

# 深度 Spiking 神经网络模型及研究应用

李隽钰 姚 晔

(合肥职业技术学院, 安徽 合肥 230051)

**摘要:** 生物神经系统可以进行多种方式的调节, 即运用相应的渗透机制, 比如钠离子、钾离子或是钙离子的渗透作用, 进行相应神经递质的传递, 最终达到生物调节的目的。这些调节可以使生物适应外部的变化环境, 更好地进行生存。相关人员可以根据生物的这种反应特点, 进行仿生式的设计, 构建人工神经网络系统。本文侧重从深度 Spiking 神经网络模型以及研究应用进行此部分内容的论述。

**关键词:** 深度 Spiking; 神经网络; 网络模型; 研究应用

自动驾驶成为现阶段最为流行且亟待开发的技术, 这项技术的瓶颈之一便是自主避障。在实际的汽车行驶过程中, 由于受到行驶环境中的光线以及背景的影响, 导致最终的避障效果不理想。这在一定程度上体现出反应系统构建的必要性。对此, 笔者注重从仿生的角度, 分析深度 Spiking 神经网络模型以及应用, 促进反应系统的构建。

## 一、深度 Spiking 神经网络研究背景

Mass 是第一位提出 Spiking 神经网络的科学家, 并提出如下的观点: 深度 Spiking 神经网络中的神经元不仅可以作为信息交换的载体, 且具有更为强大的运算能力, 以及形式较为简单、反应迅速的特点。

与前两代人工神经网络相比, Spiking 神经网络具有明显的不同, 比如在突触的规则、外部输入信息的处理以及神经元模型等。这些不同吸引了大批的研究者。早在 2012 年, 相关负责人组织相应的人员设立“Spiking 神经网络学习”专项研究, 并引起了世界的关注。这项活动进一步引起人们对于神经网络的研究, 尤其是在神经科学以及脑科学领域。

本文中的 Spiking 神经网络工作方式以生物神经元为仿照对象, 但是从现阶段而言, 发展得并不完善。对此, 笔者以时间编码的非监督学习为基础, 论述此部分内容。如有不足之处, 希望广大同仁提供宝贵建议。

## 二、Spiking 神经网络基本内容概述

### (一) 生物神经元的工作原理

突触的部位在前神经元的轴突与后细胞的树突接触的部位。化学突触是大部分的脊椎动物的突触类型。在突触的前后之间存在一个狭小的间隙, 即为突触间隙。神经元的实际工作原理为: 首先, 动作电位抵达突触。其次, 进行生物加工反应。最后, 神经质从突触前端传递到突触间隙。在此过程中, 神经质会被相应的特定受体检测, 并打开相应的特定通道, 从而完成离子的传递, 即通过细胞外液的离子注入到细胞中。与此同时, 离子的流入会引起相应电位电压的变化, 形成相应的化学信号, 即以电响应的方式呈现。值得补充的是, 除了化学突触外, 电突触偶联也是一种常见的神经信号传到方式, 即间隙连接。这种连接是发生在两个神经元之间, 并参与到神经元信息的传递中。

### (二) Spiking 神经元种类的种类划分以及依据

#### 1. Spiking 神经元的构成因素

神经元模型的构建形式取决于神经活动的特征的层次性。本文中的特征层次具体从微观和宏观两方面解析。在微观方面, 离子存在与神经中的通道上, 而细胞膜上的孔隙会依据离子所在电位以及电压的不同, 打开或是关闭孔隙, 从而进行相应关键性信息的传递。相关工作人员可以从微观的角度, 进行 Spiking 神经元的制作。从宏观方面, 在构建 Spiking 神经元的过程中, 相关从业者不必考虑相应的结构, 只需将神经元看成一个简单的单元, 以脉冲为信息传递介质, 进项相应信号的传递, 进而制定相应的系统。

