



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

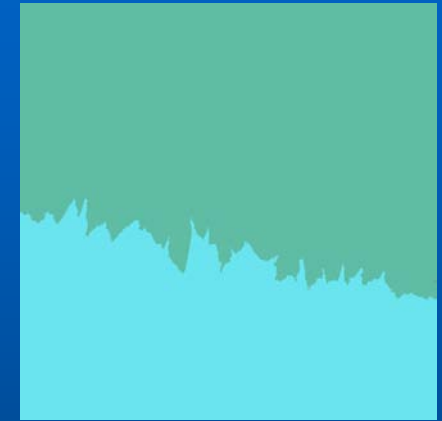
Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων

Ενότητα # 12: Ανίχνευση ακμών

Καθηγητής Γιώργος Τζιρίτας

Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών

Τμηματοποίηση εικόνων

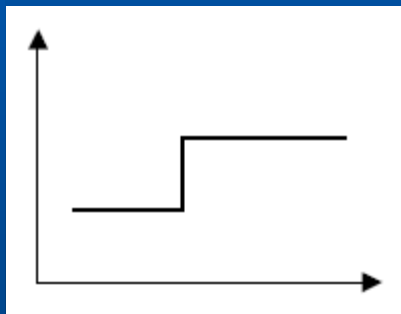


Πρώτο στάδιο της ανάλυσης των εικόνων

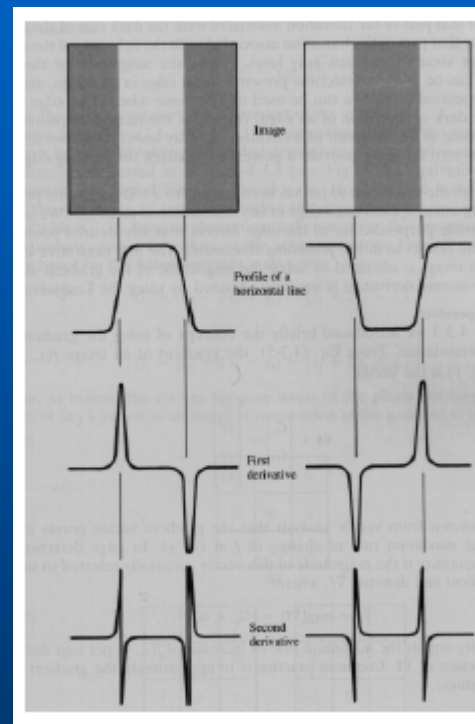
Τα τμήματα θα μπορούσαν να αντιστοιχούν σε ξεχωριστά αντικείμενα ή ξεχωριστές επιφάνειες αντικειμένων

Εύρεση: κοινή ιδιότητα σημείων τμήματος
σύνορα/αντιθέσεις

Ανίχνευση ακμών



Ιδανική ακμή
(σκαλοπάτι)



Παραγωγή

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

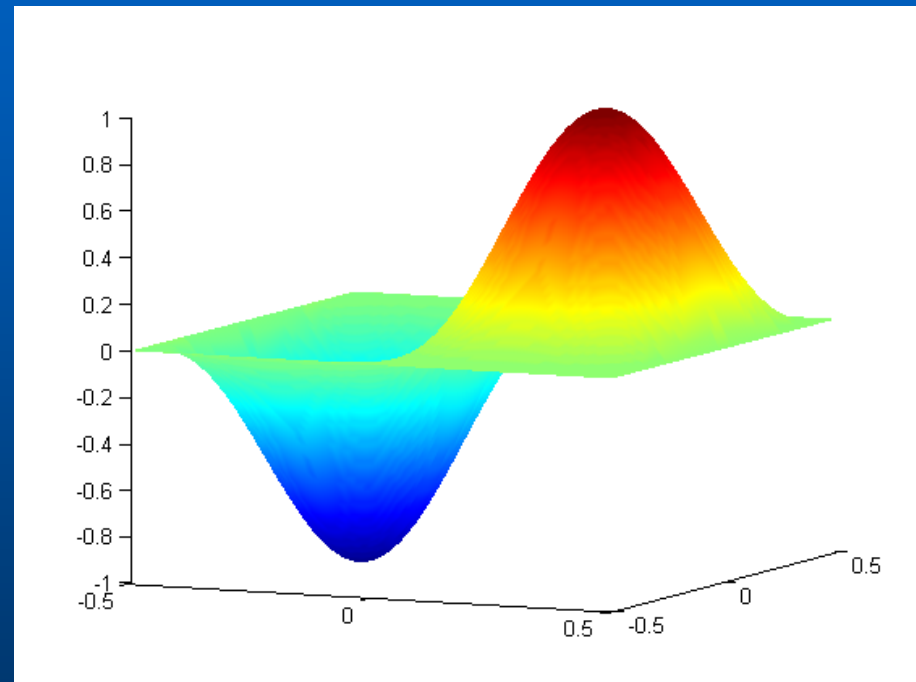
$$\angle \nabla f(x, y) = \tan^{-1} \left\{ \frac{\frac{\partial f}{\partial y}}{\frac{\partial f}{\partial x}} \right\}$$

