

“健康中国”行动下的智慧医疗

班晓娟[✉]

北京科技大学人工智能研究院, 北京 100083

✉通信作者, E-mail: banxj@ustb.edu.cn

很荣幸能够在《工程科学学报》组织发布《智慧医疗》专刊。智慧医疗涉及医学、人工智能、计算机及通信等技术, 是一门交叉学科, 其研究领域涵盖电子病历、医疗健康大数据分析、医疗自然语言处理、智能医学影像分析、智能问答系统、智能辅助诊断、远程医疗、远程会诊、智慧医院、个人隐私保护等方向。为响应“健康中国”理念, 进一步推进智慧医疗技术在医疗领域的深入应用, 构建智慧医疗体系和平台助力医院向数字化、信息化转型发展, 本刊征集了智慧医疗领域的学术论文以介绍最新研究进展, 旨在为读者提供智慧医疗相关研究的新视角、新方向, 并推动本学科的建设和发展。专刊共收录论文 15 篇, 主要研究方向涵盖了计算机辅助医学诊断、计算机辅助疾病治疗、计算机辅助健康管理和科普论文 4 个方面, 所用技术涉及医学图像处理技术、医学文本处理技术、面向多模态数据的机器学习技术、生理信号检测与分类技术、计算机三维模拟技术和人机交互技术等。

首先, 随着计算机技术的不断发展, 计算机辅助医学诊断已经成为了协助医生进行疾病诊断的重要手段之一, 这些技术可以辅助专家发现病灶, 进而提高诊断的敏感性和特异性。根据研究对象的不同, 计算机辅助医学诊断任务可分为以下 4 类:

(1) 基于医学图像处理技术的计算机辅助医学诊断: 包括 CT、心电图在内的图像数据在医学诊断方面往往起到决定性作用, 对图像数据进行精准判断可以有效提升诊断的准确性。针对宫颈癌异常细胞检测任务, 姚超等^[1]提出了一种新的超大尺寸病理图像宫颈癌异常细胞检测策略。该方法通过基于深度学习的图像分类网络判断局部区域是否出现

异常细胞, 使用单阶段的目标检测方法进行分析, 从而实现异常细胞的快速检测以及精确定位识别。针对肝细胞癌分化程度的无创性定量估测问题, 贾熹滨等^[2]提出了一种基于自注意力指导的多序列融合肝细胞癌组织学分化程度无创判别计算模型, 用于协助放射科医生进行肝细胞癌分化程度判别。相对于几种基准模型和主流模型, 该模型拥有最高的分类计算性能。针对肺结节图像处理任务, 李阳等^[3]提出了一种基于群体智能优化的多核学习支持向量机算法, 解决了单一核函数无法兼顾学习能力与泛化能力以及模型参数寻优的问题。该方法采用深度特征作为输入, 提出多项式核和拉普拉斯核凸组合的多核函数支持向量机算法, 并将杂交操作引入粒子群算法。该方法可以得到较优的分类指标, 从而辅助肺癌早期筛查。针对超声心动图像处理问题, 张文静等^[4]提出了一种基于标准切面识别的房间隔缺损智能辅助诊断模型, 用于解决图像质量差、噪声多, 传统卷积神经网络架构对超声心动图像的学习能力有限、表达不充分的问题。该方法通过对超声心动图像进行切面识别, 充分融合其不同切面的语义特征, 使得诊断的准确率得到明显提升。针对显微环境下多图融合效率低、失焦扩散效果严重的问题, 印象等^[5]提出一种最大特征图空间频率融合策略, 以提高图像可读性, 辅助进行精准诊断与病情分析。该方法通过在基于无监督学习的卷积神经网络中增加后处理模块, 规避了两两串行融合中冗余的特征提取过程, 显著提高了多张图像的多聚焦图像融合效率。同时, 该方法还提出了一种矫正策略, 在保证融合效率的情况下, 有效缓解失焦扩散效应对融合图像质量的影响。

(2) 基于文本数据处理技术的计算机辅助医

学诊断:除了图像数据外,文本数据也是医生诊疗过程中的一种较为常见的数据类型。针对中医中的脏腑定位任务,张德政等^[6]提出了一种基于 ALBERT 和 Bi-GRU 的多标签文本分类模型,为实现中医辅助诊疗的脏腑辨证提供有力支持。该模型能够有效地捕捉上下文信息生成高层次的文本语义信息表示,之后再对高层次信息表示进行分类。相较于 BERT 方法以及其他传统方法,该方法在 F1 值以及预测效率上均有所的提升。针对电子病历中的隐含特征和病症的关联任务,巩敦卫等^[7]提出一种融合多特征嵌入与注意力机制的命名实体识别算法,旨在高效精准地进行病程追踪以及构建患者画像。该方法在输入表示层融合字符、单词、字形 3 个粒度的特征,并在双向长短期记忆网络的隐含层引入注意力机制,使算法在捕获特征时更加关注于医疗实体相关的字符,最终实现对中文电子病历中疾病、身体部位、症状、药物、操作 5 类实体的最优标注。

