

# Minería de Imágenes

J. Fernández, N. Miranda    R. Guerrero, F. Piccoli \*

Líneas Informática Gráfica y Paralelismo y Distribución  
Lab. de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional (LIDIC)  
Dpto. de Informática  
Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950  
5700 - San Luis, Argentina  
e-mail: {*jmfer, ncmiran, rag, mpiccoli*}@unsl.edu.ar

## Resumen

Durante los últimos años, la proliferación de los medios digitales ha creado la necesidad del desarrollo de herramientas para la eficiente representación, acceso y recuperación de información visual. La minería de imágenes se ha convertido en una importante rama de investigación a causa del potencial que posee en descubrir patrones característicos a partir de un importante conjunto de imágenes. No obstante, la minería de imágenes es más que una simple extensión de la minería de datos al dominio de las imágenes. Es un esfuerzo interdisciplinario que requiere experiencia en diversas áreas. Si bien algunas de ellas se encuentran desarrolladas, el área de minería de imágenes está aún en un estado preliminar. Es de importancia entonces el poder establecer cual es su ámbito de trabajo y alcance en las investigaciones futuras.

**Keywords:** Minería de Imágenes, Minería de Datos, Procesamiento Digital, Visión, Reconocimiento de Patrones.

## 1. Introducción

En los últimos años, la industria de la computación se ha desarrollado rápidamente en todos sus campos: tecnológico y, de procesamiento, almacenamiento y acceso a la información. El avance tecnológico ha habilitado a la digitalización de datos; en la actualidad es extremadamente fácil la obtención y almacenamiento de grandes cantidades de datos, particularmente imágenes digitales. La manipulación y administración de repositorios de imágenes es, en sí misma, un tema de importancia a ser tratado. Los sistemas de bases de datos de imágenes pretenden establecer un soporte para el almacenamiento y recuperación de las mismas. Las imágenes son recuperadas a partir de una imagen

ejemplo entregada al sistema, donde las características típicas de las imágenes almacenadas son contrastadas con las de la imagen entregada en la consulta. Luego de la evaluación, las imágenes son ordenadas en función a la similitud con la imagen de referencia. La recolección de imágenes y su consecuente generación de repositorios se realiza en un amplio rango de ámbitos: comerciales, institucionales, militares. Su uso generalizado se debe a que las mismas son una fuente potencial de información a ser posteriormente analizada y procesada. Ello implica la identificación de las características presentes en una imagen y su consecuente evaluación. Una dificultad en esta tarea es disponer del conocimiento de todo el dominio de imágenes existentes para poder luego inferir información. Actualmente existe una creciente demanda por sistemas que puedan, en forma automática, analizar imágenes y extraer información semánticamente relevante, al mismo tiempo que modelen relaciones y categorías en una colección de imágenes. La *Minería de Imágenes* es el área destinada al estudio y desarrollo de nuevas técnicas que permitan realizar estas tareas.

El desafío fundamental en la minería de imágenes es el poder determinar cómo la representación de los pixels contenidos en una imagen pura o conjunto de imágenes a bajo nivel pueden ser eficiente y efectivamente procesados para identificar objetos espaciales de alto nivel y sus interrelaciones. En otras palabras, la minería de imágenes intenta extraer conocimiento implícito (características globales de una imagen) a partir de los pixels y sus interrelaciones (aspectos locales de la misma) que no se encuentran explícitamente almacenadas en una base de datos de imágenes. Este es un esfuerzo interdisciplinario que esencialmente requiere experiencia en: visión por computadoras, procesamiento de imágenes, recuperación de imágenes, minería de datos, aprendizaje automático, bases de datos e inteligencia artificial.

\*Grupo soportado por la UNSL y ANPCYT (Agencia Nac. para la Prom. de la Ciencia y Tec.

Mientras que algunos de estos campos se encuentran bastante desarrollados por sí mismos, la minería de imágenes es hoy en día un área de investigación creciente y se encuentra aún en estado de experimentación. El principal obstáculo para el rápido progreso de las investigaciones en el área es la falta de acuerdo sobre cuales son las líneas o temas de investigación involucrados en la minería de imágenes. Muchos investigadores tienen la impresión errónea de que la minería de imágenes es simplemente una extensión de las aplicaciones de minería de datos, mientras que otros la consideran como una manera diferente de identificar al área de reconocimiento de patrones. A continuación se intentará bosquejar los aspectos principales a ser considerados cuando se hace referencia al área.

## 2. Marco Contextual

Tal vez, uno de los errores más comunes que se comete cuando se habla del área es el no poder identificar claramente los alcances y limitaciones de la misma. Es claro esta es diferente a las áreas de visión por computadora y procesamiento de imágenes. La minería de imágenes se focaliza en la extracción de patrones de una gran colección de imágenes, mientras que las otras dos se concentran en el entendimiento y/o extracción de características específicas a partir de una única imagen. Por otro lado se podría pensar que está muy relacionada con el área de recuperación basada en el contenido, pues ambas trabajan con colecciones de imágenes. Sin embargo, la minería de imágenes va más allá del simple hecho de recuperar imágenes relevantes, ella se concentra en descubrir patrones sobresalientes en una colección de imágenes.

