

## Extensión de una base de datos Objeto-Relacional para el soporte de datos de iris

Carlos Alvez, Graciela Etchart, Silvia Ruiz, Ernesto Miranda, Juan Aguirre

Facultad de Ciencias de la Administración, Universidad Nacional de Entre Ríos Concordia,  
3200, Argentina  
{caralv, getchart, sruiz, emiranda, juaagu}@fcad.uner.edu.ar

**Resumen.** Actualmente los sistemas biométricos han cobrado relevancia. En este trabajo se presenta una implementación de una extensión de bases de datos Objeto-Relacional para el dominio de biometría de iris. Si bien existen muchas extensiones de bases de datos para diferentes dominios, en ningún caso para aplicaciones biométricas. La extensión propuesta permite la gestión de datos biométricos del iris, tanto de las imágenes en sí mismas, como de sus metadatos asociados. La extensión está basada en estándares reconocidos internacionalmente, tanto para la gestión e intercambio de datos, como para la representación y compresión de las imágenes. Además, la extensión permite la gestión simple y eficiente de los datos del dominio, sobre todo, las consultas SQL se pueden realizar utilizando los métodos de búsqueda definidos en el sistema de tipos específicos de la extensión, aún por usuarios que no sean expertos en el dominio.

**Palabras clave:** Bases de datos, biometría, extensiones, Objeto-Relacional.

### 1 Introducción

Las bases de datos relacionales permiten la gestión eficiente de las aplicaciones tradicionales, que gestionan datos simples alfanuméricos. Sin embargo, para aplicaciones transaccionales más complejas, se ha extendido el uso de bases de datos Objeto-Relacionales (BDOR). Existen en la actualidad muchas extensiones de Sistemas de Gestión de BDOR (SGBDOR) para dominios específicos en el mercado, suministradas por las mismas empresas proveedoras de bases de datos o proyectos específicos, como por ejemplo Oracle Multimedia, que permite la gestión de videos, audio e imágenes en Oracle [1], Oracle Semantic Technology, que permite la gestión de modelos semánticos en Oracle [2], PostGIS, que permite el soporte de objetos espaciales y geográficos en PostgreSQL [3], etc., que intentan dar soporte a las aplicaciones que utilicen datos de estos dominios. Con soporte del dominio se hace referencia a tipos de datos y su comportamiento, métodos de accesos, operadores específicos, entre otros aspectos.

Sin embargo, más allá de las extensiones previstas, lo más importante que permiten realizar los SGBDOR, es crear nuevas extensiones para dominios específicos no

contemplados por éstos. Por ejemplo, los Data Cartridge provistos por Oracle [4], las extensiones de PostgreSQL [5], entre otros.

En relación a lo antes expuesto, no existen en la actualidad extensiones de bases de datos que brinden soporte para el dominio de las aplicaciones que utilizan datos biométricos. Sin embargo, existen muchas librerías y frameworks, muchos de ellos open source, que pueden ser de utilidad para la creación de estas extensiones, entre ellos se tienen, la librería como OpenCV [6] que permite el tratamiento de imágenes para soportar algunas de las funciones más genéricas; el sistema Masek and Kovesi [7] de la University of Western Australia para reconocimiento de iris open source y modular (en MATLAB); OSIRIS (Open Source para IRIS) [8] es un sistema de reconocimiento de iris desarrollado como framework del proyecto BioSecure (2007); el framework VASIR (Video-based Automatic System for Iris Recognition) [9] que cuenta con algoritmos de reconocimiento de iris implementado por el NIST para su utilización en la captura con video.

En este sentido, en el presente trabajo se pretende crear una extensión para el soporte de datos biométricos, en el caso particular de iris humano, que permita la gestión de imágenes de este rasgo y todos sus metadatos asociados; contemplando además, todos los métodos necesarios para la manipulación de los mismos, así como también, los métodos para búsqueda (verificación/identificación)<sup>1</sup>.

