

Beijing Forest Studio
北京理工大学信息系统及安全对抗实验中心



长短期记忆网络

Long Short-Term Memory Networks

胡雅娴 硕士生

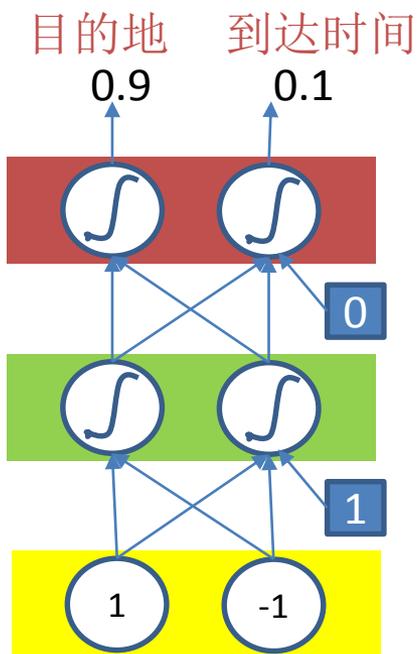
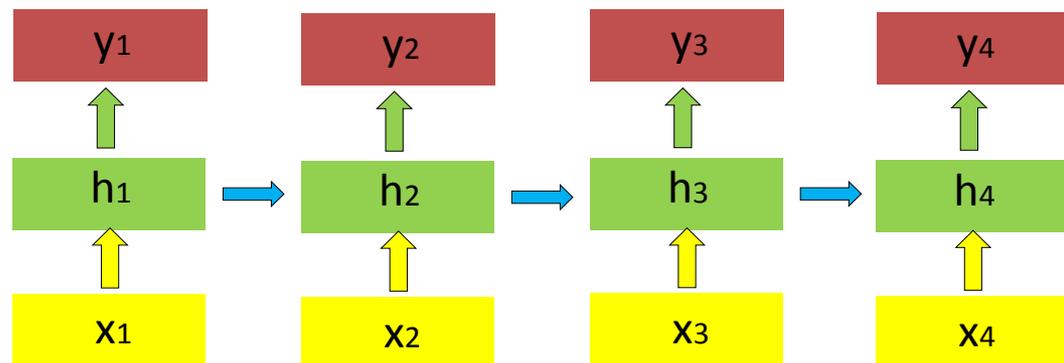
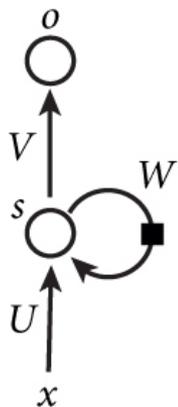
2017年09月17日

内容提要

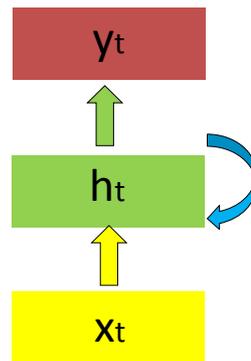


- 背景简介
- 基本概念
- 算法原理
- 优劣分析
- 应用总结

- RNN的结构



他 9点 到达 北京。



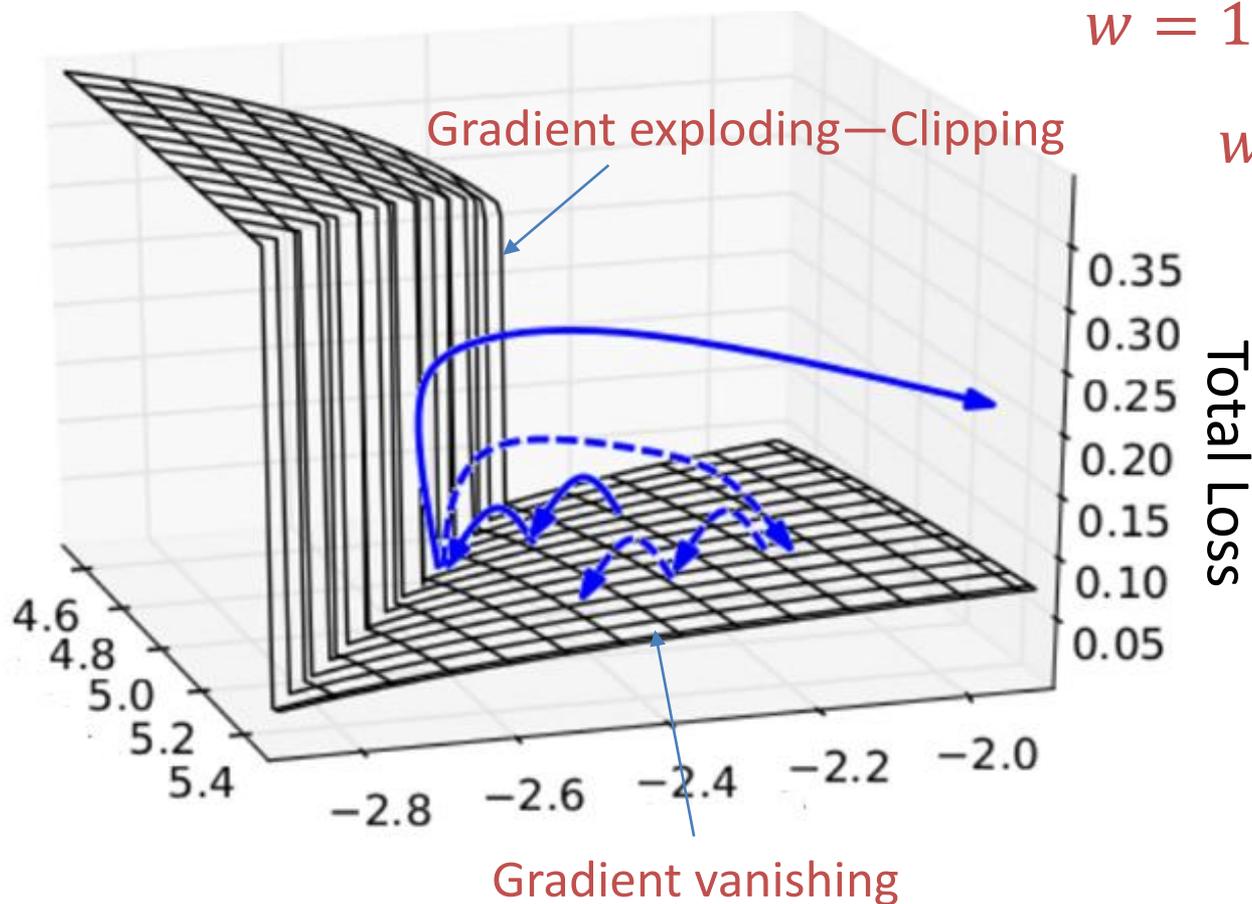
[Razvan Pascanu, ICML'13]