La interpretación errónea más general es pensar que la misma involucra simplemente la aplicación de algoritmos de minería de datos ya existentes, sobre imágenes. Debido a ello, usualmente las investigaciones en minería de imágenes se dividen, a grandes rasgos, en dos direcciones principales. La primera de ellas involucra aplicaciones de dominio específico, donde el objetivo es extraer las características más relevantes de una imagen de manera que puedan ser utilizadas en minería de datos [6, 14, 10, 13, 7, 15]. La segunda dirección involucra aplicaciones generales, donde el objetivo es descubrir patrones de imágenes que podrían ser útiles en el entendimiento de las interacciones existentes entre la percepción humana de las imágenes a alto nivel y las características de una imagen a bajo nivel [16, 12, 18, 17, 2, 23]. Las investigaciones en esta dirección intentan desarrollos con mayor certeza de éxito en las imágenes recuperadas desde una base de datos.

No obstante, una base de datos de imágenes conteniendo imágenes puras como dato, no puede ser directamente utilizada para propósitos de minería. Las imágenes deben ser tratadas a modo de poder generar

información que pueda ser utilizada en niveles más altos de proceso. El desarrollo de un sistema de minería de imágenes es un proceso complejo pues implica la articulación de diferentes técnicas que van desde la recuperación de las imágenes, pasando por esquemas de indexación hasta la minería de datos y el reconocimiento de patrones. Además, se espera que un buen sistema de minería de imágenes provea un acceso al repositorio de imágenes en forma efectiva para los usuarios, al mismo tiempo que reconoce patrones y genera conocimiento por debajo de la representación de las imágenes. Resumiendo, un sistema de tales características debería reunir básicamente las siguientes funciones: almacenamiento de las imágenes, procesamiento de las imágenes, extracción de características, indexado y recuperación de imágenes, y generación de conocimiento y reconocimiento de patrones.

En función a lo expresado, se podría establecer una nueva categorización para los sistemas de minería de imágenes y por consiguiente habilitar ámbitos de trabajo para nuevas investigaciones. Esta nueva categorización divide a los sistemas en función del aspecto bajo el cual fueron concebidos: sistemas dirigidos por la función o sistemas dirigidos por la información. La primera categoría se centra en las funcionalidades de los diferentes módulos componentes para organizar un sistema de minería de imágenes (una estructura simple de tal sistema debería contener al menos dos módulos: un módulo de adquisición y preprocesamiento, y otro de almacenamiento de los datos) [3, 24]. La segunda categoría se centra en el análisis de los diferentes niveles de representación de la información, requeridos para la funcionalidad total del sistema (en forma simple se pueden establecer dos niveles: un nivel bajo a cargo del procesamiento de información pura, y un nivel alto a cargo de la generación de conceptos semánticos y obtención de conocimiento) [25, 8, 5].

Para poder llevar adelante cualquiera de los enfoques mencionados, los investigadores se han basado en el uso de técnicas tradicionales existentes, pertenecientes a otras áreas, las cuales les permitan realizar la minería de la información. Las técnicas más comúnmente involucradas se relacionan con el reconocimiento de objetos [4, 1, 7], recuperación e indexado de imágenes [4, 20, 21], clasificación y agrupamiento de imágenes [24, 11, 22], formulación de reglas de asociación [24, 16, 14] y redes neuronales [6, 9, 19].

## 3. Lo que se pretende

La minería de imágenes es un área diferente a aquellas con las cuales se encuentra relacionada, tales como el procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones y la minería de datos tradicional. Es un proceso no trivial para descubrir conocimiento válido, original, potencialmente útil y entendible desde un conjunto relativamente grande de imágenes en ba-

ses de datos de imágenes. Existe entonces, una amplia variedad de situaciones que habilitan al enriquecimiento y desarrollo de conocimiento en diferentes líneas de trabajo, algunas de las cuales se detallan a continuación:

- La propuesta de nuevos esquemas de representación para patrones visuales que sean capaces de codificar suficiente información contextual, habilitando la extracción significativa de características visuales útiles.
- El desarrollo de técnicas de visualización para dichos patrones, los cuales deben ser validados por los usuarios mediante la observación.
- El desarrollo de técnicas de recuperación e indexado de imágenes basadas en el contenido que permitan accesos rápidos y efectivos en grandes repositorios de imágenes.
- El diseño de lenguajes de consulta semánticamente potentes para las bases de datos de imágenes.

