

Лекция 1. Обзор.

Буряк Д.Ю.

к.ф.-м.н

dyb04@yandex.ru

Основные темы

- ❑ Однослойный, многослойный персептроны
- ❑ Алгоритмы обучения для персептронов
- ❑ Сети Кохонена
- ❑ Рекуррентные сети
- ❑ Сети глубокого обучения
- ❑ Распараллеливание НС

Почему нейронные сети (НС)

- ❑ Обучение на примерах
- ❑ Массовый параллелизм
- ❑ Устойчивость к зашумленным данным
- ❑ Адаптивность

Предпосылки возникновения НС

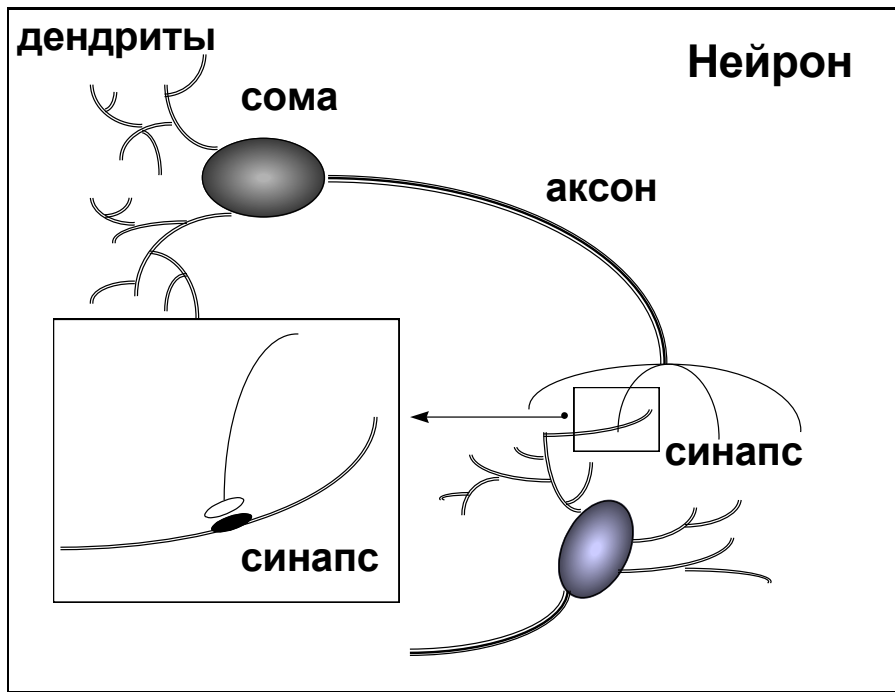


Схема нейрона головного мозга

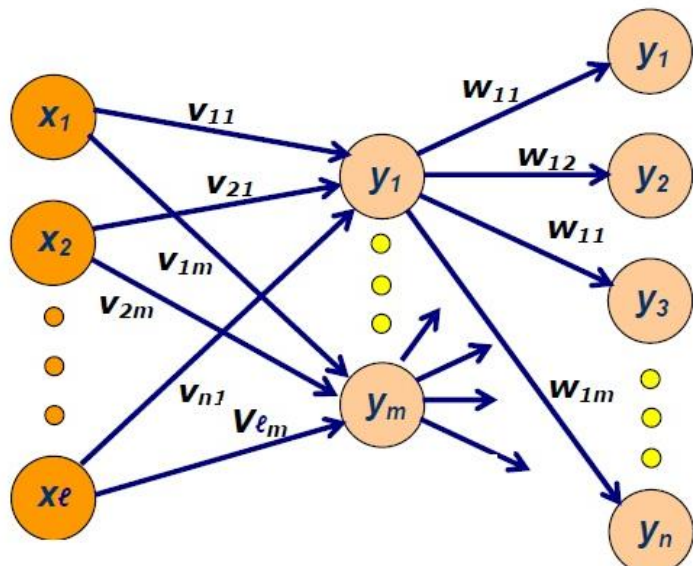
❑ Особенности строения мозга:

