

Un enfoque evolutivo como método alternativo para la técnica de halftoning

Roberto Guerrero, Guillermo Leguizamón y Hugo Viano

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Computacional*

Departamento de Informática

Universidad Nacional de San Luis

San Luis, Argentina

{rag,legui,hviano}@unsl.edu.ar

Abstract

Halftoning (mediotonar) es un proceso por el cual imágenes en tonos de grises son convertidas en patrones de puntos blancos o negros, de manera tal que éstas conserven las características perceptuales de la imagen original. Una imagen mediotonada (halftoned) reproduce en mayor o menor medida a la imagen original dependiendo de la técnica utilizada. La presente propuesta tiene como objetivo investigar la aplicabilidad de técnicas de inteligencia computacional como técnica alternativa para el proceso de halftoning. En dicho proceso distintas funciones de evaluación pueden ser consideradas de manera tal de automatizar la distribución de los pixels. Dado que dicha distribución puede ser formulada como un problema de optimización sobre un espacio de búsqueda conformado de matrices binarias, la aplicación de un enfoque evolutivo para su resolución es casi directa, pudiendo además, incorporar variadas funciones de importancia para obtener imágenes mediotonadas en las cuales se aumente la información transmitida desde distintas perspectivas. El enfoque evolutivo estudiado son los Algoritmos Genéticos. Los resultados de su aplicación serán contrastados con técnicas tradicionales de halftoning.

1 Introducción

Imagery [2] es un término general que permite englobar un conjunto de disciplinas relacionadas a la creación, almacenamiento y manipulación de modelos e imágenes de objetos. Una de ellas, el área de procesamiento de imágenes, trata el análisis y manipulación de imágenes ya existentes; donde la nueva imagen generada es de alguna manera diferente a la imagen original. En particular, el análisis de imágenes es importante para áreas como la biomedicina, aviación, geología, etc., en usos específicos tales como el reconocimiento aéreo, scanning de cromosomas entre otras [1]. En este contexto, las imágenes son potenciales herramientas para la toma de decisiones dado que permiten aumentar la información transmitida. Sin

*El laboratorio es dirigido por el Dr. Raúl Gallard y subvencionado por la Universidad Nacional de San Luis y la ANPCyT (Agencia Nacional para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología).

embargo, crear y reproducir imágenes presenta problemas específicos a la manera en que éstas son manipuladas. Por ejemplo, imprimir una imagen implica plasmar en papel los diversos detalles contenidos en la misma. No obstante, existen impresoras que sólo pueden trabajar con puntos sólidos de tinta, es decir imprimen un punto o no; por lo cual no podrán cumplir con su tarea si la imagen en cuestión se encuentra definida mediante tonos continuos de grises (desde el blanco al negro).

Para resolver este problema, las impresoras usan una técnica conocida como halftoning. Esta técnica es un proceso por el cual imágenes en tonos de grises son convertidas en patrones de puntos blancos o negros, de manera tal que éstas puedan ser luego impresas. Así, una mayor cantidad de grandes puntos ubicados en zonas aledañas representan áreas oscuras, mientras que pequeños puntos y dispersos representan áreas claras. Si bien la técnica de halftoning ha sido principalmente usada para lograr una reproducción lo más acertada posible del original [1] [9] [5] [11], diferentes resultados podrían obtenerse a través del uso de funciones de importancia [8]. Una función de importancia se define con el objeto de poder obtener reproducciones que resalten otros aspectos de la imagen original (aumentando o no la información transmitida): bordes, texturas, etc.

