Μορφολογία Εικόνων

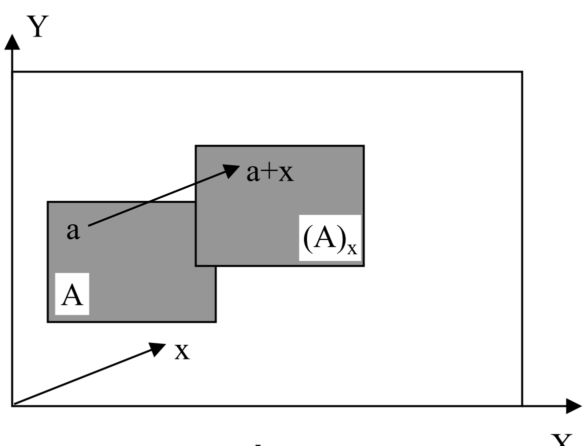
Βασικοί ορισμοί

- Έστω δύο σύνολα A, B $\in Z^2$ με στοιχεία $a = (a_1, a_2)$ και $b = (b_1, b_2)$.
- *Μετατόπιση* (displacement) του A κατά $x = (x_1, x_2)$:

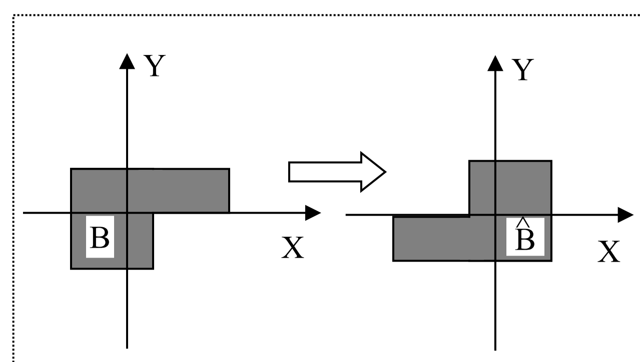
$$(A)_x = \{c \mid c = a + x, \ \forall a \in A\}$$

- *Ανάκλαση* (reflexion) του B:

$$= \{x \mid x = -b, \ \forall b \in B\}$$



μετατόπιση



ανάκλαση

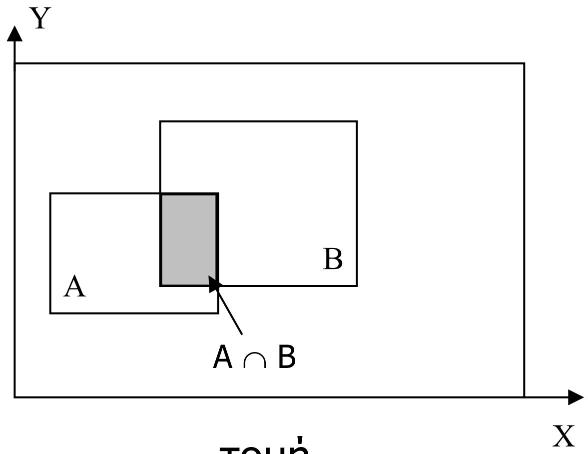
Βασικοί ορισμοί

- *Τομή* (intersection) του A με το B:

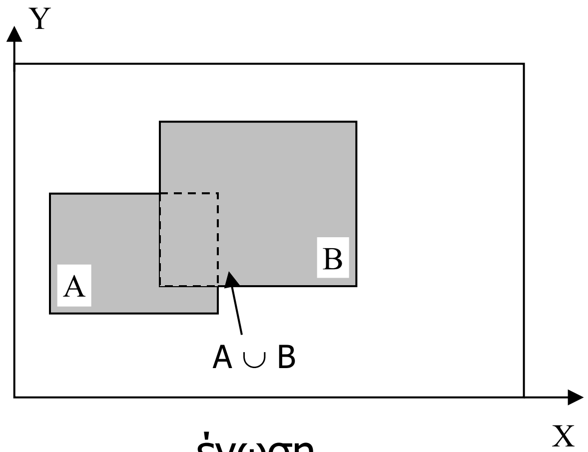
$$A \cap B = \{x \mid x \in A \text{ and } x \in B\}$$

- *Ένωση* (union) των A και B:

$$A \cup B = \{x \mid x \in A \text{ or } x \in B\}$$



τομή



ένωση

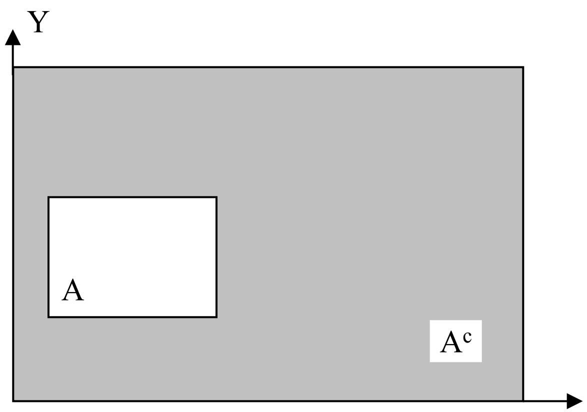
Βασικοί ορισμοί

- *Συμπλήρωμα* του A:

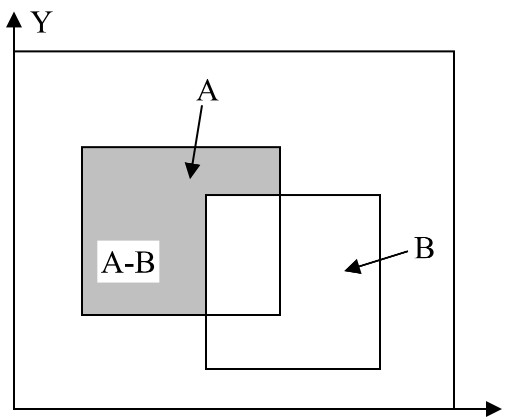
$$A^c = \{x \mid x \notin A\}$$

- *Διαφορά* των A και B:

