

Укрощение нейронов

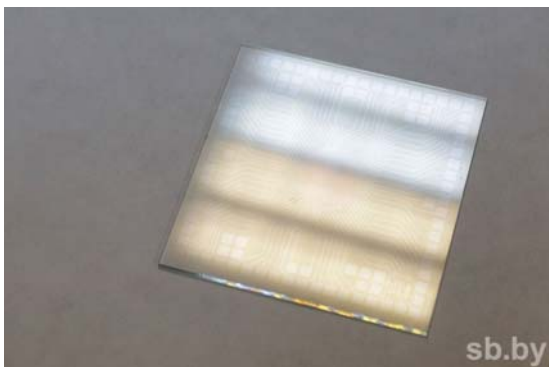


В Беларуси создают 3D-принтер, печатающий биоклетками

Вырастить нейронную сеть «в пробирке» и разработать уникальный 3D-биопринтер, «печатающий» живыми клетками? Для исследователей кафедры биофизики БГУ и лаборатории нейрофизиологии Института физиологии НАН Беларуси это рабочие моменты, а не фантастика. Выяснить, как функционирует мозг, по сути, являющийся большой нейронной

сетью, как он обрабатывает и запоминает информацию, и воссоздать его структуры в виде компьютерных моделей — одна из главных задач для науки. Интерес тут не только медицинский, вроде новых подходов к восстановлению после травм и инсультов. Понимание, как работает наше «серое вещество», стало бы следующим этапом в создании искусственного интеллекта.

— Сейчас есть большой интерес к этой проблематике, при том, что мозг — объект очень сложный для изучения. Европейские ученые, например, объединили усилия в рамках глобального проекта Human Brain Project, чтобы понять, как функционируют определенные участки мозга. Мы берем объект поменьше, имеем дело с нейронами и нейронными сетями. Ведь для решения прикладных задач нужно очень глубокое понимание того, как они работают, — вводит в курс дела Андрей Денисов, который не только заведует научно-исследовательской лабораторией клеточной инженерии и нанобиотехнологий БГУ, но и является ведущим научным сотрудником лаборатории нейрофизиологии Института физиологии.



На первый взгляд устройство, на котором выращивается нейронная сеть — планарный сенсор, выглядит как обычный квадратик тонкого прозрачного стекла. Но в определенной плоскости, если поймать отражение лампы, видно, что в него буквально «вплавлена» целая инфраструктура. По краю идут контакты, а прозрачные проводящие дорожки устремляются в центр «стеклышка». Там и расположены электроды диаметром 30 микрометров. Именно они регистрируют активность нейронов, которые

также дислоцируются точно посередине, ведь именно сюда «приклеивается» мини-инкубатор с ними.

— В этом контейнере созданы соответствующие условия, и нейроны могут жить в нем неделями. Сначала мы помещаем их в инкубатор в виде клеточной суспензии, и они опускаются на дно — десятки, сотни тысяч на участке в несколько квадратных миллиметров... На первом этапе они оседают как отдельные клетки. А потом начинают выращивать отростки — нейриты, которыми соединяются друг с другом, образуют синаптические контакты и формируются в нейронную сеть. Затем она начинает генерировать активность, которую мы регистрируем нашими электродами, — проводит экскурс Андрей Денисов.

Для культивирования нейронной сети *in vitro*, то есть вне живого организма, берутся клетки новорожденных крысят. На формирование активной сети в системе, состоящей из инкубатора и планарного сенсора, уходит 2 — 3 недели. Исследователи не скрывают, что процесс этот крайне непростой. Нейроны капризны. Им нужно очень

точно подобрать условия — температуру, концентрацию газового состава, покрытие поверхности, на которой они могли бы прикрепиться... При благоприятных условиях нейронная структура может существовать до года, но для проведения экспериментов достаточно и трех недель.

Одна из главных задач, которую ставят перед собой исследователи, — стимулирование нейронов, изменение, обучение сети в заданном направлении. В научном мире она пока считается нерешенной. Потому что объект, состоящий из десятков тысяч нейронов, очень сложный. Андрей Анатольевич приводит аналогию:

— Если, допустим, мы возьмем микроэлектронную схему, состоящую из десятков тысяч транзисторов, то в ней каждый транзистор будет одинаков — у него есть определенное, известное поведение, и он подчиняется конкретным законам. В случае же с нейросетью каждая клетка индивидуальна, обладает собственным поведением и каждый раз может давать разный ответ на стимул.

И все же у ученых есть идеи, как укротить эту систему. Одно из решений кроется в упорядочении нейронной сети, создании условий, в которых она росла бы не случайным образом, а в виде заданной структуры — островков, кластеров. Предполагается, что работать с ними и получать более предсказуемый ответ на внешний стимул будет проще.

Вариант такого подхода — «выращивание» не плоской, двухмерной, как сейчас, а трехмерной структуры. На это нацелена работа студента физфака БГУ Дмитрия Кривенчука, который создает 3D-принтер, печатающий биоклетками, — первый подобный в нашей стране. Предполагается, что с его помощью можно будет напечатать объемную конструкцию, в которой нейроны смогли бы расти, поддерживаемые со всех сторон.

— Так мы сделаем более реалистичную модель ткани головного мозга, ведь сейчас, на стекле, сеть получается плоской, — поясняет Дмитрий. — Так как наш биопринтер предназначен для работы с клетками, он будет работать с точностью примерно в десяток микрометров. Довести его до ума планируем за полгода: конструкция, в принципе, уже готова, но создание программного обеспечения, настройка параметров требуют времени.

Недавно Андрей Денисов представлял полученные результаты в Штутгарте на симпозиуме MEA Meeting 2018, где собрались специалисты в области нейронных сетей мозга со всего мира. Разработка наших ученых — выращивание сети на планарных сенсорах — вызвала большой интерес, так как представляет собой достаточно простую систему, которую можно воссоздать в условиях студенческой лаборатории. Это ценно, потому что позволяет сделать исследование нейронных моделей *in vitro* доступным для многих университетов. Ведь коммерческие аналоги крайне дороги.

Кстати, искусственное культивирование нейронных сетей все чаще имеет и практический выход. Запрос идет от фарминдустрии, тестирующей на этих моделях новые препараты, например для лечения эпилепсии. Ведь «в пробирке» можно срежиссировать различные эффекты, в том числе воссоздающие эпилептоподобную активность, и смотреть, как препараты ее подавляют. Ну и, конечно, изучая принципы работы искусственно выращенной нейронной сети, исследователи получают новые знания о том, как обрабатывается информация. Затем это можно будет использовать в более сложных искусственных структурах. Не секрет, что для создания систем искусственного интеллекта — машинного зрения, распознавания образов — многие принципы взяты из биологии.