



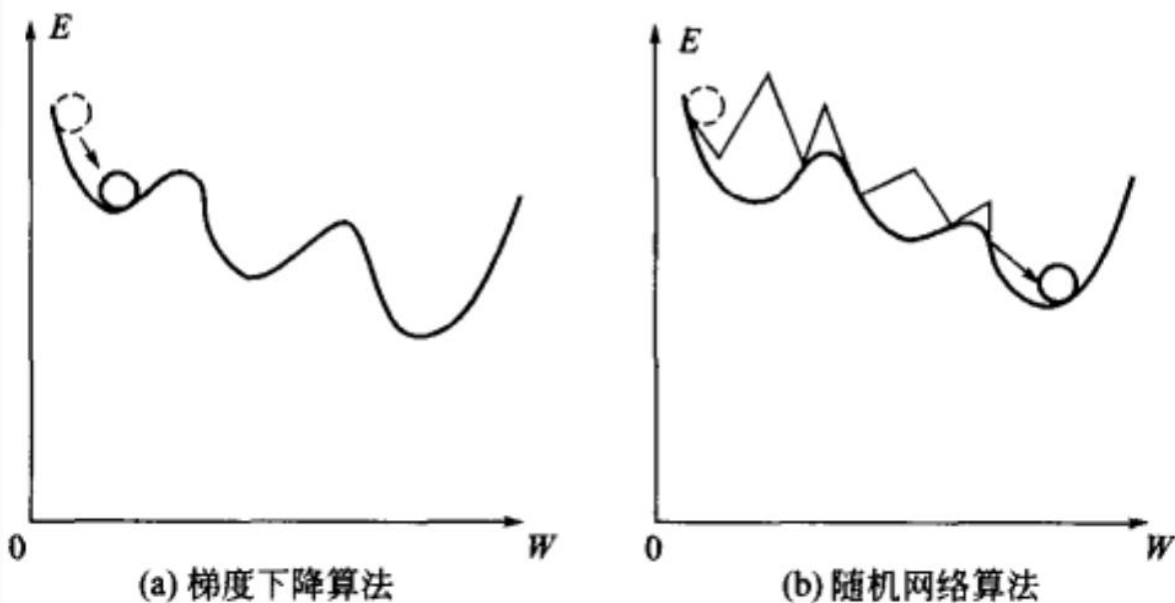
第十四课——玻尔兹曼机

退火

- 退火是一种金属的热处理工艺，将金属加热到一定的温度，保持足够时间，然后以适宜速度缓慢冷却。
- 退火可以改善材料性能，提升金属品质。



模拟退火算法



梯度下降法只能往下走，
不能往上走

模拟退火算法会根据接受概率来判断要怎么走。假设前一状态为 $x(n)$ ，系统受到一定的扰动，状态变为 $x(n+1)$ ，相应地，系统能量由 $E(n)$ 变为 $E(n+1)$ 。定义系统由 $x(n)$ 变为 $x(n+1)$ 的接受概率为 p ：

$$p = \begin{cases} 1 & E(n+1) < E(n) \\ e^{\left(-\frac{E(n+1)-E(n)}{T}\right)} & E(n+1) \geq E(n) \end{cases}$$

模拟退火算法

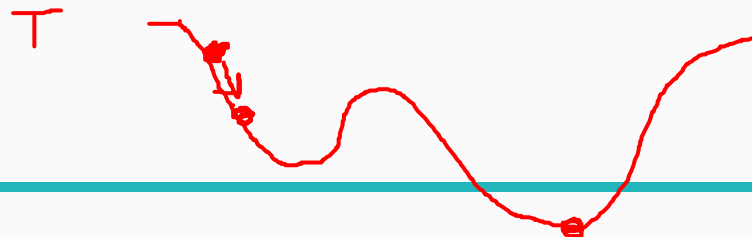
- 温度的初始值 T 要选得足够高，使得所有可能的状态转移都能被接受。
- 退火速率:

