

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ФАКУЛЬТЕТ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Кафедра инженерной и компьютерной
педагогике

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ГУМАНИТАРНОЙ СФЕРЕ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

«Обучение простейшей нейронной сети»

Выполнил: студент 2 курса
(группа ПОИВТ-17)
Кудрявцев Анатолий Сергеевич

Донецк-2018

Цель работы: изучить практически построение нейронной сети и ее обучение на простейшем примере.

Задачи:

1. Описать схему устройства и принцип действия простейшей нейронной сети.
2. Создать компьютерную программу, имитирующую работу простейшей нейронной сети (простейший нейроимитатор).
3. Описать алгоритм пошагового обучения простейшей нейронной сети (алгоритм Розенблатта).
4. Реализовать обучение простейшей нейронной сети по алгоритму Розенблатта.

Оборудование и материалы:

1. Компьютер с установленной на нем операционной системой, поддерживающей указываемое ниже программное обеспечение.
2. Интерпретатор языка интеллектуального программирования LISP.
3. Три дидактические карточки:
 - карточка №1, вектор $\mu_1 = (1\ 0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1)$; мы будем обучать нейронную сеть распознавать этот образ положительно; человеку этот образ может напоминать букву «к», если его записать в виде таблицы 4x4 и заменить 0 светлым прямоугольничком, а 1 темным (рис. 1);
 - карточка №2, вектор $\psi_1 = (0\ 1\ 1\ 1\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1\ 1)$; мы будем обучать нейронную сеть распознавать этот образ отрицательно; человеку этот образ может напоминать букву «с», если его записать в виде таблицы 4x4 и заменить 0 светлым прямоугольничком, а 1 темным (рис. 1);
 - карточка №3, вектор $\psi_2 = (0\ 1\ 1\ 0\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1\ 0)$; мы будем обучать нейронную сеть распознавать этот образ отрицательно; человеку этот образ может напоминать букву «о», если его записать в виде таблицы 4x4 и заменить 0 светлым прямоугольничком, а 1 темным (рис. 1).



Рис. 1. Используемые в данной работе дидактические карточки

Ход работы

1. Схема устройства и принцип действия простейшей нейронной сети (простейшего персептрона Розенблатта). Органом восприятия персептрона является *сетчатка*, состоящая из нескольких *рецепторов*. Результатом восприятия образа является генерация каждым из рецепторов некоторого числа (сиг-

нала). Упорядоченная совокупность всех рецепторных сигналов является вектором, представляющим некоторый *образ* ($x_1 x_2 \dots x_n$). Буквой n обозначено количество рецепторов в сетчатке.

Сигнал от каждого из рецепторов проходит через «свой» *линейный усилитель*. Упорядоченная совокупность коэффициентов усиления линейных усилителей, соответствующих каждому из рецепторов, является вектором, называемым *понятием* или *концептом* ($\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n$). Концепт и описываемый далее порог образуют *сознание* перцептрона.

