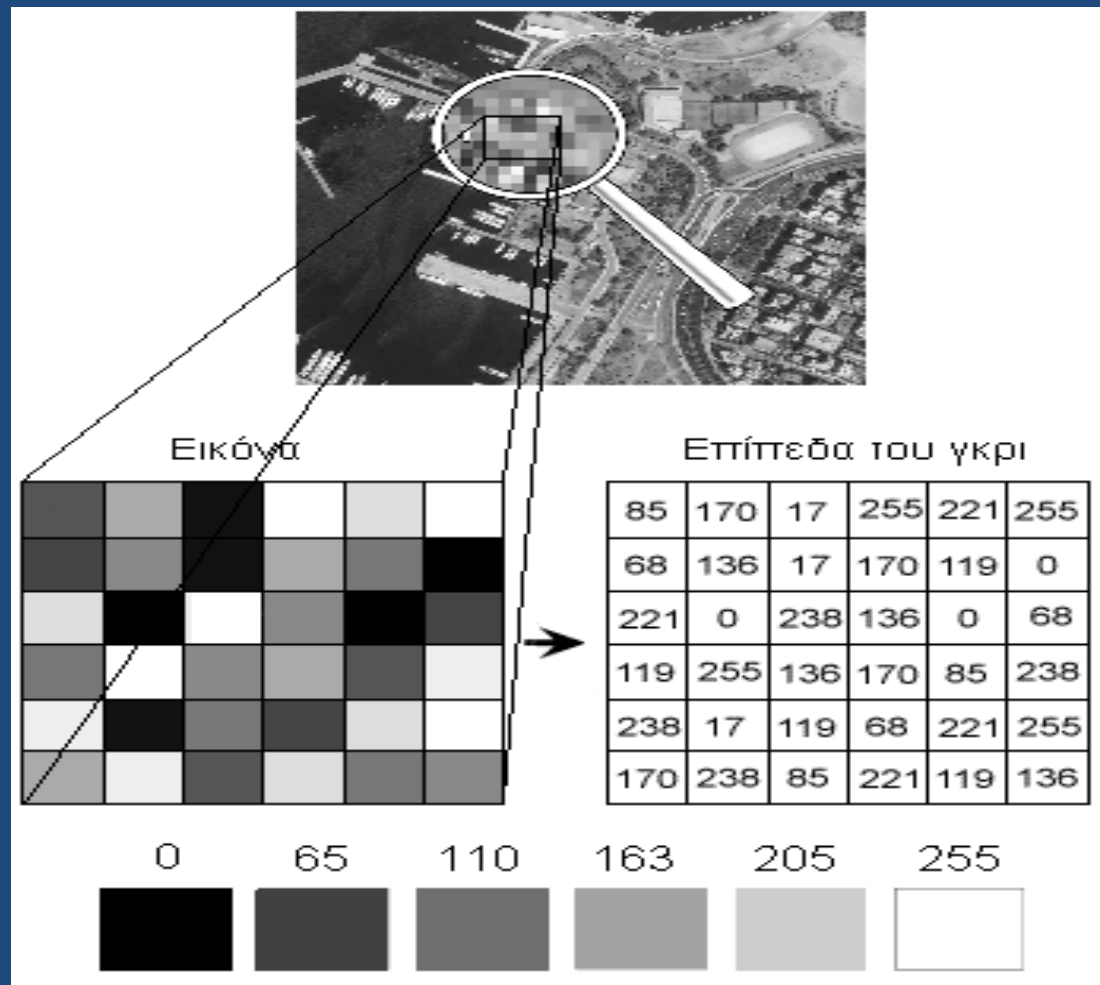


Επεξεργασία Εικόνας - 2

Κ. Καρτάλης



Μετασχηματισμοί ψηφιακών τιμών

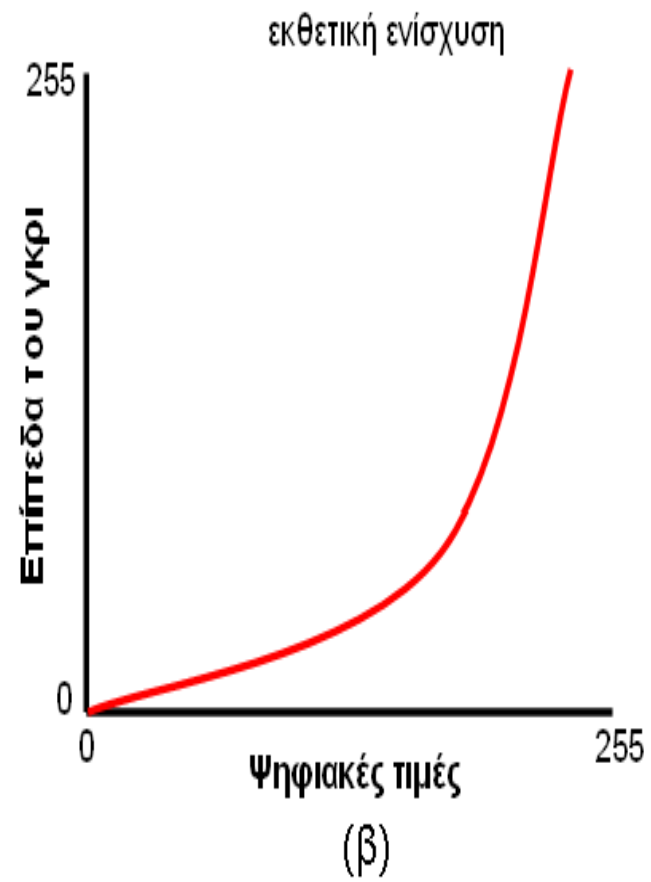
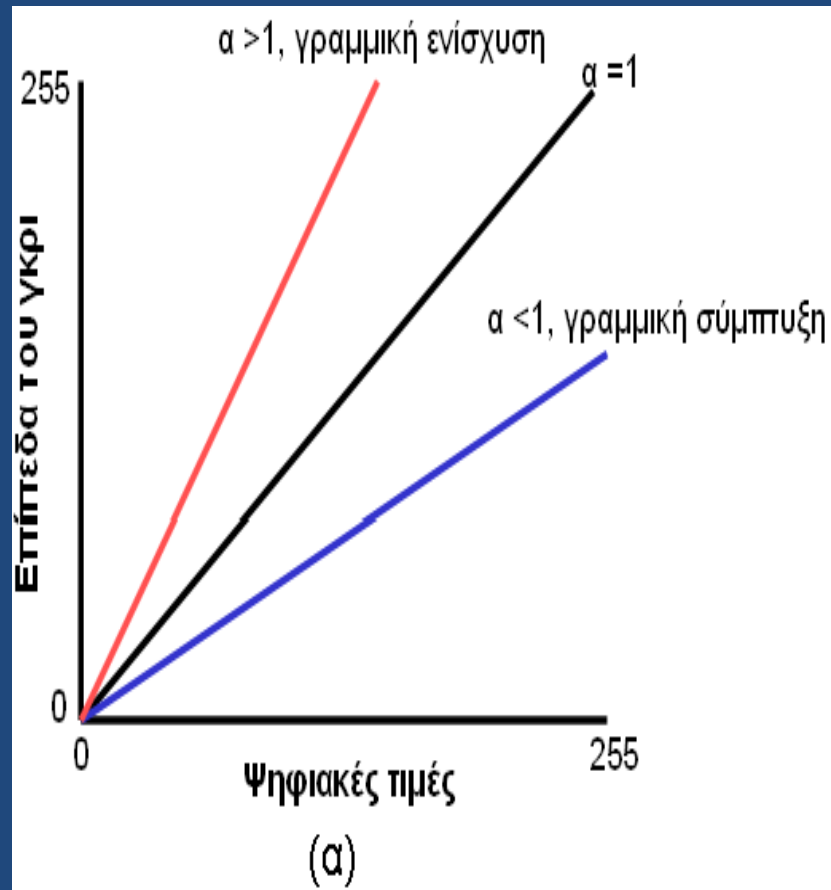
Υπάρχουν δυο βασικά είδη μετασχηματισμών των ψηφιακών τιμών σε επίπεδα του γκρι, ο γραμμικός και ο μη γραμμικός μετασχηματισμός. Ο γραμμικός μετασχηματισμός είναι της μορφής:

$$GL = \alpha DN + b$$

και ανάλογα με την τιμή της κλίσης α της ευθείας μετασχηματισμού (Εικόνα α) μπορεί να έχουμε ενίσχυση ή σύμπτυξη της αντίθεσης της εικόνας.

Ο μη γραμμικός μετασχηματισμός μπορεί να εκφράζεται από οποιαδήποτε μη γραμμική σχέση, π.χ. από μια εκθετική σχέση (Εικόνα β):

$$GL = DN^\alpha$$



LOOK UP TABLES (LUT)

Ψηφιακές τιμές αρχείου

56	85	5	86	70	0
13	38	4	64	40	23
74	0	85	38	0	85
64	55	28	64	44	79
85	17	70	23	119	86
28	64	38	70	6	38

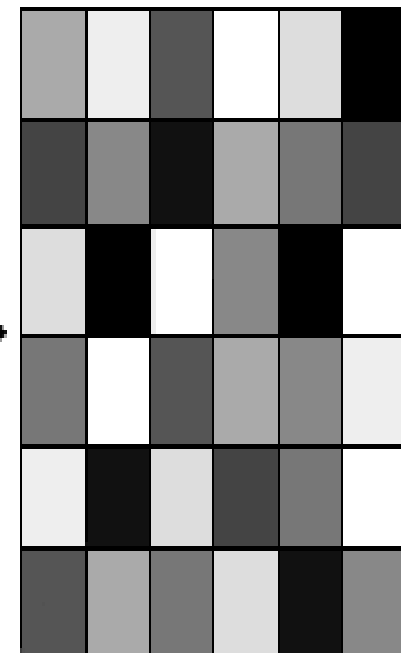
LUT

0	0
1	3
2	6
3	9
4	12
5	15
6	18

Επίπεδα του γκρι

170	238	85	255	221	0
68	136	17	170	119	68
221	0	238	136	0	255
119	255	85	170	136	238
238	17	221	68	119	255
85	170	119	221	17	136

Εικόνα



TRUE COLOUR IMAGE - RGB

Εάν τρία από τα κανάλια μιας πολυφασματικής εικόνας καταγράφουν την ακτινοβολία στις περιοχές του ορατού φάσματος που αντιστοιχούν στα τρία κύρια χρώματα (κόκκινο, πράσινο, μπλε), τότε τα κανάλια αυτά μπορούν να συνδυαστούν παράγοντας μια χρωματική σύνθεση με φυσικά χρώματα (*true colour image*). Για παράδειγμα, τα κανάλια 3 (κόκκινο), 2 (πράσινο) και 1 (μπλε) μιας πολυφασματικής εικόνας Landsat TM ή IKONOS μπορούν να αποδοθούν ως χρωματική σύνθεση RGB. Με τον τρόπο αυτό τα χρώματα της παραγόμενης εικόνας μοιάζουν αρκετά με αυτά που θα έβλεπε το ανθρώπινο μάτι.

Στη σύνθεση 3-2-1 της εικόνας Landsat TM, η θάλασσα αποδίδεται με σκούρο μπλε χρώμα, ως αποτέλεσμα της μικρής λαμπρότητας που παρουσιάζει και στα τρία κανάλια.

Οι αποθέσεις στα ρηχά νερά διακρίνονται καθαρά με γαλαζοπράσινες αποχρώσεις καθώς η απόκρισή τους είναι μεγαλύτερη στο κανάλι 1 και 2 και μικρότερη στο κανάλι 3.

Η δασική βλάστηση του Υμηττού αποδίδεται με σκούρο πράσινο χρώμα το οποίο όμως έχει μια μπλε απόχρωση, ενώ οι καλλιέργειες των Μεσογείων και το έδαφος με φτωχή βλάστηση εμφανίζονται με ανοικτό καφέ, συμβατό με το στάδιο ανάπτυξης της βλάστησης κατά το μήνα Ιούνιο.

