DIP_04 – Βελτιστοποίηση εικόνας

ΤΕΙ Κρήτης

ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΙΚΟΝΑΣ

Σκοπός μιας τέτοιας τεχνικής μπορεί να είναι:

- ✓ η βελτιστοποίηση της οπτικής εμφάνισης μιας εικόνας όπως την αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος,
- ✓ η τροποποίηση των εικόνων με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι αποτελεσματικότερη η παραπέρα ανάλυση ή χρησιμοποίησή τους.

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΙΛΤΡΑΡΙΣΜΑΤΟΣ

Οι Τεχνικές Φιλτραρίσματος χωρίζονται σε Τεχνικές :

- ✓ στο Πεδίο του Χώρου (Spatial Domain) και
- ✓ σε Τεχνικές στο Πεδίο της Συχνότητας (Frequency Domain).

Διακρίνονται επίσης και ως Γραμμικές ή μη Γραμμικές Τεχνικές Φιλτραρίσματος.

ΕΙΔΗ ΦΙΛΤΡΩΝ

- ✓ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ (mean FILTER)
- ✓ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΤΙΜΗΣ (median FILTER)
- ✓ΦΙΛΤΡΟ max-min
- ✓ΦΙΛΤΡΟ max/median
- ✓ΦΙΛΤΡΑ GAUSS

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ (mean FILTER)

Η λειτουργία του φίλτρου μέσης τιμής συνίσταται με την αντικατάσταση της φωτεινότητας σε κάθε εικονοστοιχείο με τη μέση φωτεινότητα σε μια γειτονιά του.

Αν N είναι η γειτονιά του εικονοστοιχείου (i,j) μιας εικόνας I, τότε η τιμή του εικονοστοιχείου (i,j) αντικαθίσταται με τη βοήθεια της σχέσης:

$$I'(i,j) = \frac{1}{M} \sum_{(x,y)\in N} I(x,y)$$

όπου M το πλήθος των εικονοστοιχείων της γειτονιάς N.

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ (mean FILTER)

Η γειτονιά Ν είναι συνήθως καθορισμένη για κάθε επεξεργασία και συνήθως αντιστοιχεί σε τετράγωνες μάσκες. Έτσι για ακτίνα ίση με ένα έχουμε ουσιαστικά μια γειτονιά διαστάσεων 3×3.

Ένα 3×3 φίλτρο μέσης τιμής μπορεί πρακτικά να υλοποιηθεί με μια μάσκα της μορφής:

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

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ (mean FILTER)

Το φίλτρο μέσης τιμής μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κατωδιαβατό φίλτρο.
Αν θέλουμε να τονίσουμε περισσότερο τη συνεισφορά των εικονοστοιχείων ανάλογα με την απόσταση τους, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε μάσκες εξομάλυνσης όπως η παρακάτω

$$\frac{1}{16}\begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΗΣ ΤΙΜΗΣ (mean FILTER)

Μια παραλλαγή του φίλτρου μέσης τιμής είναι τα φίλτρα μέσης τιμής υπό συνθήκες (conditional local averaging filters), όπου ανήκει η μέθοδος των Lev, Zucker σύμφωνα με την οποία η τιμή του εικονο-στοιχείου (i,j) αντικαθίσταται με τη μέση τιμή των εικονοστοιχείων της γειτονιάς του:

$$I'(i,j) = \frac{1}{n} \sum_{(x,y)\in S} I(x,y)$$

όπου $S = \left\{ I(x,y) \in N : \left| I(i,j) - I(x,y) \right| < T \right\}$

και n το πλήθος των στοιχείων του S.

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΤΙΜΗΣ (median FILTER)

Το φιλτράρισμα με ένα φίλτρο μεσαίας τιμής είναι μια μη γραμμική τεχνική. Η τιμή median ενός συνόλου *A* είναι ίση με τη μεσαία τιμή του συνόλου.

Συγκεκριμένα, έστω

$$A = \{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$$

το σύνολο με στοιχεία $a_1 \leq a_2 \leq \ldots \leq a_n \in R$.

Το φίλτρο μεσαίας τιμής χρησιμοποιείται για την εξομάλυνση (smoothing) των ακμών και τη μείωση του θορύβου μιας εικόνας.

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΤΙΜΗΣ (median FILTER)

Το median του *A* ισούται με

$$median(A) = \begin{cases} a_{\frac{n+1}{2}} \lfloor n, \pi\varepsilon\rho\iota\tau\tau o\varsigma \\ \frac{1}{2}\left(a_{\frac{n}{2}} + a_{\frac{n}{2}+1} \right) \lfloor n, \alpha\rho\tau\iota o\varsigma \end{cases}$$

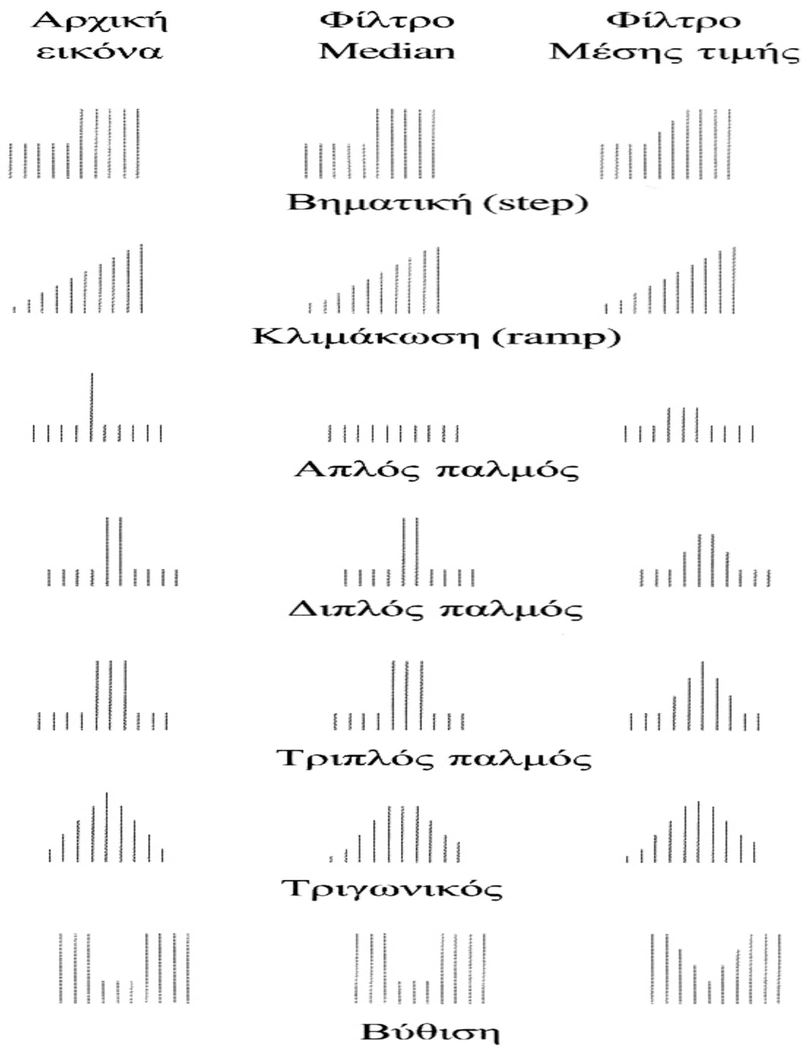
Για παράδειγμα median{4,3,5,8,2}=4,

median{4,3,5,8,2,6}=4.5

Από τον ορισμό του median προκύπτει:

