

The background of the slide is a reproduction of the painting 'The Starry Night' by J.M.W. Turner. It depicts a night scene with a dark, swirling sky filled with numerous bright, glowing stars and a large, luminous crescent moon. In the foreground, a dark, jagged cypress tree stands on the left, and a small village with a church spire is visible in the distance under the turbulent sky.

# 神经网络和深度学习基础理论



兰州大学 雍宾宾

[yongbb@lzu.edu.cn](mailto:yongbb@lzu.edu.cn)

# 人脑组成

- 860亿个神经元，至少被开发利用了90%
- 每个神经元1万连接(组合连接无限)
- 学习可以增强连接
- 功耗10-23瓦





# 什么是神经网络?



100位同学



60

40

牛肉面

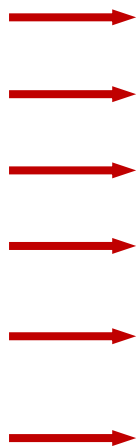


兰州大学

# 神经元模型



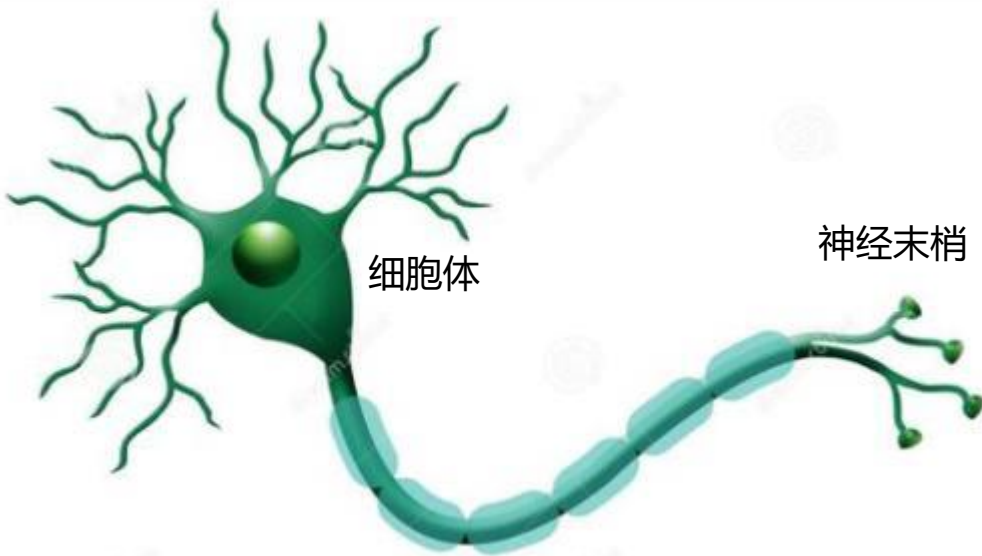
Input signals



