

现代医学影像技术

康晓东 编著

MODERN MEDICAL

Image Technology

天津科技翻译出版公司

现代医学影像技术

康晓东 编著

天津科技翻译出版公司

图书在版编目(CIP)数据

现代医学影像技术/康晓东编著. —天津: 天津科技翻译出版公司, 2000. 1

ISBN 7-5433-1170-4

I. 现… II. 康… III. 影像-诊断学 IV. R445

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 56174 号

出 版: 天津科技翻译出版公司

出 版 人: 边金城

地 址: 天津市南开区白堤路 244 号

邮政编码: 300192

电 话: (022)23693561

传 真: (022)23369476

E - mail: tsttbc@public.tpt.tj.cn

印 刷: 天津市汉沽现代印刷厂

发 行: 全国新华书店

版本记录: 787×1092 16 开本 34 印张 870 千字

2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

印数 2000 册

定价 56.00 元

(如发现有印装问题,可与出版社调换)

内 容 提 要

本书是参考 90 年代后期国内外医学影像技术的最新成果编写的,书中对现代医学影像的成像技术和处理技术作了深入、全面的分析和介绍。

该书是目前国内相关领域的第一部专著。全书采用了国际上最新的书籍编写原则——知识结构、单元结构、题材结构的方法。书中第一篇“医学影像技术总论”概括了现代医学影像成像和处理技术的发展状况、影像评价的主客观标准,总结了现代医学影像技术所需要的相关知识;第二篇“医学影像成像技术分述”在把握成像理论的基础上具体分析了“四大”医学影像成像技术;第三篇“PACS 和 Telemedicine 系统”结合网络和通讯的最新技术,重点介绍了医院影像传输系统和远程医疗系统的构建与应用;第四篇“医学图像的智能识别技术与三维影像技术”以图像分割为核心探讨了它们在医学影像方面的两大重要应用——医学影像的智能识别和三维医学影像重建。

本书可用作高等医学院校高年级本科生和研究生的教材和参考书,也可作为各类成人教育、各级干部的培训教材,同时还是各级医疗单位的医务工作者及相关医疗设备企业技术人员的参考书。

前 言

医学影像中含有极其丰富的病情信息,因而在医生进行临床诊断和病人治疗中具有越来越重要的作用。医学影像技术可分为两部分内容,即医学成像技术和医学图像处理技术。前者是把人体中医生所感兴趣的信息提取出来,并以图像形式表示,这些信息包括形态信息、功能信息及成分信息;图像的形式可以是二维、三维及四维信息。后者是在获得医学图像后对其进行分析、识别、分割、解释和分类,以便把某部分增强,或提取某些特征。有些场合中,成像过程和图像处理过程可能结合为一体。

目前,对医学影像处理的常用工具是计算机,用计算机处理医学影像的前提是须将影像信息输入计算机。实现影像输入的方式有二:一是用扫描装置将其数字化;二是将检测到的人体信息(借助计算机技术)变换为图像信息——医学成像技术^①。

医学成像技术种类繁多,大体可分为:X线图像、显微图像、超声图像、磁共振图像、放射性核素成像等几大类。各类成像技术都具有自己的特点及其特定应用领域,例如,放射性核素成像分辨率低,但图像是组织化学成像,特异性高,对早期诊断十分有价值;显微图像和新发展的共焦显微技术是进行细胞水平研究的重要方法。目前临床上发展迅速、应用最广的主要是X线成像、磁共振成像和超声成像技术,其他新的成像理论和技术的研究也展示出新的前景。

上述依据不同的信息源,从断层图像扫描装置探测器采集到的投影积分测量值而产生全部像素灰度值的过程,即图像2D重建的基本方法^②主要有两类。一类是以变换为基础的变换法(此处的变换特指对检测到的信号的变换),另一类是以级数展开为基础的代数法。

