

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ (ποιότητα ειδώλου)

Περιγραφή

Ιδιότητες

Χαρακτηριστικά

Οπτική πληροφορία, διάγραμμα ροής

Αντικείμενο Φακός

.

Αισθητήρας

.

Μνήμη

.

Έξοδος Οφθαλμός

Οπτική πληροφορία

- Σε ένα απεικονιστικό σύστημα (π.χ. η φωτογραφική μηχανή) η οπτική πληροφορία δεν μπορεί ΠΟΤΕ να είναι πιο ακριβής στην έξοδο από ότι ήταν στην είσοδό του.
- Το απεικονιστικό σύστημα λοιπόν με την δράση του «αλλοιώνει» την ακρίβεια της εισερχόμενης πληροφορίας.

ΦΩΤΕΙΝΌΤΗΤΑ

- Διαμόρφωση φωτεινότητας αντικειμένου

$$v_o = (T_{\max} - T_{\min}) / (T_{\max} + T_{\min})$$

- Διαμόρφωση φωτεινότητας ειδώλου

$$v_i = (I_{\max} - I_{\min}) / (I_{\max} + I_{\min})$$

$$v_i = \text{MTF}(v_o),$$

ΦΩΤΕΙΝΌΤΗΤΑ

Από τον χώρο των αντικειμένων v_o
στο χώρο των ειδώλων v_i .

$$v_i = \text{MTF}(v_o)$$

MTF : Συνάρτηση μεταφοράς διαμόρφωσης
ή Modulation Transfer Function

Ιδανικά θα πρέπει να ισχύει : $\text{MTF} = 1$

Εντροπία ή η αύξηση της αταξίας

- Η φυσική τάση των πραγμάτων είναι ότι σε κάθε κλειστό σύστημα, από μια οργανωμένη μορφή (τάξη) τείνουν εξελικτικά προς την αταξία.
- Έτσι, η πληροφορία κατά την διαδικασία σχηματισμού μιας φωτογραφικής εικόνας μπορεί ΜΟΝΟ να μειωθεί.

Εντροπία ή η αύξηση της αταξίας

- Στη φωτογραφική διαδικασία λοιπόν η αύξηση της ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ συνήθως σημαίνει :
- απώλεια της αντίθεσης που καταγράφεται
και
- μείωση της διακριτικής ικανότητας της απεικόνισης.

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΕΙΚΟΝΑΣ

ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΙΚΗ - ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΙΚΗ

Χαρακτηριστικά (Διαστάσεις) ποιότητας εικόνας:

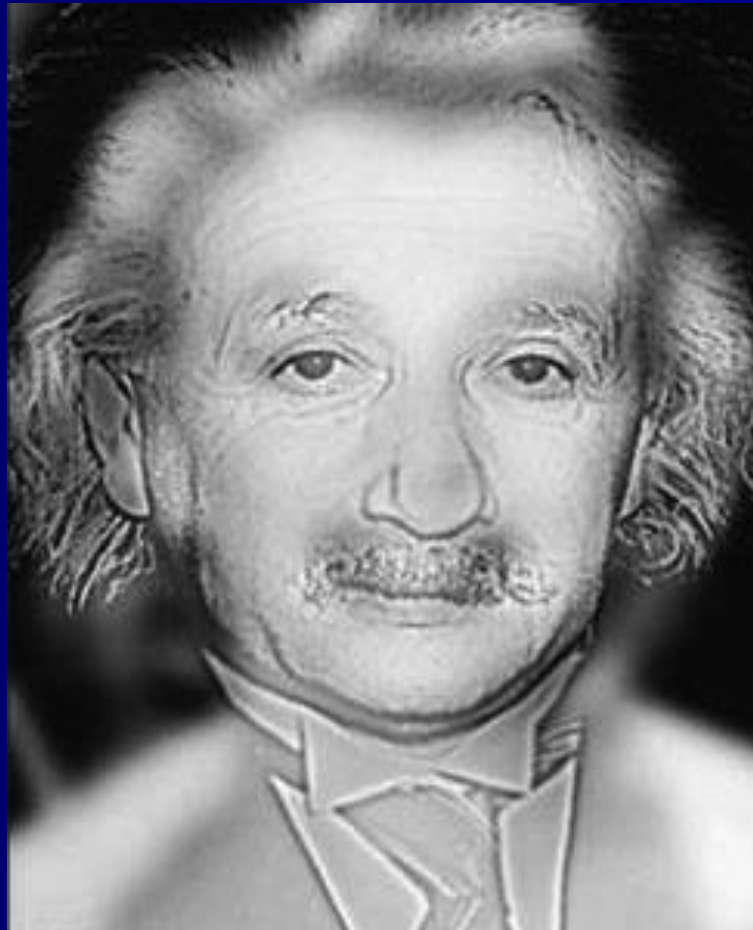
- **τόνος** : φωτεινότητα–διαφορές φωτεινότητας (αντίθεση)
- **χρώμα**: απόχρωση, σκούρο-ανοιχτό, κορεσμός
- **ανάλυση**: διάκριση λεπτομέρειας (χωρικές συχνότητες)
- **ευκρίνεια**: οξύτητα – καθαρά περιγράμματα
- **θόρυβος**: από το οπτικό-απεικονιστικό σύστημα

Οξυΰτητα εικόνας ή Αντίθεση

- Στη φωτογραφία χρειάζονται απλά, καθαρά περιγράμματα τα οποία όμως να είναι και πραγματικά. Διαφορετικά, σε περίπτωση αφύσικα μεγάλης αντίθεσης, θα δημιουργηθεί εικόνα με ψεύτικη οξυΰτητα (= κακή εικόνα).

