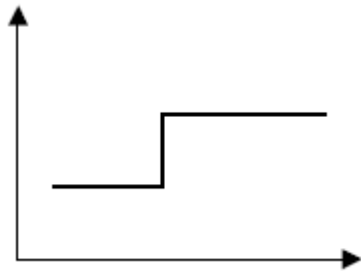


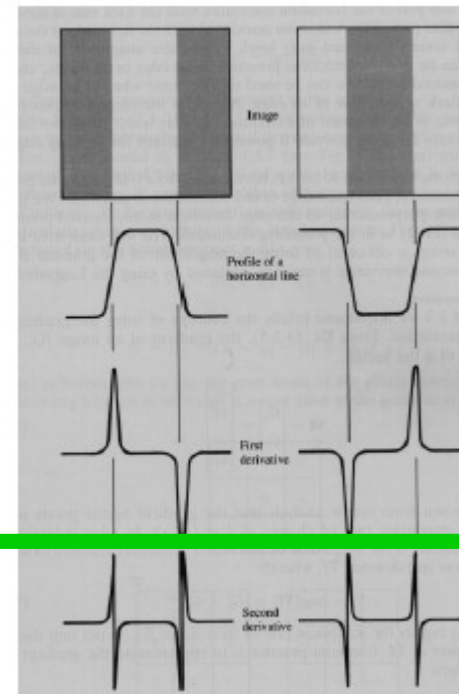
Ανίχνευση ακμών Λαπλασιανός τελεστής

Ανίχνευση ασυνεχειών :

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



Ιδανική ακμή
(σκαλοπάτι)



