

**НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ
ИСКУССТВЕННОГО МОЗГА**

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

Анотація. У роботі розглядається ряд проблемних питань щодо розробки штучного інтелекту. Системи формування природного і штучного інтелекту. Наявність у комп'ютера душі, що є деяким атрибутом живої істоти. Чи можна створити штучний інтелект зі штучним розумом, створити такі програмні засоби, які дадуть комп'ютеру розум, щоб він міг думати, відчувати, сприймати навколишній світ і відчувати емоції. Також розглянуті багатозв'язні багатовимірні нейроподібні зростаючі мережі як основа створення сильного штучного інтелекту. Теорія сильного штучного інтелекту передбачає, що комп'ютери можуть придбати здатність мислити і усвідомлювати себе, хоча і не обов'язково їх розумовий процес буде подібний до людського. В основі багатозв'язних багатовимірних нейроподібних зростаючих мереж лежить синтез знань, вироблених класичними теоріями – зростаючих пірамідальних мереж В.П. Гладуна і нейронних мереж. Багатозв'язні багатовимірні нейроподібні зростаючі мережі формують інформаційні моделі, в яких основними елементами служать не числа і обчислювальні операції, а імена і логічні зв'язки. Оскільки вказані компоненти мереж є нейроподібні елементи, а зв'язки набувають вагу, відповідну значенням компонента, і крім того проростають, об'єднуючи зв'язкові компоненти, змінюючи структуру мережі, то виходить універсальна багатозв'язна багатовимірна зростаюча нейроподібна мережа. Ця мережа набуває підвищену семантичну ясність за рахунок утворення не тільки зв'язків між нейроподібними елементами, але і самих елементів як таких, тобто тут має місце не просто побудова мережі шляхом розміщення смислових структур у середовищі нейроподібних елементів, а, власне, створення самого середовища, що цілком відповідає структурі, яка відображається в мозку, де кожне явне поняття представлено певною структурою і має свій символ. Показано, що новий тип нейронних мереж дозволяє моделювати функції умовних і безумовних рефлексів, які, по І.П. Павлову, є базою умовно рефлексорної діяльності мозку людини, що забезпечує адекватні і найбільш досконалі відносини організму до зовнішнього світу, тобто навчання і вдосконалення, що зумовлює можливість створення систем і роботів з сильним ШІ.

Ключові слова: природний і штучний інтелект, багатозв'язні багатовимірні нейроподібні зростаючі мережі, душа комп'ютера, сильний штучний інтелект.

Аннотация. В работе рассматривается ряд проблемных вопросов в отношении разработки искусственного интеллекта. Системы формирования естественного и искусственного интеллекта. Наличие у компьютера души, являющейся некоторым атрибутом живого существа. Можно ли создать искусственный интеллект с искусственным разумом, создать такие программные средства, которые дадут компьютеру разум, чтобы он мог думать, чувствовать, воспринимать окружающий мир и испытывать эмоции. Также рассмотрены многосвязные многомерные нейроподобные растущие сети как основа создания сильного искусственного интеллекта. Теория сильного искусственного интеллекта предполагает, что компьютеры могут приобрести способность мыслить и осознавать себя, хотя и не обязательно их мыслительный процесс будет подобен человеческому. В основе многосвязных многомерных нейроподобных растущих сетей лежит синтез знаний, выработанных классическими теориями – растущих пирамидальных сетей В.П. Гладуна и нейронных сетей. Многосвязные многомерные нейроподобные растущие сети формируют информационные модели, в которых основными элементами служат не числа и вычислительные операции, а имена и логические связи. Так как указанные компоненты сетей являются нейроподобными элементами, а связи приобретают вес, соответствующий значению связываемого компонента, и кроме того прорастают, объединяя связные компоненты, изменяя структуру сети, то получается универсальная многосвязная многомерная растущая нейроподобная сеть. Эта сеть приобретает повышенную семантическую ясность за счет образования не только связей между нейроподобными элементами, но и самих элементов как таковых, то есть здесь имеет место не просто построение сети путем размещения смысловых структур в среде нейроподобных элементов, а,

собственно, создание самой этой среды, что вполне соответствует структуре, отражаемой в мозге, где каждое явное понятие представлено определенной структурой и имеет свой обозначающий символ. Показано, что новый тип нейронных сетей позволяет моделировать функции условных и безусловных рефлексов, которые, по И.П. Павлову, являются базой условно рефлекторной деятельности мозга человека, обеспечивающей адекватные и наиболее совершенные отношения организма к внешнему миру, то есть обучению и совершенствованию, что предопределяет возможность создания систем и роботов с сильным ИИ.

Ключевые слова: естественный и искусственный интеллект, многосвязные многомерные нейроподобные растущие сети, душа компьютера, сильный искусственный интеллект.

