

医学图像检索分类的 MOAB 编码方案

周杰 陈武凡

(第一军医大学医学图像处理全军重点实验室, 广州 510515)

摘要 虽然现代医学通讯标准例如 DICOM 中包含了用于描述病案、患者以及成像技术等非图像参数,但是由于这些标识(Tag)结构过简、语义交叠,甚至会由成像设备随意设置,因此并不适用于医学图像的分类。为此,提出了一个简便易行、基于树状结构的、明细检查细节的编码方案。编码由影像设备(modality)技术代码、体位(orientation)方向代码、解剖学(anatomy)代码、生物系统(biological system)代码4个部分组成。简称为 MOAB 编码方案。为检验分类效果,利用该编码方案对 7 000 余幅数字化图像建立了一套索引编制较为完善的图像数据库。通过实验和同其他编码方案的比较讨论,通过实验和同其他编码方案的比较讨论,结果证明,该编码方案能够充分描述医学图像内容。依照该编码查询和浏览图像,准确率高、速度快,为下一步开展基于医学图像内容检索的研究奠定了必备条件。

关键词 标准命名法 医学数字化成像和通讯(DICOM) 医学图像归档和通讯系统(PACS) 图像检索 分类代码

中图法分类号: TP391.4 R445 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2004)02-0214-06

MOAB Classification Coding Scheme for Medical Image Retrieval

ZHOU Jie, CHEN Wu-fan

(Key Lab for Medical Image Processing of PLA, First Military Medical University, Guangzhou 510515)

Abstract Modern communication standards, such as Digital Imaging and Communication in Medicine (DICOM), include non-image data for a standardized description of study, patient or technical parameters. However, these tags are rather roughly structured, ambiguous, and often optional. In this paper, we present a novel mono-hierarchical multi-axial classification code for medical image retrieval. Our so-called MOAB coding scheme consists of four axes with three to four positions, each in $\{0, \dots, 9, A, \dots, Z\}$. In particular, the modality code (M) describes imaging modality and relevant technical detail, the orientation code (O) models examined body orientation, the anatomy code (A) refers to the body region examined, and the biology code (B) describes the biological system examined. So far, the coding scheme is easily used in a medical image database of about 7000 single digital images, the loading time for 256×256 images was short, and the error rate of query result was low. The MOAB classification coding scheme enables a unique classification of medical images so as to develop further content-based medical image retrieval. The code is flexible and easily to be extended.

Keywords standardized nomenclature, digital imaging and communication in medicine (DICOM), picture archiving and communication system (PACS), image retrieval, image classification code

1 引言

伴随临床上数字化成像设备的日益普及,医学图像数据库的规模也越来越大。然而,当用户出于某种目的需要研究医学图像时,则需要对医学图像数据库

进行检索。那么,数据库信息检索系统就应该在处理语义查询之前确定当前医学图像的种类。显然,不同的成像设备需要不同的图像处理方法与之对应。例如,在内窥镜的图像中去搜索骨骼图像显然是无效的查询。又如,处理超声波图像时必然不能采用与处理 X 光成像等同的方法。为此,多家国际权威的医学图

像标准化机构提出了各种的图像分类方案。

众所周知,医学 DICOM 标准是医学成像和通讯的国际标准。但是,事实上医学通讯标准还包括了病案(study)、患者(patient)、检查部位(body region examined)和所有与设备相关的技术参数的标准化描述。针对该问题,为了能全面细致地覆盖各类专业成像技术,美国病理学家学会(CAP, the College of American Pathologists),人类医学和兽医学系统化术语命名秘书处(SNOMED, secretariat of the systematized nomenclature of human and veterinary medicine)与医学数字成像和通讯标准(DICOM)委员会以及其他专家组织结成伙伴关系共同研发了用于影像诊断应用中需要的标准命名法^[1]。目前开发成功的 SNOMED DICOM 微术语表(micro-glossary)已经为 DICOM 编码化条目(coded-entry)提供基于上下文(context-dependent)的数值集(value sets),和为诊断报告等由多数据元(data elements)组成的结构提供语义内容的规范^[2]。