指数下降方式： $T(n)=\lambda T(0)$ $n=1,2,\dots$ λ 是一个小于1的正数，可以取0.8-0.99之间

其他方式：
$$T(n) = \frac{T(0)}{\log(1+t)}$$

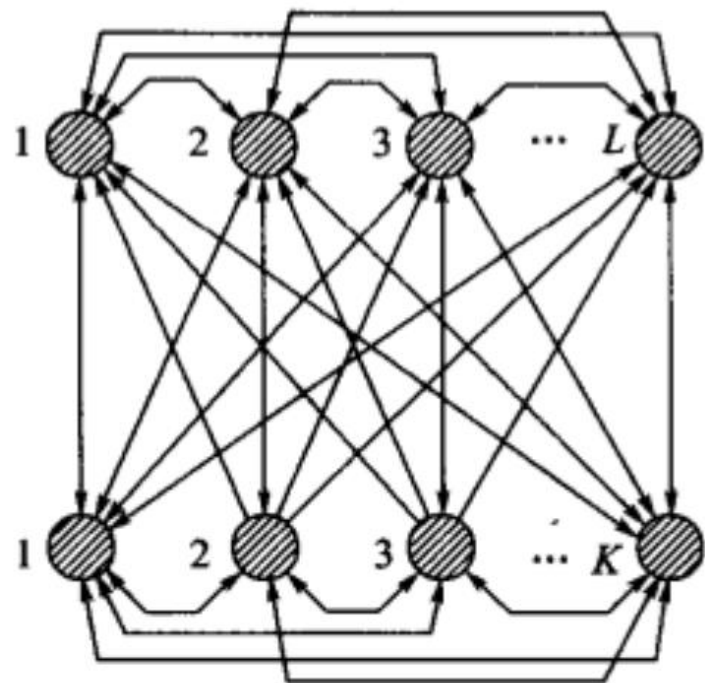
$$T(n) = \frac{T(0)}{1 + t}$$

模拟退火算法过程



- 1.初始化。随机选择一定的值作为变量的数值 $x(0)$ ，并设置初始温度 $T(0)$ ，终止温度 T_{final} 和温度的下降公式。
- 2.以一定的规则（沿着梯度下降的方向走一段距离，或者在 x 点附近随机取一个点）在当前状态 $x(n)$ 附近产生新的状态 $x(n+1)$ 。如果能量减小则改变状态，如果能量变大则以一定的概率判断是否要改变状态。
- 3.在一定的温度 T 下迭代一定的次数，或者判断代价函数是否趋于稳定。然后终止内循环(内循环中 T 不变，让状态自由改变)。
- 4.调整 T ，判断 T 是否是小于等于 T_{final} 。没有小于等于 T_{final} 的话，则跳转到第二步继续执行。如果小于等于 T_{final} 的话，则终止算法。

