
Diseño de un sistema de recuperación de imágenes de individuos malhechores para seguridad ciudadana

Design a system for recovering images of individuals criminals for citizen security

Nora La Serna Palomino, Luzmila Pró Concepción, Ulises Román Concha

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática

nlasernap@unmsm.edu.pe, lproc2003@hotmail.com, nromanc@yahoo.es

RESUMEN

El trabajo que se presenta en este artículo se desarrolla en el marco de los sistemas de recuperación de imágenes faciales, en particular se desenvuelve en el contexto de la seguridad ciudadana. Se realizó el análisis y diseño de una herramienta de software, que es un sistema de recuperación de imágenes faciales de individuos. Las imágenes que se registran son de individuos que han cometido actos delictivos y tienen antecedentes penales. El sistema consta de dos módulos: 1) Almacenamiento o registro de descripciones textuales de imágenes faciales; y 2) Recuperación de una imagen en particular ante una consulta de un usuario. Su desarrollo se basa en el Modelo de Espacio Vectorial. De esta manera, el Sistema de Recuperación de Información de Imágenes de individuos malhechores son una herramienta tecnológica de apoyo al proceso de combatir la delincuencia, en la que a partir de un repositorio de imágenes de individuos malhechores, el sistema permite identificar individuos sospechosos que se encuentran en un ambiente público, como en buses, metro, calle, etc.

Palabras clave: Sistema de recuperación de imágenes, seguridad ciudadana, modelo de espacio vectorial, algoritmos de recuperación.

ABSTRACT

The work that is presented in this article has being developed in the area of The Image Retrieval Systems. Especially, it is unrolled in the context of the civil safety. There has been realized the analysis and design of a tool of software, which is a Retrieval System of facial images of individuals. The images that are registered belong to individuals who have committed criminal acts and have penal precedents. The system consists of two modules: 1) Storage of textual descriptions of facial images; and 2) Recovery of an image before a consultation of a user. Its development is based on the Vector Space Model. Hereby, the Image Retrieval System of Recovery of individual Images of malefactors they are a technological tool of support to the process of attacking the delinquency. In that, from a repository of images of individual malefactors, the system allows to identify suspicious individuals who are in a public environment, since in buses, meter, street, etc.

Keywords: Image Retrieval System, Civil safety, Vector space Model, retrieval algorithms.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta en este artículo se desarrolla en el marco de los sistemas de recuperación de imágenes, estos sistemas tienen muchas aplicaciones en diferentes sectores del quehacer humano, pero en particular ayudan significativamente en temas de seguridad ciudadana, los cuales se podrían aplicar en la ciudad de Lima, en donde a pesar de los esfuerzos de las autoridades presentan un alto índice delincencial.

Estos sistemas de recuperación de información visual tales como imágenes y video, permiten recuperar una imagen específica desde un conjunto de imágenes almacenadas. Para buscar la imagen solicitada por un usuario, se utilizan los siguientes tipos de información: a) Textual, b) Basado en el contenido de la imagen, y c) Podrían ser ambos información textual y basados en contenido de la imagen.

De otra manera, el Perú tiene una alta incidencia en delitos y faltas como hurto, robo, robo con arma blanca y de fuego. Incluyen la violencia familiar y delito sexual. En la sección 2.2 se presenta un gráfico en el que se observa que la delincuencia va en aumento, y es uno de los problemas graves en el país en los últimos años [6,7]. Gráficamente, en la Figura 1, se muestra el panorama que día a día ocurre en nuestro país y que se muestran en los medios de comunicación.

El presente trabajo desarrolla una herramienta que es un Sistema de Recuperación de imágenes faciales de individuos que han cometido actos delictivos y tienen antecedentes penales. El sistema consta de dos módulos: 1) Almacenamiento o registro de descripciones textuales de imágenes faciales; y 2) Recuperación de una imagen en particular ante una consulta de un usuario. Su desarrollo se basa en el Modelo de Espacio Vectorial [4,14].



Figura N.º 1. El problema de la delincuencia en el país [Fuente: medios de comunicación].

La estructura del resto del presente artículo es la siguiente: En la sección 2 se desarrolla el Marco Teórico Referencial de los Sistemas de Recuperación de imágenes, y la Seguridad Ciudadana en nuestro país. En la sección 3 se describen los métodos de búsqueda para

imágenes; Mientras que en la sección 4 se presenta el diseño del sistema propuesto; la sección 5 corresponde a las Conclusiones del trabajo realizado y se proponen tareas futuras para su implementación; y finalmente en 6 se presentan las referencias bibliográficas utilizadas.

