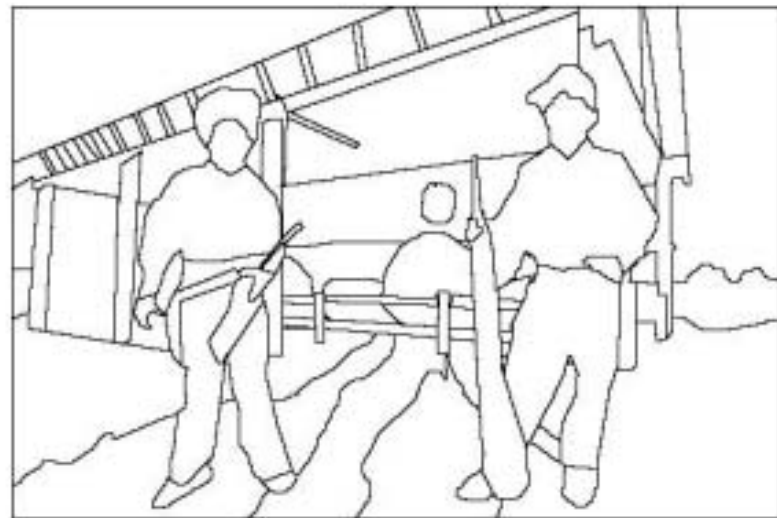
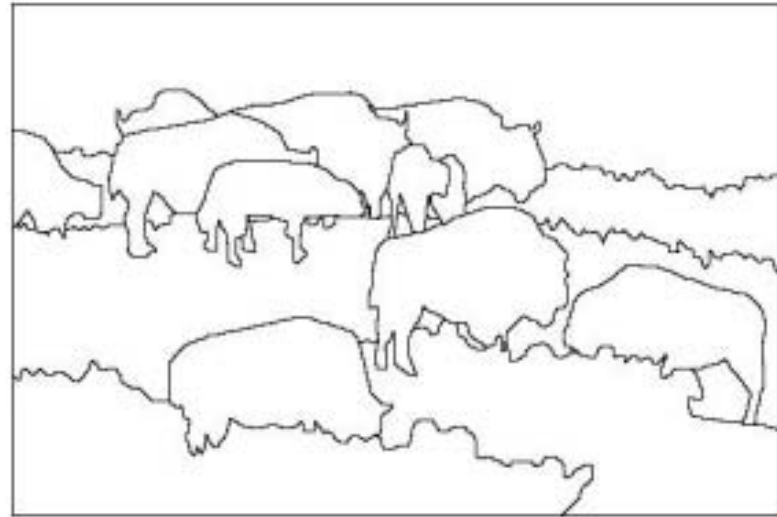


DIP_05 –
Τμηματοποίηση
εικόνας
ΤΕΙ Κρήτης



ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

Τμηματοποίηση εικόνας είναι η διαδικασία με την οποία διαχωρίζεται μία εικόνα σε κατάλληλες περιοχές ή αντικείμενα. Για την τμηματοποίηση εικόνας έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές, ανάλογα με την εφαρμογή επιλέγεται και η κατάλληλη.

Ο Haralick και ο Shapiro πρότειναν ότι για να είναι μια μέθοδος τμηματοποίησης καλή θα πρέπει να ακολουθεί τα παρακάτω τέσσερα κριτήρια:

- Οι περιοχές που διαχωρίζει να είναι ομοιόμορφες και ομογενείς σε σχέση με κάποιο χαρακτηριστικό, π.χ. Τα επίπεδα του γκρι.
- Το εσωτερικό των περιοχών πρέπει να είναι απλό, χωρίς για παράδειγμα πολλές μικρές οπές.
- Γειτονικές περιοχές πρέπει να έχουν σαφώς διαφορετικές τιμές για το χαρακτηριστικό με το οποίο έγινε ο διαχωρισμός.
- Τα όρια των περιοχών πρέπει να είναι απλά, όχι απότομα, ακριβή.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΜΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ

Συνήθως για την ανάπτυξη και την επιλογή μιας τεχνικής διαχωρισμού χρησιμοποιούνται οι ιδιότητες της ασυνέχειας και ομοιότητας

Βασικές Κατηγορίες Τεχνικών Τμηματοποίησης:

- ◆ Κατωφλίου - Πολυκατωφλίωσης
- ◆ Ταξινόμησης στοιχείων
- ◆ Μέθοδοι βασιζόμενες στα όρια περιοχών
- ◆ Μέθοδοι βασιζόμενες σε χαρακτηριστικά περιοχών και ομαδοποίησης.
- ◆ Μέθοδοι βασιζόμενες σε σύγκριση προτύπων
- ◆ Ειδικές τεχνικές για τμηματοποίηση εικόνων υφής (Texture images)

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΤΩΦΛΙΩΣΗΣ ΚΑΙ ΠΟΛΥΚΑΤΩΦΛΙΩΣΗΣ

- Η εύρεση κατωφλίων είναι μία δημοφιλή τεχνική για την τμηματοποίηση εικόνων που απεικονίζονται με αποχρώσεις του γκρι.
- Υπόθεση: τα εικονοστοιχεία του αντικειμένου (προσκήνιο:foreground) μπορούν να διαχωριστούν από τα στοιχεία του φόντου (παρασκήνιο:background) με βάση τις τιμές των αποχρώσεων τους.

Παράδειγμα της μεθόδου του απόλυτου κατωφλίου

Σε μεγάλο αριθμό περιπτώσεων τα αντικείμενα που περιέχονται σε μία εικόνα με πολλά επίπεδα του γκρι, έχουν κοντινή μεταξύ τους φωτεινότητα.

Αν προσδιορίσουμε με μια κατάλληλη μέθοδο μια τιμή κατωφλίου T στην περιοχή της κοιλάδας, τότε θα μπορούμε να διαχωρίσουμε την εικόνα και να τη μετατρέψουμε σε δυαδική σύμφωνα με την ακόλουθη σχέση

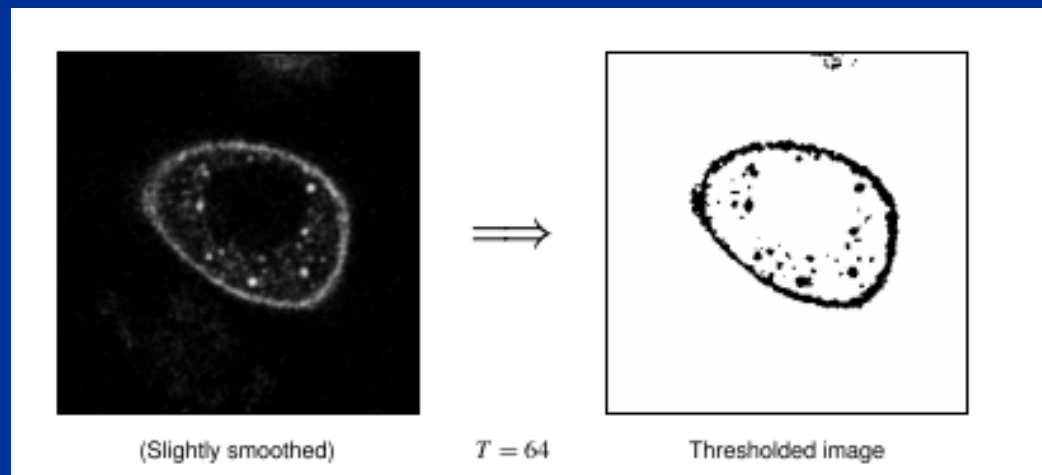
$$b(m,n) = \begin{cases} 1, f(m,n) > T \\ 0, f(m,n) \leq T \end{cases}$$

Παράδειγμα της μεθόδου του απόλυτου κατωφλίου

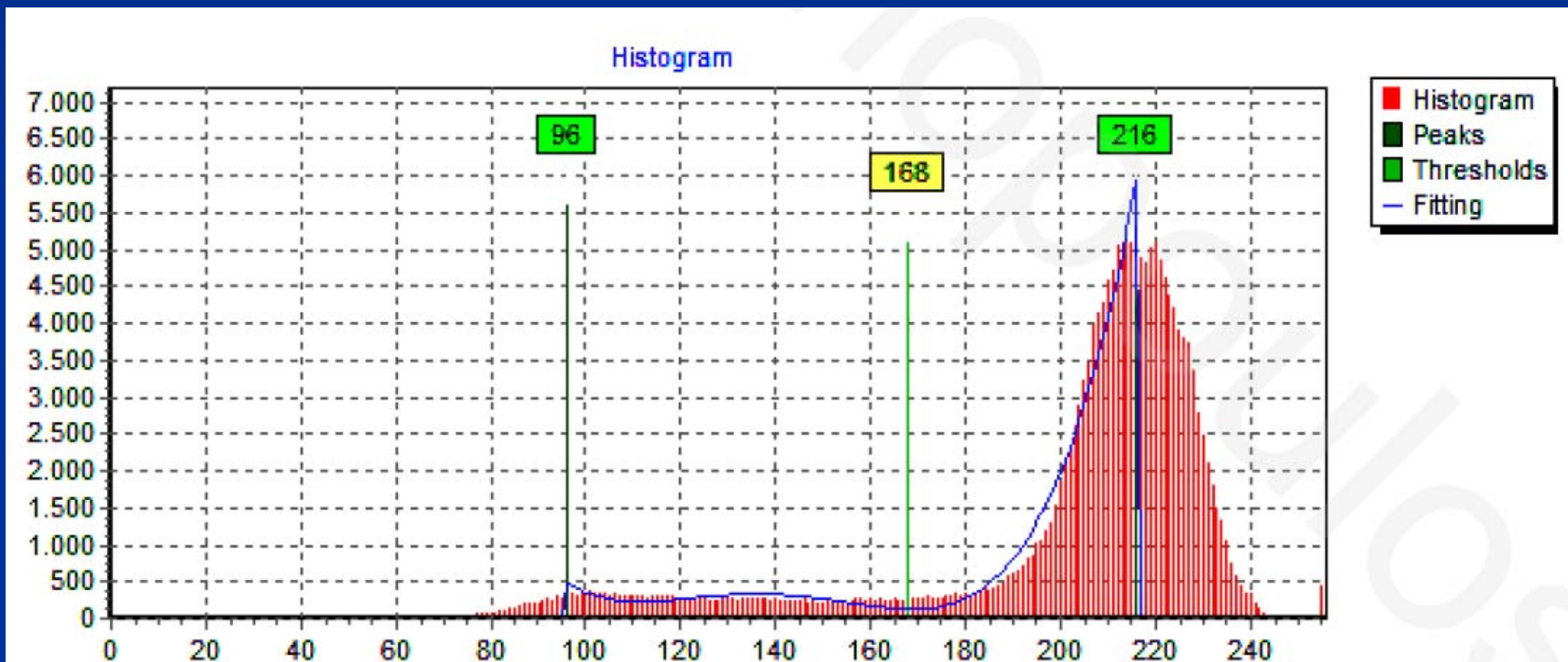
Select	To
Other Information	List last login, whether user is a console operator (p18), and disk space assigned and being used
Security Equivalences	Lists users and groups the user is security equivalent to
Directory Trustee Assignments	View, add (<Ins>), or delete directory trustees; modify (<F3> and then or <Ins>) trustee assignments (p62)

