

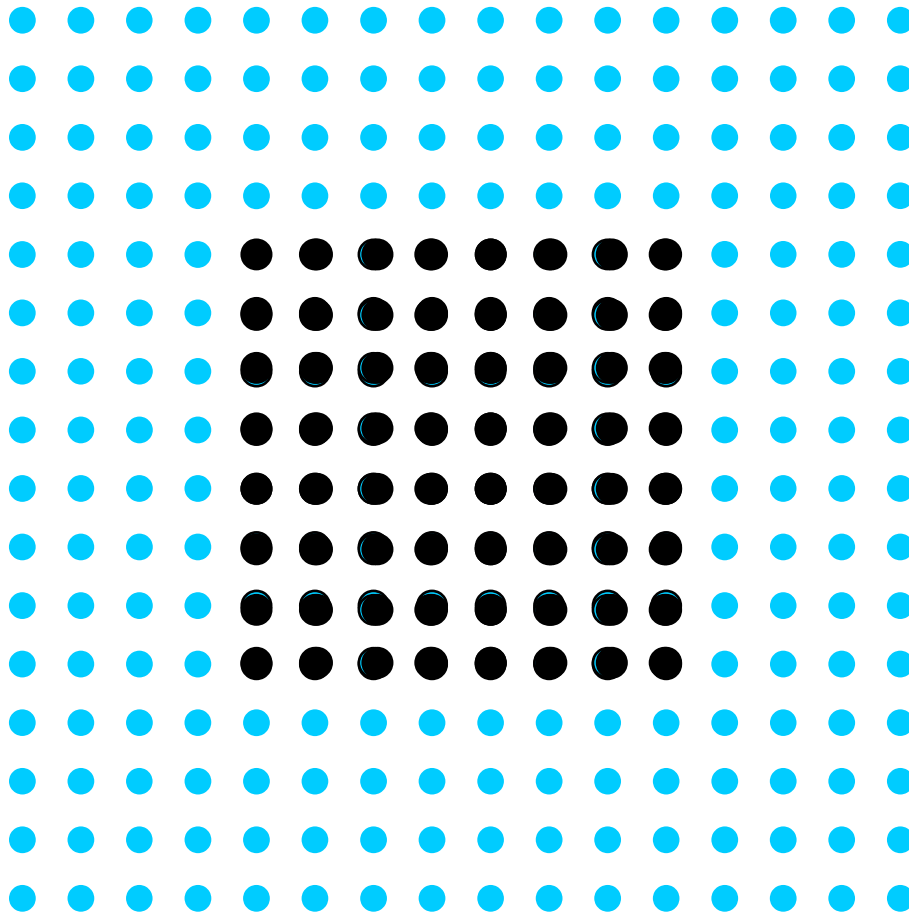
Μορφολογική επεξεργασία δυναδικών εικόνων

Επεξεργασία της μορφής των αντικειμένων

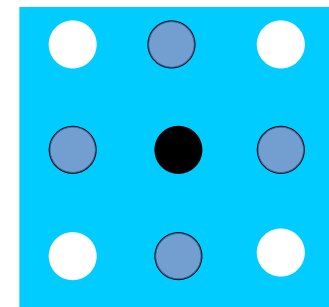
Θεωρία και πράξεις συνόλων

Αντικείμενο : σύνολο σημείων

Σύνολα σημείων

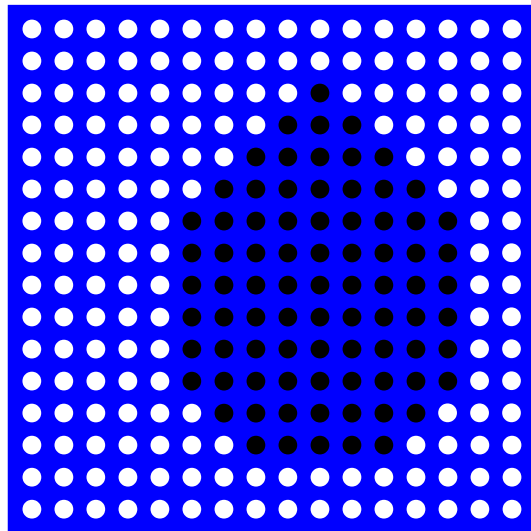


Αντικείμενο

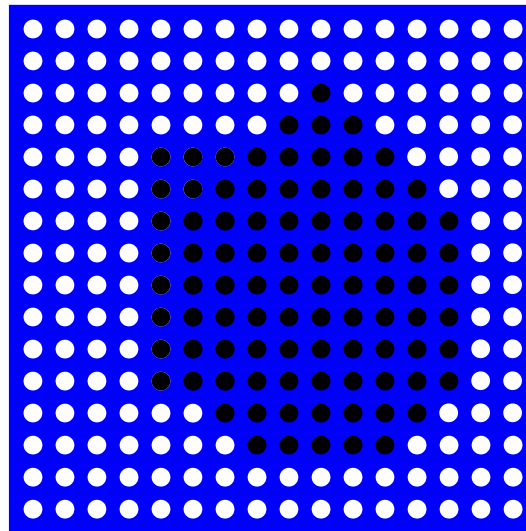


Δομικό στοιχείο

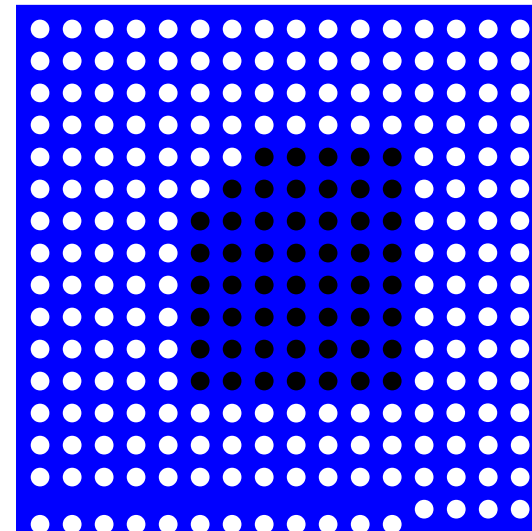
Πράξεις συνόλων / λογικές πράξεις



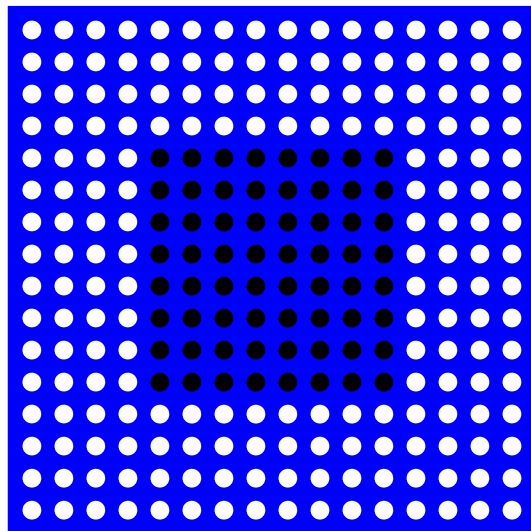
Αντικείμενα



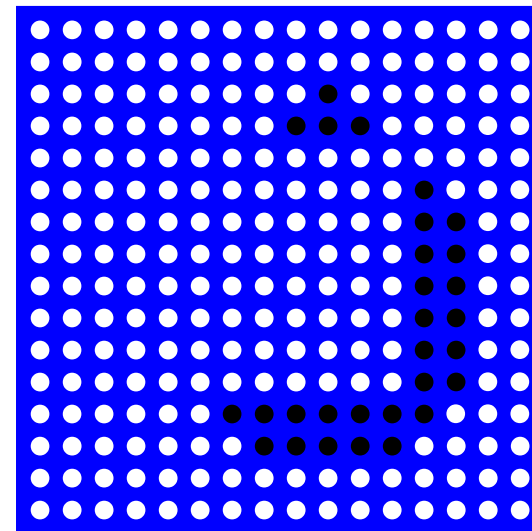
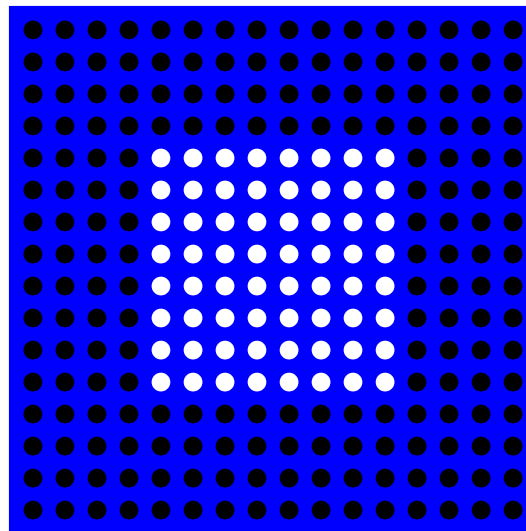
Ένωση