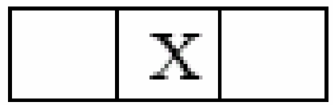
- ✓ median(k+A) = k+median(A)
- ✓ median(k·A) = k·median(A)
- ✓ median(A+B)≠median(A)+ median(B)

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΤΙΜΗΣ (median FILTER)



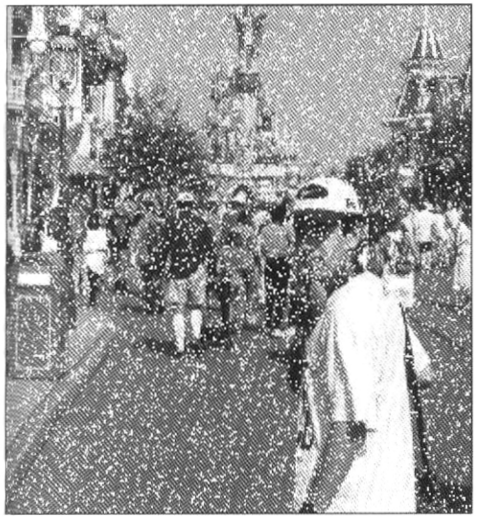
Εφαρμογή του φίλτρου median σε μονοδιάστατα σήματα.

η ακτίνα του παράθυρο είναι ίση με ένα, δηλαδή έχει τη μορφή



ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΤΙΜΗΣ (median FILTER)

✓ Τα φίλτρα median μπορούν να θεωρηθούν ως ειδική περίπτωση των φίλτρων rank (κατάταξης).

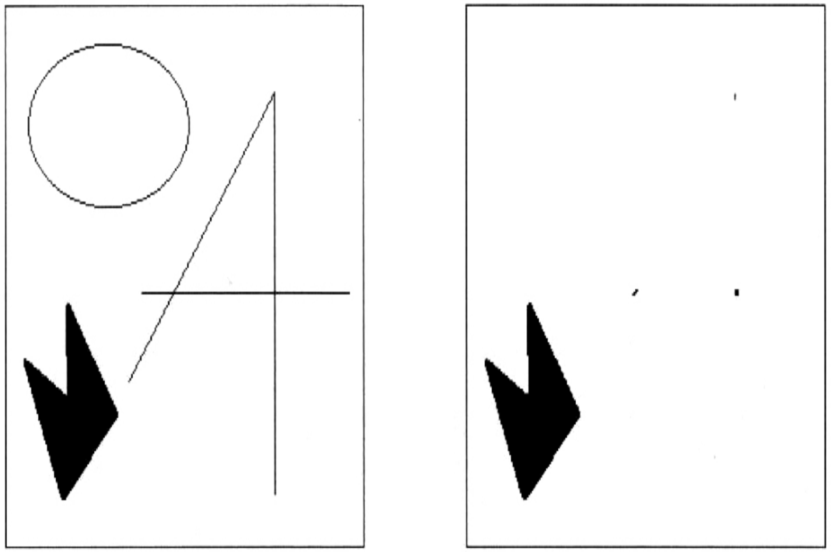


(α)

(β)

Εφαρμογή φίλτρου median (α) αρχική εικόνα με κρουστικό θόρυβο,(β) αποτέ-λεσμα της εφαρμογής ενός φίλτρου median ακτίνας ίσης με ένα.

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΤΙΜΗΣ (median FILTER)

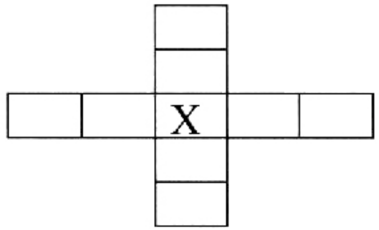


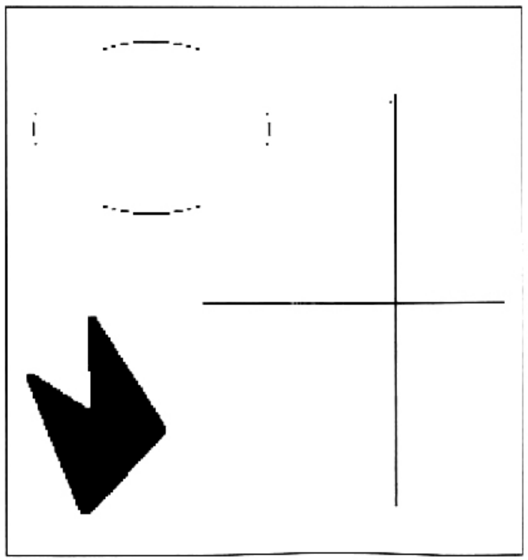
(α) (β)

Σχήμα 5: Εφαρμογή φίλτρου median: (α) αρχική εικόνα με θόρυβο και λεπτές γραμμές (β) αποτέλεσμα της εφαρ-μογής ενός φίλτρου median ακτίνας ίσης με ένα.

ΦΙΛΤΡΟ ΜΕΣΑΙΑΣ ΤΙΜΗΣ (median FILTER)

Εναλλακτική μορφή μάσκας.





Εφαρμογή φίλτρου median με γειτονιά αυτή του προηγούμενου σχήματος

ΦΙΛΤΡΟ min/max

- ✓ Τα φίλτρα min/max (ελαχίστου / μεγίστου) είναι μη γραμμικά φίλτρα τάξης.

- Το φίλτρο ελαχίστου έχει ως αποτέλεσμα να απλώνει μαύρες περιοχές και να συρρικνώνει λευκές.

- Το φίλτρο μεγίστου απλώνει λευκές περιοχές και συρρικνώνει μαύρες.

