

DICOM 查询/检索服务类 SCP 的设计与实现^①

Design and Implementation of DICOM Query/Retrieve Service Class SCP

辜丽川 朱 诚 张友华 (安徽农业大学 信息与计算机学院 安徽 合肥 230036)

摘要: DICOM 是医学数字成像和通讯领域被广泛采用的标准。本文在介绍 DICOM 查询/检索服务类基本原理的基础上,通过对实现过程中几个关键问题的分析,给出了查询/检索服务类的设计方案和实现核心类。

关键词: DICOM 医学影像 查询检索 服务类 数据库

1 引文

DICOM(Digital Imaging and Communication in Medicine)标准是随着医学影像存档与通讯系统 PACS(Picture Archiving and Communication System)的发展而产生的,是医疗设备的国际标准通讯协议^[1]。

整个 DICOM 标准共有 16 个部分组成,其中第四部分服务类定义是核心之一。服务类定义是对应用于数字医学图像信息的现实世界活动的抽象定义。在 DICOM 中定义了 8 个主要的服务类,如存储服务类、校验服务类、查询/检索服务类、打印服务类等。一个服务类是由多个 SOP(Service-Object Pair)类组成,一个 SOP 类是一个信息对象和多个服务的组合,服务包括 DIMSE(DICOM Message Service Element)服务和介质存储服务。DICOM 服务类的定义采用 C/S 结构,其中充当客户端的应用实体叫做 SCU(Service Class User),充当服务器端的应用实体叫做 SCP(Service Class Provider)。服务类是通过 SCU 和 SCP 之间的通讯过程完成的。其中查询/检索服务类实现的基本功能是根据请求中设置的查询/检索条件检查数据源中是否存在符合条件的记录,并且可以在不同的设备和计算机之间传送图像^[2]。

2 查询/检索服务类实现的基本原理

查询/检索服务类查询/检索不做一般数据库意义

的全面查询,仅仅按照几个关键字对复合信息对象实例做简单的查询和检索。涉及的 DICOM 消息服务元素主要是三个: C-FIND, C-MOVE, C-GET^[3,4]。

C-FIND: SCU 发出 C-FIND 查询请求, SCP 根据查询条件键值在数据源中进行匹配,如果存在相应的匹配,则在响应中返回请求中存在的所有键值。对于每个符合条件的匹配,SCP 都要发回一个响应。SCU 可以在任何时候发出终止请求,放弃查询。

C-MOVE: SCU 发出包含唯一键(Unique Key)和传送目的实体名称,SCP 接受请求之后,如果在数据源中存在相应匹配,就初始化一个存储服务类子操作 C-STORE,激发一个新的应用实体和传送目的实体之间进行连接通讯,将数据源中的图像信息等通过传送目的实体进行存储。存储子服务实体传送数据的过程中,C-MOVE 的 SCP 可以选择向 SCU 发回响应,说明当前进行的状况,传送成功的数量、失败的数量、剩余的数量等,整个传送过程结束之后,需要发回一个结束响应。C-MOVE 的 SCU 也可以在任何时候发出终止请求。

C-GET: 过程和 C-MOVE 相类似,区别在于存储子服务实在同一个会话连接中完成,不需要激发新的应用实体。C-GET 的 SCP 作为存储子服务的 SCU,而 C-GET 的 SCU 作为存储子服务的 SCP。用于客户端从服务器端取得图像数据。

^① 基金项目:国家自然科学基金项目(30800663);国家 863 计划项目(2006AA10Z249);安徽省高校省级自然科学基金项目(KJ2008B111);安徽农业大学校长青年基金项目(07ZR01,07ZR04);安徽省高校青年教师科研资助计划项目(2006jq1130,2007jq1022);安徽省十一五科技攻关项目(8010302170)

收稿时间:2008-10-10

3 查询/检索服务类实现的关键问题分析

3.1 查询属性的选择

在 DICOM 中, 定义的每种信息模型都是层次的组织结构, 用以病人为根的模型为例, 几个层次是: 病人、检查、系列和图像。在模型中, 每层的数据元素作为查询/检索条件中的键分为三种, 唯一键、必要键(Required Key)和可选键(Optional Key)。其中唯一键和必要键是任何符合 DICOM 标准的设备或者系统必须支持的, 而可选键则针对 PACS 系统的具体需要而定。唯一键是每层中唯一标识本层对象的属性。