- общее число нейронов 10^{10}
- число связей 10^{14}
- взаимодействие нейронов посредством электрических импульсов

История развития НС

- 1943г. У. МакКаллок, У. Питтс. Статья о вычислениях в сетях формальных нейронов.
- 1951г. М. Минский. Первый экспериментальный нейрокомпьютер Snark
- 1961г. Ф. Розенблат. Создание персептрона, идея обучения на примерах.
- 1969г. М. Минский, С. Пейперт. Книга «Перцептроны».
- 1974г. П.Дж.Вербос, А.И.Галушкин. Алгоритм обратного распространения ошибки.
- 1986г. Д.И.Румельхарт, С.И.Барцев. Развитие метода обратного распространения ошибки
- 1998г. Я. ЛеКун. Сверточные сети.
- 2012г - ... Глубокое обучение.

Терминология



- Искусственная НС – направленный граф;
- Вершины – нейроны (входные, внутренние, выходные);
- Дуги – синаптические связи с весами;
- Входные данные – входной вектор;
- Выходные данные – выходной вектор;
- Значения нейронов передаются по связям;

Создание НС

❑ Задание архитектуры

- тип архитектуры;
- структура нейрона;
- размер входного и выходного слоев;
- количество слоев и нейронов;
- связи между нейронами.

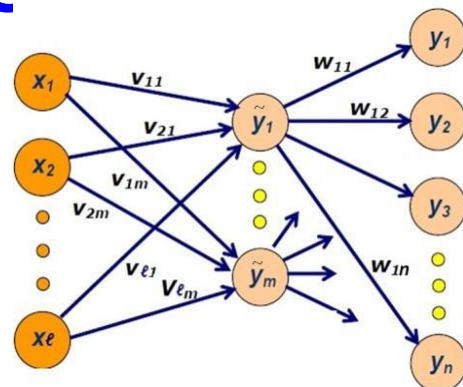
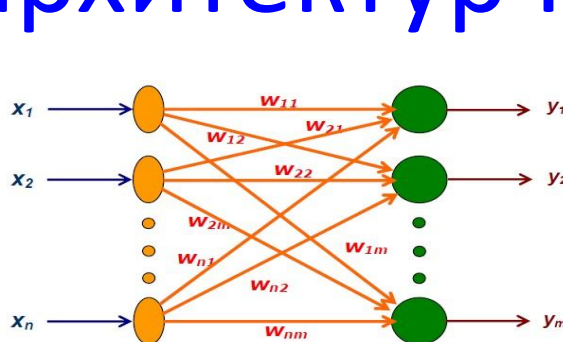
❑ Определение значений весов - обучение

- обучающая выборка;
- алгоритм обучения;
- инициализация весов;
- проведение обучения.

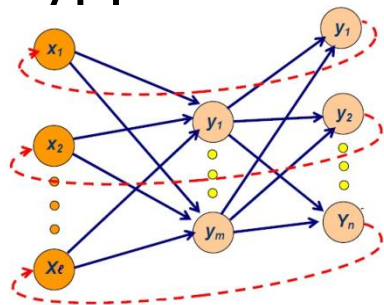
Виды архитектур НС

❑ Сети прямого распространения

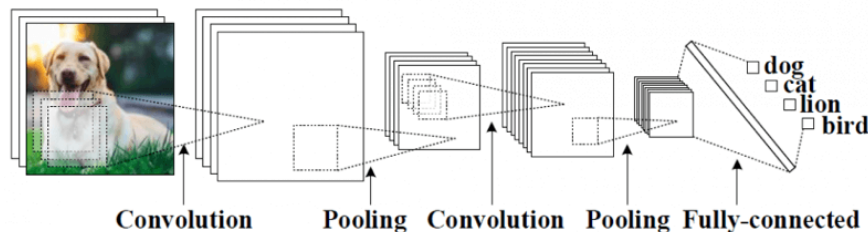
- однослойный персептрон;
- многослойный персептрон.



