

大数据与机器智能

机器智能-深度学习1

清华大学iCenter

[CC BY-NC-SA](#)

导学



目录

- 人工神经元（带权重的函数）
- 单个人工神经元能力-模拟布尔运算
- 多个人工神经元能力-解决XOR问题

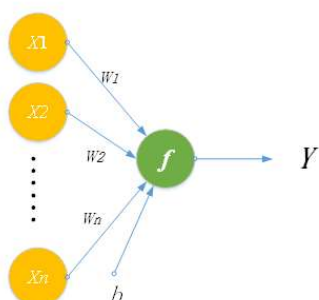
人工神经元

（带权重的函数）

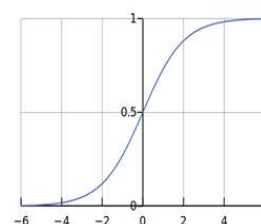
人工神经元

- 单个人工神经元 (Artificial Neuron) :

- 一组输入的线性加权叠加
- 经过一个非线性变换进行输出



$$y = f \left(\sum_{i=1}^N w_i X_i + b \right)$$



$$F(x) = \max(0, x)$$

激活函数 (activation function)

- 激活函数有sigmoid函数, tanh函数, ReLU函数等

- Sigmoid函数, 又称为逻辑斯提函数(logistic function)或S形函数。数学表达式为:

$$\text{sigmoid}(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

- tanh函数或th函数, 双曲正切函数, 其数学表达式如下:

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

- ReLU函数 (rectified linear units), 又称为整流线性单元, 数学表达式如下:

$$\text{ReLU}(x) = \max(x, 0)$$

http://wiki.icenter.tsinghua.edu.cn/icenterwiki/index.php/Python_TensorFlow_Basics

想一想，练一练

- 用Python函数，描述一下逻辑斯提(logistic function)激活函数，请将带代码投稿：

- (1) Sigmoid函数

$$\text{sigmoid}(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

练习代码： `numpy_activation_function.ipynb`

想一想，练一练

- 用Python函数，描述一下tanh () 激活函数，请将带代码投稿：

- (1) tanh函数或th函数

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$

练习代码： `numpy_activation_function.ipynb`

想一想，练一练

- 用Python函数，描述一下ReLU激活函数，请将带代码投稿：

- (1) ReLU函数

$$ReLU(x) = \max(x, 0)$$

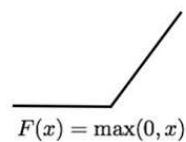
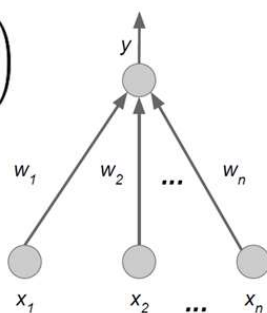
练习代码： `numpy_activation_function.ipynb`

人工神经元1-ReLU单元-具体建模

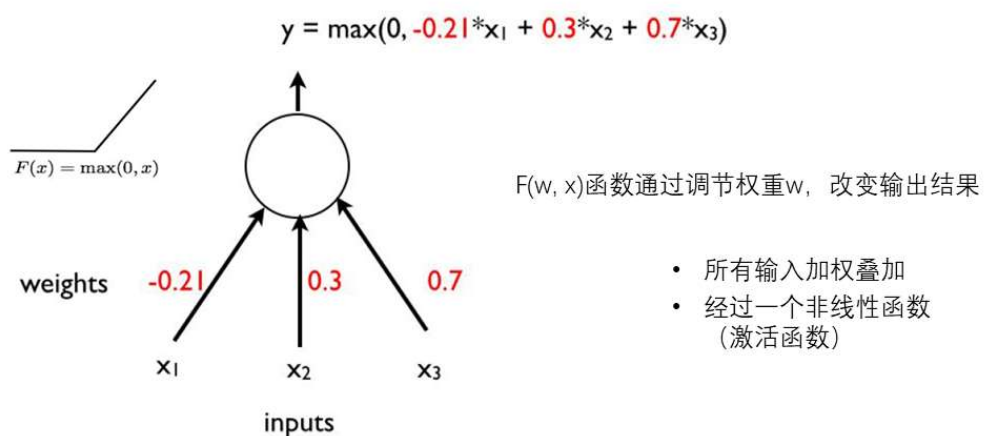
- 神经元被建模为一个函数 $F(w, x)$ ，其中 w 是权重， x 是输入
 - 输入的线性加权叠加
 - 一个非线性函数 F 作用，进行输出， F 称为激活函数
 - 激活函数模拟神经元的触发激活特性

