

# Optimización de Técnicas de Compresión. Paralelización, Análisis de la Pérdida.

*Lic. Hugo D. Ramón<sup>1</sup>*

*Ms. Claudia C. Russo<sup>2</sup>*

*Ing. Armando De Giusti<sup>3</sup>*

*Laboratorio de Desarrollo e Investigación en Informática - LIDI<sup>4</sup>  
Informática – UNLP*

## Objetivos

Es notoria la importancia creciente de la compresión de datos en la transmisión de información en redes. Aspectos como seguridad, reducción de tráfico, optimización del uso del canal. etc., justifican las tareas de investigación y desarrollo en este tema, así como la evolución de los recursos tecnológicos disponibles [Russo 1995].

En particular, por el volumen de información en juego, en los últimos años hay un esfuerzo muy notorio en la optimización de algoritmos para compresión de datos utilizando diferentes tecnologías en software y en hardware que implican paralelización de métodos aplicando por ejemplo sockets y PVM.

Como se dijo anteriormente la compresión de datos en particular de una imagen digital puede facilitar su transmisión, almacenamiento y procesamiento. Una compresión considerable (un radio de 5 a 10 veces) se puede lograr sólo mediante algoritmos con pérdida, los que no permiten la recuperación exacta de la imagen original.

Es importante el estudio de métodos de compresión adaptivos de manera de optimizar el radio de compresión.

La pérdida de información al aplicar un método hace que el algoritmo seleccionado para comprimir así como otros algoritmos de procesamiento de imágenes no sean de aplicación universal (por ejemplo, imágenes médicas críticas) debido a la potencial pérdida de calidad y problemas consecuentes relacionados con la confiabilidad.

Algunas de las preguntas que se deben hacer son:

¿Cómo se decide el método de compresión?

¿Cómo se puede optimizar el algoritmo utilizado para comprimir?

¿Se puede optimizar el tiempo de compresión utilizando paralelismo?

---

<sup>1</sup>Jefe de Trabajos Prácticos, Dedicación Exclusiva, Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Informática, U.N.L.P. E-mail: hramon@lidi.info.unlp.edu.ar.

<sup>2</sup>Profesor Adjunto, Dedicación Exclusiva, Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Informática, U.N.L.P. E-mail: crusso@lidi.info.unlp.edu.ar.

<sup>3</sup> Investigador Principal del CONICET, Profesor Titular, Dedicación Exclusiva, Facultad de Ciencias Exactas, Departamento de Informática, U.N.L.P. E-mail: adegiusti@lidi.info.unlp.edu.ar.

<sup>4</sup> Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Informática. Dpto. de Infomática. Fac. de Ciencias Exactas. Calle 50 y 115. La Plata (1900). Bs. As. Tel-fax (54) 221 422 77 07

¿Cómo se decide si una imagen procesada digitalmente es lo suficientemente buena para una aplicación específica, como ser, el diagnóstico por imágenes, el almacenamiento o su uso educacional, etc.?

Se tratará de contestar estas preguntas.

En síntesis el aporte de esta línea de investigación es el análisis experimental de la implementación de métodos adoptivos de compresión y la viabilidad de su paralelización, teniendo en cuenta la relación entre calidad, tiempo y radio de compresión en imágenes digitalizadas.

## Introducción

La compresión de una imagen digital puede facilitar su procesamiento, almacenamiento y transmisión. A medida que las grandes Organizaciones se vuelven cada vez más digitales y distribuidos, la cantidad de datos multimediales (en particular imágenes) de imágenes que tienen, obligan a considerar su compresión para su almacenamiento y transmisión eficiente.

El objetivo general de la compresión es representar una imagen con la menor cantidad posible de bits, acelerando así la transmisión y minimizando los requerimientos de almacenamiento. De manera alternativa, el objetivo es lograr la mejor fidelidad posible para una capacidad disponible de comunicación o almacenamiento.

