

DICOM

Digital Imaging and Communications in Medicine

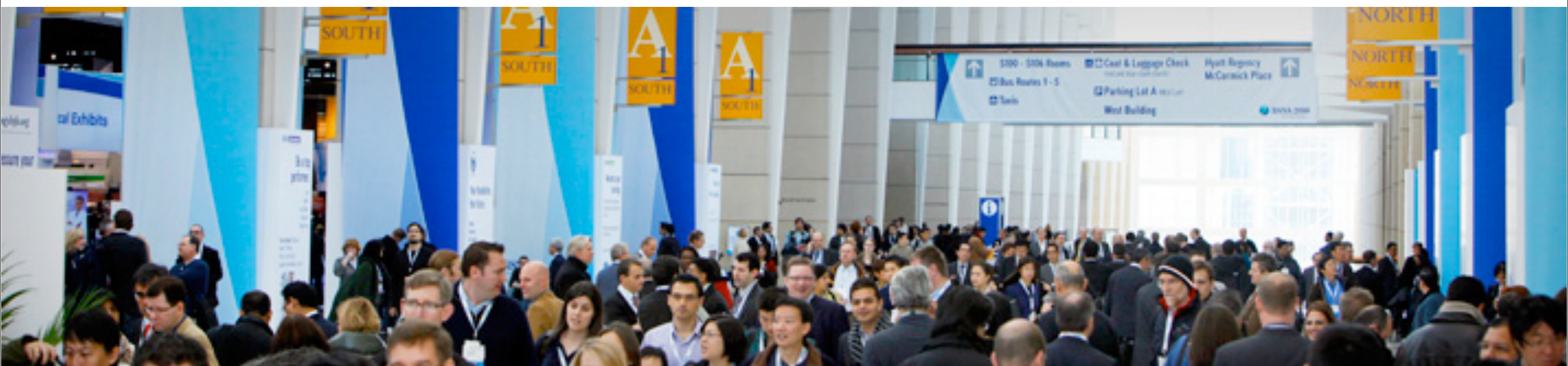
UY - FING - NIB - Jacques FAUQUEX / 2014-03-12

objetivos

- introducción al estándar DICOM
- características de la imagenología médica
- imagenología y metadatos
- estrategia de acceso a metadatos DICOM
- integración al mundo globalizado
 - estándar escrito en xml
 - comunicación rest
- conclusiones

introducción al estándar DICOM

- 21 años de existencia de la versión 3.0
- estándar ISO, universal, sin alternativa
- acceso libre al estándar y a muchas implementaciones
- <http://www.dclunie.com/dicom-status/status.html>
- conferencia, cada año a fines de noviembre en Chicago: RSNA (Radiological Society of North América)



60'000 Attendees

DICOM Standard Status

Maintained by David A. Clunie dclunie@dclunie.com.

Last Updated: Wed Feb 27 11:27:18 EST 2013

Table Of Contents

- [Final Text Supplements additional to 2011 Base Standard](#)
- [Final Text Correction Items additional to 2011 Base Standard](#)
- [Base Standard - 2011](#)
- [Differences in Base Standard - 2009 to 2011](#)
- [Differences in Base Standard - 2008 to 2009](#)
- ...
- [ACR-NEMA - 1985](#)
- [Supplements - By Number](#)
- [Correction Items - By Number](#)

características de la imagenología médica

crecimiento exponencial del volumen de datos

- estudios de 4000 imágenes son frecuentes, por ejemplo en PET/CT
- tomógrafos capaces de capturar 254 cortes espaciales a la vez en modo de secuencia dinámica
- matriz de adquisición de cámaras y 'flat panels' pasó de 512 (o 1024) a 2048 en ciertos equipos, por ejemplo angiografos de última generación

necesidad de condiciones de visualización excelentes

- pantallas grandes (27 pulgadas, 3 mega pixeles, 2x5 mega pixeles para mamografía)
- calibración precisa de la curva de grises (más difícil a obtener con monitores LCD)
- muchos LCD comunes no satisfacen los requerimientos de calidad)
- en suma, requerimientos similares a estaciones gráficas profesionales de edición de libros de artes visuales.

heurística comparativa idealmente potenciada por

- colecciones digitales inmediatamente accesibles
- herramientas informáticas de post-procesamiento
- retro-alimentación estructurada para enriquecer las colecciones

optimización de tiempos de especialistas

- para especializarse se necesita ver muchos pacientes
- requiere procesos ágiles, sin tareas secundarias
- flujo de trabajo de alta disponibilidad
- es de interés del especialista, de la institución y del paciente, que se trabaje rápido.