临床上,分析计算机断层图像的主要方法是依次地观察各单独的二维层面,进而由观察者构想出三维的相互关系,这无疑是十分困难的。三维(3D)图像技术就是将扫描所获得的数据信息用计算机重新形成解剖学的三维透视显示,因而在医学诊断、颅面外科、整形外科、关节修复和放射治疗计划等许多临床领域极有价值。

3D图像技术的重要环节是图像插值。重构3D图像时(断层间距一般比2D图像数据的像素尺寸大),要在相邻两断层图像间进行插值获得,以产生空间三个方向具有相同尺寸的立方体数据。(1)线性插值算法中,内插图像的灰度由上下两层图像对应的像素灰度值的线性插值获得。动态弹性插值充分利用两个轮廓线间的变化趋势,适于在层距较大的情况下进行连续变化的中间层插值。(2)动态弹性插值算法的前提是要找准相邻两层中图形的轮廓,适用于连续、没有极端凹凸形轮廓的图像。将两个相邻断面上的轮廓先投影到一个与之平行的平面上,对极心作极坐标变换,求出极径与两个轮廓的交点,再对交点间的极径线段按给定插值原则划分得到中间轮廓(在此基础上处理凹多边形的插值)。基于形状的目标插值可解决线性插值造成的伪像。

在3D图像的显示环节中,自2D边界形成3D边界常用三角贴片,以使影像的表面光滑。3D图像的另一个重建方法是体重建法。该法把整个体积向屏幕投影,采用较多的技术是最大

① 有些文献称其为二维(2D)重建。

② 有些文献定义为成像方法。虽然定义不同,但理论实质相同。

强度投影法,所产生的投影像中的点代表从某一视角发射的光线穿通体积时,在光路中遇到的各体素中最大的强度。

图像识别属于人工智能研究领域。图像识别的首要环节就是对图像实施分割。所谓图像分割就是根据某种均匀性(或一致性)的原则将图像分成若干个有意义的部分,使得每一部分都符合某种一致性的要求,而任意两个相邻部分的合并都会破坏这种一致性。

1. 几乎所有的医学图像中,无论是物体还是背景的灰度值都有一个分布,而且有时有灰度值方图中呈双峰或多峰情况。采用加权变换(此处指对图像的形式变换)后的直方图,可以得到比原直方图更明显的峰谷分界,从而改进了图像的分割。类似的分割称阈值分割。

2. 多数情况下,仅从对象的灰度差别来分割图像是不够的。当图像的差别表现在纹理或从图像灰度派生的统计参数中时,可以在由原始图像的灰度、纹理及其他统计参数共同构成的多维特征空间进行聚类分析。如果特征变量选择得合适,被识别的对象点就会在这个多维特征空间中成团成簇地分布。

3. 区域生长技术要求在各图像区域里首先寻找一些根点,再通过某一合适的准则将其周围邻近像素(或子区)归并,以使区域逐渐生长扩大。利用人机交互方式从感兴趣体积中选出数个根点,利用体元的连通性对区域进行扩展,从而实现分割。

4. 物体与背景之间的灰度(或纹理)特性上存在着某种不连续(或突变)时。边缘即指它的两侧分属于两个区域,每个区域内部的特性相对比较均匀一致,而两个区域之间的特性上则存在一定差异。对图像的灰度特性进行微分运算,可以检测图像边缘像素点处的不连续程度,从而实现边缘的检测。

边缘检测是图像处理领域的另一大类研究方向。(1)因小波变换的局部极大值点反映了图像信号的突变点位置,即图像边缘位置,因此可用于图像边缘检测;(2)图像表面的分形维数是表面纹理的一种描述,可用于不同纹理区域边界的提取,但是在边缘处不满足分形特性,特别是在多尺度下,边缘处的分形维数变化较大;(3)除分形维数外,有用多尺度检测方法实现造影血管边缘及细胞边缘的检测;(4)利用三维矩阵的运算推导出相应的边界系数公式,用于拟合边界,可得到边界表面边界方向、边界位置及边界强度。

