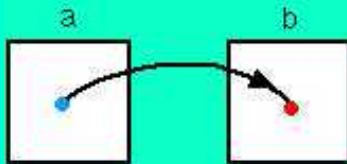
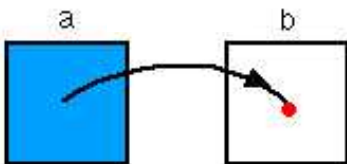


Σημειακές Λειτουργίες (Μετασχηματισμοί)

Τύποι Λειτουργιών

Οι λειτουργίες που μπορούν να εφαρμοσθούν σε ψηφιακές εικόνες για να μετασχηματίσουν την αρχική εικόνα $I[x, y]$ στην τελική εικόνα $F[x, y]$ (ή κάποια άλλη αναπαράσταση) ανήκουν σε 3 κατηγορίες:

Λειτουργία	Χαρακτηρισμός	Γραφική αναπαράσταση
σημειακή	η τελική τιμή στο (x, y) εξαρτάται μόνο από την αρχική τιμή στο (x, y) . Πολυπλοκότητα / pixel : $O(1)$	
τοπική	η τελική τιμή στο (x, y) εξαρτάται από τις αρχικές τιμές μιας γειτονιάς γύρω από το (x, y) . Πολυπλοκότητα / pixel : $O(n)$	
καθολική	η τελική τιμή στο (x, y) εξαρτάται από όλες τις τιμές της αρχικής εικόνας. Πολυπλοκότητα / pixel : $O(M \cdot N)$	

Σημειακές Λειτουργίες

Οι σημειακές λειτουργίες μετασχηματίζουν την τιμή γκρίζου ενός pixel (x, y) ως συνάρτηση της τιμής αυτής και μόνο:

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

ή $s = T(r)$

όπου $r = f(x, y)$ είναι η αρχική τιμή γκρίζου και $s = g(x, y)$ η τελική τιμή γκρίζου στο ίδιο pixel.

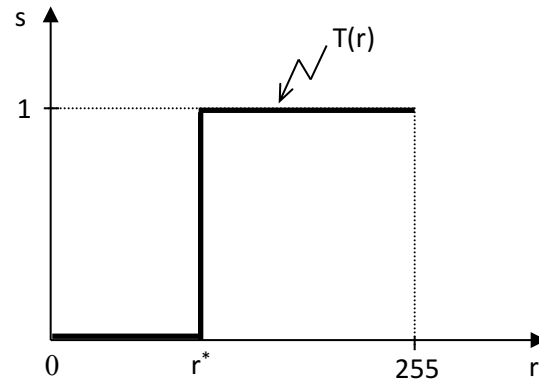
Οι μετασχηματισμοί αυτοί ονομάζονται **- . /012345* /062 - 7 . /261 - /45** ή **/062 - 7 . /261 - /45* - . /0548**.

Παραδείγματα Σημειακών Λειτουργιών

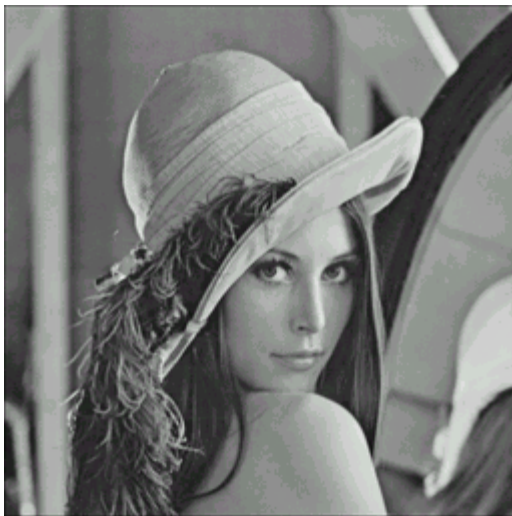
- Διόρθωση φωτεινότητας
- Ρύθμιση χρωματικής αντίθεσης (contrast)
- Διόρθωση συντελεστή γάμμα (gamma correction)
- Ισοστάθμιση ιστογράμματος
- Χρωματική διόρθωση

Μετατροπή ψηφιακής εικόνας σε δυαδική

$$s = \text{sgn}(r - r^*)$$

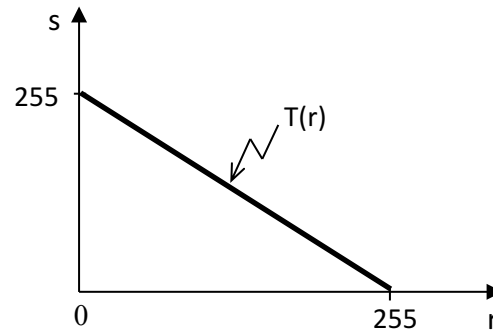


M/T μετατροπής σε δυαδική εικόνα.



Αρνητικό εικόνας

$$s = 255 - r$$



Αρνητικό εικόνας.



Ενίσχυση Χρωματικής Αντίθεσης

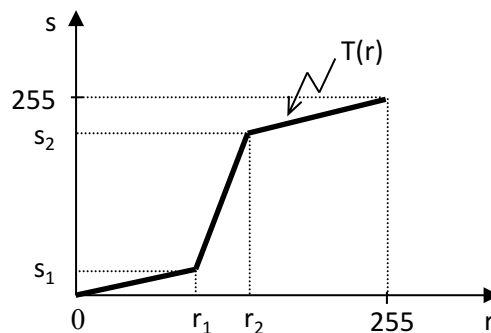
$$s = (s_1/r_1) r \quad \text{για } 0 < r \leq r_1$$