Abstract. The paper deals with a number of problematic issues of artificial intelligence development. Systems of formation of natural and artificial intelligence. The computer has a soul, which is some attribute of a living being. Is it possible to create artificial intelligence with artificial intelligence, to create such software tools that will give the computer intelligence so that it can think, feel, perceive the surrounding world and has emotions. Multiconnected, multidimensional neural-like growing networks are also considered as the basis for creating a strong artificial intelligence. The theory of strong artificial intelligence suggests that computers can acquire the ability to think and realize themselves, although not necessarily their thought process will be similar to the human. At the heart of multiconnected multidimensional neuron-like growing networks lies the synthesis of knowledge developed by classical theories – growing pyramidal networks of Gladun and neural networks. Multiconnected multidimensional neural-like growing networks form information models in which the main elements are not numbers and computational operations, but names and logical connections. Since these network components are neural-like elements, and the links acquire a weight corresponding to the value of the component being bound, and furthermore germinate, combining the connected components, changing the network structure, a universal multiconnected multidimensional growing neural-like network is obtained. This network acquires an increased semantic clarity due to the formation not only of connections between neuron-like elements, but also of the elements as such, that is, there is not simply a network construction by placing semantic structures in the environment of neural-like elements, but, in fact, creating the environment itself, which completely corresponds to the structure reflected in the brain, where each explicit concept is represented by a specific structure and has its own designating symbol. It is shown that a new type of neural networks allows to simulate the functions of conditional and unconditioned reflexes, which, according to I.P. Pavlov, are the base of conditioned reflex activity of the human brain, which provides adequate and most perfect relations of the organism to the external world, i.e. training and improvement, which predetermines the possibility of creating systems and robots with Strong AI.

Keywords: natural and artificial intelligence, multiconnected multidimensional neural-like growing networks, computer soul, strong artificial intelligence.

Нам говорят «безумец» и «фантаст»,
Но, выйдя из зависимости грустной,
С годами мозг мыслителя искусный
Мыслителя искусственно создаст.

И. Гете

1. Введение

Научная дисциплина «Искусственный интеллект» объединяет ряд направлений, имеющих важное теоретическое и практическое значение. В основе этих исследований лежит идея моделирования на современных вычислительных системах функций человеческого мозга, процессов человеческого мышления, одновременно развивая программно-аппаратные средства, реализующие эти идеи.

Один из самых проблемных вопросов в науке об искусственном интеллекте – это вопрос о том, можно ли создать искусственный интеллект с искусственным разумом. Можно ли создать такие программные средства, которые дадут компьютеру разум, чтобы он мог думать, чувствовать, воспринимать окружающий мир и испытывать эмоции? Гип-

покрай говорил, что люди должны знать, что из мозга и только из мозга возникают наши удовольствия, радости, смех и шутки, также, как и наши горести, боль, печаль и слезы. Греческий врач и анатом Алкмеон Кротонский¹ выдвинул положение о головном мозге как органе жизни и деятельности души. В ходе развития мифологического мышления сформировалось понятие о душе, как о некотором атрибуте живого существа.

2. Душа человека

С точки зрения Платона, душа является бессмертной, нематериальной и предшествует существованию в физическом теле. До рождения человека душа созерцает идеи в нематериальном мире, а после того, как вселяется в тело, «забывает» их. Отсюда суждение Платона о том, что все знания – лишь воспоминание забытых идей, познанных душой до рождения. По Платону, душа и тело существуют отдельно друг от друга.

Для Аристотеля они неразрывно взаимосвязаны. По Аристотелю, душа есть первая энтелехия² организма, в силу которой тело, располагающее лишь «способностью» жить, действительно живёт, пока оно соединено с душой. Только разумная душа человека (дух) может быть отделена от тела и является бессмертной.

В иудаизме в Талмуде душа описывается как независимая от тела сущность. Душа одухотворяет тело и управляет им.

В каббале душа мыслится как духовная сущность, берущая начало в высшем разуме или мировой душе и возникающая как эманация последнего. Нисхождение души в тело определяется её природой: ей надлежит соединиться с телом, чтобы, выполнив своё назначение в земной жизни, вернуться к миру чистого света.

Для большинства христианских конфессий характерно представление о душе как бессмертной нематериальной сущности человека, носителя разума, чувств и воли. Душа – это некая особая сила, присутствующая в человеке, которая составляет высшую его часть; она оживляет человека, дает ему способность мыслить, сострадать, чувствовать [1].

3. Каково же происхождение души? Когда она вселяется в человека и куда девается после смерти тела?

Одна из первых попыток ответить на эти вопросы описана в тибетской «Книге мертвых». Тибетская «Книга мертвых», или «Бардо Тхедол», предположительно появилась в VIII веке нашей эры. Но, как считают исследователи, ее автор – легендарный проповедник буддизма в Тибете гуру Падмасамбхаве – пользовался какими-то более древними источниками.

Профессор, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Харьковского физико-технического института И. Гарин утверждает: «Интерес ученых к этой книге многократно возрос в конце прошлого века. Тогда появились результаты исследования околосмертных состояний, полученные доктором Раймондом Моуди, автором книги «Жизнь после жизни». И оказалось, что они – состояния – весьма точно описаны в «Книге мертвых». Совершенно непонятно, откуда ее авторы черпали информацию об этапах умирания, которые досконально стали известны лишь современным реаниматологам». Гарин считает, что источник такого сверхъестественного «откровения» расположен у человека в голове, там, где у каждого из нас хранится память веков. Ее можно извлечь с помощью гипноза. Или она порою всплывает случайно и позволяет вспомнить, где душа была раньше.

¹ Алкмеон Кротонский – древнегреческий философ, врач и ученый, живший в V в. до н.э. Возможно, был учеником Пифагора. Автор первого древнегреческого медицинского трактата.

