

报告编号：20256000Z08X022

# 科技查新报告

项目名称：智链医疗-智慧医疗领域新型手术导航规划设备

委托人：西安交通大学 彭子洋

委托日期：2025年2月16日

查新机构：教育部科技查新工作站(Z08)

完成日期：2025年2月19日

教育部科技发展中心

二〇一三年制

查新项目 名称	中文：智链医疗-智慧医疗领域新型手术导航规划设备			
	英文：略			
查新机构	名称	科技查新工作站(Z08)		
	通信地址	陕西省西安市咸宁西路 28 号	邮政编码	710049
	负责人	强自力	电话	029-82668103
	联系人	翟中会	电话	029-82655067
	电子邮箱	transmission@mail.xjtu.edu.cn		
一、查新目的 申报奖励				
<p><b>二、项目的科学技术要点</b></p> <p>本项目在获取术前影像数据时始终落脚于临床实践，以磁导航及光学定位融合的方式通过图像分割和处理技术获取肝脏肿瘤的三维模型和肝脏的关键结构。在进行充分评估和论证后，项目采用深度学习卷积神经网络（CNN）模型进行肝细胞癌（HCC）患者总生存期预测工作。通过实验评估，发现其与基于对比增强计算机断层扫描（CECT）的传统放射组学相比具有显著的预测能力，能够在术前患者生存周期预测上起重要辅助作用，为是否进行 HEP、HEP 效果相关的临床决策提供参考。</p> <p>对于多临床约束条件下的手术入路方案，本项目先将手术入路的多刀规划化归为集合覆盖问题，建立了集合覆盖模型。模型建立完成后，通过预处理 CT 采样图片降低计算量，并以缩减搜索空间排除大量不符合需求的手术入路，使用基于 GAMS CPLEX solver 的 branch-cut 算法。在此基础上采用与 Pareto 优化结合的策略，以寻找多个目标之间的折中解；即在满足完全切除肿瘤且不穿越的前提下，最小化开刀数目，减少其对健康组织的损害，生成多个最优方案供临床参考。为验证模型优势，我们选择多指标综合评价，包括入路点数、手术入路数、切除覆盖率等定量评估指标和医生的临床评价等临床评估指标。</p> <p>为了解决 HEP 术临床实践中传统刚性器械在复杂解剖结构区域存在操作盲区的问题，在生成手术入路方案的基础上，本项目选择具有较高磁场强度的 N52 牌号钕铁硼永磁体（NdFeB）材料设计构建实时磁定位及磁轨迹可视化系统，以协助医生使用柔性磁导管抵达深部病灶。</p> <p>综上，本项目以 HEP 术前影像作为数据集，建立了独特的 2.5D CNN 模型以实现</p>				

术前 HCC 患者的生存周期预测和术后疗效反馈,用 Pareto 优化完善基于 GAMS CPLEX solver 的 branch-cut 算法实现的集合覆盖模型求解,生成符合临床约束条件的 HEP 手术方案,选择多指标综合评价以检验其准确性和临床实践可行性;并以此为基,初步构建了 HEP 术柔性磁导航系统,集成为集术前规划、术中辅助、术后反馈于一体的新型手术导航规划设备。

### 三、查新点

1、深度学习模型的创新性与验证,采用 2.5D 卷积神经网络(CNN)构建肝细胞癌(HCC)患者总生存期预测模型,数据集覆盖多中心 CECT 影像及术后随访数据。实验结果表明,该模型预测性能(AUC=0.89)显著优于传统放射组学方法(AUC=0.75)。

2、手术入路规划的算法优化与临床评价,多刀规划抽象为集合覆盖问题,通过 GAMS CPLEX 求解器结合 Pareto 优化策略,生成符合“完全切除肿瘤、最小化健康组织损伤”约束的多个最优方案。团队已对 20 例肿瘤进行模拟测试,并邀请 2 位外科医生对方案进行临床评估。

3、HEP 柔性磁导航系统的原型设计与初步验证,针对传统刚性手术器械在术中存在操作盲区的问题,项目选用 N52 钕铁硼永磁体构建磁定位及轨迹可视化系统,已经完成一部分体外模拟实验,目前测试得到柔性磁导管在模拟复杂解剖环境中的导航误差 $<1.5\text{ mm}$ ,实时定位响应时间 $\leq 50\text{ ms}$ 。

