

同行专家业内评价意见书编号: 20240854241

附件1

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院） 同行专家业内评价意见书

姓名: _____ 凡正波

学号: _____ 22160244

申报工程师职称专业类别（领域）: _____ 电子信息

浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）制

2024年03月27日

一、个人申报

（一）基本情况【围绕《浙江工程师学院（浙江大学工程师学院）工程类专业学位研究生工程师职称评审参考指标》，结合该专业类别(领域)工程师职称评审相关标准，举例说明】

1. 对本专业基础理论知识和专业技术知识掌握情况

专业课程包括：医疗健康工程技术综合实践，医疗健康工程前言技术，智能化仪器软硬件系统设计与应用，数据分析的概率统计基础，医疗健康工程技术应用案例分析，生物医学信号处理技术与应用，生物医学方法学

本专业的基础理论和专业技术知识都注重医疗健康工程技术的应用，并且紧跟现代科技发展脉络，本人以综合成绩86分完成所有课程，这些课程为我提供了坚实的理论基础和实践技能，使我能够在未来的医疗健康工程领域中发挥自己的专业能力。

首先，通过学习“医疗健康工程技术综合实践”和“医疗健康工程前言技术”，我对医疗健康工程技术的基本框架和运行机制有了全面而深入的理解。此外，“医疗健康工程技术应用案例分析”课程让我把理论知识与实际应用情况结合起来，进一步了解该领域的实际需求。

其次，“智能化仪器软硬件系统设计与应用”课程使我掌握了如何设计和应用医疗设备知识，而这是我将来的实际工作中不可或缺的技能。通过学习这门课程，我不仅能理解各种医疗仪器的工作原理，还能独立设计和调试相关设备。再者，我通过“数据分析的概率统计基础”课程，掌握了使用统计方法进行数据分析的基础知识和技能。这使我能够从海量的医疗数据中提取有价值的信息，为医疗决策提供数据支持。此外，“生物医学信号处理技术与应用”和“生物医学方法学”两门课程让我理解并掌握了生物医学信号的处理技术和方法，能够处理和解读各种生物医学信号，以便更好地理解 and 解释生物体的生理和病理变化。

我不仅在本专业领域有着扎实的基础，还积极学习并应用跨专业领域知识。在解决复杂工程问题时，我善于跨足不同学科领域，汲取其他领域的经验和方法，从而找到更加全面和有效的解决方案。例如，在进行脑肿瘤治疗电场数值计算中涉及的工程电磁场，有限元法，三维建模，深度学习等，我整合并利用这些知识，解决跨学科问题。

2. 工程实践的经历

我的专业实践训练是与杭州光拓医疗器械有限公司合作进行，累计222天，主要实现肿瘤治疗电场治疗场景下的人脑内电场建模与仿真，发表EI论文一篇，获得发明专利一项。

肿瘤电场治疗是一种新型的肿瘤治疗方式，其治疗效果依赖于肿瘤靶区的电场强度，而电场强度对作用区域的组织结构、肿瘤位置、尺寸、介电特性等参数非常敏感。事实上，电极作用下的颅脑电场非常复杂，暂无准确的实测手段获取肿瘤发病位置的治疗场强。在实施肿瘤电场治疗前，通常需要反复调整电极配置、电源参数并采用数值计算方法验算肿瘤区域的电场强度，保障预后效果。在实践期间，本人针对治疗期间脑内电场分布展开研究，从患者

MRI

数据中分割出不同组织，然后从分割后的体积生成有限元计算所需的网格模型，在头皮表面放置电极，为每个组织体积域定义介电特性，然后通过有限元求解器计算脑内电场分布。

这个过程极大地提升了我的问题分析与解决能力，以及表达能力。我学会了如何将复杂问题拆解为多个小任务并逐个解决，也锻炼了自己清晰、准确的表达方式。最重要的是，我养成了面对陌生领域时独立学习和解决问题的良好习惯，这对我未来的学习和工作将有着深远影响。