Τομή



Συμπλήρωμα



Διαφορά

Πράξεις συνόλων / λογικές πράξεις

Ένωση (OR) $A \cup B$

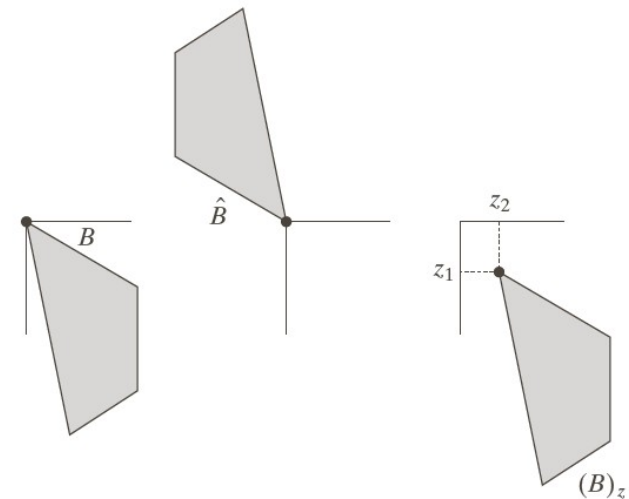
Τομή (AND) $A \cap B$

Συμπλήρωμα (NOT) A^c

Διαφορά (AND NOT) $A - B = A \cap B^c$

Ανάκλαση $\check{B} = \{w | w = -b, \forall b \in B\}$

Μετατόπιση $B_z = \{c | c = b + z, \forall b \in B\}$



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Συστολή (διάβρωση)

$$X \ominus B = \{z | B_z \subseteq X\}$$

Αναλλοίωτη σε μετατόπιση

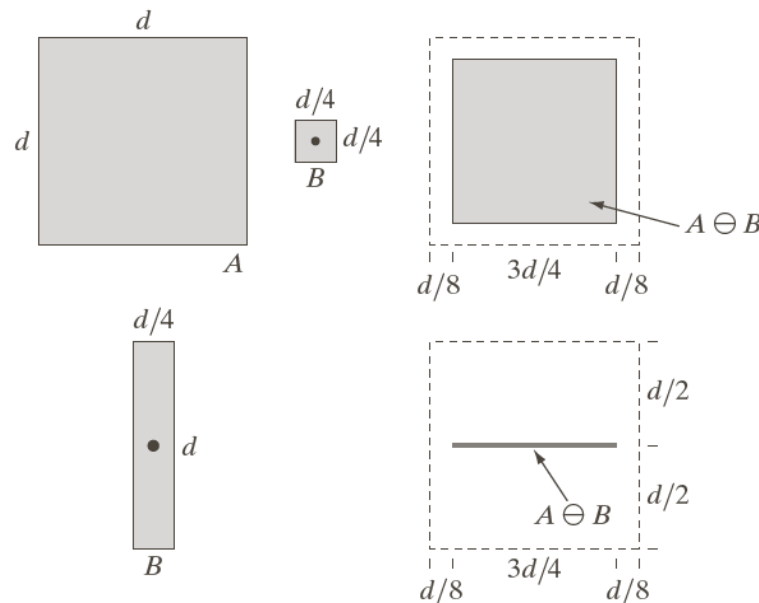
Αύξουσα (σχέση εγκλεισμού)

$$X \subset Y \Rightarrow X \ominus B \subset Y \ominus B$$

Συρρικνωτική (αρχή εντός)

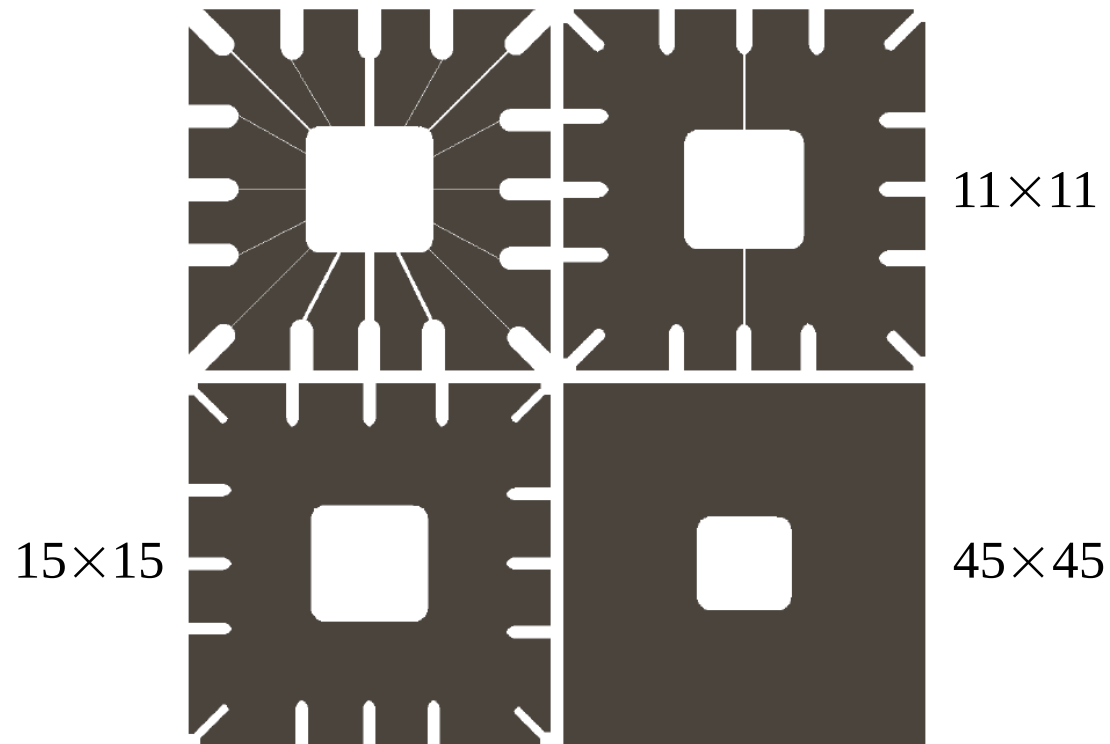
$$X \ominus B \subseteq X$$

Συστολή με την ένωση δύο στοιχείων



Συστολή (διάβρωση)

$$X \ominus B = \{x | B_x \subseteq X\}$$

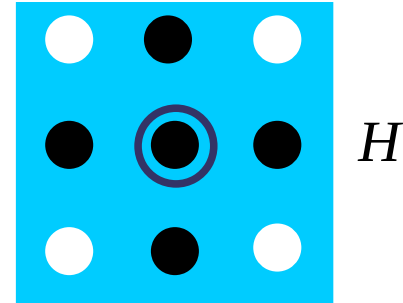


Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Σύνορο

Αφαίρεση της συστολής
με συνδέσεις 4 σημείων

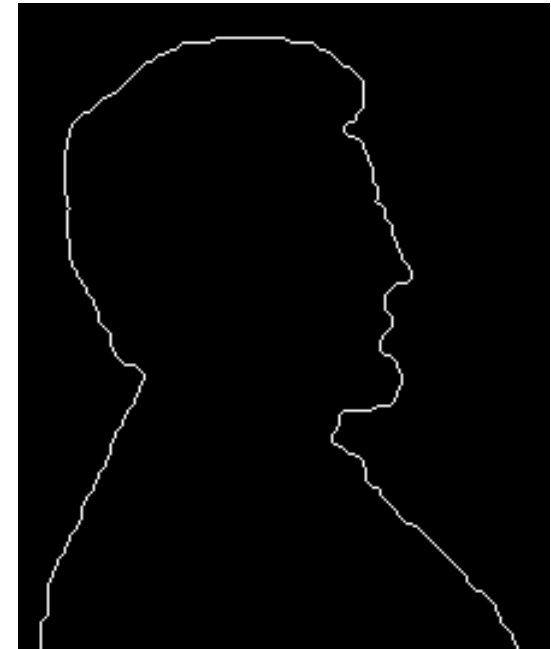
$$X - X \ominus H$$



X



$X \ominus H$



Σύνορο με συνδέσεις 8 σημείων

Διαστολή

$$X \oplus B = \{z | \check{B}_z \cap X \neq \emptyset\}$$

Αναλλοίωτη σε μετατόπιση

Αύξουσα $X \subset Y \Rightarrow X \oplus B \subset Y \oplus B$

Επεκτατική (αρχή εντός)

$$X \subseteq X \oplus B$$

Διατηρεί τη σύνδεση

Συμπληρωματική της συστολής

$$(X \ominus B)^c = X^c \oplus \check{B}$$

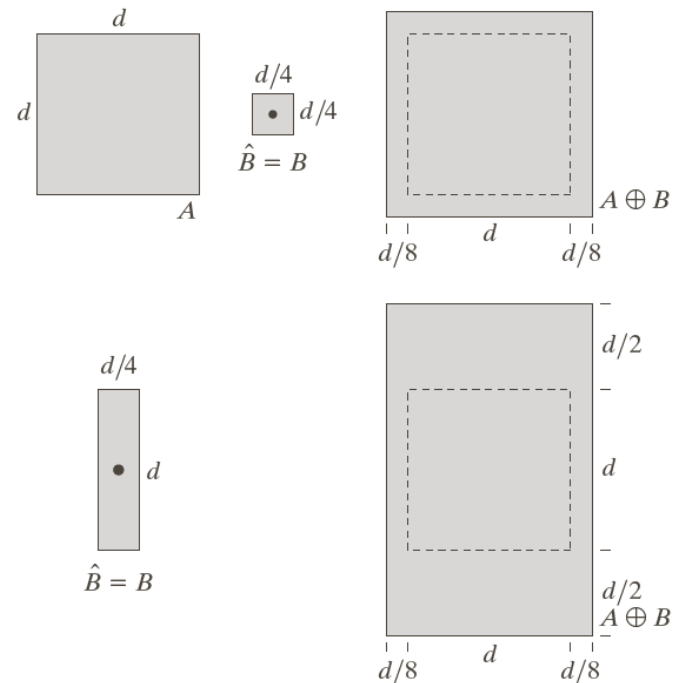
$$(X \oplus B)^c = X^c \ominus \check{B}$$