- 梯度爆炸、梯度消失
- 产生原因？

$$w = 1, y^{1000} = w^{999}, y^{1000} = 1$$

$$w = 1.01, y^{1000} \approx 20000$$

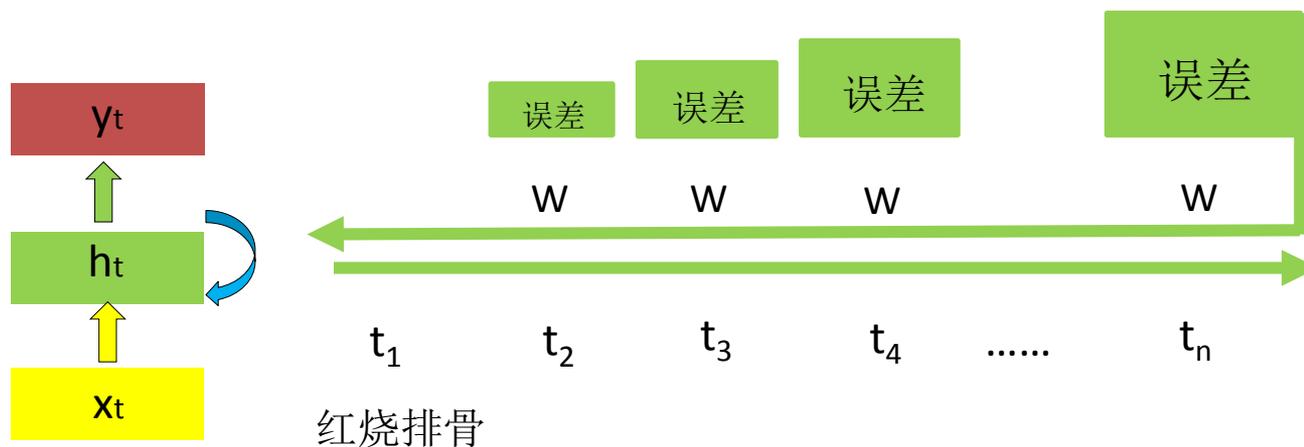
$$w = 0.99, y^{1000} \approx 0$$



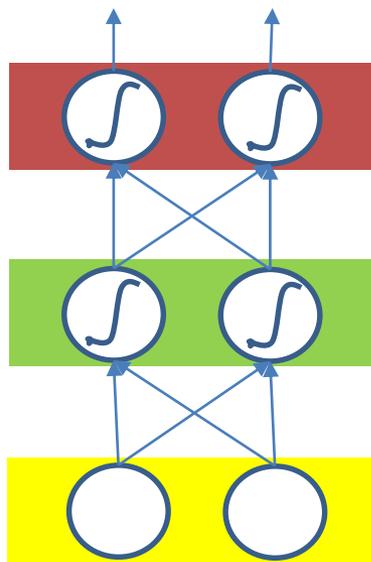
背景简介



- “我今天要做红烧排骨，首先要准备排骨，然后……（省略1000字），最后美味的一道菜就出锅了”
- 今天我们做的是**什么菜？** 红烧肉×



- 什么是激励函数 (Activation Function) ?
 - 隐层和输出节点的输入和输出之间具有函数关系, 这个函数称为“激励函数”
 - 类型: Sigmoid、Tanh、Relu