$$A - B = \{x \mid x \in A,\ x \notin B\} = A \cap B^c$$



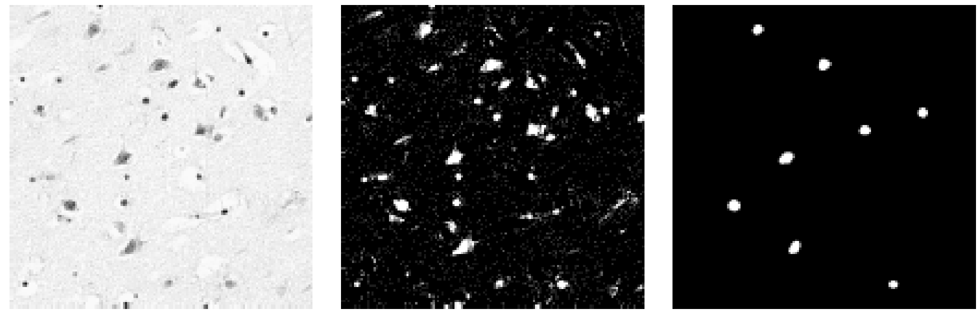
συμπλήρωμα

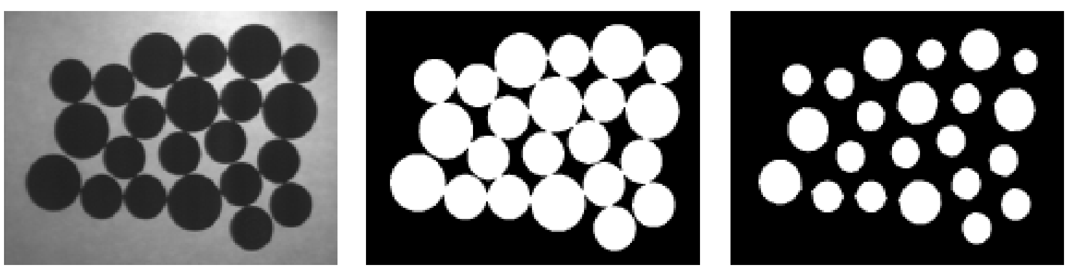


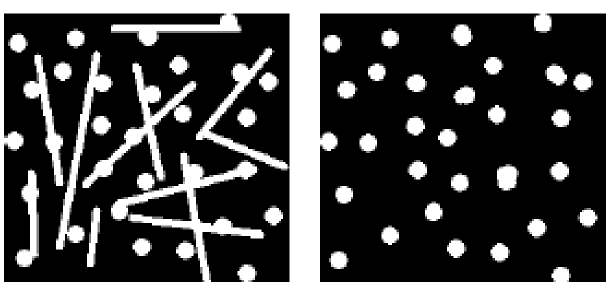
διαφορά

Morphology: What can it be used for?

- Remove noise
  - Small objects
  - Fill holes
- Isolate objects







Διαστολή (Dilation)

Έστω $A, B \in Z^2$. Η διαστολή του Α με το σύνολο Β ορίζεται ως:

$$A \oplus B = \{x \mid (B)_x \cap A \neq \varnothing \}$$

δηλαδή, η διαστολή είναι διαδικασία που βασίζεται στην ολίσθηση της ανάκλασης του Β κατά x έτσι ώστε το $A \oplus B$ να είναι το σύνολο όλων των δυνατών μετατοπίσεων x που δημιουργούν επικαλύψεις των και Α κατά τουλάχιστον ένα σημείο.

Το Β ονομάζεται ***δομικό στοιχείο*** (structuring element) και συνήθως επιλέγεται συμμετρικό ως προς την αρχή των αξόνων.

Dilation

The dilation operator on sets A and B are defined by:

$$A \oplus B = \{\, \mathbf{c} \in E^n \mid \mathbf{c} = \mathbf{a} + \mathbf{b}, \text{ for some } \mathbf{a} \in A, \mathbf{b} \in B \,\}$$

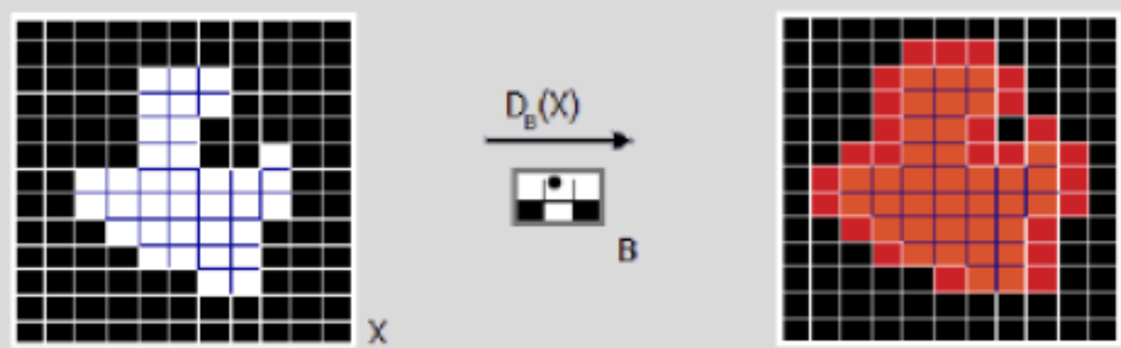
$$= \cup_{[\mathbf{b} \in B]} A_{\mathbf{b}}$$

$$= \{\, \mathbf{x} \mid (B^r_{\mathbf{x}} \cap A) \neq \varnothing \,\}$$

A is normally the image, while B is often a smaller structuring element.

Principle

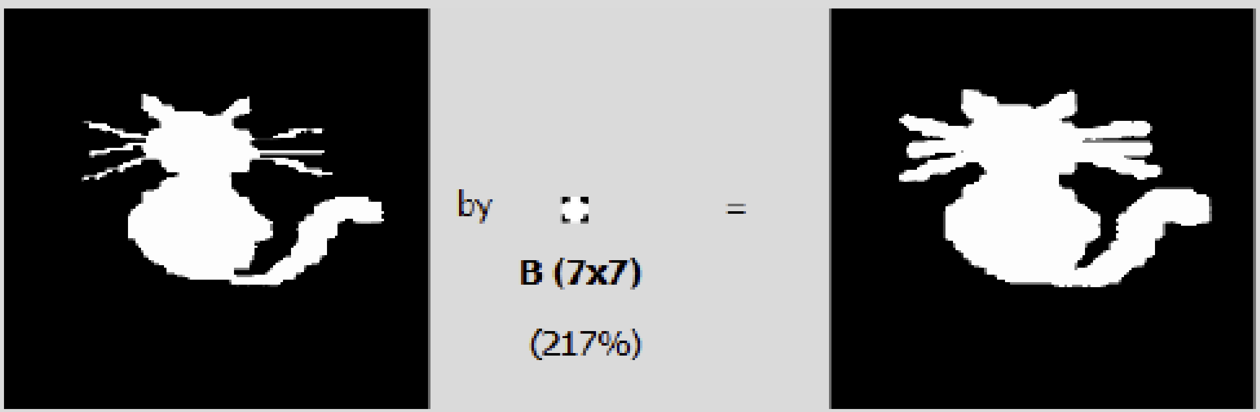
- Does B intersect with X ?