Un punto importante para que la extensión propuesta sea lo más genérica posible y adaptable a las necesidades de los diferentes sistemas, es que la misma se base en estándares reconocidos internacionalmente, tanto para la gestión de los metadatos, como para la representación y compresión de las imágenes en sí mismas.

Lo que se pretende como principal objetivo de esta extensión, es que la gestión de los datos correspondientes a este dominio sea simple y eficiente, sobre todo, en la elaboración de consultas SQL. Es decir, utilizando los métodos de búsqueda definidos en el sistema de tipos implementados en la extensión, aún por usuarios que no sean expertos en el dominio.

En el resto del documento, los temas se organizarán de la siguiente manera: en la sección 2, se introduce a la problemática de iris y los estándares relacionados; en la sección 3, se presenta una breve descripción de la arquitectura de referencia para la implementación y las bases de datos objeto-relacionales; en la sección 4 se detalla la propuesta de implementación de la extensión para la gestión de iris y en la sección 5, se presentan las conclusiones y trabajos futuros.

## **2 Introducción a la problemática de iris y los estándares relacionados**

La autenticación de personas basada en rasgos biométricos se ha vuelto muy popular en los últimos años como consecuencia de la baja en los costos de los sensores requeridos, su inclusión en dispositivos de consumo masivo y el surgimiento de

---

<sup>1</sup> Identificación, hace referencia a una búsqueda de 1 a n, donde se intenta determinar quién es la persona en cuestión. Mientras que verificación es una comparación 1 a 1, para determinar si la persona es quien dice ser.

vulnerabilidades debido al uso de múltiples claves de acceso a diferentes sitios que requieren cierto nivel de seguridad como ser cuentas de correo, sitios de banca electrónica, sistemas corporativos, etc.

De todos los rasgos utilizados en biometría, el iris, propuesto por Daugman en 1993 [10], es uno de los más estables a lo largo de la vida de una persona y también uno de los más difíciles de falsificar. Desde entonces ha habido varias propuestas en implementaciones para la gestión del iris, así como también estándares para permitir entre otras cosas, la interoperabilidad entre diferentes sistemas biométricos.

Uno de los estándares más importantes es el ANSI/NIST ITL 1-2011 [11], norma biométrica publicada en noviembre de 2011 y actualizada en 2015, que define cómo trabajar para garantizar la interoperabilidad de datos biométricos entre los distintos sistemas. Este estándar define el contenido, el formato y las unidades de medida para el intercambio de huellas dactilares, palmares, plantares, faciales, el iris, el ácido desoxirribonucleico (ADN), y otras muestras biométricas y datos forenses que pueden ser utilizados en el proceso de identificación o verificación de una persona.

Para el intercambio de datos de imágenes del iris se utiliza el registro Tipo-17 del estándar ANSI/NIST-ITL 1-2011. Entre las exigencias de conformidad de este registro, tiene además los requisitos para la representación y compresión de imágenes de iris.

Es importante asegurar que la región del iris tenga buena calidad y presente información fundamental para el reconocimiento; de lo contrario el sistema de reconocimiento tendrá un mal desempeño. Además, el intercambio de imágenes requiere en muchos casos transacciones web, con lo cual el tamaño de la misma es importante. El estándar ANSI/NIST-ITL 1-2011, en relación a las imágenes de iris, admite el uso de JPEG 2000 (Estándar ISO/IEC 15444:2004) [12] y PNG (Estándar ISO/IEC 15948:2004) [13].

El estándar internacional ISO/IEC 15444:2004 JPEG 2000 (Joint Photographic Experts Group) es un sistema de codificación de imágenes, que permite la compresión, transmisión y almacenamiento eficiente de imágenes fijas y de secuencias de imágenes. Esta norma define un conjunto de métodos de compresión sin pérdida y con pérdida para la codificación de dos niveles, en escala de grises de tono continuo, de color indexado, o de tono continuo en color con imágenes fijas.

