

Xử lý ảnh số

Các phương pháp cải thiện chất lượng ảnh

Chương trình dành cho kỹ sư CNTT
Nguyễn Linh Giang

Các phương pháp cải thiện chất lượng ảnh

- Tổng quan các phương pháp cải thiện chất lượng ảnh;
- Các phương pháp trên điểm;
- Biến đổi Histogram;
- Các phép toán trên miền không gian;
- Lọc ảnh;
- Giả màu.

Lọc ảnh

- Khái niệm nhiễu;
- Các phép lọc trên miền không gian;
- Các phép lọc trên miền tần số.

Các phép lọc trên miền tần số

- Cơ sở các phép lọc cải thiện ảnh trên miền tần số
- Lọc thông thấp
 - Lọc thông thấp lý tưởng;
 - Lọc lũy thừa;
 - Lọc Butterworth;
- Lọc thông cao
 - Lọc thông cao từ lọc thông thấp;
 - Lọc thông cao lý tưởng;
 - Lọc thông cao lũy thừa;
 - Lọc thông cao Butterworth

Cơ sở lọc trên miền tần số

Những bước cơ bản:

1. Tiền xử lý;
2. Tính biến đổi Fourier DFT của $s(m, n)$ là $S(u, v)$;
3. Áp dụng hàm lọc: $G(u, v) = S(u, v)H(u, v)$
4. Biến đổi Fourier ngược $g_1(m, n) = F^{-1}\{G(u, v)\}$
5. Hậu xử lý.

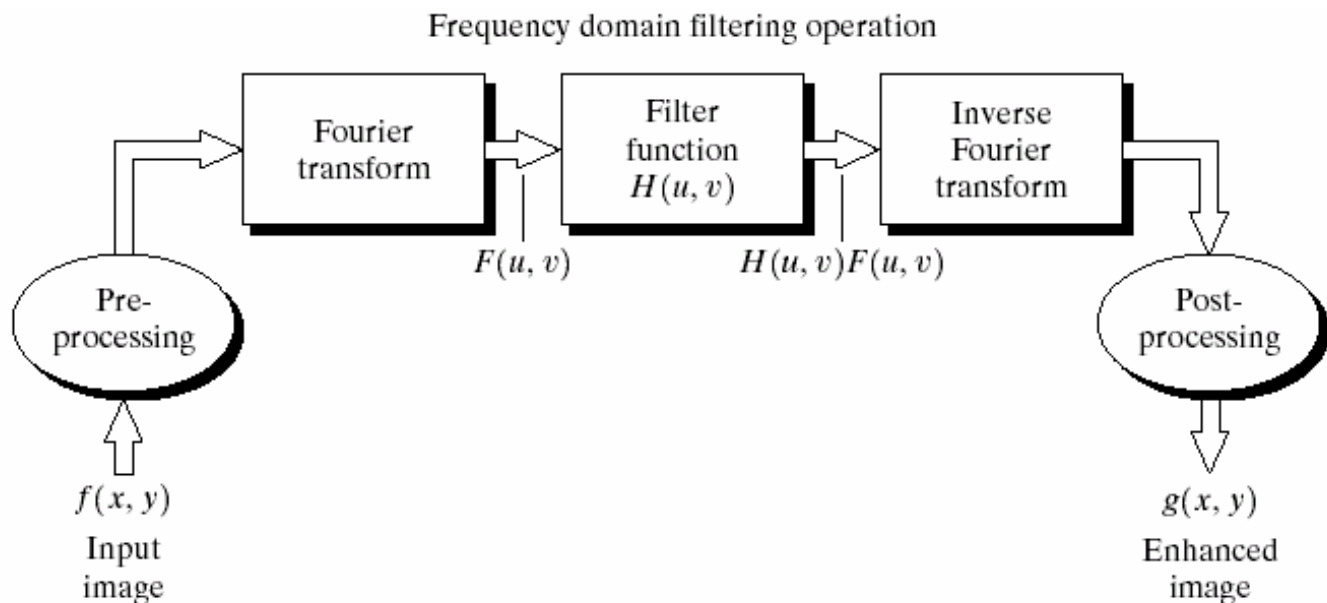


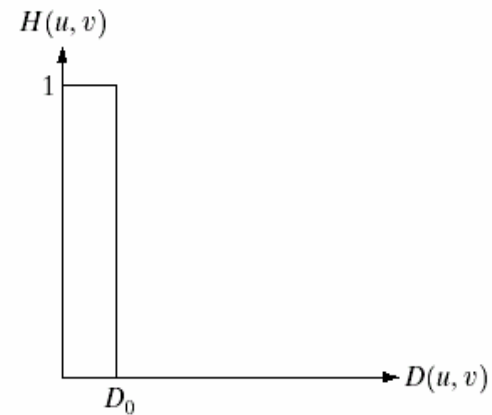
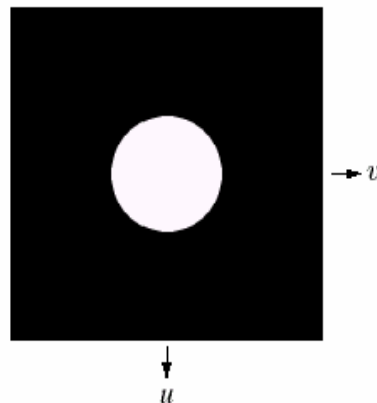
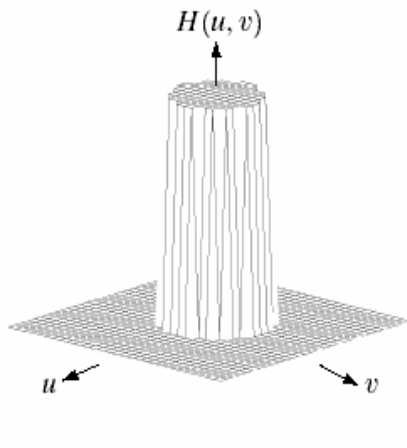
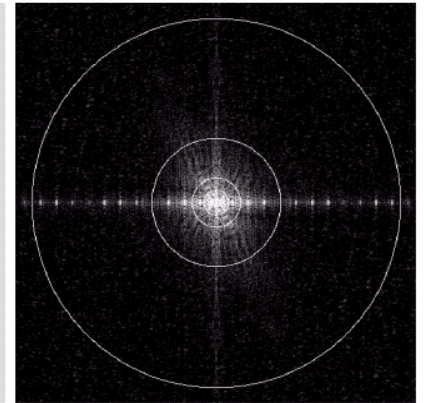
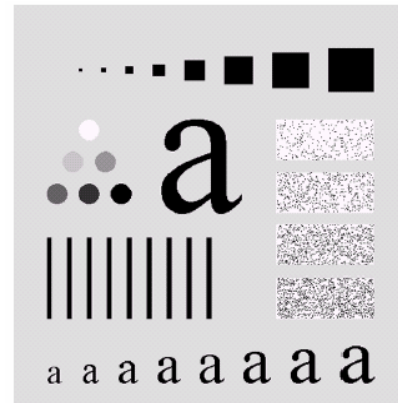
FIGURE 4.5 Basic steps for filtering in the frequency domain.

