

Решение задач распознавания образов нейросетями

Кампус

30 ноября 2019

Классы задач, решаемых современными нейросетями:

- **Классификация:** распознавание образов, распознавание голосов, верификация подписей, постановка диагноза, анализ экспериментальных данных и т.д.
- **Моделирование:** поведение системы, поставленной в определенные условия.
- **Прогноз:** погода, ситуация на рынке ценных бумаг, бега, выборы и т.д.

Комплексные задачи:

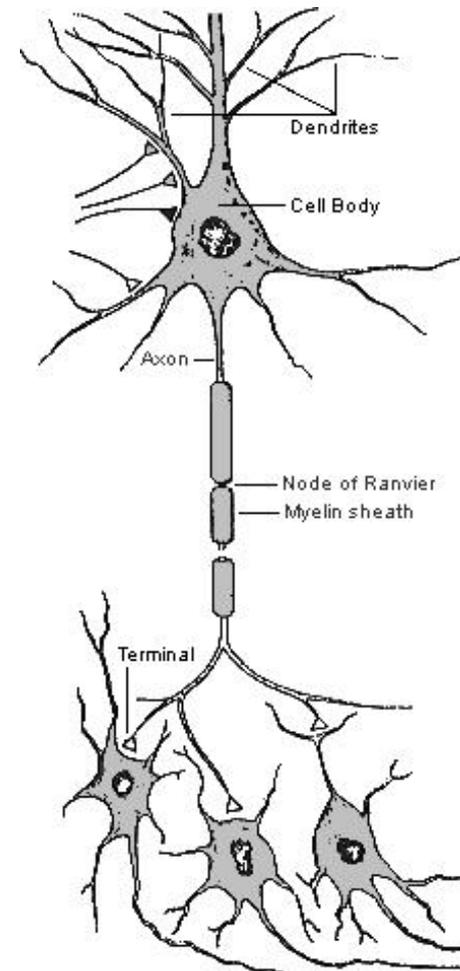
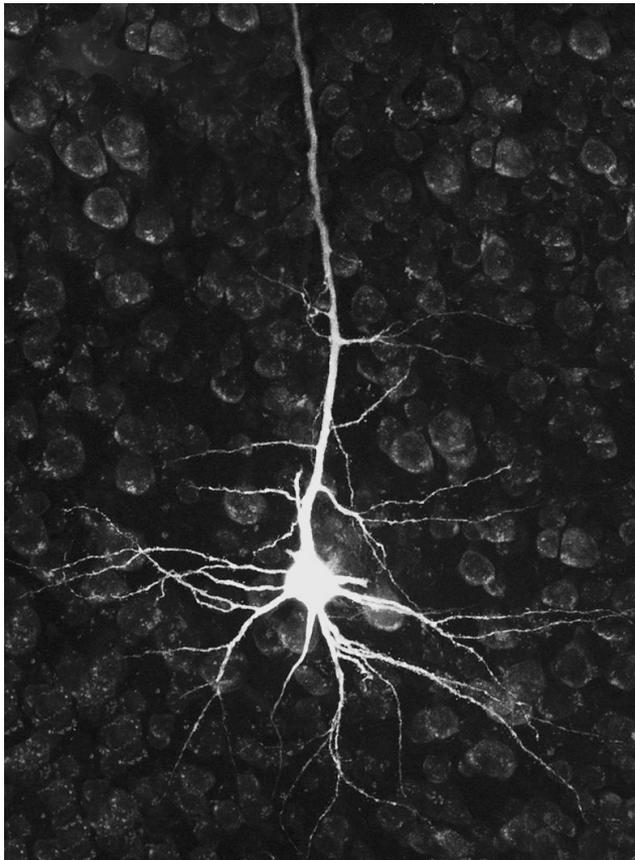
- управление
- принятие решений

Нейронные сети: основные положения



Нейронные сети

РЕАЛЬНЫЙ НЕЙРОН



Нейронные сети: рождение идеи (1943)

Уоррен Маккаллох
(1898-1969)



Уолтер Питтс
(1923-1969)



«Логическое исчисление присуще нейронной активности» (1943)

Теоретическая концепция искусственной сети Маккаллоха и Питтса

Три типа нейронов:

- входные (рецепторы) -- активируются извне;
- внутренние (центральные) -- активируются входными и прочими нейронами и активируют входные и прочие нейроны;
- выходные (эффекторы) -- получают импульсы от центральных и входных нейронов и отвечают за выполнение действия.

Теоретическая концепция искусственной сети Маккаллоха и Питтса

Правила функционирования сети:

- задержки в распространении активации одинаковы для всех нейронов сети;
- нейроны импульсируют не постоянно, а только в определенные моменты;
- каждый выходной синапс одного нейрона соответствует только одному входному синапсу следующего нейрона;
- на любом нейроне может сходиться несколько синапсов;
- входные синапсы вносят вклад в преодоление порога активации, при переходе через который (и только в этом случае) нейрон начинает передавать импульс.

Мозг человека в сравнении с компьютером: отличительные черты

- 10^{11} нейронов, 10^{14} - 10^{15} связей между нейронами.
- Частота импульсации -- 10^2 Гц (современные персональные компьютеры -- до 10^9 Гц).

NB! Медлительность и ненадежность отдельных нейронов компенсируется их количеством.

- Параллельная переработка информации (в компьютерах -- преимущественно последовательная).
- «Переход количества в качество»: богатство поведения.
- Нельзя сказать, что мозг исходно «готов к использованию»: велика роль обучения.

СИМВОЛЬНЫЕ И НЕЙРОСЕТЕВЫЕ МОДЕЛИ: ОСНОВНЫЕ РАЗЛИЧИЯ

	Машина фон Неймана	Биологическая нейронная система
Процессор	Сложный	Простой
	Высокоскоростной	Низкоскоростной
	Один или несколько	Большое количество
Память	Отделена от процессора	Интегрирована в процессор
	Локализована	Распределенная
	Адресация не по содержанию	Адресация по содержанию
Вычисления	Централизованные	Распределенные
	Последовательные	Параллельные
	Хранимые программы	Самообучение
Надежность	Высокая уязвимость	Живучесть
Специализация	Численные и символьные операции	Проблемы восприятия

Jain A.K., Mao J., Mohiuddin K.M. "Artificial Neural Networks. A Tutorial" // Computer. 1996. V.29. No3.