Acuteness ή Contrast

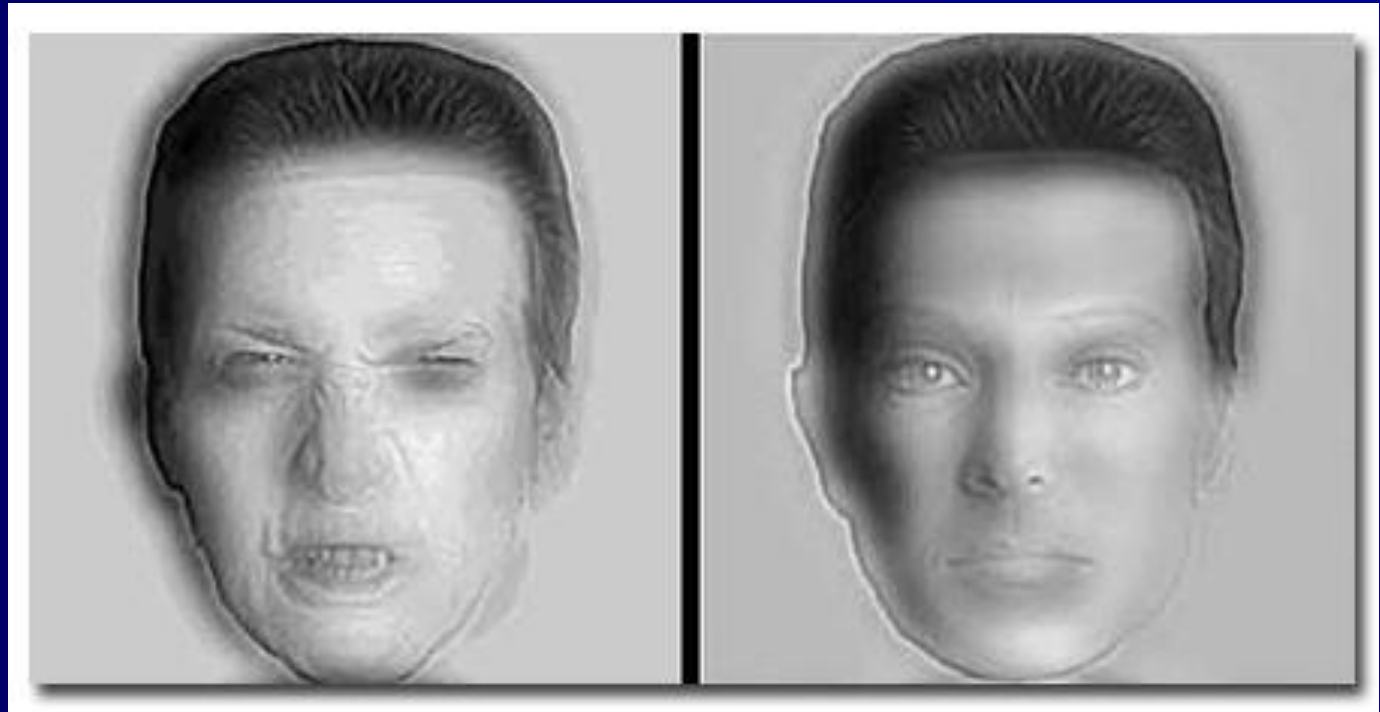
A. Einstein – M. Monroe



A. Einstein – M. Monroe

- Πρόκειται για μια σύνθετη εικόνα από δυο κατάλληλα συνδυασμένες φωτογραφίες πορτραίτων με χαμηλές (Monroe) αλλά και υψηλές (Einstein) χωρικές συχνότητες. Έτσι :
- Μεγάλη διάμετρος κόρης σημαίνει αύξηση της διακριτικής ικανότητας Einstein.
- Μικρή διάμετρος κόρης σημαίνει ελάττωση της οξύτητας Monroe.

Θυμωμένος - Χαρούμενος



Συντελεστής αντίθεσης

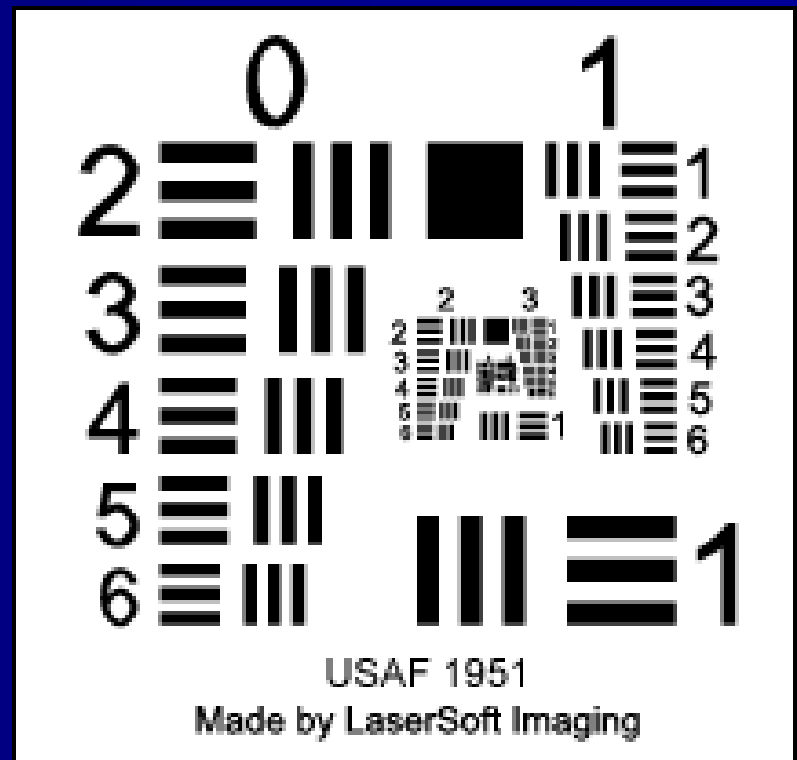
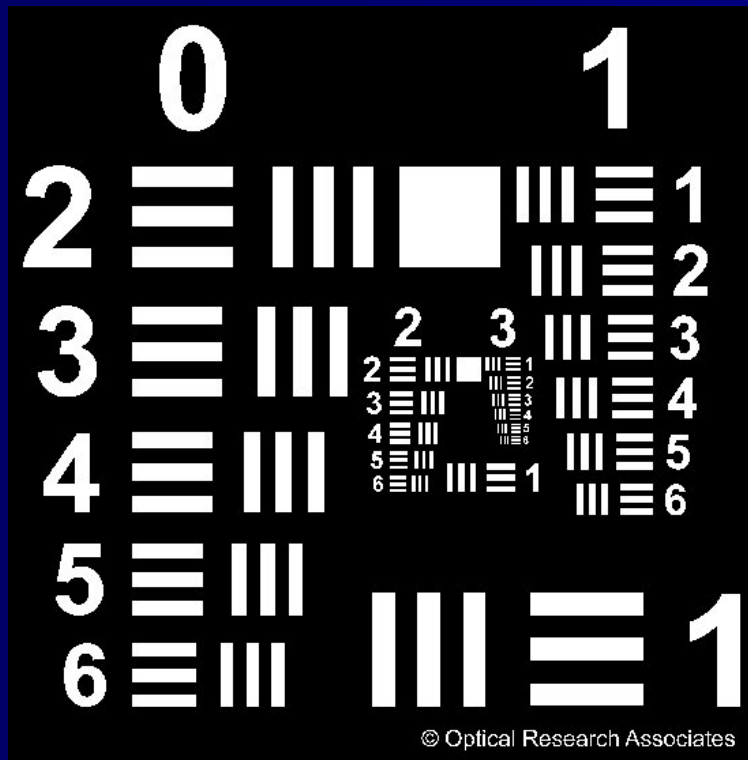
Contrast modulation

