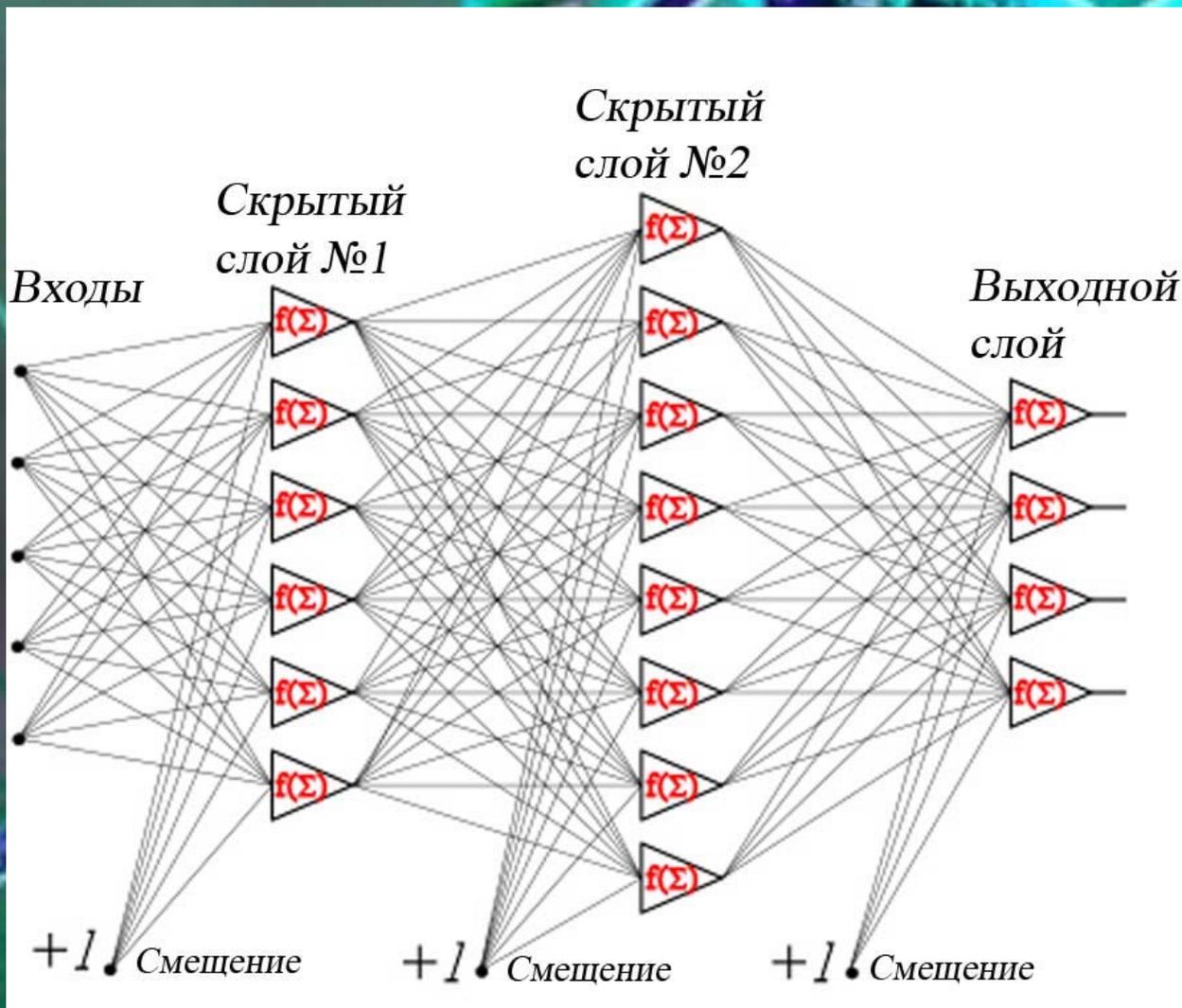


A 3D visualization of a neural network. The nodes are represented as blue, textured spheres of varying sizes, connected by a network of red lines. The background is a dark, textured blue with some faint, glowing patterns. The text is overlaid in the center in a white, serif font.