医学影像的压缩是图像不失真(不影响诊断)传输的前提和保证。值得说明的是对医学影像处理的一个新的研究方向是图像的匹配(融合)。

医学图像的处理是基于知识的图像处理方法,其知识来源包括:(1)临床知识,即某种疾病的症状及它们所处的位置;(2)解剖学知识,即某器官的解剖学和形态学信息,及其几何学和拓扑学的相互关系,这些知识通常是用图谱来表示的;(3)成像知识,例如核磁共振成像时的扫描仪数据采集规则、脉冲序列,以及关于反差机理和可能伪像的信息,这类知识与成像方法及其具体的设备有关;(4)统计知识,例如MRI的质子密度、横向和纵向弛豫时间等统计数据,并把它们与解剖学有关的数据联系起来。

在医学影像中,由于噪声、部分容积效应、运动伪像等成像中的问题,加之分割算法不完善和知识模型的含糊性,使得二值决策几乎不可能,因此,经过训练的神经网络知识,在模式识别上具有特别的优越性,非常适合识别医学图像。基于并行算法、语言及结构的图像模式识别是目前尤其为图像智能诊断研究的最活跃领域。

总之,现代医学影像技术所涉及的面广且杂,涉及到的知识领域深,与临床医学的联系较密切。所以本书将从现代医学影像的技术基础和现代医学影像技术应用两方面来阐述现代医

学影像技术。

无论是医学影像成像技术还是医学图像处理技术,也无论是现代医学影像的技术基础还是现代医学影像技术应用,此书所涉及的知识基础和最新发展内容都是非常庞杂的。在此书的编写过程中,得到了许多专家学者的热情支持、鼓励和帮助,无限的感激之情支撑笔者完成了书稿。

首先要感激的是本书相关领域的前辈们所做出的开拓性工作(见参考文献),是前辈们的努力才使得笔者能够站在他们的肩上来重新审视现代医学影像技术。

在此还要特别感谢各位师长和各位治学严谨的先生们。

天津医科大学医学影像学系主任、博士生导师贺能树教授在本书构思之初就给予了巨大的关怀和帮助;天津医科大学博士生导师张云亭教授和白仁驹教授一直关心和过问本书的编写工作,特别是白仁驹教授对书中外来语的规范化问题提出了许多修改意见;天津医科大学生物医学工程系主任、博士生导师李迎新教授审阅了本书有关医学影像装置方面的内容;天津大学计算机系何丕廉教授审阅了本书有关计算机网络与应用方面的内容;张新荣教授审阅了本书有关计算机体系结构及模式识别方面的内容;全国电子技术教学研究会秘书长康巨珍教授审阅了本书有关信号处理与变换方面的内容;天津电信局欧阳伟高级工程师审阅了本书有关通讯方面的内容;中国生物医学工程学会秘书长、博士生导师顾汉卿教授提供了大量的有关三维影像方面的资料。另外,由国内医学影像学领域的两位鼻祖:中华放射学会副主委、《中国医学计算机成像杂志》杂志社社长、博士生导师陈星荣教授和中华医学会理事、中华放射学会顾问、博士生导师吴恩惠教授分别在百忙中为本书赐序做跋。

再有,要感激笔者的朋友和家人,是他们始终如一地支持笔者完成了这八十余万字的书稿工作。

最后,天津中医学院临床医院的王雪飘先生参与讨论了第八章并撰写了其中部分内容,天津大学的何振雄先生参与讨论了第十五章并撰写了其中部分内容,天津医科大学第一临床医院的吴奇先生参与讨论了第七章、第十六章并撰写了其中部分内容。在本书的编写和出版过程中,徐卉女士、许金铭先生、王耀刚先生、柳春敏女士、付斌先生等都参与做了很多工作,在此向这些同志谨致谢意。