Основные понятия

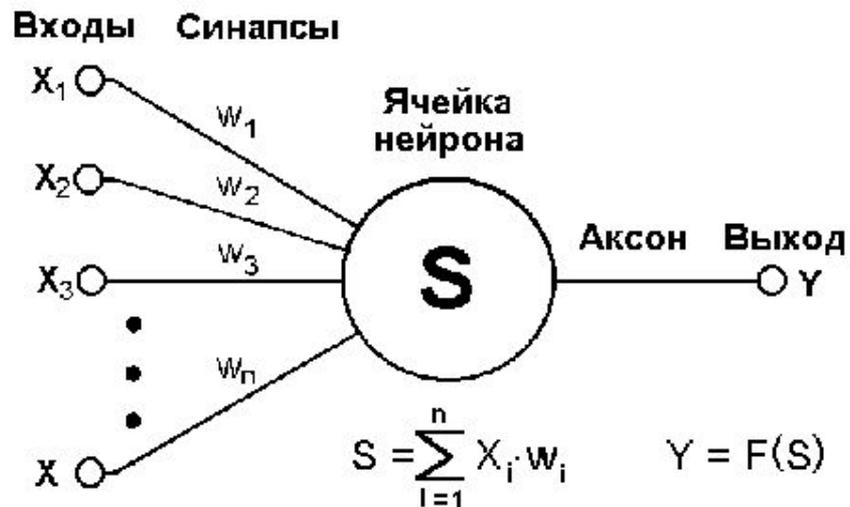


Рисунок 1. Математическая модель нейрона

X –Входы, группа синапсов

W-Вес синаптической связи

S -Текущее состояние нейрона, определяется взвешенная сумма его входов

Y-Выход нейрона, определяется функцией активации F(S)

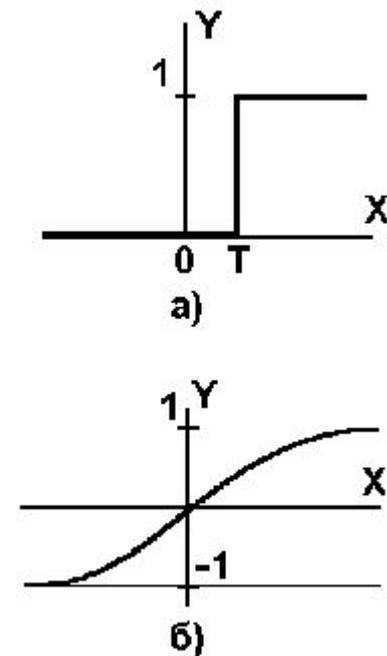


Рисунок 2. Функция активации

Нейросетевой подход: основные положения

- Процессы познания -- результат взаимодействия большого числа простых перерабатывающих элементов, связанных друг с другом и организованных в слои. «Переработка информации» -- определенный ответ элемента на воздействия извне.
- Знания, управляющие процессом переработки, хранятся в форме *весовых коэффициентов связей* между элементами сети. Главное -- не элементы, а связи между ними («*субсимвольный подход*»).
- Обучение -- процесс изменения весовых коэффициентов связей между элементами сети (приспособления их к решению определенной задачи).

ОБУЧЕНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Дональд Олдинг Хебб
(1904-1985)

Правило Хебба (1949):
между одновременно
активированными
нейронами сети пороги
синаптической связи
снижаются.



Итог -- образование «нейронного ансамбля», который все быстрее активизируется при каждом очередном повторении входа.



