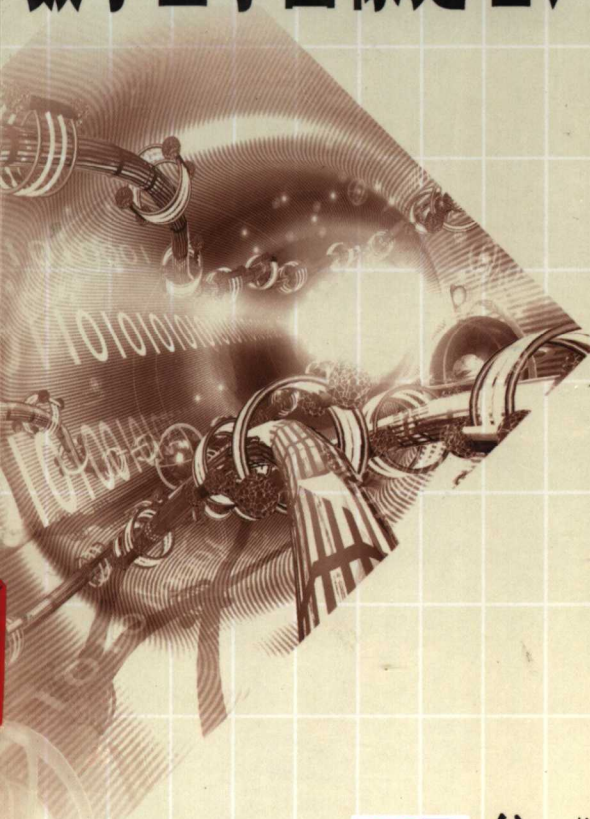




北京工业大学
“211工程”资助出版

数字医学图像处理、存档及传输技术

贾克斌 编著



科学出版社
www.sciencep.com

R445

7KB

C4



北京工业大学

“211 工程”资助出版

数字医学图像处理、存档 及传输技术

贾克斌 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是一本较为全面地介绍数字医学图像处理、存档及传输等方法和技术的著作,内容包括绪论、数字医学图像及其获取、DICOM 标准及其在 PACS 中的应用、高精度医学图像处理技术、高分辨率医学图像的压缩技术、数字医学图像的网络传输、医学图像存档管理和控制方法、PACS 体系结构的研究、基于 Internet 的远程医疗系统等。

本书内容结合了作者近年来的研究成果和取得的一些实用技术,力求全面和深入地介绍 PACS 的知识和相关医学图像方面的最新技术。本书可作为高等学校电子与通信工程、生物医学工程和计算机应用及相关专业高年级本科生和研究生的专业指导书和阅读参考书,也可作为研究人员、工程技术人员从事相关研究和应用的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数字医学图像处理、存档及传输技术/贾克斌编著. —北京:科学出版社, 2006

ISBN 7-03-016484-9

I. 数… II. 贾… III. 医学图像-图像数字化处理 IV. R445-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 136985 号

责任编辑:霍春雁 于宏丽/责任校对:陈丽珠

责任印制:钱玉芬/封面设计:耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2006年2月第一版 开本:B5(720×1000)

2006年2月第一次印刷 印张:12 1/4

印数:1—2 000 字数:228 000

定价:40.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

作者简介

贾克斌,北京工业大学教授,博士生导师。1984年获兰州大学无线电专业学士学位,1990年和1998年分别获中国科学技术大学信号与信号处理专业工学硕士学位和工学博士学位。2001年在日本早稻田大学国际信息与通信研究中心作客座研究员一年。

近年来,主持及负责国家973项目子课题(合作)、国家自然科学基金项目、北京市科委项目、北京自然科学基金项目、国家教育部项目及北京市教委重点项目等20余项,发表学术论文70篇。主要研究方向包括图像处理及存档技术、图像/视频内容检索技术等。

总 序

“211 工程”是目前我国教育领域中的一项国家重点建设工程,其宗旨是面向 21 世纪重点建设一百所高水平大学,使其成为我国培养高层次人才,解决经济建设、社会发展和科技进步重大问题的基地,形成我国高等学校重点学科的整体优势,增强和完善国家科技创新体系,跟上和占领世界高层次人才培养和科技发展的制高点。

