



the national archives

**Preservación Digital
Nota Orientativa:**

5

Compresión de imágenes

Control de documentación

Autor: Adrian Brown, Analista de Archivos Digitales
Nº Referencia Documento: DPGN-05
Versión: 1
Fecha de Emisión: 9 de julio de 2003

Contenido

1 INTRODUCCIÓN

2 CONSIDERACIONES SOBRE LA COMPRESIÓN DE IMÁGENES

BOOKMARK NOT DEFINED.

2.1 EFICACIA.

2.2 NIVEL DE PÉRDIDAS.

2.3 FORMATO ABIERTO

3 ALGORITMOS DE COMPRESIÓN DE IMÁGENES

3.1 RUN LENGTH ENCODING (RLE)

3.2 COMPRESORES LZ.

3.3 CODIFICACIÓN HUFFMAN.

3.4 DEFLATE .

3.5 CCITT GRUPO 3 Y GRUPO 4.

3.6 LEMPEL-ZIFF-WELCH (LZW)

3.7 JPEG .

3.8 JPEG 2000 .

3.9 COMPRESIÓN PNG .

3.10COMPRESIÓN FRACTAL .

4 CONCLUSIONES.

1 Introducción

Este documento forma parte de una serie de notas orientativas producidas por el Departamento de Preservación Digital de The National Archives, y ofrece consejos y líneas de actuación generales sobre cuestiones relacionadas con la preservación y administración de registros electrónicos. Está dirigido a cualquier persona cuyo trabajo incluye la creación de registros electrónicos que posiblemente tengan que preservarse durante mucho tiempo, y a las personas responsables de dicha preservación.

Esta nota orientativa ofrece consejos sobre asuntos generales que deben ser tenidos en cuenta por los creadores y gestores de registros electrónicos respecto a la compresión de imágenes. The National Archives no especifica ni respalda el uso de ningún algoritmo específico de compresión de imágenes para registros que vayan a ser transferidos. La elección debe determinarse siempre en base a los requisitos funcionales del proceso de creación de registros. No obstante, los creadores de registros deben conocer las implicaciones de determinadas técnicas de compresión de imágenes con respecto a la sostenibilidad a largo plazo de imágenes digitales.

Esta nota orientativa ofrece información concisa sobre los algoritmos de compresión de imágenes más comunes, que ayudará a los creadores de datos y a los archivistas a tomar decisiones informadas sobre cuestiones de compresión de imágenes. Debe leerse conjuntamente con la Nota Orientativa 4, que ofrece consejos sobre formatos de archivos gráficos.

2 Consideraciones sobre la compresión de imágenes

Las aplicaciones gráficas informáticas, en especial las que generan fotografías digitales y otras complejas imágenes en color, pueden generar archivos muy grandes. Debido a cuestiones de espacio de almacenamiento, y a la necesidad de transmitir rápidamente datos de imágenes a través de redes y por Internet, se han desarrollado una serie de técnicas de compresión de imágenes cuyo propósito es reducir el tamaño físico de los archivos.



La mayoría de las técnicas de compresión son independientes de formatos de archivos específicos; de hecho, muchos formatos soportan varios tipos diferentes de compresión. Forman una parte esencial de la creación, el uso y el almacenamiento de imágenes digitales. No obstante, es necesario tener en cuenta varias cuestiones en el uso de los algoritmos de compresión:

2.1 Eficacia

La mayoría de los algoritmos están especialmente adaptados a circunstancias específicas, que deben ser comprendidas para su uso efectivo. Por ejemplo, algunos son más eficaces comprimiendo imágenes en monocromo, mientras que otros dan mejores resultados con imágenes complejas en color.

2.2 Nivel de pérdidas

Los algoritmos de compresión de gráficos se dividen en dos categorías:

-  La compresión con pérdidas consigue su propósito eliminando alguna información de la imagen, produciendo por tanto una pérdida de calidad en la misma.
-  Las técnicas de compresión sin pérdida reducen el tamaño conservando toda la información original de la imagen, y por tanto no hay reducción de calidad de la imagen.

Aunque las técnicas con pérdidas pueden ser muy útiles para crear versiones de imágenes para el uso cotidiano o en Internet, deben evitarse para el archivo de versiones maestras de imágenes.