En cuanto al estándar internacional ISO/IEC 15948:2004 PNG (Gráficos de Red Portables), éste especifica un flujo de datos y un formato de archivo asociado para una imagen sin pérdidas, comprimida, portátil y que puede ser transmitida a través de Internet. Soporta imágenes de color indexado, escala de grises y de color verdadero (RGB), con transparencia opcional. Además, permite profundidades desde 1 a 16 bits, es robusto y provee chequeo de integridad de archivos y detección de errores comunes durante la transmisión.

En la extensión que se presenta en la sección 4, se tendrán en cuenta los estándares citados en esta sección. A continuación, se presenta la arquitectura de referencia para la extensión propuesta.

### 3 Arquitectura de referencia y bases de datos Objeto-Relacionales

La arquitectura de referencia utilizada [14], contempla la integración de tres grandes módulos. El primero se encarga de la captura y el procesamiento de la imagen. Este módulo incluye la detección de las zonas de interés para la extracción de las imágenes de iris y la compresión de las imágenes según lo establecido en los estándares (JPEG2000 y PNG). El segundo módulo se encarga de las tareas de generación y transmisión de registros necesarios para una transacción ANSI/NIST ITL 1-2011, así como también, las operaciones necesarias para la recepción de estos registros de organismos asociados. En este trabajo, se utiliza el registro Tipo-17 del estándar citado que corresponde al rasgo iris utilizado para el intercambio de información entre organismos. El tercer módulo comprende la generación y el almacenamiento de metadatos necesarios para el reconocimiento, o sea, para los procesos de identificación y/o verificación de personas mediante el iris, lo que comprende el subsistema de reconocimiento de iris. Este módulo incluye todos los procesamientos de imágenes necesarios para la generación del código del iris (*iriscode*) [10] [15].

Las imágenes que gestionan los módulos mencionados, pueden obtenerse tanto de transacciones con otros organismos, como de capturas propias del sistema. Para esto último, se utiliza el módulo de captura y compresión de imágenes de iris.

Tanto la estructura del registro Tipo-17, como los metadatos para el reconocimiento del iris son estructuras complejas. Esto puede ocasionar algunos inconvenientes si se trabaja con el modelo de datos relacional, por las limitaciones impuestas por el mismo. Por esto, aquí se ha optado por utilizar la tecnología Objeto-Relacional (OR) [16]. Una de las mayores ventajas del modelo OR es la posibilidad de crear extensiones que permitan, entre otras cosas, las siguientes facilidades:

1. Definir tipos de datos: estos tipos pueden contener estructuras complejas como colecciones, objetos grandes, etc. sin la limitación de la primera forma normal.
2. Definir e implementar el comportamiento de los datos: se pueden crear los métodos que gestionen los datos de los tipos definidos, y así facilitar el acceso seguro desde las aplicaciones que los utilicen, por ejemplo, el método de verificación que compara dos *iriscode*.
3. Definir e implementar métodos de acceso de dominio: esto permite mejorar los tiempos de acceso en la recuperación de datos de un dominio específico, como en el caso de los datos biométricos.

En lo que concierne a este trabajo, esta extensión debe contemplar:

- La creación de tipos específicos para los datos biométricos: esto incluye tipos para los datos crudos (imágenes de iris en nuestro caso), tipos para la codificación de los mismos (*iriscode*), y todos los metadatos necesarios para generar los registros de transacciones ANSI/NIST-ITL1-2011.
- Definir e implementar los métodos que gestionen los tipos antes definidos: aquí se incluyen, entre otros, la generación de las codificaciones específicas, métodos de comparación (*matching*) y métodos de generación e importación de registros ANSI/NIST-ITL1-2011.

Si bien no se encuentra en el alcance de este trabajo, se pretende en el futuro que esta extensión también contemple índices de dominio que permitan mejorar los tiempos de respuestas en los procesos de identificación.

En la siguiente sección se propone la implementación de la extensión basada en la arquitectura de referencia presentada en esta sección.