需要说明的是,由于本书谋篇时间较长,而笔者的案头工作又缺乏条理,因而编写过程中引用或参考过的一些资料未能在参考文献中一一列出,在此向相关文献资料的作者深表歉意。

鉴于医学影像技术在国内外都尚属较新的知识领域,加之本书涉及面广,笔者才疏学浅,书中肯定有值得商榷之处。笔者诚恳地希望各位读者、各位研究和从事相关工作的学者专家提出宝贵意见。

康晓东

1999年8月于天津南开园

目 录

第一篇 现代医学影像技术基础	(1)
第一章 现代医学影像技术概述	(3)
第一节 医学影像装置的分类与组成	(3)
一、X 线摄影装置	(3)
二、红外影像与医用内窥镜	(11)
第二节 医学影像装置与三维医学影像引导	(15)
一、“四大”医学影像装置	(15)
二、立体定向手术与三维医学影像引导技术	(16)
第三节 基于 PACS 的远程医学	(19)
一、PACS 的构成	(20)
二、PACS 的显示和通信	(22)
第二章 医学图像及其评价	(23)
第一节 医学图像及其可视性	(23)
一、医学图像	(23)
二、医学图像可视性的概念	(24)
第二节 影响对医学图像评价的因素	(32)
一、影响对医学图像评价的客观因素	(32)
二、影响对医学图像评价的主观因素	(34)
三、医学图像评价的办法	(36)
第三章 计算机与医学图像	(38)
第一节 计算机与计算机图形	(38)
一、计算机基础	(38)
二、计算机图形学	(48)
第二节 图像与图形	(49)
一、模拟图像与数字图像	(49)
二、关于图形	(50)
第三节 医学影像及其媒体特征	(51)
一、多媒体的概念	(51)
二、计算机医学影像	(52)
三、计算机三维医学影像	(58)
第四章 传感器与测控系统信号分析	(62)
第一节 传感器及其信号	(62)
一、传感器组成特性	(63)
二、传感器信号	(68)
第二节 傅氏变换和拉氏变换	(69)

一、傅氏变换	(69)
二、拉氏变换	(76)
第三节 测试系统模型与分析	(77)
一、系统的线性化	(78)
二、传递函数	(80)
三、系统的时间响应	(82)
四、系统的频率响应	(83)
第四节 一维信号分析	(85)
一、信号调制	(85)
二、一维信号分析	(87)
三、离散非周期信号分析	(91)
第五节 系统辨识	(95)
第六节 小波分析	(98)
一、WD 变换	(98)
二、小波变换	(100)
三、小波变换应用	(104)
四、二维 CWT	(105)
第五章 图像变换与增强	(108)
第一节 二维变换	(108)
一、二维傅氏变换和 Hankel 变换	(108)
二、Hankel 变换	(115)
第二节 其他图像变换	(116)
一、其他可分离变换	(116)
二、霍特林(Hotelling)变换	(120)
第三节 图像增强	(122)
一、空间变换增强	(123)
二、空域滤波增强	(128)
三、频域增强	(130)
四、局部增强与彩色增强	(134)
第二篇 医学影像成像技术分述	(138)
第六章 图像重建理论与技术	(140)
第一节 图像颜色模型及其转换	(140)
一、颜色模型	(141)
二、颜色模型的转换	(141)
第二节 成像与量化	(142)
一、成像变换	(142)
二、量化与坐标变换	(144)
第三节 图像采样定理	(147)