Παραγωγή

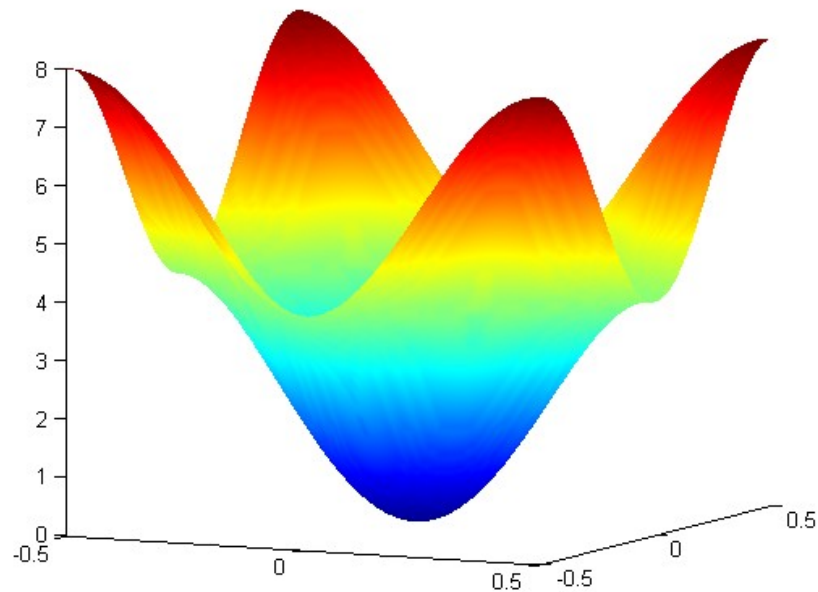
Δεύτερη
παράγωγος

Λαπλασιανός τελεστής

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

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

1	1	1
1	-8	1
1	1	1



Μετασχηματισμός Fourier

Δεν διακρίνονται κατευθύνσεις
Ευαισθησία στο θόρυβο

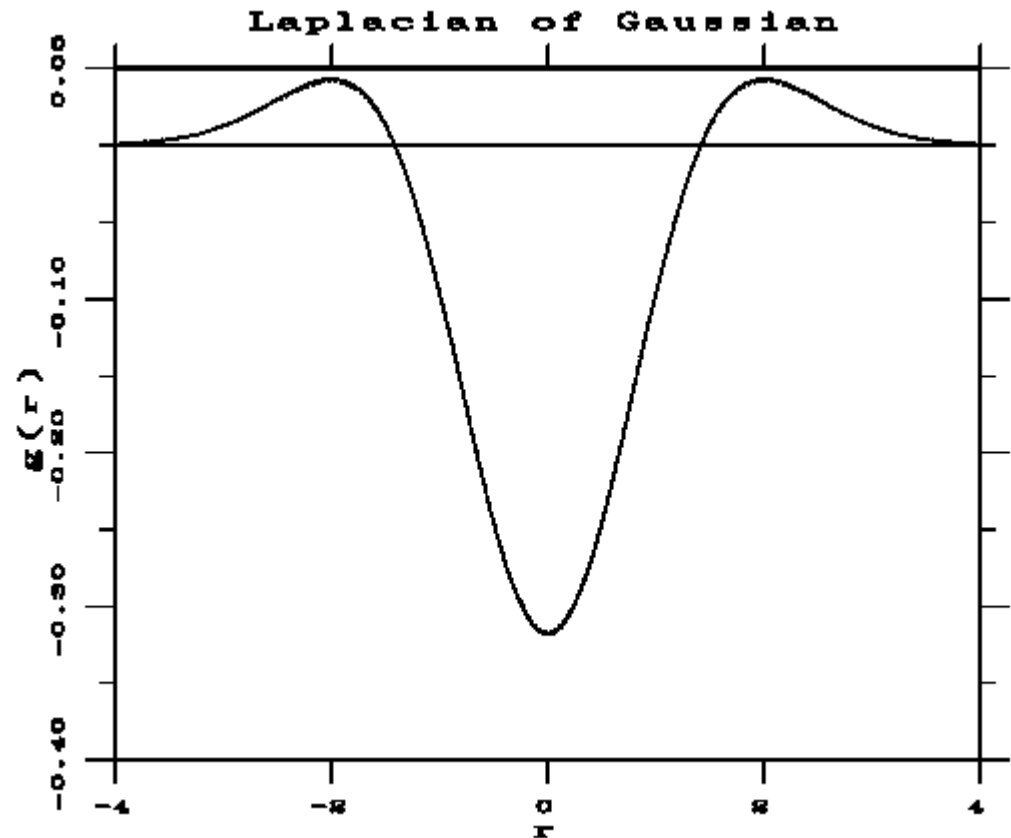
Λαπλασιανή Gauss (LoG)

$$g(r) = \frac{1}{\pi \sigma^4} \left(\frac{r^2}{2\sigma^2} - 1 \right) \exp\left(\frac{-r^2}{2\sigma^2} \right) \quad r^2 = x^2 + y^2$$

σ : ρυθμίζει το βαθμό της εξομάλυνσης

0.04	0.35	0.71	0.35	0.04
0.35	1.73	0.01	1.73	0.35
0.71	0.01	-12.76	0.01	0.71
0.35	1.73	0.01	1.73	0.35
0.04	0.35	0.71	0.35	0.04

$$\sigma = \frac{\sqrt{2}}{2}$$



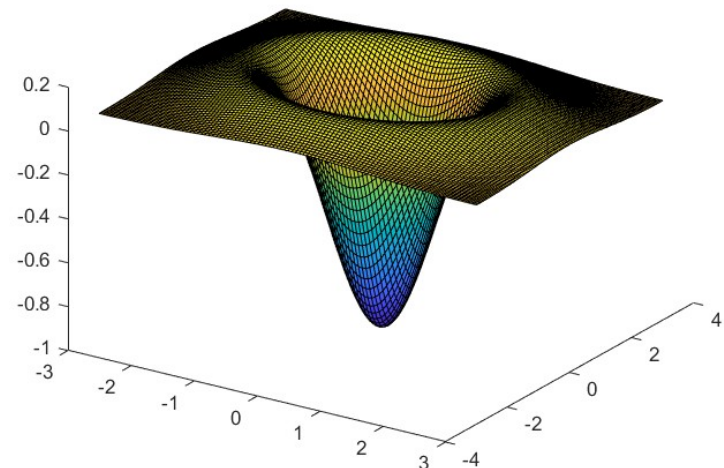
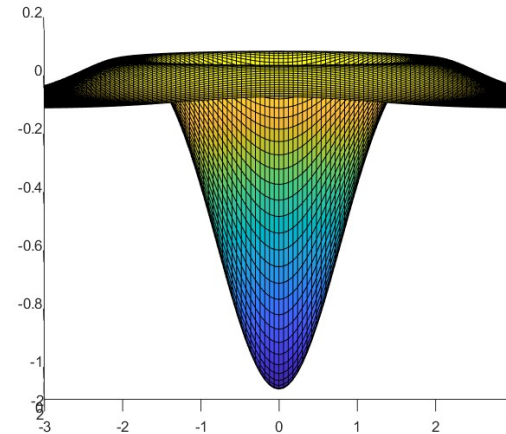
Λαπλασιανή Gauss (LoG)

$$g(r) = \frac{1}{\pi \sigma^4} \left(\frac{r^2}{2\sigma^2} - 1 \right) \exp\left(\frac{-r^2}{2\sigma^2} \right) \quad r^2 = x^2 + y^2$$