Современные парадигмы обучения нейронных сетей

- с учителем



Есть ГОТОВЫЙ ответ

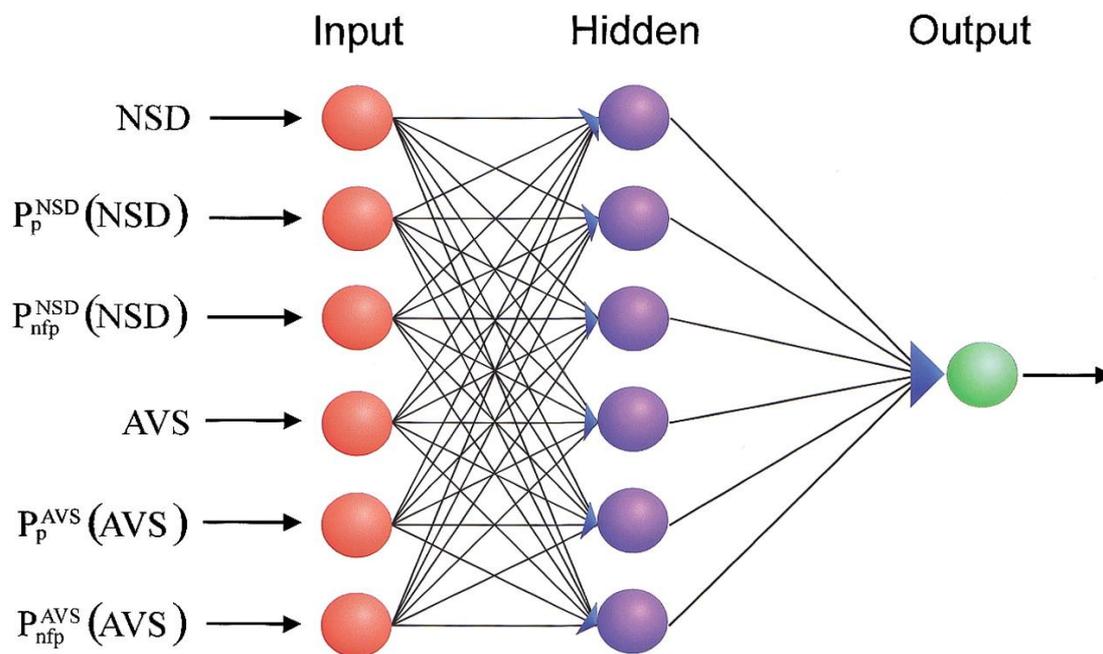
- без учителя



Самообучение

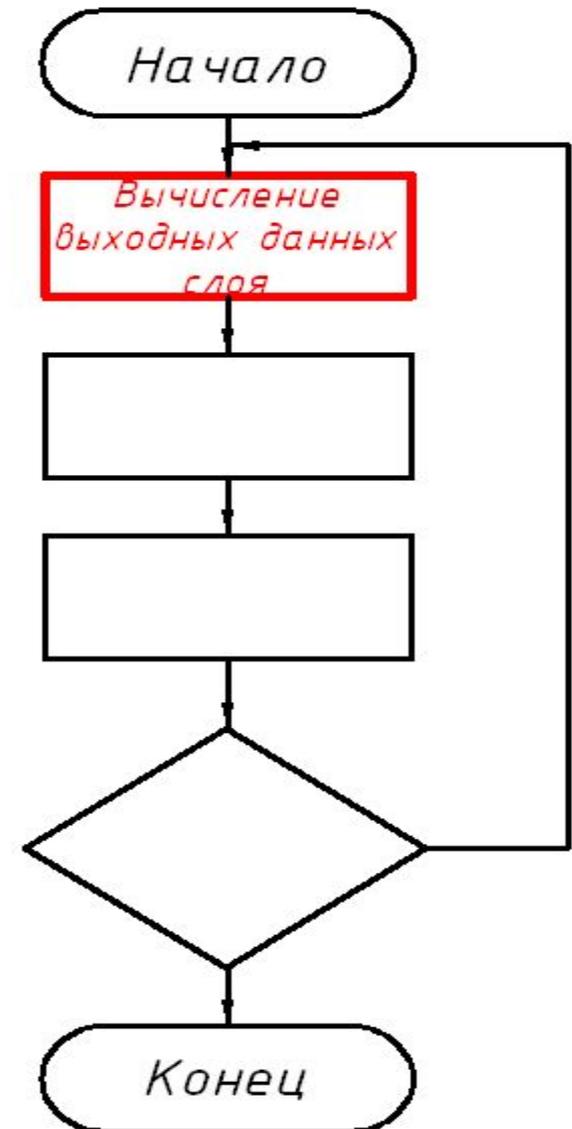
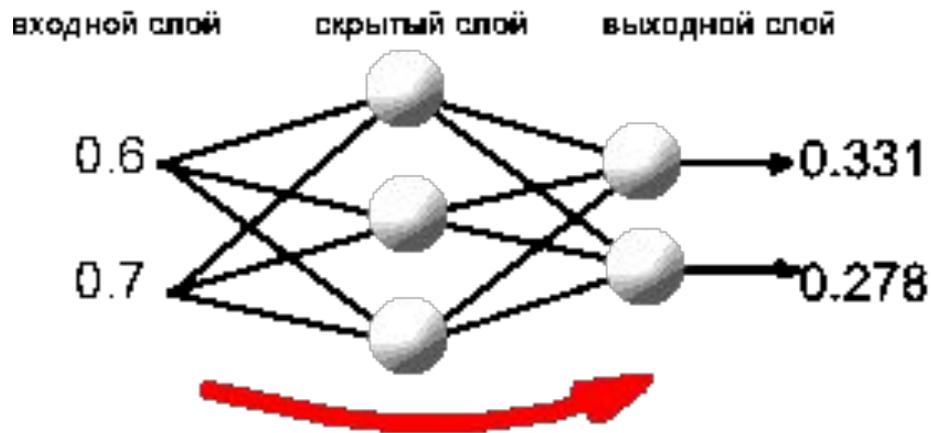
Определение

Алгоритм обратного распространения ошибки - это один из методов обучения многослойных нейронных сетей прямого распространения



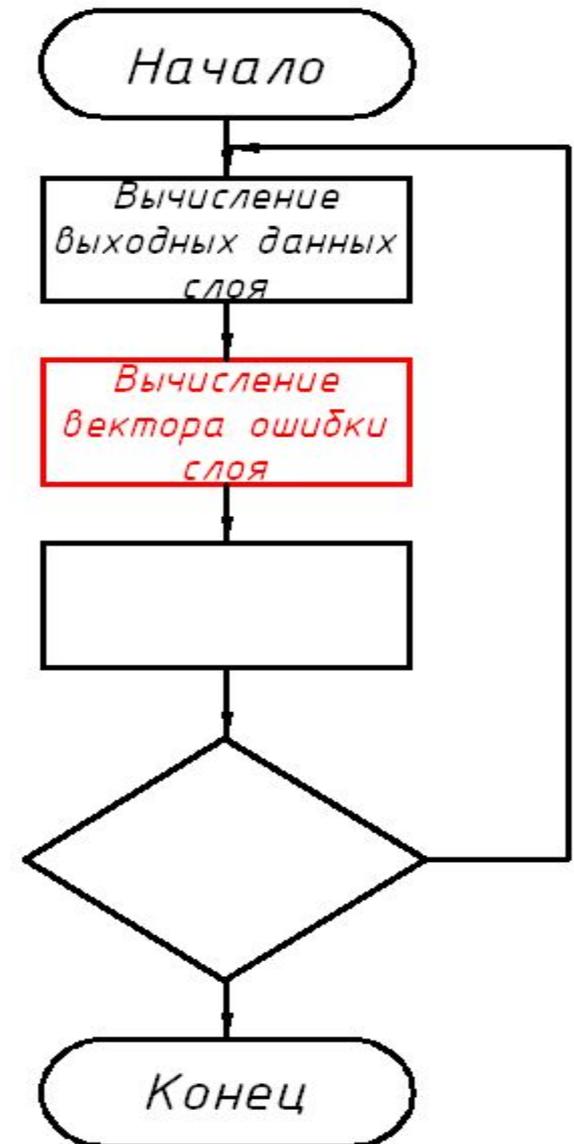
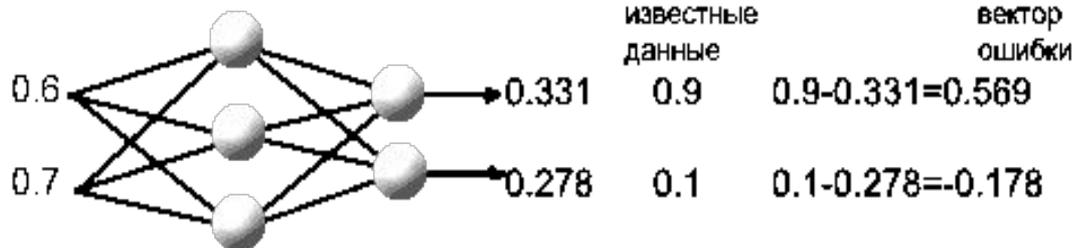
Алгоритм. Шаг 1

