

基于DICOM结构化报告模型和可扩展标记语言的放疗计划电子病历**

夏德国, 雷力, 周凌宏

Electronic medical records in radiation therapy plan based on DICOM structured reporting model and extensible markup language

Xia De-guo, Lei Li, Zhou Ling-hong

Institute of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong Province, China

Xia De-guo★, Studying for master's degree, Institute of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong Province, China
 germanxia@qq.com

Corresponding author: Zhou Ling-hong, Professor, Doctoral supervisor, Institute of Biomedical Engineering, Southern Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong Province, China
 smart@smu.edu.cn

Supported by: Scientific and Technological Project of Guangdong Province, No.2008 A030102011*

Received: 2012-01-13
 Accepted: 2012-02-28

Abstract

BACKGROUND: It is important to make a relationship and share between the DICOM and the hospital information system.
OBJECTIVE: To design the electronic medical records for radiotherapy plans through the research on DICOM structured reporting standard combined with extensible markup language structure characteristics.
METHODS: According to DICOM structured reporting standard, the professional templates of electronic medical records for radiotherapy plans were designed; the DICOM data was redefined by extensible markup language schema, the structured reporting extensible markup language file was generated by object-oriented representation, then, the extensible markup language was transformed and the DICOM structured reporting files were generated.
RESULTS AND CONCLUSION: According to the characteristics of radiotherapy plan objects, the radiation plan structured report template was designed, it included 36 template identifiers. And the software wrote on the Visual C++ 2008 platform could generate three format files. The documents could meet the hospital information system well, and finally achieved the management of the patient information by electronization, which could reduce the handwritten error and truly realize paperless.

Xia DG, Lei L, Zhou LH. Electronic medical records in radiation therapy plan based on DICOM structured reporting model and extensible markup language. Zhongguo Zuzhi Gongcheng Yanjiu. 2012;16(17): 3188-3192.
<http://www.crter.cn> <http://en.zglckf.com>

摘要

背景: 如何建立 DICOM 标准与医院信息系统间的互联和共享成为新的研究方向。
目的: 通过对 DICOM 结构化报告标准的研究, 结合可扩展标记语言结构的特点, 设计出适合放射治疗计划的电子病历。
方法: 根据 DICOM 结构化报告标准, 设计放射治疗计划电子病历的专业模板, 使用可扩展标记语言模式对 DICOM 数据格式进行重定义, 以面向对象的方法生成符合结构化报告标准的可扩展标记语言文件, 然后进行可扩展样式表语言的转换或者生成符合 DICOM 结构化报告标准的 DICOM 文件。
结果与结论: 针对放射治疗计划对象的特点, 设计了放疗计划结构化报告模板, 包含 36 个模板标识符。在 Visual C++ 2008 平台编写的软件上可以生成 3 种格式的电子病历文件, 可以很好的与医院信息系统互连, 最终实现以电子化的方式管理放疗计划信息, 减少人工误差, 实现真正的无纸化。

关键词: 结构化报告; 放射治疗; 可扩展标记语言; 电子病历; 数据元素
缩略语注释: SR: Structured Reporting, 结构化报告; XML: extensible markup language, 可扩展标记语言; IOD: information object definition, 信息对象定义; XSLT: Extensible Stylesheet Language Transformation, 可扩展样式表语言转换
 doi:10.3969/j.issn.1673-8225.2012.17.034

夏德国, 雷力, 周凌宏. 基于 DICOM 结构化报告模型和可扩展标记语言的放疗计划电子病历[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(17):3188-3192. <http://www.crter.org> <http://cn.zglckf.com>

0 引言

随着信息技术的不断发展和计算机应用水平的不断提高, 医疗中不同设备、科室和系统之间的互联也越来越紧密, 为了方便影像信息的共享和交流, 美国放射学会和美国国家电器制造商协会联合制定了 DICOM 标准, 主要目的是为了在各种医疗影像产品中提供一致性接口, 以便有效地在医疗影像设备之间传输交换数字影像^[1]。

同时随着医院信息化的发展, 特别是电子病历在医院信息化中的应用, 如何使 DICOM 标准与电子病历互联和共享成为一个新的课题。电子病历是临床信息化的重点之一, 其特点包

