

TECNICAS DE PREPROCESADO PARA LA SEGMENTACION DE IMAGENES

A. Gasull, F. Marqués, P. Montolio, Ll. Torres
Dept. Teoría del Senyal i Comunicacions.
E.T.S.E.Telecom. UPC
Apdo. 30.002 , 08080 Barcelona.

ABSTRACT

Two image preprocessing techniques are presented in this paper for segmentation purposes. It means that the goal of these techniques is to facilitate the image decomposition into homogeneous regions. The first method presented is based on the human vision behaviour. A histogram modification is made in order to obtain similar results in an automatic segmentation as a manual procedure. The second method is based on the bit plane decomposition of the image. The components which do not give information to distinguish different regions are removed. As it is shown in the paper, good segmentation results can be obtained with this technique, specially in the case of noisy images.

1. INTRODUCCION

La segmentación de imágenes en regiones homogéneas en una o varias características es la base de un gran número de aplicaciones de análisis de imágenes. También se requiere una correcta segmentación en otras aplicaciones del procesado de imagen como por ejemplo la codificación con técnicas de segunda generación [1]. Aunque las técnicas que se presentan en este artículo son de aplicación a cualquier objetivo de la segmentación, aquí se presentan en el contexto de dichas técnicas de codificación.

En general los métodos básicos de segmentación tales como "Region growing" o "Split and Merge" [2], o incluso otras técnicas más recientes como "Watersheds" [3] o segmentación por modelo compuesto Gaus-Markov [4], no llegan a resultados plenamente satisfactorios, incluso después de un proceso interactivo de redefinición de parámetros. Las causas que originan esta relativa baja calidad en los resultados de las técnicas de segmentación son diversas y en general propias de cada método. Sin embargo, existen algunas que pueden afectar más o menos por igual a las prestaciones de cada uno de los métodos de segmentación. Así, por ejemplo, la existencia de ruido o de otras componentes comunes a toda la imagen puede homogeneizar la imagen globalmente dificultando la distinción entre zonas teóricamente no homogéneas. También ha de tenerse en cuenta el comportamiento de la visión humana y por tanto la subjetividad en la interpretación de los resultados, al hacer un análisis visual de los mismos. Si se consigue una mejora de la imagen en los aspectos comentados, se obtienen unas prestaciones mucho más elevadas en cualquiera de los métodos de segmentación habituales.

En este artículo se presentan dos técnicas de preprocesado de imágenes con el objetivo de facilitar la descomposición posterior de la imagen en regiones homogéneas. El primer método que se presenta en el siguiente apartado está basado en el comportamiento de la visión humana. Se trata de intentar paliar la diferencia que se observa entre los resultados obtenidos por métodos de segmentación automáticos de una imagen y los obtenidos con una segmentación manual.

El segundo método que se presenta en el tercer apartado está basado en la descomposición de la imagen en planos de bit. Esta idea surge como una posibilidad de eliminación de componentes comunes a todas las regiones. Es decir, se trata de no tener en cuenta a efectos de la posterior segmentación todos aquellos planos de bit de la imagen que no lleven información asociada a cada región.

2. PREPROCESADO POR CORRECCION DE HISTOGRAMA

El hecho de que existan numerosos métodos de segmentación de imágenes no es más que una consecuencia directa de la inexistencia de manera estricta de una única definición del problema de segmentación [5]. La manera de abordar el problema depende fundamentalmente del criterio o criterios que se fijen para decidir la homogeneidad o no de las regiones. Por ello la comparación de resultados en muchos casos es tarea difícil y en gran manera subjetiva.