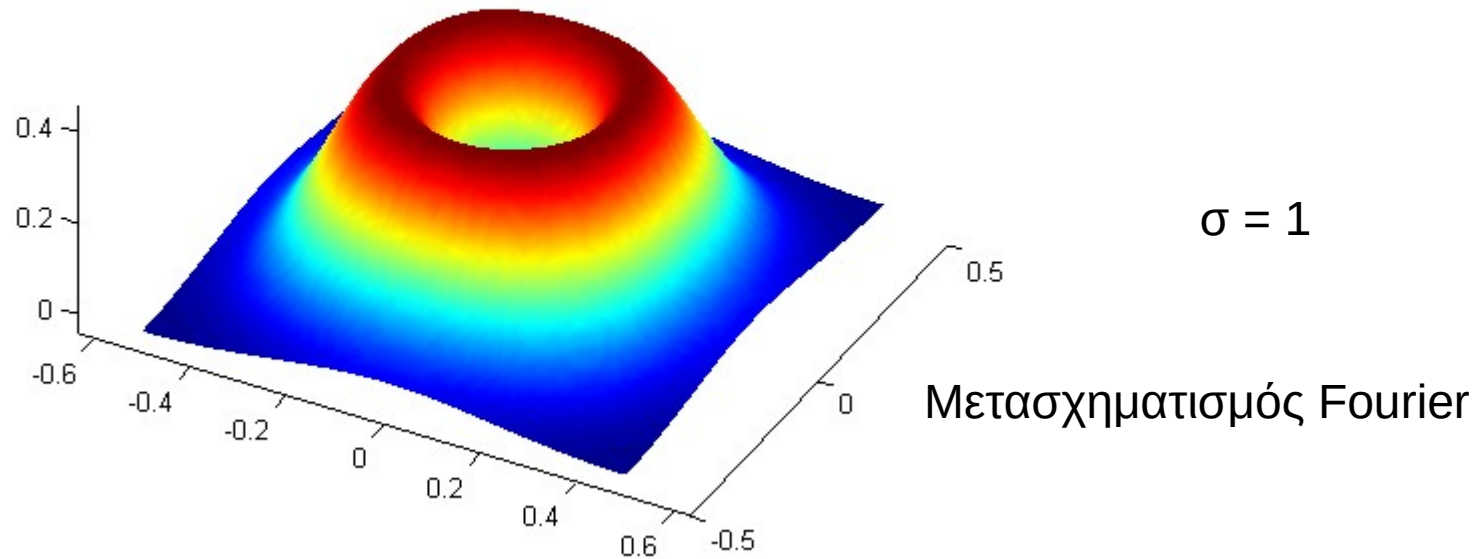
σ : ρυθμίζει το βαθμό της εξομάλυνσης

0.04	0.35	0.71	0.35	0.04
0.35	1.73	0.01	1.73	0.35
0.71	0.01	-12.76	0.01	0.71
0.35	1.73	0.01	1.73	0.35
0.04	0.35	0.71	0.35	0.04

$$\sigma = \frac{\sqrt{2}}{2}$$



Διαφορά Gauss (DoG)