我国高等教育发展迅猛,尤其是 1400 余所地方高校已经占全国高等院校总数的 90%,成为我国高等教育实现大众化的重要力量,也成为为区域经济和社会发展服务的重要生力军。“211 工程”建设对于北京工业大学实现跨越式发展、增强服务北京的能力起到了重大的推动作用。

在北京市委和市政府的高度重视和大力支持下,1996 年 12 月北京工业大学通过了“211 工程”部门预审,成为北京市属高校中唯一进入国家“211 工程”重点建设的百所大学之一,2001 年 6 月以优异成绩通过国家“211 工程”一期建设验收,2002 年 10 月顺利通过国家“211 工程”二期建设可行性论证。北京工业大学紧紧抓住这一难得的历史性发展机遇,根据首都经济和社会发展的需要,坚持“科学定位,找准目标,发挥优势,办出特色”的办学方针和“立足北京,融入北京,辐射全国,面向世界”的指导思想,以学科建设为龙头、师资队伍建设为关键,重点建设了电子信息、新材料、光机电一体化、城市建设与交通、生物医药、环境与能源、经济与管理类学科,积极发展了人文社会科学类学科,加强了基础类学科,形成了规模、层次及布局合理的学科体系,实现了从工科大学向以工为主,理、工、经、管、文、法相结合的多科性大学的转变,从教学型大学向教学研究型大学的转变。

北京工业大学现有 9 个博士后站,6 个一级博士点,25 个二级博士点,55 个硕士点。教师中有院士 6 人,博士生导师 150 人,教授 230 人,专任教师中具有博士学位的达到 30%。北京工业大学年科研经费达到 23 000 万元,获得国家自然科学基金资助项目近 40 项,获奖项目有:材料学科获百篇优秀博士学位论文奖,抗震减灾学科与交通学科的研制项目于 2002 年分别获得国家科技进步二等奖,计算机学科的研制项目于 2003 年获得国家科技进步二等奖。此外,光电子学科在新型高效高亮度半导体发光二极管的研制、新医药与生物工程学科在国家 P3 实验室建设和抗 HIV 药物的研制,环境与能源工程学科在奥运绿色建筑标准与大气环境治理,光学学科在大功率激光器研制,管理科学与工程学科在国家中长期能源规划等方面均取得了特色鲜明的科研成果。

为了总结和交流北京工业大学“211 工程”建设的科研成果,学校设立“211 工

程”专项出版资金,资助出版系列学术专著,这些专著从一个侧面代表了北京工业大学的学科方向、研究领域、学术成就及教学成果。

展望北京工业大学的未来,我们任重而道远。我坚信,只要我们珍惜“211 工程”建设和奥运羽毛球馆建设这两大机遇,构建高层次学科体系,营造优美的大学校园,加速其成为国内一流大学的进程,就一定能够为“新北京、新奥运”的宏伟蓝图做出自己应有的贡献。

北京工业大学校长

中国科协副主席

中国工程院院士

2004 年 3 月

左铁镛

前 言

随着信息技术的飞速发展和计算机应用领域的不断拓展,面向医疗的信息系统已由过去单纯的医院信息系统和临床信息系统等事务管理的模式,发展成为面向医疗服务,集病人信息、医学图像信息和医疗管理信息为一体的新一代的综合化医疗信息系统。

PACS 是指将医院内的各类医学图像(X 射线、CT、MRI 以及超声等)先经过数字化,然后输入到计算机进行分类归档存储和处理,并通过计算机网络进行快速传输,从而使医学图像等信息能够进行共享和得到最大限度的利用。新一代的综合化医疗信息系统采用高科技的数字存储设备,来替代传统的以胶片为媒介的存储方式。在整个传输、存储和显示过程中都保持医学图像的高精度。PACS 是综合化医疗信息系统中的一个重要组成部分,是真正为医学诊断和治疗服务、提高医院管理效率与服务水平的系统。它代表了当今医学信息高速公路的发展潮流,也代表着目前数字化医疗信息系统应用的最高水平,是今后很长一个时期内应重点研究和开发的课题。

医学图像处理、存档和传输技术是 PACS 中最为关键的技术,并且涉及图像处理、计算机、通信等多个学科的知识。作者近 10 年来一直从事数字图像等方面的研究工作,主持过多项关于 PACS 的项目,对 PACS 中的体系结构,高精度图像压缩、处理技术,海量数字医学图像存储技术及相关的国际标准等有较深入的研究。本书力求全面和深入地介绍 PACS 的知识和医学图像方面的最新技术及其研究成果。