虽然在 DICOM 图像和报告中可以存储标注明确的编码化描述符,这的确也为检索有选择性的图像及其相关信息增强了可能性,但事实证明在 DICOM 表中有限的术语系统对于描述其有序条目系统(order entry system)的细致程度还是不充分的,甚至当某些数值由系统自动设置时还可能发生错误。全中文医学功能化 PACS(fPAX),针对医学图像检索时所需的详细编码方案提出了以下需求:(1)成像设备,附加技术参数;(2)根据检查体位成像的方向;(3)检查体位;(4)所涉及的生物学系统。

由此,本文提出了一套严格单调分层(即每个子结点有且只有一个父结点)分段(不少于一个语义段)的医学图像分类编码方案,并通过和现有的增补到 DICOM 标准中的相关提议作比较,以强调本方案在图像检索中的有利之处。

2 方 法

图像的分类无疑是医学图像检索中首要面临的问题。分类的目的就是能够方便针对所阅图像确定相适应的智能处理策略。因此,在代码及其细分子码(sub-code)元素间的合理关系只有“是…”和“属于…的一部分”两种。如果要在数据库中进行语义查询,则分类代码必须是严格分级的。考虑到因果关系

对于图像处理策略的分组非常重要,就要求代码的结构应该是单层的,其中每一层的细分子码仅和一个代码连结。又由于医学图像必须涵盖影响图像内容及其结构的各个方面,因此设计了分段描述方案。而这套方案的最终成熟将取决于国家对于医学影像诊断、解剖等及其相关领域术语系统的完善。

该分类编码系统由 4 个段落构成,每个段落由 $\{0, \dots, 9, A, \dots, Z\}$ 集合中的 3 到 4 位数码构成,其中“0”代表“未指定”,由此可确定每个编码段落路径的终止:

- M(Modality):成像设备及其成像技术;
- O(Orientation):成像体位方向;
- A(Anatomical):检查部位的解剖学位置;
- B(Biological):被查部位的生物学系统。

这样就可以构成一个精简的无二义性的符号(MMMM-OOO-AAA-BBB),其中 M、O、A 和 B 分别表示来自成像技术、体位、解剖和生物学 4 个段落的代码及其位数。

(1) 根据影像设备情况构建影像技术代码

M 代码利用(最多)4 个位置刻画了影像技术方法。首先,第 1 位代码元素确定了获取图像的物理源,例如 1 代表 X 线,2 代表超声,3 代表核磁共振,4 代表光学成像等等;第 2 位代表具体的设备,例如 11 代表平片照相机,12 代表透视机,13 代表血管造影机,14 代表 CT 等等;第 3 位代表了采用何种影像技术,例如 111 代表数字片,112 代表模拟片,113 代表立体成像等等;第 4 位则代表了该设备采用的具体技术,例如 1111 代表断层,1112 代表高射束能量,1113 代表低射束能量等等,如表 1 所示。

(2) 根据成像方向构建体位方向代码

3 位 O 代码用前两位描述了一般的体位方向,首先是常规方向(如 1 代表冠状位,2 代表矢状位,3 代表横断位,4 代表其他等);随即在第 2 位给出更为详细的位置信息(如,11 代表前后向(PA),12 代表后前向(AP));在代码的第 3 位还设计了功能性方向的描述(如,111 代表吸气,112 代表呼气,113 代表吞咽等),如表 2 所示。

(3) 根据身体检查部位构建解剖学代码

在 A 代码编码系统中,总共有 9 个部位定义(如 1 代表全身,2 代表头颅/颅骨,3 代表脊柱,4 代表上肢等)。主部位之后是两个层次的细分代码(如 4 代表上肢,41 代表手,411 代表手指),具体如表 3 所示。

表1 成像设备的技术代码

0	不指定
1	X光
10	不指定
11	平片照片
110	不指定
111	数字
1110	不指定
1111	断层
1112	高射束能量
1113	低射束能量
1114	1:1投影
1115	双能量
112	模拟
12	透视
13	血管造影
14	CT
140	不指定
141	常规CT
1410	不指定
1411	平扫
1412	增强
1413	高分辨
1414	团注
2	超声
3	磁共振成像
30	不指定
31	T1加权
310	不指定
311	头线圈
:	:
:	:
32	T2加权
320	不指定
321	头线圈
:	:
:	:
33	质子加权
34	脂肪压制
4	核医学成像
5	光学成像
6	二次数字化