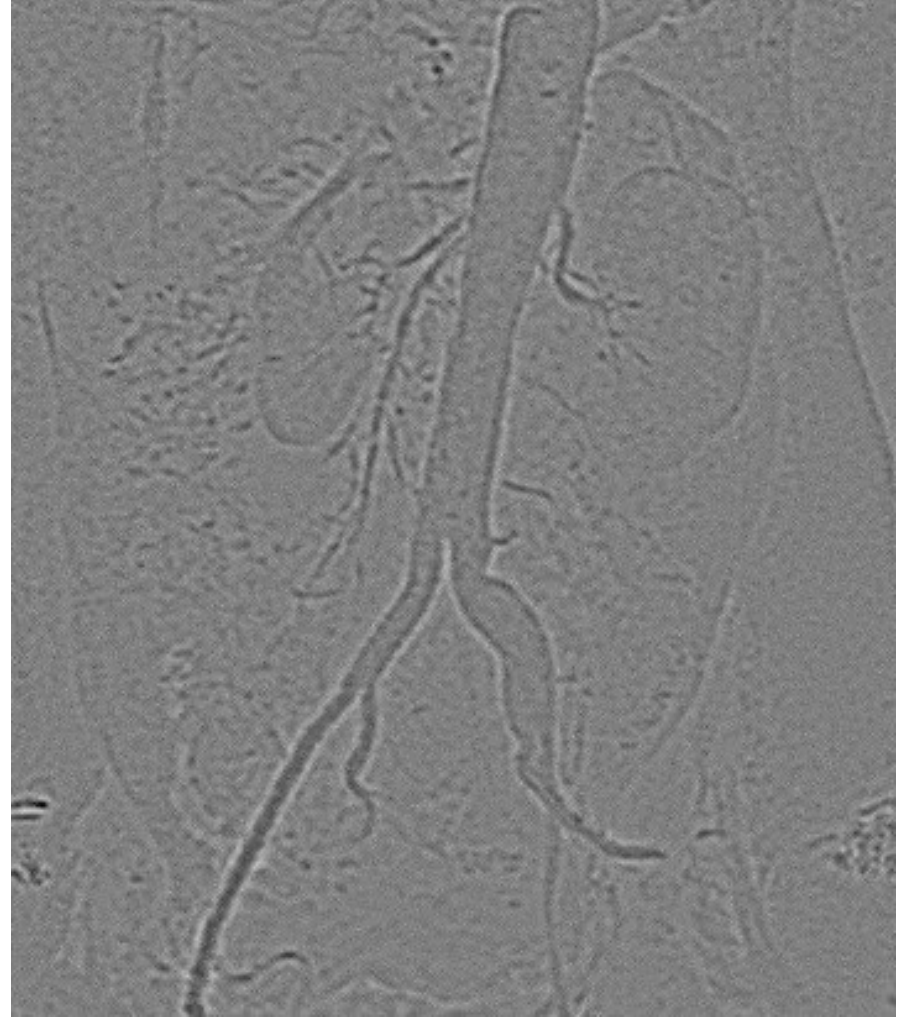
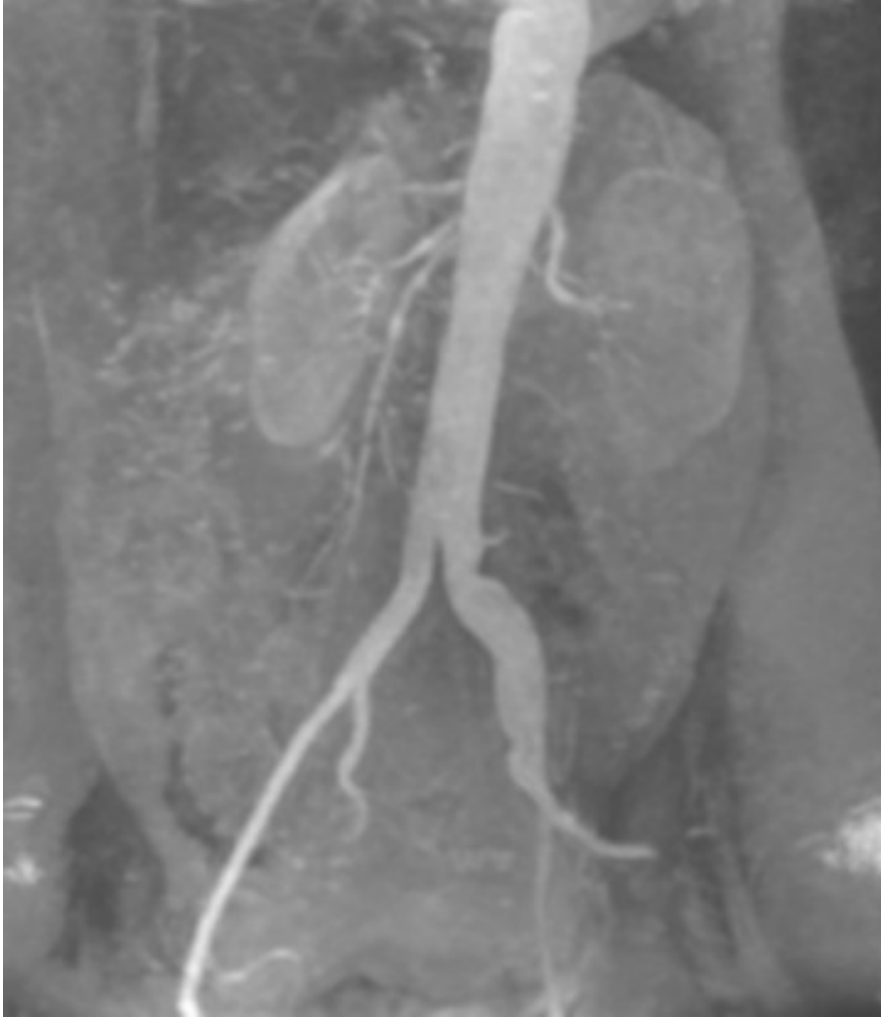
$$g(r) \propto \frac{1}{2\pi\sigma^2\sigma_1^2} \exp\left(\frac{-r^2}{2\sigma_1^2}\right) - \frac{1}{2\pi\sigma^2\sigma_2^2} \exp\left(\frac{-r^2}{2\sigma_2^2}\right)$$

