

Transformación de archivos DICOM a formatos XML, JPEG y PNG

Converting DICOM files to XML, JPEG and PNG Formats

Transformando DICOM para archivos XML, JPEG e PNG

Omar Hernando Moreno Torres¹
Juan Sebastián González Sanabria²
Javier Antonio Ballesteros Ricaurte³

Fecha de recepción: octubre 2014

Fecha de aceptación: noviembre 2014

Para citar este artículo: Moreno, O., González, J. y Ballesteros J. (2015). Transformación de archivos DICOM a formatos XML, JPEG y PNG. *Revista Científica*, 21, 71-80. **Doi:** [10.14483/udistrital.jour.RC.2015.21.a7](https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.21.a7)

Resumen

Se presenta un modelo para la extracción de información contenida en los objetos de los archivos de tipo DICOM y su correspondiente transformación a archivos de tipo XML, bajo el estándar CDA de HL7. Se inicia con el análisis de la estructura de los archivos de tipo DICOM y de una serie de librerías que interactúan con la información requerida, para posteriormente presentar el modelo de transformación y el esquema resultante de archivo XML. En la parte final se plantea una transformación a imágenes no diagnósticas en formatos JPG y PNG.

Palabras Clave: dcm4che2, DICOM, XML.

Abstract

There is shown a model for extracting data from objects in DICOM files and how to convert those into XML files format, with a HL7 CDA standard. Starting with the DICOM files structure analysis and the

study of a set of libraries that interact with the requested information, to show then the converting model and the resulting XML file scheme. Finally, there is raised the conversion to undiagnosed images in JPG and PNG formats.

Keywords: dcm4che2, DICOM, XML.

Resumo

No artigo de um modelo para a extração de informações contidas nos arquivos de objetos tipo DICOM e seus arquivos tipo XML de transformação correspondente sob o padrão CDA de HL7. Ele começa com a análise da estrutura de arquivos tipo DICOM e um conjunto de bibliotecas que interagem com as informações necessárias, em seguida, apresentar a reorganização eo arquivo do esquema XML resultante. No final de uma transformação não imagens de diagnóstico em formato JPG e PNG.

Palavras-chave: dcm4che2, DICOM, XML.

¹ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja-Colombia. Contacto: omar.moreno@uptc.edu.co

² Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia, javier.ballesteros@uptc.edu.co

³ Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja-Colombia. Contacto: juansebastian.gonzalez@uptc.edu.co

Introducción

En el ámbito médico existen más de 900 dispositivos y elementos de diferentes fabricantes involucrados en el desarrollo de procedimientos médicos en las diversas entidades prestadoras de servicios de salud, los cuales son principalmente concebidos para la generación de imágenes y análisis de información, lo cual, junto a un gran número de sistemas información utilizados por los entes organizacionales del sector salud, implica tener deficiencias respecto a la comunicación y transmisión de información, por lo que se requiere un gran esfuerzo en la implementación de estándares y homogeneización de esta información.

DICOM (*Digital Imaging and Communication in Medicine*) surge como un estándar para la comunicación de imágenes en medicina, con la finalidad de facilitar el intercambio de información médica utilizada por los diferentes especialistas, centros de investigación o entidades prestadoras de servicios de salud (Pianykh, 2008). Dicho formato se puede definir como una interfaz común para cualquier dispositivo de imágenes (ecógrafos, tomógrafos, rayos x, entre otros) en un marco estandarizado de comunicación entre ámbitos de transmisión, tratamiento o impresión.

El presente trabajo expone un modelo para la lectura y transformación de la información en archivos XML y formatos de imagen convencional (JPG y PNG) contenida en las imágenes de tipo DICOM.