注:只列出放射科的部分设备,并只展开其中部分代码

表2 成像体位方向代码

0	不指定
1	冠状位
10	不指定
11	PA
110	不指定
111	吸气
112	呼气
113	吞咽
114	仰卧
:	:
:	:
12	AP
120	不指定
121	吸气
122	呼气
123	吞咽
124	仰卧
:	:
:	:
2	矢状位
20	不指定
21	侧面,右至左
22	侧面,左至右
3	横断位
30	不指定
4	其他

表3 检查部位解剖代码

0	不指定
1	全身
2	颅骨
20	不指定
21	面颅
210	不指定
211	前额
212	眼部
213	颞部
22	颅底
220	不指定
221	颞骨
222	蝶骨
23	脑颅
230	不指定
231	额部
232	颅顶部
233	枕部
3	脊柱
30	不指定
31	颈椎
32	胸椎
33	腰椎
34	骶骨
35	尾骨
4	上肢(手臂)
40	不指定
41	手
410	不指定
411	手指
412	手掌
413	腕骨
42	腕关节
43	前臂
44	:
5	胸部
6	乳房
7	腹部
70	不指定
71	上腹部
72	中腹部
720	不指定
721	右中腹
722	脐周
723	左中腹
73	下腹部
8	骨盆
9	下肢

(4) 根据生物学系统构建生物学代码

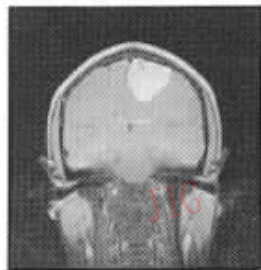
B代码所确定的是被查部位的器官系统。由于被查部位并不能充分描述图像的内容和结构,所以设计了该段代码。如表4所示,例如,做腹部透视时根据造影剂的作用不同,可以进行心血管系统检查,或者可以进行消化道系统的检查,而这两个检查所产生的图像纹理是完全不同的。该代码的第1级指定了10个器官系统(如1代表脑脊髓系统,2代表心血管系统,3代表呼吸系统,4代表消化系统等)。组合所有3位代码可以明确我们所关心的器官(如1代表脑脊髓系统,11代表中枢神经系统,111代表中脑)。

表 4 被查部位生物学系统

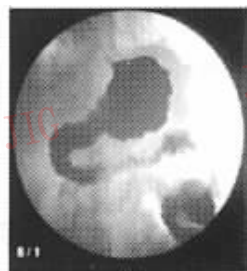
0	不指定
1	脑脊髓系统
10	不指定
11	中枢神经系统
110	不指定
111	大脑
112	间脑
113	垂体
114	小脑
115	脑桥
116	延髓
117	脊髓,颈髓
118	脊髓,胸髓
119	脊髓,腰髓
120	脊髓,尾髓
12	感觉器官
13	植物神经系统
2	心血管系统
3	呼吸系统
4	消化系统
40	不指定
41	口咽部
42	食道
43	胃
44	小肠
45	大肠
46	阑尾
47	肛门
48	肝脏
49	胆道系统
4A	唾液腺
5	泌尿系统
6	生殖系统
7	运动系统
8	内分泌系统
9	免疫系统
a	皮肤



代码:1411-30-23-111
 (a) X 线 CT 平扫-横断位-
 颅骨脑颅-脑脊髓系统
 中枢神经系统大脑



代码:3114-10-21-111
 (b) 核磁共振 T1 加权头线卷-
 冠状位-颅骨脑颅-脑脊髓系统
 中枢神经系统大脑



代码:1220-124-722-430
 (c) X 线透视模拟-冠状位 AP 仰卧-腹部中
 腹部脐周-消化系统胃

图 1 图像编码范例

3 图像编码结果

目前实验室环境下,本图像数据库初步还是采用本地的关系数据库来管理组织图像,数据库查询采用标准 SQL 查询语言。当医生使用 PACS 图像浏览工作站时,在当前感兴趣病例的图像序列中选取关键图像(最具典型意义的图像)入库。图像入库之前,医生需使用界面上提供的下拉菜单或组合框对所选图像进行分步编码,这个过程确保了编码数据的一致性。保存图像时,编码图像及其相关序列信息自动转存到图像管理数据库。当按编码查询到所需图像时,双击图像即可将 PACS 图像数据库中的相关图像序列调出查阅。

