



TÍTULO DE PATENTE NO. 269875

Titular(es): RODOLFO ALVARADO CERVANTES

Domicilio(s): Papagayo # 5, Lago de Guadalupe, 54760, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, MÉXICO

Denominación: MÉTODO DE SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES EN COLOR, MEDIANTE EL USO DE LA INFORMACIÓN DE COLOR COMO UN TODO.

Clasificación: Int.Cl.8: G06K9/34; H04N9/804

Inventor(es): RODOLFO ALVARADO CERVANTES

Número:
PA/a/2006/004633

Fecha de presentación:
26 de abril de 2006

Hora:
14:14

País:

PRIORIDAD

Fecha:

Número:

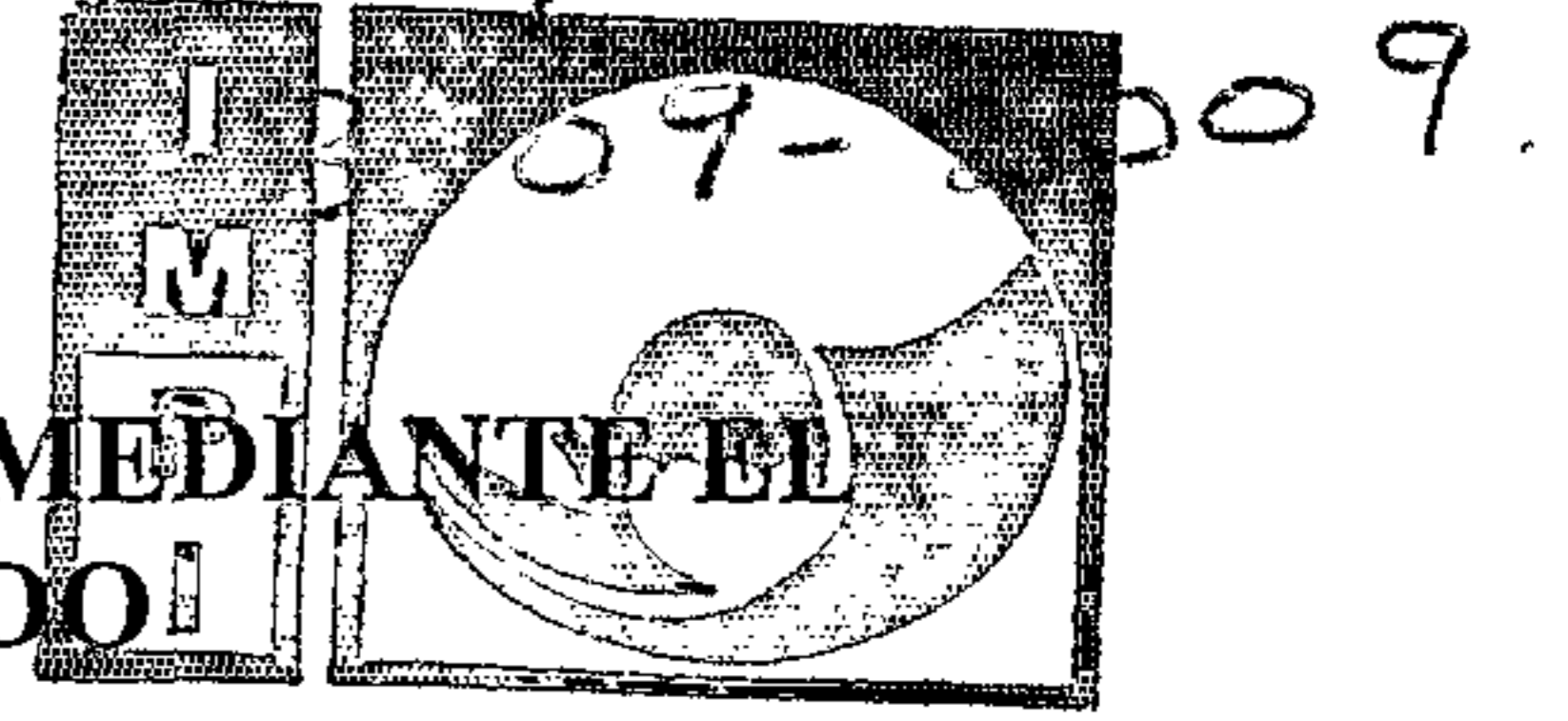
ESTA PATENTE CONCEDE A SU TITULAR EL DERECHO EXCLUSIVO DE EXPLOTACIÓN DEL INVENTO RECLAMADO EN EL CAPÍTULO REIVINDICATORIO Y TIENE UNA VIGENCIA IMPRORRÓGABLE DE VEINTE AÑOS CONTADOS A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN DE LA SOLICITUD, QUE ESTARÁ SUJETA AL PAGO DE LA TARIFA CORRESPONDIENTE.

