

Transformada

por: GONZÁLEZ, Sergio* et.al

RESUMEN

La transformada Gabor es una técnica de filtrado en dos dimensiones utilizada en el procesamiento de imágenes bidimensionales, principalmente porque permite resaltar los bordes del objeto, aún cuando persistan cambios de iluminación.

La parte inicial de la técnica de filtrado mediante la transformada de Gabor, es la obtención de los coeficientes de ésta mediante la Wavelet madre. A los coeficientes y a la imagen se le aplican la transformada de Fourier Bidimensional Discreta (Christoph, C(1996) Weldon P.) obteniendo coeficientes complejos como salida. Se realiza la convolución circular bidimensional entre los coeficientes resultantes de la imagen y el filtro. La imagen final es obtenida a partir de la magnitud, resultado de la transformada de Fourier inversa, calculada a partir de la convolucion circular entre los coeficientes de la imagen y el filtro. Este escrito está basado en el artículo (Weldon P.(1993)).

ABSTRACT

The Gabor transformed is a filter technique in two dimensions to use in the image processing, because it allows to stand out the edges of the object, even though with illumination changes.

The initial part of the filter technique by means of Gabor transformed is its coefficients obtaining, using the mother Wavelet. The Fourier Transformed is applied to coefficients and image and it is obtained complex coefficients as output. The final image is obtained starting from the magnitude, result of the Fourier inverted transformed, achieved from the circular convolution between the image's coefficients and filter. This writing is based in article (Weldon P.(1993)).

Wavelet Gabor

INTRODUCCIÓN

Preprocesamiento digital de imágenes.

Como las imágenes de los objetos regularmente presentan alteraciones de iluminación, textura color es necesario que la imagen sea preprocesada antes de que pueda ser utilizada, entre las tareas de preprocesamiento (Faundez, M. (2000)) más comunes podemos encontrar las siguientes:

- Extraer la imagen del objeto de una imagen más grande que contenga información irrelevante para el reconocimiento.
- La finalidad del procesamiento digital de imágenes, es mejorar el aspecto visual de ciertos elementos estructurales para el analista y proveer otras contribuciones para su interpretación.

Materiales y métodos Filtrado

En este artículo se trata un tipo de operación y transformación que se aplica sobre las imágenes digitales en una etapa de procesamiento previa a las de segmentación y al reconocimiento (González, R. (2002)). Su objeto es mejorar o destacar algún elemento de las imágenes, de manera que las etapas posteriores sean posibles o se simplifiquen (ej. reconocimiento).

La operación que se va a describir se puede explicar desde la perspectiva ofrecida por la teoría de filtros. Un filtro puede verse como un mecanismo de cambio o transformación de una señal de entrada a la que se aplica una función conocida como función de transferencia, para obtener una señal de salida. En este contexto se entiende por señal una función de una o dos variables independientes. Las imágenes son ejemplos típicos de esta clase de señales.

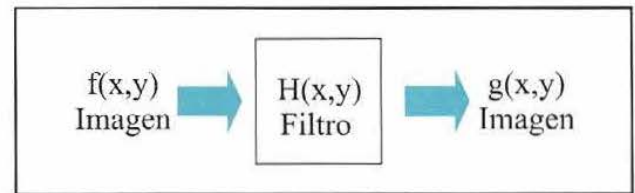


Figura 1 Filtro bidimensional.

En la figura 1 se representa el esquema general del funcionamiento de un filtro, siendo $f(x,y)$ la función de entrada, $g(x,y)$ la de salida y $H(x,y)$ la función de transferencia del filtro. Todas estas señales son discretas. Las variables x,y corresponden al eje "x" y al eje "y", siendo un punto en el espacio.

Representación de objetos

Una representación es un conjunto de convenciones sobre la forma de describir un tipo de cosas. La representación debe hacer explícitos los objetos y las restricciones importantes, poner de manifiesto las restricciones naturales, agrupar los objetos y las relaciones, eliminar detalles insignificantes, ser completa (permite definir todos los objetos posibles) y pequeña. La más elemental de las representaciones para reconocimiento visual es una imagen en tonos de gris, sin embargo, a partir de una imagen de este tipo pueden lograrse mejores representaciones.