❑ Рекуррентные сети



❑ Сверточные сети



Обучение НС

❑ Итерационный процесс

- выбор примера обучающей выборки
- вычисление значения выхода НС
- оценка значения функции ошибки
- коррекция весов НС

❑ Виды алгоритмов обучения

- С учителем: минимизация между реальными выходами и ожидаемыми.
- Без учителя: конкуренция нейронов между собой

❑ Пример эффективности обучения

- Задача: оптимальное управление при ограниченных ресурсах.
- Степень обучения: низкая, средняя, высокая, различная.

Применение НС. Персептроны

❑ Решаемые задачи

- Обработка таблично заданных данных;
- Задачи классификации;
- Задачи регрессии.

❑ Можно попробовать решить

- Анализ изображений;
- Обработка текстовых данных;
- Анализ временных серий.

Применение НС. Сверточные сети

☐ Решаемые задачи

- Анализ изображений;
- Задачи классификации;
- Задачи регрессии.

☐ Можно попробовать решить

- Обработка текстовых данных;
- Анализ временных серий;
- Обработка последовательностей данных

Применение НС. Рекуррентные сети

☐ Решаемые задачи

- Обработка текстовых данных;
- Анализ речи;
- Задачи классификации;
- Задачи регрессии;
- Генеративные модели.

☐ Можно попробовать решить

- Анализ временных серий.

Размер задачи vs сложность НС

Размер задачи	Сложность НС	Вычислительные ресурсы
~ 100K примеров ~ 100 классов	~10 слоев ~100K параметров	CPU, Многопроцессорные системы
~10M примеров ~ 1000 классов	~ 50 слоев ~ 10M параметров (Сверточные НС)	GPU, multi-GPU системы
~ 1000M примеров ~ 10K классов	~ 10Млрд параметров (Большие, глубокие НС)	Высокопроизводительные вычислительные системы (HPC)

Аппроксимация функций

□ По выборке $((x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n))$ (пары данных аргумент-значение), которая генерируется неизвестной функцией $y(x)$, искаженной шумом, найти оценку этой функции.

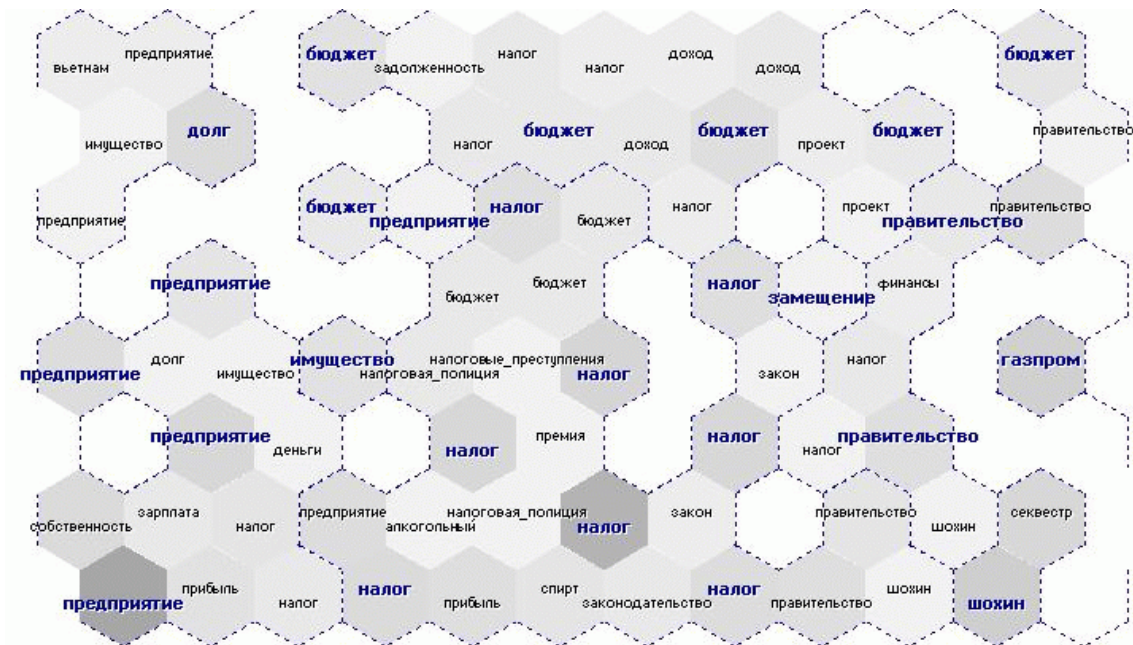
□ Пример. Технология масштабирования изображений (Pawlin Technologies).