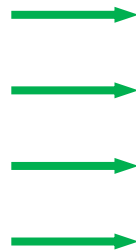
树突

细胞体

神经末梢



output signals

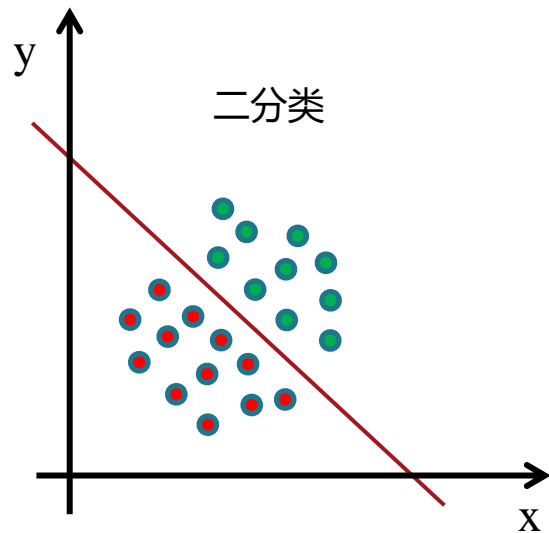
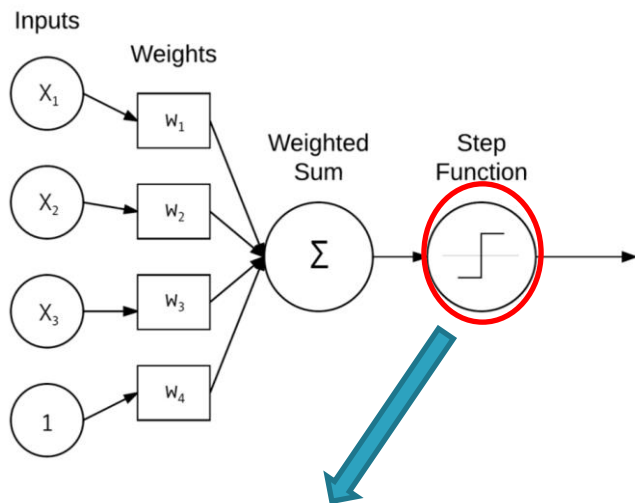
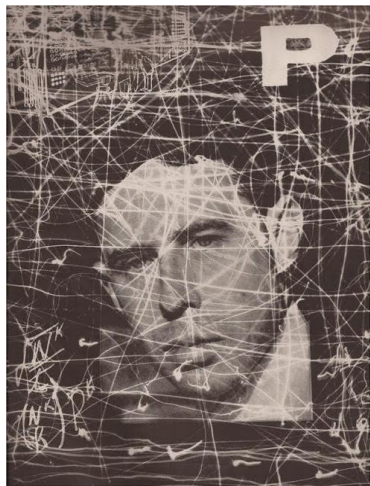


兰州大学

# 感知机模型-1958年



Frank Rosenblatt

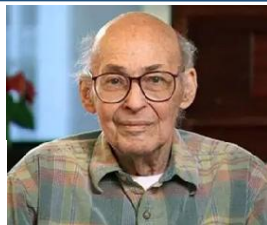


知识点：非线性

$$\text{output} = \begin{cases} 0 & \text{if } \sum_j w_j x_j \leq \text{threshold} \\ 1 & \text{if } \sum_j w_j x_j > \text{threshold} \end{cases}$$

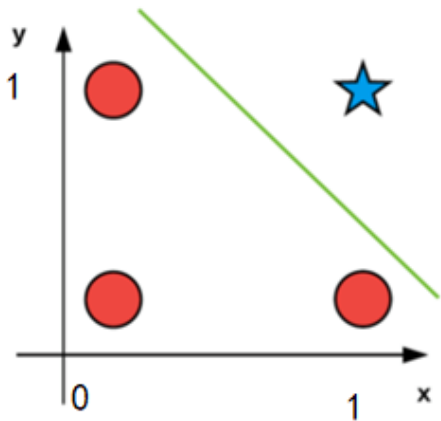


# 感知机-逻辑表示



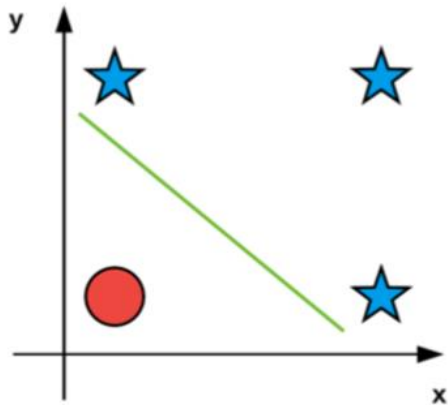
马文 明斯基  
《感知机》-1969年

AND



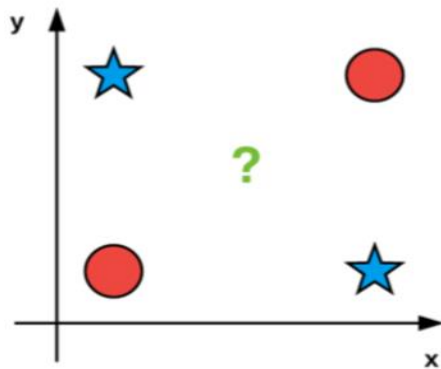
$$\begin{aligned}0 &\& 0 = 0 \\0 &\& 1 = 0 \\1 &\& 0 = 0 \\1 &\& 1 = 1\end{aligned}$$

