

计算医学工程 与医学信息系统

主编 高 文

计算医学工程 与医学信息系统

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书分综述和专题论著两大部分,共24章,力图介绍计算医学工程学与医学信息系统工程在医学领域中的主要典型应用系统,包括发展历史、有关理论、系统构成原理及设计方法、典型应用等内容,侧重医工结合、技术与应用结合以及现状和未来研究与发展方向结合。

本书适合从事计算机及数字化技术设计、开发及应用的工程技术人员和从事有关医学影像诊断分析、心电图诊断、病理图像分析、肿瘤立体放射治疗、神经外科立体定向手术等临床学科医生以及医学物理、生物医学工程和医学信息系统技术人员阅读,也适合大专院校计算机科学学科有关专业和生物医学工程、医学物理等专业师生阅读。

本书可作为相关专业研究生的教材和参考书,部分节选内容还可以作为大学生的选修课教材。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

图书在版编目(CIP)数据

计算医学工程与医学信息系统/高文主编. —北京:清华大学出版社,2002

ISBN 7-302-06189-0

I. 计… II. 高… III. ① 计算机应用—医学工程 ② 医学—管理信息系统
IV. R319

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 105349 号

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 薛 慧

版式设计: 韩爱君

印 刷 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 **印张:** 18.25 **字数:** 412 千字

版 次: 2003 年 3 月第 1 版 2003 年 3 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-06189-0/TP·4796

印 数: 0001~5000

定 价: 29.80 元

信息技术(主要是计算机技术、数字化技术、网络与通信技术)和医学是 21 世纪最具前沿和活力的学科技术。医学是信息技术服务于人类社会的最重要的应用领域之一。医学中的数字化诊断分析技术(包括各种数字化影像诊断、心脑电图诊断与监护、病理图像分析、生物芯片等)、数字化立体治疗技术(包括三维立体放射治疗计划系统、外科手术导航、影像辅助介入治疗等)以及医学信息系统(包括医院管理信息系统、医学影像存储与通信系统、远程医学等),均高度集中体现了信息技术在现代医学中的重大应用和所起的关键性基础支撑作用。从某种意义上说,计算机科学技术及信息技术的发展及其应用改变了现代医学的发展面貌,使之从经验、模拟和管理分散、手工作业走向定量、数字化、智能化和管理信息化、一体化。

信息技术学科与医学等学科的密切结合,产生了现在已经普遍存在和使用的以医学应用为目的、以计算机软件、网络和数字化技术应用为核心的“计算医学工程学”和“医学信息系统工程学”,它突出体现了当今信息社会学科技术间交叉渗透和相互影响直至融合的典范,也反映出现代医学借助于计算机科学技术和以它为代表的信息科学技术,来进一步、全方位地提高医疗数字化水平的迫切要求和必然趋势。

数字化医疗、“数字医院(e-Hospital)”、“数字医学(e-Medicine)”是我们在新世纪以及入世所面临的医学信息技术的综合技术挑战,我们要冷静思维,看到机遇和困难,结合国内外技术、人才、经济发展条件、文化背景等综合因素去分析问题、解决问题,要“早醒、早起、快跑”,走合作和自力更生相结合的道路,以求长期、快速、良性的发展。



主 编

高文,1956年生,教授,中国科学院研究生院常务副院长,中国科技大学副校长。专长于人工智能、多媒体技术、灵境(虚拟现实)技术及应用等。原国家863计划信息技术领域智能计算机系统主题专家组组长(首席科学家),现为中国图像图形学会副理事长,《计算机学报》主编。

副主编

邸学军,1961年生,研究员,兼职教授,中国科学院北京大恒医疗设备有限公司总工程师。专长于系统工程、数字医学图像处理与医学系统仿真。国家863计划数字化技术总体组成员。

史荣,1957年生,研究员,兼职教授,中国科学院北京大恒医疗设备有限公司总经理。专长于放射物理。

谢虎臣,1943年生,教授,美国国立卫生研究院国立癌症研究院放射物理与计算机控制研究负责人,首席医学物理学家,中国科技大学兼职教授。专长于医学物理学与计算机图像处理技术。