Визуализация многомерных данных

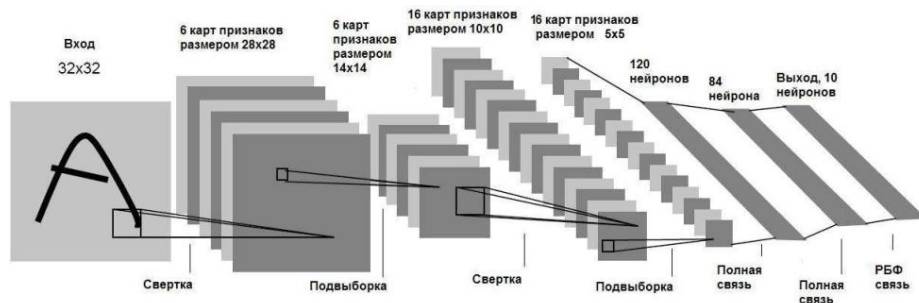
Представление многомерной информации в виде двумерных изображений (карт) с минимально возможными искажениями.

Точки близкие на построенной карте соответствуют близким исходным данным.

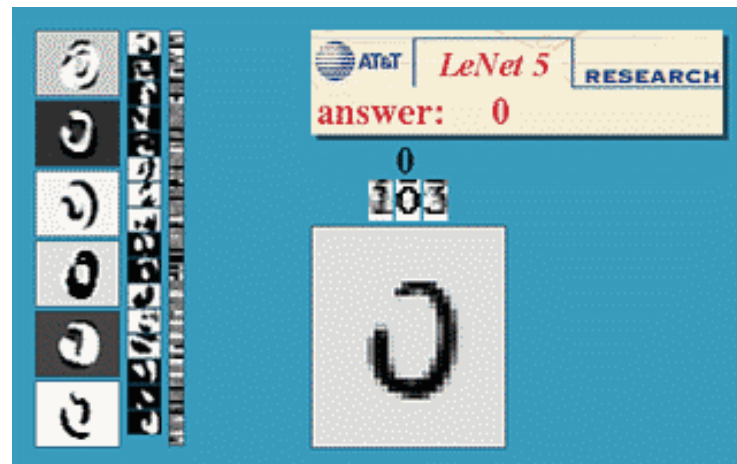


Классификация образов

- ❑ Отнесение образа к одному из заданных классов
- ❑ Пример. Распознавание рукописных цифр



- Сверточная сеть (Yann LeCun, 1998)
- База MNIST (70000 примеров)
- Ошибка 0.45% (10000 примеров)



База изображений ImageNet

ImageNet

- Создана в 2009
- Более 14М изображений с аннотациями
- 1М изображений в отмеченными объектами
- Более 20К классов (несколько сотен изображений каждого класса)



ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)