$$s = s_1 + ((s_2 - s_1)/(r_2 - r_1)) (r - r_1)$$

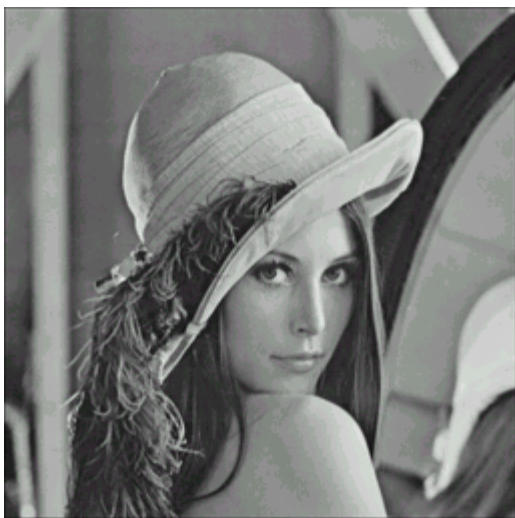
$$\text{για } r_1 < r \leq r_2$$

$$s = s_1 + ((255 - s_2)/(255 - r_2)) (r - r_2)$$

$$\text{για } r_2 < r \leq 255$$

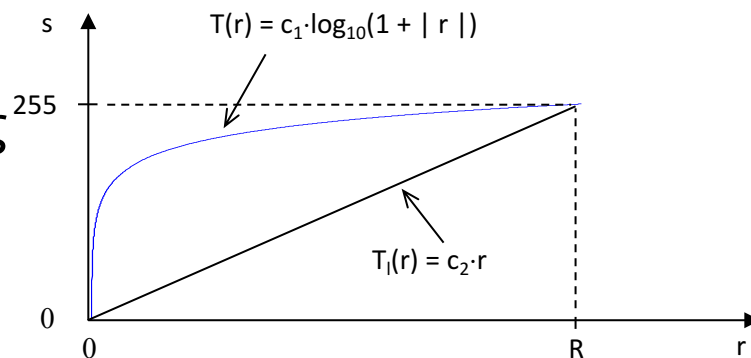


Ενίσχυση αντίθεσης.

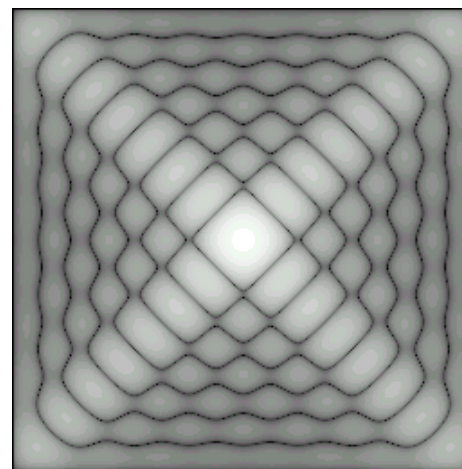
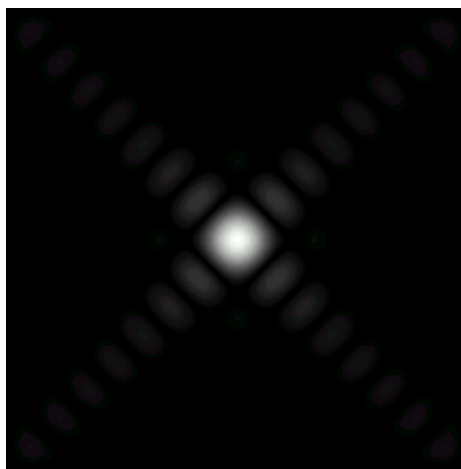
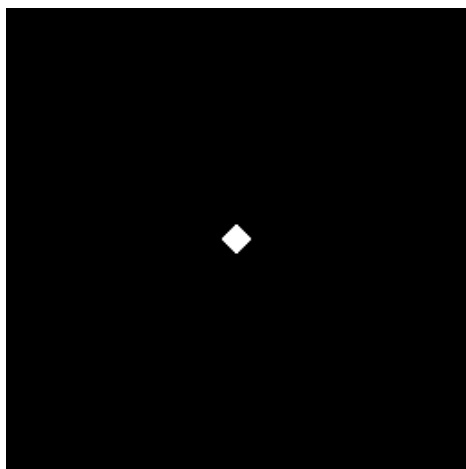


Συμπίεση Δυναμικής Περιοχής

Συμπίεση της περιοχής των τιμών ενός 2Δ πίνακα όταν αυτές είναι εκτός του διαστήματος $[0, 255]$ με γραμμικό ή λογαριθμικό μετασχηματισμό ώστε να εμφανισθεί ως εικόνα.



Λογαριθμικός μετασχηματισμός.



Ιστόγραμμα Μονοχρωματικής Εικόνας

Έστω μονοχρωματική εικόνα $f(x, y)$ με βάθος χρώματος 8 bits.

