

CENTRO DE ENSEÑANZA TÉCNICA INDUSTRIAL



Investigación 6

Profesor: Mauricio Alejandro Cabrera Arellano

Alumno: Ángel de Jesús Mejía Suárez

21310182

6°G

Materia: Visión Artificial

12 de mayo de 2025

Ahora explicame acerca de Filtrado de paso bajo en el dominio de la frecuencia:
Filtro de paso bajo ideal. Filtro de paso bajo Butterworth (BLPF) Filtro de paso bajo gaussiano (GLPF)

A continuación te presento una explicación formal, clara y estructurada sobre el **filtrado de paso bajo en el dominio de la frecuencia**, abarcando específicamente los filtros **ideal, Butterworth y Gaussiano**.

Filtrado de Paso Bajo en el Dominio de la Frecuencia

Los **filtros de paso bajo** en visión artificial permiten el paso de frecuencias bajas (variaciones lentas en la imagen) y eliminan o atenúan frecuencias altas (variaciones rápidas, bordes o ruido). Su aplicación en imágenes suaviza detalles finos y reduce el ruido.

Para aplicar estos filtros, generalmente se usa la transformada de Fourier:

- **FFT (Transformada rápida de Fourier)** → Espacio de frecuencias
- Aplicar **Filtro en frecuencia**
- **IFFT (Transformada inversa)** → Espacio espacial (imagen filtrada)

1. Filtro de Paso Bajo Ideal (ILPF)

Este filtro permite pasar todas las frecuencias menores o iguales a una frecuencia de corte D_0 y rechaza totalmente todas las frecuencias mayores.

Fórmula del ILPF:

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

- $D(u, v)$: distancia desde el origen en el dominio de frecuencias.

- Do: frecuencia de corte.

Características:

- Transición abrupta de frecuencias aceptadas a rechazadas.
- Genera efectos como el "ringing" (efectos de oscilación alrededor de bordes).

2. Filtro de Paso Bajo Butterworth (BLPF)

El filtro Butterworth realiza una transición más suave entre frecuencias aceptadas y rechazadas, evitando los efectos bruscos del filtro ideal.

Fórmula del BLPF:

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + \left[\frac{D(u, v)}{D_0} \right]^{2n}}$$

- n: orden del filtro (mayor orden, más abrupta la transición).
- Do: frecuencia de corte.

Características:

- Transición suave entre frecuencias.
- Evita en gran medida el efecto "ringing".
- El orden nnn permite ajustar suavidad o agresividad del filtrado.

3. Filtro de Paso Bajo Gaussiano (GLPF)

El filtro Gaussiano ofrece la transición más suave posible al tener una distribución continua. Se utiliza ampliamente por su capacidad para suavizar imágenes con mínimos efectos secundarios.

Fórmula del GLPF:

$$H(u, v) = e^{-\frac{D(u, v)^2}{2D_0^2}}$$

- Do: frecuencia de corte (controla el ancho del filtro).

Características:

- Transición extremadamente suave.
- No produce efectos oscilatorios ("ringing").
- Especialmente útil para eliminar ruido gaussiano.

Resumen comparativo:

Filtro	Transición	Efectos secundarios	Uso común
Ideal (ILPF)	Muy abrupta	Alto (ringing evidente)	Análisis teóricos, demostrativos
Butterworth (BLPF)	Moderada	Moderado (ajustable con orden)	Procesamiento práctico de imágenes
Gaussiano (GLPF)	Muy suave	Mínimo	Aplicaciones sensibles al ruido, médicas

Ahora explicame acerca de Filtrado de paso alto: Filtro de paso alto ideal. Filtro de paso alto gaussiano.

Aquí tienes una explicación formal, clara y precisa acerca del **Filtrado de Paso Alto en el dominio de la frecuencia**, específicamente sobre los filtros de paso alto **Ideal** y **Gaussiano**.

Filtrado de Paso Alto en el Dominio de la Frecuencia

Un **filtro de paso alto (High Pass Filter - HPF)** permite que pasen frecuencias altas, bloqueando o atenuando frecuencias bajas. Estos filtros se usan comúnmente en visión artificial para **detectar bordes, detalles y resaltar texturas finas**,

eliminando o reduciendo componentes suaves (como iluminación uniforme o regiones de bajo contraste).

La aplicación general incluye:

- Transformada rápida de Fourier (**FFT**)
- Aplicación del filtro en el espacio de frecuencias
- Transformada inversa (**IFFT**), para regresar al dominio espacial.

1. Filtro de Paso Alto Ideal (IHPF)

El filtro ideal de paso alto es el complemento exacto del filtro ideal de paso bajo, bloquea completamente frecuencias bajas debajo de una frecuencia de corte D_0 , permitiendo solo frecuencias mayores.

Fórmula del IHPF:

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & D(u, v) \leq D_0 \\ 1 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

- $D(u, v)$: distancia desde el centro en el dominio de frecuencias.
- D_0 : frecuencia de corte.

Características:

- Transición abrupta, lo que genera efectos oscilatorios ("ringing") muy marcados en la imagen filtrada.
- Útil teóricamente, pero rara vez utilizado en aplicaciones prácticas debido a su agresividad.

2. Filtro de Paso Alto Gaussiano (GHPF)

Este filtro presenta una transición gradual y suave, derivado del filtro gaussiano de paso bajo, siendo especialmente útil en la práctica para detectar bordes con menos efectos secundarios.

Fórmula del GHPF:

$$H(u, v) = 1 - e^{-\frac{D(u,v)^2}{2D_0^2}}$$

- D_0 : frecuencia de corte.
- La ecuación es el complemento del filtro gaussiano de paso bajo.

Características:

- Transición suave y continua, evitando efectos bruscos.
- Reduce considerablemente el fenómeno de "ringing".
- Muy usado en aplicaciones prácticas que requieren detección precisa de bordes o detalles finos.

Comparativa rápida:

Filtro	Transición	Efectos secundarios	Aplicaciones típicas
Ideal (IHPF)	Abrupta	Fuertes (ringing notable)	Demostraciones académicas o teóricas
Gaussiano (GHPF)	Muy suave	Mínimos	Procesamiento práctico de imágenes, detección de bordes