本书共分 9 章,内容包括了 PACS 的基本概念;数字医学图像的获取、处理、压缩及传输;大容量医学图像的存档与控制;PACS 的体系结构及远程医疗等几个方面。书中包含了我们在研究过程中提出的一些新方法和实用技术。

本书涉及的研究内容是作者及其研究生们多年来共同研究和勤奋工作的成果。在书稿完成之际,这些曾经在实验室辛勤工作过的同学们的身影又历历在目,本书的出版是对这些已经毕业并在各自工作岗位已成为技术骨干的学生以及在读研究生们最好的感谢和鼓励。

本书的第 5 章中部分内容引用了张鸿源硕士的研究成果;第 8 章中的部分内容引用了常武硕士的研究成果;第 9.3 节部分内容引用了徐遆硕士的研究成果。北京第六医院的陈刚院长、李会通主任、卜海南主任提供了大量具有典型病案的医学图像和专家指导意见,并在科研工作中给予了全力配合。研究室的李博撰写了第 9 章的草稿,在读研究生王一梅、高冠东、王妍以及刘鹏宇老师进行了本书的校

对。在此一并向他们表示衷心的感谢。另外,庄新月硕士、敦书波硕士、方晟硕士和杨大鹏硕士都参与了本书中涉及的科研工作。非常感谢科学出版社的霍春雁老师为本书的出版付出的辛勤劳动。

借此机会向所有帮助、支持和关心过我的老师、同事和同学们表示深深的谢意。

本书的相关研究工作得到了北京市科学技术委员会科技项目、北京市科学技术委员会科技发展基金、日本政府综务省外国学者研究基金支持。本书的出版得到了北京工业大学“211 工程”专著出版资金的资助,在此深表感谢。

限于本人知识水平和能力,书中的疏漏在所难免,恳请读者批评指正。

作 者

2005 年 9 月于北京

目 录

总序

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 数字医学图像处理、存档及传输技术产生的背景.....	1
1.2 PACS 概念的提出及其发展历史	3
1.3 PACS 的研究与发展现状	5
1.4 PACS 的基本构成和关键技术	6
1.4.1 PACS 系统功能结构	7
1.4.2 PACS 的软件结构	8
1.4.3 PACS 的关键技术	9
1.5 PACS 的发展趋势	10
参考文献	11
第 2 章 数字医学图像及其获取	12
2.1 数字医学图像及其特点.....	12
2.1.1 数字医学图像	12
2.1.2 数字医学图像的标准	14
2.2 数字医学图像的获取.....	16
2.2.1 基于 RIS-HIS 接口技术的相关数据获取	17
2.2.2 数字成像模块的数字图像获取	18
2.2.3 X 射线投影的数字图像的获取	19
2.3 数字医学图像获取技术的发展趋势.....	22
参考文献	23
第 3 章 DICOM 标准及其在 PACS 中的应用	24
3.1 医学工业标准.....	24
3.2 数字医学成像和传输标准——DICOM	25
3.2.1 DICOM 标准的发展历史	25
3.2.2 DICOM 的总体结构和主要内容	26
3.2.3 DICOM 中类和对象的基本概念	27
3.2.4 DICOM 数据编码方式与文件结构.....	30
3.2.5 DICOM 的网络通信	36
3.2.6 DICOM 支持的图像压缩方法	38

3.2.7 DICOM 的一致性描述	38
3.3 DICOM 标准在 PACS 中的应用	42
3.3.1 与 PACS 有关的服务类和图像 IOD	42
3.3.2 DICOM 服务类在 PACS 中的应用	45
参考文献	49
第 4 章 高精度医学图像处理技术	50
4.1 医学图像的空间变换	50
4.1.1 图像的旋转	51
4.1.2 医学图像的缩放和镜像	51
4.2 医学图像的开窗显示和增强技术	55
4.2.1 高精度医学图像的开窗显示技术	56
4.2.2 医学图像的灰度变换	57
4.2.3 医学图像的直方图均衡处理	59
4.2.4 医学图像的边缘提取	60
4.3 医学图像特征参数的测量	62
4.4 小结	64
参考文献	65
第 5 章 高分辨率医学图像的压缩技术	66
5.1 引言	66
5.1.1 医学图像压缩的重要性	66
5.1.2 医学图像的分类及压缩标准	67
5.2 图像压缩编码原理	68
5.2.1 图像数据压缩模型	69
5.2.2 图像映射模型	69
5.2.3 熵编码	70
5.3 静止图像无损压缩的国际标准	71
5.4 JPEG-LS 标准在医学图像中的应用	73
5.4.1 JPEG-LS 压缩模型	74
5.4.2 JPEG-LS 的预测模板	74
5.4.3 JPEG-LS 的上下文模型	75
5.4.4 JPEG-LS 中的 GOLOMB 编码	77
5.4.5 JPEG-LS 压缩结果	77
5.5 应用 JPEG2000 算法实现医学图像的压缩	78
5.5.1 JPEG2000 实现图像无损压缩算法	78
5.5.2 JPEG2000 实现图像 ROI 压缩算法	81