在查询/检索请求中可以使用的键是有所限制的。对于每一种信息模型, 都要根据不同的 DICOM 消息服务元素和查询/检索级别(Query/Retrieve Level)的值来确定哪些键可以出现, 哪些键必须出现, 哪些键不可以出现。在 C-FIND 服务中, 对于查询/检索级别之上的层, 只可以并且必须出现唯一键, 对于查询/检索级别中定义的层, 唯一键必须出现, 必要键和可选键可以出现, 对于查询/检索级别之下的层, 任何键都可以出现。用以病人为根的模型为例, 当查询/检索级别的值为“STUDY”的时候, 病人层的键只可以有并且必须有唯一键病人号, 检查层的键必须有唯一键检查实例 UID, 其他键可以出现, 也可以不出现, 系列层和图像层的键都不可以出现。

3.2 查询条件的匹配方式

DICOM 标准中定义了自己的数据类型, 对于不同的数据类型, 可以使用的匹配方式有六种: 单值匹配、UID(Unique Identifier)列匹配、全体匹配、通配符匹配、范围匹配和序列匹配。查询/检索涉及的唯一键和必要键的数据类型和可以使用的匹配方式总结如表 1 所示。

其中病人姓名的单值匹配比较特殊, 因为可以选择是否区分大小写, 需在一致性申明中说明。

3.3 查询条件和查询结果的数据组织方式

查询条件和查询结果的数据组织方式和 DICOM 文件的组织方式相类似, 相关的数据元素组成数据集合。数据元素按照元素标签的升序排列, 同一个数据元素在数据集合中只可以出现一次。和文件数据集合不同的是, 在查询条件中的数据元素的值多样性

(Value Multiplicity)和值可以不符合 DICOM 标准第六部分数据字典中的定义。对于通配符匹配方式, 作为键的数据元素的值中可以包含符号“?”和“*”; 对于 UID 列的匹配方式, 可以将多个 UID 的值组合在一起, 用“/”隔开; 对于范围匹配方式, 这是针对日期和时间类型的匹配方式, 开始时间和结束时间之间用“—”隔开。由于这些特殊的数据元素值组织方式, 在实现过程中不可以按照数据字典中的定义来操作。在处理的过程当中, 需要充分利用每个数据元素的实际存储长度来读取数据, 然后进行解析, 解析后的结果作为查询条件。

表 1 查询/检索唯一键、必要键的数据类型和匹配方式表

| 键名称 | 数据类型 | 可使用匹配方式 | | | | | |
|----------------|---------------|----------|----------------|----------|---------------|----------|----------|
| | | 单值 匹配 | UID 列匹 配 | 全体 匹配 | 通配 符匹 配 | 范围 匹配 | 序列 匹配 |
| 病人号 | 人名 (PN) | 可 | 不可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 |
| 病人 姓名 | 长字符 串(LO) | 可 | 不可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 |
| 检查实 例 UID | 唯一标 识符(UI) | 可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 | 不可 |
| 检查 日期 | 日期 (DA) | 可 | 不可 | 可 | 不可 | 可 | 不可 |
| 检查 时间 | 时间 (TM) | 可 | 不可 | 可 | 不可 | 可 | 不可 |
| 获取 编号 | 短字符 串(SH) | 可 | 不可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 |
| 检查号 | 短字符 串(SH) | 可 | 不可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 |
| 系列实 例 UID | 唯一标 识符(UI) | 可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 | 不可 |
| 系列 编号 | 整数串 (IS) | 可 | 不可 | 可 | 不可 | 不可 | 不可 |
| 类型 | 编码串 (CS) | 可 | 不可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 |
| SOP 实 例 UID | 唯一标 识符(UI) | 可 | 可 | 可 | 不可 | 不可 | 不可 |
| 实例 编号 | 整数串 (IS) | 可 | 不可 | 可 | 不可 | 不可 | 不可 |

3.4 数据源的组织方式(文件服务器、数据库、压缩算法的考虑)

在 DICOM 标准中,并没有规定数据源的组织方式^[3]。在设计实现时,最常用的方式是数据库方式和图像文件服务器方式。这两种方式各有利弊,数据库方式的查询效率比较高,数据容易组织,但是备份效率比较低。文件服务器方式的备份效率比较高,但是查询效率不高,需要对目录系统进行设计。在 PACS 系统中,最重要而且数据量最大的是图像数据,一幅 CT 图像的数据就有 10M 数量级,而一个大型医院每年的图像数量达到几十万。为了合理的利用存储空间,对图像数据采用某种压缩算法进行压缩是十分必要的。

3.5 请求和响应中的关键参数

在查询/检索请求和响应中,除了查询/检索键之外还有一些参数是很重要的。

(1) SOP 类 UID: 查询/检索服务类有六个 SOP 类 UID,这些 UID 决定了查询/检索的信息模型类型和 DICOM 消息服务元素是 C-FIND, C-MOVE 还是 C-GET,并且决定了可能的查询/检索级别。

