

CAPÍTULO 1

Introducción

En el Tratamiento de la Imagen, un factor a tener en cuenta es la representación de la misma según diferentes niveles de abstracción. Podemos considerar la imagen como un todo o considerar las diferentes formas o características que constituyen dicha imagen. Para ello podemos utilizar diferentes técnicas que nos proporcionan las características a más bajo nivel o *características frecuenciales*, pudiendo extraer las formas más básicas que componen la imagen.

Gracias a esta descomposición, podemos analizar y clasificar distintas imágenes según unos criterios preacordados. Existen numerosas técnicas para la extracción de las diferentes formas elementales que componen una imagen. Éstas serán comentadas más adelante en el Estado del Arte.

Este documento trata de una de esas técnicas, la cual realiza una extracción de los elementos básicos de la imagen, las cuales denominaremos *patrones visuales*. En este caso, haremos un análisis de la imagen en el dominio de la frecuencia, teniendo en cuenta la importante información que éste nos proporciona.

Una imagen, como señal interpretable que es, tiene un contenido frecuencial. Como todas las señales, su contenido puede estar situado en las distintas zonas del espectro. En el mismo, se pueden distinguir zonas de bajas, medias y altas frecuencias. La definición es muy similar a la de señales en el tiempo, correspondiendo las altas frecuencias a imágenes con cambios bruscos y las bajas con imágenes con contenidos más suaves.

Por ejemplo, una imagen como la de la página que viene a continuación, es de esperar que su espectro esté situado en las zonas de alta frecuencia, pues se pueden apreciar continuos cambios en ella.

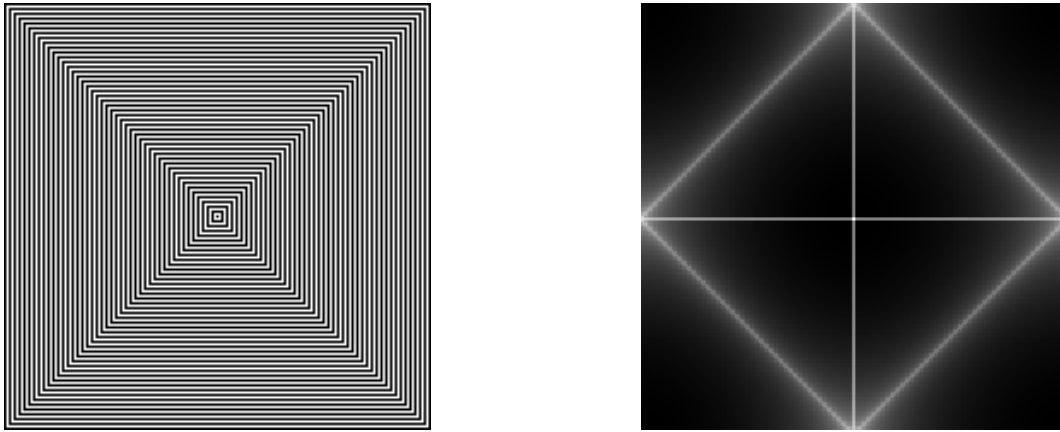


Ilustración 1.1 Izquierda: Imagen de alta frecuencia. Derecha: Espectro de la imagen anterior, distribuido en las altas frecuencias.

Es decir, el espectro se concentra en las zonas de alta frecuencia, manteniendo las medias y bajas con valores muy bajos. Los valores del espectro más oscuros corresponden a valores cercanos al cero, mientras que los más claros, son valores más elevados.

Del mismo modo, la siguiente imagen, correspondiente a una imagen de baja frecuencia, nos encontramos con el siguiente espectro.

