

*Искусственные
нейронные сети*

Искусственные нейронные сети (ИНС) строятся по принципам организации и функционирования их биологических аналогов. Они способны решать широкий круг задач распознавания образов, идентификации, прогнозирования, оптимизации, управления сложными объектами. Дальнейшее повышение производительности компьютеров все в большей мере связывают с ИНС, в частности с нейрокомпьютерами (НК), основу которых составляет искусственная нейронная сеть.

Термин «нейронные сети» сформировался к середине 50-х годов XX века. Основные результаты в этой области связаны с именами У. Маккалоха, Д Хебба, Ф Розенблатта, М. Минского.

Под нейронными сетями подразумеваются вычислительные структуры, которые моделируют простые биологические процессы, обычно ассоциируемые с процессами человеческого мозга. Они представляют собой распределенные и параллельные системы, способные к адаптивному обучению путем анализа положительных и отрицательных воздействий. Элементарным преобразователем в данных сетях является искусственный нейрон или просто нейрон, названный так по аналогии с биологическим прототипом.

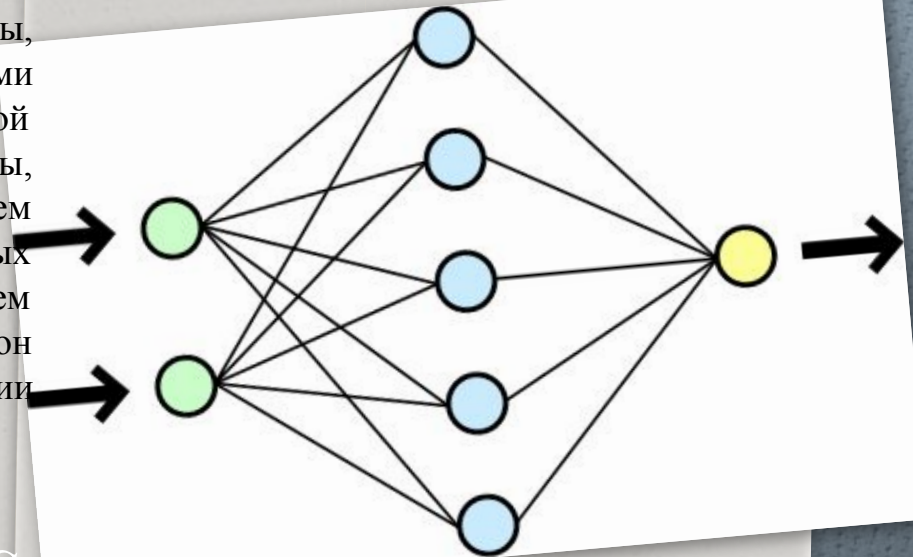
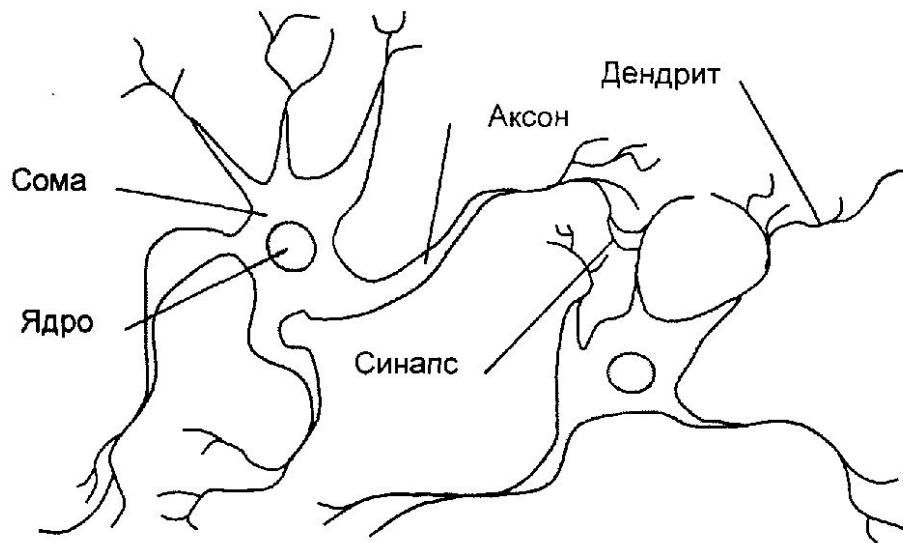