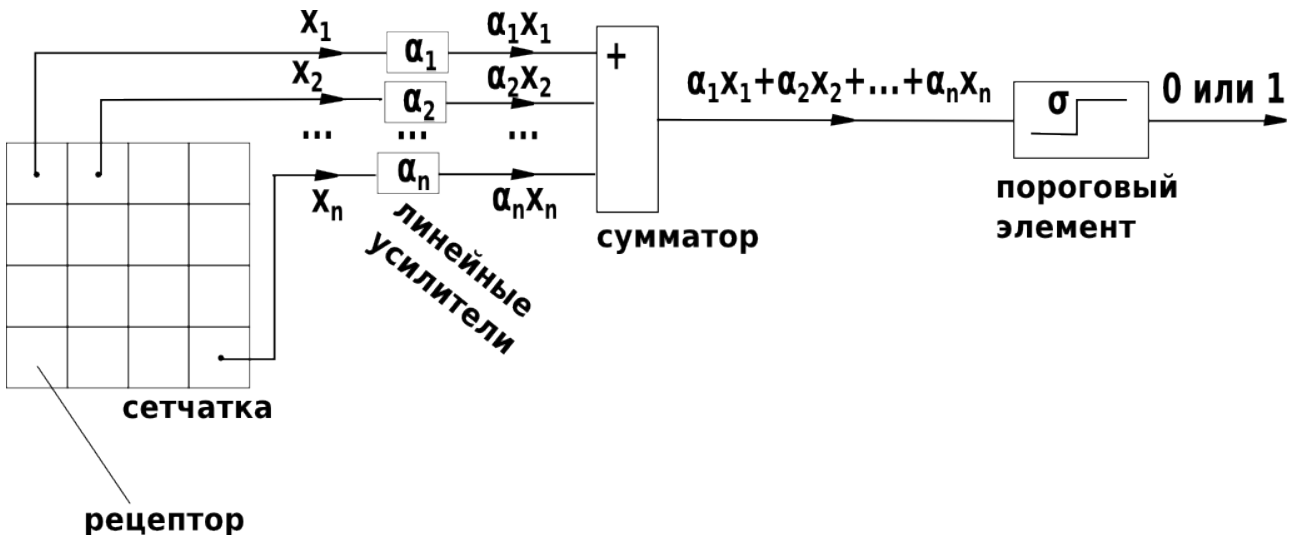


Рис.2. Схема устройства и принцип действия простейшей нейронной сети (простейшего перцептрона Розенблатта)

После прохождения линейных усилителей сигналы приходят к сумматору, который их складывает. На единственном выходе сумматора получается сигнал, представляющий собой скалярное произведение воспринятого образа на концепт $\alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n$. Это скалярное произведение называется *оценкой* образа.

Сигнал от сумматора приходит далее к *пороговому элементу* с *порогом* σ . Если сигнал меньше порога, то на выходе порогового элемента генерируется нулевой сигнал (перцептрон отверг воспринятый образ, сказал «нет»). Если же сигнал на входе порогового элемента больше либо равен порогу, то на выходе генерируется единичный сигнал (перцептрон принял воспринятый им образ, сказал «да»).

Таким образом, результат восприятия образа перцептроном зависит от самого образа (внешний фактор) и состояния его сознания (внутренний фактор). Устройство перцептрона, принцип его действия и его реакция на ошибки (описываемая приводимым далее алгоритмом Розенблатта) образуют в совокупности *интеллект* перцептрона (имеющийся у него «от рождения»).

При каждой ошибке состояние сознания перцептрона меняется (в соответствии с приводимым далее алгоритмом Розенблатта). Информация, хранимая сознанием перцептрона, составляет его *эрудицию* или *эрудированность* (ее

нет «от рождения», она развивается вследствие обучения, является результатом «жизненного опыта» персептрона).

Персептрон, обладая таким образом интеллектом и способностью приобретать эрудированность, является обучаемой *мыслящей машиной*. На рис. 2 показаны наглядно схема устройства и принцип действия персептрона.

2. Компьютерная программа (простейший нейроимитатор), имитирующая восприятие одного образа простейшей нейронной сетью (простейшим персептроном Розенблатта) и последующее его принятие или отвержение. Ниже приводим код программы на языке LISP. В ходе дальнейших опытов исследователь вносит изменения только в данные, именованные *image* (воспринимаемый образ), *concept* (понятие или концепт) и *threshold* (порог). Программа может быть запущена на выполнение на любом компьютере, работающем под управлением любой операционной системы, лишь бы платформа содержала установленный на ней LISP-интерпретатор и корректно поддерживала его работу.

```
(defun sigma (x)
  (cond
    ((< x 0) 0)
    ((>= x 0) 1)
  )
)
(defun scalmult (l1 l2)
  (cond
    ((not (cdr l1)) (* (car l1) (car l2)))
    (T (+ (* (car l1) (car l2)) (scalmult (cdr l1) (cdr l2))))
  )
)
(setq image
  (list 0 0 0 0
        0 0 0 0
        0 0 0 0
        0 0 0 0)
)
(setq concept
  (list 0 0 0 0
        0 0 0 0
        0 0 0 0
        0 0 0 0)
)
(setq threshold 0)
(defun percy (image concept threshold)
  (sigma (- (scalmult image concept) threshold))
)
(format t "~a~%" (percy image concept threshold))
```

3. Алгоритм пошагового обучения простейшей нейронной сети (алгоритм Розенблатта). Субъект, обучающий персептрон, будет называться нами *учителем*. Учитель предлагает персептрону дидактическую карточку для восприятия. Персептрон, восприняв соответствующий образ, принимает (говорит «да») или отвергает его (говорит «нет»).