En el campo de las comunicaciones visuales se ha ido mucho trabajo en la codificación de imágenes digitales dirigida a reducir los requerimientos de la tasa de bits (bit rate) para la transmisión de las imágenes. La experiencia ha mostrado que cada esquema de codificación está sujeto a su propio y único conjunto de causas de pérdida que a menudo son difíciles de caracterizar. Esto se debe a la forma en la que se diseñan los esquemas de codificación para variar selectivamente la precisión de la representación: el observador puede ser insensible a los errores en algunas partes de la imagen pero no en otras. Una compresión considerable se puede lograr sólo mediante algoritmos con pérdida, los que no permiten la recuperación exacta de la imagen original. Esta pérdida de información hace que la compresión y otros algoritmos de procesamiento de imágenes sean controversiales debido a la potencial pérdida de calidad y problemas consecuentes en cuanto a confiabilidad. Sin embargo, el uso de la tecnología debe considerarse, ya que la alternativa es la demora, daño y pérdida en la comunicación y recuperación de las imágenes. ¿Cómo se decide si una imagen es lo suficientemente buena como para una aplicación específica, como ser el diagnóstico, o el archivo o su uso educacional?

No solo nos preocupa el almacenamiento, el mantenimiento de los datos y la calidad de los datos, sino también la disponibilidad en forma segura y rápida. El problema no acaba con optimizar el manejo local de los datos, debe resolverse también el problema de transmitirlos [Russo 1990].

Dentro de una red, el recurso compartido es el canal, de ahí, que la performance de la red dependa en gran parte del ancho de banda del canal. Si fuese posible disminuir la cantidad de información a transmitir, se lograría mayor fluidez en el tránsito del canal y por ende se mejoraría la performance global de la red.

Es por eso que debemos poner énfasis en analizar la conveniencia de minimizar el tráfico de datos por la red, problema especialmente importante cuando el medio de comunicación es costoso (en tiempo y/o dinero).

Básicamente se utilizan distintos métodos de compresión de información para [Russo 1995]:

- Reducción de tiempos en la transmisión de datos
- Menor requerimiento de memoria para almacenamiento ó

En la actualidad se han desarrollado distintos métodos de compresión con las siguientes propiedades:

- Tipo de método: con pérdida o sin pérdida de información
- Nivel de complejidad desde el punto de vista computacional
- Rango de datos sobre el cual el método puede ser utilizado obteniéndose resultados satisfactorios.

También se pueden definir modelos de compresión que maximizen el radio utilizando técnicas adaptivas, explotando las características estáticas propias de cada imagen. Por ejemplo, se realiza la implementación del JPEG, modificando el particionamiento fijo por un particionamiento quadtree.

Hay un requerimiento de mediciones precisas de las pérdidas subjetivas que puedan usarse para predecir la calidad de una imagen. El objetivo en esta investigación es determinar estas mediciones de la distorsión y probar cuán bien pueden predecir la calidad de una imagen evaluada para un conjunto de imágenes de prueba que contienen varios deterioramientos de codificación.

Se describen enfoques para medir la calidad de las imágenes, como, razón señal-ruido (SNR), evaluación subjetiva, mediciones del error crudo, las mediciones del error filtrado en donde las propiedades de filtrado de la visión se tienen en cuenta y las mediciones de error enmascarado en donde también se incluyen los procesos de enmascaramiento [Cosman 1994] [Russo 1998].

La necesidad de este tipo de mediciones está particularmente reconocida en el área de la codificación de imágenes digitales. Mediciones de la distorsión subjetivamente relevantes que reflejan las evaluaciones de la calidad de una imagen que hace un espectador, harían considerablemente más fácil la tarea de diseñar y optimizar los esquemas de codificación.

Las algunas de las mediciones de distorsión se basan en un modelo espacial-temporal de visión umbral que incorpora los procesos de filtrado y enmascaramiento [Algazi 1992]. El filtrado visual se lleva a cabo por caminos paralelos de estimulación e inhibición, cada uno de los cuales es lineal por separado pero se combinan de manera no lineal para tener en cuenta la adaptación con luminancia de fondo. El enmascaramiento se da en la forma de un pesado punto a punto del error filtrado basado en la cantidad de actividad espacial y temporal en el entorno inmediato. El error procesado promediado en toda la imagen se usa luego como una predicción de la calidad de la imagen.