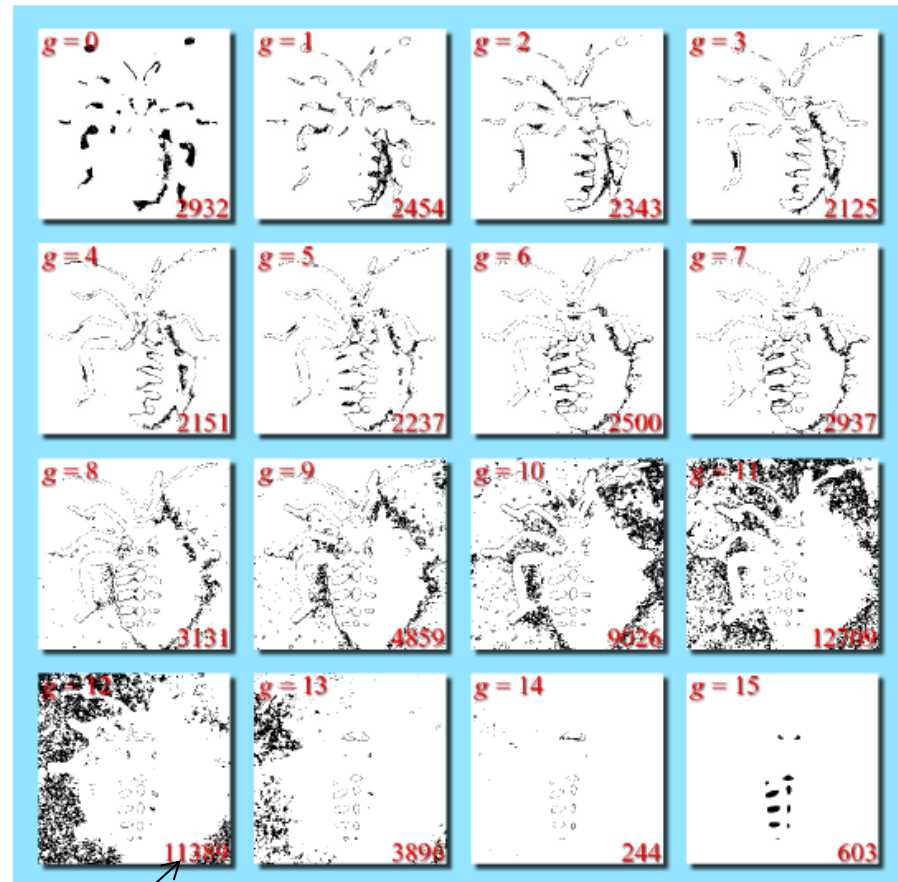
- Το ιστόγραμμα h της $f(x, y)$ είναι ένα διάνυσμα 256 στοιχείων.
- Τα στοιχεία $h(r)$ για $r = 0, 1, \dots, 255$ είναι ακέραιοι αριθμοί.
- Το $h(r)$ αναπαριστά το πλήθος των pixels της εικόνας που έχουν τιμή γκρίζου ίση με r .

Ιστόγραμμα Μονοχρωματικής Εικόνας



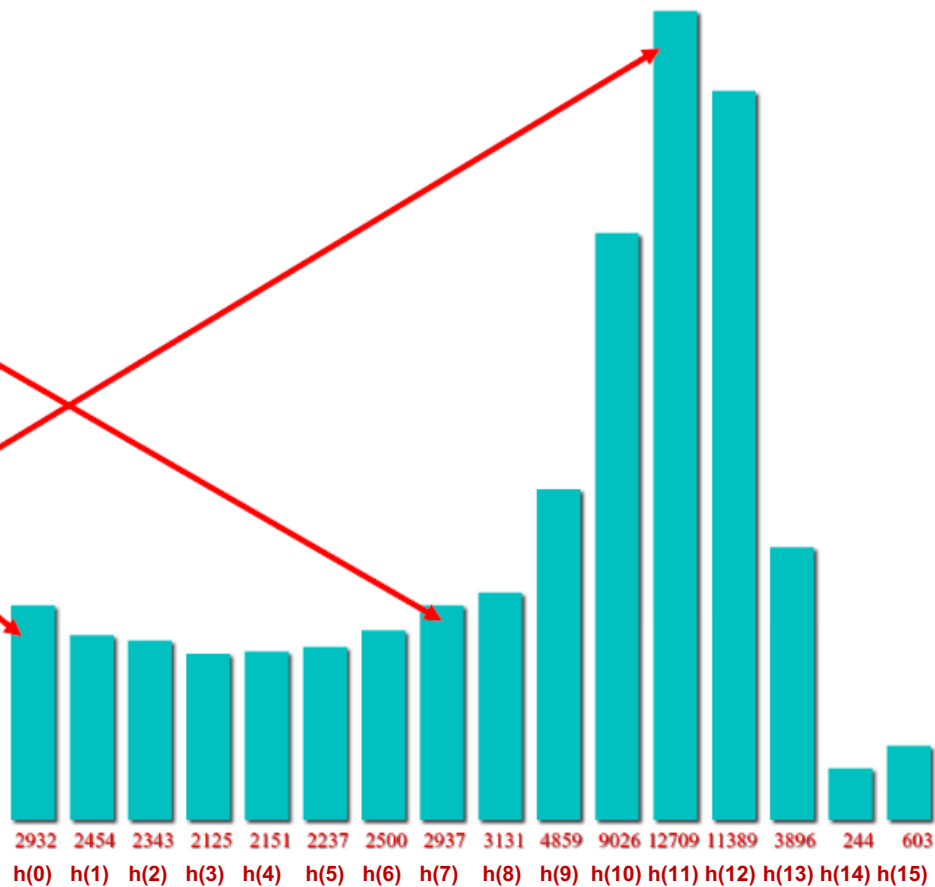
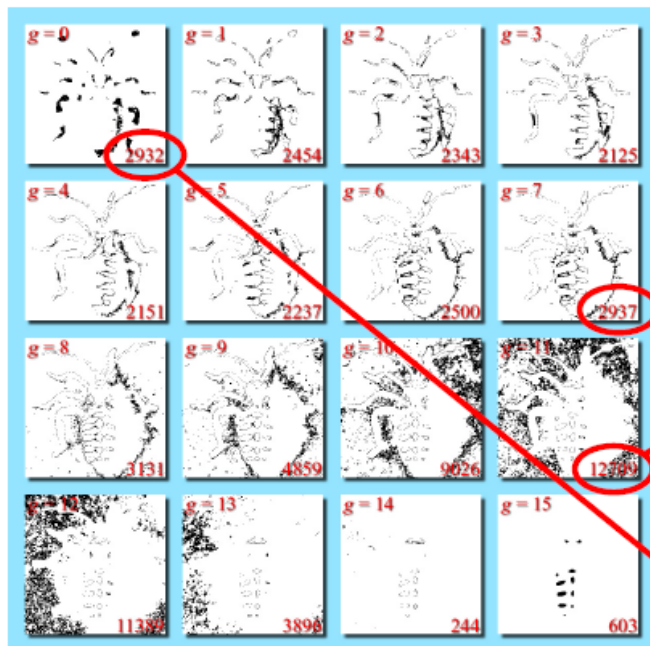
εικόνα 16 επιπέδων γκρίζου