Cơ sở lọc trên miền tần số

- Các bộ lọc thông thấp làm trơn ảnh và lọc nhiễu;
- Các bộ lọc thông cao làm nét ảnh và tách đường biên;
- Xây dựng bộ lọc thông cao từ bộ lọc thông thấp.

Lọc thông thấp

- Bộ lọc thông thấp lý tưởng:
 - Tần số cắt D_0 xác định % năng lượng được lọc bỏ;
 - Do không có tính trơn tại điểm cắt nên xuất hiện hiệu ứng Gibbs: gây nên hiện tượng run ảnh;



Lọc thông thấp

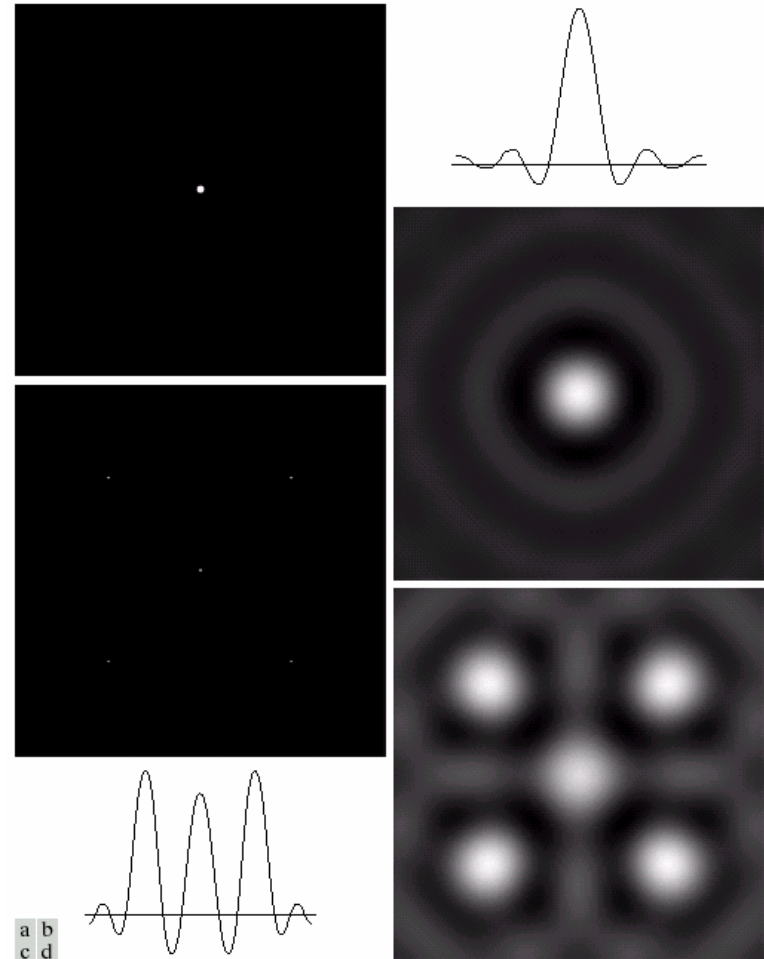
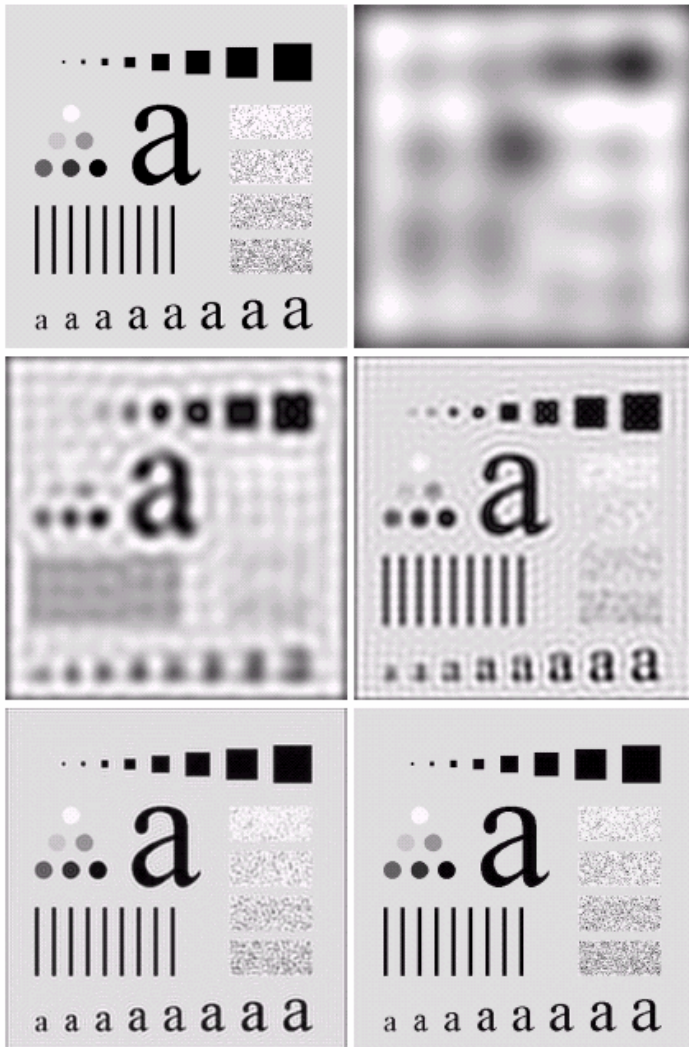


FIGURE 4.13 (a) A frequency-domain ILPF of radius 5. (b) Corresponding spatial filter (note the ringing). (c) Five impulses in the spatial domain, simulating the values of five pixels. (d) Convolution of (b) and (c) in the spatial domain.

