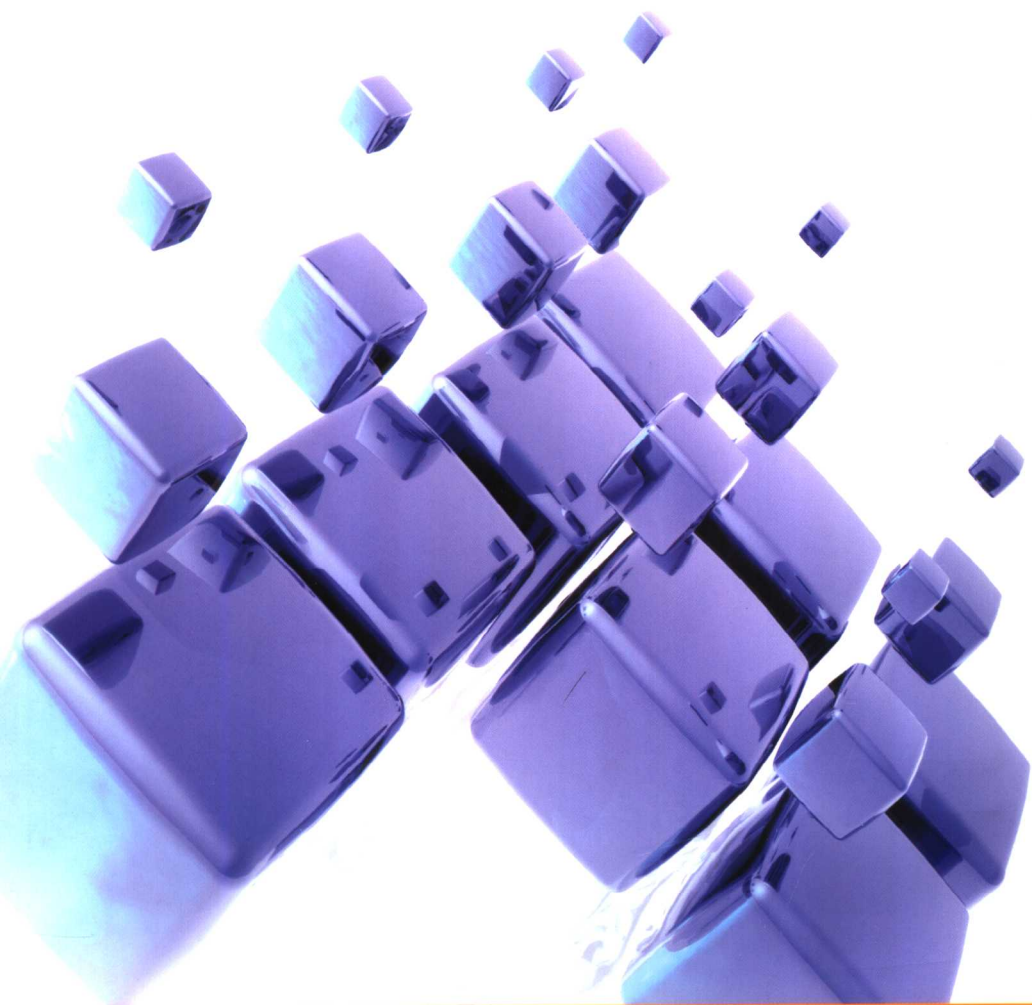


金海 章勤 王乘 周海芳 曾海标 著

中国教育科研网格 图像处理网格应用平台

设计规范



清华大学出版社

中国教育科研网格 图像处理网格应用平台 设计规范

金海 章勤 王秉 周海芳 曾海标 著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书针对图像处理网格应用平台建设及网格应用实现中出现的科学技术问题,给出了解决问题的研究思想、实现技术思路和方案。翔实介绍了图像处理网格应用平台的总体结构、服务运行管理、信息服务、数据管理、复杂应用解决环境、远程可视化工具;基于网格环境的数字化虚拟人组织器官的识别与分割、表面模型的构建、平滑、简化;基于网格环境的遥感图像处理并行处理算法、并行开发工具;基于网格环境的医学图像诊断系统中结构化数据的访问、基于 Web 服务框架 DICOM 服务的实现、存储管理、基于医学图像网格的 PACS 工作站等内容。本书集成了图像处理应用及网格的实现技术,给出了图像处理网格及应用的最新研究成果。对于网格应用开发者来说,不失为一本优秀的参考书。