OR



$$\begin{aligned}0 &| 0 = 0 \\0 &| 1 = 1 \\1 &| 0 = 1 \\1 &| 1 = 1\end{aligned}$$

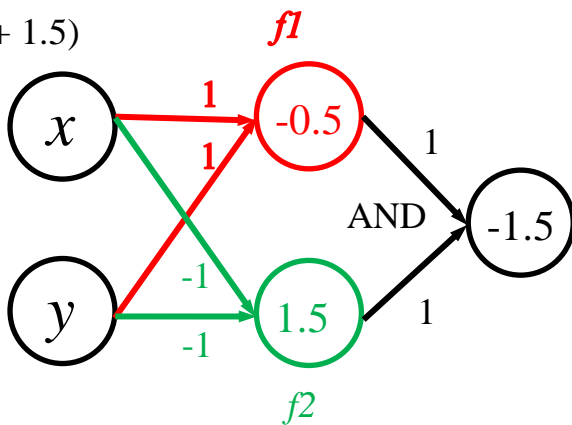
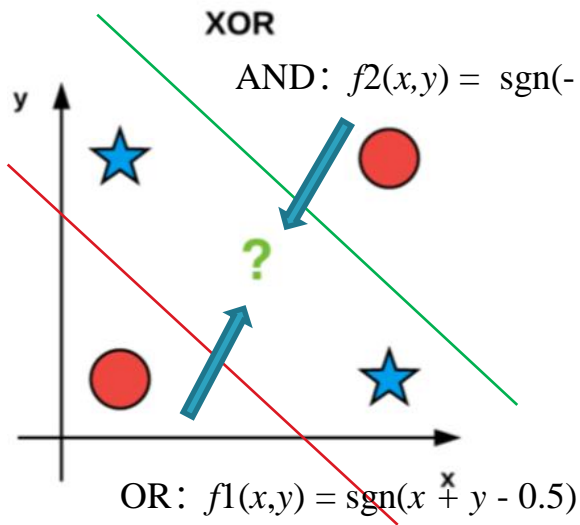
XOR



$$\begin{aligned}0 &\wedge 0 = 0 \\0 &\wedge 1 = 1 \\1 &\wedge 0 = 1 \\1 &\wedge 1 = 0\end{aligned}$$



# 异或问题-感知机



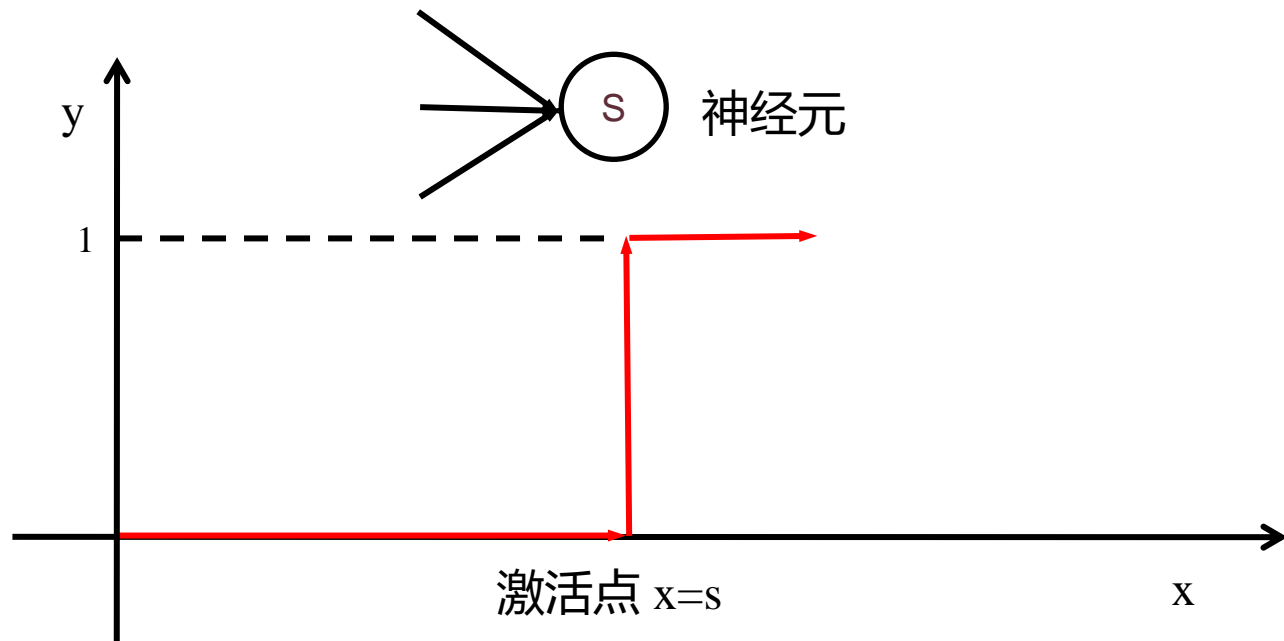
```
import numpy as np
def step(x):
    return (np.sign(x)+1)/2
def f1(x,y):
    return step(x+y-0.5)
def f2(x,y):
    return step(-x-y+1.5)
def xor(x,y):
    return step(f1(x,y)+f2(x,y)-1.5)

x = np.array([0,0,1,1])
y = np.array([0,1,0,1])
z = xor(x,y)
for i in range(len(x)):
    print("xor(%d,%d)=%d" % (x[i],y[i],z[i]))
```

