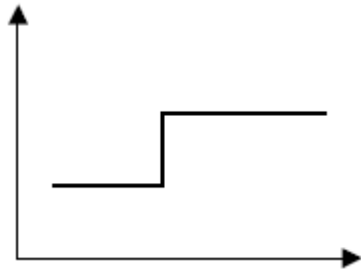


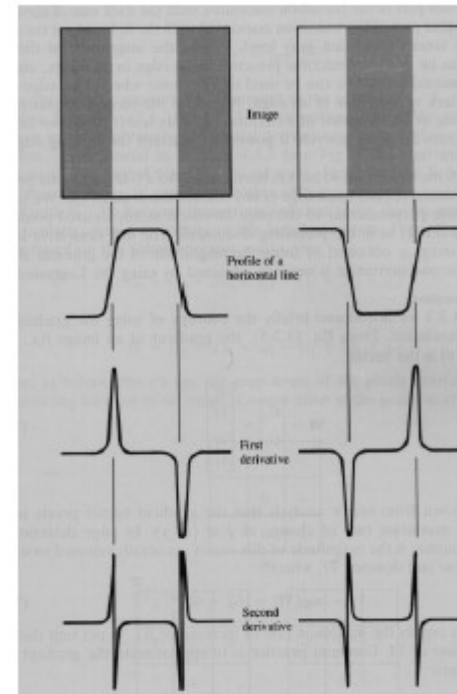
# Ανίχνευση ακμών

Ανίχνευση ασυνεχειών :

χαρακτηριστικών ανάκλασης επιφάνειας (φωτεινότητα/χρώμα),  
προσανατολισμού επιφάνειας,  
φωτισμού τμήματος σκηνής, βάθους

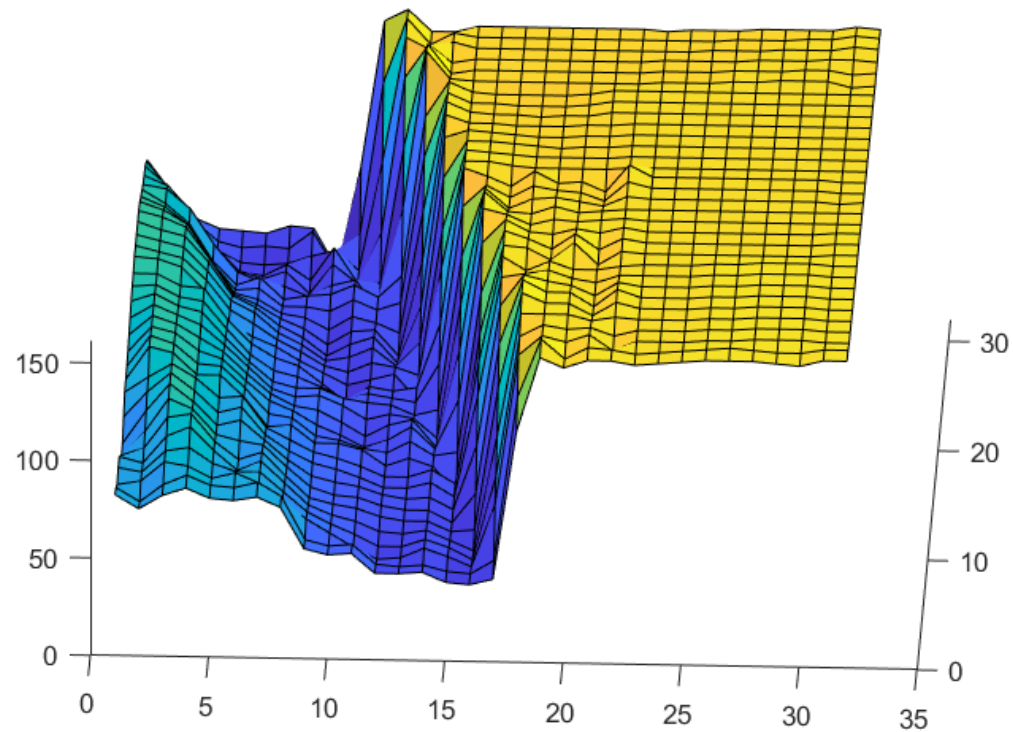
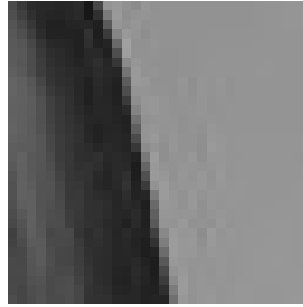