5.5.3 JPEG2000 实现医学图像压缩的实验结果	82
5.6 一种高效的无损压缩编码技术	83
5.6.1 无损压缩方案设计	83
5.6.2 算法描述	85
5.6.3 实验结果与讨论	87
5.7 小结	88
参考文献	89
第6章 数字医学图像的网络传输	91
6.1 数字医学图像传输网络技术	91
6.1.1 数字医学图像传输对网络的要求	91
6.1.2 局域网对医学图像传输的支持	93
6.1.3 ATM 对医学图像传输的支持	97
6.1.4 IP 网络技术对医学图像传输的支持	99
6.2 DICOM 标准关于网络通信的规定	103
6.3 基于 Windows Socket 的医学图像传输	106
6.3.1 Socket 通信原理	106
6.3.2 基于 Windows Socket 的医学图像的传输	109
6.4 医学传输网络安全机制	112
参考文献	116
第7章 医学图像存档管理和控制方法	117
7.1 医学图像存储的基本方法	117
7.1.1 图像数据与辅助文本信息的对应	117
7.1.2 PACS 系统中心存档分层结构	118
7.2 PACS 中医学图像存档管理方案	120
7.2.1 通过 PACS 组件的通信实现本地存储管理	120
7.2.2 PACS 中心图像存档系统的设计	121
7.2.3 PACS 中心图像存档数据库的设计	123
7.3 PACS 医学图像数据流控制方法	127
7.4 存储设备	131
7.4.1 构建存档系统的考虑及存储介质的主要指标	131
7.4.2 现有的存储设备	134
7.4.3 存储技术的发展趋势	137
参考文献	142
第8章 PACS 体系结构的研究	143
8.1 研究 PACS 体系结构的意义	143

8.2	PACS 体系结构的研究现状	144
8.3	分布式对象技术及其在 PACS 中的应用	147
8.3.1	COBRA 技术	147
8.3.2	将 CORBA 技术引入 PACS 的方法	150
8.4	基于分布式对象技术的三层 PACS 体系结构的设计和实现	151
8.4.1	两层 Client/Server 与三层 Client/Server 结构	151
8.4.2	基于 CORBA 的三层分布式 PACS 的体系结构设计	155
8.4.3	基于分布式对象技术的 PACS 功能的设计和实现	157
	参考文献	161
第 9 章	基于 Internet 的远程医疗系统	162
9.1	远程医疗的国内外发展情况	162
9.1.1	远程医疗概念的提出	162
9.1.2	远程医疗的国内外发展状况	163
9.2	远程医疗的模式	165
9.2.1	基于 Internet 的远程医疗模式	165
9.2.2	基于 Internet 的远程医疗的安全机制	170
9.3	基于 Internet 的远程医疗系统的实现技术	172
9.3.1	远程医疗系统的结构需求分析	172
9.3.2	远程医疗系统的设计与实现	173
9.3.3	医学图像自动存档技术	176
	参考文献	179
附录	英文缩写词汇表	180

第 1 章 绪 论

1.1 数字医学图像处理、存档及传输技术产生的背景

自伦琴于 1895 年发现 X 射线照相术的成像方法用于医学诊断以来,经过 100 多年的技术改进和优化,医学图像这种基于胶片媒体的无损伤快速获取方法以及凭其高质量的诊断早已被广大医务人员所接受和认可,并且被广泛地应用于医疗诊断。

医学图像在医疗诊断中发挥着重要的作用,是医疗诊断的主要依据。在很多病例中,当病人表现出某些特殊症状时,他们的医学图像都能够有所反映,并能以此进行确诊。此外,医学图像可以用于早期病情的检查和确诊,特别是当这些病情在临床上并没有明显症状时,这种优势就变得尤为重要。例如,在人群病情普查中,大于 45 岁妇女的乳腺癌、大于 50 岁吸烟者的肺癌和心肌缺血患者的检查和确诊等。