第四节 几何失真校正与图像投影重建	(152)
一、关于几何失真的校正	(152)
二、投影重建的原理和分类	(154)
第五节 变换法重建	(156)
一、傅里叶反变换重建	(156)
二、卷积逆投影重建	(158)
第六节 级数展开重建与综合重建	(160)
一、级数展开重建	(160)
二、综合重建方法	(162)
第七章 X线影像原理技术	(164)
第一节 X线的产生、分布及衰减	(164)
一、X线的产生及特性	(164)
二、X线辐射场的空间分布	(168)
三、X线与物质作用形式	(170)
四、X线在物质中的衰减	(172)
第二节 X线影像	(173)
一、普通X线影像	(173)
二、X线特殊检查技术	(175)
第三节 CT值与CT数据	(177)
一、体素及CT值	(178)
二、X线-CT成像数据	(179)
三、X线-CT图像重建运算方法	(184)
四、X线-CT数据重建	(189)
五、X线-CT装置的发展	(190)
第四节 X线-CT的组成特性	(194)
一、X线-CT的基本组成	(194)
二、X线-CT的计算机系统	(196)
三、X线-CT的窗口技术	(198)
四、X线-CT的主要技术指标	(199)
第五节 CT新技术	(200)
一、螺旋CT设备及其参数	(200)
二、多层CT设备	(205)
第八章 磁共振成像系统原理与技术	(209)
第一节 磁共振及其特性量	(209)
一、核磁共振与核磁共振吸收的宏观描述	(209)
二、弛豫过程与自由感应衰减信号	(212)
第二节 磁共振成像原理	(216)
一、层面选择	(218)
二、投影重建	(218)

三、脉冲序列	(222)
四、核磁图像加权	(226)
第三节 磁共振成像系统	(228)
一、磁体和磁场	(228)
二、射频场和射频控制系统	(230)
第四节 MR 成像质量及影响因素	(232)
一、MR 图像质量的影响因素	(232)
二、成像参数和脉冲参数对图像质量的作用	(234)
第五节 MR 设备新技术	(235)
一、减少扫描数据量技术	(235)
二、快速成像磁共振序列	(239)
三、磁共振成像设备主要研究方向	(250)
第九章 放射性核素影像设备与技术	(252)
第一节 核医学及其技术基础与核探测器	(252)
一、核放射性及 γ 射线	(252)
二、核设备及其组成	(253)
第二节 核医学平面影像设备	(256)
一、骨密度仪和扫描机	(256)
二、伽马照相机	(256)
第三节 单光子发射断层成像	(257)
一、SPECT 的成像原理	(257)
二、SPECT 的结构	(260)
三、SPECT 图像的质量与解决方案	(262)
第四节 正电子 ECT(PET)	(263)
一、PET 的工作原理	(263)
二、PET 误差校正	(265)
三、PET 结构	(267)
第十章 超声波成像原理与技术	(270)
第一节 超声与超声波	(270)
一、超声的概念与特性	(270)
二、超声仪器的换能器	(276)
第二节 超声诊断仪器电路构成与技术应用	(280)
一、超声电路的构成	(280)
二、新技术在超声仪器上的应用	(281)
三、人体超声图与 B 超仪	(283)
四、超声多普勒技术	(287)
第三节 超声设备新技术	(292)
一、造影成像与特征提取	(293)
二、超声生物效应	(297)

三、关于组织谐波成像	(299)
第三篇 PACS 和 Telemedicine 系统	(303)
第十一章 通讯与网络技术基础	(305)
第一节 通讯技术基础	(305)
一、通信介质与数据编码	(306)
二、局域通信和远程通信	(308)
第二节 计算机网络的结构与模式	(313)
一、计算机网络结构与层次	(313)
二、网络连结设备与基本模式	(316)
三、局域网的互连	(324)
四、网络相关标准	(326)
第三节 公共通讯及最新接入模式	(329)
一、传统的公共通信接入技术方式	(330)
二、最新接入方式	(332)
第四节 高速网技术和防火墙技术	(335)
一、高速网技术	(335)
二、防火墙技术与选用	(338)
第十二章 PACS 和 Telemedicine 组网应用	(343)
第一节 PACS 和 Telemedicine 的组网实务	(343)
一、医院 LAN 网络系统结构设计	(343)
二、医用局域网的实施	(346)
第二节 医学图像媒体支撑技术	(348)
一、医学图像媒体的平台	(348)
二、会议系统	(350)
三、影像设备的 D3 标准	(351)
第三节 医学影像 PACS 系统	(353)
一、PACS 与 HIS 系统概述	(353)
二、PACS 系统组成	(355)
三、PACS 优势及目前存在的问题	(360)
四、医学影像的采集	(360)
第四节 Telemedicine 系统及其服务模式	(364)
一、Telemedicine 系统	(364)
二、开展 Telemedicine 原则与方案	(366)
第五节 一种远程诊断治疗系统	(369)
第六节 PACS 和 Telemedicine 应用中的其他问题	(370)
一、关于现阶段使用 Internet 的问题	(370)
二、高速网建设问题	(372)
三、图像系统的硬件平台与配置	(375)

