

COMPRESIÓN DE IMÁGENES DIGITALES MEDIANTE LAS ECUACIONES DE MANDELBROT

Cuando a principios de la década del 80 hizo su aparición la venerable IBM-PC con su asombroso dispositivo de almacenamiento masivo, un disco duro de 10 Megabytes (el equivalente a 30 diskettes de esa época o a 10 millones de caracteres), no imaginábamos cómo podría agotarse una cantidad tan desmesurada de espacio en disco. Muy pronto, sin embargo, la realidad fue otra, estableciéndose un círculo vicioso que parece no tener fin: entre más poderosa es la circuitería de las computadoras (el llamado *hardware*), más recursos le exigen los programas (o *software*). Uno de esos recursos es el espacio físico en el que se almacenan los propios programas y los datos por ellos generados. Así, en la actualidad, un sistema computacional típico cuenta con un disco duro de cuando menos 100 Megabytes, mismo que, con toda probabilidad, terminará agotándose conforme el usuario vaya guardando sus datos o decida emigrar a las versiones más recientes de los programas que utiliza. (Para que el lector se haga una idea clara de la demanda a que se encuentra sometido este dispositivo, diremos que el presente número de *Elementos* requirió más de 30 Megabytes de espacio en disco para almacenar imágenes, texto y programa de edición.)

Existen varias soluciones a la saturación de un disco duro. La primera es la más obvia, pero también la más costosa: adquirir otro con mayor capacidad. La se-

gunda requiere de una gran disciplina y consiste en mantener en el disco sólo aquellos archivos estrictamente necesarios para trabajar, desechar periódicamente los que se consideren inútiles. La tercera puede ser la más práctica: utilizar una técnica de compresión de datos, lo cual, puesto en otras palabras, significa crear espacio libre donde antes no lo había.

Existen dos formas de comprimir datos: la compresión en grupos y la compresión sobre la marcha. El método más utilizado es el primero. Se trata de servicios activados por comandos que convierten uno o más archivos en uno comprimido. En este estado el usuario no tiene acceso a los datos, por lo que para poder leer de nuevo sus archivos, debe primero expandirlos usando otro comando del mismo servicio que los comprimió.

La compresión sobre la marcha (también llamada compresión en tiempo real), trabaja en un plano invisible para el usuario, comprimiendo y expandiendo archivos cuando se solicita el acceso a ellos. De esta manera puede comprimirse prácticamente todo el disco duro, creando la ilusión de que el disco tiene el doble -o más- de su capacidad original.

La mayoría de los servicios de compresión en tiempo real se basan en un algoritmo publicado en 1977 por dos profesores israelíes: Abraham Lempel y Jacob Ziv. El secreto del algoritmo estriba en encontrar, dentro del archivo, cadenas repetidas



de caracteres y convertirlas en símbolos pequeños; cuando se requiere leer el archivo, el servicio toma cada símbolo, lo compara con una referencia y lo convierte en la cadena de caracteres que le corresponde. Estos métodos funcionan con gran eficacia cuando se trata de comprimir archivos de texto. Con los archivos de gráficos la cosa cambia. Aprovechando el hecho de que dichos archivos incluyen mucha información repetida que especifica los colores de los pixeles, los algoritmos diseñados para comprimir imágenes descartan la parte de la información que se considera superflua desde el punto de vista de su aspecto perceptual; los resultados suelen ser aceptables y la calidad visual del gráfico no se deteriora.

Durante muchos años el estándar en compresión de imágenes ha sido la técnica desarrollada por el Grupo Conjunto de Expertos Fotográficos (JPEG, por sus siglas en inglés); su algoritmo se fundamenta en un procedimiento matemático bastante conocido: la transformada discreta del coseno. Con ella es posible lograr razones de compresión de 10:1 a 20:1; sus desventajas son que expandir una imagen toma el mismo tiempo que comprimirla y que, con razones de compresión por arriba de 20:1, se introducen defectos en la imagen.

Existe, sin embargo, una alternativa: la compresión fractal. De acuerdo con una nota publicada en *Scientific American* en su número correspondiente al mes de julio de 1993, se trata de una idea original de Michael F. Barnsley y Alan D. Sloan, dos matemáticos del Instituto de Tecnología de Georgia, quienes pensaron que, debido a que las imágenes del mundo real tienden a consistir de muchos patrones complejos que se repiten en varios tamaños —es decir, fracta-

les— debería haber una forma de convertir las imágenes en sus correspondientes ecuaciones fractales; de esta manera, el espacio en disco necesario para almacenarlas se reduciría ostensiblemente. El algoritmo trata a la imagen como si fuera un rompecabezas formado por muchas piezas sobreuestas, algunas de las cuales son similares. El programa toma cada pieza y, aplicando una fórmula fractal, transforma su forma, tamaño y color hasta igualarla con otra parte de la gráfica. Este proceso toma algún tiempo pero en compensación produce un archivo mucho más pequeño, ya que contiene sólo los números necesarios para especificar las relaciones matemáticas entre las piezas. Una ventaja adicional de esta técnica es que la reconstrucción de la imagen a partir de números es relativamente rápida (decenas de imágenes por segundo). Además, debido a que las imágenes fractales se codifican por ecuaciones, no poseen un tamaño específico, es decir, son independientes de la resolución del monitor en que se proyectarán. Este es un atractivo especial que no es ofrecido por otras técnicas.

En la actualidad existen ya muchos productos que echan mano de la compresión fractal para hacer más eficientes sus servicios; entre ellos destacan algunas enciclopedias y colecciones de imágenes en disco compacto y es de esperarse que, en un futuro próximo, la compresión fractal se convierta en el estándar para el tratamiento de video animado y multimedia.

José Emilio Salceda Ruanova

