

❖ 医学物理与工程学

Investigation on validation methods of medical images for DICOM standard conformance

FEI Xiao-lu*

(Department of Information Technology, Xuanwu Hospital, Capital Medical University, Beijing 100053, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the validation method of medical images for DICOM standard conformance. **Methods** The concept of file format defined in DICOM standard and the common tools used in testing DICOM conformance were introduced. Aimed at validating of DICOM file format, a detailed testing method was presented. **Results** Using validation command in ADVT, a CT image was validated and three errors were found in the log. **Conclusion** Using proper command of common DICOM testing tools, the DICOM standard conformance of medical image format can be validated clearly and simply.

[Key words] Digital imaging and communications in medicine; Medical image format; Validation method

医学影像 DICOM 格式测试方法探讨

费晓璐*

(首都医科大学宣武医院信息技术科, 北京 100053)

[摘要] **目的** 探讨对影像文件进行 DICOM 标准验证的方法。**方法** 介绍 DICOM 标准中对 DICOM 文件格式的定义及国际通用的验证 DICOM 标准遵从性的工具, 并针对 DICOM 文件格式的验证, 提出具体的测试方法, 给出测试实例。**结果** 使用 ADVT 的 validation 方法对 1 幅 CT 图像进行验证, 在 log 中看到有 3 处错误。**结论** 使用国际通用的验证软件, 选择适当命令, 能够方便明确地验证 1 个文件的格式是否符合 DICOM 标准。

[关键词] 医学影像成像与传输标准; 医学影像格式; 验证方法

[中图分类号] TP393 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2012)01-0160-04

现代医学影像学基于由医学成像、传输与存储、显示等多项技术集成的技术平台。所有经影像设备或后处理软件重建生成的医学影像均应符合相关国际标准, 才能满足现代医学影像学的要求。DICOM^[1]是美国放射学会(American College of Radiology, ACR)和美国电器制造商协会(National Electrical Manufacturers Association, NEMA)组织制定的专门用于医学图像存储和传输的标准, 是目前国际上公认且通用的医学影像存储与传输标准。DICOM 主要涉及信息

系统中最主要也是最困难的医学图像的存储和通信, 解决在不同地点、不同设备制造商、不同国家等复杂网络环境下的医学图像存储和传输的问题, 可直接应用于放射学信息系统(radiology information system, RIS)和 PACS 中。随着我国 PACS 系统的广泛应用^[2-6], 对医学影像文件格式的要求也越来越集中在 DICOM 标准遵从性上。只有符合 DICOM 格式的医学影像数据才能够确保在不同厂家的设备、服务器和工作站之间互相传输及存储^[7]。

DICOM 数据的直接来源是在医院中广泛使用的各种医学数据影像设备, 如 MR、CT、超声扫描仪等已经提供 DICOM 接口的标准化 DICOM 设备, 以及其他老式设备和一些扫描后得到的图像数据经过 DICOM 网关(DICOM gate)转化成符合 DICOM 标准的数字图像。这些数字化的图像数据不仅方便了图像数

[基金项目] 首都医学发展科研基金(2009-Z-XX01)。
[作者简介] 费晓璐(1978—), 女, 江苏无锡人, 博士, 高级工程师。研究方向: 医学影像处理、医学信息系统。
[通讯作者] 费晓璐, 首都医科大学宣武医院信息技术科, 100053。
E-mail: feixiaolu@tsinghua.org.cn
[收稿日期] 2011-04-27 **[修回日期]** 2011-07-20

据的表示、传输和保存,也进一步为数据的再挖掘提供了可能。图像处理应服务于医师的诊断工作,功能设置一般包括放大、缩小、加入伪彩色、负片、调节窗宽、窗位、滤波等;还包括对于图像相关数据的读取和再处理,比如患者信息、医疗机构的信息、关于此次诊断的信息等,这些在以后的 PACS、RIS、HIS 中属于将最原始的、最重要的数据,通过接口可以方便地在数据库中得到有效存储和管理。

目前在我国大型医院中,医学影像应用 DICOM 文件格式已经非常普遍。理论上来说文件的通用性非常强,但在实际使用中仍会有各种问题发生,如不能互相读取打开文件,这种情况往往是由于一方生成文件的 DICOM 格式遵从性较差造成。本文通过测试实例探讨如何校验文件是否符合 DICOM 标准。

1 DICOM 文件标准格式

DICOM 标准的第五部分介绍了 DICOM 文件的标准数据结构,定义了数据集(data set)来保存前面所介绍的信息对象定义(IOD)。数据集由多个数据元素(data element)组成,每个数据元素描述一条信息(所有标准数据元素及其对应信息在标准的第六部分列出),主要由 4 个部分组成:标记、数据描述(value representation, VR)、数据长度和数据域。