  - Yes : origin belongs to output
  - No : origin does not belong to output

Dilation

Example :

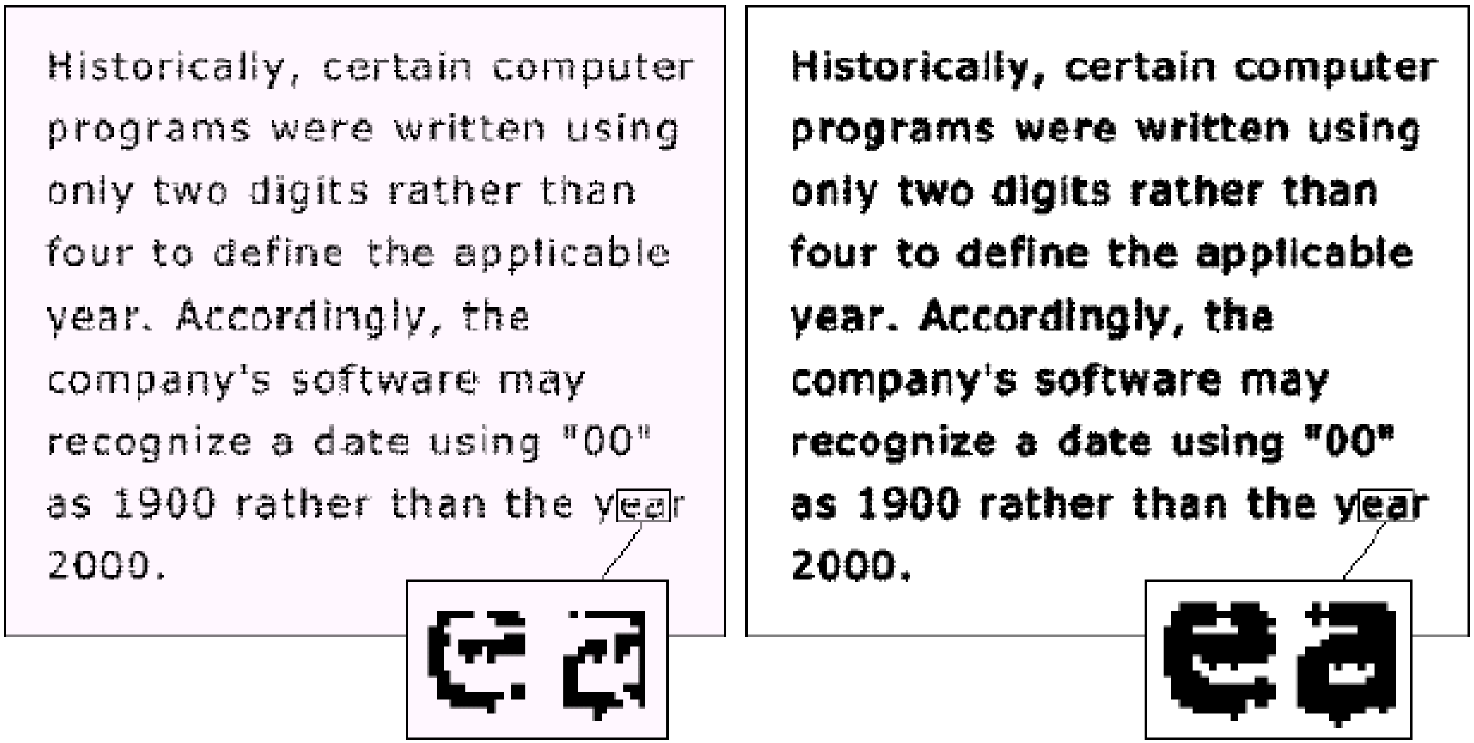


X (256x256)

Effects

- Objects get bigger
- Holes smaller than B disappear
- Disconnected objects join if at a distance less than the size of B

another example dilation



a c
b

FIGURE 9.5
(a) Sample text of poor resolution with broken characters (magnified view).
(b) Structuring element.
(c) Dilation of (a) by (b). Broken segments were joined.

0	1	0
1	1	1
0	1	0

Εφαρμογές Διαστολής

- Ένωση περιοχών

- Διόρθωση μικρών εγκοπών

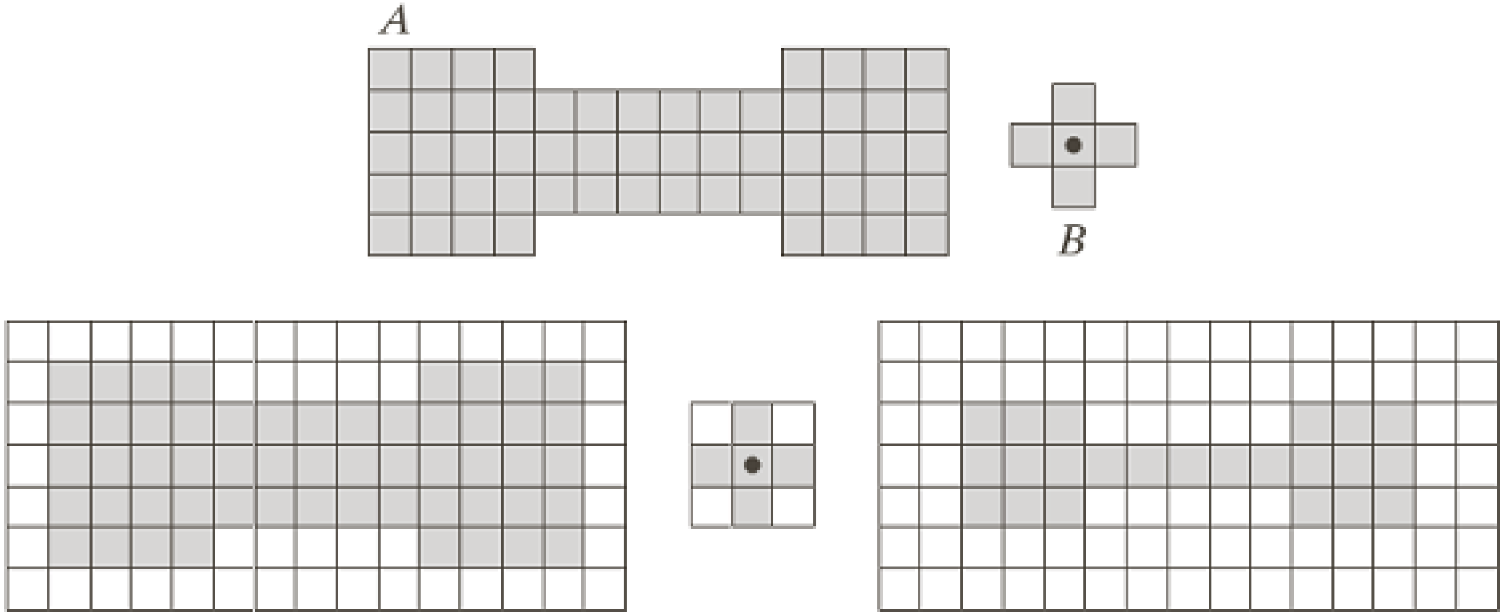
Συστολή (Erosion)