με μαύρο εμφανίζονται τα *pixels* που
έχουν τιμή γκρίζου g



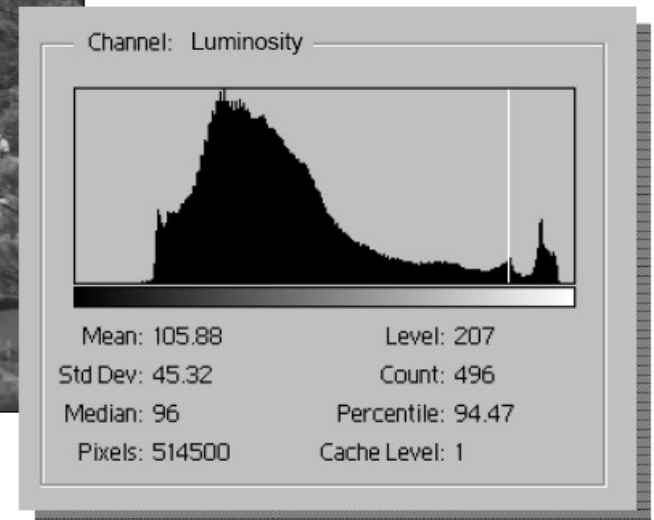
πλήθος *pixels* με τιμή γκρίζου g

Ιστόγραμμα Μονοχρωματικής Εικόνας



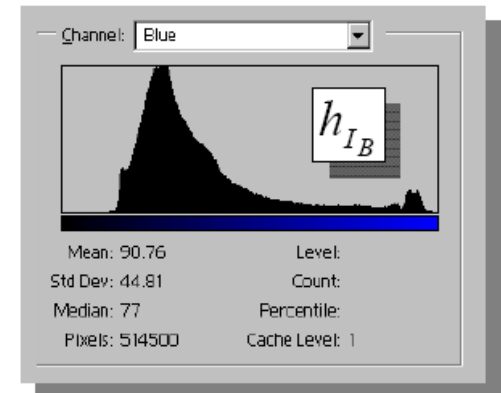
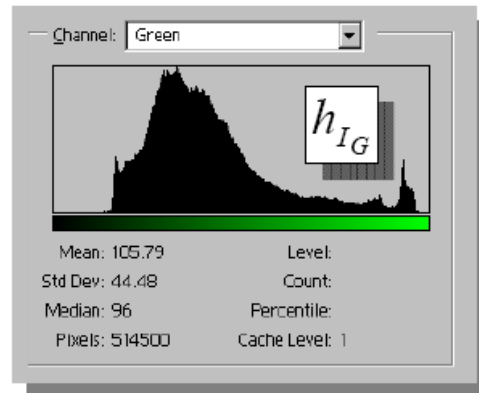
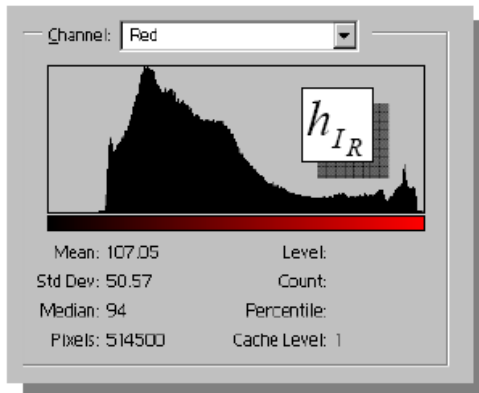
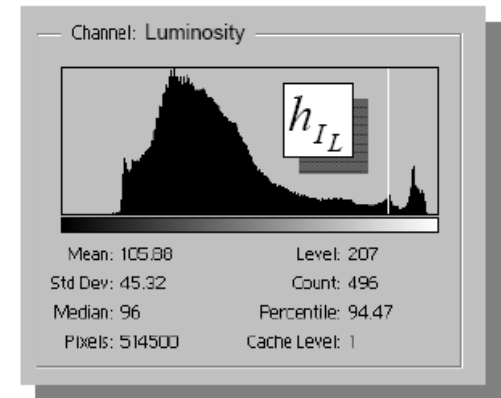
Γραφική παράσταση ιστογράμματος