The Neuron

$$y = F\left(\sum_i w_i x_i\right)$$



人工神经元1-ReLU单元（整流线性单元）



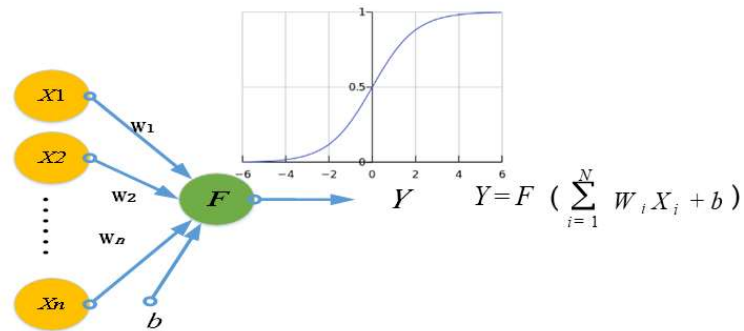
想一想，练一练

- Python使用Numpy描述一个完整的人工神经元：**ReLU单元**
- 输入[1,0,1]，权重[-0.21,0.3,0.7]
- 提示：可以用Numpy包
- 请发投稿：

练习代码： `numpy_activation_function.ipynb`

人工神经元2-逻辑斯提回归单元

所有输入线性加权叠加，经过一个非线性函数（激活函数）输出



- 逻辑斯提回归单元(Logistic Regression Unit)是最简单人工神经元结构之一。
- 逻辑斯提回归单元的激活函数采用sigmoid函数或逻辑斯提函数

想一想，练一练

- Python使用函数，描述一个完整的人工神经元：**逻辑思提单元**
- 提示：可以用Numpy包
- 输入[1,0,1]，权重[-0.21,0.3,0.7]
- 请发投稿：

练习代码： `numpy_activation_function.ipynb`

单个人工神经网络的能力

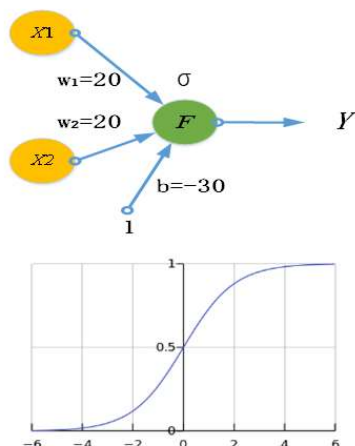
模拟布尔运算

布尔运算

- 布尔运算是现代计算机的基础能力
 - 与运算 (AND)、或运算 (OR)、非运算 (NOT)
 - 与非 (NAND)、异或 (XOR)
- 如何用逻辑斯提回归单元模拟布尔运算？
- 提示sigmoid函数的特点。
 - $\sigma(5) \sim 1.0$, $\sigma(-5) \sim 0.0$

AND运算

- 输入: $X_1, X_2 \in \{0, 1\}$
- 输出: $X_1 \text{ AND } X_2$



AND	$X_2=0$	$X_2=1$
$X_1=0$	0	0
$X_1=1$	0	1

AND	$X_2=0$	$X_2=1$
$X_1=0$	$\sigma(-30)$	$\sigma(-10)$
$X_1=1$	$\sigma(-10)$	$\sigma(10)$