医学图像这种特殊的作用使得医生在对病人进行检查时,多数情况下需要获得病人的图像和放射科医生的诊断意见,以此作为诊断依据。在整个治疗过程中,医生同样需要患者在不同治疗阶段的图像,通过对比,及时了解治疗的效果并制定今后的治疗计划。同时,医学图像用于外科手术、肿瘤放射和心脏病治疗时,手术或治疗医生需要了解 and 确定图像中相关部位和器官的状况及病理反映,这要求医院内不同科室的医生提供和共享这些信息,配合工作。由此可见,在医学诊断和治疗过程中,要有一个机构或系统来管理医学图像和相关信息,方便不同部门的医务人员获取和观察这些信息,提高诊疗水平和工作效率。

计算机技术的诞生对传统医疗领域产生了两次巨大的冲击,使其发生了革命性的变革。一是医疗信息系统的建立,极大地提高了医院信息管理能力和;另一个就是新的医学图像成像获取方式,特别是数字成像方式的引入,为医疗领域带来了又一次变革。

1. 信息系统

医学信息系统包括很多子系统,这些子系统可以针对不同的部门和需求,采用不同的规则和方案来管理不同的信息。医院信息系统(hospital information system, HIS)进行医院一般信息的管理,包括病人自身的描述信息、社会保险信息、诊断及医嘱摘要信息等;放射信息系统(radiological information system, RIS)

主要是用于医院的放射部门,管理医学图像和相关的描述信息。

1) HIS

第一个 HIS 试验是在 20 世纪五六十年代初完成的,主要采用打孔卡的方式录入数据,系统主要存储病人的文件编号和基本描述信息,通过显示器及键盘进行计算机与用户之间的交互;20 世纪 70 年代和 80 年代,HIS 大多都基于主从机的方式构建自己的系统。这种模式采用一台中央处理机完成所有的事务处理和信息管理,同时支持分布在医院各部门的终端与用户进行信息交互;80 年代中期,具有单机工作模式的微机出现,改变了原先 HIS 的结构形式,开始产生了由微机、小型机和主从机通过局域网(local area network, LAN)共同构成的 HIS。

尽管经过多年的发展,HIS 的临床应用还主要集中在对病人信息的管理,特别是随着计算机网络性能和通信能力的提高,存取和管理这些信息和文件的能力大幅提高,但是其临床功能没有发生质的变化。

2) RIS

RIS 已发展到包含多种应用功能模块来支持放射科室的任务管理。如胶片管理、过程调度、效益分析及统计、报告口述及抄写功能等模块。

胶片管理模块进行胶片库的日常管理,随时跟踪被借阅的胶片,并进行老化胶片的维护工作;胶片的过程调度模块记录病人在医院检查的全过程,提示检查过程中下一步需要进行的行为,并且搜集和提取前面的检查结果和评价报告,以服务于医生下阶段的诊断;报告功能模块主要进行报告的录入、抄写、检索及相关部门之间的分发。

一般来说,为了提高信息的共享性并减少信息冗余,RIS 还和 HIS 相连,共享病人的基本信息。虽然基于胶片的 RIS 是以病人的诊疗服务为目的的,但是为了提高工作效率和检索速度,有必要采用基于数字技术的无胶片图像存档系统。

2. 数字成像技术

早期的成像技术主要是通过物理或化学处理过程来完成,计算机技术的出现为发展新的成像技术和方法带来了新的机遇,也使得很多传统的模拟成像系统转变为数字系统,从而使提供高质量的医学图像成为可能。

1972 年 Hounsfield 引入的第一台用于临床的计算机辅助 X 射线断层照相(computed tomography, CT)扫描仪是医学成像领域的一个重大突破。由于计算机具有了强大的计算重构能力,使得 CT 可以利用 X 射线的投影图像和 Radon 变换原理,采用数字信号处理技术将 X 射线由各个方向穿透人体获得的一维投影,通过 Radon 变换来重构二维断层图像。这种计算机辅助 X 射线断层成像及重构技术很快就被用于其他的成像系统,如单光子发射计算机辅助断层成像(single photon emission computed tomography, SPECT)、正电子发射断层成像

