

分类号:

单位代码: 10114

密 级:

学 号: 200920471

医用 PACS 系统数据库云计算的设计

研 究 生: 梁晓峰

指 导 教 师: 张锦、张辉

申请学位门类级别: 硕士学位

专 业 名 称: 医学影像学与核医学

研 究 方 向: 医学影像技术

所 在 学 院: 山西医科大学医学影像系

2012年3月18日



Y2127360

学位论文独创性声明

本人声明，所呈交的学位论文系在导师指导下本文独立完成的研究成果。文中任何引用他人的成果，均已做出明确标注或得到许可。论文内容未包含法律意义上已属于他人的任何形式的研究成果，也不包含本人已用于其他学位申请的论文或成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

本文如违反上述声明，愿意承担以下责任和后果：

- 1、交回学校授予的学位证书；
- 2、学校可在相关媒体上对作者本人的行为进行通报；
- 3、本文按照学校规定的方式，对因不当取得学位给学校造成的名誉损害，进行公开道歉。
- 4、本人负责因论文成果不实产生的法律纠纷。

论文作者签名： 梁克峰 日期： _____ 年 ____ 月 ____ 日

学位论文授权使用授权书

本人完全了解山西医科大学有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留或向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权山西医科大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。

本人离校后发表或使用学位论文或与该论文直接相关的学术论文或成果时，署名单位仍然为山西医科大学。

(保密论文在解密后应遵守此规定)

论文作者签名： _____ 日期： _____ 年 ____ 月 ____ 日

指导教师签名： 张强 日期： _____ 年 ____ 月 ____ 日

(本声明的版权归山西医科大学所有，未经许可，任何单位及任何个人不得擅自使用。)

目 录

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
第一章 前言.....	1
1.1 医用 PACS 系统数据库设计类型发展沿革.....	1
1.2 研究的主要内容.....	1
1.2.1 实施“云计算”的前提.....	5
1.2.2 DICOM 格式下的图像压缩算法.....	1
1.3 论文的结构安排.....	1
第二章 PACS 系统的数据库.....	3
2.1 PACS 的定义及特点.....	3
2.2 云计算的定义及与 PACS 之间的关系.....	4
2.3 本章小结.....	4
第三章 PACS 系统的“云计算”体系架构研究.....	6
3.1 云计算的硬件架构.....	6
3.1.1 服务器.....	6
3.1.2 外置磁盘存储系统.....	6
3.1.3 网络设备.....	6
3.1.4 安全产品.....	6
3.2 云存储系统的架构.....	6
3.2.1 云存储架构有以下三种方式:	7
3.3 云平台的架构.....	8
3.4 建立 PACS 系统数据库“云计算”的方法和安全问题.....	8
3.5 本章小结.....	9
第四章 基于 DICOM 格式的医学图像压缩方法的研究.....	10
4.1 发展概况.....	10
4.2 DICOM 格式介绍.....	10
4.3 图像压缩编码.....	11
4.3.1 概述.....	11
4.3.2 有损压缩与无损压缩比较.....	11
4.3.3 图像压缩的评价方法.....	11
4.3.4 图像压缩编码的研究.....	12
4.3.5 各种压缩编码方法:	12
4.4 图像压缩方法.....	15

4.4.1 感兴趣区域的无损压缩.....	16
4.4.2 背景区图像的有损压缩.....	17
4.5 结论.....	18
4.5.1 小波变换的最大特点.....	18
4.5.2 小波变换的另一个特点.....	18
第五章 结论和展望.....	20
5.1 本文所做的主要工作	20
5.2 课题的今后进一步研究的方向	20
参考文献.....	22
综述.....	24
个人简介.....	31
致 谢.....	31

摘 要

PACS 系统中数据库是整个 PACS 系统的主要组成部分。数据库文件结构的建立是编制程序的基础，也是维护工作的依据。随着患者对医疗技术水平的要求增高，众多医院存在设备购置时间过长，软、硬件设备陈旧，处理数据和储存数据的能力降低，导致的现有医疗设备不能满足日益增长的对图像储存及图像后处理的要求，本课题研究的内容在于不必对现有医疗设备进行升级换代或购买新的软件，而是设计一个“私有云”在“云”内进行数据处理和数据储存。

论文详细阐述了医学影像存档和传输系统 (Picture Archiving and Communication System, PACS) 的数据库发展沿革及架构体系，分析了 PACS 系统利用云计算的分布式计算和分布式存储的特性体系结构。

由于 PACS 系统是将日常 MRI、CT、US、DSA 等设备产生的图像进行压缩后储存在需要是随时可以调阅，但日常产生的数据量又非常之大，为了提高医学图像的传输速度和回放效率，必须对其进行压缩处理。因此，医学图像压缩算法的研究非常必要。论文分析了 DICOM 格式的医学图像的无损或微损压缩方法，存储方法及两者间的比较，然后提出了使用对感兴趣区的无损压缩和非感兴趣去的有损压缩相结合的方式进行医学图像的压缩。

关键词: PACS; 云计算; 私有云; 图像压缩算法;

Abstract

The database is the important part of the (Picture Archiving and Communication System,) PACS system, date base document is the basement of program, and the accordance of maintainance. with the increased request of medical level, there are many problem, such as, soft and hard unit have past time, the ability of handle and store decreased. the objective of the study is to design a "cloud" which need not buy and update the software, it is to design a "private cloud", it can store and complete the date process.

The thesis elaborate the history and the system of PACS. Analyze how the PACS utilize the special structural to cout and store .

Because of the PACS is store the image of CT、MRI、US、DSA et al, and the datum is very arge, so we must to compress it. it is nessory to stuy the compress algorithm. In the thesis anlyze the compress methed with little lost in the DICOM pattern. Then put forward to use the ROI lossless compression and uninteresting to lossy compression combined modality medical image compression.

Key word PACS; Cloud computing; Private cloud; Image compress compute

第一章 前言

1.1 医用 PACS 系统数据库设计类型发展沿革

在 PACS 系统中数据库是其重要组成部分。数据库文件结构的建立是编制程序的基础，也是维护工作的依据。尤其是数据表的设计，更是如此，要尽量实现标准化、规范化，并兼顾医院实际工作的需要和维护的方便。建立一个方便使用的数据库设计方法能在适当的期限内，创造一个有实用价值的数据库。它能满足用户关于性能、功能、完整性、安全性、及发展等方面的要求，同时又能服从于特定的数据库管理的约束，并且可用简单的数据模型来表示。

1.2 研究的主要内容

目前我国使用的 PACS 系统的数据库基本上都是关系型数据库，它的优点在于通用的 SQL 语言使得操作关系型数据库非常方便。程序员甚至于使用人员可以方便地在逻辑层面指令于数据库，而完全不必理解其架构层的层次与方式。易于维护：高度完整性极大的降低了数据的冗余和数据不一致性的出现概率，因此针对 PACS 系统的数据库设计是基于关系型数据库的基础上进行研究。

1.2.1 针对目前国内使用较多 PACS 系统的硬件系统设计、实施“云计算”

本文通过对传统 PACS 的基本理论和基本结构深入分析，了解 PACS 的主要硬件组成部分及功能，提出了医用 PACS 系统数据库的“云计算”，并在此基础上对其图像进行“云”内处理和“云”内存储。

1.2.2 DICOM 格式下的图像压缩算法

PACS 系统中的医学图像主要是遵从 DICOM 格式，为了提高医学图像的传输速度和回放效率，图像压缩编码技术是其核心技术的重要组成部分。本课题将研究在 PACS 系统中医学图像的无损与有损压缩算法，提出将有损压缩和无损压缩相结合的压缩算法，在满足压缩效率要求的同时使重建图像的感兴趣区域具有较好的质量。对数字影像图像的压缩也可以减少其所占用的存储空间，节省医院在储存方面的开支。

1.3 论文的结构安排

论文共分五章，内容安排如下：

第一章介绍了论文的研究背景，综述了研究现状，给出了论文的主要研究内容和结构安排。

第二章主要介绍了 PACS 系统和“云计算”的概念、组成部分、各自的特点、以及两者之间的联系。

第三章介绍了传统有线 PACS 系统架构云计算的硬件和软件条件，并分析其安全性、可控性等技术。

第四章主要介绍图像的有损和无损压缩算法。然后将 DICOM 格式下的图像有损压缩和无损压缩相结合的压缩算法应用于图像压缩技术。

第五章对本文所做的主要工作进行了总结，并提出了下一步研究的主要内容。

第二章 PACS 系统的数据库

2.1 PACS 的定义及特点

PACS (Picture Archiving and Communication Systems) 是医学影像数字化储存和传输系统。它主要由以下这五部分组成, 影像采集系统、图像的显示与处理系统、数据处理库的管理系统、数据库的存储管理系统以及医学图像的传输系统, 主要是为医院影像科室提供资料存储和提供查阅的系统, 主要的任务就是把每天医学设备用于影像医学诊断的各种图像 (包括核磁, CT, 超声, 各种 X 光机, 各种红外仪等设备产生的图像) 通过各种接口 (现在以 DICOM3.0 协议为主), 进行储存和在需要时进行查阅。