3. 在实际工作中综合运用所学知识解决复杂工程问题的案例

实践项目背景与需求：

肿瘤电场治疗作为一种新兴的物理干预方法，在临床实践中通过使用电场发生装置在肿瘤组织周围施加低强度（1-3V/cm）、中频（100kHz-

500kHz) 的交变电场, 能够抑制肿瘤细胞的有丝分裂, 从而达到延缓肿瘤生长的目的。为了充分发挥其治疗效果, 对患者脑内电场分布的深入了解是必要的, 这有助于预测接受治疗时肿瘤区域的电场强度。在这样的背景下, 我负责了肿瘤电场治疗建模与仿真工具的开发工作, 利用我所掌握的专业知识和技能, 解决了一系列复杂的工程问题。

技术方案与实现:

首先, 我阅读了大量的文献, 从肿瘤电场治疗的原理, 生物机制到治疗实施的方式等多个方面都有了深入的了解并学习了与工程电磁场相关的知识, 明确了肿瘤治疗电场实质上是一种准静态电场, 并梳理了其计算公式。

随后, 我学习了 COMSOL

软件的使用, 通过该软件对简单模型中的肿瘤治疗电场进行了计算。计算的核心在于求解电场分布尤其是肿瘤区域内的电场强度, 确保其高于治疗阈值以实现有效治疗。接着, 我系统地学习了有限元电场计算的知识, 通过引入基函数, 结合边界条件方程, 将电场计算问题转化为连续空间域的偏微分方程求解问题, 再将偏微分方程转为其弱形式, 并使用伽辽金方法推导出基于线性基函数的方程组, 最终利用开源有限元求解器GetDP迭代求解该方程组。

使用有限元法计算电场分布需要先构建患者的头部模型, 我通过学习的医学图像处理 and 深度学习相关知识, 确定了先将患者头部MRI按不同组织类型进行分割, 再进行网格剖分的方案。我采用神经影像研究领域常用的MRI分割工具SPM12, 从患者的MRI数据中分割出头皮、颅骨、脑脊液、灰质和白质等头部固有组织类型; 对于形状复杂, 位置不固定的肿瘤区域, 则采用深度学习算法进行自动识别和分割。

在成功构建了解剖结构模型后, 我使用开源工具iso2mesh从分割后的体积数据生成四面体网格模型, 这一步对于后续的有限元分析至关重要。通过在头皮表面的适当位置放置电极, 并为每个组织体积域定义相应的介电特性。

最后, 我将上述所有步骤集成为一个全自动的软件工具, 这一过程涉及到了深度学习、概率统计、软硬件系统设计等多方面的知识。该软件工具的开发不仅要求界面友好, 操作简便, 还要保证数据处理的准确性与高效性。

项目成果:

通过跨学科知识的综合运用, 成功开发了一款肿瘤电场治疗建模与仿真软件工具。该工具能够自动从患者MRI数据中提取必要信息, 生成网格模型, 计算电场分布, 并最终输出肿瘤区域的电场强度分布图。医生可以基于这些信息, 制定出更加精准的治疗计划。

此外, 该软件工具的开发综合运用了生物医学、工程电磁场、图像处理算法、软件工程等多个领域的知识, 将理论知识与实际问题结合起来, 不仅提高了我自己的专业技能, 也为肿瘤电场治疗的研究和应用提供了新的工具, 具有重要的社会价值和实际意义。

在完成该工作的同时, 本人发表EI论文一篇, 获得发明专利一项。

(二) 取得的业绩(代表作)【限填3项, 须提交证明原件(包括发表的论文、出版的著作、专利证书、获奖证书、科技项目立项文件或合同、企业证明等)供核实, 并提供复印件一份】

1. 公开成果代表作【论文发表、专利成果、软件著作权、标准规范与行业工法制定、著作编写、科技成果获奖、学位论文等】

成果名称	成果类别 [含论文、授权专利(含发明专利申请)、软件著作权、标准、工法、著作、获奖、学位论文等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	备注
Electric Field Simulation for Tumor Treating Fields Using FEM: An Open Source and Easy-To-Use Implementation	会议论文	2023年07月21日	Proceedings of the 2023 8th International Conference on Biomedical Signal and Image Processing	1/4	
一种可闭环调控的肿瘤电场治疗系统	授权发明专利	2024年03月26日	专利号: ZL 2023 1 0655644.3	2/8	

2. 其他代表作【主持或参与的课题研究项目、科技成果应用转化推广、企业技术难题解决方案、自主研发设计的产品或样机、技术报告、设计图纸、软课题研究报告、可行性研究报告、规划设计方案、施工或调试报告、工程实验、技术培训教材、推动行业发展中发挥的作用及取得的经济社会效益等】

