**一、项目名称**：心脑血管造影图像处理及其动静脉结构提取方法研究

**二、主要完成人：**周寿军（中国科学院深圳先进技术研究院），夏军（深圳市第二人民医院），王澄（中国科学院深圳先进技术研究院）

**三、提名意见**

（适用于提名机构和部门）

|  |  |
| --- | --- |
| 提 名 者 | 中国科学院深圳先进技术研究院 |
| 提名意见：该项目围绕多设备参数环境下的心脑血管结构精准分割、动静脉血管分类、血管中心线提取这一国际学术前沿中的重要科学问题开展研究，取得了创造性基础研究成果。   1. 针对X射线二维血管造影（X-Ray）图像：基于多特征血管测度的血管结构识别和测量，提出了模糊结构模式判别和概率血管跟踪，实现了冠状动脉树的分割；结合区域增长，进一步提高了上述方法的速度和自动化程度。 2. 针对脑磁共振血管造影（MRA）三维成像数据：提出一种新颖的统计学脑血管分割模型，其高级过程采用多模式空间邻域能量模型，低级过程参数和正则化参数的实现了自动估计，提高了脑MRA分割的精度和复杂环境下血管探测的敏感性。 3. 针对三维多模态血管造影图像：提出一种基于血管特征图的统计学建模方法，实现了多模态血管造影数据分割。 4. 针对医学图像中的多目标分割：提出线块状目标分类和自适应提取新方法——Ingenious Snake，实现了造影图像中的脏器分割及其关联的血管分割问题，从而发展了经典主动轮廓模型。   5. 提出一种冠状动脉血管造影图像数据的仿真方法：能够生成多变的血管结构并模拟血管造影数据背景，对于模型驱动和数据驱动方法研究具有重要意义。  该项目研究得到国内外自然科学和计算机科学等领域专家教授以及中国科学院的高度认可，已多次在MICCAI、EMBS等国内外著名会议做主题和分组报告，推动了本学科及相关学科的发展。  提名该项目为吴文俊人工智能自然科学奖三等奖。 | |

**四、项目简介**

心、脑血管具有复杂的分支和周期性连接，不同个体之间存在明显差异，精确提取心脑血管并定位病灶具有重大临床意义。常见的病理性变化包括：血管瘤、血管狭窄、动静脉畸形团，以及脑肿瘤相关的血供等，由此引发冠心病和脑卒中等重大疾病。各类心脑血管疾病的计算及辅助诊断和治疗与血管造影图像的血管分割和拓扑结构分析密切相关。

面向心脑血管病变和肿瘤等重大疾病救治，以血管三维可视化辅助诊断系统为代表的计算机辅助介入手术是微创诊疗的发展趋势，也是诊疗一体化和智能手术机器人技术研发的组成部分。项目建立了新颖的心脑血管造影图像的血管拓扑结构提取方法及其病灶诊断途径，并开发了血管的计算机辅助诊疗系统，能够有效推动血管疾病诊疗水平的提高和发展，彰显了积极意义。项目针对磁共振血管造影（MRA）图像进行脑部动静脉畸形（AVM）团的计算机辅助分析，先后开展了冠脉造影图像处理、全脑MRA血管提取、动静脉分类、AVM病灶孤立等重要科学问题研究，提出了非常有价值的研究方案和详细技术路线。本项目实施中面临的主要挑战和重要贡献是：1）针对术中二维X-Ray图像和数字减影血管造影（DSA）投影图像，建立了基于多特征血管测度的血管结构识别和测量方法，并提出基于区域增长和概率跟踪的血管路径提取方法，提高了上述方法的速度和自动化程度。2）针对三维血管分割和病灶结构的量化描述存在血管结构信息不全等理论瓶颈，提出了优化的统计学混合概率模型以增强血管分割的精度和灵敏度，从而在低信噪比造影数据中提高了血管分割的精度和分割结果的血管网络覆盖率；在此基础上，提出了一种基于血管特征图的统计学建模方法，实现了多模态三维造影数据的建模；为提高脑MRA血管结构提取的精度和普适性，提出了MR设备型号无关的脑血管造影数据的自适应分割方法，从而解决了统计学最大后验概率Markov随机场（MAP-MRF）建模的应用瓶颈。3）结合术前三维、术中二维血管造影图像的分割，开展了心脑血管介入手术计划和导航方法研究和应用：开发了多模态医学图像中的血管介入路径规划和介入治疗可视化系统，能够有效反应脑血管和皮层沟回等结构形态信息，实现脑动静脉结构精确分割、解剖结构的精确定位、三维重建和逼真显示；结合脑组织与脑血管结构信息，综合利用各种核提取算法和后处理技术进行复杂血管结构量化分析和病灶描述。