本书的读者对象为图像处理与网格应用领域的研究、设计和开发人员,以及网格应用开发爱好者。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

中国教育科研网格图像处理网格应用平台设计规范/金海等著. —北京:清华大学出版社,2006.5
ISBN 7-302-12692-5

I. 中… II. 金… III. 教育科学—科学研究—计算机网络—图像处理—中国 IV. G40-03

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 020619 号

出版者:清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:薛 慧

封面设计:常雪影

印 装 者:北京国马印刷厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:19.75 字数:465千字

版 次:2006年5月第1版 2006年5月第1次印刷

书 号:ISBN 7-302-12692-5/G·712

印 数:1~2000

定 价:48.00元



编委会名单

主任：赵沁平

副主任：谢焕忠 金海

委员：郑纬民 李晓明 陈小武 董守斌

李明禄 罗军舟 肖侗 董小社

孟祥旭 王兴伟 曾海标 娄晶

我的“网格观”以及我对“中国教育科研网格”的认识

人生观是对人生的价值和意义的认识,人各有志,不同的志向追求不同的人生价值。网格观是对网格的价值和意义的认识,人各有需,不同的需求追求不同的网格价值。

“需求牵引、技术推动”是科学技术发展的规律,信息共享和人机协同是信息领域所追求的永恒目标。随着人类对信息需求的剧增,信息技术的发展瓶颈以及需要攻克的关键技术也在随之而变。20世纪70年代的发展瓶颈和关键技术是处理速度,80年代是存储容量,90年代是网络带宽,最后10年是对海量信息的处理。什么是21世纪前10年的信息技术发展瓶颈和应攻克的关键技术呢?20世纪的因特网实现了计算机硬件间的互联,万维网(Web)实现了网页的互联,这是近数十年来信息领域两次最大的计算能力的提升和计算模式的转型。什么是因特网和万维网后信息领域的新提升和新转型的浪潮呢?

对于以上这些问题,不同的需求提出了不同的目标,不同的技术策略提供了不同的解决途径。但是如果剖析研究这些不同的答案,人们就会发现它们的“交集”,这就是:基于远程高速互联,实现分布透明共享;需求导向聚合网络资源;以人为本创建信息环境。总之,人们在实现了硬件互联和网页互联后,将为实现互联网上所需资源的互联而奋斗,这些资源包括计算资源、存储资源、通信资源、软件资源、信息资源、知识资源、服务资源和人力资源等,从而为创建和谐的人机环境提供了必要的基础。

当目标确定后,用什么样的信息环境去体现这些目标的“交集”,去综合集成支撑这个“交集”的关键技术呢?信息领域的科技人员提出一个新的概念,综合集成成为一个新的计算环境,这就是“Grid”,即“网格”。

我国北宋时期的理学家程颢和程颐曾说过:“天地之化,自然生生不穷”,“往来屈伸,只是理也。”虽然信息技术发展迅猛、日新月异,但仍然是有规律可循的。“网格”的产生也不例外,它是网络技术、分布处理技术、软构件技术、海量信息处理技术、数字内容处理技术和信息安全



技术等成就的累积和选优，是人们要求实现基于网络的资源聚合和协同工作的必然结果。

在我宣传和贯彻我的“网格观”时，曾遇到一个困难，那就是“网格”一词未能产生“见文明义”的效果。于是，我在2001年8月，向国家科技部提交的关于信息技术的发展战略报告时，曾用“虚拟网络计算环境”取代“网格”。在2004年6月4日中国工程院庆祝成立10周年的学术报告会上，曾用“深度联网计算环境”取代“网格”。但似乎都未能超过学术界对“网格”的接受度。

以上就是我的“网格观”，是我对“网格”的价值和意义的简述，恳切地欢迎同行们的批评和指正。那么，什么是我对“中国教育科研网格”的认识呢？这就更没有把握了，目前我只能汇报一些在读完本书稿后的点滴感受。真正深刻的认识，目前只能来自“中国教育科研网格”的研发者，将来只能来自在“中国教育科研网格”上开展各类应用的研究人员。

