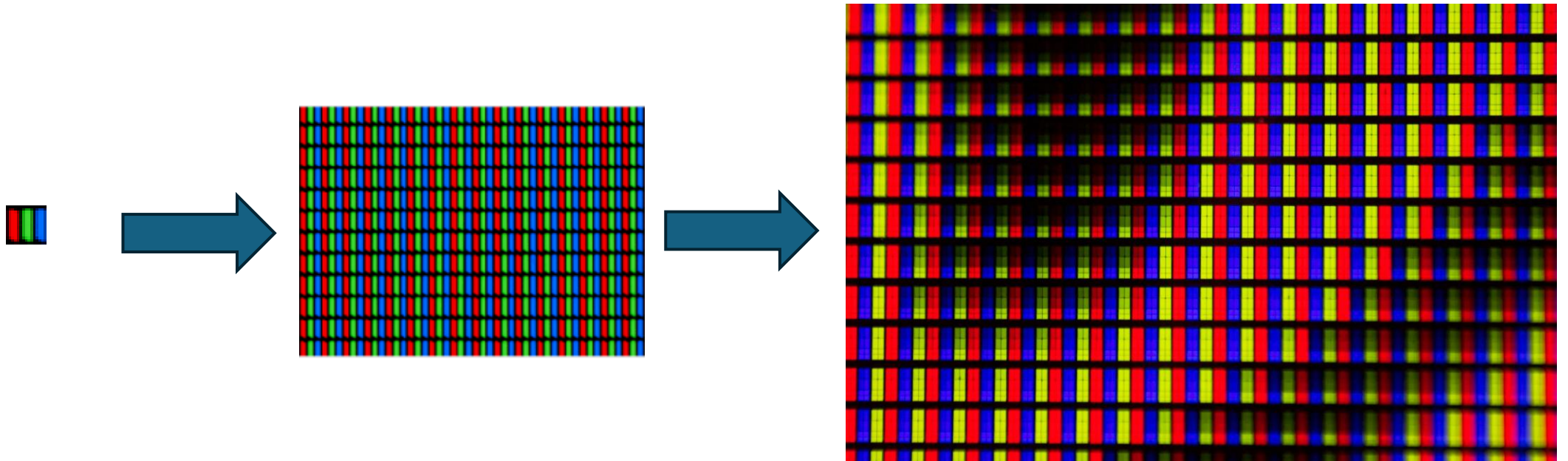


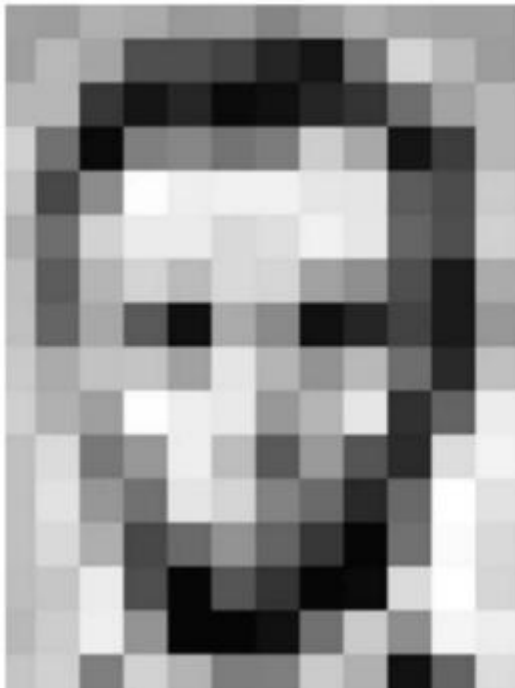
Επεξεργασία εικόνας

Τί ακριβώς είναι ένα Pixel (εικονοστοιχείο)?



Pixel

- Η επεξεργασία εικόνας είναι στην πραγματικότητα ένα σύνολο λειτουργιών σε πίνακες. Κάθε στοιχείο του πίνακα που αντιπροσωπεύει την ψηφιακή εικόνα ονομάζεται εικονοστοιχείο.

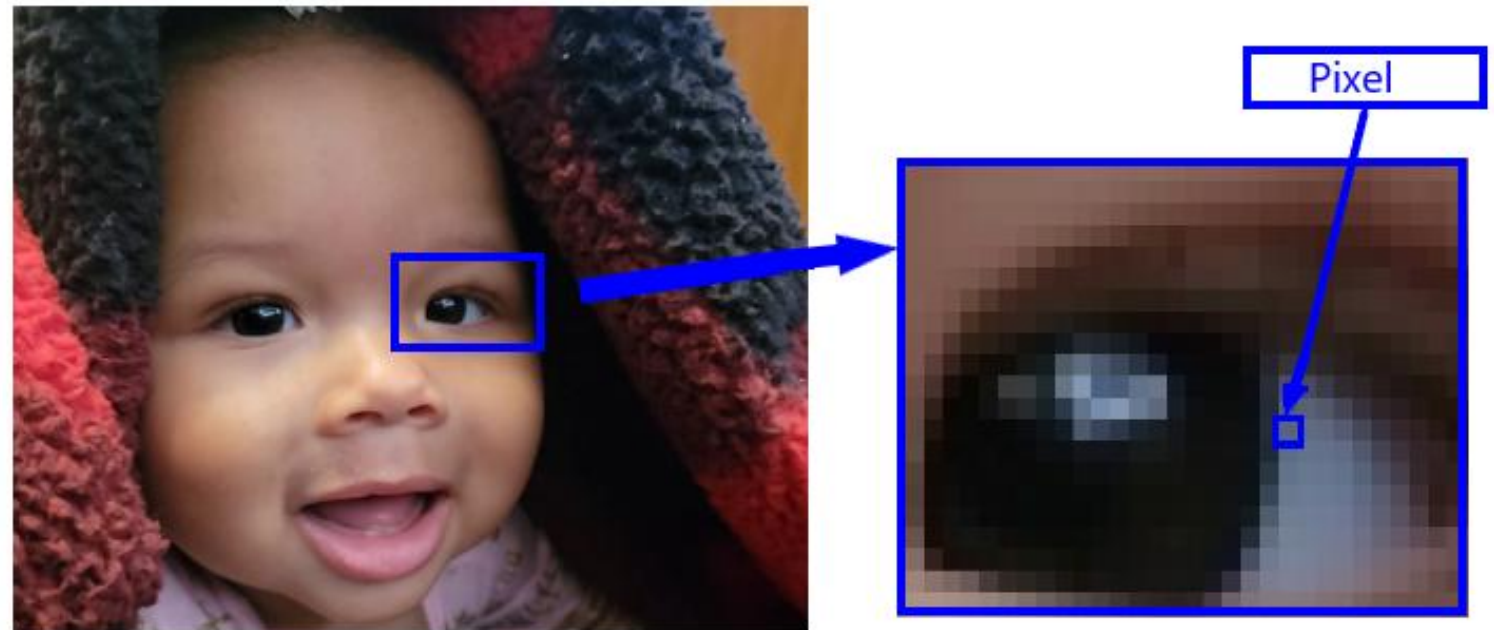


187	153	174	168	150	152	129	151	172	161	155	156
155	182	163	74	75	62	33	17	110	210	180	154
180	180	50	14	34	6	10	33	48	106	159	181
206	109	5	124	131	111	120	204	166	15	56	180
194	68	137	251	237	239	239	228	227	87	71	201
172	106	207	233	233	214	220	239	228	98	74	206
188	88	179	209	185	215	211	158	139	75	20	169
189	97	165	84	10	168	134	11	31	62	22	148
199	168	191	193	158	227	178	143	182	106	36	190
205	174	155	252	236	231	149	178	228	43	95	234
190	216	116	149	236	187	86	150	79	38	218	241
190	224	147	108	227	210	127	102	36	101	255	224
190	214	173	66	103	143	96	50	2	109	249	215
187	196	235	75	1	81	47	0	6	217	255	211
183	202	237	145	0	0	12	108	200	138	243	236
195	206	123	207	177	121	123	200	175	13	96	218

187	153	174	168	150	152	129	151	172	161	155	156
155	182	163	74	75	62	33	17	110	210	180	154
180	180	50	14	34	6	10	33	48	106	159	181
206	109	5	124	131	111	120	204	166	15	56	180
194	68	137	251	237	239	239	228	227	87	71	201
172	106	207	233	233	214	220	239	228	98	74	206
188	88	179	209	185	215	211	158	139	75	20	169
189	97	165	84	10	168	134	11	31	62	22	148
199	168	191	193	158	227	178	143	182	106	36	190
205	174	155	252	236	231	149	178	228	43	95	234
190	216	116	149	236	187	86	150	79	38	218	241
190	224	147	108	227	210	127	102	36	101	255	224
190	214	173	66	103	143	96	50	2	109	249	215
187	196	235	75	1	81	47	0	6	217	255	211
183	202	237	145	0	0	12	108	200	138	243	236
195	206	123	207	177	121	123	200	175	13	96	218