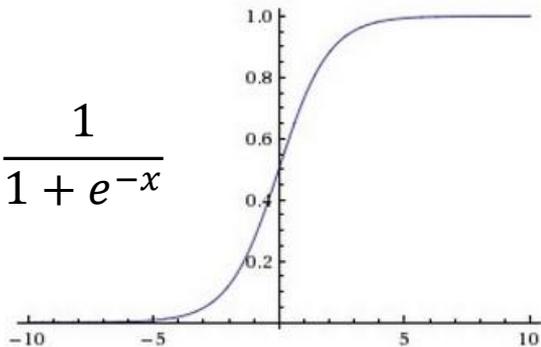


基本概念

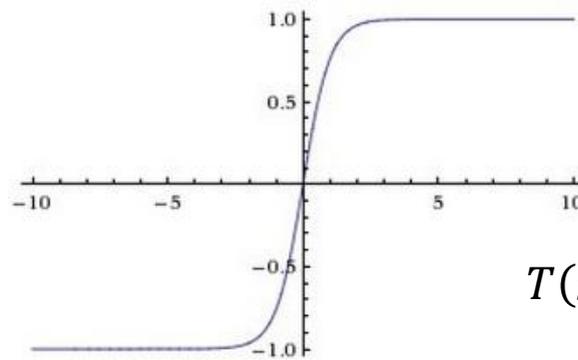


- Sigmoid函数 (a)
- Tanh函数 (b)
- Relu函数 (c)

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

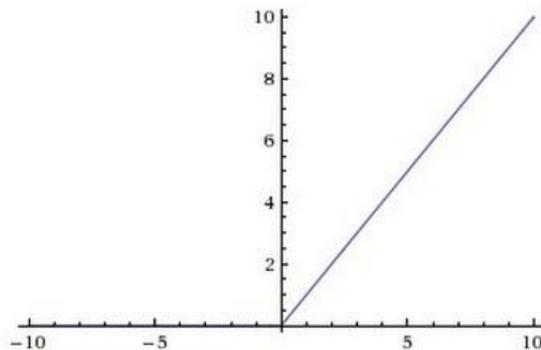


(a)



(b)

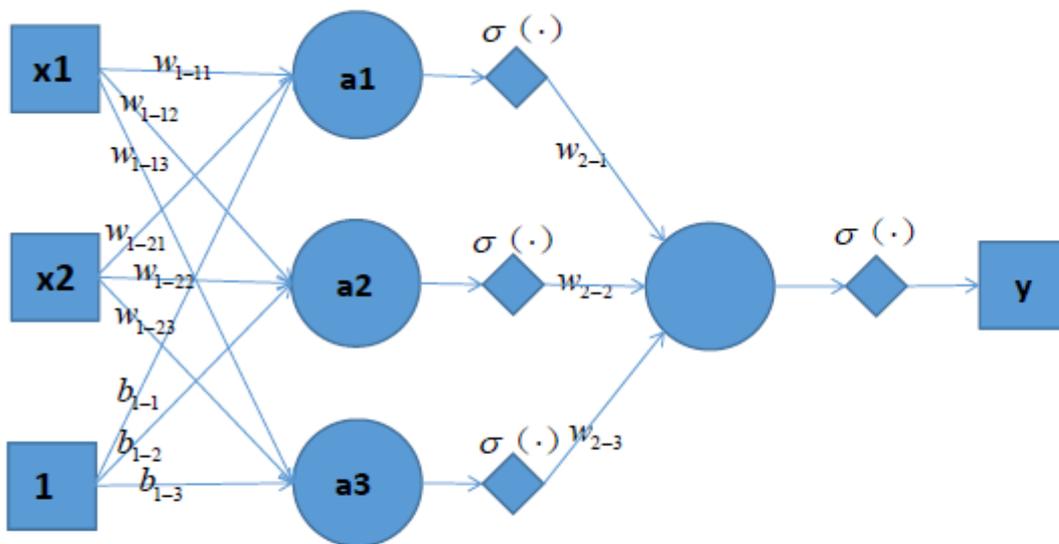
$$T(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$



(c)

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

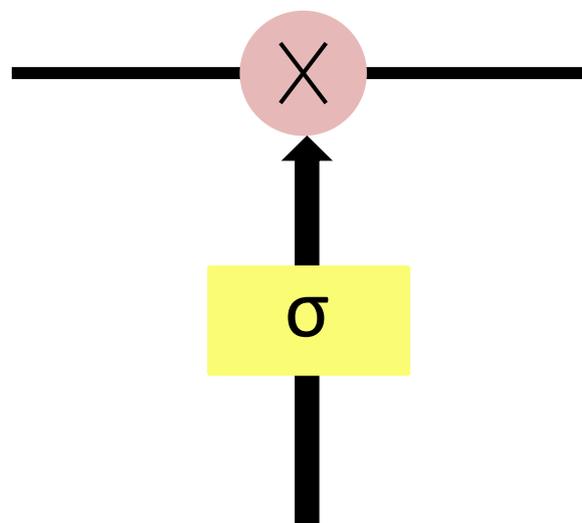
- 为什么需要激励函数？
 - 线性模型的表达能力不够，激励函数可以加入非线性因素