#### 2. Spiking 神经元的种类及特点

通过查询相应的文献以及网上资料, 得知神经元可以划分为区分模型、阈值点火以及基于导电三种形式。电导模型是区分模型以及阈值点模型的基础, 即通过离子的方式构建与后突神经元电压之间的数学化模型。这种模型的仿真水平中等, 即处于三种形式的中间位置。基于导电的模型可以准确显示之前的测量数据, 其缺陷在于这种模型结构复杂。针对此种模型的这种特征, 相关工作人员对这些测量数据进行神经编码, 并从记忆学以及动力学两个角度进行研究, 旨在探寻其中的信息传递规律。

## 三、神经网络基本构成及功用

### (一) 卷积层及其功用

卷积层发生功用的载体是过滤器。过滤器的作用是进行数据的接受与传递。在进行正向传递信息的过程中, 过滤器会结合数据的宽度和高度而变化, 并计算出过滤器在过滤过程中任意两点位置之间的点积。在此过程中, 过滤器可以依据数据的宽度和高度, 生成相应的二维码图形, 勾勒出过滤器的行驶轨迹, 记录相应的动态数据。值得注意的是, 随着过滤器运动的次数以及面积的增加, 形成的二维码图形更为复杂, 更利于进行相应数据的整理。

### (二) 局部连接及功用

当输入的信息不再是低维数据时, 采用层层传递的方式已经不在合理。针对这种状况, 设计者需要进行局部性连接, 即设置一个超参数(又称为神经元的感受野)。在过滤器进行信息的解的过程中, 由于接受信息的尺寸不合理, 导致最终的信息接触效果差。对此, 相关设计者可以构建局部连接, 将其最为向深度连接的一个过渡连接。

### (三) 权值共享及功用

权值共享是卷积层进行控制权值数目的工具。权值共享的作用有利于权值集合并进行过滤。在实际的信息搜集过程中, 过滤器需要记录、传递每一个信息, 而在神经元中, 过滤器需要对相应的信息数据进行综合分析, 从而计算信息数据的权重。为此, 权值共享可以为信息数据的分析以及再次利用提供必要的逻辑思维支持。

#### （四）池化层及其功用

池化层具有缩小搜集信息空间的作用，即提升信息的搜集数量，达到缓解信息重复收集，提升信息搜集效率的作用。池化层的工作区域是深度切片，并在其上独立运行，根据实际的状况进行平均，或是最大的操作，从而实现信息的采集和传输。

#### （五）激活函数及功用

在神经网络中进行的积卷操作具有线性特征，而在实际的数据搜集过程中，积卷操作具有一定的局限性。针对这种状况，设计者引入激活函数，即弥补积卷操作中仅具有线性特征的不足，更为全面地分析搜集的数据，并通过相应的特征图形进行展示，增强信息数据分析的能力。

### 四、神经网络编码机制

#### （一）传统网络编码机制

处理 Spiking 神经元的首要问题是对脉冲序列进行编码，提升脉冲携带信息的数量，提升神经元抓取信息，以及随之做出反应的速度。常见编码一共有三种，分别为速率编码、时间编码以及群体编码。群体编码是以神经元的不同定义相应的编码名称。时间编码是以脉冲时间为间隔点进行信息编码。速率编码是以点火速度为依据进行编码。

#### （二）本文神经网络编码机制

##### 1. 对信息进行编码的目的

本文中对于数据信息进行编码的作用是为后续的信息提取以及分类提供数据支持。编码的顺序是以脉冲产生的顺序为依据。在实际的编码过程中，设计者根据细胞在视网膜上存在两个中心点的特点，设置 Spiking 神经元的阈值，从而实现高效提取、加工、传递信息的目的。

##### 2. 本文的编码特点

本文中的编码基于算法和图像。算法是源于神经网络动态区域。网络动态区域则通过动态构建网络生成。图像是转化成脉冲序列的重要介质，其中的每一个像素可以被看作是一个独立的小区域。这种编码具有较强的仿生性，即通过视觉的方式，形成相应的像素，充分运用过滤器中的多个感受野。信息的传递方式为点火机制的构建。此种编码特点不仅可以在显示器上呈现更为清晰的画质，而且还能作为 STDP 神经网络信息搜集的重要工具。