Archivos DICOM

DICOM (Herranz, 2003) es un estándar de formatos de archivos y de especificaciones de datos primordiales de un paciente para describir un lenguaje común entre distintos sistemas médicos (Grupo PAS, 2010). En la Figura 1 se representa el modelo de protocolo de comunicaciones DICOM, los niveles de comunicación de información representados sobre la máquina o dispositivo biomédico, a través del modelo OSI o el modelo TCP/IP, dependiendo de las circunstancias, marcas de los

dispositivos, tipo y procedimiento médico al cual esté vinculado (Rosslyn, 2004).

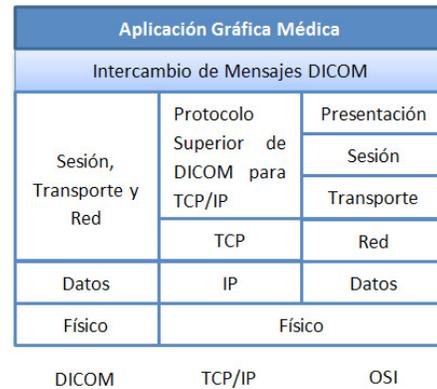


Figura 1. Modelo de protocolo de comunicación DICOM
Fuente: adaptado de Herranz (2003)

Este modelo define la estructura de un sistema RIS (*Radiology Information System*) o un PACS (*Picture Archiving and Communication System*) (Parisot, 2003), cuya base de funcionalidad se divide en dos componentes: el primero se relaciona con el formato y la estructura del archivo DICOM; y el segundo afina un protocolo de intercambio de datos no propietario para imágenes biomédicas e información relacionada con las mismas.

Por otra parte, la Figura 2 expone la estructura de los archivos de tipo DICOM, la cual se divide en dos partes principales: un encabezado (*Header*), en donde se contiene cierta información relevante del paciente; y un cuerpo (*Data set*), compuesto de un gran número de elementos (*tags*) que proporciona una información en específico.

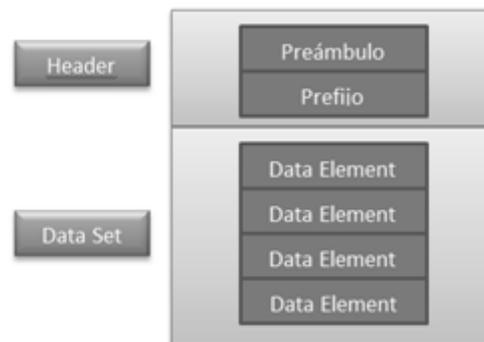


Figura 2. Estructura de un archivo DICOM
Fuente: adaptado de Grupo PAS (2010)

Los objetos de tipo IOD (*Information Object Definition*) se soportan en un lenguaje orientado a objetos para definir la información de imágenes biomédicas, que desde el punto de vista del paradigma orientado a objetos son las clases denominadas SOP (*Service-Object Pair*), las cuales describen la información y operaciones de una clase de servicio (Sánchez, Rotger y Solarz, 2011), donde cada una de las imágenes manipuladas es definida como una nueva instancia denominada UID, la cual representa la instancia identificadora única de un documento clínico (Subcomité Técnico V3-CDA HL7, 2007), que especifica la codificación y la compresión en los Data Set, tal como se muestra en la Figura 2. Dicha UID contiene todos los atributos obligatorios y opcionales de un IOD. De igual forma debe tener un identificador único denominado OID (Grosso, 1983).

Respecto al “IOD Enhanced”, corresponde a una mejora de los objetos IOD, debido a que soporta series más grandes, teniendo en cuenta que una serie es una representación de información en un determinado instante, por ejemplo la información del paciente.

