

## “脑信号智能分析与处理”专栏前言

鄢霞<sup>1</sup>, 张道强<sup>2</sup>

(1. 北京师范大学人工智能学院, 北京 100091; 2. 南京航空航天大学计算机科学与技术学院, 南京 211106)

人工智能被广泛应用于脑科学等领域,并发挥了重要作用。《“十四五”规划纲要和2035年远景目标纲要》将“类脑计算与脑机融合技术研发”列为国家重点研究攻关项目。脑信号智能分析与处理作为“类脑计算与脑机融合技术研发”的重要方向之一,能够有效地推动心理学、生物学、认知神经科学与临床医学等领域的发展。然而,脑信号具有类型多样、信息复杂等特点与挑战。为了应对这些挑战,有必要探索和发展以机器学习为代表的脑信号智能分析与处理方法。本期专栏选题为脑信号智能分析与处理,将突出目前对脑影像、电生理等数据处理、建模的机器学习方法与应用研究。

专栏公开征文,所有稿件按编辑部“三审制”进行评审,分别为编辑部初审、专家评审和编委会终审。经“三审制”评审后,本期专栏发表论文15篇,具体如下:

《基于特征增强金字塔网络的阿尔茨海默症早期诊断研究》提出特征增强金字塔网络(FEPN)进行阿尔茨海默症的核磁共振成像早期诊断。通过设计的浅层特征重提取模型利用上下文信息补充高层特征,并计算融合权重指导高低层特征图的融合,增强上下文信息交互和多尺度特征融合的匹配度。

《基于脑电和惯性同步分析的神经动力学耦合研究》通过对脑电信号和惯性信息中的加速度信号进行相干分析,探究上肢静息态和任务态时脑电信号和加速度信号间的因果关系及演变规律。

《基于稀疏编码的弥散微循环模型参数估计神经网络》将稀疏编码与深度学习相结合,提出了一个基于稀疏编码深度学习网络的弥散微循环模型参数估计方法。该方法利用了深度网络的表达优势,同时结合了稀疏化表达的双指数模型来估计胎盘的弥散微循环模型参数。

《基于代价敏感Faster R-CNN的脑CT影像出血诊断方法》提出代价敏感的Faster R-CNN模型,通过自动调节模型中锚的训练样本比例以及在损失函数中引入衡量阳性样本重要性的超参数等方式,更多地关注阳性样本和漏检情形,从而提升检测效果,最后通过定位的具体目标区域来诊断脑内出血情况。

《基于自适应采样与Dense机制的颅内动脉瘤血管多结构分割》提出了一种新型的颅内动脉瘤血管多结构分割框架,利用血管先验灰度特征建立了自适应的数据采样方法,并设计了一种基于Dense机制的深度网络模型实现血管分割。

《基于噪声混淆增强特征鲁棒性的脑疾病预测》提出了一种基于参数分解和关系诱导的多任务学习(PDRIMTL)方法,从纵向数据中识别特征。该方法不仅能够识别去除噪声后的共享特征,提高共享特征的鲁棒性,而且能够对不同时间点的内在关联进行建模。

《基于深度学习的癫痫脑电信号分类》将癫痫脑电的一维时间序列数据转换为二维图像,使用EfficientNetV2模型来实现癫痫检测的二分类。同时,引入梯度加权类激活映射(Grad-CAM)对二维图像分类进行可视化分析。

《轻度认知障碍磁共振信号中固有频率动态功能性连接的聚类研究》针对传统的动态功能性连接无法表示不同频率的功能性连接信息的问题,对被试的时间进程数据做噪音辅助的多元经验模态分解,从而对固有频率动态功能性连接的聚类相关因素进行研究。

《基于卷积联合适应网络的脑电信号情感识别》将迁移学习中联合适应的思想融合到深度卷积网络中,提出一种基于深度卷积联合适应网络(CNN-JAN)的脑电信号情感识别模型。使用含有联合分