### 四、查新范围要求

要求查新机构通过查新,证明在所查范围内国内有无相同或类似的文献报道。

## 五、文献检索范围及检索策略

### 中文数据库检索范围

1. 中国学术期刊网络出版总库	1915---2024 年 12 月
2. 中国博士学位论文全文数据库	1984---2024 年 12 月
3. 中国优秀硕士学位论文全文数据库	1984---2024 年 12 月
4. 中国重要会议论文全文数据库	1953---2024 年 12 月
5. 国家科技成果数据库	1978---2024 年 12 月
6. 重庆维普中文科技期刊数据库	1989---2024 年 12 月
7. 万方期刊论文数据库	1998---2024 年 12 月
8. 万方学位论文数据库	1980---2024 年 12 月
9. 万方会议论文数据库	1985---2024 年 12 月
10. 国家科技图书文献中心	1984---2024 年 12 月
11. 中国科技论文在线	2003---2024 年 12 月
12. Innojoy	

## 六、检索词和检索式

### 检索词：

手术路径、磁导航系统、N52 钕铁硼永磁体

### 检索式：

微水环境 AND 双波长激光

## 七、检索结果

依据上述文献检索范围和检索式，检索到密切相关文献 3 篇。

1. 邵润华, 刘静, 马金刚, 王一凡, 陈天真, 李明. 卷积神经网络在肝癌病理图像诊断中的应用综述[J]. 计算机系统应用, 2024, 33 (04): 26-38.  
卷积神经网络针对病理图像的肝癌诊断算法,包括肝肿瘤检测、图像分割以及术前预测这 3 个方面的应用。
2. 张大涯. 基于电磁导航及图像导航的 ERCP 胆道定位技术研究[D]. 导师: 李明阳. 中国人民解放军医学院, 2022.  
基于电磁导航和图像导航两种不同实时定位方式引导 ERCP 的可行性。
3. 朱金彪, 黄枢. 融合成像磁导航系统在肝癌局部消融中应用[J]. 临床军医杂志, 2016, 44 (02): 213-215.  
融合成像磁导航系统在肝癌局部消融中应用。

## 八、查新结论

受西安交通大学委托，针对智链医疗-智慧医疗领域新型手术导航规划设备课题的查新要点，我们利用国内数据库进行了查新检索。从国内 12 个数据库及网站共检索 3 篇相关文献。

文献 1 讨论了卷积神经网络针对病理图像的肝癌诊断算法,包括肝肿瘤检测、图像分割以及术前预测这 3 个方面的应用。

文献 2 基于电磁导航和图像导航两种不同实时定位方式引导 ERCP 的可行性。

文献 3 融合成像磁导航系统在肝癌局部消融中应用。

文献 1-3 与本课题 N52 牌号钕铁硼永磁体 (NdFeB) 材料设计构建实时磁定位及磁轨迹可视化系统内容不同。

### 综上所述:

**国内未见与本课题查新点** (1、深度学习模型的创新性与验证,采用 2.5D 卷积神经网络 (CNN) 构建肝细胞癌 (HCC) 患者总生存期预测模型,数据集覆盖多中心 CECT 影像及术后随访数据。实验结果表明,该模型预测性能 (AUC=0.89) 显著优于传统放射组学方法 (AUC=0.75)。2、手术入路规划的算法优化与临床评价,多刀规划抽象为集合覆盖问题,通过 GAMS CPLEX 求解器结合 Pareto 优化策略,生成符合“完全切除肿瘤、最小化健康组织损伤”约束的多个最优方案。团队已对 20 例肿瘤进行模拟测试,并邀请 2 位外科医生对方案进行临床评估。3、HEP 柔性磁导航系统的原型设计与初步验证,针对传统刚性手术器械在术中存在操作盲区的问题,项目选用 N52 钕铁硼永磁体构建磁定位及轨迹可视化系统,已经完成一部分体外模拟实验,目前测试得到柔性磁导管在模拟复杂解剖环境中的导航误差 <1.5 mm,实时定位响应时间 ≤50 ms。) **内容相同的文献报道。**

查新员 (签字):

查新员职称: 副研究员

审核员 (签字): **张小曼**

审核员职称: 副研究员

(科技查新专用章)

2025 年 1 月 19 日

## 九、查新员、审核员声明

1. 报告中陈述的事实是真实和准确的;
2. 我们按照 GB/T32003-2015《科技查新技术规范》进行查新和审核,并做出上述查新结论;
3. 我们获取的报酬与本报告中的分析、意见和结论无关,也与本报告使用无关;

查新员(签字):

2025年1月19日

审核员(签字): 张小曼

2025年1月19日

## 十、附件清单

相关文献

## 十一、备注

1. 西安交通大学科技查新工作站是教育部认定的科技查新单位;
2. 本查新报告无查新员和审核员签名无效;
3. 本查新报告涂改无效;
4. 本查新报告的检索结果及查新结论仅供参考;
5. 查新报告有效期六个月。

### 相关文献如下:

[1] 邵润华,刘静,马金刚,王一凡,陈天真,李明.卷积神经网络在肝癌病理图像诊断中的应用综述[J].计算机系统应用,2024,33(04):26-38.

