
PLSaoNET：告别随机初始化，让工业网络训练有“路”可循

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/40903.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

PLSaoNET：告别随机初始化，让工业网络训练有“路”可循。中国科学院沈阳自动化研究所孙兰香团队提出了一种通用网络建模方法PLSaoNET。不同于盲目的随机初始化，该方法为工业网络建模提供了具有明确统计意义的起点和清晰的训练路径，有效降低了网络在小样本、高噪声场景下的应用门槛，从根本上增强了数据驱动建模的可靠性。

工业传感是流程工业智能制造的核心技术。近年来，利用人工神经网络（ANN）提升工业传感精度成为研究热点。然而，面对小样本、高噪声、强非线性的工业现场数据，随机初始化的神经网络表现出的泛化性能较差，难以在实际工业场景中部署。为解决这一问题，中国科学院沈阳自动化研究所孙兰香研究员团队在Engineering发表题为PLSaoNET: A Generalized ANN Model Under PLS Statistical Constraints for Industrial Sensing的研究论文，提出了一种基于偏最小二乘（PLS）辅助优化的神经网络PLSaoNET。该模型解决了神经网络中的随机初始化问题，并为网络训练提供了明确的路径。

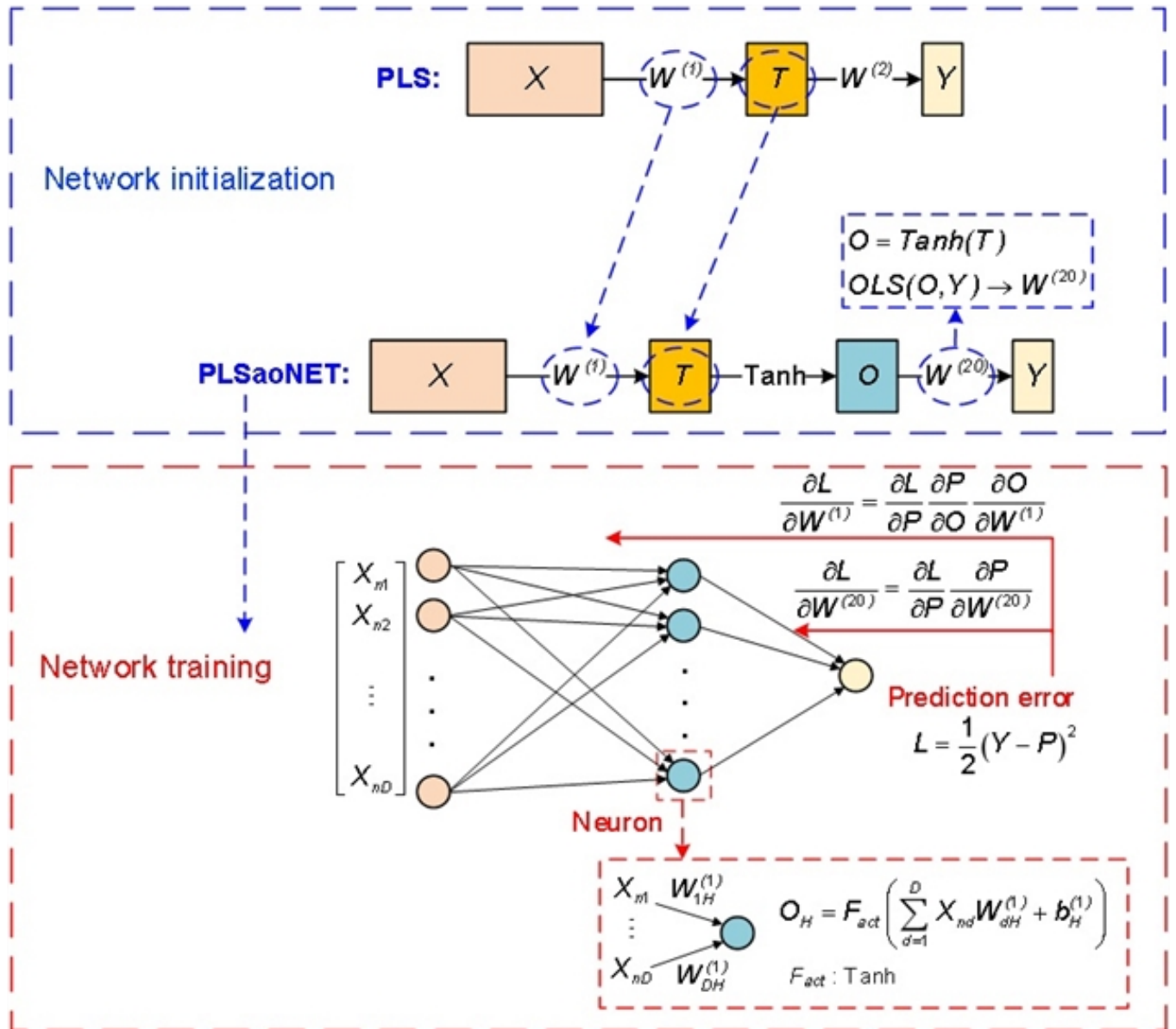


图1.PLSaoNET模型结构示意图

PLSaoNET包含以下两大核心创新：

(1) 基于PLS的初始化机制：

PLS是一种经典的统计方法，求解路径明确、可解释性强，但只能拟合线性关系。研究团队将PLS的解作为神经网络的初始值：用PLS的潜变量个数确定隐藏层神经元数量，用PLS的权重矩阵初始化隐藏层，这一操作赋予了神经网络一个具有明确统计意义的起点。后续训练不再是盲目搜索，而是对PLS结果的再优化，在保持可解释性的同时引入非线性建模能力。

(2) 基于分层抽样的训练策略：