- Ο συντελεστής αντίθεσης γ δίνεται από το πηλίκο :

$$\gamma = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100\%$$

- Υψηλή αντίθεση : $\gamma > 80\%$
- Χαμηλή αντίθεση : $\gamma < 20\%$

Διαγράμματα ελέγχου ευκρίνειας



Χωρικές συχνότητες

- Όταν οι διαγραμμίσεις είναι λεπτές και πυκνές (μικρή απόσταση μεταξύ τους, μεγάλη χωρική συχνότητα) το είδωλο δεν διατηρεί την αρχική αντίθεση.
- Όταν οι διαγραμμίσεις είναι παχιές και αραιές (μεγάλη απόσταση, μικρή συχνότητα) η αντίθεση στο είδωλο φαίνεται να διατηρείται.

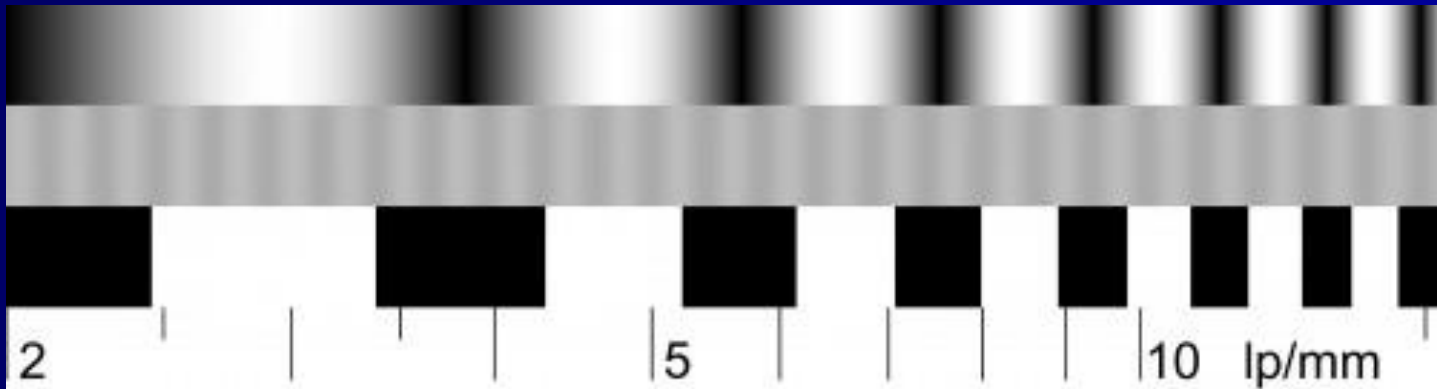
Χωρικές συχνότητες

- Οι χαμηλές συχνότητες αντιστοιχούν στα «αδρά» χαρακτηριστικά της εικόνας.
- Οι υψηλές συχνότητες αντιστοιχούν στα «λεπτά» χαρακτηριστικά της εικόνας.

