

光学相干层析成像综述

Review on Optical Coherence Tomography

陈玉平 CHEN Yu-ping

(西安航空职业技术学院, 西安 710089)

(Xi'an Aeronautical Polytechnic Institute, Xi'an 710089, China)

摘要: 光学相干层析成像(OCT)是一个新兴的、非常有前景的、非侵入、非接触和非损坏的成像技术并已被广泛应用在生物、医药及材料等领域。本文介绍了 OCT 领域的发展。

Abstract: Optical coherence tomography (OCT) is an emerging very promising noninvasive non-contact and nondestructive imaging technique and has been widely applied in biological and medical fields as well as in technical fields. This paper introduced the progressing of study on OCT filed.

关键词: 光学相干层析成像 生物医药 图像技术

Key words: optical coherence tomography biological and medical imaging technique

中图分类号: TH744 D439

文献标识码: A

文章编号: 1006-4311 (2014) 32-0255-02

DOI:10.14018/j.cnki.cn13-1085/n.2014.32.137

0 引言

光学相干层析成像技术 (Optical Coherence Tomography, 简称 OCT) 是近年来发展较快的一种最具发展前途的新型层析成像技术, 特别是生物组织活体检测和成像方面具有诱人的应用前景, 已尝试在眼科、牙科和皮肤科的临床诊断中应用, 是继 X-CT 和 MRI 技术之后的又一大技术突破, 近年来已得到了迅速的发展。

1 光学相干层析成像技术回顾

随着科学的进步, 当今医学成像技术已经在医学诊断中起着重要的作用, 各种探测方法和显示手段趋于更精确、更直观、更完善从而有助于人们观察生物组织, 了解材料结构, 它的发展是物理、数学、电子学、计算机科学和生物医学等多门学科相互结合的结果。

基金项目: 陕西省教育厅项目 (12JK0672)。

作者简介: 陈玉平 (1962-), 男, 上海人, 讲师, 主要研究方向为光电检测。

从显微镜的发明到 X 射线在医学上的应用使人们以图像的形式观察到了肉眼不能直接看到的形态结构, 推动了医学诊断的发展。目前, 各种医学成像技术不断发展, 用于生物医学领域的研究, 不同的成像原理可以用于观察不同的器官组织, 不但给出组织的形态, 还对组织特征进行识别和检测。

各种成像技术中, 光学相干层析成像 (Optical Coherence Tomography) 是一项新兴的光学成像技术, 当从散射介质中返回的弹道光子和蛇行光子与参考光的光程差在光源的相干长度范围内, 发生干涉, 而漫射光子与参考光的光程差大于光源的相干长度, 不能发生干涉, 从而把带有被测样品信息的弹道光子和蛇行光子提取出来, 进行成像, 它可以实现对生物组织高分辨率的非侵入层析测量, 具有广泛的应用前景。

光学相干层析成像技术是从光学相干域反射仪 (或光学低相干反射仪) 发展而来的, 1991 年, 美国麻省理工学院 (MIT) 的 David Huang 等人在 Science 上首先报道了光

模拟退火算法的各类参数错综复杂, 对算法性能的影响很大, 因此参数的组合优化问题值得进一步研究和探索。

参考文献:

- [1] 杨小兵. 基于遗传算法的学分制下多校区排课系统的研究与实现[D]. 昆明理工大学, 2010.
- [2] 康立山. 非数值并行算法. 第一册: 模拟退火算法[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [3] S. Kirkpatrick. & C. D. Gelatt. & M. P. Vecchi. Optimization by Simulated Annealing[J]. Science, 1983, vol.220: 671-680.
- [4] 姚明海, 王娜. 基于改进模拟退火算法求解 TSP 问题[J]. 渤海大学学报 (自然科学版), 2013, 34 (1).
- [5] 庞峰. 模拟退火算法的原理及算法在优化问题上的应用[D]. 吉林大学, 2007.
- [6] 朱洁. 基于 J2EE 的山西医科大学高校排课系统研究与设计[D]. 电子科技大学, 2012.
- [7] 王庆荣, 袁占亭, 张秋余. 基于改进遗传—模拟退火算法的公交排班优化研究[J]. 计算机应用研究, 2012, 29 (7).

