

科学技术进步奖公示内容

一、 项目名称：面向精准医疗的医学图像智能处理关键技术及应用

二、 提名者及提名意见（包含提名等级）：

提名单位：陕西省教育厅

提名意见：该项目在陕西省自然科学计划项目等资助下，针对医学影像变化信息难以有效表示与学习、检测方法过度依赖影像差异图的瓶颈难题，围绕医学图像处理应用领域的关键问题进行了较为深入的研究，授权发明专利 10 项、授权软件著作权 10 项，代表论文“Regression learning based on incomplete relationships between attributes”获陕西省青年科学家大会优秀论文一等奖（2019）。项目关键技术与系统已成功转化并集成至合作企业产品线，在西安交通大学第二附属医院耳鼻喉外科病院、渭南第二人民医院、西安市长安区医院、杭州医学院附属医院、温州医科大学附属视光医院等覆盖陕西、浙江两省的多层级医疗机构实现规模化部署应用，并被《华商报》、《人民周刊》、《科学中国人》等媒体报道，取得良好社会效益和经济效益。

该项目选题准确，技术上有创新，实用性强，对行业的技术进步和产业结构优化升级有较大作用，有广阔的应用前景和推广价值。

成果申报材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖推荐条件。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖 二 等奖。

三、 项目简介：

医学影像是疾病精准诊疗的重要依据，但长期面临早期微小病灶“看不清”、相似组织结构“分不准”、疑似病灶“诊不准”三大技术瓶颈。针对此三大技术问题，在省自然科学基金等支持下，本项目开展了系统性、多层次的创新研究，取得如下重要成果：

[1]破解“看不清”难题：创新融合海森矩阵与LoG算子，在国际上首次提出基于形态学先验（球形切面结构似LoG剖面）的CT图像增强方法，显著提升微小肿瘤（如肺结节）可见性，为医生和计算机辅助诊断系统准确识别微小肿瘤提供更清晰的影像依据。

[2]攻克“分不准”瓶颈：提出信息融合肝脏智能分割框架，通过聚合光谱、纹理和空间三类不同图像特征提升CT肝脏组织分割的鲁棒性；率先将通道注意力机制嵌入残差U-Net架构，强化肝脏肿瘤边界的辨识能力，大幅提高复杂背景下器官与病灶的分割精度。

[3]解决“诊不准”困境：前瞻性引入迁移学习机制，有效缓解解决小样本

医学图像检测中的模型泛化问题；创新设计级联多尺度特征提取网络，增强对细微结构和疑似病灶（如声带白斑）的表征能力，全面提升计算机辅助诊断（CAD）分类性能与临床符合率。

[4]增强模型可解释性：提出马尔可夫逻辑网络回归方法，实现从模糊关系中推理出完整约束优化模型，为提升人工智能辅助决策的透明度与可信度提供了新路径。

[5]赋能基层医疗应用：成功研发基于云架构的多级联动远程医疗AI协同系统，实现基层医生-专家-AI三方高效会诊，为优化基层医疗资源配置、提升诊疗服务水平提供了坚实的技术支撑。

项目研究授权发明专利10项、授权软件著作权10项，在Information Science、Neural Computing & Applications等图像处理及人工智能领域重要期刊发表论文20篇，代表论文“Regression learning based on incomplete relationships between attributes”获陕西省青年科学家大会优秀论文一等奖（2019）。部分研究成果获得陕西省高等学校自然科学优秀成果二等奖（2024）、陕西省计算机学会科技进步二等奖（2022）。

项目实施有力促进了团队建设与人才成长：第一完成人石争浩教授入选浙江省台州市‘500精英人才’（2019），并相继当选CCF杰出会员（2020）、IEEE高级会员（2023）和CSIG杰出会员（2025），其指导的硕士毕业论文多次获评“陕西省计算机学会优秀硕士论文”（2020&2025），充分体现了项目在人才培养方面的显著成效。