Ένωση δομικών στοιχείων

Επανάληψη συστολής / διαστολής

$$(X \ominus B) \ominus B' = X \ominus (B \oplus B')$$

$$(X \oplus B) \oplus B' = X \oplus (B \oplus B')$$



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Διαστολή

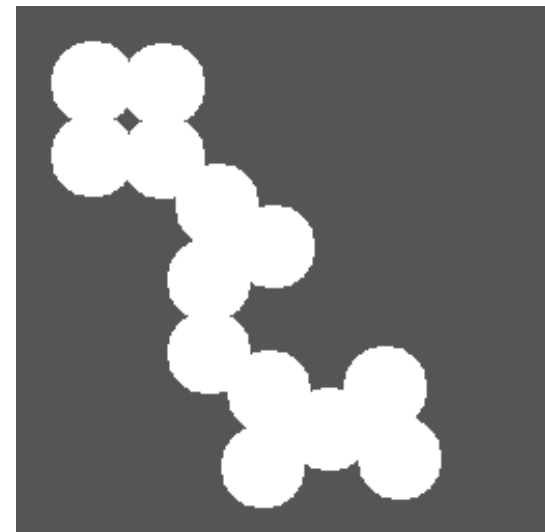
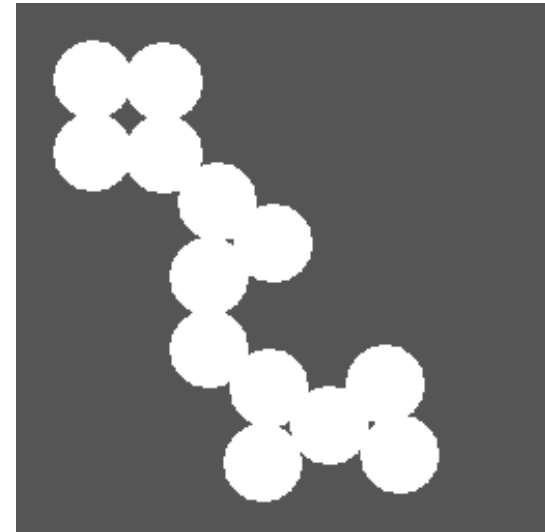
$$X \oplus B = \{x | \check{B}_x \cap X \neq \emptyset\}$$

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



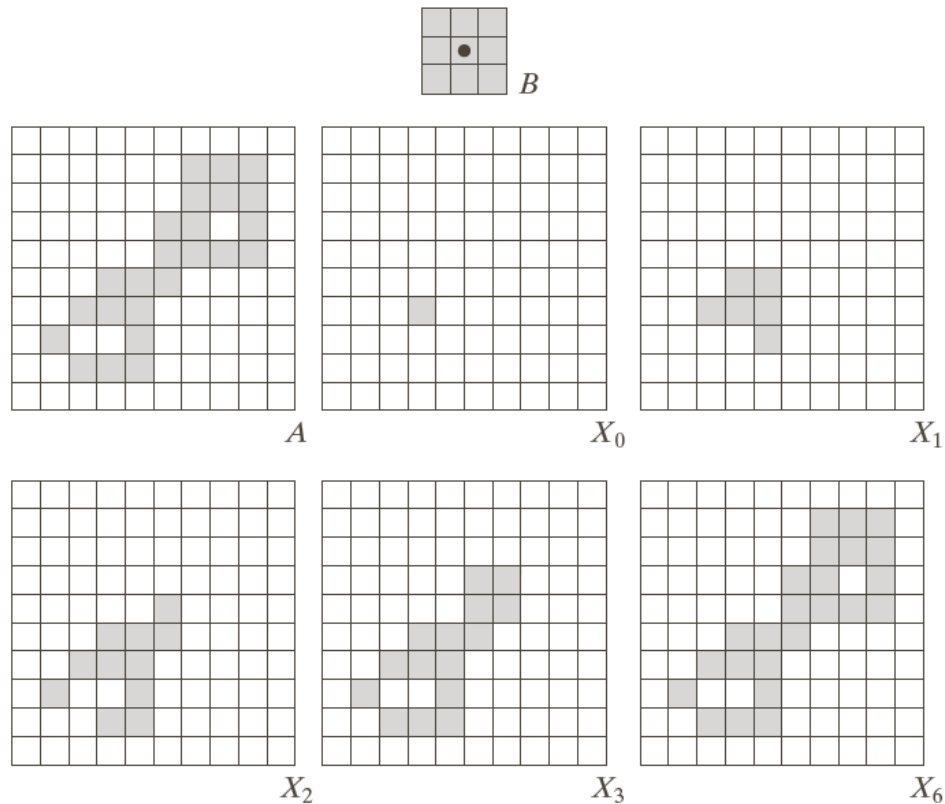
0	1	0
1	1	1
0	1	0

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.



Εύρεση συνδεδεμένων συνιστωσών

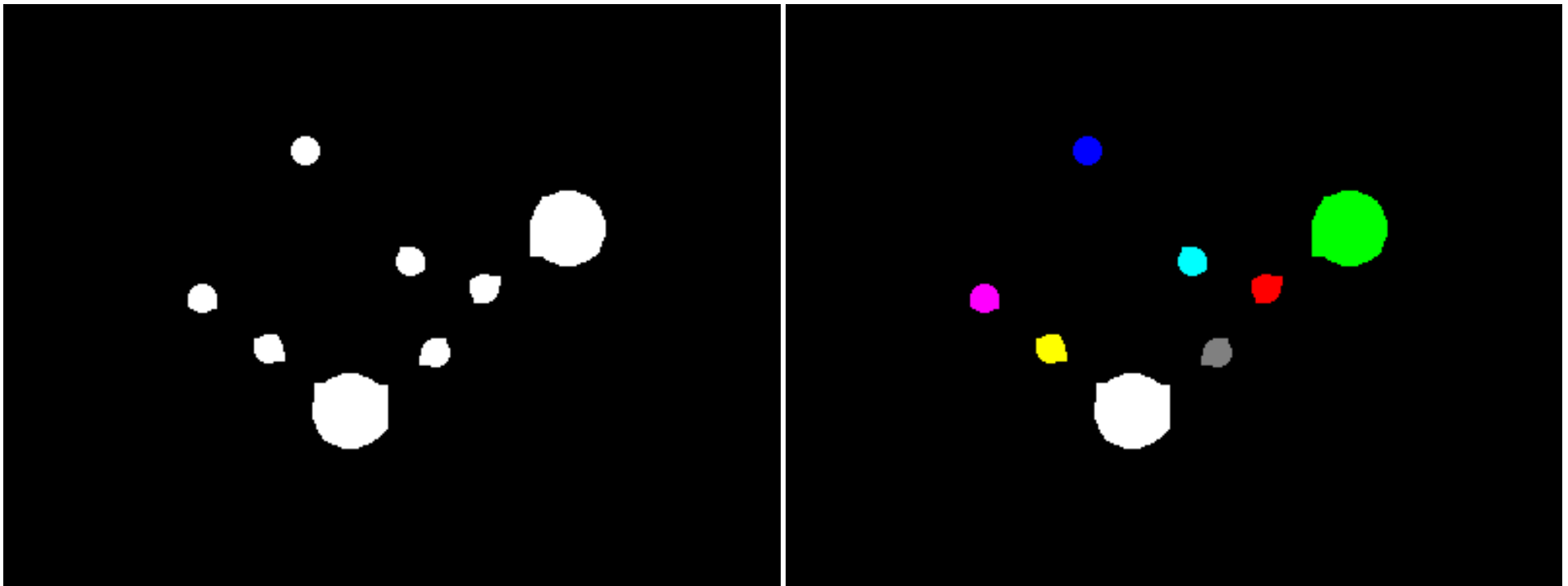
$$X_{i+1} = (X_i \oplus H) \cap X, X_1 = x, x \in X$$