Select	To
Other Information	List last login, whether user is a console operator (p18), and disk space assigned and being used
Security Equivalences	Lists users and groups the user is security equivalent to
Directory Trustee Assignments	View, add (<Ins>), or delete directory trustees; modify (<F3> and then or <Ins>) trustee assignments (p62)

Παράδειγμα της μεθόδου του απόλυτου κατωφλίου

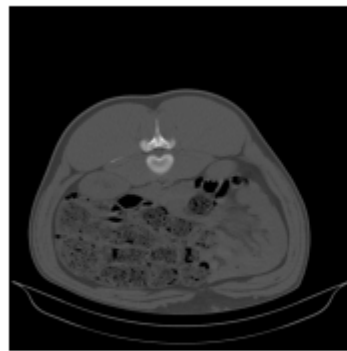


Παράδειγμα της μεθόδου του απόλυτου κατωφλίου



Διπλό κατώφλι

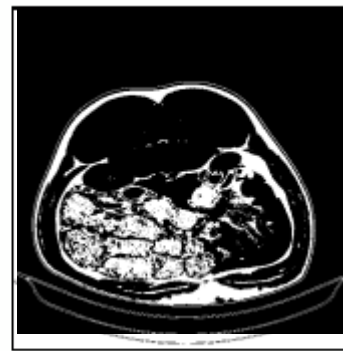
$$O_i = \begin{cases} 1 & \text{if } T_{\text{low}} \leq I_i < T_{\text{high}}, \\ 0 & \text{otherwise.} \end{cases}$$



Original



$$\begin{aligned} T_{\text{low}} &= -500 \\ T_{\text{high}} &= -37 \end{aligned}$$



Thresholded image

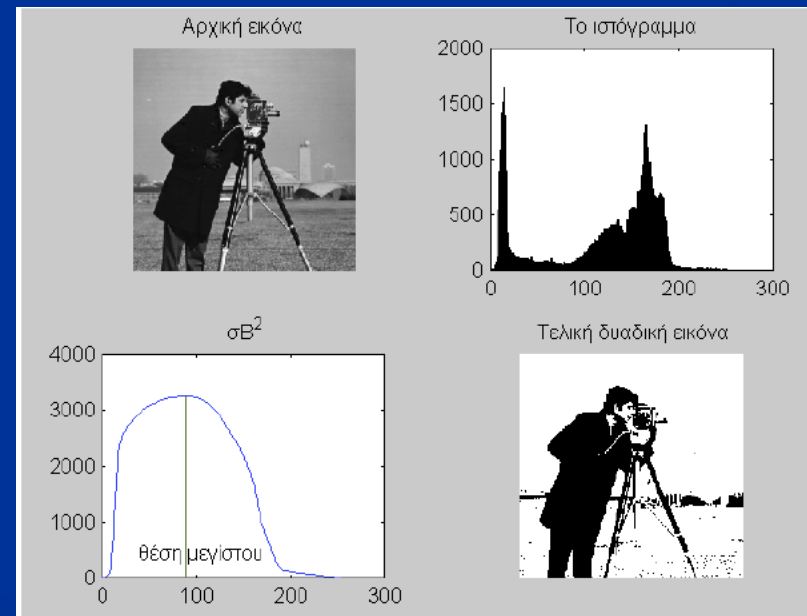
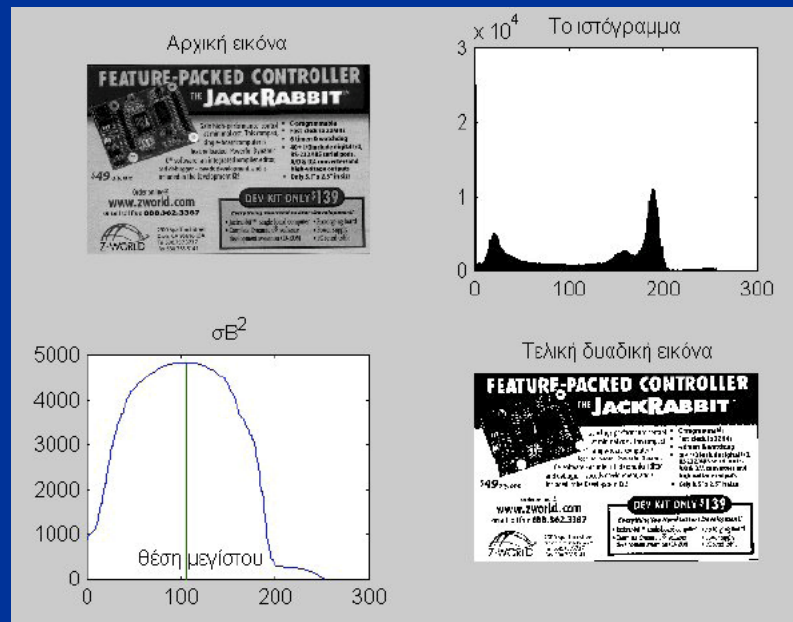
Η Μέθοδος Otsu

Η Μέθοδος Otsu είναι ίσως η καλύτερη τεχνική εύρεσης κατωφλίου αν θέλουμε να διαχωρίσουμε μόνο δύο περιοχές φωτεινότητας (δυαδικό πρόβλημα).

Ελαχιστοποίηση: $|C_1| \text{Var}(C_1) + |C_2| \text{Var}(C_2)$

C_1 : #pixels περιοχής 1, C_2 : #pixels περιοχής 2

$\text{Var}(C_1)$: variance περιοχής 1, $\text{Var}(C_2)$: variance περιοχής 2



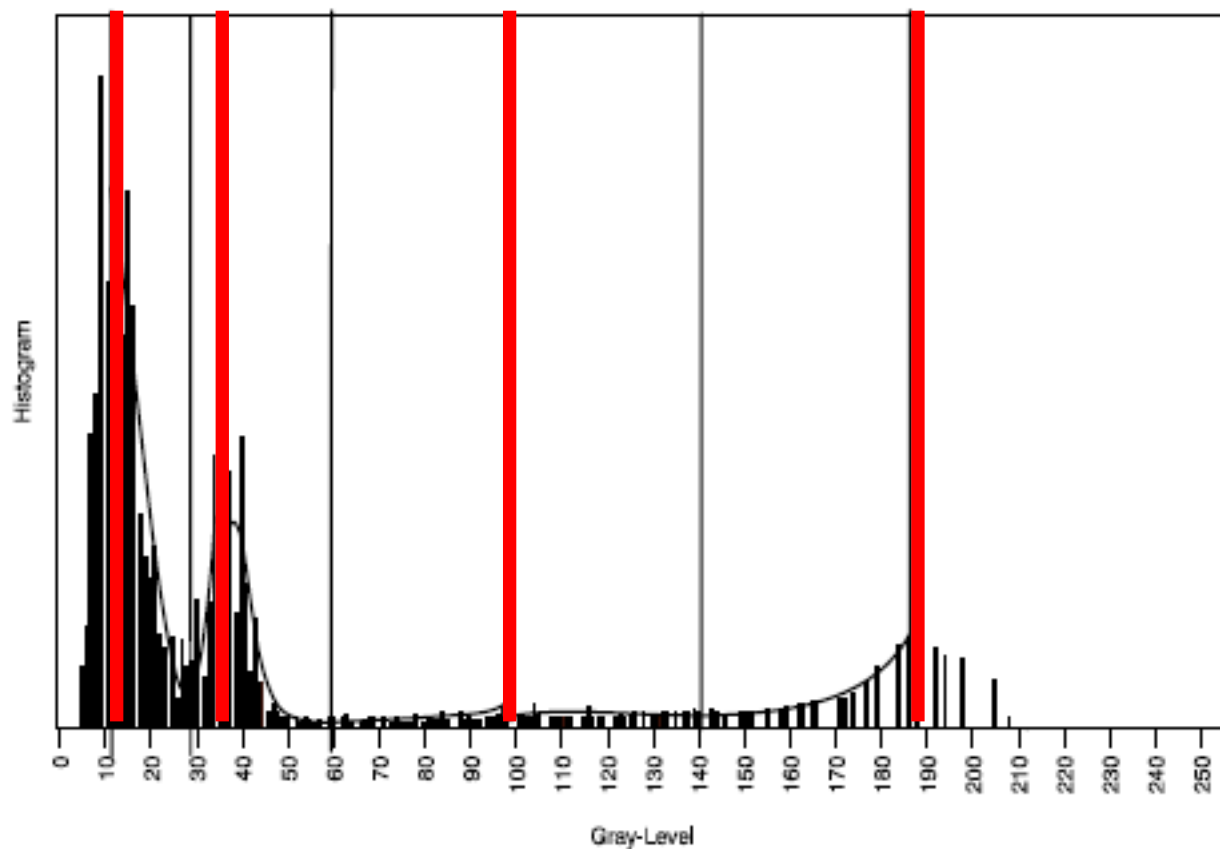
το βέλτιστο κατώφλι προσδιορίσθηκε ίσο με 105, ενώ στο δεύτερο παράδειγμα βρέθηκε ίσο με 89.

Τεχνικές επιλογής Κατωφλίων για πολλά επίπεδα (multilevel thresholding)

Οι περισσότερες από αυτές βασίζονται στην ταύτιση των ακμών και την ταξινόμηση και χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες.

- Στην **πρώτη κατηγορία** ανήκουν οι μέθοδοι των Kohler, Wang and Haralick, Hertz and Schafer, Span and Wilson. Οι μέθοδοι αυτές είναι εφαρμόσιμες σε εικόνες με καλές ακμές και δεν βασίζονται στο ιστόγραμμα των αποχρώσεων.
- Στη **δεύτερη κατηγορία** ανήκουν οι τεχνικές που βασίζονται στο ιστόγραμμα. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις μεθόδους των Reddi, Kappur, Carlotto κ.α.
- Στην **τρίτη κατηγορία** ανήκουν όλες οι άλλες τεχνικές που χαρακτηρίζονται συνήθως ως υβριδικές. Οι Span και Wilson προτείνουν μία υβριδική μέθοδο επιλογής πολλαπλών κατωφλίων, που βασίζεται σε στατιστική και χωρική πληροφορία.