auditabilidad de los procesos

- ramo dedicado a la salud y vida de los pacientes
- demoras y errores pueden tener consecuencias de vida y legales graves
- las herramientas tienen que ser confiables
- los procedimientos auditables, con grado de certeza admitido en juicios civiles o penales.

desaparición de la mística tecnológica

- el despliegue tecnológico espectacular del multimedia de consumo hogareño rebaja la mística de los productos de imagenología médica
- existen oportunidades para empresas chicas de crear productos derivados, porque el mercado está todavía acostumbrado a precios exorbitantes y alternativas pueden retener la atención
- ejemplo: grabador de CD DICOM con software opensource

imagenología y metadatos

- metadato = dato relativo a dato
- todos los formatos de imágenes contienen metadatos
ejemplo: el tamaño de una línea de píxeles
- la sintaxis conforme con estándares. Por ejemplo:
 - TIFF, JPG, PNG, BMP...
 - EXIF
 - XMP
 - y para imagen médica, ... DICOM

./exiftool foto.jpg

MIME Type : image/jpeg
JFIF Version : 1.01
Color Space Data : RGB
Device Model Desc : IEC 61966-2.1 Default RGB colour space - sRGB
Red Tone Reproduction Curve : (Binary data 2060 bytes, use -b option to extract)
Green Tone Reproduction Curve : (Binary data 2060 bytes, use -b option to extract)
Blue Tone Reproduction Curve : (Binary data 2060 bytes, use -b option to extract)
Camera Model Name : Canon EOS 40D
Orientation : Horizontal (normal)
X Resolution : 72
Y Resolution : 72
Date/Time Original : 2012:12:04 21:11:09
Exif Image Width : 1000
Exif Image Height : 733
XMP Toolkit : XMP Core 4.4.0
Serial Number : 920515432
Lens : Canon EF 24-105mm f/4L IS
Lens ID : 237
Encoding Process : Baseline DCT, Huffman coding
Bits Per Sample : 8
Color Components : 3

- categorías de metadato común en imágenes:
 - técnica usada para la captura
 - identificación equipamiento
 - geográfica y cronológica

- **+ categorías de metadato DICOM**
 - paciente
 - profesionales de salud
 - estudio realizado
 - equipo que captura una serie de imágenes
 - enlaces a la historia clínica
 - ...

DICOM: formalización de objetos de información en imagenología médica

- define perfiles de metadatos
- como juntar datos y metadatos
- como comunicar el conjunto

al contrario de EXIF (listado plano de propiedades), DICOM está estructurado con modelo arborescente de información. El conjunto de todos los nodos de este árbol se llama **IOD** (Information Object Definition).

IOD : Definición de Información de Objeto

- IOD equivalente al concepto informático “objeto”
- una imagen DICOM es instancia de un IOD si ...
 - ... contiene todos los atributos obligatorios de este IOD y eventualmente los opcionales

- un **UID** identifica individualmente cada instancia
- **UID** = secuencia única de números y puntos
- un **OID** identifica colectivamente todas las instancias de un mismo **IOD**
- **OID** = **ID**entificador de **O**bjeto (su forma, como el UID , es una secuencia única de números y puntos)

estructura de una instancia de objeto DICOM

IOD
OID : ID objeto UID : ID instancia
atributos : - obligatorios, - opcionales - privados

DICOM “SOP class”

- “SOP Class” es un concepto que verán por todos lados en la norma DICOM
- **SOP = Service Object Pair**
- definición de la **comunicación** de instancias de IOD entre servicios
- agrega el concepto de **servicio** al concepto de objeto IOD

servicio DICOM

- el servicio siempre ocurre entre un proveedor del servicio y un usuario del servicio
- SCP: Service Class Provider
- SCU: Service Class User
- “SOP Class” define el modelo de metadatos necesario para la realización de un servicio sobre una instancia de IOD entre un SCP y un SCU
- SCP <-- servicio sobre instancia de IOD --> SCU

ejemplo: “conformance statement de OsiriX”

SOP Classes	UID	SCU	SCP
AmbulatoryECGWaveformStorage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.9.1.3	NO	YES
BasicTextSR	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.88.11	NO	YES
BasicVoiceAudioWaveformStorage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.9.4.1	NO	YES
BlendingSoftcopyPresentationStateStorage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.11.4	NO	YES
CTImageStorage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2	YES	YES
CardiacElectrophysiologyWaveformStorage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.9.3.1	NO	YES
ChestCADSR	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.88.65	NO	YES
ColorSoftcopyPresentationStateStorage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.11.2	NO	YES
ComprehensiveSR	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.88.33	NO	YES
ComputedRadiographyImageStorage	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1	YES	YES

- OsiriX es proveedor de almacenamiento de IOD ECG, pero no es usuario de servicio de almacenamiento de ECG

estrategia de acceso a los metadatos DICOM

archivo DICOM: contenido binario estructurado serializado

- modelo estricto de contenedores y contenidos, ... como un sistema de archivos, o un archivo xml.
- se puede disecar perfectamente.

archivo DICOM

...estructurado...