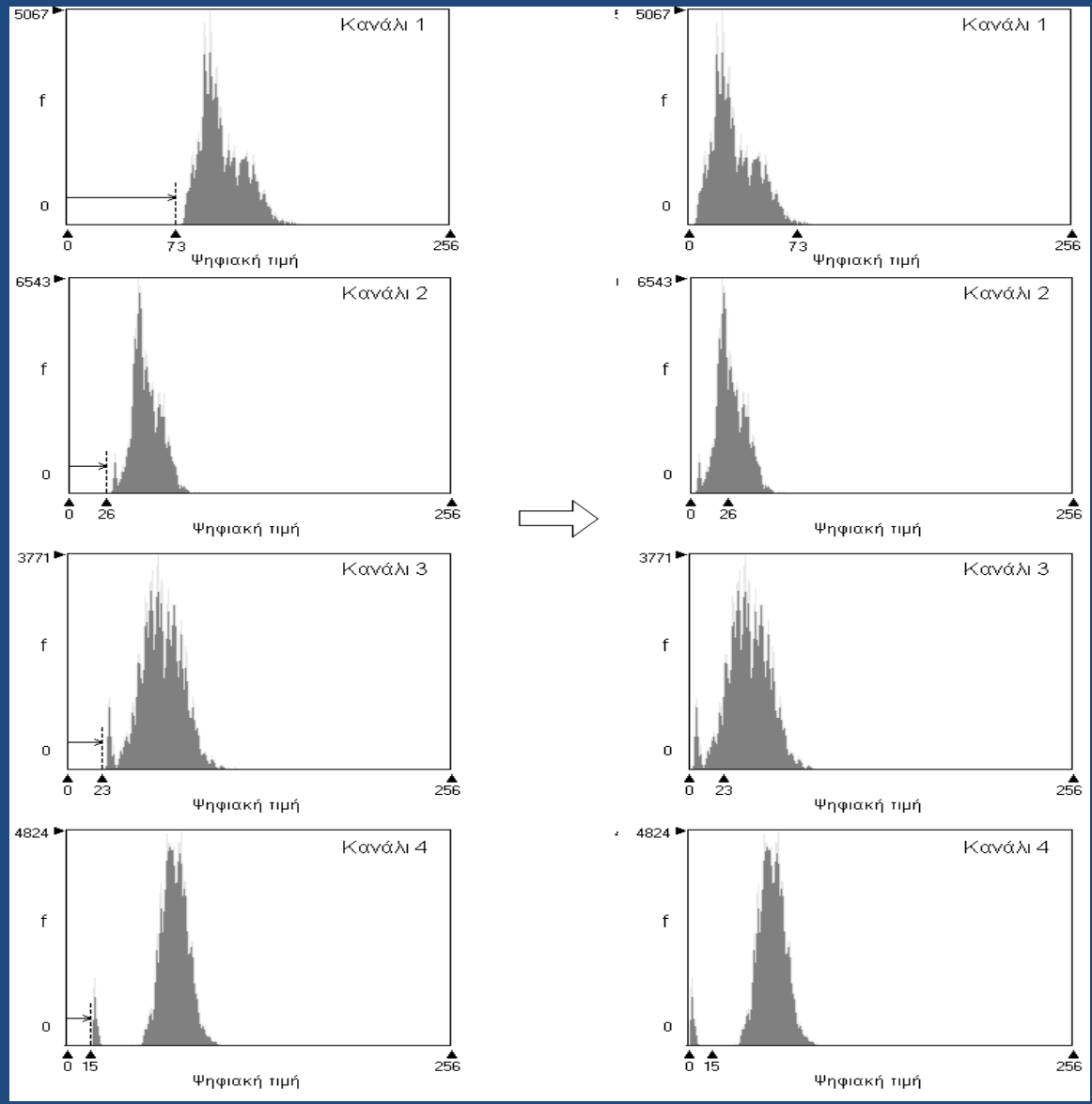
Οι αστικές περιοχές αποδίδονται με λευκό και γαλάζιο.

Ατμοσφαιρική διόρθωση

Η ατμοσφαιρική διόρθωση της καταγραφόμενης ακτινοβολίας βασίζεται στο φαινόμενο της έντονης σκέδασης της ορατής ακτινοβολίας (0.4 - 0.7 μm) από την ατμόσφαιρα που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση των κατώτερων τιμών στα κανάλια του ορατού, ιδιαίτερα στα μικρότερα μήκη κύματος.

Το φαινόμενο αυτό δίνει μια ομιχλώδη εμφάνιση στην εικόνα (*haze*), η οποία γίνεται περισσότερο αισθητή όσο πιο μικρό είναι το μήκος κύματος του καναλιού της εικόνας.

Η διόρθωση της ατμοσφαιρικής σκέδασης βασίζεται στον υπολογισμό της μετατόπισης του ιστογράμματος της εικόνας στα κανάλια του ορατού από την αρχή των αξόνων.



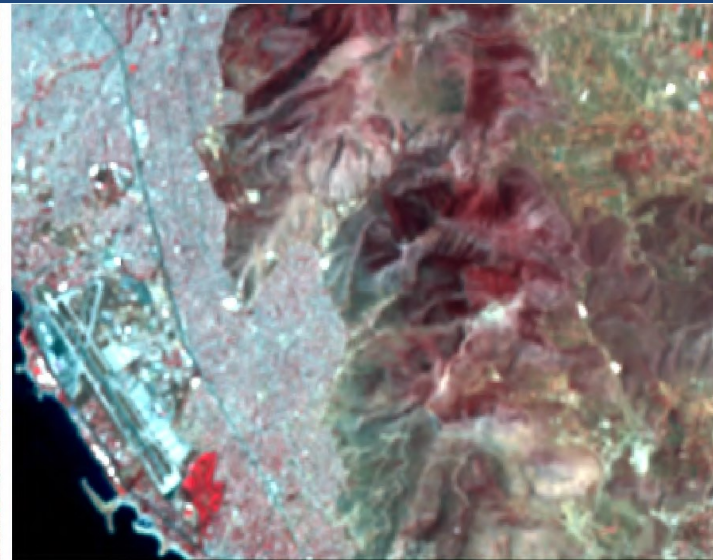
Χωρική ενίσχυση

Η τεχνική ενίσχυσης των χαμηλών συχνοτήτων της εικόνας χρησιμοποιεί ένα **χαμηλής διέλευσης φίλτρο** (*low pass filter*) το οποίο διαχωρίζει τη συνιστώσα των χαμηλών συχνοτήτων από τις υπόλοιπες. Ουσιαστικά τονίζει το χαμηλής συχνότητας τμήμα της εικόνας και υποβαθμίζει τα υψηλής συχνότητας στοιχεία της, δηλαδή στην πράξη υποβαθμίζει τις απότομες χωρικές αλλαγές επιτρέποντας έτσι την αναγνώριση του υποβάθρου.

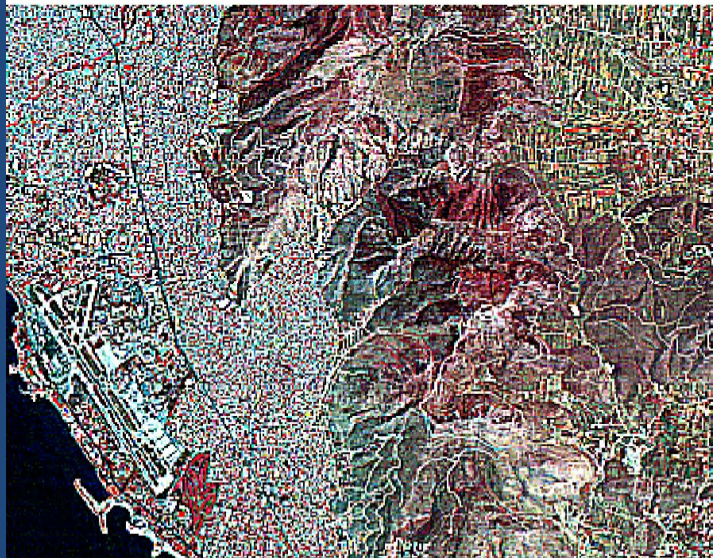
Η ενίσχυση των υψηλών συχνοτήτων της εικόνας με **υψηλής διέλευσης φίλτρο** (*high pass filter*) διαχωρίζει τη συνιστώσα των υψηλών συχνοτήτων από τις υπόλοιπες, τονίζοντας τις απότομες χωρικές αλλαγές στην εικόνα, αλλά δεν διατηρεί τις ομαλές χωρικές μεταβολές. Τα υψηλής διέλευσης φίλτρα χρησιμοποιούνται συχνά για να αναδείξουν γεωμορφολογικά ή γεωλογικά χαρακτηριστικά.



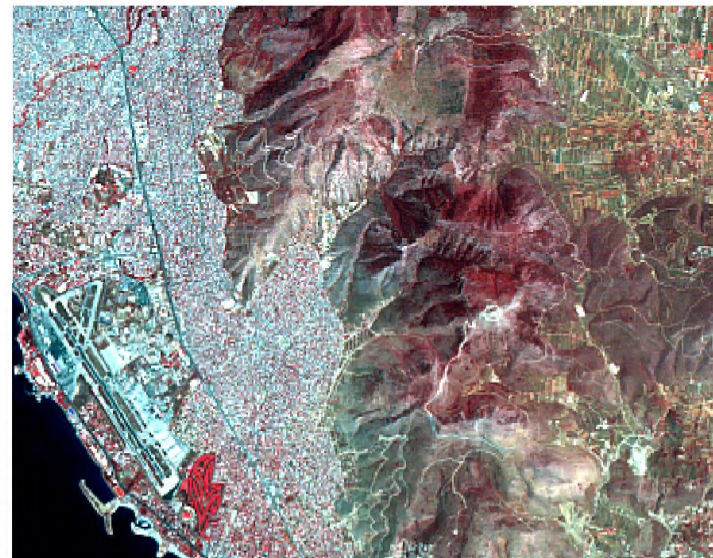
σύνθεση 4-3-2 χωρίς χωρική ενίσχυση



3 x 3 χαμηλής διέλευσης



3 x 3 υψηλής διέλευσης φίλτρο



3 x 3 φίλτρο ενίσχυσης άκρων

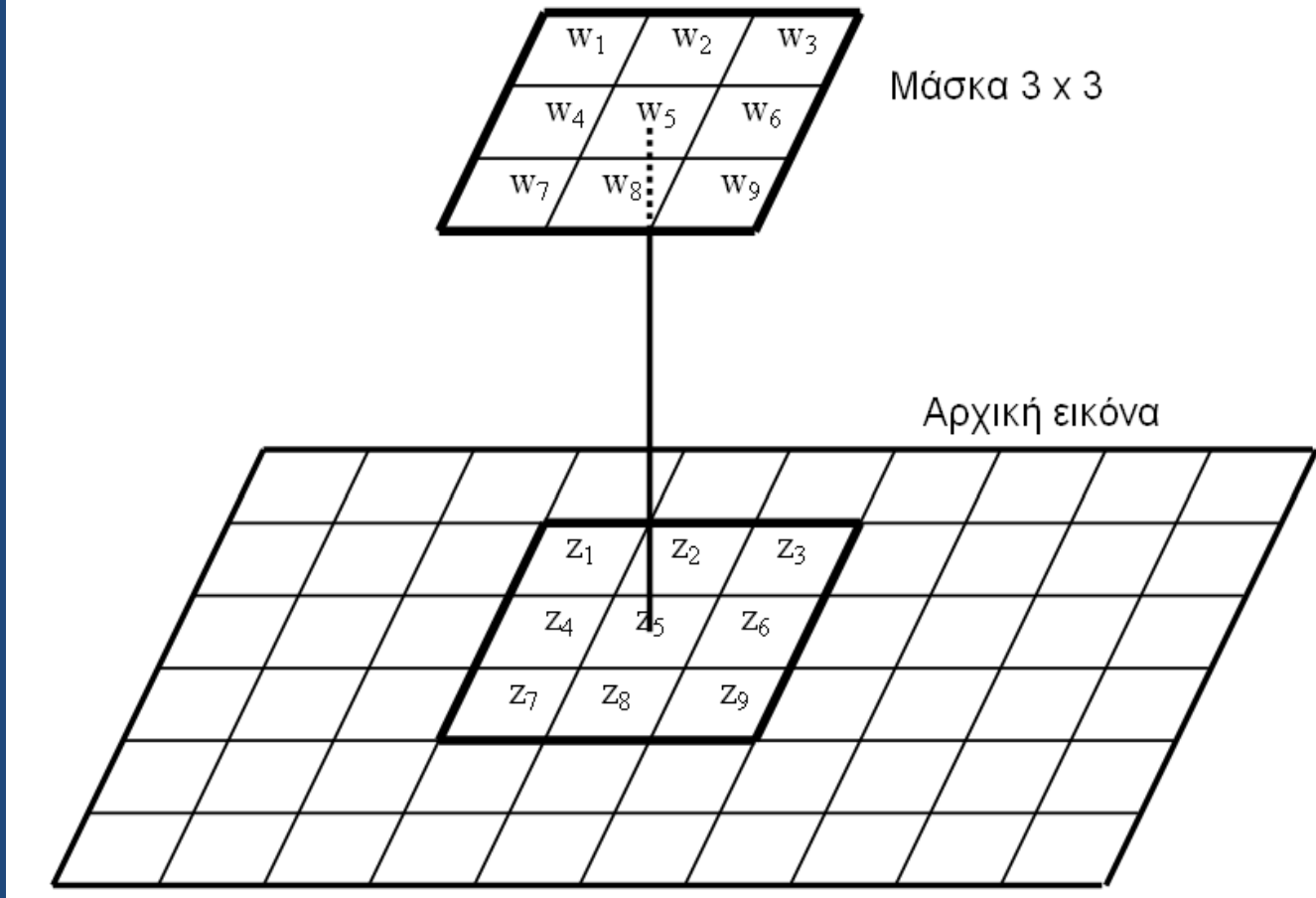
Οι περισσότερες τεχνικές χωρικής ενίσχυσης υλοποιούνται με τον ορισμό ενός παραθύρου (μάσκα ή πίνακας) 3 x 3, 4 x 4, 5 x 5, ή 7 x 7 εικονοστοιχείων με κέντρο το κάθε εικονοστοιχείο του οποίου η ψηφιακή τιμή θα τροποποιηθεί. Η ψηφιακή τιμή του κεντρικού εικονοστοιχείου του παραθύρου αποδίδεται σε μια τιμή επιπέδου του γκρι με βάση τις ψηφιακές τιμές των υπολοίπων 8, 15, 24 ή 48 εικονοστοιχείων του παραθύρου. Για κάθε ένα από τα εικονοστοιχεία του παραθύρου ορίζεται ένας συντελεστής βαρύτητας w_i . Έτσι για παράδειγμα η ψηφιακή τιμή z_5 θα μετασχηματιστεί σε μια νέα τιμή GL_5 με βάση την ακόλουθη σχέση:

$$GL_5 = z_1w_1 + z_2w_2 + \dots + z_9w_9 \quad (2.8)$$

και όπου z_1, z_2, \dots, z_9 οι ψηφιακές τιμές των εικονοστοιχείων του παραθύρου 3 x 3 με συντελεστές βαρύτητας w_1, w_2, \dots, w_9 για κάθε ένα αυτά

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

Ο πίνακας αυτός μετακινείται στο επόμενο εικονοστοιχείο και η διαδικασία επαναλαμβάνεται για όλες τις θέσεις των εικονοστοιχείων της εικόνας.



Ας δούμε ένα παράδειγμα. Αν οι συντελεστές βαρύτητας της μάσκας 3 x 3 έχουν την τιμή 1/9, δηλ.