(三) 在校期间课程、专业实践训练及学位论文相关情况	
课程成绩情况	按课程学分核算的平均成绩： 86 分
专业实践训练时间及考核情况(具有三年及以上工作经历的不作要求)	累计时间： 1.1 年(要求1年及以上) 考核成绩： 88 分(要求80分及以上)
本人承诺	
<p>个人声明：本人上述所填资料均为真实有效，如有虚假，愿承担一切责任，特此声明！</p> <p style="text-align: right;">申报人签名：凡正波</p>	

浙江大学研究生院

攻读硕士学位研究生成绩单

学号: 22160244	姓名: 凡正波	性别: 男	学院: 工程师学院	专业: 电子信息	学制: 2.5年						
毕业时最低应获: 26.0学分	已获得: 26.0学分			入学年月: 2021-09	毕业年月: 2024-03						
学位证书号: 1033532024602213	毕业证书号: 103351202402600439			授予学位: 电子信息硕士							
学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质	学习时间	课程名称	备注	学分	成绩	课程性质
2021-2022学年秋季学期	生物医学信号处理技术与应用		2.0	85	专业学位课	2021-2022学年春季学期	“四史”专题		1.0	86	公共选修课
2021-2022学年冬季学期	生物医学工程方法学		1.0	86	专业学位课	2021-2022学年春季学期	电子与通信工程领域前沿讲座		2.0	94	跨专业课
2021-2022学年冬季学期	医疗健康工程前沿技术		2.0	93	专业学位课	2021-2022学年春季学期	医疗健康工程技术应用案例分析		2.0	87	专业学位课
2021-2022学年冬季学期	智能化仪器软硬件系统设计与应用		2.0	86	专业学位课	2021-2022学年春季学期	医疗健康工程技术综合实践		2.0	90	专业学位课
2021-2022学年秋季学期	中国特色社会主义理论与实践研究		2.0	84	公共学位课	2021-2022学年春季学期	研究生英语		2.0	免修	公共学位课
2021-2022学年冬季学期	工程伦理		2.0	94	公共学位课	2021-2022学年春季学期	研究生英语基础技能		1.0	免修	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	数据分析的概率统计基础		3.0	90	专业选修课	2021-2022学年夏季学期	自然辩证法概论		1.0	83	公共学位课
2021-2022学年秋季学期	研究生论文写作指导		1.0	89	专业学位课						

说明: 1. 研究生课程按三种方法计分: 百分制, 两级制 (通过、不通过), 五级制 (优、良、中、

及格、不及格)。

2. 备注中“*”表示重修课程。

学院成绩校核章:

成绩校核人: 张梦依

打印日期: 2024-04-02



Electric Field Simulation for Tumor Treating Fields Using FEM: An Open Source and Easy-To-Use Implementation

Zhengbo Fan
Polytechnic Institute, Zhejiang University
fanzhengbo@zju.edu.cn

Shaomin Zhang
Qiushi Academy for Advanced Studies, Zhejiang University
shaomin@zju.edu.cn

Minmin Wang
Qiushi Academy for Advanced Studies, Zhejiang University
12015005@zju.edu.cn

Yuxing Wang*
College of Biomedical Engineering and Instrument Science, Zhejiang University
wangyuxing@zju.edu.cn

ABSTRACT

Tumor Treating Fields (TTFields) therapy is a promising cancer treatment technique that inhibits tumor cell proliferation by applying alternating electric fields. Numerical simulations of TTFields electric fields based on realistic models have been widely used to analyze and optimize treatment implementation. However, most simulations are limited by solving tools, require laborious pre-processing of the model, and can only be performed manually. The paper presents a new implementation for simulating the electric field distribution of TTFields based on an open-source finite element solver. The reliability of the new implementation was verified by comparing with the analytical solution of a simple cylindrical model. Then, compared with the common simulation scheme on a realistic head model, the practical significance of this implementation in simulating TTFields electric field distribution was evaluated. This implementation reduces the workload of pre-processing and provides convenience for building an automated workflow for TTFields modeling.