Lọc thông thấp

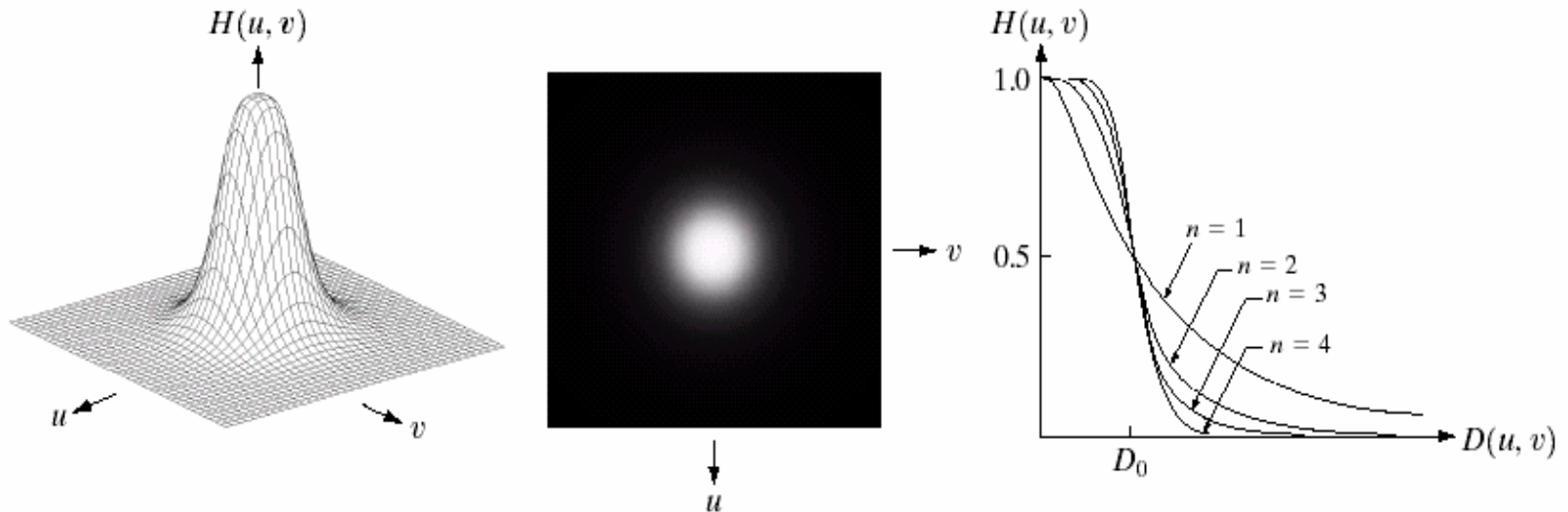
- Ví dụ lọc ảnh bằng bộ lọc thông thấp lý tưởng
 - Chú ý hiện tượng Gibbs khi cắt các thành phần tần số cao và đột biến tần



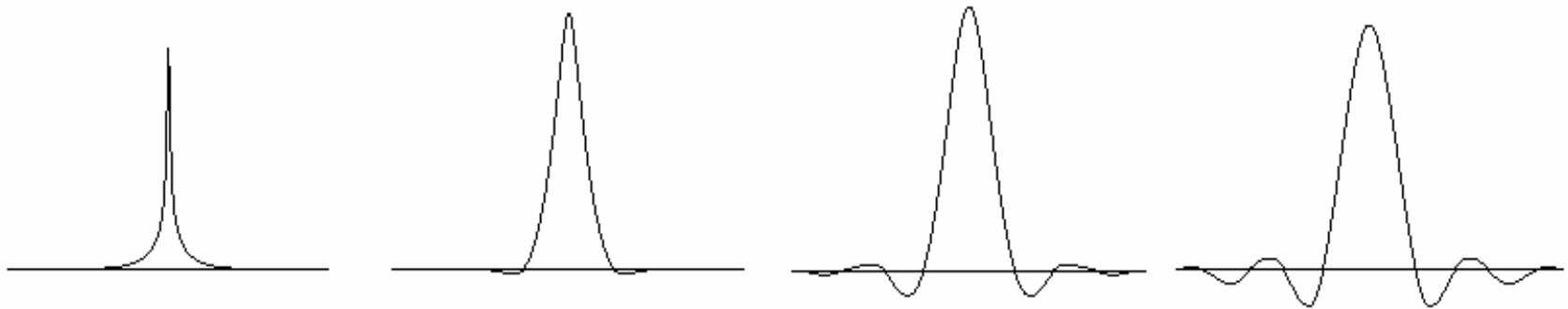
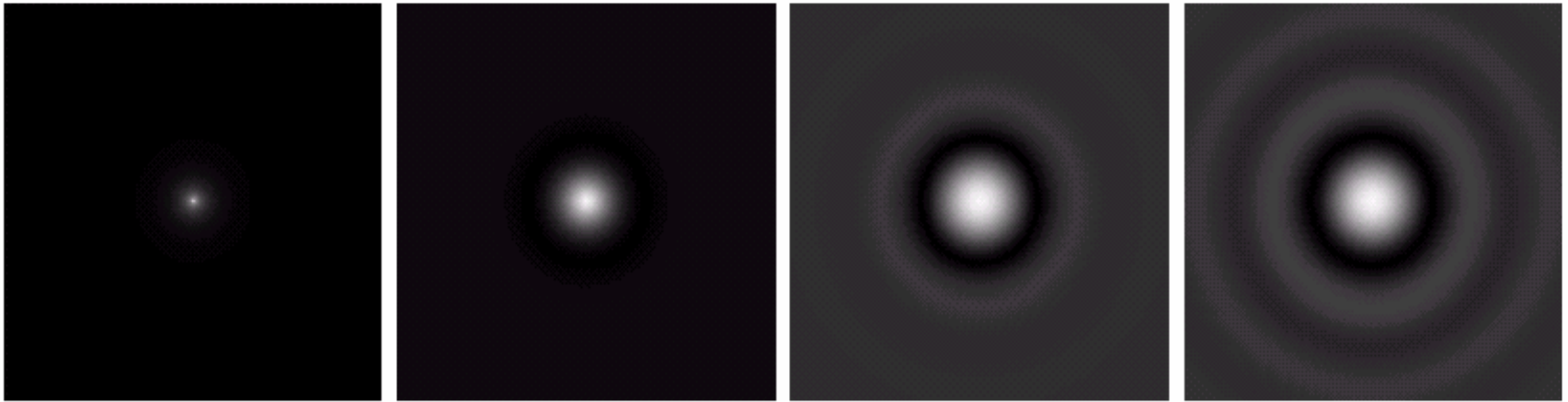
Lọc thông thấp

- Lọc thông thấp Butterworth:
 - Lọc thông thấp; loại bỏ các thành phần tần số cao hơn D_0 Tần số cắt D_0 : xác định các mức năng lượng được loại bỏ;
 - Bậc của bộ lọc n : xác định độ nét của bộ lọc. n càng lớn, hiệu ứng loại bỏ các tần số cao càng lớn