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

En esta sección se desarrollan los Sistemas de recuperación, y la Seguridad ciudadana en el Perú.

2.1 Sistemas de recuperación

Un sistema de recuperación de información almacena grandes volúmenes de documentos, los cuales pueden venir de procesadores de textos, de páginas Web, de bases de datos en línea, documentos electrónicos e inclusive otros archivos. A la vez el sistema debe disponer de interfaces que permitan hacer consultas en lenguaje natural acerca de los documentos que se encuentran almacenados. Para ello utiliza estructuras de datos y operaciones que permiten el almacenamiento y recuperación eficiente de la información. Uno de los modelos mayormente utilizados en estos sistemas, es el *espacio vectorial*, el que se introduce en la sección 3.2 [4, 14].

Sin embargo, también existen Sistemas de Recuperación de información visual tales como imágenes y video, inclusive para audios. En este trabajo nos enfocamos a la recuperación de imágenes, el cual tiene muchas aplicaciones, en investigaciones, en seguridad, etc. en estos sistema para buscar una imagen utilizan las siguientes: información textual, información basado en el contenido de la imagen- conocidos también como CBIR-, y también podrían ser ambos información textual y basados en contenido de la imagen.

Algunos ejemplos de sistemas comerciales basados en información textual son: Google image search (<http://images.google.com/>), Lycos (<http://multimedia.lycos.com/>), and AltaVista photo finder (<http://image.altavista.com/>), es el tipo de sistema que emplearemos en nuestro trabajo.

Algunos ejemplos de software basados en el contenido son: Color and Scale representative Image Regions

(CSIR) [13], SIMPLICITY [15], CIRES [16], QATRIS IMANAGER [17], ASSERT [18].

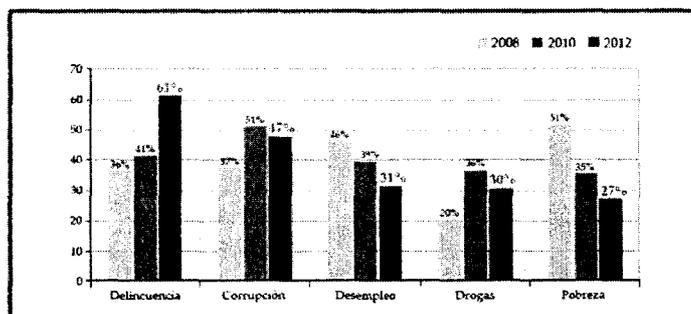
2.2 Seguridad ciudadana

Seguridad ciudadana es la acción integrada que desarrolla el estado con la colaboración de la ciudadanía, destinada a asegurar la convivencia pacífica, la erradicación de la violencia y la utilización pacífica de las vías y espacios públicos. Asimismo, busca contribuir a la prevención de la comisión de delitos y faltas. Uno de los objetivos estratégicos de la Policía Nacional es combatir la delincuencia.

Por otro lado, está la inseguridad ciudadana que es un fenómeno social producido por actos delictivos, actos que generan violencia y situaciones que generan miedo. Este fenómeno genera las siguientes consecuencias: el normal desenvolvimiento de la vida de los ciudadanos, amenaza el fortalecimiento de la democracia, deteriora el nivel de vida de los ciudadanos, impide la vigencia plena de los derechos humanos y las garantías constitucionales.

La inseguridad ciudadana no solamente se da en espacios y ambientes públicos, sino también podría darse en el hogar, en el barrio, en instituciones educativas y en los centros de trabajo [6,7].

El Perú tiene una alta incidencia en delitos y faltas como hurto, robo, robo con arma blanca y de fuego. Incluyen la violencia familiar y delito sexual. En la Figura 2, se observa el porcentaje de los principales problemas del Perú ocurridos en los años 2008, 2010, 2012, en donde se observa que la delincuencia es uno de los problemas graves y que va en aumento en el país en los últimos años [8].



Fuente: Ipsos Aporva
Elaboración: método de Defensa Legal (DL)

Figura N.º 2. La delincuencia como uno de los principales problemas del País [6].

