

# 深度学习

栈式自编码器

# 自编码器算法的优缺点

## 自编码器算法

### 优点

网络简单

梯度稳定

训练速度快

### 缺点

表达能力弱

贪婪学习

自编码器因为其表达能力弱，再加上贪婪学习的特点，严重限制了其应用场景。

# 自编码器的优缺点

思考：自编码器表达能力弱的原因？

单层神经网络，只能对数据进行简单的变换。

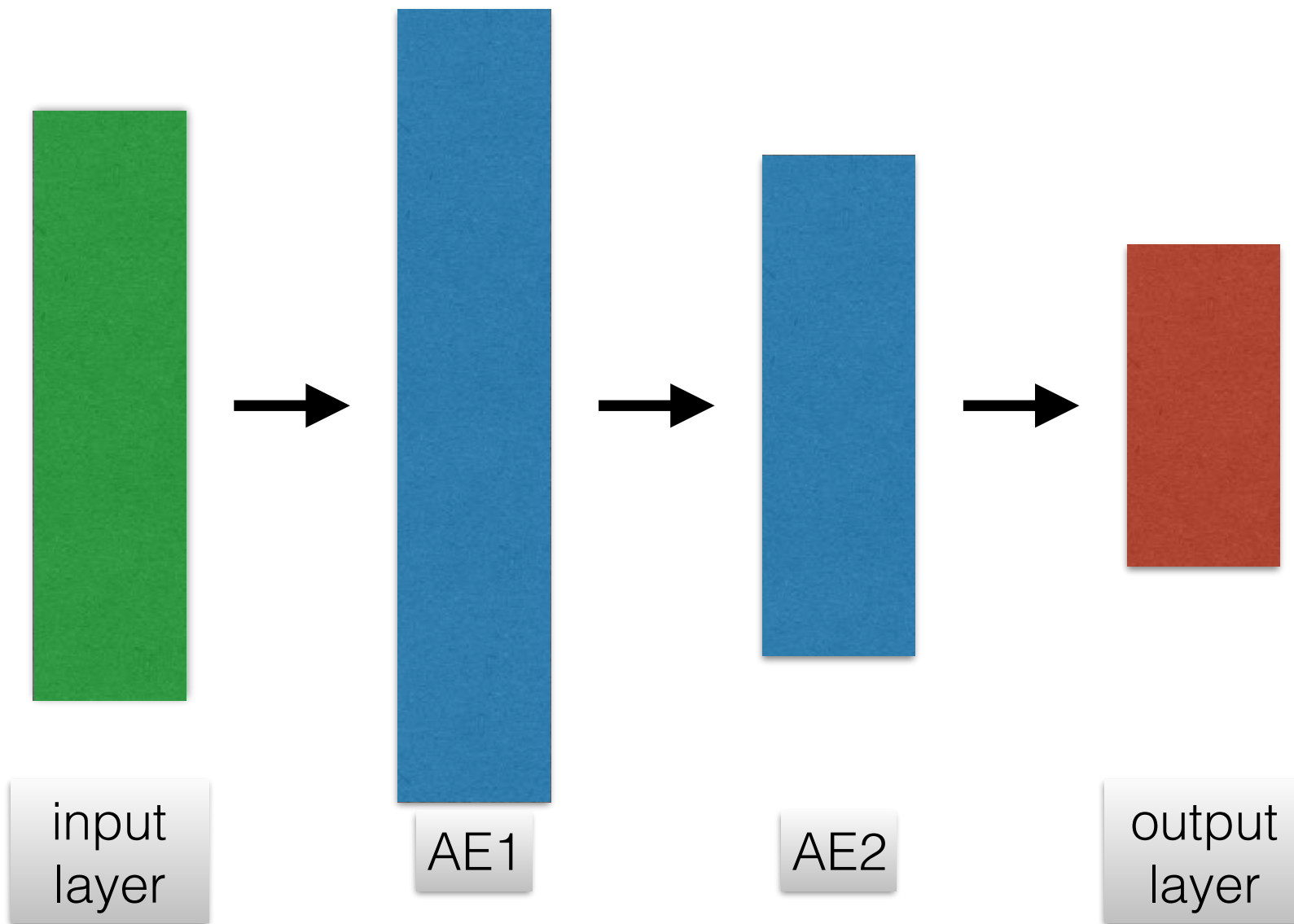
思考：如何提高神经网络的表达能力？

在ANN中，深层的神经网络对特征拥有更好的表达能力。同样的，我们希望自编码器也可以拥有更深的层。栈式自编码器便可以达到这一目的。

# 栈式自编码器

**栈式自编码器(Stacked Autoencoder, SAE)**是一个由多层自编码器（通常是稀疏自编码器）组成的神经网络，其前一层自检码器的输出作为后一层自编码器的输入。最后我们往往会加入一个输出层对整个网络进行微调来达到解决实际问题的目的。