² Внутренняя сила, потенциально заключающая в себе цель и окончательный результат.

Существует теория, что душа - это просто информация о нашей личности, которая записана на каком-то носителе. Сейчас ученые экспериментируют с так называемыми квантовыми компьютерами, в которых носители информации – элементарные частицы. Уже сейчас на очень малом объеме можно уместить огромный поток информации. Ученый Сет Ллойд из Массачусетского технологического института утверждает, что наимогущественнейшим станет устройство, в котором будут задействованы все частицы во Вселенной. Затем Ллойд предположил, что Вселенная – это большой компьютер. Следуя компьютерной логике Ллойда, можно предположить, что изначально в человека вкладывается не просто информация в виде души, а все-таки программа, способная самообучаться и совершенствоваться [2].

4. Душа компьютера

Трудно однозначно определить, есть душа у человека или ее нет, но вот у компьютера, в соответствии с представлениями Платона, Аристотеля и др., компьютерная душа точно есть. Ведь четко просматривается следующая аналогия. Компьютер состоит из hardware и software, то есть аппаратные средства – все детали компьютера – это фактически его физическое тело, а программное обеспечение – все программные средства – это его душа. По Платону, душа и тело человека существуют отдельно друг от друга аналогично, физическое тело компьютера и программные средства существуют отдельно друг от друга. По Аристотелю, тело, располагающее лишь «способностью» жить, действительно живёт, пока оно соединено с душой. Физическое тело компьютера только располагает способностью работать и действительно работает, когда оно соединено с программным обеспечением. Душа одухотворяет тело и управляет им, программное обеспечение компьютера оживляет компьютер и управляет им. Душа мыслится как духовная сущность, берущая начало в высшем разуме или мировой душе и возникающая как эманация последнего, программное обеспечение возникает вне компьютера в умах людей, программистов, для компьютера являющихся высшим разумом и создается как эманация последнего. Душа бессмертная нематериальная сущность человека, носитель разума, чувств и воли, она оживляет человека, дает ему способность мыслить и сострадать, программное обеспечение компьютера нематериальное, бессмертное до тех пор, пока не находится на материальном носителе, и для компьютера является носителем знаний. Так что, в соответствии с этой грубой аналогией, можно сказать: программное обеспечение компьютера есть его душа.

В дальнейшем, когда будут созданы, как сейчас принято называть, сильный искусственный интеллект или, что одно и то же, думающие компьютеры и умные роботы, душа компьютера станет носителем разума, чувств и воли.

5. Сильный искусственный интеллект

Термин «сильный ИИ» был введён в 1980 году Джоном Сёрлом (в работе, описывающей мысленный эксперимент «Китайская комната») [3].

Теория сильного искусственного интеллекта предполагает, что компьютеры могут приобрести способность мыслить и осознавать себя, хотя и необязательно их мыслительный процесс будет подобен человеческому. Исследователи искусственного интеллекта договорились о том, что «сильный» ИИ должен обладать следующими свойствами:

- общение на естественном языке;
- обучение;
- представление знаний, включая общее представление о реальности;
- планирование-выполнение последовательности действий, обычно для автономных роботов и беспилотных аппаратов;

- принятие решений, использование стратегий и действия в условиях неопределенности;

- объединение всех этих способностей для достижения общих целей.

В настоящее время ведутся крупные проекты по разработке машин, имеющих эти свойства, и предполагается, что «сильный» ИИ будет иметь либо их все, либо большую часть из них. Существуют и другие аспекты интеллекта человека, которые также лежат в основе создания «сильного» ИИ:

- сознание³ – быть восприимчивым к окружению;

- самосознание⁴ – сознавать себя как отдельную личность, в частности, понимать собственные мысли;

- мудрость, как ум, опирающийся на жизненный опыт. Способность находить решение различных проблем, в том числе жизненных, опираясь на свой и чужой опыт.

Ни одно из этих свойств не является необходимым для создания сильного ИИ. Например, если будет создана машина, которая сможет эмулировать нейронную структуру, подобную мозгу, получит ли она возможность формировать представление о знаниях или пользоваться человеческой речью. Возможно также, что некоторые из этих способностей, такие, например, как сопереживание, возникнут у машины естественным путём, если она достигнет реального интеллекта [4].

6. Нейронные сети

Классические нейронные сети, на основе которых создаются современные системы с искусственным интеллектом, в том числе и сильный искусственный интеллект, весьма далеки от биологических нейронных сетей, и разработчики таких систем, особенно при использовании технологии глубинного обучения, часто не представляют, как формируется их внутренняя структура и как ею управлять.

Глубокое обучение (глубинное обучение; англ. Deep learning) – уровень технологий машинного обучения, характеризующий качественный прогресс, возникший после 2006 года в связи с резким повышением вычислительных мощностей и накоплением опыта. Многие методы глубинного обучения были известны и апробированы существенно раньше, но результаты были весьма скудными, пока, наконец, мощности вычислительных систем не позволили создавать сложные технологические структуры нейронных сетей, обладающие достаточной производительностью и позволяющие решать широкий спектр задач, не поддававшихся эффективному решению ранее [5].