Μέθοδος κλίσης, φίλτρα Sobel

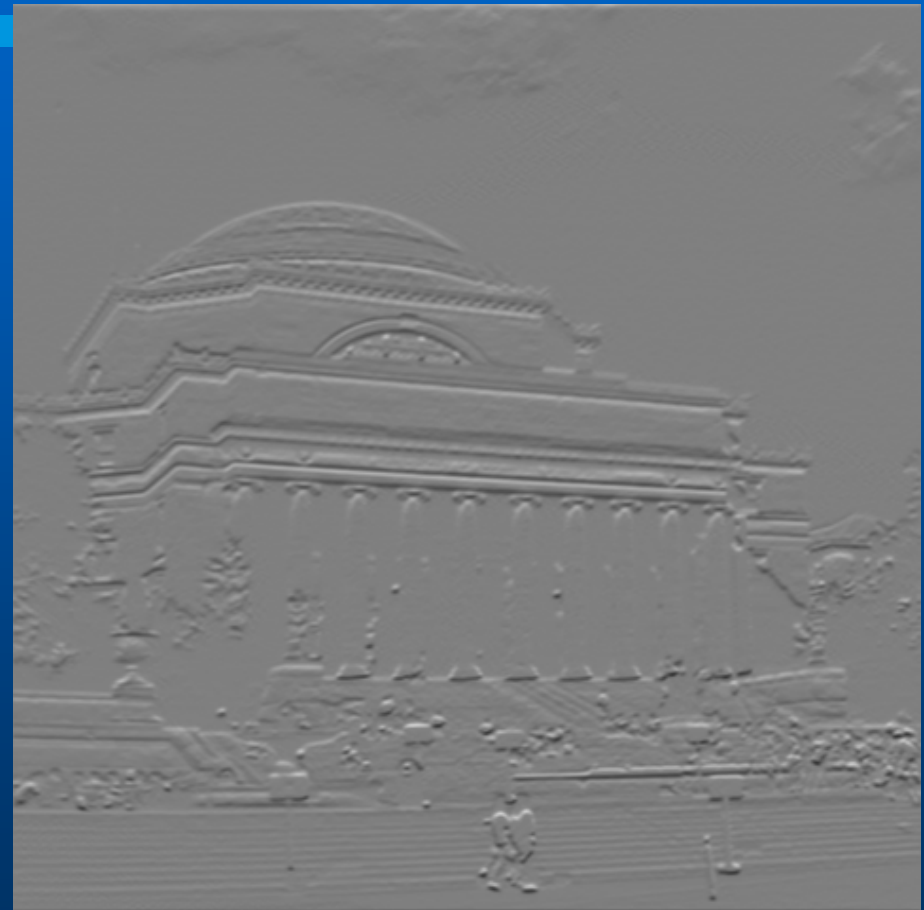
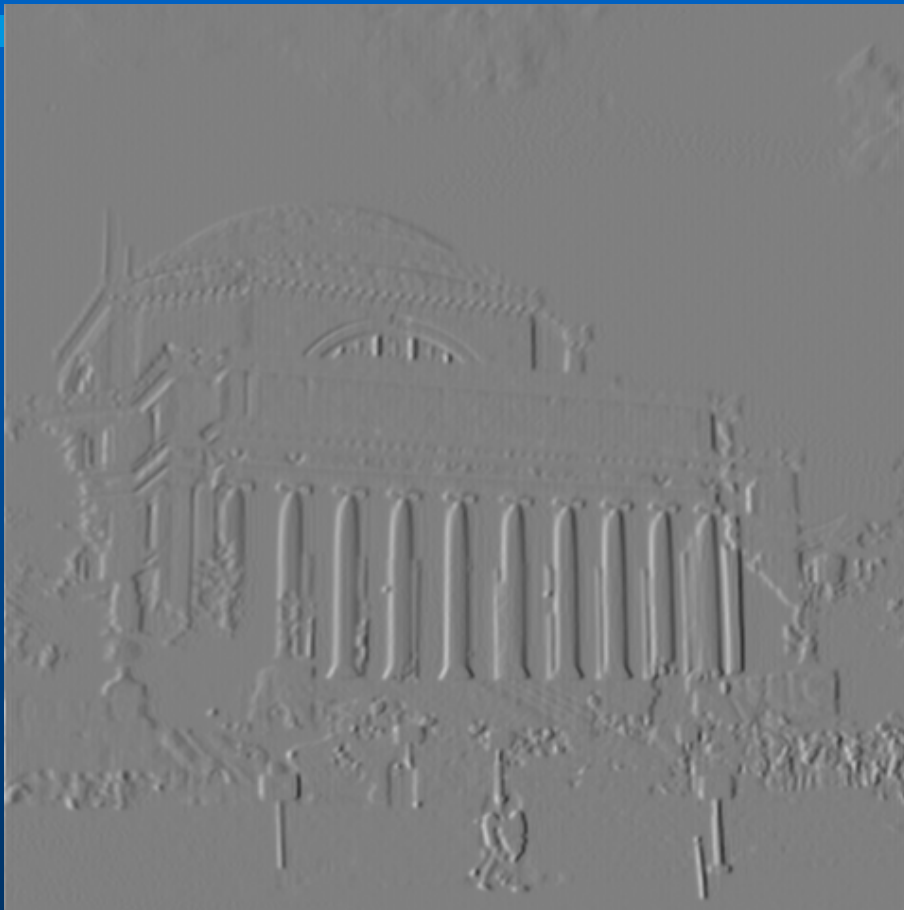
1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