Η συστολή του A με δομικό στοιχείο το σύνολο B ορίζεται ως:

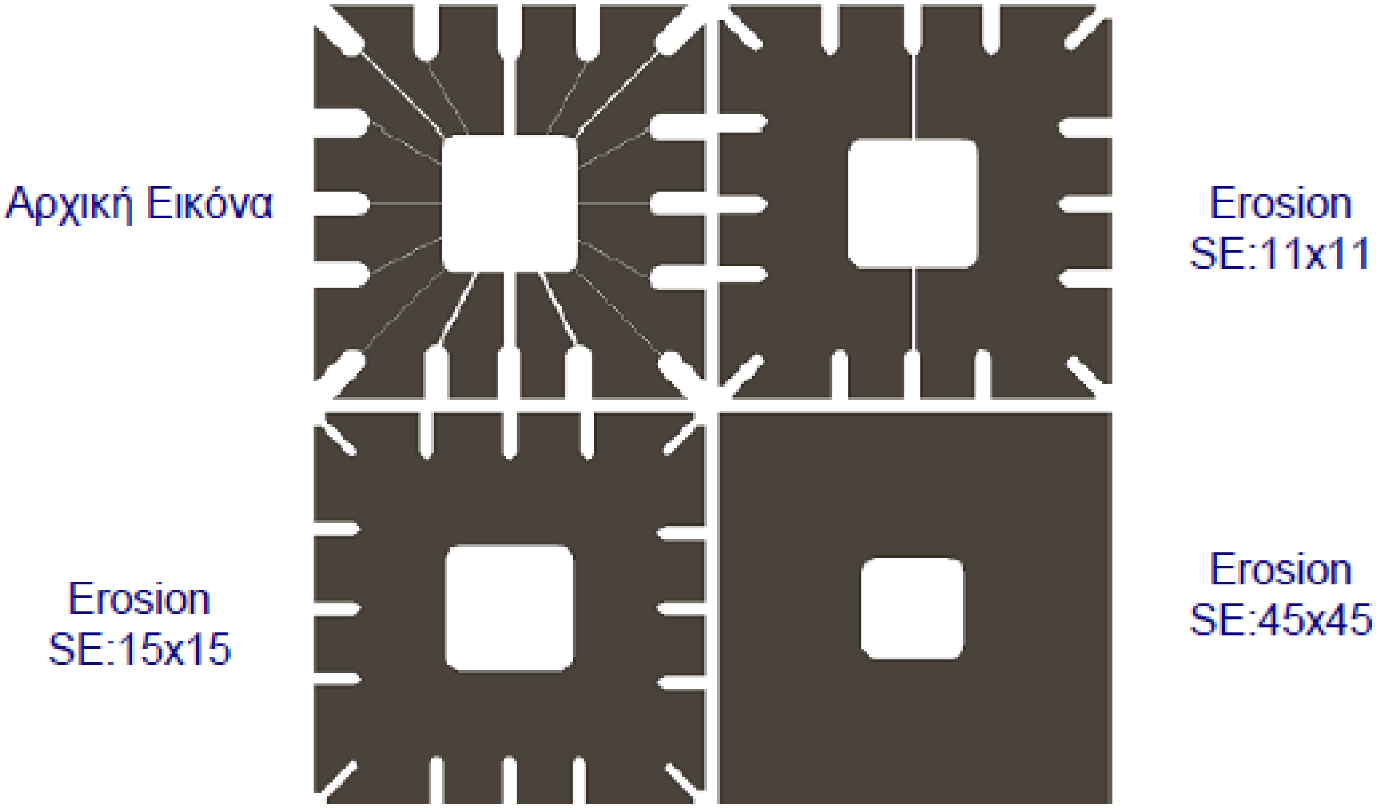
$$A \ominus B = \{x \mid (B)_x \subseteq A\}$$

δηλαδή, είναι το σύνολο των σημείων x έτσι ώστε η μετατόπιση του B κατά x να περιέχεται στο A.

Παράδειγμα Συστολής



Παράδειγμα Συστολής



Εφαρμογές Συστολής

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαχωρίσει αντικείμενα

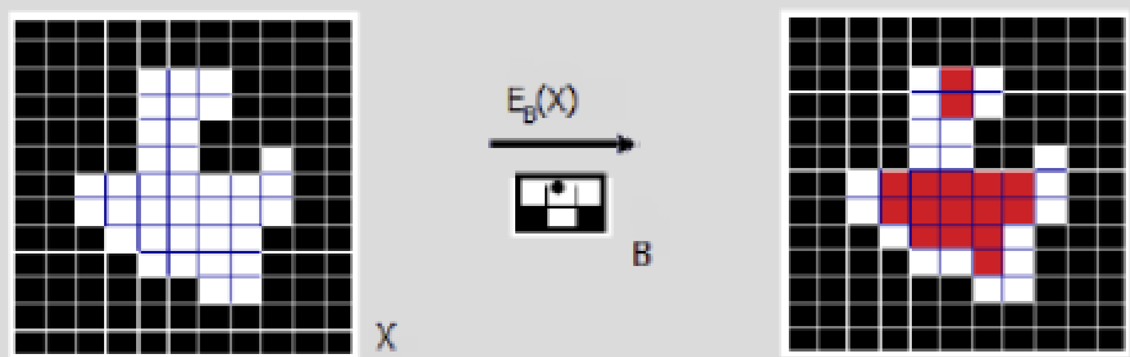
- Μπορεί να αφαιρέσει μικρές προεξοχές

Erosion

$$X \,\Theta\, B = \{ \mathbf{c} \in E^{n} \mid (\mathbf{c} + \mathbf{b}) \in X \text{ for every } \mathbf{b} \in B \}$$
$$= \{ \mathbf{c} \in E^{n} \mid B_{\mathbf{c}} \subseteq X \}$$
$$= \{ \mathbf{c} \in E^{n} \mid \text{for every } \mathbf{b} \in B \text{ there is an } \mathbf{a} \in X \text{ such that } \mathbf{c} = \mathbf{a}\text{-}\mathbf{b} \}$$
$$= \bigcap_{[b \in B]} X_{-b}$$

Principle

– Is B included in X ?



