

XỬ LÝ ẢNH
(Image Processing)

BÀI 6: PHÁT HIỆN BIÊN (tt)
(Edge detection)

Content

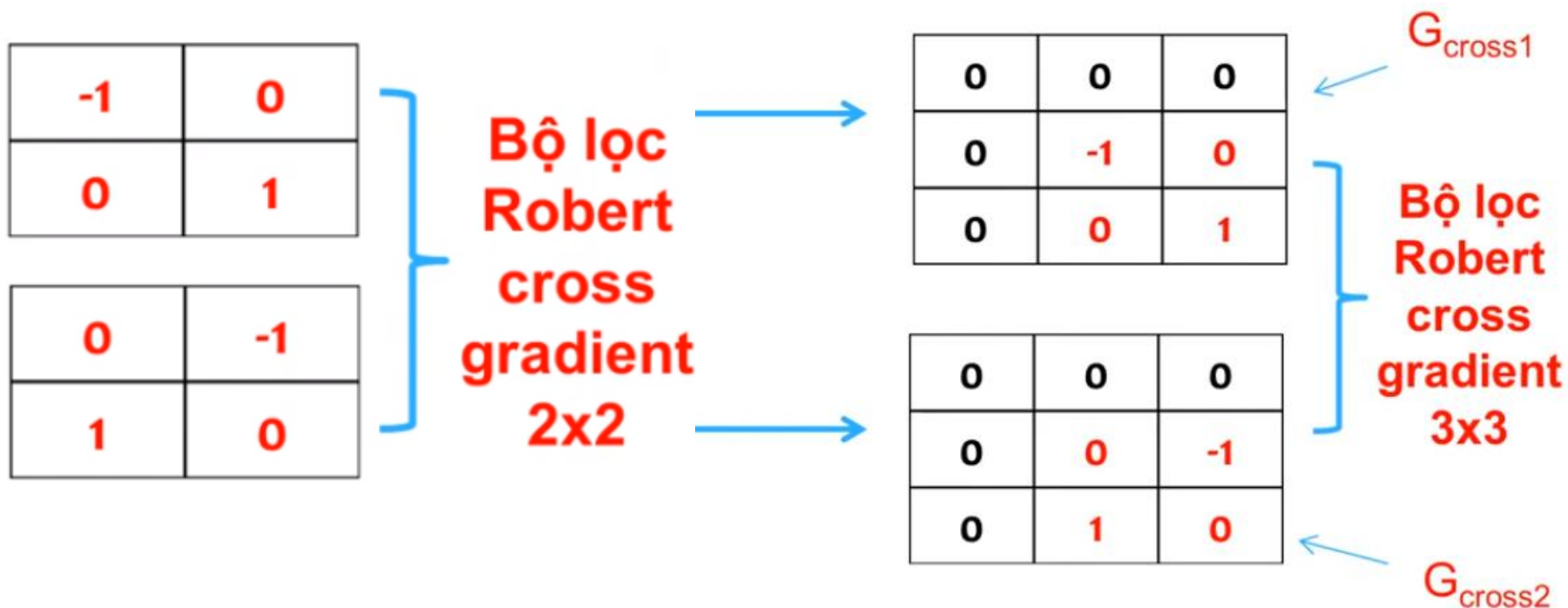
- Mục đích của lọc sắc nét
- Đạo hàm bậc 1, 2
- Bộ lọc đạo hàm bậc 1
 - Bộ lọc Robert Cross Gradient
 - Bộ lọc Sobel
 - Bộ lọc Prewitt
- **Bộ lọc đạo hàm bậc 2**
 - **Bộ lọc Laplacian**

Nhắc lại bài trước

- **Bộ lọc đạo hàm bậc 1**
 - Bộ lọc Robert Cross Gradient
 - Bộ lọc Sobel
 - Bộ lọc Prewitt