第十三章 医学影像数据格式转换与压缩	(381)
第一节 视听觉信息文件及其转换.....	(381)
一、图形和图像处理技术	(381)
二、图形和图像的存储格式	(383)
三、信息格式转换	(388)
第二节 多媒体数据压缩.....	(390)
一、压缩的概念	(391)
二、图像有损压缩技术	(394)
第三节 图像压缩及解压标准.....	(400)
第四节 影像的融合.....	(405)
一、信息融合	(405)
二、信息融合中的关键技术	(406)
 第四篇 医学图像的识别与 3D 重建	(407)
第十四章 图像分割、匹配与插值	(409)
第一节 图像分割理论.....	(409)
一、分割的原则	(409)
二、基于边界的分割	(414)
三、基于区域的分割	(417)
四、分割评价框架	(420)
第二节 生理结构模拟决策模型.....	(422)
第三节 图像匹配与插值.....	(429)
一、模板匹配	(429)
二、断层图像匹配	(430)
第四节 图像插值.....	(434)
一、匹配插值	(435)
二、轮廓插值	(436)
第十五章 图像识别系统的并行构建技术	(438)
第一节 图像识别系统及其识别方法.....	(438)
一、图像识别系统	(439)
二、图像识别方法	(440)
第二节 计算机辅助识别与人工智能.....	(445)
一、图像的计算机辅助识别	(445)
二、人工智能图像自动识别	(446)
第三节 图像识别中的并行技术.....	(450)
第四节 并行计算机结构特征.....	(458)
一、SIMD 阵列结构	(458)
二、流水线结构	(460)
三、MIMD 结构	(461)

四、VLSI 结构	(465)
五、与图像技术相关的其他新型并行处理机	(467)
第五节 图像并行技术的应用与发展	(472)
一、图像数据库的应用开发	(472)
二、微型机图像处理系统	(476)
三、微型机图像预处理器	(480)
第十六章 图像信息的体视化处理	(483)
第一节 体视化与体数据	(483)
一、体视化的基本概念与框架	(484)
二、体数据预处理	(488)
第二节 体素级重建方法	(491)
一、等值面的构造立方体法	(493)
二、高精度的等值面构造方法	(495)
三、分解立方体法	(497)
四、等值面构造方法比较与显示方法	(498)
第三节 切片级重建方法	(500)
一、轮廓对应	(500)
二、轮廓拼接	(501)
三、分叉处理与曲面拟合	(505)
第四节 直接体视与体图形学	(506)
一、直接体视化初步	(506)
二、体图形学的基本框架	(508)
三、三维扫描技术	(511)
附录一 基于通用微机的 DSA 系统	(513)
附录二 X 线诊断影像的质量控制	(516)
附录三 CT 评价	(519)
参考文献	(523)
A 基础部分	(523)
B 专业基础部分	(523)
C 专业部分	(524)
跋	(527)

第一篇 现代医学影像技术基础

随着科学技术的发展,在医学影像正成为临床诊断中不可缺少的重要组成部分的同时,医学影像技术也已成为医学诊断中最活跃的研究领域之一。

伟大的德国物理学家伦琴(Wilherlm Conrad Roentgen,1843~1923)在1895年发现X线的同时也发现了人工产生X线的方法。

在其后的几十年中,X线摄影技术有不少的发展,包括使用影像增强管、增感屏、旋转阳极X线管及断层摄影等。但是,由于上述常规X线成像技术是将三维人体结构显示在二维平面上,加之对软组织诊断的能力差,使整个成像系统的性能受到限制。