- Yes : origin belongs to output
- No : origin does not belong to output

Erosion

Example：

X (256x256)

by  =

B (7x7)

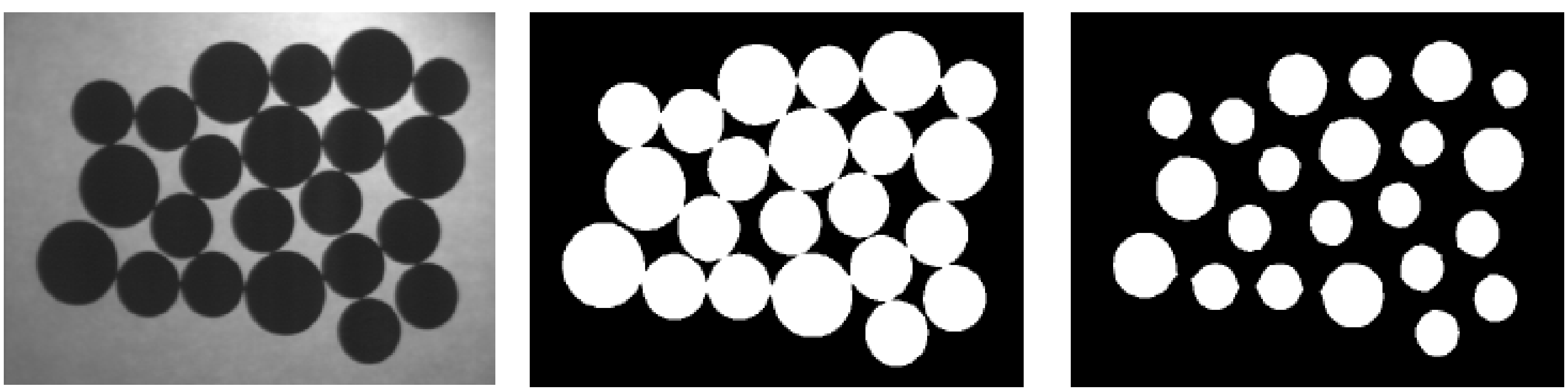
(217%)

Effects

- Objects smaller than B disappear
- Holes are bigger
- Connections smaller than B are cut

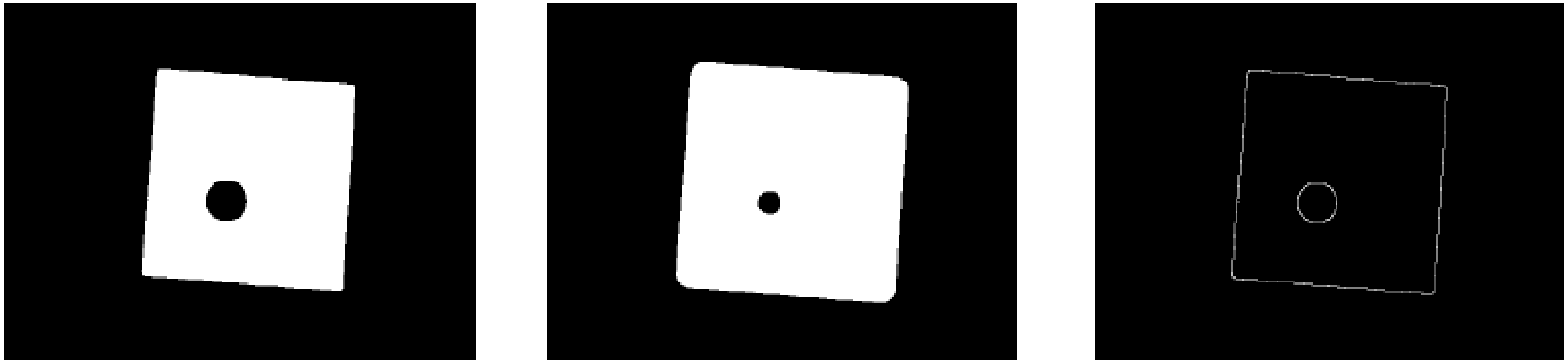
Counting Coins

- Counting these coins is difficult because they touch each other!
- Solution: Threshold and Erosion separates them!



Finding the outline

1. Dilate input image (object gets bigger)
2. Subtract input image from dilated image
3. The outline remains!

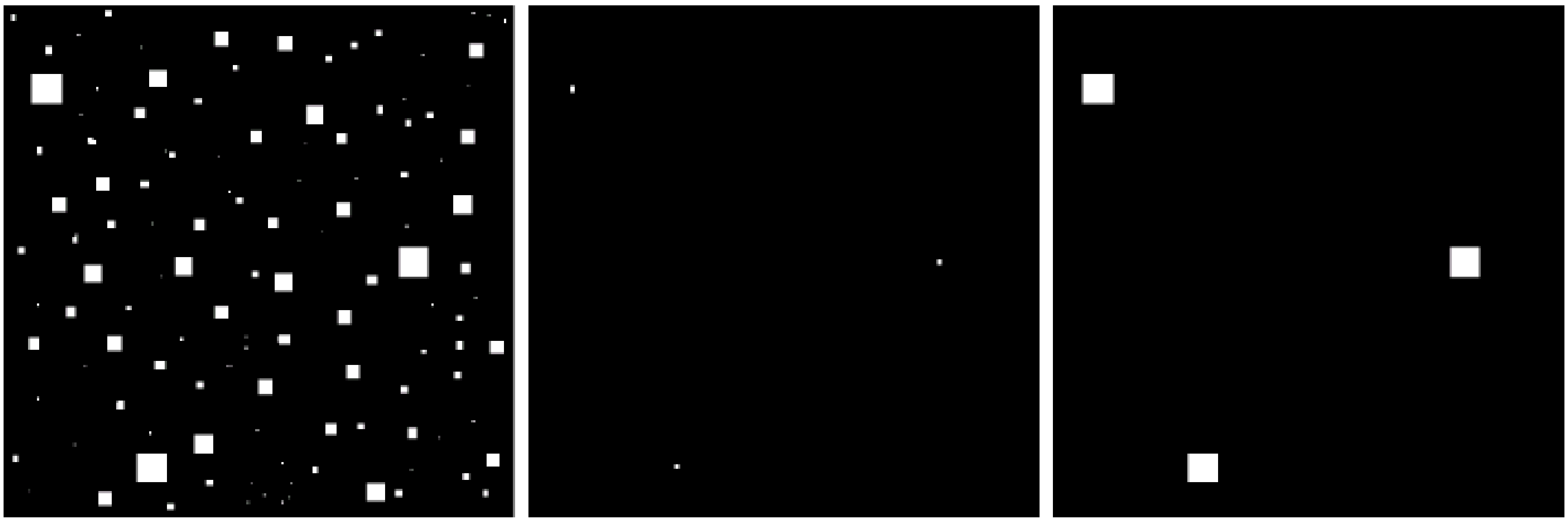


Άνοιγμα (Openning)