主 审

汪成为,1933年生,教授,总装备部科技委常委,中国工程院院士。专长于计算机系统研究、大型软件工程研制及应用、面向对象、灵境(虚拟现实)等技术。国家信息化领导小组专家咨询委员会委员,国家“十五”863计划专家顾问组副组长,国家重点基础规划研究专家组成员,原国家863计划信息技术领域首席科学家,原中国计算机学会副理事长。

刘玉清,1923年生,教授,中国医学科学院中国协和医科大学影像中心主任,中国工程院院士。专长于医学影像学研究、诊断分析与临床应用。曾任中华医学会常务理事、中华放射学会主任委员。

编 委

- | | |
|--------|---|
| 王忠诚 教授 | 中国医学科学院中国协和医科大学神经外科研究所(天坛医院)
中国工程院院士
中华神经外科学会主任委员 |
| 殷蔚伯 教授 | 中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)
中华放射肿瘤学会主任委员 |
| 杨福生 教授 | 清华大学电机系
中国生物医学工程学会学术委员会主任 |

王方正	教授	中国医学科学院中国协和医科大学心血管病研究所(阜外医院) 中华心电生理与起搏学会副主任委员
刘海一	高级工程师	解放军总后勤部医院计算机应用研究与开发中心 解放军总医院计算机室副主任
冯宁远	研究员	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)放射物理室
张红志	研究员	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)放射物理室
蔡 葵	副教授	北京医院放射科副主任
王所亭	教授级高工	解放军总医院
唐 龙	教授	清华大学计算机软件研究所副所长
王冀洪	副教授	美国得克萨斯大学(University of TEXAS)西南医学院放射学部
周纯武	教授	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)副所长 (副院长)
杨伟志	副教授	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)放射生物室
傅卫华	研究生	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)放射物理室
王亚非	工程师	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)放射物理室
陈 雁	研究生	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)影像诊断科
李 静	研究生	中国医学科学院中国协和医科大学肿瘤研究所(肿瘤医院)影像诊断科
刘阿力	教授	中国医学科学院中国协和医科大学神经外科研究所(天坛医院)
赵元立	副教授	中国医学科学院中国协和医科大学神经外科研究所(天坛医院)
张卫泽	副教授	中国医学科学院中国协和医科大学心血管病研究所(阜外医院)
马 坚	教授	中国医学科学院中国协和医科大学心血管病研究所(阜外医院)
杨 虎	教授	北京大学第一医院心内科主任医师 中国生物医学工程学会临床委员会主任委员 北京临床工程学会主任委员
刘自来	教授	解放军总医院核医学科
冯 炎	教授	上海复旦大学医学院肿瘤医院放射生物室
冯建平	高级工程师	中国科学院北京大恒医疗设备有限公司
常 刚	高级工程师	中国科学院北京大恒图像视觉有限公司



前言	I
----------	---

第一部分 综 述

第 1 章 我国医学信息网络与软件产品技术的发展与展望	邱学军 史 荣 谢虎臣 高 文 3
第 2 章 医学影像学及其发展	刘玉清 15
第 3 章 立体定向放射外科(伽玛刀)在神经外科的应用	王忠诚 刘阿力 23
第 4 章 现代立体放射治疗进展——调强适形放射治疗	殷蔚伯 31

第二部分 专题论著

第 1 篇 医学影像诊断与图像分析系统	41
第 5 章 螺旋 CT 结肠成像处理技术	李 静 周纯武 41
第 6 章 MRI 图像阴像处理技术及其发展应用	蔡 葵 47
第 7 章 肿瘤血管生成和肺癌及其影像学的联系	陈 雁 周纯武 刘玉清 68
第 8 章 X 光机的数字化发展	冯建平 史 荣 邱学军 74
第 9 章 PET 图像处理技术及其应用	王所亭 刘自来 78
第 10 章 图像处理技术与显微临床分析	常 刚 89
第 2 篇 临床电生理检测与起搏器系统	98
第 11 章 电生理信号检测及其发展	杨福生 98
第 12 章 心电生理检查及其在心脏疾病诊断治疗方面的作用	王方正 张卫泽 128
第 13 章 计算机辅助影像介入治疗系统——射频消融治疗系统	王方正 张卫泽 140
第 14 章 心脏起搏和起搏系统	王方正 张卫泽 149
第 15 章 自适应体表希氏束逐拍检测技术探讨	邱学军 史 荣 马 坚 杨 虎 王方正 162