括面向对象的表示法和良好的基于 Web 的接口, 方便医生在离线的情况下也可以通过浏览器等工具获取患者信息。

针对以上特点, DICOM 第八工作组于 2000 年提出了结构化报告 (structured reporting, SR) 标准^[2]。它可支持传统自由文档与结构化信息, 并提高了精确度和医疗文档中数值的记录等功能。此外, SR 标准还具有将文本或数据连接到指定图像或波形的特点, 消除了图像与图像相关数据信息分离的弊端。利用 SR 标准可以生成具有高度规范性与标准性的图文并茂的检查报告, 并为与其他信息系统交互信息提供基础^[3]。

DICOM SR 作为 DICOM 标准的一部分, 是以传统的 DICOM 格式进行编码, 而且限于在

DICOM环境中使用,不能很好的进行网络上的传输共享^[4]。特别是在放射治疗中,由于所涉及的数据量大,计划设计过程中产生的计算数据和人工设置数据等关系复杂,使得放射治疗中的信息化很难实现。虽然目前的放射科信息系统能实现放疗科图像的通讯和存档等功能,但是对于放疗计划电子病历这块国内外并无涉及。

本文提出一种结合DICOM SR标准和可扩展标记语言(extensible markup language, XML)技术,设计放射治疗计划电子病历的专业模板,生成一种新的电子病历,实现放疗计划信息的网络传输和共享,扩展DICOM标准的使用范围。

1 方法

DICOM SR: DICOM SR标准给出了定义具有医疗信息的结构化文档的构成、存储以及传输的规范。在数据构建上DICOM SR采用层级内容树节点的形式^[5-6],见图1,每个节点与父节点都有一个明确的关系,以避免节点内容项之间在语义上的模糊或者混淆。同时,每个节点具有自己特定的名称和值类型约束,还通过关系类型来确定不同项目之间的关系。就项目本身而言,它由概念名和节点值组成。概念名为内容项的名字,采用编码条目方式表达。编码条目包括3个部分:①编码值,为该术语的值。②编码设计者,为定义改术语的字典名称。③编码含义,是对此条目的简单描述。节点值方面,DICOM SR定义了14种值的类型,涵盖了医学信息中所有的数据类型^[7]。

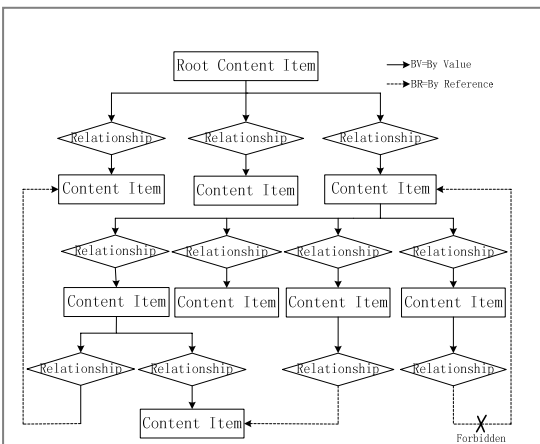


Figure 1 Example of a structured reporting content tree (informative)
图1 结构化报告内容项实例

通用SR指定了3种类型的信息对象定义(information object definition, IOD):基本文本IOD、增强IOD和综合文本IOD,它们都基于相

同的数据结构,但在功能特征上依次增强。每个IOD都包含多个信息实体,一个信息实体又可以包含多个模块。其中文档信息实体是SR的细

节规范,在文档信息实体中,公共服务对象对模块对于3种类型的IOD而言是公用的。
DICOM SR模板:通用SR指定了内容项目的基本数据结构和类型,并有对应的语义约束,因而具有较强的灵活性,可表达丰富的内容报告。但这也给管理带来很多麻烦,为确保树结构的一致性和稳定性,DICOM标准在第16章中定义了可复用的SR模板和乳腺计算机辅助检查SR IOD模板^[8],并以表格的形式给出了相关定义。目前DICOM标准已指定了7种专业模板,包括超声OB-GYN程序报告、心回波描记程序报告等。

SR模板通过在内容树上添加附加的限制方式,严格控制语义的表达,以达到报告语义表达的准确性。不同专业的报告具有不同结构特点,内容项目之间的关系也不一样,利用通用SR并不能准确定义这些应用。这些问题的存在促使了模板的开发和应用,模板是专为解决这些缺陷而出现的。针对特定的专业应用,模板详细指定了概念名、与父级的关系、值类型、值多样性、需求类型、值约束等内容项目的关系模式,见图2。每个模板都有惟一的模板标识符,每一行都定义了一个树节点或者包含另外一个模板^[9]。

