脉冲神经网络

SNN

Spiking Neural Network

ikerising12138
5552粉丝
+ 关注
点我发

脉冲神经网络(SNN)概览

8969 6 2023年7月9日 17:45 3人正在看 BV1pu411j7ZJ 未经作者授权禁止转载

脑启社区
109粉丝 IP属地：浙江
+ 关注
点我发弹幕

【类脑计算】SNN 数据处理（第一期）

984 2 2024年4月24日 14:23 1人正在看 BV1PT421C7ij 未经作者授权禁止转载

脉冲神经网络 "第三代神经网络"

这个名字来源于97年的文章

特点：高生物仿真、低功耗、高性能

发展：

① Perceptrons ⟶ ② ANNs (Analog Artificial Neural Networks)

出现非线性函数 ReLU Sigmoid

原始神经网络存在的issue：response time energy cost

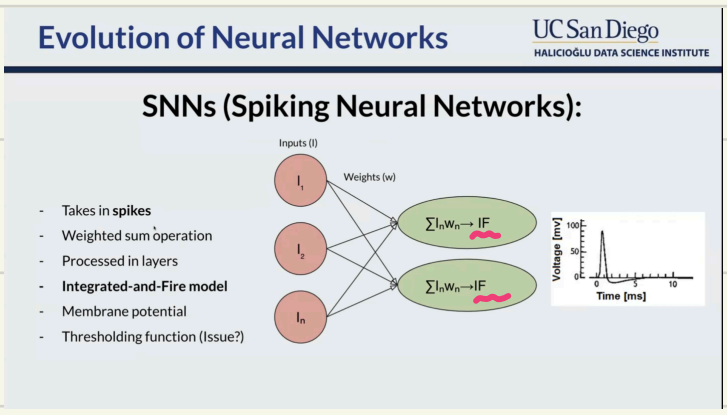
neural network

③ ⟶ SNNs (Spiking Neural Networks)

输入为spikes(峰值)，而不是实数

IF操作，目的在于更好地模拟神经元

Spike可用binary表示，能节能



实数→峰值：Coding Mechanisms

1. 在实现实数→峰值的转换中，最常用的Coding Mechanisms是Rate Coding.

Rate Coding: higher input values produce spike more in quantity.

即高输入实值会被转换为更多的峰值

- Pros: easy to use, robust, common
- Cons: energy (每触发一次峰值都会消耗能量，因此高输

入实值也意味着高能耗)

2. 另一种实现实数 → 峰值的 Coding Mechanism 是 Temporal (Pulse) Coding.

Temporal / Pulse Coding: higher input values cause spike to spike earlier

即高输入实值被更早地转换为峰值信号,这样生成的脉冲输入非常长且稀疏,从而通过更少的峰值表达同样的输入信号

- Pros: energy efficient
- Cons: underdeveloped, lack of applications (scalability)
  - 相关研究较少
  - 且对于深层网络可能出现峰值丢失的问题

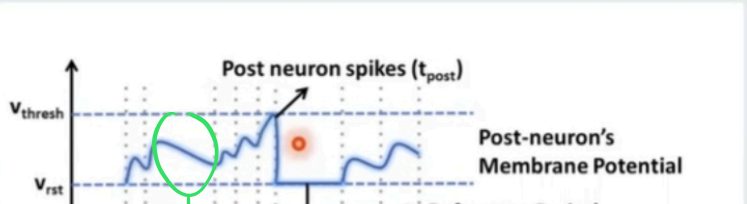
Leaky Integrate and Fire Model (LIF)

Bio-inspired, Moniter membrane potential, Integrate or leak based on presence / absence of input spikes.

LIF 根据是否有 input spike 去改变电压数,表达式为:

- Bio-inspired
- Monitors membrane potential
- Integrate or leak based on presence/absence of input spike

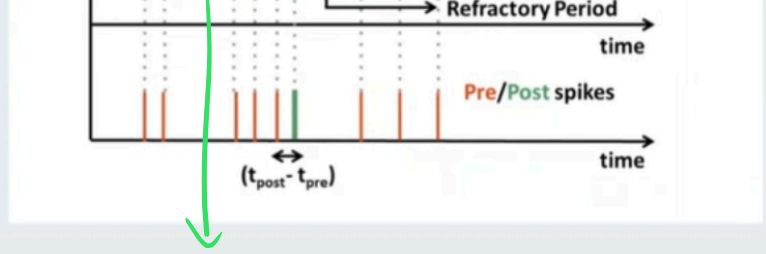
$$v_m(t) = R_m I\left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_m}\right)\right)$$



$$\tau_m \left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau_m}\right)\right)$$

$$C\frac{dV}{dt} = -\frac{V}{R} + \sum_j w_j I_{post,j}$$

(Yamazaki et al., 2022)