## 4 Implementación de la extensión propuesta

Las extensiones de los sistemas de gestión de bases de datos permiten definir para un dominio específico, entre otras cosas:

- Nuevos tipos de datos y su comportamiento
- Procedimientos y funciones
- Métodos de acceso y operadores

En este trabajo, se presenta una implementación de una extensión para un SGBDOR que provee nuevos tipos de datos y su comportamiento, y los procedimientos/funciones para la gestión de datos biométricos del iris.

Una de las principales decisiones para la implementación es qué SGBDOR utilizar. Se optó por PostgreSQL, debido a que es open source, y brinda muchas alternativas para generar nuevos métodos de acceso y operadores<sup>2</sup>. Si bien, la indexación no es parte de este trabajo, se debe contemplar para la continuidad del desarrollo.

La implementación se basa en los tres módulos de la arquitectura de referencia tratada en la sección anterior. Para cada uno de estos módulos se analizaron diferentes librerías y frameworks existentes para ser utilizados en la implementación de los diferentes métodos, procedimientos y funciones.

### 4.1 Módulo de captura y procesamiento

En este módulo, se utilizó en primer lugar, la librería OpenCV para la obtención de las imágenes crudas. Esto incluye la detección en la imagen del rostro, ojo izquierdo y ojo derecho como se presenta en la Fig. 1. De aquí se obtienen las imágenes de ambos ojos. Luego para el procesamiento de imagen, se utilizaron las librerías OpenJPEG<sup>3</sup> y LIBPNG<sup>4</sup>. Estas librerías permiten obtener formatos JPEG2000 y PNG respectivamente, que son los soportados por el estándar ANSI/NIST-ITL1-2011. Las imágenes capturadas se almacenan en instancias de tipos de objeto<sup>5</sup> IMGJPG2000 y IMGPNG definidos en la extensión propuesta (Fig. 2 [14]). Estos tipos heredan del tipo de objeto ProcessedImage relacionado con las librerías OpenJPG y LIBPNG.

---

<sup>2</sup> Interfacing Extensions To Indexes. <https://www.postgresql.org/docs/9.5/static/xindex.html>

<sup>3</sup> OpenJPEG. <http://www.openjpeg.org/>

<sup>4</sup> LIBPNG. [www.libpng.org/pub/png/libpng.html](http://www.libpng.org/pub/png/libpng.html)

<sup>5</sup> Tipo de objeto (*object type*). En la terminología objeto-relacional, se refiere a un concepto similar al de clases en orientación a objetos. Las instancias de éstos son objetos.

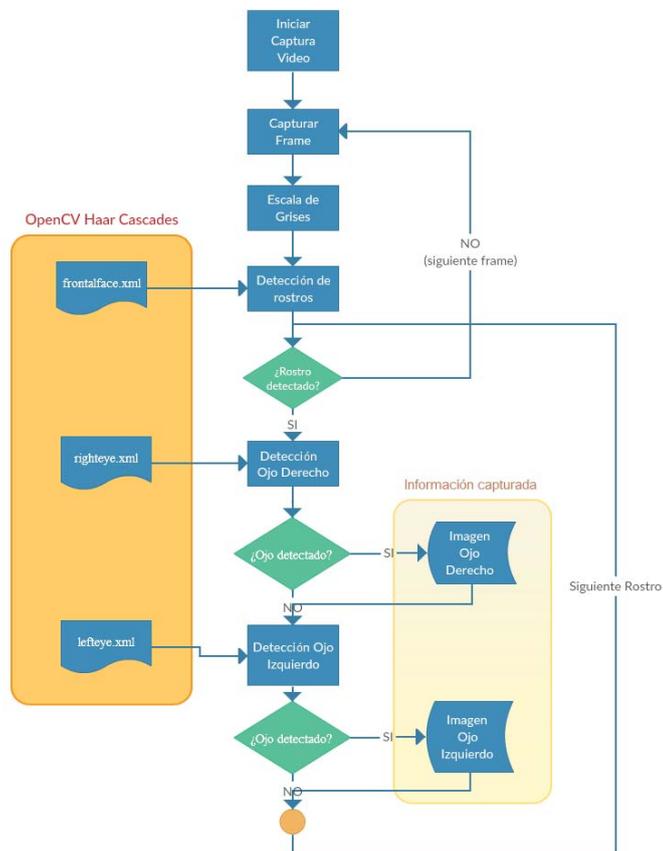


Fig. 1. Proceso de captura de los iris.