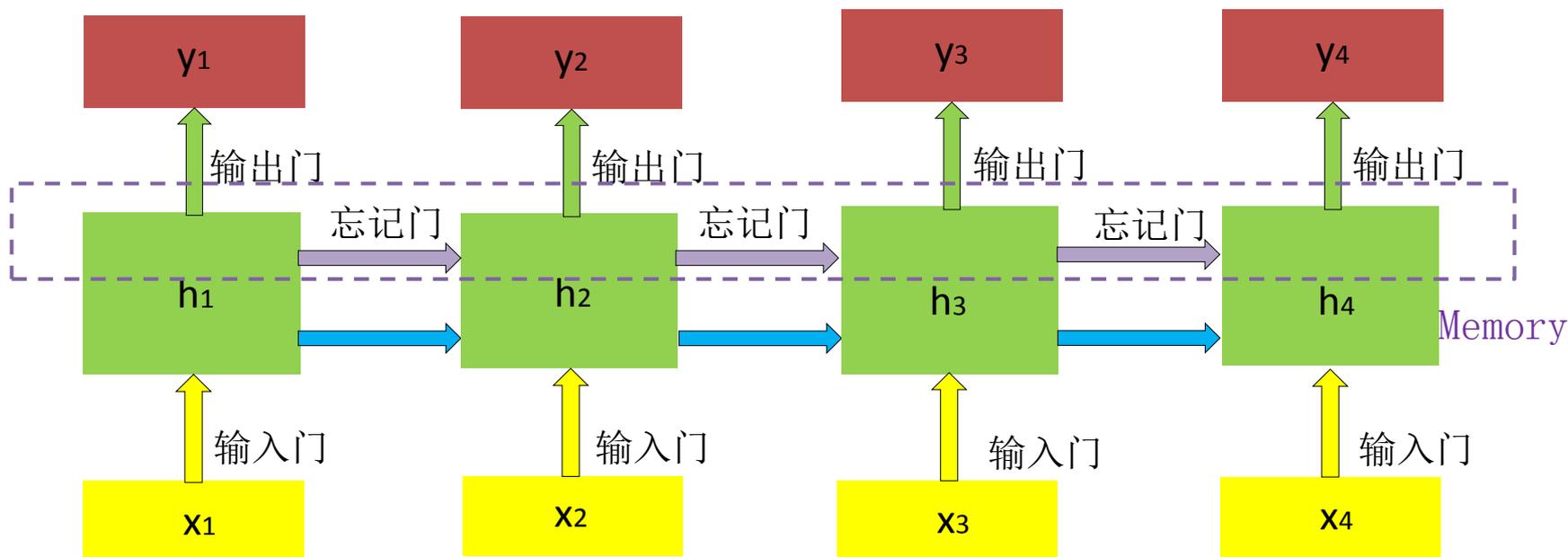
$$a1 = w_{1-11}x_1 + w_{1-21}x_2 + b_{1-1}$$
$$a2 = w_{1-12}x_1 + w_{1-22}x_2 + b_{1-2}$$
$$a3 = w_{1-13}x_1 + w_{1-23}x_2 + b_{1-3}$$

$$y = \sigma(w_{2-1}\sigma(a1) + w_{2-2}\sigma(a2) + w_{2-3}\sigma(a3))$$

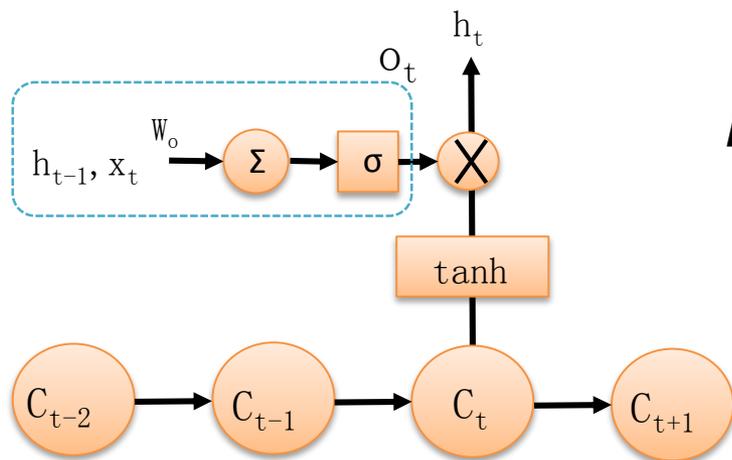
- 门
 - 门是一种让信息选择式通过的方法
 - 包含一个 `sigmoid` 层和一个乘法操作