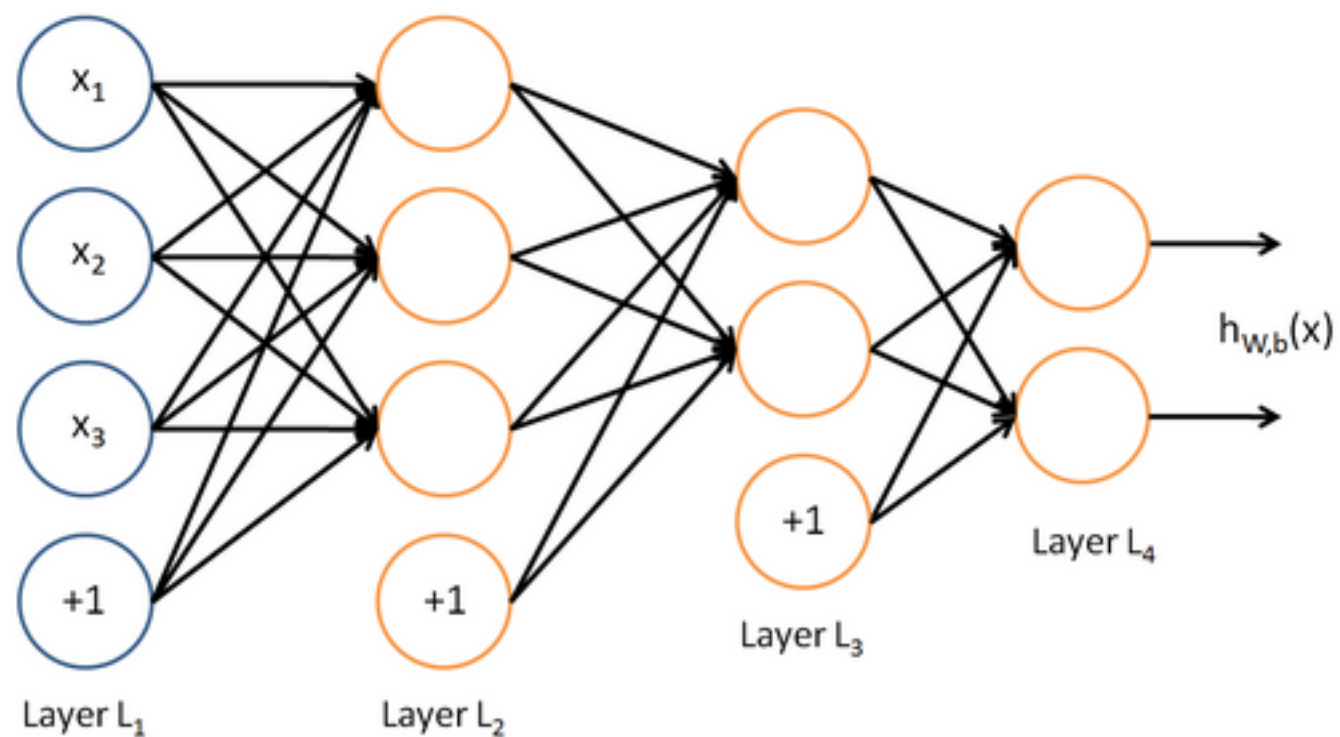
# 栈式自编码器



形式上类似于多个自编码器堆叠。但栈式自编码器可能有（也可能没有）输出层。输出层与AE不完全一样。上一次的输出作为训练当前AE的输入。

注意：严格来讲自编码器包含输入层与隐藏层，但此处的AE均指隐藏层。

# 栈式自编码器与ANN的关系



栈式自编码器

包含输出层栈式自编码器就是ANN。

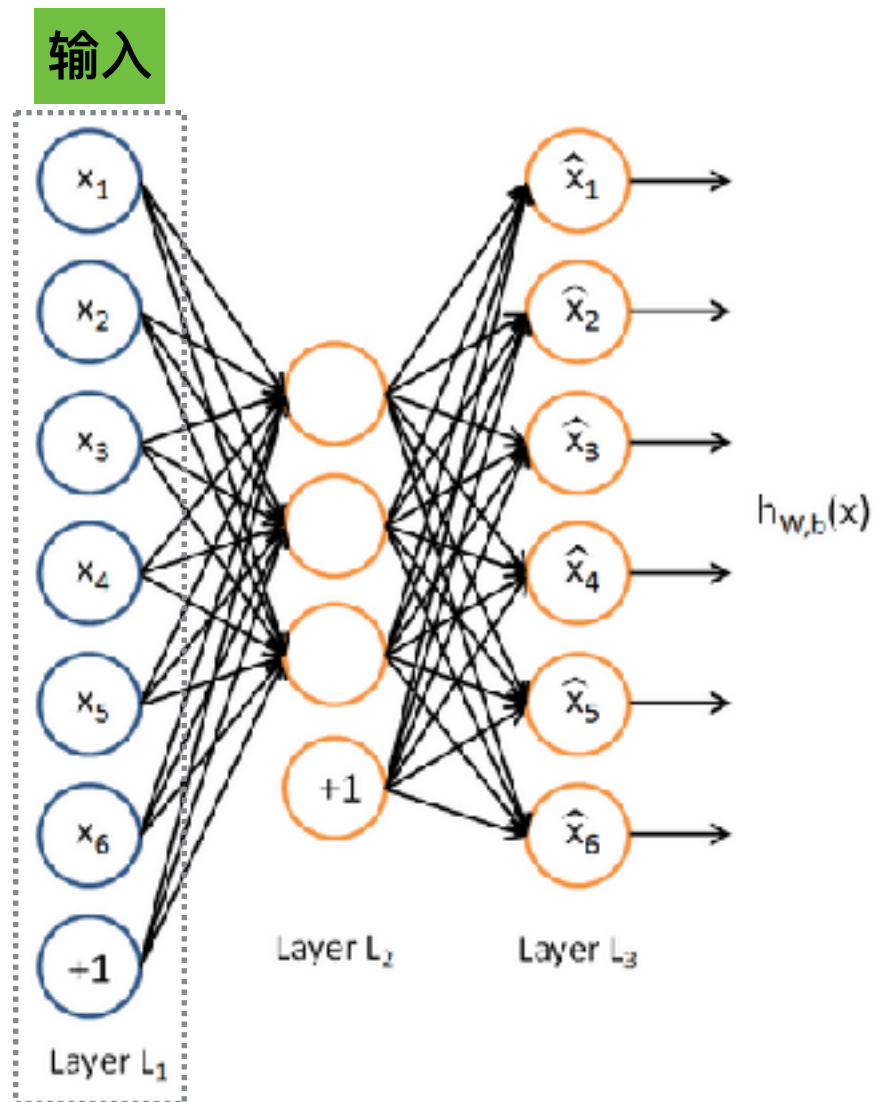