### 五、神经元信号的传递过程

在卷积层中，过滤器检测到不同位置相同的信息数据时，将这些信息进行整合，完成相应的 STDP 脉冲。这种状况会出现两种情况：情况一，如果该数据存在，则第一个输入过滤器中达到数据可以成为最终的胜利者。神经系统可以以该数据为依据，进行其他数据的筛选工作，即将具有同种数据的信息源进行剔除，为增强数据信息收集的多元性提供保证，利于神经元学习能力的提升。

### 六、本文深度 Spiking 神经网络模型的特殊之处

#### （一）Spiking 神经网络在图像处理的优势

Spiking 神经网络在图像处理的优势主要是以下几点。首先，在编码中可以携带更多的信息。设计员通过相应的操作将被观测对象形成的图像划分成更为细小的区域，并提前进行点火，即进

行相应的信息编号，让神经元在单位时间内携带更多的信息，更为直观地进行图像信息的搜集和再现。其次，在视觉皮层中有更多的感受野。感受野可以让过滤器最大限度地搜集信息，让呈现的图形更具有全面性。最后，动态网络结构可以提升信心数据的处理效率，改变原有的算法形式，进而让 Spiking 神经元具有多维的信息处理能力。通过以上三点，Spiking 神经元可以最大限度地呈现信息、加工信息，为提升图像的处理能力奠定技术基础。

#### （二）STDP 有利于人造视觉系统的构建

STDP 运用的是非监督学习算法。这种算法的优势在于以下四点。第一点，具有较强的学习能力。这种算法可以在短时间内进行规则学习和竞争学习。随着学习内容的增多，这种算法提取的信息量和信息分析量逐渐增强。第二点，使用脉冲的效率较低。这种算法只需进行较少数据实例的分析，即可获得较强的数据分析、学习能力，进行更为高效的信息分类，提升信息数据综合分析能力。第三点，所用的时间步长较短。传统的学习算法处理一幅图像运用数百个时间的步长，而非监督算法需要三个时间的步长即可。第四点，此种算法具有较强的仿生性，即模仿灵长类视觉系统的逻辑方式，提升信息处理速度，降低能量的使用消耗量。由此可见，STDP 可以高效地呈现图形，有利于视觉系统的构建。

### 七、深度 Spiking 神经网络模型后续展望

在本文的论述中，由于笔者受到知识的限制，以及专业设备的制约，只能从部分内容的角度进行此部分内容的论述。深度 Spiking 神经网络模型的构建是一项复杂的工程，且需要更多先进的科技融入，从而真正达到高效反应的目的。但是，在实际的系统模型构建中，大部分模型并不具备与生物相应的反应速度。这也为了神经网络模型的构建发出挑战的同时，指引神经网络发展的方向。

总而言之，深度 Spiking 神经网络模型的关键在于算法。相关工作人员需要学习各种新型的信息技术，结合具体的生产、生活需要，将各种新技术运用在算法的研发上，并通过不断地实践提升神经网络模型的反应速度，使其尽早地投入量产，为社会发展服务！

#### 参考文献：

- [1] 李军. 基于卷积神经网络的图像识别研究综述 [J]. 汽车工程师, 2020 (10).
- [2] 陈虹旭. 神经网络模型在显式与隐式特征下的情感分类应用研究 [J]. 智能计算机与应用, 2020 (05).
- [3] 祖来克孜·米吉提. 神经网络模型在分类与预测中的应用研究 [J]. 喀什大学学报, 2019 (03).
- [4] 杨风光. 深度卷积神经网络在计算机视觉领域的应用 [J]. 计算机与网络, 2020 (04).

项目基金：2020 年安徽省高校自然科学研究项目 Spiking 神经网络可塑性机理在智能控制中的研究及应用（项目编号 KJ2020A0987）的成果论文。

2020 年合肥职业技术学院自然科学重点研究项目 Spiking 神经网络可塑性机理在智能控制中的研究及应用（项目编号：202014KJA004）的成果论文。