(2) 查询/检索级别: 有四个可能的值,“PATIENT”、“STUDY”、“SERIES”、“IMAGE”。

响应状态: 只在响应中出现,说明 SCP 进行查询/检索操作之后的状态,成功、失败还是正在进行中等。根据此参数,可能会需要一些其他的参数相对应,比如当 C-MOVE 响应状态为失败的时候,还要有解释失败原因的参数。

4 SCP设计方法和核心类实现

4.1 系统查询/检索服务类 SCP 简介

本文设计实现的是 PACS 系统的查询/检索服务类 SCP 部分。医院放射科的很多设备都以采用 DICOM 标准, PACS 系统实现了数据的网络存储^[5]。为了实现不同机器设备之间的信息共享,需要实现查询/检索服务类,其中主要是实现 SCP 的功能, SCU 端是各个符合 DICOM 标准的设备。

本方案采用 TCP/IP 网络协议,在 WINDOWS2000 系统上使用 C++Builder5 实现。

4.2 核心模块设计方案

目前查询/检索服务类的实现是作为一个可独立

运行的系统,采用单进程设计。

数据源采用 Oracle 数据库,为了提供查询/检索效率,建立了四个视图,分别对应于 DICOM 标准信息模型中的四个层次。系统包括的主要模块如下:

用户界面设计模块: 显示和设置系统配置信息; 显示日志信息。

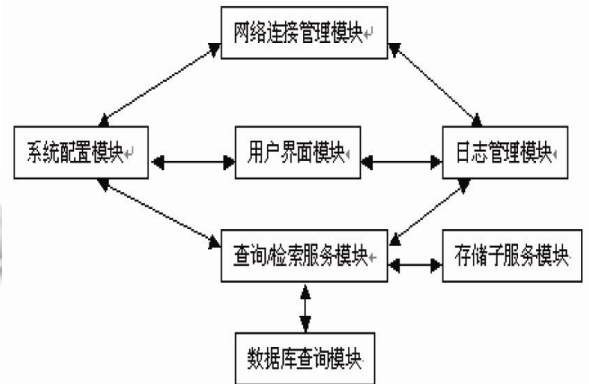


图 1 系统主要模块关系图

网络连接管理模块: 管理固定端口的网络连接请求,调用系统配置模块取得系统网络配置信息对 SCU 的合法性进行检查,调用日志管理模块记录网络连接的各种状况。

查询/检索服务模块: 管理会话连接,处理查询/检索请求。这是整个系统的核心模块。

基本流程如下:

- (1) 会话连接建立: 调用系统配置模块对会话连接请求进行验证,并记录接受的会话连接请求信息;
- (2) 查询/检索请求解析: 解析请求中的查询/检索条件
- (3) 查询/检索条件构建和查询实现: 调用数据库查询模块进行查询;
- (4) 存储子服务实现: 对于 C-MOVE 和 C-GET,需要调用 C-STORE 存储子服务;
- (5) 响应构建: 接收数据库查询模块和存储服务子模块中返回的信息,分析构建查询/检索响应;
- (6) 会话连接释放: 所有查询/检索响应结束后释放连接。

数据库查询模块: 接受查询/检索服务模块发送的

(下转第 189 页)

(上接第 102 页)

查询请求, 构建查询语句进行数据库查询, 返回查询信息。

系统配置模块: 管理网络配置信息(IP 地址, 端口号等)和会话连接配置信息(抽象语法、传输语法等)。将主要配置信息存于注册表中。

日志管理模块: 记录网络连接和会话连接以及查询/检索响应状态的日志, 信息在用户界面上显示, 同时存储于日志文件之中。

存储子服务模块: 此模块设计的是 C-STORE 服务的 SCU 功能。

5 结束语

本文在分析 DICOM 查询/检索服务类基本原理的基础上, 提出了设计实现过程中的几个关键问题, 设计并且实现了广州市某医院 PACS 系统中的查询/检

索服务类的 SCP。DICOM 标准的采用是 PACS 系统发展的必然趋势, 本文在 DICOM 标准中服务类的实现上进行了一个尝试。

参考文献

- 1 张鲁闽.PACS 中的标准 DICOM.医学信息, 2001,14(11):719-722
- 2 王岩.DICOM 通讯机制的设计与实现.计算机应用研究, 2001(12):63-64.
- 3 Nema. Digital Imaging and Communication In Medicine(DICOM) draft standard, 2000:113-116.
- 4 Bidgood WD, Horii SC. Extension of the DICOM Standard to new imaging modalities and services. Journal of Digital Imaging, 1996(9):67-77.
- 5 胡海波, 庄天戈.分布式 PACS 系统实际及其实现.中国医疗器械杂志, 2000,24(5):249-253,282.