Схема простой нейросети. Зеленым обозначены входные элементы, жёлтым — выходной элемент

Биологический нейрон

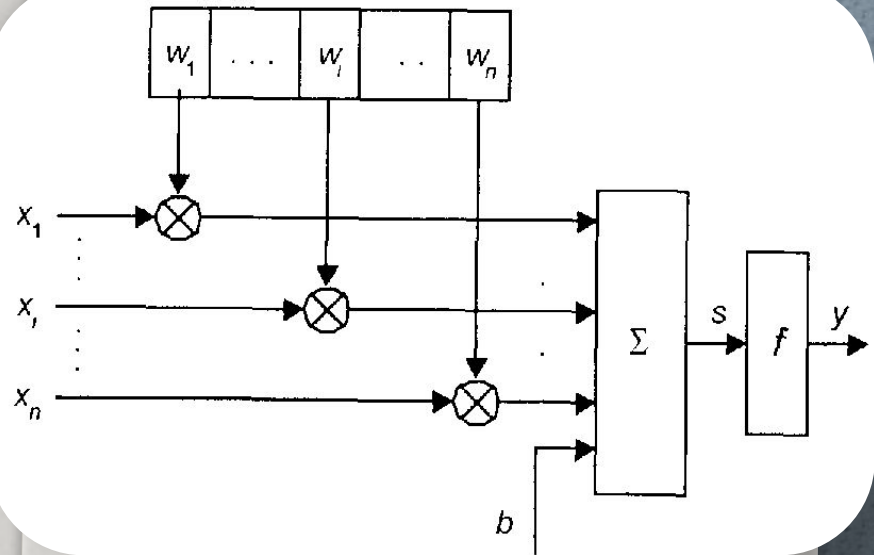


Нервная система и мозг человека состоят из нейронов, соединенных между собой нервными волокнами. Нервные волокна способны передавать электрические импульсы между нейронами. Нейрон (нервная клетка) является особой биологической клеткой, которая обрабатывает информацию. Он состоит из тела или сомы, и отростков нервных волокон двух типов - дендритов, по которым принимаются импульсы, и единственного аксона, по которому нейрон может передавать импульс.

Взаимосвязь биологических нейронов

Структура искусственного нейрона

Нейрон является составной частью нейронной сети. Он состоит из элементов трех типов: умножителей (синапсов), сумматора и нелинейного преобразователя. Синапсы осуществляют связь между нейронами, умножают входной сигнал на число, характеризующее силу связи, (вес синапса). Сумматор выполняет сложение сигналов, поступающих по синаптическим связям от других нейронов, и внешних входных сигналов. Нелинейный преобразователь реализует нелинейную функцию одного аргумента - выхода сумматора.



Структура искусственного нейрона

Классификация нейронных сетей

Нейронная сеть представляет собой совокупность нейроподобных элементов, определенным образом соединенных друг с другом и с внешней средой с помощью связей, определяемых весовыми коэффициентами. В зависимости от функций, выполняемых нейронами в сети, можно выделить три их типа:

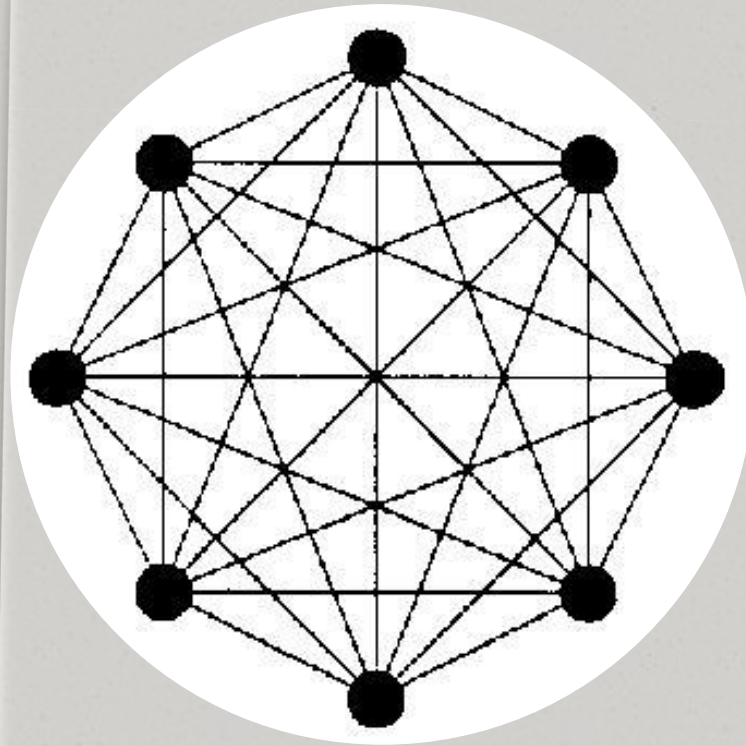
- входные нейроны
- выходные нейроны
- промежуточные нейроны