(positron emission tomography, PET) 和核磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)等。

伴随着微电子技术和高精度数字集成电路的出现,数字技术被应用于模拟信号的采样、量化和后期处理。这些技术应用于医学领域又产生了很多新的医学诊断和成像技术。如超声(ultrasound, US)、核医学(nuclear medicine, NM)、数字减影(digital subtraction angiography, DSA)及数字荧光透视(digital fluoroscopy, DF)。数字技术的引入和计算机微处理器性能的不断提高,在促进医学成像质量提高的同时,更加方便了对患者病情的诊断和观察。如采用实时超声技术,医生可以动态地观察和评价患者的心脏供血系统。利用数字减影技术,医生可以了解静脉和动脉血管状况,从而有利于对病情的确诊。

计算机和数字技术使传统的医学成像技术和诊断方式发生了革命性的变革,产生了大量无胶片介质的数字化医学图像。同时,图像处理技术的发展,也使得医学图像的后期处理和分析成为可能。因此,如何更加有效地在医院内部和医院之间共享医学图像信息,如何高效地处理、保存、管理和检索高质量的数字医学图像,成为人们面临的必须解决的问题。

随着信息技术的飞速发展和计算机应用水平的不断提高,面向医疗系统的新一代信息系统已由过去单纯的 HIS 和 RIS 等事务管理的模式,发展成为面向医疗服务,集成病人信息、医学图像信息和医疗管理信息的综合化医院管理信息系统。医学图像处理、存档及传输功能成为综合化医院管理信息中的一个重要组成部分,代表着目前医疗信息系统应用的最高水平。在这种情形下,人们呼唤着数字医学图像处理、存档及传输技术产生。

1.2 PACS 概念的提出及其发展历史

在 20 世纪 80 年代初期,柏林技术大学的 Heinz U. Lemke 教授首次提出了数字放射系统(digital radiology system, DRS)的概念,并讨论了数字医学图像的传输和显示问题。不久,医学图像存档和传输系统(picture archiving and communication system, PACS)的概念就在 DRS 基础上形成了,并很快取代了 DRS。

PACS 是指包括医学图像采集、存储、传输和显示等过程的全数字系统。主要是指将医院内的各类 X 射线、CT、MRI 以及超声等医学图像数字化以后,输入到计算机中进行分类归档存储和处理,并通过计算机网络进行传输,使医院内各个科室和部门能够进行医学图像信息的共享,或通过远程网络传输进行远程医疗服务,使医学图像信息得到最大限度的利用。同时,采用目前高科技的数字存储设备,来替代传统的以胶片为介质的存储方式,极大地提高了图像查询检索速度,降低了人工劳动和成本。这样的信息系统,对于提高医院的工作效率、提供优质医疗服务、

提高综合诊断水平、推动医学研究和教学水平的进步具有十分积极的意义。

1982年1月由SPIE(the International Society for Optical Engineering)组织在美国加州召开了第一个关于PACS的国际会议,在这次会议上进一步明确了PACS的概念、作用和意义。此后这项会议与医学成像会议(Medical Imaging Conference)合并,每年2月在南加州举行。在日本,1982年7月JAMIT(Japan Association of Medical Imaging Technology)举办了第一次国际讨论会,这项会议与医学成像技术会议(Medical Imaging Technology Meeting)合并后,每年举办一次。在欧洲,自1983年以来,Euro PACS(Picture Archiving and Communication Systems in Europe)组织每年都举办会议讨论PACS。PACS的概念、作用和意义已被广大医学图像领域的研究者、医学图像设备的生产和销售商等所接受和认识,成为“医学信息高速公路”的代名词。

西方发达国家从20世纪80年代初就认识到PACS在医疗诊断和治疗过程中所处的重要地位,并着手研究该系统中涉及的大容量图像存储、图像质量、图像传输速度以及图像通信和存储格式的标准等关键技术。特别是计算机性能价格比的大幅提高以及大容量数字存储产品、高分辨率显示器的出现,都极大地促进了PACS的发展。

PACS的研究从开始就在全球范围内进行,欧美和日本在这个领域中的发展相当迅速。最早与PACS相关的研究项目是1983年由美国军方主持进行的“远程放射研究工程”,华盛顿大学、乔治敦大学及飞利浦公司、AT&T公司参与了该项目的研究和开发工作。1985年,美国国家癌症中心(US National Cancer Institute)资助加利福尼亚州的洛杉矶大学开始另一项PACS研究计划——MVSDR(Multiple Viewing Stations for Diagnostic Radiology)计划。

