

УДК 681.3

В.А. ЯЩЕНКО*

ОТ МНОГОМЕРНЫХ РЕЦЕПТОРНО-ЭФФЕКТОРНЫХ НЕЙРОПОДОБНЫХ РАСТУЩИХ СЕТЕЙ К ЭЛЕКТРОННОМУ МОЗГУ РОБОТОВ

*Институт проблем математических машин и систем НАН Украины, Киев, Украина

***Анотація.** У статті розглядається концепція розробки електронного мозку робота на базі матричного представлення багатозв'язних, багатовимірних нейроподібних зростаючих мереж. Коротко розглянуто функціональну організацію та структурну схему мозку робота. Показано переваги запропонованої архітектури у порівнянні з існуючими.*

***Ключові слова:** електронний мозок робота, функціональна організація, структурна схема.*

***Аннотация.** В статье рассматривается концепция разработки электронного мозга робота на базе матричного представления многосвязных, многомерных нейроподобных растущих сетей. Кратко рассмотрены функциональная организация и структурная схема мозга робота. Показаны преимущества предлагаемой архитектуры в сравнении с существующими.*

***Ключевые слова:** электронный мозг робота, функциональная организация, структурная схема.*

***Abstract.** The concept of development of electronic robot brain based on the matrix representation multiply, multidimensional neural-like growing networks were examined in the paper. The functional organization and block diagram of robot brain were briefly examined. The advantages of the proposed architecture in comparison with existing ones were shown.*

***Keywords:** electronic robot brain, functional organization, block diagram.*

1. Введение

В июле этого года в Нью-Йорке прошел Второй международный конгресс «Глобальное будущее 2045» (Global Future 2045). В отличие от Первого конгресса форума «Глобальное будущее 2045», прошедшего в прошлом году в России практически не замеченным, в Нью-Йорк на это мероприятие аккредитовалось порядка 200 журналистов из ведущих СМИ. Здесь выступали известные футурологи, учёные, инженеры, специалисты в области нейронаук, духовные лидеры и общественные деятели в частности: основатель лаборатории искусственного интеллекта в Массачусетском технологическом институте Марвин Минский; директор по техническим разработкам корпорации Google изобретатель Рэй Курцвейл; писатель и предприниматель, крупнейший индивидуальный благотворитель Оксфордского университета Джеймс Мартин; разработчик технологии протезирования мозга в Центре нейроинженерии университета Южной Калифорнии Теодор Бергер; создатель теории субстрат-независимого разума Рэндал Куне; разработчик теории о возможной квантовой телепортации сознания в альтернативное тело Стюарт Хамерофф; основатель первой в России лаборатории по нейроинтерфейсам Александр Каплан и другие.

В течение двух дней шло бурное обсуждение перспектив искусственного интеллекта, вопросов эволюции индивидуального сознания, бессмертия и духовного развития человека. Руководитель компании United Therapeutics Мартин Ротблат сообщил, что компания с 2016 г. планирует начать массовую пересадку распечатанных на 3D принтерах искусственных органов человека.

Организатор и президент форума российский миллиардер, генеральный директор интернет-компании Newmedia Stars, основатель движения «Россия-2045» Дмитрий Ицков

излагает своё кредо следующим образом: «Человек должен быть свободным от ограниченной биологической природы, смерти, гравитации».

Конгресс обозначил своей целью создание научного мегапроекта «Аватар», включающего в себя разработку антропоморфных роботов, интерфейсов «мозг – компьютер», исследования в области нейропротезирования и моделирования мозга, изучение сознания и способов переноса «Я» человека на небиологический субстрат [1].

2. Интеллектуальные компьютеры, облачная робототехника и роботы

Компания IBM разрабатывает компьютер, обладающий интеллектом. Такие компьютеры должны быть способны к анализу неопределенных ситуаций, абстрактному мышлению, самообучаемости и решению проблем при помощи комплексного восприятия внутренних знаний и изменений окружающего мира. В помощь инженерам IBM предоставлены ученые из Стэнфордского, Корнеллского и Калифорнийского университетов. Компания собирается построить электронный аналог головного мозга, проработать новую вычислительную архитектуру с аналогами нейронов и синапсов. И на базе новых элементов создать самообучающийся искусственный разум.

Другие исследовательские коллективы работают над идеей создания роботов, которые через распределенную сеть компьютеров получают доступ к огромному количеству данных и фактически неограниченной вычислительной мощности. Этот подход называют «облачной робототехникой». Робот подключается к компьютерному «облаку», отправляет в «облако» распознаваемое изображение объекта и получает обратно название объекта, его 3D изображение и инструкцию, как этим объектом пользоваться [2].