知识点：深层网络比浅层网络拥有更强的表达能力。

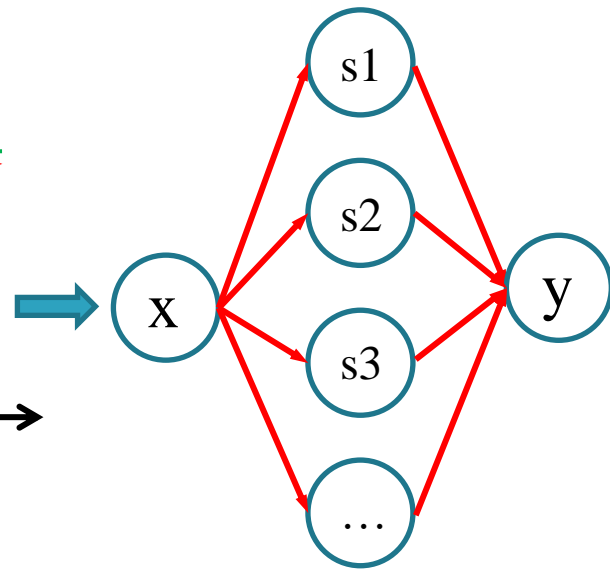
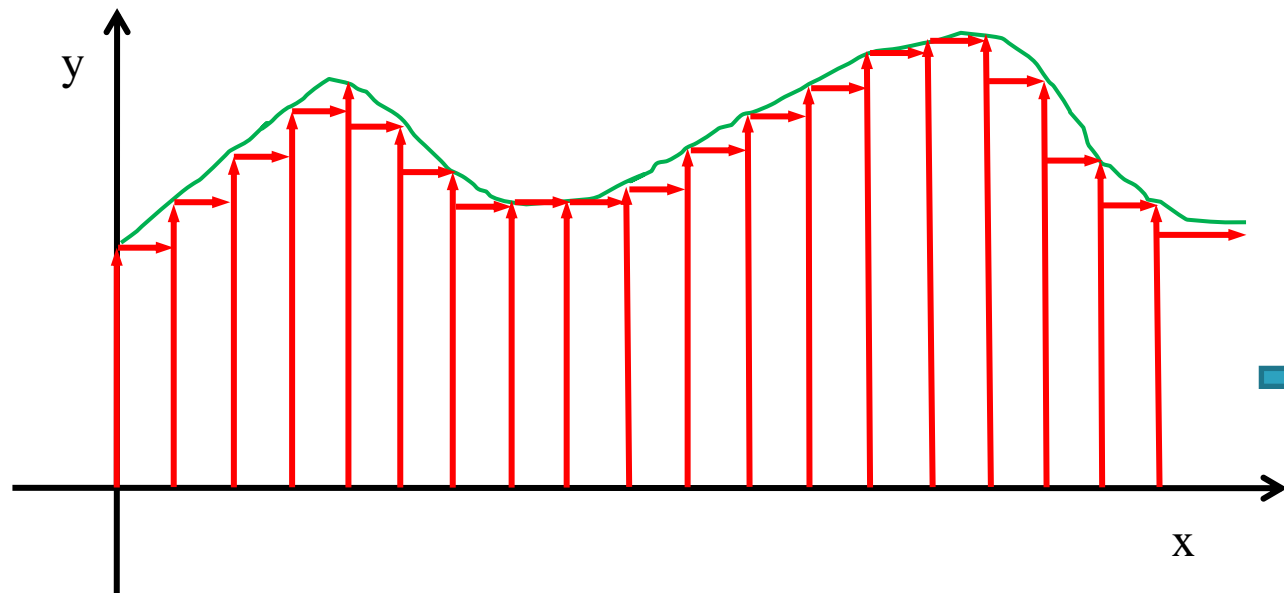