第一部分

综 述

第 1 章

我国医学信息网络与软件产品技术的发展与展望

1.1 引言

信息技术和现代医学是 21 世纪最具前沿和活力的学科技术。信息技术(主要是计算机技术、数字化技术、网络和通信技术)作为其重要的基础性和前沿性学科技术,在过去 30 年中得到了迅猛发展。1972 年 CT 的问世,以及后来的超声体层、放射性核素体层、磁共振体层成像和数字 X 线成像等技术发展,标志着现代医学影像技术进入了一个以计算机技术和探测诊断技术相结合的、以体层成像、数字化和三维影像重建为基础的新阶段。医学中的数字化诊断分析技术(包括各种数字化影像诊断及其后处理分析、心电图诊断与监护、生物芯片等)、数字化立体治疗技术(包括虚拟手术教学软件、三维放射治疗计划系统、外科手术导航系统、影像辅助介入治疗等)以及医学综合信息系统(包括医院信息管理系统、医学影像存储与通信系统、远程医学等),均高度集中体现了计算机及信息技术在现代医学中的重大应用和所起的关键性基础支撑作用。医学是信息技术服务于人类社会最重要的应用领域之一。信息技术的发展及其广泛应用加速了现代医学的发展,使之从定性、模拟和管理分散状态走向定量、数字化和管理信息化、一体化的崭新阶段。正如 PITAC 美国总统信息咨询委员会 2001 年度报告所述:“最新信息技术的发展具有巨大的潜力,它可以使当今的医疗健康系统焕然一新。信息技术可以确保人们在任何时间任何地点获得与医疗相关的信息和服务,允许医疗健康从业者方便地获取病人的信息。”

1.2 医学信息网络与软件产品技术的内涵及其特点

本文所述医学信息网络与软件产品技术,是指具有相对独立产品形态特征的(可市场准入的)、体现信息技术与现代医学密切结合的医学综合信息系统和专用软件系统技术。

医学信息网络与软件产品是新世纪现代医疗电子设备发展中的重要组成部分,是各级卫生管理部门实现管理信息化的关键技术产品。它主要包括:医院信息管理系统(HIS),医学影像存储与通信系统(PACS),远程医学(telemedicine),放射信息管理系统(RIS),实验室检查信息系统(LIS),先进综合数字医学影像后处理系统(含影像融合、辅助诊断分析、数字化虚拟人体、治疗仿真等),以及多模式医学人机接口软硬件系统(如语音识别与合成、手写输入、大型基础医学学术语字典及知识库系统和机器翻译系统、虚拟现实环境)等。

医学信息网络与软件产品,符合国家信息技术和软件产业优先重点扶持发展方向,是现代医疗电子设备发展的战略重点之一,具有技术含量高、经济附加值高、人机结合、升级

更新快、强调服务以及适合本地化管理发展要求的特点。像 HIS、PACS 等其本身就是涉及医院方方面面的复杂系统,是一项建设周期较长的医学信息系统工程。所谓适应本地化发展的要求,就是在设计和配置医学信息网络与软件产品时,既要求遵从国际标准化之普遍性原则,又要求遵从本国文化和法律规定之个性化原则,并与本地区经济和医疗发展条件相适应。

1.3 国外医学信息网络与软件产品技术发展趋势

展望未来 3~5 年内国外医学信息网络与软件产品技术的发展,概括起来有如下发展趋势。

1. 医学信息网络与软件产品内涵越来越广泛,学科交叉结合越来越密切,其影响作用也越来越大

这主要体现在:

1) 信息技术与医学等学科技术密切结合,产生了现在已经普遍存在和使用的以计算机技术、数字化技术、网络和通信技术应用为核心的“医学信息系统工程学”(medical information system engineering)和“计算机医学工程学”(computerized medical engineering)。