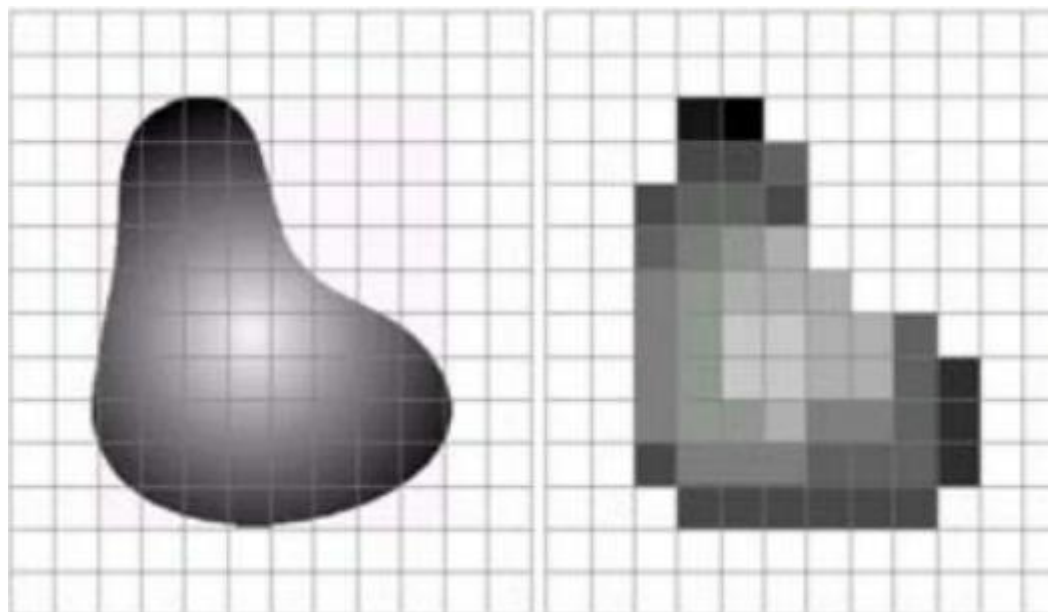
Τι είναι η εικόνα

- Μια εικόνα είναι ένα σύνολο στοιχείων που ονομάζονται pixel
- Τα pixel είναι οργανωμένα σε ένα δισδιάστατο πίνακα
 - Ύψος x Πλάτος
- Το Ύψος x Πλάτος συνολικά ονομάζεται και ανάλυση (resolution) της εικόνας



Τι είναι η ψηφιακή εικόνα?

- Οι τιμές των pixel συνήθως αντιπροσωπεύουν επίπεδα του γκρι, χρώματα, ύψος, φωτογραφίες ή ιδιότητες κ.λπ.
- Η ψηφιοποίηση υπονοεί ότι μια ψηφιακή εικόνα είναι μια προσέγγιση μιας πραγματικής σκηνής



Ανάλυση εικόνας



1024



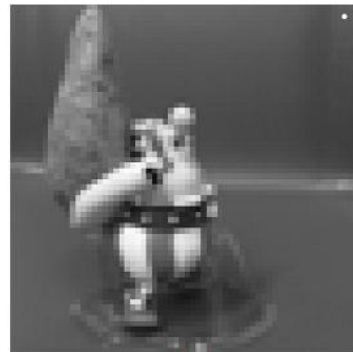
512



256



128



64



32

Δείγματα ή βάθος χρώματος

- Οι συνήθεις μορφές εικόνας περιλαμβάνουν:
 - 1 δείγμα ανά σημείο (ασπρόμαυρο ή σε κλίμακα του γκρι)
 - 3 δείγματα ανά σημείο (Κόκκινο, Πράσινο και Μπλε ή RGB)



Δείγματα ή βάθος χρώματος

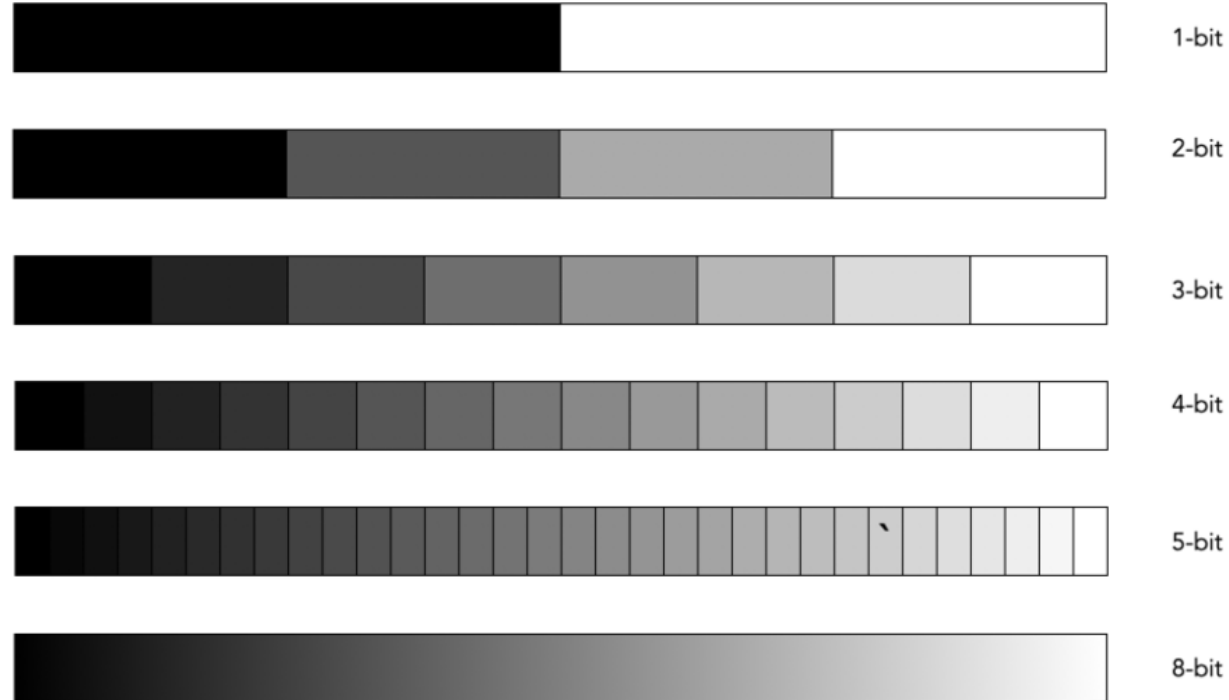
- Συνήθως για κάθε δείγμα χρησιμοποιούμε 1 byte
- Οπότε για εικόνες σε κλίμακα του γκρι έχουμε 1 byte ενώ για τις έγχρωμες εικόνες έχουμε 3 byte, ένα για κάθε χρώμα
- 1 byte πληροφορίας μας επιτρέπει 256 διαφορετικές τιμές