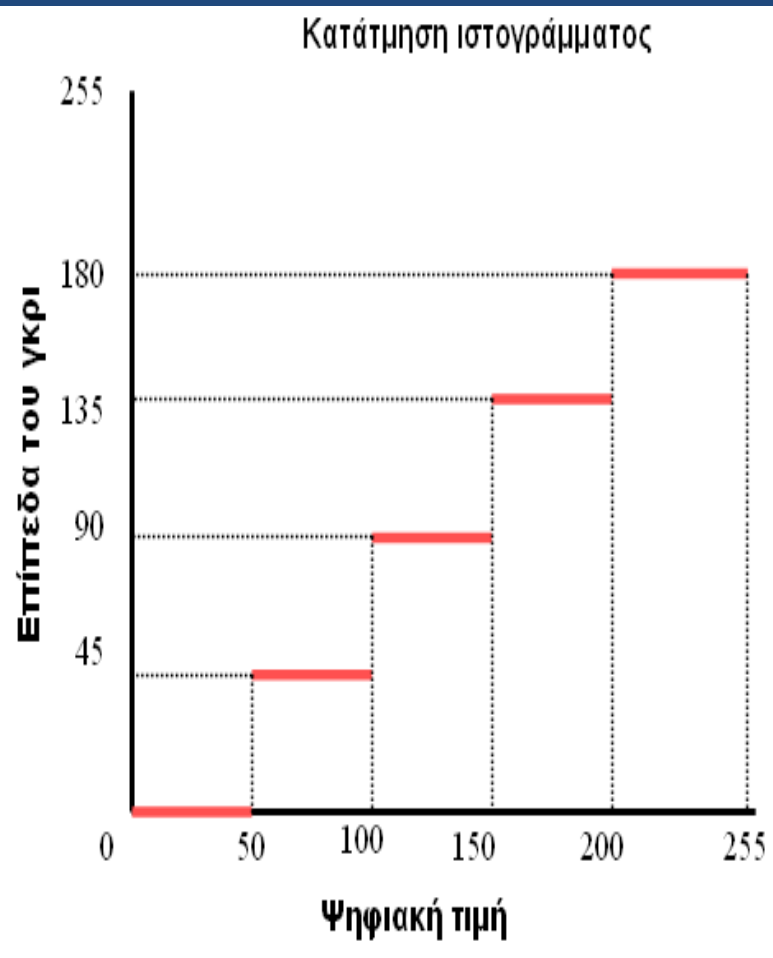
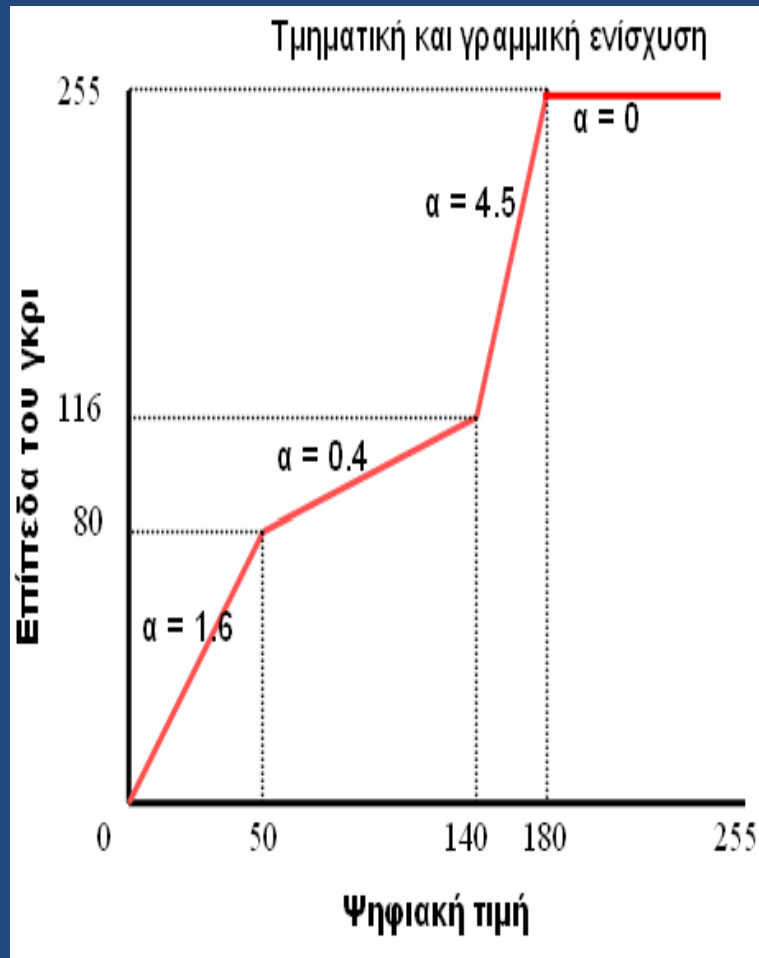
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

τότε ο μετασχηματισμός της σχέσης 2.8 παίρνει την εξής μορφή

$$GL_5 = 1/9z_1 + 1/9z_2 + \dots + 1/9z_9 = (z_1 + z_2 + \dots + z_9)/9$$

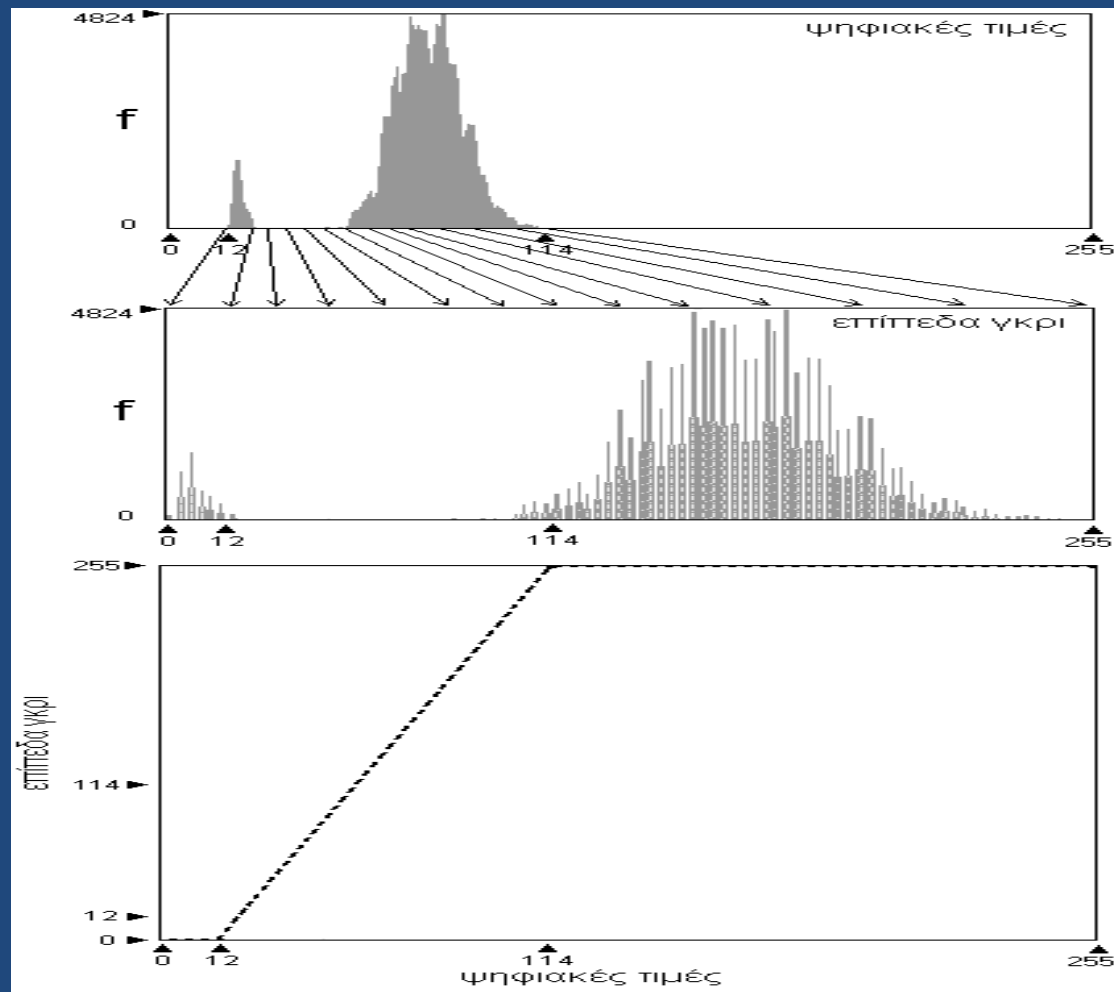
Δηλαδή ουσιαστικά βρίσκεται η μέση αριθμητική τιμή των ψηφιακών τιμών των 9 εικονοστοιχείων του παραθύρου και αυτή αντιστοιχίζεται στο κεντρικό εικονοστοιχείο του παραθύρου. Ο μετασχηματισμός αυτός αποτελεί ένα φίλτρο χαμηλών συχνοτήτων.