7. Нейроподобные растущие сети

Нейроподобные растущие сети по своей структуре и функционированию близки к биологическим нейронным сетям. Нейроподобные растущие сети (н-РС) – новый тип нейронных сетей, включающий в себя следующие классы: многосвязные (рецепторные) нейроподобные растущие сети (мн-РС); многосвязные (рецепторные) многомерные нейроподобные

³ Сознание – отражение предметной действительности [прояснить] в её отчётливости от отношений к ней субъекта, то есть отражение, выделяющее её объективные устойчивые свойства. Существует также мнение, что сознание – биологическая функция мозга человека, позволяющая индивиду получать некоторое представление об окружающем мире, включая самого себя. Механизм сознания сформировался в результате эволюции человека. Физиология этого механизма до конца не выяснена.

⁴ Самосознание – сознание субъектом самого себя в отличие от иного – других субъектов и мира вообще; это сознание человеком своего взаимодействия с объективным миром и миром субъективным (психикой), своих жизненно важных потребностей, мыслей, чувств, мотивов, инстинктов, переживаний, действий.

растущие сети (мнРПС); рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети (рэн-РС); многомерные рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети (мрэн-РС), многосвязные многомерные рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети (мрэн-РС) [6–10]. Н-РС описываются в виде направленного графа, где нейроподобные элементы представляются его вершинами, а связи между элементами его ребрами. Таким образом, сеть представляет собой распараллеленную динамическую систему с топологией



Рисунок 1 – Топологическая структура мрэн-РС

направленного графа, которая выполняет переработку информации посредством изменения своего состояния и структуры в ответ на воздействия внешней среды. Многосвязными многомерными рецепторно-эффекторными нейроподобными растущими сетями называется множество взаимосвязанных двухсторонних ациклических графов, описывающих состояние объекта и вырабатываемые им действия в различных информационных пространствах.

Топологическая структура многосвязной, многомерной рецепторно-эффекторной нейроподобной растущей сети (мрэн-РС) представляется графом (рис. 1). Формально мрэн-РС задаются следующим образом:

$S = (R, A_r, D_r, P_r, N_r, E, A_e, D_e, P_e, M_e, N_e)$; $R \supset R_v, R_s, R_t$; $A_r \supset A_v, A_s, A_t$; $D_r \supset D_v, D_s, D_t$; $P_r \supset P_v, P_s, P_t$; $M_r \supset M_v, M_s, M_t$; $N_r \supset N_v, N_s, N_t$; $E \supset E_r, E_d, E_{d1}$; $A_e \supset A_r, A_{d1}, A_{d2}$; $D_e \supset D_r, D_{d1}, D_{d2}$; $P_e \supset P_r, P_{d1}, P_{d2}$; $M_e \supset M_r, M_{d1}, M_{d2}$; $N_e \supset N_r, N_{d1}, N_{d2}$; здесь R_v, R_s, R_t – конечное подмножество рецепторов, A_v, A_s, A_t – конечное подмножество нейроподобных элементов, D_v, D_s, D_t – конечное подмножество дуг, P_v, P_s, P_t – конечное множество порогов возбуждения нейроподобных элементов рецепторной зоны, принадлежащих, например, визуальному, слуховому, тактильному информационным пространствам, N_r – конечное множество переменных коэффициентов связности рецепторной зоны, E_r, E_d, E_{d1} – конечное подмножество эффекторов, A_r, A_{d1}, A_{d2} – конечное подмножество нейроподобных элементов, D_r, D_{d1}, D_{d2} – конечное подмножество дуг эффекторной зоны, P_r, P_{d1}, P_{d2} – конечное множество порогов возбуждения нейроподобных элементов эффекторной зоны, принадлежащих, например, речевому информационному пространству и пространству действий, N_e – конечное множество переменных коэффициентов связности эффекторной зоны.

В основе многосвязных нейроподобных растущих сетей лежит синтез знаний, выработанных классическими теориями, растущих пирамидальных сетей (В.П. Гладун) [11–12] и нейронных сетей [13].

В работе «Организация памяти интеллектуальных систем» профессор Виктор Поликарпович Гладун писал:

«Преобладающей тенденцией в развитии интеллектуальных систем является совершенствование человеко-машинного взаимодействия, вплоть до достижения партнёрского уровня человеко-машинных отношений. Поэтому необходимо использовать в компьютерах естественные, свойственные человеку принципы моделирования сред, ситуаций, задач. Типы моделей у партнёров (человека и компьютера) должны быть одинаковы. В жизнедеятельности человека важное значение имеют логико-лингвистические информационные модели, то есть такие модели, в которых основными элементами служат не числа и вычислительные операции, а имена и логические связи. Логико-лингвистические модели адекватно описываются естественно-языковыми конструкциями, и в этом одно из решающих их достоинств в организации человеко-машинного интерфейса. В будущих компьютерах должны быть созданы условия для человеко-машинного решения задач в партнёр-

ском режиме, обеспечивающем переключение от компьютера к человеку и наоборот в процессе решения одной задачи. Такой режим можно организовать только путём согласования типов информационных моделей, используемых партнёрами. Логико-лингвистические модели являются наиболее приемлемым типом моделей для такого согласования.