Fecha de expedición: 8 de septiembre de 2009

EL DIRECTOR DIVISIONAL DE PATENTES

QUÍM. FABIAN R. SALAZAR GARCÍA





**MÉTODO DE SEGMENTACIÓN DE IMÁGENES EN COLOR, MEDIANTE EL
USO DE LA INFORMACIÓN DE COLOR COMO UN TODO**

ANTECEDENTES

**Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial**

5 La segmentación de una imagen es la partición de dicha imagen en diferentes regiones que son similares de una manera predefinida [1][2]. La segmentación es una importante característica de la percepción visual humana la cual se manifiesta de manera espontánea y natural [1][2]. También es la tarea más importante y difícil en las áreas de análisis y procesamiento de imágenes [1] [2] [3] [4] [6] [7]; todos los pasos posteriores a la

10 segmentación tales como la extracción de características y el reconocimiento dependen en gran medida de la calidad de la segmentación: Sin una buena técnica de segmentación, los objetos de interés (en una imagen relativamente compleja) son muy difíciles (muchas veces imposible) de reconocer utilizando técnicas automáticas [1] [2] [3] [5] [6] [7] [12]. Por tal razón es común que se requiera un considerable

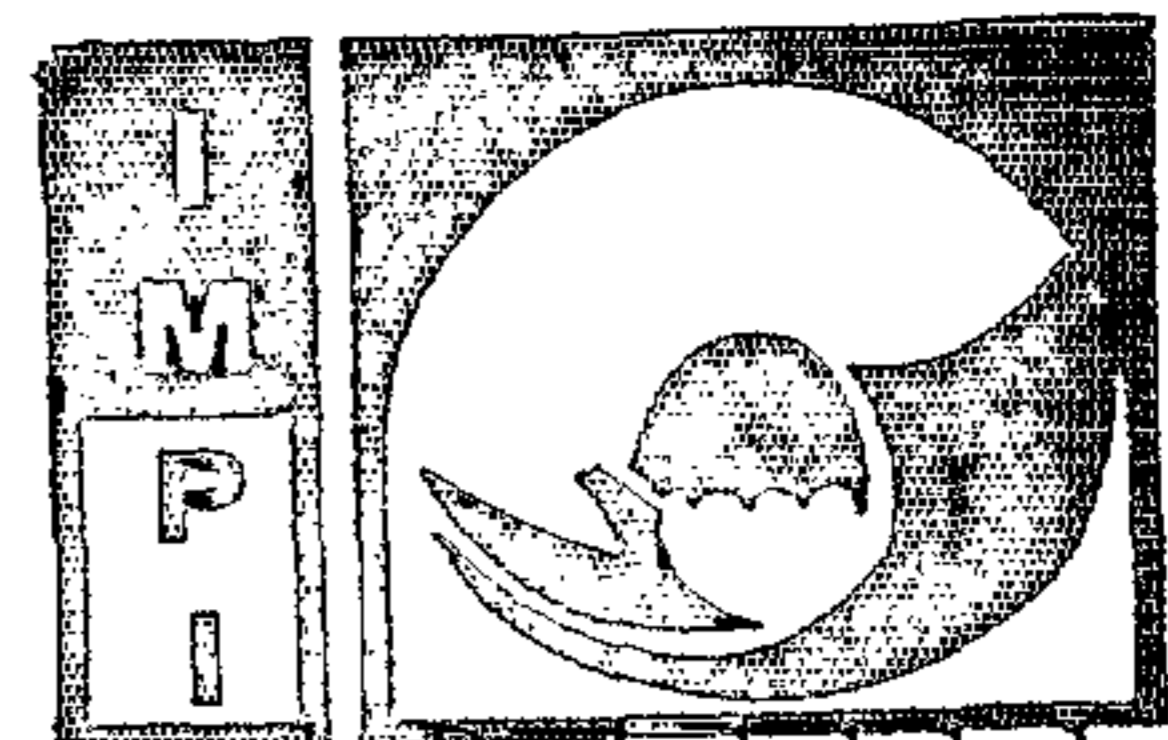
15 esfuerzo en el diseño de métodos de segmentación que incrementen la probabilidad de una segmentación exitosa.