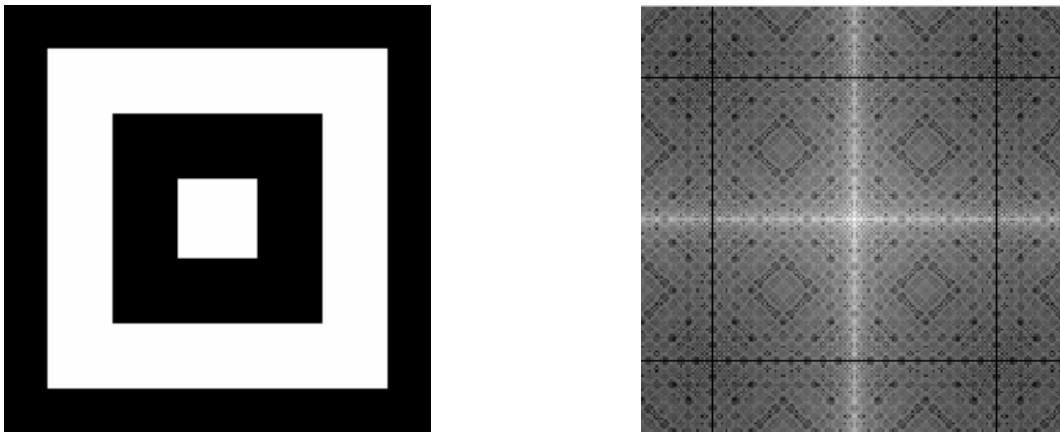


Ilustración 1.2. Izquierda: Imagen de baja frecuencia. Derecha: Espectro de la imagen anterior, distribuido en las bajas frecuencias.

En el análisis frecuencial de una imagen, aparecen dos líneas que se cruzan vertical y horizontalmente que son debidas a la propia definición de la Transformada de Fourier. Al hacer dicha transformada, el marco que rodea a la imagen se considera un elemento de alta frecuencia, pues pasamos de tener la imagen a no tener nada. Dicho salto se considera un elemento de alta frecuencia, apareciendo así esos trazos en la imagen frecuencial.

Un resultado muy interesante de este análisis y enormemente aplicable en este proyecto, es que el procesado de imágenes en frecuencia obtiene lo que se denominan estructuras orientadas, esto es, la imagen en frecuencia guarda una estrecha relación con las distintas orientaciones que puede adoptar una imagen, de forma que su contenido frecuencial nos proporcionará una idea básica de las mismas. Por ejemplo, la siguiente imagen, la cual se basa en estructuras circulares de baja frecuencia, cabe esperar que tenga el siguiente espectro.

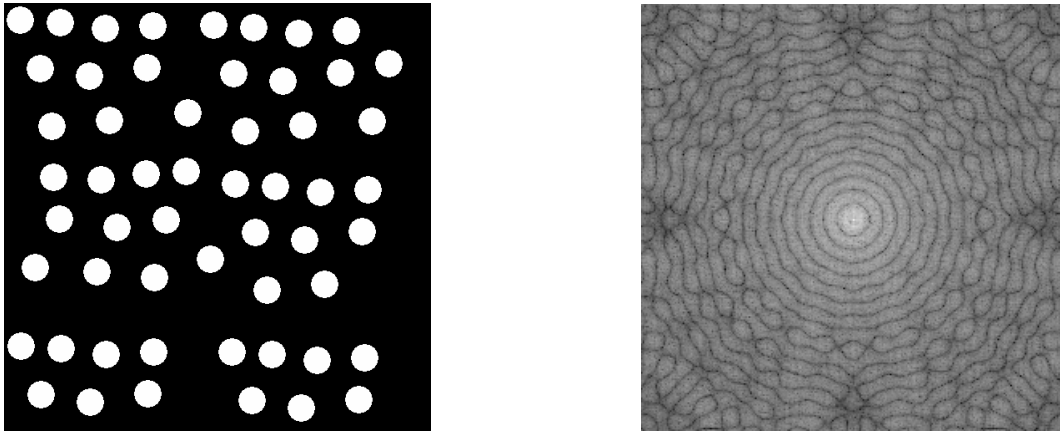


Ilustración 1.3. Izquierda: Imagen con contenido frecuencial en baja frecuencia y con formas circulares. Derecha: Se aprecia, en el espectro, su contenido.

Gracias a este hecho, podremos descomponer nuestra imagen como elementos básicos en la frecuencia, de forma que segmentaremos la imagen pero en el dominio espectral, quedándonos con sus estructuras básicas.

De este modo, podremos extraer lo que posteriormente denominaremos *características frecuenciales*. Dichas características serán los resultados del filtrado de la imagen en todo el espectro, las salidas de cada uno de los filtros será una característica frecuencial de la imagen.