сеть функционирует в нормальном режиме - вычисляются выходные данные



Алгоритм. Шаг 2

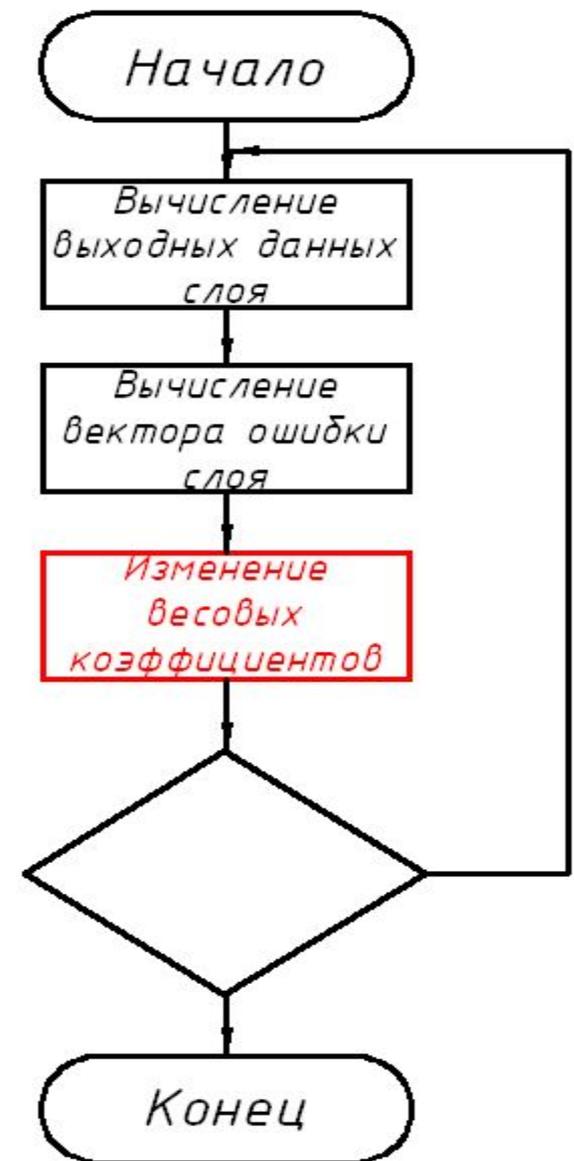
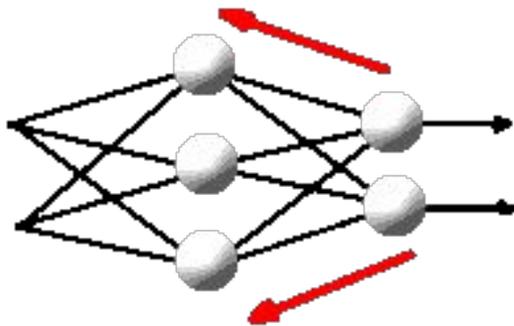
- сравнение выходных данных с известными выходными данными для данного входного набора.
- вычисление вектора ошибки.



Алгоритм. Шаг 3

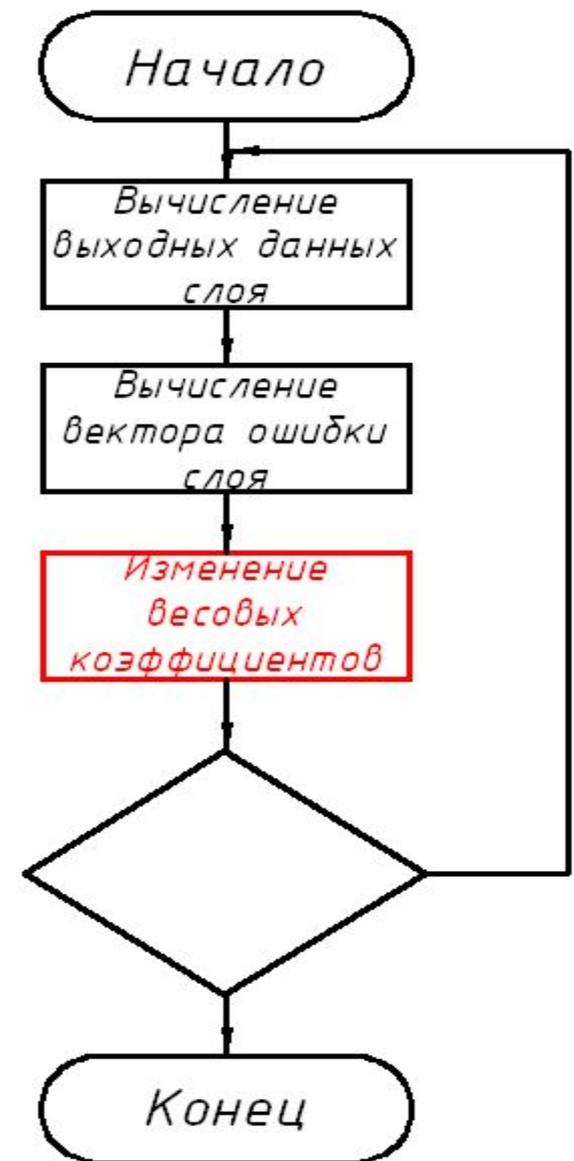
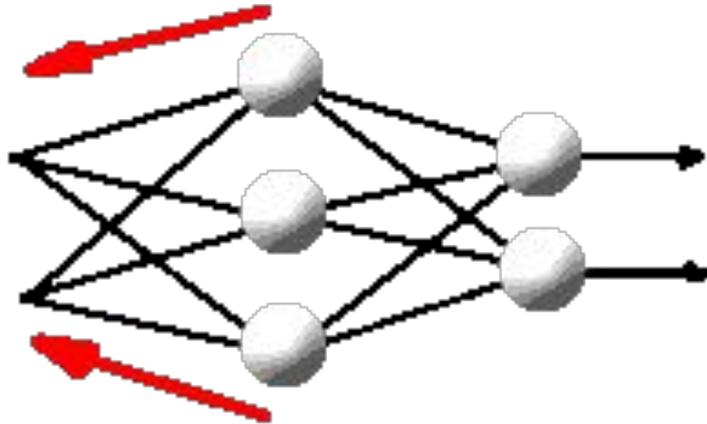
- использование вектора ошибки для изменения весовых коэффициентов ВЫХОДНОГО СЛОЯ