- LSTM与RNN的区别

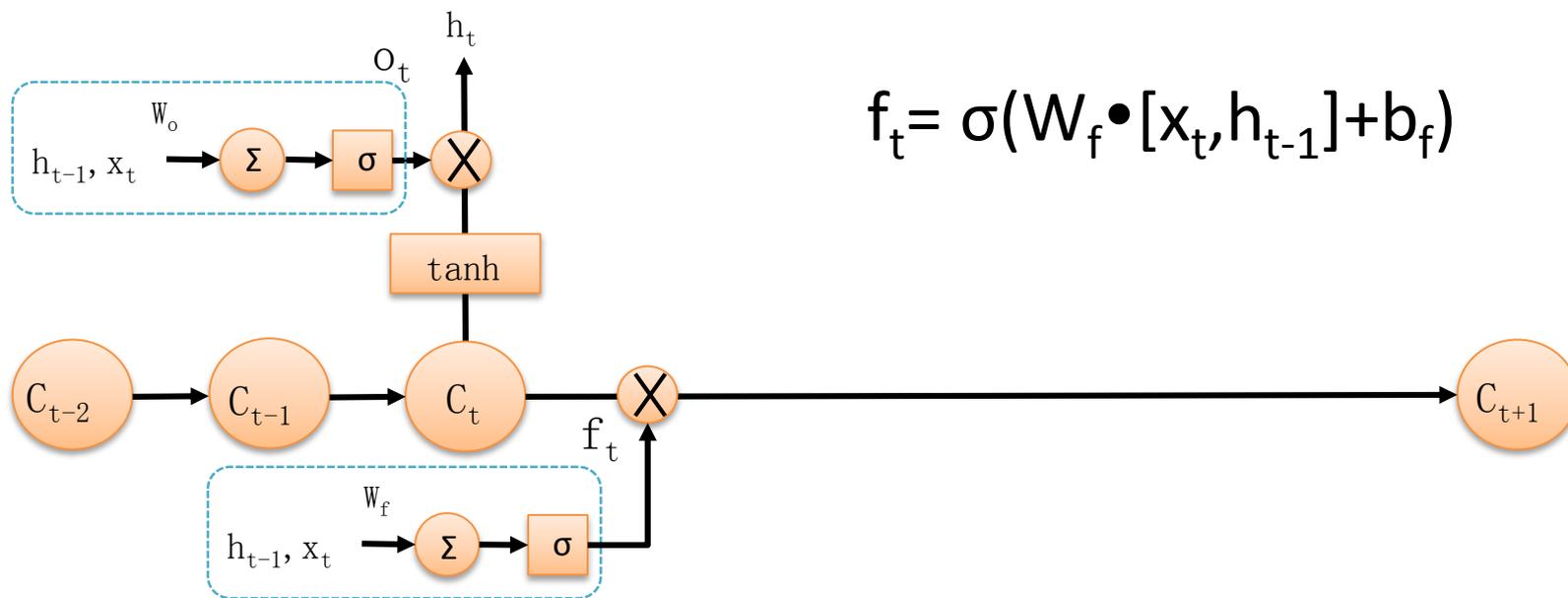


- LSTM基本结构——输出门

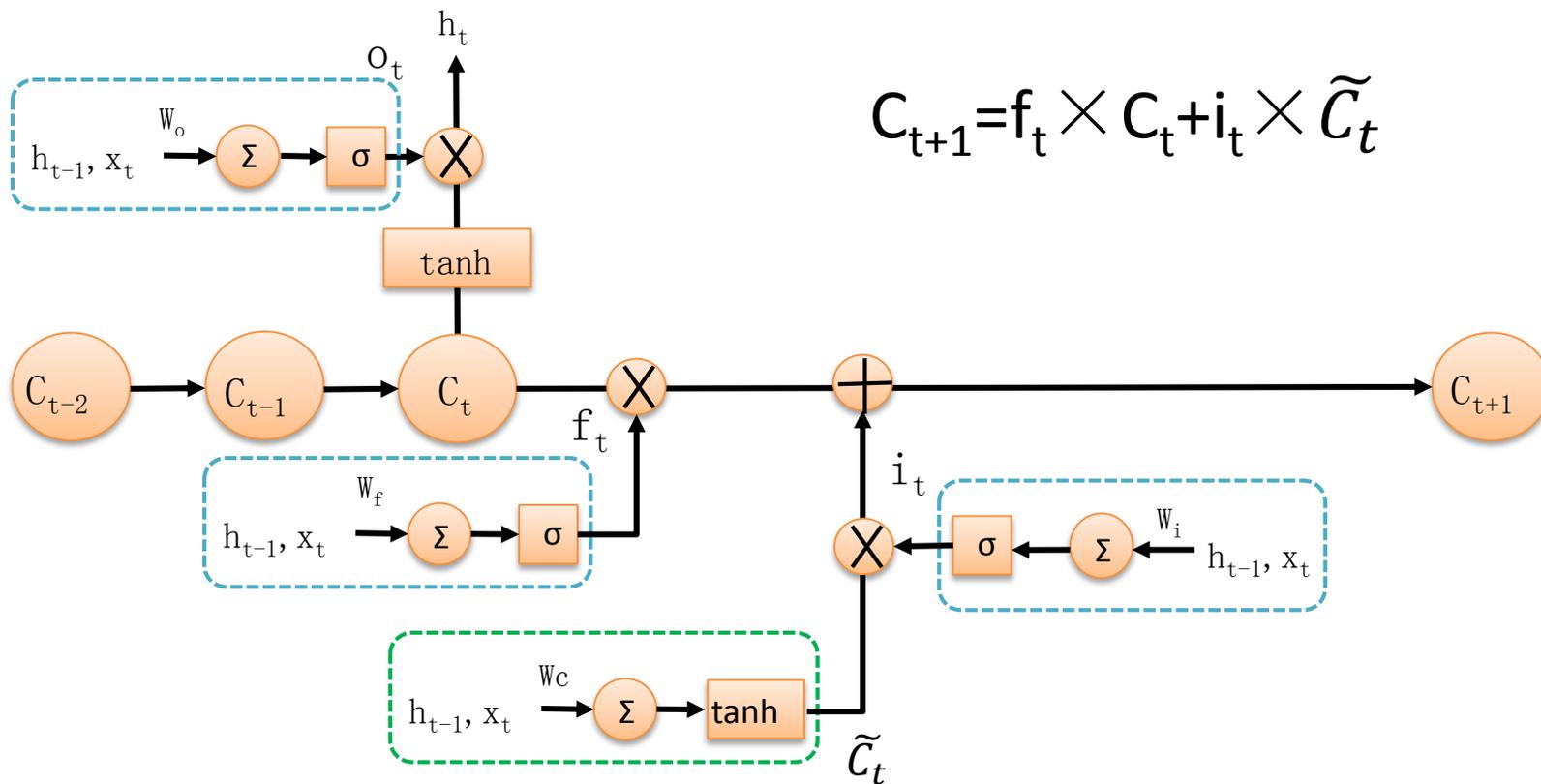


$$\begin{aligned} h_t &= \sigma(W_o \cdot [x_t, h_{t-1}] + b_o) \times \tanh(c_t) \\ &= o_t \times \tanh(c_t) \end{aligned}$$

