

基于 COM 组件的激光热效应预测平台

Estimate of Laser Thermal Effect Based on COM

(1.中科院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)邓招奇^{1,2} 唐玉国¹

DENG ZHAOQI TANG YUGUO

摘要:利用 Matlab 下的有限元算法求解生物组织热传输 Pennes 方程,将相关函数做成 COM 组件,在 VC 中调用 COM 组件,分析并设计了具有较强通用性和实用性的激光热效应预测平台。实现了对组织温度的瞬态分析以及温度时间响应曲线输出,为静脉曲张激光疗法提供了一种预测手段。

关键词:COM; 热效应; 有限元

中图分类号:TP311.11 **文献标识码:**A

Abstract:Bio-heat transfer Pennes equation was solved by the finite element method (FEM) realized by Matlab program. COM of function about FEM was made in Matlab, which should be called by VC to design the estimating flat of Laser thermal effect. The instantaneous analysis for tissue temperature was achieved and the temperature time curve was outputted. An estimating method for laser therapy to varicosity was achieved by the flat.

Key words: COM, Thermal Effect, FEM

1 引言

下肢静脉曲张是血管外科中常见的一种血管病变类疾病,最新治疗方法激光微创疗法是利用光纤将激光导入静脉,利用激光光热效应,使静脉腔内血液沸腾产生蒸汽损伤内皮细胞和静脉壁,使其纤维化,从而达到治疗的效果,其优点是治疗时间短,患者痛苦小,且微创疗法不影响美观,是目前治疗静脉曲张较为理想的方法。但是由于治疗时间短和组织的个体差异,往往治疗的参数和结束点难以准确把握,经验因素较多。结合数值分析和实验手段,构建静脉曲张激光疗法的热效应预测平台,将温度响应作为疗效的直观反映和临床控制参数,以利于治疗效果的完善。

组织光热效应研究从经典的生物热传输模型 Pennes 方程出发,得到激光照射下组织的热响应。由于 Pennes 方程(偏微分方程)的复杂性,往往无法求出解析解,我们利用 Matlab 强大的数值运算功能,采用有限元方法求其数值解。为了使输出结果能够更加直观的反映组织的热效应,我们在 VC 的编译环境下,开发设计了具有可视化输出的激光热效应预测平台。而 COM 组件将在其中起到沟通 Matlab 和 VC 的桥梁作用。

2 Matlab 有限元数值模拟

有限元的基本概念是用较简单的问题代替复杂问题后再求解。在进行激光与组织的光热效应的预测时,我们主要在 Matlab 下利用有限元来求解生物传热方程

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} = K \nabla^2 T + Q_r + Q_s$$

其中 $Q_r = \mu_a (1-R) \exp\left[-\frac{r^2}{2a_0^2} \exp(-\mu_a z) - \mu_a z\right] \exp[-4(t-\tau)^2/\tau^2]$ 是热源项。

如图 1 所示,我们将三维的血管化为柱坐标下的二维分布。在 Matlab 下对计算区域进行有限元划分,该区域被分成许多三角形,当这些三角形足够小时,三角形顶点的温度分布就可以

代表组织的温度分布。计算结果给出各个时间点组织温度的整体分布,在此基础上,我们编制了组织温度时间响应曲线和组织温度坐标分布曲线的 M 文件。

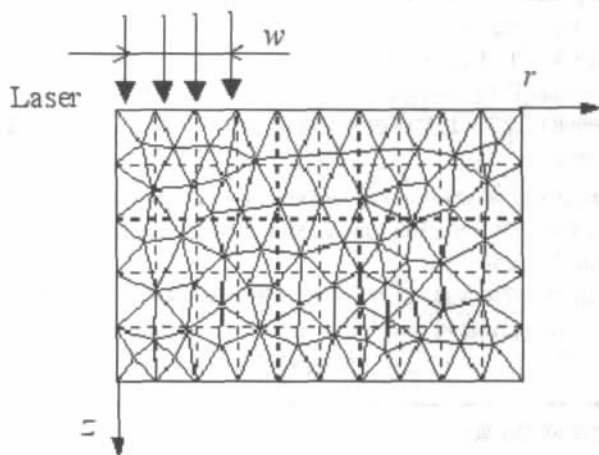


图 1 轴对称柱坐标下组织的几何形状

预测平台的最终目的是实现可视化的输出,能够直观的反映组织的温度响应。图 2 是预测平台的总体流程示意图,首先进行 COM 初始化,然后根据设定的组织外形参数进行组织形态的网格初始化划分,接着进行网格加密的判断,网格数据可以直接输出,用来检测网格的加密程度,也可以根据设定的边界条件矩阵以及传热方程的参数解抛物线方程,此处的生物传热方程属于偏微分方程中的抛物线型方程,最后输出结果,包括组织瞬态温度分布和组织的温度时间响应曲线。