Rel with Parent	VT	Concept Name	VM	Req Type	Condition	Value Set Constraint
1-*	CONTAINER	EV["Dose Reference"]	1-*	U		Shall be unique within the RT Plan
2-*	HAS OBS CONTEXT	NUM["(300a0012.DCM 'Dose Reference Number')"]	1	MC		
3-*	HAS OBS CONTEXT	UIDREF["(300a0013.DCM 'Dose Reference UID')"]	1	M		Unique
4-*	HAS OBS CONTEXT	TEXT["(300a0014.DCM 'Dose Reference Structure Type')"]	1	U		POINT-VOLUME-COORDINATES-SITE
5-*	HAS CONCEPT MOD	TEXT["(300a0016.DCM 'Dose Reference Description')"]	1	U		

Figure 2 The dose reference sequence (There was a total of 20 items of this sequence, only part of the sequence was intercepted)
图2 剂量参考序列(此序列有20个内容项,只截取了部分)

XML: XML是一种具有极强的数据描述能力的语言,它提供了丰富的数据结构和解析方法,能适应多样且不断变化的网络应用环境,被广泛应用于异构系统间的数据交换和互操作中。XML也是一种非常有效的结构化文档,可帮助用户自定义自身的表示,并支持数据内容和表达形式的分离,因而,XML不仅适合数据的显示,也适合于作为数据交换的中介。通过可扩展样式表语言转换(extensible stylesheet language transformation, XSLT),XML提供了在临床计算机应用和DIOCM SR、健康信息交

南方医科大学
生物医学工程学院,
广东省广州市
510515

夏德国★,男,
1986年生,安徽
省安庆市人,汉
族,南方医科大学
在读硕士,主要从
事肿瘤放射物理
学的研究。
germanyxia@
qq.com

通讯作者:周凌
宏,教授,博士生
导师,南方医科大
学生物医学工程
学院,广东省广州
市 510515
smart@smu.
edu.cn

中图分类号:R318
文献标识码:B
文章编号:1673-8225
(2012)17-03188-05

收稿日期:2012-01-13
修回日期:2012-02-28
(20120113012/
WLM·C)

换第七层协议和超文本标记语言之间的概念和结构映射, 为不同标准不同细信息系统间的数据交换和信息集成提供了良好的信息格式^[10]。

系统设计: 为了将DICOM SR标准引入放疗计划电子病历中, 本文在原有放疗信息系统的基础上进行了相关改进, 框架结构如图3, 其中方框中的内容为新增部分。

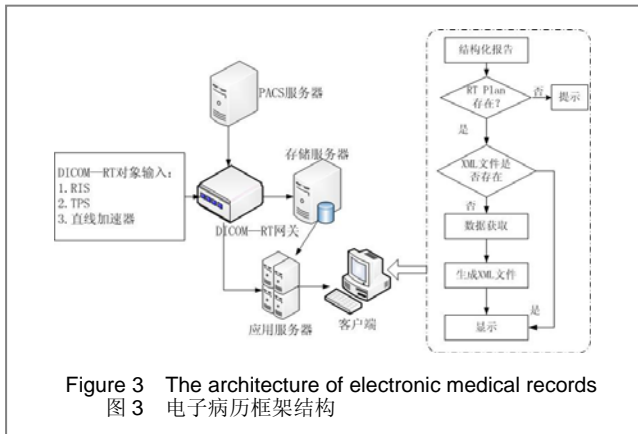


Figure 3 The architecture of electronic medical records
图3 电子病历框架结构

数据获取: 放射治疗的计划信息主要存储于治疗计划系统中, 因此, 必须建立DICOM放射治疗对象网关。系统主要涉及到5个信息实体, 其中前4个信息实体的信息保存在存储服务器中, 而放疗计划信息保存在应用服务器中。因此客户端的程序需要分别从两个服务器的数据库中获取相关信息。因为DICOM编码的特殊性, 本文采用OFFIS公司提供的DCMTK函数库来对RT Plan对象进行解析处理, 并将解析的数据保存在相应的数据库表中。

XML生成: XML和DICOM虽然是两个不同的标准, 但是却具有很多的相似性, 使得二者之间可以进行代码转换^[11]。在介绍XML生成之前, 需要先了解DICOM的数据结构, 见图4。