Ιστόγραμμα Μονοχρωματικής Εικόνας

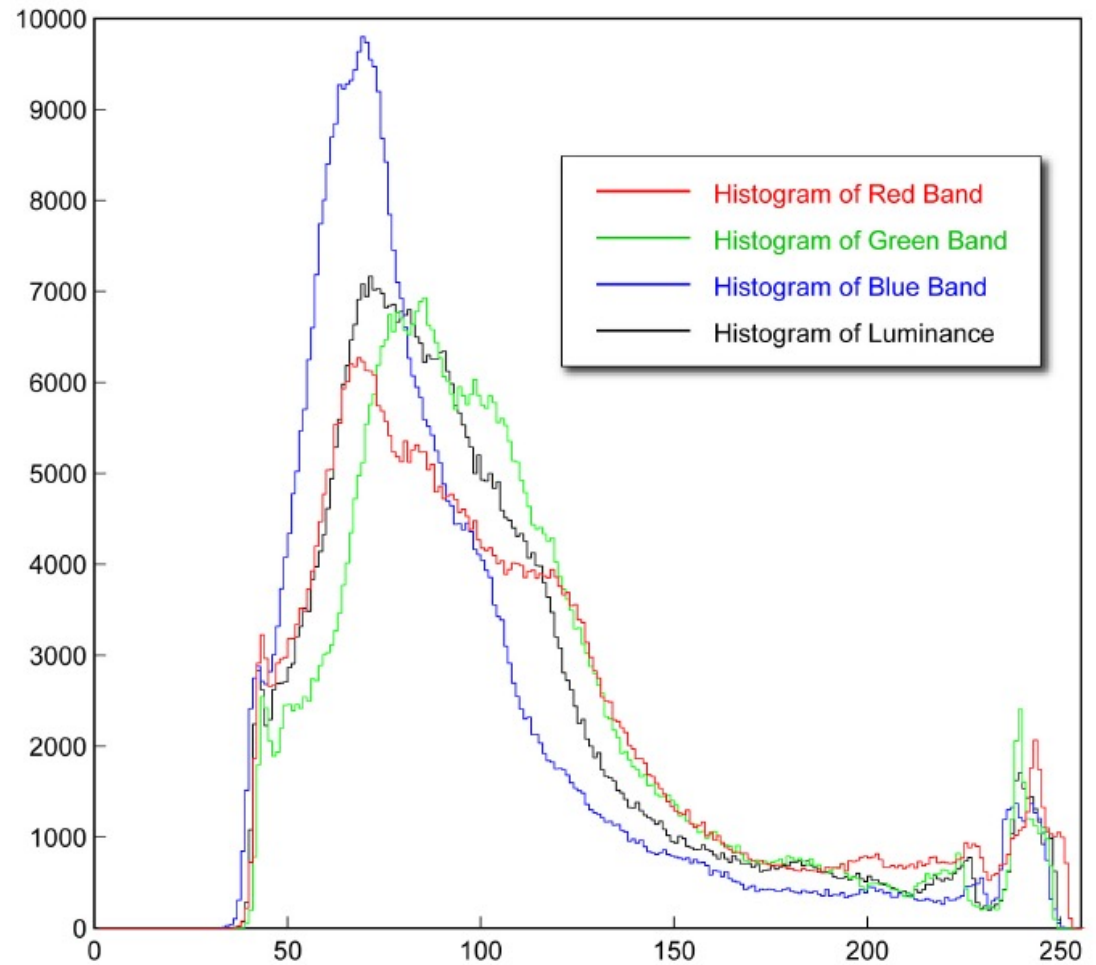


Ιστόγραμμα Έγχρωμης Εικόνας

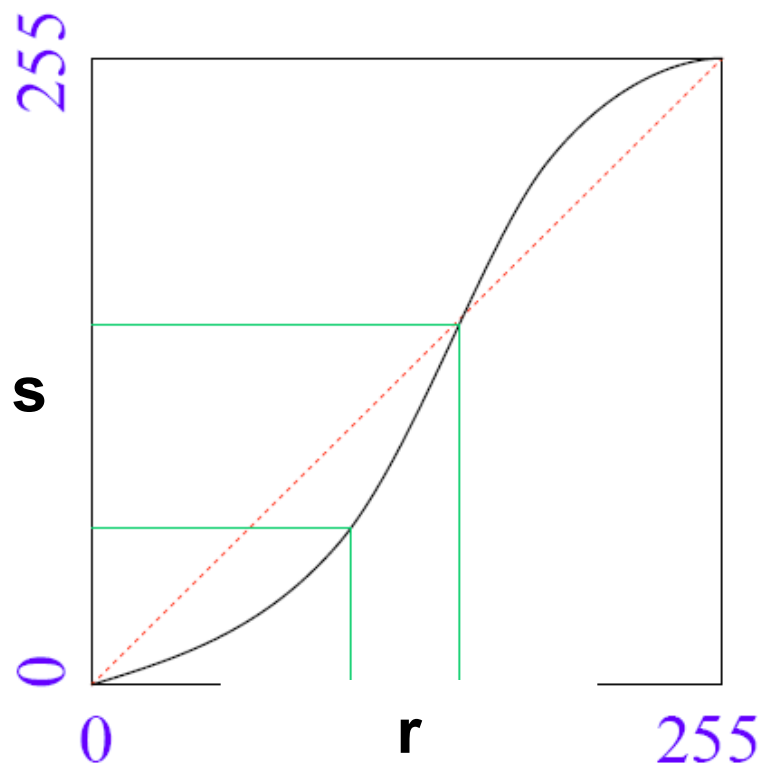
Ένα ιστόγραμμα για
κάθε χρωματικό κανάλι
R, G, B και ένα για τη
φωτεινότητα $(R+G+B)/3$.