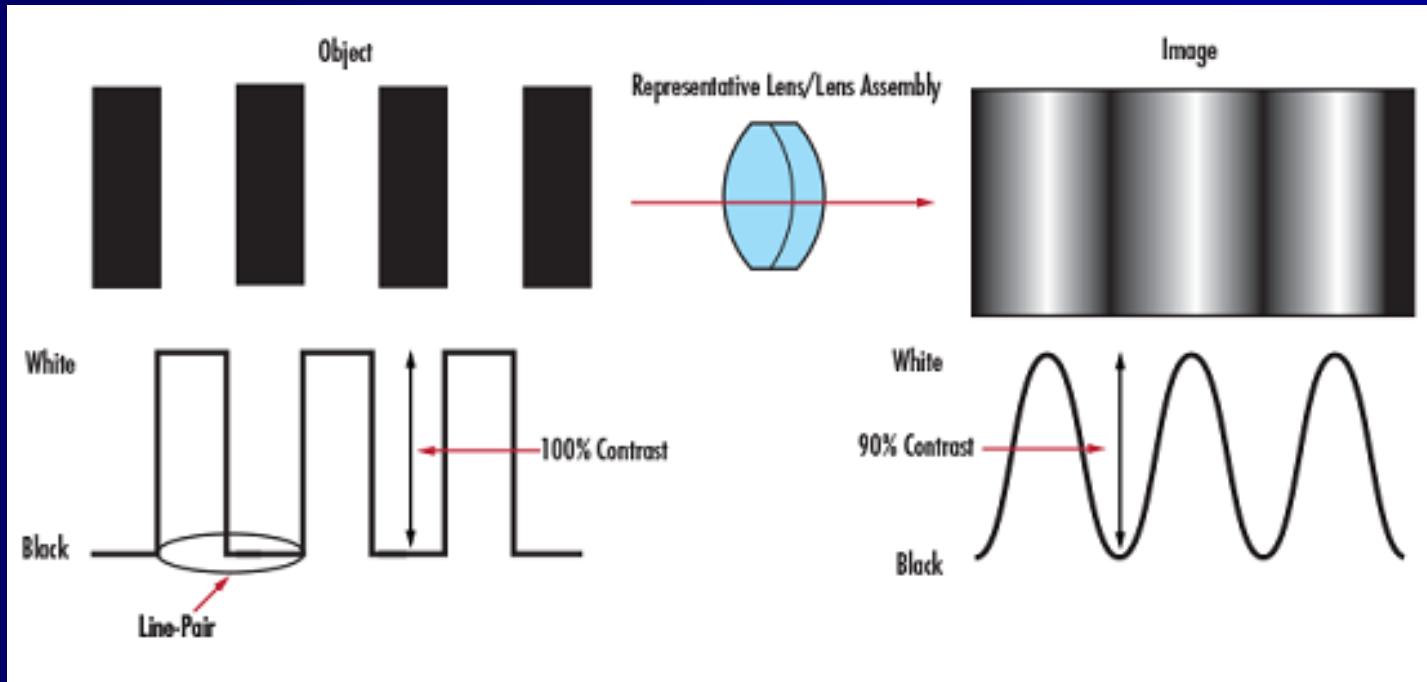
Απεικόνιση της αντίθεσης

- Σε ένα σύστημα απεικόνισης πάντοτε χάνεται ένα μέρος των υψηλών χωρικών συχνοτήτων.
- Υπάρχει δηλαδή πάντοτε ένα όριο στο πόσο πυκνές γραμμές μπορούν σωστά να απεικονιστούν.

Είδωλο / Αντικείμενο



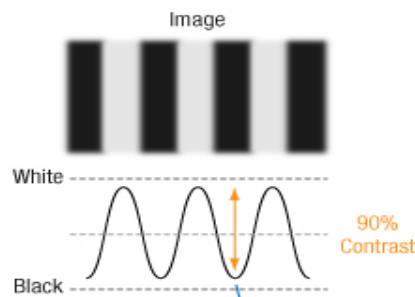
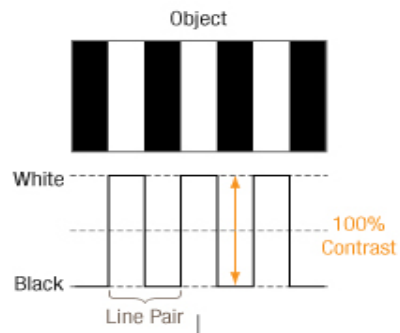
Είδωλο / Αντικείμενο



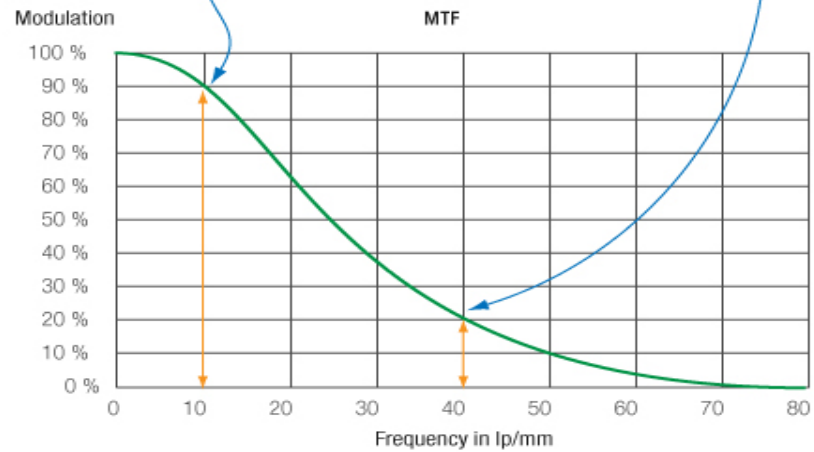
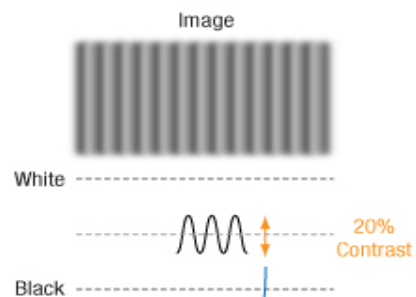
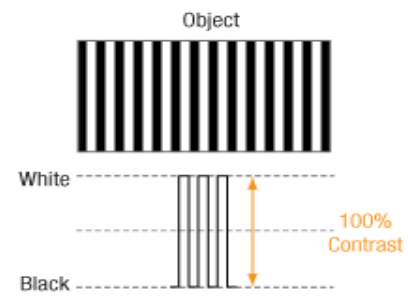
Είδωλο / Αντικείμενο