ΦΙΛΤΡΟ max/median

Τα υβριδικά φίλτρα max/median ανήκουν και αυτά στην κατηγορία των φίλτρων τάξης (ranked order filters). η απόκριση ενός max/ranked φίλτρου στο N-δισδιάστατο χώρο ορίζεται ως

$$y_{m_1,m_2,\ldots,m_N} = \max(z_1, z_2, \ldots, z_k)$$

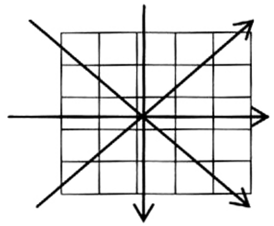
όπου τα z_i είναι το χαρακτηριστικό τάξης του υποσυνόλου i μιας γειτονιάς. Δηλαδή

$$z_i = rank\left[S_i\right]$$

με k το πλήθος των υποσυνόλων και S_i, το υποσύνολο i.

ΦΙΛΤΡΟ max/median

Οι τέσσερις ευθείες των. υποσυνόλων.



Αν ορίσουμε με $a_{m,n}$ και $y_{m,n}$ την είσοδο και την έξοδο αντίστοιχα ενός 2N+1 max/median φίλτρου στη θέση (m,n) τότε

$$y_{m,n} = \max\left[z_1, z_2, z_3, z_4\right]$$

όπου

$$z_1 = median(a_{m,n-N}, \ldots, a_{m,n}, \ldots, a_{m,n+N}) \qquad z_2 = median(a_{m-N,n}, \ldots, a_{m,n}, \ldots, a_{m-N,n})$$

$$z_3 = median(a_{m+N,n-N}, \ldots, a_{m,n}, \ldots, a_{m-N,n+N}) \qquad z_4 = median(a_{m-N,n-N}, \ldots, a_{m,n}, \ldots, a_{m+N,n+N})$$

Άρα για ένα παράθυρο, διαστάσεων (2N +1) × (2N+1), το φίλτρο max/median χρησιμοποιεί 8N + I τιμές.

ΦΙΛΤΡΑ GAUSS

Τα φίλτρα Gauss είναι κατωδιαβατά (low-pass) φίλτρα και συνεπώς εκτός της ικανότητας φιλτραρίσματος θορύβου επιφέρουν θάμπωση στην εικόνα.

- Για τον προσεγγιστικό σχεδιασμό των φίλτρων Gauss μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους συντελεστές του διωνυμικού αναπτύγματος:

$$(1+x)^n = \binom{n}{0} + \binom{n}{1}x + \binom{n}{2}x^2 + \ldots + \binom{n}{n}x^n$$

ΦΙΛΤΡΑ GAUSS

- Μια άλλη προσέγγιση στο σχεδιασμό φίλτρων Gauss είναι να υπολογίσουμε τα βάρη της μάσκας απευθείας από την ασυνεχή κατανομή Gauss:

$$g[i, j] = c e^{\frac{-(i^2 + j^2)}{2\sigma^2}}$$

Όπου το c είναι σταθερά κανονικοποίησης. Έτσι:

$$\frac{g[i, j]}{c} = e^{\frac{-(i^2 + j^2)}{2\sigma^2}}$$

και επιλέγοντας μια τιμή για το σ^2 , μπορούμε να το υπολογίσουμε σε ένα n × n παράθυρο για να πάρουμε μια μάσκα για την οποία η τιμή στο [0,0] είναι 1.

ΦΙΛΤΡΑ GAUSS

[i,j]	-3	-2	-1	0	1	2	3
-3	0.011	0.039	0.082	0.105	0.082	0.039	0.011
-2	0.039	0.135	0.287	0.368	0.287	0.135	0.039
-1	0.082	0.287	0.606	0.779	0.606	0.287	0.082
0	0.105	0.368	0.779	1	0.779	0.368	0.105
1	0.082	0.287	0.606	0.779	0.606	0.287	0.082
2	0.039	0.135	0.287	0.368	0.287	0.135	0.039
3	0.011	0.039	0.082	0.105	0.082	0.039	0.011

Για $\sigma^2 = 2$ και n=7.

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

✓ Το ιστόγραμμα μιας εικόνας αποχρώσεων του γκρι περιέχει σημαντικές πληροφορίες για την εικόνα και για το λόγο αυτό είναι ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία στην επεξεργασία ψηφιακών εικόνων.

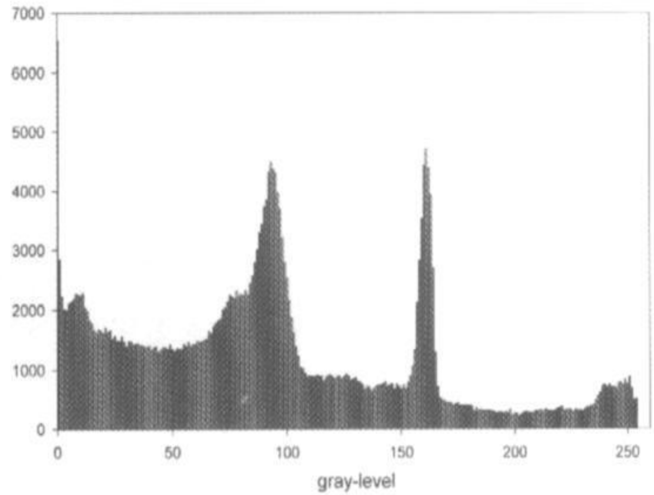
✓ Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση της εικόνας, την τροποποίηση των χαρακτηριστικών της, την μετατροπή της σε εικόνα με λιγότερες αποχρώσεις, την εξαγωγή χαρακτηριστικών της εικόνας κ.α.

ΤΟ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

Το ιστόγραμμα μιας εικόνας είναι εύκολο να προσδιορισθεί. Εκφράζει τη κατανομή των αποχρώσεων του γκρι στην εικόνα και στις περισσότερες περιπτώσεις απόλυτα καθορίζει την εικόνα.
Ένα ιστόγραμμα είναι ένα γράφημα που στον οριζόντιο άξονα έχει τις φωτεινότητες από 0-255 και στον κατακόρυφο άξονα το πλήθος των εικονοστοιχείων που έχουν κάθε φωτεινότητα. Ανάλογα με την εφαρμογή, ο κατακόρυφος άξονας μπορεί να κανονικοποιηθεί με βάση τη μέγιστη τιμή του ιστογράμματος.

