

## Написание и тренировка нейронной сети на языке программирования Python

Коновалова Софья, 9 класс, МАОУ «Лицей №38»

Научный руководитель Попова Наталья Львовна, учитель информатики

Извеков Вадим Игоревич, ведущий специалист в области глубокого машинного обучения

*В своей работе мы занимались изучением устройства нейронных сетей, отдельных ее видов, написанием собственной нейросети и ее тренировкой. Также мы проанализировали эффект, который эта тренировка производит на ответы сети.*

В современном мире нейронные сети как никогда актуальны. Они сейчас активно изучаются и разрабатываются и начинающими специалистами, и довольно крупными компаниями.

Нейронная сеть это - сеть нейронов. Нейроны связаны в нейронной сети синапсами (рис.1):

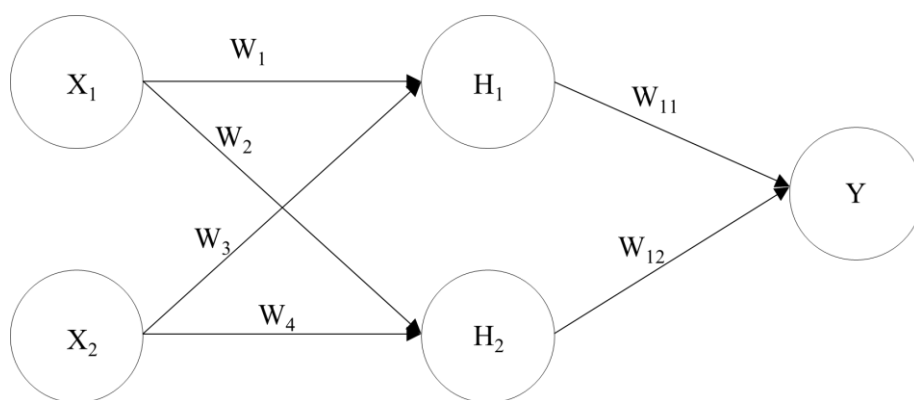


Рис.1

В нейронной сети нейроны делятся на три основных типа:

- Входные нейроны (на рис.1  $X_1$  и  $X_2$ );
- Скрытые нейроны (на рис.1  $H_1$  и  $H_2$ );
- Выходной нейрон (на рис.1  $Y$ ).

При поступлении информации в нейрон (на данной схеме нейроны обозначены как:  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $H_1$ ,  $H_2$ ,  $Y$ ), нейрон проводит над информацией некоторые операции и передает по синапсам следующим нейронам и при том только в одном направлении. Синапсы в свою очередь тоже несколько видоизменяют. Единственный параметр у синапса, который изменяет информацию, это вес, поэтому их так и называют весами. На данной схеме веса обозначены как:  $W_1$ ,  $W_2$ ,  $W_3$ ,  $W_4$ ,  $W_{11}$ ,  $W_{12}$ .

Операции, которые нейрон проводит над информацией, довольно просты и понятны. Для начала нейрон умножает информацию, поступившую с предыдущего нейрона на вес синапса, по которому эта информация поступила, складывает получившиеся произведения и прогоняет сумму через функцию активации. Формула выхода скрытого нейрона  $H_1$  приведена ниже:

$$H_1 = f(X_1W_1 + X_2W_3)$$

В качестве функции активации чаще всего берут логистическую сигмоиду, одну из разновидностей единичной ступенчатой функции.

Для работы над проектом были изучены следующие виды нейронных сетей:

1. **Перцептроны** – одни из первых математических моделей мозга. Перцептроны бывают: элементарные, однослойные и многослойные.
2. **Сеть радиальной базисной функции**, которые не сильно отличаются от того же самого элементарного перцептрона, но именно они дали начало рекуррентным сетям.
3. **Рекуррентные сети** работают с текстами.
4. **Сети долгосрочной/краткосрочной памяти**, которые являются подвидом рекуррентных сетей, но у них есть довольно большое отличие от рекуррентных сетей – вентили, ячейки памяти и окна забывания. Вентили определяют сколько информации поступает в следующий нейрон, а сколько остается в ячейке памяти,

также они контролируют информацию в ячейках памяти – когда надо, они эту информацию удаляют через окно забывания.