摘要:肝癌是一种恶性肿瘤,起源于肝细胞.肝癌诊断一直是医学难点问题,也是各领域研究的热点问题,早期确诊肝癌可以降低肝癌的死亡率.组织病理学图像检查是肿瘤学诊断的黄金标准,图像会显示组织切片的细胞和组织结构,可以用于确定细胞类型、组织结构、异常细胞的数量和形态,并评估肿瘤具体情况.本文重点研究了卷积神经网络针对病理图像的肝癌诊断算法,包括肝肿瘤检测、图像分割以及术前预测这3个方面的应用,详细阐述了卷积神经网络各算法的设计思路和相关改进目的及方法,以便为研究人员提供更清晰的参考思路.总结性分析了卷积神经网络算法在诊断中的优缺点,并对未来可能的研究热点和相关难点进行了探讨.

[2] 张大涯.基于电磁导航及图像导航的ERCP胆道定位技术研究[D].导师:李明阳.中国人民解放军医学院,2022.

摘要:研究背景:经内镜逆行性胰胆管造影术(Endoscopic Retrograde Cholangiopancreatography,ERCP)在我国经历了50余年的发展历程,已成为胰胆疾病不可或缺的诊断和治疗手段.ERCP是消化内镜领域中技术难度最高、并发症风险最大、也是胰胆疾

病患者最获益的一种内镜微创治疗手段。ERCP 操作的难点之一是选择性插管。ERCP 术者在插管时很大程度靠的是经验和操作技巧,时常会面临选择性胆管超选困难的问题。反复尝试插管大大增加了手术时间、造影剂剂量、透视剂量以及术后并发症的发生。近年来,电磁导航和图像导航已成为微创手术的重要辅助工具。受此启发,我们探讨基于电磁导航和图像导航两种不同实时定位方式引导 ERCP 的可行性。研究目的:1 将磁传感器与乳头括约肌切开刀结合起来,在手术环境下对人体模型进行胆管插管,并模拟术中呼吸运动对导航加以干扰,评估电磁定位导航的准确性及稳定性。2 通过电磁定位导航在人体的配准测试,为进一步在临床应用奠定基础。3 探讨图像实时导航引导 ERCP 的可行性。方法:1(1)获得解放军总医院第一医学中心消化内科 2 例继发性肝内外胆管扩张患者的腹部增强计算机断层成像(Contrast-enhanced Computed Tomography,CECT)的二维(Two-dimensions,2D)数据,对胆道进行三维(Three-dimensions,3D)重建,将重建结果打印生成胆道中空的树脂模型。在胆道模型内嵌入标记物,作为导航精度测量的“靶目标”,并将胆道模型固定在人体腹腔体模中。在体模基底贴上配准靶点和体模皮肤黏贴融合靶点后再行 CT 扫描,得到体模的标准三维格式文件。(2)在我院消化内镜中心 ERCP 操作间将 NDI Aurora 电磁导航系统、相机探头、体模、呼吸模拟器和 ERCP 设备进行组装。使用增强现实(Augmented Reality,AR)的开发工具 vuforia 实现虚拟模型到真实模型的空间定位。(3)将体模的 CT 图像与真实模型使用点对点的方式配准,软件自动测量并记录点到点配准误差,即电磁导航的注册配准误差。(4)分别获取体模皮肤靶点与虚拟投影靶点中心的坐标值,并记录对应点间的欧氏距离,作为 AR 虚实融合误差。(5)在乳头括约肌切开刀导管出口端内置磁传感器,用于追踪切开刀在体模中的位置,并进行切开刀胆管探查及靶目标“穿刺”试验,观察增强现实导航的指引效果,测量电磁导航精度误差。(... [3] 朱金彪, 黄枢. 融合成像磁导航系统在肝癌局部消融中应用[J]. 临床军医杂志, 2016, 44 (02): 213-215.

摘要:<正>目前,消融治疗已成为外科切除和肝移植之外,治疗肝癌的又一可靠性治疗手段。作为一种非手术治疗方式,肝癌的消融治疗具有费用低、风险小、重复性好和患者依从性好等优点[1-2]。消融治疗对肝癌,尤其是小肝癌具有较好的疗效[3-4]。而且,消融治疗可作为大肝癌治疗的一种补充手段,对无手术指征或不愿接受手术治疗且条件允许的肝癌患者可选择消融治疗[5]。在进行肝癌局部消融治疗时,为充分保证治疗的有效性和安全性,肝