标准的 DICOM 文件格式一般包含以下 3 个部分:①DICOM 文件头,主要记录 DICOM 文件的标识和传输方法及格式等信息,其 group number 为 0002;②成像相关信息,主要记录与该图像相关的一些文字信息,按照属性隶属的不同的模块分组;③图像像素数据(pixel data),一般保存在(7FE0,0010)这个字段中。

1.1 DICOM 文件头结构

DICOM 文件头包含标识数据集的相关信息。每个 DICOM 文件都必须包括该文件头。文件头的最开始是文件前言,由 128 个 00H 字节组成,接下来是 DICOM 前缀,为一个长度为 4 字节的字符串“DICM”,可以根据该值来判断一个文件是不是 DICOM 文件。文件头中还包括其他一些非常有用的信息,必须具有信息如介质存储服务类的唯一 ID,该文件进行介质存储时生成的唯一 ID,文件的传输格式、生成该文件的应用程序等。基于这些信息,文件才能够在网络中通过 DICOM 接口,正确成功地进行传输。关于文件头详细的说明请参阅 DICOM 标准 PS 3.10 的表 7.1-1。

除 128 字节的文件前言和 4 字节的 DICOM 前缀外,所有其他文件头元素必须采用上面介绍的显示格式编码,各数据元素排列的顺序按照标签数值从小到大

的传输格式(little endian)编码。

每个文件头元素的长度必须为偶数,否则应该按照规定补充一个字节。

所有(0002,****)类的标签都为 DICOM 所保留。为兼容后续版本,如果发现文件中有目前尚未规定的(0002,****)类标签,则应忽略。

1.2 DICOM 文件成像相关信息

这部分信息结构基本按照 4 个层次来分类存储相关信息。4 个层次可以分为患者信息/成像设备信息、该次检查信息、该序列信息及该图像信息。这部分信息是使 DICOM 图像文件区别于一般图像文件的主要部分,记载一般图像文件所不能包含的文字内容,并且通过读取二进制格式的文件即可获得这些信息。按照患者信息、设备信息或检查信息等查询所有 DICOM 文件必须基于这部分内容。如果 DICOM 文件中没有这部分内容,那么 DICOM 文件就与普通的图像文件没有本质区别。

1.3 图像像素数据

这部分数据是用来呈现图像的数据,如未经压缩,则应由一个与图像矩阵大小相同的数字矩阵构成,其中的每个值都对应图像矩阵对应位置的灰度或密度值。这部分数据一般都保存在(7FE0,****)这个字段中。

2 工具与方法

目前国内外用来测试医学影像环境中网络传输和文件格式的 DICOM 标准遵从性的最常见工具就是 IHE 技术协会提供的仿真软件 Mesa(Medical Enterprise Simulators and Analyzers)系统(Mesa Tools),此外还有 ADVT、DCM4CHE、DCMTK 等,其功能不尽相同,但原理类似。

2.1 Mesa Tools

是特别为 RSNA 和 HIMSS 的结合产物——IHE 的贯彻而设计的。RSNA 和 HIMSS 集合了一批设计 IHE 技术框架的工业专家,描述如何基于现有标准(HL7 和 DICOM)达到系统整合医院信息的目的。这些工业专家(IHE 技术协会)同时也负责为 RSNA 和 HIMSS 提供指导,指出如何最好地实现 IHE 项目。

这套仿真软件包含很多单独的小工具,能够按照 IHE 技术框架进行通信,并且提供消息校验功能。每个仿真工具都被定义为医院中的一个普通的组成元素。每个元素都遵循 IHE 技术框架,并且当从其他应用程序中接受到信息时,能够提供消息校验的功能。

作为标准遵从性测试工具,Mesa Tools 具有如下优势:

(1)权威性和公正性:Mesa Tools 受 IHE 推荐并

由 Washington University 负责开发,在国际医学界具有很高的权威性和公正性;

(2)开放性和指导性: Mesa Tools 测试工具的源代码是完全开放的,通过读 Mesa 的源代码,不仅会对测试流程更加明晰,还对厂家开发类似功能有很强的指导意义;

(3)全面性:其功能覆盖了 DICOM 和 HL7 两大国际通用标准,其全面性是现有其他标准遵从性测试工具所无法比拟的;

(4)通用性: Mesa Tools 最初为 Unix 系统设计,随着 Windows 系统在医院工作站中的普及,增加了 for Windows 的版本。无论是在 Unix 系统还是 Windows 系统, Mesa Tools 都以一个个独立的命令行模式运行,没有专门的界面。