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

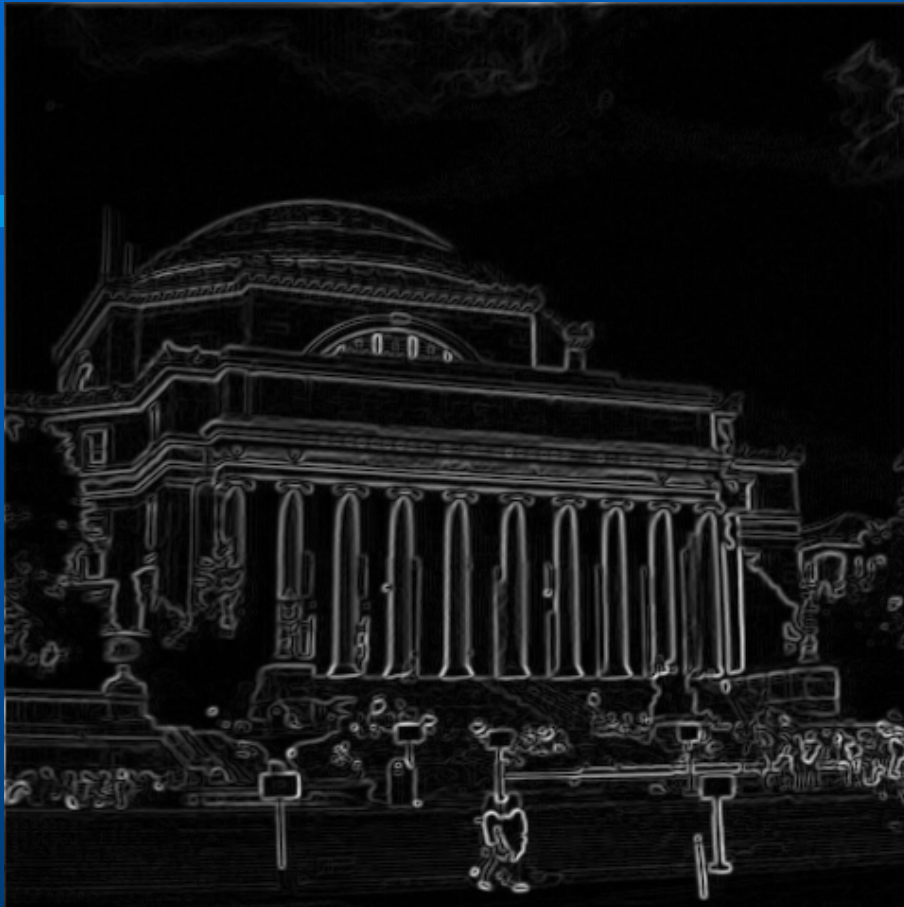
$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \\ \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \end{bmatrix}$$



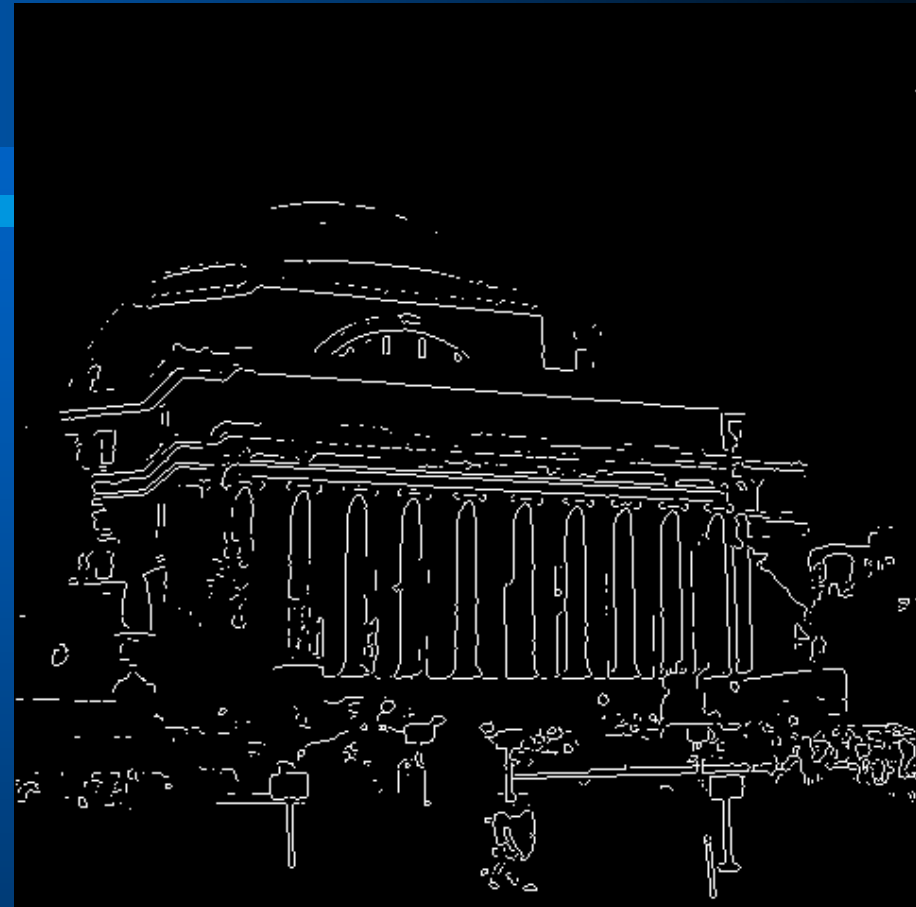
Μέθοδος κλίσης, φίλτρα Sobel



Μέθοδος κλίσης, φίλτρα Sobel

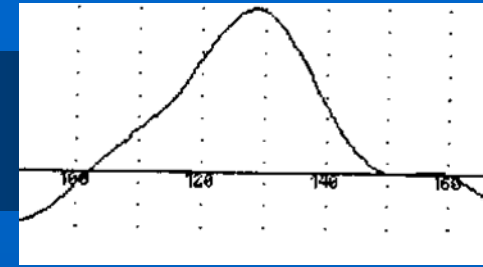
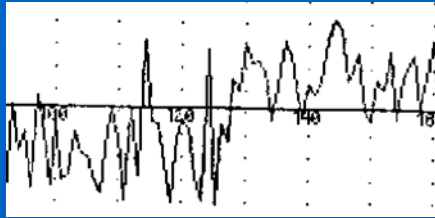