$$\sigma_1^2 = 1.28\sigma^2, \sigma_2^2 = 0.8\sigma^2$$

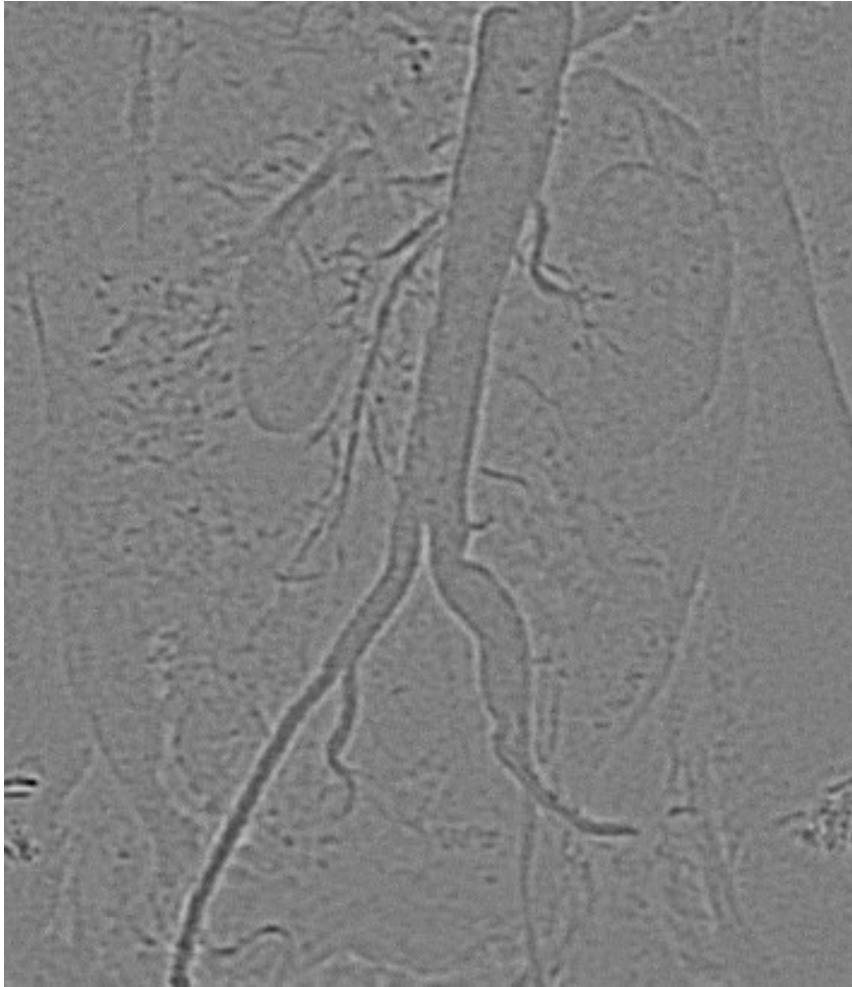
Διαφορά Gauss (DoG)



Λαπλασιανή



Λαπλασιανή



Λαπλασιανή



Ανίχνευση

Υλοποίηση Λαπλασιανής

Σύστημα πεπερασμένης κρουστικής απόκρισης $(2N+1)*(2N+1)$ $N \approx 3\sigma$

1	1.5	1
1.5	-10	1.5
1	1.5	1

Λαπλασιανή = διαφορά Gaussians

Υλοποίηση Gaussian : δύο μονοδιάστατα φίλτρα (διαχωρισιμότητα)

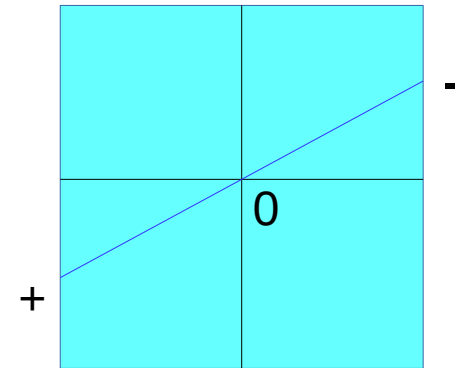
Πεπερασμένη κρουστική απόκριση

Αναδρομική σχέση (υπολογιστικό κόστος ανεξάρτητο του σ)

Πεδίο συχνοτήτων (μετασχηματισμός Fourier)