(1) 医学信息系统工程技术主要包括以网络、数字化、通信和医院信息管理为主要技术内涵的各种医学信息系统,如 HIS、PACS、RIS、LIS 等系统,电子病历(EMR)、“网络影像学”,远程医学等。

国外从 20 世纪 70 年代中后期开始早期 HIS 系统研究和应用,多采用集中式的 1~2 台大型计算机带数百台终端,主要管理病人信息、医嘱处理、各种费用信息和相关医院管理信息等。进入 80 年代中后期和 90 年代初以来,医学信息处理的重点逐步由管理信息转移到以病人为中心的医疗信息的处理,特别是各种影像、生命监护等数据的传输与处理。而当时计算机网络技术、数字化技术的快速发展也正满足了这种需求,构建大型的数字化影像传输与管理系统变得可能。GE、Siemens、HP 等公司相继推出 GENet、SIEnet、HP-INFORMAD 系统,之后,全球已有上千家医院装备了与此类似的 HIS、RIS、PACS 系统(国外一般建设 HIS/PACS 系统少则数百万美元,多则上千万美元以上)。

以美国一家临床医疗中心为例(系 2000 年 6 月访问统计资料,仅供参考。这家医疗机构在美国有一定的代表性,体现出国际医学信息系统工程技术发展的主流趋势):

① 该中心先期建设 HIS、RIS、LIS 等系统,后期建设 PACS 系统,数字化、信息化程度相当高。

② 该中心科室机构人员较多,医生/物理师人手一台电脑,需更新或添置电脑数百台以上。该中心影像诊断及治疗设备也较多,共有 4 台 CT(其中含 1 台放疗用 CT 模拟定位机),3 台磁共振(含 1 台最新型 EPRI 电子顺磁共振成像系统),1 台 PET,2 台 SPECT,还有不少数字和模拟 X 线机,多台超声设备(含三维血管超声),4 台医用直线加速器,4 套立体定向放射治疗系统(含 X-刀、适形及调强放疗系统)等。

③ 该中心 PACS 系统两期工程建设约 3~5 年,分期建设完成。一期工程系统设计

加上软硬件采购及建设费用约近六百万美元(不含二期升级、服务费用,约占总费用1/3)。该中心成立了一个包括医院领导、放射、放疗、内科、外科、急诊、监护、病房以及信息等多科室、多学科结合的 PACS 建设规划与评估小组。

首先考虑设计医院 PACS 系统结构、建设规模、目标和技术功能要求、改进的工作流程等,以及图像采集、传输、显示与重现、存储、信息安全、稳定性和可靠性等多个方面,尤其是评估:医院 PACS 系统建设是否明显提高了以病人为中心的诊疗服务质量和效率以及形象,而不只是说数字影像代替大多数胶片省了多少钱(事实上 PACS 系统建设的花费就其单纯经济效益来说很难评估是否划算)。其次认真选择 PACS 系统厂家,重点评估厂家提出的 PACS 系统是否符合本院 PACS 的建设目标和规模要求,是否与现有 HIS、RIS 等良好交融,是否有样板医院可以现场考察参观,尤其是厂家的信誉和能否提供质量一致的长期服务和升级这个重要因素。最后要使医生/物理师/护理师感觉到使用 PACS 的便利性和优点,并辅以适当培训。

④ 该中心铺设高速 1 000/100 兆(主/支干)数字光纤网。

⑤ 大多数设备都支持 DICOM3.0(含 DICOM_RT)标准传输协议,个别稍早期的非 DICOM 设备,或做 DICOM3.0 接口改造升级,或做视频采集数字化,或用数字化仪对胶片扫描作模数转换处理。

⑥ HIS 和 PACS 交融,HL_7 和 DICOM3.0(含 DICOM_RT)无缝链接。医院文字管理信息和临床影像信息结合,图文并茂。支持 Web 浏览、语音识别与合成,手写输入,机器翻译,预约查询、调档。系统双机备份,支持大容量短期(2~4 周)在线存储——约 200 GB 以上容量 RAID 磁盘阵列和长期(1~2 年以上)分时存储——约 20 TB 以上容量数据流磁带阵列或光盘阵列。