	SOP Class UID	SOP Common
	SOP Instance UID	
Patient	Patients Name	Patient
	Patient ID	
	Patient Birth Date	
	Patient Sex	
Study	Study UID	General Study
	Study Date	
	Study Time	
	Study ID	
	Referring Physician	
Series	Accession Numbre	General Series
	Series UID	
	Series Number	
Equipment	Modality Type	General Equipmen
	Manufacturer	
Image	Intitution Name	Image Pixel
	Acquisition Attributes	
	Position Attributes	
	Image Number	
	Image Type	
	Bits Allocated, Bit Stored	
	High Bit	
	Rows, Colums	
	Samples per Pixel	
	Planar Configuration	
	Pixel Representation	
Photometric Interpretetio		
Pixel Data	VOI LUT	
Window Width		
	Window Center	

Figura 3. Ejemplo de un IOD de imagen compuesto

Fuente: adaptado de Herranz (2003)

En la Tabla 1 se presenta la estructura modular de la mejora representada por cada uno de los UID de los objetos IOD; así mismo, a continuación se explica a nivel general el significado e importancia de cada uno de estos módulos:

- *Patient Module*: especifica los atributos de los pacientes que describen e identifican al paciente como un sujeto de un estudio de tipo diagnóstico. Dichos atributos son necesarios para la interpretación del diagnóstico a partir de la imagen, y son comunes para todos los estudios llevados a cabo para dicho paciente (DICOM RT Supplement, 1997).
- *Clinical Trial Subject Module*: Contiene los atributos que identifican al paciente con el tipo de asunto como ensayo clínico (National Electrical Manufacturers Association, 2003).
- *General Study Module*: especifica los atributos que describen e identifican los estudios realizados a un paciente (National Electrical Manufacturers Association, 1998).
- *Patient Study Module*: define los atributos que proporcionan la información acerca del tiempo en el cual un estudio fue realizado a un paciente.
- *Clinical Trial Study Module*: contiene los atributos que identifican un estudio y el contexto de las pruebas clínicas (DICOM Standards Committee, 2004).
- *SR Document Series Module*: define los atributos para el documento SR basado en la arquitectura del documento a partir de CDA. Una serie de documentos SR puede contener cualquier número de documentos (DICOM Standards Committee, 1999).
- *Clinical Trial Series Module*: contiene los atributos que identifican el contexto de una serie de pruebas clínicas.
- *General Equipment Module*: especifica los atributos que identifican y describen los equipos que intervienen en un procedimiento o las series de las instancias que lo componen (DICOM Standards Committee, 2004).

- *SR Document General Module*: el documento general SR define los atributos generales de una instancia de documento, donde se identifican y se plantea un contexto a los documentos, como por ejemplos los tipos de reportes (DICOM Standards Committee, 1999).
- *SR Document Content Module*: los atributos en este módulo permiten la transmisión de la información de un documento SR (DICOM Standards Committee, 1999).
- *SOP Common Module*: define los atributos que se requieren para el buen funcionamiento y para las identificaciones de las instancias asociadas a las clases SOP (DICOM Standards Committee, 2002).

Tabla 1. Módulos de los Objetos IOD del DICOM mejorado

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	SR Document Series	C.17.1	M
	Clinical Trial Series	C.7.3.2	U
Equipment	General Equipment	C.7.5.1	M
Document	SR Document General	C.17.2	M
	SR Document Content	C.17.3	M
	SOP Common	C.12.1	M

Fuente: adaptado de Barberis e Isoardi (2009)

Librería DCM4CHE2

Para efectuar las transformaciones necesarias, primero es conveniente asumir la interacción que se aplicará en los objetos y *data elements* del archivo DICOM, por lo que se requiere realizar un procesamiento de la información de los IOD a través de la manipulación de una serie de librerías diseñadas para tal finalidad, dependiendo del lenguaje de programación del cual se vaya a hacer uso (Montoya, 2009).

De acuerdo con lo expuesto por Sánchez et al. (2011), quienes propusieron un estudio y comparación de herramientas de conversión de objetos IOD a partir de archivos de tipo DICOM, es posible un análisis de librerías DICOM (Tabla 2).

A partir del estudio citado, se decidió utilizar como librería de transformación DICOM toolkit (dcm4che2), que es una colección de aplicaciones y utilidades de código abierto para la asistencia médica de TI desarrolladas en el lenguaje de programación Java sobre JDK 1.4 y versiones posteriores.