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



Lọc thông thấp

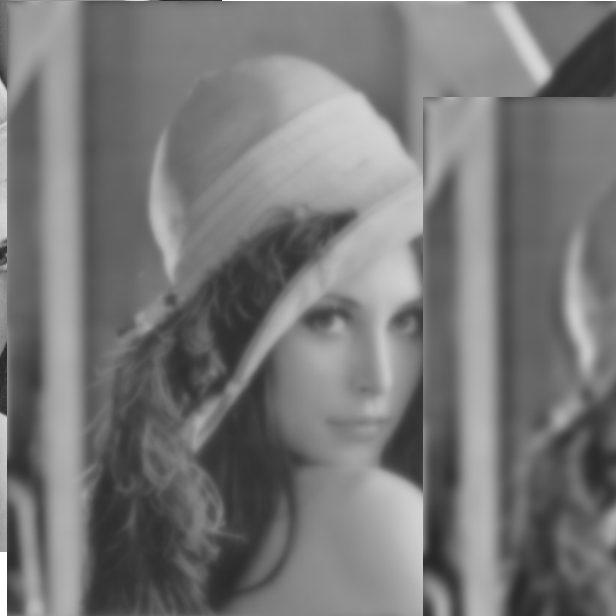


Lọc thông thấp

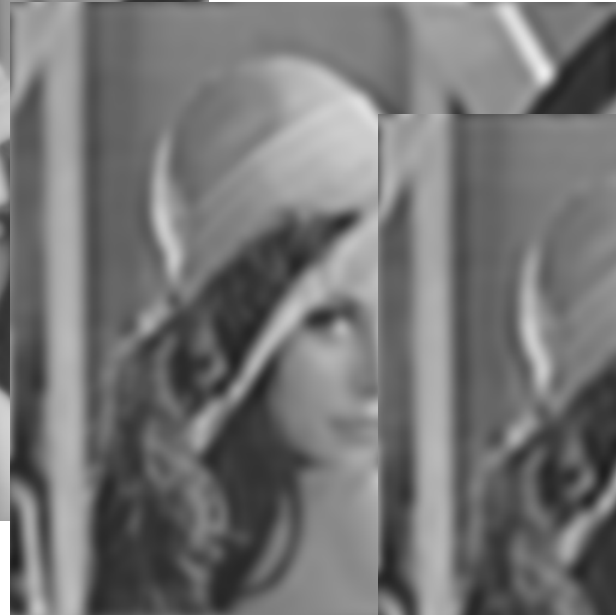
– Ảnh hưởng của các tham số n và D_0



ảnh gốc



$n = 1$



$n = 3$



$n = 5$

$D_0=0.1$

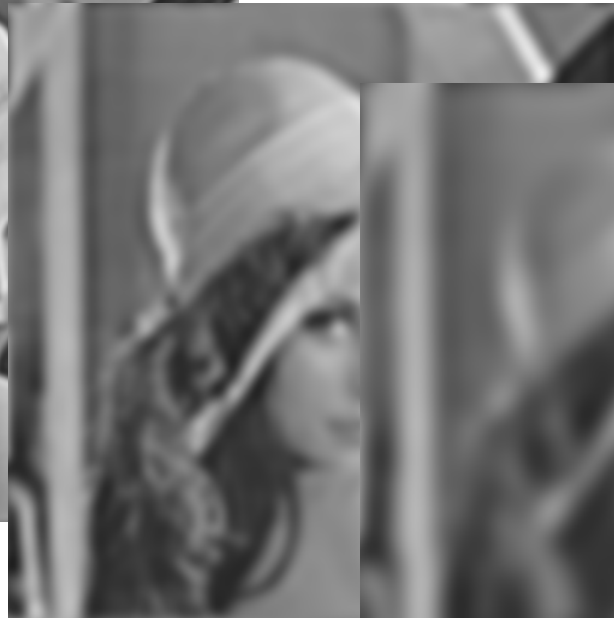
Lọc thông thấp



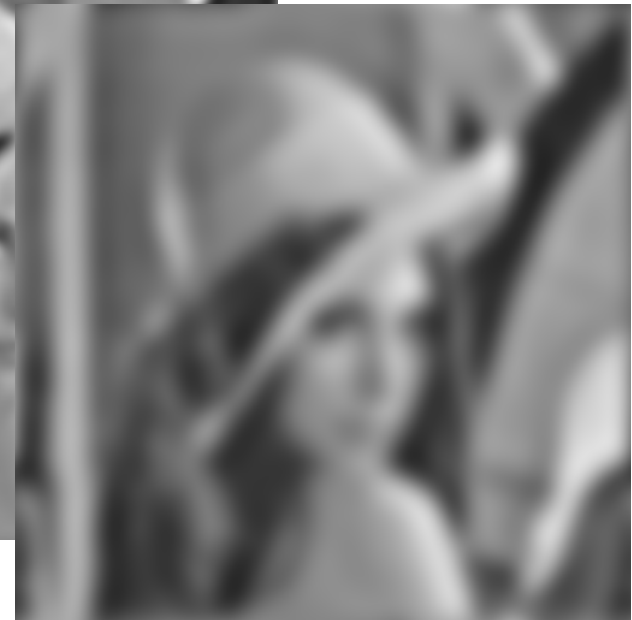
ảnh gốc



$D_0 = 0.2$



$D_0 = 0.1$



$D_0 = 0.05$

$n = 3$

Lọc thông thấp

– Đặc điểm của bộ lọc Butterworth:

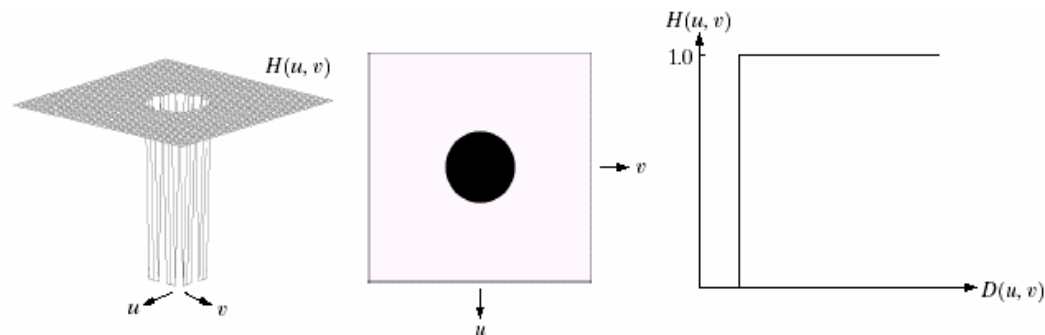
- Lọc thông thấp;
- Do làm suy giảm các thành phần tần cao nên làm mờ ảnh, đồng thời loại bỏ nhiễu;
- Do vẫn lưu giữ các thành phần tần cao (tuy có làm suy giảm về biên độ) nên ảnh vẫn sắc nét hơn so với lọc thông thấp lý tưởng với cùng tần số cắt D_0 ;
- Do hàm có tính trơn tại mọi điểm (kể cả tại điểm cắt) nên làm suy giảm đáng kể hiệu ứng Gibbs;
- Dễ dàng điều khiển hiệu ứng của bộ lọc theo các tham số D_0 và tham số bậc n .