Μέτρο κλίσης



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

$\sigma/M = 0,15$

$\sigma/M = 0,30$

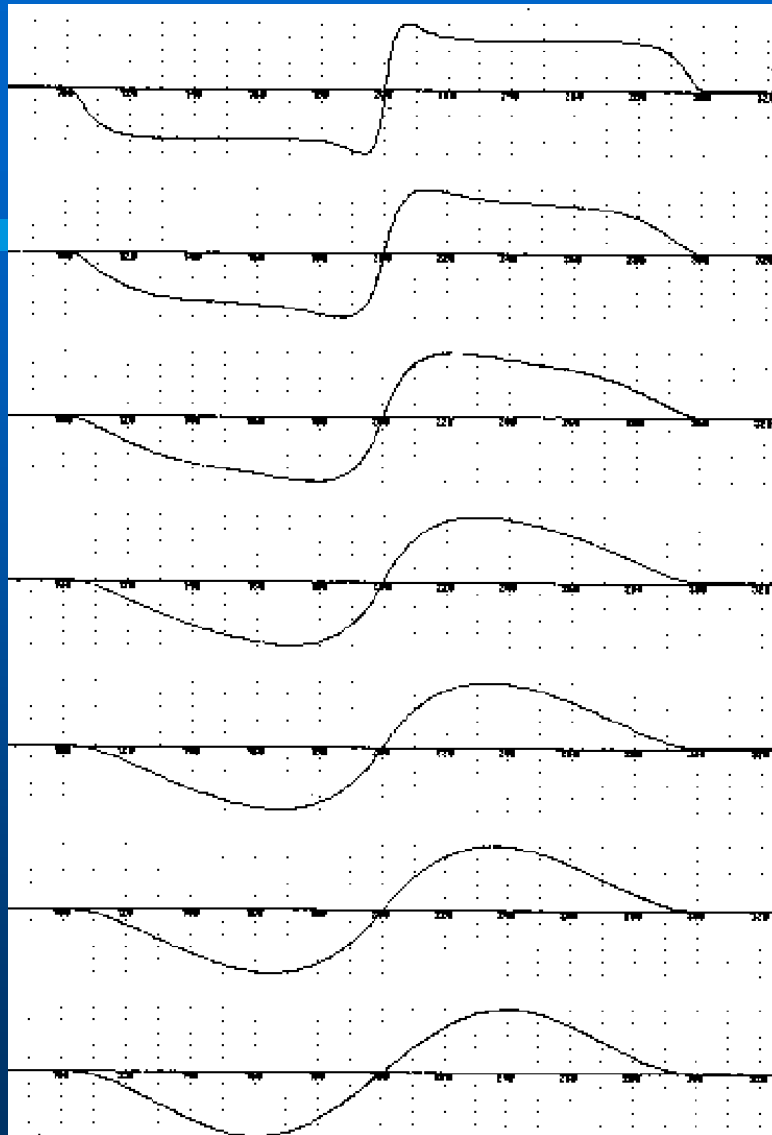
$\sigma/M = 0,50$

$\sigma/M = 0,80$

$\sigma/M = 1,00$

$\sigma/M = 1,20$

$\sigma/M = 1,40$



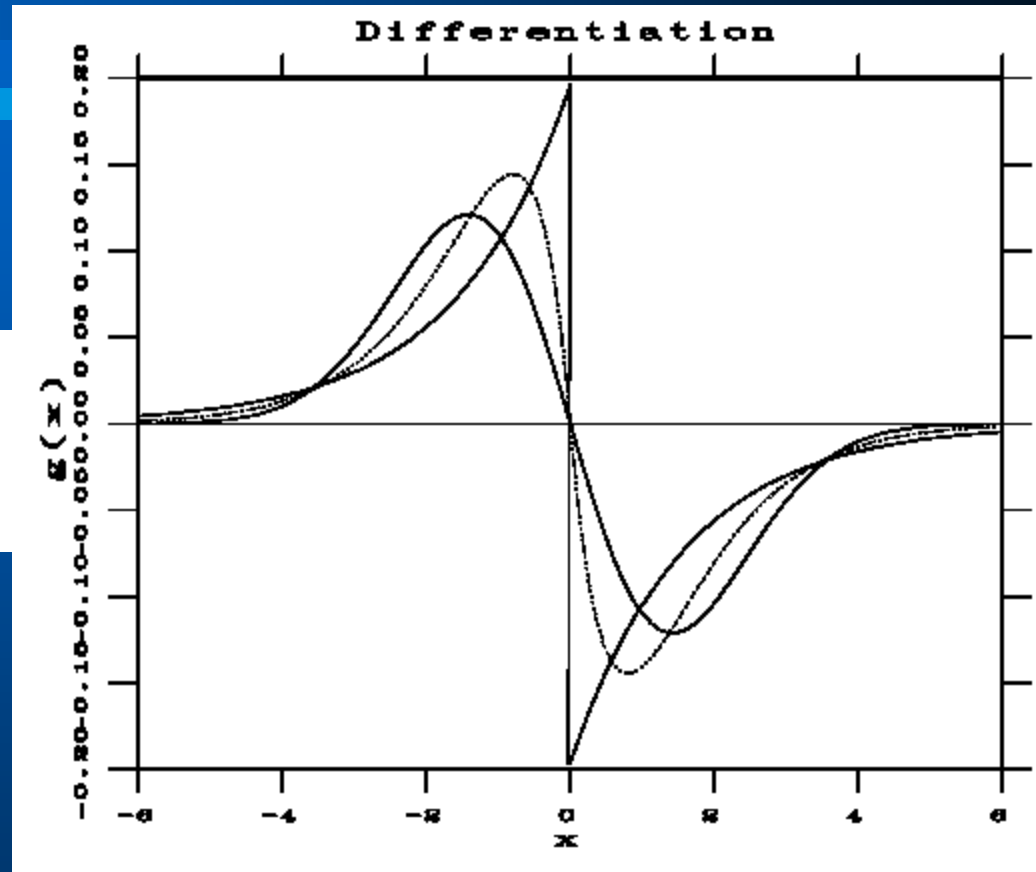
Πρώτη
παράγωγος
Gauss

Ανίχνευση ακμών με φίλτρα Canny