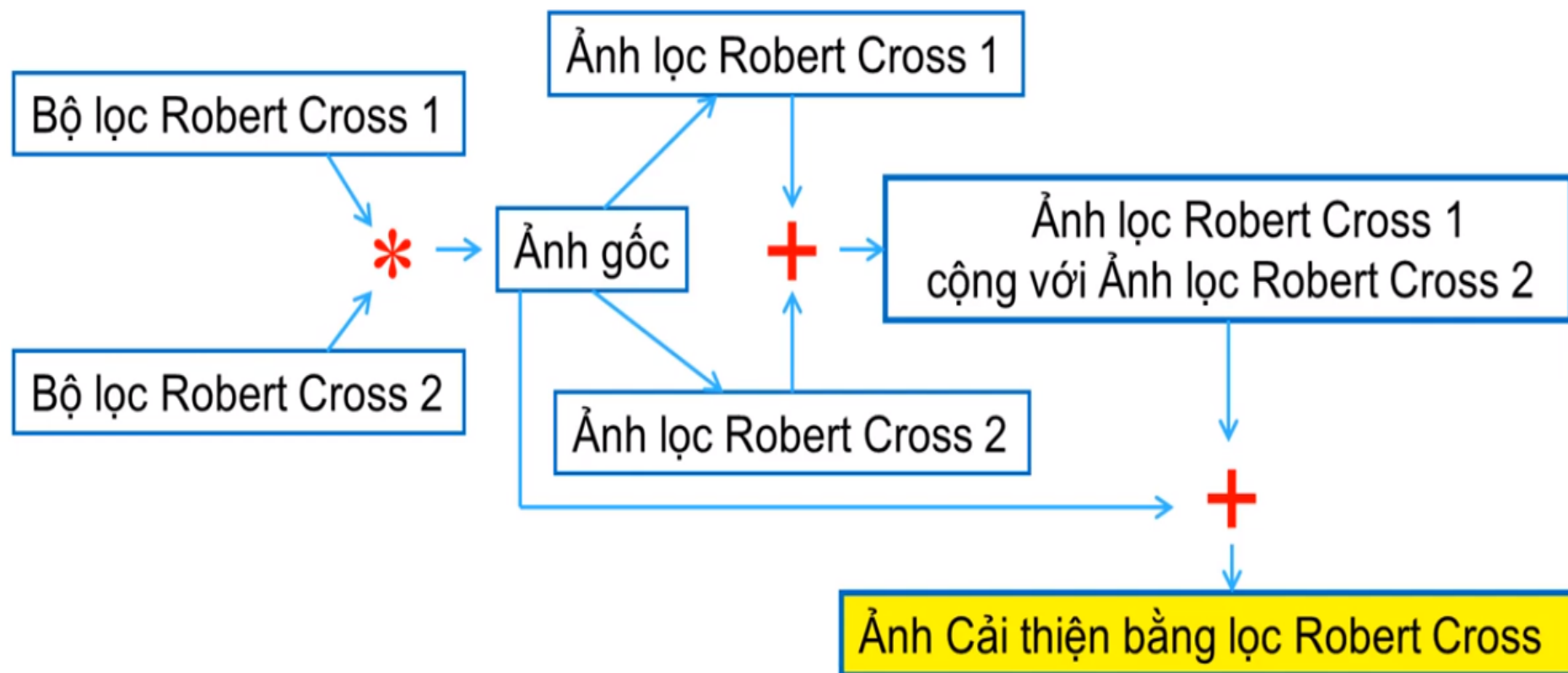
Bộ lọc Robert

- Robert cross gradient kích thước 3 x 3



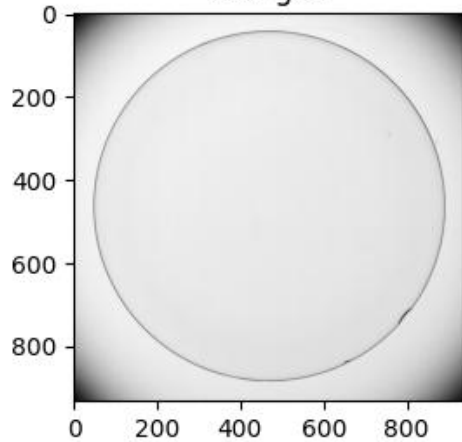
Bộ lọc Robert

- Lọc sắc nét - Lọc đạo hàm bậc 1 - **Bộ lọc Robert Cross Gradient**
- **Các bước thực hiện**



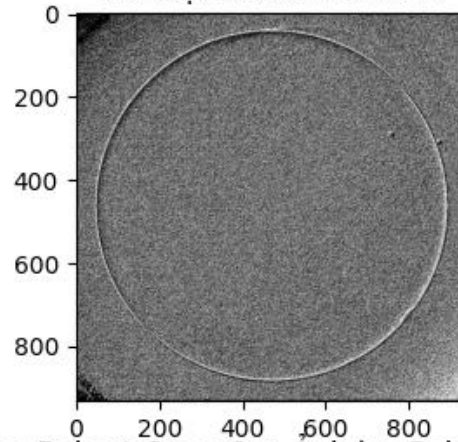
Bô lọc Robert – kết quả

Ảnh gốc

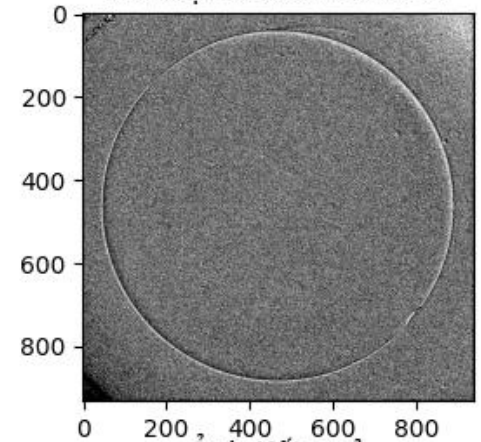


Kính áp tròng

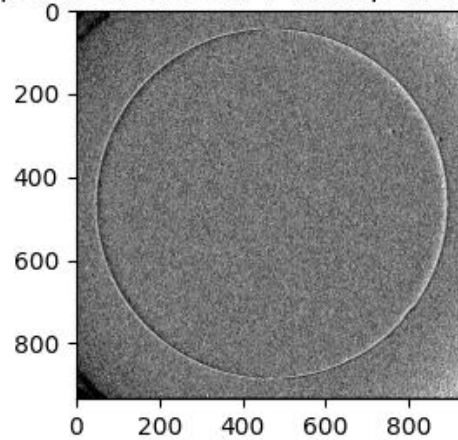
Ảnh lọc Robert Cross 1



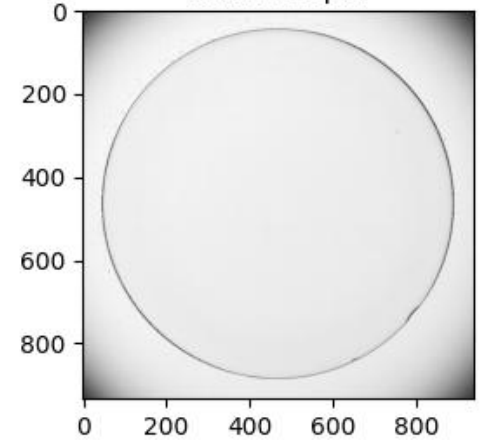
Ảnh lọc Robert Cross 2



Ảnh lọc Robert Cross 1 + Ảnh lọc Robert Cross 2



Ảnh Kết quả



Bộ lọc Sobel

$$|G_x| = |(f(x-1, y+1) + 2f(x, y+1) + f(x+1, y+1)) - (f(x-1, y-1) + 2f(x, y-1) + f(x+1, y-1))|$$



