

*Д. Д. Смирнова<sup>1\*</sup>, Д. Ю. Смирнов<sup>2</sup>*

## **Сравнительный анализ экспертных систем и искусственных нейронных сетей**

<sup>1</sup>Новосибирский государственный технический университет, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

\*e-mail: lingham@gmail.com

<sup>2</sup>Сибирский государственный университет геосистем и технологий, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

**Аннотация.** Проведенный сравнительный анализ двух базовых направлений развития системы искусственного интеллекта показал, что основное различие между ними заключается в способности модели к самообучению. Экспертные системы обучаются специалистами в конкретной области знаний, а, следовательно, их качество в первую очередь зависит от уровня знаний экспертов. Изменение представлений экспертов об изучаемом объекте требует разработки новых экспертных систем. Искусственные нейросети самообучаются путем самостоятельного поиска зависимости между входными и выходными данными обучающей выборки. Их качество определяется количеством и качеством примеров, используемых для обучения нейросети.

**Ключевые слова:** система искусственного интеллекта, экспертная система, нейрон, искусственная нейросеть, перцептрон

*D. D. Smirnova<sup>1\*</sup>, D. Yu. Smirnov<sup>2</sup>*

## **Comparative analysis of expert systems and artificial neural networks**

<sup>1</sup>Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russian Federation

\*e-mail: lingham@gmail.com

<sup>2</sup>Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

**Abstract.** A comparative analysis of the two basic directions for the development of an artificial intelligence system has shown that the main difference between them lies in the ability of the model to self-learn. Expert systems are trained by specialists in a particular field of knowledge, and, therefore, their quality primarily depends on the level of knowledge of experts. Changing the views of experts about the object under study requires the development of new expert systems. Artificial neural networks self-learn by independently searching for the relationship between the input and output data of the training sample. Their quality is determined by the number and quality of examples used to train the neural network.

**Keywords:** artificial intelligence system, expert system, neuron, artificial neural network, perceptron

### ***Введение***

Системы искусственного интеллекта развиваются по двум ключевым направлениям, первое из которых связано с созданием искусственных нейронных сетей, а второе – с развитием экспертных систем.

В основе построения системы искусственного интеллекта на основе нейросети лежит стремление воспроизвести низкоуровневую структуру человеческого мозга – сеть нейронов. Создание экспертных систем базируется на моделировании процессов логического мышления эксперта (специалиста в определенной области знаний) и его способности по обработке информации.

Различные временные периоды ознаменовались доминированием одного из вышеперечисленных направлений. Поэтому в качестве критерия этапизации развития систем искусственного интеллекта рассмотрим смену доминирующих направлений.

Начало практической деятельности по созданию искусственного интеллекта следует отнести к 1943 году, когда Мак-Каллок и Вальтер Питтс предложили простейшую математическую модель работы нейрона и нейронной сети. Наступившие следом пятидесятые – шестидесятые годы XX века – это время ожиданий в отношении искусственных нейросетей и связанных с ними попыток смоделировать работу мозга и воспроизвести универсальный алгоритм мышления человека. Первую попытку создания искусственной нейронной сети предпринял Фрэнк Розенблатт, который в 1957 году разработал первую компьютерную программу-перцептрон «Mark 1», предназначенную для распознавания образов.

Однако мощности, существовавшей в тот период вычислительной техники, были явно недостаточны для решения многих реальных задач, которые требовали построения нейросетей из тысяч узлов — нейронов.

В 70 – 80-е годы XX века для систем искусственного интеллекта, основанных на нейросетях, наступила так называемая «холодная зима». На смену поискам универсального алгоритма мышления пришла идея моделировать конкретные знания специалистов и экспертов в той или иной профессиональной сфере, которая, в конечном счете, позволила сформировать самостоятельное направление в развитии систем искусственного интеллекта, получившее название «экспертные системы».

В конце 80-х – начале 90-х годов XX века наблюдается возрождение интереса к технологиям искусственного интеллекта, основанным на работе искусственных нейронных сетей.

Начало XXI века ознаменовалось взрывным развитием искусственных нейронных сетей, появлением большого числа новых алгоритмов, активным использованием основанных на нейросетях системах искусственного интеллекта в промышленности, бизнесе и т.д. При решении большого количества прикладных задач искусственные нейросети начинают побеждать человека.