для уменьшения вектора ошибки при повторной подаче того же набора входных данных



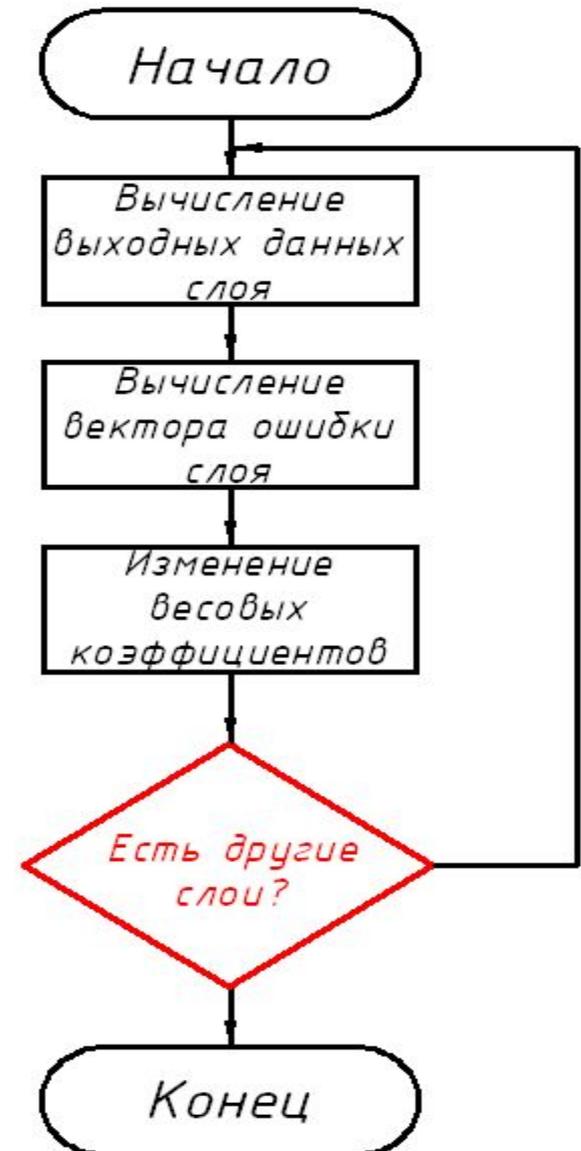
Алгоритм. Шаг 4

- изменение весовых коэффициентов скрытого слоя



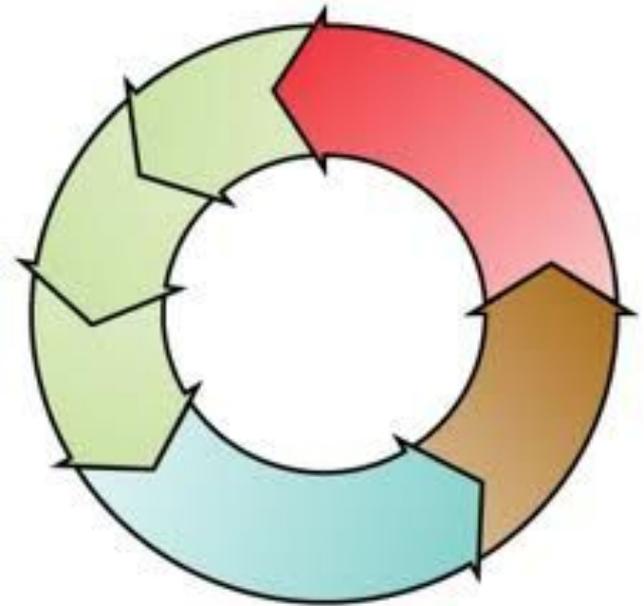
Алгоритм. Шаг 5

- если в сети существует входной слой (именно слой, а не ряд входных значений), с ним проводятся аналогичные действия



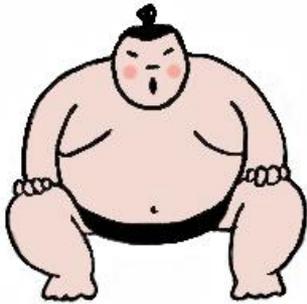
Особенность обучения сети

- сеть обучается путем предъявления каждого входного набора данных и последующего распространения ошибки
- цикл повторяется много раз

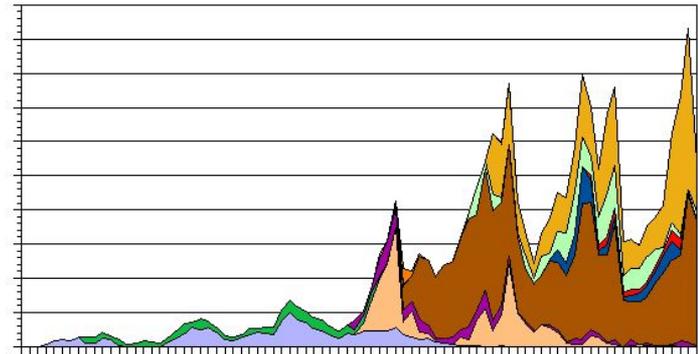


Недостатки алгоритма

- Паралич сети



- Локальные минимумы



- Размер шага



- Переобучение сети

%-)

Нейронные сети. Классификатор.