3. MÉTODOS DE BÚSQUEDA PARA IMÁGENES [1, 6]

En esta sección se explican los métodos de búsqueda: a) Basados en el contenido visual de la imagen, y b) basados en la descripción textual de la imagen.

3.1 Basados en contenido

Los Sistemas de recuperación de imágenes basados en contenido (CBIR) presentan dos módulos prioritarios: a) La representación y almacenamiento de las imágenes, y b) La recuperación de imágenes ante una consulta del usuario. Se puede observar que, a pesar del considerable número de trabajos de investigación realizados en estos sistemas, todavía no hay una solución aceptable universalmente que pueda interpretar la caracterización de la visión humana. Generalmente, los estudios son extensiones de otros trabajos realizados o surgen nuevas investigaciones.

En el primer caso, las características de la imagen también conocidas como características primitivas o de bajo nivel, es la información visual por ejemplo del color, textura o forma. Estas se presentan como de bajo nivel en contraste a las características de alto nivel que definen conceptos como montaña, cielo, células, José, etc. Se distinguen dos métodos de extracción de características: global si se realiza sobre la imagen entera y local si se aplica a un grupo pequeño de píxeles de la imagen. En la Figura 3, podemos observar cómo se divide la imagen para obtener características locales.

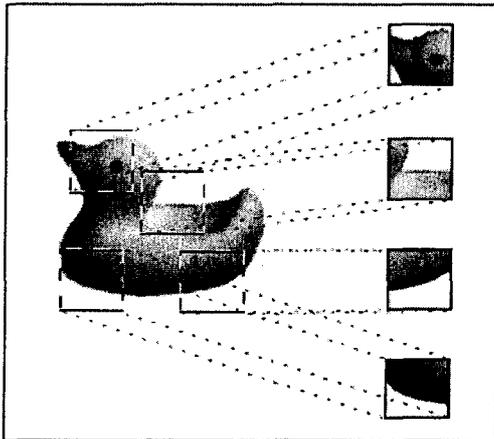


Figura N.º 3. Extracción de características locales [12].

En el segundo caso, un descriptor de una imagen es una forma de representar a una imagen por sus carac-

terísticas, con fines de almacenamiento y recuperación, en donde usualmente el descriptor es una formulación matemática. En [5] se clasifica de manera general a los descriptores en dos tipos: a) vectores y b) distribuciones. Aunque, uno de los descriptores más usados últimamente son los basados en regiones, ellos son representados como un conjunto de vectores con peso, obtenidos a partir de distribuciones discretas. Los descriptores de imágenes, también se pueden clasificar en: a) Histogramas, b) Basados en particiones, y c) Basados en regiones.

En la figura 4, se observan los histogramas para cada imagen de textura que se presenta. Las características extraídas desde el histograma de color para cada imagen son: media, varianza, coeficiente de asimetría y coeficiente de kurtosis, cuyos valores se muestran para cada imagen respectivamente.

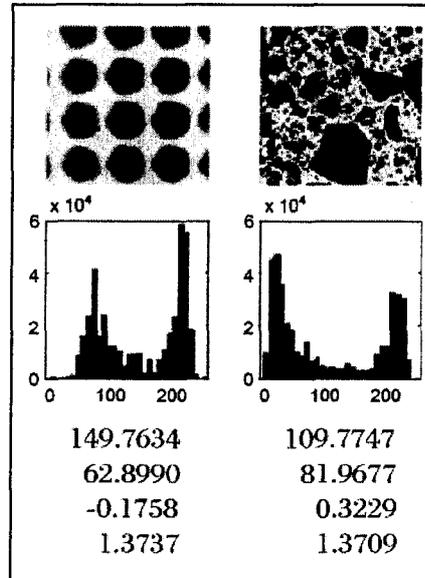


Figura 4. Ejemplos de imágenes de textura, histogramas de color y sus características [3].

En el tercer aspecto, la segmentación subdivide una imagen en sus partes constituyentes u objetos, con el fin de separar las partes de interés del resto de la imagen, por lo tanto el nivel al que se lleva a cabo esta subdivisión depende del problema a resolver [13].

Los varios métodos para extracción de descriptores visuales vienen con ventajas y limitaciones. Mientras atributos globales dan la "imagen grande", atributos lo-

cales representan los detalles. Por tanto, dependiendo de los patrones, una representación apropiada debería ser seleccionada. En este sentido, representaciones híbridas podrían algunas veces ser más atractivas, aunque podría venir con un costo de complejidad adicional. Mientras que segmentación intenta reconocer objetos en una escena, segmentación precisa todavía es un problema abierto. Por consiguiente, investigaciones alternativas para caracterizar estructuras podrían ser más convenientes.