Ιδανική ακμή  
(σκαλοπάτι)



Παραγωγή

# Μέθοδος κλίσης



# Μέθοδος κλίσης

$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \end{bmatrix}$$

κλίση

μέτρο κλίσης  
(ισοτροπικό)

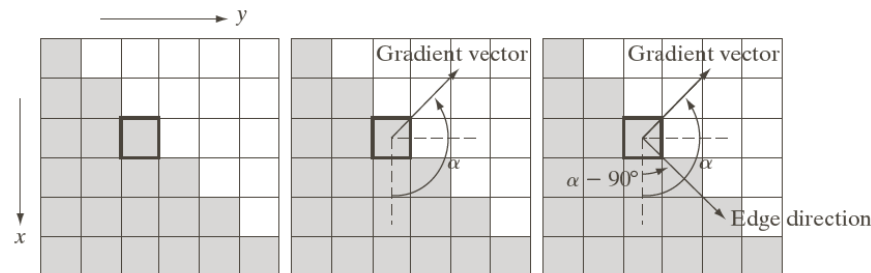
$$|\nabla f(x, y)| = \left[ \left( \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2}$$

γωνία  
κλίσης

$$\angle \nabla f(x, y) = \tan^{-1} \left\{ \frac{\frac{\partial f}{\partial y}}{\frac{\partial f}{\partial x}} \right\}$$