随机神经网络（玻尔兹曼机BM）

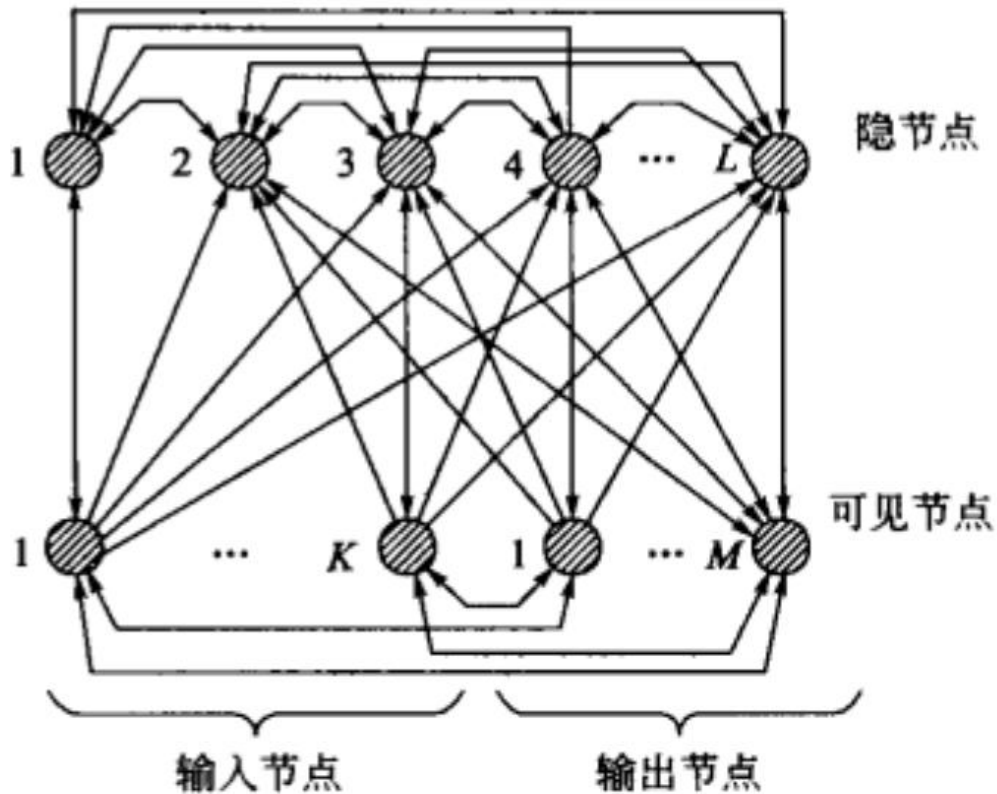


既是输入节点又是输出节点

(a)自联想型BM网络

隐节点

可见节点



输入节点

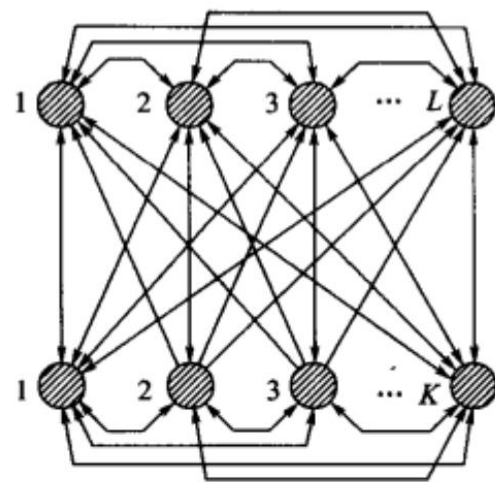
输出节点

(b)异联想BM网络

玻尔兹曼机介绍

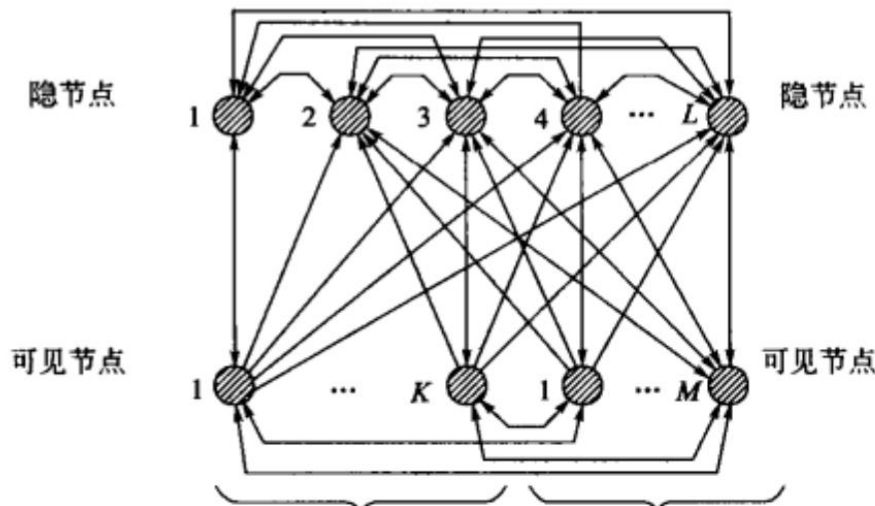
人工神经网络理论、设计及应用140页

玻尔兹曼机的训练



既是输入节点又是输出节点

(a)自联想型BM网络



输入节点

输出节点

(b)异联想BM网络