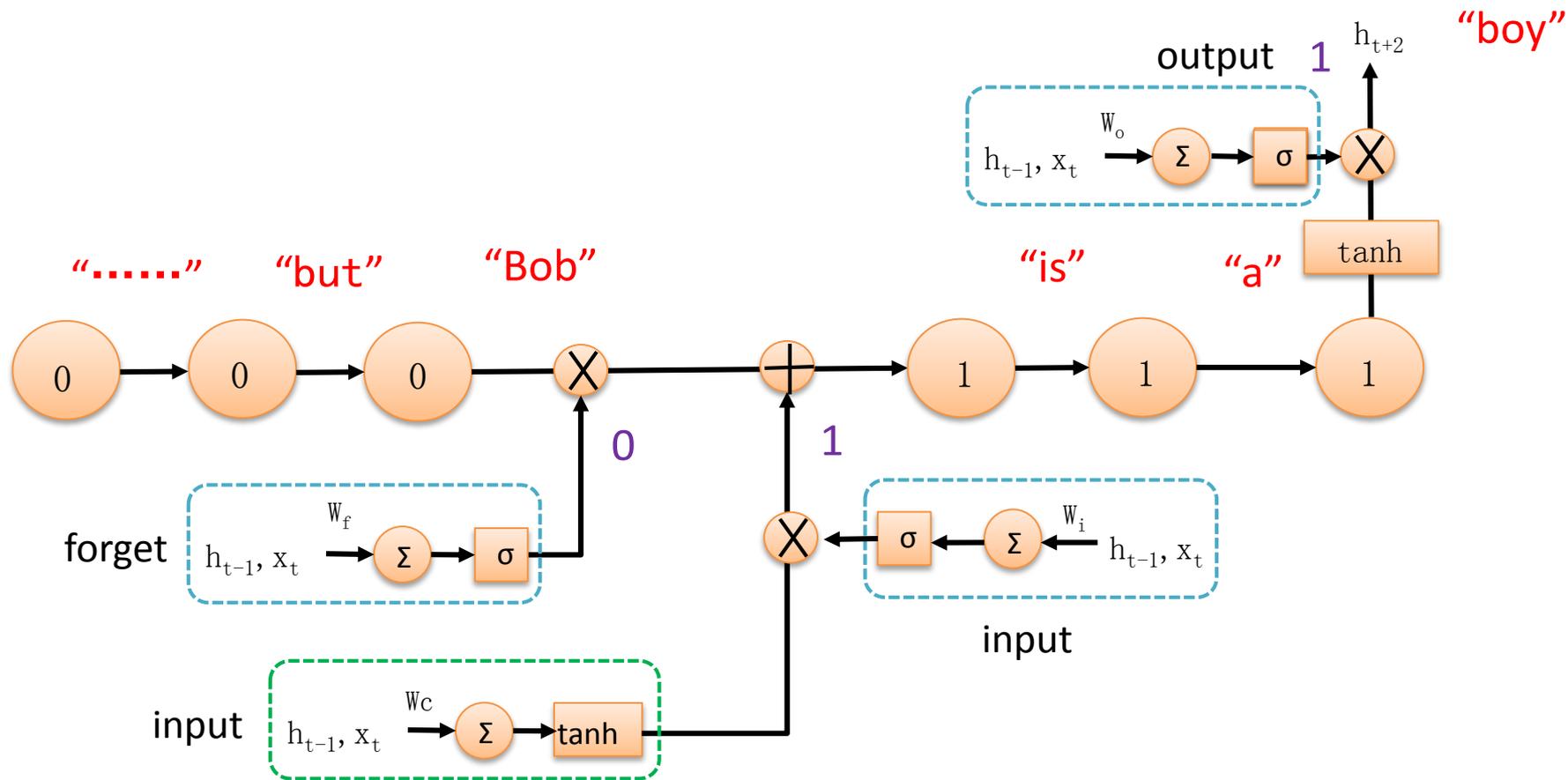
- LSTM基本结构——忘记门



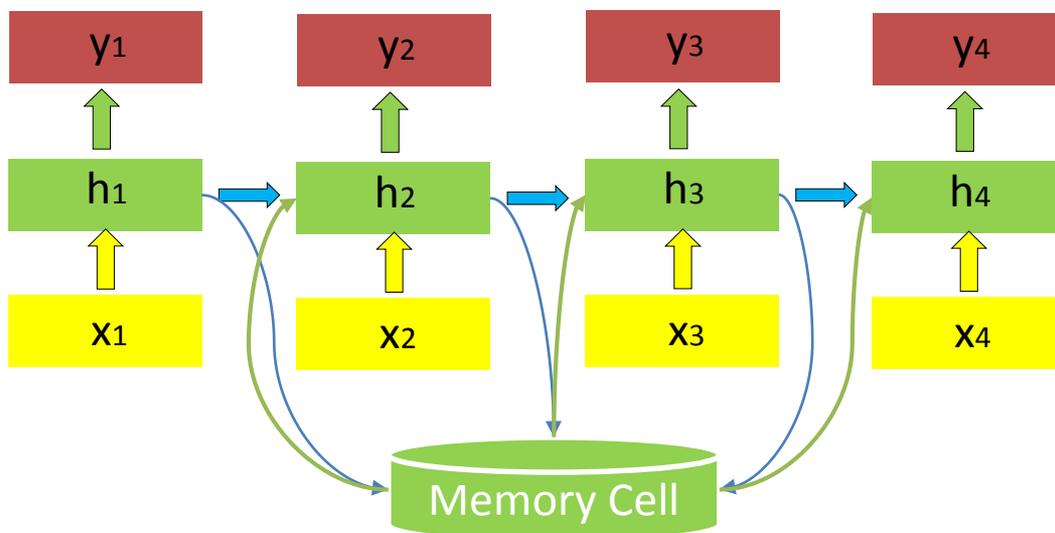
- LSTM基本结构——输入门



- LSTM举例—— $\tilde{C} \in [0, 1]$, 0代表女性, 1代表男性