Ενίσχυση αντίθεσης

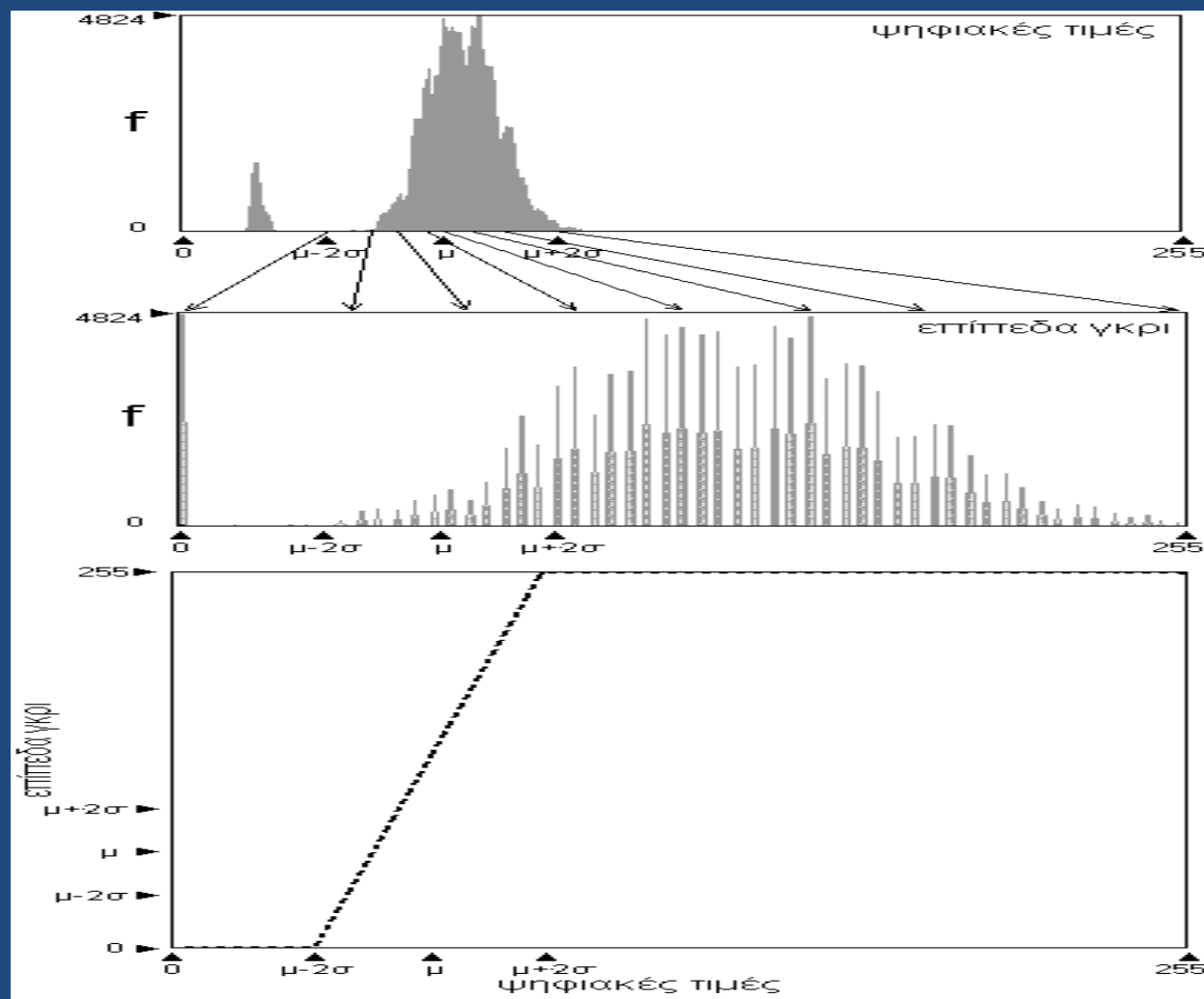


Density slicing

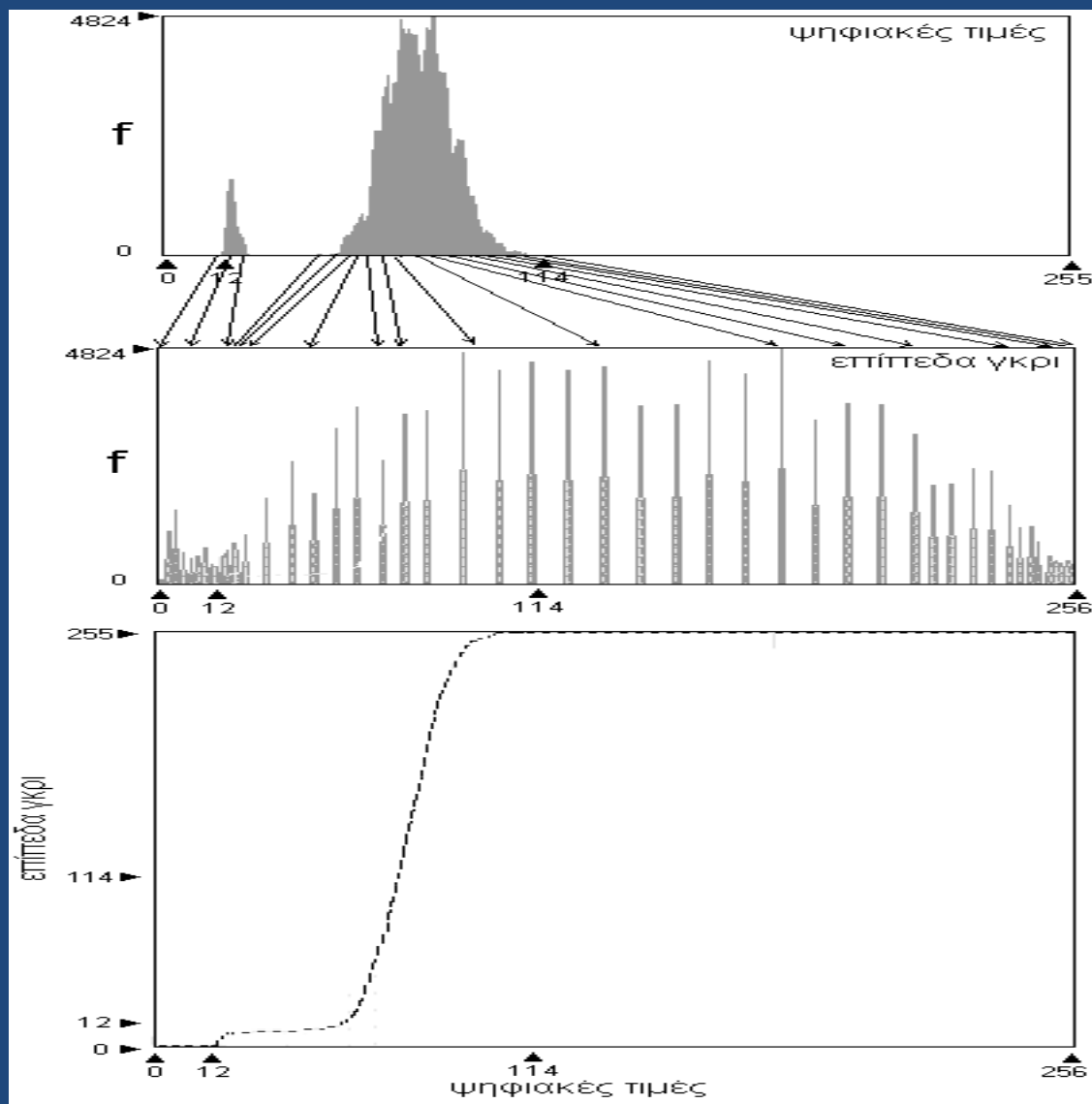
Γραμμική ενίσχυση ελαχίστου - μεγίστου



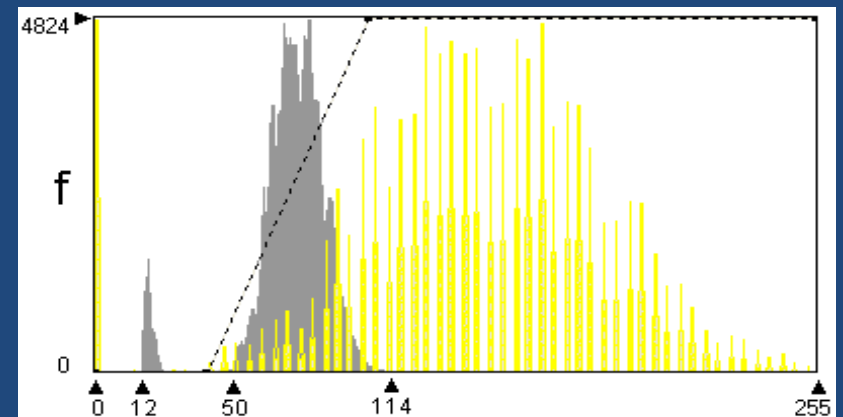
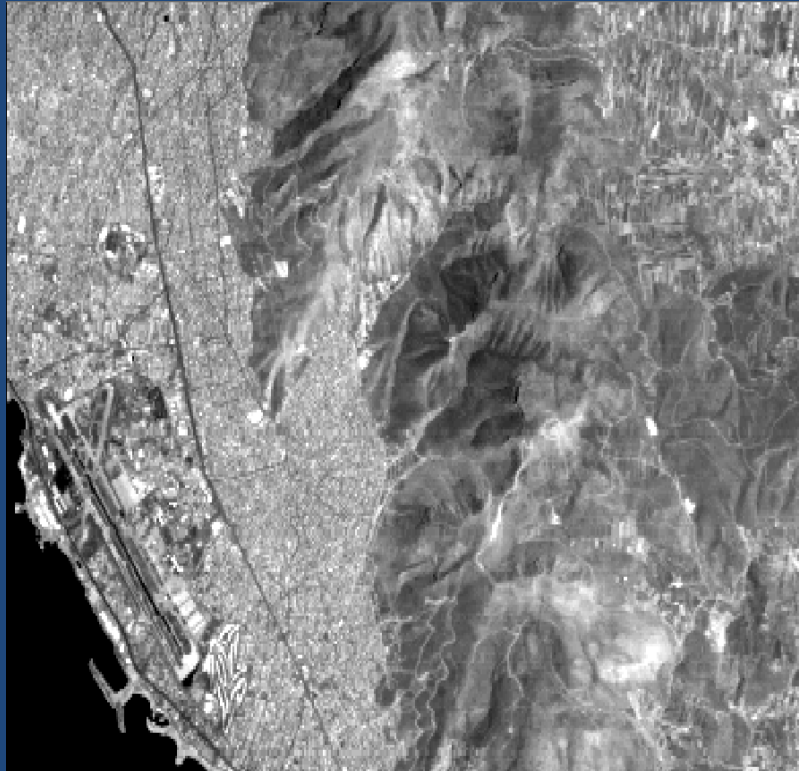
Γραμμική ενίσχυση δυο τυπικών αποκλίσεων



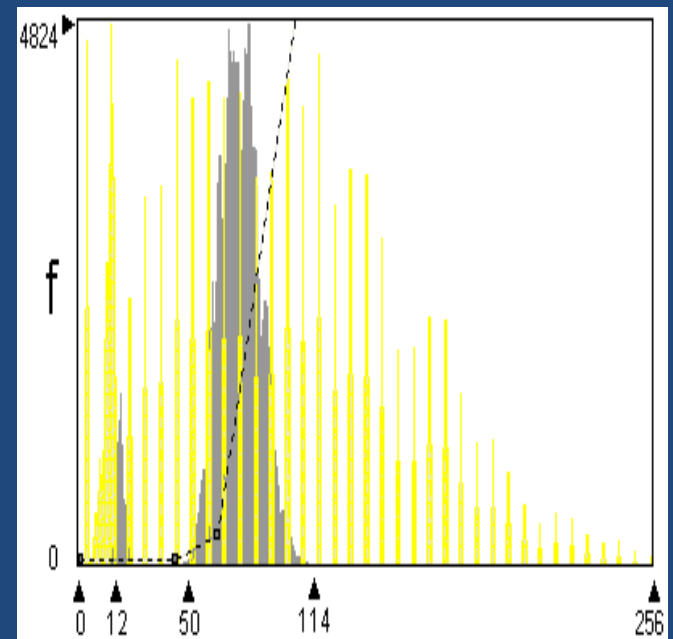
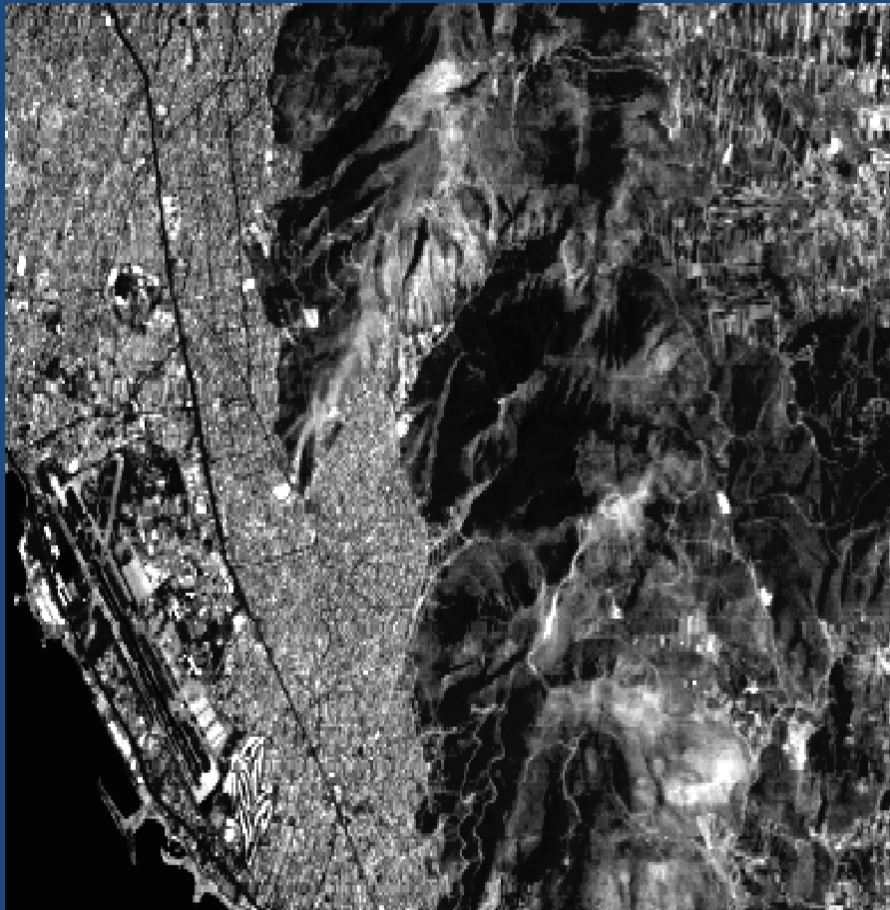
Εξισορόπηση ιστογράμματος



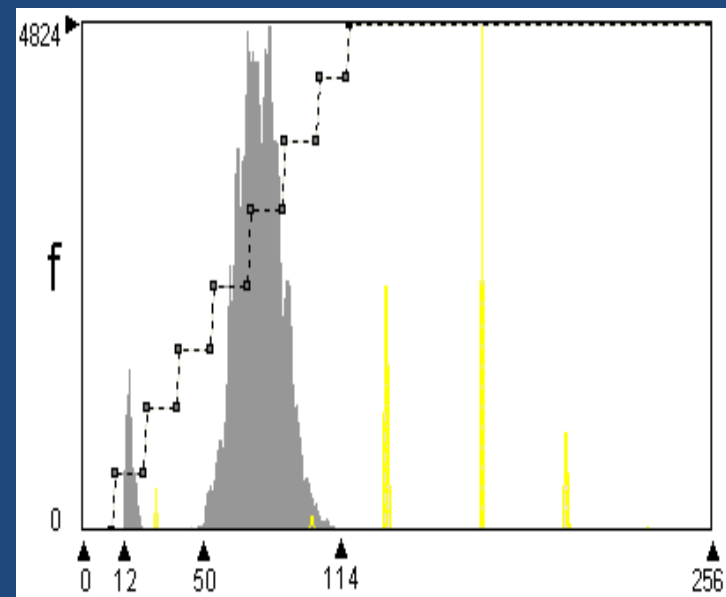
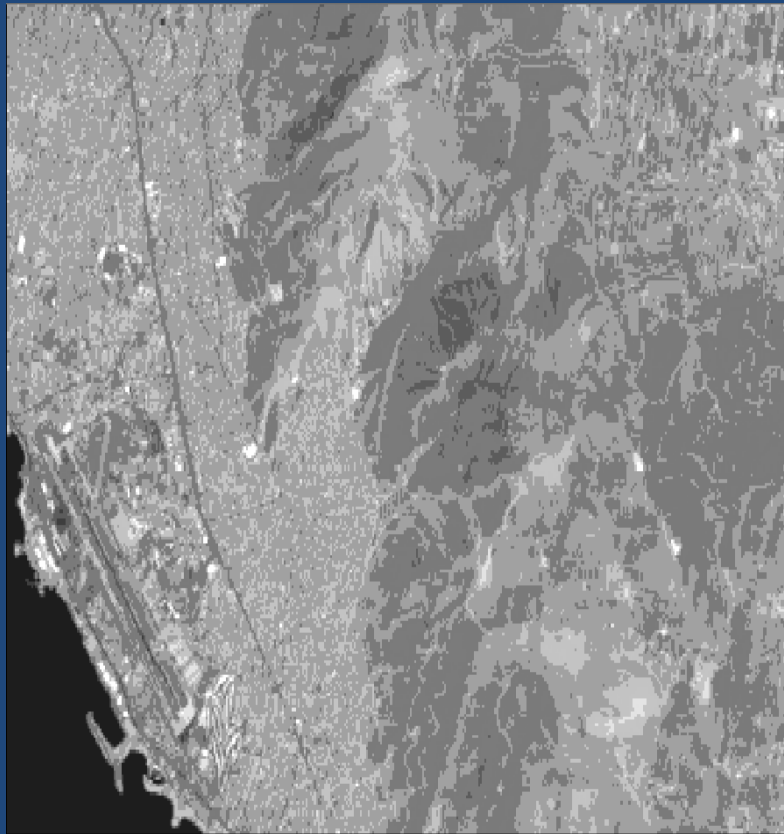
Γραμμική ενίσχυση δυο τυπικών αποκλίσεων



