

Practicas Laborales 2do

Maday Suarez Velazquez

Grupo C211

Randy Rivero Cordova

Grupo C212

Tutor(es):

Dr. Damian Valdes Santiago, *Optimizacion*

Resumen

La transformada wavelet es una de las técnicas más recientes propuestas para resolver problemas de compresión de imágenes, relevamiento de bordes y análisis de texturas. El interés por este nuevo instrumento matemático nace de la posibilidad que el mismo ofrece de superar algunas de las limitaciones que se enfrentan al emplear otras transformaciones. De forma general la transformada wavelet descompone una señal mediante el uso de las versiones escaladas y desplazadas de la wavelet madre. Podemos decir que la wavelet actúa como un filtro pasa banda el cual solo permite el paso de ciertos componentes de la señal a una determinada frecuencia.

Abstract

The wavelet transform is one of the most recent techniques proposed to solve problems of image compression, edge surveying and texture analysis. The interest in this new mathematical instrument arises from the possibility that it offers to overcome some of the limitations that are faced when using other transformations. In general, the wavelet transform decomposes a signal by using the scaled and displaced versions of the mother wavelet. We can say that the wavelet acts as a bandpass filter which only allows certain components of the signal to pass to a certain frequency.

Palabras Clave: Wavelet, Transformaciones, Imagenes.

Tema: Transformada de Wavelet.

1. Introducción

En este informe, estaremos abordando acerca de la transformada de Wavelet aplicada a imagenes 2-D. Daremos una breve introduccion a estos metodos: en que consisten y como se computan. Pero antes de introducir estos conceptos, debemos conocer que es una imagen: Una imagen puede definirse como una función bidimensional, $f(x, y)$, donde x e y son coordenadas espaciales (plano), y la amplitud de f en cualquier par de coordenadas (x, y) se llama intensidad o nivel de gris de la imagen en ese punto. Cuando x, y y los valores de amplitud de f son cantidades finitas y discretas, llamamos a la imagen una imagen digital. Una imagen digital está compuesta por un número finito de elementos, cada uno de los cuales tiene una ubicación y un valor particular. Estos elementos se conocen como elementos de imagen, pels y píxeles.

2. Desarrollo

Una vez introducido el concepto de imagen digital, estamos en condiciones de presentar este informe.

2.1 Tipos de imágenes

Entre los campos que utilizan el procesamiento de imágenes digitales están presentes:

- **Imágenes de rayos Gamma:** Los principales usos de las imágenes basadas en rayos gamma incluyen la medicina nuclear y las observaciones astronómicas. En medicina nuclear, el enfoque es inyectar a un paciente con un isótopo radiactivo que emite rayos gamma a medida que se descompone. Las imágenes se producen a partir de las emisiones recogidas por los detectores de rayos gamma. Las imágenes de este tipo se utilizan para localizar sitios de patología ósea, como infecciones o tumores.
- **Imágenes de rayos X:** El uso más conocido de los rayos X es el diagnóstico médico, pero también se utilizan ampliamente en la industria y otras áreas, como la astronomía. Los rayos X para imágenes médicas e industriales se generan utilizando un tubo de rayos X, que es un tubo de vacío con un cátodo y un ánodo. Tal vez el más conocido de todos los usos de los rayos X en las imágenes médicas es la tomografía axial computarizada.
- **Imágenes en la banda ultravioleta:** La luz ultravioleta se utiliza en la microscopía de fluorescencia, una de las áreas de crecimiento más rápido de la microscopía.

La microscopía de fluorescencia es un excelente método para estudiar materiales que se pueden hacer fluorescer, ya sea en su forma natural o cuando se tratan con productos químicos capaces de fluorescencia.

- **Imágenes en las bandas visibles e infrarroja:** La banda infrarroja se utiliza a menudo junto con imágenes visuales. Un área importante del procesamiento visual es la teledetección, que generalmente incluye varias bandas en las regiones visual e infrarroja del espectro. La observación y predicción meteorológicas también son aplicaciones principales de las imágenes multispectrales de los satélites. Otra aplicación notable se muestra en el conjunto de datos Nighttime Lights of the World, que proporciona un inventario global de los asentamientos humanos, este sistema de imágenes infrarrojas funciona en la banda de 10,0 a 13,4 m, y tiene la capacidad única para observar fuentes débiles de emisiones infrarrojas visibles y cercanas presentes en la superficie de la Tierra, incluidas ciudades, pueblos, aldeas, bengalas de gas e incendios.