Ιστόγραμμα Έγχρωμης Εικόνας



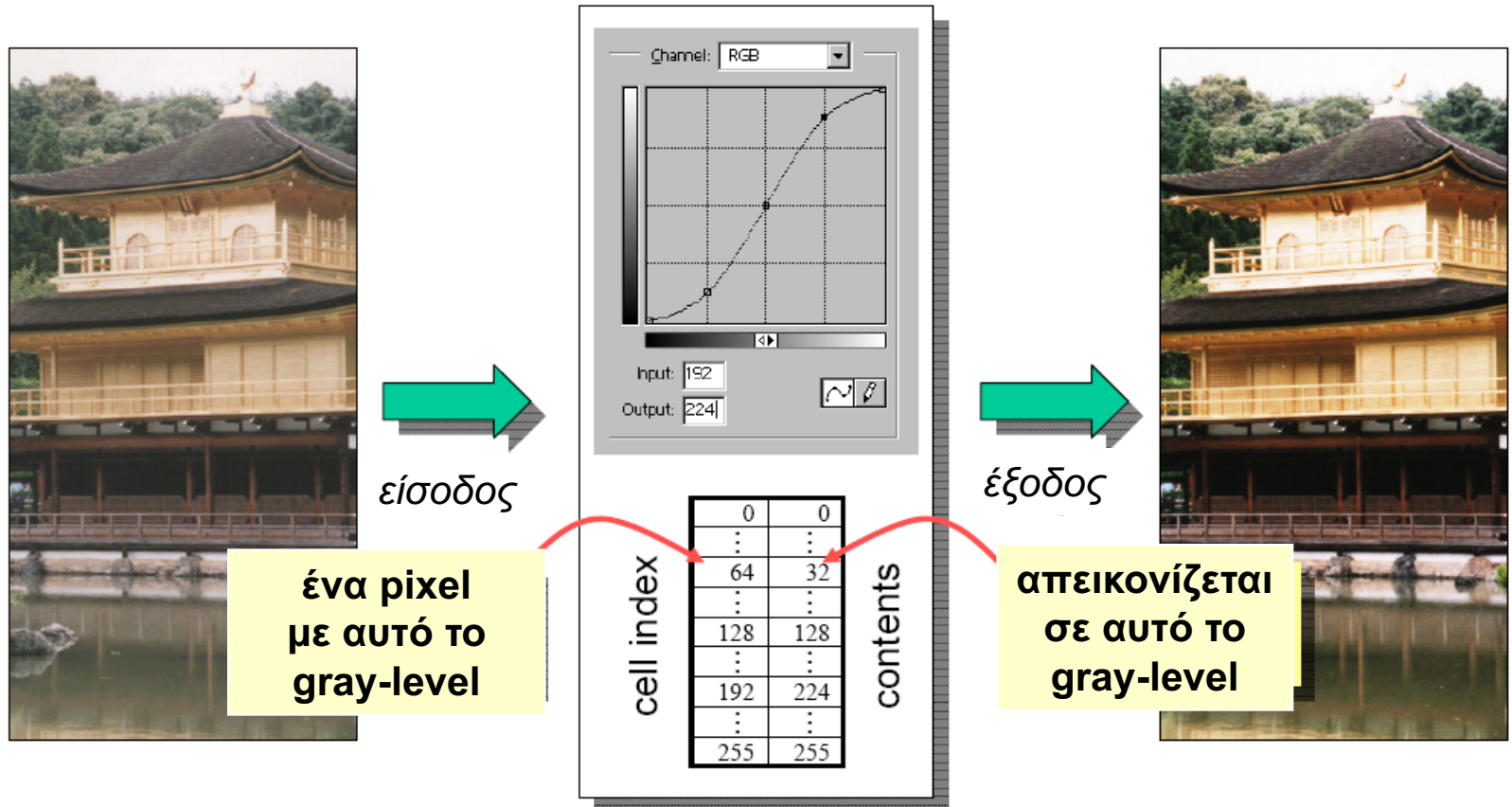
Υλοποίηση Σημειακού M/T με Πίνακα Αναζήτησης



π.χ.

r	s
δείκτης	τιμή
...	...
101	64
102	68
103	69
104	70
105	70
106	71
...	...
είσοδος	έξοδος

Πίνακας Αναζήτησης (Look-up Table)



Παράδειγμα Δημιουργίας Πίνακα Αναζήτησης

For example:

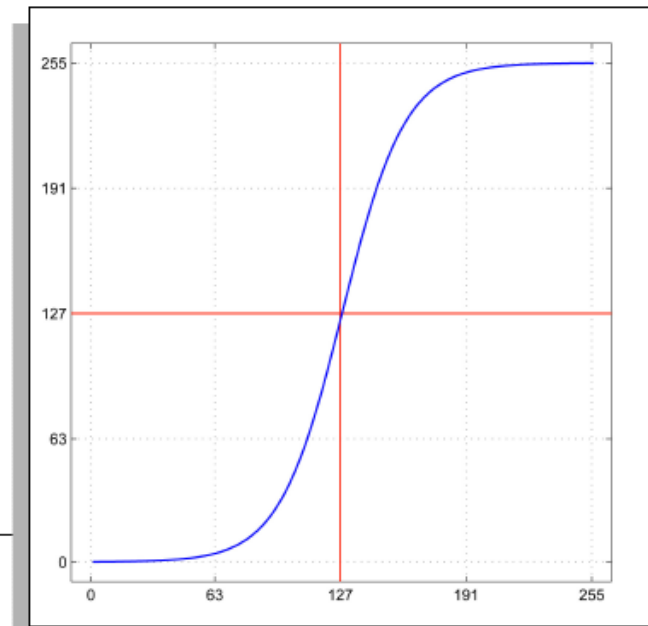
Let $a = 2$.

Let $x \in \{0, \dots, 255\}$

$$\sigma(x; a) = \frac{255}{1 + e^{-a(x-127)/32}}$$

Or in Matlab:

```
a = 2;  
x = 0:255;  
LUT = 255 ./ (1+exp(-a*(x-127)/32));
```



J = LUT(I);

τελική εικόνα

αρχική εικόνα

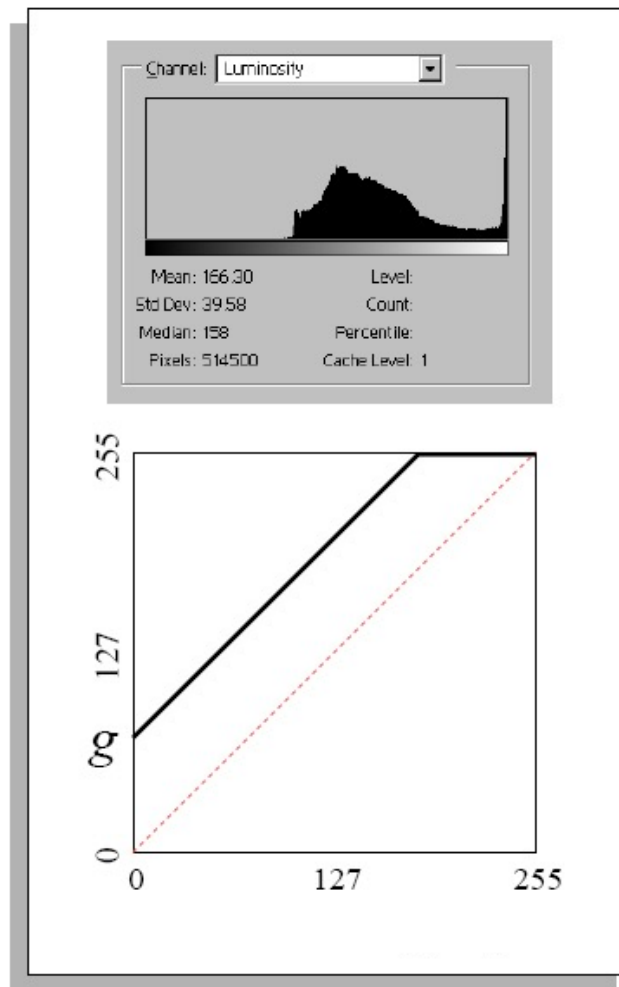
Αύξηση Φωτεινότητας



$$s_k = r_k + g, \quad \text{αν } r_k + g \leq 255$$

$$s_k = 255, \quad \text{αν } r_k + g > 255$$

όπου $k = 1, 2$ ή 3 είναι ο δείκτης του χρωματικού καναλιού και $g > 0$.