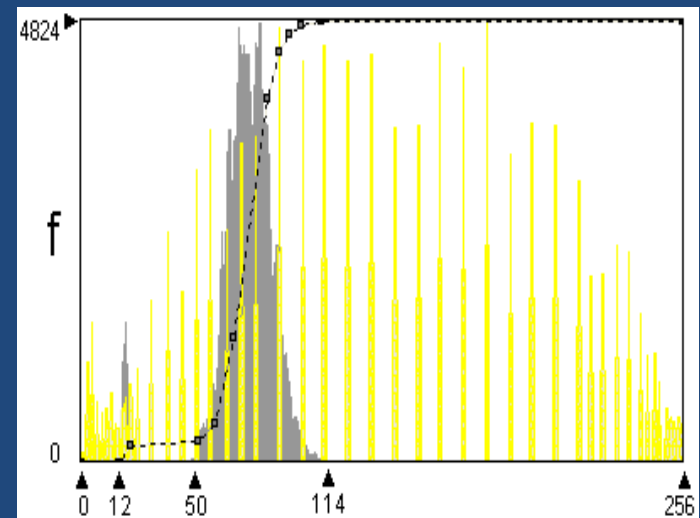
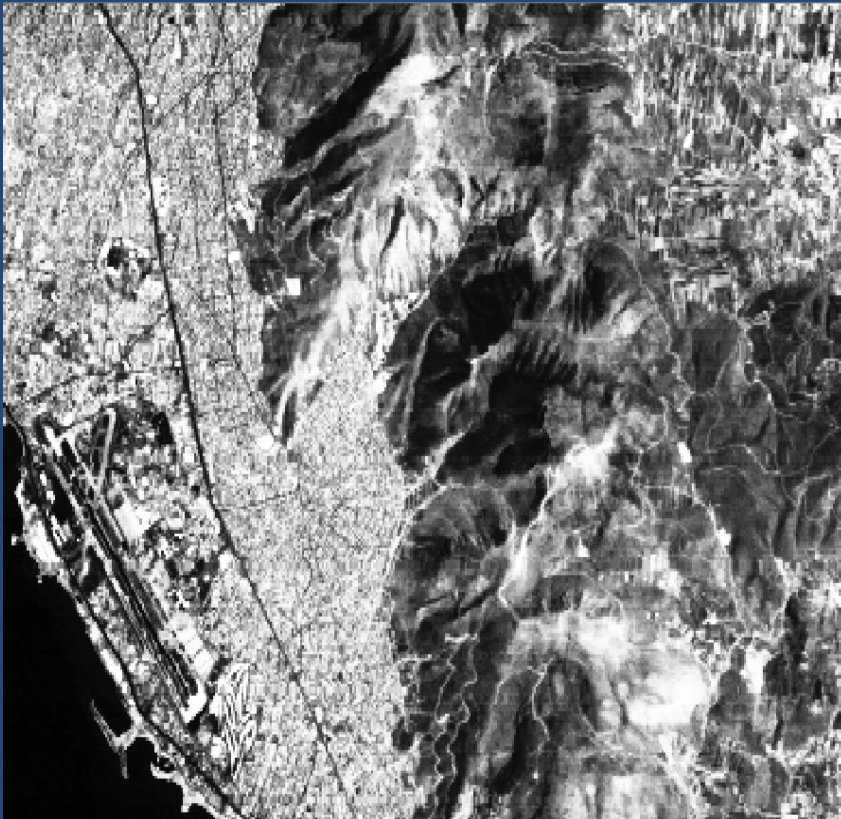
Τμηματική και γραμμική ενίσχυση

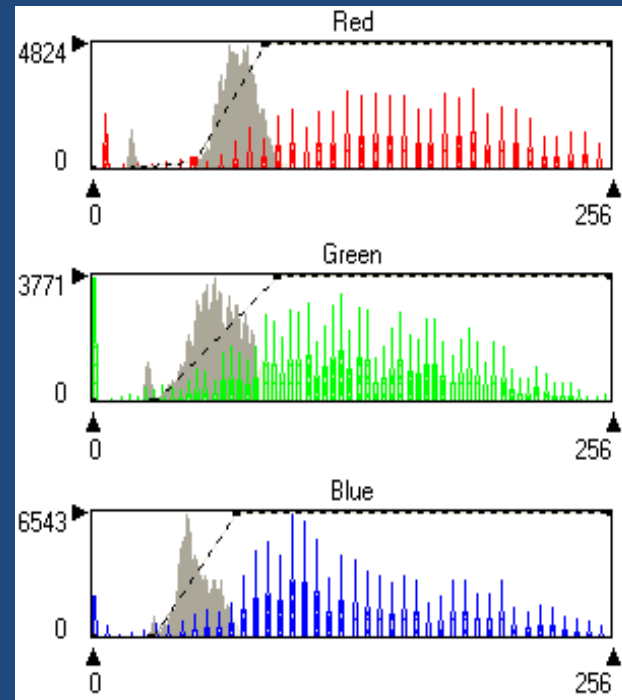
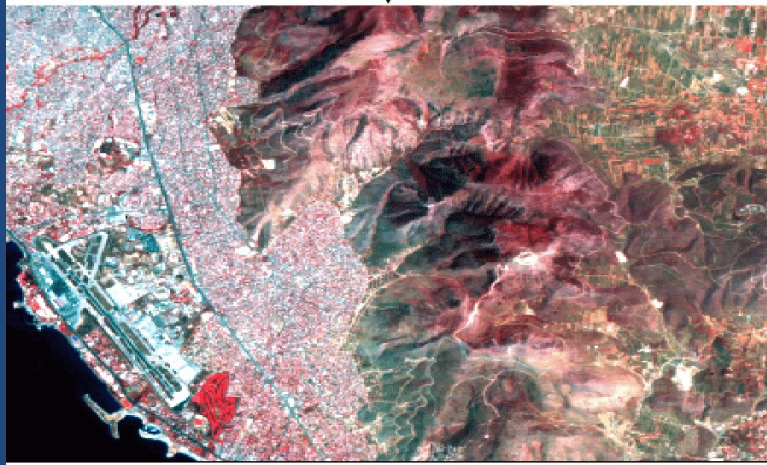


Ενίσχυση με κατάτμηση ιστογράμματος



Μη γραμμική ενίσχυση με τη μέθοδο της εξισορρόπησης ιστογράμματος

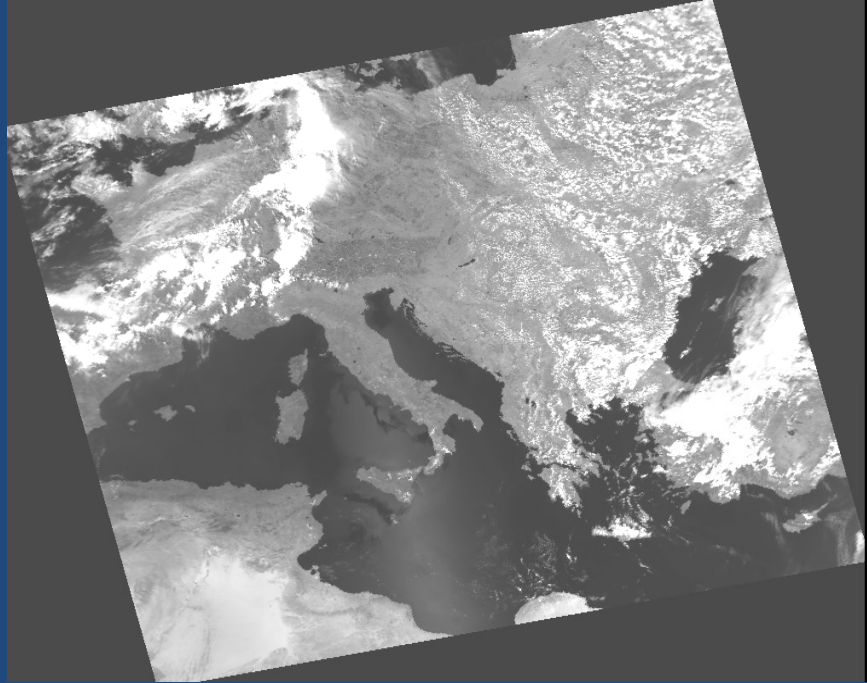
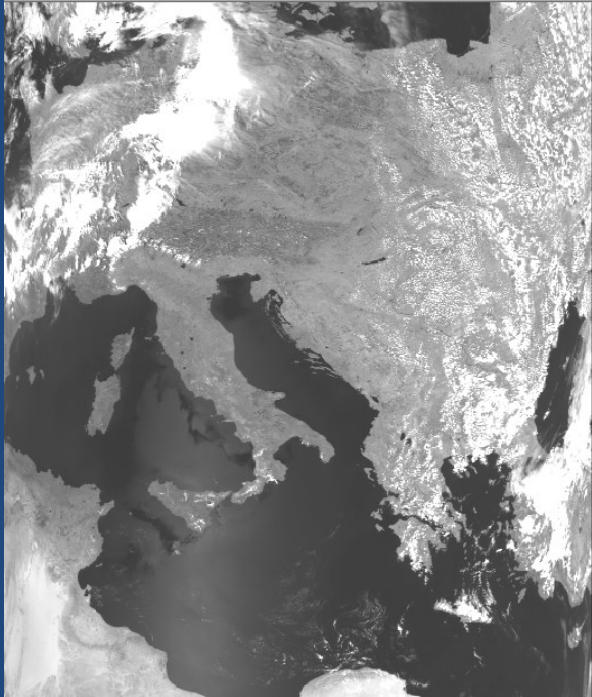




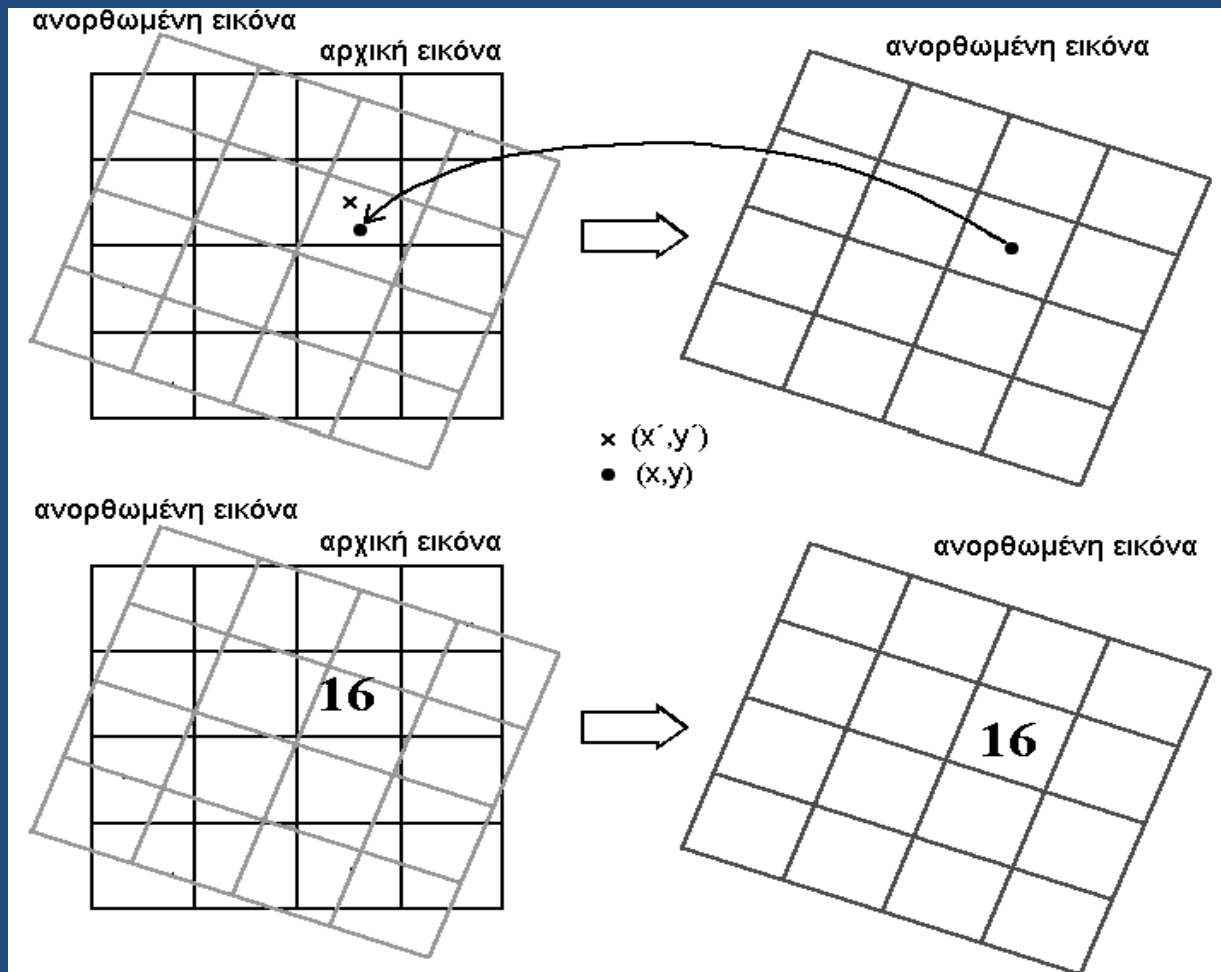
Γεωμετρική διόρθωση

Μέθοδος του κοντινότερου γείτονα (nearest-neighbor). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή στο νέο εικονοστοιχείο (x, y) της ανορθωμένης εικόνας αποδίδεται η ψηφιακή τιμή του πλησιέστερου εικονοστοιχείου της αρχικής εικόνας.

Το πλεονέκτημα της μεθόδου είναι ότι είναι απλή και ότι στην ανορθωμένη εικόνα διατηρούνται οι ψηφιακές τιμές της αρχικής εικόνας. Μπορεί όμως να δημιουργηθούν σφάλματα σε γραμμικά στοιχεία της εικόνας.