3 VC 与 Matlab 混合编程

预测平台在 VC 中实现,但是平台的核心却需要利用 Matlab 的数值运算功能,因此需要考虑 VC 与 Matlab 的混合编程。VC 调用 Matlab 的方法有多种,本文使用 Matlab 的

邓招奇:在读硕士

COMBuilder工具箱,在 Matlab 中将相关的函数制作成 COM 组件,然后在 VC 中直接调用 COM 组件,实现 VC 与 Matlab 函数的通讯。

COM 是 component object module 的简称,它是一种通用的对象接口,任何语言只要按照这种接口标准,就可以实现对它的调用。Matlab 附带的 COMBuild 工具箱就是把 Matlab 编写的函数做成 COM 组件,供其他语言调用。该方法实现简单,通用性强,而且几乎可以使用 Matlab 的任何函数,当然也包括用户自己编制的函数。VC 中调用 COM 组件的步骤如下:(1) 初始化 COM 库;(2) 得到 COM 对象的 CLSID;(3) 创建一个 COM 对象的实例;(4) 使用 COM 对象;(5) 退出 COM 对象。

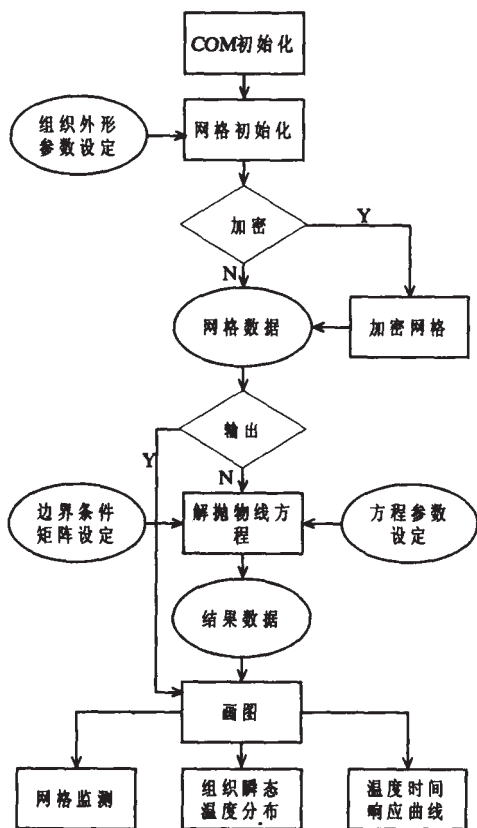


图2 预测平台总体流程示意图

首次使用 COMBuilder 工具箱时,必须进行合适的编译器设置,在 Matlab 命令行中分别键入:mbuild - setup 和 mex - setup,根据提示选择 VC 的编译器。然后在 Matlab 的命令行键入 comtool,启动 COMBuilder 工具箱,创建一个新工程,在 component name 里填上 ComLaser,在 Class name 里填上 ClassLaser,然后点击 project- Add files,将激光热效应预测中用到的 Matlab 函数添加到工程中,然后点 Build- Com Object,就会在 ComLaser \distrib\ 文件夹下生成一个 ComLaser_1_0.dll (它就是做好的 COM 组件)。在此过程中,需要注意三个问题,一,处理好 Matlab 函数中的全局变量,全局变量是 Matlab 中用于函数与函数之间通讯的变量,由于 COMBuilder 工具箱对于全局变量比较敏感,往往导致 COM 组件的创建失败,因此将涉及到全局变量的函数中的全局变量全部改名,这并不影响这些函数的功能相互之间的通讯,却能保证 COM 组件的创建成功;二,Matlab 中部分函数直接以其他函数的名称为输入参数,例如 fun1(fun2),其中 fun2 是另外一个函数的函数名。在 COM 组件创建时,如果

fun1 被添加到 COM 中,那么 fun2 也必须添加到 COM 中,否则,将导致 COM 创建失败;三,如果要在其他电脑上使用 COM 组件,必须注册该组件,可以在命令行窗口中对其注册,也可以在创建 COM 组件后直接打包,然后在其他电脑上解包即可完成自动注册。