3.2 Basados en información textual

Los sistemas basados en información textual, utilizan los métodos y técnicas utilizados en los Sistemas de Recuperación de Información. Uno de los modelos mayormente utilizados en estos sistemas, es el *espacio vectorial*. Según este modelo, cada documento es representado mediante un vector de n términos, en donde un término es la unidad mínima de información, por ejemplo una palabra o la raíz sintáctica de una palabra. En el modelo, a cada término se le asigna un peso para medir la importancia de un término y de esta manera un término permite distinguir un documento de otro en la colección de documentos.

Siguiendo el modelo de espacio vectorial, las consultas de los usuarios también son representadas mediante un vector de términos, en donde dicho vector debe coincidir con los términos de la matriz que se forma a partir de la colección de documentos. Asimismo, se calcula el peso de los términos de la consulta.

Posteriormente, se seleccionan aquellos documentos que se aproximan más a la pregunta del usuario, mediante un cálculo denominado *similaridad*, que podría ser por ejemplo el producto del vector de la consulta del usuario con cada vector de la matriz de términos. Finalmente, se ordenan los documentos seleccionados de mayor a menor valor de similaridad. Este modelo será utilizado en la construcción del sistema, en donde los términos representan rasgos faciales de individuos, como color de ojos, color de cabello, etc. [14].

4. DISEÑO DEL SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE IMÁGENES [7, 11]

En esta sección se explican los siguientes puntos: a) Los módulos del sistema en desarrollo, b) se proponen los datos que son descripciones faciales de individuos, y una propuesta de formulario de cómo se podría soli-

ciar una imagen de un individuo, c) los algoritmos de almacenamiento y recuperación de imágenes, y d) una representación gráfica de cómo se procesan los datos.

4.1 Módulos del sistema en desarrollo

Se han considerado dos componentes principales del sistema:

- 1) El subsistema de almacenamiento de la colección de datos de cada individuo, y
- 2) El subsistema de recuperación de imágenes a partir de la consulta del usuario.

En la figura N.º 5, se observan los dos subsistemas, los flujos de datos e información y los procesos principales que abarcan el sistema.

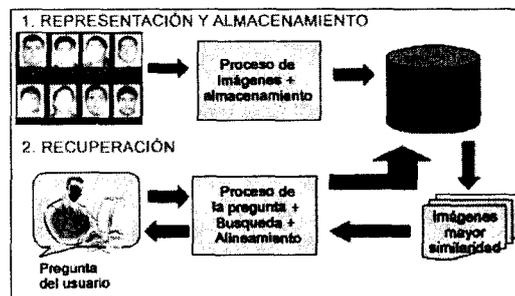


Figura N.º 5. Módulos de almacenamiento y recuperación del Sistema [Fuente propia].

4.2 Datos de individuos propuestos

En esta sección presentamos los datos que pueden ser registrados en la base de datos y que corresponden a descripciones faciales de individuos.

4.2.1 Características faciales

Cabello:

Color: negro, castaño, rojizo, rubio

Forma: lacio, ondulado, crespo

Tinte: si, no

Cara:

Forma: larga, redonda, ovalada

Tamaño: grande, pequeño, mediano

Color de piel: blanco, negro, amarillo, mestizo

Grupo racial: Blanco, Del Mediterráneo o Hispánico, Africano/Caribeño, Indio/Pakistani/Bangalí, u otras de Asia, Chino/Japonés, o personas del su-

de este asiático, Árabe/Egipcio/Magreb, Origen desconocido

Nariz:

- Forma:** Pequeñas alteraciones: nariz estética.
Corta, larga, ancha: dorso y punta.
Nariz senil. Nariz traumática, nariz de boxeador. Nariz fisurada.
- Rinomegalia:** nariz grande en todas sus dimensiones.
- Nariz racial:** negroide, mestiza, mestiza andina, asiática.