Постановка Задачи

Построить нейронную сеть – классификатор.

Сеть распознает представленные ей образы, например графические файлы с изображением цифр.



1



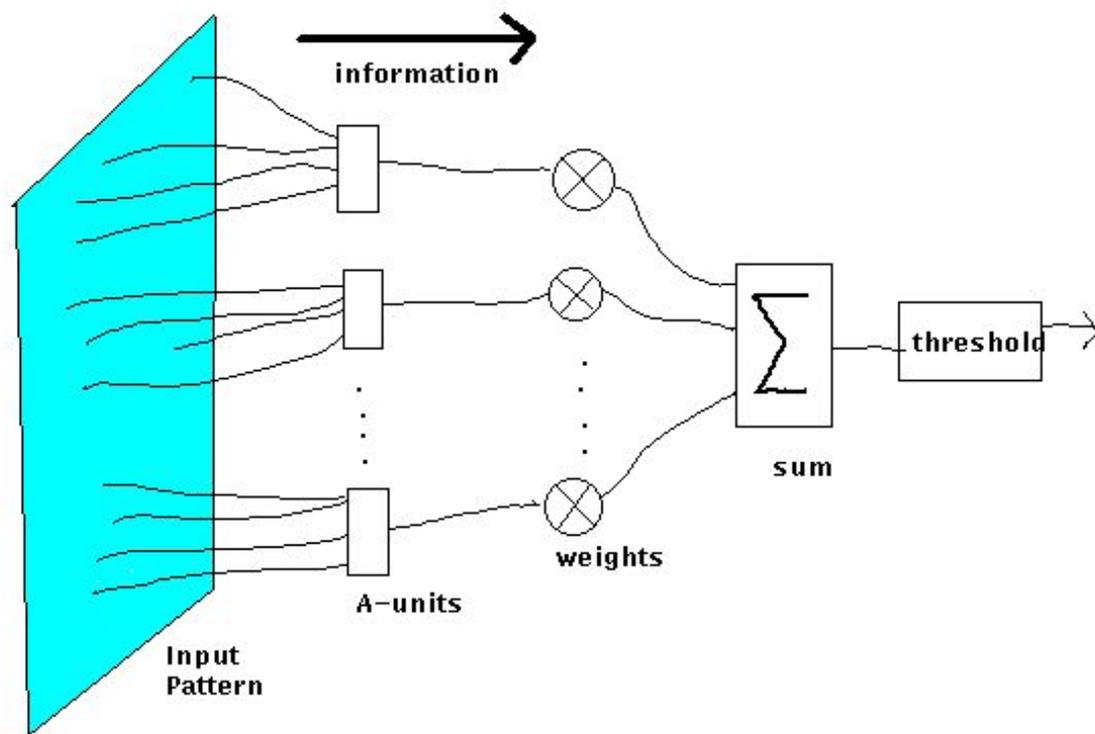
2



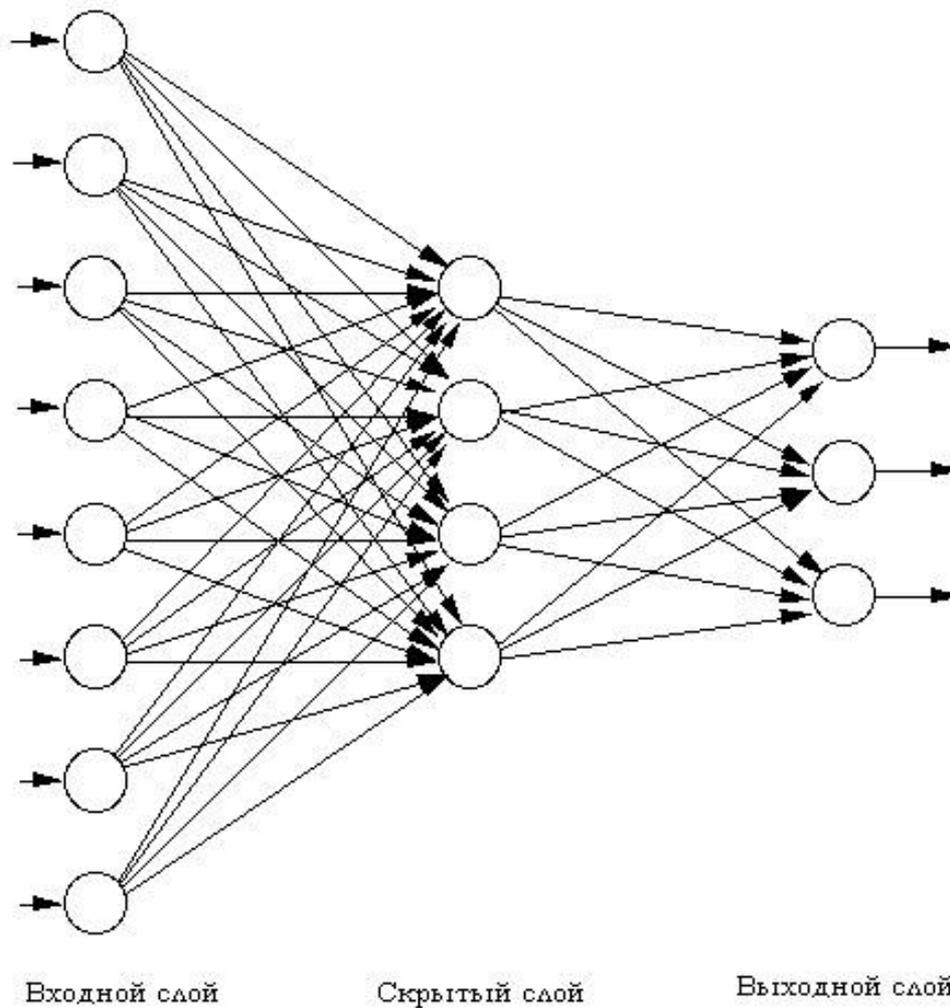
3

Развитие нейронных сетей

Фрэнк Розенблатт (1928-1969),
Корнельский университет, США --
перцептрон (1958)