Existen varias técnicas de segmentación disponibles para el procesamiento de imágenes en color, pero hasta años recientes, la mayoría de las técnicas de segmentación en color eran en realidad técnicas monocromáticas aplicadas a cada componente de la imagen en

20 color (a veces trabajando en diferentes espacios) donde los resultados son después integrados para generar un resultado [10] [12] [3]. El problema en común con estos enfoques es que cuando los componentes de color de un píxel en particular son procesados de manera separada, la información de color es de tal manera diseminada en sus diferentes componentes de color, que gran parte de la percepción del color se pierde

25 [6] [7] [10] [12].

En esta solicitud de patente se presenta un método de segmentación de imágenes semi-automático, el cual a diferencia de la mayoría de las técnicas publicadas, procesa la información de color como un todo para cada píxel, evitando de esta manera la diseminación de la información de color en sus componentes. El método aquí presentado es directo, simple y computacionalmente económico; su mejora en la calidad de la segmentación así como sus rápidos resultados, son significativos con respecto a otras soluciones.



La información de color es integrada al generar lo que llamo Imágenes de Probabilidad de Color (IPC's), calculando PC (ver página 13) para cada píxel, lo cual es original y esta formulada de acuerdo a las modificaciones del espacio de color HSI en especial de la representación de la tonalidad como vector en R^2 .

5

En el método aquí presentado, se describen operaciones necesarias para obtener centroides de color directamente en este espacio HSI modificado, así como medidas de dispersión estadística diseñadas particularmente para interpretar la naturaleza vectorial de la tonalidad en el modelo HSI modificado. Las operaciones basadas en la representación de la tonalidad como un vector en R^2 también son originales.

10

Estado de la Técnica

En los últimos años ha habido un considerable esfuerzo de investigación dedicados al problema de la segmentación de imágenes de color debido a su importancia en las áreas de procesamiento y análisis de imágenes. Ha recibido gran atención porque el color es una característica visual muy robusta y efectiva para diferenciar un objeto de su entorno. Las técnicas publicadas disponibles y sus enfoques son ampliamente variados, desde extensiones de las técnicas monocromáticas clásicas [11] [34] a morfología matemática [6], esquemas de agrupamientos [20] [21], uso de wavelets [19] [23], técnicas estadísticas [2][35], y representación usando cuaterniones [29] entre otros.