Японский исследователь робототехники, профессор Университета Осаки, руководитель «Центра дружественные человеку роботы на основе когнитивной неврологии» («Center of Human-friendly Robotics Based on Cognitive Neuroscience») Хироси Исигуро создал человекоподобного робота Geminoid HI-1. Этот робот – точная копия самого ученого, может двигаться, разговаривать голосом Исигуро, передавать эмоции и следить глазами за собеседником. «Такого робота можно сравнить с очень продвинутым мобильным телефоном», – говорит Исигуро, который использует гоминоида в качестве аватара (робота телеприсутствия) для общения с коллегами в других городах Японии.

Швейцарская компания MacroSwiss при содействии специалистов армии США разрабатывает проект создания робота-шпиона. Данное изделие способно проводить целевую разведку в условиях высокого риска и трудного доступа к целям. Датчик передает на командный пункт видеообразы и звуковую информацию при любых погодных условиях.

В некоторых странах роботы используются не только как шпионы, но и как боевые единицы.

В XXI веке большую часть боевых задач будут решать роботы – от беспилотных летательных аппаратов до автоматических бронированных машин. И если XX век можно смело назвать веком ядерного оружия, то в XXI востребованным будет электромагнитное, или, как его еще называют, микроволновое оружие, выжигающее компьютерный мозг противника.

Однако первые попытки использования роботов в Ираке показали, что у них имеются очень большие проблемы с управлением. По публикациям в прессе первая партия роботов, участвовавшая в боевой операции в Ираке, потеряла управление и открыла огонь без команды оператора. Кевин Фахей, ответственный в США за внедрение боевых роботов, подтвердил, что роботы потеряли управление и не поддавались командам удаленного оператора. По его мнению, на их доработку и повышение интеллекта нужно потратить еще от 10 до 20 лет.

Американское агентство передовых оборонных исследовательских проектов (DARPA) финансирует создание гуманоида Атлант (Atlas). Он имеет голову с лазерными и стереоскопическими сенсорами, встроенный компьютер и 28 подвижных суставов.

Гуманоид Атлант – это физическая оболочка, которая остро нуждается в разработке электронных мозгов. В июне семь команд разработчиков получили по одному роботу и приступили к его совершенствованию [3].

Инвестирование DARPA этого проекта объясняется необходимостью создания электронных мозгов для роботов, которые в своем техническом исполнении достигли значительных результатов. Они умеют бегать, танцевать, разносить подносы с напитками, рекламировать товары, скакать на одной ноге, обходить препятствия, демонстрируют устойчивость к ударам и пр. Но большинство этих задач решаются либо жестким программированием действий робота, либо под управлением скрытых операторов, контролирующих каждое движение робота и задающих его ответные действия.

Таким образом, необходимость в разработке «электронных мозгов» для роботов достигла своего апогея.

3. Нейротехнологии – основа создания электронного мозга роботов

Философ, профессор Оксфордского университета, известный своими работами об антропном принципе, основатель Всемирной ассоциации трансгуманистов Ник Бостром в рассуждениях о разработках моделей мозга человека смотрит еще дальше и видит путь к бессмертию. Он утверждает: «Цифровой путь [бессмертие] – это наша возможность разработать технологию полного копирования мозга, когда мы могли бы создать очень подробную модель конкретного человеческого мозга и воспроизвести ее на компьютере. Тогда мы имели бы потенциал бесконечного существования, создавали бы запасные копии человека и тому подобное...» [4].

Доктор технических наук, заслуженный деятель наук России Александр Иванович Галушкин считает, что построение мозга роботов возможно на базе нейросетевых технологий. Он говорит: «Я убежден в том, что нейросетевые технологии – это основа построения будущих систем управления роботами, то есть мозга будущих роботов».

Судьба так распорядилась, что исследования и разработки автора в течение последних 20 лет проводились именно в этом направлении. После того, как была создана теория искусственного интеллекта на базе ранее разработанного нового типа нейронных сетей (многосвязные, многомерные нейроподобные растущие сети) и создан ряд моделей интеллектуальных систем, автор пришел к выводу, что искусственный интеллект и собственно электронный мозг робота в первую очередь может быть создан на основе нейроподобных технологий.