“网格”是人们对未来更加合理的计算模式的“追求”，是在需求的牵引下，对现有的技术成果作阶段性的“综合集成”。因此，虽然“网格”的目标是清晰的，但其实现将是“逐步求精”的过程。不同的“需求”产生不同的“网格”模式，经历不同的“发展”历程。

翻阅这几年各类计算机的学术刊物，我国高校的研究人员和在读的研究生已发表了大量有关“网格”的论文。我国战国后期的儒家荀子说得好：“不闻不若闻之，闻之不若见之，见之不若知之，知之不若行之。”因此，为了深化“网格”的研究，当前的关键是“知之”和“行之”了。

我国教育部决定：按照“网格”的理念，遵循“逐步求精”的规律，基于CERNET的设施，利用分布在CERNET上的大量资源，实现有效共享，消除信息孤岛，提高服务质量。把“中国教育科研网格”列为“十五”211工程公共服务体系建设的重大专项，从而加强了它的建设力度。我认为，这是一项顺应天时（信息化的需求和技术发展规律）、地利（我国高校的环境和已有的基础）、人和（凝聚高校的人才资源）的战略决策，是一件功在当代（有效利用CERNET和基于它的资源）、利在千秋（促进网格建设和人才培养的进程）的大好事。

“好的开始是成功的一半。”虽然“中国教育科研网格”是基于CERNET，利用CERNET上的资源，把系统建设视为一个发展和优化的过程，但在开始时就必须遵循“网格”的基本原则和优选起步方案，否则就会失去方向，甚至违背了初衷。如果有人向我咨询对建设“中国教育科研网格”的意见，我的建议是：基本原则——遵循开放体系结构，建立单一系统映像，充分发挥中间件的功能，提供初步的动态资源聚合、多样化的服务功能；起步方案——基于现有的条件，为“中国教育科研网格”建设一个公共支撑平台。在我阅读完本书稿后，感受到与研制人员“所见略同”后的欣喜。由于受我的基础、能力和经验所限，不能对本书提出的实现细节作出评论，但我十分支持本书的学术观点和基本定位，即本书是“中国教育科研网格”公共支撑平台（CGSP）系统设计的基本文件，涉及系统结构、功能模块、工作流程和使用方式等方



面的内容，较全面地展示了一个大型软件系统设计的全貌。

在世界“网格”的发展历程中，CGSP初呈“小荷才露尖尖角”之势。但由于它植根于肥沃的土壤，不乏雨露的滋润，可望花艳果硕。这得益于当前世界“网格”的发展浪潮，得益于我国信息化的大好形势，得益于有迫切需求的牵引，得益于我们在CERNET的建设和应用过程中所积累的经验，最最重要的，是得益于有一批为我国信息化事业而勤奋工作的青年科学家，CGSP的研制团队和本书的作者群体就是其中的优秀者。我衷心地向他们致敬，诚挚地向他们学习！

汪成为

2004年9月7日

数字图像处理（简称图像处理）是利用计算机（或数字技术）对图像信息进行加工处理，以改善图像质量、压缩图像数据，或从图像数据中获取更多信息，在工业交通、生物医学、遥感信息处理、科学研究和军事国防等领域有着广泛的应用。图像处理具有数据量大、处理过程复杂、针对性强、计算密集和操作具有空间并行性等特点，许多图像处理应用需要占用较多的计算和存储资源，甚至需要并行计算环境的支持。借助于风格技术可将广域范围内的高性能并行计算机、集群和 workstation 组织起来，为图像处理应用提供所需的资源和服务。

图像处理网格（Image Processing Grid, ImageGrid）建设分为应用平台和典型应用两部分。图像处理网格应用平台基于中国教育与科研网格（ChinaGrid），建立一个网格范围的图像应用处理平台，运用网格聚集计算能力的特点将所有资源组织成一个虚拟的计算机系统，解决图像处理复杂计算过程中遇到的海量数据存储与访问或需要大量计算机处理周期的科学或技术问题。图像处理网格应用平台建设主要研究：ChinaGrid 公共支撑平台 CGSP（ChinaGrid Support Platform）基础上的图像处理网格应用平台环境的互连互通和一体化；图像处理复杂任务的划分、分解和作业调度；图像处理应用资源及服务的管理、配置和监视；同时结合组件和工作流技术设计图像处理应用构件系统，以实现图像处理应用问题解决环境。