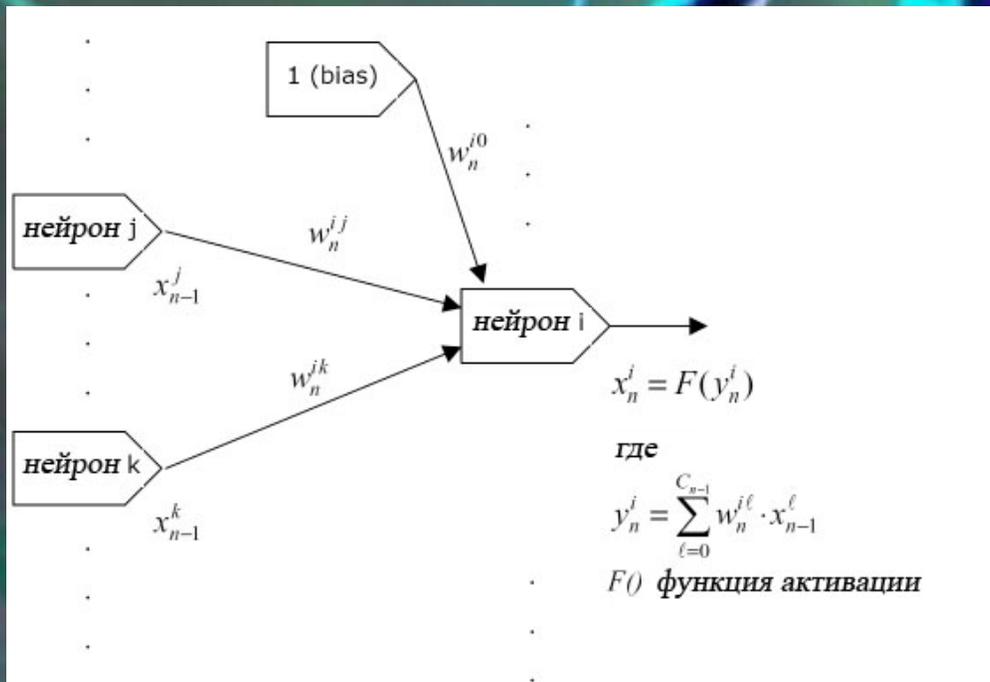
*Искусственные
Нейронные Сети
примеры*

Искусственная нейронная сеть прямого распространения Feed-Forward



Обучение с учителем

1. Метод обратного распространения ошибки Backpropagation



$$E_n^P = \frac{1}{2} \cdot \sum (x_n^i - T_n^i)^2$$
$$\frac{\partial E_n^P}{\partial x_n^i} = x_n^i - T_n^i$$
$$\frac{\partial E_n^P}{\partial y_n^i} = G(x_n^i) \cdot \frac{\partial E_n^P}{\partial x_n^i}$$
$$\frac{\partial E_n^P}{\partial w_n^{ij}} = x_{n-1}^j \cdot \frac{\partial E_n^P}{\partial y_n^i}$$
$$\frac{\partial E_{n-1}^P}{\partial x_{n-1}^k} = \sum_i w_n^{ik} \cdot \frac{\partial E_n^P}{\partial y_n^i}$$
$$(w_n^{ij})_{new} = (w_n^{ij})_{old} - eta \cdot \left(\frac{\partial E_n^P}{\partial w_n^{ij}} \right)$$

G()-производная функции активации

2. Improved resilient propagation (iRprop)

```
for each  $w_{ij}$  do {  
  if  $\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t-1)} \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t)} > 0$  then {  
     $\Delta_{ij}^{(t)} := \min(\Delta_{ij}^{(t-1)} \cdot \eta^+, \Delta_{\max})$   
     $\Delta w_{ij}^{(t)} := -\text{sign}\left(\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t)}\right) \cdot \Delta_{ij}^{(t)}$   
     $w_{ij}^{(t+1)} := w_{ij}^{(t)} + \Delta w_{ij}^{(t)}$   
  }  
  elseif  $\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t-1)} \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t)} < 0$  then {  
     $\Delta_{ij}^{(t)} := \max(\Delta_{ij}^{(t-1)} \cdot \eta^-, \Delta_{\min})$   
    if  $E^{(t)} > E^{(t-1)}$  then  $w_{ij}^{(t+1)} := w_{ij}^{(t)} - \Delta w_{ij}^{(t-1)}$   
     $\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t)} := 0$   
  }  
  elseif  $\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t-1)} \cdot \frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t)} = 0$  then {  
     $\Delta w_{ij}^{(t)} := -\text{sign}\left(\frac{\partial E}{\partial w_{ij}}^{(t)}\right) \cdot \Delta_{ij}^{(t)}$   
     $w_{ij}^{(t+1)} := w_{ij}^{(t)} + \Delta w_{ij}^{(t)}$   
  }  
}
```

3. Метод дифференциальной эволюции

$$E(y, f(x, W)) : (y^{\bar{D}_1}, x^{\bar{D}_2}, W^{\bar{D}_3}, f) \rightarrow R.$$

$$P_G = (W_{1,G}, \dots, W_{NP,G}),$$

$$W_{i,G} = (w_{1,i,G}, \dots, w_{D,i,G}).$$

$$i = 1, \dots, NP, \quad G = 0, \dots, G_{\max}$$

$$v_{j,i,G+1} = w_{j,r3,G} + F \cdot (w_{j,r1,G} - w_{j,r2,G})$$

$$u_{j,i,G+1} = v_{j,i,G+1}, \quad \text{if } \text{rand}_j[0, 1) \leq CR$$

$$w_{j,i,G}, \quad \text{otherwise,}$$

NP-размер популяции

F-параметр мутации

CR-вероятность скрещивания весов

Популяция для следующих вычислений составляется следующим образом

$$W_{i,G+1} = \begin{cases} U_{i,G+1}, & \text{if } E(y, f(x, W_{i,G+1})) \leq E(y, f(x, W_{i,G})) \\ W_{i,G}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Задачи

- Аппроксимация
- Классификация
- Прогнозирование





Структура связей - все, свойства
элементов - ничто