- compuesto de un **dataset** que contiene **atributos**
- existe un tipo de atributo llamado **secuencia (SQ)**
 - SQ contiene **items**
 - cada item contiene un nuevo **dataset**

delimitadores de secuencias e items

- secuencias e items están delimitados por un atributo de inicio
- este atributo puede decir el tamaño total de la secuencia o del item, pues apuntar al atributo siguiente luego fin de la secuencia o del item
- alternatively, la secuencia o el item puede estar terminado por un atributo y prescindir del puntero
- preferimos esta segunda sintaxis por su paralelismo con la sintaxis de xml

XML : estructuración textual mediante etiquetas

- estructuración por contenedores/contenidos
- un contenido esta delimitado por etiquetas de principio y de fin del elemento contenedor
- **<contenedor>contenido</contenedor>**
 - **<contenedor>** principio
 - **</contenedor>** fin
- **<contenedor/>**
 - contenedor vacío
- **<contenedor atributo= “valor”>contenido</contenedor>**
 - atributo del contenedor, escrito dentro de la etiqueta inicial

dicom estructurado xml

```
<dataset>
|
|  <attr>contenido</attr>
|  <attr vr="SQ">
|  |
|  |  <item>
|  |  |
|  |  |  <attr vr="SQ">
|  |  |  |
|  |  |  |  <item>
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  <attr>contenido</attr>
|  |  |  |  |  <attr>contenido</attr>
|  |  |  |  |  </item>
|  |  |  |  |  <item/>
|  |  |  |  </attr>
|  |  |  </item>
|  |  </attr>
|  <attr>contenido</attr>
|
|</dataset>
```

iii atributo !!!

- en XML, se trata de una propiedad de un elemento
 - `<elemento atributo= "valor"></elemento>`
- en DICOM, se trata de un elemento de información
 - atributo DICOM = elemento XML

binario acse -> xml http

- DICOM v3.0 (la versión actual) nació hace 21 años, antes que existieran XML o HTTP.
- codificación binaria para estructurar y comunicar los metadatos, usando el estándar “ACSE”, que define un protocolo asociativo de comunicación entre sistemas
- actualmente XML (textual) sobre HTTP es el estándar de comunicación universal.
- Vale convertir DICOM -> XML, para beneficiar de las numerosas herramientas existentes para manipular xml y transportarlo via internet.

especificaciones xml dicom

- mientras se replique la estructura de contenedores/ contenidos y los tipos de datos, el resultado será válido
- varias especificaciones coexisten. Por ejemplo, la representación de dcm4che no es la misma que la representación de dcm4che versión 1 o 2, o que dcm4che versión 3.
- se definió hace 3 años una primera representación oficial, llamada “nativa”, inscrita en el estándar, parte 19: “application hosting”.

DICOM xml “native”

```
<!--  
# This schema was created as an intermediary, a means of describing  
# native binary encoded DICOM objects as XML Infosets, thus allowing  
# one to manipulate binary DICOM objects using familiar XML tools.  
# As such, the schema is designed to facilitate a simple, mechanical,  
# bi-directional translation between binary encoded DICOM and XML-like  
# constructs without constraints, and to simplify identifying portions  
# of a DICOM object using XPath statements.  
#  
# Since this schema has minimal type checking, it is neither intended  
# to be used for any operation that involves hand coding, nor to  
# describe a definitive, fully validating encoding of DICOM concepts  
# into XML, as what one might use, for example, in a robust XML  
# database system or in XML-based forms, though it may be used  
# as a means for translating binary DICOM Objects into such a form  
# (e.g. through an XSLT script).  
-->
```

limitaciones de las representaciones xml

- todas las representaciones XML son fieles a la **sintaxis DICOM, exclusivamente**
- no se tratan de representaciones ontológica (RDF, OWL).

ilustración concreta de transformación dicom > xml

en los diapos siguientes, mostraremos:

1. un archivo binario DICOM en representación hexadecimal y textual de los bytes
2. el IOD correspondiente (Definición de Objeto de Información)
3. su representación XML
4. el acceso al valor de un atributo del metadato por XPath

Offset	Hex Data						ASCII
128 ₁₀	4449	434D	0200	0000	554C	0400	DICMUL
140 ₁₀	C400	0000	0200	0100	4F42	0000	٢OB
152 ₁₀	0200	0000	0001	0200	0200	5549	UI
164 ₁₀	1A00	312E	322E	3834	302E	3130	1.2.840.10
176 ₁₀	3030	382E	352E	312E	342E	312E	008.5.1.4.1.
188 ₁₀	312E	3700	0200	0300	5549	3400	1.7UI4
200 ₁₀	312E	332E	3436	2E36	3730	3538	1.3.46.67058
212 ₁₀	392E	372E	352E	3131	2E38	3030	9.7.5.11.800
224 ₁₀	3038	3139	3130	3235	2E32	3030	08191025.200
236 ₁₀	3930	3230	362E	3132	3538	3532	90206.125852
248 ₁₀	2E31	2E31	0200	1000	5549	1200	.1.1UI
260 ₁₀	312E	322E	3834	302E	3130	3030	1.2.840.1000
272 ₁₀	382E	312E	3200	0200	1200	5549	8.1.2UI
284 ₁₀	1600	312E	332E	362E	312E	342E	1.3.6.1.4.
296 ₁₀	312E	3139	3239	312E	322E	3100	1.19291.2.1
308 ₁₀	0200	1300	5348	0A00	4F53	4952	SHOSIR
320 ₁₀	4958	3030	3100	0200	1600	4145	IX001AE
332 ₁₀	0600	4F73	6972	6958	0800	0500	OsiriX

Tag	Name	Keyword	VR	VM
(0002,0000)	File Meta Information Group Length	FileMetaInformationGroupLength	UL	1
(0002,0001)	File Meta Information Version	FileMetaInformationVersion	OB	1
(0002,0002)	Media Storage SOP Class UID	MediaStorageSOPClassUID	UI	1
(0002,0003)	Media Storage SOP Instance UID	MediaStorageSOPInstanceUID	UI	1
(0002,0010)	Transfer Syntax UID	TransferSyntaxUID	UI	1
(0002,0012)	Implementation Class UID	ImplementationClassUID	UI	1
(0002,0013)	Implementation Version Name	ImplementationVersionName	SH	1
(0002,0016)	Source Application Entity Title	SourceApplicationEntityTitle	AE	1
(0002,0100)	Private Information Creator UID	PrivateInformationCreatorUID	UI	1
(0002,0102)	Private Information	PrivateInformation	OB	1

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
```

<dicomfile>

<filemetainfo>

```
<preamble>0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0 \ ... \0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0\0</preamble>
```

```
<attr tag="00020000" vr="UL" name="Group Length">202</attr>
```

<attr tag="00020001" vr="OB" name="File Meta Information Version">0\1</attr>

<attr tag="00020002" vr="UI" name="Media Storage SOP Class
UID">1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2</attr>

<attr tag="00020003" vr="UI" name="Media Storage SOP Instance

UID">1.3.46.670589.7.5.11.80008191025.20090206.125852.1.1</attr>

```
<attr tag="00020010" vr="UI" name="Transfer Syntax UID">1.2.840.10008.1.2</attr>
```

<attr tag="00020012" vr="UI" name="Implementation Class UID">1.3.6.1.4.1.19291.2.1</attr>