С точки зрения топологии можно выделить три основных типа нейронных сетей:

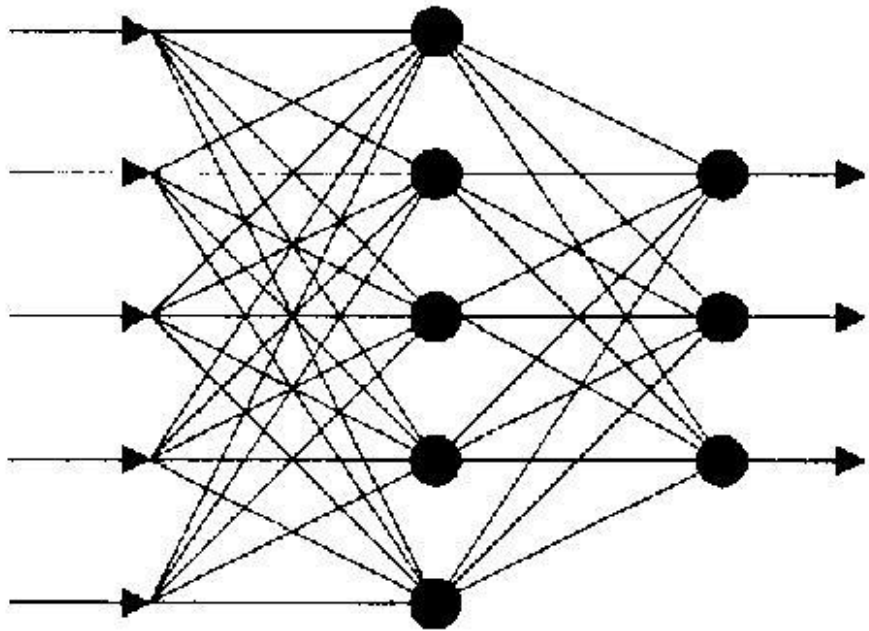
- полносвязные
- многослойные или слоистые
- слабосвязные (с локальными связями)

Архитектура нейронных сетей

В полносвязных нейронных сетях каждый нейрон передает свой выходной сигнал остальным нейронам, в том числе и самому себе. Все входные сигналы подаются всем нейронам. Выходными сигналами сети могут быть все или некоторые выходные сигналы нейронов после нескольких тактов функционирования сети.



Полносвязная сеть

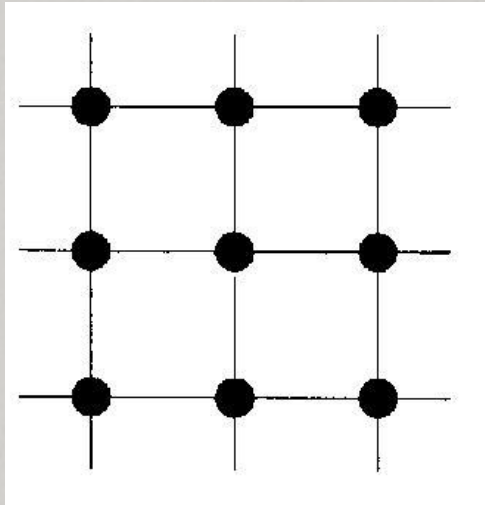


*Многослойная сеть с
последовательными связями*

В многослойных нейронных сетях нейроны объединяются в слои. Слой содержит совокупность нейронов с едиными входными сигналами. Число нейронов в слое может быть любым и не зависит от количества нейронов в других слоях. В общем случае сеть состоит из Q слоев, пронумерованных слева направо.

