

DL 多层感知器 (MLP)

胡芸铭

2025 年 1 月 31 日

目录

1 多层感知器简介	2
1.1 MLP 的结构	2
1.2 激活函数	2
1.3 前向传播	3
2 MLP 的训练与应用	4
2.1 反向传播算法	4
2.2 MLP 的应用领域	4
2.3 MLP 的优缺点	4
2.4 深入学习资源	6

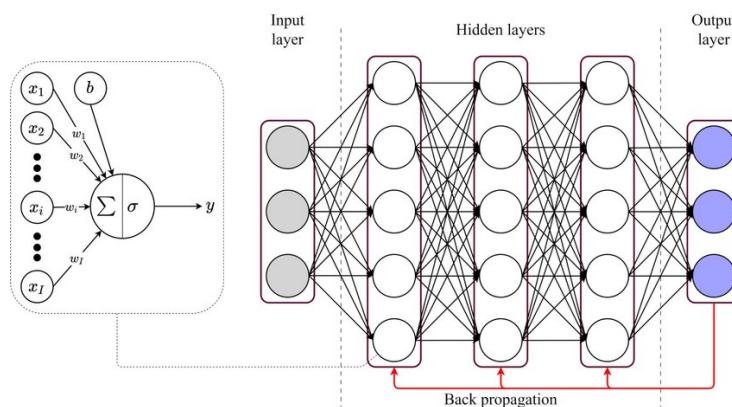


图 1: 多层感知器的基本结构

1 多层感知器简介

多层感知器 (Multilayer Perceptron, MLP) 是一种前馈人工神经网络模型, 是深度学习中最基本和常用的神经网络之一^[1]。

1.1 MLP 的结构

MLP 通常由以下几个部分组成:

- 输入层
- 一个或多个隐藏层
- 输出层

每一层都由多个神经元 (或称为节点) 组成, 相邻层之间的神经元全连接。

图 1 展示了一个典型的 MLP 结构。

1.2 激活函数

MLP 中的每个神经元都使用非线性激活函数。常用的激活函数包括:

- Sigmoid 函数: $\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$
- tanh 函数: $\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$

- ReLU 函数: $ReLU(x) = \max(0, x)$

这些非线性激活函数使得 MLP 能够学习复杂的非线性映射关系^[2]。

1.3 前向传播

在 MLP 中, 信息从输入层向前传播到输出层。对于一个具有一个隐藏层的 MLP, 其前向传播过程可以表示为:

$$\mathbf{h} = f(\mathbf{W}_1 \mathbf{x} + \mathbf{b}_1) \quad (1)$$

$$\mathbf{y} = g(\mathbf{W}_2 \mathbf{h} + \mathbf{b}_2) \quad (2)$$

其中, \mathbf{x} 是输入, \mathbf{h} 是隐藏层的输出, \mathbf{y} 是最终输出, \mathbf{W}_1 和 \mathbf{W}_2 是权重矩阵, \mathbf{b}_1 和 \mathbf{b}_2 是偏置向量, f 和 g 是激活函数。

更多关于神经网络的基础知识可以在斯坦福大学的 CS231n 课程网站上找到: <http://cs231n.stanford.edu/>

2 MLP 的训练与应用

2.1 反向传播算法

MLP 的训练主要依赖于反向传播算法。该算法包括以下步骤：

1. 前向传播
2. 计算损失
3. 反向传播误差
4. 更新权重

对于均方误差损失函数，权重更新的公式可以表示为：

$$\mathbf{W} = \mathbf{W} - \eta \frac{\partial L}{\partial \mathbf{W}} \quad (3)$$

其中， η 是学习率， L 是损失函数。

2.2 MLP 的应用领域

MLP 在多个领域都有广泛应用，包括但不限于：

- 图像识别
- 语音识别
- 自然语言处理
- 金融预测

图 2展示了 MLP 在图像识别任务中的应用示例。

2.3 MLP 的优缺点

MLP 作为一种经典的神经网络模型，有其独特的优势和局限性^[3]。表 1总结了 MLP 的主要优缺点。



图 2: MLP 在图像识别中的应用示例

优点	缺点
能够学习非线性关系	可能陷入局部最优
适用于多种类型的数据	对于某些复杂任务，可能需要大量隐藏层和神经元
结构简单，易于理解和实现	容易过拟合，需要 careful 调参和正则化

表 1: MLP 的优缺点

2.4 深入学习资源

要深入学习 MLP 和其他深度学习模型，可以参考以下资源：

- Coursera 上的深度学习课程：<https://www.coursera.org/specializations/deep-learning>
- FastAI 的实践课程：<https://course.fast.ai/>
- TensorFlow 官方教程：<https://www.tensorflow.org/tutorials>

这些资源提供了从理论到实践的全面指导，适合不同层次的学习者。

参考文献

- [1] GOODFELLOW I, BENGIO Y, COURVILLE A. Deep Learning[M]. MIT Press, 2016.
- [2] NAIR V, HINTON G E. Rectified Linear Units Improve Restricted Boltzmann Machines[J]. Proceedings of the 27th International Conference on Machine Learning, 2010.
- [3] LECUN Y, BENGIO Y, HINTON G. Deep Learning[J]. Nature, 2015, 521(7553): 436-444.