**Кем управляются биологические системы**

Пентагон готовит к бою крыс-киборгов и роботов-жуков

Сергей Бобровский

В начале мая издание Los Angeles Times рассказало, как ученые Нью-Йоркского университета создали крыс-киборгов.

Животные со вживленными в мозг электродами, снабженные миниатюрными видеокамерами, по дистанционной (с расстояния до 500 м) команде оператора с ноутбука поворачивали во время движения в нужные стороны, залезали на деревья и целенаправленно пробирались по норам и тоннелям. Как правило, такого рода исследования выполняются под видом заботы о службах спасения и инвалидах. Надо отметить, что обычные роботы со схожими возможностями появятся еще нескоро. Но кто же истинный заказчик подобных исследований и насколько реальна отдача от них?

Во-первых, неверно воспринимать подопытных крыс как совершенные биокибернетические автоматы, безропотно подчиняющиеся чужой электронной воле. На самом деле данная технология основана на давным-давно известном Павловском принципе "стимул - реакция", т. е. на заранее выработанном условном рефлексе. Управлять действиями крыс точно так же можно с помощью световых или звуковых сигналов. Просто новый способ благодаря развитию электроники обеспечивает очень высокое качество передачи стимула, хотя все равно не гарантирует стопроцентного выполнения соответствующей реакции. Вполне возможно, что в некоторых ситуациях крысы будут неадекватно реагировать на команды, стимулирующие различные участки их мозга. Ведь общеизвестно, что сильное возбуждение определенной зоны мозга вызывает более слабое возбуждение смежных зон.

Во-вторых, попытка перевода этих исследований на коммерческую основу вызовет конфликт с активно обсуждаемыми в США законами о компьютерной безопасности - такими, как DMCA, по которому был осужден российский программист Дмитрий Скляров. Законы требуют от разработчиков всех программируемых устройств реализации встроенных схем защиты от взлома. В данном проекте электронные сигналы посылаются в крысиный мозг в открытом виде, "как есть", и чтобы обеспечить их защиту от чисто теоретического перехвата или искажения (в соответствии с нормами нередко абсурдного американского права), необходимо, как минимум, реализовать механизм шифрования этих сигналов. Получается, что для этого на принимающем конце - в мозгу крысы - надо установить декодирующее устройство, микросхему. Хотя все равно останется небольшой открытый участок проводков от такой микросхемы до соответствующего участка мозга.

В-третьих, практически все подобные проекты - а их в США десятки, и занимаются ими почти все ведущие североамериканские университеты - давно выполняются в рамках программы "Управляемые биологические системы" военно-научного агентства DARPA (ранее называвшейся "Разработка биоимитационных роботов на базе гибридных технологий мозг - машина"). Цель программы, как заявляют военные, исключительно оборонная - видимо, в такой же степени, в какой первоначально были оборонными проекты по созданию беспилотных самолетов Predator и Global Hawk, использовавшихся затем во время войны в Афганистане и Югославии.

Проводимые исследования можно подразделить на три основные группы.

1. Создание автономных роботов, имитирующих движение живых существ, и анализ принципов их взаимодействия с окружающим миром. Одна из наиболее важных характеристик разведывательных устройств - их миниатюрность. Однако, например, законы аэродинамики, которыми руководствуются создатели обычных самолетов, не применимы, когда дело касается автономных самолетиков размером несколько сантиметров, двигающихся со скоростью два-три метра в секунду. Поэтому принципы движения стрекоз и мух находятся под самым пристальным вниманием ученых. Остается нелегкой задачей навигация маленьких летающих машин. GPS-приемник для них довольно тяжел, и специалисты разрабатывают механизмы управления полетом, основанные на особенностях зрения насекомых. Предполагается, что в будущем системы искусственного зрения, а также наборы датчиков положения Солнца и уровня магнитного поля Земли окажутся значительно дешевле, легче и энергетически экономнее ныне существующих навигационных приборов. Ведь каждому миниатюрному роботу, входящему в состав группы из десятков и сотен ему подобных, необходимо тщательно и очень быстро отслеживать траекторию своего движения, чтобы избежать столкновений.