Representaciones basadas en filtros.

Pueden obtenerse nuevos tipos de características usando filtros sobre una representación en tonos de gris. En este caso, una característica J en la posición x,y , de una imagen se describe por la convolución entre el filtro de nivel ψ y la imagen, dada por la ecuación (1) de la siguiente forma:

$$J_i(x, y) = \iint \psi_i(x - x', y - y') I(x', y') dx' dy' \quad (1)$$

De este modo, se puede ver a $J(x, y)$ como la descripción de la región que rodea al punto (x, y) . El filtro ψ también puede ser considerado un detector especial de características y $J(x, y)$ el estado de dicho detector en la posición (x, y) .

Representación basada en el filtro Wavelets Gabor

En el dominio espacial los filtros Gabor son ondas planas que están restringidas por una función gaussiana. Esto hace clara la medida del filtro para una frecuencia dada en un área local de la imagen. La onda plana en un filtro Gabor puede ser definida tal que el filtro (par) e (impar) sea combinado en una fórmula, llamada función Wavelet Gabor (Weldon P. (1993)). compleja (complex Gabor-based kernels) como se presenta en la ecuación (2).

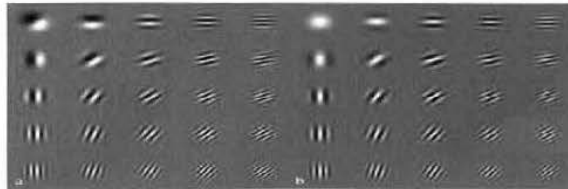
$$\psi_j(\vec{X}) = \frac{k_j^2}{\sigma^2} \exp\left(-\frac{k_j^2 \cdot X^2}{2\sigma^2}\right) \left[\exp(i \vec{k}_j \cdot \vec{X}) - \exp\left(\frac{\sigma^2}{2}\right) \right] \quad (2)$$

En la forma de onda plana con vector de onda \vec{k}_j (donde \vec{k}_j denota la dirección del vector), restringida por una función envolvente gaussiana de la forma $\exp\left(-\frac{k_j^2 \cdot X^2}{2\sigma^2}\right)$. Usando un conjunto discreto de 5 diferentes frecuencias, índice $v=0, \dots, 4$ y 8 orientaciones, índice $\mu = 0, \dots, 7$.

$$\vec{k}_j = \begin{pmatrix} k_{jx} \\ k_{jy} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} k_v \cos \varphi_\mu \\ k_v \sin \varphi_\mu \end{pmatrix}, k_v = 2^{-\frac{v+2}{2}} \pi, \varphi_\mu = \mu \frac{\pi}{8} \quad \text{con índice } j = \mu + 8v \quad (3)$$

Este muestreo eventualmente cubre una banda en el espacio de frecuencias. El ancho $\frac{\sigma}{k}$ de la gaussiana es controlado por el parámetro $\sigma = 2\pi$, el segundo término en el corchete de la ecuación (3) hace el núcleo libre de componentes DC.

Todos los núcleos son generados desde una Wavelet madre por medio de dilatación y rotación por que los núcleos son similares, un ejemplo de un filtro Gabor es mostrado en la figura (2). Se habla de una transformada Wavelet (Polikar, R.(1995)) puesto que la familia de núcleos es similar, todos los núcleos serán generados desde un Wavelet madre por dilatación y rotación



La parte inicial de la figura representa las componentes de el filtro Wavelet Gabor para la parte real con 5 frecuencias y 8 orientaciones, y la segunda parte representa la respuesta para la parte imaginaria. En la figura las filas presentan los niveles de frecuencia y las columnas muestran la orientación.

El conjunto de filtros Gabor es aplicado dada la siguiente elección de frecuencias espaciales:

$$k_{dl} = \langle \varphi_d, k_l \rangle = (\Delta\varphi \cdot d, k_{\max} \cdot k^l_{fac}) \quad (3)$$

Donde $d = 0, \dots, 10$, representa el nivel de orientación y $l = 0, \dots, 5$ representa el nivel de frecuencia y $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{16}$; $k_{\max} = \frac{\pi}{2}$; $k_{fac} = \frac{1}{\sqrt{2}}$ constantes de la ecuación (4).