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

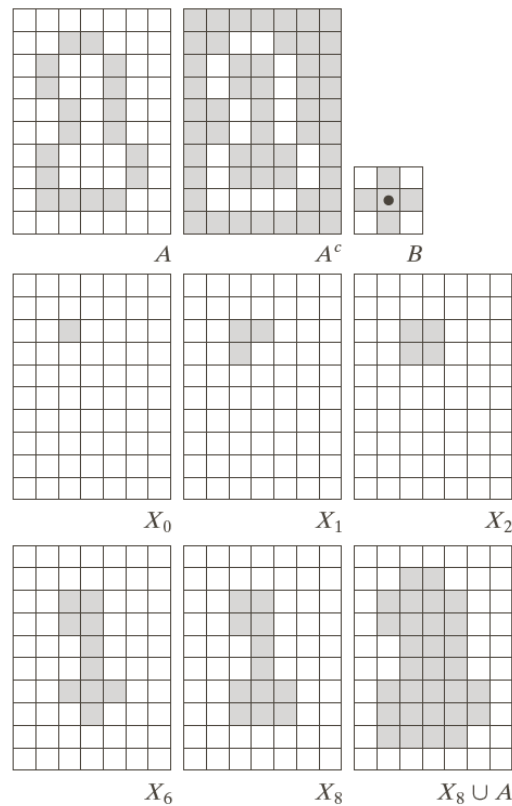
Εύρεση συνδεμένων συνιστωσών

$$X_{i+1} = (X_i \oplus H) \cap X, X_1 = x, x \in X$$



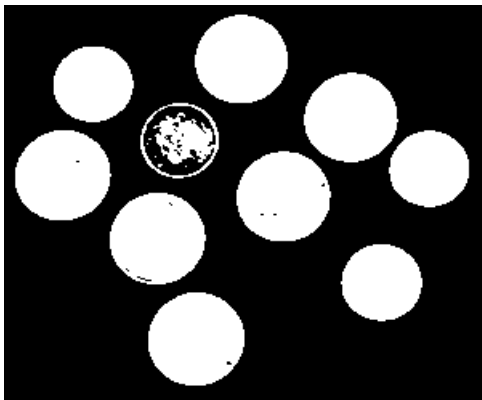
Πλήρωση οπών

Οπές είναι οι συνδεδεμένες συνιστώσες του συμπληρώματος του αντικειμένου που δεν εφάπτονται των ορίων της εικόνας



Πλήρωση οπών

Οπές είναι οι συνδεδεμένες συνιστώσες του συμπληρώματος του αντικειμένου που δεν εφάπτονται των ορίων της εικόνας

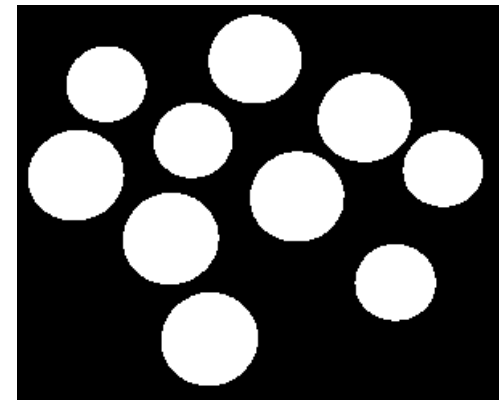


X

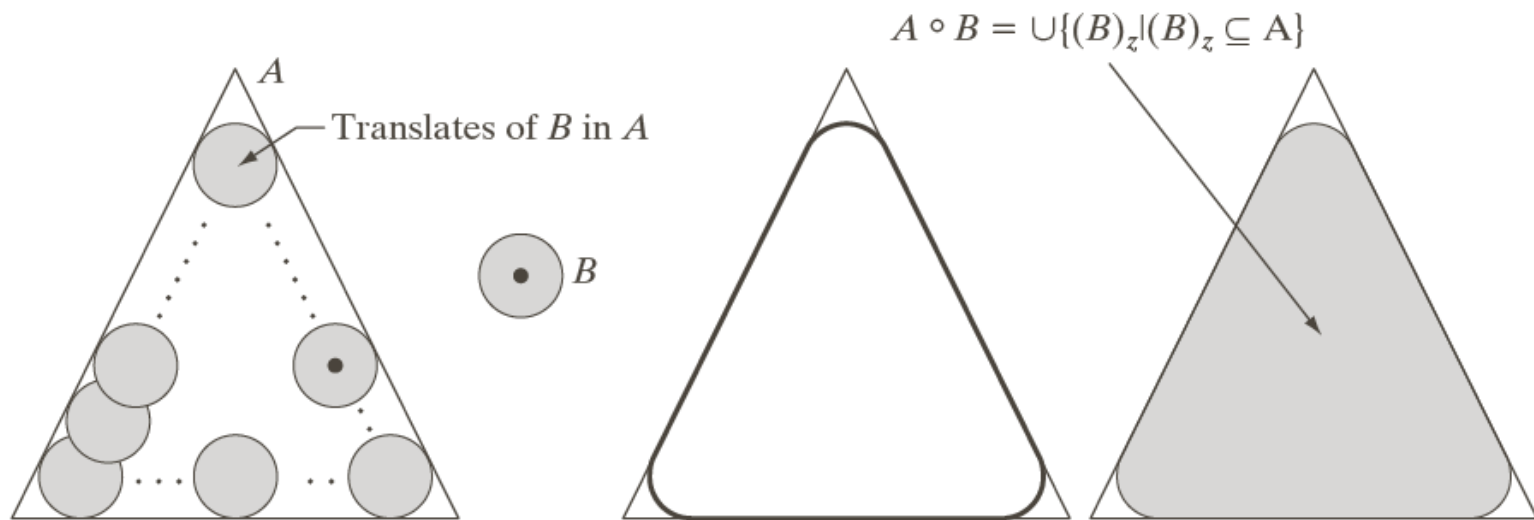


X^c

(στο εσωτερικό)



Άνοιγμα



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Άνοιγμα

$$X \circ B = (X \ominus B) \oplus B$$

$$X \circ B = \cup \{ B_z | B_z \subseteq X \}$$

Αναλλοίωτη σε μετατόπιση

Αύξουσα

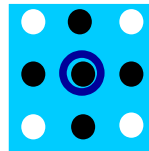
Συρρικνωτική

Αδύναμη $(X \circ B) \circ B = X \circ B$

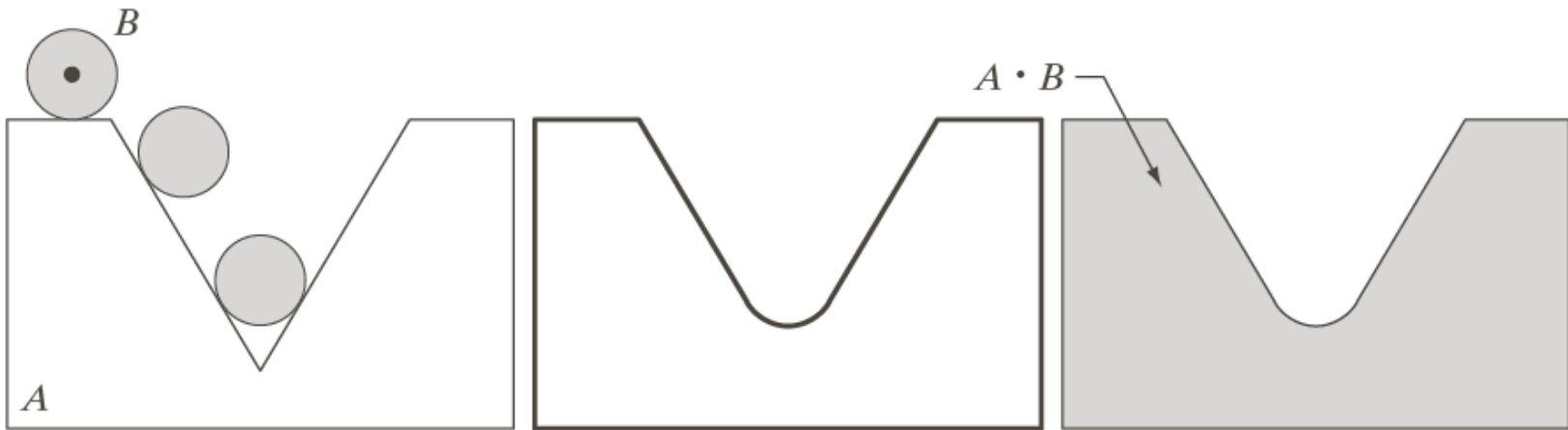
Λείανση συνόρων

Αφαίρεση μικρών αντικειμένων

Αποκοπή στενών ισθμών



Κλείσιμο



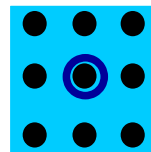
Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Κλείσιμο