Ανίχνευση και κλίμακα

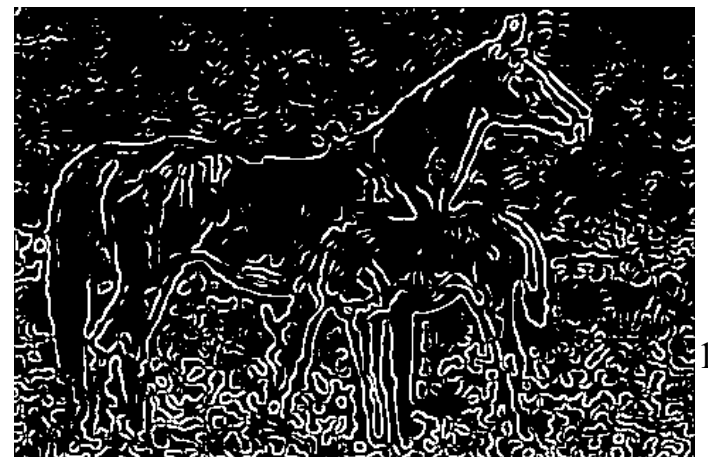
Διέλευση από το 0, αλλαγή προσήμου,
σημαντική διαφορά



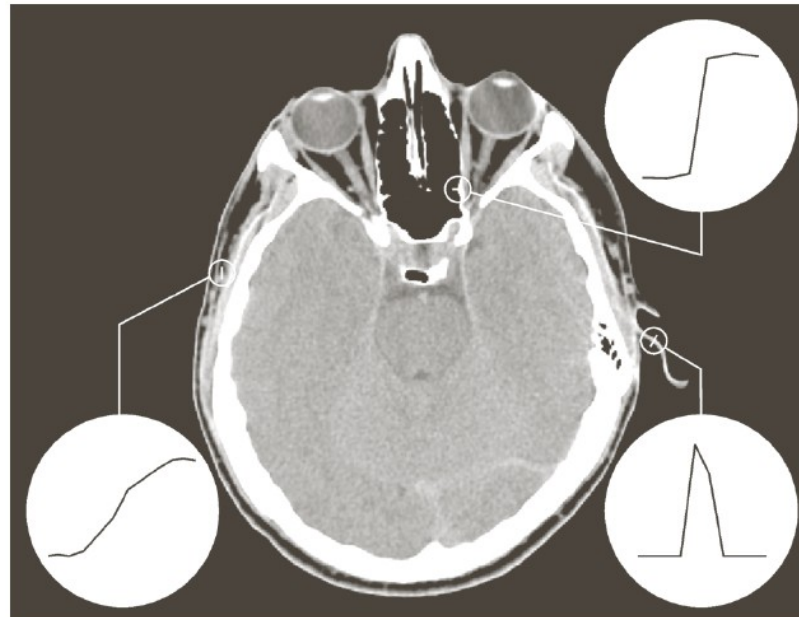
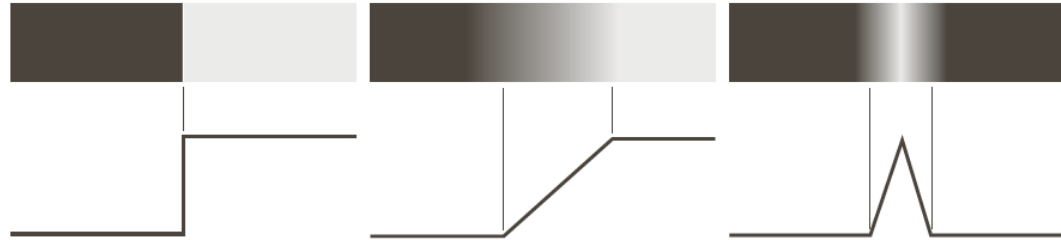
$$\sigma = \sqrt{2}$$