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

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

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

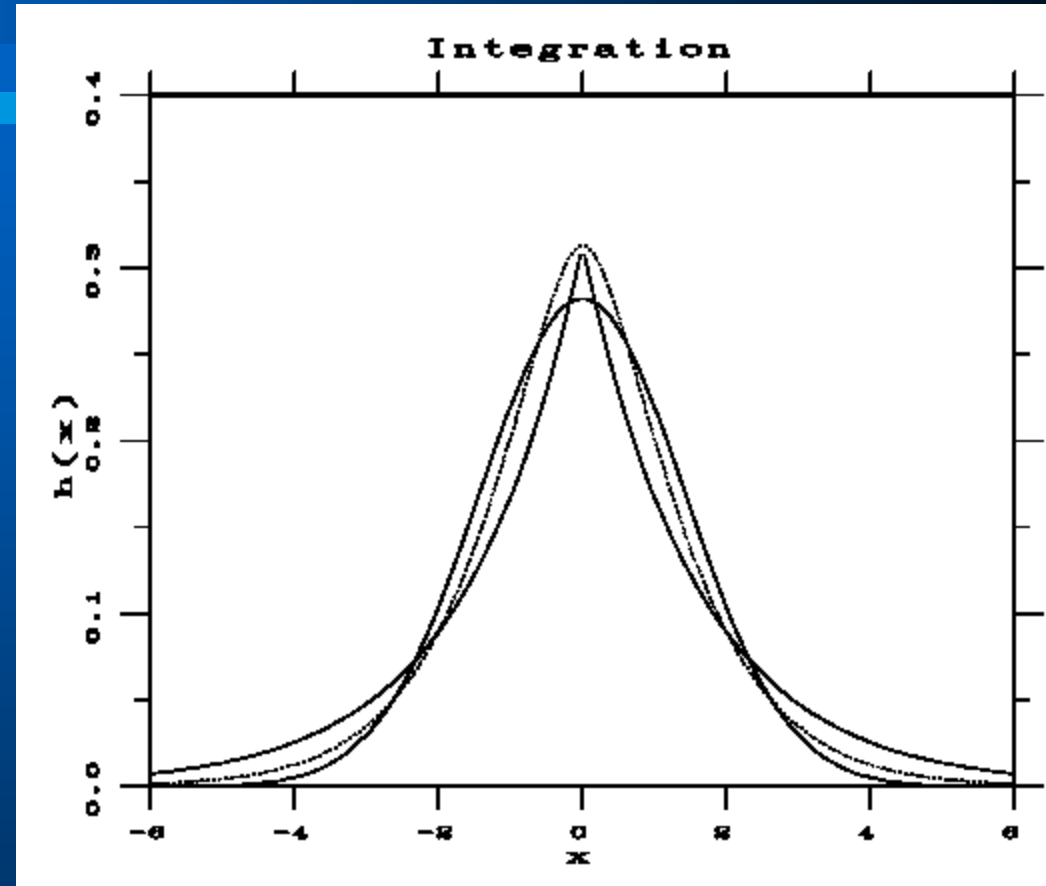


Ίδια σηματοθρομβική σχέση

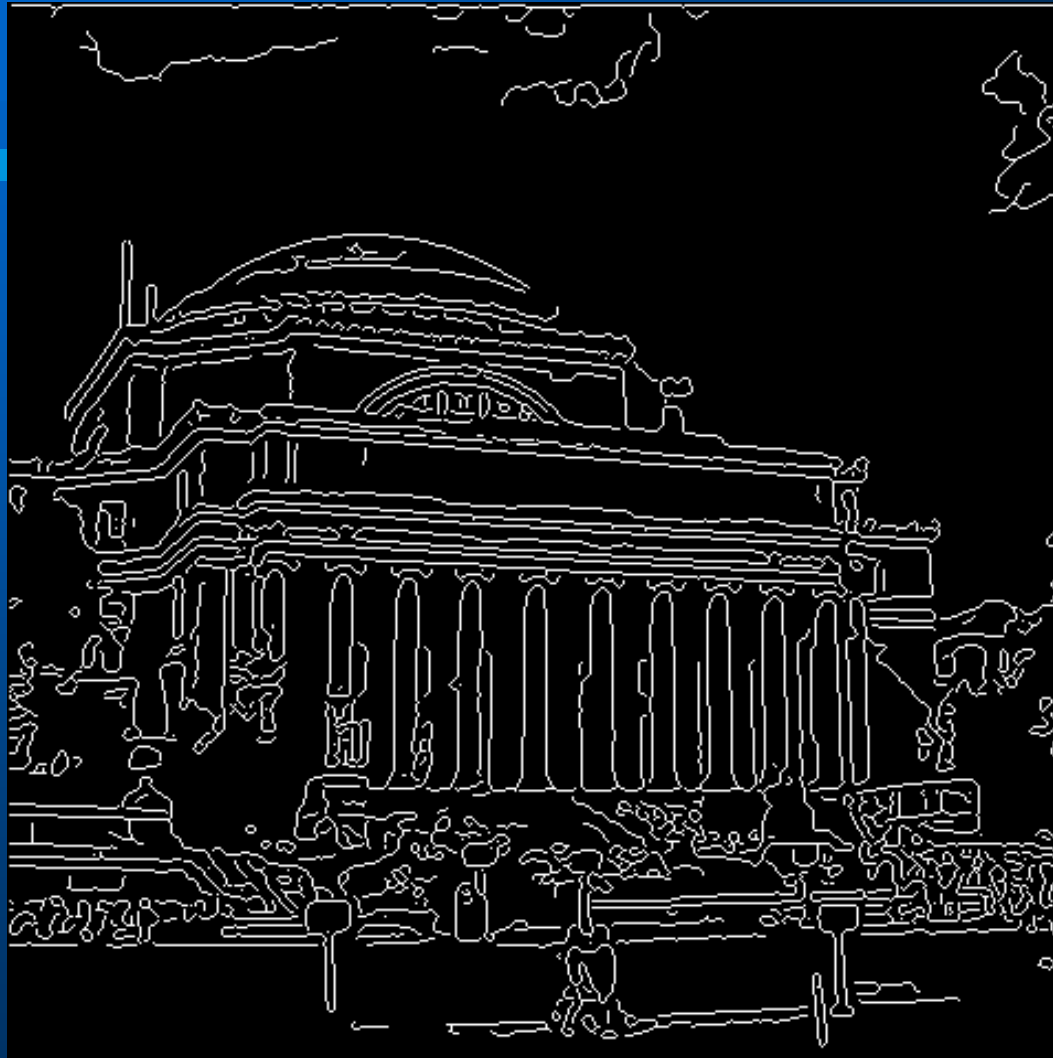
Ανίχνευση ακμών με φίλτρα Canny