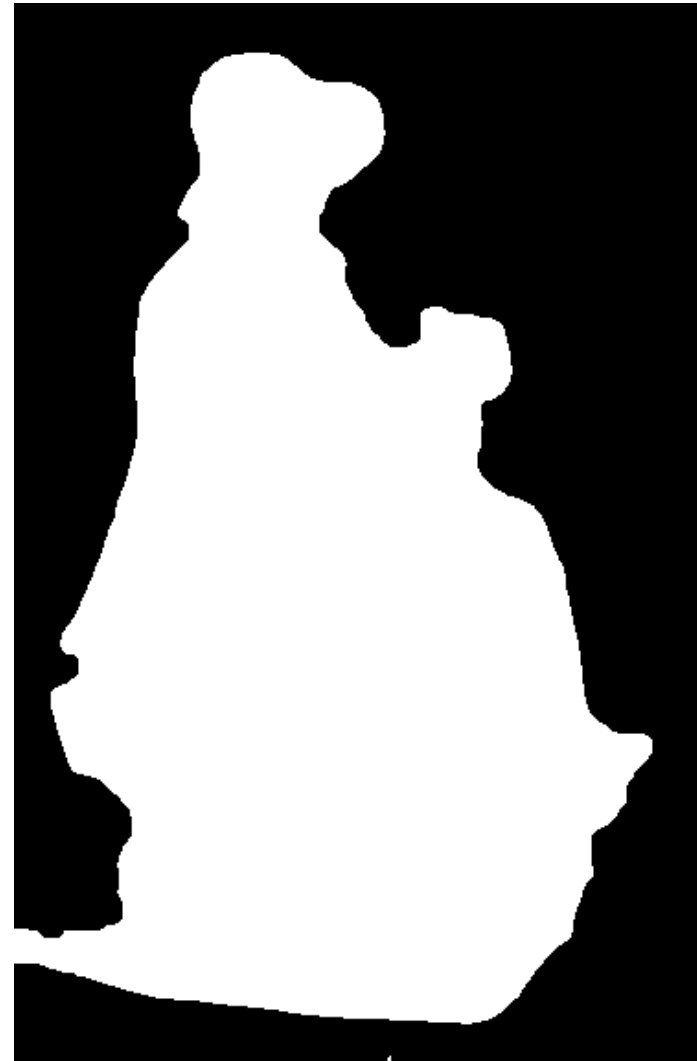
$$X \bullet B = (X \oplus B) \ominus B$$

- Αναλλοίωτη σε μετατόπιση
- Αύξουσα
- Επεκτατική
- Αδύναμη

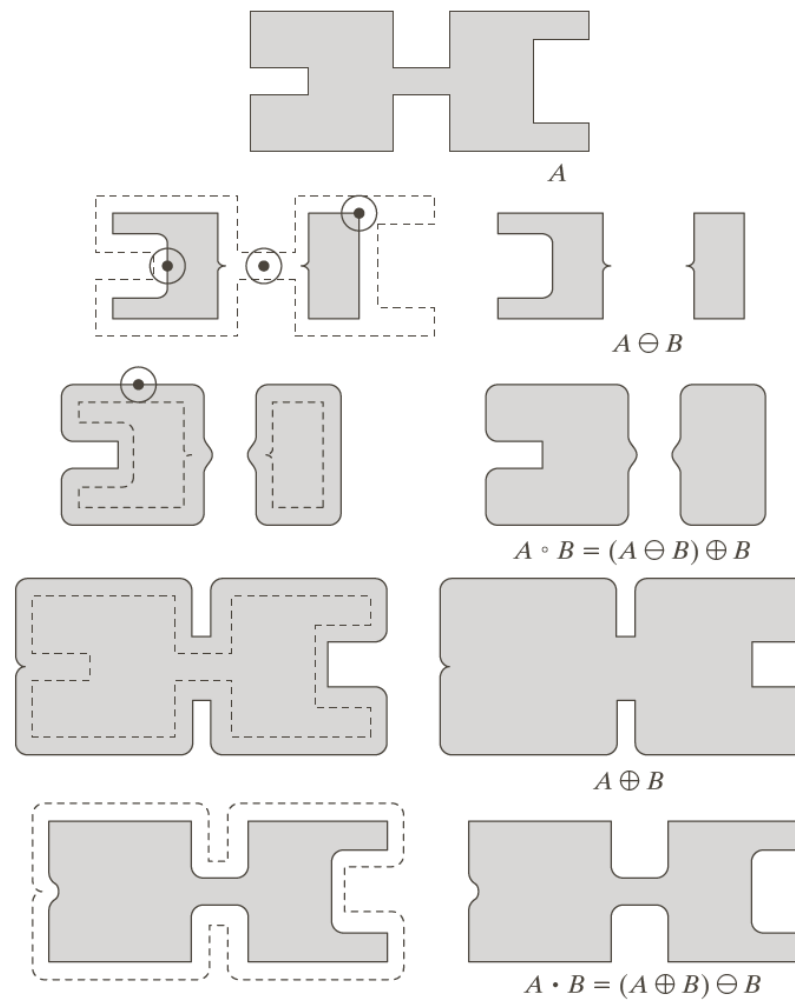
Αφαίρεση μικρών οπών
Γέμισμα στενών κόλπων
Φραγή σε στενά κανάλια



Κλείσιμο



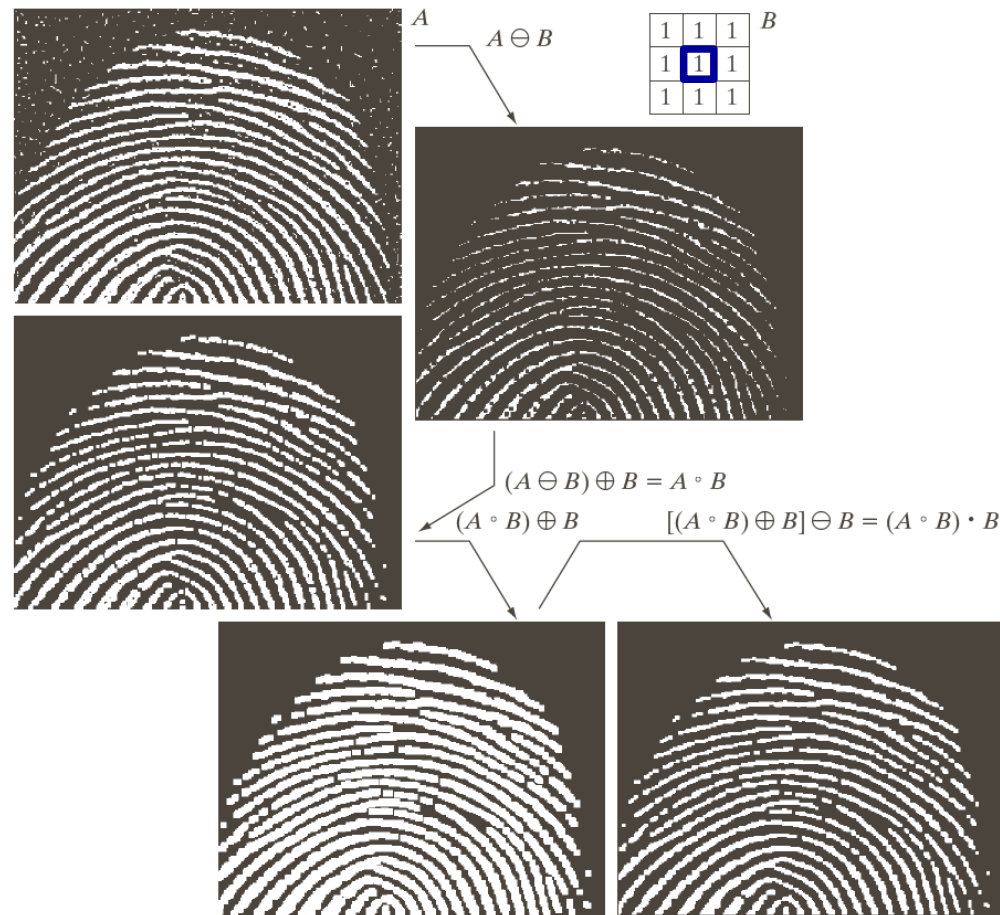
Άνοιγμα / Κλείσιμο



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

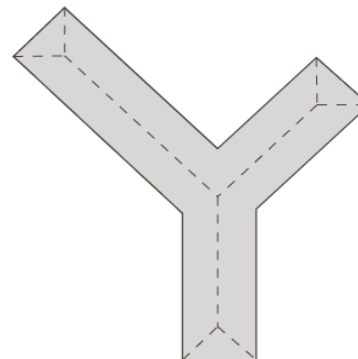
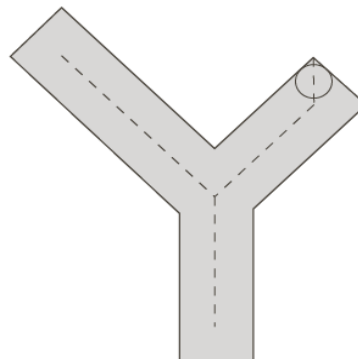
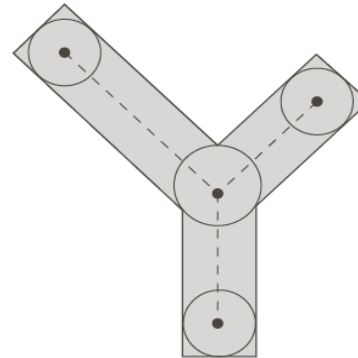
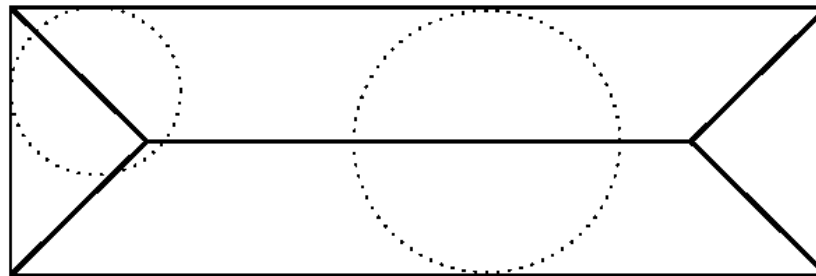
Άνοιγμα / Κλείσιμο