项目组深度联合西安交通大学第二附属医院耳鼻喉外科病院（核心临床验证单位）及西安汇龙科技股份有限公司、西安长源信和信息科技有限公司、陕西博创视讯电子科技有限公司、杭州同烁信息技术有限公司、杭州氢核科技有限公司等多家技术企业，构建了“产学研医”协同创新生态。

项目研发的关键技术与系统已成功转化并集成至合作企业产品线，在西安交通大学第二附属医院耳鼻喉外科病院、渭南第二人民医院、西安市长安区医院、杭州医学院附属医院、温州医科大学附属视光医院等覆盖陕西、浙江两省的多层级医疗机构实现规模化部署应用。

应用实践有力提升了合作医疗机构的诊疗效率、精准度及服务能力，直接服务广大患者。经核定，项目成果转化与应用累计创造直接经济效益达4113万元人民币。

项目成果的社会价值与科技影响力获得广泛认可。第一完成人石争浩教授多次受邀接受《人民周刊》、《科学中国人》、《电巢科技》等权威/行业媒体专访，深度解读项目价值。项目核心创新与应用成效被《凤凰科技》、《人民周刊》、《科学中国人》、《电巢科技》等多家主流及专业媒体深度报道，在推动医学影像AI技术落地、赋能基层医疗、提升公众对AI+医疗认知等方面产生了积极而广泛的社会影响，取得了显著的经济与社会双重效益。

四、 客观评价：

本项目成果获得了来自科技查新、用户反馈、科技奖励、学术引用、媒体报道及人才培养等多维度的广泛认可与积极评价，充分体现了其创新性、实用性和影响力。

1、科技查新佐证创新性

经教育部部级科技查新工作站（西安交通大学）查新确认：在国内公开发表的中文文献中，未见与本项目核心创新点完全相同的报道（见附件2.2.6 查新报告），有力佐证了本项目的原始创新性。

2、用户应用认可实用价值

（1）西安交通大学第二附属医院耳鼻喉外科病院评价：“与西安理工大学合作研发的‘基于多尺度特征提取的声带白斑图像分类系统’已投入我科室试用。该软件显著提升了声带白斑病灶的识别效率与分类准确性，为临床诊断提供了有效的辅助决策支持，优化了患者就医流程。”（见附件2.1 应用证明-1）

（2）西安汇龙科技股份有限公司评价：“集成西安理工大学石争浩教授团队‘肺部区域自动分割软件’的单病种质控产品，有效提升了肺部影像的结构化分析能力，对提高肺相关疾病的诊治规范化水平和质量控制效率具有显著促进作用。”（见附件2.1 应用证明-2）

（3）西安长源信和信息科技有限公司评价：“将合作研发的‘基于先验知识的医学图像滤波技术’集成至远程医疗协同处理系统后，系统对微小病灶的检出灵敏度与可视化效果得到显著改善，为核心诊断功能的性能提升提供了关键技术支撑。”（见附件2.1 应用证明-3）

3、科技获奖彰显成果水平

（1）代表论文“Regression learning based on incomplete relationships between attributes”获陕西省科学技术协会2019年度陕西省青年科学家大会优秀论文一等奖（参见附件2.2.5-其他获奖3）。

（2）项目“医学影像智能处理关键技术及应用”获陕西省高等学校自然科学优秀成果二等奖（2024）（参见附件2.2.5-其他获奖1）。

（3）项目“智能医学图像分析关键技术与系统”获陕西省计算机学会科技进步二等奖（2022）（参见附件2.2.5-其他获奖2）。

4、成果引用体现学术影响

项目论文成果在IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering、Mobile Networks and applications等国际重要期刊获得广泛引用和积极评价：

- 3 篇代表论文中单篇最高 SCI他引 76 次（参见附件 2.2.2 代表论文收录及他引证明）。
- 加拿大皇家科学院院士、马斯特大学首席讲座教授Jamal Deen 在其综述中支出：“由于面临医学训练数据不足的挑战，近期一些研究者将 CNN 和迁移学习结合解决训练数据有限的问题[85, 89, 157]”，其中的参考文献[157]为本项目代表论文。（参见附件 2.2.3-代表他引论文 1）；
- IET Fellow 、英国莱斯特大学计算机和数学科学学院的讲座教授张煜东