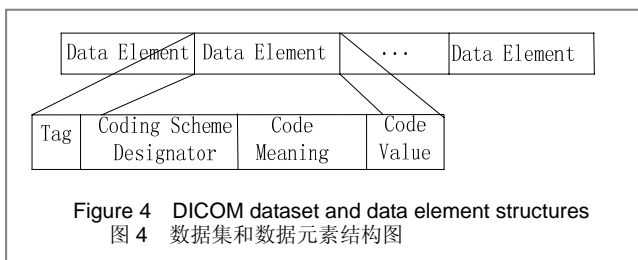


Figure 4 DICOM dataset and data element structures
图4 数据集和数据元素结构图

数据元素作为数据集的基本组成单位, 是对对象属性值的编码, 数据集中数据元素严格按照数据标签升序存放。一个完整的数据元素包括数据标签、值类型表达、值长度和数据区。数据标签是数据元素的唯一标识, 包含群编号和元素编号两组16位无符号整数。值类型表达描述数据类型, 分显式和隐式, 显式情况下为2或4个字节字符串, DICOM标准中共定义了27种值类型表达^[12]。值长度描述数据区的字节长度, 为16或32位无符号整数。数据区描述数据元素的具体值, 长度为偶数。

由于DICOM数据类型比较丰富, 且对数据本身有很

多的限制性, XML不能对数据类型的信息进行完整的表达。例如标准中AS(年龄字符)的规定是: 一组字符串, 包含nnnD, nnnW, nnnM, nnnY, 其中nnn表示天数D或星期W、月份M或年份Y, n的取值范围是0~9, 并且字符串长度为4个字节, 在XML中并没有此种数据类型, 因此需要用XML语言对DICOM的数据类型进行标记。

XML对标记的定义主要有文档类型定义和XML纲要两种方式, 由于文档类型定义自身缺陷^[13], 并不能很好的对数据元素进行表达, 因此选择XML纲要方式对DICOM SR的数据类型重新描述^[14]。

为了完整的表达DICOM数据元素, 且能符合DICOM SR的编码条目要求, 本文设计了基于XML纲要的DICOM数据编码方式, 为了节省存储空间, 并未包含数据长度。标签、编码设计者和编码含义代表概念名, 数据区代表节点值, 最终形成一个概念名-值对。

XSLT: XSLT由W3C起草和制定, 目的是让XSL转换器把来源树按照样式表树的意志转换成结果树, 转换的过程完全是结构树对结构树的关系, 最终将一种XML文件转换成别的XML文件^[15], 形成一种可被浏览器识别的文档类型。

本文针对每个信息实体设计专用模板树, 对射束信息进行表格化设计, 见图5, 根据RT Plan对象中射束属性的特点, 建立表格“射束信息”, 提取医生和物理师最关心的“Beam Type”、“Beam Dose”等信息。同时加入“移床后等中心相对于定位原点的示意图”, 方便医生或物理师浏览放疗计划相关的医学图像信息, 见图6。



Figure 5 The table format of beam information
图5 射束信息的表格化

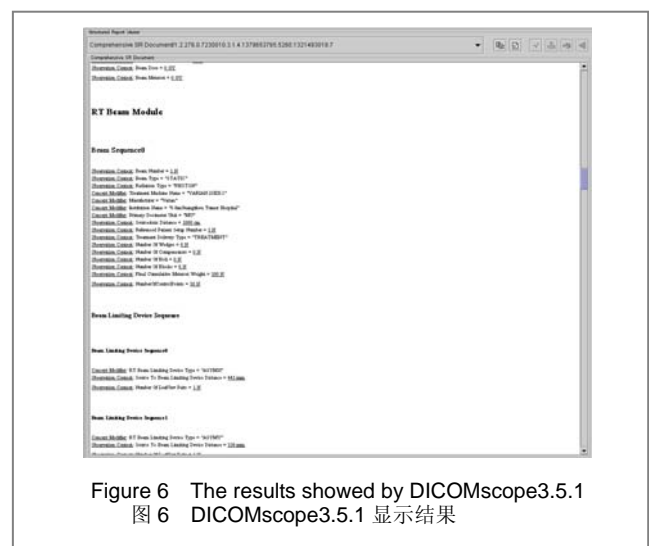


Figure 6 The results showed by DICOMscope3.5.1
图6 DICOMscope3.5.1 显示结果

2 结果

本文根据放射治疗计划的特点, 结合DICOM SR模型和DICOM RT Plan IOD的特点, 设计了专门的放射治疗计划报告单模块组, 见图7, 并将其命名为RTP_1000。然后针对不同的信息实体分别设计模板, 总共有36个模板标识符, 每一个模板标识符都充分考虑结构树之间的关联和值约束(图2)。重新设计数据集和数据元素的存储结构, 使其满足SR内容项结构要求。