Φίλτρο μικρών αντικειμένων και μικρών οπών



Σκελετός

Ο σκελετός ενός αντικειμένου περιλαμβάνει το σύνολο των κέντρων όλων των κύκλων που εγγράφονται στο αντικείμενο και εφάπτονται σε δύο τουλάχιστον σημεία του περιγράμματός του

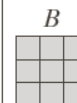


ΣΚΕΛΕΤΟΣ

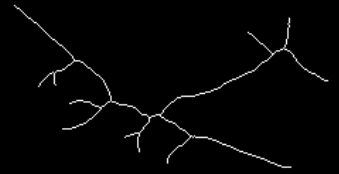
$$S(A) = U_{n=0}^{\infty} s_n(A) = U_{n=0}^{\infty} ((A \ominus nH) - (A \ominus nH) \circ H)$$

Ανακατασκευή $A = U_{n=0}^{\infty} (s_n(A) \oplus nH)$

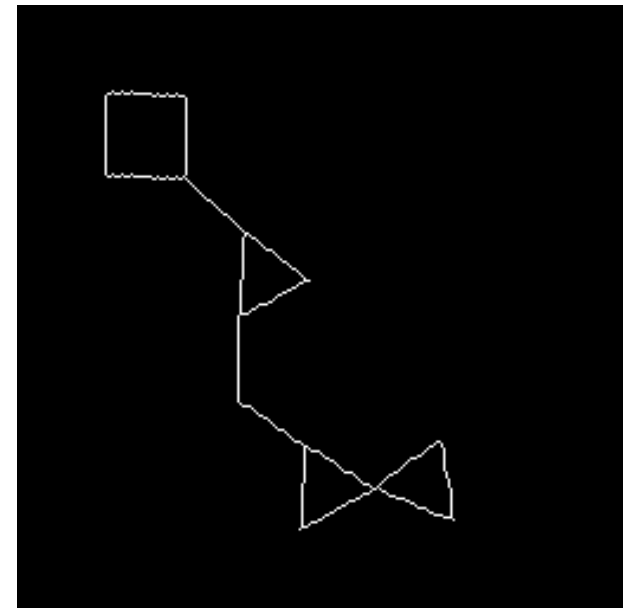
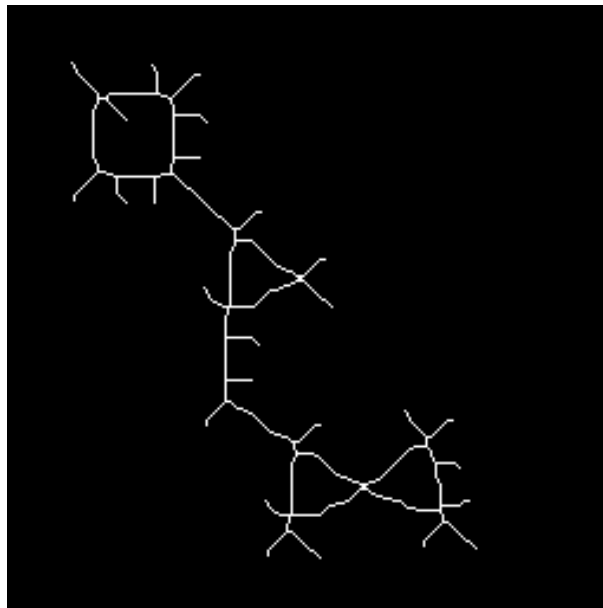
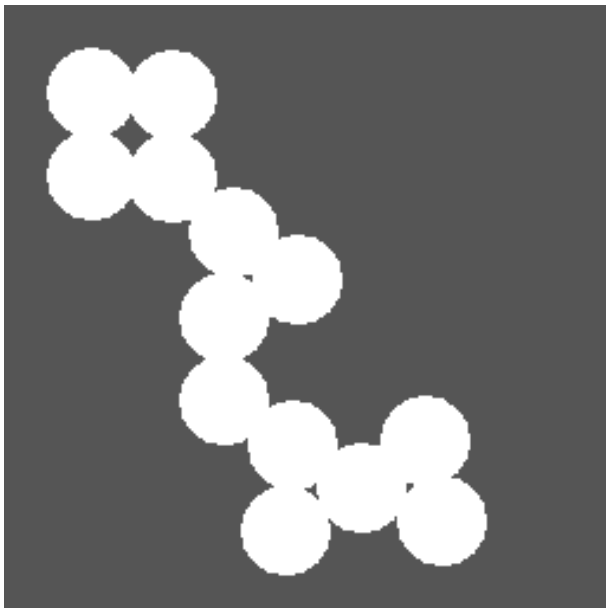
k	$A \ominus kB$	$(A \ominus kB) \circ B$	$S_k(A)$	$\bigcup_{k=0}^K S_k(A)$	$S_k(A) \oplus kB$	$\bigcup_{k=0}^K S_k(A) \oplus kB$
0						
1						
2						



Σκελετός



Πλήρωση οπών

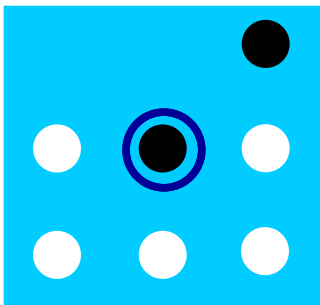
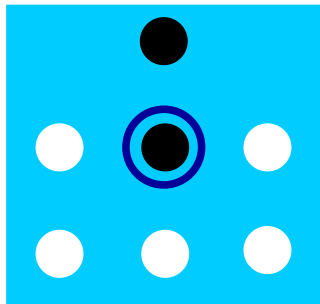
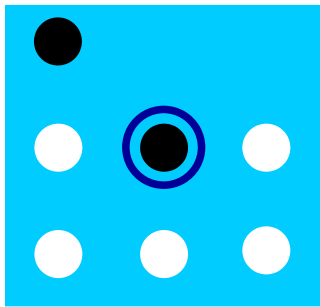


Κλάδεμα

Εύρεση χαρακτηριστικών μορφών

Σύνθετο δομικό στοιχείο

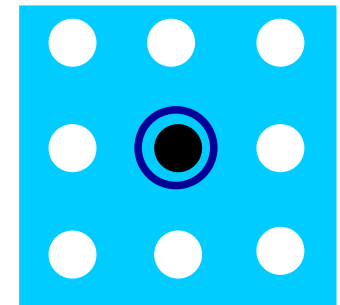
$$X \circledast B = (X \ominus B_1) \cap (X^c \ominus B_2)$$