Ojos:

- Color:** negro, gris, marron, castaño, verde, azul
- Tamaño:** grandes, pequeños, medianos
- Tipo:** saltones, hundidos
- Labios:** Delgados, gruesos
- Cejas:** Gruesas, finas, arqueadas, rectas
- Orejas:** Grandes, pequeñas, redondas, punteagudas, pegadas a la cara
- Frente:** ancha, estrecha, ovalada, cuadrada, trapezoidal
- Cabeza:** grande, pequeña, mediana
- Pómulos:** altos, bajos, centrados, pequeños
- Otros:** Pecas, manchas.

4.2.2 Formulario de características faciales

En la figura N.º 6, se muestra un formulario de características faciales para un individuo sospechoso, que se ingresan al sistema como pregunta del usuario.

Formulario para características faciales:		
Cabello:		
Color: negro	Forma: lacio	Tinte: no
Cara:		
Forma: larga	Tamaño: grande	Color de piel: mestizo
Grupo racial: Hispánico		
Nariz:	Forma: grande	
Ojos:		
Color: negro	Tamaño: medianos	Tipo: normales
Labios: medianos	Cejas: arqueadas	Orejas: redondas
Frente: cuadrada	Cabeza: mediana	Pómulos: normales
Otros: pecas, manchas		

Figura N.º 6. Ejemplo de un formulario de características faciales.

4.3 Algoritmos de almacenamiento y recuperación de imágenes

En esta sección se describen los algoritmos de los módulos del sistema propuesto, los que se basan en el modelo de espacio vectorial.

4.3.1 Algoritmo de almacenamiento

- Se registra en una base de datos para cada individuo, su identificación y una colección de características físicas por ejemplo: cabello color negro, cara forma larga, etc. En donde cada característica en el sistema es un término o unidad mínima de información.
- Para medir la importancia de un término de un individuo o en una colección de individuos, se asignan pesos a cada uno de los términos. Por ejemplo, si es un malhechor reincidente se le puede asignar mayor peso.
- Para cada individuo se registra también su imagen.

4.3.2 Algoritmo de recuperación de imágenes

- Ante una consulta de un individuo, es decir un conjunto de rasgos físicos, el sistema realiza dos procesos: a) Búsqueda del individuo en la Base de datos, b) El sistema devuelve imágenes parecidas de individuos, presentadas por orden de mayor probabilidad.
- En el método de espacio vectorial para la búsqueda del individuo se realiza mediante el método producto de espacio vectorial. El resultado es un conjunto de rasgos de individuos.
- El producto de espacio vectorial se da calculando la distancia que existen entre los vectores de los individuos y la solicitud del usuario. La fórmula corresponde al coseno del ángulo entre los dos vectores:

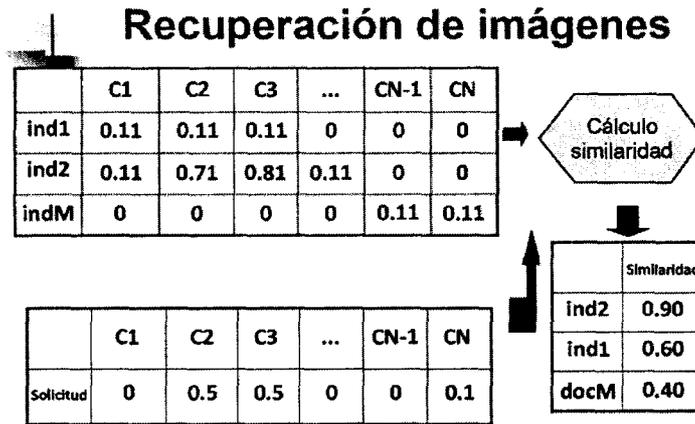
$$\cos(d_i * d_j) = \frac{d_i \cdot d_j}{|d_i| \times |d_j|}$$

4.4. Representación de los datos

En este punto se presenta gráficamente como se desarrollan los datos dentro del sistema.

En la figura N.º 7, se observa la estructura de datos del módulo de almacenamiento, una matriz de M x N, en donde las filas de la matriz representan a los individuos, y en las columnas se encuentran todos los rasgos faciales que podrían tener los individuos. En las intersecciones de la matriz se encuentran los pesos de las características de cada individuo.

Para obtener los individuos sospechosos en función de la pregunta mediante características de un individuo, se utiliza como se mencionó anteriormente el producto de espacio vectorial de términos, obteniendo como resultado un conjunto de individuos con rasgos similares a la pregunta inicial, ordenados de mayor a menor probabilidad, como se observa en las Figuras N.º 7 y N.º 8.