布的多核最大均值差异算法解决源域和目标域分布不同的问题。

《基于双卷积神经网络融合的注意力训练研究》针对注意力训练能否提高课堂注意力问题,对10名在校学生进行了 $\alpha$ 音乐训练,收集了训练前后的非注意和注意状态的脑电信号。将Alexnet和VGG11两个网络模型进行加权融合构成双卷积神经网络应用于脑电信号分类,对 $\alpha$ 音乐训练能否提高健康学生的注意力水平进行了分析。

《基于自注意力机制的脑血肿分割和出血量测量算法》提出一种基于自注意力机制深度学习网络的脑血肿分割和出血量测量算法。为克服大脑结构的复杂性,弥补卷积模块只能进行线性运算和提取局部特征的缺点,在分割网络编码器末端引入自注意力模块以及通道和空间注意力模块,实现在多种情况下的脑血肿分割和出血量测量。

《基于异步芯片的多模态神经生理信号采集技术》以研究微观神经生理活动规律和宏观心理生理活动为目的,解决异步多模态生理信息采集方案和相匹配的被动生理信号传感技术设计难点,设计研发首个异步生理信号处理芯片,该芯片将具备低功耗、高精度时序、高性能计算和抗干扰的特点。

《基于启发式集成特征选择的人体活动识别》针对人为提取的冗余特征集和无关特征集导致可穿戴传感器的人体活动识别分类性能降低的问题,提出一种基于启发式集成特征选择的人体活动识别方法。该方法选取了包含功率谱密度的特征集用于识别易混淆的活动,使用改进的正余弦优化算法进行特征优化,实现人体活动识别。

《基于Kinect系统的步态参数提取方法》提出了使用微软最新一代Azure Kinect无标记运动捕获系统采集并提取步态参数的方法,同时在数据处理中分别采用自适应滤波、指数滤波、卡尔曼滤波及无滤波条件,从而提高步态参数计算结果的准确性与可靠性。

《混合深度学习机制下的H型高血压脉诊预测》提出了基于混合深度学习的脉诊分类模型,在具有长期依赖特征BiLSTM网络中增加CNN结构提取脉诊特征局部相关特征,构建基于CNN-BiLSTM结构的高血压脉诊分类网络,实现H型高血压脉诊预测精度。

本期专栏论文主要面向机器学习、脑信号等相关领域的研究人员,反映我国学者在脑信号智能分析与处理领域最新的研究进展。在此,我们特别感谢《数据采集与处理》编委会对本期专栏组稿、审稿工作的指导和帮助,感谢《数据采集与处理》编辑部的各位老师从征稿启事发布、审稿专家邀请至评审意见汇总、论文定稿、修改及出版所付出的辛勤工作和汗水,感谢专刊评审专家及时、耐心、细致的评审工作。此外,我们还要特别感谢向本期专栏踊跃投稿的作者对《数据采集与处理》的信任。

最后,希望本期专栏论文能够对机器学习相关领域的研究工作有所促进。

#### 专栏责任编辑简介:



邬霞,北京师范大学人工智能学院教授、博士生导师,国家自然科学基金优秀青年基金获得者、教育部新世纪优秀人才、吴文俊人工智能科学技术奖自然科学一等奖、教育部自然科学二等奖第一完成人。主要研究方向为脑信号智能分析、类脑算法等。近年来,以第一/通信作者在IEEE TNNLS、NeuroImage、Medical Image Analysis、IPMI、MICCAI等国内外重要学术期刊、会议发表论文80余篇。E-mail:wuxia@bnu.edu.cn。



张道强,南京航空航天大学计算机科学与技术学院教授、博士生导师,“万人计划”科技创新领军人才和青年拔尖人才、国家优秀青年基金获得者、国际模式识别协会会员。主要研究方向为人工智能、机器学习、生物医学信号处理等。主持国家自然科学基金6项、国家重点研发计划课题1项,以第一/通信作者发表学术论文200余篇,被国际同行引用15000余次,2014—2021年连续8年入选Elsevier中国高被引学者榜。E-mail:dqzhang@nuaa.edu.cn。