Así, conseguiremos una descomposición subbanda de la imagen, alcanzando todo el rango de frecuencias en donde ésta se distribuye.

1. Implementación del sistema

La función del presente algoritmo tratará de encontrar las estructuras más relevantes existentes en una imagen, llamadas *patrones visuales*. Gracias a esta extracción podremos realizar un análisis de la imagen no como un todo, sino como las partes esenciales que la forman.

Tras un preprocesado inicial en el dominio de la frecuencia, con la finalidad de obtener una imagen espectral lo más ausente de ruido posible, la imagen analizada será introducida en un banco de filtros que barrerán todas las orientaciones posibles del espectro, yendo desde la más baja frecuencia hasta la más alta.

De este modo, obtendremos las características frecuenciales de la imagen, las cuales agruparemos empleando algoritmos de agrupamiento jerárquico hasta obtener los patrones visuales que componen dicha imagen.

2. Planteamiento del Problema

La finalidad de este proyecto es la segmentación de imágenes médicas en sus estructuras más esenciales. Hemos hablado de las estructuras orientadas y de su espectro en el dominio de la frecuencia. Una aplicación de este proyecto sería la posibilidad de segmentar estructuras óseas, las cuales son orientadas, en sus formas básicas, eliminando otros elementos como tejidos blandos, gases o líquidos e incluso seleccionar diferentes tipos de huesos, gracias a las distintas orientaciones que estos ofrecen. De este modo podríamos prestar una ayuda al diagnóstico radiológico y posterior tratamiento.

Otra posibilidad sería la extracción de estructuras vasculares, como son las arterias y las venas. Jugando con el histograma de la imagen, podremos distinguir entre los distintos tipos de tejidos. Una vez extraído el tipo de tejido a analizar, podremos obtener sus estructuras orientadas gracias a la aplicación del algoritmo descrito en este documento.

Para realizar el estudio, utilizaremos imágenes procedentes de archivos DICOM. Este formato, es el estándar en el sector sanitario a la hora del procesamiento de imágenes médicas. Un archivo DICOM, como en el caso de una tomografía axial computarizada o TAC, está compuesto por todos los cortes o *slices* tomadas de forma axial de la zona del cuerpo que se quiera examinar.

3. Fundamentos Teóricos

La forma que tiene de actuar el sistema se inspira en las diversas teorías que existen acerca del Sistema Visual Humano (HSV, en sus siglas originales). Nuestro sistema de visión está compuesto por unas células fotorreceptoras que actúan de una forma u otra según el ambiente que les rodea. Existe un aprendizaje, que comprende desde el análisis de ese ambiente como un todo, hasta la capacidad de identificar cada una de las partes que comprenden dicho todo. Se puede demostrar [1] que una forma de modelar esas células, capaces de identificar las partes que componen una escena, puede ser realizada mediante lo que se denominan filtros de Gabor. Estos filtros tienen la

peculiaridad de ser orientados, de forma que pueden descomponer una imagen en sus partes básicas y así extraer los patrones visuales que existen en una imagen.

Podemos demostrar de igual modo [2] que el HSV puede detectar escenas donde la *congruencia de fase* (PC) contiene valores elevados, es decir, zonas donde la energía del estímulo visual es localmente máxima. Esta teoría se basa en que el HSV puede realizar la detección de puntos con un alto nivel de PC mediante sensores situados a diferentes escalas y orientaciones organizados como pares en cuadratura, es decir, desfasados 90°. Los filtros Gabor cumplen con estas especificaciones, haciendo de ellos un buen modelo de lo que puede realizar el HSV.

Una vez que hemos presentado los filtros de Gabor, podemos pasar a describir el sistema completo, el cual estará compuesto por diferentes bloques concatenados, cada uno de los cuales tendrá una función esencial.

Básicamente nos encontramos con:

1. Preprocesado de la imagen.
2. Selección de la mejor ventana según el tipo de estructura que se quiera examinar.
3. Decisión de los filtros necesarios para la extracción.
4. Filtrado de la imagen.
5. Extracción de las características frecuenciales.
6. Medida de la similitud entre dichas características.
7. Decisión del número de patrones visuales existentes en la imagen.
8. Segmentación de estos patrones visuales.