Το πρόβλημα της προσέγγισης



Peaks:

11, 35, 99, 187

Threshold value:

28, 59, 140

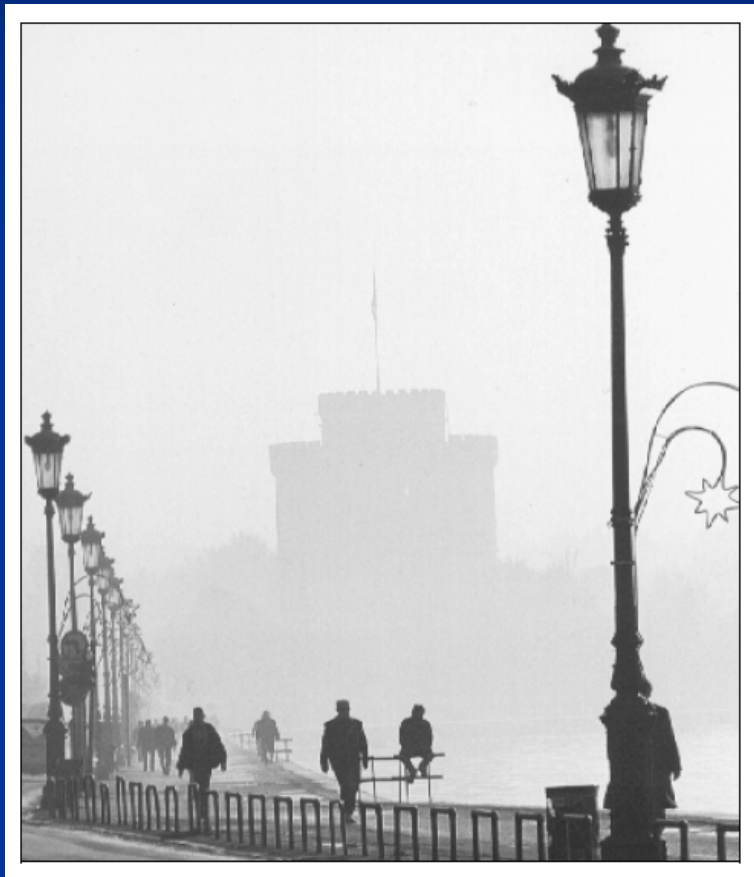
Επιλογή κατωφλίων για πολλά επίπεδα

- Για τις εικόνες που περιέχουν αντικείμενα με διαφορετικές μεταξύ τους φωτεινότητες χρησιμοποιούμε πολλά επίπεδα κατωφλίων.
- Αν υπάρχουν n αντικείμενα με διαφορετικές φωτεινότητες, τότε στο ιστόγραμμα της εικόνας θα υπάρχουν πιθανότατα n λόφοι και $n-1$ κοιλάδες.
- Συνεπώς, απαιτείται ο προσδιορισμός $n-1$ κατωφλίων. Αν λοιπόν $T_i, i=1, \dots, n-1$ είναι τα κατώφλια, τότε η τελική εικόνα μετά την πολυκατωφλίωση προκύπτει από τη σχέση:

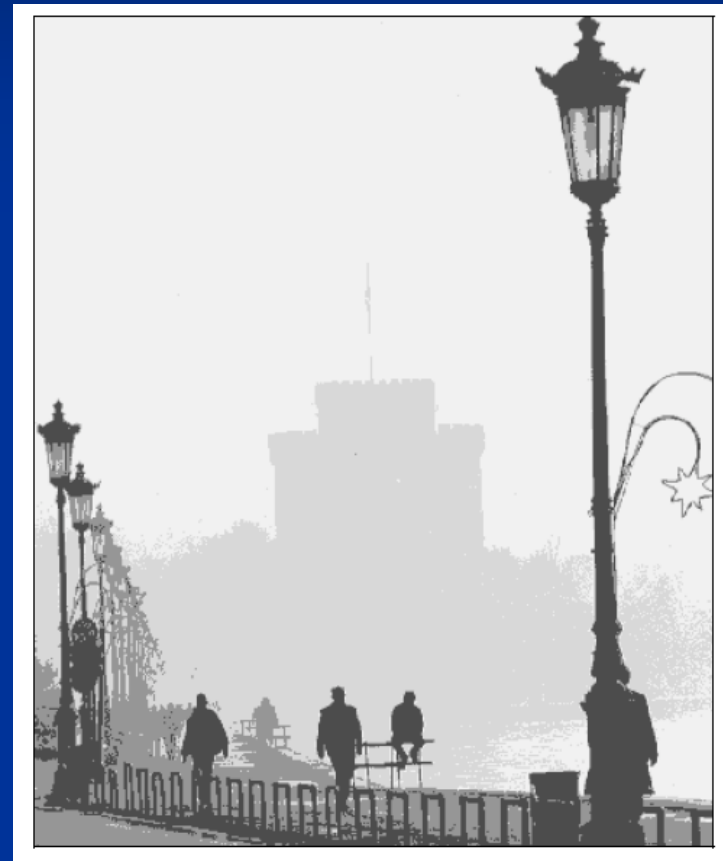
$$b(m,n)=\begin{cases} L_1, f(m,n)\leq T_1 \\ L_2, T_1 < F(m,n) \leq T_2 \\ \\ L_{n-1}, f(m,n)>T_{n-1} \end{cases}$$

Όπου $L_i, i=1, \dots, n-1$ τα επίπεδα του γκρι της τελικής εικόνας $b(m,n)$ που συνήθως ταυτίζονται με τη μέση τιμή του ιστογράμματος στο διάστημα μεταξύ των κατωφλίων.

Το πρόβλημα της προσέγγισης

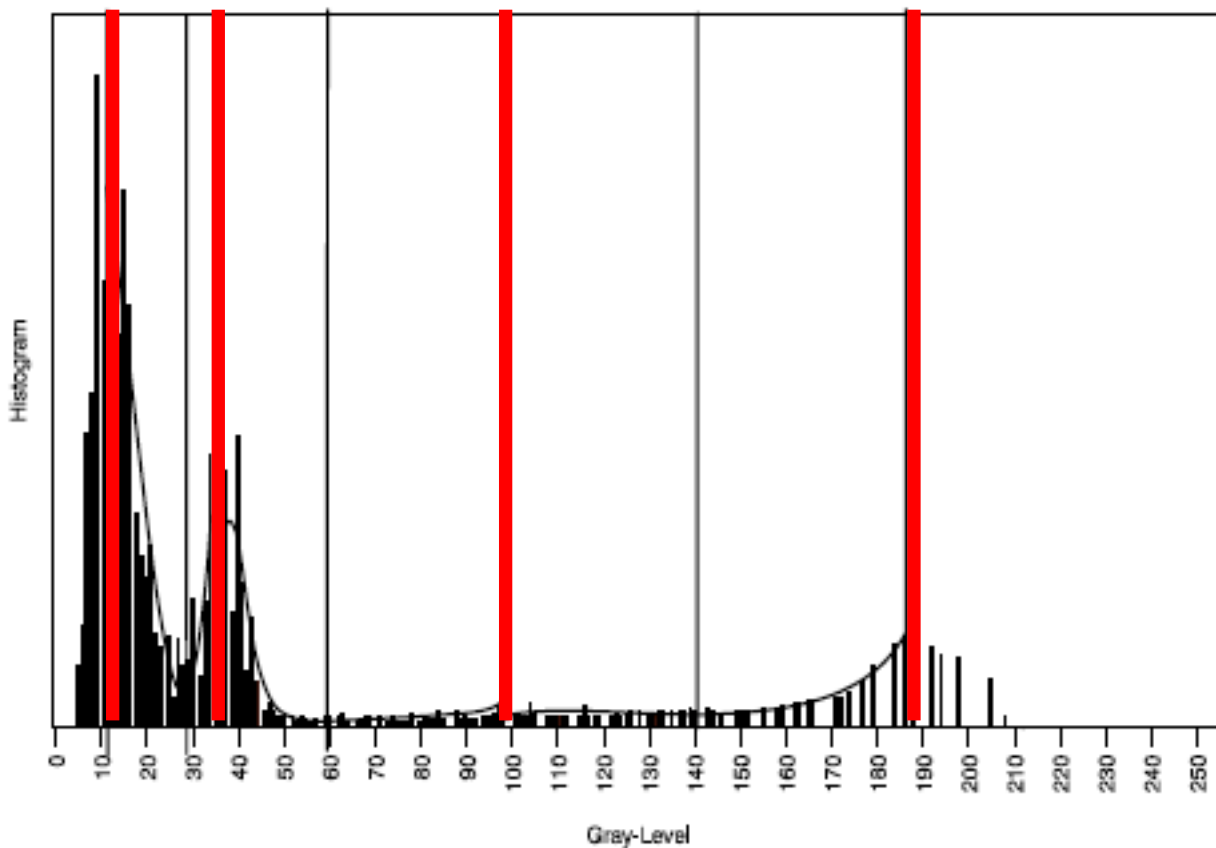


Εικόνα με 256 επίπεδα
του γκρι



Εικόνα με τέσσερις αποχρώσεις του γκρι

Το πρόβλημα της προσέγγισης



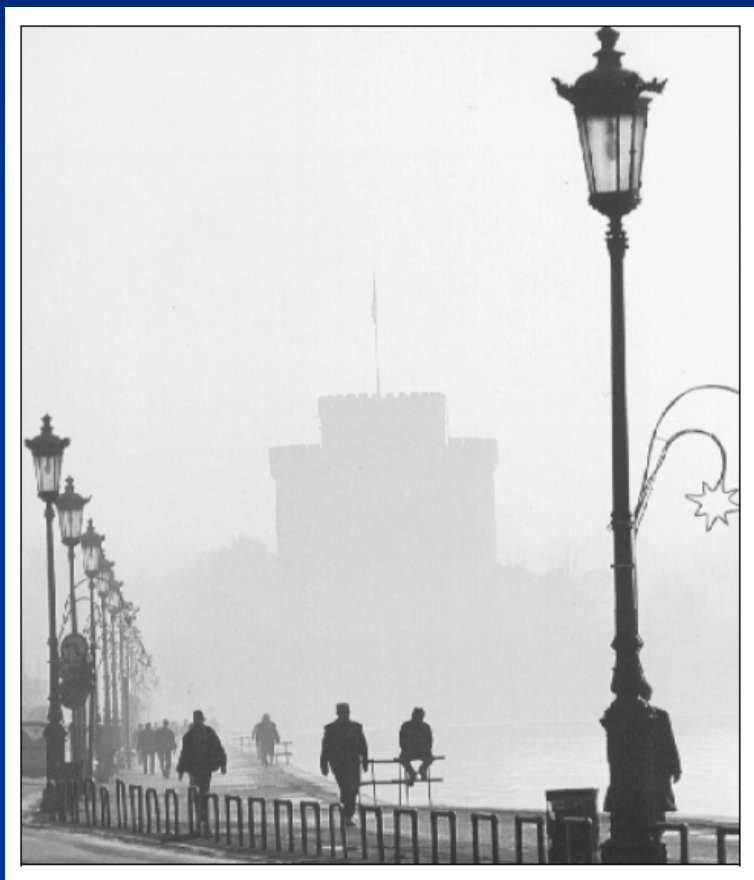
Peaks:

11, 35, 99, 187

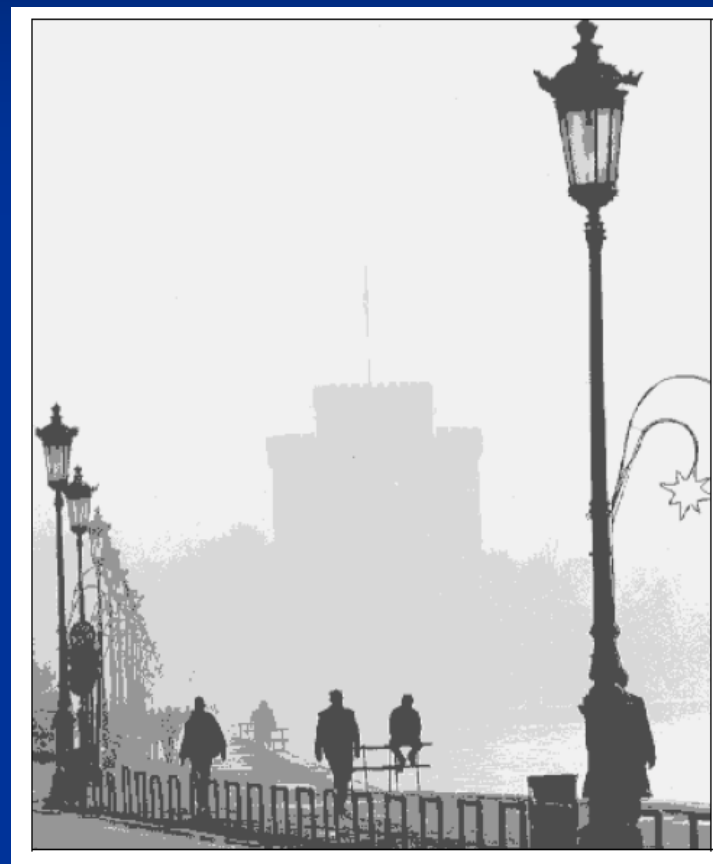
Threshold value:

28, 59, 140

Το πρόβλημα της προσέγγισης



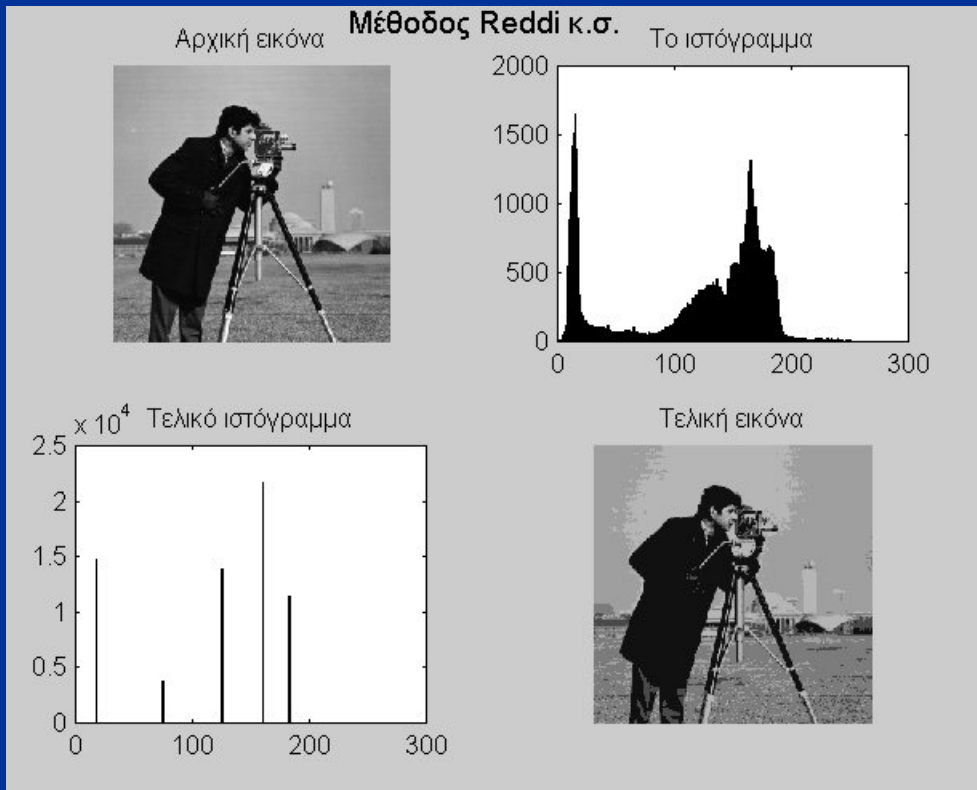
Εικόνα με 256 επίπεδα
του γκρι



Εικόνα με τέσσερις αποχρώσεις του γκρι

Η Μέθοδος Reddi, Rudin & Keshavan

Η Μέθοδος Reddi κ.α. είναι ένας αλγόριθμος πολυκατωφλίσωσης και ουσιαστικά αποτελεί επέκταση της μεθόδου του Otsu.

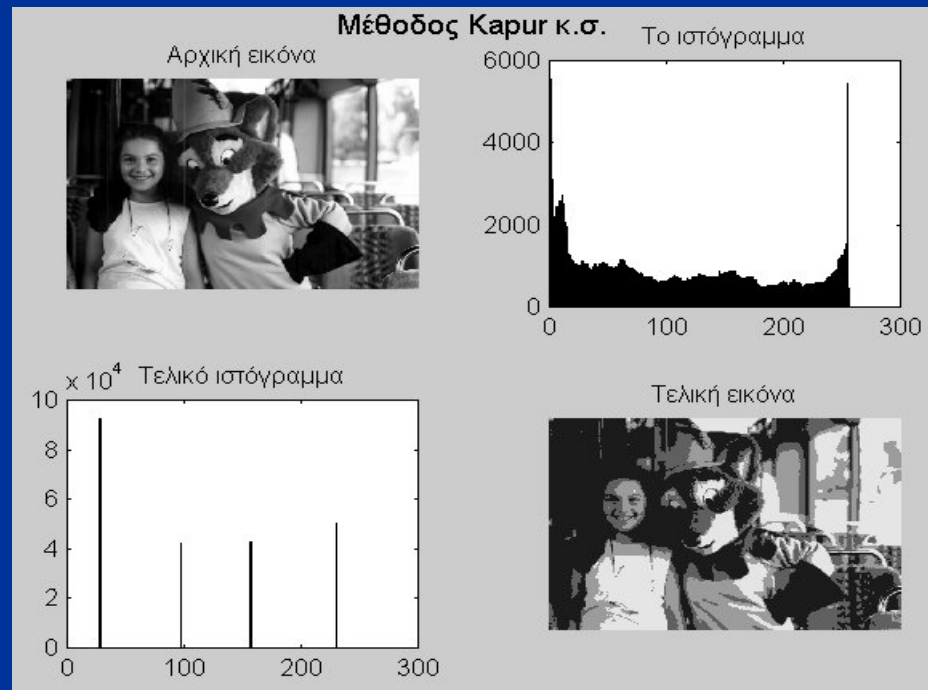


παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου για 4 κατώφλια. Ο αλγόριθμος για το παράδειγμα αυτό συνέκλινε ύστερα από 22 επαναλήψεις και έδωσε τιμές κατωφλίων τις 45, 98, 141 και 170 και τελικές τιμές φωτεινότητας τις 17, 74, 124, 159 και 182.

Η Μέθοδος Kapur

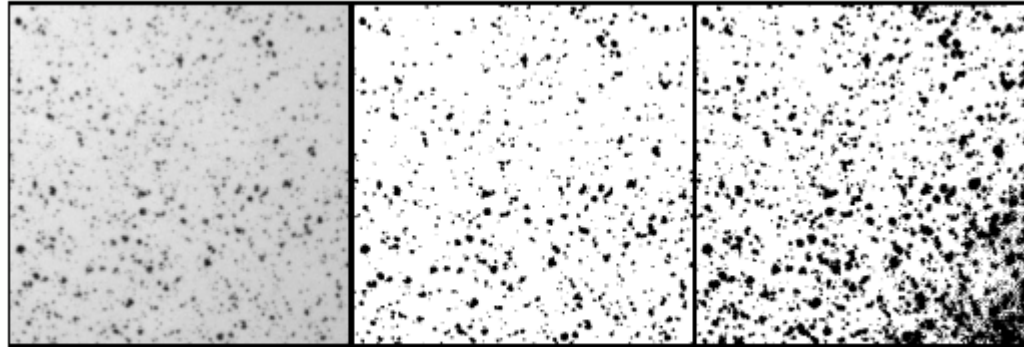
Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην μεγιστοποίηση ενός κριτηρίου που σχετίζεται με την εντροπία της εικόνας.

Με αυτό τον τρόπο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την πολυκατωφλίωση εικόνων στο ιστόγραμμα των οποίων δεν είναι ξεκάθαρες οι κοιλάδες και οι λόφοι.



παράδειγμα εφαρμογής της μεθόδου για 3 κατώφλια. Ο αλγόριθμος για το παράδειγμα αυτό συνέκλινε ύστερα από 34 επαναλήψεις και έδωσε τιμές κατωφλίων 67, 127 και 188, και τελικές τιμές φωτεινότητας τις 27, 96, 156, και 229.