LOW FREQUENCY



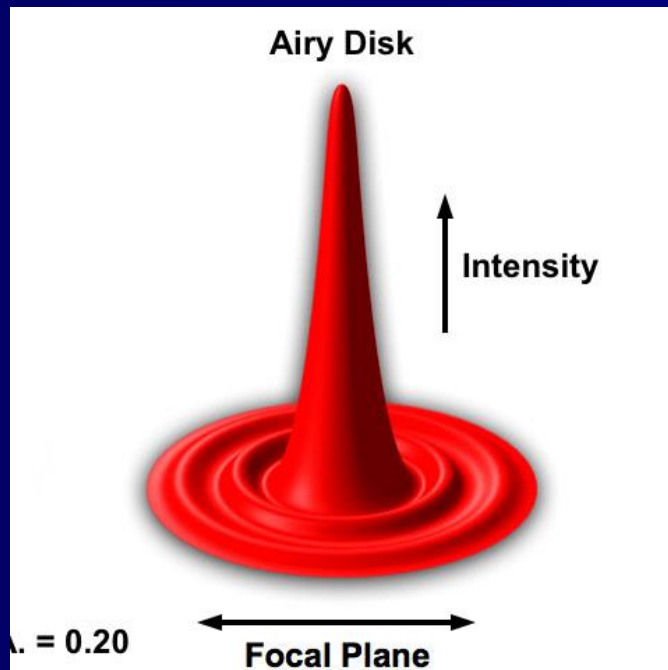
HIGH FREQUENCY



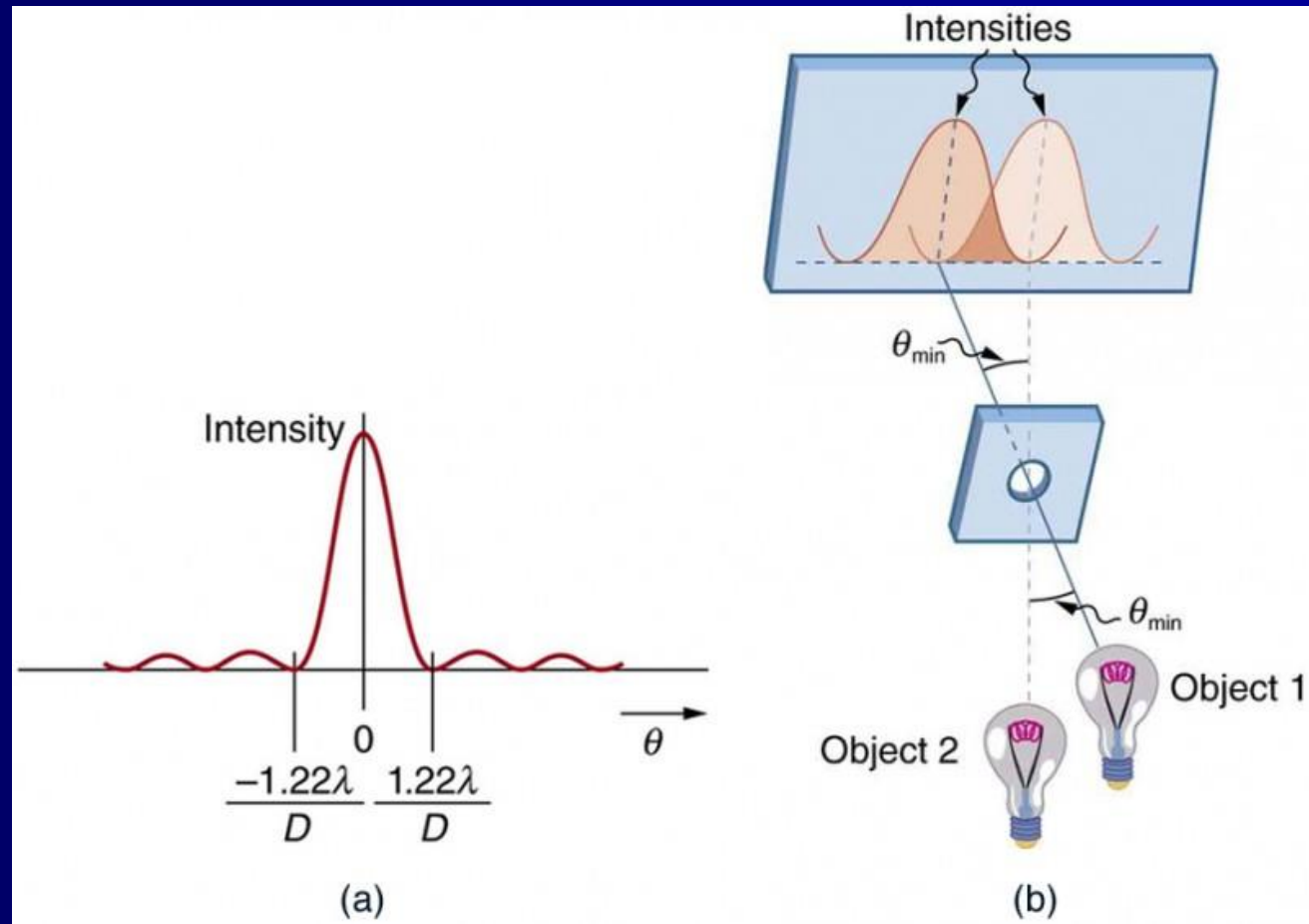
Ανάλυση εικόνας

- Πρόκειται για την ικανότητα διάκρισης πολύ κοντινών στοιχείων (π.χ. σημειακών περιοχών ή γραμμών).
- Η ανάλυση καθορίζεται κυρίως από το άνοιγμα και λιγότερο από την διάσταση των pixels στον αισθητήρα.

Περίθλαση - Δίσκος Airy



Περίθλαση - Δίσκος Airy



Ανάλυση εικόνας

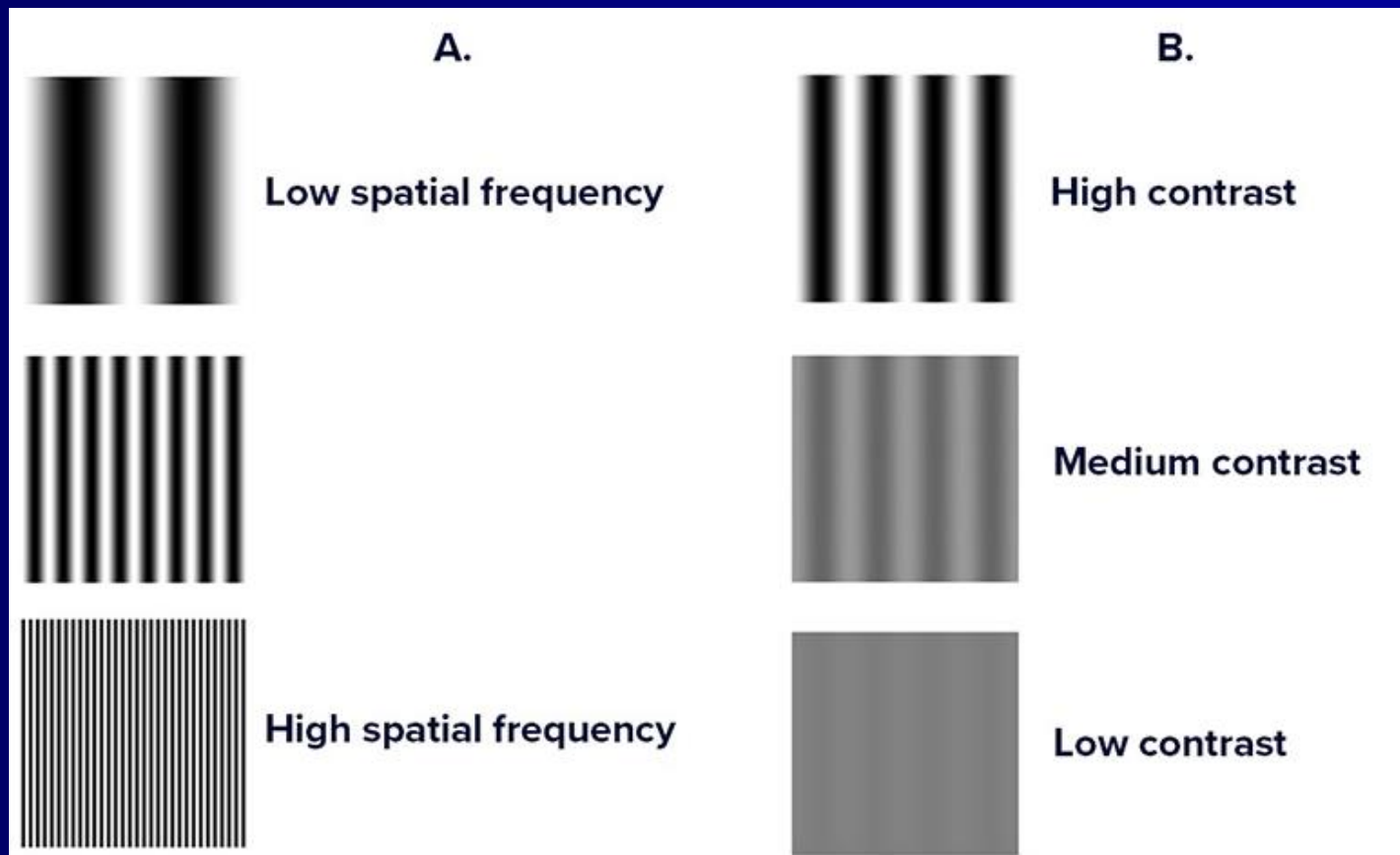
- Η ανάλυση συσχετίζεται και με την απόσταση παρατήρησης : όσο πιο μακριά παρατηρείται ένα θέμα τόσο μικρότερη ανάλυση απαιτείται για να θεωρηθεί ικανοποιητικό.