Las respuestas de estos filtros son invariantes con respecto a los desplazamientos de los valores en niveles de gris de una imagen:



Figura 3. Extracción de características

La extracción de características se compone de: 1) la obtención de las diferentes orientaciones y frecuencias de la Wavelet madre, 2) cálculo de la transformada de Fourier [Fourier, 1996] de la imagen a filtrar y de la resultante de la transformada Gabor de cada una de sus orientaciones y frecuencias, 3) realizar la convolución circular a partir de los resultados obtenidos anteriormente, 4) finalmente realizar los cálculos de la transformada inversa de Fourier de los resultados de la convolución.

Resultados Transformada Wavelet Gabor.

Se utiliza el lenguaje de simulación Matlab 5.3 para la simulación de los resultados.

El proceso se inicia con el cambio de color RGB (red, green, blue) (rojo, verde, azul) a el modelo de color YUV (0.3R+0.59G+0.11B), esto se caracteriza por resaltar un color más que otro.



Figura 4. Imagen a Filtrar.

Se tomaron en cuenta 10 orientaciones y 5 frecuencias para la simulación de los resultados de la transformada Gabor. Las imágenes corresponden únicamente a la magnitud del resultado de la convolución circular para cada una de las orientaciones y frecuencias. Variando los diferentes niveles de orientación y manteniendo fijo el nivel de frecuencia las imágenes que se obtuvieron son las siguientes:



Figura 5. Imagen filtrada círculo rojo, para diferentes orientaciones.

La orientación de estas figuras corresponden a 0 radianes y a $\frac{\pi}{2}$

Con lo anterior es fácilmente visible que al aumentar la orientación se va resaltando la región que corresponde a esa orientación en el objeto. Ahora variando los diferentes niveles de frecuencia y manteniendo fijo el nivel de orientación las imágenes que se obtuvieron son:



Figura 6. Imagen filtrada círculo rojo, para diferentes frecuencias

Nivel de Frecuencia $\frac{\pi}{2}$ y $\frac{\pi}{2^{3/2}}$

Manteniendo una orientación fija y variando los niveles de frecuencia se observa que el ancho del borde de la imagen es mucho más pronunciado cuando la frecuencia aumenta. En este artículo se hace mención a algunos de los resultados. Realmente se obtiene una gama de orientaciones que cubren toda la imagen 0 de Π radianes.

Discusión

- Las etapas de preprocesamiento de la imagen son esenciales para obtener una óptima representación de los objetos para su posterior utilización en las etapas de entrenamiento y reconocimiento.
- Para cámaras de baja resolución es necesario realizar un filtrado bajo para mejorar la calidad de la imagen y eliminar el ruido introducido por el sensor que trae la cámara.
- La extracción de características es de vital importancia para la reducción de la dimensionalidad de los datos de la imagen. La extracción de características asegura recoger la información más importante eliminando el resto.
- La utilización de el filtro wavelet Gabor nos permite eliminar la sombra presente en la imagen del objeto, con esto se pueden definir claramente los bordes del mismo.

Agradecimientos

Ms Juan Mauricio Salamanca.

Grupo DSP (grupo de procesamiento de señales) UPTC Sogamoso.

BIBLIOGRAFÍA

- AZNAR J. (1993). Análisis multiescala y multiorientación de imágenes mediante un banco de filtros Gabor. Universidad de Barcelona. Barcelona España.
- CRISTOPH C. (1993) Face Recognition by dynamic link matching. R Institut Fur Neuroinformatik. Boctrum Alemania.
- HECHT, N. (1990) Neurocomputing. Addison-Wesley. USA
- GONZALEZ, R. (2002). Digital image Processing. Prentice hall, Upper saddle river. USA.
- FAUNDEZ, M. (2000). Tratamiento de Voz e Imagen. Alfaomega. 2000. México:
- POLIKAR, R. (1995). The wavelet tutorial. Durham Computation Center, Iowa Sate University. USA.
- WELDON P. (1993). Design of multiple gabor filters for texture segmentation. University of North Carolina. Department of Electrical Engineering. USA.