图像处理网络的典型应用包括：

（1）基于网格环境的数字化虚拟人应用，研究如何在高速的网格计算体系上利用网格计算的强大处理能力和存储能力，对已有的彩色人体切片数据集进行信息提取，对人体结构和组织器官进行数字化与可视化处理，从理论和方法上大幅提高我国在数字化虚拟人基础上的研究水平，依此提取的数字化虚拟人的三维数据将为多学科研究与应用提供基础。

（2）基于网格环境的遥感图像处理应用，研究并实现适合于网格环境的遥感图像并行处理算法，建立典型遥感图像处理并行算法库及应用，为高性能网格计算环境的用户提供高性能和高质量的遥感图像处理服务，为相关领域科研人员提供高效、快捷的学术交流平台和实际应用环境。

（3）网格医学图像诊断系统，让医生和医院能够以更快、更准确和简便的方式，获得更加可靠和精确的各种医学图片（如 X 光片、CT 片、MR



片、B超片等),从而提高疾病早期发现、早期诊断的几率,增加患者生存的机会。这一应用将改变疾病的诊断方式,实现医疗资源共享。

总之,图像处理网格基于中国教育与科研网格,建立一个可用于图像处理的、高效、鲁棒、安全的高性能计算网格平台,将教育与科研网内的各种计算资源以有效的方式组织起来,隐藏其内部异构性和动态性,向用户提供针对图像应用特点的任务调度和资源管理、信息服务等应用支撑管理软件,支持数字化虚拟人、医学图像诊断、遥感图像处理等几个典型的图像处理应用实例,为广泛的图像处理应用提供多种高效、可靠的网格服务。

本书介绍了图像处理网格建设中的有关图像处理网格应用平台的总体结构、服务运行管理、信息服务、数据管理、复杂应用解决环境、远程可视化工具;基于网格环境的数字化虚拟人总体设计、组织器官的识别与分割、表面模型的构建、表面模型的平滑、表面模型的简化;基于网格环境的遥感图像处理的总体设计、面向网格的遥感图像并行处理算法、基于网格的遥感图像处理并行开发工具;基于网格环境的医学图像诊断系统方面的医学图像传输协议——DICOM、医学图像网格中结构化数据的访问、基于Web服务框架DICOM服务的实现、医学图像网格中的存储管理、基于医学影像网格的PACS工作站等内容。

本书的读者对象为图像处理和网格应用领域的研究、设计和开发人员,希望本书能对他们在网格应用领域的图像处理工作有所帮助和借鉴。在阅读本书之前,读者应该对图像处理、网格基础知识有一定的了解。

本书的编写凝聚了图像处理网格设计开发者的智慧和辛勤的劳动,他们将图像处理网格设计开发中的经验和相关技术汇集于此书,呈现给读者,以期对读者开展相关工作有所帮助,对网格技术在国内更广泛的应用有所贡献。本书第1篇、第2篇由华中科技大学计算机学院集群与网格计算湖北省重点实验室编写,第3篇由华中科技大学数字工程中心编写,第4篇由国防科技大学计算机学院编写,第5篇由中山大学网络中心编写。参与编写此书的还有华中科技大学集群与网格计算湖北省重点实验室的郑然、李瑛、王述振、王剑、骞伟、黄泽武、余洋等,华中科技大学数字工程中心的李利军、李衷怡、胡薇、吴勇、夏佳、田元、徐欣康等,国防科技大学计算机学院的常志明、朱小谦等,中山大学网络中心的关伟豪,南方医科大学网络中心的张海、杨小燕等,在此向他们的辛勤工作表示感谢。

第 1 篇 概 述

第 1 章 图像处理网络总述	3
1.1 ImageGrid 背景	3
1.2 ImageGrid 应用平台	4
1.2.1 ImageGrid 总体结构	4
1.2.2 ImageGrid 平台模块划分与功能	5
1.3 ImageGrid 典型应用	7
1.3.1 数字化虚拟人设计	7
1.3.2 遥感图像处理	7
1.3.3 医学图像网络	8

第 2 篇 图像处理网络应用平台设计

第 2 章 服务运行管理	11
2.1 模块设计	11
2.1.1 模块描述	11
2.1.2 软件结构	12
2.2 详细规范	13
2.2.1 数据结构	13
2.2.2 服务运行时管理	14
2.2.3 服务运行	16
第 3 章 信息服务	19
3.1 模块设计	19
3.1.1 模块描述	19
3.1.2 软件结构	19
3.2 详细规范	22
3.2.1 数据结构	22
3.2.2 应用构建管理	24