 - 输入: **Mary is a girl, but Bob is a boy.**

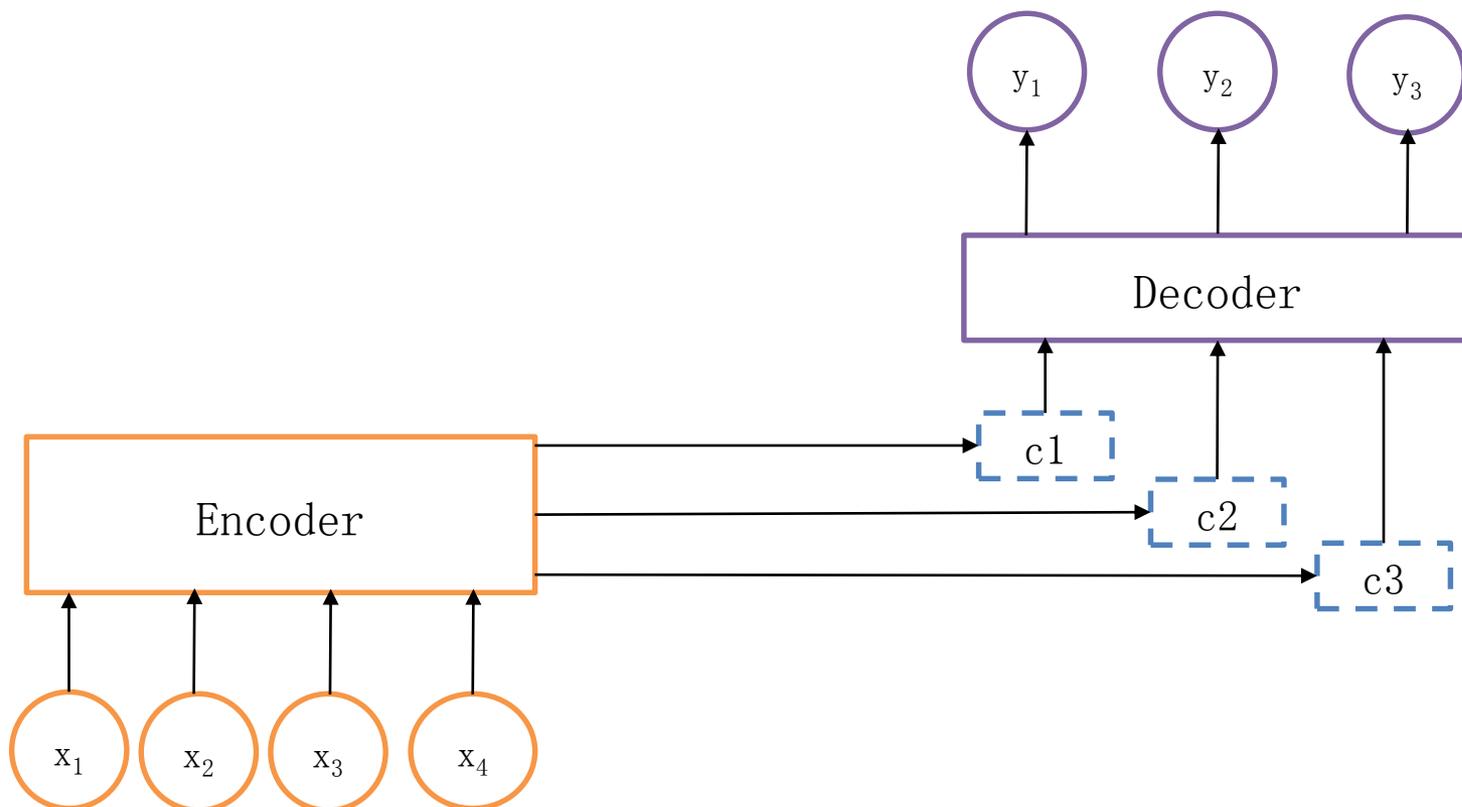


- 优势-为什么能够解决梯度消失问题
 - LSTM使用gate function, 有选择的让一部分信息通过
 - 当gate是打开的（梯度接近于1），梯度就不会消失，并且sigmoid不超过1，梯度也不会爆炸