5. **Sequence-to-sequence (seq2seq) модели** состоят из двух рекуррентных сетей. Они переводят текст с одного языка на другой на основе матрицы представлений (словаря).
6. **Модульные сети** не так популярны, как, например, seq2seq модели, но они тоже довольно интересны. Эта сеть строит предположения того, с какой лучшей интонацией прочитать текст. Она разбивает предложения на модули, при этом у модуля может быть только два входа, но одним из этих входов может быть другой модуль. Модульные сети также называют сетями древовидной структуры.
7. **Автоэнкодеры** по своей структуре напоминают seq2seq модели. Они кодируют текст.
8. **Сети Хопфилда** отличаются тем, что нейроны у них связаны не только с нейронами следующего слоя, но и со всеми нейронами сети. Сети Хопфилда определяют и устраняют ошибки. К примеру, если подаем на вход зашумленное изображение, то сеть Хопфилда выдает эталонное изображение.
9. **Сверточные сети** определяют, что показано на изображении. Сначала два слоя сверточной сети (сверточный и дискредитирующий), чередуясь между собой подготавливают особую матрицу, которую затем подает на вход скрытых слоев многослойного перцептрона.

Для практической реализации проекта был выбран элементарный перцептрон, который, имея вес и рост человека, определяет его пол.

При первых запусках сеть не всегда выдавала корректные ответы. Чтобы получить правильный результат надо было натренировать нейросеть. Существует два основных типа обучения нейронных сетей: обучение с учителем и обучение без учителя. Выбор пал на обучение с учителем. Учителем в обучении нейросети называют определенный набор параметров и соответствующий им набор правильных ответов, на которые нейросеть ориентируется, когда корректирует свои веса и смещения.

В результате тренировки нейронной сети, получаемые результаты стали соответствовать желаемым результатам.

Но, к сожалению, параметры роста и веса не однозначно определяют пол человека, так как одинаковым набором этих параметров может обладать как человек женского пола, так и мужского, например, в тестовой задаче полностью сошлись параметры пятнадцатилетнего мальчика с параметрами взрослой женщины. Соответственно, нейронная сеть говорила, что этот мальчик на самом деле девочка. Был добавлен новый параметр путем добавления в сеть нового нейрона. Этот нейрон в одной сети соответствовал длине предплечья. Теперь схема нейросети с тремя нейронами стала выглядеть так (рис.2):