В пирамидальной сети информация хранится путем ее отображения в структуре сети. Информация об объектах и классах объектов представлена ансамблями вершин (пирамидами), распределенными по всей сети. Внесение новой информации вызывает перераспределение связей между вершинами сети, то есть изменение ее структуры. Конечно, в полной мере достоинства пирамидальных сетей проявляются при их физической реализации, допускающей параллельное распространение сигналов по сети. Важным свойством сети как средства хранения информации является то, что возможность параллельного распространения сигналов сочетается в ней с возможностью параллельного приема сигналов на рецепторы. Существует аналогия между основными процессами, имеющими место в растущих пирамидальных сетях и нейронных сетях. Решающим преимуществом растущей пирамидальной сети является тот факт, что ее структура формируется полностью автоматически в зависимости от вводимых данных. В результате достигается оптимизация представления информации за счет адаптации структуры сети к структурным особенностям данных. Причем, в отличие от нейронных сетей, эффект адаптации достигается без введения априорной избыточности сети. Процесс обучения не зависит от predetermined конфигурации сети. Недостатком нейронных сетей по сравнению с растущими пирамидальными сетями является также то, что выделенные в них обобщенные знания не могут быть явно представлены в виде правил или логических выражений. Это затрудняет их интерпретацию и понимание человеком» [14].

Пирамидальные сети дают возможность образовывать смыслы, как объекты и связи между ними по мере запоминания информации и построения самой сети, то есть число объектов, как и связей между ними будет такое именно, какое нужно, будучи ограниченным лишь объёмом памяти машины. При этом каждый смысл (понятие) приобретает отдельную компоненту сети как вершину, связанную с другими вершинами.

Многосвязные нейроподобные растущие сети объединили в себе достоинства растущих пирамидальных и нейронных сетей.

Многосвязные нейроподобные растущие сети формируют информационные модели, в которых основными элементами служат не числа и вычислительные операции, а имена и логические связи. Так как указанные компоненты пирамидальных сетей являются нейроподобными элементами, а связи приобретают вес, соответствующий значению связываемого компонента, и кроме того прорастают, объединяя связные компоненты, изменяя структуру сети, то получается универсальная многосвязная растущая нейроподобная сеть. Вместе с тем эта сеть практически свободна от ограничений на количество нейроподобных элементов, в которых размещается информация. Кроме того, эта сеть приобретает повышенную семантическую ясность за счет образования не только связей между нейроподобными элементами, но и самих элементов как таковых, то есть здесь имеет место не просто построение сети путем размещения смысловых структур в среде нейроподобных элементов, а, собственно, создание самой этой среды. В общем, это вполне соответствует структуре, отражаемой в мозге, где каждое явное понятие представлено определенной структурой и имеет свой обозначающий символ.

Новый тип нейронных сетей позволил успешно моделировать функции условных и безусловных рефлексов, которые, по И.П. Павлову, являются базой условно рефлекторной деятельности мозга человека, обеспечивающих адекватные и наиболее совершенные отношения организма к внешнему миру, то есть обучению и поведению. Опираясь на теоретическую базу нового типа нейронных сетей, удалось создать теорию искусственного ин-

теллекта (2011 г.) [15, 16], которая позволяет разрабатывать системы с искусственным разумом, системы и роботы с электронным мозгом, функционирующие по аналогии с естественным разумом – мозгом человека.

8. Система формирования естественного интеллекта

Система формирования естественного интеллекта – головной мозг, который состоит из множества нейронов, связанных между собой синаптическими связями. Взаимодействуя посредством этих связей, нейроны формируют сложные электрические импульсы, которые контролируют деятельность всего организма и позволяют познавать, обучаться, мыслить логически, систематизировать информацию путем ее анализа, классифицировать, находить в ней связи, закономерности и отличия, ассоциировать ее с подобной и пр. [17].

Функциональная организация мозга. Классический вариант интегративной деятельности мозга, в соответствии с работами Е.Н. Соколова и А.Р. Лурии, представляются в виде взаимодействия трех основных функциональных блоков [18, 19]:

- 1) блок приема и переработки сенсорной информации – сенсорные системы (анализаторы);
- 2) блок модуляции, активации нервной системы – модулирующие системы мозга;
- 3) блок программирования, запуска и контроля поведенческих актов – моторные системы (двигательный анализатор).

Сенсорные системы (анализаторы) мозга. Сенсорная (афферентная) система начинает действовать тогда, когда какое-либо явление окружающей среды воздействует на рецептор. В каждом рецепторе воздействующий физический фактор (свет, звук, тепло, давление) преобразуется в потенциал действия, нервный импульс.

Модулирующие системы мозга являются аппаратом, выполняющим роль регулятора уровня бодрствования, также осуществляющим избирательную модуляцию и актуализацию приоритета той или иной функции.

Моторные (двигательные) системы мозга. Для двигательных областей коры характерен прежде всего синтез возбуждений различной модальности с биологически значимыми сигналами и мотивационными влияниями.

9. Система формирования искусственного интеллекта

Система формирования искусственного интеллекта – «мозг» системы, представляющий собой активную, ассоциативную, однородную структуру – многомерную рецепторно-эффекторную нейроподобную растущую сеть, состоящую из множества нейроподобных элементов, связанных синаптическими связями. Нейроподобные элементы воспринимают, анализируют, синтезируют и сохраняют информацию, позволяют системе познавать, обучаться, мыслить логически, систематизировать и классифицировать информацию, находить в ней связи, закономерности, отличия и вырабатывать сигналы управления внешними устройствами.