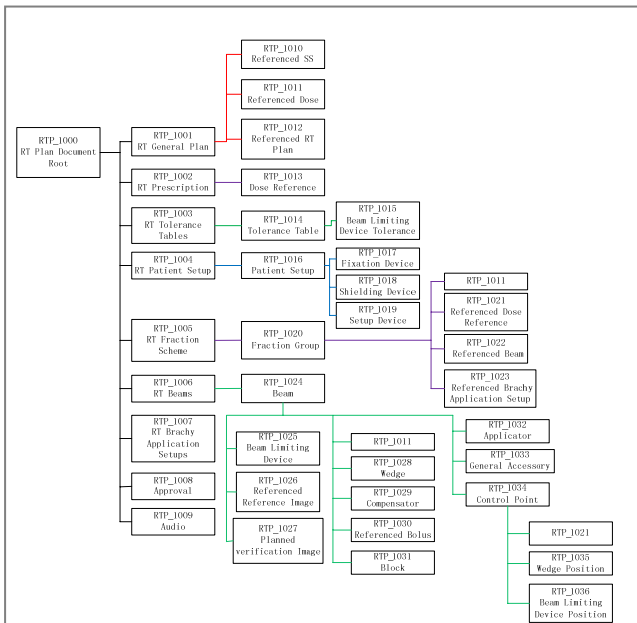


Figure 7 The templates of radiotherapy planning electronic medical records
图7 放疗计划电子病历专业模板

所有程序都是基于Visual C++ 2008平台编写, 见图8。当打开文件后, 点击转换, 将RT Plan文件进行解析, 并转换成DCM格式, 并将生成的DCM文件的数据存储于SQL2008数据库中, 点击“保存XML”, 生成的XML文件, 同时还可以转换成Html文件形式。

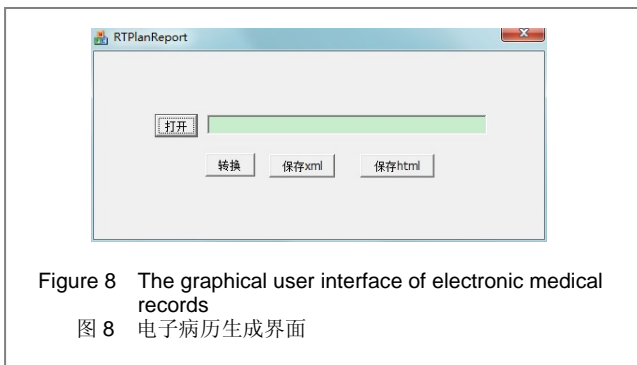


Figure 8 The graphical user interface of electronic medical records
图8 电子病历生成界面

本文总共测试了11组数据, RT Plan文件均来自于广州医学院附属肿瘤医院放疗科, 包括7组鼻咽癌病例和4组肺癌病例。为保证生成的DCM文件的准确性, 本

文使用了DICOM标准委员会推荐的DICOMScope3.5.1进行验证, 见图6, 并与本文生成的XML文件进行比较, 见图9, 可以发现, 本文的电子病历更加直观, 且将相同的信息进行整合, 更加方便阅读和浏览。同时将程序加入实验室的放疗信息系统平台, 可以很好地实现与医学影像存档与通信系统和计划系统间的互联和共享。且给用户提供了3种选择, 分别是DCM文件, XML文件和Html文件, 方便不同的用户群体根据不同的环境进行浏览判断。

