

Введение в искусственный интеллект

На базе дисциплины «Вычислительные сети, системы
и телекоммуникации»

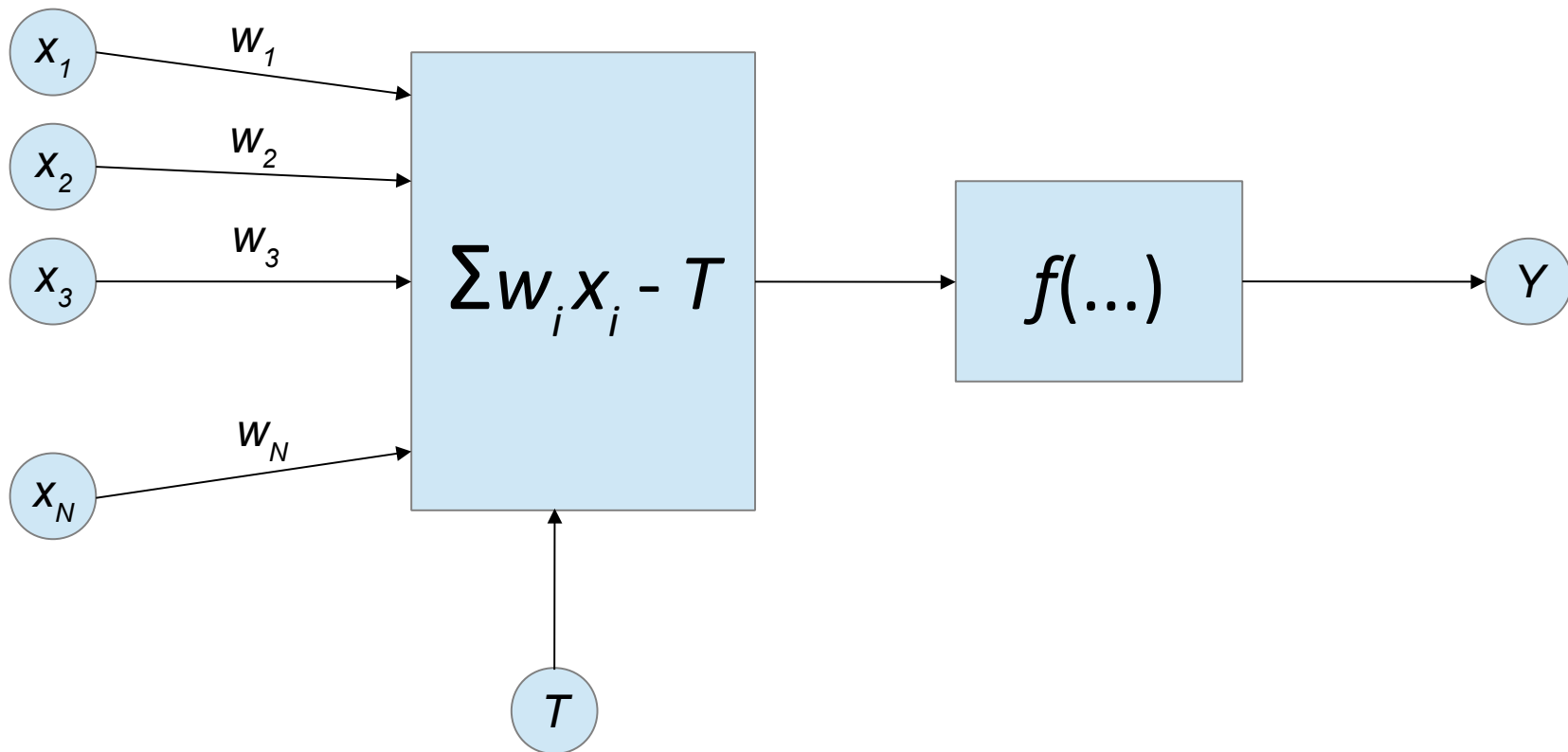
Технологический университет
Королёв
2020

Введение в искусственный интеллект

Лекция №2 — «Нейронные сети и обучение с учителем».