• Theo hướng x

$f(x-1, y-1)$	$f(x, y-1)$	$f(x+1, y-1)$
$f(x-1, y)$	$f(x, y)$	$f(x+1, y)$
$f(x-1, y+1)$	$f(x, y+1)$	$f(x+1, y+1)$



-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1



• Theo hướng y

$$|G_y| = |(f(x+1, y-1) + 2f(x+1, y) + f(x+1, y+1)) - (f(x-1, y-1) + 2f(x-1, y) + f(x-1, y+1))|$$



-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

Bộ lọc Sobel

- Lọc sắc nét - Lọc đạo hàm bậc 1 - Toán tử (bộ lọc) Sobel

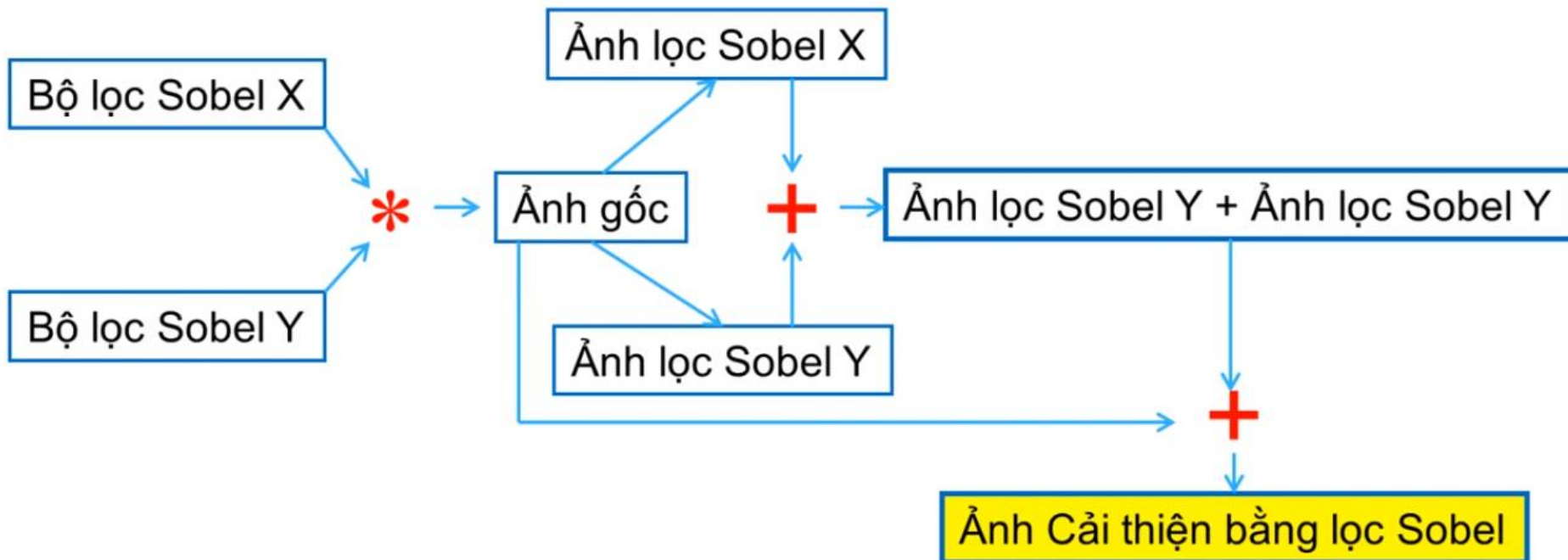
-1	-2	-1	-1	0	1
0	0	0	-2	0	2
1	2	1	-1	0	1

Theo hướng X Theo hướng Y

- Tổng các phần tử quanh điểm trung tâm bằng 0
- Để lọc ảnh, chúng ta sử dụng cả 2 toán tử và kết hợp (cộng) kết quả lại với nhau

