

для разработки новых лекарств, в том числе направленных против рака и туберкулеза, а также способов и средств их адресной доставки в клетку. Кроме того, уже в недалеком будущем детальное знание структуры, свойств и принципов работы живой материи позволит создавать искусственные природоподобные и биосовместимые системы, у которых свойства и функции повторяют природные аналоги.

На другой дифракционной станции — «Ленгмюр» — исследуют мономолекулярные органические и биоорганические пленки, сформированные на поверхности жидкости. Чтобы понять, насколько это важно, вспомним, что все клеточные мембраны — защитные оболочки и контрольно-пропускные системы клетки — представляют собой двойную липидную пленку. Созданные на станции «Ленгмюр» искусственные мембраны используются как модельный объект при разработке лекарственных препаратов. Возможности станции также широко применяются для разработки гибридных (органических и биоорганических) сенсоров нового поколения.

Другая большая группа методов — методы рентгеновской визуализации. Это и классическая рентгенография, и томография. Оба эти термина мы знаем из медицинской практики. Методы позволяют получить изображение внутренней структуры непрозрачных объектов. Преимущество синхротронного источника — в очень высоком пространственном разрешении: фактически мы имеем дело с рентгеновским микроскопом. На станциях РТ-МТ и «Медиа» визуализируют внутреннюю структуру самых разных конструктивных, функциональных материалов и изделий. Перечень их впечатляет: от композитных материалов до сверхпроводящих кабелей, реакторных материалов и изделий аддитивных технологий. Также эти методы активно используют в медицинской диагностике, исследованиях предметов культурного наследия.

Третья группа методов — спектроскопические, основанные на анализе спектров поглощения, флуоресценции и выхода фотоэлектронов.

Такими методами можно исследовать самые разные сложные химические соединения и химические процессы, например окисления, коррозии, катализа, определять элементный состав образцов, включая микропримеси, изучать оптические и электронные свойства материалов. Все это востребовано в самых разных отраслях.

Синхротронное излучение в последнее время активно применяют и в исследованиях предметов культурного наследия, археологических и палеонтологических находок. Еще одно важное достоинство синхротронных методов: образец не разрушается в процессе исследований, а это незаменимо при работе с дорогостоящими и уникальными объектами.

Одна из интересных совместных работ ученых Курчатовского института со специалистами Государственного исторического музея — изучение предметов из кургана «Черная могила», относящегося к концу X века. Вернее, предметами это назвать сложно, так как при захоронении зажгли традиционный погребальный костер и почти все погребальные предметы спеклись в огромный ком. Еще на стадии подготовки к исследованиям стало понятно, что в этом конгломерате в числе прочих есть особо интересный предмет, который долгое время считался боевым ножом. Однако метод рентгеновской томографии показал, что оба края ножа фестончатые. То есть боевым он не являлся, а имел некий сакральный смысл. Также при помощи рентгеновских изображений был обнаружен очень красивый орнамент скандинавского типа, сделанный и инкрустацией серебряной проволокой. Возможно, это род скипетра — своеобразный символ власти. И это настоящее открытие, сделанное на стыке наук, с помощью уникальных свойств синхротронного излучения.

Очень важно, что на одной площадке с Курчатовским синхротроном работает и нейтронный источник. Их возможности по структурной диагностике материалов взаимодополняют друг друга. Во всем мире всего несколько научных центров, где есть и синхротрон, и нейтронный источник. Тут же, на территории Курчатовского института, работают нанофабрика, суперсовременная лаборатория электронной микроскопии, медико-биологические лаборатории. То есть для разных исследовательских задач используются самые разные, взаимодополняющие методы. Благодаря этому появляется возможность изучать микро- и наномир с разных точек зрения, перейти на качественно новый уровень диагностики, подобно тому, как бинокулярное зрение дает людям ощущение глубины — третьего измерения. ■

НЕЙРОКОГНИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КУРЧАТОВСКОМ ИНСТИТУТЕ

РАБОТА ОТДЕЛА НЕЙРОКОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КУРЧАТОВСКОГО НБИКС-ЦЕНТРА ВЕДЕТСЯ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ СРАЗУ МНОГИХ НАПРАВЛЕНИЙ НАУК И ТЕХНОЛОГИЙ, ВХОДЯЩИХ В СПЕКТР НБИКС,— ЭТО И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА, И НЕЙРОФИЗИОЛОГИЯ, И КОГНИТИВНАЯ ПСИХОЛОГИЯ, И ДАЖЕ ЛИНГВИСТИКА.

СЕРГЕЙ ШИШКИН, КАНДИДАТ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК, НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА НЕЙРОКОГНИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В отделе нейрокогнитивных технологий изучают механизмы работы человеческого мозга, психики и коммуникации между людьми и на основе этих исследований разрабатывают новые технологии. Одна из наиболее ярких разработок отдела последнего времени — конструктор эмоционально окрашенной речи для программирования небольшого робота.

ЭМОЦИОНАЛЬНАЯ МАШИНА Робот (он тоже разработан в отделе) «произносит» заданный ему текст, снабженный специальной «эмоциональной» разметкой. Эта разметка определяет не только интонацию, с которой должны произноситься слова, но и то, какой мимикой и жестами они сопровождаются. У него время от времени меняется выражение «лица» и очень естественно двигаются голова и ручки.