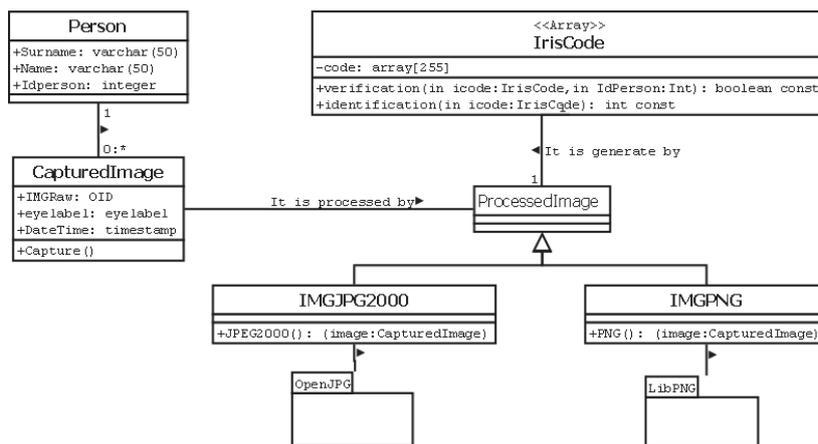


Fig. 2. Diagrama de clases con tipos de objetos requeridos para la captura y procesamiento de imagen y el reconocimiento de iris.

## 4.2 Módulo de reconocimiento de iris

Para este módulo se utilizó código del framework VASIR. La elección de este framework respecto de las otras opciones open source citadas en la sección 1, está motivada principalmente en dos puntos. Por un lado, su capacidad para analizar videos además de imágenes estáticas en el reconocimiento del iris. Por otro, cuenta con algoritmos efectivos para la verificación e identificación de sujetos bajo una amplia gama de imágenes y de diferentes condiciones ambientales (algoritmos implementados por el NIST).

Este módulo permite el pre-procesamiento y generación del código del iris (Fig. 3). Se crearon diferentes tipos de objeto para el procesamiento y gestión tanto de las imágenes como para el código del iris. Estos tipos contienen métodos para su comportamiento, por ejemplo, una instancia del tipo objeto IrisCode (Fig. 2), cuenta con los métodos miembros *verification* e *identification*. El método *verification* recibe como entrada una instancia de IrisCode y la identificación de la persona que dice ser; el método retorna verdadero si la distancia de Hamming de esta instancia respecto a la instancia almacenada en la base de datos para esta persona, se encuentra dentro del umbral establecido. El método *identification* recibe como entrada una instancia de IrisCode y retorna la identificación de la persona, cuya distancia de Hamming respecto a su instancia IrisCode almacenada en la base de datos, sea la menor y se encuentre dentro del umbral establecido. En caso que no se encuentre nadie por debajo del umbral, retorna cero.

Contando con estos métodos, las comparaciones (ya sea verificación o identificación), se pueden realizar con simples consultas SQL, utilizando los métodos de las instancias almacenadas en una tabla.

## 4.3 Módulo de intercambio de imágenes de iris

Este módulo permite las operaciones de importación y exportación del registro Tipo-17 del estándar ANSI/NIST-ITL1-2011. El formato utilizado es NIEM [17] (*National Information Exchange Model*) que define un espacio de nombres para el intercambio de datos biométricos mediante documentos de formato XML. Allí se define un documento de esquema XML (XSD) el cual permite validar los documentos XML generados en el proceso de exportación o antes del proceso de importación para asegurar la consistencia del documento (Fig. 4).