АРХИТЕКТУРА НЕЙРОННОЙ СЕТИ



Реализация

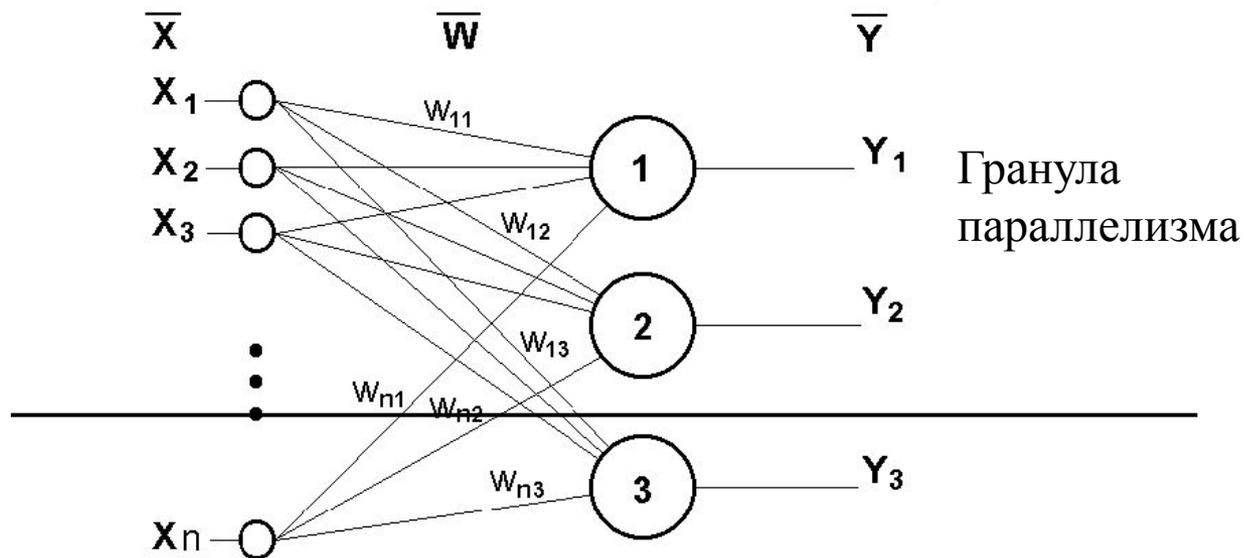


Рисунок 3. Однослойный персептрон

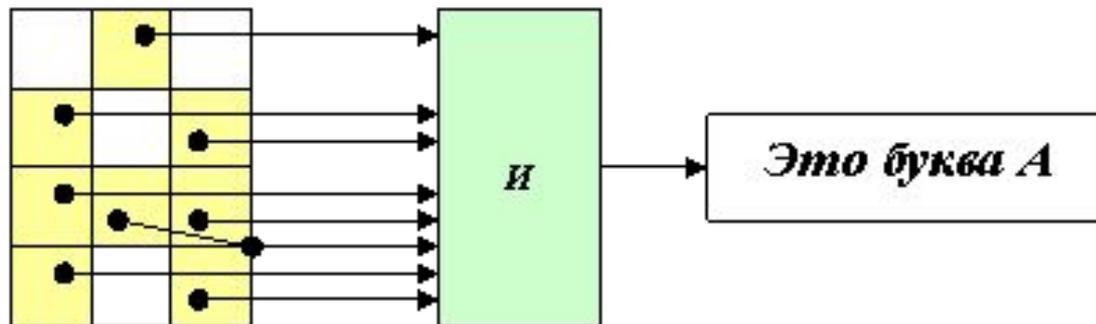
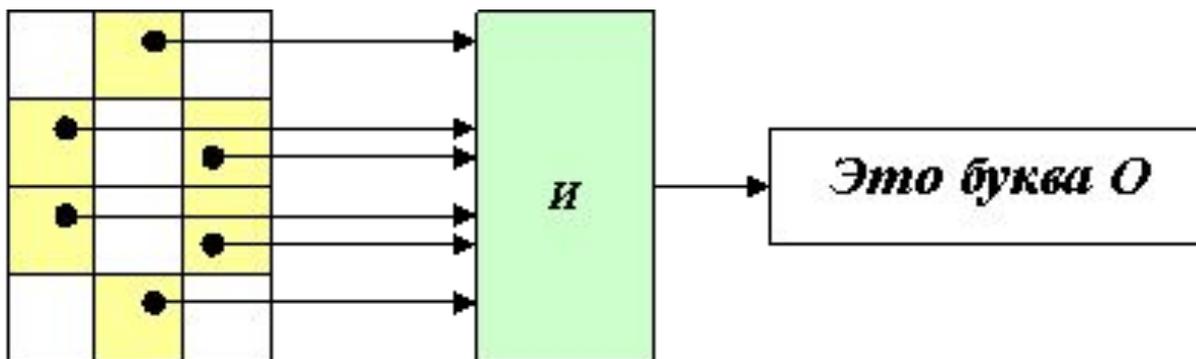
Гранула параллелизма группа из N_p нейронов