Este preámbulo viene dado porque con frecuencia sucede que al analizar visualmente los resultados obtenidos por los métodos de segmentación, parece que estos no se ajusten a las regiones que marcaría el observador. Un caso muy típico de esta subjetividad de resultados se produce en la segmentación de imágenes de escenarios naturales, cuando se toma un criterio de luminosidad para realizar la separación. En general los resultados obtenidos bajo un análisis visual muestran que las zonas de nivel de gris bajo están subsegmentadas, mientras que las de nivel

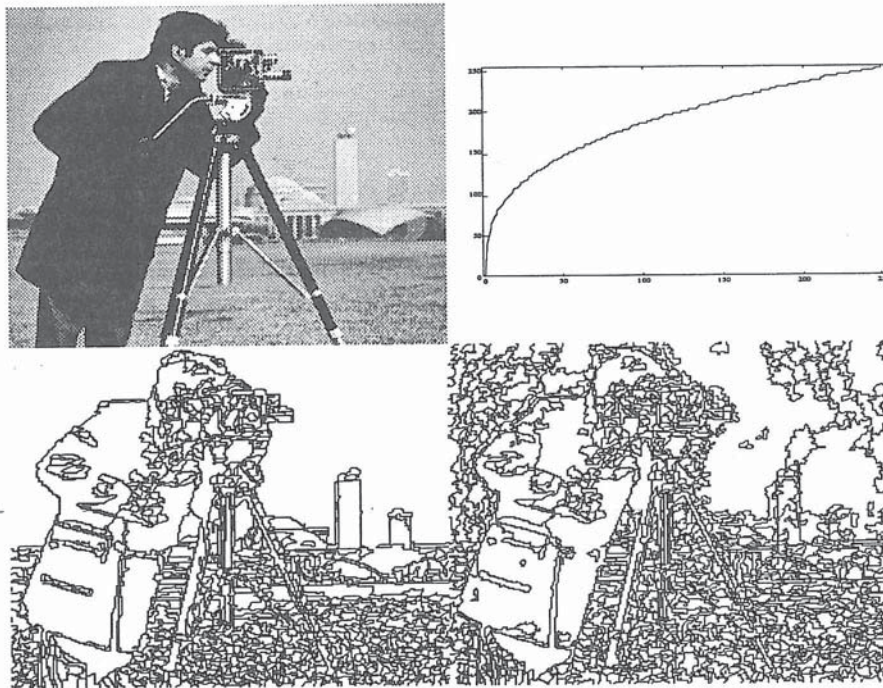


Figura 1. a) Imagen original. b) Función de corrección del histograma. c) y d) Imágenes segmentadas con y sin preprocesado respectivamente.

iluminación, es decir que se extrae la componente que afecta globalmente a toda la imagen.

Otro ejemplo que se puede modelar con la descomposición formulada en (3) es el caso de una imagen con ruido aditivo, la información de la imagen residirá en la componente f_i , mientras que el ruido será la componente g y la operación será la suma. Está claro que dicha componente de ruido dificulta la labor de la segmentación, por lo cual el objetivo del preprocesado debe ser la eliminación de esta componente sin alterar la frontera entre regiones. Un caso claro de esta situación es el ruido debido a la cuantificación y es precisamente el que originó la idea del uso de los planos de bit como preprocesado. El ruido de cuantificación en general afectará por igual a todas las regiones de la imagen, siendo una componente aditiva que perturbará la separación de las regiones. Este efecto se puede apreciar muy bien visualizando el bit más bajo de cada pixel de la imagen. Este bit da una textura común para toda la imagen y por lo tanto no lleva información asociada a cada región con lo cual se debe eliminar antes de segmentar. Es decir que en este caso la componente global es

$$g(n,m)=a_0(n,m) \quad (4)$$

y puede ser eliminada con la misma sencillez con que se descompone la señal en los planos de bit (de hecho es un filtraje no lineal de la imagen con una característica entrada-salida en forma de tren de pulsos).