在 VC 中创建一个 MFC 工程 ComLaserTest,将 ComLaser\src\ 文件夹下的 ComLaser_idl.h,ComLaser_idl.i.c 文件添加到工程中,为了加快程序运算时的速度,我们将 COM 初始化和创建 COM 对象实例的步骤都放到程序对话框初始化的阶段。

接着,编制 VC 下的运算函数。此时只需按照运算的步骤和用户的需求调用 COM 对象中的成员函数。以解抛物线方程函数(有限元数值模拟的关键函数)为例,部分源代码如下:

```

CComLaserTestDlg::ParabolicFun()//解抛物线方程函数
{
    .....
    VARIANT u0,tlist; //函数部分参数初始化
    VariantInit(&u0);
    VariantInit(&tlist);
    u0.vt=VT_R8;//double 类型数据
    tlist.vt=VT_R8|VT_ARRAY;//double 类型的矩阵
    u0.dblVal=m_OriginTemp;//初始化 u0
    UINT CaculateTime;
    CaculateTime=m_CaculateTime+1;
    SAFEARRAYBOUND rgsaboundtlist={CaculateTime,0}; //设定
    矩阵的个数
    tlist.parray=SafeArrayCreate (VT_R8,1,rgsaboundtlist); // 创
    建矩阵
    double *ptmptlist;
    ptmptlist=new double[CaculateTime];
    for(UINT i=0;i<CaculateTime;i++)
    ptmptlist[i]=i;
    tlist.parray->pvData=ptmptlist; //初始化 tlist 矩阵
    .....
    hr =pMyClassLaser ->parabolic (1,&u0,tlist,b,p,e,t,c,a,f,d,
    drtol,atd); //直接调用 parabolic 函数
}
  
```

这里 VARIANT 类可以看作一种容器(Container),它承载了各种类型的变量,由于在 VC 中变量在使用前一定要先声明其类型,因此 Matlab 中的函数变量在 VC 中以 VARIANT 定义其类型,具体 VARIANT 的其他用法可参考 MSDN。

4 结束语

我们在 VC 中调用 Matlab 组件,设计和实现了激光热效应预测平台,在 Matlab 强大的运算函数的基础上,充分利用了 VC 这个优秀的界面编译工具,使得复杂的运算函数的编制变的简单。此预测平台不仅可以预测血管的激光热效应,只要稍作改动,便可以适用于其他各种生物组织的激光热效应的预测。另外,此软件可以完全脱离 Matlab,单独运行于未安装 Matlab 的计算机上,因此软件的设计具有很强的实用性和通用性。

本文作者的创新点在于充分分析激光生物热效应的基础上,把 Matlab 的数值分析功能和 VC 的可视化程序设计结合为一体开发出了的激光热效应预测平台,并探讨了 VC 与 Matlab 混合编程的一些关键问题。(下转第 277 页)

5 结论

(1)同一驾驶人的驾驶行为有相似性。

(2)傅立叶变换能够很好的还原方向盘角度曲线,继而可以通过傅立叶级数作为给驾驶员建模的重要参数。

(3)在建立正常驾驶的模型下,可以有效地识别疲劳驾驶。

(4)疲劳驾驶的研究,给驾驶员正常情况下建立好模型后,在同一驾驶条件下,疲劳驾驶与正常驾驶有很明显的区别,这就是区分疲劳驾驶的突破口。

本文创新点:

1、突破了传统研究疲劳驾驶的模式,提出了新的研究疲劳驾驶的方法。

2、在传统信号采集的基础上进行改进,用一种更有效的方法采样方向信号。

3、用傅立叶变换对方向信号进行傅立叶变换。

参考文献

[1]预防道路交通伤害世界报告:概要.世界卫生组织.2004年,日内瓦 13-14.

[2]自动驾驶仪 MP2000 及应用.汪道辉,张利辉,李华驿,龙燕.[J]微计算机信息.2002年第11期.

[3]周辉,董正宏.数字信号处理基础及 MATLAB 实现[M].中国林业出版社 2006.