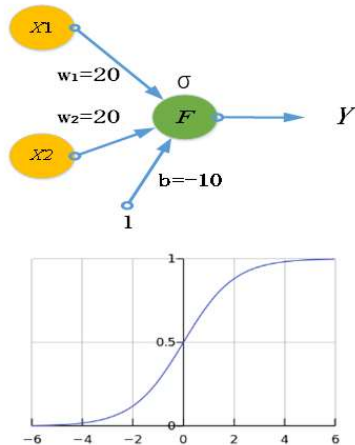
想一想，练一练

- 用Python函数，描述一下AND门，请将带代码投稿：
- 提示，可以用Numpy包

练习代码: `numpy_activation_function.ipynb`

OR运算

- 输入: $X_1, X_2 \in \{0, 1\}$
- 输出: $X_1 \text{ OR } X_2$



OR	X2=0	X2=1
X1=0	0	1
X1=1	1	1

OR	X2=0	X2=1
X1=0	$\sigma(-10)$	$\sigma(10)$
X1=1	$\sigma(10)$	$\sigma(30)$

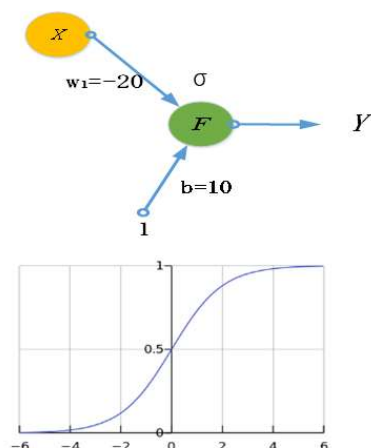
想一想，练一练

- 用Python函数，描述一下OR门，请将带代码投稿：
- 提示，可以用Numpy包

练习代码: `numpy_activation_function.ipynb`

NOT运算

- 输入: $X \in \{0, 1\}$
- 输出: NOT X



NOT	
$X=0$	1
$X=1$	0

- 容易实现

NOT	
$X=0$	$\sigma(10)$
$X=1$	$\sigma(-10)$

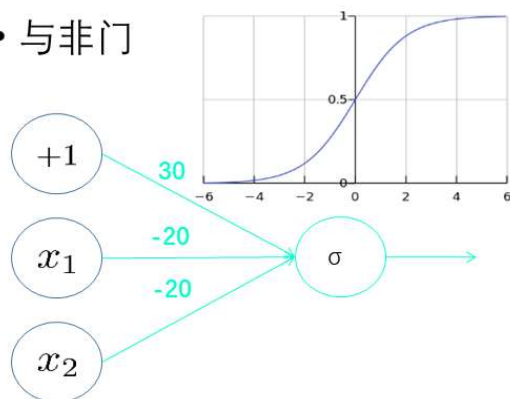
想一想，练一练

- 用Python函数，描述一下NOT门，请将带代码投稿：
- 提示，可以用Numpy包

练习代码: `numpy_activation_function.ipynb`

NAND

- 与非门



NAND	X2=0	X2=1
X1=0	1	1
X1=1	1	0

NAND	X2=0	X2=1
X1=0	$\sigma(30)$	$\sigma(10)$
X1=1	$\sigma(10)$	$\sigma(-10)$

$$\text{NAND}(x_1, x_2) = (\text{not } x_1) \text{ or } (\text{not } x_2)$$

想一想，练一练

- 用Python函数，描述一下NAND门，请将带代码投稿：
- 提示，可以用Numpy包

练习代码： `numpy_activation_function.ipynb`

多个神经元的能力

XOR问题的解法--二层网络

XOR运算

- 输入: $X_1, X_2 \in \{0, 1\}$
- 输出: $X_1 \text{ XOR } X_2$
- 不是个线性分类问题，无法用单个神经元解决。

XOR	$X_2=0$	$X_2=1$
$X_1=0$	0	1
$X_1=1$	1	0

想一想，练一练

- 如何解决异或问题？
- （提示）进行复合的布尔运算

XOR运算

X1	X2	XOR
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

- $X1 \text{ XOR } X2$

- 其中：

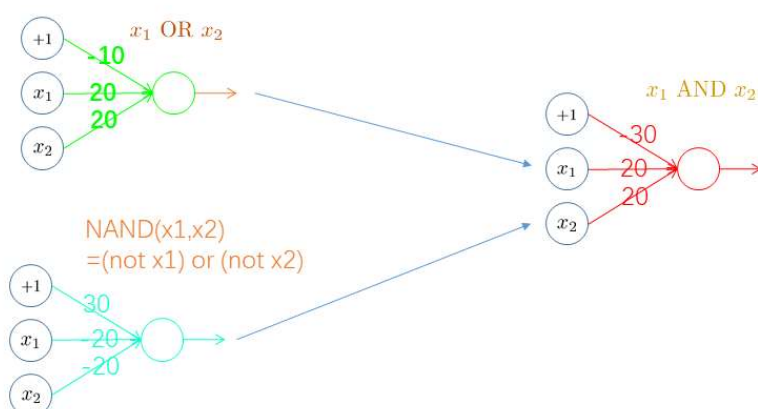
- $Y1 = X1 \text{ OR } X2$
- $Y2 = \text{NAND}\{X1, X2\}$
- $Y3 = (\text{NOT } X1) \text{ OR } (\text{NOT } X2)$