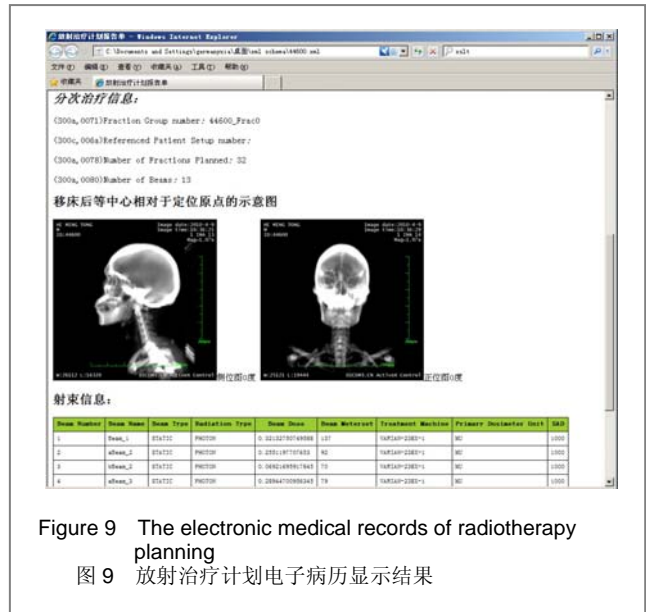


Figure 9 The electronic medical records of radiotherapy planning
图9 放疗治疗计划电子病历显示结果

3 讨论

电子病历作为医院信息化的重要组成部分, 开始于20世纪60年代, 随着信息技术的发展, 电子病历的相关研究也不断地发展和深入。但因放射治疗本身的特殊性, 在数据形式上它不仅包括基本的文本信息, 还包括医学图像和图表, 并且数据分布在不同的系统里, 严重阻碍了放射治疗电子病历的进程。

针对这个情况DICOM标准委员会在原有标准的基础上于2000年添加了DICOM SR, 并在2002年正式标准化。同时医疗健康信息集成规范也定义了相应的技术框架, 使得DICOM SR可以应用于实际的医疗服务中。DICOM SR的主要目的是为了改善诊断图像文档报告的可表达性、精确性和比较性。使用SR有好多优点, 如SR是流程相关的, 能更好的支持临床 workflow, 实现管理任务自动化, 更好地为医院管理服务; 同时它又是结构化的, 能更好的利用临床知识搜索, 实现异地共享, 同时宏观化医疗服务, 是无胶片化到无纸化的桥梁^[16]。

为了方便电子病历在医院信息化中的应用, 健康信息交换第七层协议建立了一个基于XML的临床文档结构标准, 它是一个完全的信息对象定义, 包括文本、图

像、声音和其他多媒体内容,其本身不对文档内容建模,只对需要交换的临床文档的结构和语意制定了标准。临床文档结构和SR都是结构化的层级结构,不同的是临床文档结构的树只有容器:节、段、链和表,没有显式的关系,但并不妨碍SR在医院信息化中的应用。

同时随着针对不同检查的SR的增加,将不可避免地导致信息错误或不一致性的产生,如不一致的命名、不正确的结构等。在医院施行这一标准,困难将会更大。因此,必须找到一种合适的方式能够对SR进行合理的表现,既体现结果性又能体现其内容特点,以打破目前这一局限性。

因此随后DICOM标准委员会提出了结构化报告模板的概念,并已成功的推出了7种模板,但是并没有专门针对放射治疗计划的SR模板。虽然国内外针对DICOM SR的研究已有部分成果,但是由于放疗本身涉及对象多,且对象数据间的结构多为嵌套形式,不好实现XML转换,因此更多的只是在原有医学影像存档与通信系统的基础上,对乳腺或者超声等已经专业模板化的部分进行XML实现^[7, 10, 16],要不就是仅仅提出一种将符合DICOM标准的SR文件转成XML的通用方式,但是并没有将其应用到具体的医疗方案中^[12-14]。因此本文提出一种基于DICOM SR标准和XML的放疗计划电子病历,结合以上两种方式的特点,将DICOM SR标准应用到放射治疗计划中,经过XML转换,实现与医院信息系统的互联,扩展SR标准的使用范围。

总之,本文结合DICOM数据格式和XML的特点,对数据类型进行了重新定义,并且根据RT Plan对象的特点设计了应用于放射治疗的SR专业模板,这个模板包含了放疗计划中的所有对象信息,且为其建立了层级树结构,经过转换可以生成3种文件格式。特别是XML形式,通过XSLT转换,可以被浏览器等工具直接查看,实现网络间的传输和异地访问,避免使用自由文本带来的模糊性,提高电子病历的精确性。

4 参考文献

[1] DICOM Standard committee.P3.1-2009, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 1: Introduction and Overview.USA: National Electrical Manufacturers Association, 2009.
 [2] DICOM Standard committee. Sup-23, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Supplement 23: Structured Reporting Storage SOP Classes. USA: National Electrical Manufacturers Association, 2000.
 [3] Yang XY. Guangzhou: Nanfang Yike Daxue. 2006.
 杨小燕.基于DICOM SR和XML的结构化报告的研究与实现[D].广州:南方医科大学, 2006.