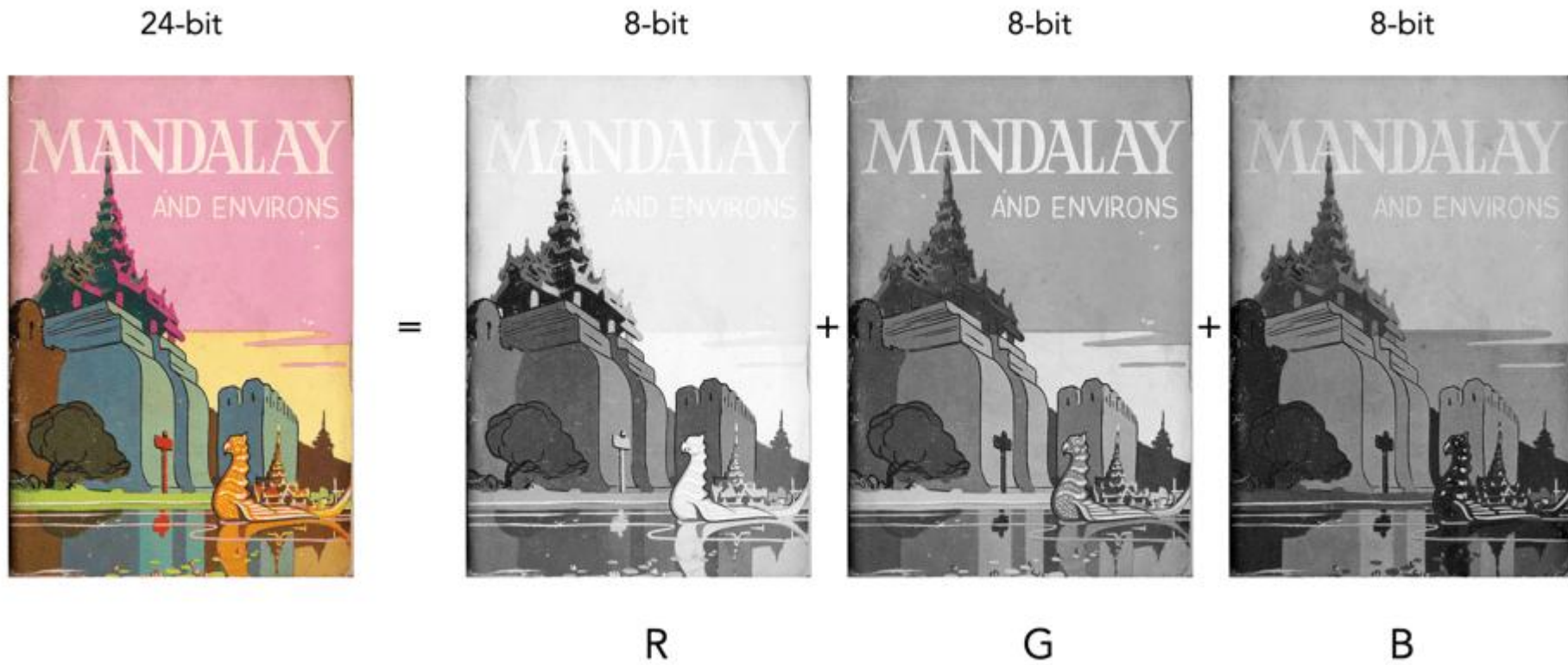
8-bit

Η κβάντιση ή διακριτοποίηση

- Μπορούμε να μειώσουμε τον αριθμό των bit ανά δείγμα



Βάθος έγχρωμης εικόνας



Η κβάντιση ή διακριτοποίηση (quantization)

- Μπορούμε να μειώσουμε τον αριθμό των bit ανά δείγμα



8-bit



7-bit



6-bit



5-bit



4-bit



3-bit

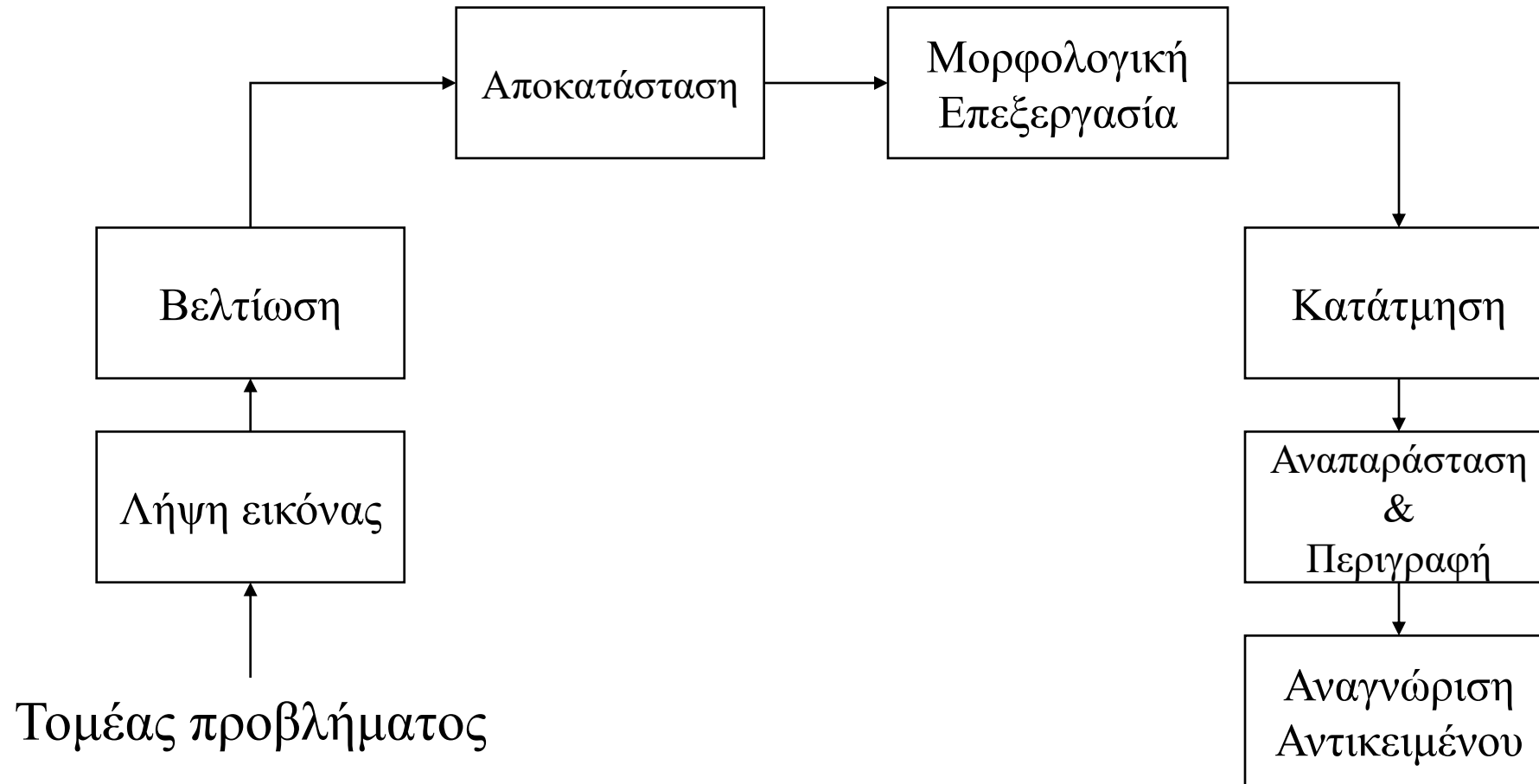


2-bit



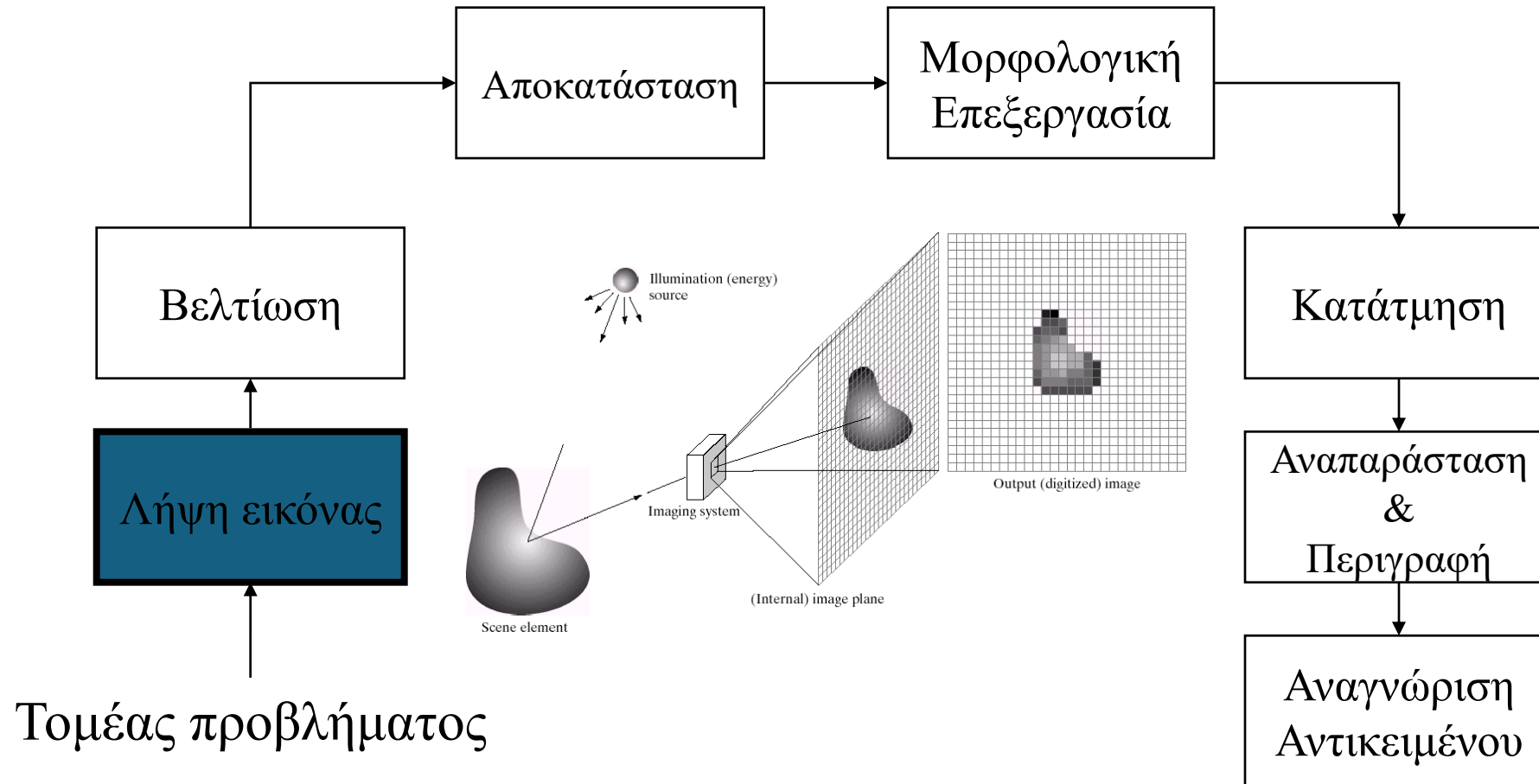
1-bit

Τι είναι η Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας;