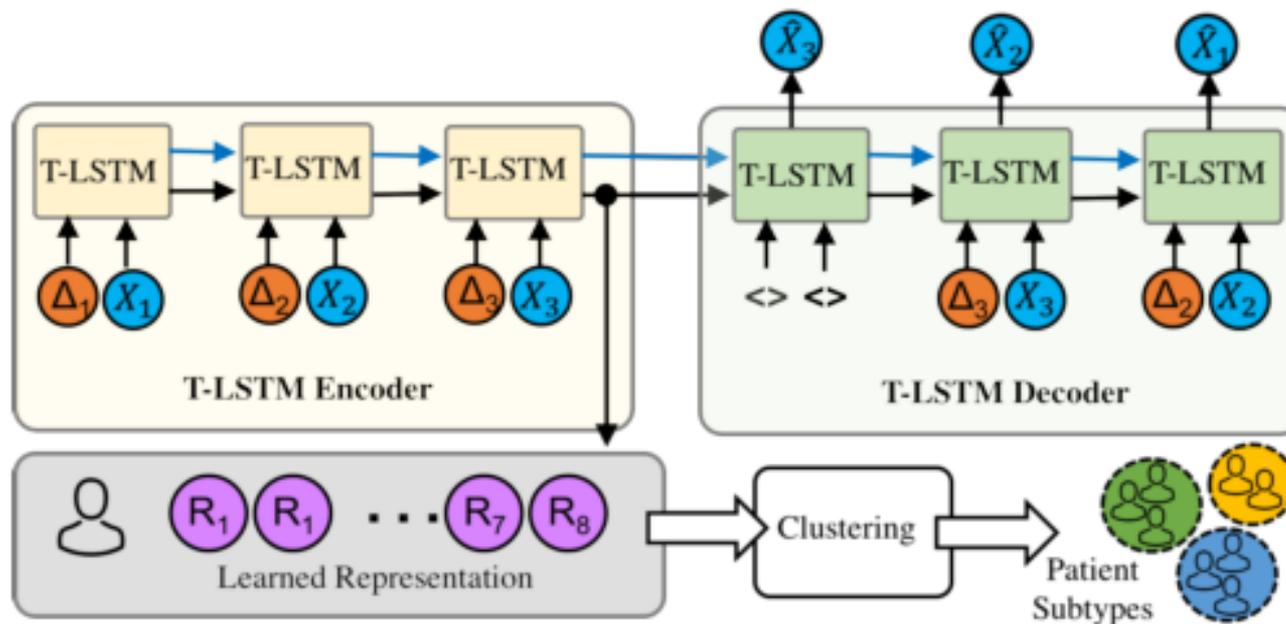


- 劣势

- 记忆单元被更新后，已经忘记的信息无法找回，即“记住了后文，忘记了前文”
- 弥补方法：引入Attention机制



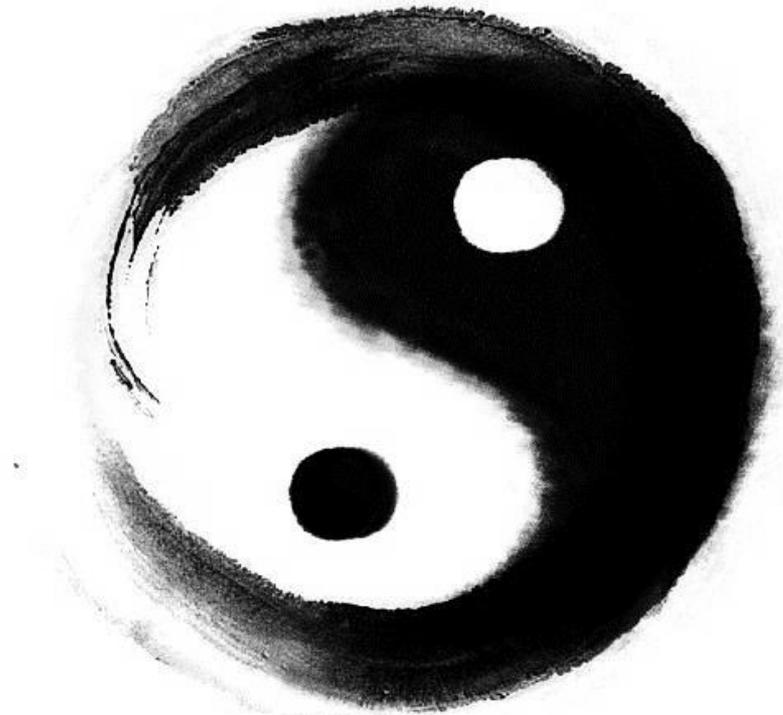
- 医疗健康
 - 同一疾病患者划分不同的亚型人群



- Machine translation
 - LSTM可以从头到尾记住一句话再进行翻译，使长句翻译不再是单词的拼凑，而是流畅通顺的语言
- Image captioning
 - 用CNN来学图像特征，利用最后全连接层或者卷积层的特征作为图像的特征，再接LSTM，生成图像描述
- Handwriting recognition
 - 将数据集图片按行切割，输入到LSTM网络中，从而实现手写体数字识别
- Disease prediction
 - 利用电子医疗病历的数据，预测疾病或帮助医生做出决策



- Speech recognition
- Image recognition
- Robot control
- Coding
- Email reply
-



谢谢!

大成若缺，其用不弊。大盈若冲，其用不穷。大直若屈。大巧若拙。大辩若讷。静胜躁，寒胜热。清静为天下正。

