

Глазовский государственный педагогический институт  
МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Одним из эффективных методов изучения нейросетей является метод компьютерного моделирования. Преподаватель, рассмотрев теоретические основы этого вопроса, может предложить студентам промоделировать нейрон, рассчитать персептрон или исследовать какую-нибудь более сложную нейросеть. Рассмотрим 4 задачи по данной теме.

**Задача 1.** Изучите однослойный персептрон с 6 входами (сенсорами), состоящий из одного нейрона. Он должен классифицировать объекты на два класса:  $K[1] = \{10000, 11000, 11100\}$  и  $K[2] = \{00111, 00011, 00001\}$ .

Чтобы симитировать работу нейрона достаточно найти взвешенную сумму  $S$  его возбужденных синапсов и сравнить ее с порогом  $h$ . Компьютерная программа должна работать так: формальному нейрону последовательно предъявляются 6 объектов. Веса синапсов должны составлять:  $w[i] = (1, 1, 0, -1, -1)$ , порог срабатывания равен  $h=0$ . Если объект принадлежит классу  $K[1]$ , то на выходе нейрона появляется 1, а если принадлежит классу  $K[2]$ , то на выходе 0.

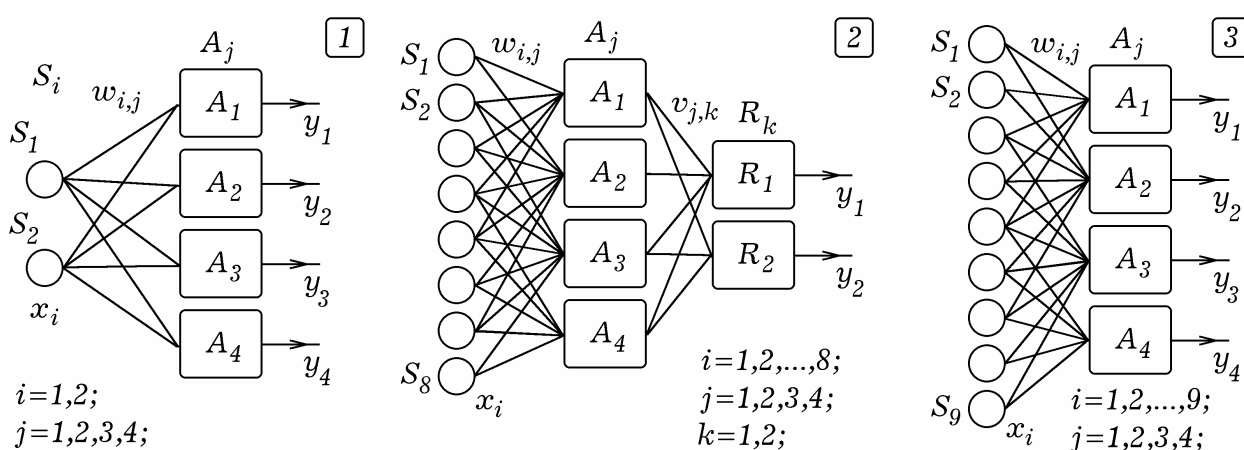


Рис. 1. Схемы моделируемых нейросетей.

**Задача 2.** Рассчитайте нейросеть с 2 входами (сенсорами) и 4 нейронами (рис. 1.1). При предъявлении объектов  $o[1]=\{00\}$ ,  $o[2]=\{01\}$ ,  $o[3]=\{10\}$ ,  $o[4]=\{11\}$ , на выходах нейросети должны появляться сигналы  $y[1,j]=\{1000\}$ ,

$y[2,j]=\{0100\}$ ,  $y[3,j]=\{0010\}$  или  $y[4,j]=\{0001\}$ , то есть в каждом случае один из четырех нейронов должен быть возбужден.