隐藏层数量=自编码器数量

输出层主要用于标准化、归一化输出

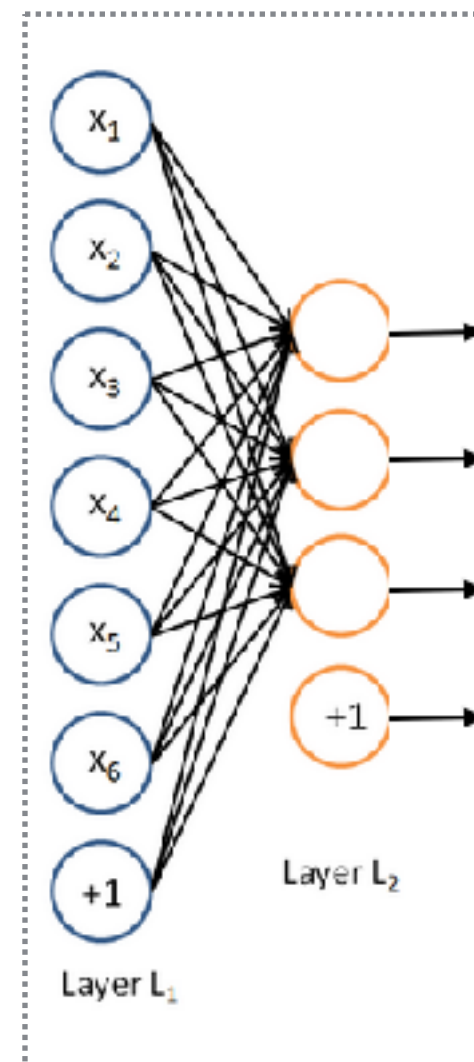
# 栈式自编码器训练

1. 预训练(pre-training)阶段：模型本身就是一系列的自编码器，并分开训练这些自编码器。这一过程是无监督的。
2. 微调(Fine-tuning)阶段。给模型接上(softmax或line或sigmoid等)输出层，并进行有监督训练。