Κλίση σε κατεύθυνση  $f_x \cos \theta + f_y \sin \theta$

Μέγιστη κλίση στην κατεύθυνση της κλίσης : ίση με το μέτρο της κλίσης



# Μέθοδος κλίσης, φίλτρα Sobel

$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \end{bmatrix}$$

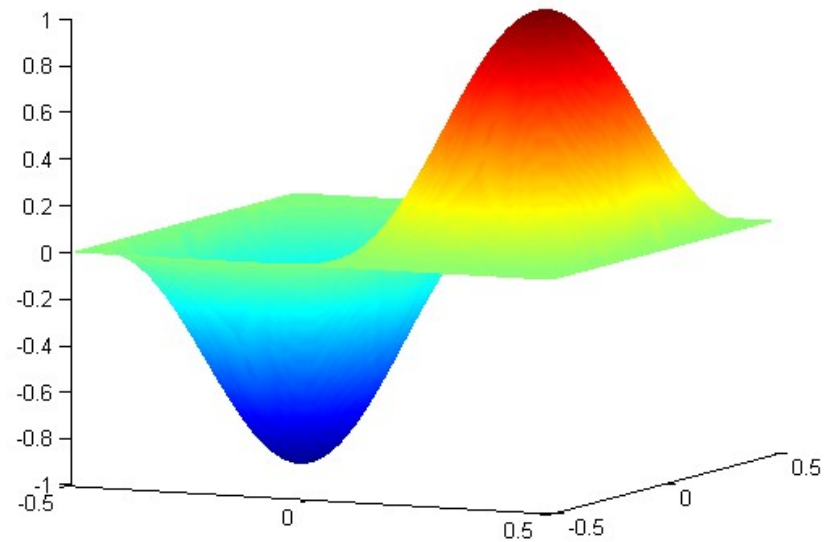
$$\frac{f(x+1, y) - f(x-1, y)}{2}$$

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

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

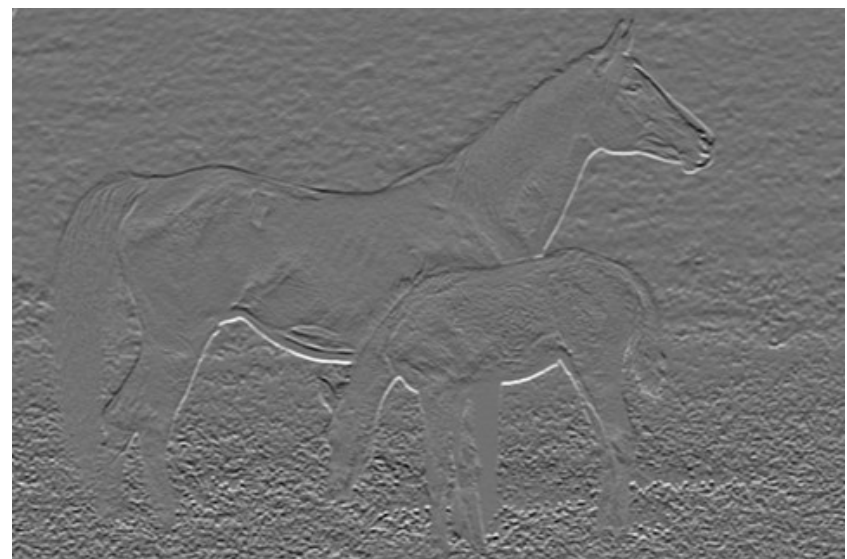
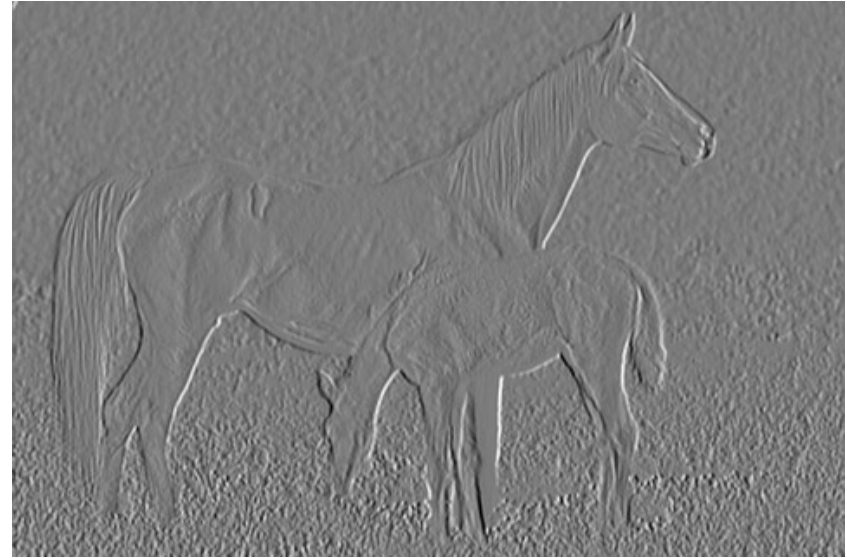
1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