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

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



Ανίχνευση ακμών με φίλτρα Canny



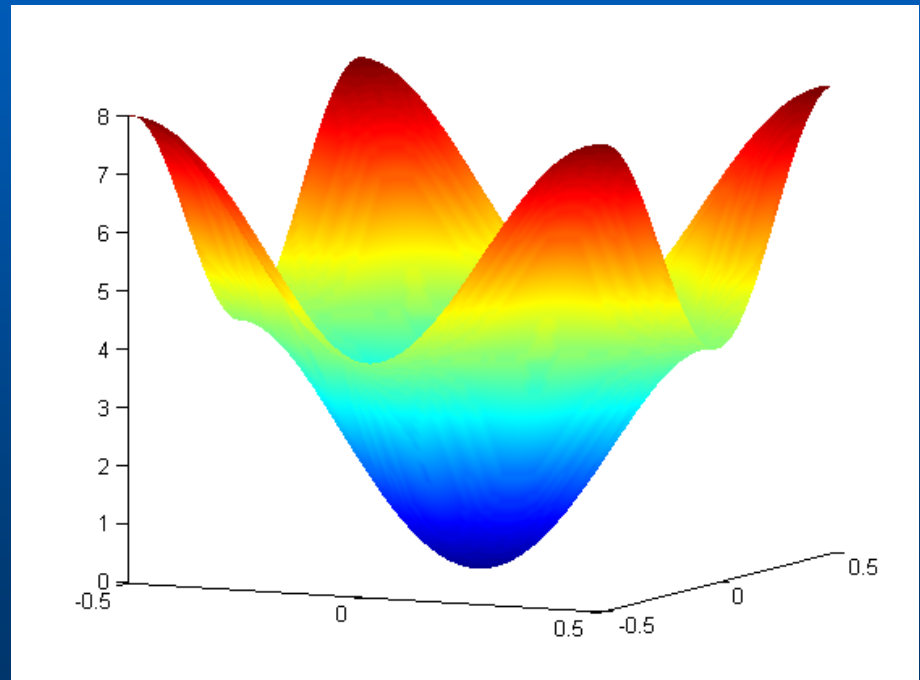
Μέθοδος Λαπλασιανού τελεστή

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

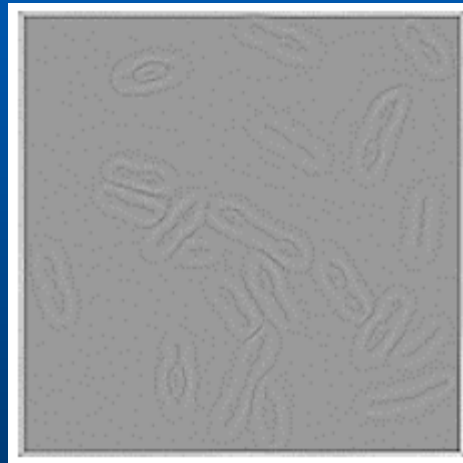
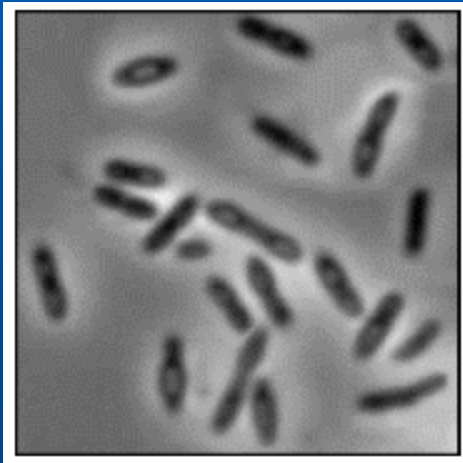
ισοτροπικός