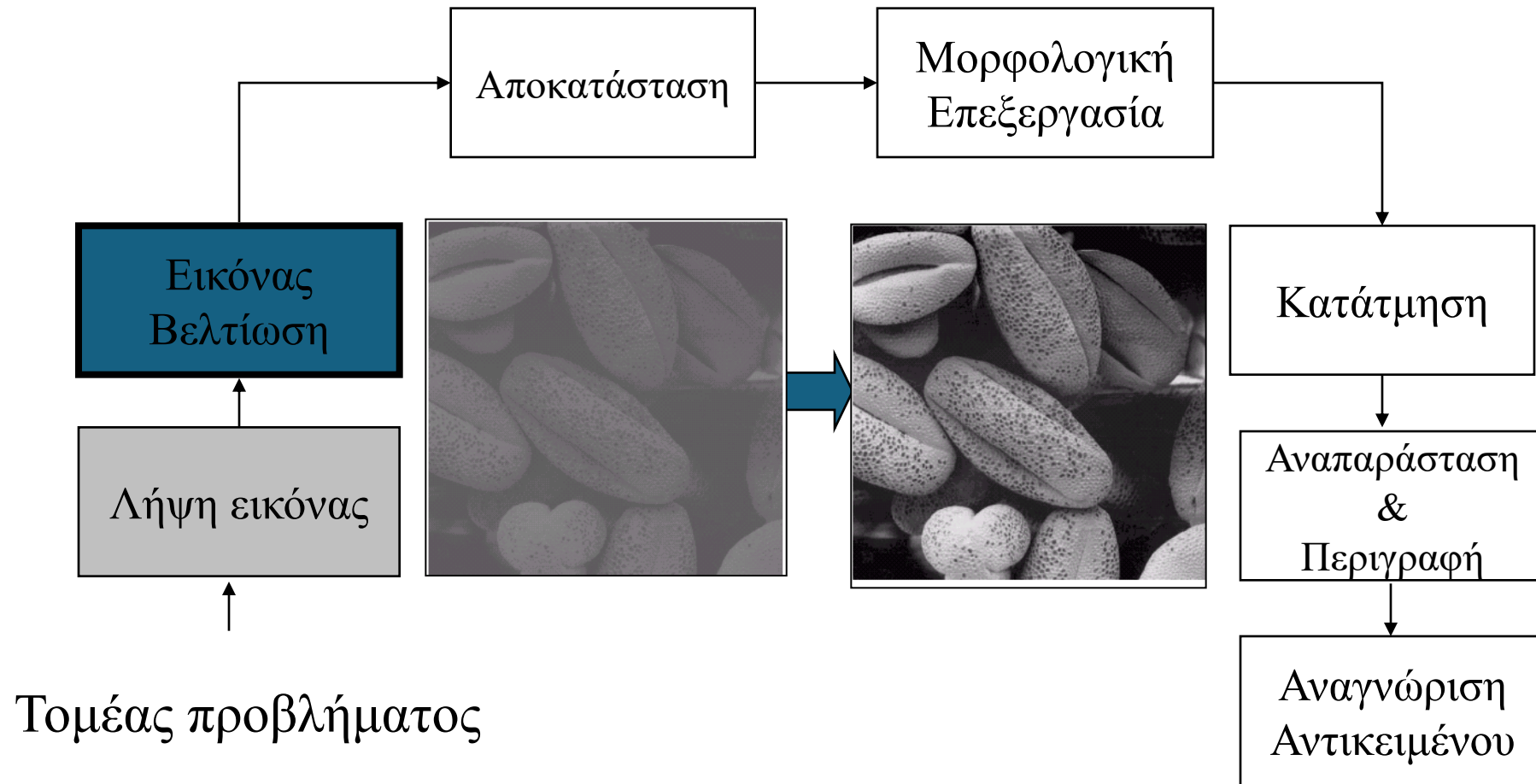


Βασικά στάδια στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας:

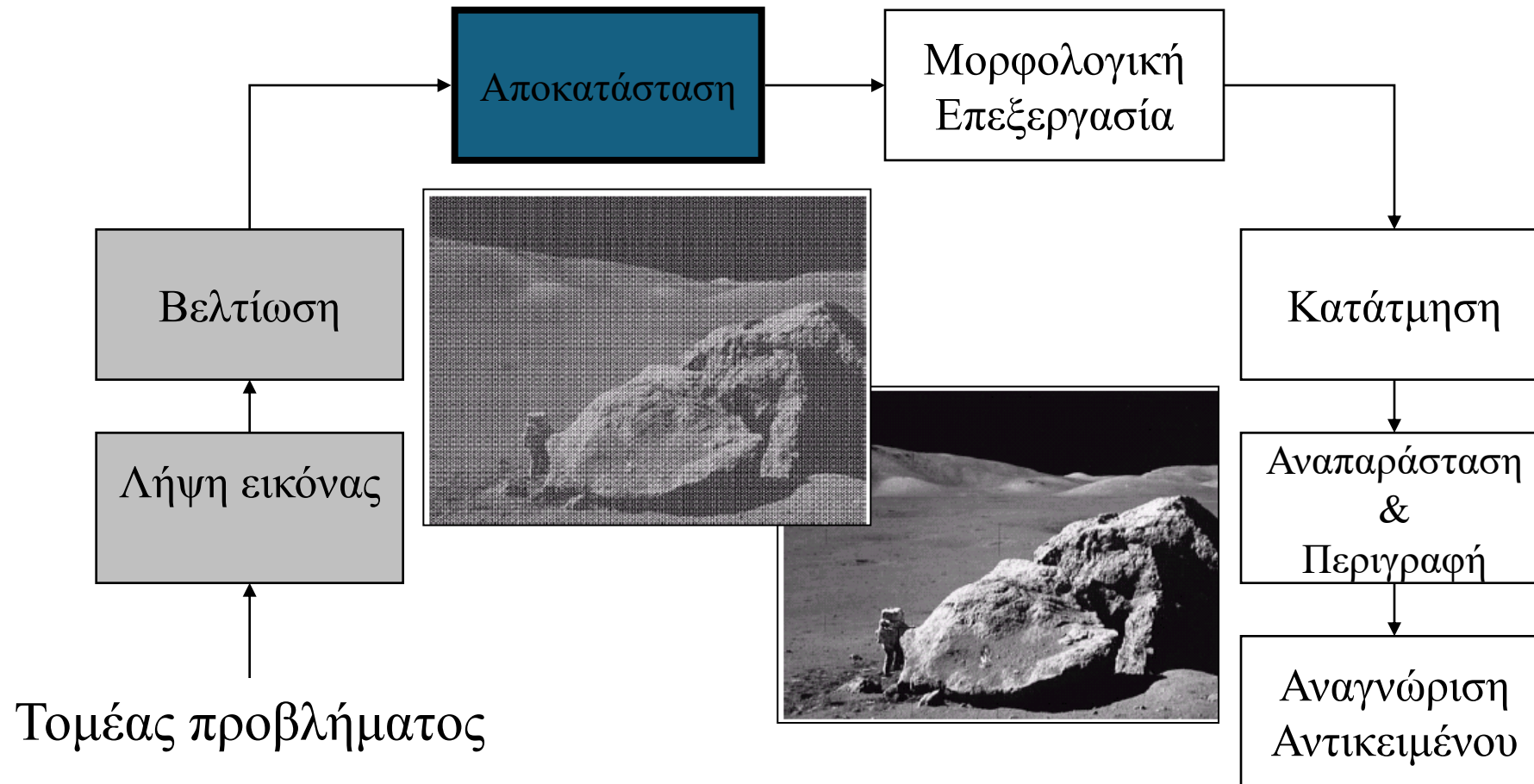
Λήψη εικόνας



Βασικά στάδια στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: Βελτίωση εικόνας