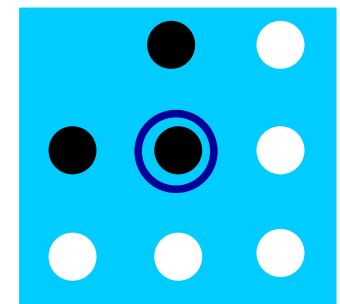
Τερματικά σημεία



Αφαίρεση τερματικών σημείων



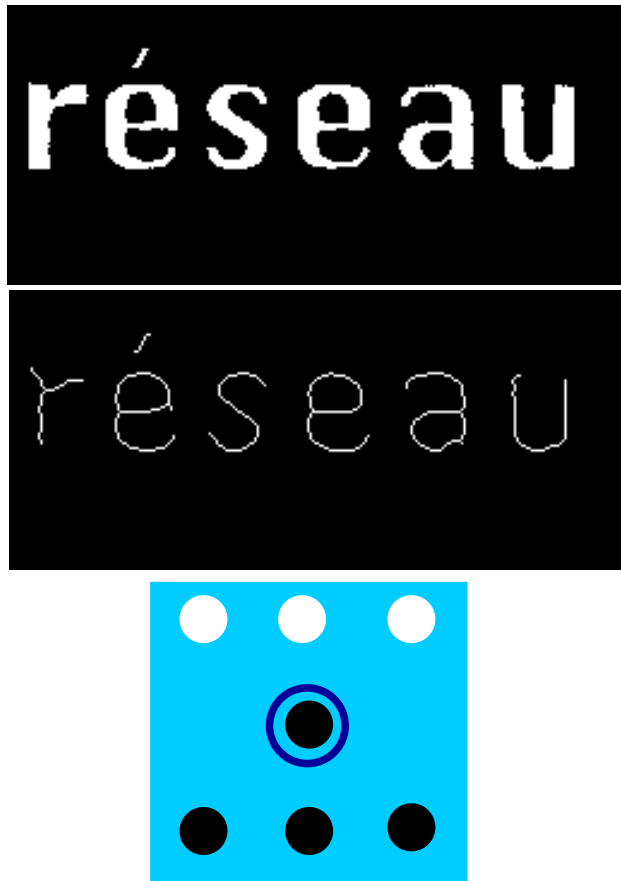
Μεμονωμένα σημεία



Γωνίες

Λέπτυνση

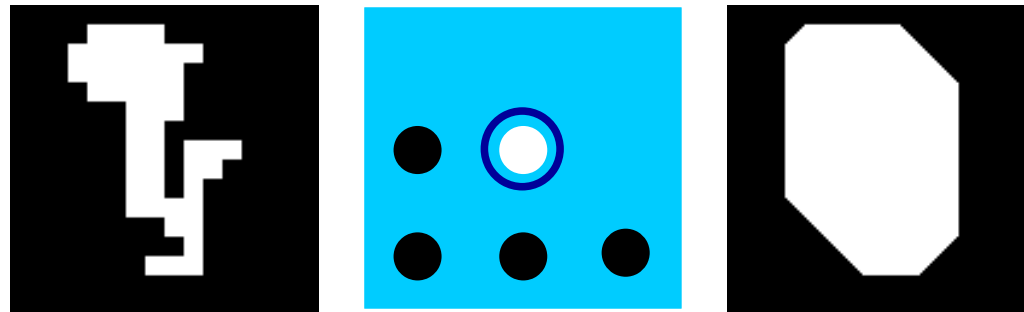
$$X \bigcirc B = X - X * B$$



Σκελετός

Πάχυνση

$$X \odot B = X \cup (X * B)$$

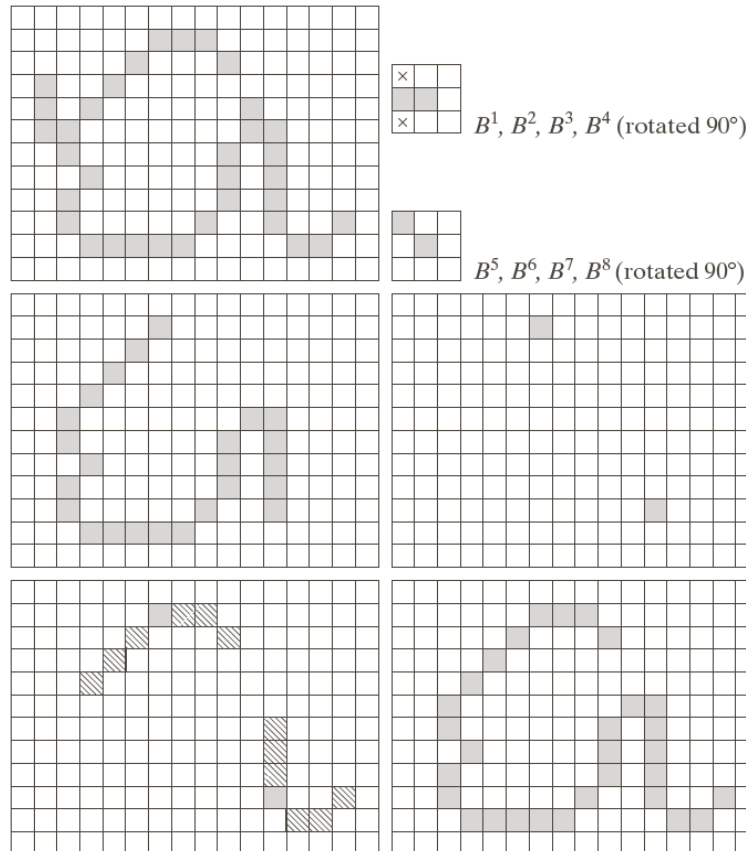


Κυρτό κέλυφος

Κλάδεμα

Λέπτυνση
(3 επαναλήψεις)

Διαστολή
(3 επαναλήψεις)



Ακρότατα

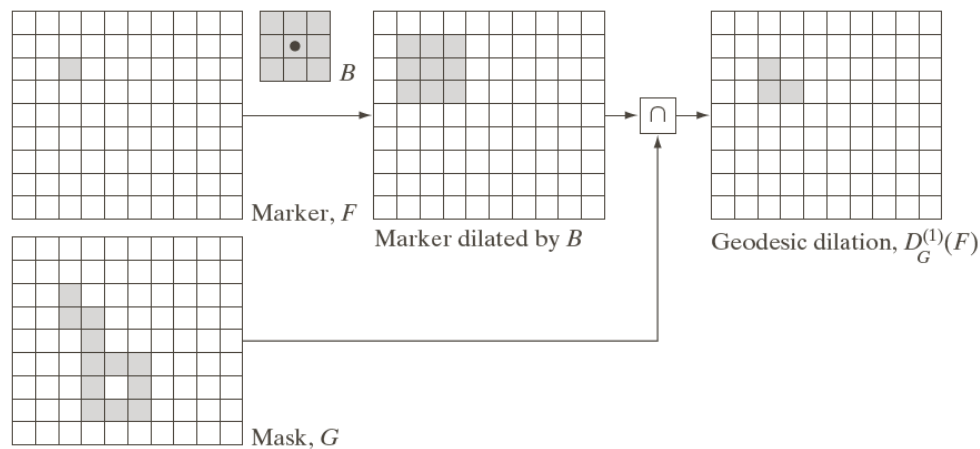
Ένωση με
λέπτυνση

Γεωδαισιακή διαστολή

$$D_G^{(1)}(F) = (F \oplus B) \cap G, \quad F \subseteq G$$

B συνδεσιμότητα, F σήμανση, G μάσκα

$$D_G^{(n)}(F) = D_G^{(1)}(D_G^{(n-1)}(F))$$

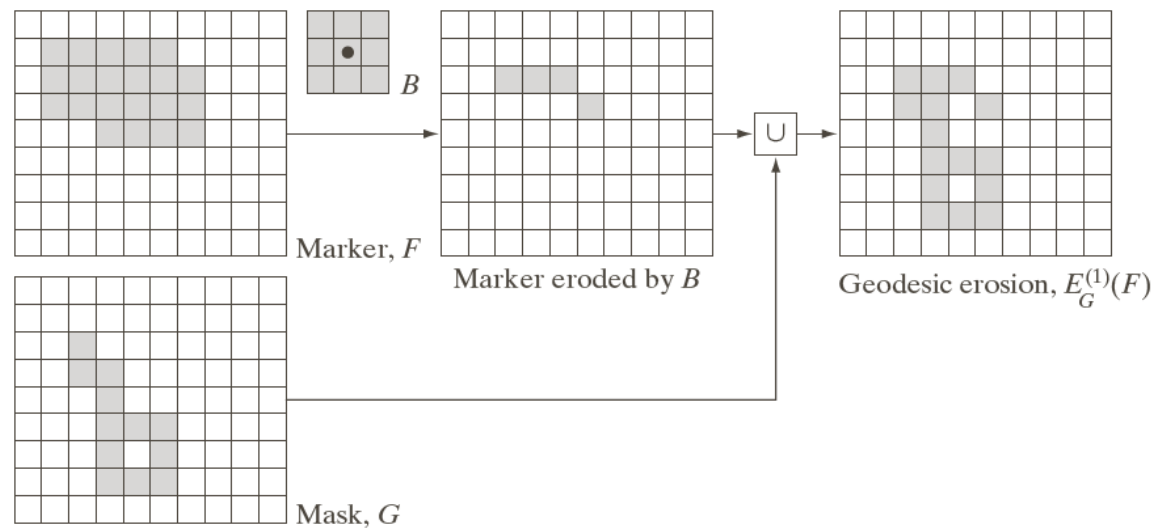


Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Γεωδαισιακή συστολή

$$E_G^{(1)}(F) = (F \ominus B) \cup G$$

$$E_G^{(n)}(F) = E_G^{(1)}(E_G^{(n-1)}(F))$$



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Γεωδαισιακή ανακατασκευή με διαστολή και συστολή