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$



Μέθοδος Λαπλασιανού τελεστή

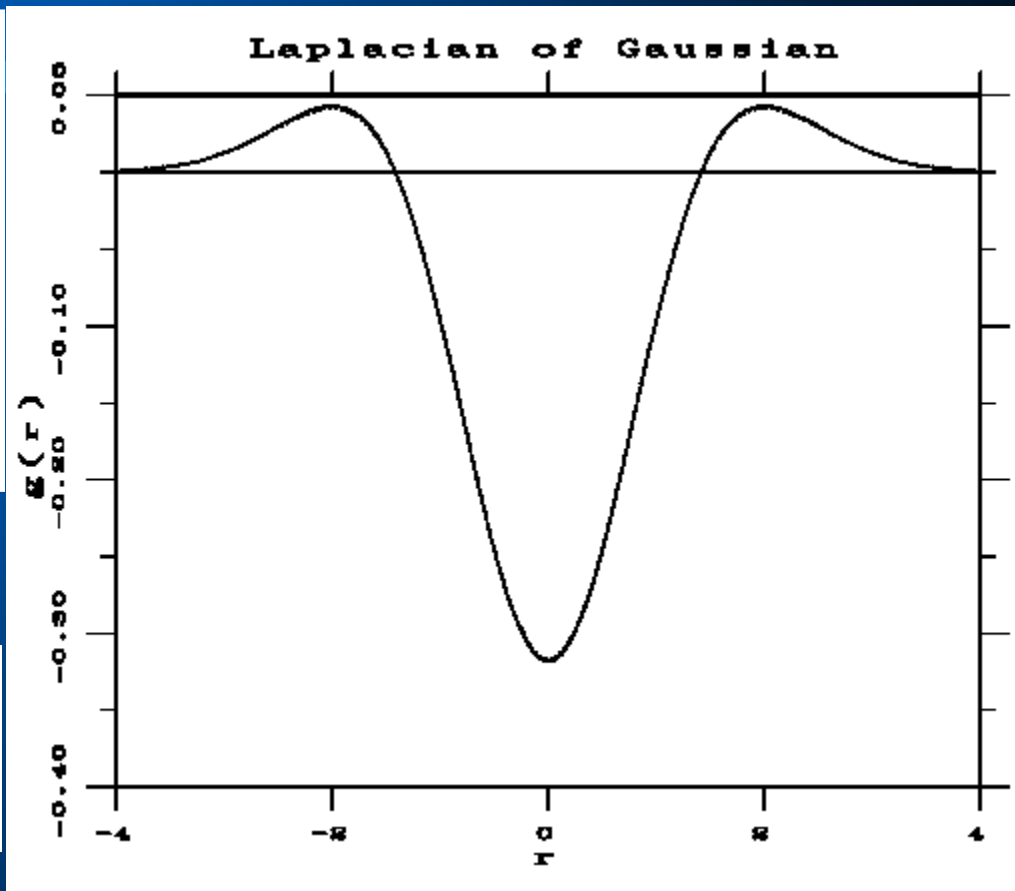


Λαπλασιανή Gauss (LoG)

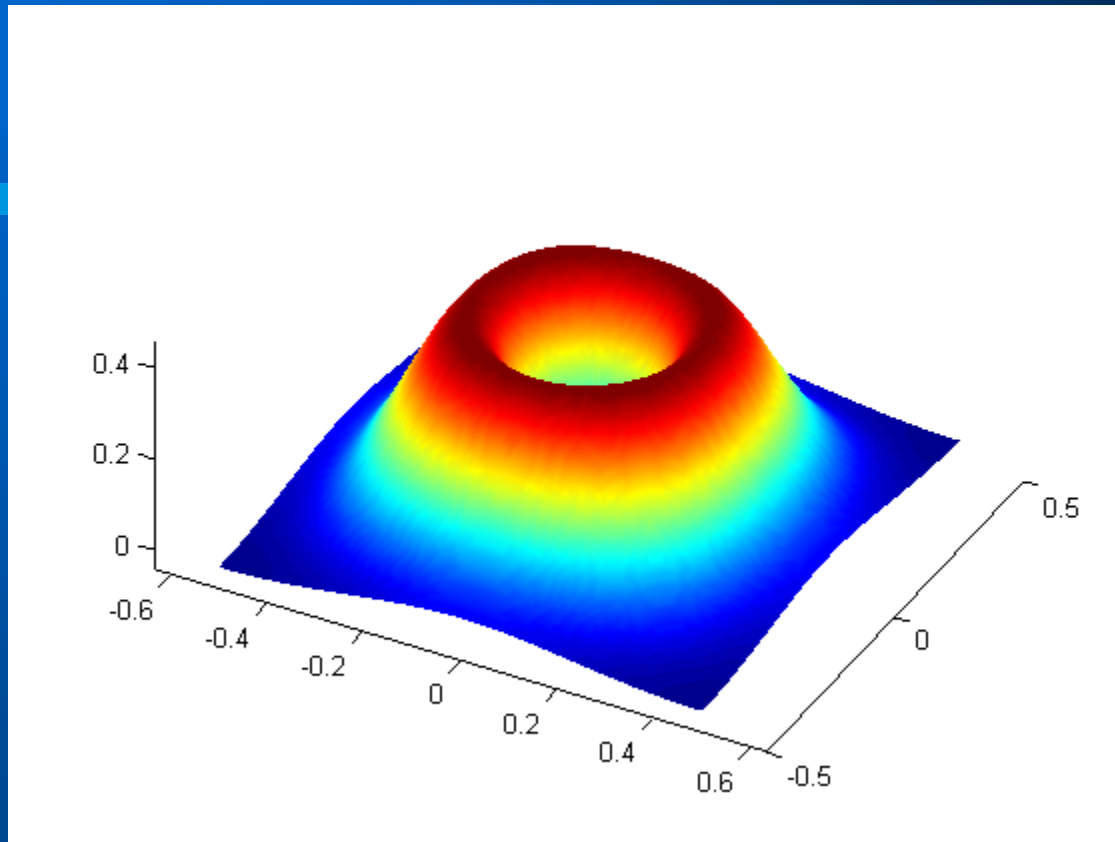
0.0448	0.0468	0.0564	0.0468	0.0448
0.0468	0.3167	0.7146	0.3167	0.0468
0.0564	0.7146	-4.9048	0.7146	0.0564
0.0468	0.3167	0.7146	0.3167	0.0468
0.0448	0.0468	0.0564	0.0468	0.0448

$$\sigma = 0,5$$

$$g(r) = \frac{1}{\pi\sigma^4} \left(\frac{r^2}{2\sigma^2} - 1 \right) e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}$$