Este proceso se puede usar también en planos de bit superiores eliminándose aquellos que no proporcionen diferenciación de características de las regiones

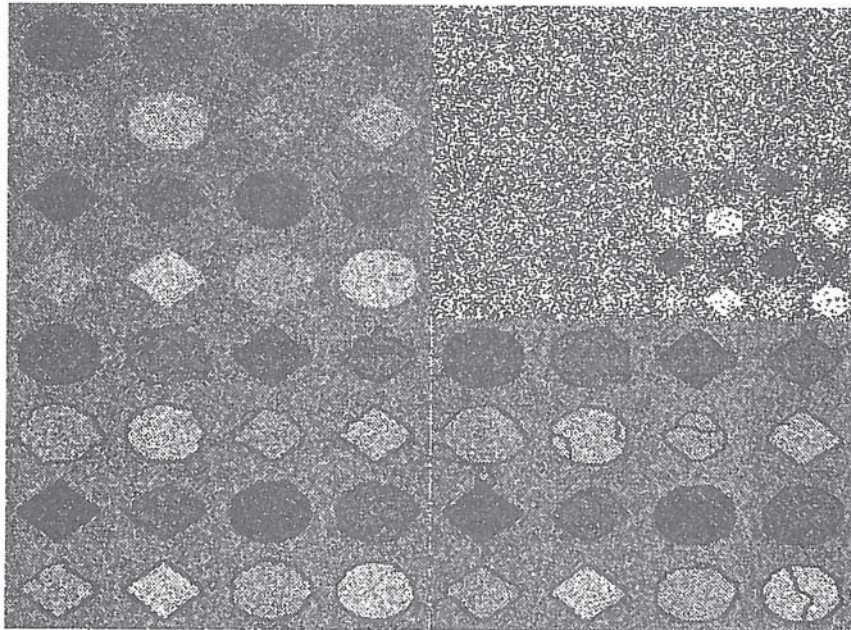


Figura 2. a) Imagen original. b) Planos de bit. c) y d) Resultados de la segmentación con y sin preprocesado.

de gris alto están sobresegmentadas. En la figura 1 d) se muestra el resultado de la segmentación realizada con el método de modelo compuesto Gaus-Markov [4] de la imagen de la figura 1 a). Obsérvese que la zona correspondiente al cielo da la impresión de estar sobresegmentada. Este hecho es debido a que el sistema visual humano es más sensible a los bajos niveles de luminosidad.

Para corregir el comportamiento de los métodos de segmentación con la finalidad de proporcionar resultados semejantes a los que se obtendrían con una segmentación manual, se propone el uso de la corrección del histograma de la imagen original por medio de la ley de Stevens para simular el efecto de la visión humana [6]. Dicha ley de corrección se puede formular como

$$y = kx^d \quad (1)$$

siendo la constante k el valor que permite recuperar todo el margen dinámico de la señal y siendo d un valor cercano a 0.3 (se ha elegido por sencillez $d=1/3$). En la figura 1 b) se muestra dicha función de corrección.

De hecho esta corrección no supone facilitar la segmentación sino solamente favorecer las zonas oscuras frente a las claras (más regiones a igualdad de variación de luminosidad), lo que provoca menos pérdida de calidad subjetiva si el proceso de codificación/decodificación es con pérdidas. Esto se puede apreciar si se compara el resultado obtenido con o sin preprocesado según se muestra en las figuras 1 c) y 1 d) respectivamente.

3. PLANOS DE BIT COMO PREPROCESADO

La descomposición de la imagen en planos de bit ha sido ya usada anteriormente en procesado de imagen pero en otras aplicaciones tales como en codificación [7] o en mejora [8]. Su uso es debido fundamentalmente a la facilidad de implementación tanto en su obtención como en su procesado. Con dicha descomposición una imagen $f(n,m)$ puede expresarse como

$$f(n,m) = \sum_{j=0}^P a_j(n,m) 2^j \quad (2)$$

donde P es el número de planos y a_j un valor binario. Esta descomposición permite de una manera muy simple eliminar componentes, en este caso planos de bit, que uniformizan las distintas regiones y que por tanto dificultan el proceso de segmentación.