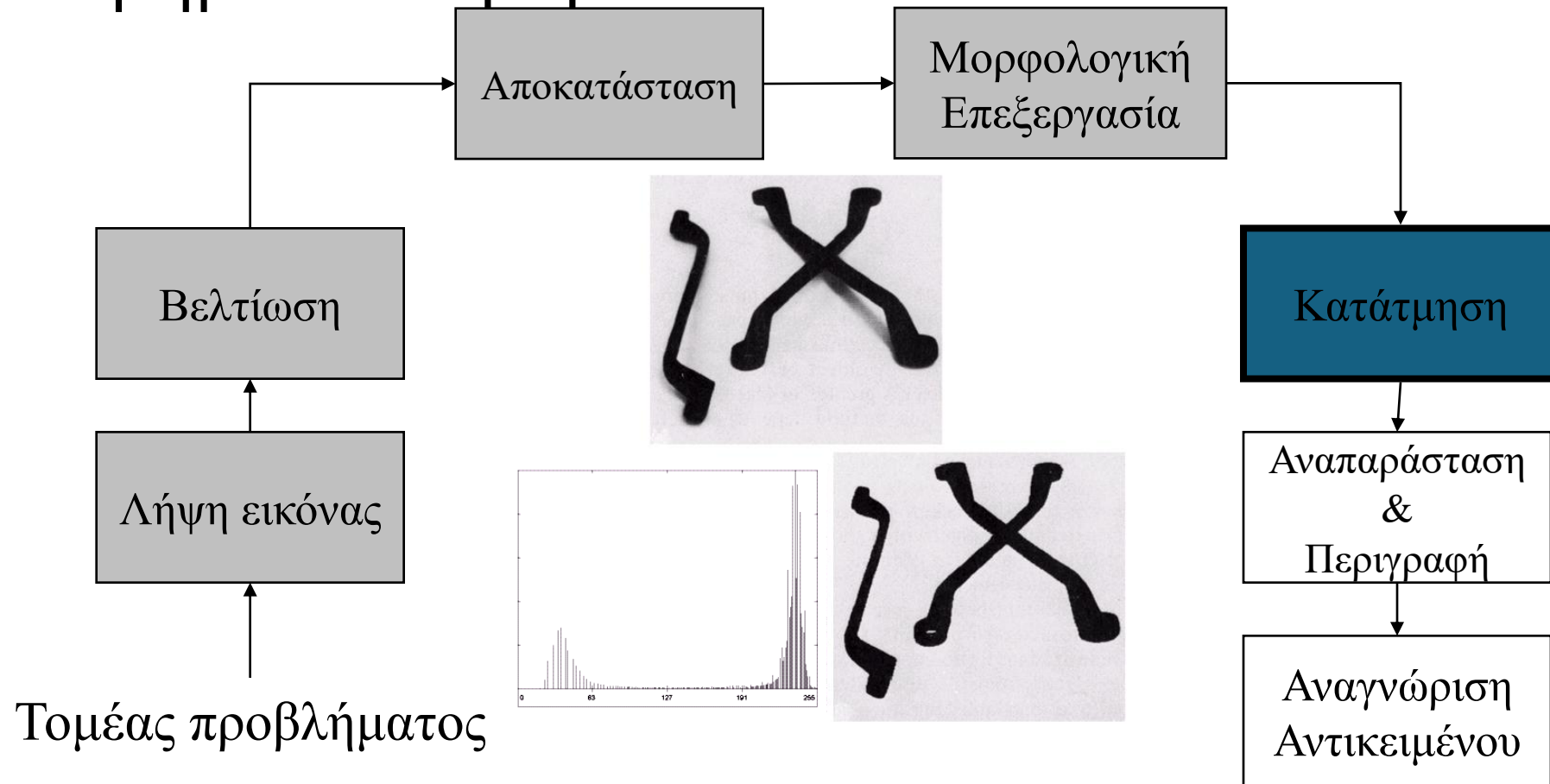
Βασικά στάδια στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: Αποκατάσταση εικόνας



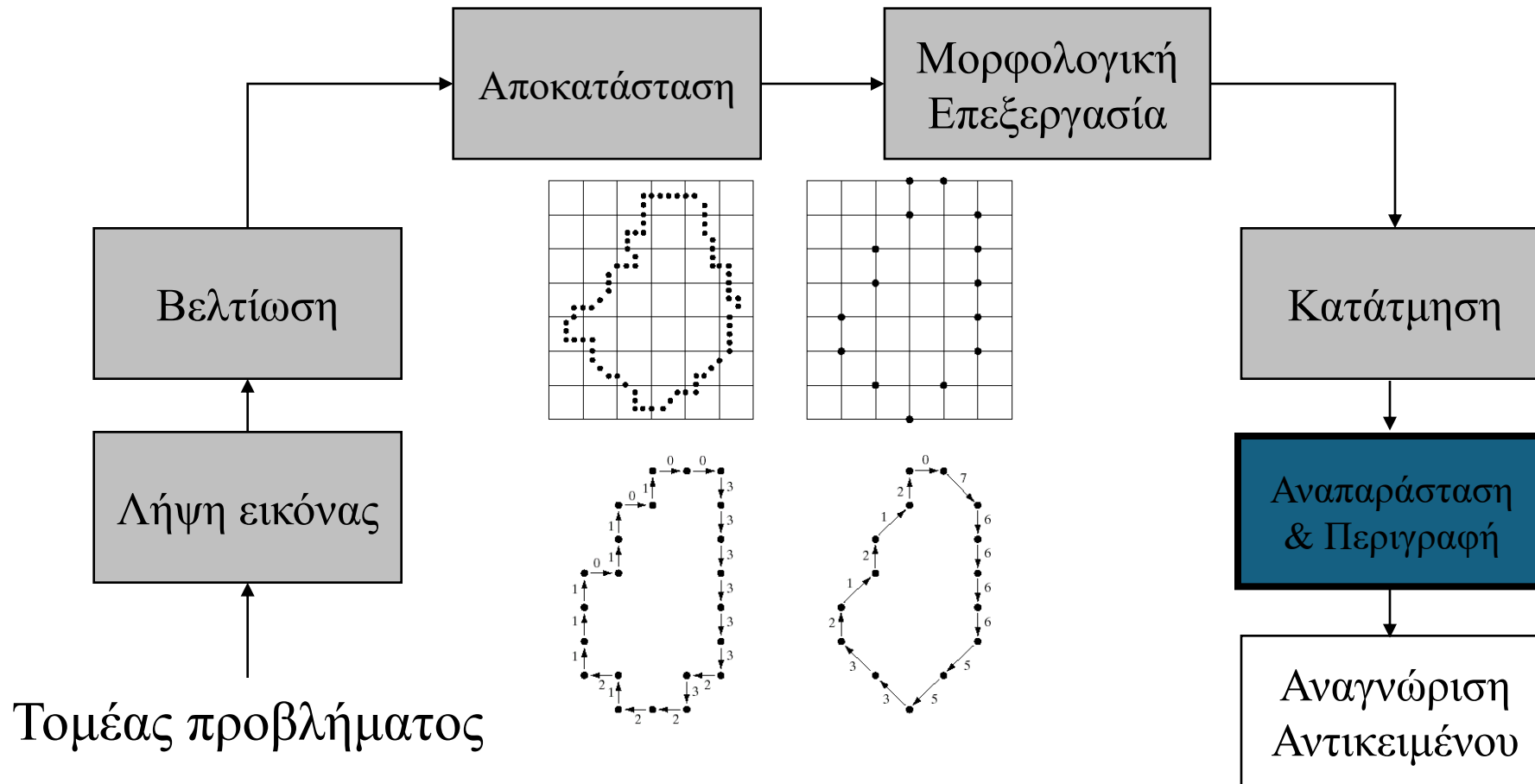
Βασικά στάδια στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: Μορφολογική επεξεργασία



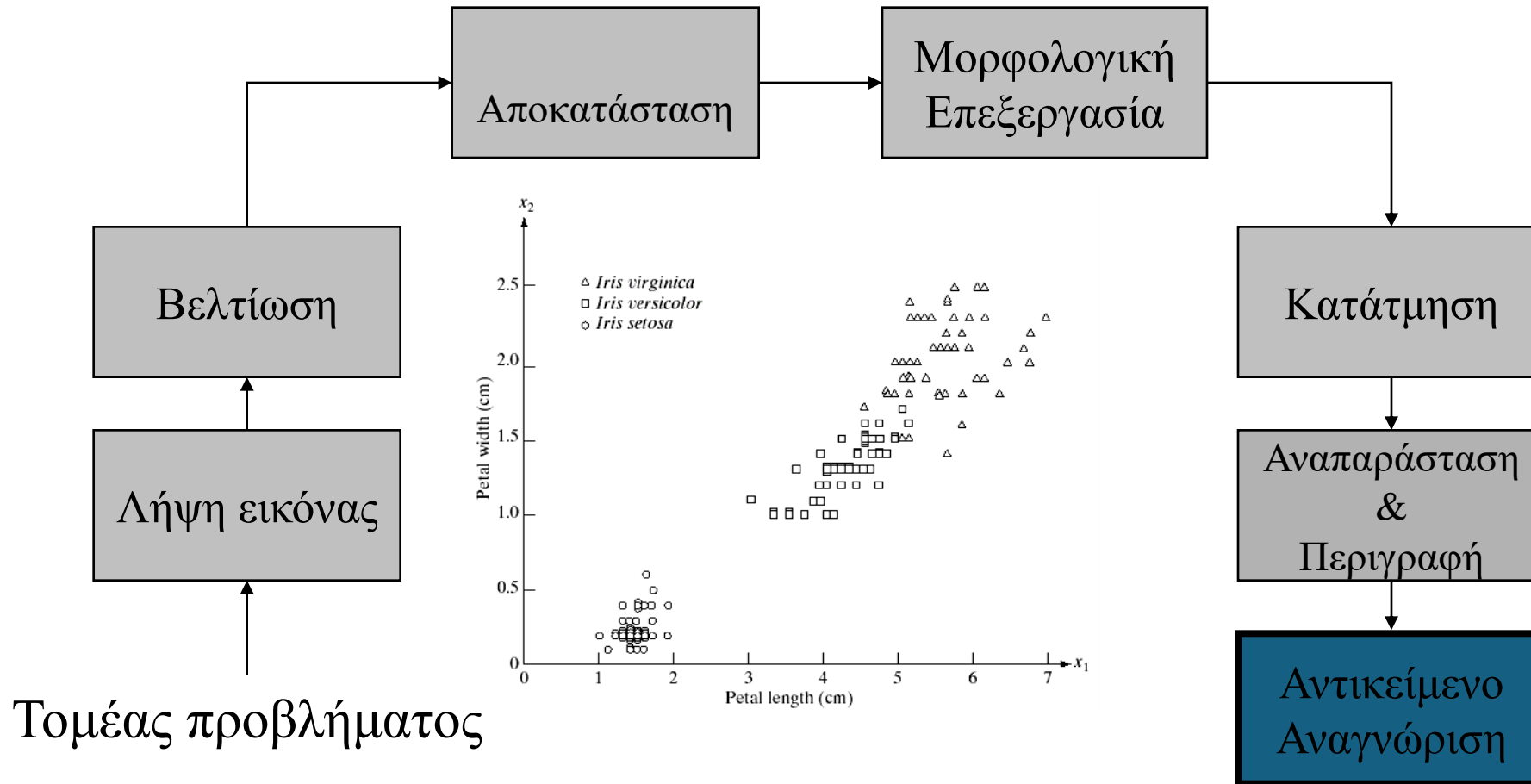
Βασικά στάδια στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: Τμηματοποίηση