«Окрашивание» речи робота эмоциями производится с помощью специального языка BML, который используется в программировании поведения виртуальных антропоморфных персонажей, например, компьютерных игр. Однако само по себе такое программирование не даст естественного поведения персонажа: если подбирать сочетания речи с жестами и мимикой наугад, они часто выглядят фальшивыми. Сотрудники отдела долгое время записывали на видео и исследовали примеры поведения сотен людей в диалоге и монологе в естественных ситуациях, и именно это позволило им разработать такие кирпичики эмоционального речевого и жестово-мимического поведения, из которых можно легко собирать естественное поведение робота.

Не так давно с роботом пообщалась группа школьников. Им была поставлена задача научить робота с выражением читать стихи и произносить монологи. Хотя большинство ребят впервые знакомилось с языком BML, они освоили программирование робота очень быстро. После нескольких часов таких занятий школьники уже смогли углубиться в нюансы декламации при использовании различных приемов интонации, мимики и жестов. Они самостоятельно

определяли, когда робот выглядит неумеренно пафосным и смешным и какие приемы «программирования» эмоций делают его речь, напротив, наиболее убедительной.

РУКИ ПРОЧЬ ОТ КОМПЬЮТЕРА Другое направление работы отдела нейрокогнитивных технологий, в котором объединяются совершенно, казалось бы, несоединимые области фундаментального знания и техники, — это разработка новых типов человеко-машинных интерфейсов — устройств, с помощью которых человек управляет различной техникой. Сегодня существуют два новых вида таких интерфейсов, позволяющих взаимодействовать с компьютером без помощи рук, — это системы управления с помощью взгляда и системы управления с помощью сигналов мозгового происхождения: интерфейсы «мозг—компьютер» (ИМК). В первую очередь такие интерфейсы необходимы для помощи парализованным людям, но все чаще рассматривается возможность их использования и здоровыми людьми.

ИМК и систему управления с помощью взгляда обычно разрабатывают в разных лабораториях, но в отделе нейрокогнитивных технологий Курчатовского НБИКС-центра занимаются обоими интерфейсами. Здесь также создают гибридные интерфейсы, объединяющие положительные стороны и тех и других.

ВЗГЛЯД ВМЕСТО МЫШИ Прежде чем навести курсор на ссылку или «кнопку» на компьютерном экране и сделать клик, мы сначала смотрим на них, ненадолго задерживая взгляд, иначе мы бы постоянно промахивались. После того как решено, куда кликать, нам еще нужно взять в руки мышку, подвести курсор к цели, проверить, точно ли мы в нее попадаем...

Не слишком ли много лишних действий, если место на экране, по которому мы хотим кликнуть, можно определить уже по направлению нашего взгляда? Действительно, технологии, которые это делают, существуют: в их ос-

нове лежит отслеживание направления взгляда с помощью специальных видеокамер. Эти технологии все шире используются в ассистивных устройствах, дающих парализованным людям возможность управлять компьютером и с его помощью общаться со всем миром.

Но как только взгляд приобретает способность «кликать», подобно компьютерной мыши, он начинает делать «клики» на каждом объекте, заинтересовавшем пользователя. Это так называемая проблема прикосновения Мидаса, получившая название по имени царя Мидаса из древнегреческих мифов, который превращал в золото все, к чему прикасался. Избежать ее очень сложно: глазу естественно автоматически наводиться на то, что нас заинтересовало, и мы чаще всего совершенно не замечаем эту постоянно идущую работу.

И вот тут на помощь приходит интерфейс «мозг—компьютер». Когда пользователь взаимодействует с компьютером, он ожидает, что в ответ на его действия будет что-то происходить — например, будет меняться цвет ссылок и кнопок. А состояние ожидания сопровождается возникновением в электрических сигналах, идущих из мозга — электроэнцефалограмме, особой волны, которая так и называется — волна ожидания.

Специалисты отдела нейрокогнитивных исследований Курчатовского НБИКС-центра в ходе работы, в которой участвовали и студенты московских вузов, впервые выяснили, что именно такая волна возникает и при взаимодействии с компьютером с помощью взгляда. Исследователям удалось разработать интерфейс «мозг—компьютер», выявляющий ее в коротких (менее секунды) отрезках электроэнцефалограммы с помощью специальных математических алгоритмов и разрешающий компьютеру откликаться только на задержки взгляда, в которых эти алгоритмы ее обнаруживают. В сочетании с распознаванием направления взгляда получается то, что в отделе называют интерфейс «глаз—мозг—компьютер». ■



ИССЛЕДОВАТЕЛЯМ УДАЛОСЬ РАЗРАБОТАТЬ ИНТЕРФЕЙС «МОЗГ—КОМПЬЮТЕР», ВЫЯВЛЯЮЩИЙ ВОЛНУ ОЖИДАНИЯ НА ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЕ С ПОМОЩЬЮ СПЕЦИАЛЬНЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ, И РАЗРЕШАЮЩИЙ КОМПЬЮТЕРУ ОТКЛИКАТЬСЯ ТОЛЬКО НА ЗАДЕРЖКИ ВЗГЛЯДА, В КОТОРЫХ ЭТИ АЛГОРИТМЫ ЕЕ ОБНАРУЖИВАЮТ