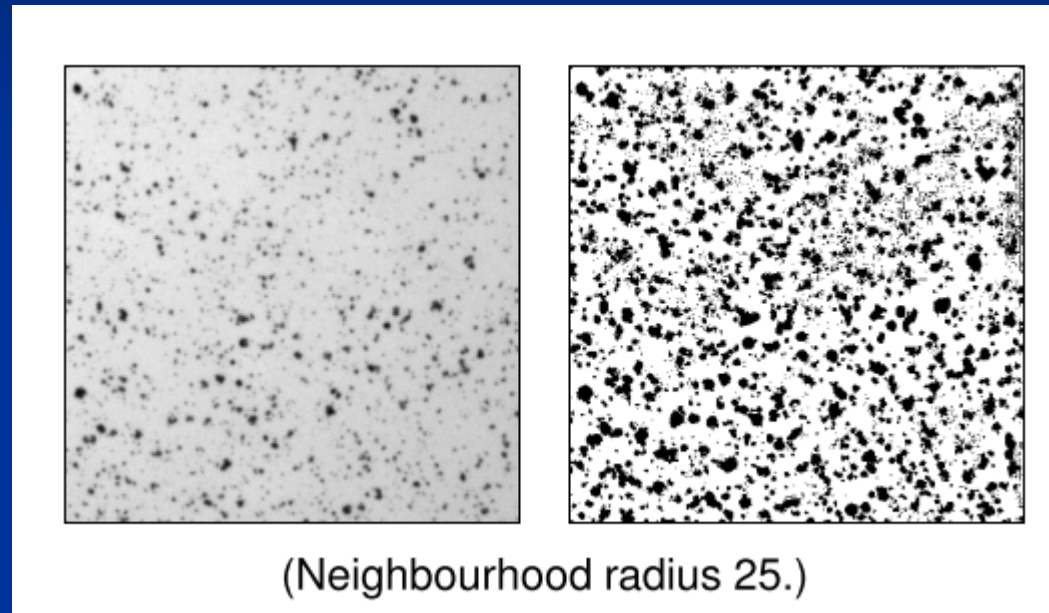
Τεχνικές Τοπικού Κατωφλίου



Thresholded at $T = 171$ and $T = 200$

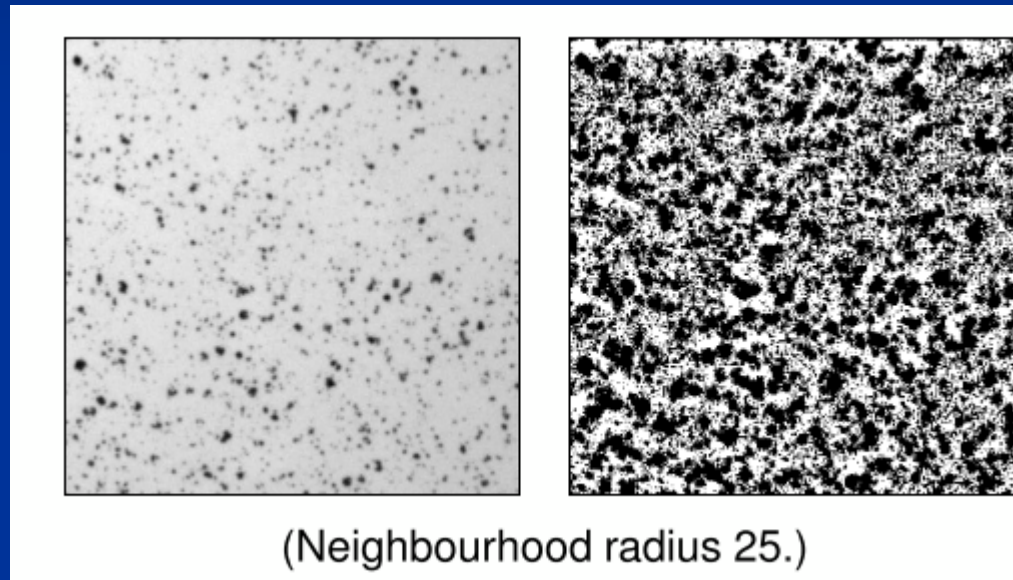
Πρόβλημα: Το φόντο δεν είναι ομοιόμορφο

Τεχνικές Τοπικού Κατώφλιου



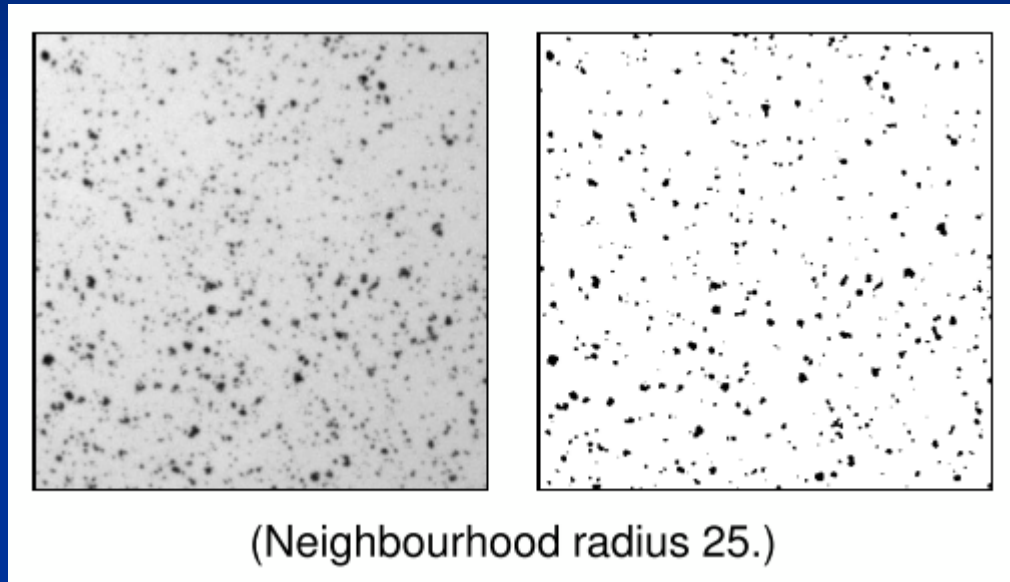
Κατώφλι=μέση τιμή σε παράθυρο 25x25

Τεχνικές Τοπικού Κατώφλιου



Κατώφλι=μέσαία τιμή σε παράθυρο 25x25

Τεχνικές Τοπικού Κατωφλίου



Κατώφλι $(z_{\min} + z_{\max})/2$

Τεχνικές Τοπικού Κατωφλίου

Οι τεχνικές αυτές βασίζονται στην εκτίμηση, τοπικά και για κάθε εικονοστοιχείο της εικόνας, ενός κατωφλίου λαμβάνοντας υπόψη τοπικά χωρικά χαρακτηριστικά.

Για κάθε εικονοστοιχείο ορίζεται μια γειτονιά που το περικλείει και στην γειτονιά αυτή γίνεται εκτίμηση ορισμένων παραμέτρων όπως είναι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των φωτεινότητων.

NIBLACK: Η κεντρική ιδέα είναι η εύρεση ενός τοπικού κατωφλίου για κάθε εικονοστοιχείο της εικόνας, ανάλογα με την τοπική μέση τιμή και την τοπική τυπική απόκλιση.

BERNSEN: Το τοπικό κατώφλι υπολογίζεται από την μέση τιμή της ελάχιστης και της μέγιστης φωτεινότητας των εικονοστοιχείων ενός παραθύρου γειτονιάς που έχει ως κέντρο το εξεταζόμενο εικονοστοιχείο.

SAUVOLA: Η τεχνική αυτή είναι παρόμοια με την μέθοδο Niblack.

NIBLACK

$$T(x, y) = m(x, y) + k \cdot s(x, y)$$

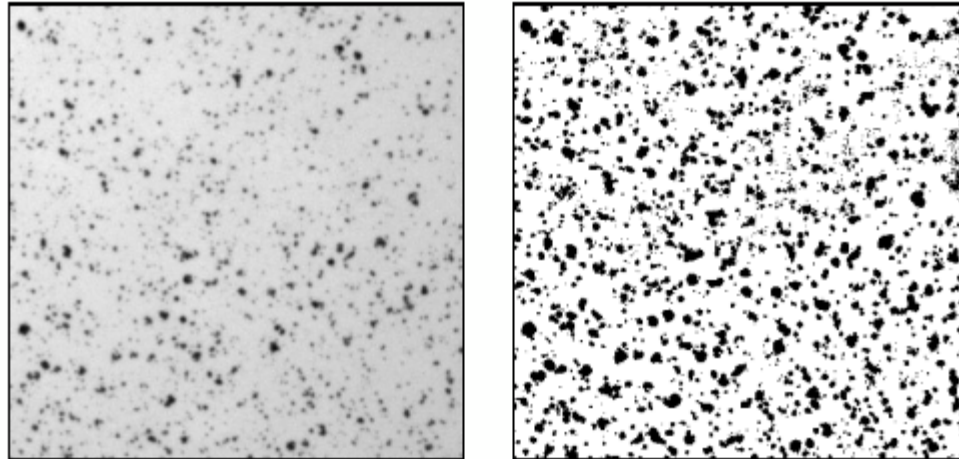
m: μέσος όρος της γειτονιάς

s: τυπική απόκλιση γειτονιάς

k: σταθερά (συνήθως -0.2)

Τυπική γειτονιά: 15x15 (ανάλογη με το μέγεθος των αντικειμένων που θέλουμε να διαχωρίσουμε)

NIBLACK



(Neighbourhood radius 25, $k = -0.2$.)

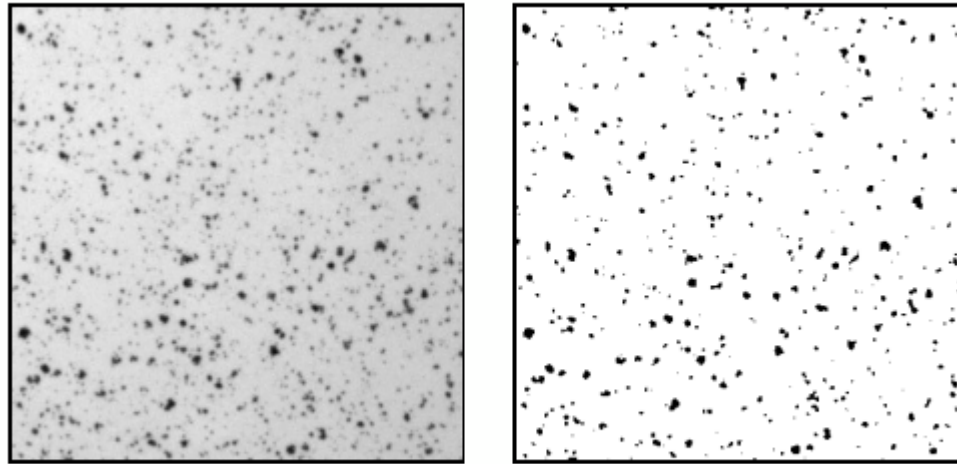
Bernsen

$$T(x, y) = \begin{cases} \frac{Z_{\max} + Z_{\min}}{2}, & \text{αν } Z_{\max} - Z_{\min} \geq L \\ GT, & \text{αν } Z_{\max} - Z_{\min} < L \end{cases}$$

- $Z_{\max}$, $Z_{\min}$ μέγιστες και ελάχιστες τιμές στη γειτονιά
- GT : προκαθορισμένη τιμή (απόλυτο κατώφλι)
- L : σταθερά
- Τυπικές τιμές: $L=15$, γειτονιά 15×15

Τοπική κατωφλίωση μόνο σε περιοχές με μεγάλη αντίθεση.
Οι υπόλοιπες περιοχές ανήκουν στο φόντο

Bernsen



(Neighbourhood radius 25, $L = 15$.)

Sauvola

$$T(x, y) = m(x, y) \left[1 + k \left(1 - \frac{s(x, y)}{R} \right) \right]$$

m : μέσος όρος της γειτονιάς

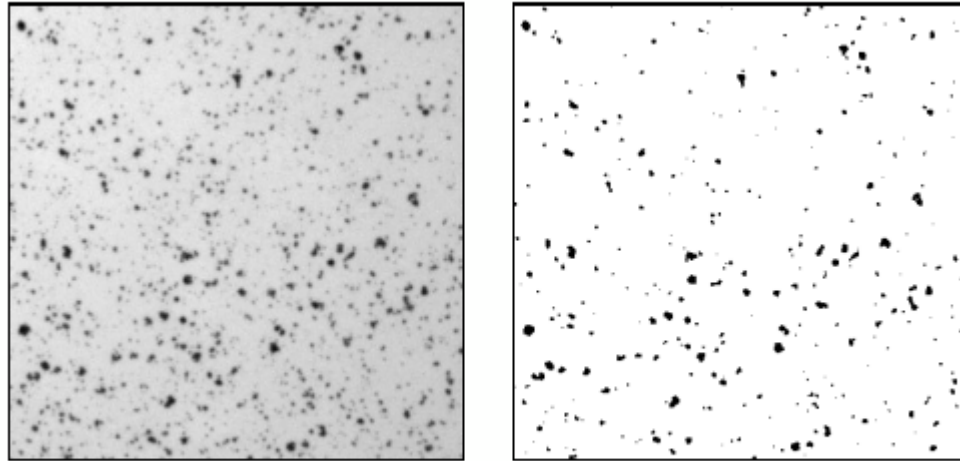
s : τυπική απόκλιση γειτονιάς

k : σταθερά (τυπικά 0.1)

R : σταθερά (τυπικά 128)

Τυπική γειτονιά: 15x15 (ανάλογη με το μέγεθος των αντικειμένων που θέλουμε να διαχωρίσουμε)

Sauvola



(Neighbourhood radius 25, $k = 0.5$, $R = 128$.)