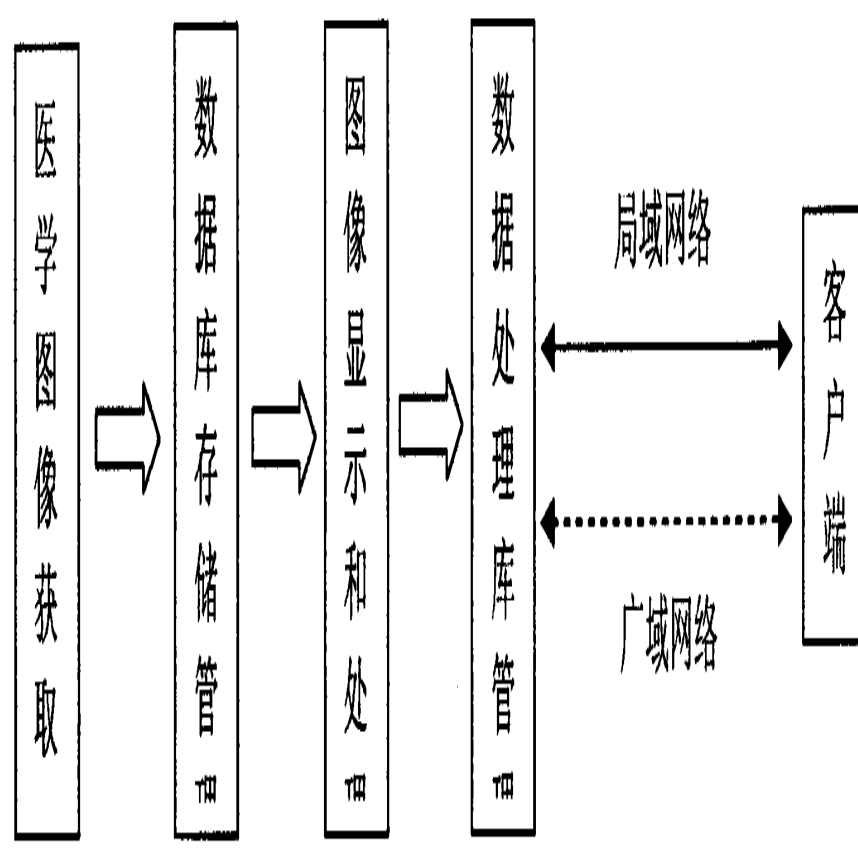


图1 PACS系统五个基本单元

PACS数据的特点为: 并发量小、数据量大、传输速度要快。磁共振 (MRI) 或计算机断层扫描 (CT) 所产生的图像一般为断层扫描图像, 现在随着各种影像技术不断的提高在这种情况下每个病人的图像从10幅到100幅甚至更多, 每幅图像的时间分辨率、空间分辨率等不断提高, 图像文件所需要的存储空间也越来越大, 因此要求在存储上能够海量存储。假设某个病人的胸部X光片数字化后解析度为 2000×2000 点, 进行存储时为8Bit每个点, 那么这个胸部X光片所占用的磁盘空间大约为4-8Mbytes; 目前大、中型医院购置的MRI、CT、CR、DR、US、DSA等医疗成像设备都是采用数字成像, 通过数模、模数转换、采集接口模块等设备就可将数字化图像信息取出使用, 并构成储存数据文件存储到存储介质中去, 现如今每天医院有大量的医学图像资料产生, 由于医学影像学在医院内用于疾病诊断的地位不断提升, 医学影像诊断对临床诊断的可靠性影响非常大, 医生对于诊断的图像资料清晰度、信噪比有较高的要求, 所以采用有损压缩方法进行存储不能适应医学图像的要求, 大批量医学图像的存储对系统存储空间的要求要更大; 高速传输在PACS系统中是相当重要的, PACS系统中关于高精度图像资料的传输, 对调度算法、网络带宽、服务器性能、尤其是要有非常高的访问速度, 能够快速及时的将影像资料在不同的终端之间快速传输; 必须具备可扩展性和兼容性, 根据医院的要求图像数据需保存3-5年, 随着时间的推移数

据量和对存储容量的要求也会逐年增长,这样就要求PACS系统所用的存储系统可以简便扩展而且可靠地扩展;数据安全、备份与恢复在PACS系统中起着非常重要的作用,通过PACS系统存储系统设置中的归档管理功能结合良好的备份和恢复,保证数据的可靠性、安全性,并做到24小时不间断服务,出现故障后能在最短时间内迅速无损恢复。

2.2 云计算的定义及与PACS之间的关系

所谓的“云计算”是Google公司最先提出的,它是一种动态的、易扩展的且通常是通过互联网提供虚拟化的资源计算方式。互联网常以一个云状图案来表示,因此可以形象地称为云计算。私有云的区别在于基于私有云的服务中,在组织内管理数据和流程,而没有网络带宽、安全性暴露和法律要求的限制,而在开放的公共网络中使用公共云服务则可能需要这些限制。

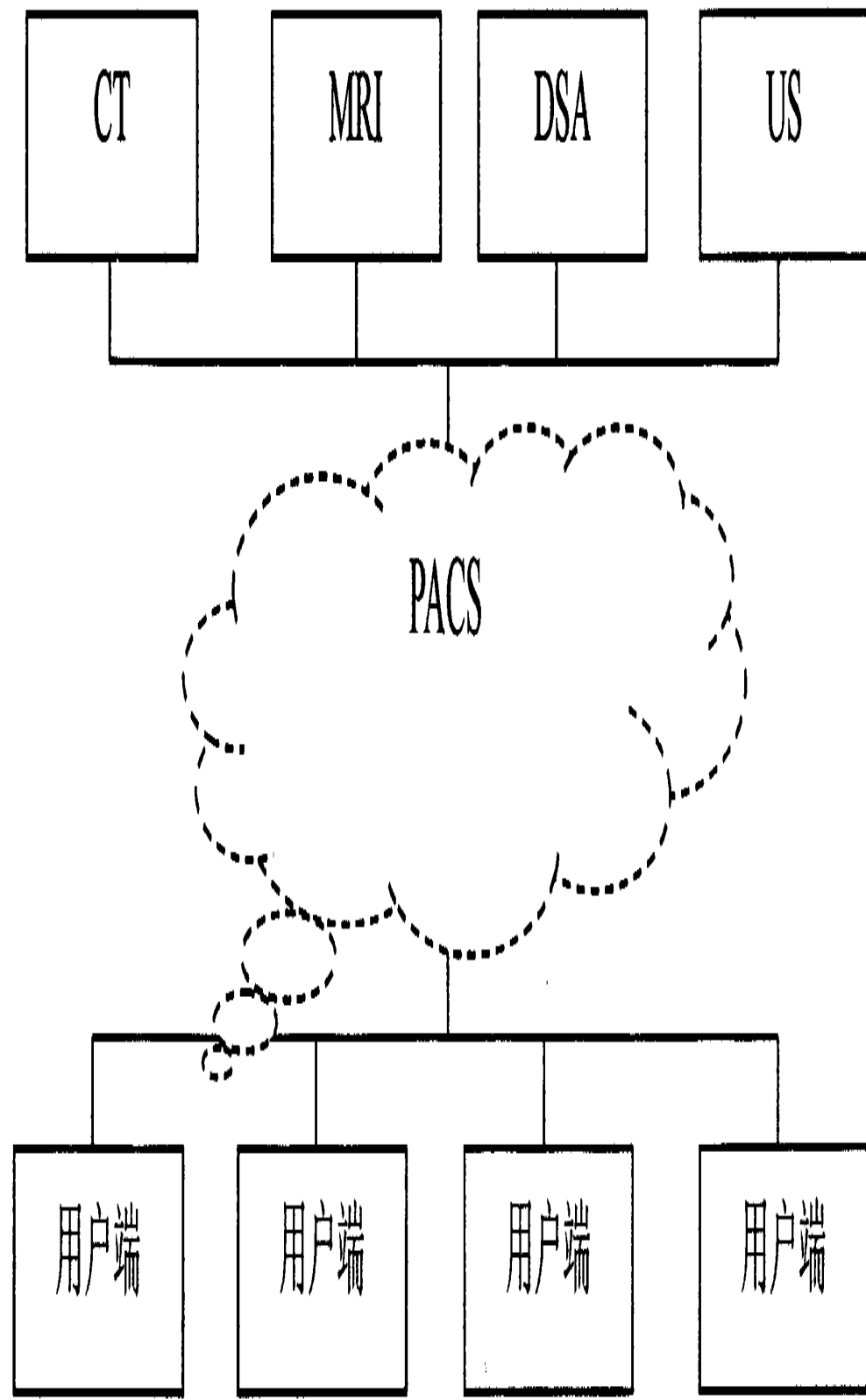


图2 PACS系统“云计算”示意图

影像云服务平台与区域PACS之间必然有非常紧密的联系。两者处理的信息主体都是医学影像资料。作为医院最常用的信息系统之一,PACS系统是医院用于存储、传输和处理医学影像资料并开展影像诊断的主要工具。目前常见的科室级PACS系统根据规模和范围大致可以分为单机版队C/S工作站、影像科的Mini-PACS、全院PACS像资料的全面共享和有序流转,和区域PACS。全院PACS实现了医院内医学影是实现“无胶片医院”的基础。而区域PACS系统是全院PACS系统发展到更高阶段的产物,对医学影像数据的共享需求推动了PACS系统的区域化。

2.3 本章小结

本章介绍了PACS系统和“云计算”的基础知识,首先介绍了PACS的定义及意义,

紧接着介绍了 PACS 的系统组成，最后分析了 PACS 系统和云服务平台的关系。

第三章 PACS 系统的“云计算”体系架构研究

3.1 云计算的硬件架构

构建云计算平台，搭建动态的、具有充分扩展性和高效能的硬件平台是整体平台的重要基础。在硬件平台中，具体的硬件设备涉及服务器、外置磁盘储存系统、网络设备和安全产品的选择是非常重要的。

3.1.1 服务器包括x86架构服务器和非x86架构服务器（包括IA-64、RISC架构的服务器），选用x86服务器是在于它的好处是可以全面的兼容以前的32位x86架构的应用程序。

3.1.2 外置磁盘储存系统从存储系统的连接方式上分为DAS、NAS、SAN三种。其中SAN存储系统多台服务器可以通过存储网络同时访问SAN存储系统，实现存储整合数据集中管理，扩展性高。根据SAN存储系统的接口，如4Gb/s光纤通道技术或3Gb/s SAS接口技术，相应的为服务器配置4Gb/s的主机光纤接口卡或SAS接口卡。根据应用系统的存储性能要求，可采用FC/SAS高性能硬盘或大容量的SATA硬盘。SAN存储系统的容量可从1TB扩展上百TB。

3.1.3 网络设备包括集线器、交换机、网桥、路由器、网关、网络接口卡（NIC）、无线接入点（WAP）、打印机和调制解调器等。在这里只重点介绍一下路由器和交换机，路由器通过在相对独立的网络中交换具体协议的信息来实现。比起网桥，路由器不但能过滤和分隔网络信息流、连接网络分支，还能访问数据包中更多的信息，并且用来提高数据包的传输效率。交换机与集线器或网桥相比除有相似的功能外还拥有更好性能，能够对任意两个端口进行临时连接。与集线器不同的是，交换机仅将信息帧从一个端口传送到目标节点所在的其它端口，而不会向其它的所有端口广播。

3.1.4 安全产品。硬件防火墙是指把防火墙程序做到芯片里面，由硬件执行这些功能，能减少CPU的负担，使路由更稳定。

3.2 云存储系统的架构

云存储系统主要功能是用来进行数据存储和数据管理。系统的架构模型包括存储层、应用接口层、基础管理层和访问层四部分。存储层主要包括存储设备及存储设备管理系统，分布在不同地域的存储设备，通过网络互联在一起，负责存储设备的虚拟化管理、多链路冗余管理、硬件设备的状态监控和故障维护、设备升级等；应用接口层根据用户订购的服务为用户分配权限，为不同的用户提供不同的API接口及应用软件，同时提供网络接入、用户认证等功能；基础管理层利用了集群系统、分布式文件系统和网格计算等技术，实现云存储中多个存储设备之间的协同工作，并负责对数据进行加密、备份、压缩等，保证数据的正确性与安全性，为“云”中的存储设备提供较强的数据访问性能；访问