Recientemente han surgido enfoques alternativos basados en computación evolutiva [3] para ser usados en imagery en general y en halftoning en particular. Para el caso de halftoning la función de importancia se convierte en la función objetivo a ser optimizada por un Algoritmo Genético (AG) [4], lo que permitiría la automatización de la distribución de los pixels en la representación binaria de acuerdo al objetivo definido, es decir, de acuerdo a la función de importancia considerada. Los AGs han demostrado ser herramientas potentes y robustas para su aplicación en el campo de optimización [3]. La flexibilidad inherente de estos algoritmos ha permitido atacar la resolución de los más diversos problemas académicos y del mundo real. En el campo de Imagery ha habido un importante avance en la aplicación de enfoques evolutivos en general y AGs en particular para la resolución de problemas complejos y de gran interés práctico: halftoning, segmentación de imágenes de color, análisis de imágenes medicinales, análisis de escena (visión), y muchos otros [6] [10].

2 Funciones de importancia

La premisa subyacente al halftoning de importancia es distribuir los patrones de puntos hacia áreas de la imagen que poseen atributos importantes de la misma [8].

El sistema visual humano actúa como un analizador de Fourier en el dominio espacial. Debido a éste comportamiento, se podría decir que en una etapa inicial el mismo evalúa e interpreta una imagen desde un aspecto global y posteriormente se focaliza (a diferentes resoluciones) sobre ciertos atributos o áreas de la imagen. El halftoning de importancia consiste en construir un filtro de pasa banda a partir de una función de importancia definida por el usuario. La función de importancia identifica la presencia de atributos importantes en la imagen sobre un segmento de la misma.

Si la función de importancia fuese, por ejemplo, la intensidad g en una posición (x, y) de la imagen, luego la función de importancia sería simplemente: $F(x, y) = g(x, y)$. Adicionalmente, el usuario puede construir su propia función de importancia que combine varias funciones de importancia y pesarlas acorde con su criterio:

$$F(x, y) = w_1 \times f_1(x, y) + w_2 \times f_2(x, y) + \dots + w_n \times f_n(x, y)$$

donde w_i es el peso de cada función tal que $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

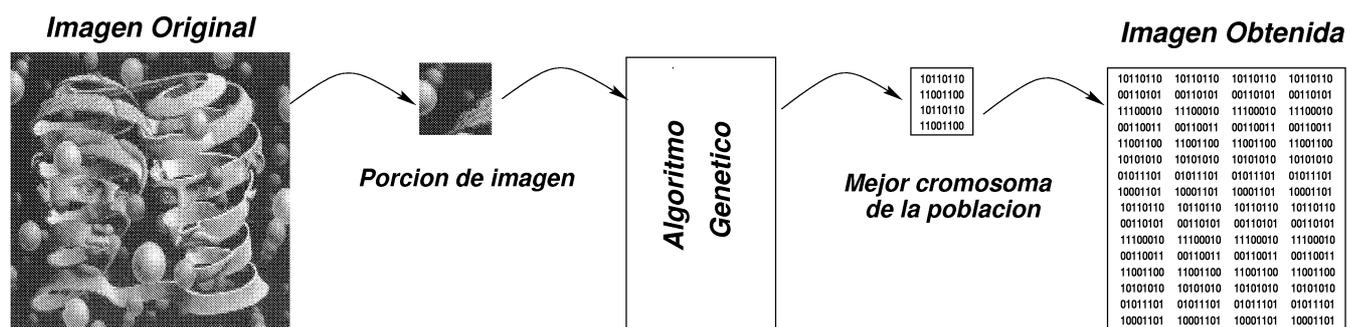


Figure 1: Proceso a través del cual se obtiene una imagen mediotonada usando un AG

3 El enfoque evolutivo

Nuestro objetivo está centrado en investigar acerca de distintas funciones de importancia de manera tal de automatizar la distribución de los pixels a través de un enfoque evolutivo con el objetivo de lograr una imagen que aumente o no la información transmitida.

Uno de los primeros trabajos en relación con nuestro estudio experimental [7] presenta un estudio de la aplicación de AGs para haltoning donde son consideradas dos funciones de evaluación para la generación de una imagen mediotonada acorde con las técnicas tradicionales. En términos de funciones de importancia se podría decir que la imagen es considerada como un todo donde se trata de conservar la intensidad promedio de la imagen original.