- Проводится с 2010г
- Классификация изображений, обнаружение объектов



ILSVRC. Классификация изображений

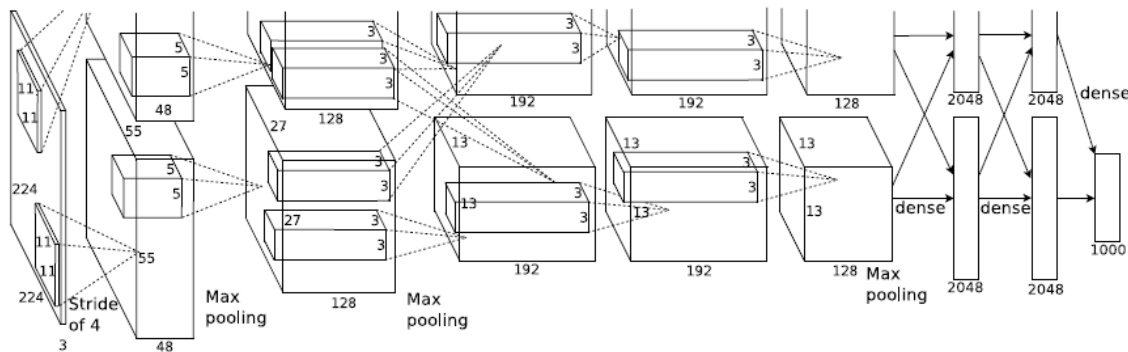
- 1.2М изображений (обучающая выборка)
- 100К тестовых изображений
- 1000 классов



Нейронная сеть AlexNet

□ ILSVRC 2012

- Первая сверточная сеть победитель ILSVRC
- Ошибка Top-5: 15.3%
- Сверточная НС, 8 слоев, 60М параметров (A. Krizhevsky et al, 2012)



База изображений COCO

❑ COCO (Microsoft Common Objects in Context)

- Создана в 2015г;
- Более 123К изображений;
- Более 886К объектов;
- 91 класс.



❑ Конкурсы COCO

- Проводятся с 2015
- Обнаружение (сегментация) объектов, фона, ключевых точек объектов



❑ COCO. Обнаружение объектов на изображениях

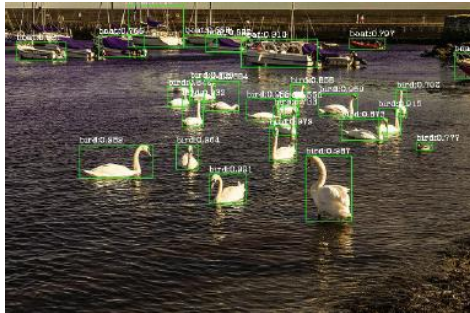
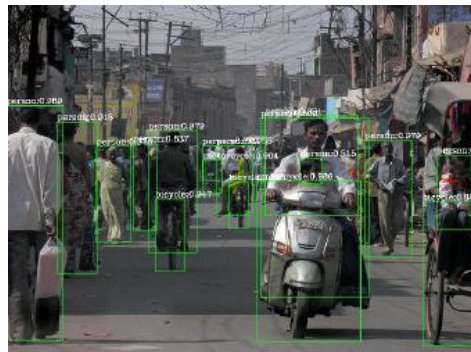
- 200К изображений
- обучающая выборка: 500К объектов
- 80 классов



COCO 2017. Обнаружение объектов

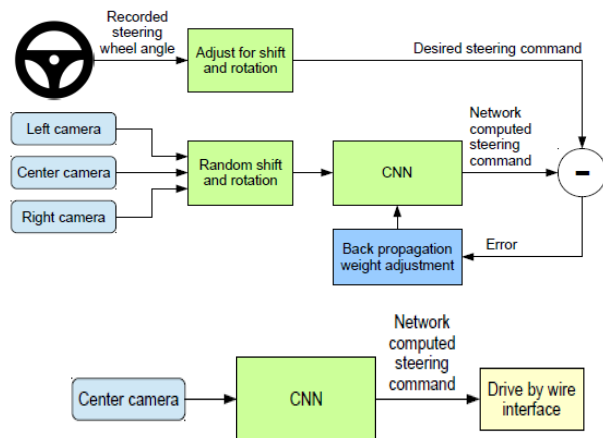
❑ Сеть MegDet (C. Peng et al. MegDet: A Large Mini-Batch Object Detector. 2018)

- mAP: 52.5%
- Увеличенный размер пакета при обучении, эффективное использование 128 GPU
- Базовая HC ResNet-50 (50 слоев, 0.8M параметров) + сеть для локализации Feature Pyramid Network.