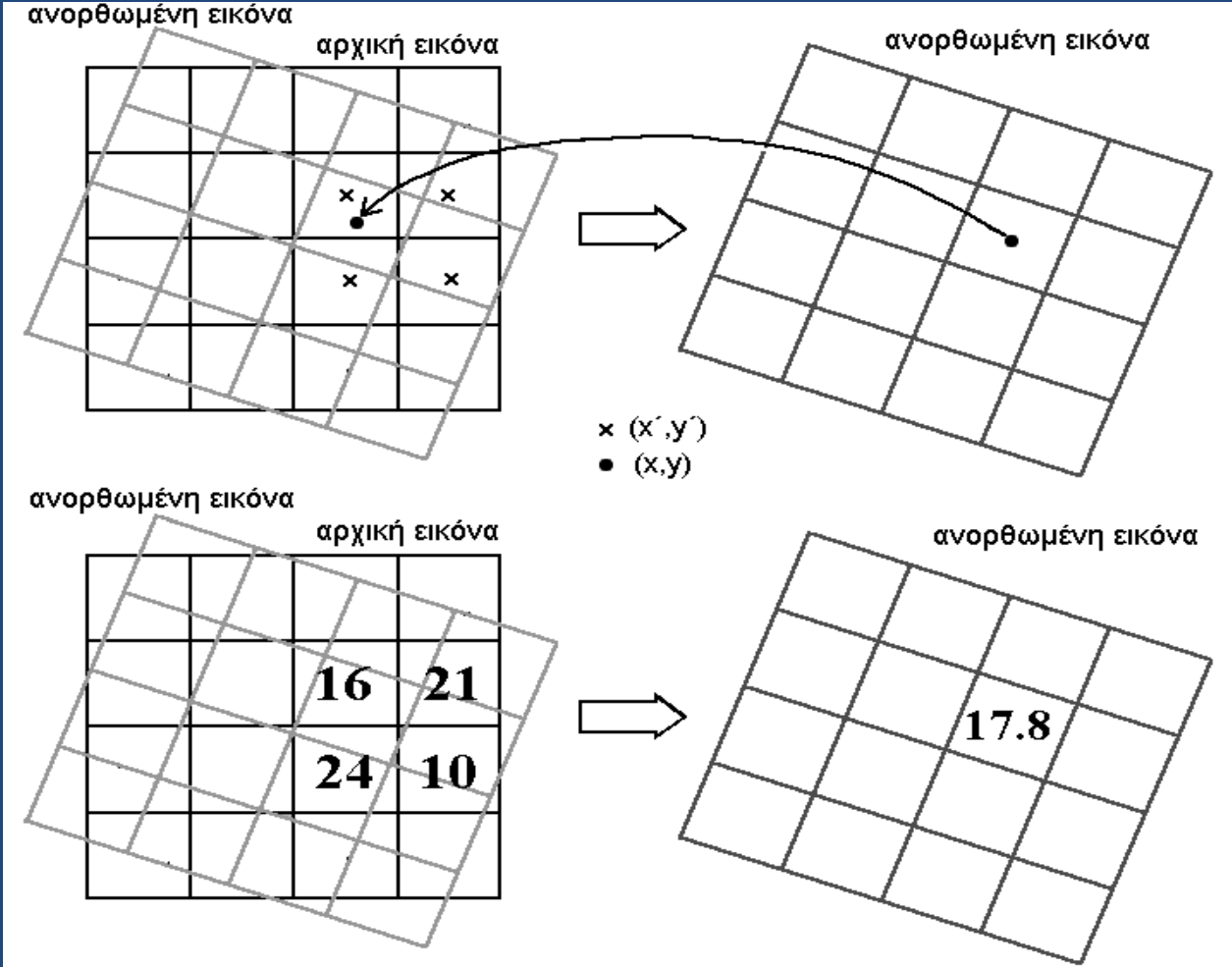


Μέθοδος του εγγύτερου γείτονα (nearest neighbor)

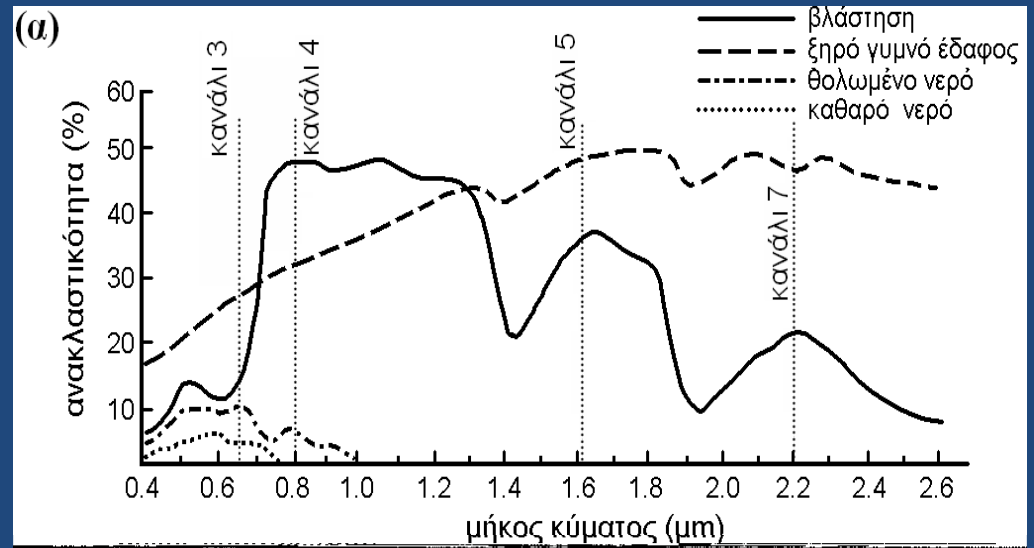
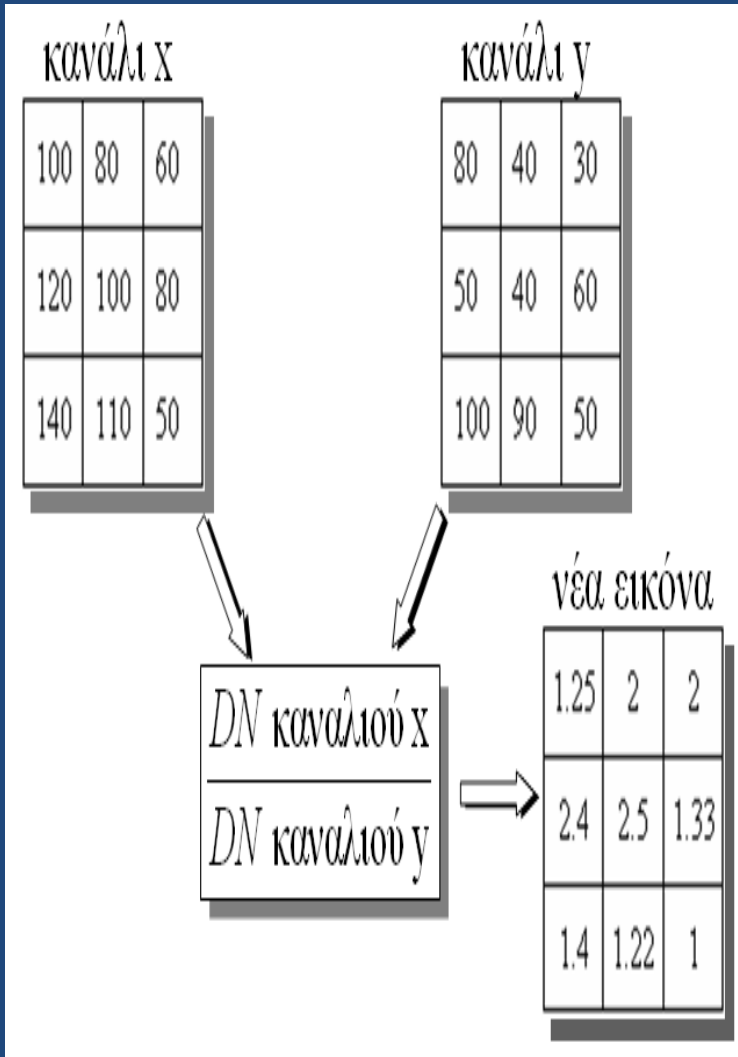


Μέθοδος της διγραμμικής παρεμβολής (*bilinear interpolation*). Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται ο μέσος όρος των ψηφιακών τιμών των τεσσάρων κοντινότερων εικονοστοιχείων για να αποδοθεί ψηφιακή τιμή στο νέο εικονοστοιχείο της ανορθωμένης εικόνας.

Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί της προηγούμενης καθώς λαμβάνει υπόψη περισσότερα εικονοστοιχεία αλλά οι προκύπτουσες νέες τιμές είναι διαφορετικές από αυτές της αρχικής εικόνας.



Λόγοι καναλιών



Ταξινόμηση

0	1	6	5	7	8	9
1	2	5	4	6	9	7
4	5	3	2	8	9	8
6	4	1	2	8	1	4
6	4	0	1	2	0	6
5	1	2	1	3	6	4
1	0	3	4	5	5	5

Ψηφιακές τιμές εικόνας

0	1	6	5	7	8	9
1	2	5	4	6	9	7
4	5	3	2	8	9	8
6	4	1	2	8	1	4
6	4	0	1	2	0	6
5	1	2	1	3	6	4
1	0	3	4	5	5	5

Διαδικασία
ταξινόμησης

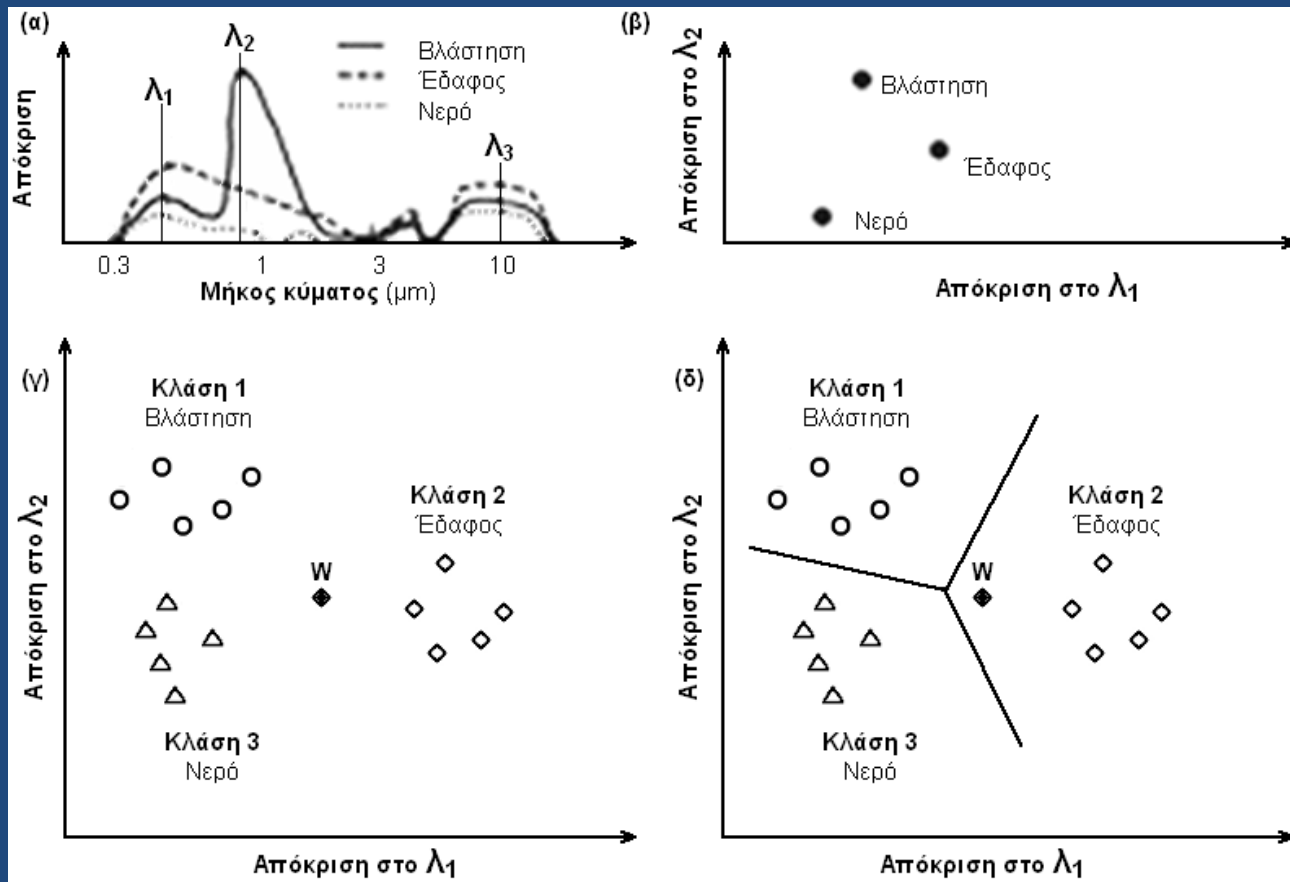
■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■