3.2.3	网格服务管理	27
3.2.4	数据库访问	30
3.2.5	异常类	31
第4章	数据管理	32
4.1	模块设计	32
4.1.1	模块描述	32
4.1.2	软件结构	33
4.2	详细规范	34
4.2.1	数据结构	34
4.2.2	数据传输	35
4.2.3	数据管理	39
第5章	复杂应用解决环境	44
5.1	模块设计	44
5.1.1	模块描述	44
5.1.2	软件结构	48
5.2	详细规范	51
5.2.1	服务调度包	51
5.2.2	系统配置包	51
5.2.3	辅助工具包	53
5.2.4	应用翻译与运行包	55
5.2.5	应用在线图形建模包	65
第6章	远程可视化工具	70
6.1	模块设计	70
6.1.1	模块结构	70
6.1.2	模块功能设计	71
6.1.3	系统间通信	73
6.2	详细规范——服务器端	74
6.2.1	服务器端主类	74
6.2.2	请求处理	75
6.2.3	数据读取	77
6.2.4	进程管理	78
6.2.5	命令定义	78
6.2.6	用户信息	79
6.2.7	模型加载	82
6.3	详细规范——客户端	83



6.3.1 客户端主类分程序说明	83
6.3.2 与服务器端交互	85
6.3.3 多窗口任务支持	88
6.3.4 图像显示	90

第 3 篇 图像处理网格应用 1: 数字化虚拟人设计

第 7 章 数字化虚拟人的总体设计	93
7.1 应用介绍	93
7.1.1 虚拟人的科学意义和应用前景	93
7.1.2 国外发展概况	94
7.1.3 国内发展概况	95
7.1.4 原始图像的配准	97
7.1.5 背景噪声的去除	97
7.1.6 切片数据集的组织	98
7.2 数字化虚拟人实现流程	98
7.2.1 组织器官的识别与分割	98
7.2.2 表面模型的构建	99
7.2.3 表面模型的平滑	99
7.2.4 表面模型的简化	100
7.3 网格环境下的虚拟人重建	101
7.3.1 重建任务的分配	101
7.3.2 网格服务的封装	102
7.3.3 网格门户的开发	102
7.4 用户使用说明	102
第 8 章 组织器官的识别与分割	104
8.1 模块设计	104
8.1.1 基于 RGB 空间的区域分割	104
8.1.2 基于模糊连接的区域分割	105
8.2 详细规范	106
8.2.1 基于 RGB 空间的区域分割	106
8.2.2 基于模糊连接的区域分割	110
第 9 章 表面模型的构建	120
9.1 模块设计	120
9.2 详细规范	124



第 10 章 表面模型的平滑	136
10.1 模块设计	136
10.1.1 拉普拉斯平滑算法	136
10.1.2 平均曲率流平滑算法	136
10.1.3 距离均衡化平滑算法	137
10.2 详细规范	137
10.2.1 拉普拉斯平滑算法	137
10.2.2 平均曲率流平滑算法	140
10.2.3 距离均衡化平滑算法	143
第 11 章 表面模型的简化	147
11.1 模块设计	147
11.2 详细规范	149
第 4 篇 图像处理网格应用 2: 遥感图像处理	
第 12 章 遥感图像处理的总体设计	159
12.1 需求分析	159
12.1.1 遥感技术的发展及其对并行处理的需求	159
12.1.2 网格带来的契机与挑战	160
12.2 系统结构设计	160
12.2.1 并行遥感图像处理系统	160
12.2.2 基于网格的并行遥感图像处理服务系统	162
12.3 系统功能设计	163
12.3.1 算法功能	163
12.3.2 并行开发工具	165
12.4 系统特点	166
12.5 网格并行算法的设计特点	166
第 13 章 基于网格的遥感图像并行处理算法设计——基本处理	168
13.1 模块设计	168
13.1.1 模块描述	168
13.1.2 并行策略	169
13.2 详细规范	170
13.2.1 图像文件读写	170
13.2.2 图像增强	171
13.2.3 图像变换	175