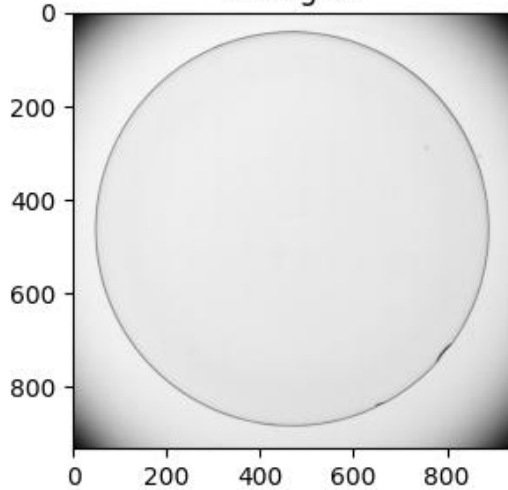
Bộ lọc Sobel

- Lọc sắc nét - Lọc đạo hàm bậc 1 - Toán tử (bộ lọc) Sobel
- Các bước thực hiện

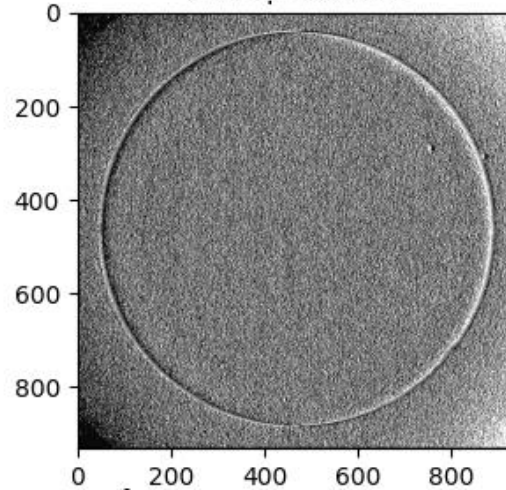


Bộ lọc Sobel – kết quả

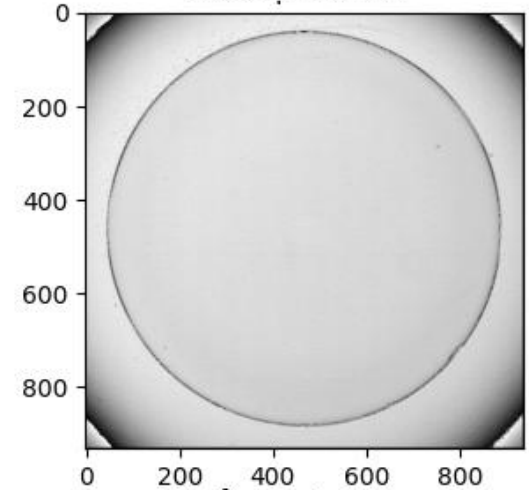
Ảnh gốc



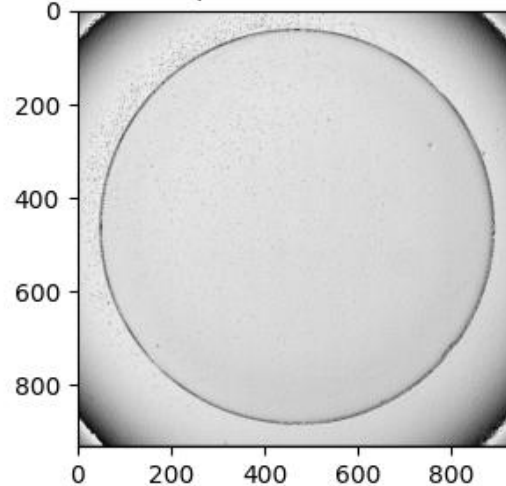
Ảnh lọc SobelX



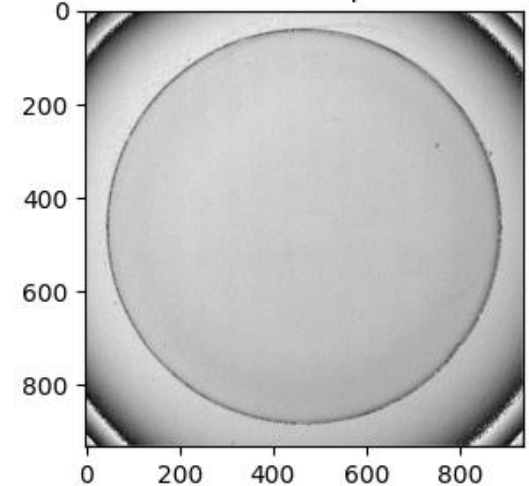
Ảnh lọc SobelY



Ảnh lọc SobelX + SobelY



Ảnh Kết quả



Kỹ thuật Prewitt

- Sử dụng 2 mặt nạ và xấp xỉ đạo hàm theo 2 hướng x và y là:

$$H_x = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

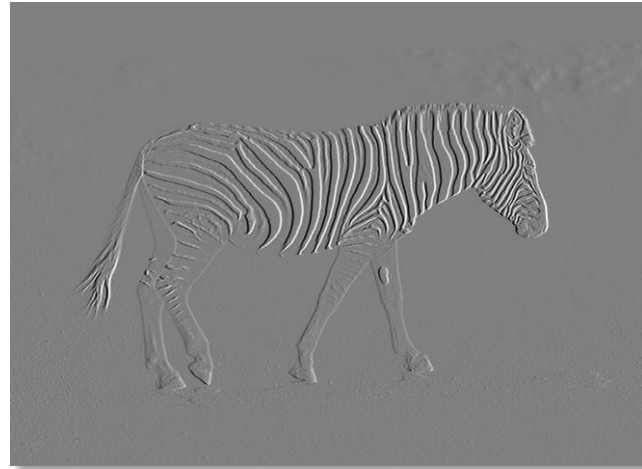
$$H_y = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

- Bước 1: Tính $I \otimes H_x$ và $I \otimes H_y$
- Bước 2: Tính $I \otimes H_x + I \otimes H_y$