⑦ 该中心有多个会诊中心。医生/物理师(终端工作站)每天网上诊疗和工作时间较长(一般 2 小时以上),可按工作流程规范(符合病人信息安全规范)快速调阅病人文档和各种影像资料,并填写诊疗报告,及时反馈信息。影像按诊断、一般阅片、演示交流等分类,并分别采用不同分辨率图像做无损/有损压缩方法传输和存储。诊断图像显示器分辨率为 $2\,048 \times 2\,048$, $4\,096 \times 4\,096$, 一般大量阅片用分辨率为 $1\,280 \times 1\,024$ 以上,演示交流用 $1\,280 \times 1\,024$ 以下。部分医生影像工作站还安装三维图像重建等影像后处理软件。

该中心病人一般检查的影像数据较多(包括 CT、磁共振、PET、X 线检查等多种影像数据),诊疗很细致,绝大多数文字和图文结合报告都由打印机打印,医生签名,工作流程规范,基本统一。

⑧ 支持远程医学。安装先进的 Anywhere、Remote Control 等远程控制和共享软件系统,可以支持远程医生/物理师之间跨地域、跨国界进行实时交互诊疗和临床学术交流,包括数字视频、病人影像、互动操作等。

⑨ 该中心胶片使用量尽管大为减少,但仍然作为一种重要的诊疗影像资料予以适量保存,随时提供阅片调用,很多医生还在胶片上进行标注,作为诊疗核查依据之一。

通过访问了解到这家临床医疗中心建设医学信息系统的实例,亲身感受到医院数字化、网络化、信息化离我们很近,同时也关注到该中心网络化和人工作业并存、数字化与模拟并存、一体化和分布式并存、现代化与传统并存的特点。

(2) 计算医学工程技术近 10 年来在国外发展迅速。计算医学工程技术主要包括以独立计算、基础数据库和影像后处理等为主要技术内涵的大型医学专用或通用型应用软件系统,或分立嵌入式软件系统,如:各种影像后处理软件,包括影像融合(Fusion),计算机辅助诊断分析,数字化虚拟人体计划(virtual human plan,简称 VHP),治疗仿真软件(如虚拟手术教学、三维放疗计划系统),以及多模式医学人机接口软硬件系统技术(如语音识别与合成、手写输入,医学术语字典等大型基础知识库及机器翻译,计算机视觉、听觉及虚拟现实仿真)等。计算无所不在,计算医学工程技术的发展将深刻影响着医学和医疗器械产业的发展,推动其科技进步和产业升级,具有十分重大的战略意义。

2) 医学网格及其应用技术——数字医院(e-Hospital)和数字医学(e-Medicine)

下一代因特网技术就是网格(grid)技术,因特网将从 Web 应用转向网格应用。网格是近 10 年来国际上兴起的一种重要信息技术。从美国、欧洲、日本等发达国家到印度这样的发展中国家,都启动了大型网格研究计划,并得到了产业界的大力支持。据美国政府报告以及《福布斯》杂志预测,网格技术将在 2004—2005 年出现一个高峰,推动信息产业的持续高速发展,在 2020 年产生一个年产值为 20 万亿美元的大工业。

网格技术的目标是基于因特网技术、Web 技术、数字化技术和高性能计算等技术,采用开放标准,突破当前计算机各 CPU、各操作系统之间、数据格式之间不兼容的瓶颈,实现网络虚拟环境上的资源共享和协同工作,消除信息孤岛和资源孤岛。在这种“普遍计算/网格”模式中,中心服务器端是网格服务器(它与现行网络服务器、数据中心服务器相连),而客户端是各种各样的有线或无线终端设备。网格服务器将把有关高性能计算服务(如科学计算、工程模拟、图像处理、药物和基因分析等),依据要求送到科研、企业、政府、医院、家庭等各方面用户的桌面上,使得高性能计算变得像电力一样普遍(pervasive)而又无所不在(ubiquitous),达到 anytime, anywhere, any user, any device, any service 的最终境界。