Mesa Tools 的不足在于使用难度较高,文档工作不尽完善,加上最初为 Unix 系统而设计,很多工具在 Windows 系统中无法正确使用。尽管如此, Mesa Tools 仍为目前国际上最受推崇的标准遵从性测试工具。

2.2 其他 DICOM 常用相关测试工具 Agfa 公司开发的 ADVT(Agfa DICOM Validation Tool)提供近百种 SOP 定义,基于这些定义,可以模拟对应的 SCU 和 SCP,与其他 DICOM 应用程序进行交互,从而测试对方的 DICOM 标准遵从性。其优势在于有详细而严格的 SOP 和 IOD 的校验功能。但该工具也存在很多显而易见的不足,例如,不能正确识别“\”(DICOM 中定义为多个值的分隔符),认为这个符号是非法符号,在验证 IOD 时经常报错。所以,使用 ADVT 时不能完全信赖其报告出的错误,需要加以细致辨别和分析。还有比较流行的软件如 DCM4CHE、DCMTK 等,功能不尽相同,但原理都与 Mesa Tools、ADVT 类似。

3 测试实例

使用 ADVT 中的 validation 方法,对一幅 CT 图像进行验证。为节省计算资源,省略验证正确信息,仅要求显示有问题的属性或模块。结果见图 1。

由上图可看出,经 ADVT 工具校验,认为此图像

validation Results for Dataset CT Image			
"Frame of Reference Module" M			
U	Tag	UR UT P Value(s)	Name/Results
ERR	(0020,0052)	UI 1 + ""	Frame of Reference UID Zero-length not allowed for type 1 attribute
"General Equipment Module" M			
U	Tag	UR UT P Value(s)	Name/Results
ERR	(0008,1010)	SH 3 + "- - -"	Station Name SH[1] - value length 18 exceeds maximum length 16
"General Image Module" M			
U	Tag	UR UT P Value(s)	Name/Results
ERR	(0020,0020)	CS 2C + "L\F "	Patient Orientation Attribute NOT expected according to condition: F[F NOT T[PRESENT 0x00200037]] AND F[NOT T[PRESENT 0x00200032]]
FAILED: 3 error(s), 0 warning(s)			

图 1 使用 ADVT 对一幅图像进行验证

格式中共有 3 处不满足 DICOM 标准的错误,分别分布在 DICOM 成像相关信息的不同部分。由于 ADVT 程序更新速度与 DICOM 标准更新速度存在差异,以及其他一些问题,验证为错误的属性可能在目前的 DICOM 标准中已经属于正确范围,需要对照现行标准进一步分析该验证结果。无论如何,这个工具有助于将 DICOM 图像中错误或缺失的属性或模块缩小到一个可以继续人工进行识别的工作量范围内,具有相当强的实际应用价值。

当前国内对自称符合 DICOM 标准的影像格式验证工作并不普及,很多影像格式通用性不强,但使用单位不知道原因,只能专图专机专用,即某家设备或系统生成的图像只能在自己公司的影像工作站上呈现或处理。通过使用国际公认的测试工具对医学影像进行验证,用户无需投入高额测试费用即可很方便、明确地发现影像格式是否完全符合 DICOM 标准,是否会生成私有属性,私有属性是否影响其通用性,是一种简便的行之有效的医学影像 DICOM 格式验证方法。

[参考文献]

[1] National Electrical Manufacturers Association, Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM), Rosslyn, Virginia 22209 USA: National Electrical Manufacturers Association,

2009. <http://medical.nema.org/>

[2] 甘昕艳. 基于 DICOM 在 PACS 医学影像系统中设计与研究. 微机计算机信息, 2009, 25(12-1): 128-129, 181.
 [3] 尹建东, 卢再鸣, 郭启勇, 等. 评价不同像素矩阵的单色液晶显示器对胸部 DR 影像识读影响的初步研究. 中国医学工程, 2009, 17(3): 174-178.
 [4] 李卉, 申群太. PACS 系统归档策略的研究. 中国医学工程, 2006, 14(3): 332-334.

[5] 张草贤, 郭文明, 周娅. 我国医学影像存档与通信系统研究文献的定量分析. 南方医科大学学报, 2009, 29(11): 2341-2342, 2344.
 [6] 王子军, 端慧敏. PACS 系统中图像数据传输完整性的保证. 中国医疗设备, 2009, 24(8): 71-72.
 [7] Bidgood WD Jr, Horii SC, Prior FW, et al. Understanding and using DICOM, the data interchange standard for biomedical imaging. J Am Med Inform Assoc, 1997, 4(3): 199-212.