Το άνοιγμα ενός συνόλου A (π.χ. μίας δυαδικής εικόνας) με το δομικό στοιχείο B χρησιμοποιείται για εξομάλυνση περιγραμμάτων (μεγαλώνει οπές αντικειμένων, απαλείφει λεπτούς ισθμούς που ενώνουν αντικείμενα, απαλείφει λεπτές εξοχές αντικειμένων), είναι αλληλουχία συστολής και διαστολής και ορίζεται ως:

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

example erosion + dilation



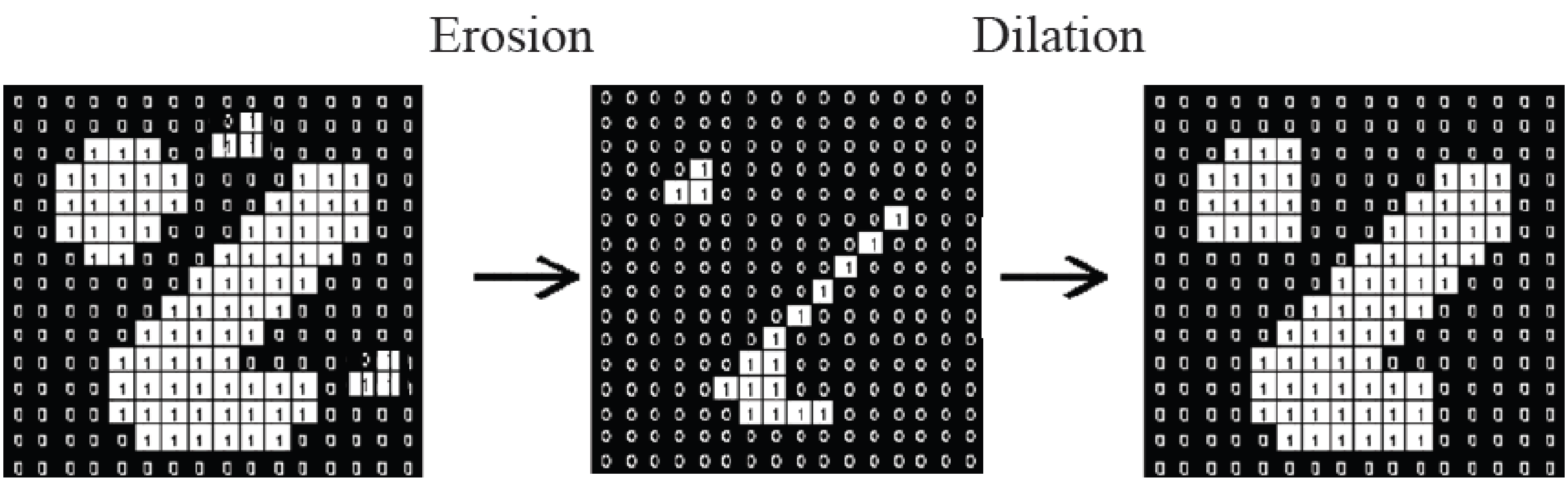
a b c

FIGURE 9.7 (a) Image of squares of size 1, 3, 5, 7, 9, and 15 pixels on the side. (b) Erosion of (a) with a square structuring element of 1's, 13 pixels on the side. (c) Dilation of (b) with the same structuring element.

Opening

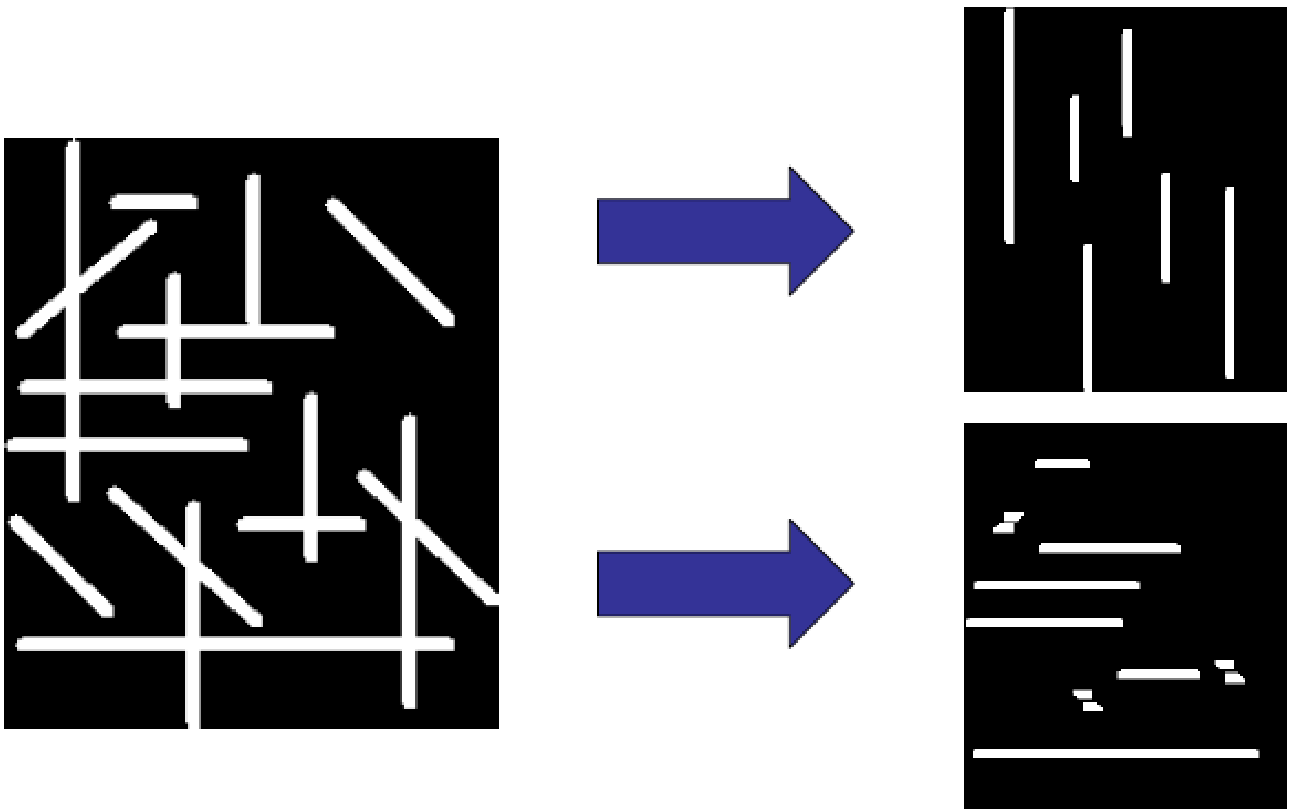
- Structuring element:

1	1	1
1	1	1
1	1	1



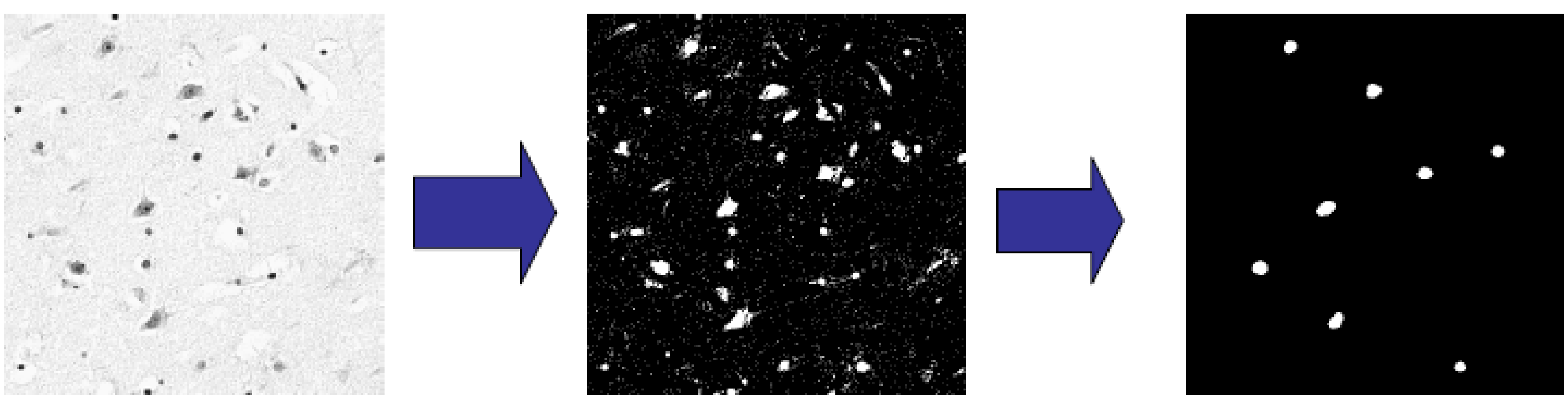
Opening Example

- 9x3 and 3x9 Structuring Elements



Opening example

- Size of structuring element should fit into the smallest object to keep
- Structuring Element: 11 pixel disc



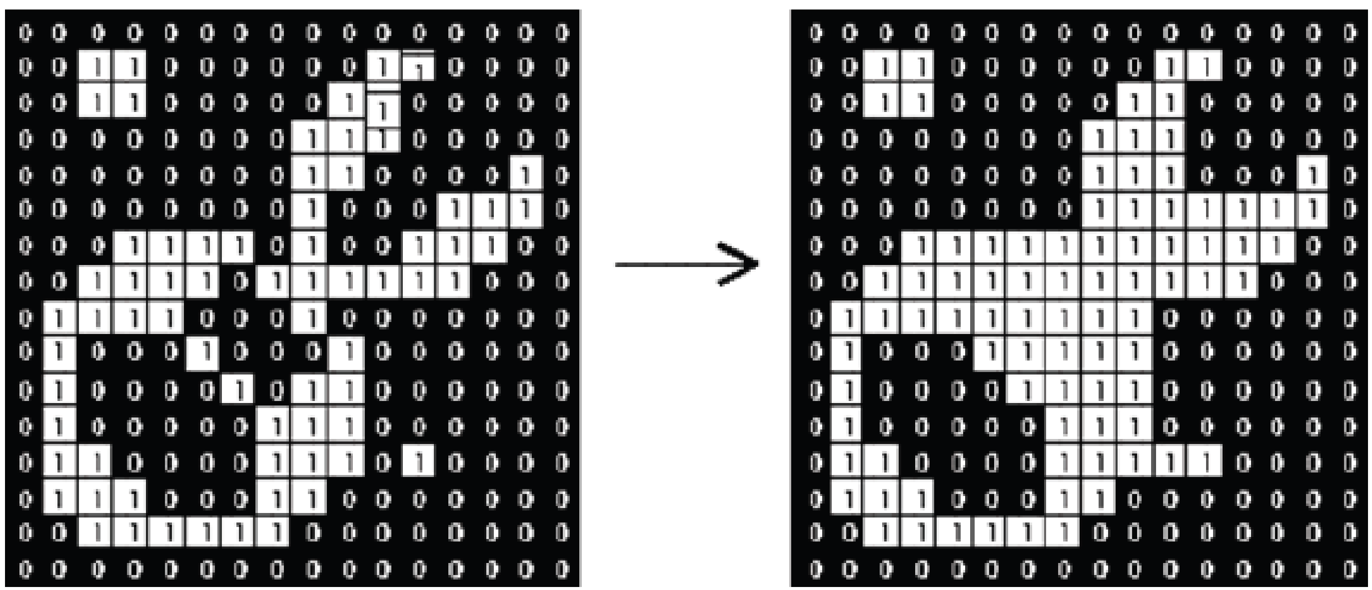
Κλείσιμο (Closing)

Το κλείσιμο ενός συνόλου Α (π.χ. μίας δυαδικής εικόνας) με το δομικό στοιχείο Β χρησιμοποιείται επίσης για εξομάλυνση περιγραμμάτων (κλείνει τρύπες σε αντικείμενα, ενώνει αντικείμενα που χωρίζονται από πορθμούς, απαλείφει λεπτές εσοχές αντικειμένων), είναι αλληλουχία διαστολής και συστολής και ορίζεται ως:

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

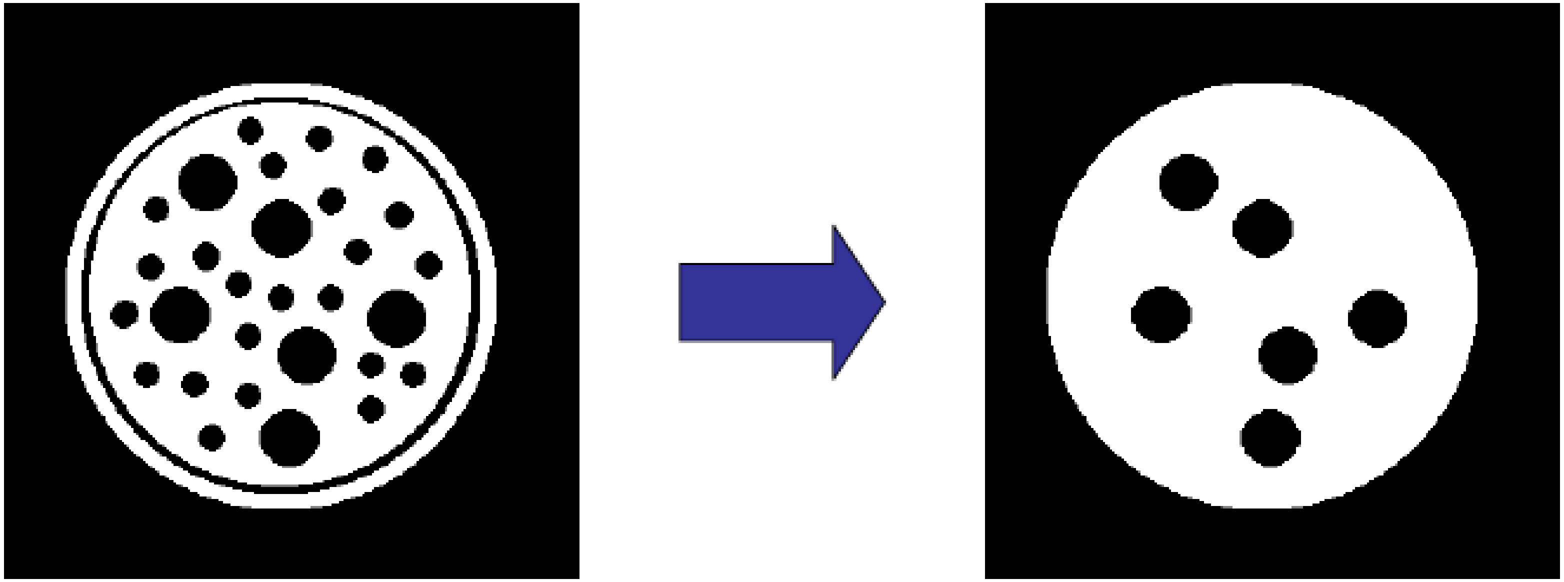
Closing

- Structuring element: 3x3 square



Closing Example

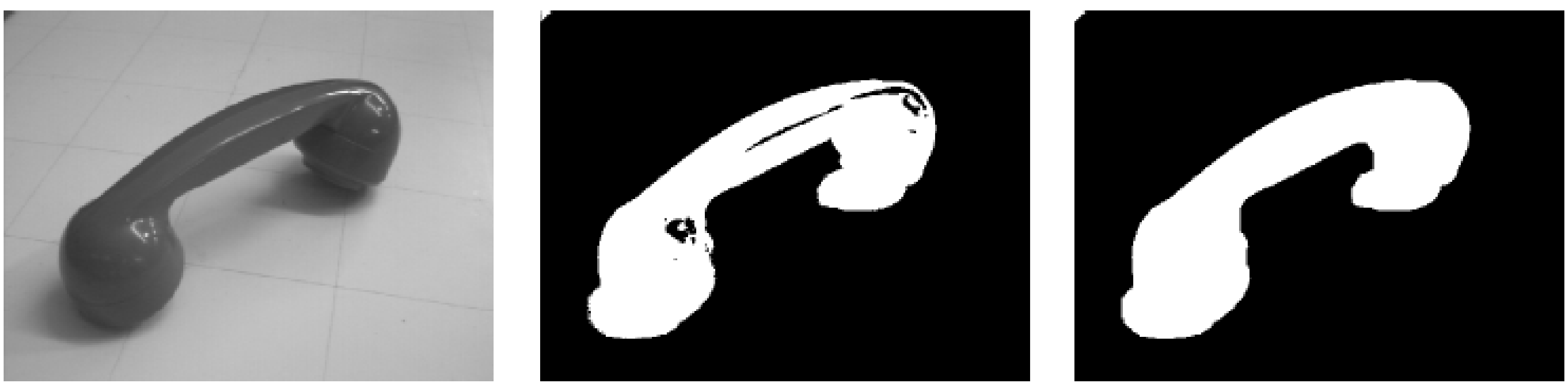
- Closing operation with a 22 pixel disc
- Closes small holes



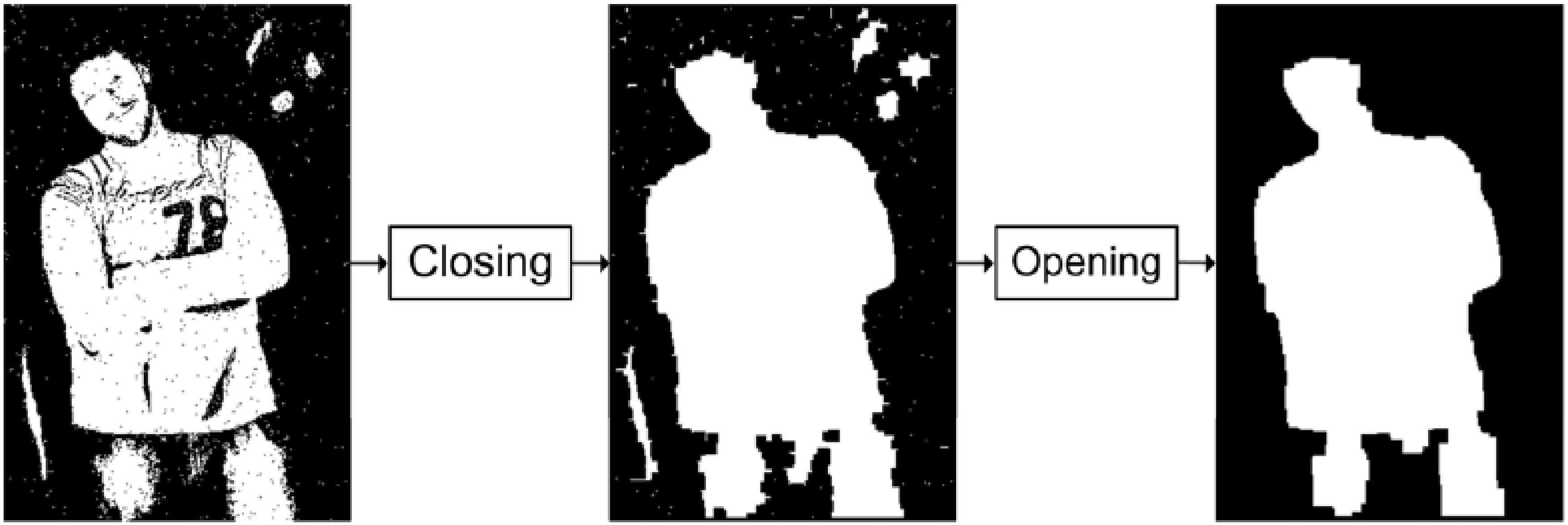
Closing Example

- Improve segmentation

1. Threshold
2. Closing with disc of size 20



Combining Opening and Closing



Βιβλιογραφία

Οι παρούσες διαφάνειες έχουν δημιουργηθεί από τον Καθηγητή κ. Ν. Βασιλά για το μάθημα «Επεξεργασία Εικόνας», ακαδημαϊκό έτος 2017-2018.