

СИГНАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В НЕЙРОННЫХ СЕТЯХ МОЗГА. ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ ПАТОЛОГИЙ И ТЕСТИРОВАНИЯ ЛЕКАРСТВ

***А.Ю. Симонов¹, В.И. Миронов¹, И.С. Прокин¹, С.Ю. Гордлеева²,
И.В. Мухина³, В.Б. Казанцев²***

¹Нижегородский госуниверситет им. Н.И. Лобачевского

²Институт прикладной физики РАН, Нижний Новгород

³Нижегородская государственная медицинская академия

Моделирование процессов генерации и распространения электрических и химических сигналов в нейрональных сетях мозга является в настоящее время одним из актуальных приложений современных суперкомпьютерных технологий. В работе мы рассматриваем различные аспекты такого моделирования. В частности, процессы биоэлектрической активности диссоциированных культур нейронов гиппокампа могут быть эффективно исследованы в виртуальных моделях спайковых нейронных сетей, связанных между собой посредством синаптических контактов. Объединяемые в большие модельные сети, виртуальные клетки способны демонстрировать эффекты сетевой сигнализации, наблюдаемые экспериментально. Здесь принципиальными моментами являются исследование механизмов генерации и распространения характерных паттернов нейросетевой активности, параметрических условий существования ключевых режимов генерации, механизмов переключения между такими режимами и соответствующих им структурно-функциональных перестроек.

Другая задача связана с компьютерной реконструкцией роста нейрональной сети согласно уравнениям диффузионного транспорта строительных белков и навигации конуса роста дендритных отростков и аксона согласно распределению факторов роста. Ветвление конуса роста описывается в рамках стохастической феноменологической модели. Процесс формирования отростка является зависимым от многих факторов, имеющих как внутриклеточную природу, так и поступающих из межклеточного пространства, которые и являются причиной столь широкого разнообразия типов нейрональных клеток. Процесс удлинения отростка зависит от величины концентрации активных веществ (белков роста), продуцируемых в соме клетки. Пространственное ориентирование отростка осуществляется посредством специальных сигнальных молекул (факторов роста), продуцируемых нейронами, которые, диффундируя сквозь межклеточное пространство, формируют управляющее поле, воздействующее на конус роста нейрита. Применяя данную модель можно конструировать виртуальные сети нейронов с реалистичной морфологией и тестировать различные условия развития нейронных систем в онтогенезе.

Другой тип клеток в мозге, астроциты, а также внеклеточный матрикс мозга, составляющий перинеурональные сети тоже могут принимать активное участие в передаче сигналов между нейронами и влиять на процессы обработки информации и формирования высших когнитивных функций. Например, экспериментально установлено, что кальциевые сигналы в астроцитах связаны с выбросом во внеклеточное пространство особых химических веществ, которые могут воздействовать на пре- и постсинаптические рецепторы, изменяя их функции. Данное направление также является перспектив-

ным в части математического моделирования и создания виртуальных моделей астроцитарных и астроцит-нейронных сетей.

Важной задачей здесь, в том числе и с точки зрения приложений параллельных вычислений, является обработка больших объёмов экспериментальных данных. Примером таких данных являются многоканальные записи электрической активности диссоциированных культур нейронов гиппокампа, выращиваемых на мультиэлектродных зондах. Сигнал с такой культуры регистрируется множеством планарных электродов, расположенных на дне пробирки, в которой выращиваются нейроны. С увеличением пространственного разрешения такой технологии возрастает потребность в вычислительных мощностях, необходимых для обработки и анализа данных. Помимо этого существует ряд задач, в которых требуется обработка потока многоканальных данных в режиме реального времени, например, при формировании моторных команд для управления внешним электронно-механическим устройством (роботом). Такие культуры являются одной из наиболее перспективных экспериментальных моделей для исследования патологических процессов, лежащих в основе многих нейродегенеративных заболеваний. Кроме того данный подход может быть использован для задач тестирования воздействия лекарственных препаратов на функциональное состояние нервной ткани.

В докладе будут изложены основные современные представления в перечисленных областях науки, представлены недавние результаты группы соавторов и сформулированы наиболее интересные и перспективные задачи в этих областях для привлечения высокопроизводительных ресурсов современных суперкомпьютерных технологий.

Thank you for evaluating AnyBizSoft PDF Splitter.

A watermark is added at the end of each output PDF file.

To remove the watermark, you need to purchase the software from

<http://www.anypdftools.com/buy/buy-pdf-splitter.html>