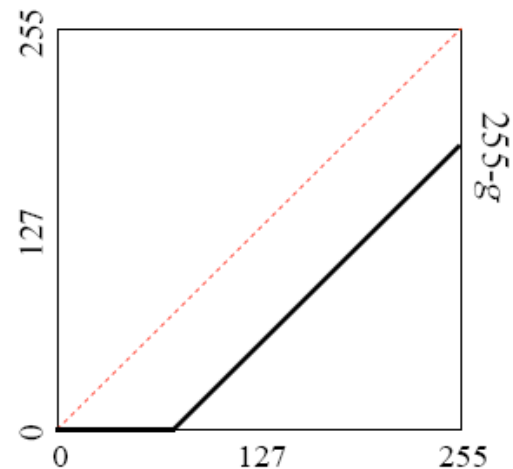
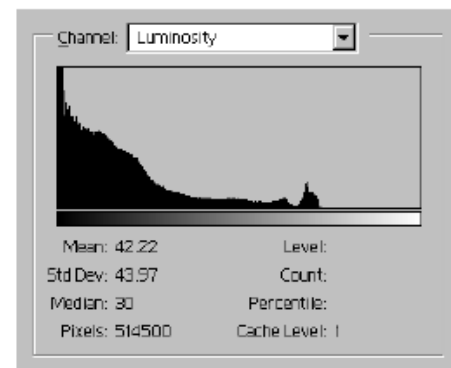
Μείωση Φωτεινότητας



$$s_k = r_k - g, \quad \text{αν } r_k - g \geq 0$$

$$s_k = 0, \quad \text{αν } r_k - g < 0$$

όπου $k = 1, 2$ ή 3 είναι ο δείκτης του χρωματικού καναλιού και $g > 0$.

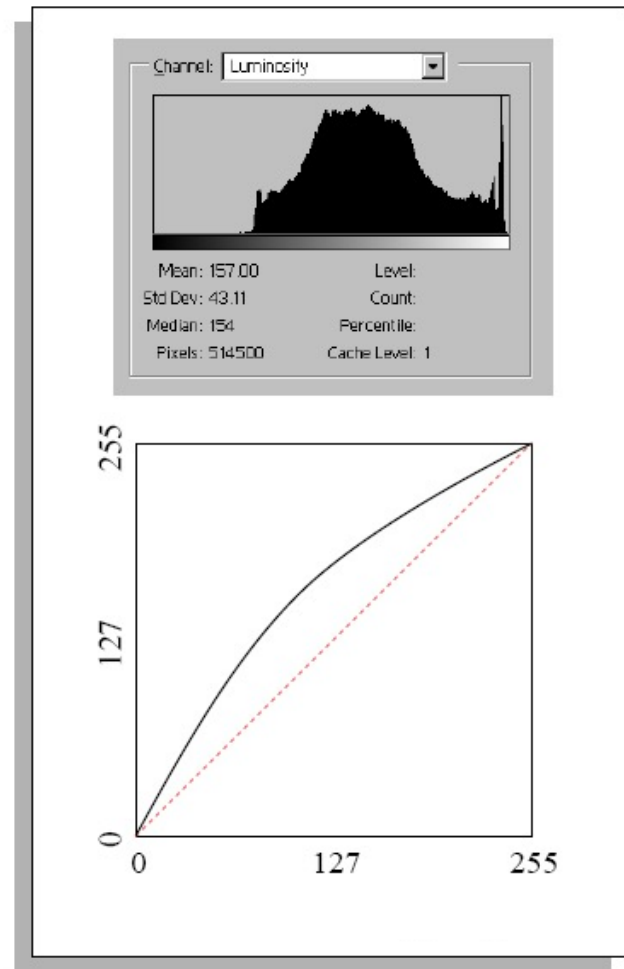


Μείωση συντελεστή γάμμα



$$s_k = 255 (r/255)^\gamma \quad \text{και} \quad \gamma < 1.0$$

όπου $k = 1, 2$ ή 3 είναι ο δείκτης του χρωματικού καναλιού.

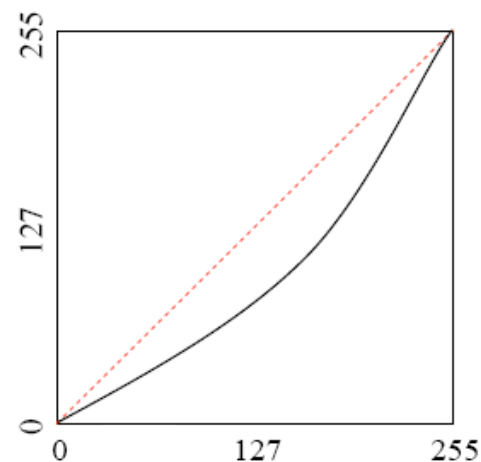
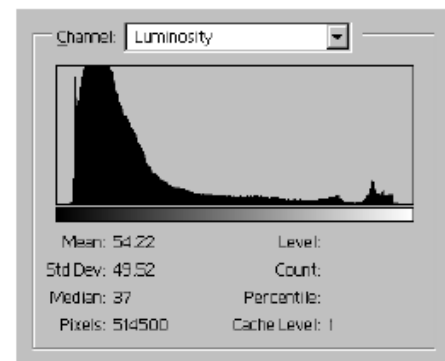