Resolution ή Resolving power

Ανάλυση - Αντίθεση

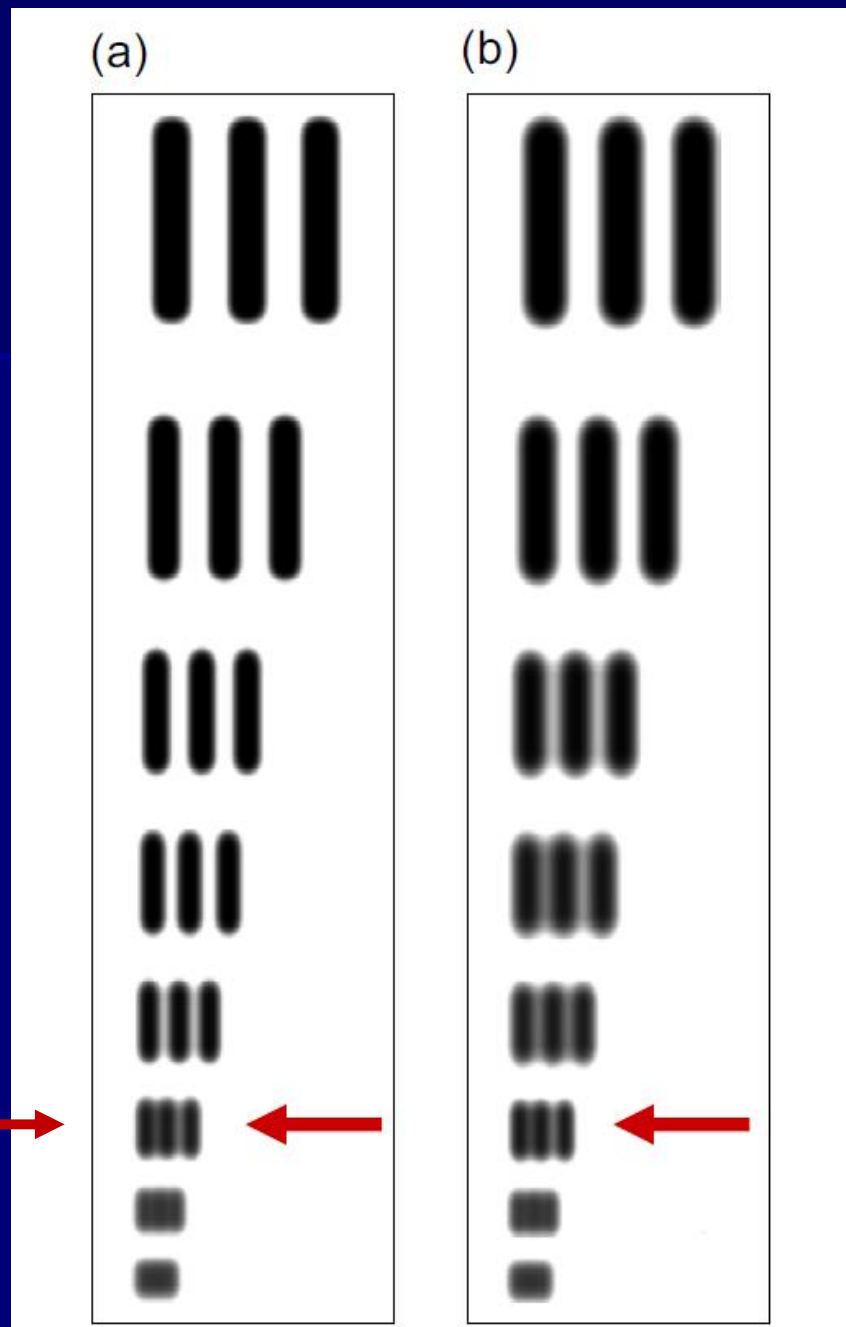
- Η αντίθεση άσπρου – μαύρου διατηρείται σταθερή ενώ αλλάζει βαθμιαία η μεταξύ των διαδοχικών γραμμών απόσταση.
- Η απόσταση μεταξύ των διαδοχικών γραμμών είναι σταθερή ενώ αλλάζει βαθμιαία η αντίθεση άσπρου – μαύρου.