2.3 Formato abierto

Algunos algoritmos de compresión están patentados y sólo pueden utilizarse con licencia. Otros han sido desarrollados como estándares abiertos. Esto puede ser importante en términos tanto de costes de creación como de sostenibilidad a largo plazo. Las patentes de los algoritmos de compresión constituyen un asunto complejo y controvertido que está fuera del alcance de esta Nota Orientativa. No obstante, sí se indican las cuestiones conocidas.

3 Algoritmos de compresión de imágenes

Esta sección describe los algoritmos de compresión de datos de imágenes más comúnmente utilizados.

3.1 Run Length Encoding (RLE)

Run length encoding (RLE) es quizás la técnica de compresión más sencilla que se utiliza comúnmente. Los algoritmos RLE son sin pérdidas, y funcionan buscando secuencias de bits, bytes o píxeles del mismo valor, y codificando la longitud y el valor de la secuencia. Como tal, RLE logra sus mejores resultados con imágenes que contienen grandes zonas de color contiguo, y especialmente imágenes en monocromo. Las imágenes complejas en color, tales como fotografías, no se comprimen bien - en algunos casos, RLE puede incluso aumentar el tamaño del archivo.

Hay cierto número de variantes de RLE de uso común, que se encuentran en los formatos gráficos TIFF, PCX y BMP.

3.2 Compresores LZ

Los compresores LZ son un grupo de sistemas de compresión sin pérdidas desarrollados por Abraham Lempel y Jakob Ziv en 1977-8. La compresión LZ77 es la base del

algoritmo Deflate (ver 3.4), que se utiliza en formatos de archivo comprimido tales como PKZIP y el algoritmo de compresión PNG (ver 3.9). La compresión LZ78 se utiliza más habitualmente para imágenes, y forma la base del algoritmo LZW (ver 3.6).

3.3 Codificación Huffman

Desarrollado por David Huffman en 1952, la codificación Huffman es uno de los algoritmos de compresión más antiguos y mejor establecidos. Es un algoritmo sin pérdidas y se utiliza para proporcionar una etapa final de compresión en varios sistemas de compresión más modernos, tales como JPEG (ver 3.7) y Deflate (ver 3.4). Una forma modificada también es utilizada en la compresión CCITT Grupo 3 (ver 3.5).

3.4 Deflate

Deflate es un algoritmo sin pérdidas basado en la compresión LZ77 (ver 3.2) y la codificación Huffman (ver 3.3). Fue desarrollado por Phil Katz en 1996 para su uso en el formato de archivo comprimido PKZIP, y forma la base de la compresión PNG (ver 3.9).

3.5 CCITT Grupo 3 y Grupo 4

Conocido oficialmente como CCITT T.4, el Grupo 3 es un algoritmo de compresión desarrollado por el International Telegraph and Telephone Consultative Committee en 1985 para la codificación y compresión de datos de imágenes de 1 bit (monocromos). Su uso principal ha sido en la transmisión de fax, y está optimizado para el escaneado de documentos impresos o manuscritos. Grupo 3 es un algoritmo sin pérdidas, del que existen dos formas: unidimensional (una versión modificada en la codificación Huffman), y bidimensional, y ofrece tasas de compresión superiores. Debido a su origen como protocolo de transmisión de datos, la codificación Grupo 3 incorpora códigos de detección de errores.

La compresión Grupo 4, oficialmente llamado CCITT T.6, es un desarrollo del estándar bidimensional Grupo 3, pero es más rápido y ofrece tasas de compresión que son típicamente el doble de las de Grupo 3. Al igual que Grupo 3, es un algoritmo sin pérdidas diseñado para imágenes de 1 bit. No obstante, al haber sido diseñado como formato de almacenamiento, no de transmisión, no incorpora las funciones de detección y corrección de errores de la compresión Grupo 3.

La compresión Grupo 3 y Grupo 4 se utilizan principalmente en el formato de archivo TIFF.



La especificación técnica completa de la compresión Grupo 3 y 4 está publicada en CCITT Blue Book, 1989, Volume VII, Fascicle VII.3: *Terminal equipment and protocols for telematic services, recommendations T.0 – T.63*.