网格技术的本质是资源(包括计算、存储、数据、信息、知识、专家)共享,把整个因特网整合成一个巨大的、由若干“分布式计算单元”组成的、广义的“超级计算机”。与它相关的技术有:实时信息系统、网络化虚拟设计环境、因特网技术、知识库管理、XML 技术、ASP 技术、万维网服务(web service)、语义网(semantic web)、数据网格、信息网格、计算网格、高性能计算等技术。按使用类别和规模划分,有企业网格、医院网格、行业网格和政府网格,网格之间可设计互通。

医学网格,其实质就是聚合(或整合)包括 HIS、PACS 等在内的所有医学信息系统以及各种医学计算能力与可共享资源,形成更大的医学资源共享系统——数字医院(e-Hospital)和数字医学(e-Medicine)。

医学网格及其应用技术在美国、欧洲已经在快速发展当中,很多著名企业如 GE、HP、IBM、Siemens 等已经开始建立实验室和样板医院,试验医学网格应用。医学网格技术的发展就像当年 Windows 视窗应用一样,影响着人们的观念调整,也必将影响医学信息网络与软件技术的长远发展方向。预计未来 3~5 年内具有真正广泛意义上资源共享的医学网格及其应用将会在美国、欧洲、日本等国大量涌现。

3) 面向医学全方位应用的高精度数字化虚拟人体计划(VHP)研发和应用,将促使

本世纪医学得到较大的飞跃

(1) 1989 年最早由美国国立卫生图书馆为主倡议发起、相关临床医疗中心和美国科罗拉多大学参与实施的 VHP-“可视人”计划研究。

这项研究的主要目的是取得真实人体的 CT、磁共振和组织解剖学对照数据,然后经计算机精确三维图像重建,构造出可展示人体各组织器官形态和空间关系的三维数字化“可视人”。1991 年和 1994 年分别选择了男(身高 1.82 米)女(1.54 米)各一个活体,在他们死后立即做 CT 和磁共振扫描(男-间距 1 mm 共 1 878 个断面,女-间距 0.33 mm 共 5 189 个断面数据),然后将尸体做冷冻(-80°C)和生物塑化处理,再以同样间距做组织切片摄影。这些数据称为 VHP 数据集。高分辨率的 VHP 数据集,每个切片文件数据量为 32 MB,整个数据量达 200 GB 以上。

如此庞大的数据集和精细化“可视人”在医学解剖史上属首创,也是迄今为止解剖学和影像学结合的最具复杂性的重大基础性创新工程项目。VHP 数据集分全身、头、胸、腹、盆腔、肢体等部位数据,细分约数十个模块,每个模块供商业和研究开发使用需 1 万多到数万美元不等。目前 VHP 数据集当中仍缺少血管和神经信息,待今后研发补充。VHP 数据集可以通过向美国国家技术信息服务局(NTIS)购买,也可以通过 Web 下载。

利用 VHP 数据集,结合多种医学影像优势,经计算机精确三维图像重建,构造出可展示人体各组织器官形态和空间关系的三维数字化“可视人”这样的开发应用,甚至是面向基层用户的普及推广应用,是计算机界和医学界共同面临的最重要和最具挑战性的工作,也是未来医学网格及其应用技术的典型范例。

目前 PC 机主频 2.5 GHz 以上,内存 2 GB 以上,但要处理如此庞大的 VHP 数据量仍然还是有困难,即使 Tru64 高级图形工作站也如此,必须使用高性能(高速并行处理亿次)计算机/超级服务器才有可能,但这样在现阶段面向基层的普及应用将受到较大影响。应认真选择和制定切实可行的技术发展战略和方案,同时利用计算网格(或医学网格)技术,所有 PC 客户机均能够共享其计算资源,或者进行个性化集成开发,形成专用医学和工业应用软件产品,如:虚拟人体解剖学软件、高精度数字化虚拟人体可视化及影像后处理工作站系统、手术模拟软件、高精度三维立体放射治疗计划系统等,虚拟广告人,虚拟汽车碰撞试验人等。