Lọc thông cao

- Các bộ lọc thông cao:

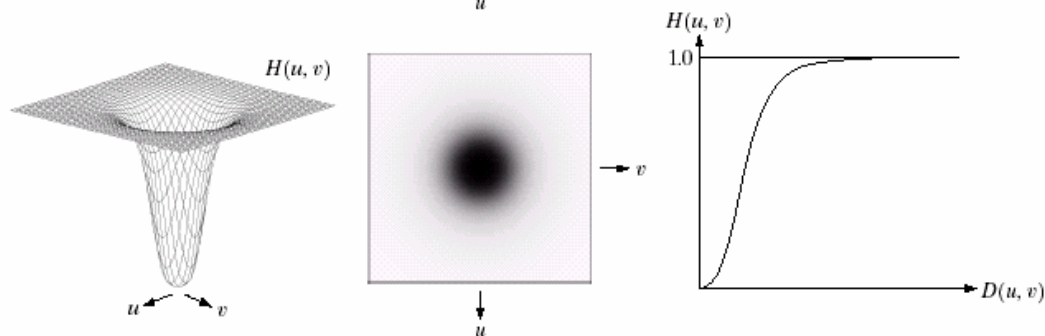
- Bộ lọc thông cao lý tưởng

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{if } D(u, v) \leq D_o \\ 1 & \text{otherwise.} \end{cases}$$



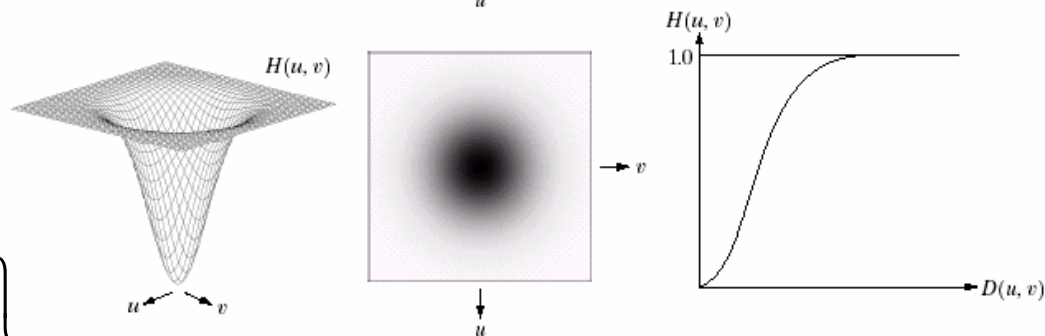
- Bộ lọc thông cao Butterworth

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



- Bộ lọc thông cao Gauss

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



Lọc thông cao

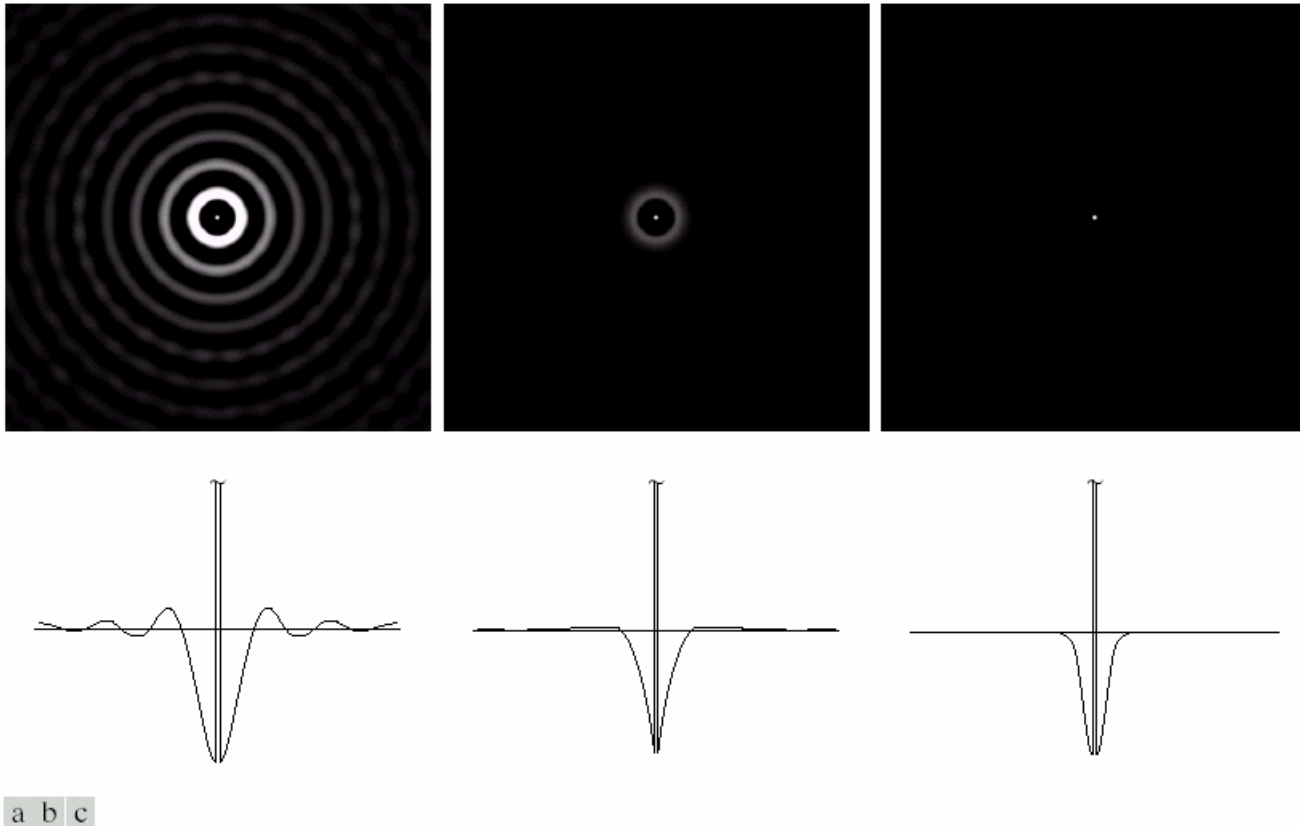
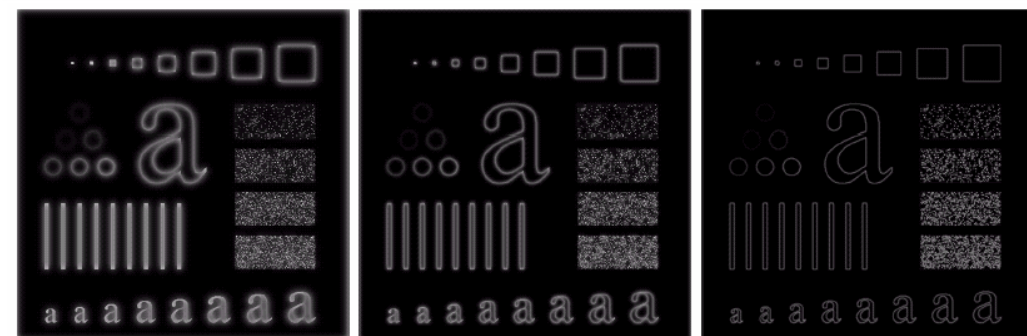
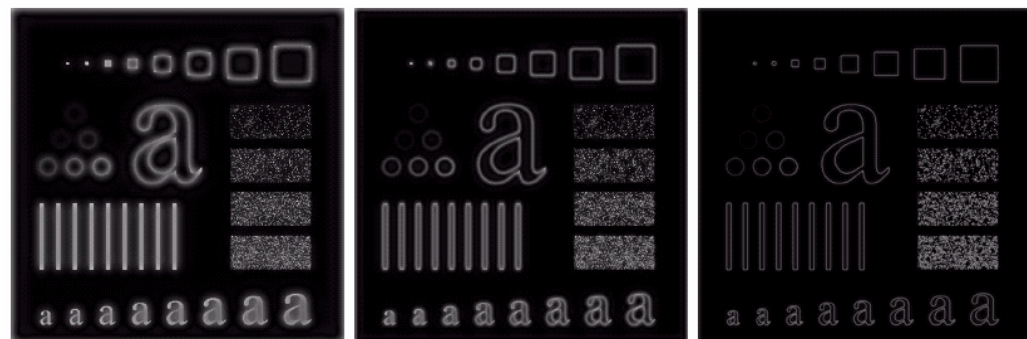
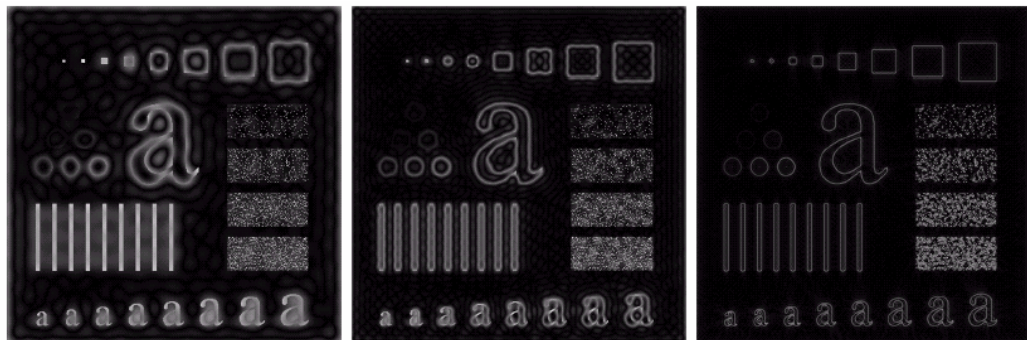