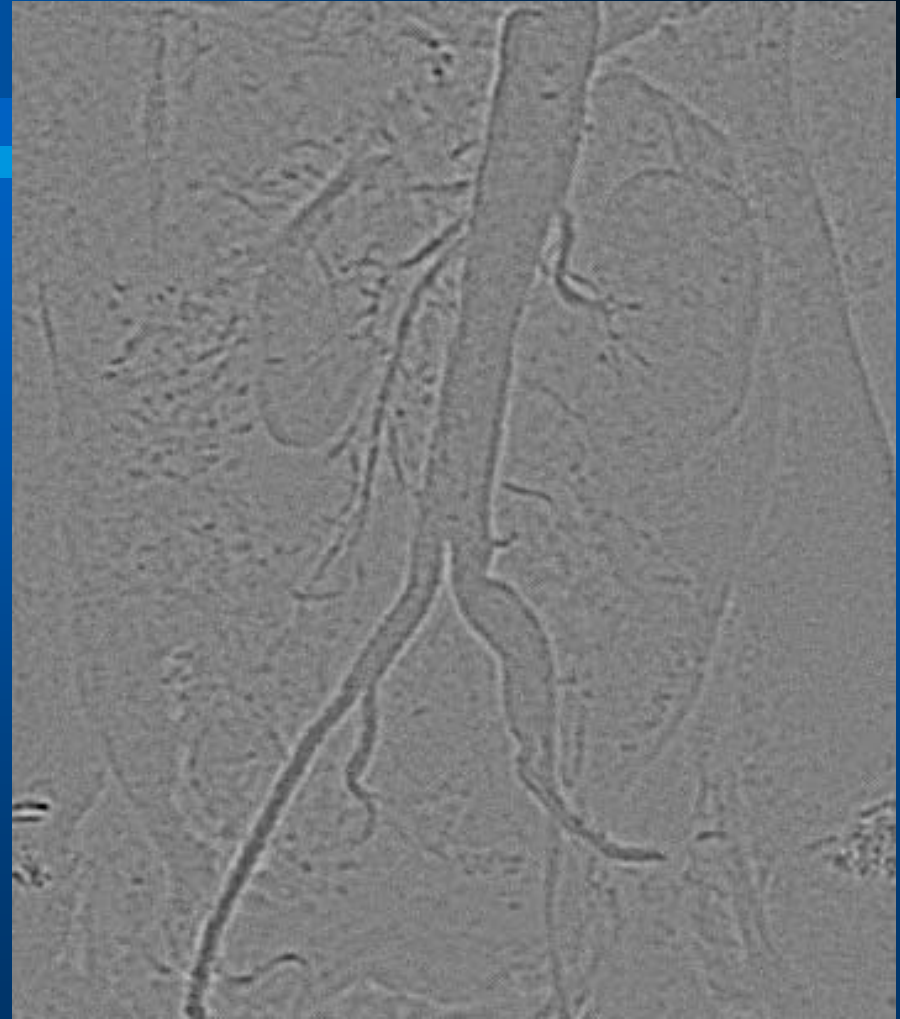
Διαφορά Gauss (DoG)



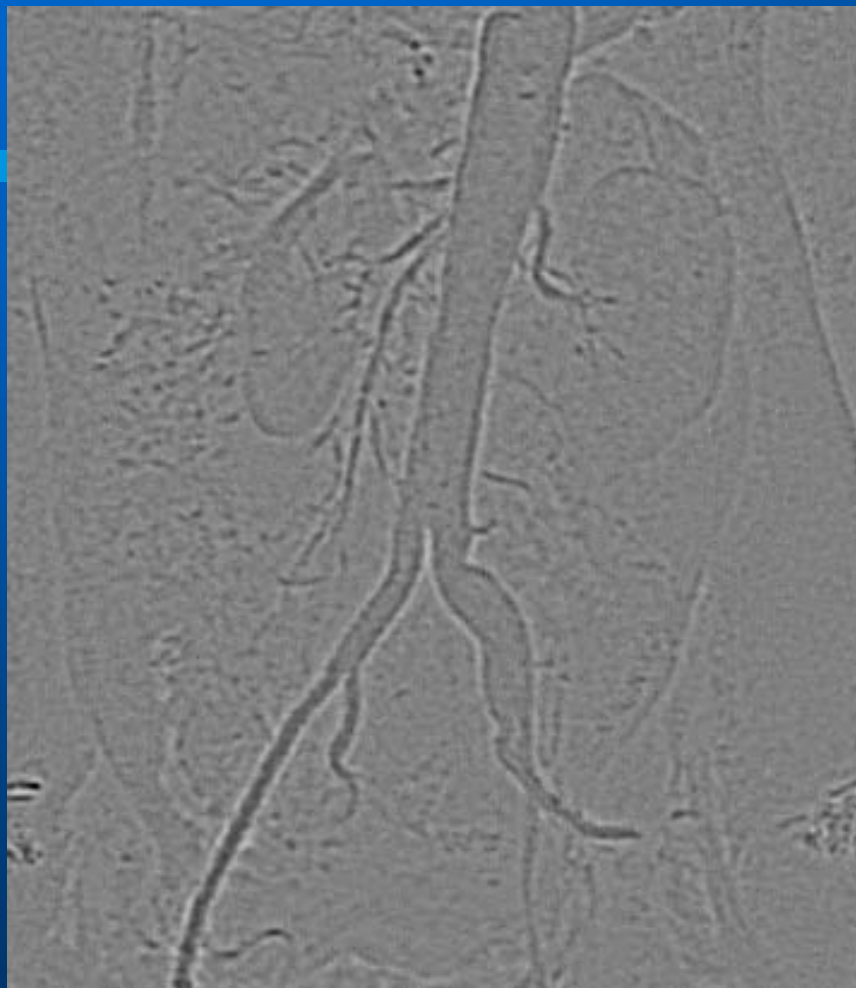
$\sigma = 1$

$$g(r) \propto \frac{1}{2\pi\sigma_1^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma_1^2}} - \frac{1}{2\pi\sigma_2^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma_2^2}}$$

Λαπλασιανή



Λαπλασιανή Gauss (LoG)



Μέθοδος Λαπλασιανού τελεστή



Τέλος Ενότητας



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Κρήτης**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση, Όχι Παράγωγο Έργο 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



- Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:
 - που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
 - που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
 - που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο
- Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Κρήτης, Καθηγητής Γιώργος Τζιρίτας. «Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνων - Ανίχνευση ακμών». Έκδοση: 1.0. Ηράκλειο 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://www.csd.uoc.gr/~hy471/>.

Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

Οι εικόνες προέρχονται από την ιστοσελίδα:

http://www.imageprocessingplace.com/root_files_V3/image_databases.htm

εκτός εάν αναφέρεται συγκεκριμένη διαφορετική πηγή

Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/2)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

Πίνακες