- **Imágenes en la banda de microondas:** La aplicación dominante de las imágenes en la banda de microondas es el radar. La característica única del radar de imágenes es su capacidad para recopilar datos sobre prácticamente cualquier región en cualquier momento, independientemente del clima o las condiciones de iluminación ambiental.

- **Imágenes en la banda de radio:** Las principales aplicaciones de las imágenes en la banda de radio son en la medicina y la astronomía. En medicina, las ondas de radio se utilizan en la resonancia magnética (MRI). También podemos mencionar otras como son las imágenes acústicas, la microscopía electrónica y las imágenes sintéticas

2.2 Etapas del procesamiento digital de imágenes

Adquisición: Es el primer proceso. Tenga en cuenta que la adquisición podría ser tan simple como recibir una imagen que ya está en formato digital. Por lo general, la etapa de adquisición de imágenes implica un preprocesamiento, como el escalado.

Mejora de la imagen: Es una de las áreas más simples y atractivas del procesamiento de imágenes de excavación. Básicamente, la idea detrás de las técnicas de mejora es resaltar los detalles que están oscurecidos, o simplemente resaltar ciertas características de interés en una imagen. Un ejemplo familiar de mejora es cuando aumentamos el contraste de una imagen porque "se ve mejor". Es importante tener en cuenta que la mejora es una área subjetiva del procesamiento de imágenes.

Restauración de imágenes: Es un área que también se ocupa de mejorar la apariencia de una imagen. Sin embargo, a diferencia de la mejora, que es subjetiva, la restauración de imágenes es objetiva, en el sentido de que las técnicas de restauración tienden a basarse en modelos matemáticos o probabilísticos de degradación de imágenes. La mejora, por otro lado, se basa en las preferencias subjetivas humanas con respecto a lo que constituye un "buen" resultado de mejora.

Procesamiento de imágenes en color: Es un área que ha ido ganando importancia debido al aumento significativo en el uso de imágenes digitales a través de Internet. El uso del color en el procesamiento de imágenes está motivado por dos factores principales. En primer lugar, el color es un poderoso descriptor que a menudo simplifica la identificación y extracción de objetos de una escena. En segundo lugar, los humanos pueden discernir miles de colores, tonos e intensidades, en comparación con solo dos docenas de tonos de gris. Este segundo factor es particularmente importante en el análisis manual (es decir, cuando lo realiza humanos).

El procesamiento de imágenes en color se divide en dos áreas principales: el procesamiento a todo color y el procesamiento pseudocolor. En la primera categoría, las imágenes en cuestión suelen adquirirse con un sensor a todo color, como una cámara de televisión a color o un escaneo de color. En la segunda categoría, el problema es asignar un color a una intensidad monocromática particular o rango de intensidades. Hasta hace relativamente reciente, la mayoría del procesamiento de imágenes en color digital se realizaba a nivel de pseudocolor.

La compresión: Como su nombre indica, se ocupa de técnicas para reducir el almacenamiento necesario para guardar una imagen, o el ancho de banda necesario para transmitirla. Aunque la tecnología de almacenamiento ha mejorado significativamente en la última década, no se puede decir lo mismo de la capacidad de transmisión. Esto es especialmente cierto en los usos de Internet, que se caracterizan por un contenido pictórico significativo.

La compresión de imágenes es familiar (quizás inadvertidamente) para la mayoría de los usuarios de ordenadores en forma de extensiones de archivo de imagen, como la extensión de archivo jpg utilizada en el estándar de compresión de imágenes JPEG (Joint Photographic Experts Group). **El procesamiento morfológico:** Se ocupa de herramientas para extraer componentes de imagen que son útiles en la representación y descripción de la forma.

Procedimientos de segmentación: Estos dividen una imagen en sus partes o objetos constituyentes. En general, la segmentación autónoma es una de las tareas más difíciles en el procesamiento de imágenes digitales. Un procedimiento de segmentación robusto lleva el proceso a un largo camino hacia una solución exitosa de los problemas de imagen que requieren que los objetos se identifiquen individualmente. Por otro lado, los algoritmos de segmentación débiles o erráticos casi siempre garantizan un fracaso eventual. En general, cuanto más se cure la segmentación, más probable es que el reconocimiento tenga éxito.