层包括能够访问云存储系统的用户,用户可以通过标准的公共应用接口登录云存储系统,享受云存储服务。

云计算是一种基于互联网的计算方式。通过这种方式,共享的软硬件资源和信息可以按需提供给计算机和其他设备,整个运行方式很像电网。云计算是继 80 年代大型计算机到客户机/服务器模式的大转变之后的又一种巨变。用户不再需要了解“云”中基础设施的细节,不必具有相应的专业知识,也无需直接进行控制。云计算描述了一种基于互联网的新的 IT 服务增加、使用和交付模式,通常涉及通过互联网来提供动态易扩展而且经常是虚拟化的资源。典型的云计算提供商往往提供通用的网络业务应用,可以通过浏览器等软件或者其他 Web 服务来访问,而软件和数据都存储在服务器上。

云计算应用技术背后的支撑则是海量数据的分布式存储和并行计算技术。存储架构的容量、稳定性、扩展能力是制约云计算应用规模的重要因素。

3.2.1 云存储架构有以下三种方式:

A、直连存储 (Direct Attached Storage, DAS), 是一种以服务器为中心的存储结构,各种存储设备通过 IDE 或 SCSI 等 I/O 总线与服务器相连。客户的数据访问必须通过服务器,然后经其 I/O 总线访问相应的存储设备,服务器实际上起到一种存储转发的作用。因此,DAS 完全是以服务器为中心的体系结构,寄生在相应的服务器或客户端上,其本身是硬件的堆叠。当客户连接数增多时,其响应速度降低。当网络带宽足够的情况下,服务器将成为整个系统的性能瓶颈。DAS 适用于服务器在地理分布上很分散,通过 SAN 或 NAS 在它们之间进行互连非常困难。DAS 存储方式难以满足现代存储应用大容量、高性能、动态可扩展等要求。由于存储系统附属于服务器,受服务器总线技术的限制,DAS 的可扩展性差。另外,由于数据存储在多个独立服务器上,这些服务器都带有各自的存储系统,因此形成所谓的“信息孤岛”。“信息孤岛”的存在不利于信息的整合,而且,它要求管理员管理在地理上分散的不同平台的系统,使信息管理困难,从而降低管理效率,增加了存储系统的总拥有成本。因此,DAS 方式难以满足信息化社会对数据存储管理的要求。

B、网络附加存储(Network Attached Storage, NAS), NAS 是以数据为中心的存储结构。与 DAS 和 SAN 这种基于“数据块”级的存储系统不同,NAS 是基于“文件”级的,按照存储网络工业协会(SNIA)的 NAS 是可以直接联到网络上向用户提供文件级服务的存储设备。NAS 有其自己简化的实时操作系统,它将硬件和软件有机地集成在一起,用以提供文件共享服务。目前采用的文件传输协议主要是 NFS 和 CIFS,其中 NFS 主要应用在 UNIX 环境下,最早由 SUN 公司开发。CIFS 主要应用在 Windows 环境下,由 Microsoft 开发,

Linux 下的 Samba 也基于 CIFS 协议。NAS 的结构及采用的协议使得 NAS 具有以下优点: 异构平台下的文件共享, 不同操作系统平台下的多个客户端可以很容易地共享 NAS 中的同一个文件; 充分利用现有的 LAN 网络结构, 保护现有投资; 容易安装, 使用和管理都很方便, 实现即插即用; 广泛的适用性, 由于基于 TCP/IP 以及标准的 NFs 和 CIFS 协议, 可以适应复杂的网络环境; 较低的总拥有成本。

但在实际应用中 NAS 也表现出一些缺陷: 1) 在文件访问的速度方面, NAS 采用的是文件 I/O 方式。在提出请求的客户端, 文件 I/O 请求要经过整个 TCP/IP 协议栈封装, 经过网络传输。到达 NAS 后, 同样要经过整个 TCP/IP 协议栈将文件 I/O 请求命令解封后到达 NAS 的文件系统, 再对存储设备进行读写数据取出来之后要经过类似的与之相反的过程, 这带来很大的网络协议开销, 这种文件 I/O 的速度和 SAN 的 block I/O 相比很低。正是因为这个原因, NAS 一般只适合中小型企业文件共享, 而不适合在对访问速度要求高的实时应用场合, 如数据库应用、在线事务处理等。2) 在数据备份方面, 需要占用 LAN 的带宽, 浪费宝贵的网络资源, 严重时甚至影响客户应用的顺利进行。3) 在资源的整合和 NAS 的管理方面, NAS 只能对单个存储(单个 NAS 内部)设备之中的磁盘进行资源的整合, 难以将多个 NAS 设备整合成一个统一的存储池, 因而难以对多个 NAS 设备进行统一的集中管理。

C、存储区域网络(Storage Area Network, SAN) SAN 是一种以光纤网络为中心的存储结构。按照 SNIA 定义, SAN 是一种利用 Fibre Channel 等互联协议连接起来的可以在服务器和存储系统之间直接传送数据的存储网络系统。

3.3 云平台的架构

云服务平台通过利用本地服务器的分布式计算机为云内用户提供服务, 从而有效地提高了对软硬件资源的利用效率, 使用户通过云计算享受高性能并行计算所带来的便利。云服务平台的核心是数据虚拟化技术, 通过此技术可以将云内用户的硬件资源进行划分, 如将硬盘、内存和处理器资源单独划分。然后根据实际需求将划分的资源通过虚拟化技术软件进行重组, 并且虚拟系统可以根据使用情况, 进行动态变更, 以适应系统计算的变化。目前 Google 的“云端计算”, 国内研发的 Hadoop 版本的“大云 1.5”、“e 云”等计算平台的虚拟化技术已经把网络计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络储存、负载均衡等计算机和网络技术相融合在一起, 只需将其引入现有的 PACS 系统中即可形成一个超级虚拟计算机。

3.4 建立 PACS 系统数据库“云计算”的方法和安全问题

云服务平台通过利用本地服务器的分布式计算机为云内用户提供服务, 从而有效地提高了

对硬件资源的利用效率，使用户通过云计算享受高性能并行计算所带来的便利。云服务平台的核心是数据虚拟化技术，通过此技术可以将云内用户的硬件资源进行划分，如将硬盘、内存和处理器资源单独划分，然后根据实际需求将划分的资源通过虚拟化技术软件进行重组，并且虚拟系统可以根据使用情况，进行动态变更，以适应系统计算的变化。目前 Google 的“云端计算”，国内研发的 Hadoop 版本的“大云 1.5”、“e 云”等计算平台的虚拟化技术已经把网络计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络储存、负载平衡等计算机和网络技术相融合在一起，只需将其引入现有的 PACS 系统中即可形成一个超级虚拟计算机。

PACS 系统中应用云计算，因其为私有云不与公众网相连，存储是在虚拟云内，故某单独工作站瘫痪不会引起数据丢失，外漏的可能性几乎为零，保证了其安全和可靠性。另外所连接的用户端，都必须在获得授权的情况下才能使用云内资源，所以在 PACS 系统数据库中“私有云”设计的实施，为 PACS 系统在延续了原有的流程管理和服务上拥有了更高的性能，提升了其可用性、安全性。

3.5 本章小结

本章详细介绍了 PACS 的“云计算”的硬件设置及云储存的三种储存架构方式，比较了这三种方式的优缺点，阐述了解决这几个方面问题的方式方法。

第四章 基于 DICOM 格式的医学图像压缩方法的研究

4.1 发展概况

医学图像数据量是非常惊人的,建立 PACS 的许多技术困难都与之有关,如图像的存储、传输、显示等。从图像压缩还原的角度出发,图像压缩方法可分为无损压缩和有损压缩两大类:常用的无损压缩方法有差分脉冲预测编码、多级内插方法等;常用的有损压缩方法有离散余弦变换(DCT)、全帧离散余弦变换、重叠正交变换(LOT)、自适应预测编码和神经网络法等,近年来又出现了分形和小波变换编码。如何对医学图像进行压缩,是近年来图像处理技术中的一个重点研究的问题。

4.2 DICOM 格式介绍

图像存档与通讯系统(picture archiving and communication system,简称PACS)在近年来随着数字成像技术、计算机技术和通信技术的进步得到了迅速的发展。PACS实现了医学图像的获取、存储、通信、管理和显示等过程的数字化,其发展趋势是减少直至完全取代胶片。PACS标准旨在促进医学影像设备之间的互操作性,它提供了一种用于医学信息的开放性的数据交换标准,使得不同厂商生产的设备所形成的图像的统一存档与通讯成为可能。

DICOM标准制定的目的有三个:促进数字图像信息的通讯、方便PACS系统的发展、建立诊断信息数据库。

DICOM图像及相关属性信息作为数据元素(data element)组成数据集合(dataset),所谓数据元素就是对信息对象的属性的编码值,它基本由数据元素标签(Tag)、值的长度及数据值三部分和值的表达(VR)(这一部分是可选的)组成,并由数据元素标签来唯一标记如图1所示:。