Συνέλιξη

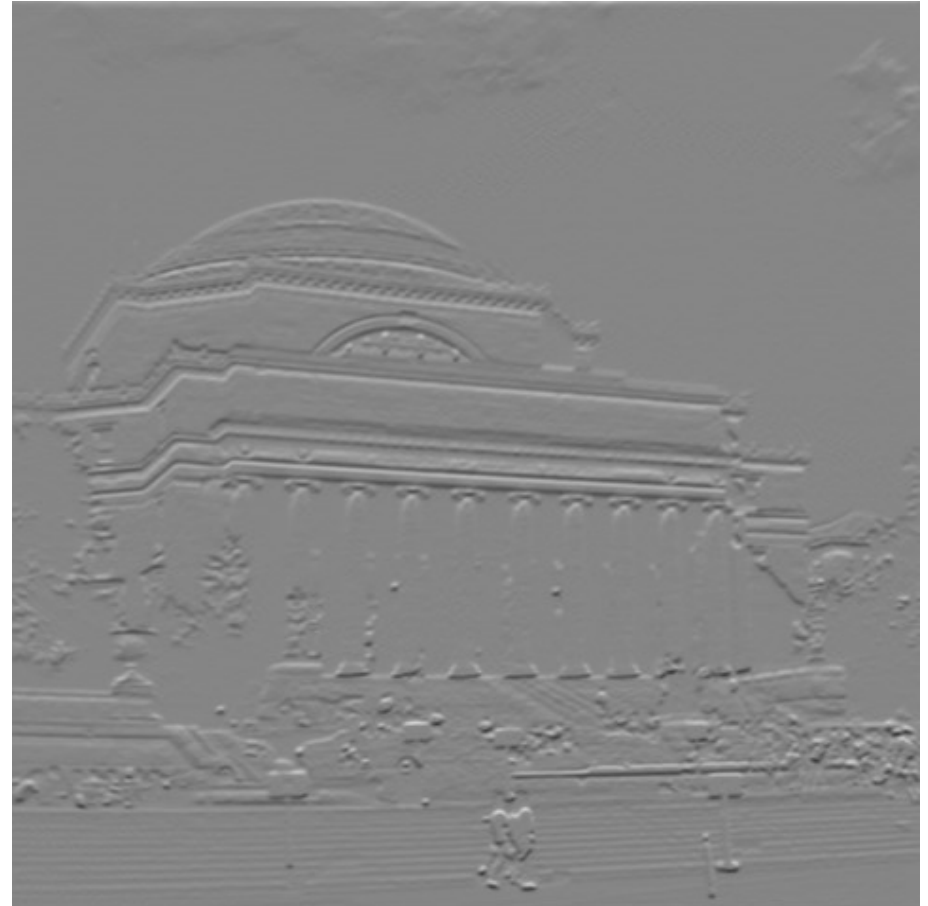