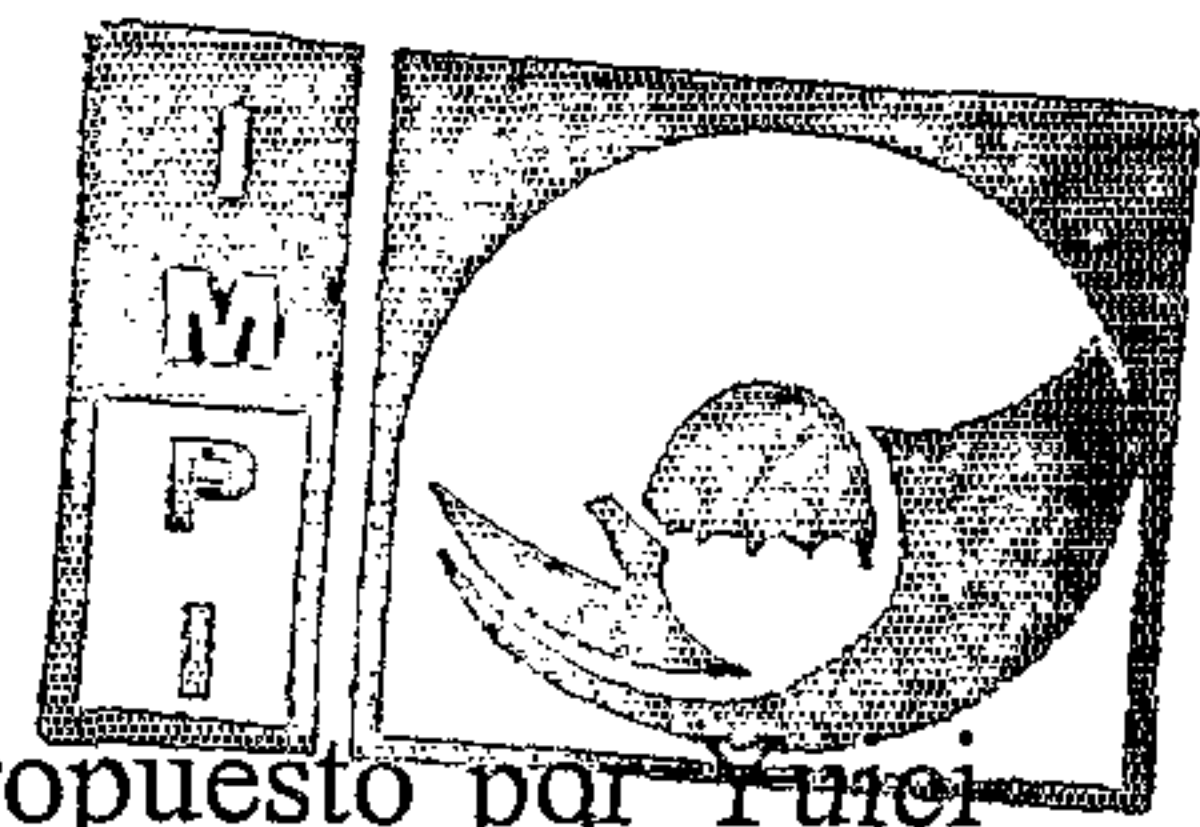
15

20

En [10] y [12], los autores comentan que la mayoría de los enfoques de segmentación en color se basan en realidad en métodos de segmentación monocromáticos, operando en diferentes espacios de color. En estos espacios de color se aplican métodos de segmentación en tonos de gris en cada uno de los componentes. Sin embargo, un problema que no se resuelve es: *¿Cómo poder emplear la información de color, como un todo, para cada píxel?* En el momento que el color se proyecta en sus diferentes componentes, la información de color que los humanos pueden percibir, se pierde. Este problema en especial es en el que se trabajó para generar el método de segmentación que se presenta en esta solicitud de patente.