韩国于 2001 年 1 月开始“可视人”前期研究。组织切片间距达 0.2 mm,开创了具有东方人特征的 VHP 数据采集工作。日本也继韩国之后开始此项工作。

VHP-“可视人”计划为进一步研究“物理人”和“生理人”奠定了坚实的基础。其内涵和用途非常广泛,影响持久而深远。

(2) 1999 年 10 月美国橡树岭国家实验室分别向美国国家科学院和国会呈交了关于 VHP-“物理人”的创新计划报告,得到了国防部非致命武器委员会的积极支持。计划设想是基于“可视人”的研究成果,结合物理学和生物学成果,模拟人体器官组织和整体在外界物理刺激下的力学和形变反应等。

(3) 近期美国华盛顿大学等研究机构又发起了关于 VHP-“生理人”的最新研究理念。其设想是集成(或整合)生理学、生物物理、生物化学的研究成果,完成对人体组织器官生理学(分子细胞级)上的数字化描述,如心脏机能模拟和药物试验分析等。

VHP 研究和开发应用已成为发达国家信息技术和医学基础建设的重要组成部分,其研究成果可迅速转化为商业化产品技术而广泛应用于医学的各个方面,也可推广应用于智能机器人和与人相关的所有工业和军事领域。美国、欧盟、日本、韩国 2001 年重大科技计划中均列入 VHP 研究和相关开发应用。

2. 国外重视医学信息网络与软件基础性建设和人才培养

这主要体现在:

(1) 由政府导向,企业、民间组织、医疗机构、多方面行业专家等共同组建医学信息网络与重大软件项目专家咨询委员会或评估机构(如 ECRI 评比、KIAS 评比等),对医学信息网络(如 PACS 等)和重大软件项目 and 市场化应用进行发展战略研究论证、评估,包括投资项目工程前期设计论证、分期建设情况和风险,避免决策和投资失误。

(2) 建立医院综合信息系统统一标准规范。目前已经确立 HL_7 及 XML 技术作为文字信息系统标准规范,建立 DICOM3.0(含 DICOM_RT)标准协议联盟,有偿使用 DICOM3.0 低层工具软件包,全面推广 DICOM3.0 数字化影像传输标准协议,在技术和功能层次上实现 HIS 与 PACS 交融、HL_7 与 DICOM3.0 无缝链接,为规范 HIS/PACS 系统发展,以及未来向数字医院(e-Hospital)和数字医学(e-Medicine)升级发展打下了良好的基础。

(3) 积极开发应用多模式医学人机接口软硬件系统。国外 PACS 系统大都配有语音识别与合成和手写输入功能,并建立和逐步完善规范性的大型基础医学学术语字典及知识库系统(含多国语言机器翻译系统,在美国已有此类基础性通用性软件销售)。关于人脸感知、计算机视觉、听觉及虚拟现实环境(即灵境技术)的研究开发也方兴未艾,如面部特征感知及自动对焦、头盔立体视觉以及虚拟治疗环境等医学人工智能应用等。这类技术应用使医生有沉浸感(merge),促进了人机结合,使医学临床、教学和科研进入一个崭新的数字医学时代。

(4) 培养和造就医工结合复合型/边缘型人才。国外大企业、大学等机构争相吸引医工结合复合型/边缘型人才,即既懂计算机、网络、数据库又懂医学影像及处理等技术的医工结合型复合人才,加入医学信息网络与软件产品技术的研发行列,以加强交叉学科技术交流,缩短研发周期,提高项目实用性和研发成功率。在美国,攻读 MD 医学博士学位必须有四年以上工科等院校学习经历;而从事医学物理师等高级工程技术人员必须经过定期职业考核取得证书才能在医院工作,否则流动性极大。医学物理师有很多是从计算机、计算数学、电子工程、网络通信、图像处理、物理学等学科转向来的,并且有在医院或医疗企业、研究机构的经历,具有较强的计算机、图像处理、数字化、通信等专业技能和医学实践经验。当然,这方面的复合人才薪酬相对较高,除美国之外还吸引了其他国家如中国、印度等国优秀的学生、工程师去美国工作,增强了人才储备和发展后劲。