Βασικά στάδια στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: Αναπαράσταση & Περιγραφή



Βασικά στάδια στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας: Αναγνώριση αντικειμένων



Ιστόγραμμα Εικόνας (Image Histogram)

- Το **ιστόγραμμα εικόνας** είναι μια **στατιστική αναπαράσταση** της **κατανομής των τιμών φωτεινότητας** (ή χρωμάτων) μιας εικόνας. Δείχνει **πόσα pixels** έχουν μια συγκεκριμένη **ένταση (intensity)** — δηλαδή πόσο φωτεινά ή σκοτεινά είναι.
- Με απλά λόγια: Το ιστόγραμμα δείχνει **πόσο σκοτεινή ή φωτεινή είναι η εικόνα** και πώς κατανέμονται οι τιμές των pixels.

Ιστογράμμο Εικόνας (Image Histogram)

- Κάθε pixel έχει μια τιμή φωτεινότητας (π.χ. από 0 έως 255 για εικόνες 8-bit).
- Το ιστογράμμο μετρά πόσα pixels έχουν την κάθε τιμή.
- Στον οριζόντιο άξονα (x) φαίνονται οι τιμές φωτεινότητας.
- Στον κατακόρυφο άξονα (y) φαίνεται η συχνότητα εμφάνισης των pixels αυτής της τιμής.

Ιστόγραμμα Εικόνας (Image Histogram)



Ιστόγραμμα Εικόνας (Image Histogram)

- Εξισορρόπηση Ιστογράμματος (Histogram Equalization):
 - Ανακατανέμει τις τιμές φωτεινότητας για να βελτιώσει την αντίθεση της εικόνας.
 - Δημιουργεί μια εικόνα όπου τα σκοτεινά γίνονται πιο φωτεινά και τα πολύ φωτεινά πιο διακριτά.
- Κανονικοποίηση Ιστογράμματος (Histogram Normalization):
 - Ρυθμίζει τις τιμές φωτεινότητας ώστε να ταιριάζουν σε συγκεκριμένο εύρος (π.χ. 0–255).
 - Χρήσιμο όταν θέλουμε να συγκρίνουμε διαφορετικές εικόνες.

Διχοτόμηση Εικόνας (Image Binarization)

- Η **διχοτόμηση εικόνας** είναι μια διαδικασία επεξεργασίας εικόνας κατά την οποία **μια γκρίζα ή έγχρωμη εικόνα μετατρέπεται σε δυαδική (binary)**, δηλαδή κάθε εικονοστοιχείο (pixel) παίρνει μόνο **δύο πιθανές τιμές**:
 - **0 (μαύρο)** → φόντο
 - **1 (λευκό)** → αντικείμενο
- Η διχοτόμηση επιτρέπει να **ξεχωρίζουμε το αντικείμενο ενδιαφέροντος** από το υπόβαθρο, κάτι πολύ χρήσιμο σε εφαρμογές **ανίχνευσης, μέτρησης ή αναγνώρισης αντικειμένων**.

Διχοτόμηση Εικόνας (Image Binarization)

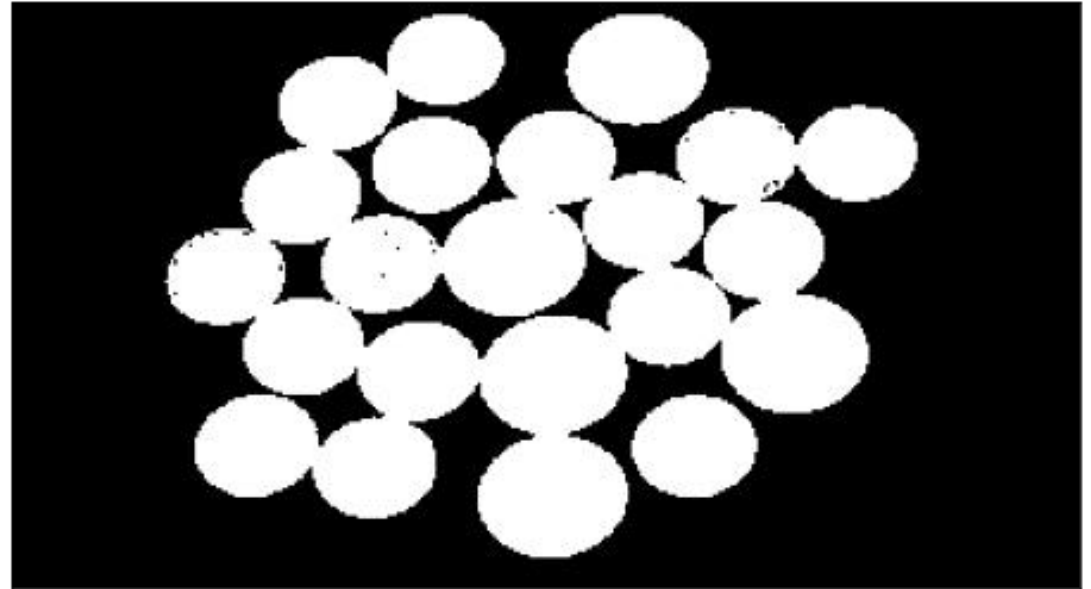
- Υπολογίζεται ένα όριο (threshold) φωτεινότητας.
- Κάθε pixel συγκρίνεται με αυτό το όριο:
- Αν η τιμή φωτεινότητας $>$ όριο $\rightarrow$ γίνεται λευκό (1)
- Αν η τιμή φωτεινότητας $\leq$ όριο $\rightarrow$ γίνεται μαύρο (0)
- Το αποτέλεσμα είναι μια ασπρόμαυρη εικόνα, όπου φαίνονται καθαρά τα σχήματα ή τα αντικείμενα.

Διχοτόμηση Εικόνας (Image Binarization)

Original Image



Otsu's Binary Thresholding



Φιλτράρισμα εικόνας

- Επεξεργασία ψηφιακής εικόνας με φίλτρα
- Συνήθως υλοποιείται μέσω της πράξης της συνέλιξης και την εφαρμογή φίλτρων