La suite dcm4che2 de aplicaciones (toolkit DICOM, archivo, etc.) es utilizada en todo el mundo por los proveedores de salud, proyectos de investigación, aplicaciones de código abierto, aplicaciones comerciales, entre otros.

Tabla 2. Análisis de librerías DICOM

Librería	Plataforma/Lenguaje	Formato entrada	Formato salida
Dcm4che2 DICOM Toolkit	Multiplataforma/ Java, XML	DICOM, JPG, txt, pdf, XML	DICOM, txt, XML
DCMTK	W,L,M/C++	DICOM	DICOM
Dicom3tools	W,L,M/Linux	DICOM, formatos propietarios	DICOM
GDCM	W/C++	RAW, JPEG, RLE	DICOM, XML
Plugin Clear Canvas	W/C#	PNG, JPEG, BMP	DICOM
XMedCon	W,L,M/C	PNG, NEMA, DICOM, Interfile	PNG, NEMA, DICOM, Interfile

Fuente: tomado de Sánchez et al. (2011)

	DCMTK	DCM4CHEE	CONQUEST
Documentation	Comprehensive	Not-enough	Poor
Maintainability	High	High	Lower
Programming Language	C/C++	Java, XML	C/C++
Extensibility	Add new SOP's, requires modify and rebuild the source code	Add new SOP's don't always require modify the source code.	Add new SOP's requires modify and rebuild the source code
Operating Systems	UNIX, Linux, Windows	Multiplatform	Windows, UNIX
Client/Server PACS Model	As Server: Modality Worklist and Storage	Provides complete support	As Server: Modality Worklist and Storage
IHE Integration Profiles	None	Several	None, but support some HL7 messages
DICOM Services	No Hanging Protocol support	Hanging Protocol, Storage Commitment, Basic Worklist	No Hanging Protocol support
DICOM IOD's (Image Types)	US, CT, MR, SC, DX, XA, VL, RT	US, CT, MR, SC, DX, XA, VL, RT	US, CT, MR, SC, DX, XA

Figura 4. Evaluación de *frameworks* DICOM de tipo *open source*

Fuente: tomado de Vázquez, Bohn, Gessat y Burgert (2006)

Transformación a XML

Para realizar la transformación a XML (Ruiz y Trujillo, 2008) fue necesario crear un escenario donde la lectura de información de cada uno de los atributos provenientes de los archivos DICOM correspondientes a algún procedimiento médico utilizando algún dispositivo biomédico.

Debido a las tecnologías involucradas se determinó como ambiente de desarrollo el definido en la Tabla 3.

Tabla 3. Ambiente de desarrollo propuesto

Versión de Java	JDK 1.6
IDE de desarrollo	Netbeans 7.4
Versión de librería dcm4che2	2.0.25
Librerías dcm4che utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> dcm4che-imageio dcm4che-core dcm4che-xml
Base de datos	MySQL

Fuente: elaboración propia.

Seguidamente se tomó como muestra una serie de imágenes, del mismo tipo de las planteadas

en la Figura 5, correspondientes a una ecografía de una paciente clínica, para realizar la extracción de información.

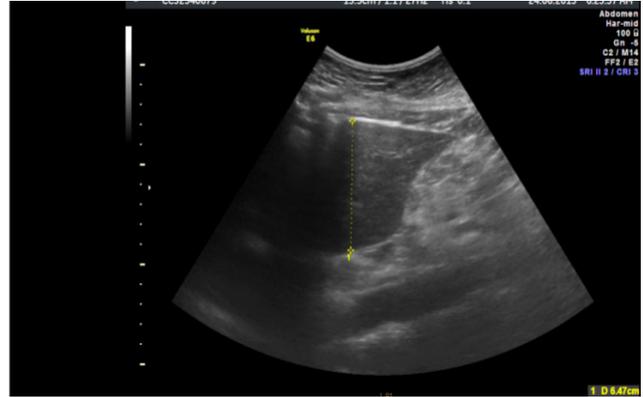


Figura 5. Imagen de muestra, correspondiente a una ecografía

Teniendo en cuenta lo planteado, y explorando la librería elegida, desarrollada dentro del marco definido por el paradigma de orientación a objetos, se planteó el modelo de la Figura 6, correspondiente a una representación conceptual en lenguaje de modelado UML de la capa lógica de una aplicación en Java, con una serie de métodos que permitieron la lectura, manipulación y transformación de la información.