# 逐层训练（一）



训练完成的自编码解码器



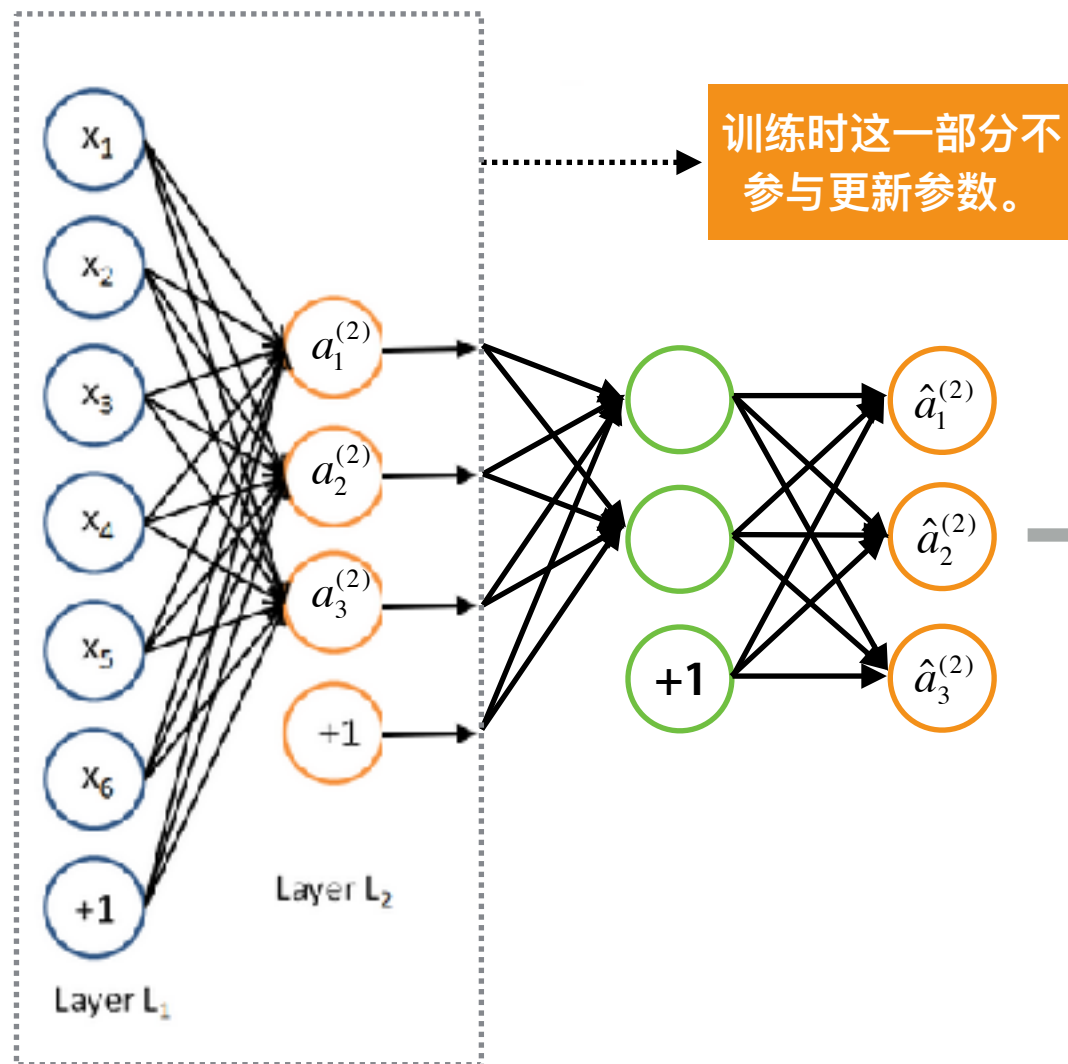
取出其中的自编码器

栈式自编码器的输入层与第一个隐藏层



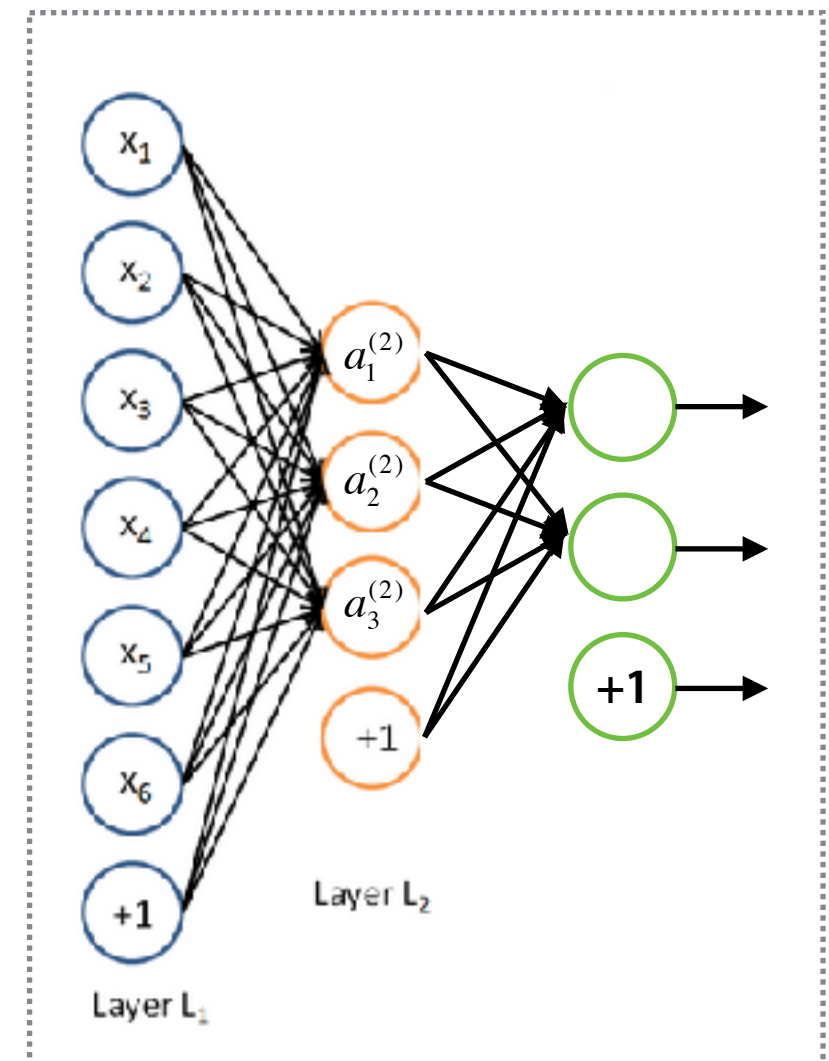
# 逐层训练 (二)

输入



栈式自编码器的输入层与第一个隐藏层

训练完成后  
提取前三层



栈式自编码器的输入层、第一个隐藏层与第二个隐藏层

# 逐层训练

重复上述步骤，可以得到一个堆叠起来的神经网络。这个神经网络包括一个输入层与 $n$ 个隐藏层（ $n$ 等于自编码器的数量）。同样的，这个堆叠起来的神经网络并没有遗留任何一次训练使用的输出层。每一层的训练均是贪婪训练，所以神经网络的每一层均在尽量完整表达上一层的信息。但是从全局来看，神经网络并没有很好的契合在一起，即每一个隐藏层与其它隐藏层都是独立的。