Также не удается пока эффективно применять небольшие колесные и гусеничные автономные машины. Они мало пригодны для передвижения по каменистой местности, городским развалинам, узким извилистым тоннелям, лестничным пролетам. А вот шагающие роботы, созданные с учетом способов передвижения насекомых, оказываются в таких условиях на удивление проворными. Подобные устройства, способные синхронно управлять множеством механических ног, смогут вдобавок самостоятельно выполнять поставленную задачу, длительное время действуя без связи с оператором, строить карту динамически меняющейся среды и правильно определять свои координаты.

Полезны и исследования внутреннего строения живых существ и их отдельных органов. Так, изучение некоторых видов жуков позволит, как полагают в DARPA, создавать инфракрасные датчики, способные обнаруживать с больших расстояний пространственное положение источников тепла. А анализ кожного покрова морских ежей открывает возможности для производства материалов, способных быстро восстанавливать свое состояние и форму и динамически изменять уровень упругости. В данных исследованиях большое внимание уделяется разработке искусственных мускулов. Они требуют очень мало энергии, характеризуются длительным сроком службы и сегодня представляют собой прекрасные двигатели для роботов размером около сантиметра.

2. Управление движением живых существ (таких, как грызуны и насекомые) и контроль за ним. В дополнение к исследованиям, касающимся использования крыс в роли разведчиков, работы по данному направлению позволяют эффективно выявлять малые концентрации химических веществ или спор бактерий в окружающей среде, что подчас не под силу современным искусственным датчикам. Например, у некоторых видов насекомых при появлении в атмосфере микроскопических доз отравляющих веществ существенно меняется траектория движения. Для контроля за положением отдельных особей создаются миниатюрные средства связи, питающиеся от солнечной энергии, а также ультразвуковые излучатели массой около 10 мг, позволяющие отслеживать местонахождение насекомых на расстояниях до 2 км.

Живые организмы как "устройства" для сбора в масштабе реального времени оперативной информации соблазняют безнравственных экспериментаторов прежде всего своей дешевизной, а также высокой чувствительностью и коротким временем реакции на внешние раздражители. Предполагается не только "совершенствовать" животных путем имплантации искусственных элементов, но и направленно повышать возможности их восприятия и способность к обучению и выполнению команд с применением технологий генной инженерии. Продолжаются многолетние исследования дельфинов. Уже выпускаются оригинальные сонары, основанные на принципах функционирования органов этих млекопитающих, улавливающих ультразвук, с помощью которых они общаются друг с другом. Более того, военным удалось познать способы, которыми пользуются дельфины при поиске различных целей и при классификации искусственных и естественных объектов.

3. Управление автономными устройствами с помощью сигналов, получаемых непосредственно от мозга и нервной системы человека. Если судить по официальной информации, эксперименты на людях и обезьянах, ведущиеся с 60-х годов прошлого века, позволили собрать достаточный объем данных для определения шаблонов электромагнитной активности нервной деятельности и создания на их основе системы дистанционного управления кибернетической рукой. Такая рука выполняет мысленно отдаваемые команды и обеспечивает при этом через обратную связь контроль за прикладываемыми усилиями. Эти проекты важны прежде всего тем, что позволяют реализовывать максимально быстрые человеко-машинные интерфейсы.

Сегодня подобные военно-научные программы нацелены преимущественно на обеспечение сбора разведывательной информации. Однако не исключено, что завтра станут реальностью армии управляемых боевых крыс-мутантов, полчища миниатюрных роботов-тараканов, вооруженных электрошокерами и ядовитыми иглами, команды дельфинов-диверсантов, обученных уничтожению подводных лодок, и кибер-стервятники, способные атаковать истребители по мысленной команде оператора, расположенного за тысячи километров от конфликта. А может быть, появятся и люди-зомби, управляемые с мобильных компьютеров из браузера - теоретические предпосылки для реализации такого проекта существуют уже сегодня.