

Ψηφιακή φωτογραφία

Σύνθεση, λήψη, επεξεργασία, προβολή, εκτύπωση

Η σειρά μαθημάτων φιλοδοξεί να αποτελέσει ένα ταξίδι στην τέχνη και την τεχνική, στη γνώση και την πρακτική της πιο προσιτής πλέον τέχνης, της ψηφιακής φωτογραφίας, από τη γέννησή της έως την επεξεργασία και προβολή της.

Το ταξίδι ξεκινά από το τι είναι το φως και πώς λειτουργεί η αίσθηση της όρασης στους ανθρώπους, προχωρά στον ορισμό βασικών εννοιών της ψηφιακής τεχνολογίας και της ψηφιακής αποτύπωσης, περιγράφει την ιστορία της φωτογραφίας και τις φωτογραφικές μηχανές του παρελθόντος, επικεντρώνει την ανάλυση στις σύγχρονες ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές, τα χαρακτηριστικά και τους διάφορους τύπους τους, συμπληρώνει με τον βοηθητικό φωτογραφικό εξοπλισμό (φίλτρα, τρίποδες, φώτα, φόντα, τραπέζια φωτογράφισης).

Συνεχίζει με την παρουσίαση των βασικών αρχών φωτογράφισης από τη σύνθεση (κανόνες τρίτων και χρυσής αναλογίας), το ξάκρισμα, τη ρύθμιση της έκθεσης, τις ρυθμίσεις διαφράγματος και ταχύτητας, την ευαισθησία ISO, το φωτισμό, την ειδίκευση στη φωτογράφιση διαφορετικών θεμάτων (πορτραίτα, τοπία, νυχτερινές, αθλήματα, κοκ), έως την επιλογή φωτογραφιών για έκθεση.

Στη δεύτερη ενότητα μαθημάτων, γίνεται εισαγωγή στην ψηφιακή επεξεργασία φωτογραφιών με τη χρήση ειδικευμένων λογισμικών πακέτων. Στη φάση αυτή αναπτύσσονται τεχνικές επεξεργασίας φωτισμού και χρώματος, μείωσης θορύβου, αύξησης της ευκρίνειας, αλλαγής διαστάσεων και ανάλυσης, δημιουργικής χρήσης φίλτρων, σύνθεσης φωτογραφιών και εκτύπωσης.



Ψηφιακή Φωτογραφία

Εικόνα

Εισαγωγικά - όραση & οπτική
Ψηφιακή εικόνα και γραφικά 2Δ
3Δ εικόνες και γραφικά



Γεώργιος Π. Παυλίδης

Ψηφιακή φωτογραφία



- Περίγραμμα μαθήματος
 - φως και όραση
 - βασικές έννοιες της ψηφιακής τεχνολογίας και της ψηφιακής αποτύπωσης
 - ιστορία της φωτογραφίας
 - φωτογραφικές μηχανές
 - βοηθητικός φωτογραφικός εξοπλισμός
 - βασικές αρχές φωτογράφισης
 - σύνθεση και λήψη
 - εισαγωγή στην ψηφιακή επεξεργασία φωτογραφιών
 - προβολή και εκτύπωση

Περιεχόμενα

- Εισαγωγή
 - Οπτική και όραση
 - Το φως
 - Η όραση
 - Οπτική και ψυχοοπτική
- 2Δ εικόνες και γραφικά
 - Ψηφιοποίηση / Ψηφιακή δημιουργία
 - Χαρακτηριστικά και μεγέθη
 - Υλικό εισόδου/εξόδου
 - Λογισμικό επεξεργασίας
- 3Δ εικόνες και γραφικά
 - Ψηφιοποίηση / Ψηφιακή δημιουργία
 - Χαρακτηριστικά και μεγέθη
 - Υλικό εισόδου/εξόδου
 - Λογισμικό επεξεργασίας

Όραση-Αντίληψη

- Πλάτων: «ο μύθος του σπηλαίου», 7ο κεφάλαιο της «Πολιτείας» του Πλάτωνα (380 π.Χ.)
 - Μια αναλογία της ανθρώπινης αντίληψης
 - Η αντίληψη του κόσμου γύρω μας αποτελείται από **ανακλάσεις του εξωτερικού κόσμου μέσα μας**
 - Η αντίληψη αποτελεί **συνθετική διαδικασία στον εγκέφαλο** βάσει των **αισθητηριακών πληροφοριών**