Διαστολή

$$R_G^D(F) = D_G^{(k)}(F)$$

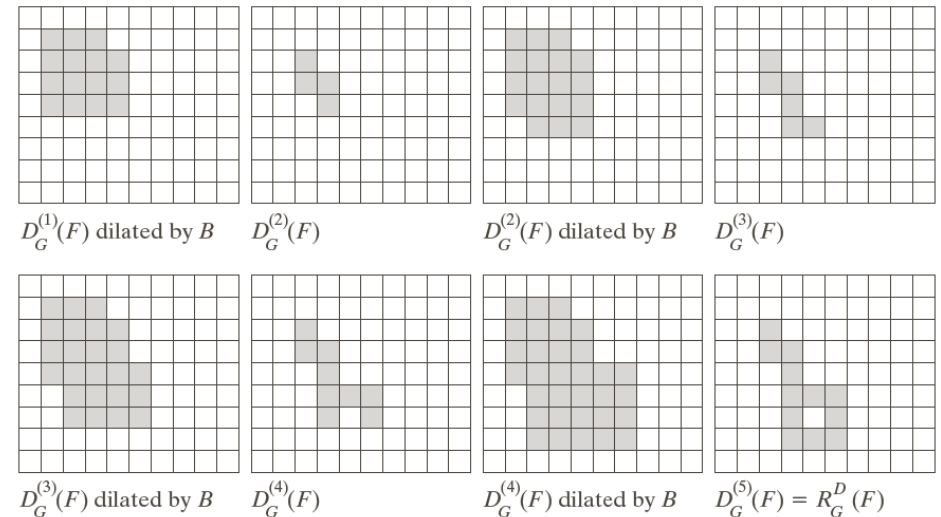
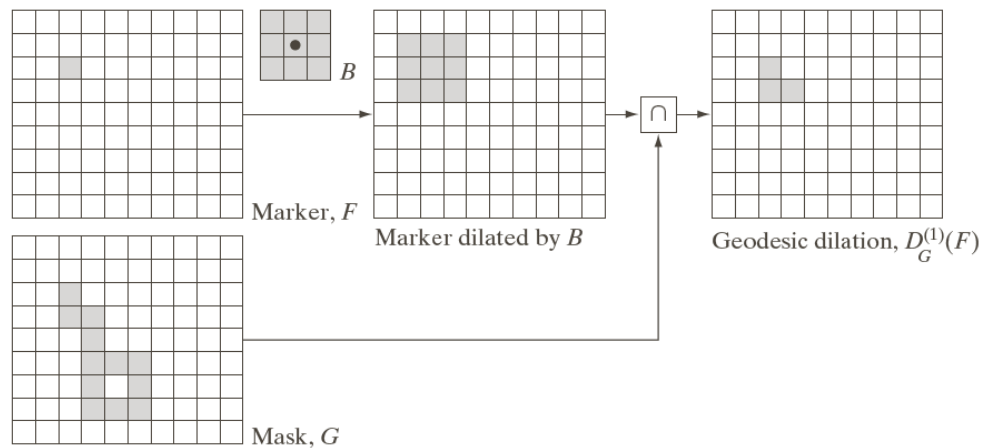
$$D_G^{(k+1)}(F) = D_G^{(k)}(F)$$

Συστολή

$$R_G^E(F) = E_G^{(k)}(F)$$

$$E_G^{(k+1)}(F) = E_G^{(k)}(F)$$

Συνδεδεμένη συνιστώσα (διαστολή)



Γεωδαισιακή ανακατασκευή με διαστολή

$$R_G^D(F) = D_G^{(k)}(F) \quad D_G^{(k+1)}(F) = D_G^{(k)}(F)$$

The term watershed
refers to a ridge that ...

... divides areas
drained by different
river systems.



The term watershed

Συνδεδεμένες συνιστώσες

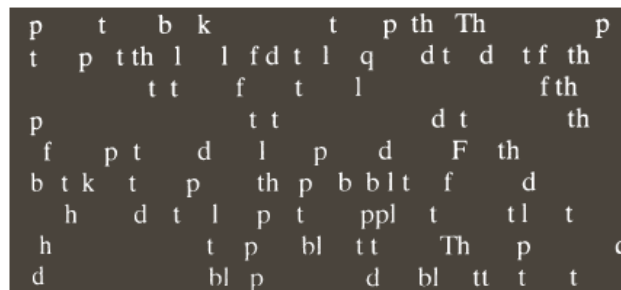
Άνοιγμα με ανακατασκευή

$$O_R^{(n)}(F) = R_F^D(F \ominus nB)$$

ponents or broken connection paths. There is no point past the level of detail required to identify those elements. Segmentation of nontrivial images is one of the most difficult tasks in image processing. Segmentation accuracy determines the effectiveness of computerized analysis procedures. For this reason, considerable effort must be taken to improve the probability of rugged segmentation. In applications such as industrial inspection applications, at least some degree of segmentation is possible at times. The experienced designer invariably pays considerable attention to such



Σήμανση
συστολή
51 x 1



άνοιγμα

άνοιγμα με ανακατασκευή

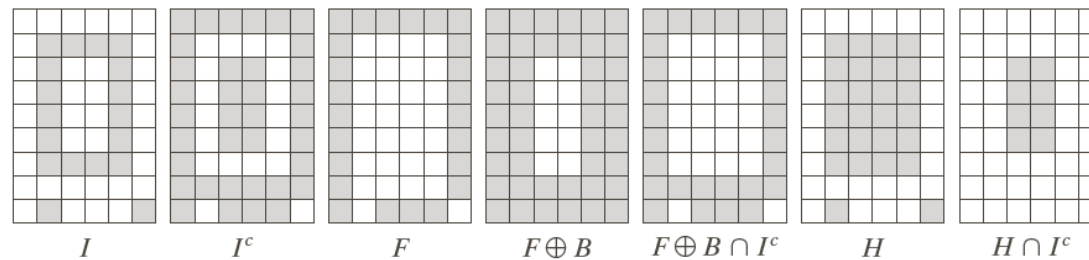
Gonzalez & Woods, Digital Image Processing

Πλήρωση οπών

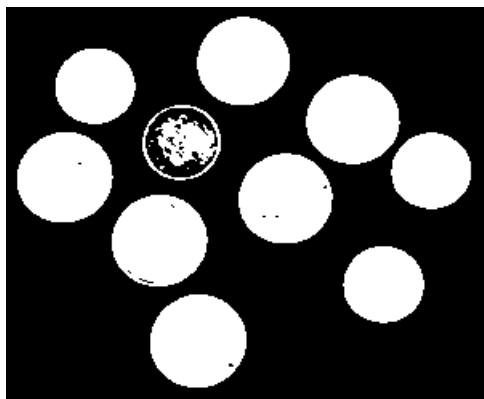
Οπές είναι οι συνδεδεμένες συνιστώσες του συμπληρώματος του αντικειμένου που δεν εφάπτονται των ορίων της εικόνας

$$\begin{aligned} F(x, y) &= I^c(x, y) && \text{στα όρια της εικόνας} \\ F(x, y) &= 0 && \text{εκτός ορίων} \end{aligned}$$

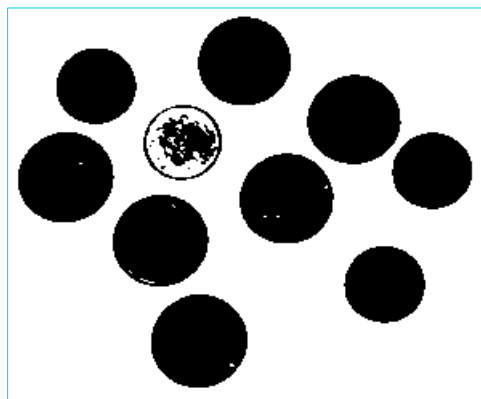
$$H = \left(R_{I^c}^D(F) \right)^c$$



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing



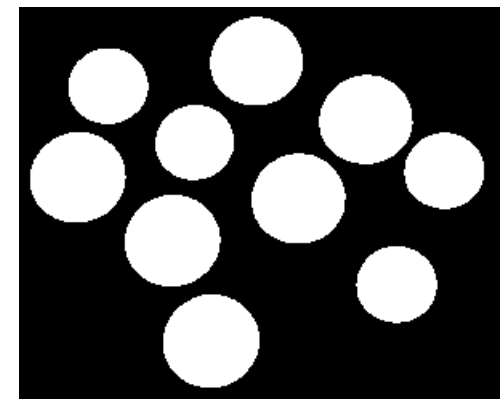
I



I^c



$H \cap I^c$

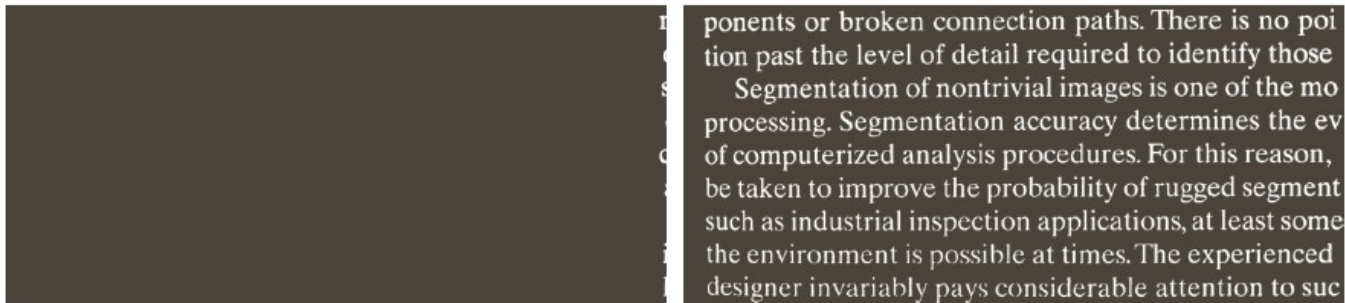


H

Καθάρισμα ορίων εικόνας

$$\begin{aligned} F(x, y) &= I(x, y) && \text{στα όρια της εικόνας} \\ F(x, y) &= 0 && \text{εκτός ορίων} \end{aligned}$$

$$X = I - R_I^D(F)$$



Gonzalez & Woods, Digital Image Processing