工业现场样本标签常分布不均，导致基于小批量梯度下降训练网络时损失函数剧烈震荡。研究团队设计了一种分层抽样方法，将训练样本按标签值大小划分为多个层，在每次小批量训练中从各

层等比例抽取样本。这一操作有效平滑了梯度更新，增强了模型对不均匀分布样本的鲁棒性，进一步提升了模型训练的稳定性。

通讯作者孙兰香研究员表示：工业现场的标注数据来之不易，我们需要的不是一味追求复杂的网络结构，而是让模型在有限数据下也能输出稳定、可靠的结果。PLSaoNET的设计初衷，就是让统计机理为数据驱动提供一个可靠的出发点。

研究团队在两个典型工业场景中对所提方法进行了严格验证：基于激光诱导击穿光谱（LIBS）技术的铁精矿浆品位在线监测，以及基于近红外光谱（NIR）的柴油品质评估。结果显示，与PLS回归模型和基于Xavier初始化的反向传播神经网络（BPNN）模型相比，PLSaoNET展现出最优的建模精度和泛化性能。

值得关注的是，研究团队通过可视化LIBS光谱 – 铁品位模型的隐藏层权重，揭示了PLSaoNET可靠的本质：

PLS模型尽管精度不足，但提取的主导潜变量明确聚焦于Si、Mg、Fe等矿物元素的特征发射谱线，具有清晰的物理对应；随机初始化BPNN中，隐藏层神经元的权重几乎无法区分背景噪声与有效光谱信号，特征提取过程为不可解释的数据组合结果；PLSaoNET则在继承PLS对关键谱线高关注度的同时，通过再训练适度增强了Ca、Al等辅助信息的学习，从根本上抑制了过拟合。

PLSaoNET已部署于某选矿厂的LIBS矿浆成分分析仪中，用于铁精矿品位的在线实时监测。作为一种通用网络建模方法，PLSaoNET能够有效降低人工神经网络在工业领域的应用门槛，并为复杂工业场景下的智能感知提供技术支撑。（来源：EngineeringJournals微信公众号）

相关论文信息：<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809926002493>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：孙兰香等 来源：《工程》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发