1.4 我国医学信息网络与软件产品技术发展现状和问题

我国医学信息网络与软件产品技术的发展受国家整体经济实力、信息技术发展水平、企业参与研发和成果产业化能力、医疗改革与实践、医院管理人员和技术人员素质等多方

面因素综合影响。总的来说医学信息数字化、网络化已经根植人心,而且经过多年的摸索和经历,取得了一些令人可喜的成绩。目前我国医学信息网络与软件产品技术正处于较快发展的时机。

1. 我国 HIS 系统经历分散、整合,从单机数据库和局部信息系统逐步发展成为较为完整的基本符合国际标准的医院管理信息系统

20 世纪 80 年代,随着计算机技术、网络技术、数据库技术的发展渗透,国内各医院对收费、药品及卫生耗材、膳食等管理很重视,开始陆续建立单机数据库和局部信息系统(如药品管理系统、收费管理系统、医政人事管理系统等)。但由于应用微机的客户/服务器处理结构分散,数据库类型较多,各自为政,缺乏统一数据格式标准,信息交换和升级较难。80 年代后期,尤其是进入 90 年代以来,国家信息管理部门、卫生行业管理部门在总结经验和教训的基础上,相继制定了一些计算机及软件工程规范和医学信息系统规范。随着我国经济持续强劲发展,医院收入的提高,信息系统厂家也更多地介入医疗市场,加上计算机体系结构升级加快(三年更新一代),服务器/PC 机成本进一步下降,Windows 操作系统、宽带网技术、关系数据库 SQL 等技术不断完善并在国内得到快速普及应用,因此加速了国内医院信息化建设的步伐。迄今为止,全国许多大中型医院(如北京协和医院、解放军总医院、上海瑞金医院、福州总医院等)和一些条件较好的中小型基层医院都已装备管理信息较为完整的文字型 HIS 系统,并且其中一部分基本符合国际 HL₇ 及 XML 技术标准规范,发挥了较明显的直接管理效益和经济效益。

2. 我国 PACS 系统的发展,从单机接口数字化及简单影像后处理到建立放射科 RIS 系统,在借鉴国外 PACS 系统的经验基础上,正探索建立和推广适合我国国情的规范的医院影像信息管理系统

20 世纪 90 年代中期以来,我国许多医院影像设备有了较大幅度的增长,许多常用医学影像检查设备如 CT、磁共振、X 线机、DSA、PET、SPECT、超声等都已具备数字化成像和统一的 DICOM3.0 数字医学影像传输标准。在此情况下,如果按传统做法,每天仍然出大量的胶片进行会诊、借阅、保存,手工作业,则效率很低,费时费力,而且经常有一定量的丢失,不省钱。有时由于拍片质量问题和丢片而重复拍片,多个医生同时需要看一张病人图像,阅片延误等,另外远程医学需要传输病人数字影像作为诊疗依据。这些问题随着医院数字化、信息化的进程以及 HIS 系统良好运行的影响下,变得严重迫切起来。医院除影像科之外,还有很多科室配备影像设备。资源共享、医院影像信息管理一体化、提高医疗服务质量的呼声越来越高。很显然,单是放射(影像)科 RIS 系统已不能满足需要。

PACS 需要上,但怎么上? 设计方案如何,规模有多大,何时能建成? 需要多少投入? 效益到底如何? 国内医学界、工程界、企业和政府对 PACS 的认识由一般了解到加深理解、吃透,经历了一段较长的过程。其间国内 PACS 厂家最多时约有数十家,研发实力总体偏弱,注册资金在一千万人民币以上、具有计算机数字化、网络通信技术实力和经验的而且有医学专家指导、权威医院合作支持的厂家更是屈指可数,加上前几年国家还未出台关于医学影像及相关 PACS 的一些规范,有点摸着石头过河的成分。虽然局部有些突破,如天健 PACS、东软 PACS、华海 PACS、岱嘉 PACS、安科 PACS 等,但是总体上未能形成有效的产业链和产品竞争力。国外的一些 PACS 厂家趁势进入国内医院,但是由于