Если персептрон решил задачу верно, то никаких изменений в его сознании не происходит.

Если персептрон отверг образ, который должен был принять (проявил «заторможенность»), то порог уменьшается на 1, а компоненты концепта, соответствующие ненулевым компонентам воспринятого образа, увеличиваются на 1.

Если персептрон принял образ, который должен был отвергнуть (проявил «перевозбудимость»), то порог увеличивается на 1, а компоненты концепта, соответствующие ненулевым компонентам воспринятого образа, уменьшаются на 1.

Таким образом, при каждой ошибке (отклонении от желаемого поведения) возникает «отрицательная обратная связь», устремляющая сознание персептрона к состоянию, в котором меньше вероятность совершения подобных ошибок в будущем. Персептрон, как и человек, учится на ошибках.

4. Пример обучения простейшей нейронной сети по алгоритму Розенблатта. В этом примере используются представленные раньше на рис. 1 дидактические карточки. Ниже приведен протокол общения учителя с обучаемым и представлены происходящие в сознании персептрона изменения.

В начале обучения концепт есть нулевой вектор, а порог равен 0.

Восприняв карточку №1, персептрон принял ее. Задача решена верно. Изменений в сознании нет.

Восприняв карточку №2, персептрон принял ее. Задача решена неверно (должен был отвергнуть). Имеется перевозбудимость. В сознании происходят изменения:

порог = 1;
 концепт = $\begin{pmatrix} 0 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$.

Теперь, восприняв карточку №2, персептрон отверг ее. Задача решена верно. Изменений в сознании нет.

Восприняв карточку №1, персептрон отверг ее. Задача решена неверно (должен был принять). Имеется заторможенность. В сознании происходят изменения:

порог = 0;
 концепт = $\begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$.

Теперь, восприняв карточку №1, персептрон принял ее. Задача решена верно. Изменений в сознании нет.

Восприняв карточку №2, персептрон отверг ее. Задача решена верно! Сейчас персептрон верно воспринимает два образа: карточку №1 и карточку №2.

Восприняв карточку №3, персептрон отверг ее. Задача решена верно! Сейчас персептрон верно воспринимает три образа: карточку №1, карточку №2 и карточку №3.

На этом наш пример обучения простейшей нейронной сети по алгоритму Розенблатта завершим.

Выводы

Цель работы достигнута путем решения ее задач: описана схема устройства и принцип действия простейшей нейронной сети; создана компьютерная программа, имитирующая работу простейшей нейронной сети (простейший нейроимитатор); описан алгоритм пошагового обучения простейшей нейронной сети (алгоритм Розенблатта); реализовано обучение простейшей нейронной сети по алгоритму Розенблатта.

Выводы, к которым мы приходим, таковы:

- алгоритм пошагового (поэтапного) обучения нейронной сети, как показали наши опыты, действительно приводит к обученности нейронной сети (что и доказал для общего случая Розенблатт в своей *теореме о сходимости* для персептрона), если, конечно, «правильные» и «неправильные» образы в генеральной совокупности *линейно разделимы* (термин Марвина Минского);

- однако, процесс «усвоения знаний» при пошаговом обучении длится долго (нам для обучения верному восприятию трех образов потребовалось 5 дидактических шагов), приходится прибегать к частым «повторениям пройденного материала»;

- хотелось бы иметь более быстрый алгоритм обучения простейшей нейронной сети; хотелось бы также, чтобы этот алгоритм гарантировал «прочность усвоения знаний»: единожды усвоенный образ должен далее всегда восприниматься правильно.