

## Лабораторная работа №2

### Однослойная нейронная сеть, решающая задачу распознавания

Цель работы: изучение алгоритмов обучения нейронных сетей, получение практических навыков работы с простейшими нейронными сетями, для обучения которых используется алгоритм Хебба и алгоритм Розенблатта.

#### Краткие теоретические сведения

Перцептрон, или персептрон (англ. Perceptron от лат. Perceptio — восприятие; нем. perzeptron) — математическая и компьютерная модель восприятия информации мозгом (кибернетическая модель мозга), предложенная Фрэнком Розенблаттом в 1957 году и реализованная в виде электронной машины «Марк-1» в 1960 году. Перцептрон стал одной из первых моделей нейросетей, а «Марк-1» — первым в мире нейрокомпьютером. Несмотря на свою простоту, перцептрон способен обучаться и решать довольно сложные задачи. Основная математическая задача, с которой он справляется, — это линейное разделение любых нелинейных множеств, так называемое обеспечение линейной сепарабельности.

Перцептрон состоит из трёх типов элементов, а именно: поступающие от сенсоров сигналы передаются ассоциативным элементам, а затем реагирующим элементам. Таким образом, перцептроны позволяют создать набор «ассоциаций» между входными стимулами и необходимой реакцией на выходе. В биологическом плане это соответствует преобразованию, например, зрительной информации в физиологический ответ от двигательных нейронов. Согласно современной терминологии, перцептроны могут быть классифицированы как искусственные нейронные сети.

Структура персептрона Розенблатта представлена на рисунке 2.1:

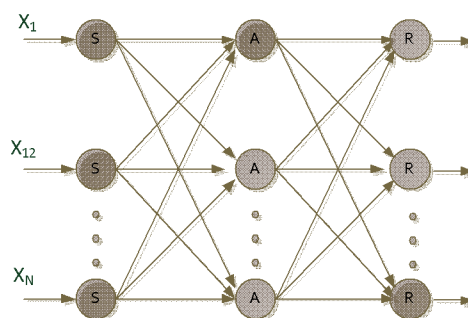


Рисунок 2.1 — Структура персептрона Розенблатта

S-нейроны (сенсорные) – предназначены для формирования входных сигналов; выполняют чисто распределительную функцию. Каждый сенсорный нейрон связан с одним или несколькими нейронами следующего слоя (ассоциативными нейронами), при этом каждый ассоциативный нейрон может быть связан с несколькими S-нейронами.

A-нейроны (ассоциативные) – предназначены для непосредственной обработки входных сигналов. Выходы ассоциативных нейронов соединены с входами нейронов третьего слоя.

R-нейроны (эффекторные) – предназначены для передачи сигналов к другим нейронам или сетям. Нейроны этого слоя имеют несколько входов (дендритов) и один выход (аксон), который возбуждается, если суммарная величина входных сигналов превосходит порог срабатывания (функция активации нейронов – пороговая).

#### Обучение нейронной сети

Самым важным свойством нейронных сетей является их способность обучаться на основе данных окружающей среды и в результате обучения повышать свою производительность. Обучение нейронной сети происходит посредством интерактивного процесса корректировки синаптических весов и порогов. В идеальном случае нейронная сеть получает знания об окружающей среде на каждой итерации процесса обучения.

Обучение – это процесс, в котором свободные параметры нейронной сети настраиваются посредством моделирования среды, в которую эта сеть встроена. Тип обучения определяется способом подстройки этих параметров.

Персептрон обучают, подавая множество образов по одному на его вход и подстраивая веса до тех пор, пока для всех образов не будет достигнут требуемый выход.