Ταξινομημένα
εικονοστοιχεία

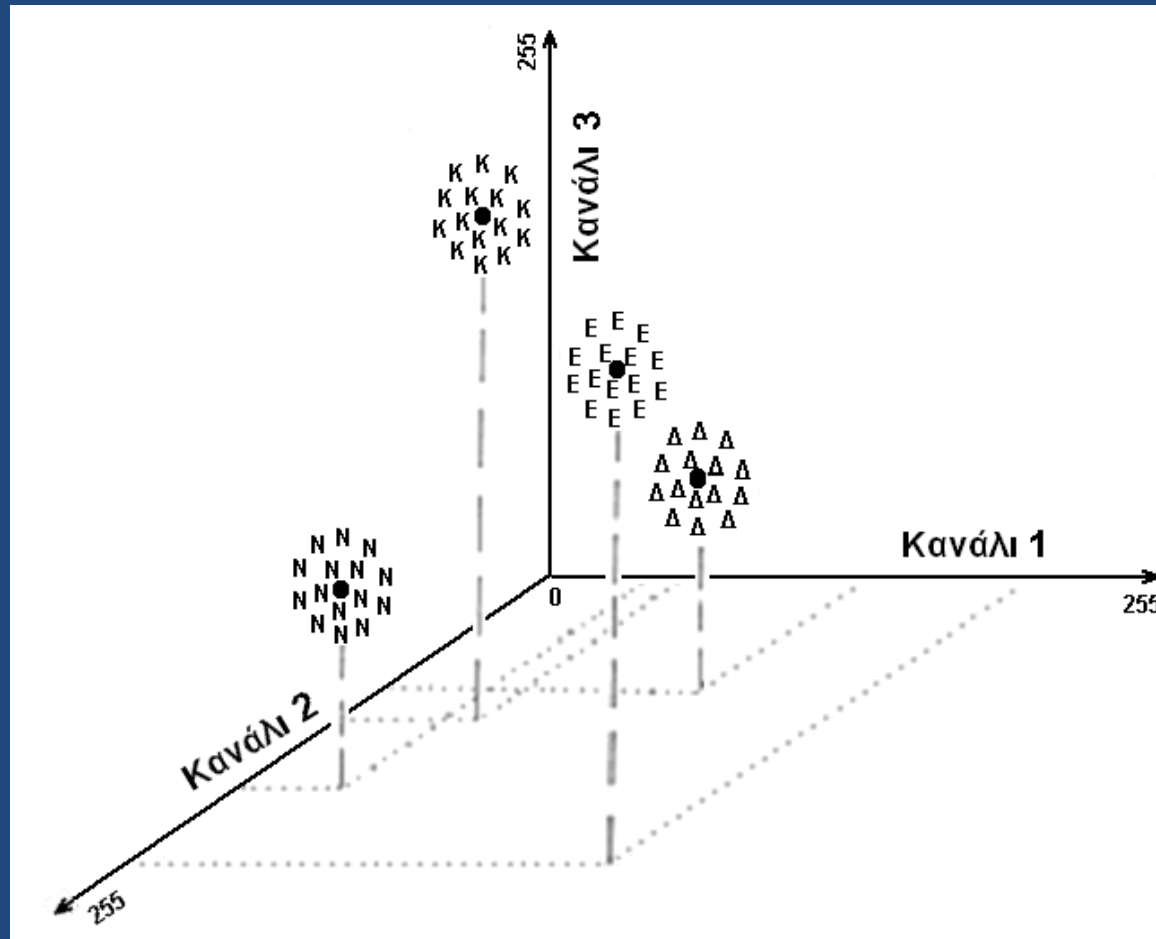
A	Γ	■
Γ	■	B
Γ	A	■
■	■	Γ

Ταξινομημένη εικόνα

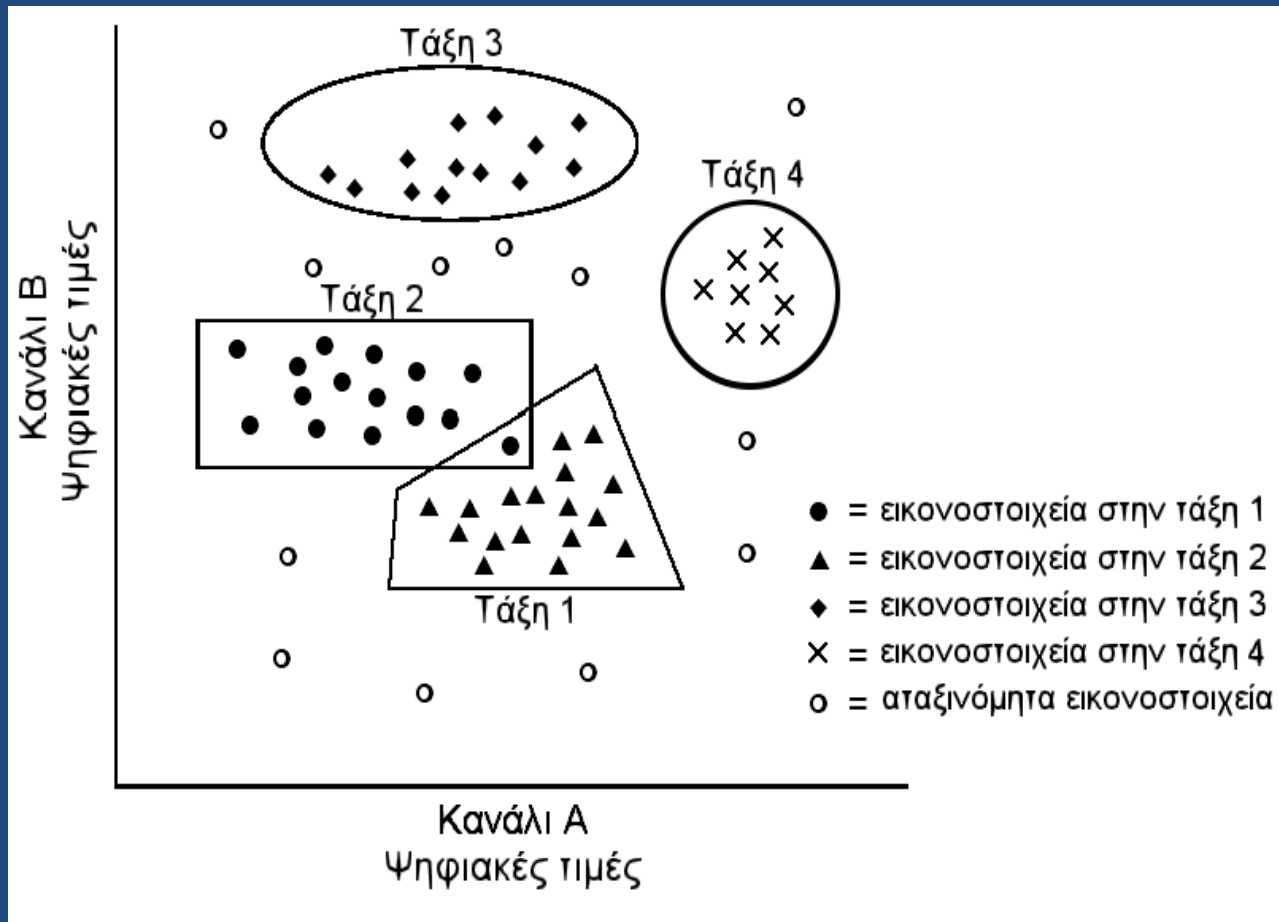
Απόκριση σε δύο διαστάσεις



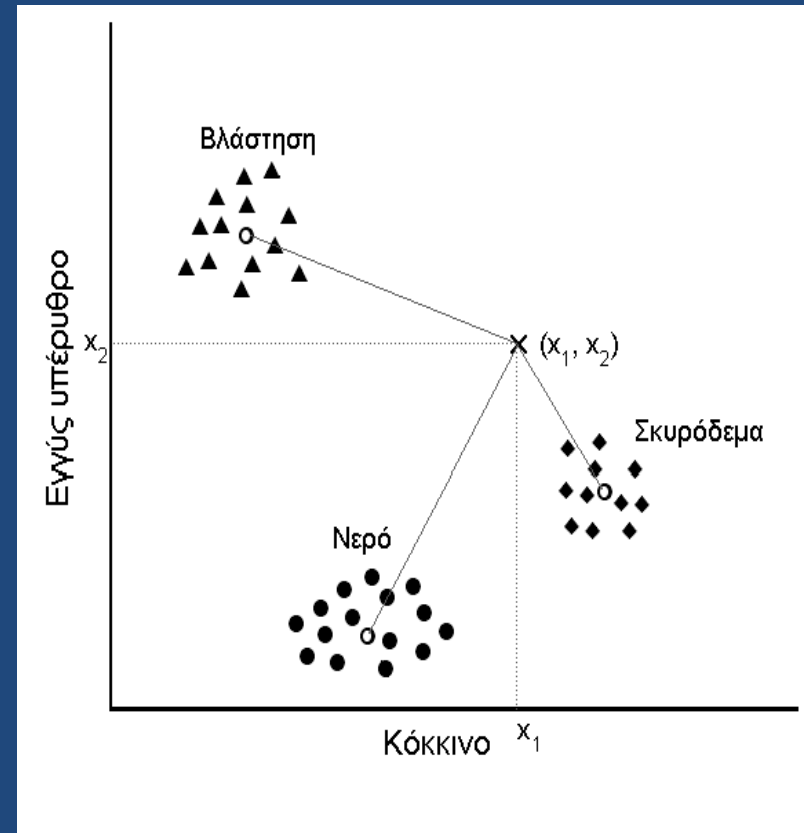
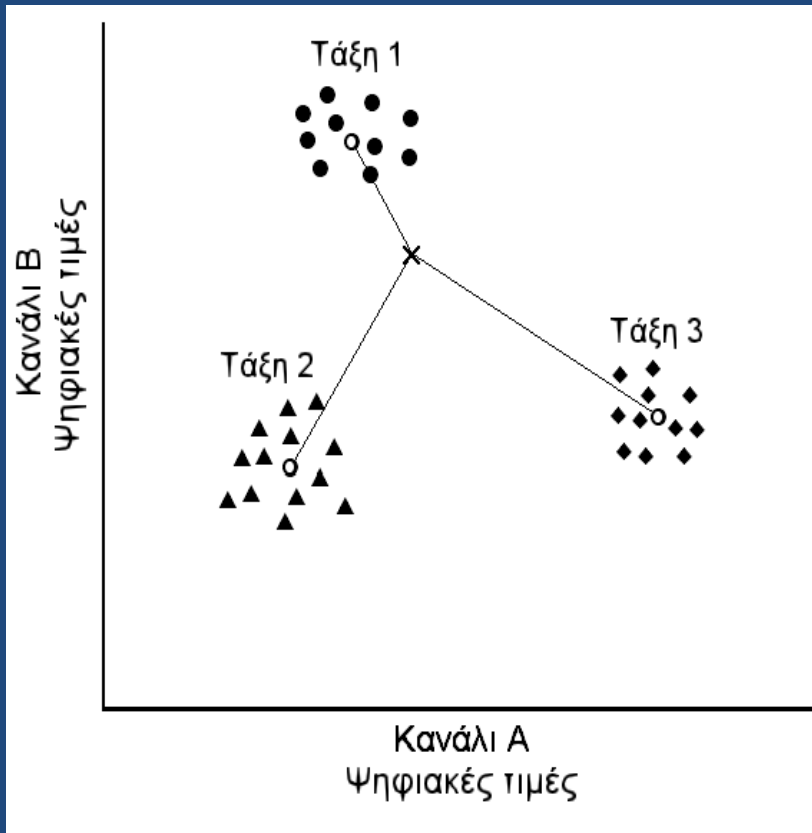
Απόκριση σε τρεις διαστάσεις



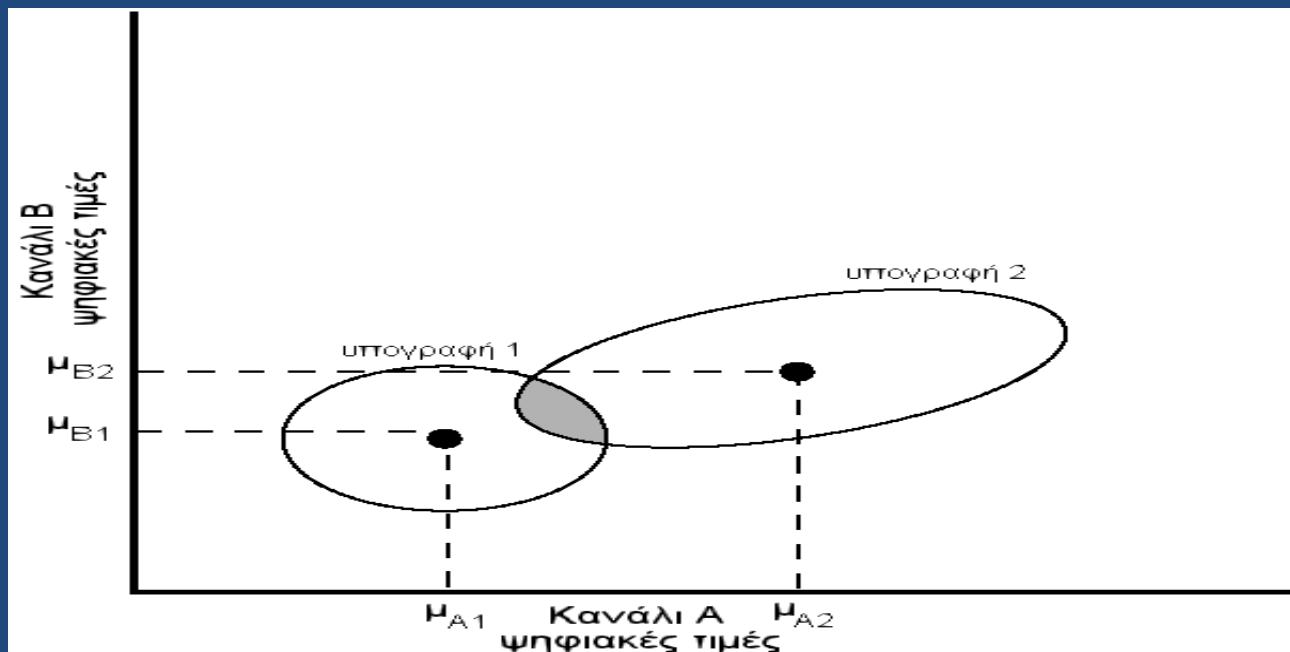
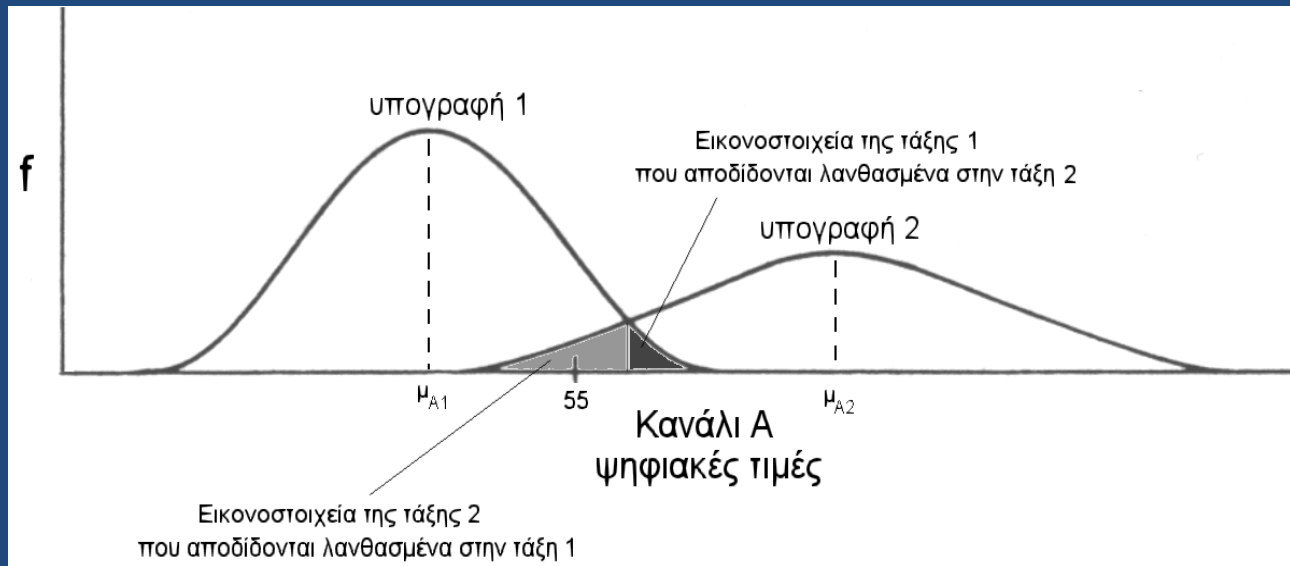
Το πρόβλημα των «επικαλύψεων»