La representación y la descripción: Casi siempre siguen la salida de una etapa de separación, que generalmente son datos de píxeles sin procesar, que constituyen el límite de una región (es decir, el conjunto de píxeles que separan una región de imagen de otra) o todos los puntos de la propia región. En cualquier caso, es necesario convertir los datos en un formulario adecuado para el procesamiento informático. La primera decisión que se

debe tomar es si los datos deben representarse como un límite o como una región completa. La representación de los límites es apropiada cuando la atención se centra en las características de la forma externa, como las esquinas y las inflexiones. La representación regional es apropiada cuando la atención se centra en las propiedades internas, como la textura o la forma esquelética. El reconocimiento: Es el proceso que asigna una etiqueta (por ejemplo, "vehículo") a un objeto basado en sus descriptores.

Aunque no aborda la visualización de imágenes explícitamente en este punto, es importante tener en cuenta que la visualización de los resultados del procesamiento de imágenes puede tener lugar en la salida de cualquier etapa.

2.3 Cuantización y muestreo de una imagen

La idea básica detrás del muestreo y la cuantificación se ilustra en la figura (abajo). La figura región(a) muestra una imagen continua, $f(x, y)$, que queremos convertir en forma digital. Una imagen puede ser continua con respecto a las coordenadas x e y , y también en amplitud. Para convertirlo a forma digital, tenemos que probar la función tanto en coordenadas como en amplitud. La digitalización de los valores de coordenadas se llama muestreo. La digitalización de los valores de amplitud se llama cuantización.

La función unidimensional que se muestra en la figura región(b) es un gráfico de valores de amplitud (nivel gris) de la imagen continua a lo largo del segmento de línea AB en la figura región(a). Las variaciones aleatorias se deben al ruido de la imagen. Para probar esta función, tomamos muestras igualmente espaciadas a lo largo de la línea AB, como se muestra en la figura región(c). La ubicación de cada muestra viene dada por una marca de verificación vertical en la parte inferior de la figura. Las muestras se muestran como pequeños cuadrados blancos superpuestos a la función. El conjunto de estas ubicaciones discretas da la función muestreada. Sin embargo, los valores de las muestras todavía abarcan (verticalmente) un rango continuo de valores de nivel de grises. Para formar una función digital, los valores de nivel de gris también deben convertirse (cantar) en cantidades discretas. El lado derecho de la figura región(c) muestra la escala de nivel de grises dividida en ocho niveles discretos, que van desde el negro hasta el blanco. Las marcas de verificación verticales indican el valor específico asignado a cada uno de los ocho niveles de gris. Los niveles de gris continuo se cuantifican simplemente asignando uno de los ocho niveles de gris discretos a cada muestra. La asignación se realiza en función de la proximidad vertical de una muestra a una marca de verificación vertical. Las muestras digitales resultantes tanto del muestreo como de la cuantización se muestran en la figura región(d). Comenzando por la parte superior de la imagen y llevando a cabo este procedimiento línea por línea produce una imagen digital bidimensional

2.4 Transformada wavelet

La transformada wavelet es una transformación de la imagen que la divide en dos tipos de imágenes de menor tamaño, la tendencia y las fluctuaciones. La tendencia viene a ser una copia de la imagen original a menor resolución y las fluctuaciones almacenan información referida a los cambios locales en la imagen original. La tendencia y las fluctuaciones más significativas permiten una compresión de la imagen a cambio de descartar información irrelevante y de la eliminación de ruido. La transformada wavelet está asociada con el análisis multiresolución de la imagen. A distintos niveles de resolución tenemos una base de wavelets. Concretamente, cuando mayor detalle pretendamos obtener en una imagen (mayor resolución), mayor número de funciones por unidad de longitud tendremos en nuestra base de wavelets.

No existe una transformada wavelet única, ni que resuelva todos los problemas, a partir de la modelación del problema y de un análisis a priori del tipo de imagen tratada y del objetivo que se pretenda (compresión, eliminación del ruido, segmentación de la imagen,...) se busca la familia de wavelets (Haar, Daubechies, Coiflets,...) que mejor coincida con las características de la imagen a estudiar.