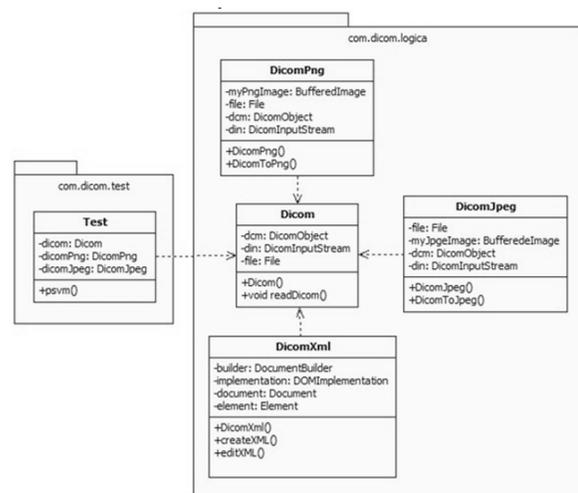
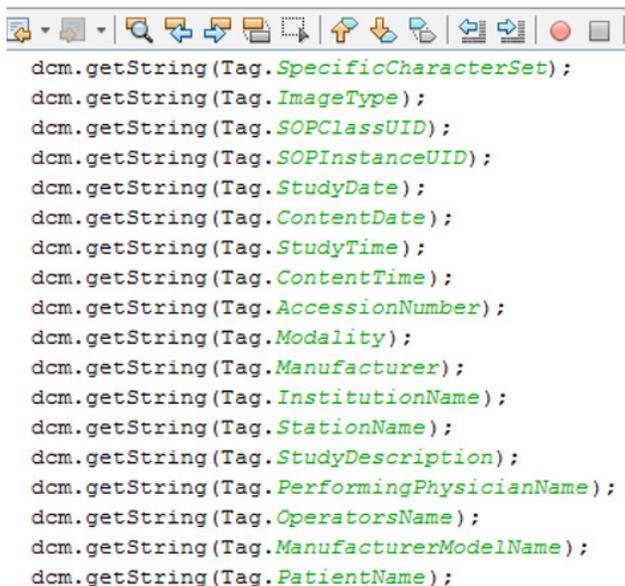


Figura 6. Modelo de lectura y transformación de información DICOM

Fuente: elaboración propia

Una vez instanciado el UID (Identificador Único), de cada IOD, de las clase SOP, es posible acceder a los atributos (*tags*) de cada objeto, de esta forma a cada uno de estos atributos es posible realizarle un casting a objetos de tipo String, tal como se muestra en la Figura 7.

Posteriormente, es necesario crear un archivo XML para convertir la información contenida en el DICOM a formato XML estándar, para lo cual se procedió a utilizar la librería JDOM (Mclaughlin, 2001), que permite leer, escribir, crear y manipular archivos XML de forma intuitiva.



```

dcm.getString(Tag.SpecificCharacterSet);
dcm.getString(Tag.ImageType);
dcm.getString(Tag.SOPClassUID);
dcm.getString(Tag.SOPInstanceUID);
dcm.getString(Tag.StudyDate);
dcm.getString(Tag.ContentDate);
dcm.getString(Tag.StudyTime);
dcm.getString(Tag.ContentTime);
dcm.getString(Tag.AccessionNumber);
dcm.getString(Tag.Modality);
dcm.getString(Tag.Manufacturer);
dcm.getString(Tag.InstitutionName);
dcm.getString(Tag.StationName);
dcm.getString(Tag.StudyDescription);
dcm.getString(Tag.PerformingPhysicianName);
dcm.getString(Tag.OperatorsName);
dcm.getString(Tag.ManufacturerModelName);
dcm.getString(Tag.PatientName);
    
```

