекта комиссии (март 2020)

• Итоговый отчет по проекту (не менее 15 стр.), включающий

• аннотацию

• содержание с указанием номеров страниц

• основные термины, определения и сокращения

• введение

• разделы 1 и 2 (отчеты по КТ1 и КТ2 с исправлениями и дополнениями при необходимости),

• раздел 3 - описание разработанного проекта со ссылкой на репозиторий

• заключение с перечислением основных полученных результатов, выводами, направлениями дальнейшей работы

• список использованных источников

• приложения (при необходимости)

• Работоспособное программное обеспечение;

• Отзыв заказчика или ментора / руководителя с оценкой работы студента по 10-балльной шкале;

• Презентация к защите проекта;

• Выступление с докладом, демонстрация работающего ПО, ответы на вопросы комиссии;

Оценка О(КТ3) выставляется комиссией по результатам защиты с учетом отзыва ментора / руководителя.