Ο Πλάτωνας και ο Αριστοτέλης συνομιλούν στην αγορά της Αθήνας
Ραφαέλ (1508-11)

Το φως

- Newton: το φως είναι μια συνεχής **ροή σωματιδίων** τα οποία ταξιδεύουν σε ευθεία γραμμή. Κάθε σωματίδιο καλείται κβάντο και κάθε **κβάντο φωτός** είναι ένα **φωτόνιο**
- Το **ορατό φάσμα** εκτείνεται, στην κλίμακα μηκών κύματος, **από τα 380 nm (βιολετί) έως τα 760 nm (κόκκινο)**
 - Τα **χρώματα** είναι μία **κωδικοποίηση του ανθρώπινου** νευρικού συστήματος για να διακρίνει τα μήκη κύματος του φωτός που προσπίπτουν στο αισθητήριο όργανο της όρασης

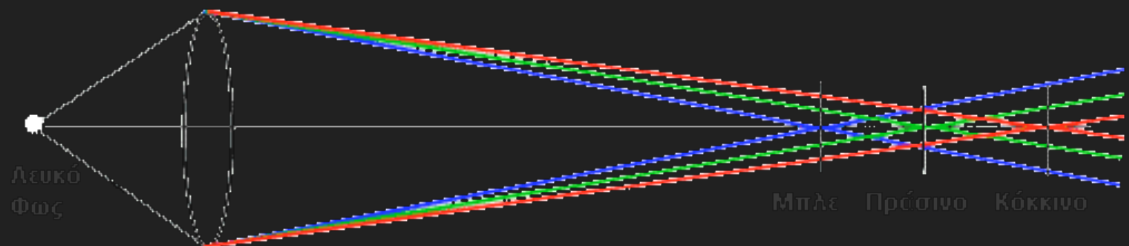


Το φως

- **Διάθλαση** εμφανίζεται όταν φως εισέρχεται σε διαφορετικό μέσο προκαλώντας **μεταβολή στην ταχύτητά του**, η οποία εκφράζεται με **κάμψη της διεύθυνσης του φωτός**
- Τα μικρά μήκη κύματος φωτός (βιολετί) διαθλώνται περισσότερο
 - ο λόγος εμφάνισης του «φάσματος φωτός» όταν λευκό φως περνάει μέσα από **πρίσμα**



