方维先生：您好！

 稿件“脉冲深度学习梯度替代算法研究综述(2024/8/29-013640)”经审查，需要修改后再审，请参考以下意见修改原文（修改改稿符合计算机学报论文模板、修改说明模板要求，模版可在主页下载）：

 提醒：修改不合格会引起退稿，请注意细细修改。

（1）第5页，“序列(Sequential)图像分类更受认可”不够严谨，因为尚无文献直接指出序列图像分类任务相较于神经形态数据集分类任务，更能验证网络的时域性能。

（2）第6页，“基于蒸馏的SNN 训练中”段首没有空两格。

（3）第13页，图5关于SNN功耗计算的内容，可以考虑作为背景知识，移动到第二章。

（4）第14页，“普通的BN在SNN中使用时”这一段上方有多余的空行。

（5）第14页，“时域服用”应该“时域复用”。

（6）第15页，“Li 等[122]则对神经形态数据增强进行了探索”，应该在文中补充其研究中关于神经形态数据的数据增强与普通图像数据增强之间差异的研究结论。

（7）第16页，“接收到尺寸为”后的尺寸，最好加上括号，以与文字部分有所区分。

（8）文中缺少对编码方式的影响分析：论文中未深入讨论不同的编码方式（如时间编码、脉冲频率编码）对梯度替代算法性能的影响。编码方式是SNN研究中的重要部分，直接影响网络的学习能力和效率，若能补充相关内容，并引用一些相关研究，将有助于更全面地反映梯度替代法在不同应用中的优势和局限性。

（9）文中实验和定量分析不足：虽然论文介绍了不同算法，但在同一评测基准上的性能、能耗等方面缺乏详细的定量对比，尤其是在复杂数据集（如CIFAR-10、ImageNet）上的实验数据不够具体。增加不同算法在相同任务上的定量实验结果，并对其性能差异和能耗进行细致的讨论，将更有力地支持论文的观点，使其综述更具说服力。

（10）文中未充分讨论硬件实现中的挑战：作为第三代神经网络模型，SNN的硬件实现是关键环节。论文虽然提到了一些与神经形态计算相关的研究，但未深入讨论梯度替代算法在硬件实现中的具体挑战（如计算复杂度、能耗）以及可能的优化方向。补充在文中这方面的内容，将更好地反映梯度替代法在实际部署中的可行性和潜在改进措施。

（11）本文只讨论了直训SNN在图象分类方面的算法进展，可以适当加一些目标检修以及图像分割等领域的模型探讨和实验结果。例如，以Transformer为基本架构的图像分类模型可以作为目标检测算法的backbone，以及有较多基于Resnet结构的SNN目标检测算法被提出，并在COCO等数据集上取得不错的效果。

（12）本文提到设置了统一的实验环境来对不同方法进行横向对比，但具体实验细节和参数设定应该在文中更加详细地说明，以便读者能够复现实验结果。此外，除了性能对比外，文中还可以加入一些对模型复杂度、训练时间和计算资源需求等方面的比较。

（13）关于正则化方法的部分，本文提到了Batch Normalization（BN）在SNN中的应用，但对新型正则化方法如NeuNorm的介绍较少。建议文中扩展这部分内容，详细探讨这些方法是如何提升SNN训练效果的。

（14）本文讨论了NAS在SNN中的应用，但并未深入探讨其实际应用中的挑战，如计算成本和训练效率。希望文中能进一步阐明如何克服这些障碍，提高方法的实用价值。

（15）中英文摘要内容不一致。

（16）文中英文缩写部分未给出对应中文和英文全称而直接使用。

（17）检查修改错误表述（如：第8页“GLIF”应为“CLIF”等）与错别字（如：第15页“时间驱动”应为“事件驱动”等）。

（18） 建议第三部分调整小结顺序，将学习训练相关内容放在一起，先讲神经元模型、再讲网络结构，最后讲学习训练相关内容

（19）3.3关于神经元和突触改进部分罗列内容较多，但各个模型之间的关联和比较不清晰，建议按照相关性组织，可以使用图表进行比较。

（20） 3.4关于网络结构方面的论述建议文中也添加图表进行横向比较。

（21）对“替代导数”的起始介绍应介绍ANN领域里的Straight-Through Estimator。

（22）本综述论文所聚焦的研究大体基于ANN的方法，然后融合改进SNN相关性能，如果说作者能够剖析或总结这一局限点，并指明SNN区别于（而不是“依附于”）当前ANN的一些发展路径或已有的一些代表性工作，将会对领域起到指导作用。

（23）“替代导数”的核心是设计Pseudo导数来克服脉冲发放带来的不可导问题。领域里面不同学者对替代导数形状及参数进行了很多研究，结论有些甚至相左。也就是替代导数形状是否起决定作用。建议文中对这一重要问题进行综合实践分析，并给出指导性汇总结论，厘清目前研究工作。

（24）图1：需要提升清晰度，以更好地展示相关信息。

（25）第3章引言部分：关于MNIST分类任务的描述需要重新表述，以避免将其定义为“玩具级别”任务的不当表述。

（26）第3.4节：建议文中增加图卷积脉冲神经网络的相关讨论，以完善内容。

（27）第3.7节：文中应补充重要在线学习算法的介绍及分析。

（28）表4：需要明确LIF神经元的耗时单位是否为毫秒，并说明实验中所使用的输入类型。此外，建议文中对其他脉冲神经元的耗时情况进行补充，以便进行对比分析。

（29）第4章综合对比实验中使用的数据集时域信息不够丰富，建议文中增加语音数据集或者其他时域信息丰富的数据；

（30） 第20页正则化方法段落存在误打情况，“这一问题‘扔’有待 SNN 的研究者解决”。

稿件内容原创、唯一 ，与学位论文、专利、已布的表论文及其他文献没有重复。无中文文献与英文及其他语种文献之间的学术不端问题。无剽窃（包括自我剽窃）、数据造假、一稿多投、过度引用、不当署名、重复发表及其他学术不端、学术不当、学术伦理问题，无种族、性别、宗教、文化及其他歧视问题。

请您参考以上意见，将文章改好，修改期间与本领域最新研究进展同步，修改稿质量对标IEEE/ACM Transactions同类期刊，并写出修改说明，1.5个月内将修改文提交(如延期提交，请到时候回复本邮件告知)。 修改文（修改说明和修改文一起打包，压缩包小于4M）通过http://cjc.ict.ac.cn/wltg/new/submit/index.asp登录后上传（在“修改文”一栏进入）。

修改材料提交后，请回复本邮件告知，以便及时处理。

 《计算机学报》编辑部

 2024/11/06