作者简介:种彬(1981—),女,山东人,北京科技大学系统工程系在读研究生,专业:系统工程,研究方向:信号处理,电子工程;范玉妹(1948—),女,教授,研究方向:运筹学理论及其应用等。

Biographies:Chong Bin (1981—), female, SHAN DONG province, master of Department of Communication, University of Science & Technology, Beijing. Study aspect: Signal Processing, Electronical Engineering.

(100083 北京 北京科技大学信息学院) 种彬 范玉妹 钟延炯 宋学浩

(university of science and technology of Beijing, Beijing, China, 100083)Chong Bin Fan YuMei Zhong YanJiong Song XueHao

通讯地址:(100083 北京 北京科技大学 信息工程学院 信研 04-5 班 111#)种彬

(收稿日期:2007.5.13)(修稿日期:2007.6.15)

(上接第 279 页)

参考文献

[1]Pennes H. H, Analysis of Tissue and arterial blood temperatures in the resting human forearm, J. Appli. Physiol. 1948, 1(2): 93-122.

[2]Zhao Youquan, Fan Shifu, et al. Study on Photothermal Transfer and Thermal Damage of Bio-tissues. Chinese Journal of Laser(中国激光). 2004,31(5):632.(in Chinese)

[3]Guo Lihua, et al. Research on Commix Programming Technology and its Application for Lorenz attractor Analysis. Control&Automation [J] 微计算机信息. 2006,22 (5-3):230.(in Chinese)

作者简介:邓招奇(1981-),男(汉族),江苏宜兴人,中科院长春光机与物理研究所在读硕士,主要从事激光医学方面的研究。

Biography:Deng Zhaoqi (1981-), male, the Han nationality,

Jiang Su, Changchun Institute of Optics Fine Mechanics and Physics, Master, Major in Laser medicine.

(130000 吉林长春 中科院长春光学精密机械与物理研究所) 邓招奇 唐玉国

(100039 北京 中国科学院研究生院)邓招奇

(Changchun Institute of Optics Fine Mechanics and Physics, Jilin Changchun, 130000)Deng Zhao Qi Tang Yu Guo

(Graduate School of the Chinese Academy of Science, Beijing, 100039)Deng Zhao Qi

通讯地址:(130033 吉林省 长春市经济技术开发区营口路 20 号长春光机所研究生公寓 B 座 503 室)邓招奇

(收稿日期:2007.5.13)(修稿日期:2007.6.15)

(上接第 281 页)

[2]Takens F. Detecting strange attraction in turbulence. Lecture Notes in Mathematics. New York: Springer Verlag, 1980. 898:366-381

[3]王丹丹,王怀阳,李晓燕,程俊峰.基于混沌理论的心电信号特性研究.[J]微计算机信息,2006, 22 (3-1):243-244.

[4]Grassberger P, Procaccia I. Measuring the strangeness of strange attractor. Physica D, 1983, 9:198-208

[5]陈益峰,吕金虎,周创兵.基于 Lyapunov 指数改进算法的边部位移预测.岩石力学与工程学报, 2001, 9, 20(50):671-675

作者简介:戴丽,女,1982 年生,硕士研究生,专业:通信与信息系统,研究方向:犬动脉血流量及剪切应力混沌理论研究,王怀阳,男,副教授,研究方向:通信理论。

Biography: Dai Li, female, born in 1982, graduate. The major is communication and information system. The study field is blood flow and shear stress of dog artery and chaos theory. Wang Huaiyang, male, associate professor, The study field is communication theory.

(266100 山东青岛 中国海洋大学电子工程系)戴丽 王怀阳

(510089 广东广州 中山医科大学辅助循环实验室)郑振声

(Department of Electronics Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China) Dai Li Wang Huai Yang

(Assisted Circulation Laboratory, Sun Yat-sen University of Medical Science, Guangzhou 510089) Zheng Zhen Sheng

通讯地址:(266100 山东 青岛崂山区中国海洋大学信息科学与工程学院电子系 04 级研)戴丽

(收稿日期:2007.5.13)(修稿日期:2007.6.15)

书 讯

《PLC 应用 200 例》

110 元 / 本(免邮资) 汇至

《嵌入式系统应用精选 200 例》

110 元 / 本(免邮资) 汇至

地址:北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室
微计算机信息杂志收 邮编:100081

电话:010-62132436 010-62192616(T/F)