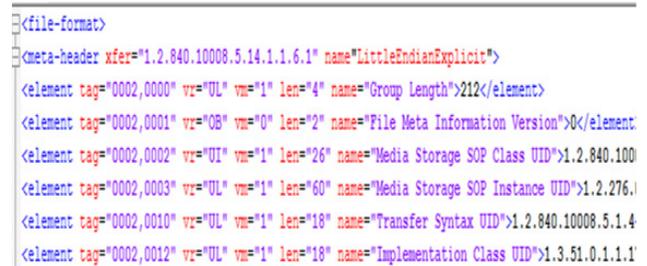
Figura 7. Casting de UID a String

Fuente: elaboración propia

Java, utilizado como lenguaje de programación, permitió trabajar bajo lo especificado por el paradigma de programación orientado objetos; a partir de cada una de las instancias correspondientes a una imagen de tipo DICOM fue posible extraer la información concerniente a los objetos UID y realizar un casting a objetos de tipo String, tal como lo muestra la Figura 7.

Parseado el objeto de la imagen DICOM, fue necesario crear una serie de nodos, cada uno de los cuales corresponde a los tags que mapean la información de los objetos UID en información

XML, y generan la información proveniente de los archivos DICOM en archivos XML, tal como se muestra en la Figura 8.



```

<file-format>
<meta-header xfer="1.2.840.10008.5.14.1.1.6.1" name="LittleEndianExplicit">
<element tag="0002,0000" vr="UL" vm="1" len="4" name="Group Length">212</element>
<element tag="0002,0001" vr="OB" vm="0" len="2" name="File Meta Information Version">0</element>
<element tag="0002,0002" vr="UI" vm="1" len="26" name="Media Storage SOP Class UID">1.2.840.100
<element tag="0002,0003" vr="UL" vm="1" len="60" name="Media Storage SOP Instance UID">1.2.276.1
<element tag="0002,0010" vr="UL" vm="1" len="18" name="Transfer Syntax UID">1.2.840.10008.5.1.4
<element tag="0002,0012" vr="UL" vm="1" len="18" name="Implementation Class UID">1.3.51.0.1.1.1
    
```

Figura 8. Archivo XML resultante

Fuente: elaboración propia

Dicha información se garantiza al utilizar un visor DICOM, en este caso de marca Samsung, que proporciona la información correspondiente a la imagen DICOM utilizada, como se muestra en la Figura 9.

Transformación A Formatos JPEG Y PNG

De igual forma, es posible convertir un archivo de tipo DICOM casi siempre con extensión *.dcm* a un formato más familiar en diferentes sistemas de información, por ejemplo, JPEG o PNG (Gaziandia et al., 2011).

Para tal fin, la librería dcm4che cuenta con utilidades que realizan esta conversión —al igual que en el caso anterior— a archivos XML, por lo cual se optó por realizar un procesamiento de la información a través de una librería que fuese concebida exclusivamente para realizar la manipulación de información sobre objetos Java; la librería escogida fue DOM (que utiliza una estructura de nodos para creación y lectura de archivos XML), la cual a partir de una serie de nodos permite definir una serie de elementos para la creación y lectura de archivos XML.