Интерпретация сцен

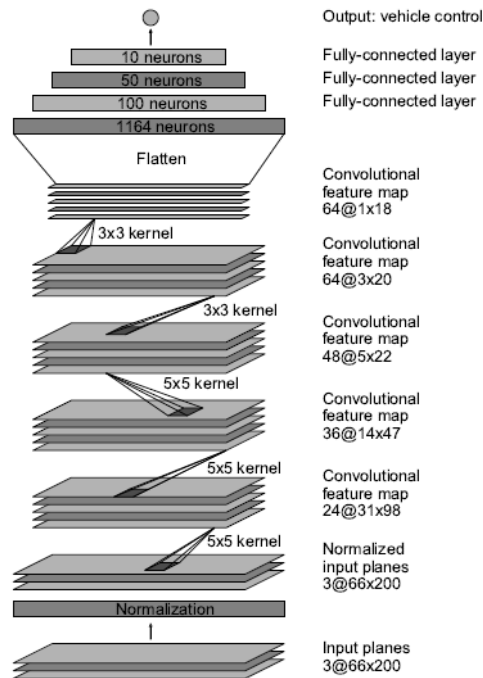
□ Dave-2 (NVIDIA)



□ Архитектура НС

- 27М связей
- 250К параметров

- Обучение на действиях водителя
- Управление на основе данных с одной камеры



Классификация действий по видео

❑ Определить тип действия по последовательности кадров.

❑ Базы видео:

- UCF101: 13K видео, 101 категорий действий

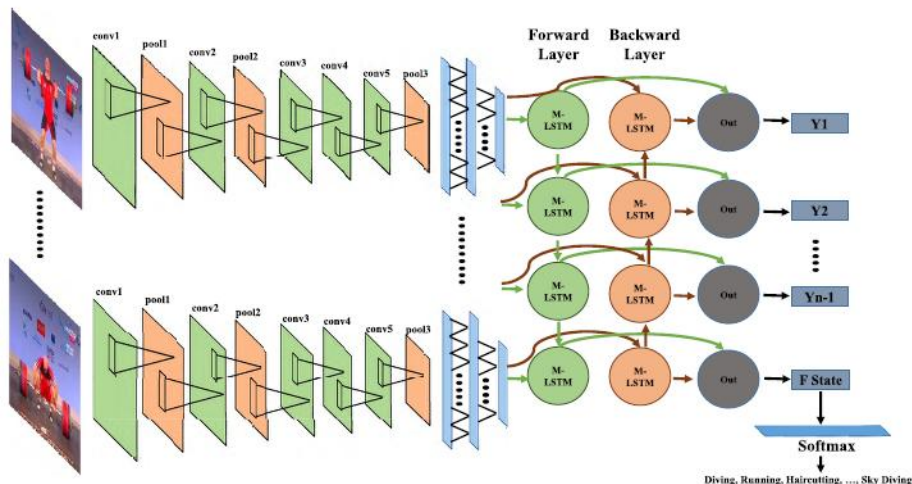
- HMDB51: 6K видео, 51 типов действий

❑ HC DB-LSTM (Deep Bidirectional Long Short-Term Memory)

- Сверточная сеть для выделения дескрипторов изображения

- LSTM для запоминания истории

- Точность распознавания
91.21% (UCF101), 87.64% (HMDB51)



Предупреждение

- ☐ НС не являются инструментом, который можно получить, «нажав одну кнопку»;
- ☐ «Математические» алгоритмы, если они есть, в большинстве случаев позволяют получить более эффективное решение;
- ☐ Сложность проверки путей принятия решения;
- ☐ Низкая эффективность при активном противодействии.