[教授](#)在其综述中对本项目提出的方法进行了专门介绍。（参见附件 2.2.3-代表他引论文 2）；

- 北京航空航天大学自动化科学与电气工程学院副院长[李阳教授](#)中在论文中引用并评价：“[迁移深度学习模型可以在医学小数据上提取到复杂的医学数据特征，为后续进一步提升我们的CP-MixedNet 性能研究提供了有力的工具](#)”（参见 附件 2.2.3-代表他引论文 3）

5、媒体聚焦扩大社会影响

项目成果及团队带头人受到权威媒体广泛关注与深度报道(参见附件

2.2.8 媒体宣传)：

- 《科学中国人》以“让计算机看得见，看得清”为题项对第一完成人石争浩教授进行了专访，系统报道了项目核心创新与应用价值。
- 《人民周刊》对石争浩教授进行了专访，重点宣传了项目在智慧医疗领域的突破性进展。
- 《电巢》直播平台对石争浩教授进行专访，专题报道项目成果，相关内容被凤凰网科技频道、界面新闻等知名媒体广泛转载，社会反响热烈。
- 《凤凰科技》在报道“人工智能与智慧医疗融合，看病有了新模式”（2022-06-27）中，专门介绍了石争浩教授及其团队在 AI+医疗融合创新方面的引领性工作。

6、项目实施促进人才成长

项目研究有效带动了团队人才培养与学术影响力提升，第一完成人石争浩教授指导的硕士论文《基于深度学习的肺结节检测方法研究》获评“2020 年(首届)陕西省计算机学会优秀硕士论文”（见附件 2.2.5 其他获奖 4）；荣获浙江省台州市“500 精英人才”荣誉称号（2019）；当选 CCF 杰出会员（2020）、IEEE 高级会员（2023）及 CSIG 杰出会员（2025）；担任陕西省计算机学会计算机视觉技术专业委员会主任委员（2022）及生物医学智能计算专业委员会副主任委员（2020）。

五、 应用情况：

表 1、项目技术成果主要采用单位

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	西安汇龙科技股份有限公司	肺部区域图像自动分割软件	西安交大第二附属医院	2019 年 9 月至目前	朱明海
2	西安长源信和信息科技有限公司	基于先验的 CT 图像滤波方法	西安交大第二附属医院	2021 年 12 月至目前	肖荣

3	杭州同烁信息技术有限公司	基于 AI 技术的远程会诊诊疗平台	浙江省人民医院、温州中心医院	2018 年 8 月至目前	傅翼
4	杭州氢核科技有限公司	基于人工智能的假阳性检测方法	温州眼视光医院、杭州医学院附属医院	2020 年 4 月至目前	葛飞航
5	杭州同烁信息技术有限公司	基于人眼视觉注意机制的 CT 疑似肺结节增强软件	杭州医学院附属医院	2018 年 8 月至目前	傅翼

六、主要知识产权和标准规范等目录：（限 10 条，所列专利证书颁发日期、标准规范发布日期、论文发表日期应在 2024 年 12 月 31 日之前。）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家（地区）	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种基于卷积神经网络的肝脏肿瘤分割方法及系统	中国	ZL20201049216 7.X	2023-03-14	5782477	西安理工大学	石争浩 薛世梁
2	发明专利	基于多尺度特征提取的声带白斑图像分类方法	中国	ZL20221120074 6.8	2023-05-05	5948019	西安理工大学	尤臻臻, 闫妍, 石争浩, 赵明华, 闫静, 刘海琴, 任晓勇, 黑新宏
3	发明专利	基于信息融合的肝脏 CT 影像肿瘤分割方法	中国	ZL2021	2024-04-12	6902166	西安理工大学	赵明华, 闫茹萍, 都双丽, 胡静, 石程,