ΤΟ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

(α)

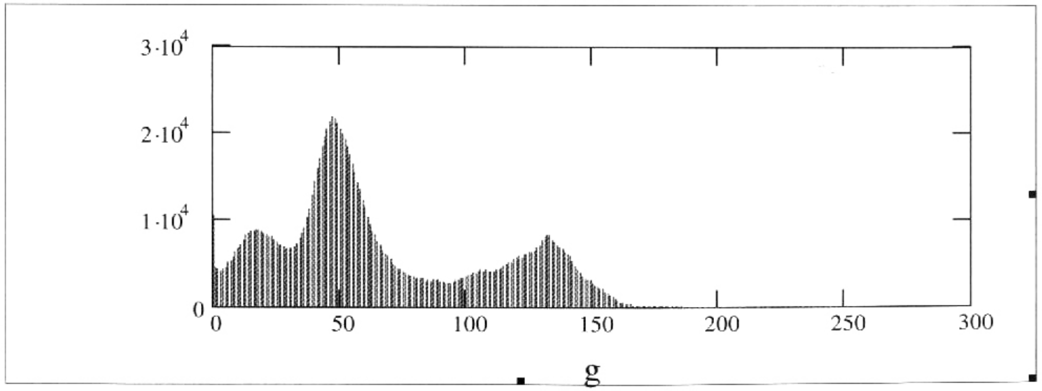


(β)

(α) Η εικόνα,

(β) το ιστόγραμμά της.

ΤΟ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑ ΜΙΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ



Αρχική εικόνα και το ιστόγραμμα της εικόνας.

ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η τεχνική της εξισορρόπησης ιστογράμματος (histogram equalization) μετασχηματίζει τις γκρι φωτεινότητες μιας εικόνας έτσι ώστε αυτές να κατα-νέμονται ομοιόμορφα σ’ όλη την κλίμακα φωτεινοτή-των. Η εικόνα που προκύπτει με τον τρόπο αυτό είναι αυξημένης αντίθεσης σε σχέση με την αρχική.

ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Για την ανάπτυξη της μεθόδου έστω ότι έχουμε μια γκρι εικόνα A(k,m), διαστάσεων N×M έτσι ώστε A(k,m) {0,...,L-1}.Έστω, h(g), g = 0,...,L-1, το ιστόγραμμα της εικόνας I . Υπολογίζουμε:

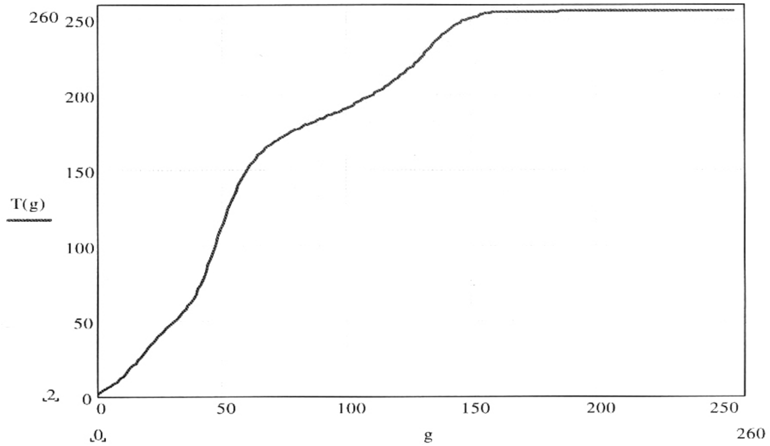
$$P(g) = \frac{1}{N \times M} \sum_{i=0}^{g} h(i), g = 0, \ldots, L-1$$

Η συνάρτηση $T(g) = \mathrm{int}[L \cdot P(g)]$ είναι η συνάρτηση μετασχηματισμού των φωτεινοτήτων. Κάθε φωτεινότητα A(k, m) της αρχικής εικόνας A μετασχηματίζεται στη φωτεινότητα B(k, m) της νέας εικόνας με

$$B(k, m) = T(A(k, m)), k = 0, \ldots, N-1 / m = 0, \ldots, M-1$$

ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Ως παράδειγμα, εφαρμόζουμε την εξισορρόπηση ιστογράμματος στην προηγούμενη εικόνα. Η συνάρτηση μετασχηματισμού T(g) έχει τη μορφή:

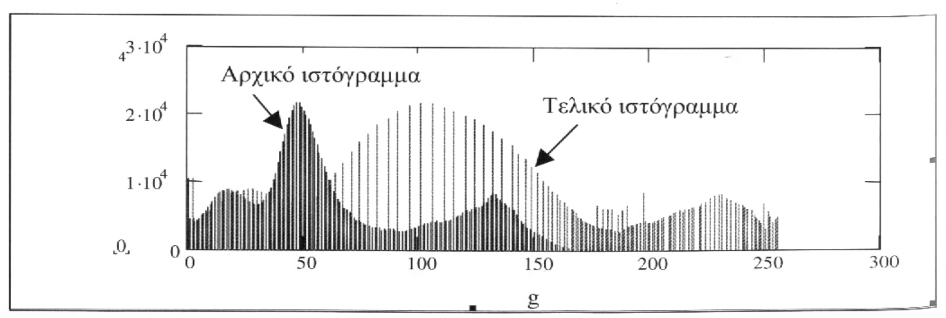


Η συνάρτηση μετασχηματισμού T(g).

Η τελική εικόνα μετά την εξισορρόπηση ιστογράμματος

ΕΞΙΣΟΡΡΟΠΗΣΗ ΙΣΤΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

Η διαδικασία εξισορρόπησης ιστογράμματος που περιγράψαμε αναφέρεται ως "ολική εξισορρόπηση ιστογράμματος" (global histogram equalization) σε αντίθεση με τεχνικές τοπικής εξισορρόπησης ιστογράμματος (local histogram equalization).



Το ιστόγραμμα της τελικής εικόνας σε σύγκριση με το αρχικό.

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ

Ως φωτεινότητα (brightness) μιας εικόνας μπορεί να ορισθεί η μέση φωτεινότητα των εικονοστοιχείων της. Δηλαδή, για μια εικόνα διαστάσεων N × M η φωτεινότητά της ισούται με:

$$B = \frac{1}{NM} \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=1}^{M} I(n,m)$$