Las funciones de evaluación determinarán la calidad de la imagen obtenida y establecerán la necesidad o no de proseguir con el proceso.

En la figura 1 se muestra, en forma general, como se realiza el proceso de obtención de la imagen binaria a través de un AG. Inicialmente, la imagen original donde cada pixel representa un valor de tono de grises, se divide en varios bloques. Cada bloque es considerado de a uno por vez como entrada de un AG que se encargará de buscar un bloque binario que optimice la función o combinación de funciones de importancia dadas como parámetros del algoritmo. La salida del AG es un bloque binario que representa el mejor bloque obtenido entre las poblaciones procesadas a través de las sucesivas generaciones. Dicho bloque ocupará el correspondiente lugar en la imagen final (versión mediotonada). Es importante destacar que cada uno de los bloques puede ser procesado en forma independiente, lo que posibilita una directa paralelización del proceso previamente descrito.

Los resultados reportados en [7] de acuerdo al proceso explicado previamente, mostraron que el enfoque evolutivo es capaz de obtener imágenes mediotonadas de calidad similar en comparación con el uso de técnicas tradicionales.

4 Propuesta en desarrollo

Siguiendo esta línea de investigación, están bajo consideración otras funciones de importancia y dentro de lo que es el enfoque evolutivo, se está trabajando en el estudio de la influencia de los distintos parámetros en la performance del AG, como por ejemplo, velocidad de convergencia, operadores genéticos, tamaño de

la población, etc.

En cuanto a las funciones de importancia, un enfoque original consistirá en combinarlas con las funciones de evaluación con el objeto de unificar los procesos de filtrado y evaluación en un solo paso.

Las funciones a aplicar en un comienzo son la varianza de tonos (contraste), y el gradiente, así como combinaciones entre ellas con la intensidad promedio de la imagen.

Dadas las características del problema y de los algoritmos evolutivos, un futuro estudio experimental involucrará la implementación de una versión paralela a los efectos de mejorar la performance, tanto en calidad como en el tiempo de computación insumido.

References

- [1] Ulichney R. A. *Digital Halftoning*. MIT Press, 1987.
- [2] Watt A. and Policarpo F. *The Computer Image*. Addison-Wesley, 1998.
- [3] Thomas Bäck, David B. Fogel, and Zbigniew Michalewicz, editors. *Handbook of Evolutionary Computation*. Institute of Physics Publishing and Oxford University Press, 1997.
- [4] Goldberg D. E. *Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning*. Wesley Publishing, 1989.
- [5] Peli E. Multiresolution error-convergence halftone algorithm. *Op. Soc. Am. A.*, 8(4):625–636, 1991.
- [6] Egbert J.W. Boers et al., editor. *Application of Evolutionary Computation*, volume 2037 of *Lecture Notes in Computer Sciences*, Como, Italy, April 18-20 2001. Springer.
- [7] Saito H. and Kobayashi N. Evolutionary computation approach to halftoning algorithm. In *Proc. of the First IEEE Conf. on Evolutionary Computation*, volume 2, pages 787–791, June 1994.
- [8] Streit L. and Buchanan J. Importance driven halftoning. In *Proceedings of Eurographics 98*, pages 207–217, 1998.
- [9] Jarvis J. F. Judice C. N. and Ninke W. H. A survey of techniques for the display of continuous tone pictures on bilevel displays. In *Proceedings of Computer Graphics Image Processing*, pages 13–40, 1976.
- [10] Aguirre H. Tanaka K. Sugimura T. and Oshita S. Halftone image generation with improved multiobjective genetic algorithm. In *EMO*, pages 501–515, 2001.
- [11] Mitsa T. and Parler K. J. Digital halftoning using a blue noise mask. In *Proc. of 1991 International Conference on Acoustic. Speech and Signal Processing*, pages 2809–2812, 1991.