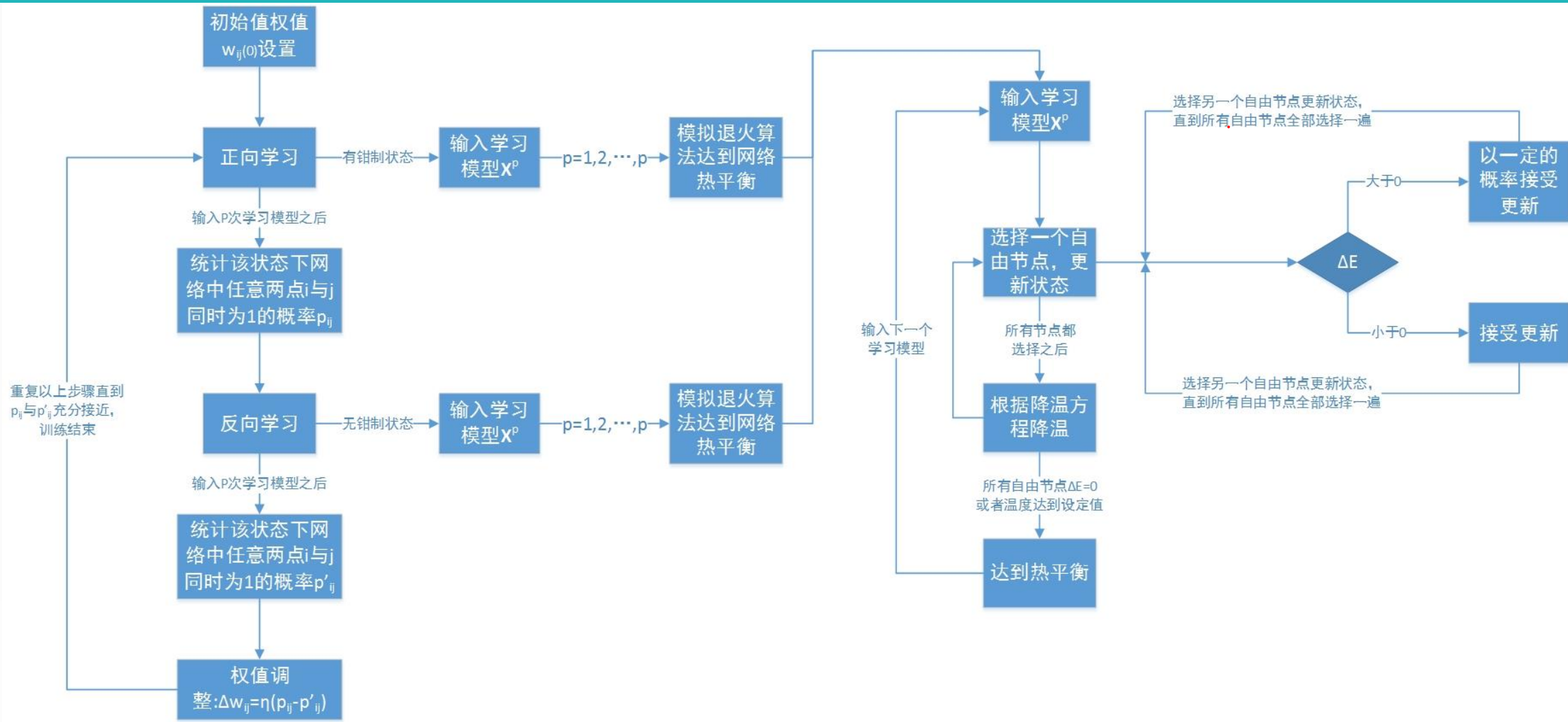
正向学习阶段：

- 自联想型BM网络：向网络输入信号，钳制输入输出节点，让隐节点自由活动
- 异联想型BM网络：向网络输入信号，钳制输入输出节点，让隐节点自由活动

反向学习阶段：

- 自联想型BM网络：向网络输入信号，让输入输出节点和隐节点都自由活动
- 异联想型BM网络：向网络输入信号，钳制输入节点，让输出节点和隐节点自由活动

玻尔兹曼机的训练



微信公众号：深度学习与神经网络



QQ群 : 616043628



51CTO学院



Thank You !

为梦想增值！