截止2018年，相关工作发表SCI期刊代表性论文5篇、国内核心期刊代表性论文3篇，申请国内外发明专利8项，研发脑血管可视化诊疗系统和手术计划平台软件1套。在此基础上，该研究内容近两年在计算机与人工智能领域著名SCI期刊新发表论文5篇，在计算机/机器人辅助血管介入方面新增专利10项，并完成多例巴马猪的机器人血管介入实验以及相关内容的临床评估与应用，取得积极效果和社会影响。

**五、代表性论文（专著）目录**（不超过8篇）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 是否包含国外署名单位 |
| 1 | New approach to the automatic segmentation of coronary artery in X-ray angiograms / Science in China Series F-Information Sciences / ZHOU ShouJun, YANG Jun, CHEN WuFan, WANG YongTian | 2008, (51):25-39 | 2008-01 | CHEN WuFan | ZHOU ShouJun | 周寿军，杨俊，陈武凡，王涌天 | 3 | Web of Science | 否 |
| 2 | Automatic segmentation of coronary angiograms based on fuzzy inferring and probabilistic tracking / Biomedical Engineering Online /Zhou Shoujun, Yang Jian, Wang Yongtian, Chen Wufan | 2010, (9):40 | 2010-09-20 | Chen Wufan | Zhou Shoujun | 周寿军,杨健，王涌天， 陈武凡 | 16 | Web of Science | 否 |
| 3 | Segmentation of brain magnetic resonance angiography images based on MAP-MRF with multi-pattern neighborhood system and approximation of regularization coefficient / Medical Image Analysis / Shoujun Zhou, Wufan Chen, Fucang Jia, Qingmao Hu, Yaoqing Xie, Mingyang Chen, Jianhuang Wu | 2013, (17):1220-1235 | 2013-12 | Wufan Chen，Qingmao Hu | Shoujun Zhou | 周寿军，陈武凡，贾富仓，胡庆茂，谢耀钦，陈明扬，吴剑煌 | 7 | Web of Science | 否 |
| 4 | A vessel segmentation method for multi-modality angiographic images based on multi-scale filtering and statistical models / Biomedical Engineering Online / Pei Lu, Jun Xia, Zhicheng Li, Jing Xiong, Jian Yang, Shoujun Zhou, Lei Wang, Mingyang Chen, Cheng Wang | 2016, (15):120 | 2016-11-08 | Shoujun Zhou | Pei Lu, Jun Xia | 陆培，夏军，李志成，熊璟，杨健，周寿军，王磊，陈明扬，王澄 | 2 | Web of Science | 否 |
| 5 | The line- and block-like structures extraction via ingenious snake / Pattern Recognition Letters /Shoujun Zhou, Baolin Li, Yuanquan Wang, Cheng Wang, Tiexiang Wen, Na Li | 2018, (112):324-331 | 2018-09 | Shoujun Zhou, Yuanquan Wang | Shoujun Zhou,  Baolin Li | 周寿军，李宝林，王元全,王澄，温铁祥，李娜 | 2 | Web of Science | 否 |
| 6 | 基于概率跟踪的冠状动脉造影图像的血管树提取/电子学报/周寿军，陈武凡，冯前进，张建贵，王涌天 | 2006, (34):1270-1274 | 2006-07 | 王涌天 | 周寿军 | 周寿军，陈武凡，冯前进，张建贵，王涌天 | 3 | 中国科学引文数据库 | 否 |
| 7 | 基于高斯混合噪声和随机模型的冠脉造影数据仿真 /系统仿真学报 /杨俊,尚鹏,周寿军,郑曲波，吴桂良 | 2013, (25):2655-2661 | 2013-11 | 周寿军 | 杨俊 | 杨俊,尚鹏,周寿军,郑曲波，吴桂良 | 0 | 中国科学引文数据库 | 否 |
| 8 | 一种基于区域增长和结构识别的心血管Ｘ线造影图像分割方法 /生物医学工程学杂志/梅川,吴桂良,杨媛,谢斓,何家驹,李绍林,周寿军 | 2014, (31):413-420 | 2014-04 | 周寿军 | 梅川 | 梅川,吴桂良,杨媛,谢斓,何家驹,李绍林,周寿军 | 2 | 中国科学引文数据库 | 否 |
| 合 计 | | | | | | | 35 |  |  |