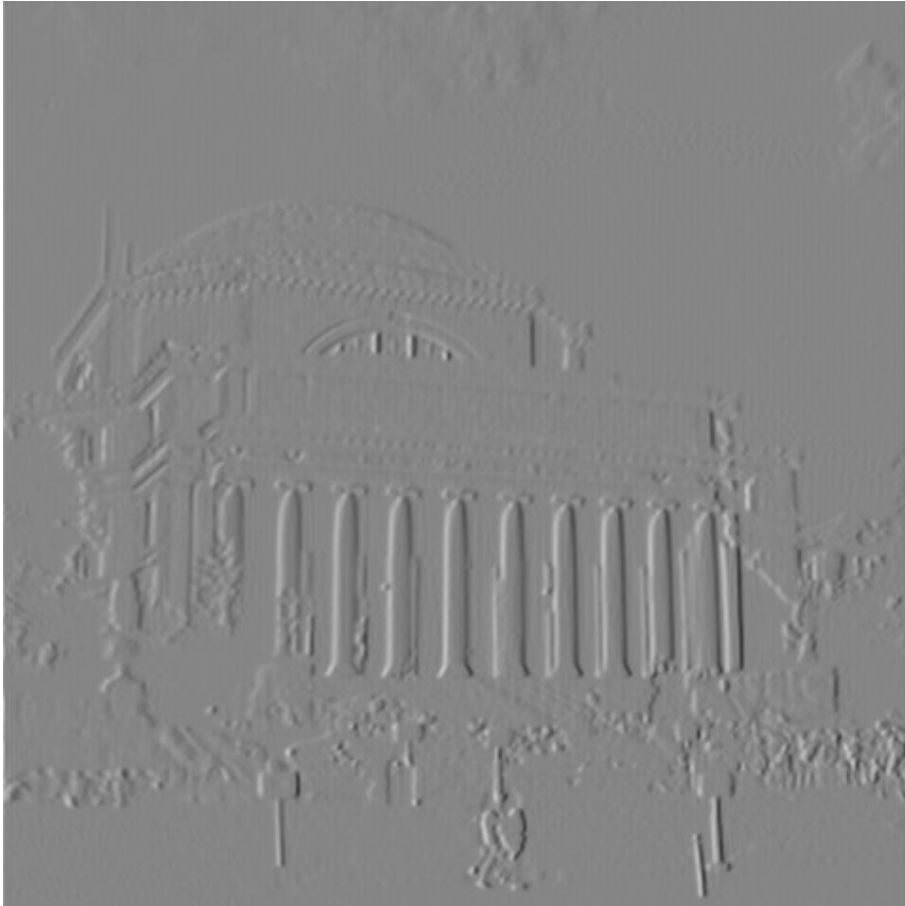