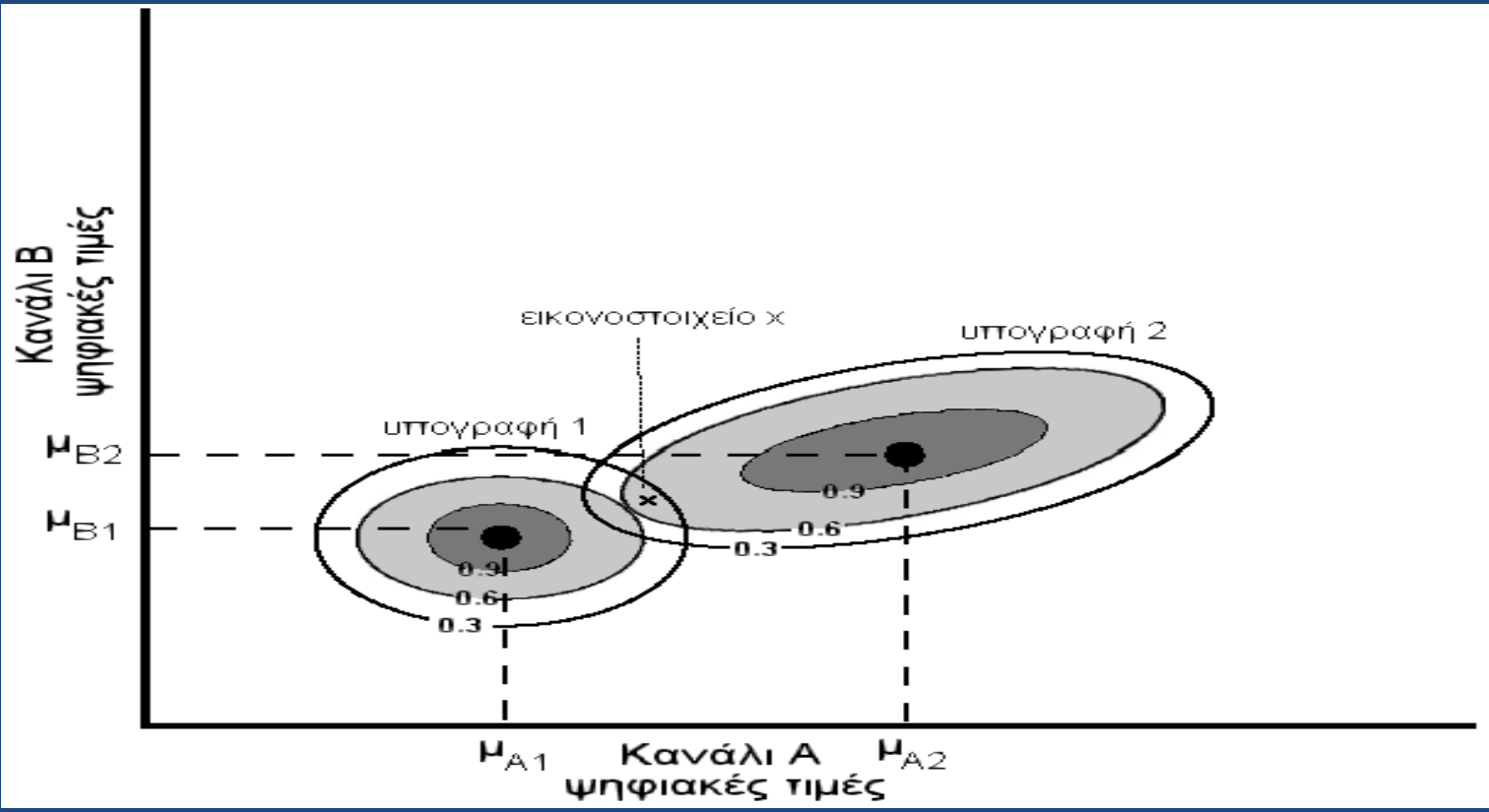


Μέθοδος ελάχιστης απόστασης

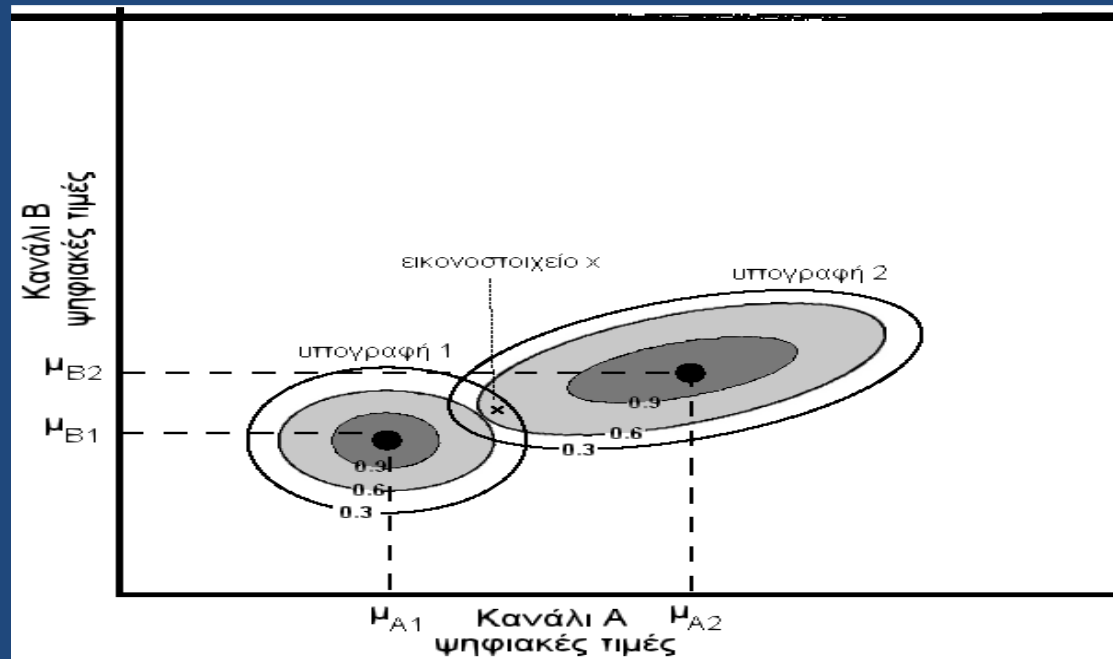


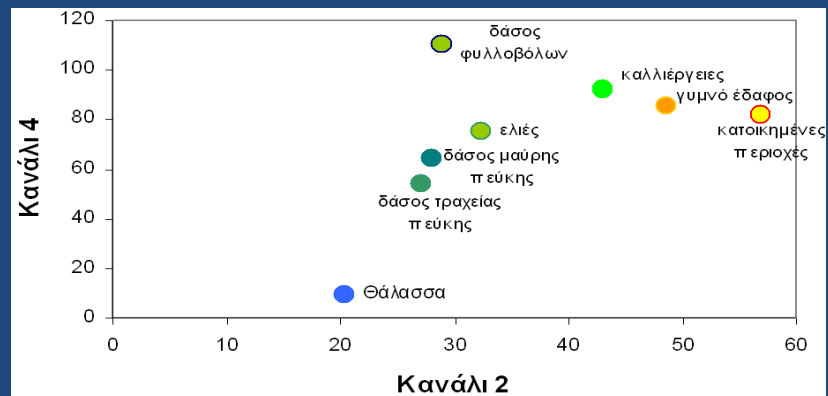
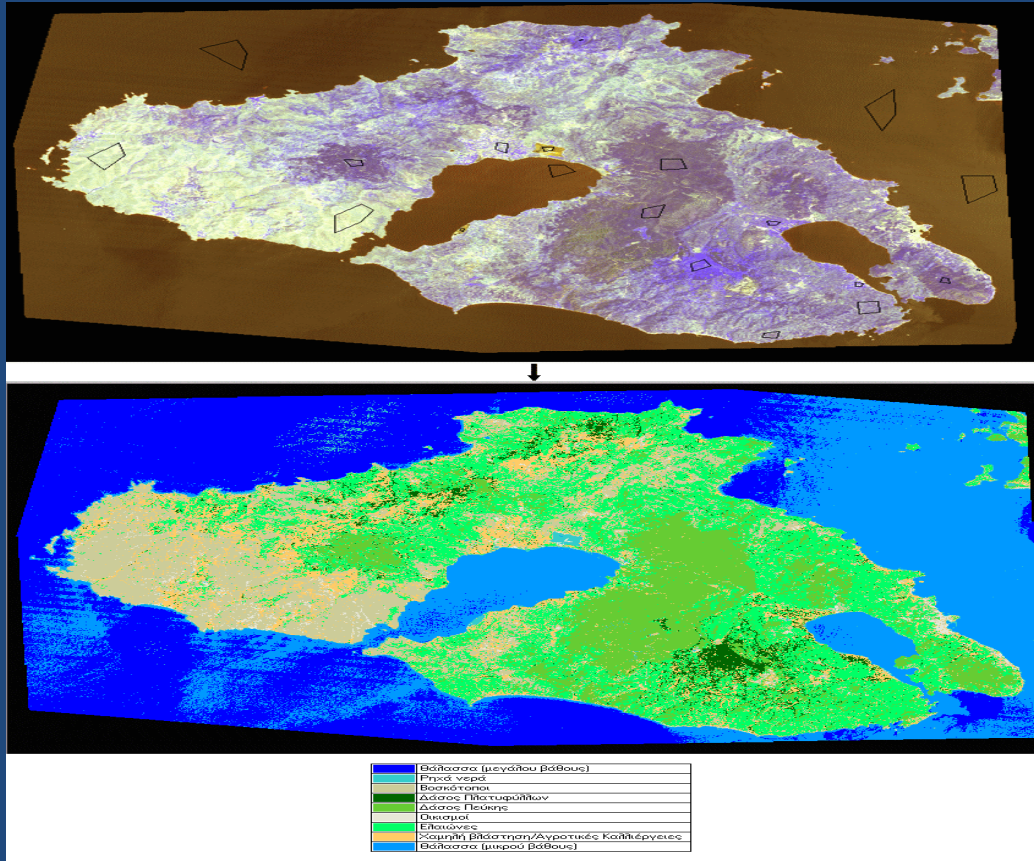
Ο κανόνας της μέγιστης πιθανοφάνειας (maximum likelihood decision rule)





Το πρόβλημα αυτό είναι δυνατόν να επιλυθεί με τη μέθοδο της μέγιστης πιθανοφάνειας, αποδίδοντας σε κάθε εικονοστοιχείο μια πιθανότητα να ανήκει σε μια από τις δυο τάξεις. Η πιθανότητα αυτή υπολογίζεται με βάση τα στατιστικά χαρακτηριστικά της κάθε υπογραφής (μέση τιμή και πίνακας συμμεταβλητότητας) και λαμβάνει υπόψη τη μεταβλητότητα της κάθε υπογραφής. Κάθε εικονοστοιχείο της εικόνας αποδίδεται στην τάξη στην οποία η πιθανότητα να ανήκει είναι η μέγιστη δυνατή.





CHANGE DETECTION



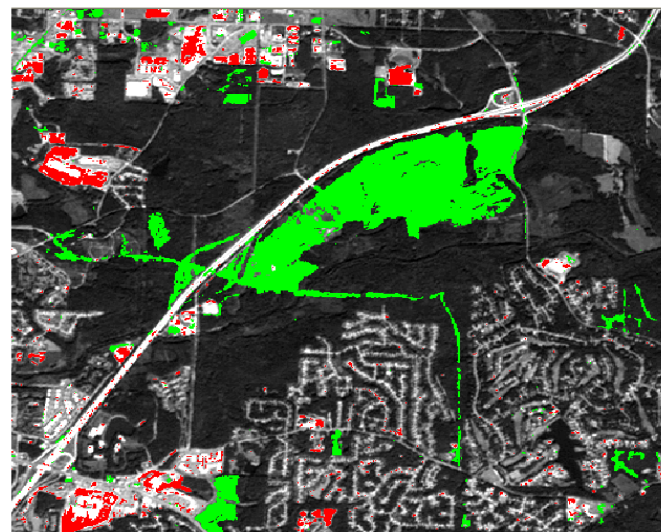
1987



1992



διαφορά



εντοπισμός μεταβολών