De una manera general se puede abordar el problema de la manera siguiente. Supóngase que la imagen se compone de dos procesos

$$f(n,m) = f_i(n,m) \circ g(n,m) \quad (3)$$

siendo $f_i(n,m)$ el proceso no estacionario, aunque localmente estacionario en la región R_i con $i=1,\dots,N$ y siendo N el número de regiones a determinar, mientras que $g(n,m)$ es estacionario en toda la imagen. Los términos de estacionariedad se usan para hacer un planteamiento estadístico del problema, aunque de forma general deberían entenderse como variación o no de la característica o características a usar en la segmentación. En general la relación será aditiva ($\circ=+$) pero existen otras posibles operaciones. Un ejemplo de relación multiplicativa que puede ayudar a clarificar el objetivo de este planteamiento es el caso del modelo de formación de la imagen, que consta de la componente de iluminación multiplicada por la componente de reflectividad. Es conocido el método del procesado homomórfico [9] para separar ambas componentes y poder eliminar los efectos de

bajo análisis. Así por ejemplo en la figura 2 se presentan los resultados de la segmentación obtenidos con una imagen sintética construida con formas geométricas más ruido gaussiano blanco como se muestra en la figura 2 a). En la figura 2 b) se muestran cuatro de los ocho planos de bit ($j=1,3,5,7$) correspondientes a dicha imagen. La figura 2 c) muestra el resultado de la mejor segmentación posible de la imagen original [4], mientras que en d) se puede observar el resultado del mismo método de segmentación efectuado directamente sobre los cuatro planos de bit de mayor peso.

4. CONCLUSIONES

En este artículo se han presentado dos métodos de preprocesado de fácil realización que permiten mejorar las prestaciones de cualquiera de los métodos habituales de segmentación de imágenes.

El primer método intenta simular el sistema de visión humano aplicando una corrección del histograma siguiendo la ley de Stevens. Con esta simple corrección se obtienen resultados de segmentación mucho más acordes con lo esperado por un análisis visual. En aplicaciones de análisis de imagen este preprocesado puede no ser de interés, pero sí lo es en el caso de emplearse segmentación de imágenes para la codificación con pérdidas.

El segundo método basado en la descomposición de la imagen en planos de bit, pretende eliminar componentes de la señal que afectan globalmente a todas las regiones y que por tanto dificultan la segmentación. Con esta técnica de preprocesado se han conseguido resultados espectaculares en la segmentación de imágenes. Incluso en situaciones críticas de muy baja relación señal/ruido se obtienen segmentaciones de gran calidad solo con un plano de bit. Esta técnica permite además eliminar ruidos espúreos que aparecen en el interior de regiones claramente homogéneas.

REFERENCIAS

- [1] M. Kunt, A. Ikonomopoulos and M. Kocher, "Second generation image-coding techniques", Proceedings of the IEEE, vol. 73, pp. 549-574, abril 1985.
- [2] T. Pavlidis, "Algorithms for Graphics and Image Processing", Computer Science Press, 1982.
- [3] S. Beucher, "Segmentation tools in mathematical morphology", Proc. SPIE Image Algebra and Morphology Image Processing, San Diego, CA, USA, Vol. 1350, pp. 70-84, julio 1990.
- [4] F. Marqués, J. Cunillera, A. Gasull, "Hierarchical segmentation using Compound Gauss-Markov Random Fields", Proceedings of ICASSP 92, Vol. III, pp. 53-56, San Francisco USA, marzo 1992.
- [5] T. Pavlidis, "Structural Pattern Recognition", Springer-Verlag, 1977.
- [6] Xie, Stockham, "Toward the unification of three visual laws and two visual models of brightness perception", IEEE Trans. Sys. Man and Cyb., vol. 19, n. 2, marzo 1989.
- [7] M. Rabbani, P.W. Jones, "Digital Image Compression Techniques", Vol. TT7, Chap. 6, SPIE Press, 1991.
- [8] W.K. Pratt, "Digital Image Processing (Second Edition)", Wiley, 1991.
- [9] A.V. Oppenheim, R.W. Schafer, T.G. Stockham, "Nonlinear Filtering of Multiplied and Convolved Signals", Proc. of IEEE, vol. 56, pp.1264-1291, 1968.