图 1 给出了几个图像编码范例。

4 讨论

目前,医学领域存在多种属于命名法,但是它们要么缺乏因果联系,要么没有分类层次,要么分类不完整,甚至存在含糊不清的情况^[3]。举例来说, DICOM 图像文件中的一个常见标识(Tag)即“body part examined”(身体检查部位)^[4]的合法取值包括有: skull, cspine, tspine, lspine, sspine, coccyx, chest, clavicle, breast, abdomen, pelvis, hip, shoulder, elbow, knee, ankle, hand, foot, extremity, head, heart, neck, arm, jaw 和 special^[5]。但其有以下问题:

- (1) 其中检查部位分级上存在差别:脊柱分成 cspine(颈椎),tspine(胸椎),lspine(腰椎)而头颅仅有 skull;
- (2) 分类不完整:有 arm(手臂),却没有 leg(腿部);
- (3) 语义上存在二义性:extremity(四肢)和 arm 或者 hand。

MeSH 辞典^[6]是一个多层结构的术语系统,因此编码实体可以通过不同的路径得到^[6]。例如,编码1111即“双能量数字X光片”对应到2002MeSH针对“radiography, dual energy scanned projection”的编码有两个:E01.370.350.700.700.700和E01.370.350.600.350.700.700,而且MeSH对于影像技术细节上的术语描述并不够充分详细。

SNOMED^[8]可以说是目前适用于临床的最为完整的相关术语系统^[7],但是当把它应用于图像检索时,SNOMED对成像技术方面的描述并不完整。这可能是SNOMED与本编码方案相比较时所体现的主要不足之处。例如,SNOMED DICOM 微术语表中有“breast”(胸部/乳房),却没有提到“breast gland”(乳腺)。

总的来说,本编码方案与JJ1017编码方案^[5]最为近似。与JJ1017的方法一样,在分类图像时主要考虑了成像设备、体位方向的、解剖学和生物学几方面的判别原则。但对于这4个方面的代码组成上, JJ1017只用了3个代码段,而本方案则采用了4个代码段,而且每一代码段严格遵从单调分层结构,因此能够更为详细准确地刻画图像性质。除此以外, JJ1017在编码内容上有一定的语义重叠,例如,在其“large region code”(大型体部代码)的第1级上就存在“chest”、“chest/abdomen”和“abdomen”。这显然容易导致数据库索引的二义性,因此不能适用于图像数据库的检索。

根据本文的编码方案,编码结构是灵活的可扩展的(对于新的语义描述只需在恰当的编码位置增加有效编码)。例如,B代码中,4代表消化系统,48代表肝脏还可以再细分为480代表不指定;481代表肝实质;482代表胆管;483代表门静脉;484代表固有动脉;485代表下腔静脉。

目前,该编码方案用于7000余幅CT/MR的DICOM图像和1000余幅影像教学扫描图像能够进行有效的分类。依照该编码,查询、浏览图像准确率高、速度快。

5 结 论

目前国内多家医院逐渐引入数字化成像设备,医学影像的数据量日益庞大,构建大型医学图像数据库及其高效的检索系统势在必行。而提高检索图像的效率的关键技术是合理地分类图像。本文所提

出的图像分类代码方案由设备(modality)、成像体位方向(orientation)、检查部位的解剖位置(anatomical)和被检部位所属的生物学系统(biological)4个方面的代码段构成(简称为MOAB编码方案),编码字符数不超过13个,编码结构为严格单调分层结构且易于扩展(不受设备更新的限制),与其他编码方案相比,基本排除了多层语义重叠。该编码方案虽然是针对功能化医学PACS(fPAX)设计的,但也可使用在其他方面的研究上。当然,由于根据本编码方案构建的图像数据并未经过广泛的临床应用来加以完善,因此部分代码段的细分代码有待进一步补充。