3.6 Lempel-Ziff-Welch (LZW)

El algoritmo de compresión Lempel-Ziff-Welch fue desarrollado por Terry Welch en 1984, como modificación del compresor LZ78 (ver 3.2). Es la técnica sin pérdidas que puede

aplicarse a prácticamente cualquier tipo de datos, pero que se utiliza habitualmente para la compresión de imágenes. La compresión LZW es eficaz en imágenes con profundidades de color que van desde un bit (monocromo) a 24 bits (Color Verdadero)

La patente del algoritmo LZW es propiedad de Unisys Corporation, que ha concedido licencias para su uso en una variedad de formatos de archivo, de los que el más conocido es el formato GIF de CompuServe (ver Nota de Orientación 4 para más información sobre GIF). Debe observarse que la licencia se aplica a implementaciones del algoritmo LZW, y no a los archivos individuales que lo utilizan. La patente estadounidense caducó en julio de 2003, y la británica caducará el 18 de junio de 2004.

La compresión LZW se encuentra en una serie de formatos de archivos gráficos comunes, incluyendo TIFF y GIF.



La fuente definitiva para información sobre la compresión LZW es Welch, T A, 1984, A technique for high performance data compression, *IEEE Computer*, **17: 6**.

3.7 JPEG

El algoritmo de compresión JPEG tiene sus orígenes en intentos de desarrollar técnicas de compresión para la transmisión de imágenes en color y en escala de grises. Fue desarrollado en 1990 por el Joint Photographic Experts Group de la International Standards Organisation (ISO) y CCITT. JPEG es una técnica con pérdidas que proporciona las mejores tasas de compresión con imágenes complejas de 24 bits (Color Verdadero). Logra su efecto eliminando datos de imagen imperceptibles al ojo humano, utilizando una técnica llamada Discrete Cosine Transform (DCT). Luego aplica la codificación Huffman para lograr una compresión aún mayor.

JPEG es una especificación de base para la cual se han definido diversas extensiones opcionales, incluyendo:



JPEG progresivo: permite que un decodificador JPEG vaya construyendo y mostrando una imagen progresivamente, en lugar de esperar la recepción de todos los datos de la imagen, y puede ser útil para aplicaciones que necesiten enviar datos de imágenes en directo.



La codificación aritmética es una extensión del JPEG básico, que ofrece una compresión más alta, pero es más lenta y está sujeta a patente.



JPEG sin pérdidas: utiliza un algoritmo diferente al del JPEG básico para proporcionar una compresión sin pérdidas. El soporte para JPEG sin pérdidas es muy limitado.

La especificación JPEG permite a los usuarios establecer el nivel de compresión, usando un *Ajuste de Calidad* abstracto. Esto proporciona una compensación entre tasa de compresión y calidad de la imagen: cuanto mayor es el ajuste, mejor será la calidad de la imagen, pero a costa de un mayor tamaño de archivo. Es importante notar que el Ajuste de Calidad no es un valor absoluto: diferentes codificadores JPEG utilizan diferentes escalas, aunque una escala de 1 a 100 sería típica. Además, con algunas

implementaciones, 100 representaría la máxima compresión en lugar de la máxima calidad de imagen. También es imprescindible saber que incluso el ajuste de calidad máximo para el JPEG básico conlleva algún grado de compresión con pérdidas. Si se guarda una imagen repetidas veces, siempre habrá una creciente degradación de calidad.

La extensión de codificación aritmética está sujeta a patente. Además, en 2002, Forgent Networks presentó una reclamación de patente para el algoritmo de compresión JPEG DCT básico. El comité JPEG disputa esta reclamación y el asunto está todavía por resolver, aunque la patente en cuestión caducará en el 2004.

La compresión JPEG se utiliza en el JPEG File Interchange Format (JFIF), SPIFF y TIFF.



La especificación técnica completa del algoritmo de compresión JPEG básico ha sido publicada como estándar internacional (ISO/IEC 10918 Parte 1). Las extensiones a JPEG básico se describen en ISO/IEC 10918 Parte 3.

3.8 JPEG 2000

JPEG 2000 sustituye al algoritmo JPEG, desarrollado por el grupo ISO JPEG en el 2000. Permite la compresión con y sin pérdidas, y utiliza la compresión “wavelet” (de ondas pequeñas) para conseguir tasas de compresión más altas con una reducción menor de la calidad de la imagen.