- Формальный нейрон
- Простой перцептрон Розенблатта
- Сеть прямого распространения
- Функции активации
- Параметры обучения

Формальный нейрон



Формальный нейрон

$X = \{x_1, \dots, x_N\}$ — вектор входного сигнала,

Y — выходной сигнал,

f — функция активации.

$$Y = f\left(\sum_{i=1}^N w_i x_i - T\right)$$

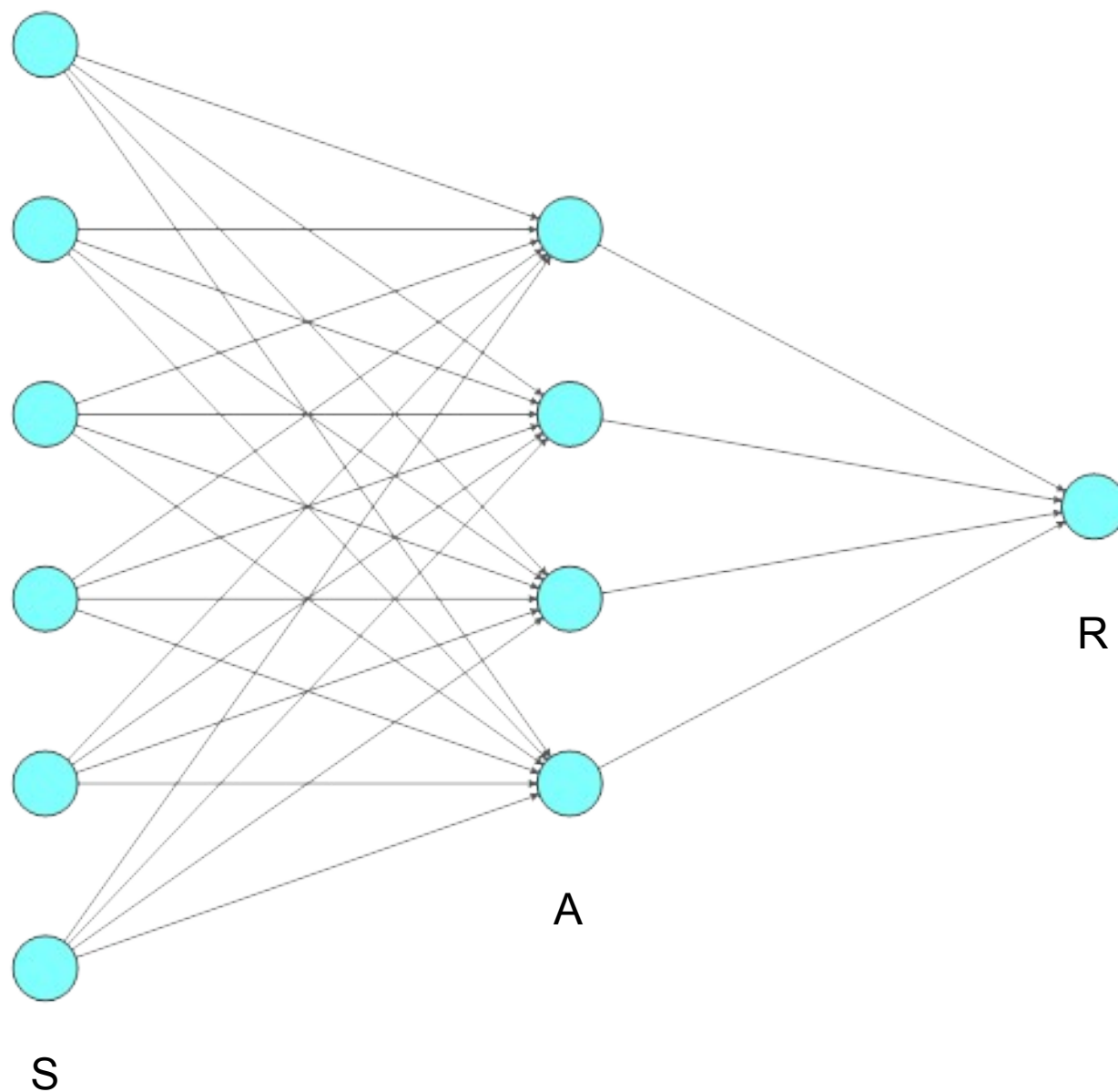
Формальный нейрон

$$Y = f\left(\sum_{i=1}^N w_i x_i - T\right)$$

w_i — синаптические веса,

T — порог нейрона.