Existen dos tipos de wavelets las continuas y las discretas. El tratamiento con wavelets discretas permite su aplicación directa a procesos computacionales. Las wavelets continuas presentan por una parte la dificultad de su manejo al tener que evaluar un gran número de integrales y tener en consecuencia una redundancia de información, pero por otra parte permiten la flexibilidad de poder adaptarse a situaciones en las que las discretas no dan un resultado satisfactorio. Concretamente en el tratamiento de imágenes digitales se precisa realzar detalles y detectar texturas analizando la imagen desde distintos ángulos, lo cual es posible hacer con las wavelets continuas al disponer de un mayor número de parámetros que posteriormente se pueden discretizar para su tratamiento computacional.

2.5 Como se computa la transformada wavelet

La transformación de wavelet 2-D, requiere una función de escalado bidimensional, "Ro"(x, y), y tres wavelets 2-D (Figura1). Cada uno es el producto de dos funciones 1-D. Excluyendo los productos que producen resultados 1-D, los cuatro productos restantes producen la función de escala separable y las ondas separables y "sensibles".

Figura 1

- (a) $\psi^H(x, y)$
- (b) $\psi^V(x, y)$
- (c) $\psi^D(x, y)$

$$\begin{aligned}\psi^H(x, y) &= \psi(x)\varphi(y) \\ \psi^V(x, y) &= \varphi(x)\psi(y) \\ \psi^D(x, y) &= \psi(x)\psi(y)\end{aligned}$$

Estas ondas separables y "sensibles" (1) miden la variación funcional (cambios de intensidad en las imágenes) en diferentes direcciones: 1a mide las variaciones a lo largo de las columnas (por ejemplo, bordes horizontales), 1b responde a las variaciones a lo largo de las filas (como los bordes verticales) y 1c corresponde a las variaciones a lo largo de las diagonales.

Al igual que la transformada de wavelet discreta 1-D, en 2-D se puede implementar utilizando filtros digitales. Con las funciones de escala y wavelet 2-D separables, simplemente tomamos el FWT 1-D de las filas de $f(x,y)$, seguido del FWT 1-D de las columnas resultantes. En el caso 2-D, sin embargo, obtenemos tres conjuntos de coeficientes de detalle: detalles horizontales, detalles verticales y detalles diagonales. El banco de filtros de una sola escala se puede "iterar" (atando la salida de aproximación a la entrada de otro banco de filtros) para producir una forma de transescala $P \leq j$ en la que la escala j es igual a $j - 1$, $j - 2$, ..., $j - P$. Al igual que en el caso 1-D, la imagen $f(x,y)$ se utiliza como entrada. Convolviendo sus filas y bajando sus columnas, obtenemos dos subimágenes cuyas resoluciones horizontales se reducen en un factor de 2. El paso alto o componente de detalle caracteriza la información de alta frecuencia de la imagen con orientación vertical; el componente de paso bajo y aproximación contiene su información vertical de baja frecuencia. Ambas subimágenes se filtran en columnas y se reducen para producir cuatro subimágenes de salida del tamaño de un cuarto:

Figura 2 $T_\varphi, T_\psi^H, T_\psi^V, T_\psi^D$

Estas subimágenes, que normalmente están dispuestas como en la Figura (3), son los productos internos de $f(x, y)$ y las funciones bidimensionales de escala y wavelet, seguidas de un salto por dos en cada dimensión.

Figura 3

$$T_\varphi(j+1, k, l)$$

$$\downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow$$

$$T_\varphi(j, k, l), T_\psi^H(j, k, l) \\ T_\psi^V(j, k, l), T_\psi^D(j, k, l)$$

3. Conclusiones

Con la lectura de este informe y la familiarización con el contenido a tratar, esperamos que el lector esté en condiciones de realizar algunos de los procesamiento ya abordados orientados a las imágenes digitales, y de profundizar en estos estudios.

Referencias

- [1] Gonzales, Woods. *Digital Image Processing*. (3rd edition), 2008.
- [2] Wikipedia. URL: <http://en.wikipedia.org>. Consultado en 12 de diciembre de 2022.