CCS CONCEPTS

• **Computing methodologies**; • **Modeling and simulation**; • **Simulation support systems**;

KEYWORDS

Tumor Treating Fields, numerical simulation, finite element method

ACM Reference Format:

Zhengbo Fan, Minmin Wang, Shaomin Zhang, and Yuxing Wang. 2023. Electric Field Simulation for Tumor Treating Fields Using FEM: An Open Source and Easy-To-Use Implementation. In *2023 8th International Conference on Biomedical Signal and Image Processing (ICBIP 2023)*, July 21–23,

*Corresponding author.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for components of this work owned by others than the author(s) must be honored. Abstracting with credit is permitted. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee. Request permissions from permissions@acm.org.

ICBIP 2023, July 21–23, 2023, Chengdu, China

© 2023 Copyright held by the owner/author(s). Publication rights licensed to ACM.

ACM ISBN 979-8-4007-0769-8/23/07...\$15.00

<https://doi.org/10.1145/3613307.3613328>

2023, Chengdu, China. ACM, New York, NY, USA, 7 pages. <https://doi.org/10.1145/3613307.3613328>

1 INTRODUCTION

Tumor Treating Fields (TTFields) is a non-invasive cancer treatment technique that has been approved by the FDA for the treatment of glioblastoma and mesothelioma [1, 2]. Generally, TTFields delivers low-intensity alternating electric fields (1-3V/cm) at intermediate frequency (100-300kHz) to inhibit the proliferation of tumor cells [3]. The spatial distribution of electric field (EF) induced by TTFields within the tumor is considered one critical factor for efficacy. Several previous in vitro studies have investigated that the TTFields can arrest tumor cell proliferation when induced EF intensity greater than 1V/cm [3–5]. Furthermore, clinical trials have indicated that higher EF intensities are associated with increased patient survival rates [6]. However, it is difficult to obtain spatial EF distributions directly from human brains during TTFields.

Thus, the simulation model of TTFields has been utilized to calculate the generated EF distribution for individuals. The differences in anatomical structure may have a significant impact on the EF distribution within the tumor areas. And computational models based on anatomical structures have been shown to assist in creating effective TTFields treatment plans [7, 8].

EF modeling is increasingly being utilized by researchers to analyze the implementation of TTFields. This includes predicting the optimal treatment layout and assessing the enhancement of EF intensity in tumor areas following skull remodeling surgery [9–12].

However, EF modeling for TTFields within the head is still complex work. In general, anatomical data from magnetic resonance imaging (MRI) can be used to create volumetric meshes that are then imported into COMSOL for calculation [7, 13, 14]. Nevertheless, manual and repeated mesh correction in other preprocessing software is required before importing into COMSOL, which is inconvenient for nontechnical individuals. Moreover, this also slows down the development of individual precision therapy which relies on evaluating multiple simulations, such as repeated simulations to optimize electrode positions.

In this paper, we present a new implementation for simulating TTFields EF distribution by using the open-source finite element solver GetDP (A General Environment for the Treatment of Discrete Problems) [15]. It can simulate the EF distribution in realistic head models and only need to process the volumetric meshes of the head

证书号第6829427号



发明专利证书

发明名称：一种可闭环调控的肿瘤电场治疗系统

发明人：王玉兴;凡正波;王敏敏;张韶岷;谢旭;钱宏飞;潘赞
陈光弟

专利号：ZL 2023 1 0655644.3

专利申请日：2023年06月05日

专利权人：浙江大学

地址：310012 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

授权公告日：2024年03月26日

授权公告号：CN 116617577 B

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，颁发发明专利证书并在专利登记簿上予以登记。专利权自授权公告之日起生效。专利权期限为二十年，自申请日起算。

专利书记载专利权登记时的法律状况。专利权的转移、质押、无效、终止、恢复和专利权人的姓名或名称、国籍、地址变更等事项记载在专利登记簿上。



局长
申长雨

申长雨

2024年03月26日

证书号 第6829427号

专利权人应当依照专利法及其实施细则规定缴纳年费。本专利的年费应当在每年06月05日前缴纳。未按照规定缴纳年费的，专利权自应当缴纳年费期满之日起终止。

申请日时本专利记载的申请人、发明人信息如下：

申请人：

浙江大学

发明人：

王玉兴;凡正波;王敏敏;张韶岷;谢旭;钱宏飞;潘赟;陈光弟