****

****

**题 目 脉冲神经网络SRM模型建模与仿真**

**姓 名** 周晴

**学 号** 11715025

**授课教师** 封洲燕

**专 业** 生物医学工程

**年 级** 2017级

**摘要**

1. **引言**

在现代神经科学研究中，探索神经编码、信息传递及处理的生理学机理越来越成为科学工作者关注的焦点。目前，对神经元及神经元网络进行建模的方法有多种。其中，人工神经网络(Artificial Neural Network, ANN)是一种应用类似于大脑神经元突触联接的结构进行信息处理的数学模型，ANN作为计算智能中的一个重要领域，先后经历了以感知器为代表的第一代神经网络，以Sigmoid函数为激活函数的第二代神经网络。近年来，被称作第三代神经网络的脉冲神经网络(Spiking Neural Network, SNN)的研究受到了广泛的关注。

传统的人工神经网络，其输入和输出均为模拟量，这些模拟量从生物学角度可以解释为在一定时间内神经元释放脉冲的频率，即脉冲频率编码，输入、输出均为瞬时对应关系。然而，越来越多的研究表明，真实神经元的输出响应不仅与当前的输入有关，而且与过去的连续输入过程的累积记忆有关，表现为输出响应对输入过程的时滞效应和时间累积效应。与前两代相比，SNN将所要处理的信息编码到脉冲发放的时间上去，并且引入了可塑性的神经元突触，因此它更接近于当代脑神经科学对神经系统的认识，表现出比传统的人工神经网络更高的计算能力。

为紧紧把握新一轮科技革命的浪潮，2016年我国提出了中国脑计划，即“脑科学与类脑科学研究”。其中类脑科学的研究，是通过类人脑神经网络模型和计算方法的建立以及通过类脑计算、处理以及存储设备技术的研究，开发新一代人工智能机器以及类脑机器人等。脉冲神经网络是最具有生物意义，运行机制最类似大脑的神经网络模型。在类脑科学研究中，脉冲神经网络占据核心地位，其低功耗、高性能的特点也是实现人工智能技术的新突破点。随着脑科学计划的进行，脉冲神经网络日益成为研究的焦点。

1. **技术背景**

**2.1** **脉冲神经网络模型**

在脉冲神经网络(Spiking Neural Network, SNN)中，神经元的状态由膜电势和激活阈值决定。神经元的膜电势由来自上一层神经元的突触后电势决定，突触后电位分为兴奋性和抑制性，使膜电位增加的突触后电位称为兴奋性突触后电位(EPSP)使膜电位减小的突触后电位称为抑制性突触后电位(IPSP)。当神经元的膜电势升高到激活阈值时，神经元会产生一个脉冲(spike)，这个脉冲通过神经元的轴突传递到下一神经元中。脉冲沿着突触传递的过程需要一定的时间，这个时间被称为突触延迟，脉冲神经元激活过程如图2.1所示。

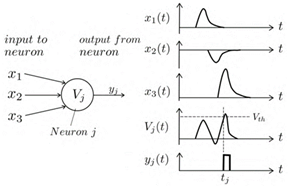


图2.1 脉冲神经元激活过程

**2.2** **脉冲响应模型**

在脉冲响应模型(Spike Response Model, SRM)中，神经元的状态仅由膜电位描述，并且运用了三个不同的核函数来表示外界输入和自身激活状态对膜电势的影响。当膜电势升高到激活阈值，即神经元发出脉冲。令表示神经元的膜电势，用表示该神经元上一次激活的时刻，则神经元膜电势在时刻的状态为：

其中表示突触前神经元第次发出脉冲的时刻，表示突触连接权重。核函数表示神经元激活后的不响应期，描述了神经元发出脉冲后到恢复至静息电位的动态过程。核函数表示神经元接受到的脉冲信号对膜电势的影响。

经典的脉冲响应模型比较复杂，若我们假设外界输入电流非常弱，膜电势的升高主要由突触前神经元发出的脉冲信号引起，则可以忽略项。假设输入到神经元的脉冲信号对神经元膜电势的影响与该神经元上一次发出脉冲的时间无关，则可以忽略掉中的项。因此简化的脉冲响应模型可以记为：

**2.3** **基于脉冲时间的突触可塑性**

在基于频率的突触可塑性模型中，突触权重的改变主要取决于突触前和突触后的平均尖峰放电率。最近的神经系统研究表明，神经元的信息在尖峰时间之间进行编码，不只是在于它们的平均放电率，每一个尖峰放电的精确时刻对于突触的可塑性有显著的影响，即基于脉冲时间的突触可塑性（Spike timing dependent plasticity, STDP）。

1949年，Hebbian通过实验研究提出神经网络的学习过程最终发生在神经元之间的突触部位，突触的连接强度随着突触前后神经元活动而变化。他首次明确描述了突触可塑性，认为“如果一个细胞A的轴突离细胞B足够近，并且细胞A能够重复的持续的激发细胞B，那么他们之间的连接强度会增加”。这就是著名的Hebbian假说。

STDP规则不同于传统的Hebbian学习模型，后者强调放电动作电位一起产生时使得彼此之间联系的神经元。STDP则根据所有突触前和突触后神经元的尖峰放电时刻的作用计算突触权重的改变，其中每一对突触前后神经元对权值的影响是突触前后神经元放电时间的函数。

1. **方法**
2. **结果**

哈哈哈

1. **讨论**

哈哈哈

**参考文献**

1. 刘国钧, 陈绍业, 王凤哲. 图书馆目录[M]. 北京：高等教育出版社, 1957
2. 机械工程手册编委会. 机械工程手册：第六卷传动设计卷[M]. 北京：机械工业出版社, 1997
3. ENGEL P A. Impact Wear of Materials[M]. 2nd ed. New York: Elsevier, 1986