Εφαρμογή τεχνικών Τοπικού Κατωφλίου

Κύκλωμα, Εγκατάσταση και Προγραμματισμός για την στάθμευση (πάρκινγκ) αυτοκινήτων, Ανυψωτήρας Άχρηστων Υλικών, παρέχεται το κύκλωμα καθώς και το πρόγραμμα γραμμένο και στα τέσσερα διαφορετικά PLC.

**ΑΝΑΛΥΣΗ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ
ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**
Ν. Παπαμάρκος
Τόμος Α
Σελίδες 344
Σκληρό εξώφυλλο
Έγχρωμο,
Διαστάσεις 17,5x25cm
ISBN 960-8050-53-7
Τιμή: € 21,36



Περιέχει: Εισαγωγικές έννοιες, Στοιχεία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, Ο Νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff, Μέθοδος Τραπεζίου, Μέθοδος Simpson, Γραφική ολοκλήρωση, Πρόγραμμα INTEGR, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων με τη μέθοδο των κόμβων και βρόχων, Ισοδύναμα Κυκλώματα, Μετασχηματισμός τριγώνου σε αστέρα, Το θεώρημα της Υπέρθωσης, Τα θεωρήματα Thevenin και Norton, Πρωτοτάξια και Δευτεροτάξια κυκλώματα, Γενικές μέθοδοι ανάλυσης ωμικών κυκλωμάτων με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Αρχική Εικόνα

Κύκλωμα, Εγκατάσταση και Προγραμματισμός για την στάθμευση (πάρκινγκ) αυτοκινήτων, Ανυψωτήρας Άχρηστων Υλικών, παρέχεται το κύκλωμα καθώς και το πρόγραμμα γραμμένο και στα τέσσερα διαφορετικά PLC.

**ΑΝΑΛΥΣΗ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ
ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**
Ν. Παπαμάρκος
Τόμος Α
Σελίδες 344
Σκληρό εξώφυλλο
Έγχρωμο,
Διαστάσεις 17,5x25cm
ISBN 960-8050-53-7
Τιμή: € 21,36



Περιέχει: Εισαγωγικές έννοιες, Στοιχεία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, Ο Νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff, Μέθοδος Τραπεζίου, Μέθοδος Simpson, Γραφική ολοκλήρωση, Πρόγραμμα INTEGR, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων με τη μέθοδο των κόμβων και βρόχων, Ισοδύναμα Κυκλώματα, Μετασχηματισμός τριγώνου σε αστέρα, Το θεώρημα της Υπέρθωσης, Τα θεωρήματα Thevenin και Norton, Πρωτοτάξια και Δευτεροτάξια κυκλώματα, Γενικές μέθοδοι ανάλυσης ωμικών κυκλωμάτων με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Bernsen

Κύκλωμα, Εγκατάσταση και Προγραμματισμός για την στάθμευση (πάρκινγκ) αυτοκινήτων, Ανυψωτήρας Άχρηστων Υλικών, παρέχεται το κύκλωμα καθώς και το πρόγραμμα γραμμένο και στα τέσσερα διαφορετικά PLC.

**ΑΝΑΛΥΣΗ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ
ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ**
Ν. Παπαμάρκος
Τόμος Α
Σελίδες 344
Σκληρό εξώφυλλο
Έγχρωμο,
Διαστάσεις 17,5x25cm
ISBN 960-8050-53-7
Τιμή: € 21,36



Περιέχει: Εισαγωγικές έννοιες, Στοιχεία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, Ο Νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff, Μέθοδος Τραπεζίου, Μέθοδος Simpson, Γραφική ολοκλήρωση, Πρόγραμμα INTEGR, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων με τη μέθοδο των κόμβων και βρόχων, Ισοδύναμα Κυκλώματα, Μετασχηματισμός τριγώνου σε αστέρα, Το θεώρημα της Υπέρθωσης, Τα θεωρήματα Thevenin και Norton, Πρωτοτάξια και Δευτεροτάξια κυκλώματα, Γενικές μέθοδοι ανάλυσης ωμικών κυκλωμάτων με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Niblack

Εφαρμογή τεχνικών Τοπικού Κατωφλίου

Κύστηρα, Εγκατάσταση και Εξοπλισμός Εργαστηρίου, Εργαστήριο Στάθμευσης (πάρκινγκ) αυτοκινήτων, Ανυψωτήρας Άχρηστων Υλικών,) παρέχεται το κύκλωμα καθώς και το πρόγραμμα γραμμένο και στα τέσσερα διαφορετικά PLC

**ΑΝΑΛΥΣΗ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ
ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ
Ν. Παπαμάρκος
Τόμος Α
Σελίδες 344
Σκληρό εξώφυλλο
Έγχρωμο,
Διαστάσεις 17,5x25cm
ISBN 960-8050-53-7
Τιμή: € 21,36**



Περιέχει: Εισαγωγικές έννοιες, Στοιχεία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, Ο Νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff, Μέθοδος Τραπεζίου, Μέθοδος Simpson, Γραφική ολοκλήρωση, Πρόγραμμα INTEGR, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων με τη μέθοδο των κόμβων και θρόχων, Ισοδύναμα Κυκλώματα, Μετασχηματισμός τριγώνου σε αστέρα, Το θεώρημα της Υπερθεσης, Τα θεωρήματα Thevenin και Norton, Πρωτοτάξια και Δευτεροτάξια κυκλώματα, Γενικές μέθοδοι ανάλυσης ωμικών κυκλωμάτων με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Otsu

Κύστηρα, Εγκατάσταση και Εξοπλισμός Εργαστηρίου, Εργαστήριο Στάθμευσης (πάρκινγκ) αυτοκινήτων, Ανυψωτήρας Άχρηστων Υλικών,) παρέχεται το κύκλωμα καθώς και το πρόγραμμα γραμμένο και στα τέσσερα διαφορετικά PLC

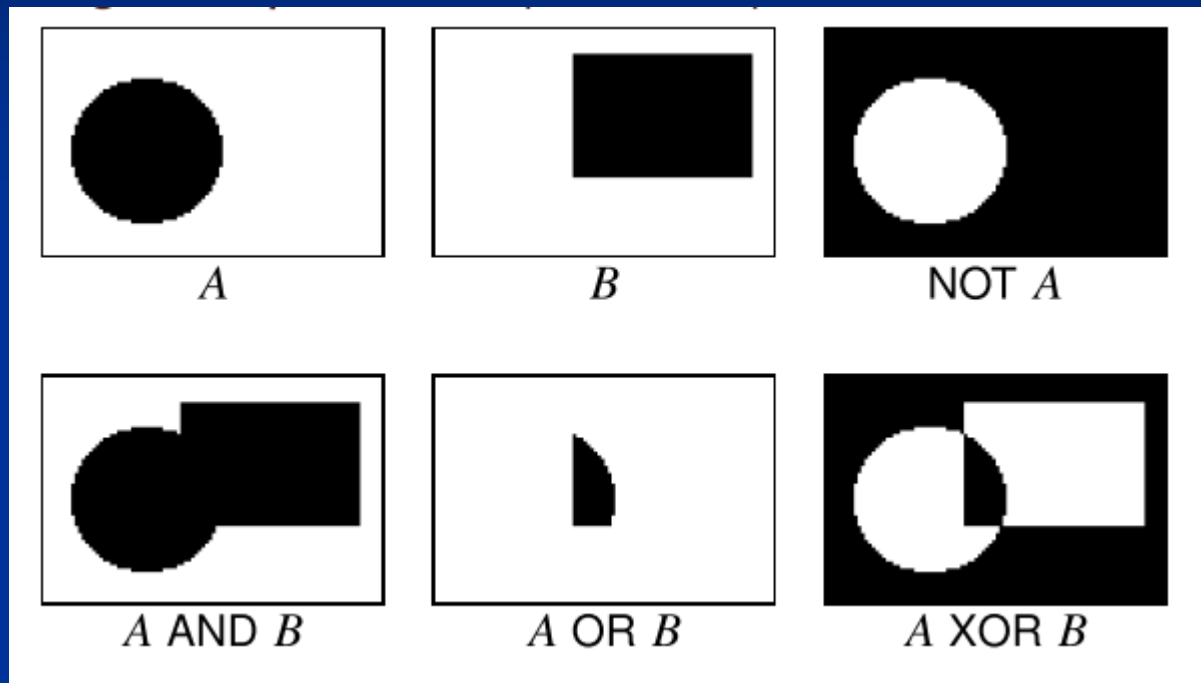
**ΑΝΑΛΥΣΗ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ
ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ
Ν. Παπαμάρκος
Τόμος Α
Σελίδες 344
Σκληρό εξώφυλλο
Έγχρωμο,
Διαστάσεις 17,5x25cm
ISBN 960-8050-53-7
Τιμή: € 21,36**



Περιέχει: Εισαγωγικές έννοιες, Στοιχεία ηλεκτρικών κυκλωμάτων, Ο Νόμος των ρευμάτων του Kirchhoff, Μέθοδος Τραπεζίου, Μέθοδος Simpson, Γραφική ολοκλήρωση, Πρόγραμμα INTEGR, Ανάλυση Ηλεκτρικών Κυκλωμάτων με τη μέθοδο των κόμβων και θρόχων, Ισοδύναμα Κυκλώματα, Μετασχηματισμός τριγώνου σε αστέρα, Το θεώρημα της Υπερθεσης, Τα θεωρήματα Thevenin και Norton, Πρωτοτάξια και Δευτεροτάξια κυκλώματα, Γενικές μέθοδοι ανάλυσης ωμικών κυκλωμάτων με ηλεκτρονικό υπολογιστή

Sauvola

Χρήση λογικών τελεστών

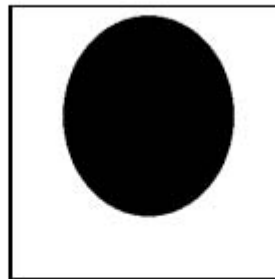


Χρήση μάσκας



Image

AND

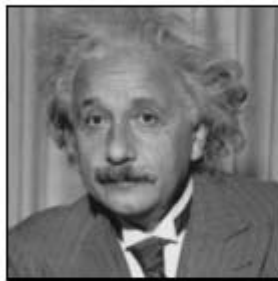


Mask



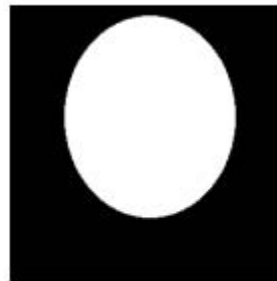
Result

Χρήση μάσκας



Image

AND



Inverted Mask



Result

Χρήση μάσκας



OR



New face!