$N_p = N / N_{proc}$, где

N - общее количество нейронов

N_{proc} - количество процессоров в системе

Построение обученной нейросети

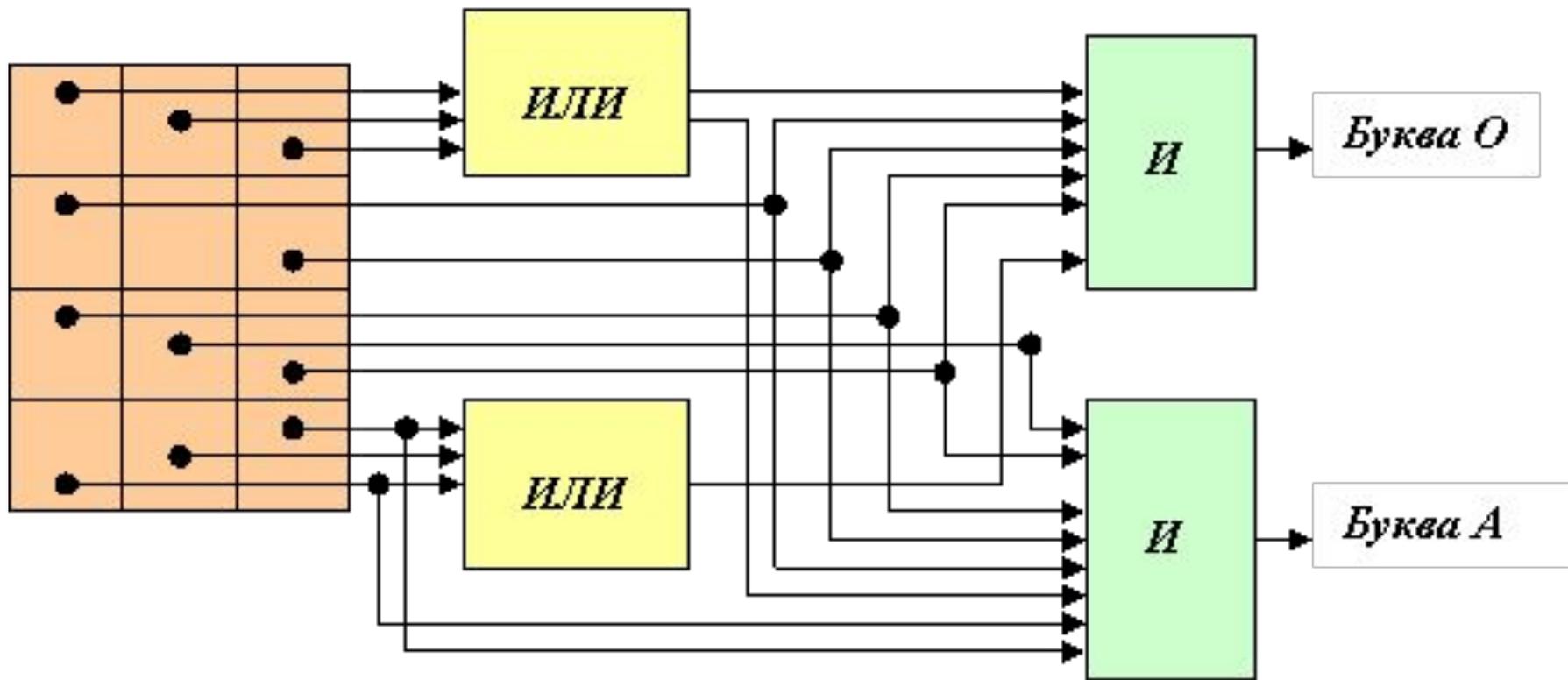


Система распознавания двух "правильно" заданных букв

- Пометим каждую клетку экрана ее координатами. Тогда на языке математической логики сделанное нами можно записать в виде логических высказываний - предикатов:
- $(1,2) (2,1) (2,3) (3,1) (3,3) (4,2) - O$
- $(1,2) (2,1) (2,3) (3,1) (3,2) (3,3) (4,1) (4,3) - A .$

- Но что делать, если буквы на экране пишутся дрожащей рукой? Тогда мы должны разрешить альтернативную засветку каких-то соседних клеток экрана и учитывать это с помощью операции дизъюнкции, *ИЛИ*. Как известно, в результате выполнения этой операции формируется единичный сигнал в том случае, если на входе есть хоть один единичный сигнал.

- Рассмотрим возможность *распознавания* буквы **О**, допустив возможность засветки клеток (1,1), (1,3), (4,1), (4,3). Тогда ранее построенный предикат примет вид
 $((1,1) (1,2) (1,3)) (2,1) (2,3) (3,1) (3,3) ((4,1) (4,2) (4,3)) - O$.
- Аналогично, для буквы **А** допустим засветку клеток (1,1) и (1,3):
 $((1,1) (1,2) (1,3)) (2,1) (2,3) (3,1) (3,2) (3,3) (4,1) (4,3) - A$.



Проблемы реализации и их решение

Проблемы:

1. Большой объем передачи данных
2. Малая вычислительная сложность гранул параллелизма

Решение:

- 1.1. Первоначальная загрузка весовых коэффициентов
- 1.2. Выбор размерности типа данных изображения
- 2.1. Выделение гранул параллелизма с большим количеством нейронов
- 2.2. Выбор функции активации (если требуется)

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ: ЛИТЕРАТУРА И ССЫЛКИ В ИНТЕРНЕТЕ

Круглов В.В., Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика (2 изд).

Уоссерман Ф. "Нейрокомпьютерная техника" (перевод на русский язык):
<http://neurnews.iu4.bmstu.ru/book/nkt/>

Джейн А., Мао Ж., Моиуддин К.М. Введение в искусственные нейронные сети (перевод на русский язык)
<http://www.osp.ru/os/1997/04/16.htm>

Статьи на портале по искусственному интеллекту Омского университета:
<http://newasp.omskreg.ru/intellect/f20.htm>
<http://newasp.omskreg.ru/intellect/f19.htm>

Gurney K. Neural Nets (на английском языке)
<http://www.shef.ac.uk/psychology/gurney/notes/>