$$\sigma = 2\sqrt{2}$$

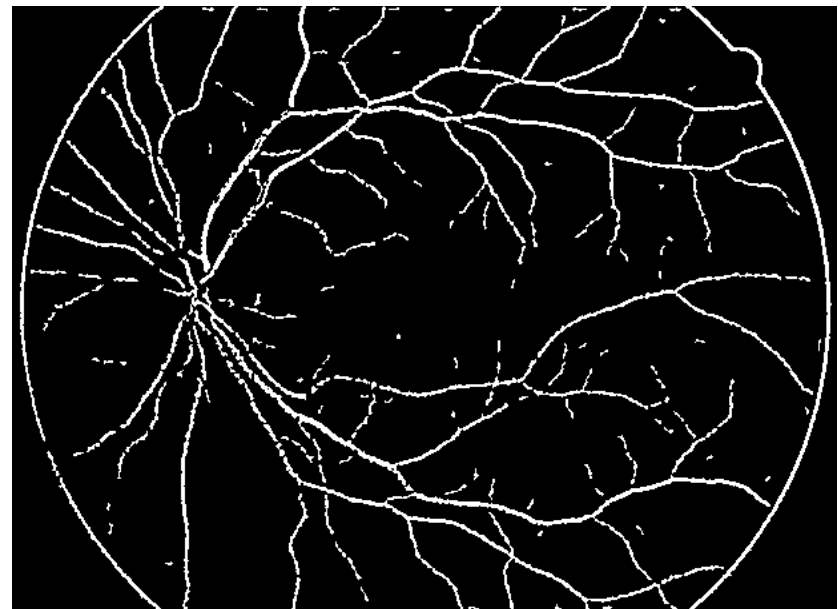
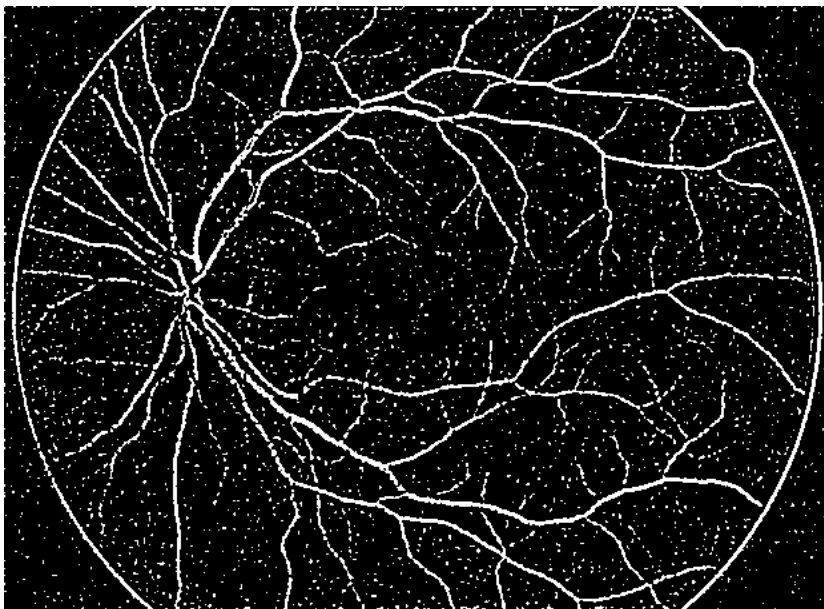
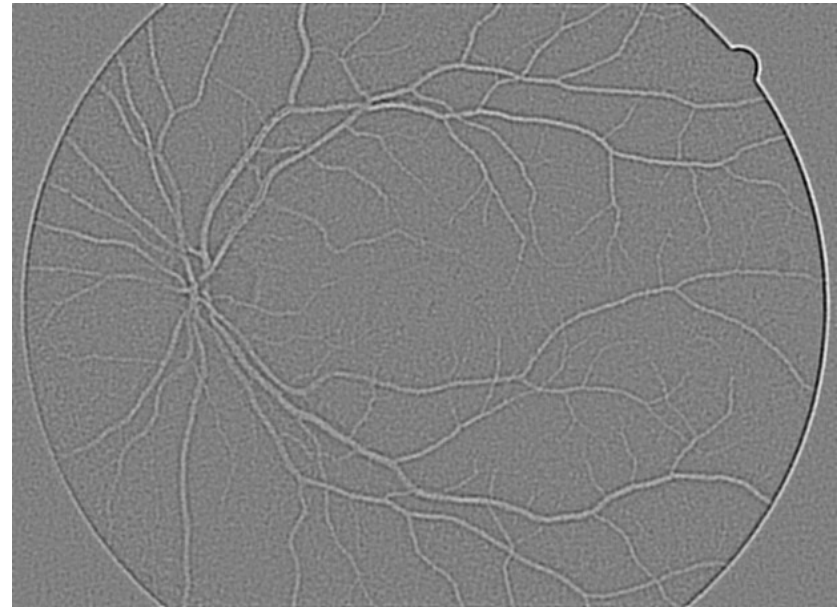
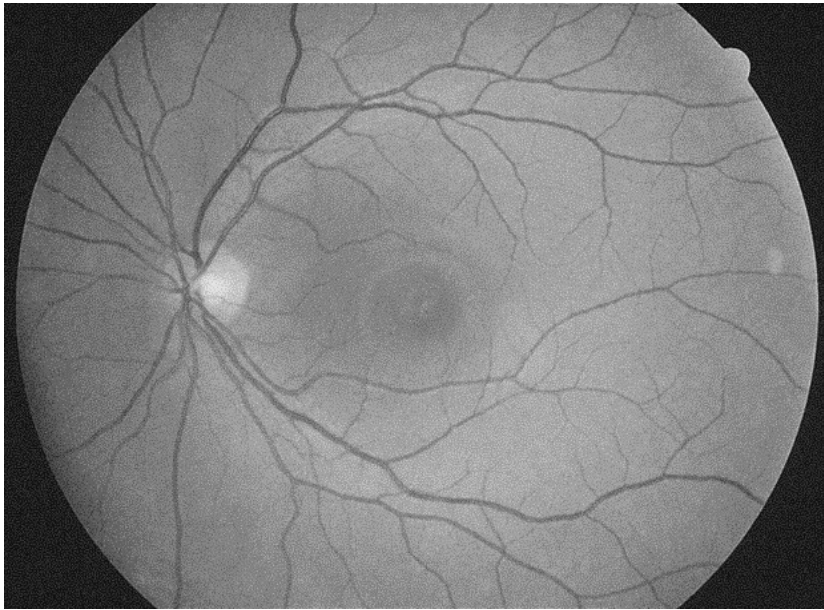