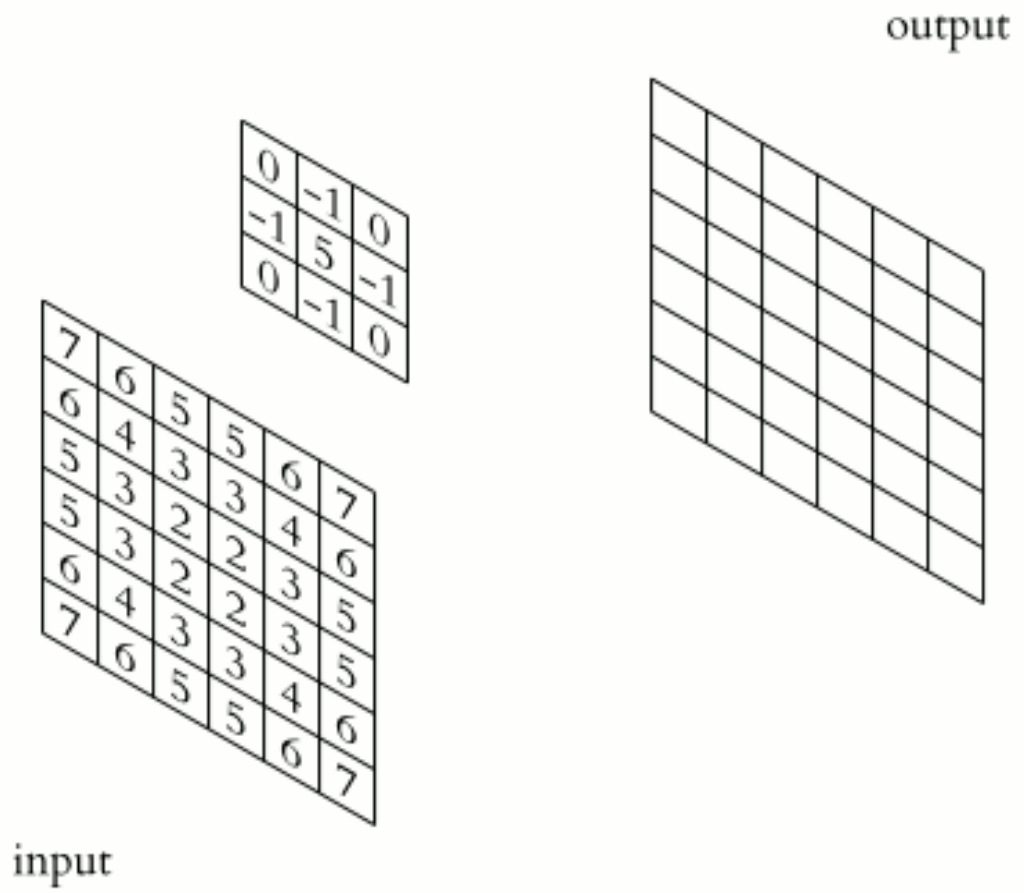
Συνέλιξη

- Η **συνέλιξη εικόνας (image convolution)** είναι μια βασική μαθηματική διαδικασία στην επεξεργασία εικόνας, η οποία χρησιμοποιείται για να τροποποιήσει ή να αναλύσει μια εικόνα εφαρμόζοντας ένα **φίλτρο** (ή **πυρήνα**, kernel) πάνω στα εικονοστοιχεία.
- Η συνέλιξη είναι μια πράξη που “συνδυάζει” δύο πίνακες αριθμών:
 - **Την αρχική εικόνα** (που είναι ένας πίνακας τιμών φωτεινότητας ή χρώματος).
 - **Έναν μικρό πίνακα**, τον **πυρήνα (kernel)** ή **μάσκα**, ο οποίος καθορίζει ποια λειτουργία θα εφαρμοστεί.

Συνέλιξη

- Ο πυρήνας “γλιστρά” πάνω από την εικόνα, ένα pixel τη φορά. Για κάθε θέση:
 1. Πολλαπλασιάζονται οι τιμές των pixels της περιοχής κάτω από τον πυρήνα με τις αντίστοιχες τιμές του πυρήνα.
 2. Τα αποτελέσματα αθροίζονται.
 3. Το άθροισμα αυτό γίνεται η νέα τιμή του pixel στο φιλτραρισμένο αποτέλεσμα.
- Η διαδικασία επαναλαμβάνεται για κάθε pixel της εικόνας.

Συνέλιξη

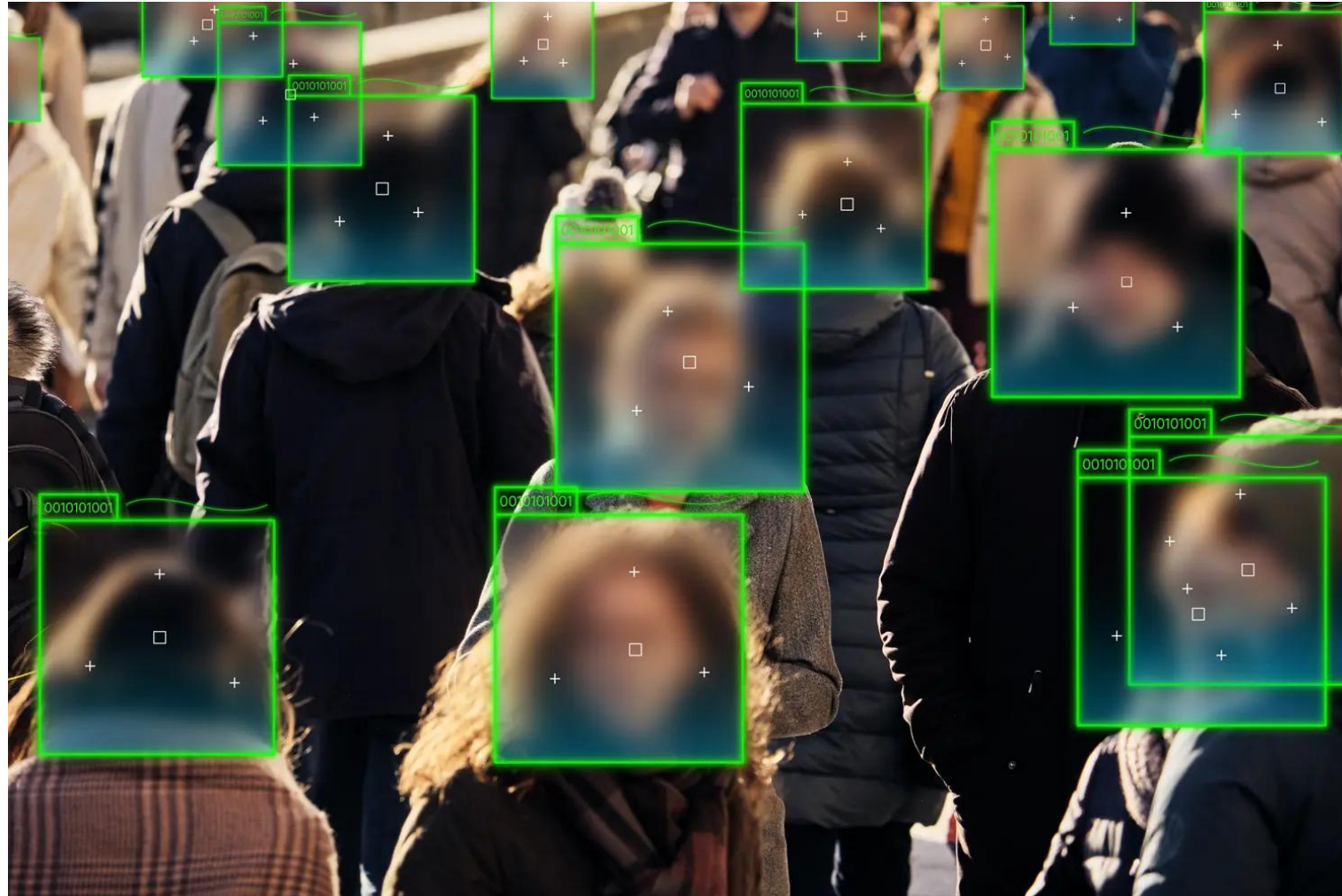


Εφαρμογές φίλτρων: Θόλωση (blurring)

- Υπολογίζει τον **μέσο όρο** των 9 γύρω pixel.
- Έτσι, μειώνονται οι απότομες αλλαγές φωτεινότητας και η εικόνα γίνεται πιο **ομαλή** ή **θολή**.
- Χρήσιμο για μείωση θορύβου ή “μαλάκωμα” λεπτομερειών.

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Εφαρμογές φίλτρων: Θόλωση (blurring)



Εφαρμογές φίλτρων: Ακόνισμα (sharpening)

- Ενισχύει τις διαφορές μεταξύ ενός pixel και των γειτόνων του.
- Αυτό κάνει τα **περιγράμματα πιο έντονα** και την εικόνα πιο **καθαρή/κοφτερή**.
- **Οπτικό αποτέλεσμα:** Αυξάνεται η ευκρίνεια, αλλά αν εφαρμοστεί υπερβολικά, μπορεί να φαίνονται τεχνητά “κοφτερά” τα άκρα.

$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Εφαρμογές φίλτρων: Ακόνισμα (sharpening)



Εφαρμογές φίλτρων: Εντοπισμός ακμών (sobel)

- Υπολογίζει τις **απότομες μεταβολές φωτεινότητας**, δηλαδή τα **περιθώρια αντικειμένων**.
- Συνήθως χρησιμοποιούνται και οι δύο μαζί για να βρεθούν όλες οι ακμές.
- **Οπτικό αποτέλεσμα:**
Η εικόνα γίνεται ασπρόμαυρη, με φωτεινές γραμμές όπου υπάρχουν όρια μεταξύ σχημάτων.