Μέθοδος Ανάπτυξης Περιοχών (region growing)

Η τεχνική αυτή βασίζεται σε γεωμετρικά χαρακτηριστικά των περιοχών.

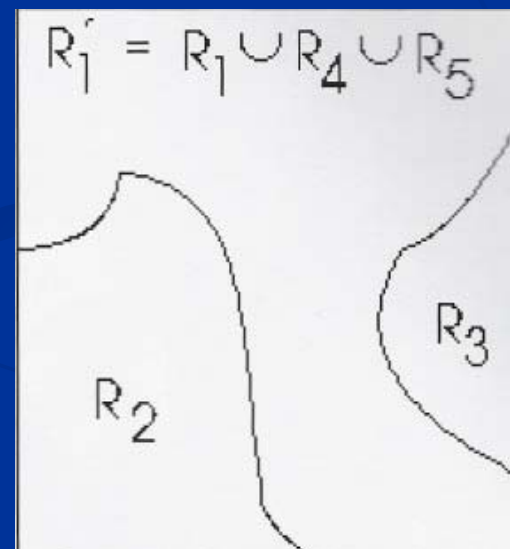
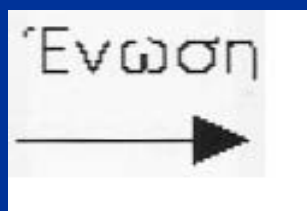
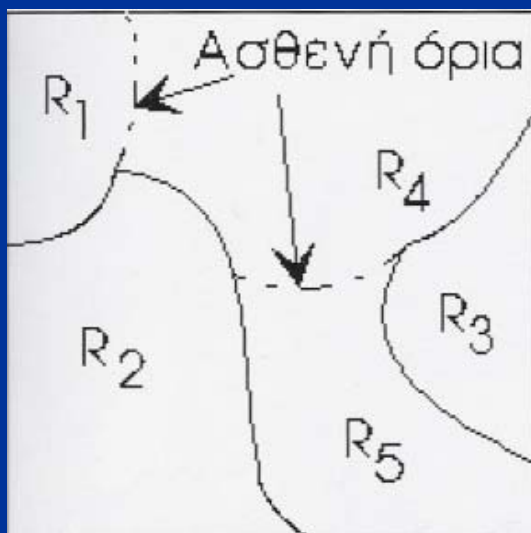
Οι Brice και Fenema το 1970 πρότειναν μία μέθοδο τμηματοποίησης με ανάπτυξη περιοχών που βασίζεται σε γεωμετρικά χαρακτηριστικά των περιοχών.

Η μέθοδος ξεκινά με τη διαίρεση της εικόνας σε ατομικές περιοχές που έχουν σταθερά επίπεδα του γκρι. Σημειώνεται ότι γενικά στις μεθόδους ανάπτυξης περιοχών οι αρχικές περιοχές ονομάζονται σπόροι (seed points).

Κατόπιν, όμοιες γειτονικές περιοχές ενώνονται και αναπτύσσονται μέχρι οι γειτονικές περιοχές να μην ικανοποιούν τα κριτήρια ομοιότητας

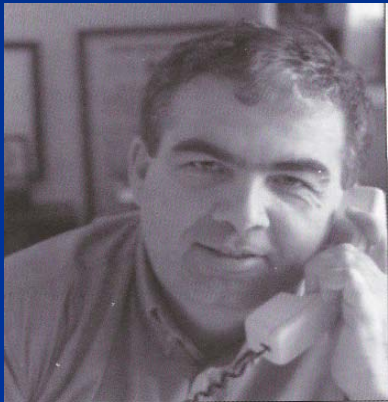
Μέθοδος Ανάπτυξης Περιοχών (region growing)

Το κλειδί στην τεχνική ανάπτυξης περιοχών είναι η επιλογή ενός βέλτιστου κριτηρίου για την ένωση και το «σπάσιμο» των περιοχών.



Ανάπτυξη Περιοχών

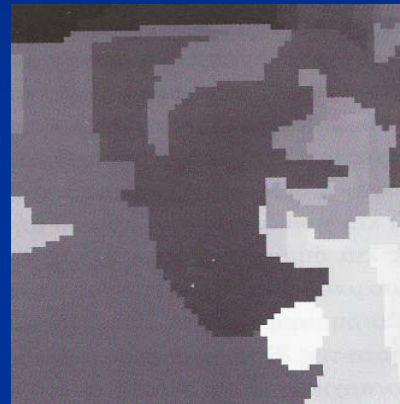
Μέθοδος Ανάπτυξης Περιοχών (region growing)



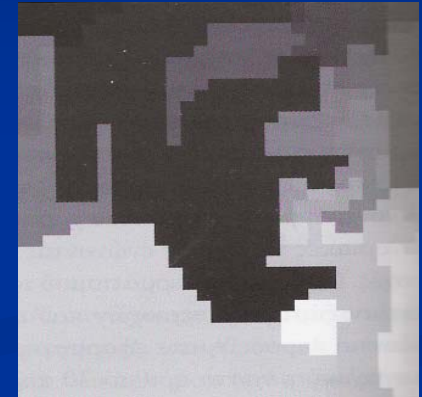
Αρχική διαίρεση:



144x124



72x62

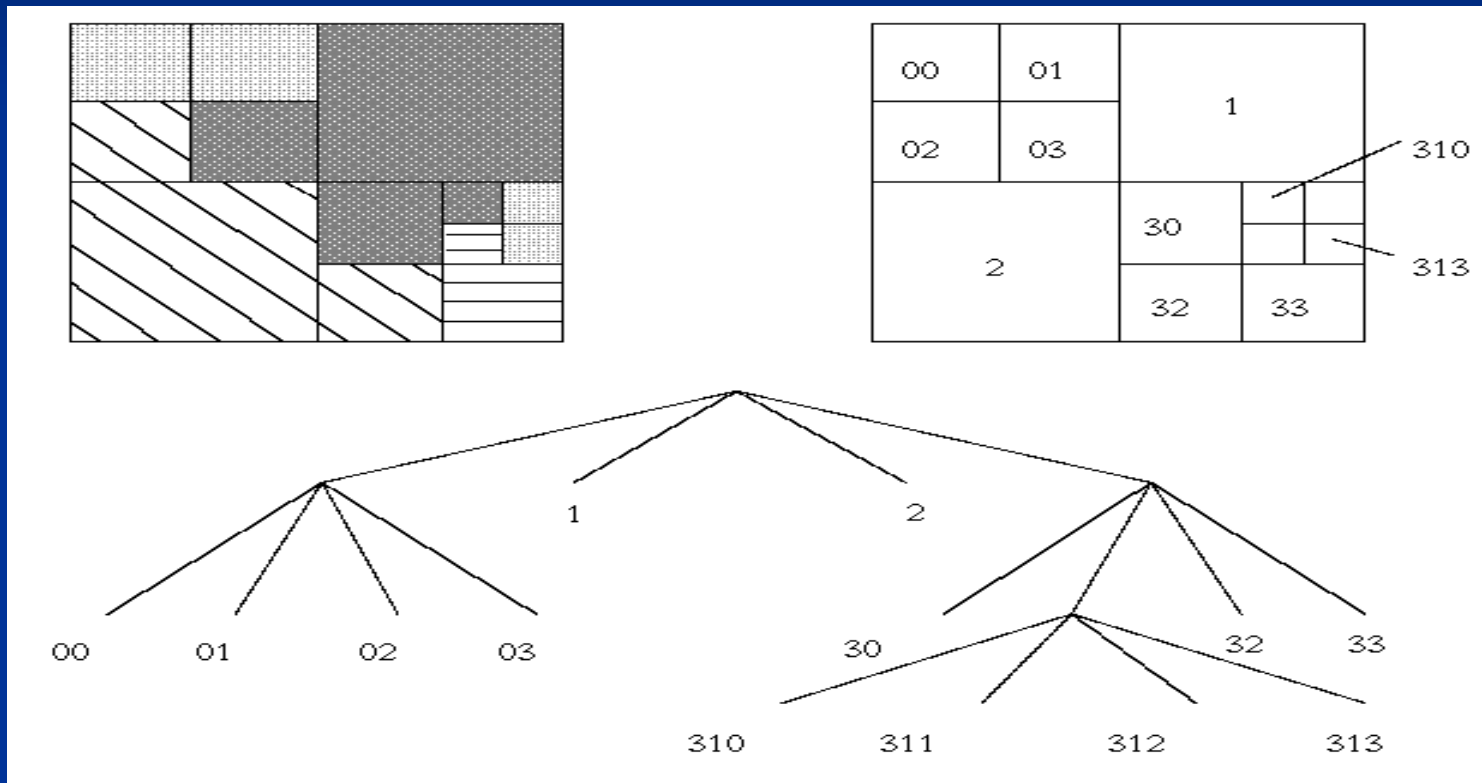


36x31

Εφαρμογή της μεθόδου διαίρεσης και ένωσης

- Η αρχική εικόνα διαιρείται σε τέσσερα τεταρτημόρια και κατόπιν εξετάζεται αν σε κάθε τεταρτημόριο υπάρχει ομοιομορφία ως προς κάποιο χαρακτηριστικό.
- Αν ναι παραμένει ως ένα τμήμα, αλλιώς διαιρείται σε 4 τεταρτημόρια κ.ο.κ.
- Αν 2 τεταρτημόρια είναι ομοιόμορφα ενώνονται

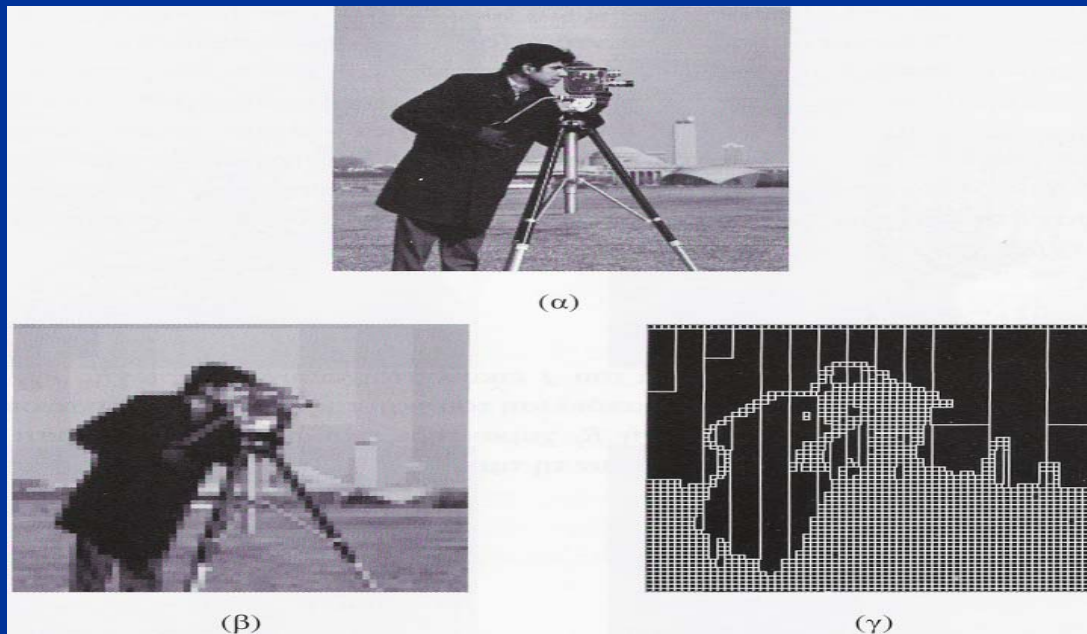
Εφαρμογή της μεθόδου διαίρεσης και ένωσης