Image gradient



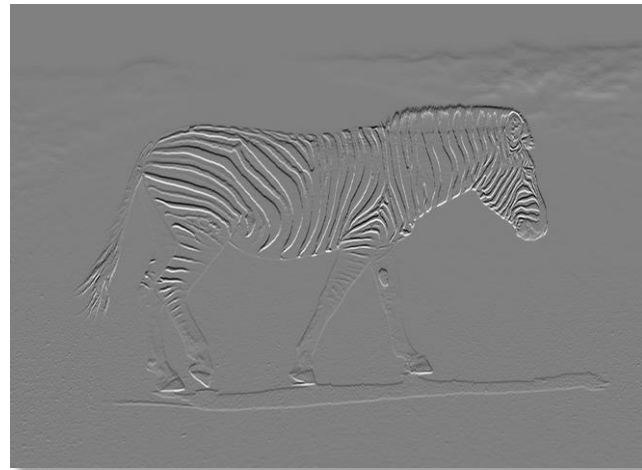
f



$\frac{\partial f}{\partial x}$



$$\|\nabla f\| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2}$$



$\frac{\partial f}{\partial y}$

NỘI DUNG

- Bộ lọc đạo hàm bậc 2
 - Bộ lọc Laplacian

Bộ lọc đạo hàm bậc 2

- Phương pháp Laplacian

- Phương pháp đạo hàm bậc 1 làm việc khá tốt khi mà độ sáng thay đổi rõ nét.
- Toán tử Laplace được xây dựng trên cơ sở đạo hàm bậc 2 của hàm biến đổi mức xám.

$$\Delta^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

- Khi mức xám thay đổi chậm, miền chuyển tiếp trải rộng, phương pháp đạo hàm bậc 2 Laplace, cho hiệu quả tốt hơn.

Đạo hàm bậc 2 - Phương pháp Laplacian

- Laplacian được định nghĩa như sau:

$$\nabla^2 f(x, y) = \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial^2 x} + \frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial^2 y}$$

- Trong đó đạo hàm riêng bậc 2 theo phương x được định nghĩa như sau:

$$\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial^2 x} = f(x+1, y) + f(x-1, y) - 2f(x, y)$$

- Và theo phương y như sau:

$$\frac{\partial^2 f(x, y)}{\partial^2 y} = f(x, y+1) + f(x, y-1) - 2f(x, y)$$

- Xét giá trị trước, sau và giá trị hiện tại

Phương pháp Laplacian

- Do vậy, Laplacian được viết lại như sau:

$$\Delta^2 f \approx f(x+1, y) + f(x-1, y) - 4f(x, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1)$$

- Chúng ta dễ dàng xây dựng bộ lọc:

$f(x-1, y-1)$	$f(x, y-1)$	$f(x+1, y-1)$
$f(x-1, y)$	$f(x, y)$	$f(x+1, y)$
$f(x-1, y+1)$	$f(x, y+1)$	$f(x+1, y+1)$

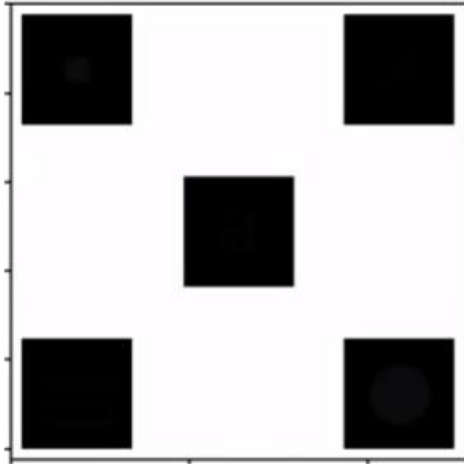
Vùng ảnh



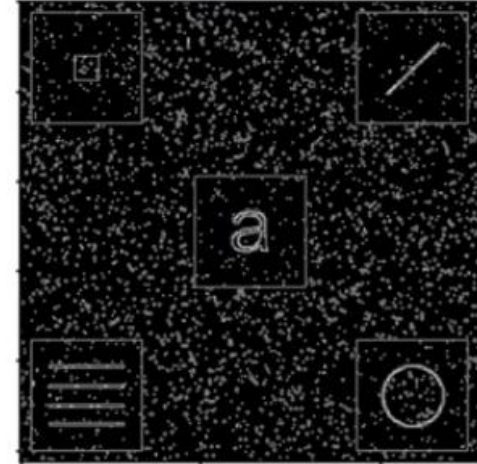
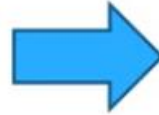
0	1	0
1	-4	1
0	1	0

Phương pháp Laplacian

- Áp dụng Laplacian vào một ảnh, chúng ta nhận được một ảnh làm nổi biên và các đường nét không liên tục khác



Ảnh gốc



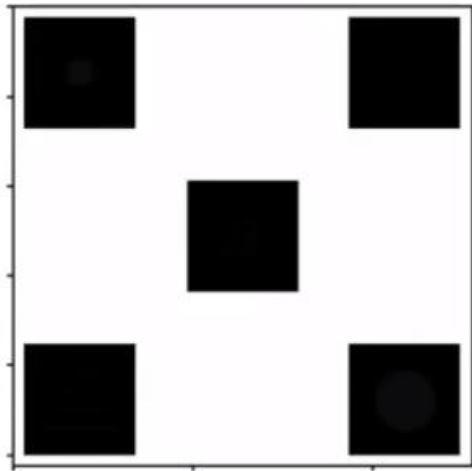
Ảnh sau khi sử dụng bộ lọc Laplacian

- Kết quả của lọc Laplacian không phải là một ảnh cải thiện
- Chúng ta phải thực hiện thêm thao tác để có được ảnh cuối cùng
- Trừ ảnh ban đầu cho ảnh Laplacian để được ảnh sau cùng \Rightarrow ảnh cải thiện sắc nét