### ***Результаты***

Рассмотрим подробнее особенности, «плюсы» и «минусы» каждого из данных направлений.

Экспертные системы – это программно – технические средства, использующие логику мышления человека и выполняющие функции эксперта при решении задач в отдельных предметных областях. В экспертных системах применяются знания нескольких экспертов, за счет чего повышается объективность экспер-

тизы. Данные системы моделируют поведение экспертов в определенной области знаний [1, с.86].

Структура любой экспертной системы состоит из определенных компонентов [2, с.29].

Основу экспертной системы составляет решатель (интерпретатор), с помощью которого формируется последовательность правил, приводящих к решению задачи. Механизм работы решателя включает получение запроса от интеллектуального интерфейса, формирование из базы знаний и выполнение конкретного алгоритма решения задачи, предоставление интеллектуальному интерфейсу результата для выдачи ответа на запрос пользователя.

Необходимый для построения логической цепочки рассуждений алгоритм решения задачи строится из компонента, называемого «база знаний». База знаний предназначена для хранения сформулированных экспертами правил, описывающих целесообразные преобразования данных.

Еще одним компонентом экспертной системы является рабочая память, предназначенная для хранения исходных и промежуточных данных решаемой в текущий момент задачи.

Компонент приобретения знаний автоматизирует процесс наполнения экспертной системы новыми знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом (ввод новых знаний в базу, проведение их контроля на непротиворечивость и т.д.).

Диалоговый компонент способствует организации удобного для всех категорий пользователей общения в ходе решения задач, приобретения знаний, объяснения результатов работы и т.д. Данный компонент воспринимает сообщения пользователя, преобразует их в форму представления базы знаний, а после принятия системой решения переводит внутреннее представление результата обработки в формат пользователя и выдает сообщение на требуемый носитель.

«Плюсы» экспертных систем:

- хотя конкретный алгоритм решения задачи не известен заранее и строится самой экспертной системой, но он строится на основе сформулированных экспертами правил. Поэтому экспертная система «осознает», как она получила решение, и способна объяснить свои выводы;

- экспертные системы ориентированы на решение широкого спектра задач в неформализованных областях (раннее предупреждение, принятие решений в кризисных ситуациях, охрана правопорядка, планирование и распределение ресурсов, системы организационного управления и т.д.);

- с помощью экспертных систем специалисты, не знающие программирования, при решении практических задач достигают результатов, превосходящих возможности экспертов, не оснащенных экспертными системами;

- для экспертных систем характерна способность приобретения новых знаний от пользователя или эксперта и изменение в соответствии с полученными знаниями своего поведения.

«Минусы» экспертных систем:

- экспертные системы узкоспециализированы, приспособлены для решения задач в одной конкретной области знаний и не применимы в других сферах;
- системы называются «экспертными», так как строятся на основе сформулированных экспертами правил. Однако часто различные эксперты расходятся во мнениях по фундаментальным вопросам. Соответственно при построении системы необходимо выбрать одну из возможных парадигм;
- так как каждая экспертная система используется для решения конкретной задачи, то их количество постоянно увеличивается. По мере расширения числа экспертных систем управлять ими становится все труднее;
- экспертные системы не способны к самообучению. Необходимо постоянное обновление базовых логических моделей со стороны экспертов и пользователей.

Развитие искусственных нейронных сетей опирается на знания биологии о человеческом мозге, представляющим собой взаимосвязанную систему нейронов, в которой сигнал, передаваемый одним нейроном, может передаваться в тысячи других нейронов. Нейрон состоит из тела и отростков нервных волокон двух типов: дендритов, по которым принимаются импульсы, и единственного аксона, по которому нейрон может передавать импульс. На окончаниях нейроволокон находятся специальные образования — синапсы, которые влияют на силу импульса. Когда импульс достигает синаптического окончания, высвобождаются определенные химические вещества, называемые нейротрансмиттерами. Веса синапсов могут изменяться. Нейросети обладают способностью адаптировать свои синаптические веса к изменениям окружающей среды. Изменение синаптических весов проводится до тех пор, пока эти изменения не станут незначительными. Изменение синаптических весов составляет суть процесса обучения нейросети.