Ανάπτυξη περιοχής με διαίρεση και ένωση

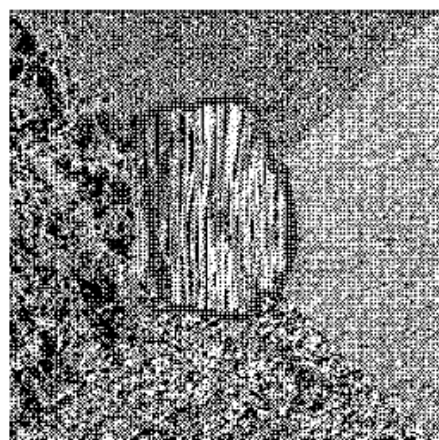
Τμηματοποίηση εικόνας με διαίρεση και ένωση

Το κριτήριο ομοιομορφίας που χρησιμοποιήθηκε απαιτεί η μεταβλητότητα σε κάθε περιοχή να είναι μικρότερη του 30. Επίσης, το ελάχιστο πλήθος εικονοστοιχείων σε κάθε περιοχή δεν μπορεί να είναι μικρότερο του 30. Η αρχική εικόνα που αποτελείται από 256×256 εικονοστοιχεία διασπάστηκε σε 2362 ορθογώνιες περιοχές οι οποίες έδωσαν στη συνέχεια τις 1907 ομοιόμορφες περιοχές που φαίνονται.

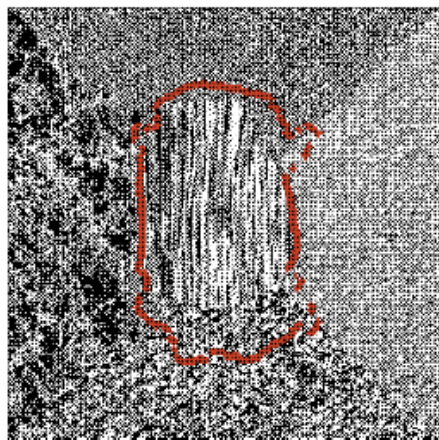


(α) Αρχική εικόνα
(β) Αποτέλεσμα μετά την εφαρμογή της μεθόδου διαίρεσης και ένωσης
(γ) Οι ομογενείς περιοχές που βρέθηκαν

Τμηματοποίηση εικόνων υφής



(α)



(β)

Η τεχνική αυτή χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις όπου έχουμε μεγάλη πυκνότητα ακμών μιας και οι τεχνικές τμηματοποίησης που βασίζονται στα όρια δεν είναι αποτελεσματικές. Εδώ, η τεχνική που εφαρμόζεται βασίζεται στον προσδιορισμό χαρακτηριστικών της υφής.

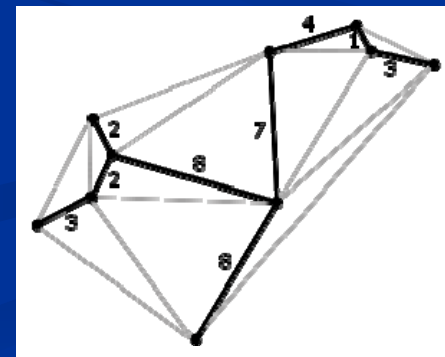
(α) Αρχική εικόνα υφής
(β) Έυρεση περιοχής
στην εικόνα υφής

Τμηματοποίηση βασισμένη σε γράφους

- Γράφος:
 - κάθε Pixel ένας κόμβος
 - Κάθε pixel ενώνεται με ακμές με τους γείτονές του και η ευκλείδεια απόσταση των χρωμάτων τους είναι το βάρος της ακμής
- Η εσωτερική διαφορά σε μια περιοχή R είναι η μεγαλύτερη ακμή στο minimum spanning tree

$$Int(R) = \max_{e \in MST(R)} w(e)$$

(Felzenszwalb and Huttenlocher 2004)



Τμηματοποίηση βασισμένη σε γράφους

- Η εξωτερική διαφορά δυο περιοχών R_1, R_2 δίνεται από την ακμή ελάχιστου βάρους που ενώνει τις δυο περιοχές

$$Dif(R_1, R_2) = \min_{e=(v_1, v_2) | v_1 \in R_1, v_2 \in R_2} w(e)$$

- Ο αλγόριθμος θα ενώσει 2 περιοχές όταν η διαφορά τους είναι μικρότερη από την ελάχιστη εσωτερική διαφορά εκ των 2

$$MInt(R_1, R_2) = \min(Int(R_1) + \tau(R_1), Int(R_2) + \tau(R_2))$$

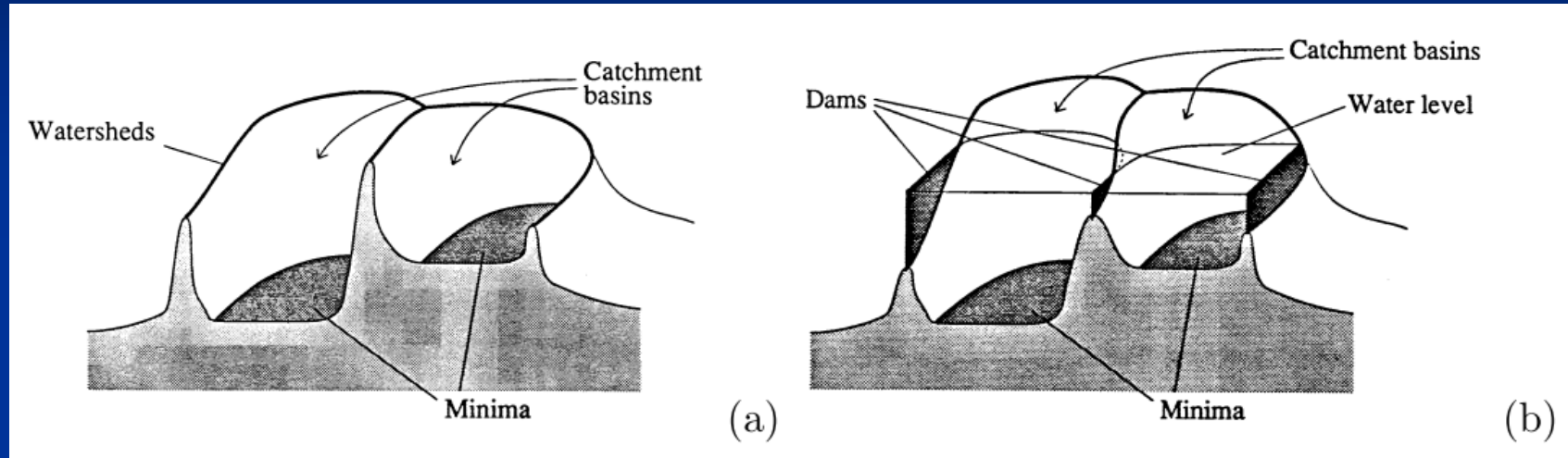
$$\tau(R) = k/|R|$$

- Εκτέλεση σε $N \log N$ χρόνο (N αριθμός pixel)

Τμηματοποίηση βασισμένη σε γράφους

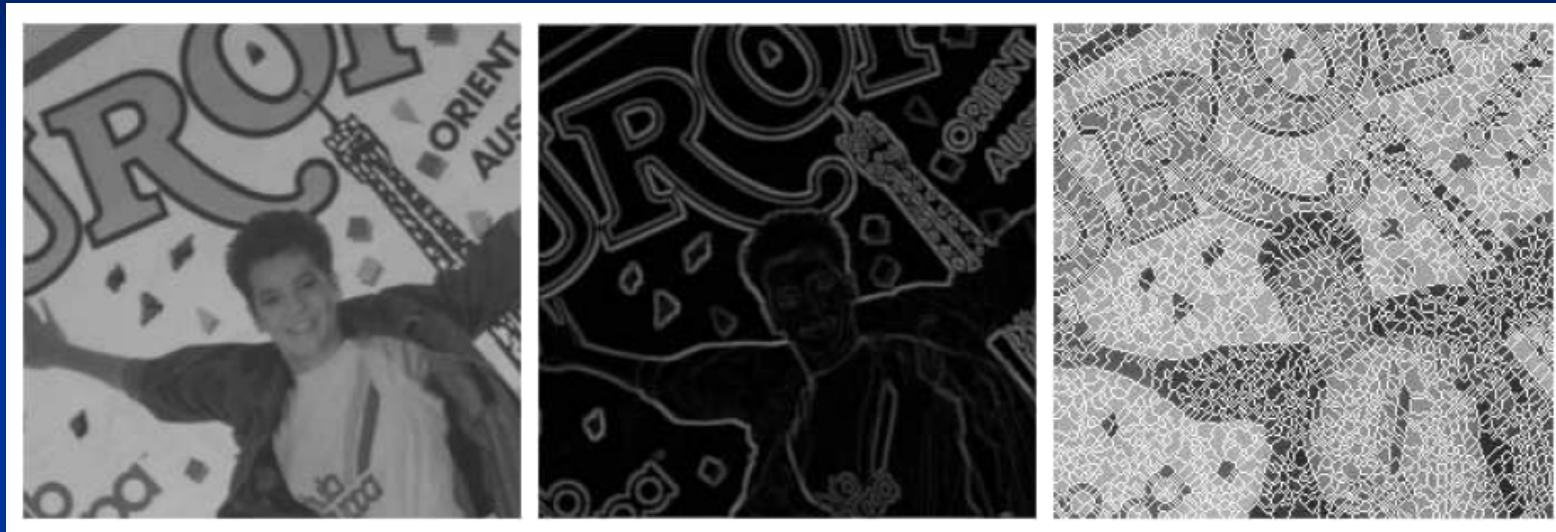


Watershed



- Χρήση του gradient για ορισμό λεκανών
- Πλημμύρισμα με νερό
- Φράγματα στα όρια – όρια περιοχών

Watershed



- Πολλά τοπικά ελάχιστα
 - Υπερκατάτμηση
- Λύση:
 - Χρήση markers ως ελαχίστων
 - Διατήρηση μεγίστων βουνοκορφών μεταξύ markers

Watershed



εικόνα

markers (μαύρα)

τμηματοποίηση