$$g(x,y) = f(x,y) - \nabla^2 f$$

Phương pháp Laplacian

$$f(x, y) - \nabla^2 f = g(x, y)$$

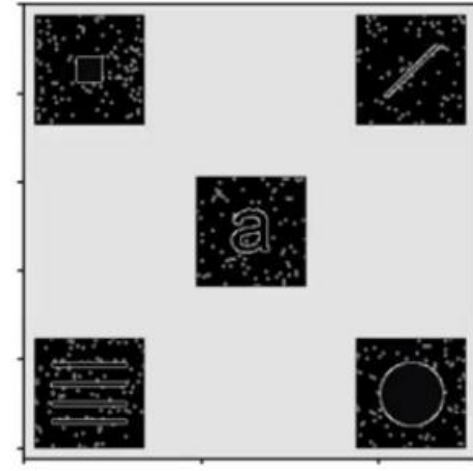


Ảnh gốc



Ảnh sau khi sử dụng bộ
lọc Laplacian

=

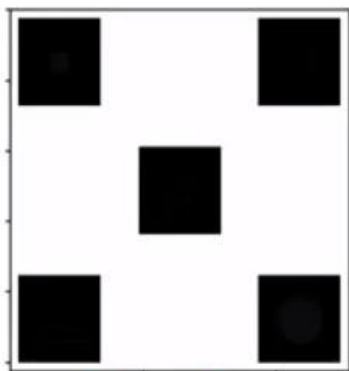


Ảnh kết quả
sắc nét (nổi biên)

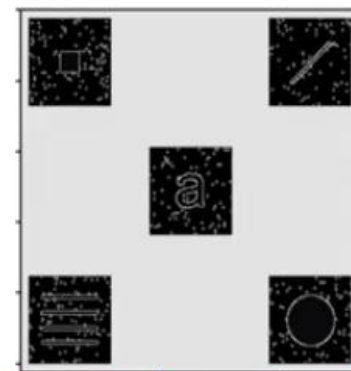
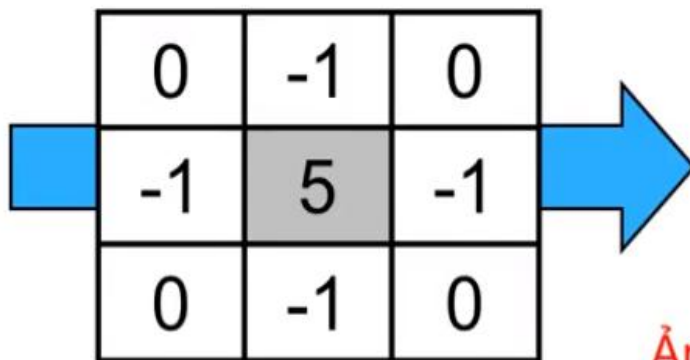
Phương pháp Laplacian

- Đơn giản hóa việc cải thiện ảnh bằng toán tử Laplacian bằng cách

$$\begin{aligned} g(x, y) &= f(x, y) - \nabla^2 f \\ &= f(x, y) - [f(x+1, y) + f(x-1, y) + f(x, y+1) + f(x, y-1) - 4f(x, y)] \\ &= 5f(x, y) - f(x+1, y) - f(x-1, y) - f(x, y+1) - f(x, y-1) \end{aligned}$$



Ảnh gốc



Ảnh kết quả sắc nét (nổi biên)

Phương pháp Laplacian

- Một số biến thể:

0	1	0
1	-4	1
0	1	0



1	1	1
1	-8	1
1	1	1

Biến thể 1

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

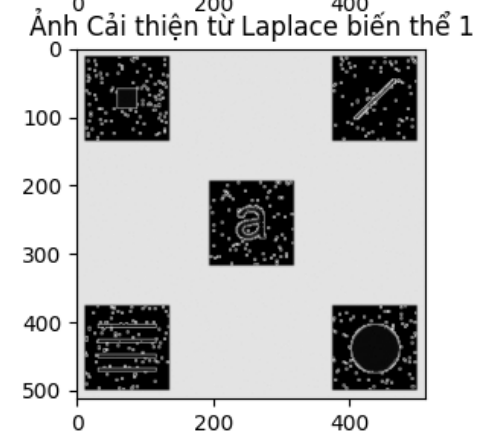
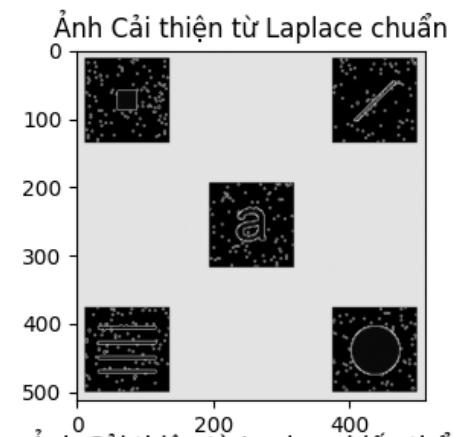
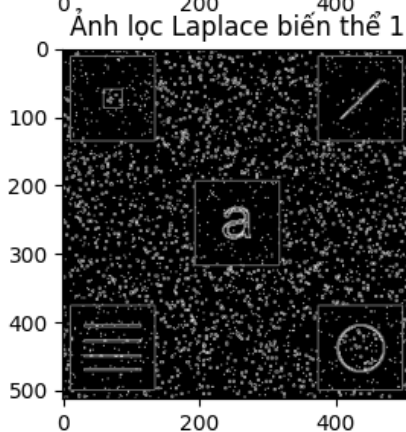
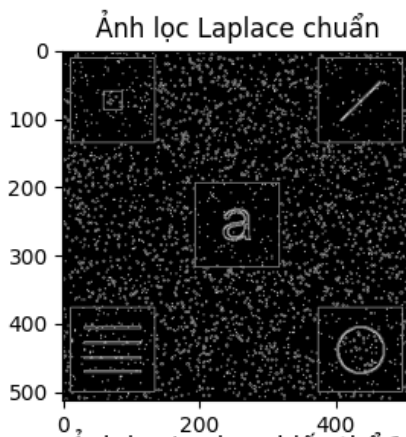
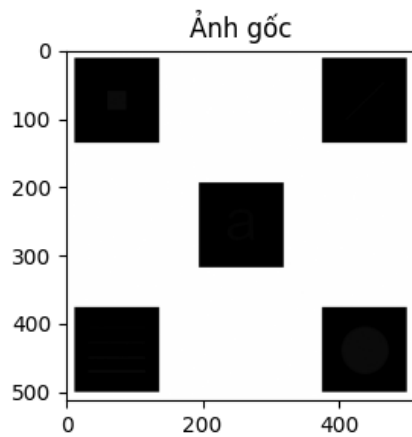
Biến thể 2