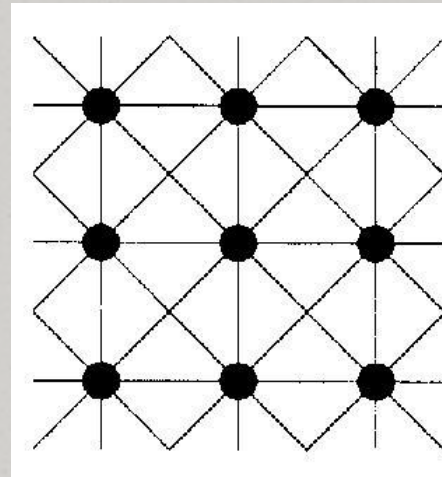
В свою очередь, среди многослойных нейронных сетей выделяют следующие типы:

- ❖ Монотонные
- ❖ Сети без обратных связей
- ❖ Сети с обратными связями



Слабосвязные связи

В слабосвязных нейронных сетях нейроны располагаются в узлах прямоугольной или гексагональной решетки. Каждый нейрон связан с четырьмя (окрестность фон Неймана), шестью (окрестность Голея) или восемью (окрестность Мура) своими ближайшими соседями.



Различия между ИИС и машинами с архитектурой фон Неймана

Несмотря на весь прогресс в области искусственного интеллекта, множество проблем в этой области продолжают истощать возможности компьютеров на базе архитектуры фон Неймана. Процессоры, выполняющие последовательности инструкций, не могут воспринимать и мыслить на уровне, сравнимом с человеческим разумом. По этой причине многие исследователи обращаются к машинам с альтернативными архитектурами. Одна из таких архитектур — искусственная нейронная сеть (artificial neural network).

Вычислительные системы, основанные на искусственных нейронных сетях, обладают рядом качеств, которые отсутствуют в машинах с архитектурой фон Неймана (но присущи мозгу человека):

- ✓ Массовый параллелизм;
- ✓ Распределённое представление информации и вычисления;
- ✓ Способность к обучению и обобщению;
- ✓ Адаптивность;
- ✓ Свойство контекстуальной обработки информации;
- ✓ Толерантность к ошибкам;
- ✓ Низкое энергопотребление.

Построение нейронной сети

Практически любую задачу можно свести к задаче, решаемой нейронной сетью.

Нейронная сеть строится в два этапа

1. Выбор типа (архитектуры) сети
2. Подбор весов (обучение) сети

На первом этапе необходимо определить следующее:

- какие нейроны использовать (число входов, функции активации),
- каким образом следует соединить нейроны между собой,
- что взять в качестве входов и выходов сети

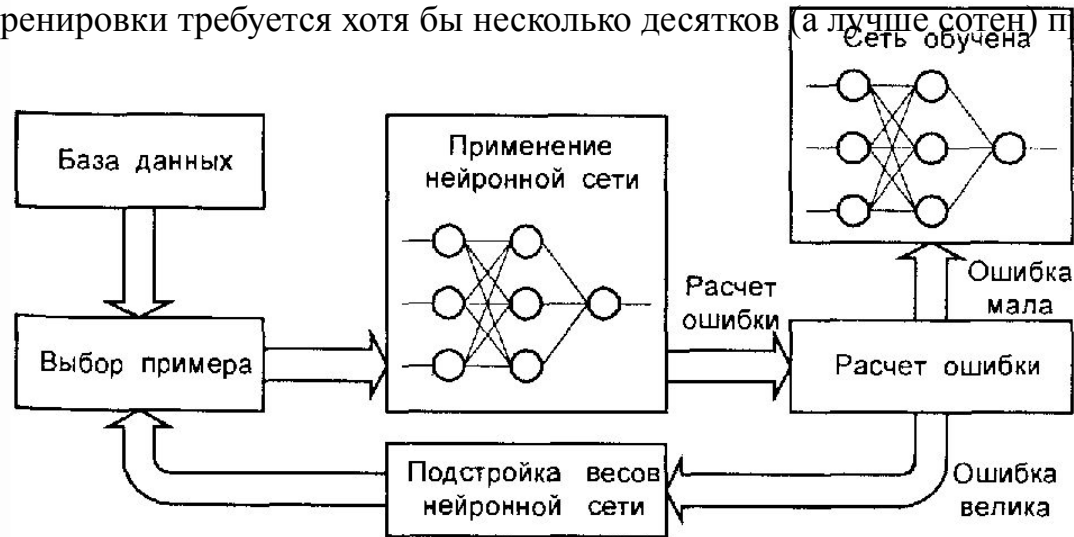
На втором этапе производится обучение выбранной сети посредством настройки ее весов

