

Работа № 3.6 Нейронные сети

Однослойная нейронная сеть

Нейронная сеть - это алгоритм обучения с учителем, который аппроксимирует функцию $f(\cdot): R^{in} \rightarrow R^{out}$ обучением на наборе данных, где in — количество измерений для ввода и out — размерность выхода.

Искусственный нейрон (ИН) – это простейший аналоговый преобразующий элемент, имитирующий поведение биологического нейрона (рисунок 1).

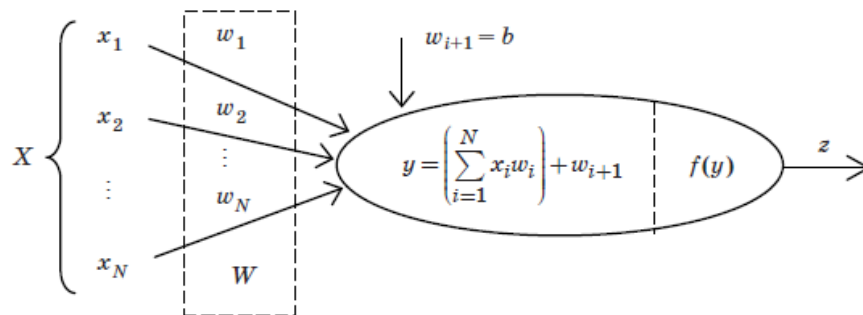


Рисунок 1. – Модель искусственного нейрона

На вход ИН поступает множество (вектор) сигналов. Каждый вход взвешивается — умножается на определенный коэффициент (весовой коэффициент). Сумма всех произведений определяет уровень активации нейрона. Суммирующий блок соответствует соме живого нейрона

Активационная функция F должна быть монотонной. Обычно $F(y)$ принадлежит к интервалу $[0,1]$ или $[-1,1]$. Чаще используют сигмоидальная активационная функция (2).

Таким образом, ИН выполняет две операции. Сначала вычисляется сумма скалярного произведения вектора весов W и входного вектора X :

$$y = X^T W + b \quad (1)$$

Затем срабатывает активационная сигмоидная функция, определяющая значение выходного сигнала:

$$z = F(y) = \frac{1}{1 + \exp(-k \cdot y)}. \quad (2)$$

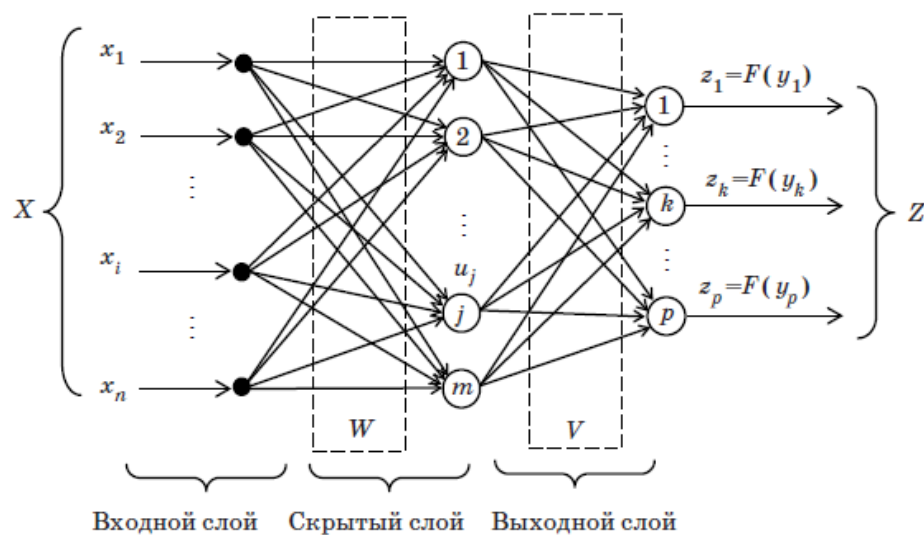


Рисунок 2. – Однослойная НС

Самый левый слой, известный как входной, состоит из набора нейронов $X = x_i | x_1, x_2, \dots, x_n$ представляющие входные функции. Каждый нейрон в скрытом слое преобразует значения из предыдущего слоя с взвешенным линейным суммированием $w_1x_1 + w_2x_2 + \dots + w_mx_m$, за которой следует нелинейное функциональное преобразование - функция сигмоидного ограничения. Выходной слой получает значения из последнего скрытого слоя и преобразует их в выходные значения.

Нормирование означает приведение каждой компоненты входного вектора к интервалу $[0, 1]$ или $[-1, 1]$. При известном диапазоне изменения входной переменной $[x_{\min}, x_{\max}]$ нормирование выполняется по формуле:

$$x_i = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (3)$$

Если значения входной переменной требуется привести к заданному интервалу $[a, b]$, то применяется формула:

$$x_i = \frac{(x - x_{\min}) / (b - a)}{x_{\max} - x_{\min}} + a \quad (4)$$

При оценке качества работы ИНС обычно требуется рассматривать среднюю квадратическую ошибку (СКО), определяемую как усредненную на n примерах сумму квадратов разностей между желаемой величиной выхода z_i и реально полученными на сети значениями y_i для каждого i -го примера:

$$J = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_m - y_i)^2 \quad (5)$$

Для решения задачи с применением НС, используйте реализации сетей, приложенные к заданию.

Метрики производительности

Для оценки производительности моделей прогнозирования используются следующие метрики:

- Errors = прогнозные значения – действительные значения
- MSE (Mean Squared Error) = $\frac{1}{n} \sum (\text{Прогноз} - \text{Действительные значения})^2$
- RMSE (Root Mean Squared Error) = \sqrt{MSE}
- MAE (Mean Absolute Error) = $\frac{1}{n} \sum |\text{Прогноз} - \text{Действительные значения}|$
- MAPE (Mean Absolute Percentage Error) = $\frac{1}{n} \sum \frac{|\text{Прогноз} - \text{Действительные значения}|}{\text{Действительные значения}}$

В случаях, когда большие ошибки важны и они могут привести к серьезным последствиям, следует уделять больше внимания MSE. В том случае, когда приоритетом обладают малые ошибки, следует уделить внимание MAE.

4. Практическое задание

Для данных из работы 3.2 выполнить вычисления по модели нейронной сети прямого распространения и провести анализ полученной модели по СКО.

Качество оценки

	СКО
Линейная регрессия	
Нейронная сеть (конфигурация 1)	
...	
Нейронная сеть (конфигурация n)	

Контрольные вопросы

1. Что такое искусственная нейронная сеть?
2. В чем сходство и отличие линейной регрессии и НС прямого распространения?
3. Какие принципы используются при классификации нейронных сетей?
4. Каково определение искусственного нейрона?
5. Из каких составляющих состоит искусственный нейрон?
6. Какие варианты активационной функции могут быть использованы?
7. Каковы основные парадигмы обучения нейронных сетей?
8. Какие операции могут выполняться при предварительной обработке обучающих данных для нейросети?
9. Как оценить качество обучения нейросети?