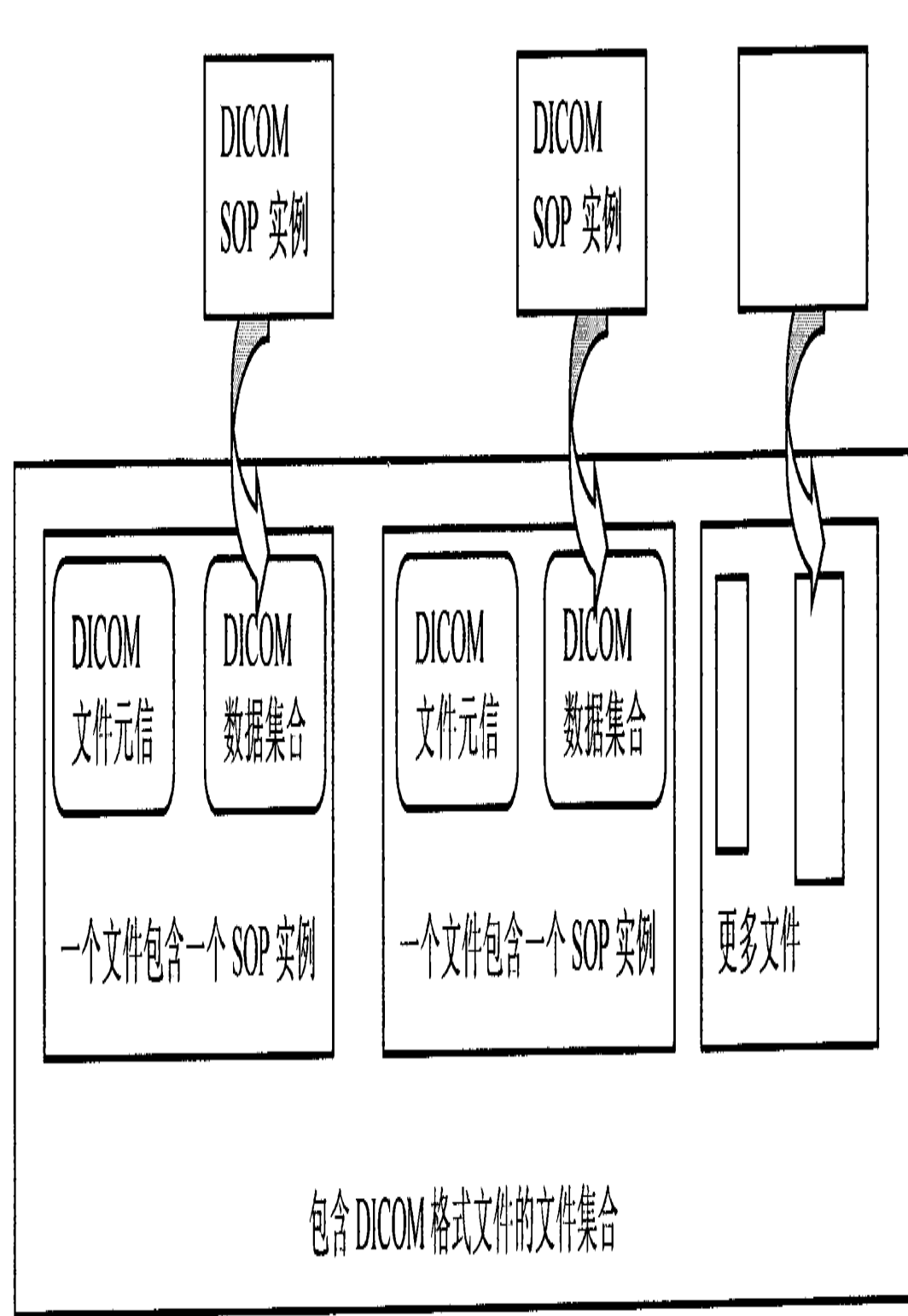


图1 文件集合和文件格式

文件元就是 DICOM 文件的文件头, 它由 128 个字节组成, 这 128 个字节不是以 DICOM 数据元素的格式编码, 它提供了与通用计算机图像文件格式更好的兼容性, 以便访问文件中的图像和相关数据; 紧接着是四个字节的 DICOM 前缀即 “DICM”, 后面的文件元信息按数据元素标签和值的长度来编码表示, 此外文件头中还包含组长度、文件元版本信息、介质存储 SOP 类 UID 等等。此外为避免与介质储层的功能冲突, DICOM 文件中包含管理信息。

4.3 图像压缩编码

4.3.1 概述

图像压缩编码的核心是去除或减少图像中的冗余信息。图像数据中主要有三种不同的数据冗余: 编码冗余、像素冗余以及心理视觉冗余。其中心理视觉冗余主要是由于人的视觉系统的不均匀性产生的, 具有一定的主观性。移除编码冗余和像素冗余不会减少图片中的信息, 因而是无损压缩。常用的无损压缩算法有行程编码(RLE)、哈夫曼编码(Huffman Code)、算术编码等。移除心理视觉冗余会损失图片中的信息, 因而是有损压缩当前用于医学图像数据的有损压缩方法主要有: 预测编码、变换编码(如离散余弦变换(DCT)、小波变换)、子带编码、分形编码、神经网络编码、标量化编码、矢量量化编码等编码方法。

4.3.2 有损压缩与无损压缩比较

(1) 保真度: 确保医学图像压缩后的高保真度是医学图像压缩首要考虑的因素, 现在医学图像上常常采用无损压缩, 为它能够精确地还原原图像。

(2) 压缩比: 无损图像压缩的压缩比很低, 一般为 2-4; 而有损图像压缩的压缩比可以高达 50, 甚至更高。

所以将这两种压缩方法在保证使用要求的基础上结合起来, 在获取高的压缩质量的前提下提高压缩比。

4.3.3 图像压缩的评价方法

数据压缩的效果好与不好, 关键要看三样指标: 一是压缩比要大, 二是压缩算法简单、速度快, 三是恢复效果好。因此医学图像压缩也要遵循这三个指标。

(1) 压缩效率。医学图像的压缩无疑是减低应用系统成本, 提高网络传输效率, 减少存储空间的一个重要途径。图像数据压缩可提高图像传输速率, 缩短传输时间, 还可以减少图像存档需要的存储空间。因此, 高的压缩比是必需的。

(2) 计算速度。用软件压缩或解压缩常常占据计算机的宝贵时间, 且很难做到实时; 用硬件压缩速度很快, 但将增加 PACS 的成本。有人认为随着带宽和存储能力的增强将不

会再有压缩的要求,但医学图像技术的发展将不断地提高对网络带宽和存储能力的要求,压缩技术也一直会体现出它的重要性。

(3)医学诊断的可靠性。医学图像是医学诊断和疾病治疗的重要根据,在临床上具有非常重要的应用价值。确保医学图像压缩后的高保真度是医学图像压缩首要考虑的因素,现在医学图像上常常采用无损压缩,因为它能够精确地还原原图像。

但这三个指标又是互相制约的,追求高的压缩比就会损失一部分图像信息,达不到“无视觉损失”的效果;同样如果保持了原始图像的真实性,就无法达到较高的压缩比因而利用率不高。在实际的临床应用中,在这两者之间寻找一个合适的切入点,使图像即能经过压缩便于存储传输,又不会影响临床诊断是至关重要的。

4.3.4 图像压缩编码的研究

医学图像的特性之一在于诊断区域必须满足诊断的要求。以普通的乳腺x光片为例,其图像是 $4096 \times 4096 \times 16\text{bit}$ 约33Mb,但具有诊断价值的重要区域只是其中的一部分,相当一部分是背景信息。压缩的关键是通过手工或自动方式分割出重要区域和背景区域,重要区域采用无损压缩或高精度有损压缩,背景进行低精度的有损压缩。分区压缩是医学图像压缩最基本的手段。

规则矩形区域压缩算法只能处理矩形区域,算法简单但压缩效率不高。基于结构的压缩算法可以处理任意边界的区域,通过种子区域生长算法得到边界,将边界近似成直线和圆弧等规则的图形结构,使用链条编码对边界进行无损编码,再对区域内进行无损编码,区域外进行有损压缩。非规则区域压缩算法可以处理任意边界,提高了压缩效率,但边界计算复杂性增加。区域压缩算法的效果取决于背景的PSNR(Peak Signal to Noise Ratio,意思就是到达噪音比率的顶点信号)、区域大小及形状等,应根据背景的PSNR确定变换、量化及编码方式,例如区域较小而PSNR要求较高时可采用简单的熵编码算法。

4.3.5 各种压缩编码方法:

(1) 基于小波编码的压缩

小波变换(Wavelet Transform, WT)具有很好的时-频或空-频局部特性,同时还具有多分辨率特性,特别适合按照人类视觉系统特性设计的图像编码方案。1989年Mallat第一次把小波变换用于图像压缩,开创了小波变换用于图像压缩的先河。到目前为止已经有多种基于小波变换的图像压缩编码方案,小波变换编码是变换编码中的一种。其主要意义在于:利用小波变换对原始图像进行多分辨率分解,每一次小波分解都将图像分为三个高频带(HH, HL, LH)和一个低频带(LL),将图像在各种分辨率下的细节提取出来,根据人类心理视觉特性进行相应的量化编码。

由于小波变换提供了信号的多分辨率分解,因此,小波变换在医学影像压缩中具有重要地位。首先利用小波变换对图像进行多分辨率分解,然后对系数进行结构化处理和不同的量化编码策略,最大限度地去除图像的全局相关性,并将量化误差分散到整个图像内,多分辨率便于综合考虑视觉特性,实现图像的渐进表示和传输。对小波变换系数不同的结构化处理和量化编码策略产生了许多与之相关的算法。

A. EZW(Embedded Zero tree Wavelet Coding)

零树编码或称嵌入式零树小波编码(EZW. Embedded Zerotree Wavelet Coding)是一种常用的用小波变换实现图像编码的压缩算法。这种方法利用小波变换后各层次子带小波系数之间呈现的强烈相关性,将多数的零系数组成一种树形结构从而提高总体的编码效率。SPIHT(Set Partitioning in Hierarchical Trees)算法是 EZW 算法的改进和提高在零树数据结构的基础上对数据进行分类扫描和精细扫描,将树结构按不同的分辨率分成不同层次的位平面,通过中间数组保存像素点坐标来简化对小波系数的扫描过程。

由于经典小波变换(又称为第一代小波)在图像变换后会产生浮点数,因而必须对变换后的数据进行量化处理,这样就产生了不同程度的失真整数小波变换(又称为第二代小波变换),采用提升算法通过整数变换能够实现图像的无损压缩。相较于经典小波变换来说更适合医学图像的压缩。

B.SPIHT

SPIHT 是内嵌式零树编码 EZW 的改进和提高。SPIHT 将相似空间方向的小波系数从最低分辨率的树根到最高分辨率的树叶排列成空间树结构。与 EZW 不同, SPIHT 将树结构按不同分辨率分成不同层次的位平面,从最高位平面渐进输出,量化则利用均匀量化以简化编码算法。SPIHT 通过中间数组保存像素点坐标来简化对小波系数的扫描过程,在压缩效率和实现简便性等方面都有了很大的提高。SPIHT 算法的不足是 SPIHT 算法的中间数组占用了大量的存储空间,不利于算法在硬件上的实现。SPIHT 在医学图像有损压缩中取得了很好的效果。与 EZW 算法和 SPIHT 算法相似,EBCOT 算法也是用小波变换进行分解,然后对小波系数进行量化和编码。与 EZW 和 SPIHT 算法不同的是 EBCOT 算法不采用零树结构而是利用编码块,将同一子带内的小波系数分解成不同大小的矩形块,采用不同的尺度编码,分别对应不同的位平面,从最重要的位平面开始到最不重要的位平面为止,从而产生多尺度的码流,该算法计算复杂性适中,适合对远程医学图像进行浏览。