Μετασχηματισμός Fourier

# Μέθοδος κλίσης, φίλτρα Sobel



# Μέθοδος κλίσης, φίλτρα Sobel

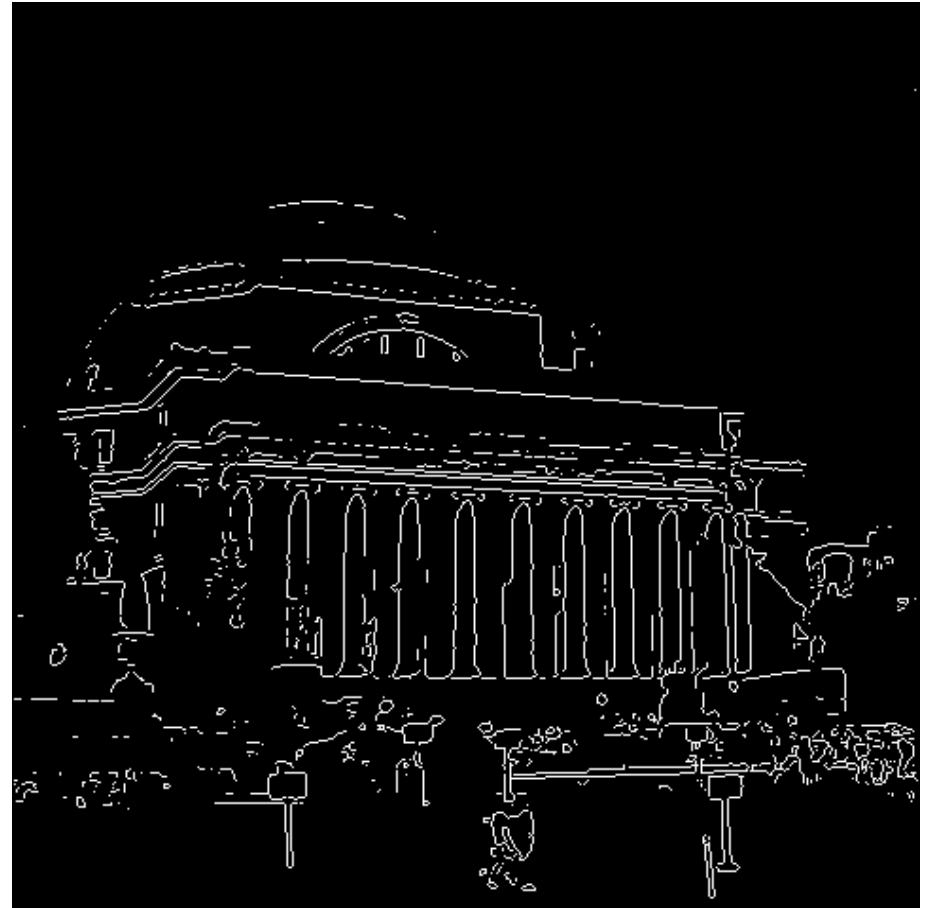




# Μέθοδος κλίσης, φίλτρα Sobel

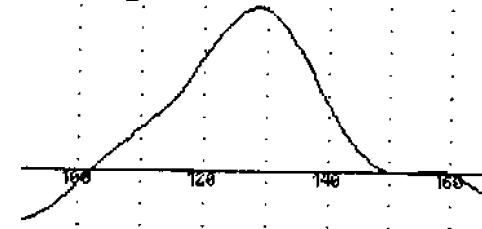
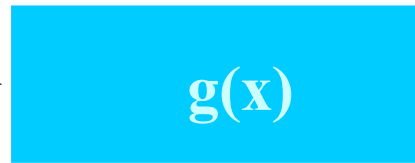
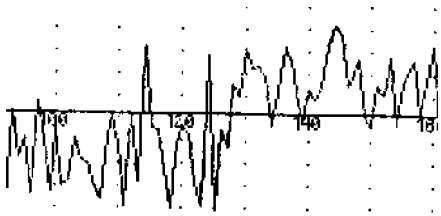


Μέτρο κλίσης



Ανίχνευση

# Βέλτιστο φίλτρο Canny



Βέλτιστη σηματοθορυβική  
σχέση

$$\mathcal{R} = \frac{|\int_{-\infty}^{\infty} g(-x)f(x)dx|}{\sigma\sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} g^2(x)dx}}$$

Βέλτιστος εντοπισμός

$$\mathcal{L} = \frac{|\int_{-\infty}^{\infty} f'(-x)g'(x)dx|}{\sigma\sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} g'^2(x)dx}}$$

Ελάχιστος αριθμός μεγίστων

$$\mathcal{D} = 2\pi\sqrt{\frac{\int_{-\infty}^{\infty} g'^2(x)dx}{\int_{-\infty}^{\infty} g''^2(x)dx}}$$