Написать программу, моделирующую работу этой нейросети, несложно. Веса синапсов и порог срабатывания нейрона задаются матрицами:

$$w[i,j]=\begin{pmatrix} -1 & -2 & 1 & 1 \\ -1 & 1 & -2 & 1 \end{pmatrix}, \quad h[j]=(-0,5 \ 0 \ 0 \ 1,5).$$

Задача 3. Промоделируйте персептрон (двухслойную нейросеть) с 8 входами (сенсорами), 4 ассоциативными элементами и 2 реагирующими элементами (рис. 1.2). При предъявлении объектов  $o[1]=\{11110000\}$ ,  $o[2]=\{00001111\}$ ,  $o[3]=\{00111100\}$ ,  $o[4]=\{11000011\}$  на выходах персептрона должны появиться сигналы  $y[1,j]=\{00\}$ ,  $y[2,j]=\{01\}$ ,  $y[3,j]=\{10\}$ ,  $y[4,j]=\{11\}$ .

Программа PR-1, моделирующая работу этой нейросети, представлена ниже. Для задания параметров нейронов используются записи.

```
uses crt;
                                        {Программа PR-1; Borland Pascal 7.0}
type Neuron_8 = record
    w : array[1..8]of real; h: real; end;
    Neuron_4 = record
    v : array[1..4]of real; h: real; end;
const
Ne8: array[1..4]of Neuron_8=((w:(1,1,1,1,-1,-1,-1,-1); h: 2.5), (w:(-1,-1,-1,-1, 1,
1,1,1); h: 2.5), (w:(-1,-1,1,1,1,1,-1,-1); h: 2.5), (w:(1,1,-1,-1,-1,-1,1,1); h: 2.5));
Ne4: array[1..2]of Neuron_4=((v:(-1,0,1,1); h: 0.5),(v:(-1,1,0,1); h: 0.5));
objekt: array[1..4,1..8]of integer =((1,1,1,1,0,0,0,0),(0,0,0,0,1,1,1,1),
                                        (0,0,1,1,1,1,0,0),(1,1,0,0,0,0,1,1));
var i,j,k,o,z1,z2 : integer; S: real;
    x: array[1..8]of integer; y: array[1..4]of integer;
Function Neuron8(j: integer; a :array of integer):integer;
begin S:=0; For i:=1 to 8 do S:=S+Ne8[j].w[i]*objekt[o,i];
If S>Ne8[j].h then Neuron8:=1 else Neuron8:=0; end;
Function Neuron4(j: integer; a :array of integer):integer;
```

```

begin S:=0; For i:=1 to 4 do S:=S+Ne4[j].v[i]*y[i];
If S>Ne4[j].h then Neuron4:=1 else Neuron4:=0; end;
BEGIN clrscr;
For o:=1 to 4 do begin
y[1]:=Neuron8(1,objekt[o,i]); y[2]:=Neuron8(2,objekt[o,i]);
y[3]:=Neuron8(3,objekt[o,i]); y[4]:=Neuron8(4,objekt[o,i]);
z1:=Neuron4(1,y[k]); z2:=Neuron4(2,y[k]);
For i:=1 to 8 do write(objekt[o,i],' '); For j:=1 to 4 do write(' ',y[j],' ');
writeln(' | ',z1,' ',z2); end; Readkey;
END.

```

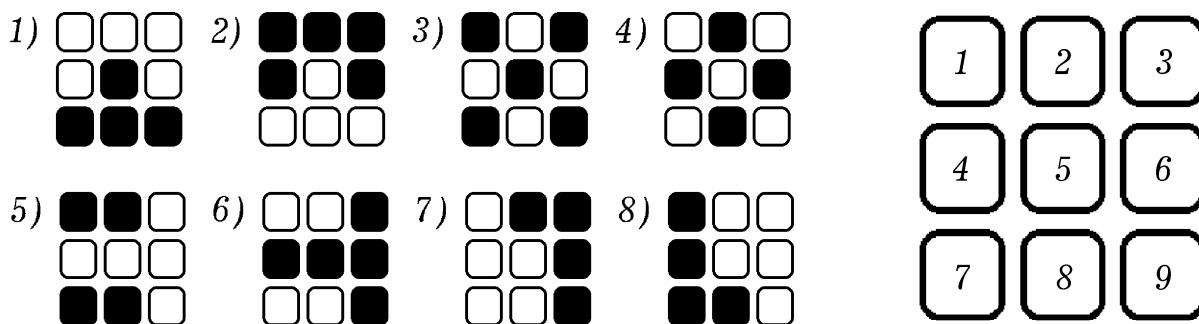


Рис. 2. Объекты, предъявляемые перцептрону для распознавания.

