基于机器学习的帕金森病智能筛查技术及应用项目简介

一、项目名称

基于机器学习的帕金森病智能筛查技术及应用

二、提名单位及提名意见

（一）提名单位

成都市科技局

（二）提名意见

帕金森病是一种常见的神经系统退行性疾病，其主要症状包括肢体僵硬、震颤和运动迟缓等，严重影响患者的生活质量。针对当前帕金森病早期诊断面临的问题，围绕国家智慧医疗领域的重大需求，西南交通大学联合中国人民解放军西部战区总医院、成都市第三人民医院、北京航空航天大学与广州欧蒙未一医学检验实验室有限公司，在多个国家科技计划的长期支持下，借鉴多视图学习、聚类技术、卷积神经网络等理论与方法的现有研究成果，针对数据特征不够丰富等问题，创建了基于多视图学习的半监督聚类集成框架与方法体系，提出了新的基于图像数据和文本数据的预测模型用于辅助诊断帕金森病。项目致力于研究帕金森病早期预警关键技术，研究工作涉及帕金森病相关多模态医学数据库构建、智能诊断临床前期及早期帕金森病模型研发、帕金森病动态分析等方面。

该项目一直坚持践行“产、学、研”协同创新模式，组成联合攻关团队，实现了理论研究、技术创新与产业应用的紧密衔接。代表成果在四川、北京、天津、广东等80余家医院得到了广泛应用，核心技术实现了规模化推广，推动了相关领域的技术进步，取得了显著的经济和社会效益。

提名该项目为2023年度四川省科学技术进步奖。

1. 主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权（标准）类别 | 知识产权（标准）具体名称 | 国家（地区） | 授权号（标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 证书编号（标准批准发布部门） | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 发明专利（标准）有效状态 |
| 发明专利 | 一种MRI图像的帕金森病分类及标注病灶区域的方法 | 中国 | CN113269774A  | 2021-08-17 | ZL202110643153.8  | 西南交通大学 | 张晓博、张哲浩、 李伟 | 有效 |
| 发明专利 | 一种用于合成医学图像的生成对抗网络 | 中国 | CN113012045A | 2021-06-22 | ZL202110203141.3 | 西南交通大学 | 张晓博 张哲浩 | 有效 |
| 发明专利 | 基于神经网络的知识图谱补全方法 | 中国 | CN110347847B  | 2021-09-28  | ZL201910663022.9 | 西南交通大学 | 滕飞、钟文、马征 | 有效 |
| 发明专利 | 基于数据并行的时间序列分析方法与系统 | 中国 | CN107644063B  | 2021-04-20  | ZL201710771475.4 | 西南交通大学 | 滕飞、黄齐川、李勇、李天瑞 | 有效 |
| 发明专利 | 一种面向医学文本的实体关系联合抽取方法 | 中国 | CN111368528A  | 2020-07-03 | ZL202010156316.5 | 西南交通大学 | 滕飞、马敏博、李双庆、姚远、曾嵛、刘赟 | 有效 |
| 实用新型专利 | 一种神经内科用叩诊锤 | 中国 | CN212438667U | 2021-02-02 | ZL202020432831.7 | 中国人民解放军西部战区总医院 | 卢志杰、卢植歆 | 有效 |
| 实用新型专利 | 一种血液透析机行血浆置换用的血浆收集装置 | 中国 | CN212327076U  | 2021-01-12  | ZL202021278596.9  | 中国人民解放军西部战区总医院 | 陈琳、彭芳、尹泽刚 | 有效 |
| 发明专利 | 基于切比雪夫多项式展开的时变神经动力学系统辨识方法 | 中国 | CN105005197A | 2015-10-28 | ZL201510289205.0 | 北京航空航天大学 | 李阳、徐颂、王旭东 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于多小波基函数和超正交前向回归的时频分析方法 | 中国 | CN109598175A | 2019-04-09 | 201710914104.7 | 北京航空航天大学 | 李阳、崔渭、刚、王丽娜、 徐颂 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于多小波基函数展开的锋电位时变格兰杰因果准确辨识方法 | 中国 | CN108509933A | 2018-09-07 | ZL201810324132.8 | 北京航空航天大学 | 李阳、郝大鑫、章敬波 | 有效 |
| 发明专利 | 一种基于密集连接卷积神经网络的人体运动状态判别方法 | 中国 | CN110334573 A | 2019-10-15 | ZL201910281057.6  | 北京航空航天大学 | 张斌、刘宇、李阳 | 有效 |
| 发明专利 | 一种密集深度卷积神经网络的脑电信号快速识别方法 | 中国 | CN110069958A  | 2019-07-30 | ZL201810057413.1  | 北京航空航天大学 | 李阳、张先锐、雷梦颖 | 有效 |
| 计算机软件著作权 | 帕金森病智能诊断信息系统 | 中国 | 2021SR1149839 | 2021-08-04 | 7872465 |  | 张晓博 | 有效 |