Модель персептрона представлена на рисунке 2.2

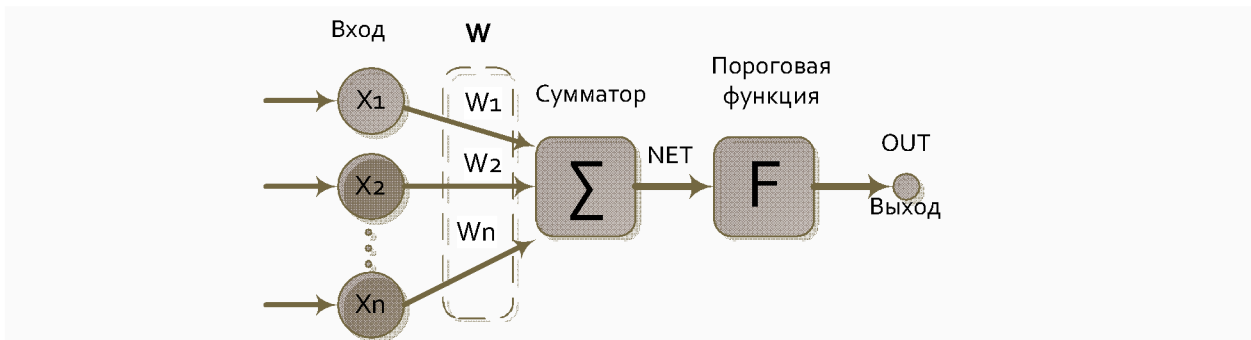


Рисунок 2.2 — Структура простого персептрона

Алгоритм обучения персептрона следующий:

1. Присвоить синаптическим весам  $w_1, w_2, \dots, w_n$  некоторые различные начальные значения, отличные от нуля.
2. Подать входной образ  $X$  и вычислить  $OUT$ . Если  $OUT$  правильный, то переходят к шагу 4.
4. Иначе к шагу 3.
3. Применяя дельта-правило вычислить новые значения синаптических весов.
4. Повторить шаги 2-4 данного алгоритма обучения персептрона пока сеть не станет выдавать ожидаемый выход на векторах из обучающей выборки или пока отклонение не станет ниже некоторого порога.

Таким образом логика обучения персептрона следующая: если сигнал персептрона при некотором образе верен, то ничего корректировать не надо, если нет – производится корректировка весов.

Правила корректировки весов следующие:

1. Если  $OUT$  неверен и равен нулю, то необходимо увеличить веса тех входов, на которые была подана единица.
2. Если  $OUT$  неверен и равен единице, то необходимо уменьшить веса тех входов, на которые была подана единица.

### Дельта-правило

Дельта-правило является математической моделью правил корректировки весов. Введем величину  $\delta$ , которая равна разности между требуемым  $T$  и реальным  $OUT$  выходом:

$$\delta = T - OUT$$

Тогда, веса персептрона после коррекции будут равны:

$$w_N(i+1) = w_N(i) + \eta \delta x_N$$

где:

$i$  – номер текущей итерации обучения персептрона;

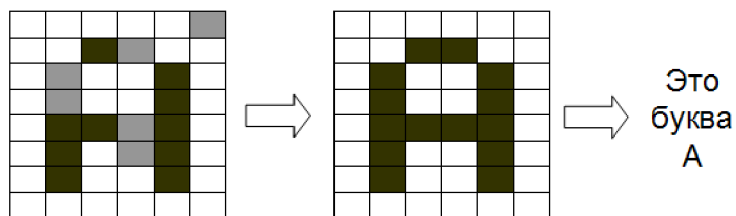
$\eta$  (греческая буква «эта») – коэффициент скорости обучения, позволяет управлять средней величиной изменения весов;

$x_N$  – величина входа соответствующая  $w_N$  синаптическому весу. Добавление величины  $w_N$  в произведение позволяет избежать изменение тех весов, которым на входе соответствовал ноль.

Существует доказательство сходимости этого алгоритма обучения персептрона за конечное число шагов.

### Задание:

1. Постройте и обучите персептрон первым 3-м буквам вашей фамилии. Проведите тестирование работы. Например:



2. Постройте график ошибки выходного сигнала в зависимости от номера итерации при обучении.

3. Сделайте выводы о работе персептрона.