(3)面向多模态数据的计算机辅助医学诊断:除了利用单一模态的数据进行辅助诊疗以外,同时利用多模态数据进行辅助诊疗也是一种较为有效的手段。张桃红等^[8]提出了一种基于多模态数据融合的医疗辅助诊断方法,利用结合的信息自动预测患者的病情。该方法将患者的影像信息(如 CT 图像)和数值数据(如临床诊断信息)这两个不同模态的数据相结合,提高了自动诊断准确率,降低了诊断误差。同时,由于所提出的医疗辅助诊断模型可以一次性处理多种类型的数据,因此能够在一定程度上节省诊断时间。

(4)基于生理信号检测技术的计算机辅助医学诊断:生理信号是人体健康评估的重要参数,及时和准确地进行检测对现代健康保健和智能医疗应用具有极为重要的意义。针对非接触式生理信号检测任务,刘璐瑶等^[9]提出了基于小波分析和自相关计算的检测方法,旨在解决较微弱的生理信号易被呼吸谐波和噪声淹没,从而引起的提取难、识别难的问题。该方法采用调频连续波雷达实现非接触式生理信号检测,有效降低了生理信号检测的误差。针对血糖检测任务,李婷等^[10]提出了一种基于 ECG 信号的高精度血糖监测方法,实现了无创检测连续血糖。该方法通过利用递归滤波器实现 ECG 信号的滤波,并采用卷积神经网络和长短期记忆网络相结合(CNN-LSTM)的方法,实现了血糖水平的十分类监测,并通过实验探索了个体建模和群体建模 2 种建模方式的差异,实现血糖水平的实

时、精准监测。针对传统的心电图持续时间短,一些在日常生活中偶然发生的心律失常不容易被检测出来的问题,许超凡等^[11]提出了一种融合手工特征和深度特征的集成超限学习机心跳分类方法,实现了高准确率心跳类别分类。该方法使用一维卷积神经网络对心跳信号特征进行自动提取并利用基于 Bagging 策略的多 ELM 集成方法对特征融合进行心跳分类,有助于准确检测人体心律失常的症状从而进一步预防心血管疾病。

其次,随着现代医疗技术的进步,计算机模拟技术在辅助疾病治疗方面也起到了重要的作用。针对孔源性视网膜脱离的手术治疗任务,徐衍睿等^[12]提出了一种基于物理的硅油填充模拟方法辅助视网膜手术过程分析,为手术方案制定以及提高患者视力预后提供决策支持。该方法使用基于物理建模方法与计算机数值离散化技术对眼内受力、硅油填充状态进行分析,并对填充模拟过程进行三维模型构建与可视化,实现以最小硅油填充量达到最佳治疗效果的医疗过程决策辅助目标。针对视网膜血管分割任务,姜大光等^[13]从血管形状拓扑关系利用的角度出发,探索多任务卷积神经网络设计,提出骨架图引导的级联视网膜血管分割网络框架。该框架包含血管骨架图提取网络模块、血管分割网络模块和若干自适应特征融合结构体。论文所提方法在 3 个公共视网膜图像数据集上均获得第一名,在 DRIVE, STARE 和 CHASEDB1 中其 F1 值分别为 83.1%, 85.8% 和 82.0%。

再次,随着当代生活水平与教育水平的改善,人们的健康关注度也越来越高,计算机技术在辅助健康管理方面的重要性也日益提升。高质量睡眠与儿童的身体发育、认知功能、学习能力等密切相关,由于儿童睡眠障碍的早期症状不明显,因此往往需要进行长期监测。针对儿童睡眠监测任务,许力等^[14]提出了一种儿童的自动睡眠分期方法,用于预防儿童睡眠障碍。该方法利用多导睡眠图记录的单通道脑电信号,在 Alexnet 的基础上进行改进,并采用重叠的方法对数据集进行了扩充,获得了具有较高准确率的儿童睡眠分期结果。

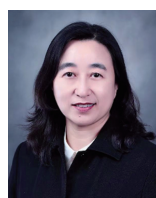
最后,本刊也收录了综述性文章以给读者提供对相应领域的全面思考。触觉作为人的一种独特的感官通道具有独特的优势,振动触觉编码的设计是开发触觉的一个重要途径,也是未来人机交互的一种重要手段。人们对触觉体验的高阶追求以及特殊行业对触觉编码的迫切需求推动了振动信息编码领域的发展。目前,国内外振动信息编码的

研究仍处于初步阶段,对当前振动信息编码领域实验手段和结论进行总结有助于研究者快速了解该领域知识架构,明确研究方向与手段。杜静宜等^[15]从振动触觉感知机理入手,讨论了不同振动参数的振动触觉分辨率和振动信息编码理论,并按照方向导航和文字交互的应用对振动信息编码进行归纳总结,介绍了振动信息编码的实验手段和结论,最后展望了振动信息编码领域未来的发展前景。

本专刊总结了智慧医疗领域的一些最新进展,为智慧医疗基础理论、前沿技术和关键技术的发展起到了促进作用,为加速我国人工智能技术在智慧医疗领域内的应用提供了帮助。因此,我们真诚地感谢所有作者的创新作品和所有审稿专家的审稿意见。最后,我们衷心地感谢《工程科学学报》编辑团队的辛勤工作,让专刊得以出版。