直到20世纪80年代末,全世界已经有许多PACS投入实际运行了,这些可称为第一代的PACS。第一代的PACS多采用封闭的集中式体系结构,它在小范围内成功地实现了医学图像文件的有效共享。但是各PACS所采用的信息格式各不相同,使得它们之间相对孤立,无法进行数据交流。

随着医学成像技术以及计算机和网络技术的高速发展,20世纪90年代初,第二代PACS诞生了。从这时起,PACS开始遵从ACR-NEMA和早期的DICOM标准,能够直接从医学成像设备采集图像数据,并具备了初步的网络通信能力。第二代PACS采用了基于Client/Server的体系结构,增强了PACS的互联性和开放性,使系统逐步走向大型化。

今天,可以说正是新一代PACS蓬勃兴起的时代,其特征是对医学工业标准的高度依赖,特别是对DICOM(Digital Imaging and Communications in Medicine)标准和HL-7(Health Level 7)标准的依赖。这些医学工业标准使得PACS内部、各PACS之间以及PACS与HIS等其他医疗信息系统之间进行信息和数据的交

换成为可能。同时,新一代 PACS 系统对医学图像的质量、图像处理及传输效率提出了更高的要求。目前,很多放射影像设备制造厂家都已介入该系统的研制,PACS 必将在 21 世纪的医疗和健康保健业中发挥越来越重要的作用。

1.3 PACS 的研究与发展现状

从 20 世纪 80 年代中期至今的 20 年间,PACS 技术的研究取得了令人瞩目的成果。美国在 PACS 研究和应用领域处于领先地位。为规范数字医学图像及其相关信息的交换,美国放射学院(American College of Radiology, ACR)和美国电气制造商联合会(National Electrical Manufacturers Association, NEMA)在 80 年代正式推出 ACR-NEMA 标准 1.0 和 2.0 版本,1993 年又推出功能扩充的 DICOM 标准 3.0。目前 DICOM 标准已成为 PACS 领域公认的国际标准。在美国,有为数众多的大学、科研机构、公司从事 PACS 及其相关技术的研究和产品的开发,如华盛顿大学、宾夕法尼亚大学、国际商业机器公司、惠普公司等。安装和应用 PACS 的医院和医疗研究机构更是不胜枚举。美国的军方对 PACS 在美国的发展起到了重要的促进作用。除了最早实施的军方资助远程放射项目外,1992 年又开始实施了医学诊断或像支持系统(the medical diagnostic imaging support system, MDIS),旨在为美国国内和海外的诸多节点安装 PACS 和远程医学放射系统。该项目历时 4 年,为大型 PACS 的安装和实际应用提供了大量宝贵的经验。

在欧洲,PACS 的发展也非常迅猛。比利时有 3 家研究机构活跃于 PACS 领域:Leuven 大学(KUL)、Brussels 大学医院(ULB)、Pluridisciplinary 医学图像科学研究院。KUL 的 PACS 项目主要用于支持图像获取技术和图像处理方法的研究活动。ULB 和 PRIMIS 小组合作,从事有关多厂商设备接入 PACS 的项目。另外,ULB 还负责远程放射学的评估项目。德国有 3 个 PACS 研究机构:Hamburg 大学、Berlin 大学和 Rudolf Virchow 大学医院。Hamburg 大学的项目与计算机 X 放射照相术(computed radiography, CR)的应用有关。Berlin 大学从事于柏林通信项目 BERKOM,该项目旨在为将来的宽带通信、终端设备和应用提供测度环境。BERMER 是 Rudolf Virchow 大学医院、德国心脏研究院及柏林技术大学的合作项目。意大利的研究活动包括经济评估、操作分析、RIS-PAC 集成及远程放射学。在瑞士,Geneva 大学医院正在开展一项医院范围的 PACS 系统项目 Geneva PACS。

在日本,医学信息系统的研究非常活跃。日本的 PACS 研究始于 1982 年召开的第一届 PACS 专题研讨会。到 1998 年,日本已经有超过 2000 套 CR 正在临床使用,约 100 家医院已经安装了不同规模的 PACS 系统,其中有大约 343 套小型 PACS 和 15 套大型 PACS。日本国家癌症中心负责的远程项目 Hivision 远程放