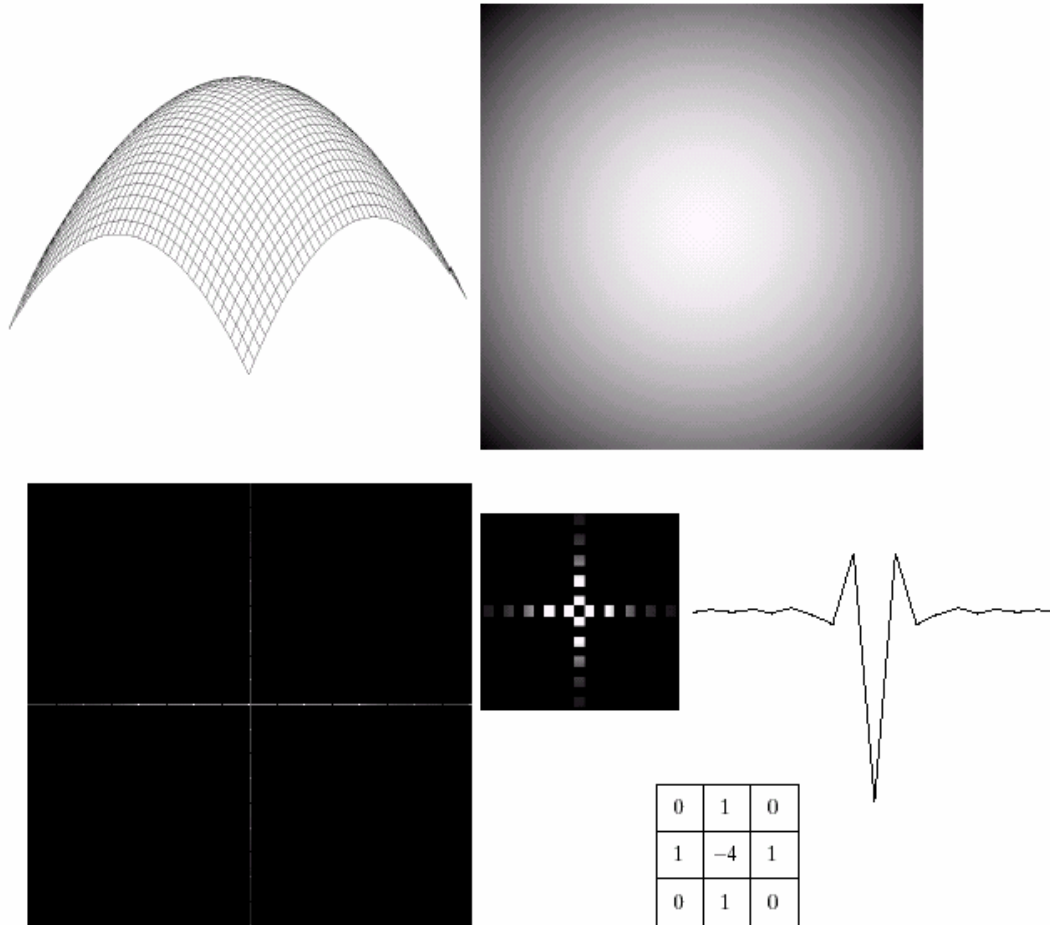
FIGURE 4.23 Spatial representations of typical (a) ideal, (b) Butterworth, and (c) Gaussian frequency domain highpass filters, and corresponding gray-level profiles.