Ανάλυση - Αντίθεση



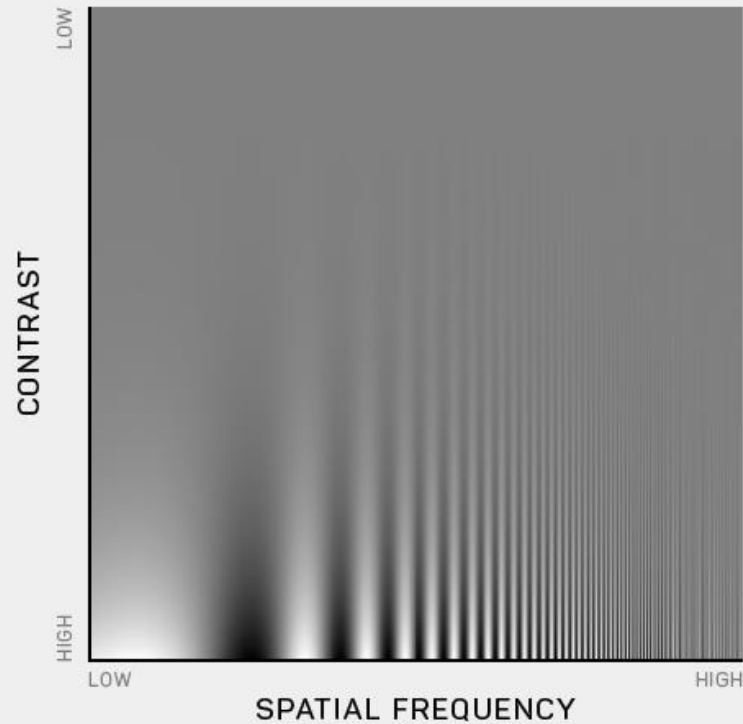
ίδια ανάλυση - διαφορετική οξύτητα

οριακή ανάλυση: → ←



E. Allen & S. Triantaphillidou, *"The Manual of Photography"*, p. 348, 10th ed. Focal Press

Ανθρώπινος οφθαλμός Ευαισθησία - Αντίθεση



Διαδοχικές γενιές εικόνων

- 1^η γενιά : Είδωλο στον αισθητήρα.
- 2^η γενιά : Εκτυπωμένη φωτογραφία.
- 3^η γενιά : Φωτογράφιση φωτογραφίας.
- 4^η γενιά : Νέα εκτύπωση...

Λόγω της ΕΝΤΡΟΠΙΑΣ η κάθε νέα γενιά εικόνων θα είναι με μειωμένη ποιότητα σε σχέση με την αντίστοιχη προηγούμενη.

Ευκρίνεια ή Καθαρότητα εικόνας

Η ευκρίνεια εξαρτάται από :

1. Οξύτητα εικόνας και
2. Ανάλυση εικόνας

Σε φωτογράφιση συστήματος γραμμών

- Η οξύτητα σχετίζεται με την ΠΟΙΟΤΗΤΑ των απεικονιζόμενων γραμμών και
- Η ανάλυση με το ΠΛΗΘΟΣ των γραμμών.

Μηχανισμοί «ασάφειας»

- Περίθλαση φωτεινού κύματος
- Εκτροπή δέσμης
- Ανάλυση φωτός
- Καταγραφή οπτικής πληροφορίας
- Τρεις διαστάσεις διαφορά εστίασης
- Κίνηση θεματολογίας

5 πηγές σφαλμάτων στη φωτογράφιση

Σφάλμα S_1 κατά την έκθεση.

Σφάλμα S_2 κατά την καταγραφή.

Σφάλμα S_3 κατά την μετατροπή σε ρεύμα.

Σφάλμα S_4 στην επεξεργασία και

Σφάλμα S_5 κατά την μετατροπή του σε ψηφιακή μορφή.

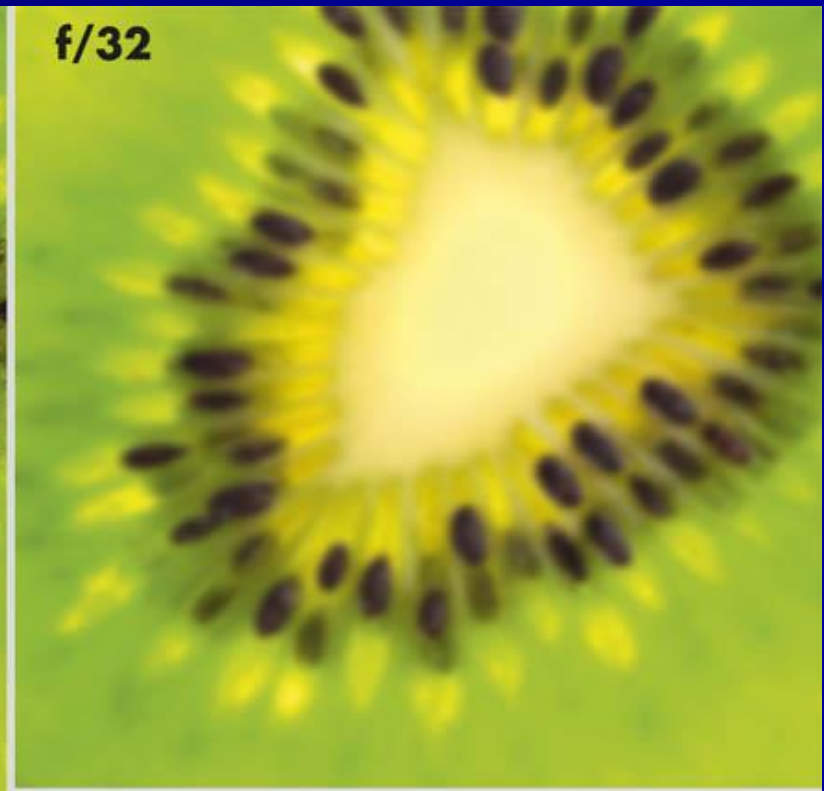
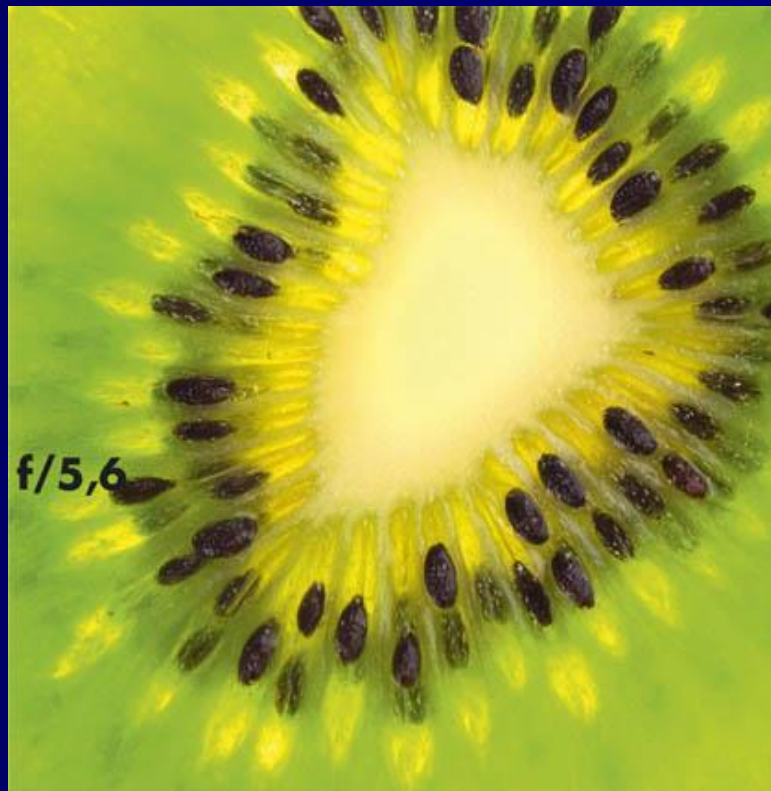
Συνολικό σφάλμα