从20世纪50年代,医学影像技术进入革命性的发展时期,新的成像系统相继出现。60年代末至70年代初以来,随着计算机与微电子技术的飞速发展,一大批全新的影像技术进入医学应用领域,如超声、CT、DSA、MR、SPET、PET等。这些技术不仅极大地丰富了形态学诊断信息的领域和层次、提高了形态学的诊断水平,同时实现了诊断信息的数字化。所有这些以显示人体结构的形态学信息为主要目的的成像方法及相应的科学目前均被纳入医学影像(medical imaging)技术的范畴。

必须要提的是,70年代出现的X线-CT技术,从根本上克服了传统X线成像中的问题,可使人们获得高分辨率的清晰的断层图像,从而对国际临床医学和工程学界产生了巨大的影响,具体表现在:

- X线-CT在相当程度上改变了医学科学,尤其是临床医学的进程,使医生能够在患者毫无不舒服感觉的情况下安全有效地观察像大脑这样的人体活组织;

- X线-CT立即引起科学家和工程师们利用类似的重建图像的数学方法和计算机技术去考虑另一些有价值、有特异性的人体参数,以形成机体内的图像。如后来相继发展起来的核磁共振成像,乃至新近问世的EII(电阻抗成像技术)、螺旋CT技术等。

利用X线-CT,医生有可能用数据处理技术把特别感兴趣的部分加以放大,增大反差,从而获得非常清晰的图像。今天的X线-CT很少采用传统的X线诊断的单向投射,而选取各种可能的射线束和能量源作为摄影源,并利用电子计算机控制、提取、处理某种参数,把这种参数的分布以二维、三维的图像形式表现出来(如螺旋CT)。

X线-CT的问世,导致十年后核磁共振CT(nuclear magnetic resonance computed tomography, MR-CT)的出现。MR-CT不但能获得人体器官和组织的解剖学图像,还可显示人体器官和组织的化学结构及其变化,从而获得器官和组织的功能信息。且核磁共振成像技术不使用X线,是无损伤的诊断技术。

核医学成像技术也由于使用了电子计算机而大为改善, γ 照相机电子计算机化已显示出很大的优越性。X线-CT的重建图像理论用于核医学成像,发射型电脑断层扫描术(emission computed tomography, ECT)、PECT及单光子发射型CT的正式产品已供临床应用——正电子发射型CT甚至可显示大脑中物质的代谢过程。

功能各异的计算机医学图像处理技术首先可分为结构图像技术和功能图像技术两大类,

结构图像技术主要用于获取人体各器官解剖结构图像,借助此类结构透视图像,不经解剖检查,医务人员就可诊断出人体器官的器质性病变。CT 及 MRI 便是此类结构图像技术的代表。

然而在人体器官发生早期病变,但器官外形结构仍表现为正常时,器官的某些生理功能,如新陈代谢等,却已开始发生异常变化。此时采用结构图像技术做结构解剖性检查便无法及时诊断出病变的器官,而需借助基于 SPECT 及 PET 的功能图像技术。功能图像技术能够检测到人体器官的生化活动状况,并将其以功能图像的方式呈现出来。

尽管超声成像技术早已是广泛应用的一门诊断技术,但应用最新的电子计算机技术于其后,陆续发展而来的彩超和多普勒技术使传统 B 超的应用领域大为拓宽。

医学影像技术的实质是信号处理。而处理的主要手段是信号和图像变换。

经典变换理论中三种不同但又有关的傅里叶变换技术是:傅氏积分变换、傅氏级数展开和离散傅氏变换 DFT。这三种变换技术中,不同频率的正弦和余弦构成了一个正交归一基函数系。每个变换系数都由正在变换的函数和一个基函数的内积来决定。DFT 使用的是离散内积和离散基函数,而其他两个变换则使用积分内积和连续基函数。逆变换都是以变换系数为幅度权重的基函数的加权和。对于连续傅里叶变换来说这个求和就成为一个积分。