Lọc thông cao



- Ideal HPF
 - $D_0 = 15, 30, 80$
- Butterworth HPF
 - $n = 2,$
 - $D_0 = 15, 30, 80$
- Gaussian HPF
 - $D_0 = 15, 30, 80$

Lọc thông cao Laplace



- Biểu diễn 3D của toán tử Laplace;
- Ảnh 2D của toán tử Laplace;
- Đáp ứng miền không gian với vùng trung tâm được khuếch đại;
- Mặt nạ đáp ứng xấp xỉ

Lọc thông cao Laplace

a	b
c	d

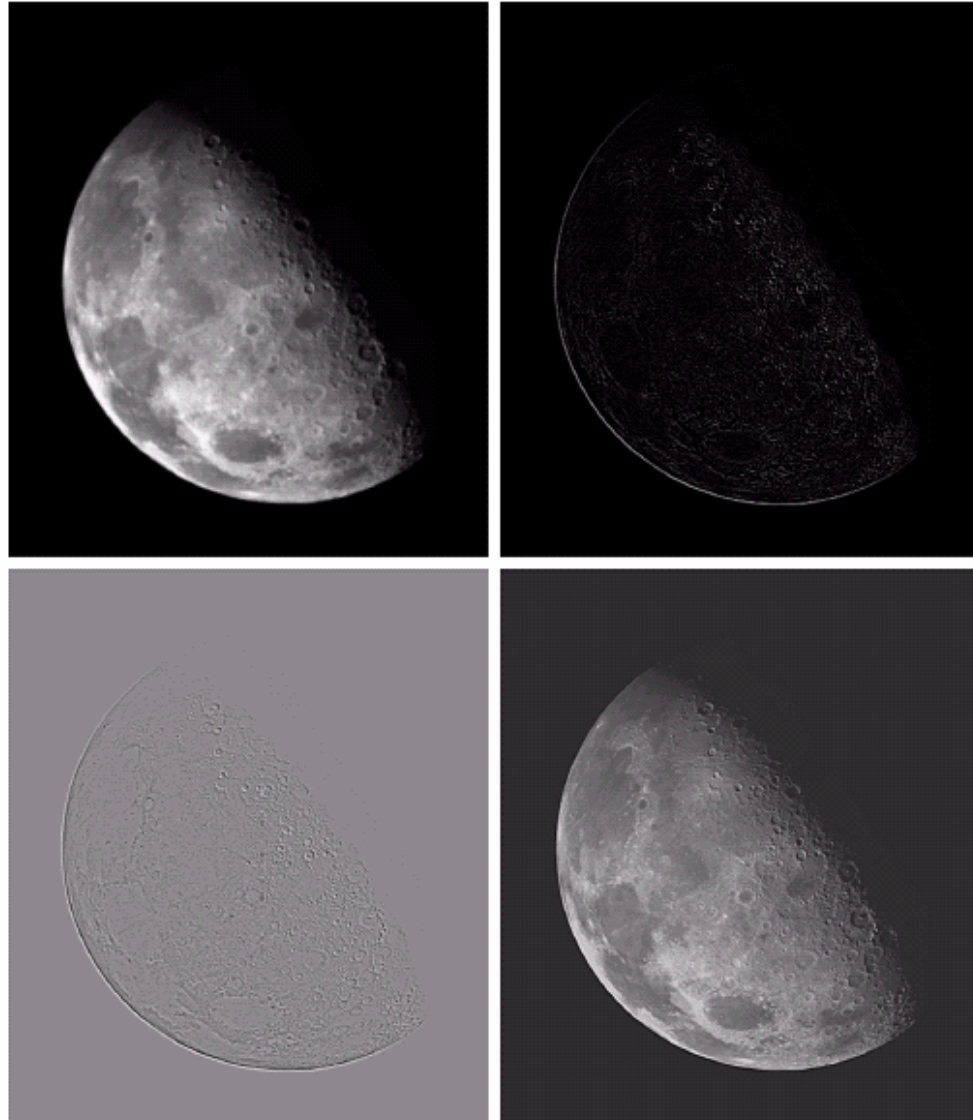
FIGURE 4.28

(a) Image of the North Pole of the moon.

(b) Laplacian filtered image.

(c) Laplacian image scaled.

(d) Image enhanced by using Eq. (4.4-12). (Original image courtesy of NASA.)



Lọc đồng hình

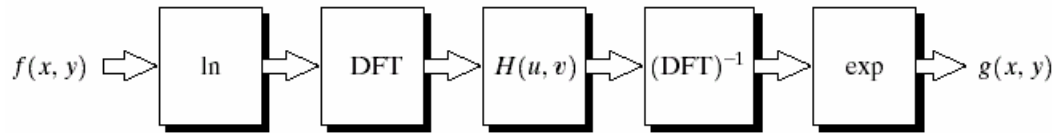


FIGURE 4.31
Homomorphic
filtering approach
for image
enhancement.

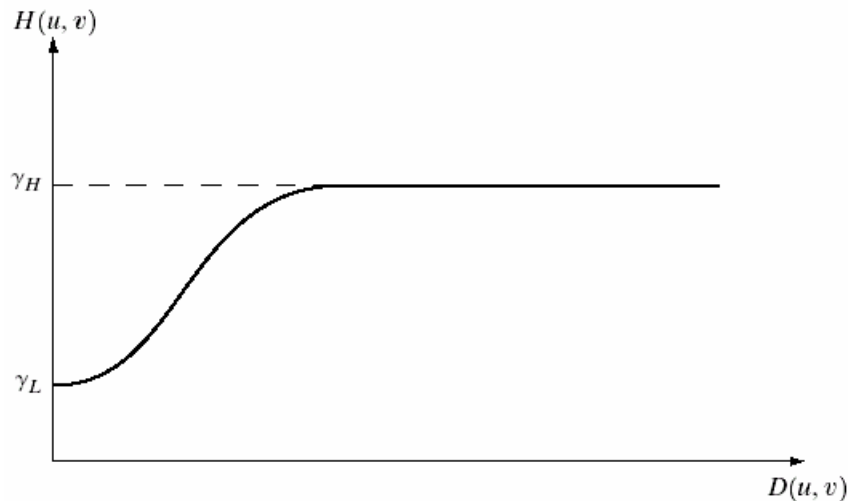


FIGURE 4.32
Cross section of a
circularly
symmetric filter
function. $D(u, v)$
is the distance
from the origin of
the centered
transform.

- γ_L và γ_H được chọn thỏa mãn $\gamma_L < 1$ và $\gamma_H > 1$;
- Hàm lọc có xu hướng làm suy giảm các thành phần tần thấp và tăng cường các thành phần tần cao;
- Kết quả cuối cùng là vừa thực hiện nén giải động và làm tăng cường độ tương phản.