El proceso de importación consiste en tomar el documento XML generado en otro organismo. Luego el Parser XML valida que el documento esté bien formado y verifica su validez contra el esquema de NIEM. Verificada la validez, se procesan los campos y se genera una conexión con la base de datos Objeto-Relacional con el fin de almacenar los datos en la misma.

El proceso de exportación consiste en tomar los datos de la base de datos objeto-relacional, se procesan los campos y se construye el documento XML para la exportación. Finalizado este proceso se puede verificar, con el uso del Parser, que el documento generado sea correcto antes de enviarlo a otro organismo para su importación.

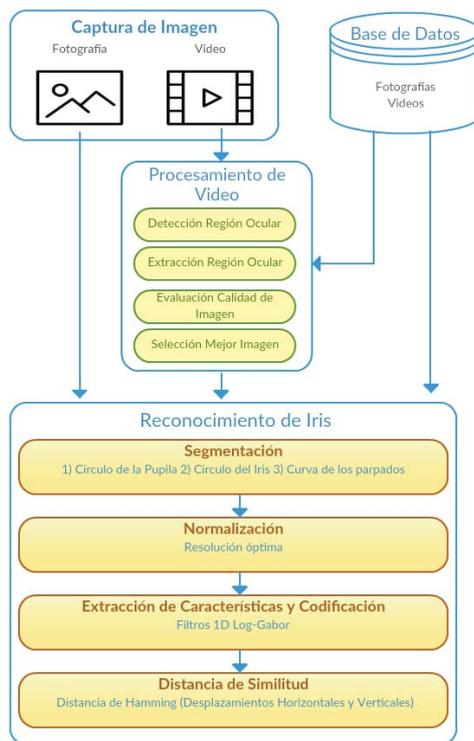


Fig. 3. Módulo de reconocimiento de iris.

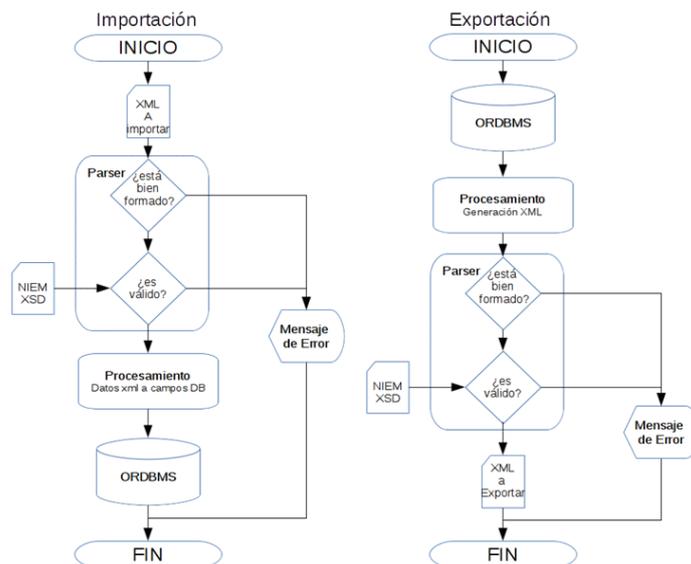


Fig. 4. Operaciones de importación y exportación de registros de Tipo-17 del ANSI/NIST-ITL1-2011.

## 5 Conclusiones y trabajos futuros

En el presente trabajo se muestra una implementación de una extensión de una base de datos Objeto-Relacional para el dominio de biometría, específicamente, para el iris humano. En la actualidad existen muchas extensiones de bases de datos para diferentes dominios, sin embargo, en ningún caso lo realiza para aplicaciones en biometría.

En el desarrollo de la misma se tomó una arquitectura de referencia [14] y para la implementación de los diferentes métodos y procedimientos se utilizaron librerías y frameworks open source disponibles. La extensión permite la gestión de datos biométricos del iris humano, tanto de las imágenes en sí mismas como de todos sus metadatos asociados; contemplando además, los métodos necesarios para la manipulación de los mismos, así como también, los métodos para búsqueda (verificación/identificación).