В настоящее время нам удалось на базе теории многомерных нейроподобных растущих сетей [5–7] разработать методологию создания электронного мозга для роботов и продвинутых интеллектуальных систем различного назначения, а также интеллектуального управления произвольными объектами, имеющими сенсоры и исполнительные механизмы.

Технология может быть успешно применена для создания:

- интеллектуальных вычислительных систем с новой ассоциативной, не фон Неймановской архитектурой;
- роботов различного применения;
- роботов-андроидов с интеллектом, равным интеллекту человека.

Новый тип нейронных сетей позволил успешно моделировать функции восприятия, анализа и распознавания визуальной информации по аналогии с процессами, протекающими в зрительной системе человека. Моделировать функции условных и безусловных рефлексов, которые, по И.П. Павлову, являются базой условно рефлексорной деятельности

мозга человека, обеспечивающих адекватные и наиболее совершенные отношения организма к внешнему миру, то есть обучению, самообучению методом проб и ошибок, самообучению и запоминанию с помощью чтения текстов, самообучению – подражанием, самообучению с использованием механизма условных рефлексов и выработки поведения.

4. Функциональная организация мозга роботов

Функционально мозг робота представляется в виде взаимодействия трех основных блоков (рис. 1):

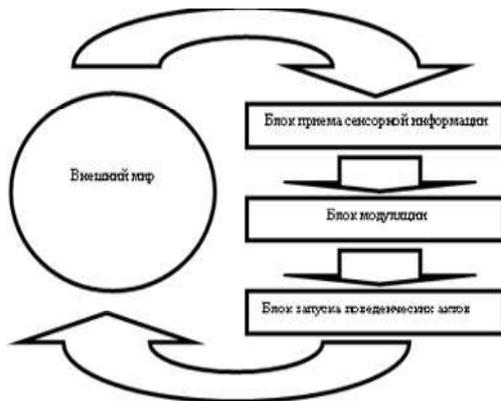


Рис. 1. Функциональная схема мозга робота

- 1) блок приема и переработки сенсорной информации – сенсорная система (анализаторы);
- 2) блок модуляции, активации нейроподобной системы – модулирующая система мозга;
- 3) блок программирования, запуска и контроля поведенческих актов – моторная система (двигательный анализатор).

4.1. Сенсорная система мозга роботов

Основные функции сенсорной системы:

- 1) обнаружение, различение, детектирование признаков, опознание образов;
- 2) передача, преобразование и кодирование сигналов.

Обнаружение и первичное различение сигналов обеспечивается рецепторами, а детектирование и опознание сигналов – нейроподобными элементами. Передачу, преобразование и кодирование сигналов осуществляют нейроподобные элементы всех слоев сенсорной системы. Обнаружение сигналов начинается в рецепторе – специализированном сенсоре (датчике), приспособленном к восприятию раздражителя определенной модальности и преобразованию его в сигнал возбуждения. В зависимости от природы раздражителя рецепторы подразделяются на фоторецепторы, механорецепторы, к которым относятся слуховые, вестибулярные рецепторы и тактильные рецепторы кожи, рецепторы опорно-двигательного аппарата.

4.2. Модулирующая система мозга робота

Аппаратом, выполняющим роль регулятора уровня активности, а также осуществляющим избирательную модуляцию и актуализацию приоритета той или иной функции, является модулирующая система мозга.

Первым источником активации является активность внутренних элементов робота, его потребности (например, потребность в подзарядке аккумуляторов). Любые отклонения от жизненно важных параметров или вследствие избирательного возбуждения различных отделов мозга приводят к выборочному «включению» определенных процессов, совокупная работа которых обеспечивает достижение оптимального состояния для данного вида деятельности робота.

Второй источник активации связан с воздействием раздражителей внешней среды. Ограничение контакта с внешней средой (понижение сенсорной активности) приводит к значительному снижению тонууса (возбудимости) нейроподобных элементов мозга.

4.3. Моторная система (двигательный анализатор) мозга робота

В функциональной организации мозга робота двигательный анализатор, так же, как и в функциональной организации мозга человека, занимает особое место. Для двигательных областей характерен, прежде всего, синтез возбуждений различной модальности с биологически значимыми сигналами и мотивационными влияниями. Им свойственна дальнейшая, окончательная трансформация афферентных влияний в качественно новую форму деятельности, направленную на самый быстрый выход эфферентных возбуждений на периферию, то есть на аппараты реализации конечной стадии поведения.

В третьем функциональном блоке все процессы идут в нисходящем направлении. В высших слоях интегративно-пускового блока формируются двигательные программы и затем переходят к аппаратам низших моторных образований.