Функциональная организация «мозга» систем с искусственным интеллектом. «Мозг» системы с искусственным интеллектом состоит из множества нейроподобных элементов, связанных между собой связями. Взаимодействуя между собой, нейроподобные элементы формируют управляющие сигналы, которые контролируют познавательную и мыслительную деятельность всей системы.

Сенсорная система – информация поступает из внешнего мира в рецепторную зону, активирует рецепторы, которые, в свою очередь, активируют нейроподобные элементы различных уровней обработки информации – уровней безусловных рефлексов – первичных автоматизмов, уровней формирования условных рефлексов – вторичных автоматизмов, уровней классификации, обобщения и запоминания.

Модулирующая система регулирует уровень возбудимости нейроподобных элементов и осуществляет избирательную модуляцию той или иной функции системы. Первым источником активации является приоритетность внутренней активности подсистем системы. Закладывается при создании системы аналогично безусловным рефлексам. Любые отклонения от жизненно важных показателей системы приводят к активации (изменению порога возбудимости) определенных подсистем и процессов. Второй источник активации связан с воздействием раздражителей внешней среды. Приоритетность определенной активности приобретается в процессе «жизненного цикла» аналогично формированию условных рефлексов.

Двигательная система – синтез возбуждений различной модальности со значимыми сигналами и мотивационными влияниями. Им свойственна дальнейшая, окончательная трансформация афферентных влияний в качественно новую форму деятельности, направленную на быстрейший выход эфферентных возбуждений на периферию, то есть на цепочки нейронов реализации конечной стадии поведения.

Двигательная система состоит целиком из ансамблей (цепочек) нейронов эфферентного (двигательного) типа и находится под постоянным притоком информации из афферентной (сенсорной) области

10. Нервная деятельность системы

Психическая функция или поведенческий акт – последовательность автоматизмов осуществляется в системе, функционирующей по рефлекторному принципу, в которой влияние центральных и рецепторно-эффektorных (периферических) зон взаимосвязаны и их совместная деятельность обеспечивает целостную реакцию. Система имеет многоуровневую организацию, где каждый уровень от рецепторных образований до эфферентных вносит свой «специфический» вклад в «нервную» деятельность системы.

Функция мысль – ансамбль возбужденных нейроподобных элементов на уровне подсознания (внутренняя модель внешнего или абстрактного мира, усиленная функцией мотивации в данный момент без выхода во внешний мир).

Функция мышление – последовательное взаимодействие ансамблей, возбужденных нейроподобных элементов на уровне подсознания (внутренних моделей), направляемое уровнями возбуждения нейроподобных элементов, усиленными или ослабленными функцией мотивации. Информация циркулирует в замкнутом контуре на низких уровнях (мышление без внутреннего проговаривания), средних уровнях (мышление с внутренним проговариванием), высоких уровнях (мышление с внешним проговариванием – размышление) возбуждения нейроподобных элементов – сенсорная область, моторная область, сенсорная область) без выхода во внешнюю среду для низких и средних уровней возбуждения нейроподобных элементов.

Мыслить, размышлять, значит, сознавать. В этом смысле «внутреннее проговаривание» – циклы передачи внутренней активной информации на вход системы – можно рассматривать как модель искусственного сознания думающего компьютера, а циклы передачи внутренней активной информации на вход системы без включения «проговаривания» рассматривать как модель искусственного подсознания.

Функция сознание – распространение возбуждения по активным ансамблям нейроподобных элементов (внутренним моделям внешнего мира), усиленного функцией мотивации, отражающей важнейшие отношения в системе субъект – среда.

Функция подсознание – распространение возбуждения по активным ансамблям нейроподобных элементов (внутренним моделям внешнего мира), ослабленного функцией мотивации. Обеспечивает подготовку моделей для сознания, распознавания заученных образов и выполнения привычных движений.

Функция неосознанная реакция – внешняя информация на уровне подсознания вызывает обратное воздействие на внешний мир (безусловный и условный рефлекс, отработанные действия, вторичные автоматизмы).

Функция осознанная реакция – внешняя информация на уровне сознания вызывает обратное воздействие на внешний мир (осознанные действия в фазе формирования условных рефлексов и приобретения вторичных автоматизмов).

Функция интуиция – поиск новой информации, порождение гипотез и аналогий, создание новых временных связей, активация новых ансамблей нейроподобных элементов и порождение из них новых комбинаций, которые автоматически формируются в подсознании, наиболее активные из них прорываются в область сознания.

Искусственная интеллектуальная система, представляющая собой активную, ассоциативную, однородную структуру – многомерную рецепторно-эффекторную нейроподобную растущую сеть и обладающая механизмами искусственного мышления, получает возможность общения на естественном языке, обучения и самообучения, рассуждения, выполнения последовательности действий, представления знаний, упорядочивания и корректирования своих знаний. Осуществляя повторный неоднократный ввод хранящейся в памяти информации, снова распознавая ее и сравнивая с содержимым памяти, тем самым выполняет неоднократный просмотр и коррекцию формируемых внутри образов (моделей внешнего мира) в непрерывном потоке информации реального внешнего мира. Действительно, по существу, процесс осознания представляет собой ассоциативное воспоминание с обновлением и требует периодического распознавания информации, представляющей внутреннее состояние (образ) и внешнюю среду (реальный мир). Эти положения проверены на программных моделях интеллектуальных систем «VITROM» и «Диалог» [20].