De igual forma, para el tratamiento de información es posible crear un objeto estático como una imagen con los métodos de la librería dcm4che: se instancia una serie de *buffers* de lectura y

Tag	Attribute Name	Attribute Value
(0008,0005)	Specific Character Set	ISO_IR 100
(0008,0008)	Image Type	ORIGINAL, PRIMARY, ABDOMINAL,
(0008,0016)	SOP Class UID	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.6.1
(0008,0018)	SOP Instance UID	1.2.276.0.28.1.1.1.2.2013.210.41022.2064202.1245 1840
(0008,0020)	Study Date	24/06/2013
(0008,0023)	Content Date	24/06/2013
(0008,0030)	Study Time	06:22 a.m.
(0008,0033)	Content Time	06:23 a.m.
(0008,0050)	Accession Number	620113
(0008,0060)	Modality	US
(0008,0070)	Manufacturer	GE Medical Systems Kretztechnik GmbH & Co OHG
(0008,0080)	Institution Name	HOSPITAL UNIVERSITARIO SAN VICENTE DE PAUL
(0008,0090)	Referring Physician's Name	
(0008,1010)	Station Name	US1
(0008,1030)	Study Description	Ecografía Abdomen total
(0008,1050)	Performing Physician's Name	RIVERA VELASQUEZ CC71782123 RM5-0326-04*LUIS FERNANDO
(0008,1070)	Operators' Name	
(0008,1090)	Manufacturer's Model Name	V830
(0010,0010)	Patient Name	AGUDELO GARCIA, MARIA DEL CARMEN
(0010,0020)	Patient ID	CC32540679
(0010,0021)	ISSUER OF PATIENT ID	PrimaryDomain
(0010,0030)	Date of Birth	17/06/1956
(0010,0040)	Patient Sex	F
(0010,1010)	Patient's Age	058Y
(0010,1080)	MILITARY RANK	U.T. ATENCION INICIAL ADULTOS
(0010,1081)	BRANCH OF SERVICE	Ambulatorio
(0018,1000)	Device Serial Number	D63464
(0018,1020)	Software Versions	10.x.x VE
(0018,6011)	Sequence of Ultrasound Regions	USRegion 15(DICOM_REGION_SPATIAL_FORMAT(1), DICOM_REGION_DA
(0020,000d)	Study Instance ID	1.3.61.0.1.1.172.20.32.7.520113.520087
(0020,000e)	Series Instance ID	1.2.276.0.28.1.1.1.2.2013.210.40953.6945687
(0020,0010)	Study ID	1
(0020,0011)	Series Number	1
(0020,0013)	Instance Number	2
(0020,0020)	Patient Orientation	
(0028,0002)	Samples per Pixel	3
(0028,0004)	Photometric Interpretation	RGB
(0028,0006)	Planar Configuration	0
(0028,0010)	Rows	735
(0028,0011)	Columns	976
(0028,0030)	Pixel Spacing	0,302744, 0,302744
(0028,0100)	Bits Allocated	8
(0028,0101)	Bits Stored	8
(0028,0102)	High Bit	7
(0028,0103)	Pixel Representation	0

Figura 9. Información DICOM con visor Samsung

Fuente: Elaboración propia mediante un Visor Samsung

de escritura para generar un objeto con extensión PNG o JPEG, y se referencian las imágenes que se van a convertir. Como resultado se tiene el JPEG o PNG de la imagen original de tipo DICOM (Gaziandia et al, 2011).

La Figura 10 muestra un método para convertir, encargado de la construcción de un archivo de tipo JPG a partir de la información parseada anteriormente. Al igual que para cualquier archivo de este tipo, fue necesario crear una serie de *buffers* encargados de almacenar de forma estática la información concerniente, para luego persistirla en una ruta absoluta.

Conclusiones

El proceso de transformación de la información proveniente de las imágenes de tipo DICOM puede cambiar dependiendo de las tecnologías que

se vayan a utilizar, así mismo, las librerías necesarias dependen, en alta medida, del paradigma y del lenguaje de programación que se vaya a implementar.

Dentro de las librerías analizadas para el tratamiento de información DICOM, una de las mejores opciones es dcm4che DICOM toolkit, debido a la diversidad de utilidades y ventajas en comparación a otros *frameworks open source* presentes en el mercado.