Αύξηση συντελεστή γάμμα

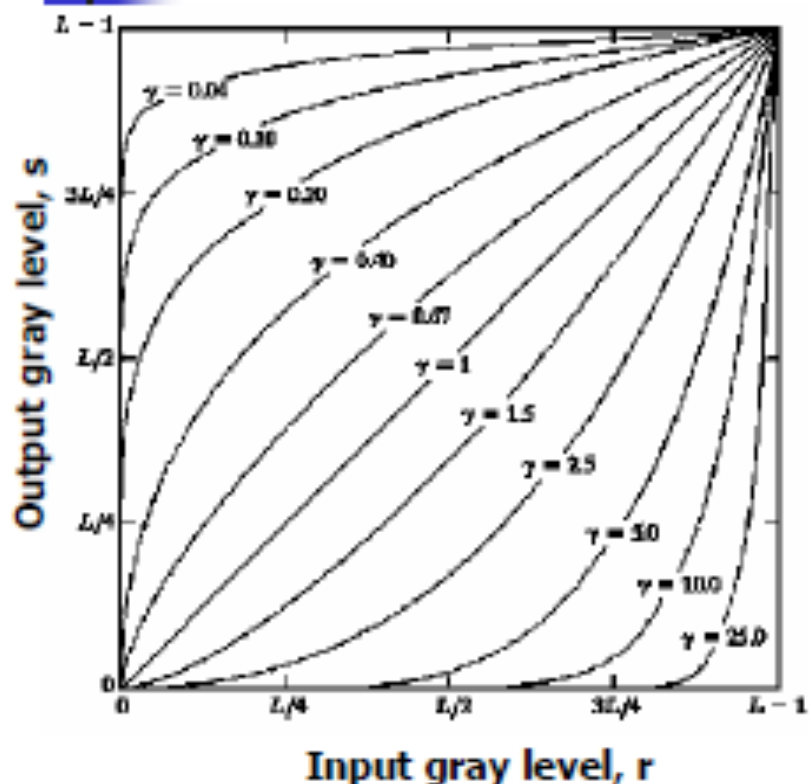


$$s_k = 255 (r/255)^\gamma \quad \text{και} \quad \gamma > 1.0$$

όπου $k = 1, 2$ ή 3 είναι ο δείκτης του χρωματικού καναλιού.



Μετασχηματισμοί ύψωσης σε δύναμη

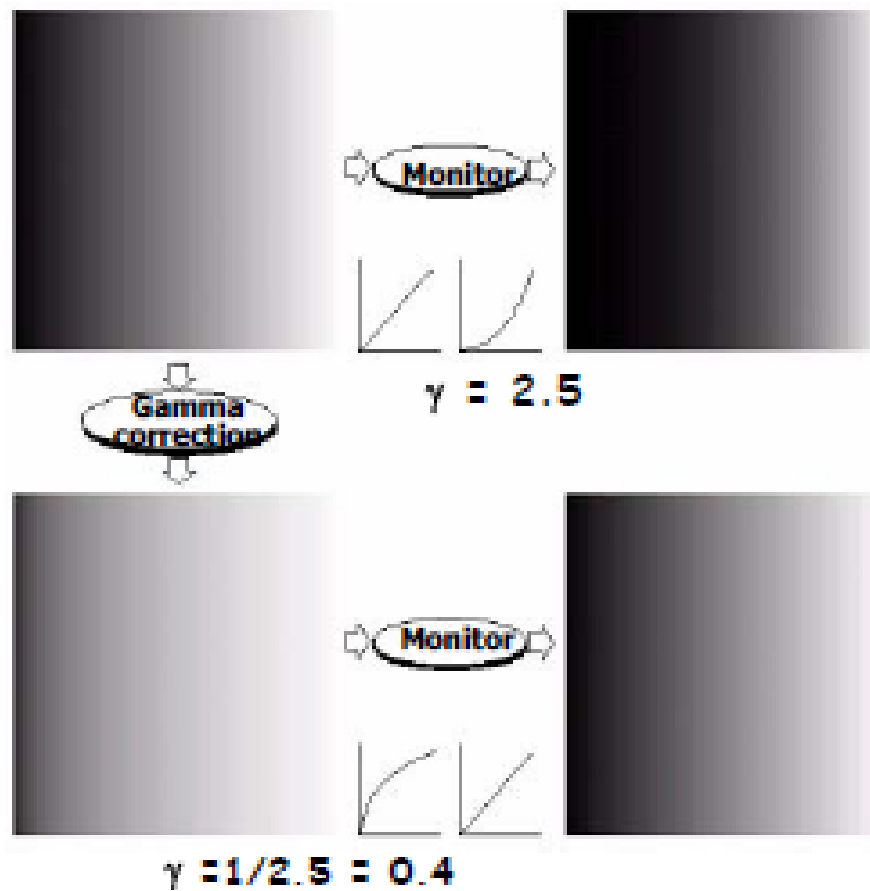


Plots of $s = cr^\gamma$ for various values of γ
($c = 1$ in all cases)

$$s = cr^\gamma$$

- c and γ are positive constants
- Power-law curves with fractional values of γ map a narrow range of dark input values into a wider range of output values, with the opposite being true for higher values of input levels.
- $c = \gamma = 1 \Rightarrow$ Identity function

Διόρθωση συντελεστή γ σε οθόνες CRT



- Cathode ray tube (CRT) devices have an intensity-to-voltage response that is a power function, with γ varying from 1.8 to 2.5
- The picture will become darker.
- Gamma correction is done by preprocessing the image before inputting it to the monitor with $s = cr^{1/\gamma}$

Βιβλιογραφία

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