Возвращаясь к ранее обсуждаемому вопросу о душе компьютера, возможно, в такой структуре интеллектуальной думающей системы сформируется «душа» как носитель разума, чувств и воли. Тем более что удалось получить небольшое подтверждение этого тезиса на эксперименте с простым роботом (LRobot), созданным на базе конструктора LEGO MINDSTORMS EV3.

11. Робот «LRobot»

Как уже упоминалось, LRobot (рис. 2) собран на базе конструктора LEGO. Робот состоит из контроллера, программного обеспечения модуля EV3, таймера, двух моторов, датчика касания, ультразвукового датчика измерения расстояния, пульта дистанционного управления, может передвигаться и управляться дистанционно.



Рисунок 2 – Робот «LRobot»



Рисунок 3 – Безусловные рефлексы

С помощью программных средств EV3 создана нейроподобная сеть с безусловными рефлексми элементарных движений вперед, назад, поворот направо, контакт с препятствием, останов, измерение расстояния и удар о препятствие. Упрощенный граф нейроподобной сети с безусловными рефлексми показан на рис. 3.

При запуске робота в сенсорной зоне активируются рецепторы и нейроподобные элементы движения и измерения расстояния, выходы которых связываются с входом ближайшего возбужденного нейроподобного элемента. Выход этого элемента связывается со

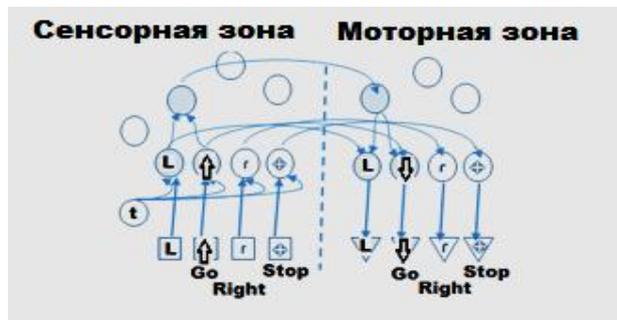


Рисунок 4 – Условные рефлексмы

входом возбужденного нейроподобного элемента моторной зоны, а его выход связывается с входами возбужденных нейроподобных элементов движения и индикации расстояния в моторной зоне. В результате нескольких повторений этого процесса образуется условный рефлекс – движение с одновременной фиксацией расстояния до находящегося перед ним объекта. Упрощенный граф нейроподобной сети с условным рефлексом движения с одновременной фиксацией расстояния показан на рис. 4.

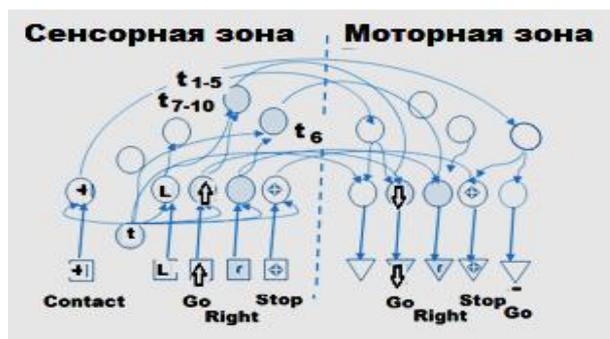


Рисунок 5 – Движение по заданному маршруту

При управлении роботом с помощью пульта дистанционного управления формируется нейроподобная сеть, в которой запоминается последовательность команд и время их исполнения. В промежутке времени t_{1-5} движение прямо, t_6 поворот направо, t_{7-10} снова движение прямо. Теперь при активации движения из исходного положения робот движется по заданному маршруту самостоятельно. На рис. 5 показан упрощенный граф нейроподобной сети формирования движения по заданному маршруту.



Рисунок 6 – Условный рефлекс обход препятствия

Если робот при движении сталкивается с препятствием, срабатывает рефлекс контакт с препятствием, робот останавливается и отскакивает от препятствия. При этом в соответствии с рефлексом движение и измерение расстояния запоминается критическое расстояние L_k до препятствия в новом возбужденном нейроподобном элементе. Возбужденный нейроподобный элемент L_k сенсорной зоны связывается с возбужденным нейроподобным элементом Stop моторной зоны. Образуется условный рефлекс останов перед препятствием. Теперь всегда, когда робот приближается к препятствию на критическое расстояние, он останавливается.

В условном рефлексе останов перед препятствием можно усмотреть аналогию с чувством боли человека. Как бы робот ощущает боль при ударе о препятствие и не хочет снова ее ощущать. Затем робот запоминает эту

ситуацию и больше не приближается к препятствию – аналог чувства боязни удариться. Фактически и у человека чувства и эмоции формируются электрическими сигналами, химическими реакциями и соответственно возбуждениями групп нейронов.