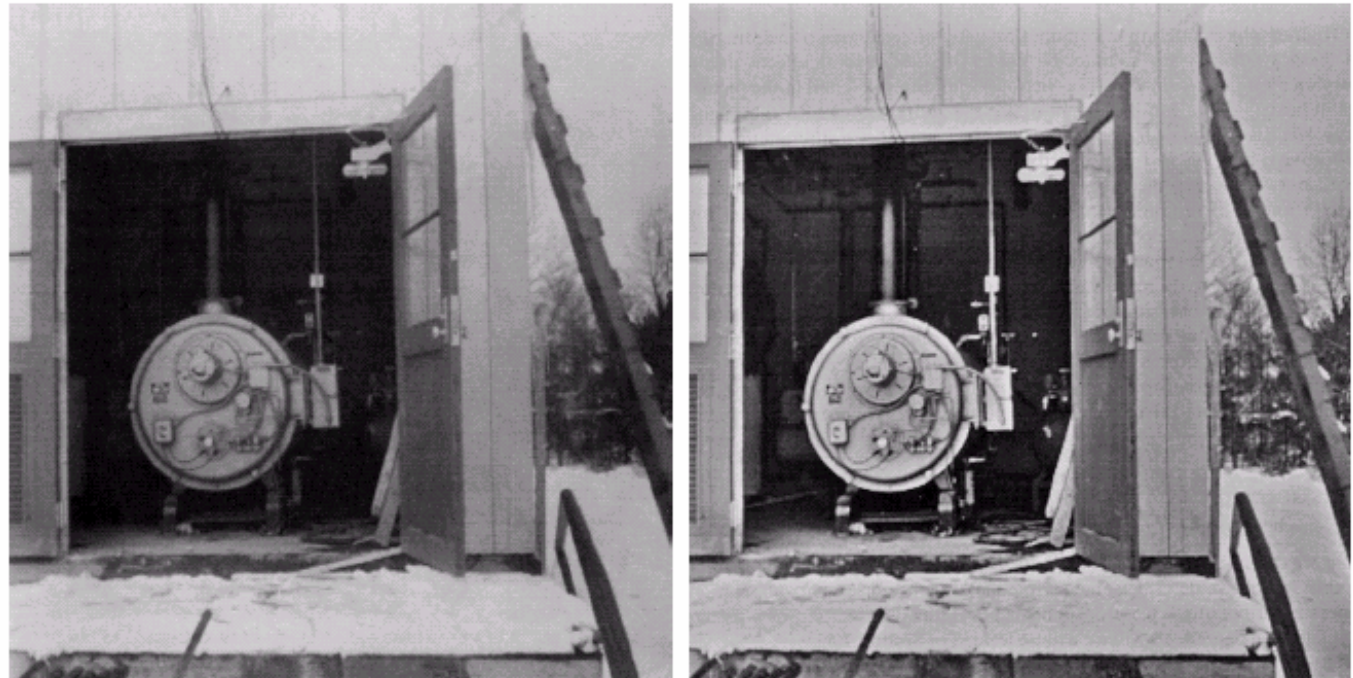
Lọc đồng hình

- Ví dụ với $\gamma_L = 0.5 < 1$ và $\gamma_H = 2 > 1$;
- Phép lọc tương ứng với việc làm nén giải động trong độ sáng và tăng cường độ tương phản;
- Kết quả: làm tăng cường chi tiết trong phần tối và cân bằng độ tương phản bên ngoài phần sáng

a b

FIGURE 4.33

(a) Original image. (b) Image processed by homomorphic filtering (note details inside shelter).
(Stockham.)



Giả màu

- Đặc điểm của hệ thống thị giác:
 - Hệ thống thị giác của người chỉ có thể phân biệt được 30 sắc thái màu xám;
 - Có thể phân biệt hàng trăm sắc màu.
- Phương pháp giả màu:
 - Giả màu là kỹ thuật gán màu cho các mức xám.
 - Các phương pháp gán giả màu:
 - Phân lớp cường độ sáng: gán màu cho tất cả các mức xám dưới một giá trị xác định và gán màu khác cho những giá trị vượt quá một giá trị xác định.

Giả màu

- Phần lớn các phương pháp thực hiện chuyển đổi mức xám sang màu sắc: thực hiện 3 phép chuyển đổi đối với một mức xám xác định;
 - Ảnh kết quả có thuộc tính màu phụ thuộc vào các mức xám đối với phép chuyển đổi màu
- Các thủ tục gán màu và các lựa chọn bảng màu:
- Hai phương pháp chính để tô giả màu:
 - Thủ tục gán màu tự động: bảng màu hiện thời được thay thế bằng bảng màu được xác định trước;
 - Thao tác ánh xạ bảng màu: các giá trị trong bảng màu được thay đổi theo một thuật toán xác định.

MAP Data

0	Red	Green	Blue
1	Red	Green	Blue
2	Red	Green	Blue
3	Red	Green	Blue
4	Red	Green	Blue
	Red	Green	Blue
	Red	Green	Blue

Giả màu

- Các thủ tục gán màu tự động
 - Ánh xạ vị trí: các giá trị của ánh xạ tại những vị trí bất kỳ trong bảng được tạo ra là hàm của vị trí (index). Ở đây không có sự phụ thuộc vào tính chất của giá trị điểm ảnh mà chỉ phụ thuộc vào bố trí vật lý
 - Ánh xạ phụ thuộc dữ liệu: các giá trị của ánh xạ được tạo ra là các hàm của giá trị điểm.



Ảnh đơn sắc



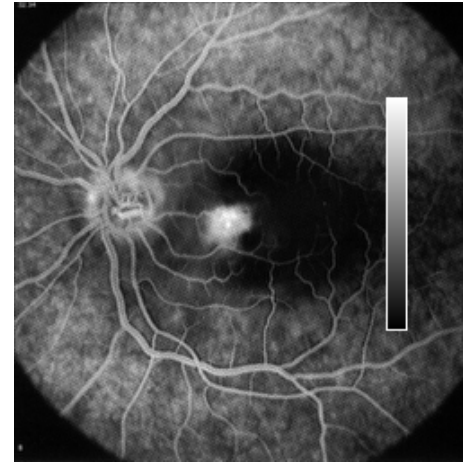
Ảnh đơn sắc với thang mức xám

Giả màu

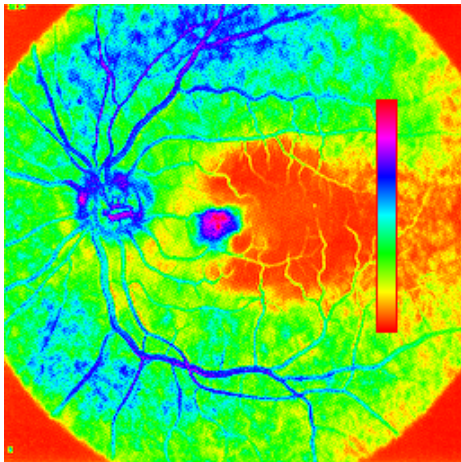
- Ví dụ: gán giả màu dùng các bảng màu khác nhau



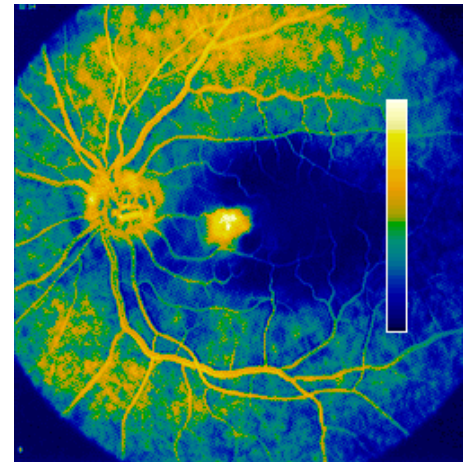
Ảnh đơn sắc



Ảnh đơn sắc với thang mức xám



Bảng màu cầu vồng



Bảng màu SApseudo