C.SQP

SQP 编码(两次分割算法)通过小波系数门限分割出大于门限系数的感兴趣区,再对重要系数进行二次分割量化,采用简单的算法来对重要值进行编码,该算法适合远程医学图

像的快速传输。

用感兴趣区域编码方法编码医学图像时，将医学图像中的诊断区域称为感兴趣区域 (Region of Interest, ROI)，其他区域称为背景区域 (Back Ground, BG)。为了确保诊断的正确性，在进行图像压缩时，对医学图像的 ROI 区域进行无损编码或高精度的有损压缩，对 BG 区域采取高压缩比的有损编码。在传输时要求 ROI 优先于 BG 传输，以确保 ROI 区域的高质量传输，用这种压缩方法在保证不丢失重要的诊断信息的前提下实现了医学图像的高效压缩。

感兴趣区域编码是新一代静止图像压缩标准 JPEG2000 支持的一种非常重要的编码方法。JPEG2000 标准提出了两种方法用于 ROI 编码：Upscaling 方法和 Maxshift 方法。这两种方法 Maxshift 方法可以对多个任意形状的 ROI 进行编码，ROI 与 BG 完全分离，缺点是无法调整 ROI 和 BG 的相对重要性。Upscaling 方法 ROI 系数的提升补偿可以根据要求进行调整，但是必须编码形状信息。

分形压缩方法基于一个称为迭代函数系统 (Integrated Function Systems, IFS) 的数学理论。该方法基于图像的自相似性，将图像分解成若干子图像，利用图像的仿射变换 (旋转、伸缩、位移等) 寻找子图像间的自相关性。分形压缩过程长但是解压缩时间很快，压缩比极高，压缩特性与图像的分辨率无关，压缩后能够保持信号与图像特征基本不变，在传递过程中具有极高的抗干扰能力，且分形编码的图像能在任何大小上被解码。

人工神经网络 (Artificial Neural Network, ANN) 是理论化的人脑神经网络的数学模型。与一些传统的压缩方法相比，神经网络编码由于具有高度的并行性、良好的容错性和联想记忆功能、自组织性和自适应性。因此在图像的压缩过程中不必借助于某种预先确定的数据编码方法，而是根据图像本身的信息特点，自主地完成图像压缩编码。

现代医学影像设备产生了大量的三维医学图像，因此对三维医学图像进行压缩编码是十分必要的。三维医学图像压缩较多的是采用小波压缩算法。三维图像的无损压缩一般采用提升的整数小波变换。由于多维小波变换是可分离的，因此，可以在水平、垂直和纵深方向分别进行一维小波变换，将一维整数小波变换扩展到三维。具体的变换顺序视实际情况而定。三维小波压缩二维小波压缩有较好的性能，因为前者利用了三个方向上的信息，并利用了数据结构和方向上的冗余。由于帧内像素的相关性与帧间不同，不同的医学图像帧间距离不同，因此在帧内的最佳小波基可能与帧间的小波基不同。很多文献都采用混合压缩的算法来进行三维图像压缩，对帧内和帧间采用不同的压缩算法。

A. 3D 整型小波变换

3D 整型小波变换直接对体数据进行 3. D 小波变换, 产生嵌入式数据流, 具有有损到无损的渐进压缩功能, 特别适合远程医疗图像的传输。由于整型小波变换不是整体变换, 在小波域内的量化错误与时空域内均方误差(MSE)不等价, 难以记录在量化过程中的最终误差, 因此应对整型小波系数进行处理使之接近整体变换, 以提高编码效率

B.3D SPIHT 和 3D EBCOT

3D SPHT 和 3D EBCOT 是当前 3D 小波视频编码的理想算法。由于三维医学数据与普通视频存在差异, 应充分考虑医学图像的特点, 对体数据进行数据统计分析, 建立其 3D 模型, 再进行小波变换和编码。3DSPHT 对小波系数多层次位平面结构进行算术编码, 3D EBCOT 则完全依靠算术编码来挖掘重要值间的冗余。

3D 整型小波变换直接对整体数据进行 3D 小波变换, 产生嵌入式数据流, 具有有损到无损的渐进压缩功能, 特别适合远程医疗图像的传输。由于整型小波变换不是整体变换, 在小波域内的量化错误与时空域内均方误差(MSE)不等价, 难以记录在量化过程中的最终误差, 因此应对整型小波系数进行处理使之接近整体变换, 以提高编码效率。

C.面向对象的区域运动补偿算法

由于 MRI 和 CT 等 3D 医学图像序列之间相关性较高, 采用类似 MPEG 的帧间运动补偿的压缩算法可提高三维图像的压缩效率。根据图像病理特性将图像分割成均匀运动区域, 采用面向对象区域运动补偿法估计区域运动得到补偿图像, 对原图像与补偿图像的差进行无损编码。与 MPEG 直接分块运动补偿方法相比, 面向对象运动补偿在边界分割和码位分配计算上较复杂, 但编码效率得到提高。一种折衷的方法是先进行简单的块运动补偿, 然后采用面向对象的方式分割差图像, 将其分成高低活动区域, 只对高活动区域进行编码。有实验表明使用 3D 小波视频编码可以使 CT 和 MRI 采用上述方法具有较高的压缩效率, 比直接进行二维压缩提高 2-4dB。

4.4 图像压缩方法

医学图像将被划分为两个区域: 一个为包含重要诊断信息的区域, 其错误描述的代价非常高, 所以此感兴趣区域 ROI (Region of Interest) 需要高重构质量的压缩方案; 另一个非感兴趣区域则要求达到尽可能高的压缩比, 即需要在某一框架下将无损压缩与有损压缩统一起来。

感兴趣区域是医学图像中重要的图像数据区域, 是由医生在医学图像中诊断的已发生或可能发生病变的区域。采用对感兴趣区域进行无损压缩, 对背景区域进行有损压缩相结合的方法, 对医学图像进行压缩处理。

4.4.1 感兴趣区域的无损压缩

感兴趣区域是医学图像中重要的图像数据区域,是由医生在医学图像中诊断的已发生或可能发生病变的区域。采用对感兴趣区域进行无损压缩,对背景区域进行有损压缩相结合的方法,对医学图像进行压缩处理,下面是对两种压缩算法中的各种技术的比较:

无损压缩主要有行程编码技术、Huffman 编码技术、算术编码技术。下面对行程编码和 Huffman 编码技术进行简单的分析与比较。

A 行程编码技术是利用二维信息的相关性,按照一定的扫描路线进行扫描,比较相邻像素的亮度,当亮度有一个显著的变化时,就有一个行程存在,扫描方式如图 1 和图 2 所示。行程编码的每个码字长度相同,编码和解码都比较简单,所以许多情况下被采用。

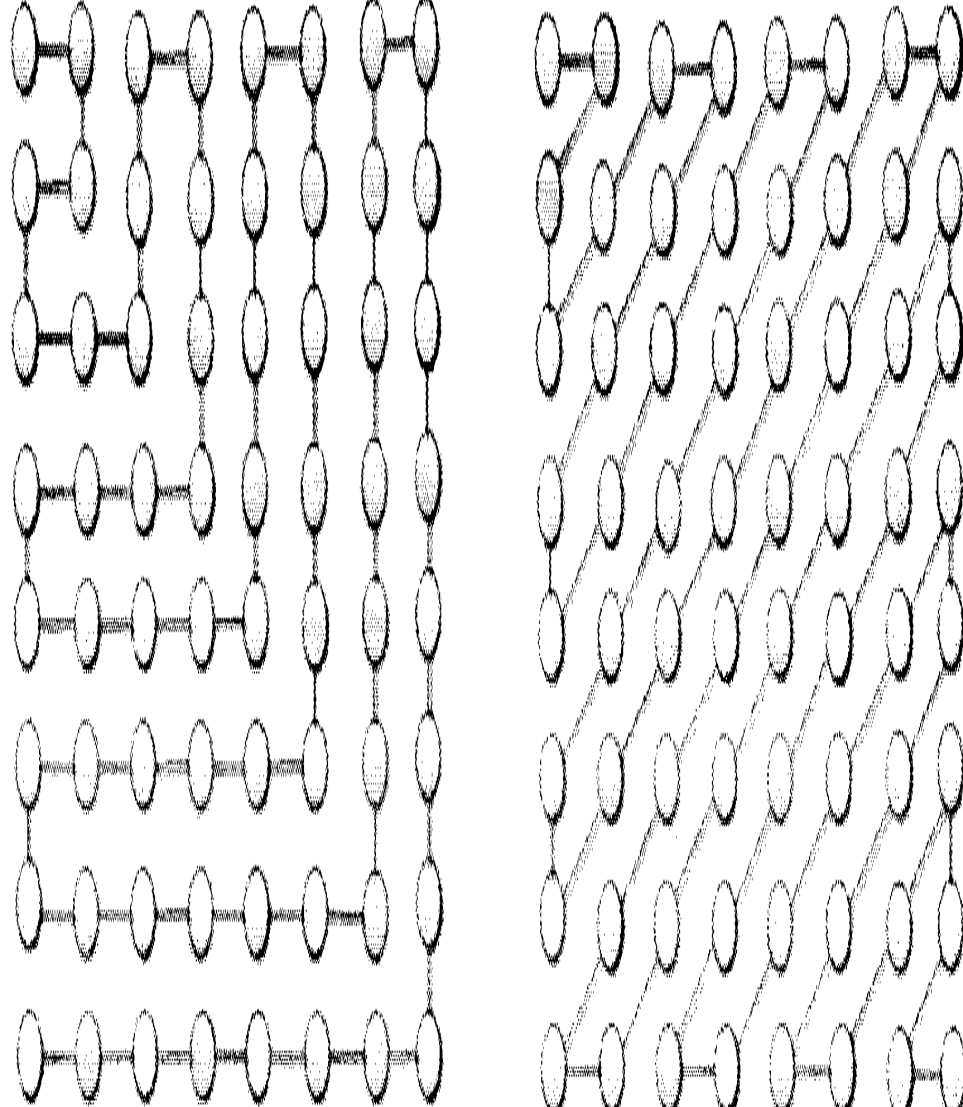


图 1. 交替扫描图 2. Z 字型扫描

B Huffman 编码

Huffman 编码就是一种非定长编码方式。对于出现概率大的信息符号用短字长的码字编写,对于出现概率小的信息符号用长字长的码字编写,提高了编码的效率。只要码字的长度按照信息出现的概率大小逆顺序排列,则平均码字的长度一定少于其他任何符号顺序的排列方式,码字的平均长度如公式:

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^q p_i l_i$$

具有最小值,从而实现压缩的目的。(其中 p 是出现的概率,是编码的长度)。

由于无损压缩可以完全重建数据,所以可以不必对图像重建效果进行比较,只进行压缩比和压缩时间的比较。从表 1 (下表) 中看出 Huffman 编码压缩比大于行程编码,其压缩时间基本相差不大。

	压缩图像	分辨率	压缩方式	压缩比	时间 (S)
1	CT 颅脑图像	1024*1024	Huffman 编码	1.52	4.14
1	CT 颅脑图像	1024*1024	行程编码	1.03	4.21
2	MRI 颅脑图像	1024*1024	Huffman 编码	1.54	4.22
2	MRI 颅脑图像	1024*1024	行程编码	1.04	4.23
3	肺部图像	512*512	Huffman 编码	1.416	4.13
3	肺部图像	512*512	行程编码	1.040	4.27

表 1 医学图像压缩的实验结果比较

4.4.2 背景区图像的有损压缩

有损压缩的编码方法主要有预测编码、正交变换编码(DCT)、傅立叶变换编码、小波变换编码等,下面主要介绍 DCT 与小波变换技术。

(1) DCT 变换编码将数据中视觉上容易察觉的部分和不容易察觉的部分进行分离,以达到进行有损压缩的目的。基于 DCT 变换的编码和解码的结构过程如图 3 和图 4 所示。

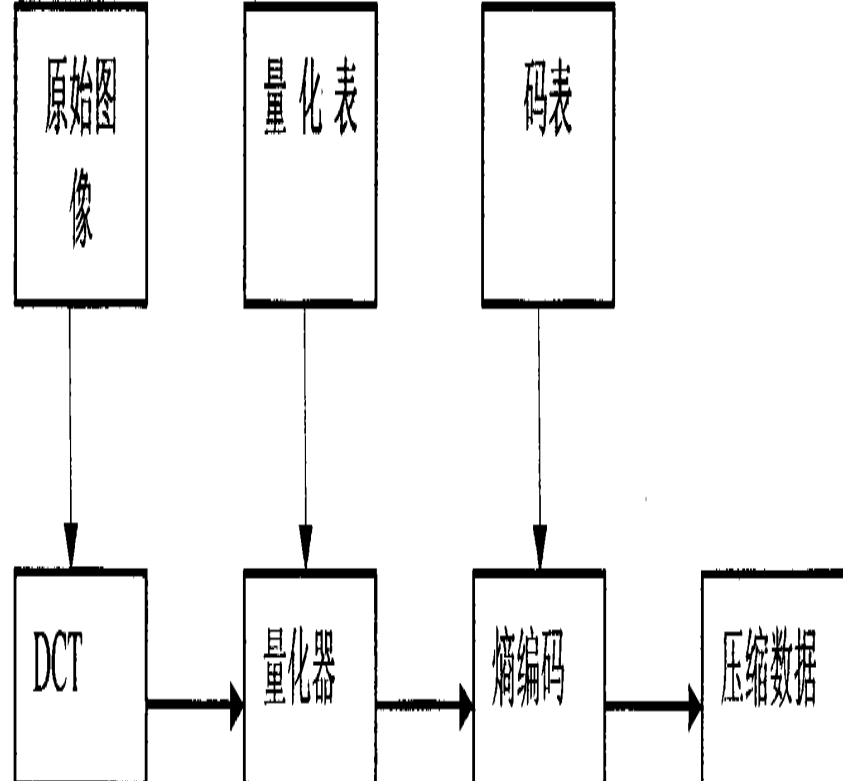


图 3 编码过程

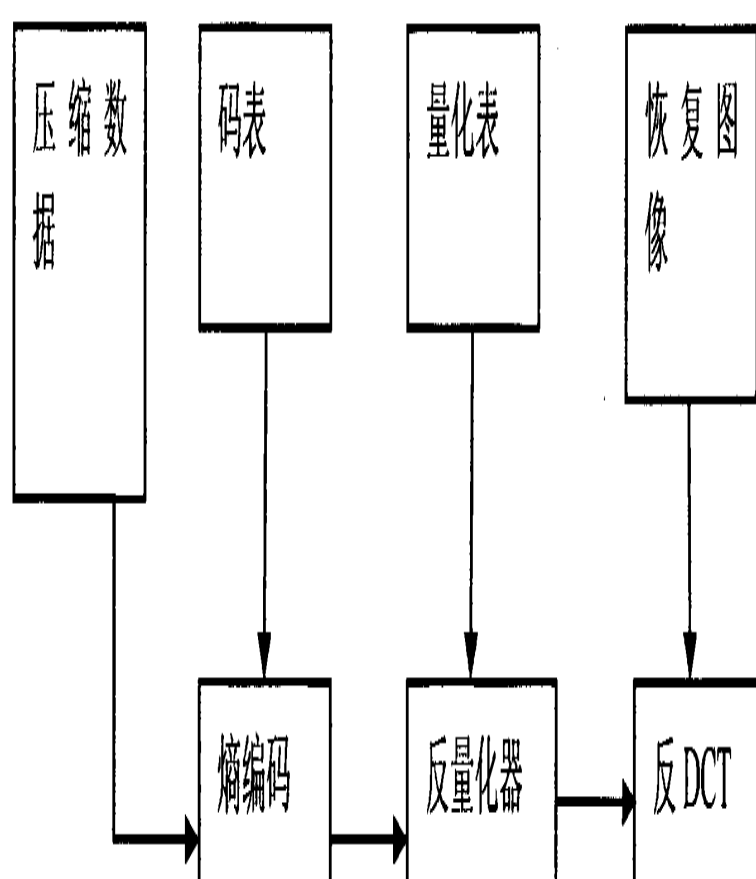


图 4 解码过程

(2) 小波变换 (在之前的图像压缩编码中已经详细介绍)

1989 年, J.Morlet 首先将小波变换用于多分辨率图像的描述, 这个多分辨率的图像描述叫做图像的小波分解。在空间域里, 小波分解将信号分解为不同层次, 每个层次的分辨

率不同,由于小波分解方法本身的正交性,分解后不同层次数据之间的相关性完全由数据本身的相关性所决定,小波变换的本质非常适合图像信号处理。

(3) 小波变换与 DCT 变换的比较

小波变换与DCT变换的区别是: DCT变换它主要考察整个时域过程的频域特征,或整个频域过程的时域过程。而小波变换既能够考察局部时域过程的频域特征,又能考察频域过程的时域过程。

用小波变换编码和DCT编码,以不同比率(bit/pixel)对CT的脂肪肝图像进行有损压缩,通过重建效果比较DCT编码和小波变换编码的差异,实验结果如表2。

	压缩方式	比率 (bit/像素)	压缩比	峰值信噪比
0	无损压缩		1.41	
1	DCT编码	0.50	21.48	34.33
1	小波编码	0.50	21.58	35.48
2	DCT编码	0.25	31.11	31.69
2	小波编码	0.25	31.34	32.33
3	DCT编码	0.10	50.33	25.33
3	小波编码	0.10	50.56	26.46

表2

注:如表2所示,在比率大于25%的情况下无论是DCT变换编码还是小波变换编码其效果基本与原图一致,但用DCT编码时当比率为15%时就能看到效果不如用小波变换编码的效果,当比率为10%的时候,用DCT编码能明显看到方块效应。

可以看出有损压缩的压缩比要远远大于无损压缩的压缩比,而且DCT编码和小波编码的压缩比几乎差不多,并且在比率相同的情况下,通过峰值信噪比的数据可以看出小波编码重建图像的质量较好。

4.5 结论

4.5.1 小波变换的最大特点是具有频率上的自由伸缩性,当信号带宽较窄时,可通过缩小的方法,使得刻画精细。当信号带宽较宽时,可通过放大使其描述满足需要精度。因此小波变换不受图像带宽的约束适用性强。特别是克服了其他变换法通常会产生的方块边界效应。因此,小波变换更适应高要求的医学图像的压缩。

4.5.2 小波变换的另一个特点是它没有直流分量,对波形变化点特别敏感。当选定一个小

波基函数后, 对于信号 $f(x)$, $\int_{-\infty}^{+\infty} f(x) \varphi_{s,u}(x) dx = \text{常数}$, 该常数记为 C_s 。 C_s 是一个对于突变信号非常敏感的量, 当 $f(x)$ 中包含突变信号时, C_s 的值将会比 $f(x)$ 不含突变信号时的 C_s 值增加十倍以上。也就是说, 小波变换对于突变信号起到一个放大镜的作用, 突变信号被放大后的结果就体现在 C_s 上。

因此通过小波分析可以较容易的检测和提取到医学信号中的异常信息。而医学信号处理的目标就是找出因为病变导致的异常信息。小波变换对波形“变化点”特别敏感, 也就是说小波变换对于分析医学信号是适合的。

医学图像是医学诊断和疾病治疗的重要依据, 为确保恢复图像的高保真度和真实性, 提出有损压缩和无损压缩相结合的压缩算法, 采用 Huffman 编码技术和小波变换技术相结合的方法, 对图像中医生感兴趣的病灶区域进行无损压缩, 其它部分图像进行有损压缩, 在满足压缩效率要求的同时使重建图像的感兴趣区域具有较好的质量。减小了医学图像的体积, 从而节省医学图像的存储空间, 提高医学影像的传输速度。

第五章 结论和展望

5.1 本文所做的主要工作

5.1.1 本文详细地综述了 PACS 数据库的发展趋势,并针对当前传统 PACS 的体系结构进行了分析总结,在此基础上提出了 PACS 系统数据库“云计算”的设计,研究了解决建立 PACS 系统“云计算”的关键技术。

5.1.2 针对传输的医学影像数据具有非常大的特点,提出了采用 Huffman 编码技术和小波变换技术相结合的方法,对图像中医生感兴趣的病灶区域进行无损压缩,其它部分图像进行有损压缩,在满足压缩效率要求的同时使重建图像的感兴趣区域具有较好的质量。减小了医学图像的体积,从而节省医学图像的存储空间,提高医学影像的传输速度。

5.2 课题的今后进一步研究的方向

医学影像云服务平台的发展主要由以下几个方向:

5.2.1 区域医学影像服务中心

区域医学影像服务中心是区域医学影像云服务平台的软硬件提供者、数据存储和应用服务协调中心。为区域内的各类对象提供 DICOM 远程诊断终端、医学影像资料存储、影像转诊、影像会诊、跨院病人 ID 交叉索引、跨院影像资料索引、病历代存、远程灾备、数据备份、典型病例查询、远程示教等服务。

5.2.2 大型医院

大型三甲医院可以为其它小型医院和基层卫生机构提供远程影像会诊、影像转诊等方面的服务,共享其高端影像设备和影像诊断人才资源。同时,大型医院也可从区域医学影像云服务平台获取远程灾备、跨院病人 ID 查询、跨院影像资料调阅等服务。

5.2.3 中小型医院

对于拥有部分高端影像检查设备的中小型医院,可通过平台为其它医疗机构提供远程影像转诊服务,共享其影像设备。对于疑难病例,还可通过平台申请其它大型医院的影像诊断专家进行影像会诊服务,解决中小型医院高级影像诊断人才不足的问题。同时,中小型医院还可租用 SaaS 模式的 PACS 应用系统,部署低成本的全院 PACS 集成解决方案。

5.2.4 基层医疗卫生服务机构

对于缺少影像检查设备和诊断医生的社区卫生服务中心或乡镇卫生院,可以通过平台申请其它医院的影像检查和影像诊断服务,即把医院的影像科登记室和查询室通过网络延伸到社区和乡镇,为病人提供预约挂号、检查结果查询等服务,减少病人挂号和领取诊断报告的排队等待时间。病人在大医院或区域影像检查中心检查完后即可回到社区,社区医生可

直接调阅检查报告和影像图片，实施后续的诊疗过程。

5.2.5 政府医疗卫生管理机构

为各级医疗卫生管理机构提供数据统计、数据挖掘、医疗过程监督等功能。为政府决策和医疗体制改革提供支持。在遇到重大传染病或自然灾害时，还可通过平台快速分发疾病影像特征资料，为公共卫生事业提供服务。

5.2.6 城乡居民

城乡居民可通过基层卫生服务机构预约登记影像检查、也可通过互联网代存病历及影像资料，取代病人自己保存的查询影像检查结果。“第二套胶片”，解决胶片存储信息不足的问题，同时减少重复检查的次数，降低医疗开支。

5.2.7 医院

影像诊断医生可通过 Dico 爪诊断终端阅片、撰写影像诊断报告。临床科室医生可通过平台调阅检查图像和诊断结果。不同医院的医生可以通过平台实现远程影像会诊和跨院影像资料调阅等功能。

5.2.8 医学教师与医学生

区域医学影像云服务平台还可为各医科院校、临床医院的教师和学生提供医学远程教育、医学影像仿真教学、影像科早会直播、教学视频点播等教学服务。

5.2.9 研究人员

区域医学影像云服务平台汇聚了大量的医学影像资料，通过加密和“去标识”等病人隐私保护操作后，还可为各医疗机构的研究人员提供丰富的临床影像样本，为开展医学图像 CBIR(Content Based Image Retrieval, 基于内容的图像检索)、图像融合、三维重建和数据挖掘等科学研究工作提供服务。

参考文献

- [01] 李连焕.基于云计算的医院PACS系统存储研究[J].硅谷, 2011,12:33-34
- [02] 陆海波.PACS统中存储技术的探讨[J].科学大众,2009, 3:155.
- [03] 朱彦斌, 张原原, 苗秋瑾.医院网络的综合建设[J].医疗装备, 2010,6:20-22
- [04] 孙健, 贾晓菁.Google云计算平台的技术架构及其成本的影响研究.电信科学
2010, 1:38-44.
- [05] Steel C,Nagappan R,Lai R.安全模式[M].北京:机械工业出版社, 2006:159- 162.
- [06] R.Martinez, Y. Alsafadi, J.Kim. Design of multimedia global PACS distributed
computing environment[C]. Hawaii International Conference on System Sciences, 3,
Hawaii, USA, 1995: 461-469
- [07] Thrun S,Fox D,Burgard W. Probabilistic Robotics [M].London,England:The MIT
Press, 2005:56-59
- [08] Leckie RG, Smith DV, et al. MDIS: A large PACS and teleradiology project[C].
Computer Assisted Radiology, Proceedings of CAR'93, 1993: 4-14
- [09] DeJarnette Wayne T., Orth Alan, Stockham Charles D., et al. A standards-based
distributed PACS architecture[C]. SPIE Proceedings of Medical Imaging, 1999: 37-50
- [10] 赵守香,姜同强.企业信息化[M]. 北京: 清华大学出版社,2008.233-247
- [11] Delic K.On Dependability of Corporate Grids.ACM Ubiquity,2005,6(45).
- [12] Carr N.Big switch:Rewiring the world,from Edison to Google.New York:Norton,2008.
- [13] Luby M.LT-codes[C] Proceedings of the 43rd Annual IEEE Symposium on the
Foundations of Computer Science,2002:271-280.
- [14] 杨洁洁.嵌入式Linux系统的移植及其根文件系统的实现[J].漳州师范学院学报:自然
科学版,2005,18(2):46-50
- [15] Graham R L, Lawler E L, Lenstra J K, et al. Optimization and approximation in
deterministic sequencing and scheduling: a survey [J]. Annals of Discrete
Mathematics, 1979, 5: 287-326.
- [16] 赵振.一种自适应海量存储系统组织策略及关键技术研究[D].华中科技大学
2006,07:8-10
- [17] 薛竑炜.灵山公司数据集中备份系统设计与实现[D].江南大学, 2009,7:13-15
- [18] 张媛.并行网络文件系统(PNFS)的设计与实现[D].国防科技大, 2006,11:22-24
- [19] 韩德志.网络存储技术及其进展[J].计算机应用研究, 2005, 7:12-14

- [20] 傅湘林,谢长生,曹强等.一种融合NAS和SAN技术的存储网络系统[J].2003,02:14-16
- [21] 王炯.SAN存储结构在网管系统中的应用研究[D].重庆大学,2004,10:23-25
- [22] 彭绍春.网络存储技术在数字校园的应用分析[J].中国现代教育装备,2006,6: 17-19
- [23] 王勇,张凯,吕扬生, DICOM 医学图像的存储与管理,《北京生物医学工程》, 2002, 21 (3), 194-197
- [24] 田娅,饶妮妮,蒲立新,国内医学图像处理技术的最新动态,《电子科技大学学报》,2002,3(15), 485-489
- [25] 魏欢欢,基于DICOM标准的医学图像压缩技术研究,《山东大学生物医学工程专业硕士论文》, 2008
- [26] 袁西霞,岳建华,王梦倩,基于PACS的医学图像压缩,《上海生物医学工程》, 2006, 27 (2), 90-92
- [27] 樊华,郑小林,基于小波变换的医学图像压缩,《山东生物医学工程》2003,第二期, 14-16
- [28] 董光,师为礼,赵运隆,一种医学图像压缩方法的研究,《长春理工大学学报》, 2009, 32 (3), 475-477
- [29] 胡阳秋,高小榕,高上凯,医学图像DICOM格式转换软件的设计与实现,《北京生物医学工程》, 2000, 19 (4), 193-197
- [30] 何任杰,白净,医学图像压缩的现状及发方向,《国外医学:生物医学工程分册》, 1996, 19 (6), 319-324
- [31] 赵杰,周一峰,医学图像压缩方式的探讨,《临床医学工程》, 2010, 17 (9), 114-115
- [32] 刘杰,医学图像压缩算法研究及进展,《北京生物医学工程》2006, 25 (3), 330-332
- [33] 范金坪,张春晓,医学图像压缩算法研究进展,《科技信息》2011,第25期, 60-61

综述

数据库是依照某种数据模型组织起来并存放二级存储器中的数据集合。数据库的基本结构分三个层次，反映了观察数据库的三种不同角度。(1)物理数据层。它是数据库的最内层，是物理存储设备上实际存储的数据的集合。这些数据是原始数据，是用户加工的对象，由内部模式描述的指令操作处理的位串、字符和字组成。(2)概念数据层。它是数据库的中间一层，是数据库的整体逻辑表示。指出了每个数据的逻辑定义及数据间的逻辑联系，是存储记录的集合。它所涉及的是数据库所有对象的逻辑关系，而不是它们的物理情况，是数据库管理员概念下的数据库。(3)逻辑数据层。数据库具有以下主要特点：一实现数据共享。数据共享包含所有用户可同时存取数据库中的数据，也包括用户可以用各种方式通过接口使用数据库，并提供数据共享。二减少数据的冗余度。同文件系统相比，由于数据库实现了数据共享，从而避免了用户各自建立应用文件。减少了大量重复数据，减少了数据冗余，维护了数据的一致。三数据的独立性。数据的独立性包括数据库中数据库的逻辑结构和应用程序相互独立，也包括数据物理结构的变化不影响数据的逻辑结构。四数据实现集中控制。文件管理方式中，数据处于一种分散的状态，不同的用户或同一用户在不同处理中其文件之间毫无关系。利用数据库可对数据进行集中控制和管理，并通过数据模型表示各种数据的组织以及数据间的联系。五数据一致性和可维护性，以确保数据的安全性和可靠性。

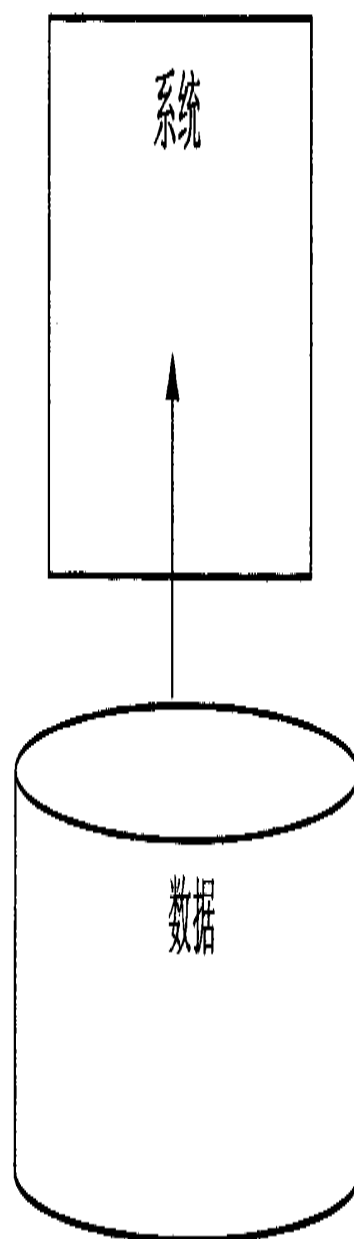
数据库的历史可以追溯到五十年前，那时的数据管理非常简单。通过大量的分类、比较和表格绘制的机器运行数百万穿孔卡片来进行数据的处理，其运行结果在纸上打印出来或者制成新的穿孔卡片。而数据管理就是对所有这些穿孔卡片进行物理的储存和处理。1951年 Univac 系统使用磁带和穿孔卡片作为数据存储，是一种一秒钟可以输入数百条记录的磁带驱动器。1961年通用电气公司开发了第一个网状数据库模型对于层次和非层次结构的事物都能比较自然的模拟，在关系数据库出现之前网状 DBMS（数据库管理系统）要比层次 DBMS 用得普遍。在数据库发展史上，网状数据库占有重要地位。网状数据库和层次数据库已经很好地解决了数据的集中和共享问题，但是在数据独立性和抽象级别上仍有很大欠缺。用户在对这两种数据库进行存取时，仍然需要明确数据的存储结构，指出存取路径。而后来出现的关系数据库较好地解决了这些问题。1969年 Edgar F. “Ted” Codd 发明了关系数据库。简单说来就是将数据集按意群分布在不同的表中，各表之间通过表中的关键字联接。