"Leaky": 在没有信号时会衰减信号强度

训练方式 1

STDP
(Spike-Time-Dependent Plasticity)

通过计算 Input 时间与 output 时间的差值，来计算不同Input的权值

无监督

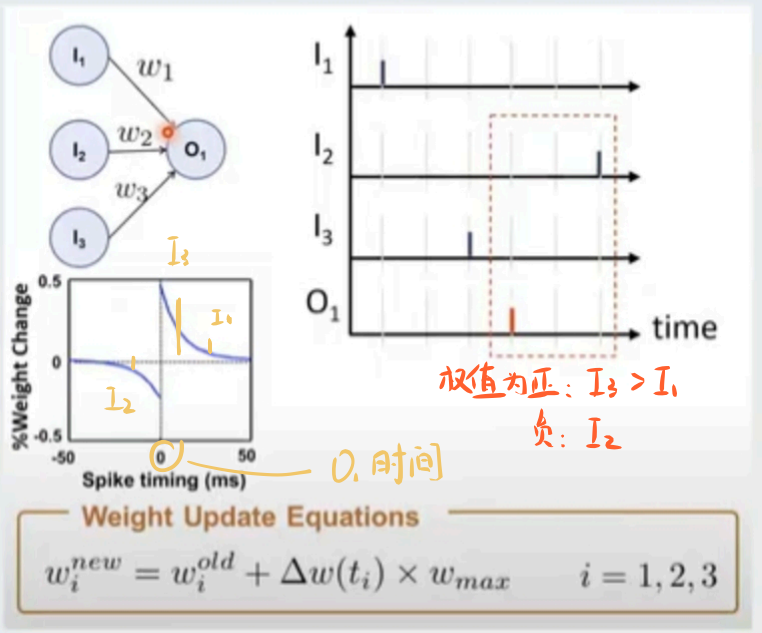
- **Unsupervised** local learning
- Adjusts synaptic weight (突触权重) based on temporal order of pre/post synaptic spikes
- LTP vs LTD
- Shallow

两时间 tpre 与 tpost 相距越近，认为关联越大，权值越大

$$\Delta w = \begin{cases} A_+ \exp\left(\frac{t_{pre} - t_{post}}{\tau_+}\right) & \text{if } t_{pre} \le t_{post} \\ -A_- \exp\left(-\frac{t_{pre} - t_{post}}{\tau_-}\right) & \text{if } t_{pre} > t_{post} \end{cases}$$

LTP: Long Term Potentiation

LTD: Long Term Depression



(Yamazaki et al., 2022)

STDP 主要目的在于量化 Input Spike 与 Output Spike 之间的关系

训练方式 2: ANN to SNN Conversion

ANN-to-SNN Conversion

- Importing pre-trained parameters from ANN to SNN
- Converting ReLU to IF neurons
- Assign threshold at different layers
- Hypothesize cause of energy (ANN):
- 1. Transmission of real values; 2. Matrix multiplication or convolution

通过将实数变为 Spike，并使用 IF

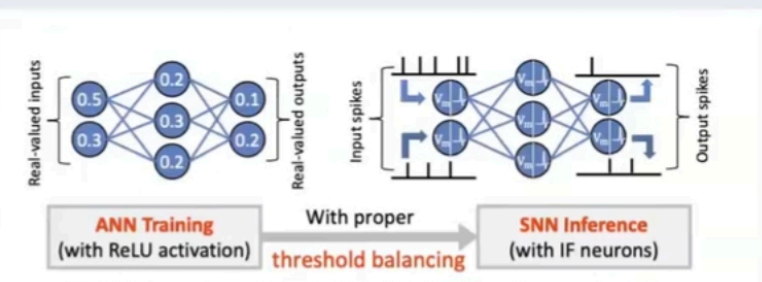


Figure 1. Illustration of the ANN-SNN conversion methodology.

神经元避免矩阵计算，能大大节能

- Spike-based backpropagation

(Han et al., CVPR 2020)

训练方式2主要是为了克服训练方式1对深层网络应用的限制。

训练方式3：Spike-based backpropagation（略）

SNN的主要缺点，1. 准确率不如传统ANN

2. Spike vanish in deep layers

Attempts: ① Hybrid Network（浅层用SNN，深层用ANN）

② RMP（Residual Membrane Potential）-SNN

(CVPR 2020)