Простой перцептрон Розенблатта



Простой перцептрон Розенблатта

Три слоя:

- S-слой (сенсорный)
- A-слой (ассоциативный)
- R-слой (результатирующий)

Веса между слоями S и A не изменяются.

Веса между слоями A и R изменяются при обучении.

Простой перцептрон Розенблатта

Функция активации нейронов в слоях S и A:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x \leq T \\ 1, & x > T \end{cases}$$

Функция активации нейронов в слое R:

$$f(x) = \begin{cases} -1, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$$

Простой перцептрон Розенблатта

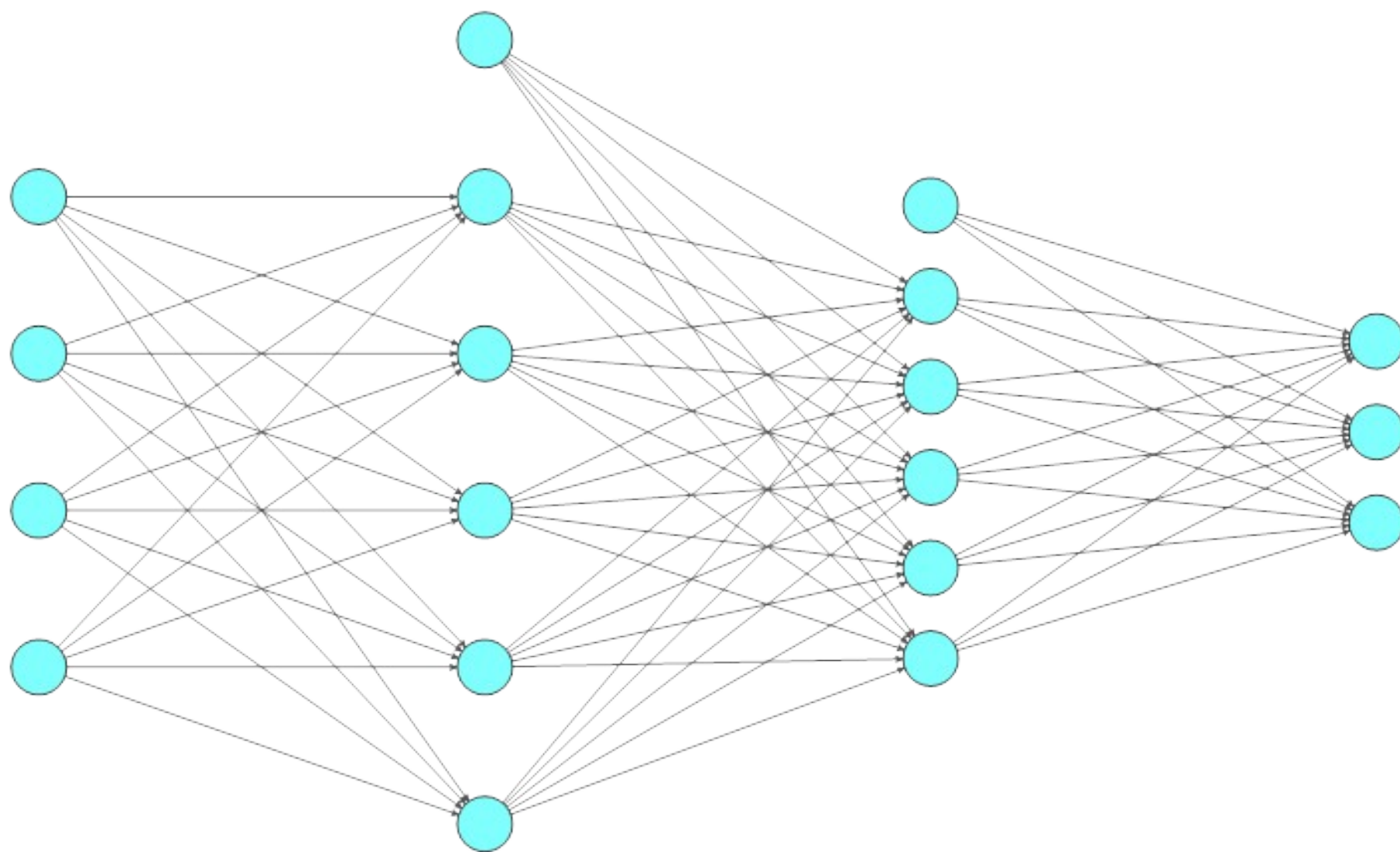
Метод коррекции ошибки:

1. Веса между слоями S и A случайны $(-1;0;1)$.
2. Веса между слоями A и R равны нулю.
3. Для каждого элемента X из обучающей выборки сравнивается значение, рассчитанной сетью, и целевое значение Y . Если значения не совпадают, то веса тех нейронов слоя A , которые были активны, изменяются в сторону целевого значения.

Простой перцептрон Розенблатта

- Теорема сходимости перцептрона (Розенблатт).
- Критика перцептрона - объем требуемой памяти и времени сходимости (Минский).

Сеть прямого распространения



Сеть прямого распространения

Алгоритм работы (послойно слева направо):

- Значения на входе слоя умножаются на веса слоя.
- Результаты суммируются.
- К сумме применяется активационная функция.
- Значение функции передается на следующий слой.

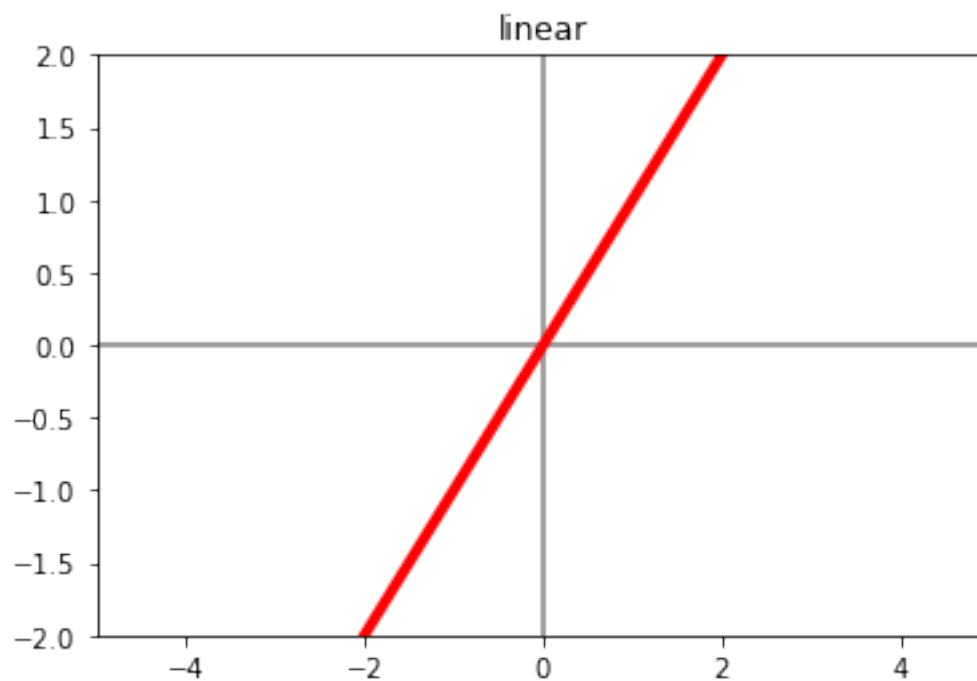
Сеть прямого распространения

Алгоритм обучения с учителем (метод обратного распространения ошибки):

- Вычисляется функция ошибки для рассчитанного и целевого значений.
- Для каждого веса каждого слоя вычисляется частная производная функции ошибки по весу.
- Каждый вес изменяется пропорционально соответствующей частной производной.