A partir del esquema propuesto, es posible plantear un modelo de interoperabilidad de servicios DICOM basado en las utilidades de las librerías escogidas en estructuras que posibilita la transferencia de información a través de XML, entre los diferentes sistemas, servicios y demás recursos que necesiten información de tipo DICOM, proveniente de diferentes servicios o procedimientos médicos.

```

public void convertir() {

    File myDicomFile = new File("D:/51CAA0E9.dcm");
    BufferedImage myJpegImage;
    Iterator<ImageReader> iter = ImageIO.getImageReadersByFormatName("DICOM");

    ImageReader reader = iter.next();
    DicomImageReadParam param = (DicomImageReadParam) reader.getDefaultReadParam();

    try {
        ImageInputStream iis = ImageIO.createImageInputStream(myDicomFile);
        reader.setInput(iis, false);
        myJpegImage = reader.read(0, param);
        iis.close();

        if (myJpegImage == null) {
            System.out.println("\nError: couldn't read dicom image!");
            return;
        }

        File myJpegFile = new File("c:/jpegImage.jpg");
        OutputStream output = new BufferedOutputStream(new FileOutputStream(myJpegFile));
        JPEGImageEncoder encoder = JPEGCodec.createJPEGEncoder(output);
        encoder.encode(myJpegImage);
        output.close();

    } catch (IOException e) {
        System.out.println("\nError: couldn't read dicom image!" + e.getMessage());
        return;
    }
}

```

Figura 10. Implementación en Java de conversión de DICOM a JPG

Fuente: elaboración propia

Referencias

- Barberis L. e Isoardi R. (2009). "Aplicación de un sistema automático de procesamiento de imágenes médicas basada en estándares".
- DICOM RT Supplement. (June 1997). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Supplement 11: Radiotherapy Objects*.
- DICOM Standards Committe. (1999). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Supplement 23: Structured Reporting Storage SOP Classes*.
- DICOM Standards Committee. (2002). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Table of Contents*, 49.
- DICOM Standards Committee. (2004). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM). Supplement 104: DICOM Encapsulation of PDF Documents*.
- Gaziandia M. A., Arriezu L. S., Navarro J. A., Analyzer F., De Carl I. I. and El Z., "Dicomización e integración de un equipo de imagen médica con un PACS: caso práctico de un equipo de Campimetría." 2011.
- Grosso, R. (1983). "Nociones básicas sobre comunicación y almacenamiento de imágenes en DICOM," 1–25.
- Grupo PAS – Universidad de Deusto (2010). "Estándar y Protocolo de Imágenes Medicas DICOM", 1–17.

- Herranz, F. B. (2003). "Desarrollo de aplicaciones DICOM para la gestión de imágenes biomédicas".
- Mclaughlin, B. (2001). "Java + XML = JDOM".
- Montoya, A. (2009). "Diseño e implementación de un sistema telemático para equipos médicos usando el protocolo de comunicación DICOM".
- National Electrical Manufacturers Association. (1998). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Supplement 17: Modality Performed Procedure Step*.
- National Electrical Manufacturers Association. (January 2003). "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Supplement 70: Clinical Trial Identification Scope and Field of Application," 1–11.
- Parisot, C. (June 2003). "The Basic Structure of DICOM".
- Pianykh, O. S., (2008). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*.
- Rosslyn, S. (2004). "Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) Part 8: Network Communication Support for Message Exchange".
- Ruiz C. y Trujillo A. (2007). "Aproximación a la representación en XML de objetos DICOM para fotografía médica digital," 147–163.
- Sánchez, M., Rotger V. y Solarz I. (2011). "DICOM de ECG para Telemedicina," 1–10.
- Subcomité Técnico V3-CDA HL7 (2007). *Guía para el desarrollo de documentos CDA*. Recuperado de <http://www.hl7spain.org/documents/comTec/cda/GuiaElementosMinimosCDA.pdf>
- Vázquez A., Bohn S., Gessat M. y Burgert O. (2006). "Evaluation of Open Source DICOM Frameworks," p. 9712012.