**Задача 4.** Имеется однослойная нейросеть с 9 входами и 4 нейронами (рис. 1.3). Напишите программу, вычисляющую веса синапсов  $w[i,j]$  так, чтобы сеть распознавала 8 объектов, представленные на рис. 2.

Объекты закодируем так:  $o[1]=\{000010111\}$ ,  $o[2]=\{111101000\}$ , ...,  $o[8]=\{100100110\}$ . Пусть им соответствуют следующие выходные сигналы:  $y[1,j]=\{0000\}$ ,  $y[2,j]=\{1111\}$ ,  $y[3,j]=\{1001\}$ ,  $y[4,j]=\{0110\}$ ,  $y[5,j]=\{1010\}$ ,  $y[6,j]=\{0101\}$ ,  $y[7,j]=\{1100\}$ ,  $y[8,j]=\{0011\}$ . Необходимо последовательно предъявлять нейросети объекты  $o[1]$ ,  $o[2]$ , ...,  $o[8]$  и изменять веса в соответствии с правилом: 1) если вход  $x[i]$  и выход  $y[j]$  одновременно возбуждены, то вес связи  $w[i,j]$  увеличивается; 2) если вход  $x[i]$  возбужден, а выход  $y[j]$  не возбужден, то вес связи  $w[i,j]$  уменьшается. Порог срабатывания для всех нейронов будем считать равным 0. Используется программа PR-2. В результате расчетов получается следующая матрица весов связей:

$$w[i,j]=\begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & -1 & -0,5 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & 1 & -0,5 & 2 & -2 & -1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 1 & -1,5 & 0 & 0 & 1 & -2 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & 0,5 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}.$$

uses crt;

{Программа PR-2; Borland Pascal 7.0}

```
const x: array[1..8,1..9] of integer=((0,0,0,0,1,0,1,1,1),(1,1,1,1,0,1,0,0,0),
(1,0,1,0,1,0,1,0,1), (0,1,0,1,0,1,0,1,0),(1,1,0,0,0,0,1,1,0),
(0,0,1,1,1,1,0,0,1),(0,1,1,0,0,1,0,0,1),(1,0,0,1,0,0,1,1,0));
```

```
y0: array[1..8,1..4] of integer=((0,0,0,0),(1,1,1,1),(1,0,0,1),(0,1,1,0),
(1,0,1,0),(0,1,0,1),(1,1,0,0),(0,0,1,1));
```

```
var i,j,o,t: integer; Sw : real;
```

```
  S : array[1..4] of real; y : array[1..4] of real; w: array[1..9,1..4] of real;
```

```
BEGIN Clrscr; Repeat inc(t);
```

```
For o:=1 to 8 do For j:=1 to 4 do For i:=1 to 9 do begin
```

```
  If x[o,i]*y0[o,j]=1 then w[i,j]:=w[i,j]+0.01;
```

```
  If (x[o,i]=1)and(y0[o,j]=0) then w[i,j]:=w[i,j]-0.01; end;
```

```
until (t>50)or(KeyPressed);
```

```
For i:=1 to 9 do For j:=1 to 4 do Sw:=Sw+w[i,j];
```

```
For i:=1 to 9 do begin For j:=1 to 4 do write(' w',i,j,'=',w[i,j]:2:1);
```

```
writeln; end; {proverka}
```

```
For o:=1 to 8 do begin For j:=1 to 4 do begin S[j]:=0;
```

```
For i:=1 to 9 do S[j]:=S[j]+x[o,i]*w[i,j];
```

```
  If S[j]>0 then y[j]:=1 else y[j]:=0; write(' ',{S[j]:1:2,' },y[j]:1:0);
```

```
end; writeln(' объект ',o); end; Readkey;
```

```
END.
```

Преподаватель может предложить студентам сначала проанализировать рассмотренные выше программы и с их помощью решить эти или аналогичные им задачи. Предложенные компьютерные модели способствуют более глубокому изучению теории нейросетей, повышает интерес студентов к информатике и программированию.