一、随着信息管理内容的不断扩展，出现了丰富多样的数据模型（层次模型，网状

模型,关系模型,面向对象模型,半结构化模型等),新技术也层出不穷(数据流, Web 数据管理,数据挖掘等)。目前每隔几年,国际上一些资深的数据库专家就会聚集一堂,探讨数据库研究现状,存在的问题和未来需要关注的新技术焦点。

二. 针对医用 PACS 系统的数据库设计

目前我国使用的 PACS 系统的数据库基本上都是关系型数据库,它的优点在于通用的 SQL 语言使得操作关系型数据库非常方便,程序员甚至于数据管理员可以方便地在逻辑层面操作数据库,而完全不必理解其底层实现。易于维护:丰富的完整性(实体完整性、参照完整性和用户定义的完整性)大大降低了数据冗余和数据不一致的概率。因此针对 PACS 系统的数据库设计是基于关系型数据库的基础上进行研究系统整体结构中的数据库。



现在的医院管理软件五花八门,种类繁多。一个完善成熟的系统,会给操作人员、维护人员、管理人员带来方便,提高工作效率,从而提高医院的社会效益和经济效益;反之,会出现诸多麻烦,甚至会引起系统瘫痪,造成医院经济的重大损失等。因此,系统软件的选择是非常重要的。医院存在 1 个或多个系统,数据库将成为各个系统的数据来源。此处简略为一个系统,多系统可能面临多数据库或数据仓库的情况。此处的影像系统按最简化的考量,即它是一个供医院里的人使用的,可以调出病人影像资料以供查阅的系统。

数据库的表设计表设计要考虑到系统的使用,在医院的管理系统中,我这里做了一个最简单考虑的模型。影像系统的主体主要包括三个:系统用户、病人、影像资料分成三张表设计。系统用户指会用到医院管理系统的人,包括医生、护士、其他医务人员。

(1) 用户表:

字段名	描述	类型	连接关系
UserID	用户编码	INT	用户表主键
UserName	用户名称	CHAR	
Institution	科室	CHAR	
Major	专业	CHAR	
EducationLevel	学历	CHAR	
Degree	学位	CHAR	
Skill	专长领域	CHAR	
Level	身份	CHAR	
PhoneNumber	电话号码	INT	
Address	地址	CHAR	

属性说明:

UserID 为用户编码, 是用户表的主键.

UserName 为用户名称

Institution 记录用户所属科室信息

Major 记录用户所学专业

Education Level 记录用户学历

Degree 记录用户学位

Skill 记录用户的专长领域

Level 记录用户的职级身份

PhoneNumber 记录用户的电话号码

Address 记录用户的地址信息

(2) 病人信息表:

字段名	描述	类型	连接关系
PatientID	病人编码	INT	病人表主键
PatientName	病人名称	CHAR	

e			
InHospital	住院标识	CHAR	
Institutio n	科室	CHAR	
Doctor	主治医师	CHAR	
Disease	病症	CHAR	
CaseHistor y	病历编号	INT	
FileID	影像资料库 编号	INT	连接影像资 料表的外键

PatientID 病人编码，记录病人的编号，是病人表的主键

PatientName 记录病人的名称

InHospital 病人是否住院的标志位，置此标志位则表明病人为住院病人

Institution 记录负责病人诊疗的科室

Doctor 记录病人的主治医师

Disease 记录病人的病症描述

CaseHistory 记录病人的病历编号

FileID 记录病人的影像资料库编号，是连接影像资料表的外键

如同病历表一样。

(3) 影像资料表

字段名	描述	类型	连接关系
FileID	影像资料库 编号	INT	影像资料表 主键，在病人表 中做为外键连接
PhotoID	图片索引	INT	

FileID 记录某个影像资料库的编号，此为影像资料表的主键，在病人表中做为外键引用。

PhotoID 是图片索引，记录某张影像图片的编号，新增图片时依顺序增加记录，每个索引指向一张影像资料。

某个病人会对应他自己的影像资料库，这库里会有 1 至多张影像资料，每个图片索引指向一张图片，可以有一到多个 PhotoID。

数据库的调用过程将是，用户检索到某个病人，根据某个病人的影像资料库检索到某张影像资料。

三 结语

数据库是整个 PACS 系统的主要组成部分。数据库文件结构的建立是编制程序的基础，也是维护工作的依据，尤其是数据表的设计更是如此，要尽量实现标准化、规范化、并兼顾医院实际工作的需要和维护的方便。一个较好的数据库设计方法应该能在合理的期限内，产生一个有用价值的数据库，它能满足用户关于功能、性能、安全性、完整性及发展等方面的要求。同时又能服从于特定的 DBMS 的约束，并且可用简单的数据模型来表示。设计方法应具有足够的灵活性和通用性。数据库设计方法是可再产生的，即不同的设计者应用同一方法于同一设计问题时，应该得到相同的或类似的结果。

参考文献

- 1、方勤林. 浅谈 PACS 系统[J]. 上海生物医学工程, 2003(1): 58-60
- 2、郭远琼, 薛学明. 医嘱管理系统数据库的组建系统选择及其维护[J]. 医学信息, 2002, 15 (3): 177-179
- 3、庞慧, 彭如宽, 蓝慧琴. 医学信息管理专业《数据库原理及应用》课程的教学实践与思考[J]. 高教论坛, 2010, 1: 90-92
- 4、刘风华. 数据库教学中任务驱动教学法初探[J]. 徐州教育学院学报, 2008, 23 (3): 158 - 159.
- 5、王伟, 王丽伟, 徐丽华. 多学科背景下的我国医学信息专业建设研究[J]. 医学信息学杂志, 2008, (2): 1
- 6、魏杰, 俞勇. 面向企业的层级授权的数据库设计[J]. 技术交流, 2007, 23(9): 31-33
周其乐. 浅谈关系型数据库[D]. 科技资讯, 2009, 4: 15
- 7、Bryan Knight. SQL Server 2005 集成服务高级编程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- 8、赵毅, 史媛. 医院信息系统的需求分析[j]. 内蒙古科技与经济, 2003, 11: 34
- 9、张华杰. 基于关系型数据库的数据管理与分析[D]. 信息与电脑, 2010, 5: 139-140
- 10、姚瑶, 黄德才, 刘端阳, 朱凌. 基于图像的关系型数据库水印算法[J]. 计算机工

程, 2008, 35 (15): 144-147

11、张锦. 医疗器械管理手册[M]. 人民卫生出版社, 2009

12、赵秀怡, 熊庆文, 涂建光. GIS 应用数据库设计二阶分析模式[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2003, 1:100-103

13、魏杰, 俞勇面向企业的层级授权的数据库设计[J]. 技术交流, 2007, 23(9): 31-33

14、杜建固, Verilog HDL 硬件描述语言[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004

15、王应解, 晏凌. 领域概念语义网络的数据库设计[J]. 情报学报, 2009, 28 (3): 339-346

16、石庆林, 李莉, 杨志强, 孙悦, 李世川. 部分医疗器械产品的分类和界定. 医疗设备信息, 2005, (5): 33

17、王志毅, 陈宁. 基于信息化建设的企业数据库设计[J]. 企业管理, 2010, 5:67-68

个人简介

梁晓峰: 男, 1982 年 2 月出生, 汉族, 山西长治人

学习经历:

2009 年 9 月~至今: 山西医科大学影像医学与核医学系, 研究生

2005 年 9 月~2007 年 7 月: 长治医学院影像系, 本科

2011 年英语六级成绩 407

致 谢

光阴荏苒，时光飞逝，硕士研究生的学习生涯即将结束。三年的学习生活使我得到了许多的关怀和帮助，在此要向他们表达我最诚挚的谢意。

饮其流者怀其源，学其成时念吾师。首先，我要深深感谢我的导师张锦、张辉教授。两位老师为人谦和，平易近人。在论文的选题、写作阶段，她都倾注了极大的关怀和鼓励。在我三年的研究生学习期间，她既是老师又是慈母，在学习、生活、工作方面给予我无微不至的关心和帮助，给我以自信和力量。她不仅教给了我丰富的专业知识，更教给了我严谨治学和认真求实的科学精神，以及一丝不苟的工作态度。同时教给了我为人处世的道理。学生不才，浮躁不稳，但学生不会放弃努力，我会载着老师的殷切期望，在人生的道路上不断向前迈进。

在课题的构思和设计方面，我有幸得到了天津商业大学张立毅教授的悉心指点，对于他的帮助我深表感谢。他科学的研究思路，严谨的科研态度，渊博的知识和无私奉献的师德风范，将使我受益终身。与此同时，我还要感谢天津商业大学陈雷老师，他在我课题的具体实施过程中给我指导，教我知识，用自己宝贵的时间在我论文修改上予以莫大的帮助，他对我课题的完成起到了重要的作用。

我还要感谢医科大学第一医院设备处和山西大医院的全体老师，是他们的有力支持一路伴随着我度过了美好的研究生学习生活。

最后我要感谢的是父母以及爱人和孩子，是他们无微不至的关爱，支持我能够在学校专心完成学业，祝你们身体健康，一生平安。

医用PACS系统数据库云计算的设计

作者：[梁晓峰](#)
学位授予单位：[山西医科大学](#)



本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y2127360.aspx