20

Figura N.º 7. Representación de los datos en los módulos de almacenamiento y recuperación del Sistema [Fuente propia]



	Similaridad	Imágenes
Ind2	0.90	
Ind1	0.60	
IndM	0.00	

Figura N.º 8. Individuos malhechores en la base de datos, individuos sospechosos ordenados de mayor a menor probabilidad.

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

- Se ha realizado el análisis y diseño de una herramienta de software, que es un Sistema de recuperación de imágenes de individuos para seguridad ciudadana, concretamente en las ciudades del Perú en donde a pesar de los esfuerzos de las autoridades, presenta un alto índice delincencial. El sistema consta de dos módulos: 1) Almacenamiento o registro de las imágenes faciales y sus descripciones; y 2) Búsqueda de una imagen en particular. Se utiliza el algoritmo Modelo de Espacio Vectorial.
- Se está elaborando la codificación y pruebas del Sistema.
- Como trabajos futuros, se pueden considerar los sistemas basados en su contenido, con el mismo objetivo para ayudar en la seguridad ciudadana. O una combinación de los dos sistemas basados en el texto y en el contenido de la imagen para ganar eficiencia del sistema.
- Asimismo, el sistema puede ser ampliado para considerar la implementación en dispositivos móviles.

Agradecimientos

El presente trabajo se desarrolla en el marco del proyecto de investigación 2012 "Elaboración de un sistema de recuperación de imágenes de individuos sospechosos para seguridad ciudadana", financiado parcialmente por el Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Castleman, K.R. "Digital Image Processing", Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 07632, 1996.
- [2] Gonzalez, R.C., Woods, R.E. Tratamiento Digital de Imágenes, Addison-Wesley Publishing Co, Reading, Washington, 1996.
- [3] Mazo, Q. M. &Boquete, V.L. &Barea N.R. Visión Artificial. Publicaciones UAH. ISBN 84 8138 101 2, DL. M 1321 1996.
- [4] La Serna N., Román U. Implementación de un sistema de recuperación de información. Revista de Investigación de Sistemas e Informática (RISI) UNMSM. Vol 6 No 1 2009.
- [5] Sonka M., Hlavac V., y Boyle R. Image Processing, Analysis, and Machine Vision. Thomson 2008.
- [6] Ley del Sistema Nacional de Seguridad Ciudadana, 27933 del 11 de Febrero del 2003.
- [7] Guillermo Bonilla Arévalo. La seguridad ciudadana. Desafío actual. Instituto de defensa legal. 2008.
- [8] Instituto de Defensa Legal IDL, Informe Annual 2012 sobre Seguridad Ciudadana.
- [9] Carpineto C., Romano G.. A Survey of Automatic Query Expansion in Information Retrieval. ACM Computing Surveys, Vol. 44, No. 1, Article 1, Publication date: January 2012.
- [10] KHERFI M. and BERNARDI A. Image Retrieval From the World Wide Web: Issues, Techniques, and Systems. ACM Computing Surveys, Vol. 36, No. 1, March 2004, pp. 35–67.
- [11] Ritendra Datta, et.al. Image Retrieval: Ideas, Influences, and Trends of the New Age. ACM Computing Surveys, Vol. 40, No. 2, 2008.
- [12] Chen, et al. Machine Learning and Statistical Modeling Approaches to Image Retrieval. Kluwer Academic Publishers, 2004.
- [13] Jurandy Almeida et.al. Making colors worth more than a thousand words. SAC'08, Fortaleza Brazil, 2008.
- [14] Figuerola C., Alonso J., y Zazo A. Diseño de un motor de recuperación de la información para uso experimental y educativo. BID Num.4 junio 2000.
- [15] James Z. Wang, Member, IEEE, Jia Li, Member, IEEE. Simplicity. 2001.
- [16] CIRES. Department of Electrical and Computer Engineering The University of Texas at Austin. 2007. amazon.ece.utexas.edu/~qasim/research.htm.
- [17] SICUBO S.L. en estrecha colaboración con el grupo de investigación de ingeniería de medios de la Universidad de Extremadura. 2006. www.sicubo.com/index/es/Soluciones/Qatris_lmanager
- [18] ASSERT. The School of Electrical and Computer Engineering at Purdue University, West Lafayette. rvi2.ecn.purdue.edu/~cbirdev/WEB_ASSERT/assert.html.