				1 07745 12.3				李鹏, 石争浩
4	发明专利	基于多尺度卷积神经网络的脑神经元自动检测方法	中国	ZL20201 005161 5.2	2023-0 3-1 4	5785646	西安理工大学	尤臻臻, 姜明, 石争浩, 石程, 梁继民, 都双丽
5	发明专利	基于卷积神经网络与门控循环单元的心律失常分类方法	中国	ZL 2021 10909 940.2	2024-0 3-22	6816910	西安理工大学	石争 浩;殷 志燕; 黑新 宏;冯 亚宁; 罗靖; 尤珍 臻;任 晓勇 葛飞 航;刘 海琴
6	软件著作权	喉镜医生-基于深度学习的喉镜图像诊断系统	中国	2023SR1 467596	2023-1 1-20	12054769	西安理工大学	尤臻臻, 韩博涛, 谢雨佳, 石争浩, 高腾,张 博豪,李 丙钊,周 思慧,张 洋博,闫 妍

7	软件著作权	基于 AI 技术的远程会诊诊疗平台	中国	2022SR0716210	2022-06-22	9670409	杭州同烁信息技术有限公司	葛飞航, 石争浩
8	学术论文	A deep CNN based transfer learning method for false positive reduction	中国	2019 年 78 卷 1017-1033 页	2019-01-01	Multimedia Tools and Applications	西安理工大学	石争浩, 郝欢, 赵明华, 冯亚宁, 王映辉
9	学术论文	Regression learning based on incomplete relationships between attributes	中国	2018 年 422 卷 408-431 页	2018-01-15	INFORMATION SCIENCES	西安理工大学	赵金伟 黑新宏 石争浩 董龙磊 柳宇, 闫润平 李秀秀
10	学术论文	A Joint ROI Extraction Filter for Computer Aided lung Nodule Detection	中国	2015 年 26 卷 S1491-1499	2015-01-01	BioMedical Materials and Engineering	西安理工大学	石争浩 徐彬鑫 赵明华 赵金伟 王映辉 刘永宏 张明

七、 主要完成人情况:

排名	姓名	技术职称	行政职务	工作单位	完成单位	对本项目的贡献
1	石争浩	教授	无	西安理工大学	西安理工大学	项目负责人, 负责整个项目的研究内容、方案的制订与组织实施, 创新点 1、2、3、4、5 主要学术思想的提出者和参与者
2	尤珍臻	讲师	无	西安理工大学	西安理工大学	创新点 3 主要学术思想的提出者

						（对应知识产权专利 2 的第一作者）：
3	葛飞航	高工	总经理	杭州同烁信息技术有限公司	杭州同烁信息技术有限公司	创新点 5 主要学术思想的提出者（对应知识产权专利 7 的第一作者）：
4	赵明华	教授	处长	西安理工大学	西安理工大学	创新点 2 主要学术思想的提出者（对应知识产权专利 3 的第一作者）：
5	赵金伟	副教授	系主任	西安理工大学	西安理工大学	创新点 4 主要学术思想的提出者（该对应代表论文的第一作者）
6	都双丽	副教授	无	西安理工大学	西安理工大学	创新点 3 和 4 主要学术思想的合作者（对应知识产权专利作者 3 和作者 5）：
7	冯亚宁	讲师	无	西安理工大学	西安理工大学	创新点 1 主要学术思想的参与者（该对应代表论文 1 的作者 4）

八、 主要完成单位及创新推广贡献：

排 名	完成单位	创新推广贡献
1	西安理工大学	负责整个项目的方案的制订与组织实施，创新点 1、2、3、4 主要学术思想的提出单位和参与单位
2	杭州同烁信息技术有限公司	创新点 5 学术思想的主要提出单位和实施单位、负责项目成果的应用推广

九、 完成人合作关系说明：（合作方式包括专著合著、论文合著、共同立项、共同知识产权、共同获奖、共同参与制定标准规范、产业合作等。下表中的“项目排名”指在本次报奖中的完成人排序。）

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果
1	共同获奖	石争浩，1； 尤珍臻，2； 葛飞航，3； 赵明华，4； 赵金伟，5； 都双丽，6； 冯亚宁，7；	2022	2024	2024 年度 陕西 高等学校 科学技术研究 优秀成果奖 科技进 步二等奖：结合先验 的 医学图像智能处 理方法及应用