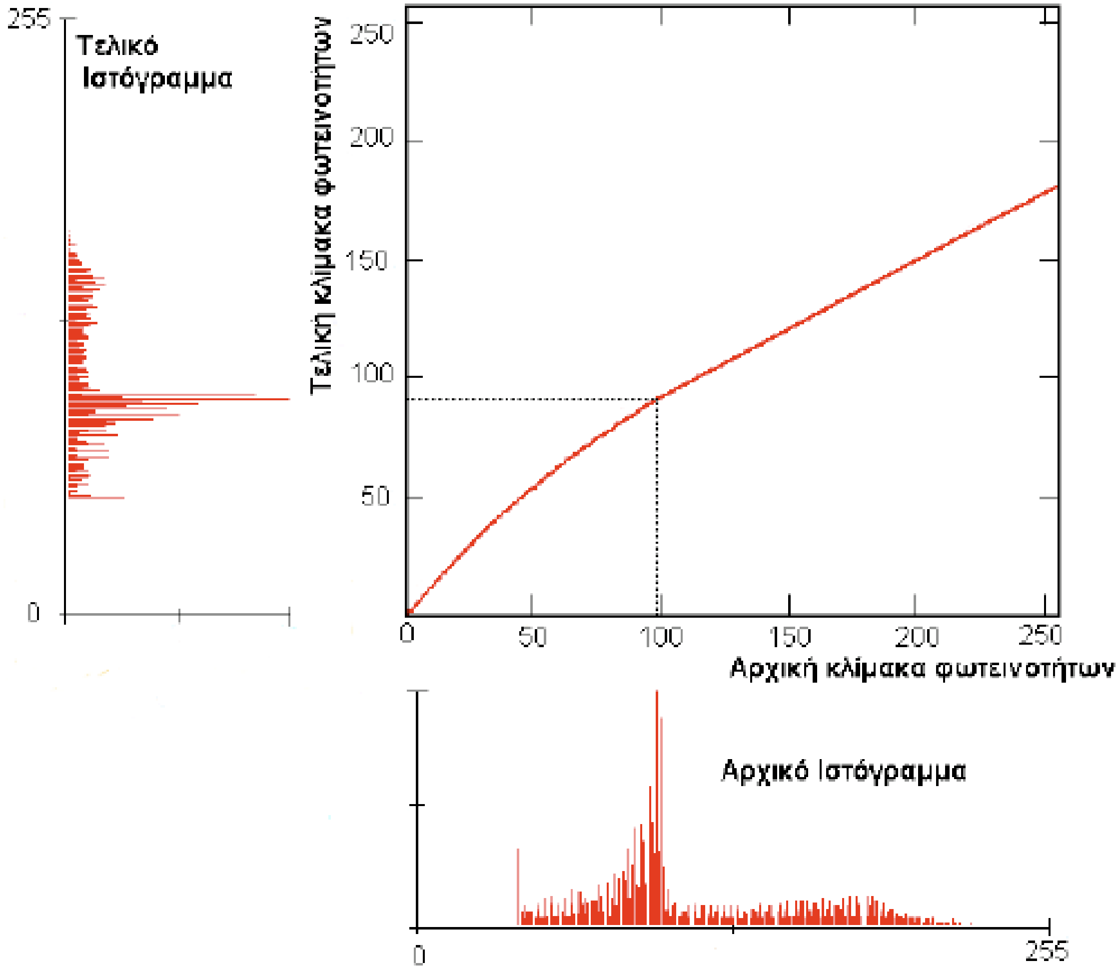
Οι τεχνικές μετασχηματισμού φωτεινότητας βασίζονται σε συναρτήσεις μετασχηματισμού T(g) σύμφωνα με τη διαδικασία της σχέσης:

h΄(k)=T(h(k)), k=0,…,L-1

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ

Επειδή η επεξεργασία κάθε εικονοστοιχείου μιας εικόνας εξαρτάται από τη φωτεινότητα του ίδιου του εικονοστοιχείου, οι τεχνικές αυτής της κατηγορίας αναφέρονται και ως τεχνικές σημειακής επεξεργασίας (point processing).

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑΣ



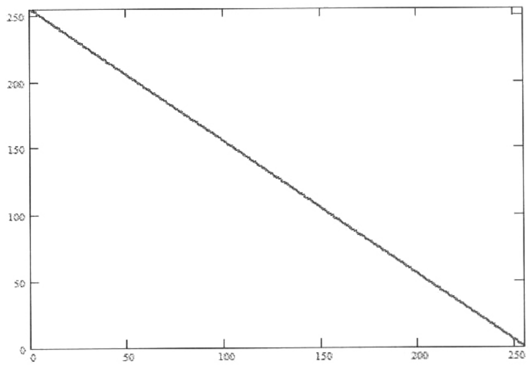
ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ

- Το αρνητικό μιας εικόνας παράγεται χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση μετασχηματισμού η οποία είναι ίση με:

$$T(g) = 255 - g$$

Η βασική ιδέα είναι η αντιστροφή των φωτεινοτήτων.

ΑΡΝΗΤΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ



(α)

(β)

(γ)

Η συνάρτηση μετασχηματισμού για το αρνητικό της εικόνας,(β) μια αρχική εικόνα, (γ) το αρνητικό της.

ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

Εικόνες χαμηλής αντίθεσης μπορούν να προκύψουν είτε από ανεπαρκή φωτισμό, είτε λόγω της μικρής δυναμικής περιοχής του οπτικού αισθητήρα είτε και λόγω λανθασμένης ρύθμισης των παραμέτρων λήψης των εικόνων.

ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

Για μια εικόνα αποχρώσεων του γκρι διαστάσεων N × M και φωτεινότητας B, η αντίθεση της εικόνας ισούται με:

$$C = \sqrt{\frac{1}{NM}\sum_{n=1}^{N}\sum_{m=1}^{M}\left[I(n,m) - B\right]^2}$$

Σύμφωνα με έναν δεύτερο ορισμό, η αντίθεση σε μια εικόνα μπορεί να εκφρασθεί ως

$$C = \frac{\max\{I\} - \min\{I\}}{\max\{I\} + \min\{I\}}$$

Ο ορισμός αυτός δίνει μια τιμή μεταξύ μηδέν και ένα. Όταν C = O η εικόνα έχει μηδενική αντίθεση, ενώ όταν C = I έχουμε εικόνα μέγιστης αντίθεσης.

ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

Σε πολλές περιπτώσεις μας ενδιαφέρει η αντίθεση τοπικά του κάθε εικονοστοιχείου. Για τον ορισμό της τοπικής αντίθεσης έχουν προταθεί επίσης διάφοροι ορισμοί.

- Σύμφωνα με έναν ορισμό, η αντίθεση σε ένα εικονοστοιχείο (n, m) εκφράζεται από τη σχέση:

$$C(n,m) = \frac{I(n,m) - \bar{I}}{\mathrm{Im}\,ax - 0} = \frac{I(n,m) - B}{255}$$

ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

Ένας δεύτερος ορισμός, για την τοπική αντίθεση σε μια εικόνα αποχρώσεων του γκρι ή γενικά για την αντίθεση μεταξύ δύο περιοχών A και B, δίδεται από τη σχέση:

$$C_{AB} = \frac{\overline{I_A} - \overline{I_B}}{\overline{I_A} + \overline{I_B}}$$

όπου $\overline{I_A}$ και $\overline{I_B}$ οι μέσες φωτεινότητες των περιοχών. Η σχέση αυτή στην περίπτωση υπολογισμού της τοπικής αντίθεσης σε μια εικόνα I παίρνει τη μορφή:

$$C(n,m) = \frac{I(n,m) - I_N}{I(n,m) + I_N}$$

όπου το I_N αναφέρεται σε μια προκαθορισμένη γειτονιά του εικονοστοιχείου (n, m).

ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

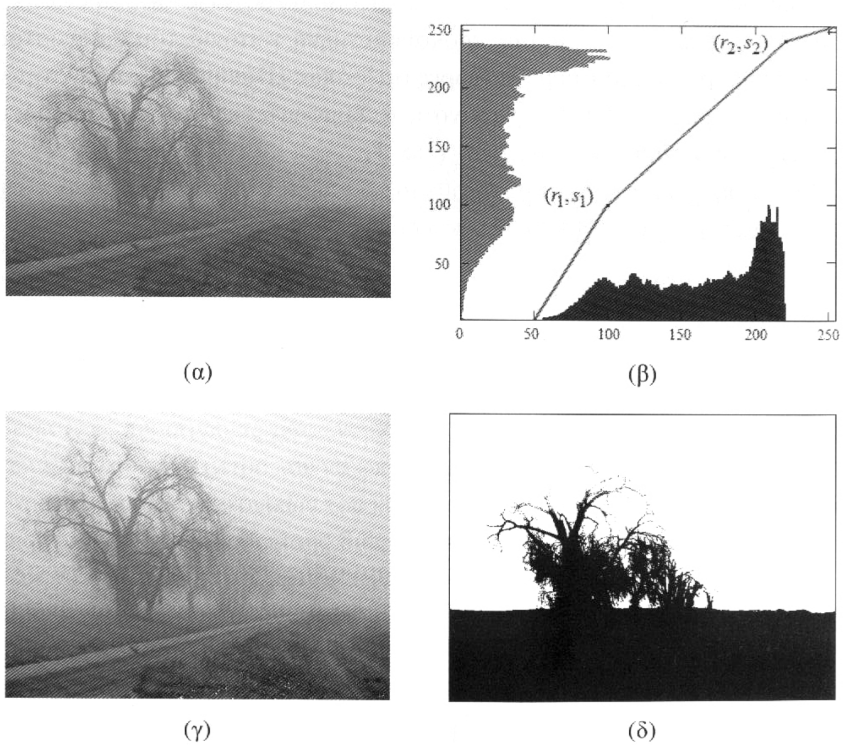
Άλλος ορισμός της τοπικής αντίθεσης βασίζεται στις μέγιστες και ελάχιστες τιμές σε μια περιοχή. Συγκεκριμένα,

$$C(n,m) = \max I_N - \min I_N$$

ή σε κανονικοποιημένη μορφή:

$$C(n,m) = \frac{\max I_N - \min I_N}{\max I_N + \min I_N}$$

ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ



Αύξηση της αντίθεσης:

(α) Η αρχική εικόνα,

(β) η συνάρτηση μετασχηματισμού,

(γ) η εικόνα μετά την αύξηση της αντίθεσης, και

(δ) με αντίθεση κατωφλίου (T=150).

ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

Με τον τρόπο αυτό θα γίνει αύξηση της αντίθεσης μόνον στις περιοχές που χρειάζεται και όχι σε ολόκληρη την εικόνα. Για παράδειγμα μπορούμε να επιβάλουμε την μη αλλαγή των φωτεινοτήτων σε περιοχές ομοιογενείς από πλευράς φωτεινότητας καθώς επίσης και σε περιοχές υψηλής αντίθεσης. Σ’ όλα τα υπόλοιπα εικονοστοιχεία της εικόνας, η αντίθεση αυξάνεται σύμφωνα με έναν προκαθορισμένο μετασχηματισμό.

ΤΕΧΝΙΚΗ ΓΙΑ ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΙΘΕΣΗΣ

Για την κατανόηση της μεθοδολογίας, ας δώσουμε ένα παράδειγμα εφαρμογής. Στην αρχική εικόνα εφαρμόζουμε τοπική και προσαρμοστική αύξηση της αντίθεσης ως εξής:

Α. Υπολογίζουμε, με βάση τη σχέση $C(n,m)=\dfrac{I(n,m)-I_N}{I(n,m)+I_N}$ την αντίθεση κάθε εικονοστοιχείου σε σχέση με τα οκτώ γειτονικά του.

Β. Θεωρούμε δύο κατώφλια T_1 και T_2 με τιμές στην περιοχή [0,1]. Η αντίθεση και κατά συνέπεια και η φωτεινότητα, του εικονοστοιχείου (m,n) αλλάζει μόνον όταν $T_1 \le \overline{C}(m,n) \le T_2$. Οπότε:

$$I(m,n)=\begin{cases} T(I(m,n)), T_1 \le \overline{C}(m,n) \le T_2 \\ I(m,n), \delta\iota\alpha\phi o\rho\varepsilon\tau\iota\kappa\acute{\alpha} \end{cases}$$

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΔΥΝΑΜΗΣ

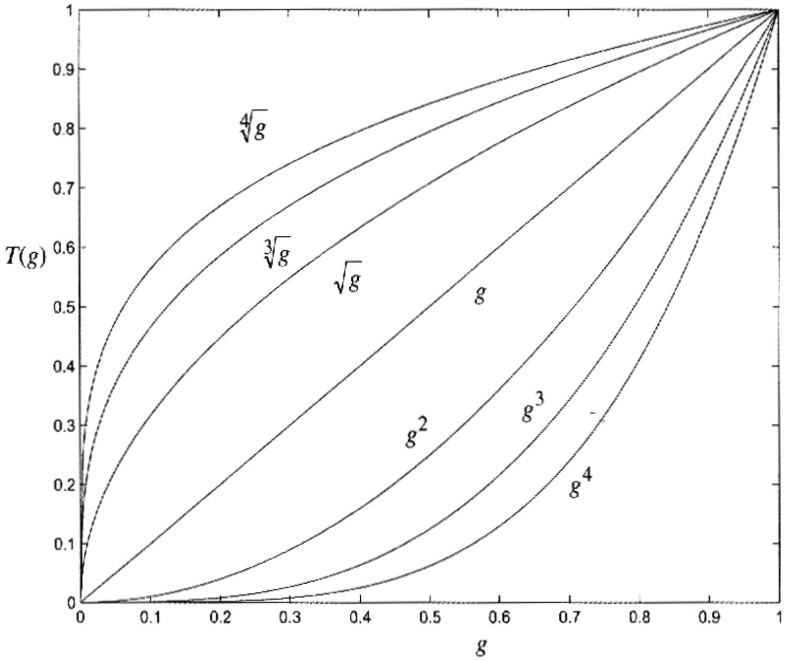
Η πρώτη κατηγορία τέτοιων συναρτήσεων βασίζεται στη οικογένεια των συναρτήσεων δύναμης:

$$T(g) = 255 \cdot g^{p}$$

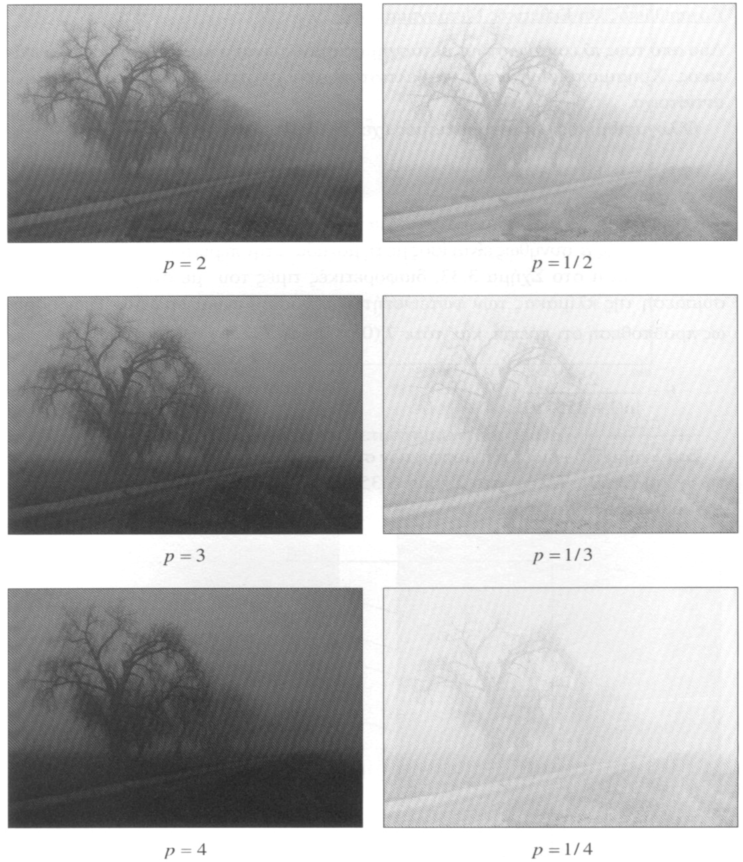
όπου $0 \leq g \leq 1$ και το p ο εκθέτης. Συνεπώς, για μία εικόνα $I(i,j) \in [0,255]$ έχουμε:

$$I(i,j) = \mathrm{int}((255 \cdot g(i,j)^{p}), g(i,j) = \frac{I(i,j)}{255}$$

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΔΥΝΑΜΗΣ



Μορφές της T(g) για διάφορες τιμές του εκθέτη p.



Εφαρμογή των μετασχηματισμών δύναμης για διάφορες τιμές του p.

ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

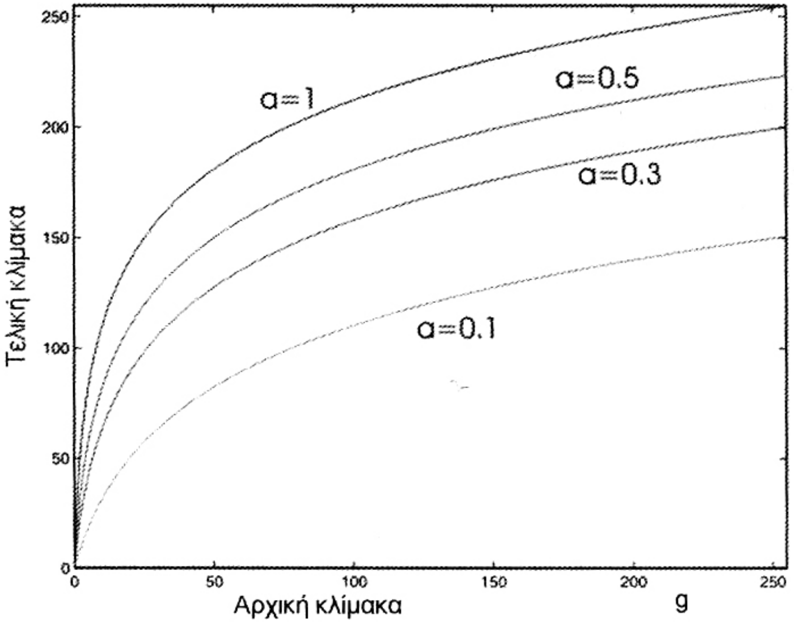
Χρησιμοποιούνται για να βελτιστοποιούν σκοτεινές και φωτεινές εικόνες αντίστοιχα.

Ο λογαριθμικός μετασχηματισμός έχει τη ακόλουθη γενική μορφή: $T(g) = b \cdot \ln(1 + a \cdot g)$

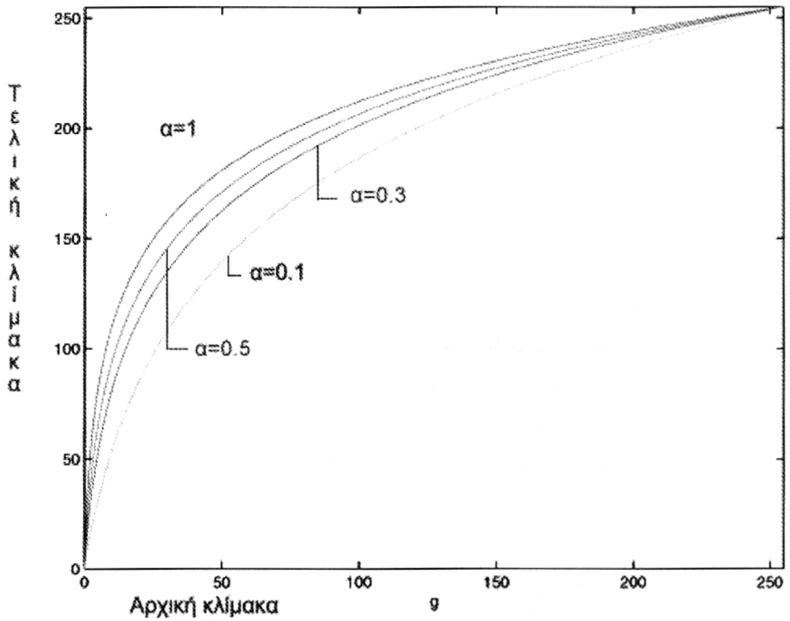
και αν θεωρήσουμε ως προϋπόθεση ότι T(0) = 0 και T(255) = 255, τότε

$$b = \frac{255}{\ln(1 + 255 \cdot a)}$$

ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ



Καμπύλες λογαριθμικού μετασχηματισμού για b=45.986

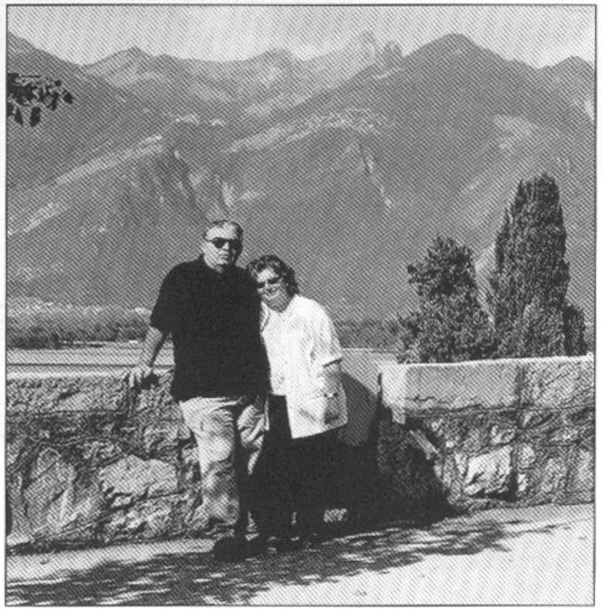


Καμπύλες λογαριθμικού μετασχηματισμού για

$$b = \frac{255}{\ln(1 + 255 \cdot a)}$$

ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

(α)