Τα σφάλματα αυτά λειτουργούν ανεξάρτητα μεταξύ τους και έτσι ισχύει :

Νόμος διάδοσης σφαλμάτων :

$$S^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2 + S_5^2$$

Διακριτική Ικανότητα φωτογραφικού φακού



«Συνέργεια» Φακού - Αισθητήρα

(Σύστημα 1)

Φακός : 50 lines/mm

CCD : 25 lines/mm

Σύστημα 1 διακρίνει :

22 lines / mm

(Σύστημα 2)

Φακός : 100 lines/mm

CCD : 25 lines/mm

Σύστημα 2 διακρίνει :

24 lines / mm

«Συνέργεια» Φακού - Αισθητήρα

- Με τον νέο φακό των βελτιωμένων επιδόσεων (ο φακός 2 μπορεί να ανιχνεύει γραμμές με διπλάσια τώρα πυκνότητα) η συνολική επίδοση του συστήματος αυξήθηκε μόλις κατά 9%.

«Συνέργεια» Φακού - Αισθητήρα

Υπολογισμοί (σύστημα 1)

Φακός : πάχος γραμμής $1/50 = 20\mu\text{m}$,

CCD : πάχος γραμμής $1/25 = 40\mu\text{m}$.

Έτσι τώρα το σύστημα δίνει :

πάχος γραμμής $= [(20)^2 + (40)^2]^{1/2} = 44.7\mu\text{m}$,

πυκνότητα γραμμών $1000/44.7 = 22.3 \text{ l/mm}$

«Συνέργεια» Φακού - Αισθητήρα

Υπολογισμοί (σύστημα 2)

Φακός : πάχος γραμμής $1/100 = 10\mu\text{m}$,

CCD : πάχος γραμμής $1/25 = 40\mu\text{m}$.

Έτσι τώρα το σύστημα δίνει :

πάχος γραμμής $= [(10)^2 + (40)^2]^{1/2} = 41.2\mu\text{m}$,

πυκνότητα γραμμών $1000/41.2 = 24.3 \text{ l/mm}$

«Συνέργεια» Φακού - Αισθητήρα

Στο αποτέλεσμα της συνέργειας δυο παραγόντων (φακός - αισθητήρας)

ΑΠΟΚΛΕΙΕΤΑΙ

η δημιουργία καλλίτερης τελικής επίδοσης από αυτή που μόνος του ο «χειρότερος» παράγοντας προσφέρει.

Επιλογή φωτογραφικού φακού

- **ΤΟΠΙΑ** : Ευρυγώνιος φακός ομοιόμορφα οξύς σε ολόκληρο το οπτικό πεδίο όταν ο φακός είναι κλειστός (μεγάλο Β.Π.).
- **ΠΟΡΤΡΑΙΤΟ** : Μεσαίος τηλεφακός με μεγάλη οξύτητα κυρίως στη κεντρική περιοχή του. Το διάφραγμα ανοικτό (θολό φόντο).

Επιλογή φωτογραφικού φακού

- ΦΩΤΟΡΕΠΟΡΤΑΖ : Φακός zoom με οξύτητα σε όλη του την έκταση (συνήθως μεγάλο Β.Π.).
- ΦΥΣΗ : Τηλεφακός με οξύτητα όταν είναι ανοικτός (θολό φόντο). Έτσι, τονίζεται κυρίως το κεντρικό θέμα.

Οπτικός θόρυβος

- Ο οπτικός θόρυβος σε μια φωτογραφία προέρχεται κυρίως από την λειτουργία του φωτογραφικού φακού και την δομή κατασκευής του αισθητήρα.
- Όπως μια κάμερα δεν καταγράφει την κάθε λεπτομέρεια σε μια σκηνή έτσι και ο ανθρώπινος οφθαλμός δεν μπορεί να διακρίνει κάθε λεπτομέρεια στην εικόνα.

Φωτογραφική Εικόνα

Ερωτήσεις

- Ποιοι παράγοντες επηρεάζουν την διακριτική ικανότητα του ανθρώπινου οφθαλμού ;
- Ο φακός με μεγαλύτερη ή μικρότερη διάμετρο ελαττώνει την διάσταση της εστιακής κηλίδας που δημιουργεί ;

Φωτογραφική Εικόνα

Ερωτήσεις

- Ο ανθρώπινος οφθαλμός που εμφανίζει καλλίτερη οπτική οξύτητα σε κοντινές ή μακρινές παρατηρήσεις ;
- Η μείωση του ανοίγματος στο κέντρο της ίριδας ελαττώνει ή αυξάνει την εκτροπή από τον φακό του οφθαλμού ;