# Βέλτιστο φίλτρο Canny

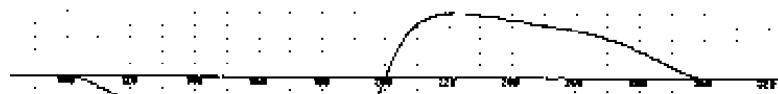
$\Delta/M = 0,15$



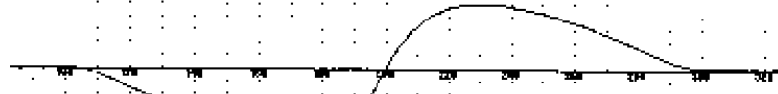
$\Delta/M = 0,30$



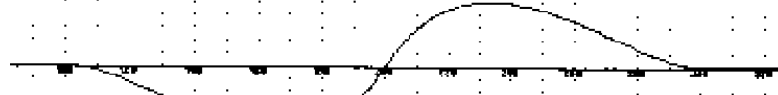
$\Delta/M = 0,50$



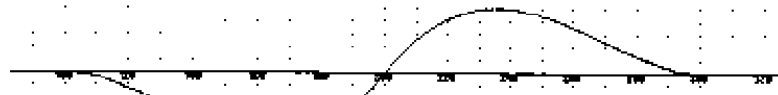
$\Delta/M = 0,80$



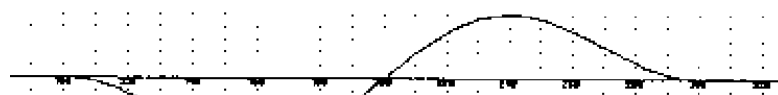
$\Delta/M = 1,00$



$\Delta/M = 1,20$



$\Delta/M = 1,40$



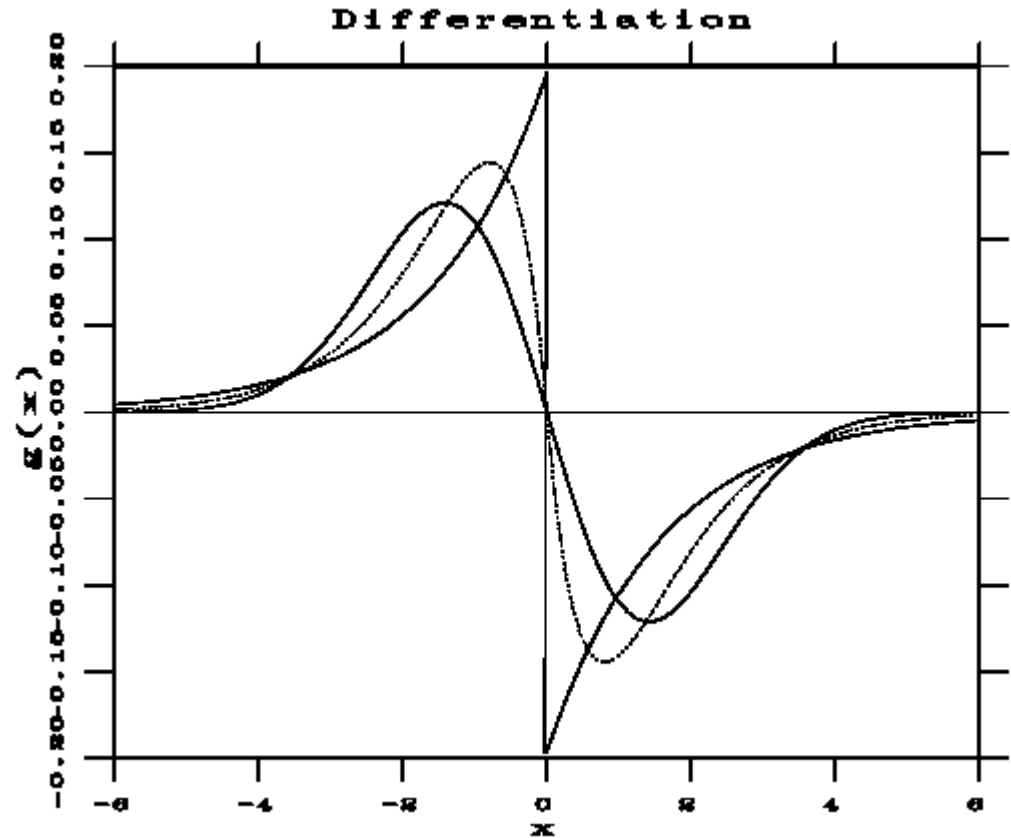
Πρώτη  
παράγωγος  
Gauss

# Φίλτρο παραγωγίσισης Canny

$$g(x) = -\frac{x}{\sigma^3 \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