[4] Sluis D, Lee KP, Mankovich N. DICOM SR-Integrating structured data into clinical information systems. Medicamundi. 2002;46(2): 31-36.
 [5] Hussein R, Engelmann U, Schroeter A, et al. DICOM structured reporting: Part 1. Overview and characteristics. Radiographics. 2004;24(3):891-896.
 [6] DICOM Standard committee. P3.3-2009, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 3: Information Object Definition. USA: National Electrical Manufacturers Association, 2009.
 [7] Wang S, Pu LX. Shengwu Yixue Gongchengxue Zazhi. 2011; 28(1):45-48.
 王爽,蒲立新.DICOM SR研究[J].生物医学工程杂志,2011,28(1): 45-48.
 [8] National Electrical Manufacturers Association. DICOM Part16: Content Mapping Resource[EB/OL].ftp://medical.nema.org/medical/dicom/2008/08_16pu.pdf. 2010-01-15.
 [9] Petra W, Thomas M, Ralph G, et al. Exemplary Design of a DICOM Structured Report Template for CBIR Integration into Radiological Routine. SPIE. 2010;7628(76280B):83-93.
 [10] Zhang H, Yang XY, Guo WM. Zhongguo Yixue Wulixue Zazhi. 2006;23(4):276-279.
 张海,杨小燕,郭文明.基于XML的DICOM信息模型的研究[J].中国医学物理学杂志,2006,23(4):276-279.
 [11] Zimmerman SL, Kim W, Boonn WW. Informatics in radiology: automated structured reporting of imaging findings using the AIM standard and XML. Radiographics. 2011;31(3):881-887.
 [12] Yu C, Yao Z. XML-based DICOM data format. J Digit Imaging. 2010;23(2):192-202.
 [13] Lee KP, Hu J. XML Schema Representation of DICOM Structured Reporting. J Am Med Inform Assoc. 2003;10(2):213-223.
 [14] Zhao L, Lee KP, Hu J. Generating XML schemas for DICOM structured reporting templates. J Am Med Inform Assoc. 2005;12(1):72-83.
 [15] Chen JX. Beijing: Zhongguo Tiedao Chubanshe. 2002:4-7.
 陈建勋.XSLT从入门到精通[M].北京:中国铁道出版社,2002:4-7.
 [16] Xu YS, Xiu GH, Zhao YF. Shanghai. 2005:132-135.
 徐元胜,修国浩,赵一凡.中国医学图像技术应用论坛论文集[C].上海.2005:132-135.

来自本文课题的更多信息--

基金声明: 广东省科技攻关项目(2008A030102011), 课题名称: 图像引导机器人医用直线加速器放射治疗系统的研制。

作者贡献: 第一作者进行研究的设计、实现和成文, 第二作者进行资料收集与效果评估。第三作者为课题负责人, 并对文章审核。

利益冲突: 课题未涉及任何厂家及相关雇主或其他经济组织直接或间接的经济或利益的赞助。

本文创新性: 本文提出一种结合 DICOM SR 标准和 XML 格式的电子病历系统, 能够有效地利用放射治疗计划信息, 方便不同科室和医护人员对计划信息的查阅。文章的创新性主要体现在: ①理论创新: 目前对于 DICOM SR 标准的应用中, 大部分只关注现有的 7 个标准模块, 对于 DICOM SR 在放射治疗中的应用却很少提及。本文提出的基于 DICOM SR 模型和 XML 的放疗计划电子病历, 很好的解决了信息系统与放疗计划系统间的信息互享。②方法创新: DICOM 标准委员会针对 DICOM SR 的特点, 提出了 DICOM SR 模板概念, 更加规范了 DICOM SR 的结构和语义约束。针对以上标准, 本文设计了 36 个放射治疗计划对象的 DICOM SR 模板标识符, 且将 DICOM 数据元素与 DICOM SR 中的概念名作相互映射, 增强两者间的兼容性。