Искусственные нейронные сети представляют собой математические модели, а также их программные или аппаратные реализации, построенные по принципу организации и функционирования биологических нейронных сетей живого организма. Искусственный нейрон — это процессор, который получает информацию, производит над ней простые вычисления и передает ее дальше.

Физически искусственная нейросеть - это система соединенных и взаимодействующих между собой процессоров. Каждый процессор сети имеет дело только с сигналами, которые он периодически получает и посылает другим процессорам. Процессоры соединены в достаточно большую сеть с управляемым взаимодействием [3, с.30].

Нейроны делятся на три основных типа: входной, скрытый, выходной. У каждого из искусственных нейронов есть 2 основных параметра: входные данные и выходные данные. На вход искусственного нейрона поступает некоторое множество сигналов. Каждый вход умножается на соответствующий вес, аналогичный синапсу биологического нейрона. Все произведения суммируются, определяя уровень активации нейрона [4, с.100].

Синапс - это связь между двумя искусственными нейронами. У синапсов есть один параметр — вес, благодаря которому входная информация изменяется, когда передается от одного нейрона к другому. Совокупность весов нейронной

сети образует матрицу весов. Благодаря этим весам, входная информация обрабатывается и превращается в результат.

Нейронные сети не программируются, а самообучаются. Процесс обучения искусственной нейросети состоит в автоматической настройке ее весовых коэффициентов [5, с.17].

Вся информация об объекте, который моделируется нейронной сетью, содержится в наборе примеров. Обучающая выборка состоит из обучающих пар входного и выходного векторов, заданных в числовом формате. В процессе обучения нейронная сеть способна выявлять сложные зависимости между входными и выходными данными.

Кроме того, искусственная нейронная сеть способна к обобщению полученных знаний. Под термином «обобщения» понимается способность получать обоснованный результат на основании данных, которые не участвовали в процессе обучения. Сеть, натренированная на обучающей выборке, генерирует ожидаемые результаты при подаче на ее вход данных, которые не участвовали в обучении. В случае успешного обучения сеть сможет вернуть верный результат на основании данных, которые отсутствовали в обучающей выборке

Качество построенной нейросетевой модели зависит не от глубины знаний эксперта, а от того, насколько полно обучающие примеры описывают объект. Обобщение возникает вследствие большого количества комбинаций входных данных, которые могут кодироваться в сети. Наблюдается тесная связь между количеством весов сети и количеством примеров обучающей выборки.

### *Заключение*

Таким образом, главное отличие нейронных сетей от экспертных систем – это способность нейросетей к самообучению. В экспертных системах конечный алгоритм решения задачи в той или иной мере задается специалистом в конкретной области знаний. Экспертные системы обучаются, а не самообучаются. Качество экспертной системы в первую очередь зависит от уровня знаний экспертов, на основе которых формулируются правила решения задачи. Кардинальное изменение представлений экспертов об изучаемом объекте, появление новых знаний являются основной причиной переработки существующих и появления новых экспертных систем.

Нейронные сети именно самообучаются путем самостоятельного поиска зависимости между входными и выходными данными обучающей выборки. Качество построенной нейросетевой модели определяется количеством и качеством примеров, используемых для обучения нейросети. В обучающем подмножестве не должно быть уникальных данных, свойства которых отличаются от ожидаемых значений. Получение примеров для обучающей и тестовой выборки – одна из главных проблем построения нейросетевых моделей.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Гаврилова, И.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / И.В. Гаврилова, О.Е. Масленникова. — 3-е изд., стер. — Москва: ФЛИНТА, 2019. — 283 с.;

2. Боровская, Е.В. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Е.В. Боровская, Н.А. Давыдова. — 4-е изд. — Москва: Лаборатория знаний, 2020. — 130 с.;
3. Пальмов, С.В. Системы и методы искусственного интеллекта: учебное пособие / С.В. Пальмов. — Самара: ПГУТИ, 2020. — 191 с.;
4. Основы искусственного интеллекта: учебное пособие / Ю.А. Антохина, А.А. Овощенко, М.Л. Кричевский, Ю.А. Мартынова. — Санкт-Петербург: ГУАП, 2022. — 169 с.;
5. Басар, А.А. Методы искусственного интеллекта: учебное пособие / А.А. Басар. — Новосибирск: СГУГиТ, 2022. — 164 с.;

© Д. Д. Смирнова, Д. Ю. Смирнов, 2024