25

30

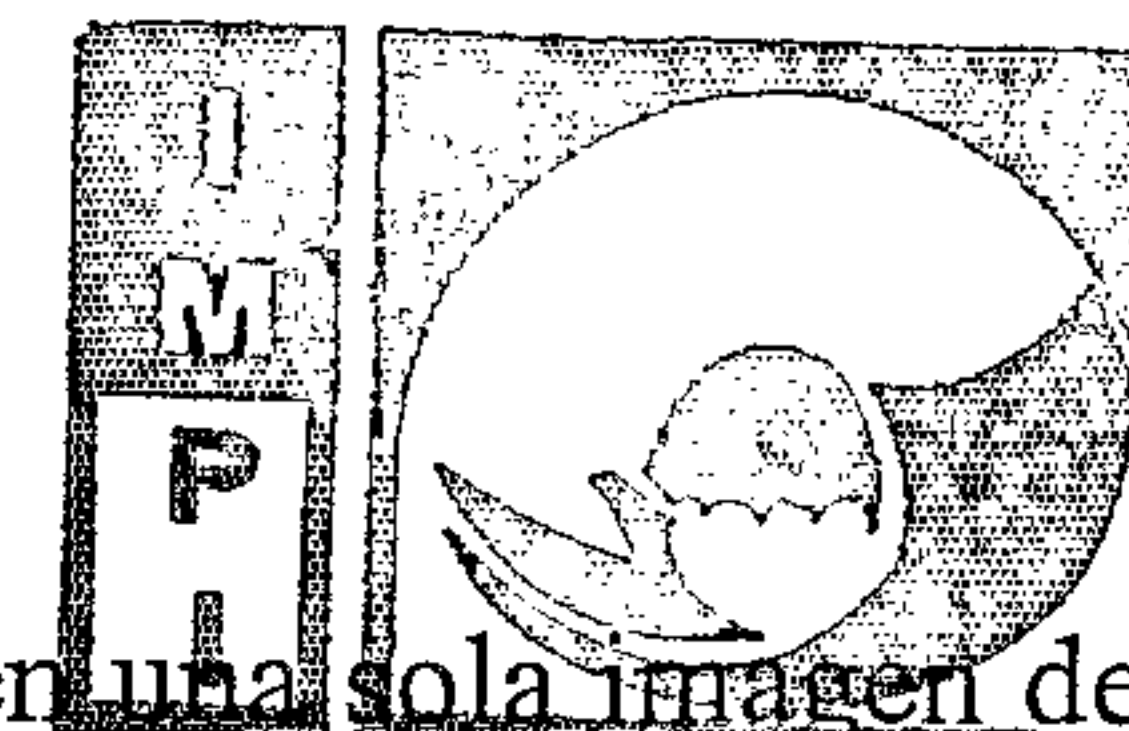


En [33] se presenta una modificación al sistema de color $I_1 I_2 I_3$ propuesto por Yucui Ohta en [34]. Las componentes modificadas las obtuvieron de forma experimental creando otras componentes $C_1 C_2$ y C_3 con las diferencias de los canales R, G, B . Su método lo aplicaron a la segmentación de capas temáticas (ríos, carreteras, etc) en

5 mapas cartográficos. Este método también puede considerarse del tipo mencionado en [5] y [9] ya que puede reducirse a la aplicación de técnicas monocromáticas a componentes de color individuales (en este caso los componentes ortogonales $C_1 C_2$ y C_3) y después la integración de los resultados.

Mucho trabajo se ha dirigido al desarrollo de técnicas de segmentación basados en
10 modelos aleatorios [2]. En estas técnicas las regiones de la imagen son modeladas como campos aleatorios y el problema de segmentación es propuesto como un problema de optimización estadístico [2]. Comparado con otras técnicas, los métodos basados en modelos aleatorios proveen una caracterización más precisa de las regiones de la imagen, haciendo que varios de estos modelos puedan ser usados para sintetizar texturas
15 de color que se parecen mucho a las encontradas en escenas naturales. La mayoría de las técnicas introducidas, usan interrelaciones espaciales como en los Campos Aleatorios de Markov o en los Campos Aleatorios de Gibbs [2][35]. La diferencia principal de estos métodos con el presentado en esta solicitud es que están basados en relaciones espaciales con la vecindad del píxel siendo procesado mientras que para la generación de una
20 imagen IPC solo se toma en consideración la similitud del píxel a procesar sin tomar en cuenta su vecindad.

En [6] se presenta una técnica que combina características geométricas y de color para la segmentación extendiendo conceptos de morfología matemática para procesar imágenes en color. La segmentación final es obtenida fusionando una imagen de partición
25 jerárquica y una imagen de detalles finos. Los autores consideran que a través de su enfoque (con la generación de una partición jerárquica de regiones de color y la obtención de los detalles finos a través de umbralización de top-hats), pueden obtener un análisis completo de la imagen. Su enfoque vectorial tiene como inconvenientes: 1) la complejidad computacional de los algoritmos, haciendo que las implementaciones sean



Instituto
Mexicano
de la Propiedad
Industrial

muy lentas. 2) Tiende a juntar texto, objetos puntuales y lineales en una sola imagen de detalles geométricos; todavía habría que separar las capas temáticas con un procesamiento extra para cada color para obtener una segmentación semejante al propuesto en esta solicitud.

5 En [7] los autores argumentan que espacios polares de color, tales como HLS, HSV, HSI, etc son inadecuados para tareas de procesamiento y análisis de imágenes. Después de presentar tres prerequisites para que los espacios polares de color tridimensionales sean adecuados para el procesamiento de imágenes, derivan una representación coordinada la cual satisface los prerequisites y al cual llaman Improved HLS (IHLS).

10 En [8] la idoneidad de las representaciones polares en tres dimensiones para tareas cuantitativas en procesamiento de imágenes es investigada. Después de un análisis crítico de la corrección gama se propone una representación polar usando la norma L_1 . Los autores validan la relevancia de su propia representación a través de histogramas de luminancia / saturación, la cuales exhiben alineamientos observables y por lo mismo alguna forma de orden.

