

РАЗРАБОТКА ПЛАГИНА ДЛЯ ВЫСОКОУРОВНЕВОГО АНАЛИЗА НЕЙРОННОЙ АКТИВНОСТИ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННОЙ ВО ВРЕМЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИНИСКОПА

А. И. Ерофеев¹, Е. И. Герасимов¹, С. А. Пушкарева¹, Д. С. Баринов², М. В. Болсуновская², Сянью Ян³, Хаю Ян³, Чэнбинь Чжоу³, О. Л. Власова¹, Уейдонг Ли³, И. Б. Безпрозванный^{1,2}

¹Лаборатория молекулярной нейродегенерации Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, РФ

²Лаборатория «Промышленные системы потоковой обработки данных» Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, Санкт-Петербург, РФ

³Отделение физиологии юго-западного медицинского центра Техасского университета, Даллас, США

⁴Основная лаборатория генетики развития и психоневрологических расстройств, Шанхайский университет Цзяо Тонг, Шанхай, Китай



ПОЛИТЕХ
Санкт-Петербургский
политехнический университет
Петра Великого



Актуальность



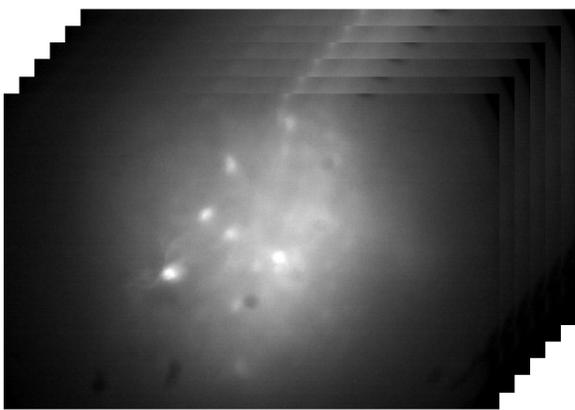
Миниатюрный флуоресцентный микроскоп (минископ) является перспективным средством визуализации активности нейронов. Использование минископа позволяет получать изображения ранее недоступных популяций нейронов в глубине мозга свободно движущихся животных. Тем не менее, обработка первичных данных, полученных с помощью минископа, имеет ряд трудностей: регистрация нейронной активности и ее последующий анализ, в том числе высокоуровневый.

В связи с тем, что в открытых источниках не удалось найти программного инструмента, позволяющего провести высокоуровневый анализ нейронной активности, авторами предложен собственный программный модуль, сочетающий в себе возможности по первичной обработке видеозаписи, процедуру регистрации нейронов для нескольких экспериментов, а также высокоуровневый анализ изменений в нейрональной активности от эксперимента к эксперименту.

Aharoni, D., Khakh, B. S., Silva, A. J., & Golshani, P. (2019). All the light that we can see: a new era in miniaturized microscopy. *Nature Methods*. <https://doi.org/10.1038/s41592-018-0266-x>

Основная часть

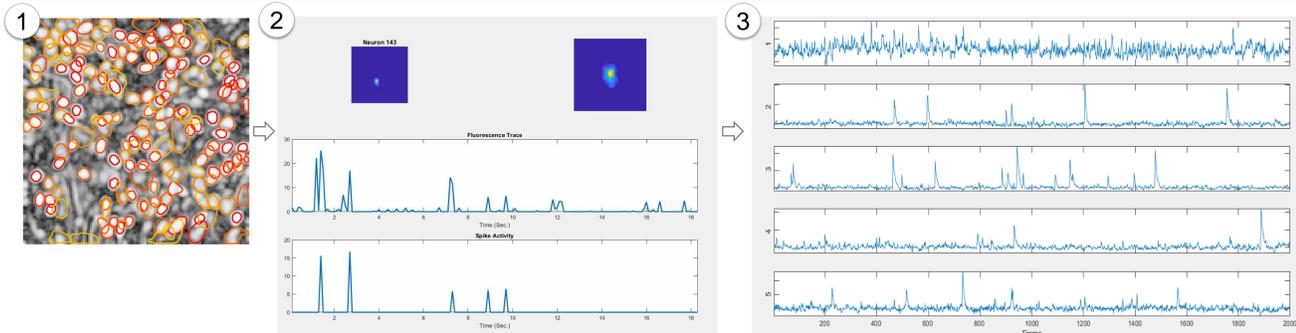
avi → tif



Конвертация файла (raw data), содержащего информацию о нейронной активности *in vivo*, из avi в tif