Обучившись не сталкиваться с препятствием, робот еще и проявляет характер. Теперь, если дистанционно управлять движением робота и направлять его на препятствие, он не подчиняется и останавливается перед препятствием. Тут сразу же возникает вопрос: роботы не будут подчиняться человеку? Не совсем так. Во всяком случае роботами, которые будут иметь мозг, основанный на многомерных нейроподобных сетях, возможно управление с помощью модулирующей системы, которую в этой работе для лучшего понимания и упрощения графов сети мы не рассматривали. Моделирующая система разрешает или запрещает исполнение комплексов движений, состоящих из последовательности условных и безусловных рефлексов. Моделирующая система так же, как и условные рефлекс, формируется в процессе жизни. Человек отдергивает руку от горячей плиты – безусловный рефлекс и терпит боль, когда держит горячий стакан – моделирующая система блокирует исполнение безусловного рефлекса.

12. Заключение

Многосвязные многомерные нейроподобные растущие сети являются эффективным средством построения электронного мозга для интеллектуальных систем и роботов потому, что, как уже отмечалось, они формируют модели внешнего мира, в которых основными компонентами служат не числа и вычислительные операции, а имена, понятия, события и логические связи между ними. Так как указанные компоненты сетей являются нейроподобными элементами, а связи приобретают вес, соответствующий значению связываемого компонента, и кроме того прорастают, объединяя связанные компоненты и изменяя структуру сети, то получается универсальная многосвязная многомерная растущая нейроподобная сеть. Такая сеть является одновременно активной, ассоциативной памятью. Кроме того, эта сеть, так же как и пирамидальные сети В.П. Гладуна, приобретает повышенную семантическую ясность за счет образования не только связей между нейроподобными элементами, но и самих элементов как таковых, то есть здесь имеет место не просто построение сети путем размещения смысловых структур в среде нейроподобных элементов, а, собственно, создание самой этой среды, что вполне соответствует структурам мозга человека, где каждое явное понятие представлено определенной структурой и имеет свой обозначающий символ. Такая структура электронного мозга позволяет роботу воспринимать любую информацию внешнего мира, не требуя перепрограммирования и переобучения, вести диалог, отвечать на заданные вопросы и за счет формирования условных рефлексов обладать способностью обучаться, логически мыслить и размышлять в течение всего периода активной «жизни» робота.

Для проверки изложенных в работе положений были разработаны модели интеллектуальных систем, в которых восприятие, накопление, анализ и обработка информации из внешнего мира производятся на технологии многомерных нейроподобных растущих сетей. Эти модели осуществлены в проектах «VITROM» и «Диалог» [20]. Тестирование и эксперименты с моделями и LRobot-ом дают надежду, что будут созданы интеллектуальные системы и роботы с «сильным» ИИ. С интеллектом, подобным человеку, и, возможно, превосходящим его.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Душа. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Душа>.
2. Если у человека есть душа, то где она находится? URL: <https://www.crimea.kp.ru/daily/24087.3/319038/>.
3. Китайская комната. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Китайская_комната.

4. Сильный и слабый искусственные интеллекты. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
5. Глубокое обучение. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
6. Ященко В.А. Рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети – эффективное средство моделирования интеллекта. I. Кибернетика и системный анализ. 1995. № 4. С. 54–62.
7. Ященко В.А. Рецепторно-эффекторные нейроподобные растущие сети – эффективное средство моделирования интеллекта. II. Кибернетика и системный анализ. 1995. № 5. С. 94–102.
8. Yashchenko V.A. Receptor-effector neural-like growing network – an efficient tool for building intelligence systems. Proc. of the second international conference on information fusion (California, July 6–8 1999). Sunnyvale Hilton Inn, Sunnyvale: California, USA, 1999. Vol. II. P. 1113–1118.
9. Yashchenko V. Multidimensional neural-like growing networks – a new type of neural networks. International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA). 2015. Vol. 6, N 4. P. 48–50.
10. Yashchenko V. The «electronic brain» of the development of intelligent computer systems and robots. The 3rd Qingdao International Technology Transfer Conference & US Innovative Enterprise Technology Negotiation Meeting. Project Book, 2016. 44 p.
11. Гладун В.П. Планирование решений. Киев: Наукова думка, 1987. 168 с.
12. Гладун В.П. Партнерство с компьютером. Человеко-машинные целеустремленные системы. Киев: Port-Royal, 2000. 187 с.
13. Искусственная нейронная_сеть. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Искусственная_нейронная_сеть.
14. Гладун В.П. Организация памяти интеллектуальных систем. URL: <http://vilix.narod.ru/gladun.pdf>.
15. Ященко В.А. Искусственный интеллект. Теория. Моделирование. Применение. К.: Логос. 2013. 289 с.
16. Yashchenko V. Artificial intelligence theory. Science and Information Conference 2014 (August 27–29). London, UK, 2014. P. 473–480.
17. Нервная система. URL: galactic.org.ua.
18. Соколов Е.Н. Принцип векторного кодирования в психофизиологии. *Вестник Московского университета. Психология*. 1995. № 4. С. 3–13.
19. Лурия А.Р. Основы нейропсихологии. М., 1973. 173 с.
20. Yashchenko V.A. Neural growing network in solving problem of computerisation of natural languages. *First international workshop computerisation of natural languages* (Sept. 3–7, 1999). Varna, St. Konstantin, Bulgaria, 1999. P. 129–136.

Стаття надійшла до редакції 27.08.2018