15 En [11] y [12] los autores presentan un método de segmentación basadas en una serie de combinaciones lineales de los componentes de color RGB y de las versiones ecualizadas de cada uno de ellos para crear 16 imágenes monocromáticas las cuales son después combinadas para obtener la partición final. Este método de segmentación es la base para los trabajos presentados en [13] [15] [16] y [17]. Este método es un caso típico de los mencionados en [5] y [6] que utilizan métodos monocromáticos en canales separados o combinaciones lineales de ellos (en este caso en el espacio RGB). A diferencia de este método, el propuesto en esta solicitud utiliza la información de color de manera conjunta para cada píxel de la imagen original RGB, transformándola a un espacio HSI especialmente modificado.

25 En [2] se presenta el estado de la técnica concerniente al procesamiento digital de imágenes en color, incluyendo segmentación. Se presentan varias distancias y medidas de similitud de color. Todas estas medidas comparan a los píxeles de color como unidad y están basadas en representaciones vectoriales tridimensionales para el color en cada componente. En ninguna de las distancias y medidas de similitud presentadas en [2] se



maneja la representación vectorial en R^2 para la tonalidad, tampoco el cálculo de la tonalidad promedio a través de sumas vectoriales como en el método presentado en esta solicitud de patente.

5 En [20] se introduce un método de segmentación en color el cual se fundamenta en características cognitivas humanas. Fueron obtenidas a través de experimentos de categorización de color 11 categorías para segmentar la imagen. Desarrollaron una distancia llamada Fast Exact Euclidean Distance (FEED) trabajando el espacio de color HSI estándar. En [22] los autores usaron técnicas de imágenes multiespectrales para segmentar partes de glóbulos blancos en la sangre en vez de procesamiento de imágenes
10 en color y procesaron el espectro de cada píxel individualmente.

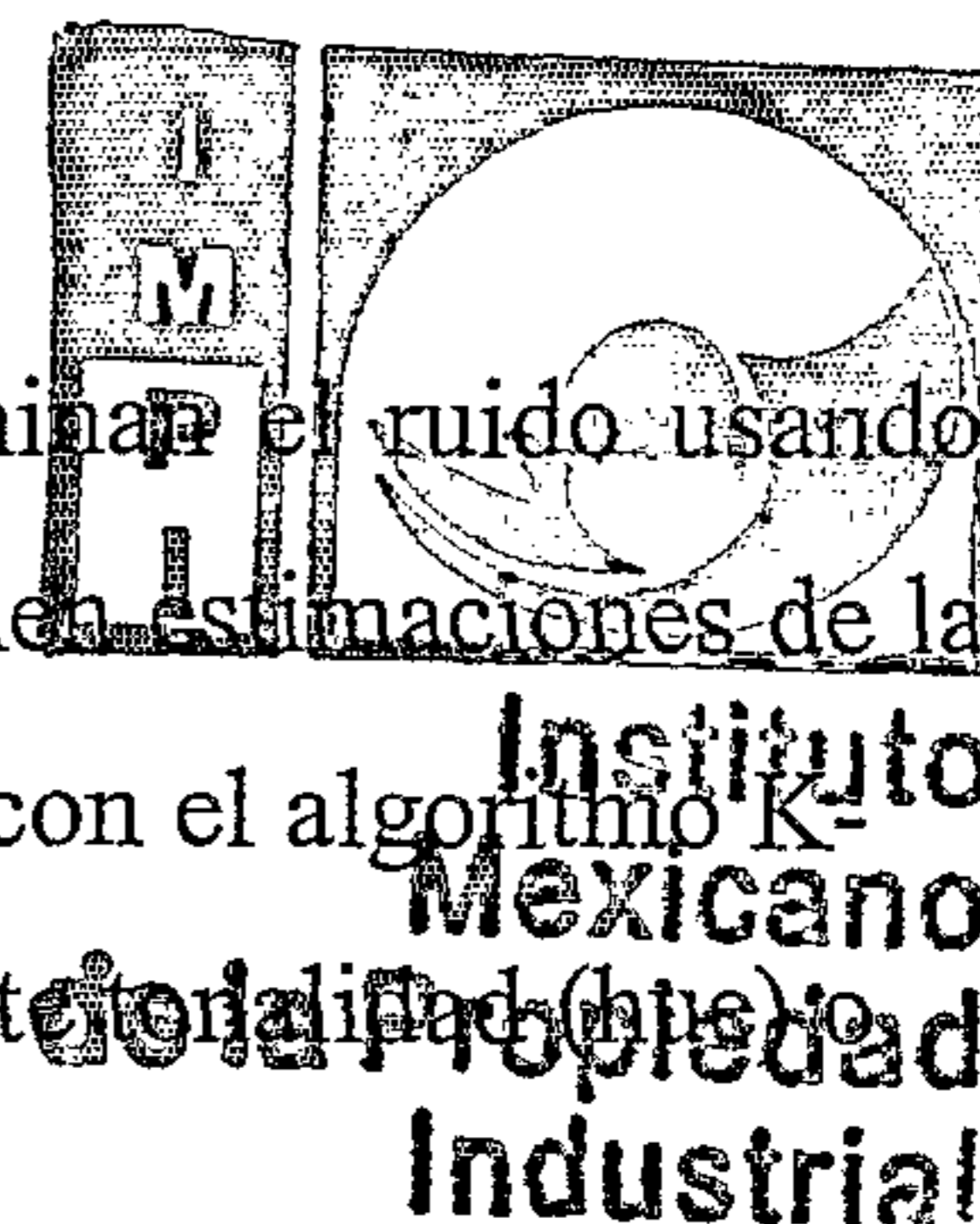
Algunos de los métodos combinan textura e información de color para obtener la segmentación como en [18][29] y [31]. En [31] los autores mejoran una medida de integración llamada "J" la cual es usada para obtener bordes de color / textura y obtener a partir de ellos la segmentación final.