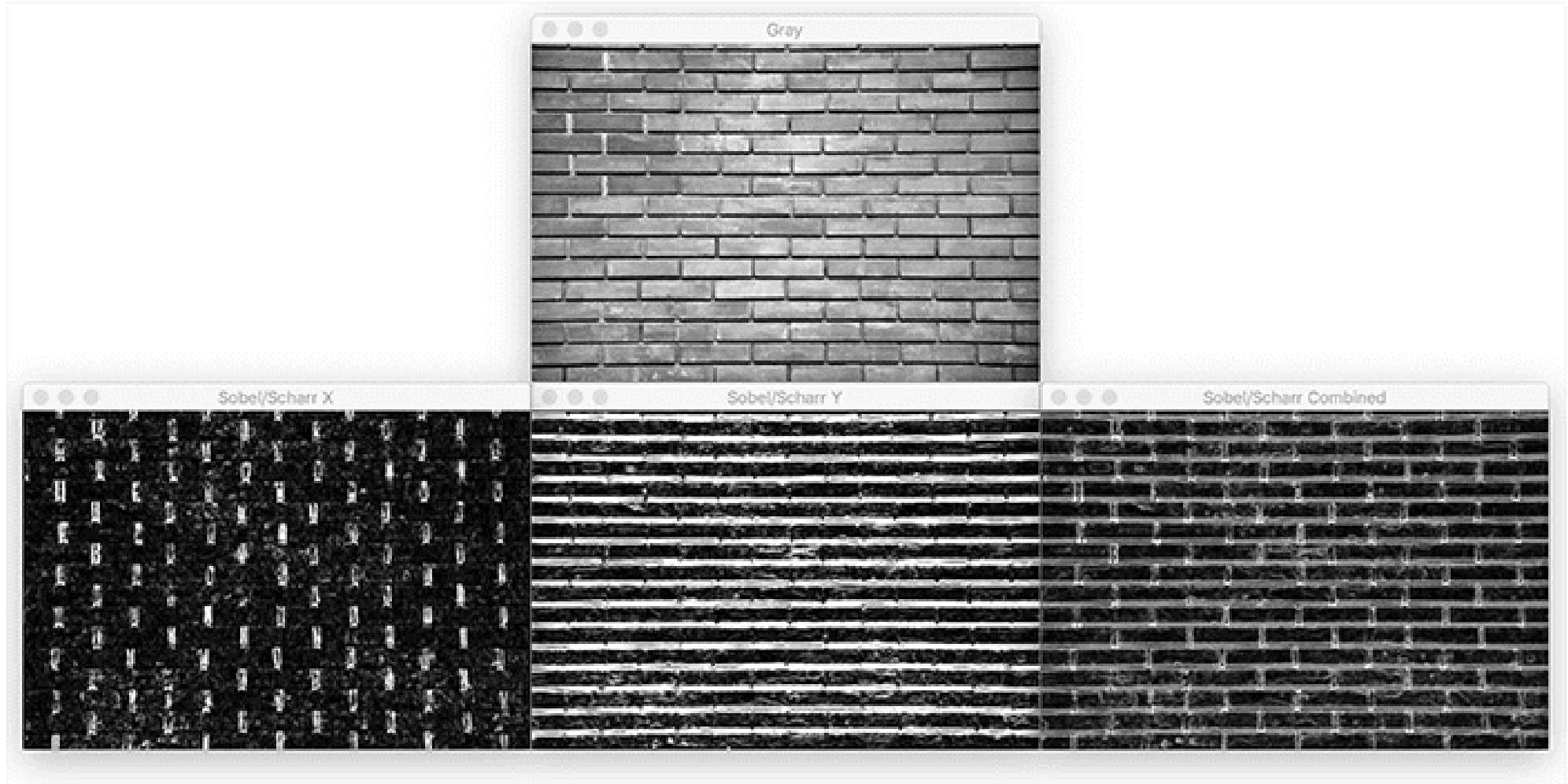
Πυρήνας για οριζόντιες ακμές (Sobel X):

$$\begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Πυρήνας για κάθετες ακμές (Sobel Y):

$$\begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

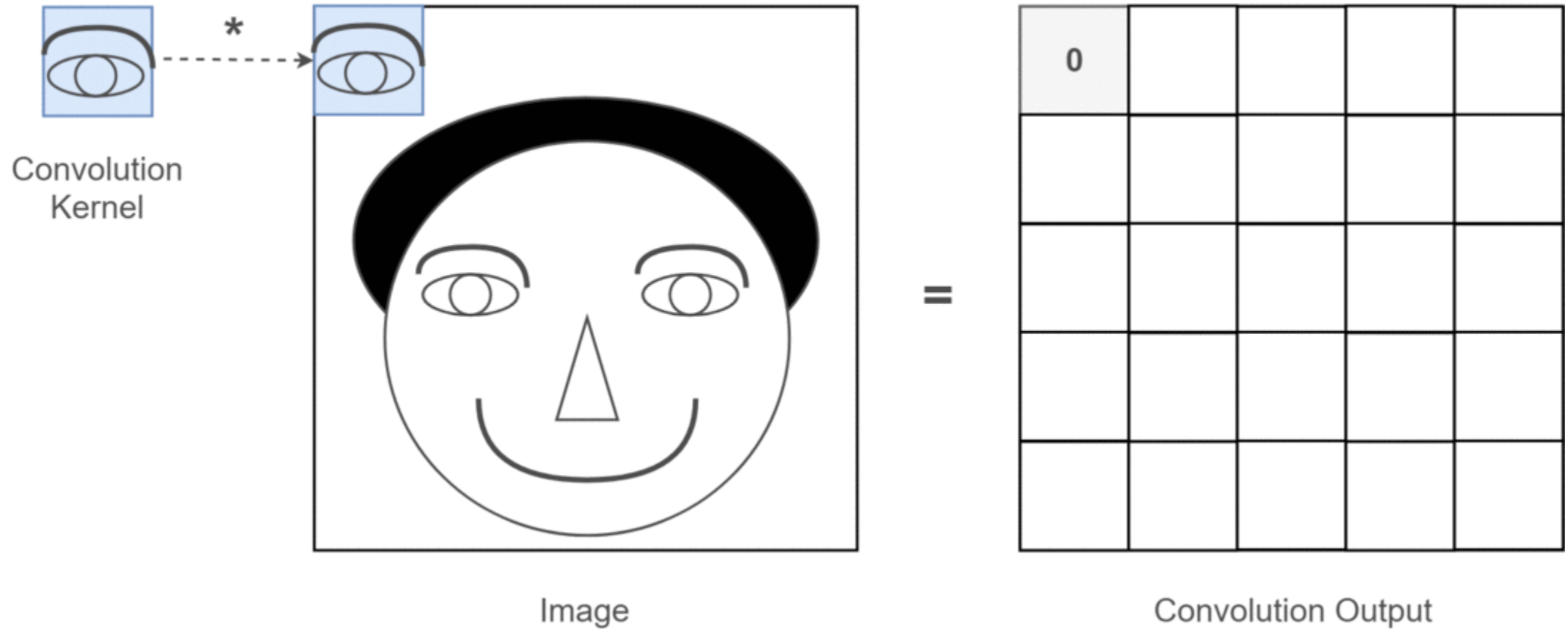
Εφαρμογές φίλτρων: Εντοπισμός ακμών (sobel)



Εντοπισμός αντικειμένων (Object detection)

- Η αντιστοίχιση αντικειμένων (**object matching**) είναι η διαδικασία εντοπισμού ή αναγνώρισης ενός συγκεκριμένου αντικειμένου μέσα σε μια εικόνα ή βίντεο.
- Χρησιμοποιείται για να συγκριθούν χαρακτηριστικά μοτίβα (**patterns**) μεταξύ μιας πρότυπης εικόνας (**template**) και μιας εικόνας στόχου.
- Στόχος: να εντοπιστεί πού και αν υπάρχει το αντικείμενο μέσα στη σκηνή

Εντοπισμός αντικειμένων (Object detection)



Εξαγωγή αντικειμένων: Active contours

- Τα ενεργά περιγράμματα (ή snakes) είναι καμπύλες που κινούνται μέσα σε μια εικόνα με στόχο να “αγκαλιάσουν” τα όρια (edges) ενός αντικειμένου.
- Στόχος τους είναι η αυτόματη ανίχνευση περιγραμμάτων χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση.
- Συνδυάζουν γεωμετρικές πληροφορίες και ενεργειακές συναρτήσεις για να προσεγγίσουν το πραγματικό περίγραμμα.

Εξαγωγή αντικειμένων: Active contours

- Ξεκινάμε με μια αρχική καμπύλη (συνήθως γύρω από το αντικείμενο).
- Η καμπύλη παραμορφώνεται σταδιακά για να ευθυγραμμιστεί με τα όρια φωτεινότητας της εικόνας.
- Η κίνηση καθορίζεται από ενεργειακές δυνάμεις που “τραβούν” ή “σπρώχνουν” την καμπύλη.
- Όταν η συνολική ενέργεια ελαχιστοποιηθεί, η καμπύλη σταθεροποιείται πάνω στο περίγραμμα του αντικειμένου.

Εξαγωγή αντικειμένων: Active contours