参 考 文 献

- [1] Yao C, Zhao J H, Ma B Y, et al. Fast detection method for cervical cancer abnormal cells based on deep learning. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1140
(姚超, 赵基准, 马博渊, 等. 基于深度学习的宫颈癌异常细胞快速检测方法. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1140)
- [2] Jia X B, Sun Z, Yang D W, et al. Self-attention guided multi-sequence fusion model for differentiation of hepatocellular carcinoma. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1149
(贾熹滨, 孙政, 杨大为, 等. 自注意力指导的多序列融合肝细胞癌分化判别模型. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1149)
- [3] Li Y, Chang J Y, Wang Y Y. MKL-SVM algorithm for pulmonary nodule recognition based on swarm intelligence optimization. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1157
(李阳, 常佳乐, 王宇阳. 基于群体智能优化的MKL-SVM算法及肺结节识别. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1157)
- [4] Zhang W J, Li W X, Liu A J, et al. Intelligent auxiliary diagnosis of atrial septal defect based on view classification. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1166
(张文静, 李文秀, 刘爱军, 等. 基于切面识别的房间隔缺损智能辅助诊断. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1166)
- [5] Yin X, Ma B Y, Ban X J, et al. Defocus spread effect elimination method in multiple multi-focus image fusion for microscopic images. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1174
(印象, 马博渊, 班晓娟, 等. 面向显微影像的多聚焦多图融合中失焦扩散效应消除方法. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1174)
- [6] Zhang D Z, Fan X X, Xie Y H, et al. Localization model of traditional Chinese medicine Zang-fu based on ALBERT and Bi-GRU. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1182
(张德政, 范欣欣, 谢永红, 等. 基于ALBERT与双向GRU的中医脏腑定位模型. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1182)
- [7] Gong D W, Zhang Y K, Guo Y N, et al. Named entity recognition of Chinese electronic medical records based on multifeature embedding and attention mechanism. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1190
(巩敦卫, 张永凯, 郭一楠, 等. 融合多特征嵌入与注意力机制的中文电子病历命名实体识别. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1190)
- [8] Zhang T H, Fan S L, Guo X X, et al. Intelligent medical assistant diagnosis method based on data fusion. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1197
(张桃红, 范素丽, 郭徐徐, 等. 基于数据融合的智能医疗辅助诊断方法. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1197)
- [9] Liu L Y, Zhang S, Xiao W D. Noncontact vital signs detection using joint wavelet analysis and autocorrelation computation. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1206
(刘璐瑶, 张森, 肖文栋. 基于小波分析和自相关计算的非接触式生理信号检测. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1206)
- [10] Li T, Ye S, Li J Z, et al. High accuracy blood glucose monitoring based on ECG signals. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1215
(李婷, 叶松, 李景振, 等. 基于ECG信号的高精度血糖监测. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1215)
- [11] Xu Y F, Xiao W D, Cao Z T. Ensemble extreme learning machine approach for heartbeat classification by fusing 1d convolutional and handcrafted features. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1224
(许超凡, 肖文栋, 曹征涛. 基于一维卷积特征与手工特征融合的集成超限学习机心跳分类方法. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1224)
- [12] Xu Y R, Ban X J, Wang X K, et al. Simulations of silicone oil filling for use in retinal detachment surgery. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1233
(徐衍睿, 班晓娟, 王笑琨, 等. 面向视网膜脱离手术的硅油填充模拟. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1233)
- [13] Jiang D G, Li M M, Chen Y Z, et al. Cascaded retinal vessel segmentation network guided by a skeleton map. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1244
(姜大光, 李明鸣, 陈羽中, 等. 骨架图引导的级联视网膜血管分割网络. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1244)
- [14] Xu L, Wu Y X, Xiao B, et al. One-dimensional convolutional neural network for children's sleep staging. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1153
(许力, 吴云肖, 肖冰, 等. 基于一维卷积神经网络的儿童睡眠分期. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1153)
- [15] Du J Y, Huang Z Q, Chen D Y, et al. Current situation of vibration tactile coding. *Chin J Eng*, 2021, 43(9): 1261
(杜静宜, 黄志奇, 陈东义, 等. 振动触觉编码的研究现状. 工程科学学报, 2021, 43(9): 1261)



班晓娟, 北京科技大学人工智能、人机交互与三维可视化方向教授, 中国人工智能学会常务理事及智慧医疗专业委员会主任, 北京市党代表。主持国家重点研发、国家自然科学基金、总装备部探索项目等多项国家级课题和省部级课题。在科学出版社、国防工业出版社等出版专著4部。国家发明专利20余项。《工程科学学报》编委。在国内外著名期刊和重要国际学术会议上发表学术论文300余篇。近年在Nature子刊, 计算机学会推荐的A类顶级国际会议CHI、VR、SIGGRAPH等发表文章多篇。获省部级以上科研教学奖励4项。