Τύποι ακμής



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Λαπλασιανή / γραμμές



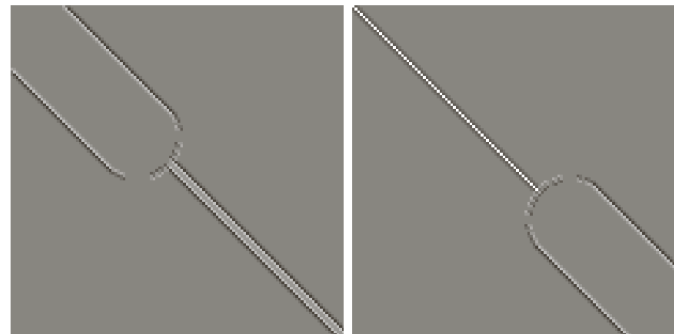
Ανίχνευση γραμμών

1	1	1
-2	-2	-2
1	1	1

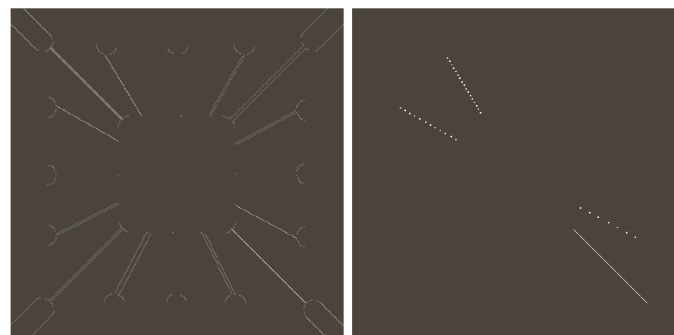


1	-2	1
1	-2	1
1	-2	1

-2	1	1
1	-2	1
1	1	-2



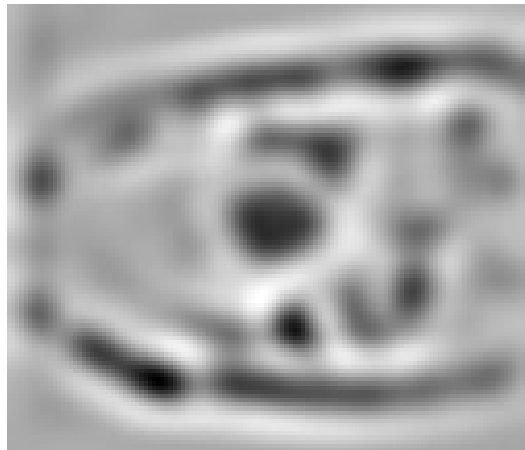
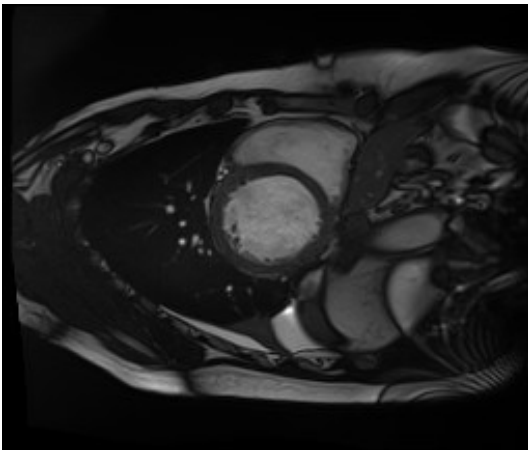
1	1	-2
1	-2	1
-2	1	1



Λαπλασιανή / δίσκος

$$g(r) = \frac{1}{\pi \sigma^4} \left(\frac{r^2}{2\sigma^2} - 1 \right) \exp\left(\frac{-r^2}{2\sigma^2} \right) \quad r^2 = x^2 + y^2$$

Μηδενίζεται για $r = \sigma\sqrt{2}$



Σύνδεση γραμμών

Μέτρο της κλίσης $M(x,y)$ και γωνία $a(x,y)$

Για κάθε γωνία θ

{

Ανίχνευση ακμών $M(x,y) > T_M, \quad |a(x,y) - \theta| < \Delta\theta$

Σάρωση γραμμών και πλήρωση κενών μικρότερων από
δοσμένο μήκος

}