JPEG 2000 puede utilizar algunas tecnologías patentadas, pero la intención es ofrecerlo sin licencia ni royalties.

El estándar JPEG 2000 define un formato mínimo para el intercambio de archivos (JP2), de manera similar a JFIF y SPIFF. Está empezando a aparecer soporte para JPEG 2000 en diversos paquetes de software comercial.



La especificación técnica completa del algoritmo de compresión JPEG 2000 ha sido publicada como estándar internacional (ISO/IEC 15444 Parte 1).

3.9 Compresión PNG

La compresión PNG fue desarrollada en 1996 como parte del formato de archivo PNG (ver Nota Orientativa 4), para proporcionar una alternativa no propietaria a la compresión LZW empleada por GIF y otros formatos de archivo (ver 3.6). La compresión PNG utiliza el método de compresión Deflate (ver 3.4). Es un algoritmo sin pérdidas y es eficaz con profundidades de color que van desde 1 bit (monocromo) a 48 bits (Color Verdadero)

La compresión PNG no está sujeta a patentes y es de uso libre. Está implementada únicamente en el formato de archivo PNG.



La especificación técnica completa de la compresión PNG ha sido publicada como parte de la especificación del formato completo, en RFC-2083, y como recomendación del W3C. Está prevista la publicación de la versión 1.2 como estándar ISO (Estándar Internacional ISO/IEC 15948).

3.10 Compresión fractal

La compresión fractal utiliza los principios matemáticos de la geometría fractal para identificar patrones redundantes y repetidos dentro de las imágenes. Estos patrones pueden ser identificados mediante el uso de transformaciones geométricas, tales como escalado y rotación, sobre elementos de la imagen. Una vez identificado, un patrón repetido sólo necesita almacenarse una vez, junto con la información sobre su ubicación en la imagen y las transformaciones necesarias en cada caso. La compresión fractal hace un uso extremadamente intensivo del ordenador, aunque la descompresión es mucho más rápida. Es una técnica con pérdidas que puede lograr grandes tasas de

compresión. A diferencia de otros métodos con pérdidas, una compresión más alta no produce la pixelación de la imagen, y aunque todavía se pierde información, esto tiende a ser menos evidente. La compresión fractal funciona mejor con imágenes complejas y altas profundidades de color.

El algoritmo de compresión fractal original fue desarrollado por Michael Barnsley en 1991. No obstante, el algoritmo está patentado y es soportado por pocos productos comerciales. No está implementado en ningún formato gráfico de uso común.

4 Conclusiones

La tabla siguiente resume el grado de pérdidas de los algoritmos descritos, y las circunstancias en las cuales son más eficientes:

| Algoritmo | Nivel de pérdidas | Eficiente con |
|----------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| RLE | Sin pérdidas | Monocromo o imágenes con grandes bloques de color |
| Compresores LZ | Sin pérdidas | Todas las imágenes |
| Codificación Huffman | Sin pérdidas | Todas las imágenes |
| Deflate | Sin pérdidas | Todas las imágenes |
| CCITT Grupo 3 y 4 | Sin pérdidas | Imágenes en monocromo |
| LZW | Sin pérdidas | Todas las imágenes |
| JPEG | Con pérdidas (está disponible una extensión sin pérdidas) | Imágenes complejas de Color Verdadero |
| JPEG 2000 | Con pérdidas, soporta compresión sin pérdidas | Imágenes complejas de Color Verdadero |
| PNG | Sin pérdidas | Todas las imágenes |
| Fractal | Con pérdidas | Imágenes complejas de Color Verdadero |

Se recomienda utilizar los algoritmos únicamente en las circunstancias en las que son más eficientes. También se recomienda encarecidamente que las versiones maestras de imágenes para archivo sean creadas y almacenadas únicamente utilizando algoritmos **sin pérdidas**.

El estado de un algoritmo de compresión respecto a Derechos de Propiedad Intelectual interesa principalmente a los desarrolladores de especificaciones de formatos y codificadores/descodificadores de software. No obstante, se recomienda el uso de técnicas de compresión abiertas y no propietarias para propósitos de sostenibilidad.