Un punto importante para la genericidad de la extensión propuesta, es que la misma está basada en estándares reconocidos internacionalmente, tanto para la gestión e intercambio de metadatos, como para la representación y compresión de las imágenes en sí mismas.

Por otro lado, la extensión permite que la gestión de los datos correspondientes a este dominio sea simple y eficiente, sobre todo, en la elaboración de consultas SQL, es decir, que se pueden realizar consultas SQL utilizando los métodos de búsqueda definidos en la extensión del sistema de tipos, aún por usuarios que no sean expertos en el dominio. Esto permite facilitar el desarrollo de aplicaciones biométricas basadas en el rasgo iris.

Como trabajos futuros, se pretende mejorar la performance en lo que refiere principalmente al método de identificación, buscando las alternativas de indexación que mejor se adecuen para este dominio.

## Referencias

1. Pelski Sue. Oracle Multimedia Reference, 11g Release 2 (11.2). Part. E10776-03. (2010).
2. Murray Chuck. Oracle Database Semantic Technologies Developer's Guide, 11g Release 2 (11.2). Part. E25609-06. (2014).
3. PostGIS 2.3.4 Developer Manual - SVN Revision (15474). <http://postgis.net/stuff/postgis-2.3.pdf>.
4. Belden Eric, Timothy Chorma, Dinesh Das. Data Cartridge Developer's Guide - 11g Release 2 (11.2) - Part. E10765-02. (2010).
5. Extensiones en PostgreSQL. Chapter 35. Extending SQL. <https://www.postgresql.org/docs/9.5/static/extend.html>.
6. Laganieri Robert. OpenCV 3 - Transforming and Filtering Images [Video]. Packt (2017).
7. Masek Libor. Iris Recognition Thesis By Libor Masek. <https://www.mathworks.com/matlabcentral/linkexchange/links/1116-iris-recognition-thesis-by-libor-masek>.

8. Othman Nadia, Dorizzi Bernadette, Garcia-Salicetti Sonia. Osiris. Journal Pattern Recognition Letters archive. Volume 82 Issue P2, pp. 124--131. Elsevier Science Inc. New York, NY, USA. (2016).
9. Yooyoung Lee, Ross J. Micheals, P. J. Phillips, James J. Filliben, "VASIR: An Open-Source Research Platform for Advanced Iris Recognition Technologies", Journal of Research of NIST, Volume 118, pp. 218--259. (2013).
10. Daugman, J.: High condence visual recognition of persons by a test of statistical independence. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 15(11), pp. 1148--1161. (1993).
11. Wing B. ANSI/NIST-ITL 1-2011. Update: 2015. Information Technology: American National Standard for Information Systems Data Format for the Interchange of Fingerprint, Facial & Other Biometric Information. (2015).
12. ISO/IEC 15444-1:2004 Information Tecnology-JPEG 2000 Image Coding System: Core Coding System, Second Edition. (2004).
13. ISO/IEC 15948:2004 Information Tecnology-Computer Graphics and Image Processing Portable Netware Graphics (PNG): Functional Specification, First Edition. (2004).
14. Ruíz, Silvia; Etchart, Graciela; Alvez, Carlos E.; Miranda, Ernesto; Benedetto, Marcelo Gabriel; Aguirre, Juan José. Iris Information Management in Object-Relational Databases. XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC. (2015).
15. Daugman J. and Downing C., "Effect of severe image compression on iris recognition performance," IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 3, no. 1, pp. 52--61. (2008).
16. Melton Jim, "(ISO-ANSI Working Draft) Foundation (SQL/Foundation)", ISO/IEC 9075- 2:2003 (E), United States of America (ANSI). (2003).
17. NIEM National Information Exchange Model: "Biometric Schema Version 1.0". <http://release.niem.gov/niem/domains/biometrics/3.2/>.