(β)

Παράδειγμα εφαρμογής του λογαριθμικού μετασχηματισμού: (α) Αρχική εικόνα. (β) Τελική εικόνα για α=1.

ΕΚΘΕΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

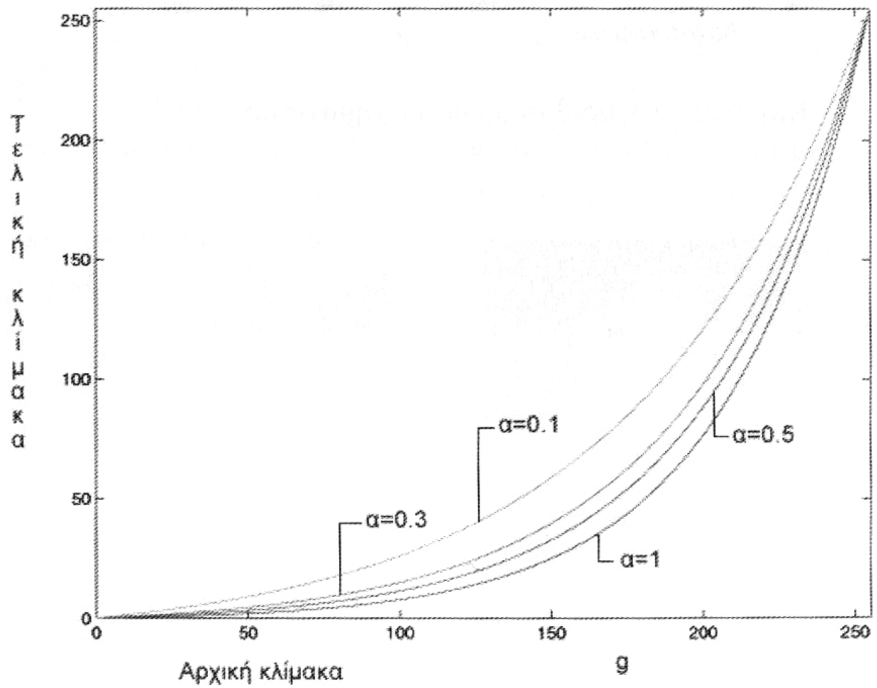
Σε αντιστοίχηση με τον λογαριθμικό μετασχηματισμό, ο εκθετικός μετασχηματισμός έχει την ακόλουθη έκφραση:

$$T(g) = \frac{1}{a}\left(e^{\frac{g}{b}} - 1\right)$$

Αν θέσουμε ως περιορισμό ότι T(0) = 0 και T(255) = 255, τότε το b μπορεί να υπολογισθεί πάλι από τη σχέση

$$b = \frac{255}{\ln(1 + 255 \cdot a)}$$

ΕΚΘΕΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ



Καμπύλες εκθετικού μετασχηματισμού για

$$b = \frac{255}{\ln(1 + 255 \cdot a)}$$

ΕΚΘΕΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ

(α) (β)

Παράδειγμα εφαρμογής του εκθετικού μετασχηματισμού:

(α) Αρχική εικόνα.

(β) Τελική εικόνα για α=1.

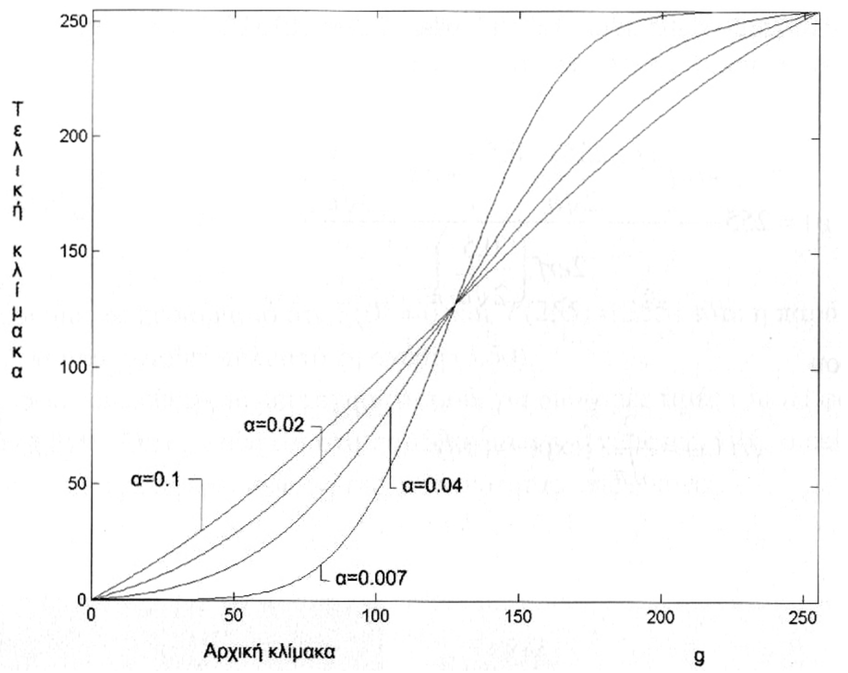
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ GAUSSIAN ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ

Η συνάρτηση μετασχηματισμού δίνεται από τις σχέσεις:

$$T(g) = 255\frac{erf\left(\dfrac{(\frac{g}{255}) - 0.5}{2\sqrt{a}}\right) + erf\left(\dfrac{0.5}{2\sqrt{a}}\right)}{2erf\left(\dfrac{0.5}{2\sqrt{a}}\right)}$$

όπου $$erf(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^x \exp(-y^2)dy$$

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ GAUSSIAN ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ



Μορφή της συνάρτησης για διάφορες τιμές του α.

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ GAUSSIAN ΣΥΝΑΡΤΗΣΗ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ

(α) (β)

Παράδειγμα εφαρμογής:

(α) Αρχική εικόνα.

(β) Τελική εικόνα για α=0.02.