```
<attr tag="00020013" vr="SH" name="Implementation Version Name">OSIRIX001</attr>
```

<attr tag="00020016" vr="AE" name="Source Application Entity Title">OsiriX</attr>

</filemetainfo>

<dataset>

<attr tag="00080005" vr="CS" name="Specific Character Set">ISO_IR 100</attr>

acceso por XPath

- `/dicomfile/filemetainfo/attr[@tag="00020010"]/text()`
 - devuelve el UID 1.2.840.10008.1.2
- `/dicomfile/filemetainfo/attr[@tag="00020010"]/@name`
 - devuelve el nombre Transfer Syntax UID

ubicuidad de XPath

- disponible dentro de XSLT, XQuery
- existen también librerías incluidas o disponibles para todos los lenguajes de programación, inclusive PHP
- xsltI y XPath incluidos en casi todos los navegadores web
- posibilidad de armar páginas web dinámicas con información seleccionada del lado cliente

¿ porqué usar xslt y Xpath ?

- los convertidores dicom <-> xml incluyen la opción de aplicar una transformación xslt antes de entregar el resultado
- pues con una linea de terminal y un xslt de menos de 20 lineas de código podemos modificar un archivo DICOM

modificación de dicom

- las transformaciones dicom>xml y xml>dicom pueden realizarse con ejecutables de código libre. Lo veremos en el taller
- xml representa la syntaxis del objeto, exclusivamente.
- para conocer el modelo de objeto correspondiente, pues el significado de la metadata, y poder modificar la instancia acorde al modelo, necesitamos referirnos al estándar DICOM
- los próximos diapos explican como usar el estándar para este propósito

búsqueda a partir del modelo de objeto IOD

- los IODs están definidos en la parte 3 de la norma
- casi toda la información substancial se encuentra en los anexos
- anexos A y B contienen la lista de los IODs

de lo general a los detalles

(ver los diapos siguientes)

- IOD
 - modulo
 - macro
 - atributo
 - sintaxis atributo
 - tipo de dato

DICOM
Digital Imaging and Communications in Medicine

IE	Module	Reference	Usage
Patient	Patient	C.7.1.1	M
	Clinical Trial Subject	C.7.1.3	U
Study	General Study	C.7.2.1	M
	Patient Study	C.7.2.2	U
	Clinical Trial Study	C.7.2.3	U
Series	General Series	C.7.3.1	M
	Clinical Trial Series	C.7.3.2	U
Frame of Reference	Frame of Reference	C.7.4.1	M
Equipment	General Equipment	C.7.5.1	M
Image	General Image	C.7.6.1	M
	Image Plane	C.7.6.2	M
	Image Pixel	C.7.6.3	M
	Contrast/bolus	C.7.6.4	C - Required if contrast media was used in this image
	Device	C.7.6.12	U
	Specimen	C.7.6.22	U
	CT Image	C.8.2.1	M
	Overlay Plane	C.9.2	U
	VOI LUT	C.11.2	U
	SOP Common	C.12.1	M

PARTE 3: C.7.1.1 PATIENT MODULE ATTRIBUTES

Attribute Name	Tag	Type	Attribute Description
Patient's Name	(0010,0010)	2	Patient's full name.
Patient ID	(0010,0020)	2	Primary hospital identification number or code for the patient.
<i>Include Issuer of Patient ID Macro Table 10-18</i>			
Patient's Birth Date	(0010,0030)	2	Birth date of the patient.
Patient's Sex	(0010,0040)	2	Sex of the named patient. Enumerated Values: M = male F = female O = other
Referenced Patient Sequence	(0008,1120)	3	A sequence that provides reference to a Patient SOP Class/Instance pair. Only a single Item shall be permitted in this Sequence.
<i>>Include SOP Instance Reference Macro Table 10-11</i>			
Patient's Birth Time	(0010,0032)	3	Birth time of the Patient.

PARTE 3: 10.8

SOP INSTANCE REFERENCE MACRO

Attribute Name	Tag	Type	Description
Referenced SOP Class UID	(0008,1150)	1	Uniquely identifies the referenced SOP Class.
Referenced SOP Instance UID	(0008,1155)	1	Uniquely identifies the referenced SOP Instance.

PARTE 6: 6 Registry of DICOM data elements

Tag	Name	Keyword	VR	VM
(0008,1150)	Referenced SOP Class UID	ReferencedSOPClassUID	UI	1

PARTE 5: DICOM VALUE REPRESENTATIONS

UI Unique Identifier (UID)	A character string containing a UID that is used to uniquely identify a wide variety of items. The UID is a series of numeric components separated by the period "." character. If a Value Field containing one or more UIDs is an odd number of bytes in length, the Value Field shall be padded with a single trailing NULL (00H) character to ensure that the Value Field is an even number of bytes in length. See Section 9 and Annex B for a complete specification and examples.	"0"- "9", "." of Default Character Repertoire	64 bytes maximum
UL Unsigned Long	Unsigned binary integer 32 bits long. Represents an integer n in the range: $0 \leq n < 2^{32}$	not applicable	4 bytes fixed
UN Unknown	A string of bytes where the encoding of the contents is unknown (see Section 6.2.2).	not applicable	Any length valid for any of the other DICOM Value Representations
US Unsigned Short	Unsigned binary integer 16 bits long. Represents integer n in the range: $0 \leq n < 2^{16}$	not applicable	2 bytes fixed