13.2.4	图像滤波	179
13.2.5	图像形态学变换	182
13.2.6	图像压缩	184
第 14 章	基于网格的遥感图像并行处理算法设计——预处理	186
14.1	模块设计	186
14.1.1	PIWA-LOC 算法	186
14.1.2	PIWA-LIC 算法	189
14.2	详细规范	191
14.2.1	图像文件读写	191
14.2.2	PIWA-LOC 算法	191
14.2.3	PIWA-LIC 算法	194
第 15 章	基于网格的遥感图像并行处理算法设计——图像配准	196
15.1	模块设计	196
15.1.1	点匹配与全局配准结合的自动图像配准	196
15.1.2	利用多分辨率小波分解缩小搜索空间	199
15.1.3	算法思想和步骤	199
15.1.4	并行策略	202
15.2	详细规范	208
15.2.1	图像文件读写	208
15.2.2	小波变换	208
15.2.3	自动配准	210
第 16 章	基于网格的遥感图像并行处理算法设计——流域分割	213
16.1	模块设计	214
16.1.1	定义及其串行算法	214
16.1.2	并行策略	215
16.2	详细规范	222
16.2.1	图像文件读写	222
16.2.2	局部泛洪	222
16.2.3	分割	224
第 17 章	基于网格的遥感图像并行处理算法设计——图像分类	225
17.1	模块设计	225
17.1.1	贝叶斯分类法	225
17.1.2	SNN 分类法	226
17.1.3	k -SNN 分类法	227



17.2	详细规范	228
17.2.1	贝叶斯分类法	228
17.2.2	SNN 分类法	229
17.2.3	k -SNN 分类法	231
第 18 章	基于网格的遥感图像处理并行开发工具	232
18.1	系统概述	232
18.2	模块设计	233
18.2.1	计算区域定义和分解	233
18.2.2	局部迭代和计算	234
18.2.3	区域/全局下标转换	234
18.2.4	通信	234
18.2.5	负载平衡	234
18.2.6	输入输出	235
18.3	详细规范	236
18.3.1	初始化与结束	236
18.3.2	域的生成与分解	236
18.3.3	域内通信	239
18.3.4	父子域通信	240
18.3.5	子域迭代与下标变换	242
18.3.6	输入输出	244
第 19 章	遥感图像并行处理网格服务实现	245
19.1	PRIPS 的设计实现	245
19.2	PRIPSS-G 的设计实现	247
19.2.1	环境的配置	248
19.2.2	算法的封装	248
19.2.3	服务的部署	249
19.3	应用实例	249

第 5 篇 图像处理网格应用 3: 医学图像网格

第 20 章	医学图像传输协议——DICOM	257
20.1	概述	257
20.2	DICOM 协议结构模型	258
20.3	DICOM 的运行机制	259
20.3.1	应用实体标识	260
20.3.2	数据元素	260
20.3.3	抽象语法和传输语法	261



20.3.4	唯一标识(UID).....	262
20.3.5	关联协议数据单元	262
20.3.6	编码和解码	263
20.3.7	信息实体(IE)模块	264
20.3.8	信息对象定义(IOD)模块.....	264
20.3.9	DIMSE 消息服务	264
20.3.10	服务类概述	265
第 21 章	医学图像网格中结构化数据的访问	266
21.1	OGSA-DAI 体系结构	266
21.2	医学图像网格的实现	268
21.3	小结	269
第 22 章	医学图像网格中的存储管理	270
22.1	PACS 的存储系统概述.....	270
22.2	现有 PACS 的存储体系结构存在的问题	271
22.3	基于网格的 PACS 存储体系结构	272
22.4	小结	275
第 23 章	基于 Web 服务框架 DICOM 服务的实现	276
23.1	通过 Web 访问 DICOM 持久型对象	277
23.2	基于 Web 服务的 DICOM 应用	278
23.3	小结	279
第 24 章	基于医学影像网格的 PACS 工作站	280
24.1	应用背景	280
24.2	PACS 工作站的结构设计.....	281
24.2.1	设计基础	281
24.2.2	工作站结构流程图	282
24.2.3	DICOM 数据传输	283
24.3	PACS 工作站界面及功能的设计.....	284
24.3.1	界面设计	284
24.3.2	功能设计	284
24.4	与传统工作站的比较	286
24.5	小结	286
附录	服务模板示例	287
参考文献	292

第 1 篇

概 述