Обучение нейронной сети

Обучить нейронную сеть это значит, сообщить ей чего от нее добиваются. Процесс обучения заключается в последовательном предъявлении букв. При предъявлении изображения каждой буквы на входе сеть выдает некоторый ответ, не обязательно верный. Известен и верный (желаемый) ответ.

После многократного предъявления примеров веса сети стабилизируются, причем сеть дает правильные ответы на все (или почти все) примеры из базы данных. В таком случае говорят, что сеть обучена.

Важно отметить, что вся информация, которую сеть приобретает о задаче, содержится в наборе примеров. Поэтому качество обучения сети зависит от количества примеров в обучающей выборке, а также от того, насколько полно эти примеры описывают задачу. Считается, что для полноценной тренировки требуется хотя бы несколько десятков (а лучше сотен) примеров.



Область применения

Уже сегодня искусственные нейронные сети используются во многих областях, но прежде чем их можно будет применять там, где на карту поставлены человеческие жизни или значительные материальные ресурсы, должны быть решены важные вопросы, касающиеся надежности их работы.

Области применения нейронных сетей весьма разнообразны — это распознавание текста и речи, семантический поиск, экспертные системы и системы поддержки принятия решений, предсказание курсов акций, системы безопасности, анализ текстов.

В 1996 году фирмой Accurate Automation Corp, Chattanooga, TN по заказу NASA и Air Force был разработан экспериментальный автопилотируемый гиперзвуковой самолет-разведчик LoFLYTE (Low-Observable Flight Test Experiment). Самолет имел длину всего 2,5 м и вес 32 кг и был предназначен для исследования новых принципов пилотирования. LoFLYTE использовал нейронные сети, позволяющие автопилоту обучаться, копируя приемы пилотирования летчика. Поскольку самолет был предназначен для полетов со скоростью 4-5 махов, то быстрота реакции пилота-человека могла быть недостаточной для адекватного отклика на изменение режима полета. В этом случае на помощь приходили нейронные сети, которые перенимали опыт управления у летчика и за счет высокой скорости обработки информации позволяли быстро находить выход в аварийных и экстремальных ситуациях



Гиперзвуковой самолет-разведчик LoFLYTE (фотографии Accurate Automation Corp и NASA)

Перспективы

В настоящее время искусственные нейронные сети являются важным расширением понятия вычисления. Они уже позволили справиться с рядом непростых проблем и обещают создание новых программ и устройств, способных решать задачи, которые пока под силу только человеку.

Системы безопасности будут узнавать своих хозяев по голосу, внешнему виду и ряду других уникальных характеристик. Получат развитие и системы жизнеобеспечения «умных» электронных домов, которые станут еще более адаптивными и обучаемыми. На производстве и в различных промышленных системах интеллектуальные нейросетевые контроллеры смогут распознавать потенциально опасные ситуации, уведомлять о них людей и принимать адекватные и, что самое главное, своевременные меры. Потоки данных в вычислительных сетях и сетях сотовой связи тоже будут оптимизироваться с помощью нейротехнологий.

Но все это, естественно, дело будущего. Сегодня же нейронные сети используются для работы в относительно узких областях, и неизвестно, доверят ли им когда-нибудь решение вопросов, которые требуют понимания социального контекста. Между тем нейронные сети уверенно продолжают проникать в нашу жизнь, и примеров тому немало. Чего только стоит развлекательный робот AIBO — электронная самообучающаяся собака с элементами искусственного интеллекта, выпускаемая Sony.



Робот AIBO

Sony

Авторы составители

Работу выполнили студенты группы СИС-11:

Семенов Николай Валерьевич

Тафинцев Роман Владимирович