变换中的每个系数都是通过输入函数和其中一个基函数之间的内积确定的。如果基函数是正交的,那么任两个基函数间的内积为零,这表明它们完全不相似。如果信号或图像是由与一个或几个基函数相似的分量组成以外,其余系数都将很小。逆变换可以看作是通过以变换系数为幅度权重的基函数加权和,来重构原始信号或图像的。如信号或图像是由与一个或少量基函数相似的分量组成,那么只需对一些有较大幅度的项求和即可。

实际上,瞬态信号只在一个很短的区间内非零。图像中的许多重要特征(例如边缘)也是在空间位置中高度局部化的。虽然傅里叶变换能够用正弦函数之和表示任何分析函数通过构造出在大部分区间都为零的函数,实现一个狭窄的瞬态信号,却使此函数的频谱上呈现一幅相当混乱的构成。为此,人们提出若干种使用有限宽度基函数进行变换的方法。这些基函数不仅在频率上而且在位置上是变化的,它们是有限宽度的波,被称为小波(wavelet)。基于此小波的变换被称为小波变换(wavelet transforms)。

是计算机技术帮助实现的信号变换,以达到重建图像的目的。同样,计算机在图像处理方面也起着举足轻重的作用。

医学影像设备质量的高低主要通过对医学图像的评价来间接评价。

第一章 现代医学影像技术概述

今天,在医学院校里,大多都使用“医学影像技术”这个名称^①。而实际上,医学影像技术这个称谓是从医用放射技术沿革演变而来的(1975年医用放射技术进入中华医学会放射学会内,成为其中一个学组,直至1993年才批准成立中华医学会影像技术学会)。

另一方面,对“医学影像技术”的解释,文献上比较趋于一致的说法是:医学影像技术是用工(程)学的概念和方法及基于工(程)学原理发展起来的先进技术手段;是医生用来窥测人体内部组织、脏器的形态、功能的变化,进行疾病诊断和人体研究的重要窗口。

就“技术”这个词而言,《辞海》的释义为,泛指根据生产实践和自然科学原理而发展成的各种工艺操作方法与技能,除操作技能外,技术还包括相应的生产工具和其他物质设备,以及生产的工艺过程或作业程序、方法。同样,《辞海》解释“手段”为达到某种目的而采取的方法和措施。

可见,从医用放射技术到医学影像技术,其本质的含义换一种说法就是指:为观察人体内部组织、脏器的形态、功能的变化这一目的,而使用的基于工程原理的办法、装置和程序。

之所以今天的“医学影像技术”曾一度被称为“医用放射技术”,说起来也不难理解。因为:一则,上个世纪发现的放射线(当时是X线)在医学上应用的技术可以让医生观察到人体的内部结构——医学史专家评价其为世界医学发展史上的重要里程碑。一个多世纪以来,人类在利用X线获取医学影像以利医疗事业上,已取得了非凡的成就。二则,由美国塔夫斯大学物理学教授科马克(A·M·Cormack)和英国EMI公司中心实验室工程师亨斯菲尔德(G·Hounsfield)于本世纪70年代,分别从理论与技术上成功研制而成的电子计算机X线断层扫描装置(X-ray computed tomography, X线-CT)使得医学影像技术达到了前所未有的顶峰。

第一节 医学影像装置的分类与组成

作为医学影像技术的重要组成部分,衡量医院现代化水平的标志——医学影像装置(实现医学影像技术的手段和载体)是不得不讨论的问题。

医学影像装置粗略地可概括为X线诊断装置、X线-CT装置、核医学图像装置、超声诊断装置、磁共振影像装置、热成像装置、内窥镜以及专门用于医学影像存储和传输的PACS系统。对各种医学影像装置特点的比较见表1-1。

一、X线摄影装置

由X线发生器控制X线管发射出来的X线束发自管内阳极靶上的一个很小的面,其尺寸

^① 如医学影像系、医学影像技术专业等。