Se comparan y contrastan estas distorsiones con un conjunto de imágenes representativas de varios dominios de aplicación y se examinan cuán buenas son las mediciones de distorsiones que se pueden obtener fácilmente como la SNR para predecir las evaluaciones subjetiva, que son más caras en tiempo. Los ejemplos son de imágenes tradicionales que se utilizan en el área de procesamiento y compresión de imágenes, comprimidas utilizando JPEG estándar [Wallace 1991] [Russo 1998].

Por otro lado el ojo humano es menos sensible a las frecuencias espaciales altas, o bordes de una imagen, que a las frecuencias bajas, o texturas de una imagen; por ejemplo, si en un monitor desplegamos un patrón continuo de píxeles blancos y negros alternados uno y otro, el ojo humano tiende a detectar este patrón como un gris uniforme y continuo en lugar del “mosaico” que tiene a la vista. Esta deficiencia se explota codificando con pocos bits los coeficientes que representan frecuencias altas y con muchos bits los de frecuencias bajas [Shaddock, 1992].

El sistema visual humano es lo suficientemente complejo como para que mucho de nuestro entendimiento provenga de tratar de entender fenómenos que se revelan por medio de experimentos físicos.

Dado que los ojos actúan como filtro, es bueno conocer algunas de las características visuales a las que puede ser sensible, como ejemplo Sensibilidad al Contraste, Ruido, Bandas de Mach, Contraste de Luminosidad.

## **Resultados Obtenidos y Líneas actuales de I/D**

Se han realizado experiencias de comparación de implementaciones paralelas y lineales de algoritmos de compresión de datos que utilizan diccionario, utilizando una red de computadoras heterogéneas para la distribución y comunicación de procesos aplicando sockets y PVM.

Se ha analizado e implementado el algoritmo de Huffman estático y dinámico con el objeto de comparar las implementaciones paralelas. Se ha analizado la eficiencia de la solución por diferentes arquitecturas de hardware y software.

Se experimentaron implementaciones algorítmicas bajo UNIX dado que se poseían herramientas de desarrollo standard como memoria compartida, semáforos y sockets, pensando luego en migrar hacia otro tipo de software y hardware (DSP's, Transputers, etc.) [Tinetti 1995].

Se desarrolló un algoritmo JPEG con particionamiento adaptivo y se realizaron comparaciones con el método JPEG estándar y otras técnicas de compresión con pérdida.

Actualmente se está trabajando en un modelo de experimentación para la evaluación subjetiva de la pérdida, comparando los resultados con medidas objetivas clásicas (relación señal/ruido por ejemplo). Se ha diseñado un experimento, que incluye tres clases de imágenes (clasificadas por su histograma) y dos clases de observadores. Además se desarrolló un software interactivo para la calificación de las diferentes imágenes para luego poder realizar las valoraciones correspondientes.

También se está investigando en la compresión de imágenes de video con animación, orientado al tratamiento paralelo para la transmisión en tiempo real.