15 El método presentado en [30] ataca el problema de segmentar texto inmerso en imágenes de color del mundo real. Integran la información de color trabajando en el espacio RGB con información espacial usando varias métricas y filtros Log-Gabor.

En [25] los autores proponen un modelo de color confiable en el espacio de color HSI considerando la información de intensidad al adaptar ajuste de curvas B-spline para crear
20 un modelo matemático para las características estadísticas de color con respecto a la intensidad.

En [24] los autores argumentan que tareas difíciles como la extracción y análisis de texto en imágenes de documentos Web se beneficia de las capacidades humanas de la percepción del color, en preferencia al análisis en el espacio de color RGB. Su enfoque
25 permite la segmentación de texto en situaciones complejas como color y textura variantes. La imagen es segmentada utilizando análisis de los histogramas de tonalidad (Hue) y Lightness en el espacio de color HLS y después fusionándolos usando información de la discriminación humana de longitud de onda y luminancia.

En [26] los autores proponen un método de segmentación de imágenes en color que filtra
30 la imagen simultáneamente utilizando tensores de votación como paso principal de filtrado. Primero descomponen la imagen en regiones cromáticas y acromáticas, después



identifican las capas de texto usando tensores de votación y eliminan el ruido usando filtros medianos adaptativos de manera iterativa. Finalmente obtienen estimaciones de la densidad para detección de centroides y se realiza el agrupamiento con el algoritmo K-means para la segmentación de los valores de acuerdo al componente de intensidad en la imagen mejorada.

En [27] los autores presentan un esquema de segmentación de imágenes en color en una clasificación de píxeles no supervisada. En su técnica, cuando los puntos de color de diferentes regiones en una imagen dan origen a un solo cluster en el espacio de color, dividen este cluster en sub-clusters de puntos de color definidos por dominios de color.

Las propiedades de conexión y de homogeneidad de sub-clusters de píxeles de color definidos por estos dominios de color son después analizados para construir las clases que representan las regiones de interés de la imagen.

En la técnica presentada en [29] la información de color para cada píxel es representada y analizada como una unidad en la forma de cuaterniones en el cual cada componente del espacio de color RGB corresponde a las bases i, j, k imaginarias respectivamente. Esta representación del color ha mostrado ser efectiva en el contexto de segmentar imágenes en color en regiones de textura y color similar

Referencias

20

[1] Gonzalez R.C., Woods R.E. "Digital Image Processing", Prentice Hall Tercera Edición, USA 2008.

[2] Plataniotis, K.N., Venetsanopoulos A.N, "Color Image Processing and Applications", 1^{ra} Edición Springer Germany 2000, 354pp.

25

[3] Alvarado-Cervantes R., Tesis de Maestría en Ciencias, "Segmentación de patrones lineales topológicamente diferentes, mediante agrupamientos en el espacio de color HSI", Centro de Investigación en Computación Instituto Politécnico Nacional, México, 2006.

[4] Felipe-Riverón, E. M., García-Ramos, M. E. Levachkine S. P., "Problemas