参 考 文 献

- 1 Bidgood W D, Korman L Y, Golichowski A M, *et al.* Controlled terminology for clinically-relevant indexing and selective retrieval of biomedical images [J]. *International Journal on Digital Libraries* 1997, **3**(1): 278~287.
- 2 Bidgood W D. The SNOMED DICOM microglossary-controlled terminology resource for data interchange in biomedical imaging [J]. *Methods of Information in Medicine*, 1998, **37**(4-5): 404~414.
- 3 Güld M O, Kohnen M, Keyzers D, *et al.* Quality of DICOM header information for image categorization[A]. In: *Proceedings SPIE 2002[C]*, San Diego, CA, USA, 2002, **4685**: 280~287.
- 4 National Electrical Manufacturers Association (NEMA) ed. *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)-Part 3, PS 3.3-2001[M]*. NEMA publishing, Rosslyn, VA, USA, 2001.
- 5 Kimura M, Kuranishi M, Sukenobu Y, *et al.* JJ1017 image examination order codes-standardized codes supplementary to DICOM for image modality, region, and direction [A]. In: *Proceedings SPIE 2002[C]*, San Diego, CA, USA, **4685**: 307~315.
- 6 National Library of Medicine (NLM) ed. *2002 Medical Subject Headings (MeSH) [M]*. National Technical Information Service (NTIS), Springfield, VA, USA, 2002.
- 7 Campbell J R, Carpenter P, Sneiderman C, *et al.* Phase II evaluation of clinical coding schemes-Completeness, taxonomy, mapping, definitions, and clarity [J]. *Journal of the American Medical Informatics Association JAMIA*, 1997, **4**(3): 238~251.
- 8 Côté RA ed. *SNOMED-Systematized Nomenclature of Medicine [M]*. The College of American Pathologists, Northfield, IL, USA, 1982.



周 杰 1972 年生,工程师,1997 年于第一军医大学获得医学图像处理专业工学硕士学位,现为第一军医大学医学图像处理全军重点实验室博士研究生。主研领域为医学图像处理、模式识别、基于内容的医学图像数据库。



陈武凡 1949 年生,教授,博士生导师,中国图象图形学会常务理事。主研领域为医学图像处理、模式识别与模糊数学的研究应用。

第四届全国虚拟现实与可视化学术会议(CCVRV'2004)

征文通知

(2004 年 8 月 1~3 日,辽宁·大连)

主办单位:中国图象图形学会虚拟现实专业委员会;中国计算机学会虚拟现实与可视化技术专业委员会
 承办单位:大连海事大学

一、征文范围(包括但不限于)

虚拟现实技术	虚拟现实应用	可视化技术与应用	其他相关技术
建模技术(几何,行为)	数字城市/建筑漫游	体绘制技术	仿真技术
LOD/几何压缩	VR 游戏/数字娱乐	图像分割	多通道用户界面
实时图形绘制	虚拟设计/制造	三维重建	VR 中的心理学
基于图像的绘制	虚拟商场/产品展示	基于 WEB 的可视化	空间化声音
交互技术和设备	遥操作应用	协同可视化	多媒体技术
VR 系统结构	虚拟企业与社区	数字人体	动画技术
分布/协同式虚拟环境	各类模拟器	基于图像的可视化	数字媒体处理
混合现实/增强现实	人工生命	虚拟手术/远程手术	人机工效
智能虚拟环境	虚拟教育/培训	各种可视化应用系统	地理信息系统

二、重要日期

征文截止日期:2004 年 5 月 1 日(收到日期) 录用通知日期:2004 年 6 月 1 日(发出日期)

最终版论文日期:2004 年 6 月 10 日(收到日期)

说明:由于本次会议的优秀论文将由系统仿真学报以正刊出版,请作者注意征文截止日期。

三、会议组织机构

会议主席:石教英教授 会议副主席:赵沁平教授 孙立成教授
 程序委员会主席:戴国忠研究员 副主席:吴恩华教授 李思昆教授 潘志庚研究员
 组织委员会主席:金一丞 副主席:潘志庚 吴 威 刘勇奎

六、会议网址

<http://www.dlmu.edu.cn/ccvrv2004>

七、文章投稿联系方式

通信地址:(116026)大连市大连海事大学航海动态仿真及控制交通部重点实验室(或大连海事大学航海技术研究所)

联系人:马 烈 解 翠 电话:(0411)4729651 电子邮件:malie@dlmu.edu.cn