X1	X2	Y1	Y2	XOR
0	0	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	1	1	1
1	1	1	0	0

- 实现1 = $\{X1 \text{ OR } X2\} \text{ AND } \{\text{NAND}\{X1, X2\}\} = Y1 \text{ AND } Y2$
- 实现2 = $\{X1 \text{ OR } X2\} \text{ AND } \{(\text{NOT } X1) \text{ OR } (\text{NOT } X2)\} = Y1 \text{ AND } Y3$

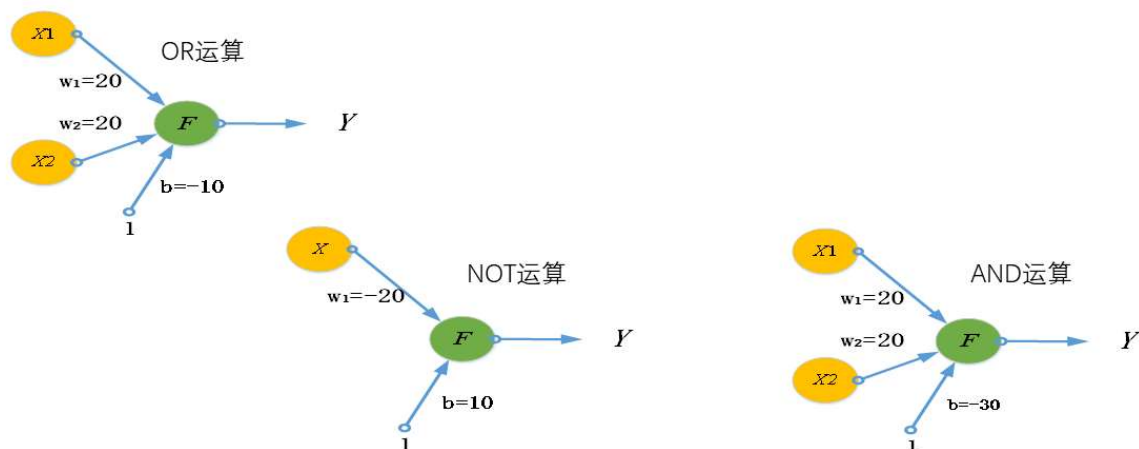
XOR运算-实现1

- $X1 \text{ XOR } X2 = \{X1 \text{ OR } X2\} \text{ AND } \{\text{NAND}\{X1, X2\}\}$
- 两层网络



XOR运算-实现2

- $X1 \text{ XOR } X2 = \{X1 \text{ OR } X2\} \text{ AND } \{(\text{NOT } X1) \text{ OR } (\text{NOT } X2)\}$
- XOR运算可以由AND运算; NOT运算; OR运算组合完成;

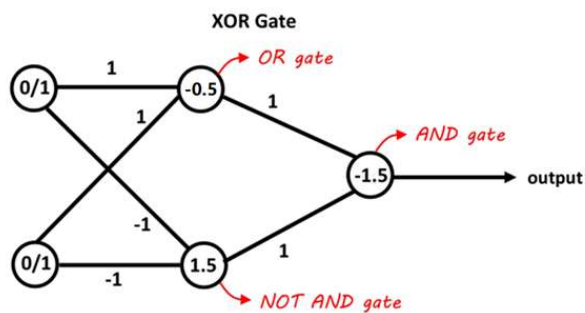


想一想

- 如何用ReLU单元解决XOR问题?
- 3个ReLU单元是否足够?

	0	1
0	0	1
1	1	0

XOR运算



XOR运算-实现1

想一想，练一练？

- (判断性别) - 简单分类
- 请每个同学 (匿名) 给出自身数据(身高、体重、性别)
- 设计一个分类器，进行分类？

扩展思考-理论如何落实到实践。

- 布尔运算构建了计算的体系，实际中用布尔门电路实现
 - 什么是计算？
 - 布尔门电路，可以由晶体管电路实现
- 理论上讲，用人工神经元作为基本的计算单元，能力不逊于计算机。
 - 问题1：实际中有用人工神经元电路的方式来实现吗？
 - 问题2：你认为这种方法的最大的挑战是什么呢？
- （请大家投稿一下）

谢谢指正！