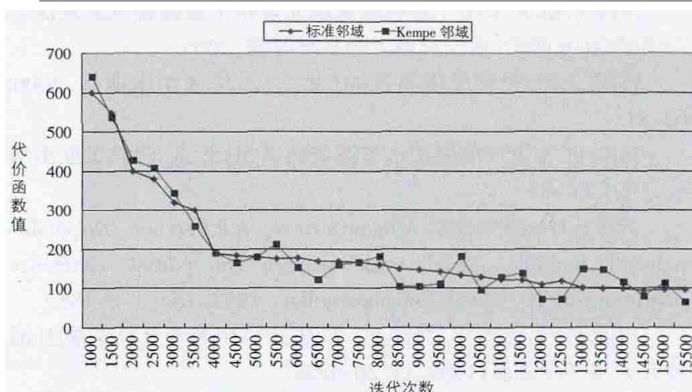


图3 两种邻域模式的比较

3 结论与展望

分析了排课问题的组成要素、约束条件和系统目标, 建立了排课问题模型, 利用模拟退火算法搜索最优解。通过多次实验和数据分析, 证明了系统有较好的实用价值。

学相干层析成像(简称 OCT)技术。之后 Schmitt 等将此技术用于生物组织光学特性参数测量,取得了很好的效果。1996 年 Carl Zeiss Meditec Inc. of California 把眼科的 OCT 系统做成临床医疗器械投放市场。

OCT 技术问世以来,各个研究机构为了扩展它的应用范围和提高性能进行了大量的研究工作,出现了许多新方法,为 OCT 技术在医学领域的广泛应用打下基础。将 OCT 技术与多普勒技术相结合,形成一种新的检测仪器——多普勒光学相干层析系统,可用来检测眼部血管的血流速度和流向,还能测量介质的结构特性。把 OCT 技术与内窥镜结合起来形成 OCT 导管式内窥镜,能够用于对心血管系统、胃肠道系统、泌尿系统及呼吸道等管状生物组织的高分辨率成像;为了在高散射介质中获得更高的纵向分辨率和更大的探测深度,将 OCT 技术与光学共焦显微术结合起来形成了光学相干显微术,能够有效的滤除高散射介质远离焦面的杂散光。

在国内,对 OCT 的研究也正在进行,主要包括有:上海光机所和南开大学进行了 OCT 技术研究及生物组织光学的探讨,建立了用 SLD 作为光源的 OCT 系统,采用了相位调制的外差探测方法;清华大学分别用飞秒激光器和 SLD 作为光源建立了 OCT 系统,并采用了傅立叶域光学延迟线的扫描方法,得到了洋葱和兔子眼球的层析图像;天津大学进行了线聚焦 OCT 技术研究及 PS-OCT 的研究;华中科技大学对 OCT 技术作了理论阐述,并采用 LED 作为光源建立了 OCT 系统。但是目前国内对于 OCT 的研究还只是局限于实验阶段,与国外同行还有一定差距。

OCT 是一种 20 世纪 90 年代兴起的新型层析成像技术,它的出现及发展称得上是医学诊断领域一次突破。自 OCT 技术出现以来,发展非常迅速,各种新技术不断出现,从分离式 OCT 到全光纤式 OCT,再到 ODT 和内窥镜式 OCT,层出不穷,应用范围逐渐扩大,从最早用于眼科到今天用于对牙齿、心脏、肠胃道的清晰成像。但 OCT 不会取代超声或者核磁共振成像,而是作为医学成像的一个有益的补充。目前,OCT 技术的研究在美国、西欧以及日本等一些发达的国家引起了重视,并投入了大量的人力物力,取得了高速的发展,而国内由于资金和仪器设备等一些条件的限制,还处于理论研究或实验室研究的阶段,需要国内相应的研究机构加大投入力度,加强应用研究,不断缩小与国外的差距,使得 OCT 技术得到更迅猛的发展。