Функции активации

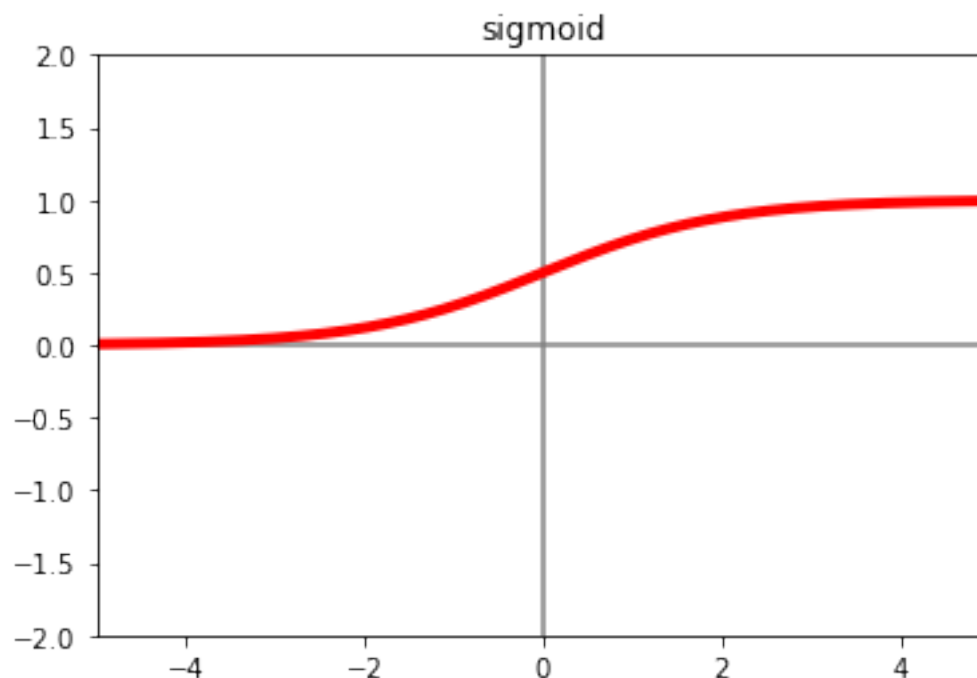
Линейная



$$f(x) = x \quad f'(x) = 1$$

Функции активации

Сигмоида



$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}} \quad f'(x) = f(x)(1 - f(x))$$

Функции активации

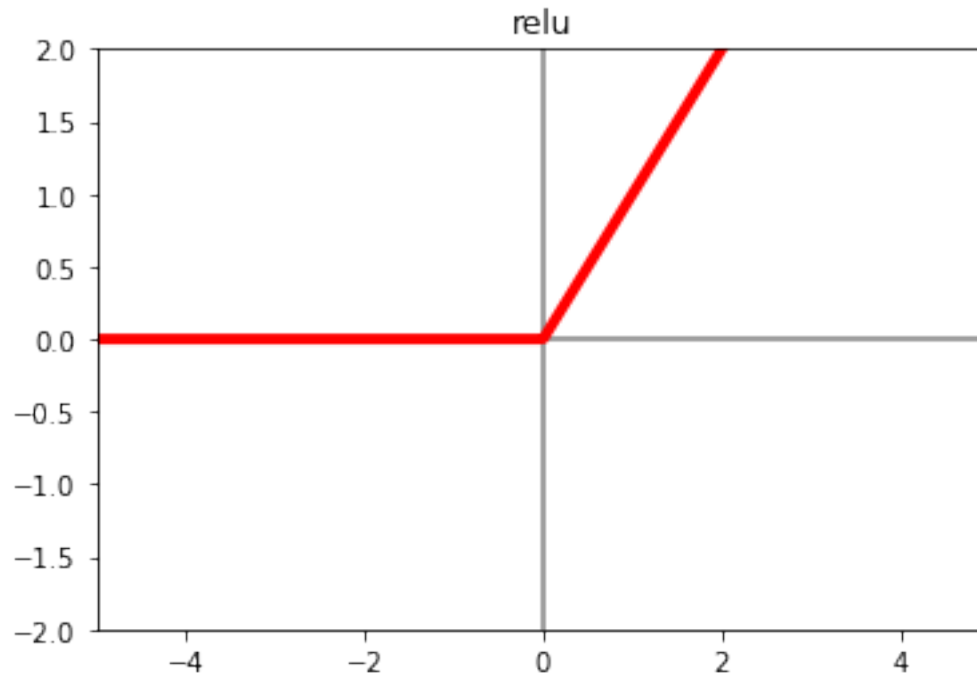
Softmax (обобщение сигмоиды)

$$y_i = f(x_i) = \frac{e^{x_i}}{\sum_{j=1}^N e^{x_j}}$$

$$\frac{\partial y_i}{\partial x_j} = \begin{cases} y_i(1 - y_i), & i = j \\ -y_i y_j, & i \neq j \end{cases}$$

Функции активации

Усечённое линейное преобразование (RELU)



$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ x, & x \geq 0 \end{cases} \quad f'(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \\ 1, & x \geq 0 \end{cases}$$

Функции активации

Скрытые слои — RELU.