CNMF-E

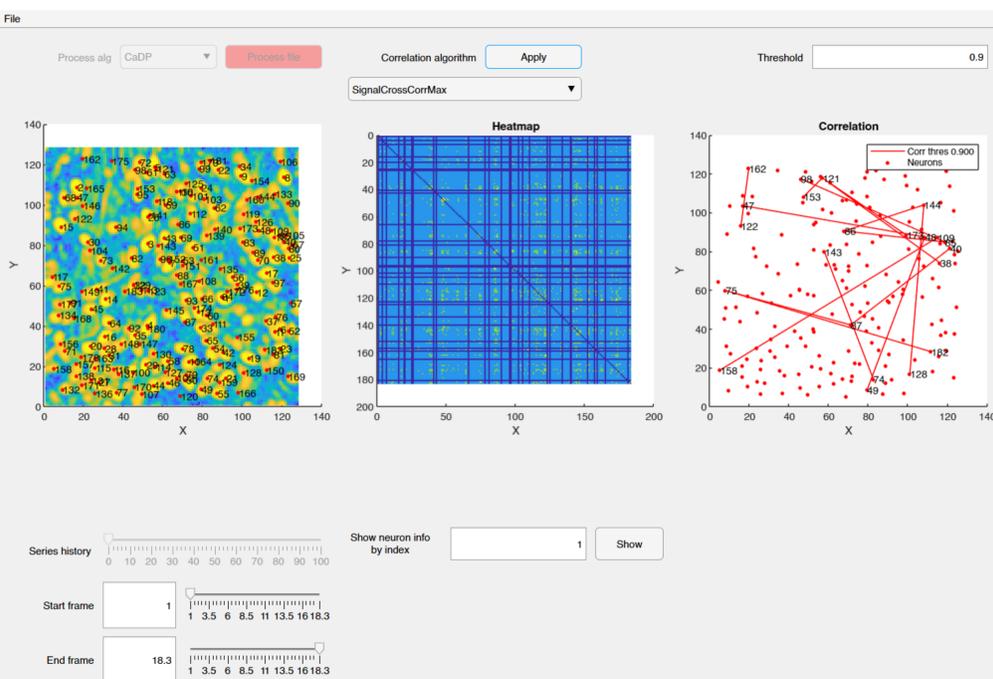
Constrained Nonnegative Matrix Factorization for microEndoscopic data



1. Поиск нейронов на протяжении всей видеопоследовательности (деконволюция, коррекция сдвигов изображения, устранение шумов, выявление перекрывающихся нейронов и т.д.)
2. Анализ динамики кальциевых сенсоров для каждого нейрона по флуоресцентному сигналу ($\Delta F/F$)
3. Конвертация полученных кальциевых трейсов в нейронную активность

Разработанный программный модуль

Экспорт данных в Microsoft Excel из CNMF-E



Графический интерфейс разработанного программного модуля содержит несколько виджетов. Виджет слева иллюстрирует активность нейронов для выбранного кадра единичной видеопоследовательности. Для идентификации нейронов, каждому из них присвоен уникальный индекс. Виджет в центре иллюстрирует тепловую карту корреляции активности нейронов. Виджет слева, демонстрирует карту коррелирующих между собой нейронов с некоторым заданным пороговым значением. Показатель корреляции двух нейронов i и j вычисляется как $corr(i,j) = N_{acti,j} / N$, где $N_{acti,j}$ - число кадров, для которых активность нейронов i и j превышают некоторое пороговое значение, а N - общее число кадров видеопоследовательности.

Ниже расположены:

- инструмент выбора диапазона кадров для расчета корреляционной зависимости, позволяющий выбирать кадры из нескольких экспериментов.
- Инструмент для отображения кальциевых трейсов и соответствующей нейронной активности для выбранного нейрона.

Следующим шагом в разработке плагина планируется добавить реализацию вычисления изменений в корреляционной зависимости между сериями экспериментов.

Финансирование

Работа выполнена при поддержке субсидии на реализацию проектов Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого в рамках Программы повышения конкурентоспособности ведущих российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров (Проект 5-100-2020) на 2020 г и при поддержке гранта РФФИ 19-15-00184 (И.Б. Безпрозванный).