# 神经网络的表达能力





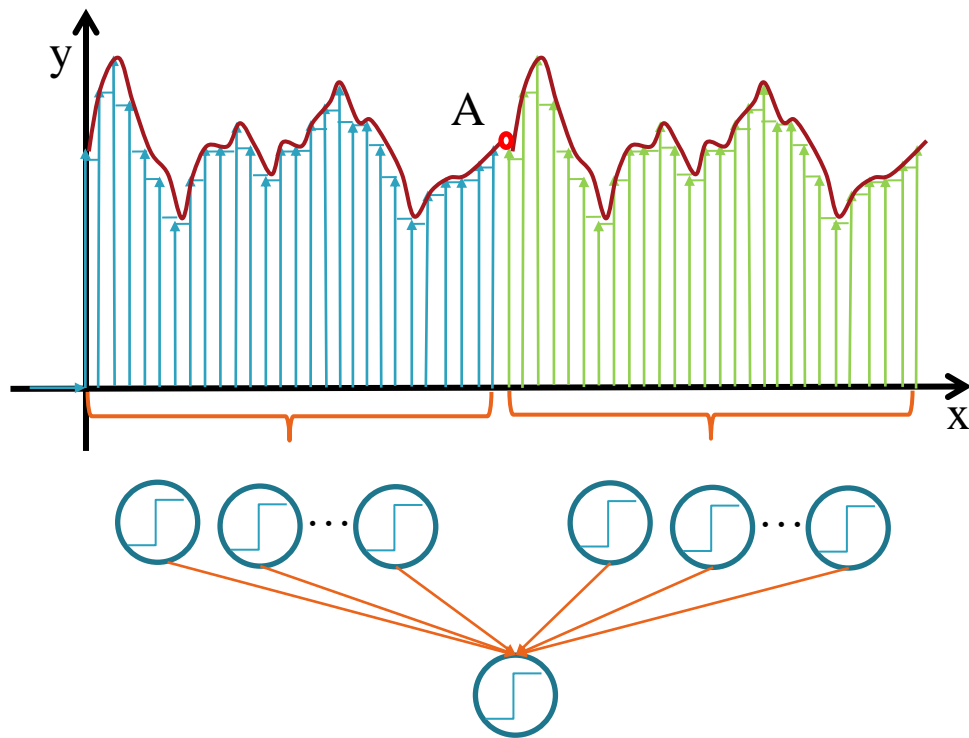
# 神经网络的表达能力



知识点：在拥有足够多隐藏层神经元的情况下：  
两层神经网络(单隐含层)可以表示任意连续函数，三层神经网络可以表示任意函数。



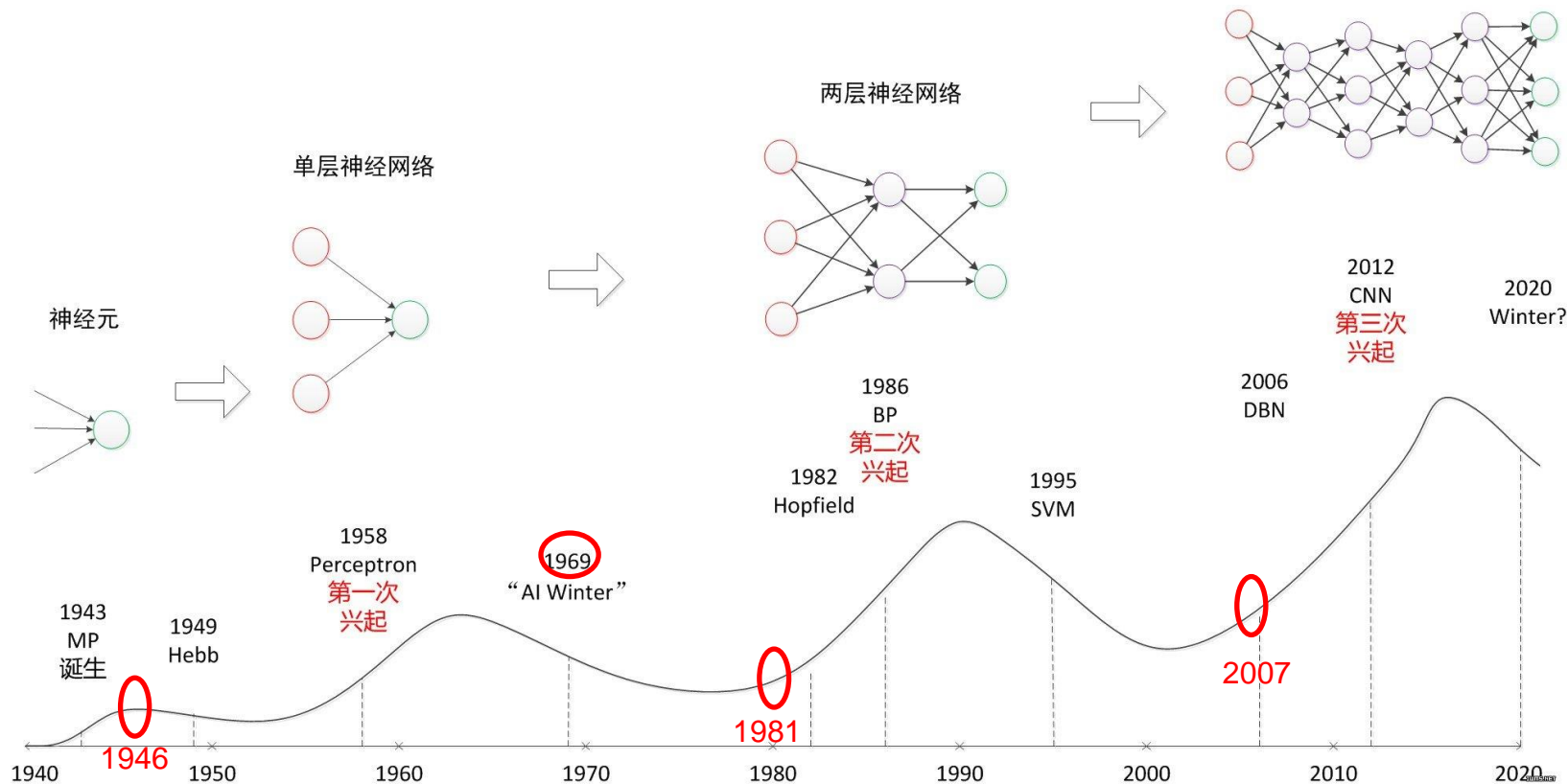
# 神经网络的表达能力



# 神经网络发展历史



多层神经网络



兰州大学

# 知识点总结



- **激活函数非线性**
- **深层网络比浅层网络拥有更强的表达能力**
- **三层神经网络可以表示任意函数（足够隐藏单元）**
- **神经网络与图灵机(现代计算机)等价**
- **计算性能的发展带动神经网络的发展**
- **深层神经网络可以充分利用计算机的性能**

▶ 语音识别

$f(\text{$



$) = \text{"你好"}$

▶ 图像识别

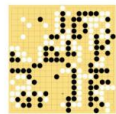
$f(\text{$

9

$) = \text{"9"}$

▶ 围棋

$f(\text{$



$) = \text{"6-5"}$  (落子位置)

▶ 机器翻译

$f(\text{$

"你好!"

$) = \text{"Hello!"}$



兰州大学



Thank you!      Questions?