## Bibliografia

- [Algazi 1992] *Comparasion of Image Coding Techniques with a Picture Quality Scale*. V. R. Algazi, Y. Kato, M. Miyahara, Kotani. SPIE Vol 1771, Applications of Digital Image Processing XV, 1992.
- [Budrikis 1972] *Visual Fidelity Criterion and Modeling*. Z. L. Budrikis. Processing of the IEEE Vol 60 Nro 7, July 1972.
- [Campbell 1980] *The physics of visual perception*. F. W. Campbell. Phil. Trans. Roy. Soc., London, series B vol. 290, 1980.
- [Cosman 1994] *Evaluatig Quality of Compressed Medical Images: SNR, Subjetive Rating and Diagnostic Accuracy*. P. Cosman, R. Gray, R. Olshen. Proceedings of the IEEE VOL 82, Nro. 6, Junio 1994.
- [Cygansky 1998] *Information Codign*. David Cygansky. [www.ece.wpi.edu](http://www.ece.wpi.edu)
- [Davisson 1981] *Efficient Universal Noiseless Source Codes*. L. D. Davisson, R. J. McElice, M. B. Pursley, M. S. Wallse. IEEE Transaction Information Theory, VOL IT-27, 1981
- [Fish 1991] *A Subjetive Visual Quality Comparasion of NTSC, VHS and Compressed DS1-compatible Video*. R. Fish, T. Judd. Proc. SID (Society for Information Display), vol. 32 nro.2, 1991.
- [Glassner 1995, VOL 1] *Principles of Digital Image Synthesis*. A. S. Glassner. Morgan Kaufman Publishers, INC., VOL 1 1995.
- [Glassner 1995, VOL 2] *Principles of Digital Image Synthesis*. A. S. Glassner. Morgan Kaufman Publishers, INC., VOL 2 1995.
- [Gray 1990] *Entropy and Information Theory*. R. M. Gray. Springer-Verlang, 1990.
- [Hall 1982] *Evaluating Image Quality: A new formulatio computer*. E. Hall & S. Dwyer. Bio. Med. Vol 2, 1982.
- [Held 1991] *Data Compression. Techniques and Aplications. Hardware a Software Considerations*. Gilbert Held. John Wiley & Sons, 1991.
- [Huang 1971] *Image Processing*. T. S. Huang. Proc. IEEE vol. 59 nro. 11, 1971.
- [Jense 1996] *Introductoy Digital Image Precessing. A Remote Sensing Perspective*. J. Jense. Prentice Hall, 1996.
- [Luckiesh 1965] *Visual Illusions*. Luckiesh M. Dover Mineola, 1965.
- [Lukas 1982] *Picture Quality Prediction Based on a Visual Model*. F. Lukas, Z. Budrikis. IEEE Transactions on Communications, VOL COM-20, Nro. 7, Julio 1982.
- [Lynch 1985] *Data Compression: Techiniques and Applications*. T. J. Lynch. Lifetime Learning Wadsworth, 1985.
- [Marmolin 1986] *Subjetive mse Measures*. IEEE Transaction System. Vol SMC-16. Junio 1986.
- [Nelson 1991] *The Data Compression Book*. Mark Nelson. Prentice Hall, 1991.
- [Netravali 1988] *Digital Pictures: Representation and Compression*. A. N. Netravali, B. G. Haskell. Plenum, 1988.

- Quackenbush 1988] *Objective Measures of Speech Quality*. S. Quackenbush, T. Barnwell & M. Clements. Prentice Hall Signal Processing Series, 1988.
- Russo 1990] *Combinación de Algoritmos de Criptografiado y Compresión de Datos en Redes de Procesadores*. Claudia Russo, Gabriela Rosanova, Armando De Giusti, 2do Congreso de Informática y Telecomunicaciones de la Provincia de Buenos Aires, CINTEBA 90, 1990.
- Russo 1998] *Técnicas de Compresión de Imágenes Aplicables a un Ambiente de Oficinas Distribuido*. C. Russo, 1997. Departamento de Informática, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata.
- Russo 1995] *Paralelización de Algoritmos de Compresión Fractal de Imágenes*. Claudia Russo, Hugo Ramón, Marcos Boraccia, Second International Congress of Information Engineering, Bs. As., 1995.
- Sayood 1996] *Introduction to Data Compression*. Khalid Sayood. Morgan Kaufman Publishers, Inc., 1996.
- Shannon 1948] *A Mathematical Theory of Communications*. C. E. Shannon. Bell System Technologies Journal, VOL 27, 1948.
- Stockham 1972] *Image Precessing in the Context of a Visual Model*. T. Stockham. Proceeding of the IEEE VOL 60, Nro. 7, Julio 1972.
- Tinetti 1995] *Análisis y Extensión de una Herramienta de Simulación Multi-DSP para Prcesamiento Paralelo*. Tinetti, F., Ramon H., Russo, C., Second International Congress of Information Engineering, Bs. As., 1995.
- Wallace 1991] *The JPEG Still Picture Compression Standard*. G. Wallace. Multimedia Engineering. Digital Equipment Corporation. Maynard, MASS, 1991.
- Wang 1992] *An Objective Measure for predicting Subjetive Quality of Speech Coders*. S. Wang, A. Sekey & A. Gersho. IEEE Journal Sel. Areas Commun. Vol. 10, Junio 1992.
- Wasserman 1978] *Color Vision: An Historical Perspective*. G. S. Wasserman. Jhon Wiley & Sons, 1978.