# 逐层训练的优缺点

## 逐层训练的优缺点

### 优点

表达能力强

梯度稳定

单层训练简单

### 缺点

贪婪训练

多次训练

逐层训练解决了自编码器表达能力不足的缺陷。同时也避免了深层神经网络梯度不稳定的问题。但仍然是贪婪训练，导致我们只能对原始数据做特征提取，为了能够使其解决更多实际问题，我们引入了微调法。

# 微调

逐层训练是无监督学习的过程，而微调是监督学习的过程。  
微调的过程如下：

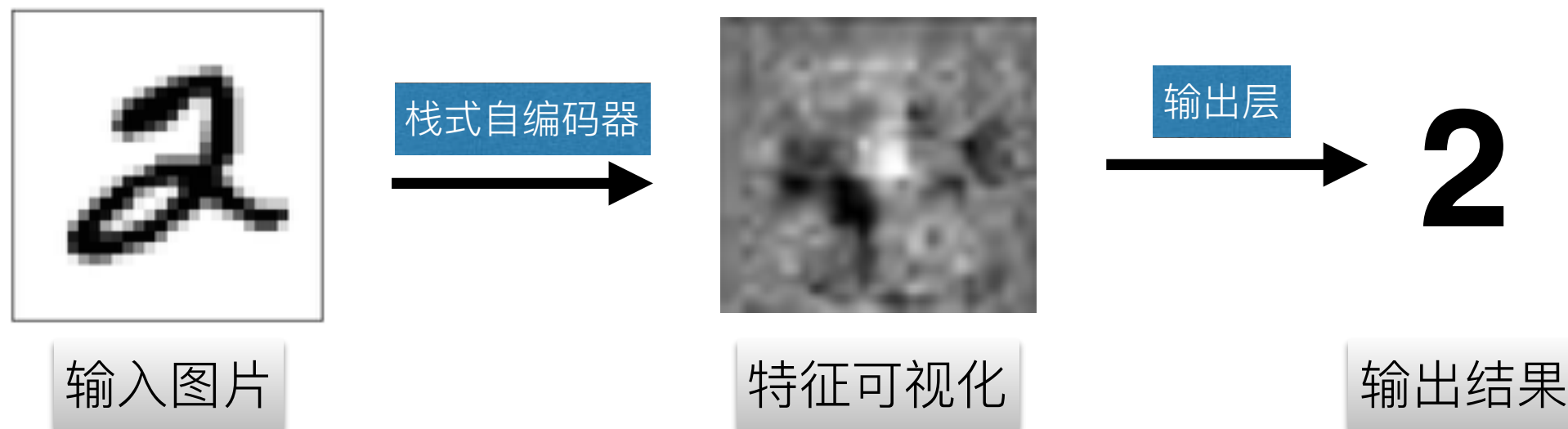
1. 栈式自编码器的最后一层接上输出层。

2. 对整个神经网络进行监督训练。

注意：既然微调是监督学习的过程，则要求输入的样本必须有标记，并且在训练时，以样本标记来衡量代价。

# 微调

预训练（逐层训练）无论有多少层，其最终仍然是做特征提取。为了解决实际问题，我们需要给栈式自编码器接上输出层并根据实际问题对整个神经网络进行训练。



# 栈式自编码器的优缺点

## 栈式自编码器优缺点

### 优点

表达能力强

预训练梯度稳定

单层训练简单

网络层数深

可接输出层

样本需求量小

### 缺点

训练繁琐

微调梯度不稳定

# 思考：为什么我们把栈式自编码器在接入输出层之后整体训练的过程称为“微调”？而非“训练”？

ANN训练时，隐藏层的主要的工作就是将输入数据转化为神经网络易于处理的特征表达。而预训练阶段已经提取到了输入数据的特征，微调阶段主要工作是将特征映射到输出。这时，并不需要大规模训练整个网络，只需要较少的迭代次数就能完成隐藏层与输出层的对接。同时由于训练整个网络时，会出现梯度衰减问题，也得之前逐次的隐藏层的参数不会发送太大的变化。所以将这个阶段称之为微调是很合理的。

# 小结

- 自编码器对数据的表达能力不强，但训练简单。
- 栈式自编码器是多个自编码器的堆叠。
- 栈式自编码器能够接上输出层。
- 栈式自编码器与ANN的关系。
- 栈式自编码器的训练包括两部分：预训练、微调。
- 栈式自编码器的优缺点。



# THANKS