Выходной слой — в зависимости от задачи:

- регрессия — один нейрон, линейная функция,
- бинарная классификация — один нейрон, сигмоида,
- мультиклассовая классификация — число нейронов равно числу классов, softmax.

Параметры обучения: функция потерь

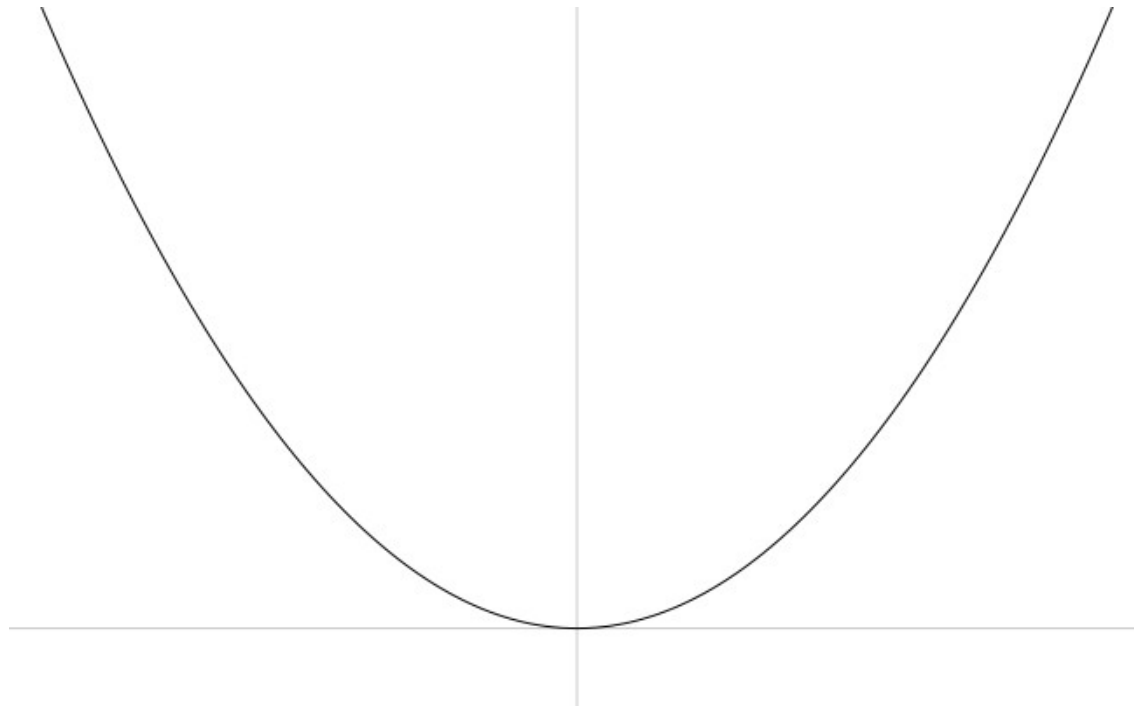
В зависимости от задачи:

- регрессия — среднеквадратическая ошибка,
- бинарная классификация — бинарная перекрёстная энтропия,
- мультиклассовая классификация — категориальная перекрёстная энтропия.

Параметры обучения: алгоритм оптимизации

$$w(t+1) = w(t) - D(t)$$

$$D(t) = \mu D(t-1) + \gamma \nabla E(w)$$



Параметры обучения: эпохи и батчи

Эпоха — один проход алгоритма обучения по всей обучающей выборке.

Батч — набор элементов обучающей выборки, после прохода по которым производится обновление весов нейронной сети.

Параметры обучения: обучающая и тестовая выборки

Имеющиеся данные =
обучающая выборка + тестовая выборка

Обычно 90% + 10%

Имеющиеся данные =
обучающая + проверочная + тестовая выборки

Обычно 80% + 10% + 10%

Материалы

1. <https://habr.com/ru/post/312450/>
2. <https://habr.com/ru/post/198268/>

Спасибо за внимание!