四、论文专著目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 论文（专著）名称/刊名/作者 | 年卷页码（xx年xx卷xx页） | 发表时间（年月 日） | 通讯作者（含共同） | 第一作者（含共同） | 国内作者 | 他引总次数 | 检索数据库 | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Local2Global- Unsupervised multi-view deep graph representation learning with Nearest Neighbor Constraint | 2021年第231卷 | 2021-08-25 | Donghai Zhai | Xiaobo Zhang | Yan Yang、Tianrui Li、Jielei Chu、Hao Wang | 4 | SCI-E、EI、CSCD | 否 |
| 2 | Deep neural networks with broad views for Parkinson’s disease screening | 2019年 | 2019-11-18 | Yan Yang | Xiaobo Zhang | Hao Wang、Shangming Ning、Heng Wang | 0 | SCI-E、EI、CSCD | 否 |
| 3 | Explainable prediction of medical codes with knowledge graphs | 2020年第8卷867页 | 2020-08-10 | Fei Teng | Fei Teng | Wei Yang、Li Chen、LuFei Huang、Qiang Xu | 12 | SCI-E、EI、CSCD | 否 |
| 4 | Deep Spatial-Temporal Feature Fusion from Adaptive Dynamic Functional Connectivity for MCI Identification | 2020年第39卷第9期2818-2830页 | 2020-02-27 | Jingyu Liu | Yang Li | Zhenyu Tang、Baiying Lei | 47 | SCI-E、EI、CSCD | 否 |
| 5 | Virtual Adversarial Training based Deep Feature Aggregation Network from Dynamic Effective Connectivity for MCI Identification | 2022年第41卷第1期237-251页 | 2021-09-07 | Jingyu Liu | Yang Li | Jingyu Liu、 [Yiqiao](http://www.lib.swjtu.edu.cn/asset/search?key=A=Jiang%2c+Yiqiao" \o "Jiang, Yiqiao) Jiang、Yu [Liu](http://www.lib.swjtu.edu.cn/asset/search?key=A=Liu%2c+Yu" \o "Liu, Yu)、 [Baiying](http://www.lib.swjtu.edu.cn/asset/search?key=A=Lei%2c+Baiying" \o "Lei, Baiying) Lei | 2 | SCI-E、EI、CSCD | 否 |
| 合 计 | 65 |  |  |

1. 项目简介

随着世界人口老龄化的加剧，老年慢性神经退行性疾病发病率与患病率呈现上升趋势。虽然人工智能技术与帕金森病智能诊断技术之间的联系日趋密切，但是现有的帕金森病智能诊断技术存在很多问题，如用于研究的医学图像数据量小、深度神经网络难以用于从脑网络中学习高维表示、多源异构的文本医疗数据掩盖了特定诊断背后的原因和细节等。在国家自然科学基金联合重点项目、国家自然科学基金面上项目、国家自然科学基金青年基金项目等多个科技计划的长期支持下，团队通过系统的理论研究和技术研发，解决了当前的瓶颈问题，取得的发明成果如下：

（1）发明了医学图像生成技术，解决了医学图像数据少的研究难题。发明了基于生成对抗网络生成医学MRI图像的方法，通过构造渐进型的生成对抗网络，生成了高质量的医学MRI图像；发明了多尺度特征融合的双重注意分层潜在生成网络，通过聚合不同尺度特征的全局和局部信息，生成了更准确的重建图像；发明了高级特征提取技术，解决了医学图像特征的表示难题，保证了在核磁共振影像数据中提取到更多有效的特征信息；发明了针对网络结构与准确率的优化技术，解决了分类效果的增强难题，在不增长参数复杂度的前提下提高了预测准确率。

（2）发明了医疗文本数据的补全与聚类技术，解决了异构文本数据的使用难题。发明知识图谱补全方法，捕获了知识图谱中事实的长期依赖性和局部结构信息；发明面向医学文本的实体关系联合抽取方法，解决了实体和关系类别和位置分布不均匀、多对关系同时出现在同一句的问题；发明医疗检测文本信息数据聚类技术，实现了对不同类型患者的分类。

（3）发明了实用医疗工具与诊断系统，解决了帕金森病研究的应用问题。发明帕金森病智能诊断信息系统，包括病理检测、医疗知识公布、医生诊断等功能，解决了医疗环境中辅助诊断需求等问题，提高了帕金森病的诊断效率；发明神经内科用叩诊锤，为震动觉检查提供了便利。

该项目成果获授权发明专利12项，在IEEE Trans. MI、KBS、FRONT BIOENG BIOTECH、计算机学报等国际国内期刊及IJCAI、BIBM等国际学术会议发表SCI/EI学术论文70篇。其中SCI论文46篇，ESI高被引论文2篇，作国际国内会议特邀报告8次。代表性成果已成功应用于80余所医疗机构，近三年累计实现收入6365.4万元，显著推动了相关领域的技术进步与发展，同时，产生了重大的经济、社会效益。

1. 主要完成人

张晓博、滕飞、柳华、尹泽钢、李阳、李伟、卢志杰、詹柯、骆飞飞、李文涵

七、完成单位

西南交通大学、中国人民解放军西部战区总医院、成都市第三人民医院、北京航空航天大学、广州欧蒙未一医学检验实验室有限公司