2 光学相干层析成像术的发展

当前主流的 OCT 系统操作基本上是在所谓的时域 OCT (Time-Domain Optical Coherence Tomography, TDOCT) 系统中用点对点探测方案来执行的。

近来,一种新颖的 OCT 系统—基于光谱而非扫描干涉法的频谱领域光学相干层析成像(Spectral-Domain Optical Coherence Tomography, SDOCT)正在兴起。在 SDOCT 中,样品的全部深度结构(A-扫描)从光谱干涉图中经离散傅立叶转换而同步获得,无需深度扫描过程。其主要部件是

迈克而逊干涉仪和光谱仪。早在 1995 年, Fercher 等人就已提出谱域 OCT 概念。同年, Leitgeb 等人给出了谱域 OCT 的结果与方法。自那以来, SDOCT 已得到很大发展。2000 年, Maciej Wojtkowski 第一次报道了活体视网膜 SDOCT 成像。SDOCT 相关的理论还被快速提升。

3 光学相干层析成像在非医学领域的应用

OCT 研究的最初目的是为生物医学的层析成像,并且医学应用仍然继续占主导地位。除了在医学领域的应用,随着 OCT 技术的发展, OCT 技术正在向其他领域推进,特别是工业测量领域,如位移传感器、薄底片的厚度测量以及其他可以转换成位移的被测物的测量。

最近,低相干技术已作为高密度数据存储的关键技术。OCT 技术还可用于测量高散射聚合物分子的残余孔隙、纤维构造和结构的完整性。还可以用于测量材料的镀层。OCT 技术还能用于材料科学, J.P. Dinkers 等人使用 OCT 技术对复合材料进行了无损的检测。M. Bashkansky 等人利用 OCT 系统对陶瓷材料进行了检测,拓展了 OCT 技术的应用范围。S.R. Chinn 等还对 OCT 在高密度数据存储中的应用进行了研究,实现多层光学存储和高探测灵敏度。

4 结语

OCT 技术以其非接触性和非破坏性、有极高的探测灵敏度与噪声抑制能力、高分辨率无损伤和在体检测上对活体组织无辐射等优越性以及造价低、结构简单等优点,在材料科学和生物医学等领域的无损检测方面有着重要的应用价值和广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] A.F. Fercher, C.K. Hitzenberger, M. Sticker, et al. Dispersion compensation for optical coherence tomography depth-scan signals by a numerical technique [J]. Optics Communications, 2002, 204: 67-74.
- [2] D. Huang, E.A. Swanson, et al. Optical Coherence Tomography [J]. Science, 1991, 254: 1178-1181.
- [3] 陈玉平, 赵宏, 杨琦, 等. 谱域光学相干层析成像系统的实验研究[J]. 西安交通大学学报, 2008, 42(7): 815-817.
- [4] 朱永凯. 光学相干层析成像及光学相干显微技术的理论与应用研究[D]. 西安: 西安交通大学机械学院, 2005.
- [5] 高上凯. 医学成像系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000: 62-81.
- [6] 吴世法. 近代成像技术与图像处理[M]. 北京: 国防工业出版社, 1997: 21-40.
- [7] C.K. Hitzenberger, A. Baumgartner, A.F. Fercher. Dispersion induced multiple signal peak splitting in partial coherence interferometry [J]. Optics Communications, 1998, 154: 179-185.
- [8] 薛玲玲, 张春平, 张建东, 等. 生物组织光学及其进展[J]. 激光与光电子学进展, 1999, 11: 36-42.
- [9] 朱永凯, 赵宏, 王昭, 等. 旋转式扫描方法在光学相干层析成像系统的应用[J]. 西安交通大学学报, 2004, 38(9): 913-915.
- [10] 高上凯. 医学成像系统[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000: 62-81.
- [11] 霍纪文, 王秀章. 医学成像技术[M]. 辽宁: 辽宁科学技术出版社, 1994: 1-45.