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

Biến thể 3

Bộ lọc Laplace chuẩn

Kết quả - phương pháp Laplacian



Lọc sắc nét

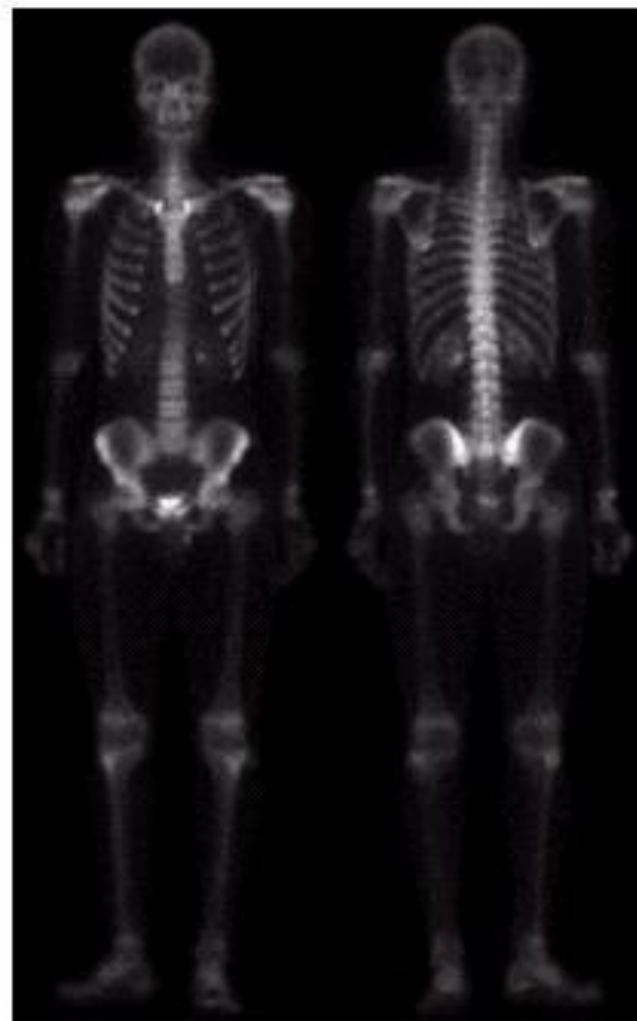
- **So sánh đạo hàm bậc 1 và bậc 2, chúng ta đi đến kết luận:**
 - Các đạo hàm bậc 1 thường tạo ra các biên mỏng hơn
 - Các đạo hàm bậc 2 có đáp ứng mạnh hơn với các chi tiết nét, chẳng hạn như các đường mảnh
 - Đạo hàm bậc 1 có đáp ứng mạnh hơn với bước thay đổi độ sáng
 - Đạo hàm bậc 2 tạo ra đáp ứng kép ở bước thay đổi độ xám
 - Đạo hàm bậc 2 thường được sử dụng hơn đạo hàm bậc 1
 - Đáp ứng mạnh hơn với các chi tiết nét
 - Cài đặt đơn giản hơn
- Thành công của cải thiện ảnh không thể đạt được với một phương pháp đơn lẻ
- Chúng ta kết hợp các kỹ thuật khác nhau để đạt được kết quả cuối cùng

Combining Spatial Enhancement Methods

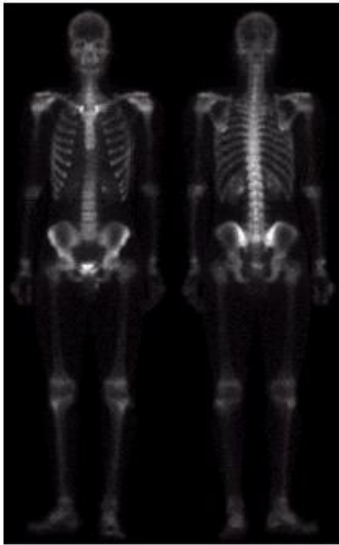
Successful image enhancement is typically not achieved using a single operation

Rather we combine a range of techniques in order to achieve a final result

This example will focus on enhancing the bone scan to the right

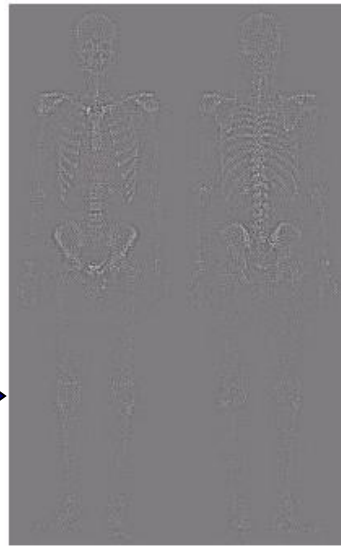


Combining Spatial Enhancement Methods (cont...)