## Referencias

- [1] J.S.D. Bonet. Image preprocessing for rapid selection in "pay attention mode". Technical report, MIT, 2000.
- [2] D. Da, Z. Jianhua, and P. Martin. Visualisation and comparison of image collections based on self-organised maps. In *Proceedings of the second workshop on Australasian information security, Data Mining and Web Intelligence, and Software Internationalisation*, volume 32, pages 97–102, 2004.
- [3] M. Dacu and K. Seidd. Image information mining: exploration of image content in large archives. In *IEEE Conference on Aerospace*, volume 3, pages 253–264, 2000.
- [4] M.C. Burl et al. Mining for image content. In *Systemics, Cybernetics and Informatics / Information Systems: Analysis and Synthesis*, Orlando, FL, July 1999.
- [5] You Fucheng and Yang Guowei. The research on image mining framework based on hilbert space theory. *Neural Networks and Brain - ISNN&B'05 International Conference on*, 2:733–737, 2005.
- [6] G.G. Gardner and D. Keating. Automatic detection of diabetic retinopathy using an artificial neural network: a screening tool. *British Journal of Ophthalmology*, 1996.
- [7] S. Gibson. Intelligent mining in image databases, with applications to satellite imaging and to web search. In *Data Mining and Computational Intelligence*. Springer-Verlag, Berlin, 2001.
- [8] P. Haiwei, J. Li, and Z. Wei. Medical image clustering for intelligent decision support. In *Proc. of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference*, pages 3308–3311, September 2005.
- [9] S. Haykin. *Neural Networks: a comprehensive foundation*. Prentice Hall International, Inc., 1999.
- [10] W. Hsu, M. Lee, and K. Goh. Image mining in iris: integrated retinal information system. In *ACM SIGMOD Record, Proceedings of the 2000 ACM SIGMOD international conference on Management of data*, volume 29, pages 593–596, 2000.
- [11] A.K. Jain, M.N. Murty, and P.J. Flynn. Data clustering: a review. *ACM Computing Survey*, 31(3), September 1999.
- [12] Y. Keiji. Managing images: Generic image classification using visual knowledge on the web. In *Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia*, pages 167–176, November 2003.
- [13] R. Kosala and H. Blockeel. Web mining research: a survey. *ACM SIGKDD Explorations Newsletter*, 2(1):1–15, June 2000.
- [14] V. Megalooikonomou, Ch. Davatzikos, and E. Herskovits. Mining lesion-deficit associations in a brain image database. In *Proceedings of the fifth ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pages 347–351, 1999.
- [15] T. Mitchell, R. Hutchinson, M. Just, R.S. Niculescu, F. Pereira, and X. Wang. Classifying instantaneous cognitive states from fmri data. In *Proc. 2003 American Medical Informatics Association Annual Symposium*, pages 465–469, 2003.
- [16] C. Ordonez and E. Omiecinski. Discovering association rules based on image content. In *Proc. of the IEEE Advances in Digital Libraries Conference (ADL'99)*, 1999.
- [17] Z. Ruofei, Z. Zhongfei, and K. Sandeep. A data mining approach to modeling relationships among categories in image collection. In *Proceedings of the 2004 ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pages 749–754, 2004. (Research track posters).

- [18] A. Selim, K. Krzysztof, T. Carsten, and M. Giovanni. Interactive training of advanced classifiers for mining remote sensing image archives. In *Proceedings of the 2004 ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining*, pages 773–782, 2004. (Industry/government track posters).
- [19] W. Strelilein and A. Waxman. Fused multi-sensor image mining for feature foundation data. In *Proceedings of the Third International Conference on Information Fusion*, volume 1, 2000.
- [20] K.L. Tan, B.C. Ooi, and L.F. Thiang. Retrieving similar shapes effectively and efficiently. In *Multimedia Tools and Applications*, The Netherlands, 2001. Kluwer Academic Publishers.
- [21] K.L. Tan, B.C. Ooi, and C.Y. Yee. An evaluation of color-spatial retrieval techniques for large image databases. *Multimedia Tools and Applications*, 14(1):55–78, 2001.
- [22] A. Vailaya, A.T. Figueiredo, A.K. Jain, and H.J. Zhang. Image classification for content-based indexing. *IEEE Transactions on Image Processing*, 10(1):117–130, Jan 2001.
- [23] Y. Wang, F. Makedon, J. Ford, L. Shen, and D. Goldin. Image and video digital libraries: Generating fuzzy semantic metadata describing spatial relations from images using the r-histogram. In *Proceedings of the 4th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pages 202–211, 2004.
- [24] O.R. Zaiane and J.W. Han et al. Mining multimedia data. In *CASCON'98: Meeting of Minds*, pages 83–96, Toronto, Canada, November 1998.
- [25] J. Zhang, W. Hsu, and M.L. Lee. An information-driven framework for image mining. In *Proceedings of 12th International Conference on Database and Expert Systems Applications (DEXA)*, Munich, Germany, September 2001.