Endobronchial metastasis from renal clear cell carcinoma misdiagnosed as central lung cancer: Case report

肾透明细胞癌支气管内转移误诊为中心型肺癌 1 例

刘 强^{1,2}, 朱万安¹, 闫 旭¹, 尹茁明¹, 陈 亮¹

(1. 吉林大学第一医院放射科, 吉林 长春 130021; 2. 吉林大学公主岭市第三人民医院放射科, 吉林 公主岭 136105)

[Key words] Tomography, X-ray computed; Carcinoma, renal cell; Neoplasm metastasis

[关键词] 体层摄影术, X 线计算机; 癌, 肾细胞; 肿瘤转移

[中图分类号] R814. 42; R737. 11 [文献标识码] B [文章编号] 1003-3289(2012)01-0163-01

患者男, 64 岁, 因“胸痛、咳嗽 1 年, 加重伴喘息、胸闷 1 个月”入院。12 年前患左肾肾癌。胸部 CT: 纵膈气管向右侧偏移, 右肺上叶支气管腔内见软组织密度影致管腔闭塞, 远端肺组织体积缩小、密度增高(图 1), 考虑右肺上叶中心型肺癌伴纵隔淋巴结转移、右肺上叶阻塞性炎症、肺不张。支气管镜检查: 右肺上叶支气管开口见灰白色肿物阻塞支气管腔, 支气管刷片检查未找到癌细胞。病理: 黏膜慢性炎症, 并见坏死。在全麻下行右肺上叶切除术, 术中见右侧胸腔广泛粘连, 分离后见右肺上叶不张、实变, 可触及肺内肿物, 界限不清, 约 3.0 cm×3.2 cm×3.1 cm, 切开后上叶支气管, 见大量黄色苔样物(术前曾疑为支气管内膜结核)。术后病理: 透明细胞腺癌, 侵及支气管壁(图 2)。肺部血管、神经及胸膜未见癌组织侵及。

讨论 肺是肾细胞癌转移最常见的器官, 发生于 50%~60% 的肾癌患者。肺部 CT 可明确肿瘤部位、数量, 还可发现微

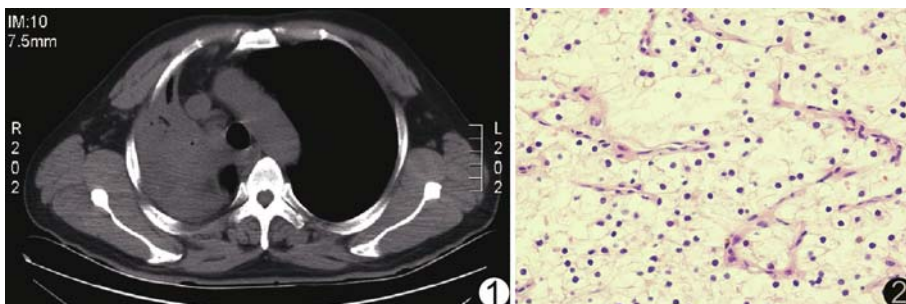


图 1 胸部 CT 示纵膈气管向右侧偏移, 右肺上叶支气管腔内见软组织密度影致使管腔闭塞, 远端肺组织体积缩小、密度增高 图 2 术后病理图 光镜下肿瘤细胞核小, 形态较均一, 核仁不显, 部分细胞见异常核分裂(HE, ×400)

小病灶或部位较隐匿的病灶。肺转移瘤的 CT 表现呈多形性, 多表现为散在多发圆形或类圆形、边缘清楚、密度均匀的肿块, 也可因在各方向生长速度不均及受到的阻力不一而表现出分叶状、毛刺状等原发性肿瘤的生长特点; 肿块局部可有空泡、空洞、钙化等情况。多数肺转移瘤可形成空洞, 但以鳞癌和腺癌居多。本例胸部 CT 表现与原发中心型肺癌、继发性气道阻塞性改变相仿, 故考虑为中心型肺癌, 术前曾考虑支气管内膜结核合并局部肺不张, 术后病理证实为转移瘤及支气管内膜转移浸润。仅凭影像学表现诊断不典型肺转移瘤很困难, 不能除外转移瘤时, 需结合病史、症状、体征及其他辅助检查。

[作者简介] 刘强(1970—), 男, 吉林公主岭人, 在读硕士, 副主任医师。

E-mail: liuqiang5093@126.com

[收稿日期] 2011-07-02 [修回日期] 2011-08-02