5. Структурная схема электронного мозга роботов

Структурная схема электронного мозга роботов представляет собой однородную, многосвязную, многомерную, ассоциативную, активную, нейроподобную растущую матричную среду (рис. 2). Состоит из устройств восприятия информации (1); набора однородных, многосвязных, многомерных, ассоциативных, активных, нейроподобных сенсорных матриц временной и долговременной памяти (2); модулирующей матрицы (3); набора однородных, многосвязных, многомерных, ассоциативных, активных, нейроподобных моторных матриц памяти действий (4); устройств управления (5); энергетического блока (6); исполнительных механизмов (7).



Рис. 2. Многомерная, многосвязная, активная, ассоциативная, нейроподобная растущая матричная структура – электронный мозг вычислительных систем и роботов

многосвязных, многомерных, ассоциативных, активных, нейроподобных сенсорных матриц временной и долговременной памяти (2); модулирующей матрицы (3); набора однородных, многосвязных, многомерных, ассоциативных, активных, нейроподобных моторных матриц памяти действий (4); устройств управления (5); энергетического блока (6); исполнительных механизмов (7).

В соответствии с положениями теории искусственного интеллекта, в мозге робота (блоки 1,2) информация о внешнем

мире, его объектах, их состояниях и ситуациях, описывающих взаимоотношения между ними, анализируется, обрабатывается и сохраняется вследствие ее отражения в многомерной, активной, ассоциативной памяти (2). Поступление новой информации вызывает активирование новых ассоциативных нейроподобных элементов и связей и их перераспределение между элементами, возникшими ранее. При этом выделяются общие части этих описаний и действий, которые автоматически анализируются, классифицируются и обобщаются. Информация о необходимых действиях, вызванных этими состояниями, анализируется (3), активируются нейроподобные элементы действия (4), выполняется необходимое действие (7) и реализуются основные функции естественного интеллекта (восприятие, анализ, синтез, отбор и запоминание визуальной и символьной информации, общение, мышление, логические умозаключения и пр.).

6. Выводы

Предлагаемая концепция позволяет объединить физический и виртуальный миры интеллектуальных систем и роботов и имеет универсальный характер. Такой подход дает новое основание для развития и массового производства продвинутых живучих роботов, интеллектуальных систем управления и вычислительных систем с активной ассоциативной нейрноподобной архитектурой, принципиально отличной от фон Неймановской. Такая архитектура характеризуется низкой стоимостью и простотой реализации, малыми габаритами и малым потреблением энергии, массовым параллелизмом и сверхбыстродействием.

Однородность структуры подразумевает низкую стоимость и простоту реализации, малые габариты, малое потребление энергии, активность и ассоциативность нейрноподобной структуры, одновременное выполнение операций по всему объему активной структуры (памяти) – массовый параллелизм и сверхбыстродействие системы. Причем, в отличие от существующих технологий, с увеличением объема памяти относительное быстродействие предлагаемой системы увеличивается за счет того, что обработка информации выполняется одновременно во всех нейрноподобных элементах, и, несмотря на то, что при постоянном накоплении информации объем памяти увеличивается, время обработки информации остается постоянным, равным времени обработки одного нейрноподобного элемента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Режим доступа: <http://gf2045.ru/read/246>.
2. Режим доступа: <http://roboting.ru/1378-nachalo-oblachnoy-robototehniki.html>.
3. Режим доступа: <http://tehnologii.eizvestia.com/full/pentagon-pokazal-luchshego-chelovekopodobno-go-robota-video>.
4. Режим доступа: <http://2045.ru/expert/281.html>.
5. Яценко В.А. Рецепторно-эффекторные нейрноподобные растущие сети – эффективное средство моделирования интеллекта. I / В.А. Яценко // Кибернетика и системный анализ. – 1995. – № 4. – С. 54 – 62.
6. Яценко В.А. Рецепторно-эффекторные нейрноподобные растущие сети – эффективное средство моделирования интеллекта. II / В.А. Яценко // Кибернетика и системный анализ. – 1995. – № 5. – С. 94 – 102.
7. Yashchenko V.A. Receptor-effector neural-like growing network – an efficient tool for building intelligence systems / V.A. Yashchenko // Proc. of the second international conference on information fusion, (July 6–8, 1999, Sunnyvale Hilton Inn, Sunnyvale, California, USA). –1999. – Vol. II. – P. 1113 – 1118.

Стаття надійшла до редакції 04.11.2013