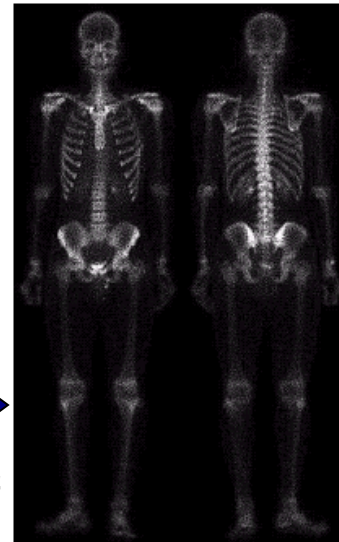
(a)

Laplacian filter of
bone scan (a)



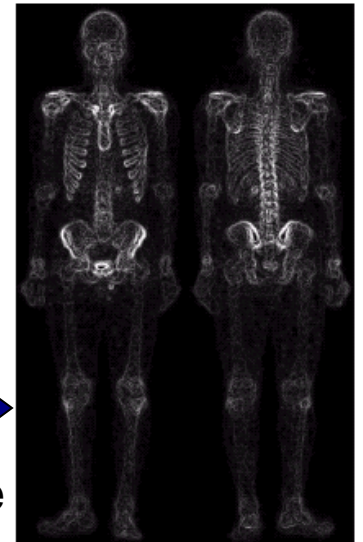
(b)

Sharpened version of
bone scan achieved
by subtracting (a)
and (b)



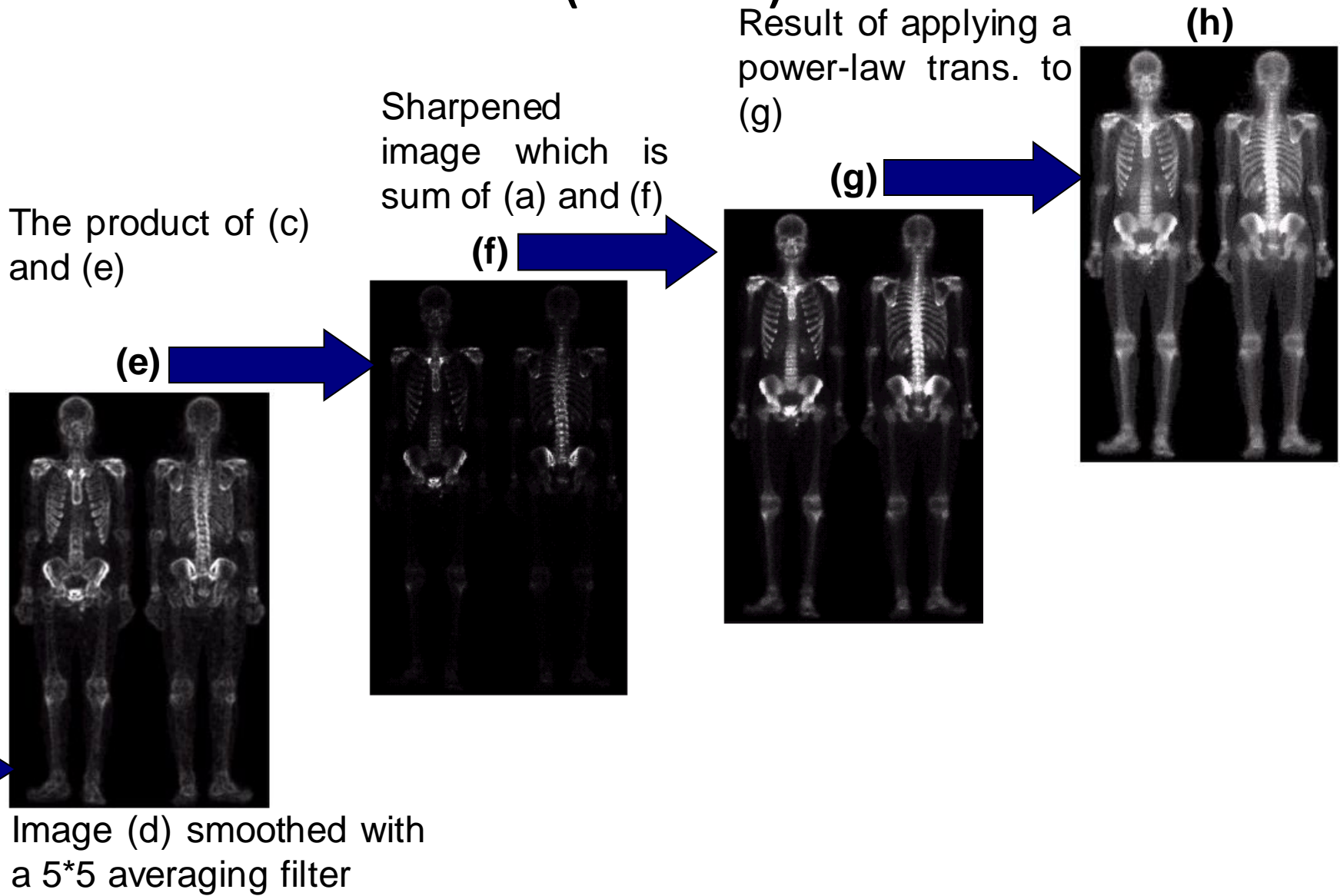
(c)

Sobel filter of bone
scan (c)



(d)

Combining Spatial Enhancement Methods (cont...)



Combining Spatial Enhancement Methods (cont...)

Compare the original and final images

