

Стимуляция коры мозга крысы в условиях обучения с положительным подкреплением для выполнения когнитивной задачи

Научный руководитель – Попков Василий Андреевич

Гизетдинова Камила Рафаэлевна

Студент (магистр)

Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И.

Пирогова, Москва, Россия

E-mail: gizetdinova99@mail.ru

Нейроинтерфейсы - устройства, обеспечивающие связь нервной системы и компьютера [3]. Цель их разработки - принести пользу пациентам с серьезными двигательными или неврологическими нарушениями [1]. В настоящее время в нейроинтерфейсы активно интегрируются технологии искусственного интеллекта [2]. Например, была получена гибридная система нематода-ИИ, которая помогала червям более эффективно преодолевать маршруты и достигать пищевой цели. Наша глобальная цель - разработать систему ИИ-животное, в которой млекопитающее могло бы с помощью ИИ решать сложные когнитивные задачи, не поддающиеся решению без интеграции ИИ и нервной системы. В данной работе мы представляем первые результаты начального этапа описанного проекта. Главная цель - собрать и протестировать экспериментальную систему крыса-ИИ на классической модели поведенческого эксперимента.

Мы разработали дизайн тонкопленочных интракортикальных электродов и с помощью технологии лазерной обработки полимерных и металлических пленок получили их рабочие прототипы. Функциональность электродов была проверена путем получения записи спонтанной мозговой активности и измерения импедансов с помощью электрофизиологической установки OpenEphys. Дополнительно был разработан беспроводной электростимулятор, клетка для поведенческих экспериментов (ящик Скиннера) и сопутствующий софт для ее управления.

Половозрелые самцы крыс Wistar подверглись процедуре обучения с положительным подкреплением в ящике Скиннера с двумя педалями и двумя световыми стимулами. После обучения крысам имплантировали интракортикальные электроды в соматосенсорную зону коры головного мозга. После имплантации и восстановительного периода крысы переходили на последний этап, на котором задача заключалась в выборе правильной педали в ответ на стимуляцию соответствующего полушария мозга крысы.

В результате подавляющая часть прооперированных крыс пережили операцию, восстановились и не имели явных неврологических дефектов. Электроды и стимулятор прошли проверку на функциональность. На последнем этапе обучения мы получили простую систему, в которой нейросеть обрабатывает голосовую команду (вопрос) и посылает крысе стимуляцию в соответствующее полушарие, в зависимости от ответа ("да" / "нет"). Были получены животные, процент правильных ответов которых превышал 80%.

Таким образом, была успешно протестирована система крыса-ИИ, которая в будущем будет развиваться и усложняться, что позволит крысе справляться с более сложными задачами.

- 1) Chen Y, Wang F [et al.] Considerations and discussions on the clear definition and definite scope of brain-computer interfaces // Front Neurosci. 2024. No. 18. P. 1449208.
- 2) Li, C., Kreiman, G. & Ramanathan, S. Discovering neural policies to drive behaviour by integrating deep reinforcement learning agents with biological neural networks // Nat Mach Intell. 2024. No. 6. P. 726–738.

- 3) Tai P, Ding P [et al.] Brain-computer interface paradigms and neural coding // Front Neurosci. 2024. No. 17. P. 1345961.