$$g(x) = -\frac{1}{4} \alpha^3 x e^{-\alpha|x|}$$

$$g(x) = -\frac{\alpha^2}{2} \text{sign}(x) e^{-\alpha|x|}$$

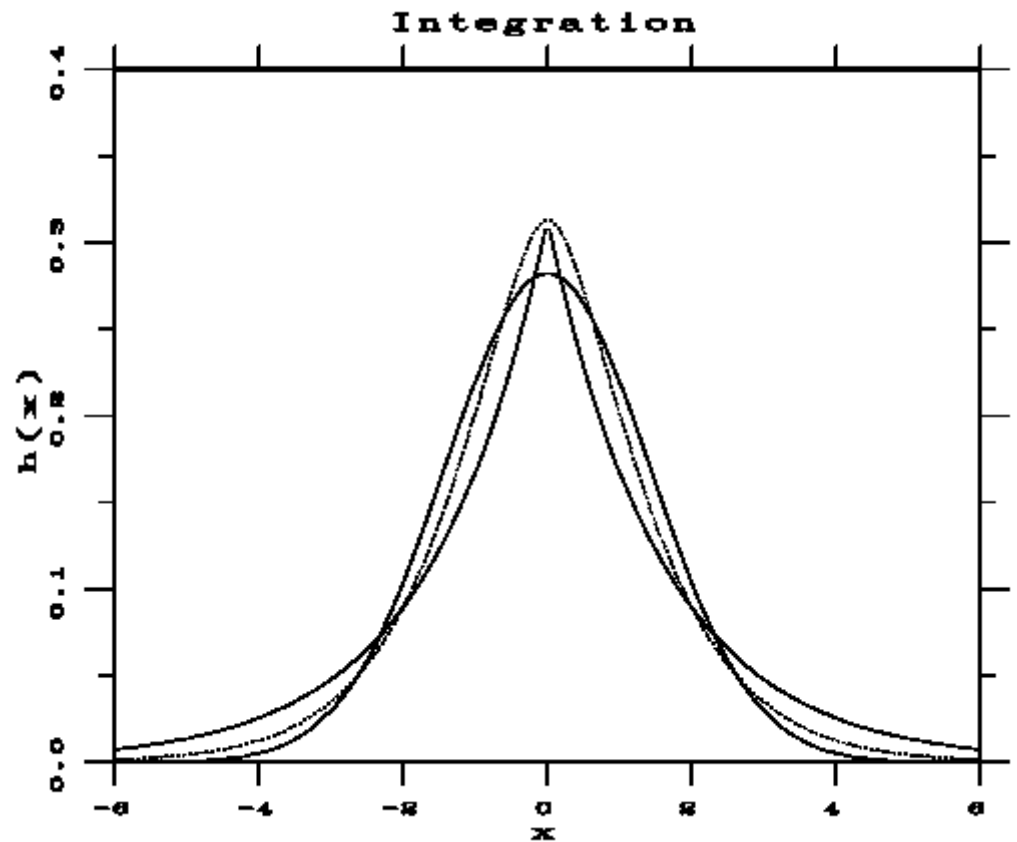


Ίδια σηματοθορυβική σχέση

# Φίλτρο εξομάλυνσης Canny

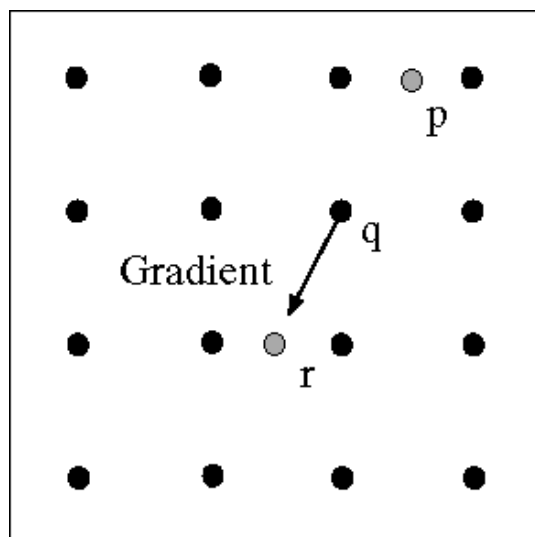
$$h(x) = \frac{\alpha}{2} e^{-\alpha|x|}$$

$$h(x) = \frac{1}{4} \alpha (1 + \alpha|x|) e^{-\alpha|x|}$$



# Ανίχνευση ακμών, μέθοδος Canny

1. Εξομάλυνση εικόνας (φίλτρο Gauss)
2. Υπολογισμός διανύσματος κλίσης
3. Εύρεση μέτρου και κατεύθυνσης της κλίσης
4. Ορισμός δύο κατωφλιών ανίχνευσης
5. Εύρεση μεγίστων στην κατεύθυνση της κλίσης
6. Τεχνική υστέρησης



Υστέρηση

- Ανίχνευση αρχικά με το υψηλό κατώφλι
- Συνέχιση με το χαμηλό κατώφλι, εφόσον υπάρχει σύνδεση με σημεία που έχουν ανιχνευθεί με το υψηλό κατώφλι

$$M(q) > \max \{ M(p), M(r) \}$$

# Ανίχνευση ακμών, μέθοδος Canny