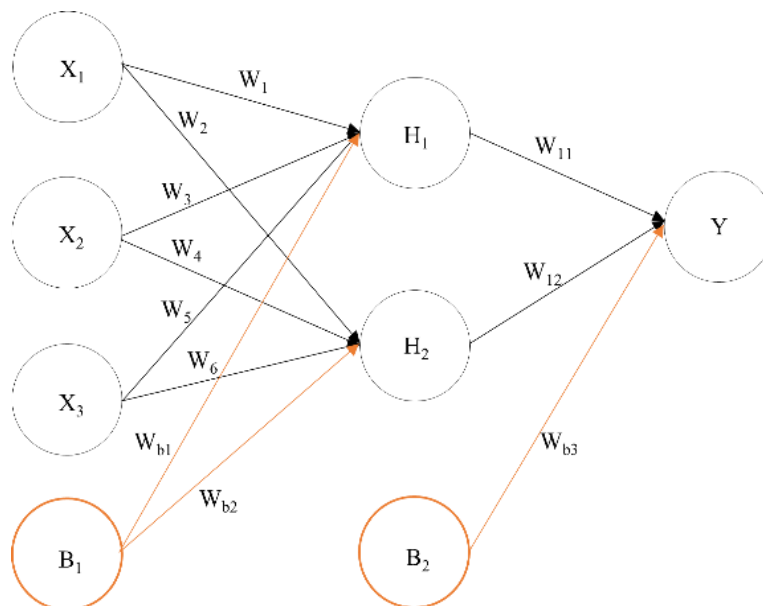


Рис.2

Кстати, хочу обратить ваше внимание на нейроны  $V_1$  и  $V_2$ . Это нейроны смещения. Их вход и выход всегда 1, но благодаря их весам можно получить желаемый ответ, сместив график функции активации к нужной точке.

Первым добавленным параметром была длина предплечья, так как мы посчитали, что длина предплечья у мужчин и женщин отличаются довольно сильно. Но даже длина предплечья пятнадцатилетнего мальчика сошлась с длиной предплечья взрослой женщины, поэтому ответ сети снова был неправильным.

Новый параметр – возраст и теперь действительно все было правильно.



Рис. 3

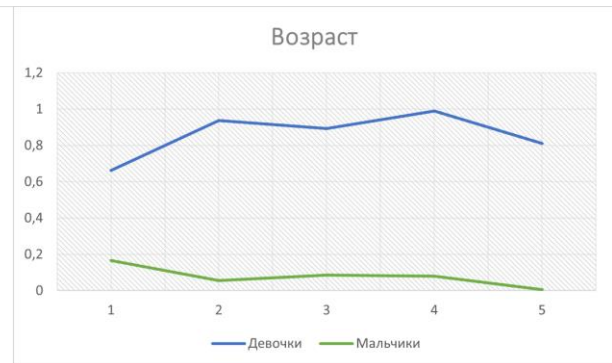


Рис. 4

По статистике заметно, что у сети с параметром возраста отклонения меньше, чем у сети с длиной предплечья (рис 3 и рис 4).

В итоге получилось три натренированных элементарных перцептрона и при этом у каждой своя степень валидности. Тренировка действительно сильно приближает ответ сети к желаемому, но помимо тренировки необходимо рассматривать и вариант добавления дополнительных параметров, чтобы получить необходимый ответ. Нашей сети помогла и тренировка, и добавление параметра возраста, чтобы ответ был приближен к правильному.

#### Список литературы:

<https://radioprogram.ru/post/786>

<https://python-scripts.com/intro-to-neural-networks>

<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/sigmoid-activation-function-activation-in-a-multilayer-perceptron-neural-network/>

<https://m.habr.com/ru/post/312450/>

<https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/rekurrentnye-nejronnye-seti/>

<https://habr.com/ru/company/otus/blog/430780/>

<https://pythonworld.ru/numpy/1.html>

<https://habr.com/ru/post/253227/>

<https://android-tools.ru/coding/how-neural-networks-learn/>

[https://neuralnet.info/chapter/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8B/#:~:text=%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%20\(Perceptron\)%20%E2%80%94%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9%D1%88%D0%B8%D0%B9%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4,%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%2C%20%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B8%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%80%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2](https://neuralnet.info/chapter/%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%8B/#:~:text=%D0%9F%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B5%D0%BF%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%20(Perceptron)%20%E2%80%94%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%B9%D1%88%D0%B8%D0%B9%20%D0%B2%D0%B8%D0%B4,%D1%81%D0%B5%D0%BD%D1%81%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%2C%20%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%86%D0%B8%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%8B%D1%85%20%D0%B8%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%B3%D0%B8%D1%80%D1%83%D1%8E%D1%89%D0%B8%D1%85%20%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2)

<https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/>

[http://www.machinelearning.ru/wiki/images/c/cd/2017\\_417\\_PolykovskyDA.pdf](http://www.machinelearning.ru/wiki/images/c/cd/2017_417_PolykovskyDA.pdf)

<https://habr.com/ru/post/348000/>

<https://habr.com/ru/post/309508/>