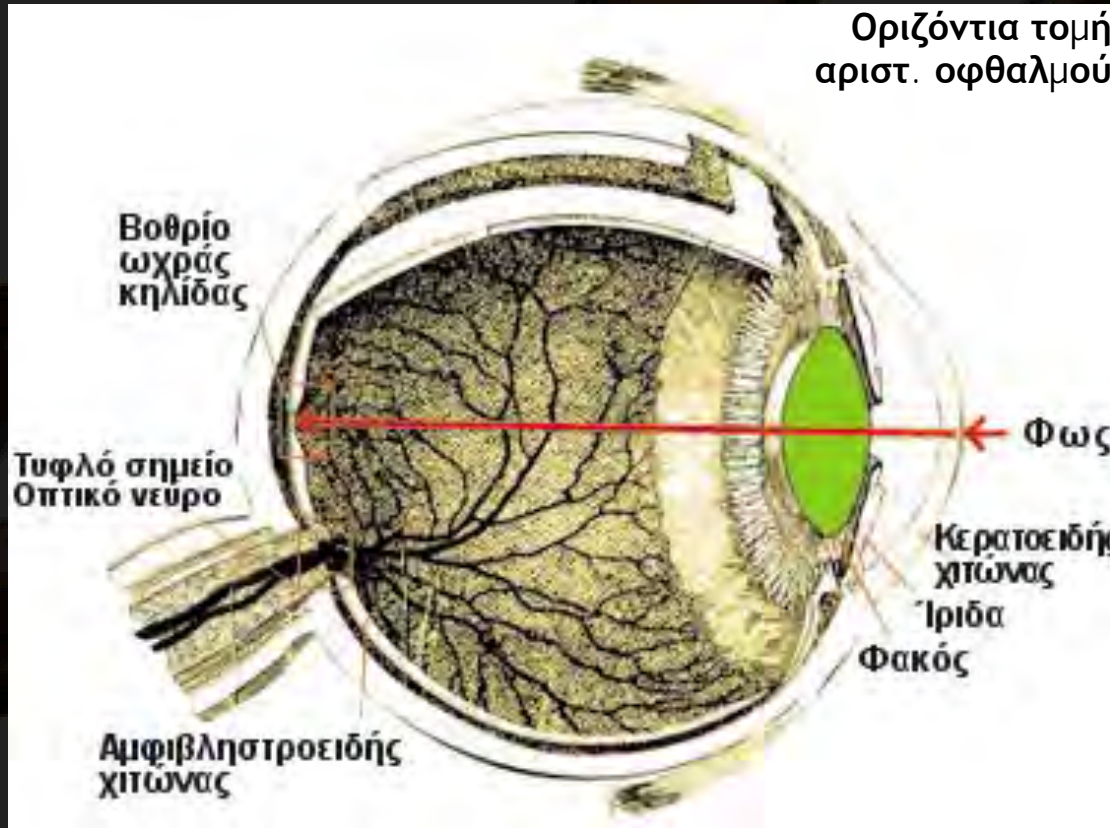
- **χρωματική απόκλιση**
 - ανικανότητα ενός φακού να εστιάσει σωστά διαφορετικά χρώματα στο ίδιο σημείο
 - το μπλε χρώμα να έχει μικρότερη εστιακή απόσταση από το κόκκινο



Το φως και η ανθρώπινη όραση

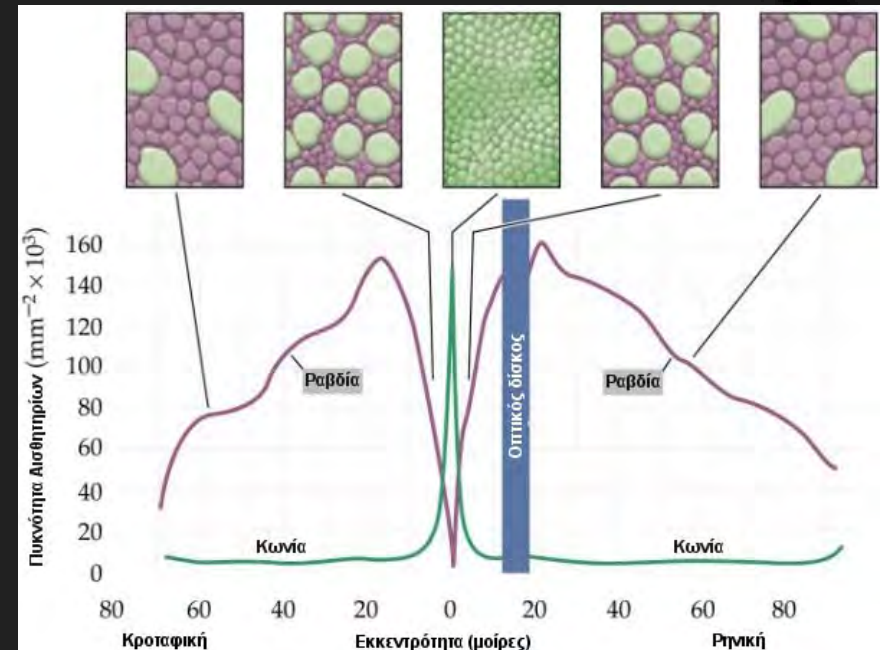
- **Κέπλερ 1604**: θεωρία διάθλασης μέσω σφαιρικών φακών
 - **Εφαρμογή της θεωρίας στα μάτια**
 - Μηχανισμός εστίασης στον αμφιβληστροειδή χιτώνα
 - Ο αμφιβληστροειδής
 - δεν είναι φιλμ (σύνολο παθητικών αισθητηρίων)
 - αποτελείται από πεπερασμένο πλήθος αισθητηρίων

Το αισθητήριο του φωτός



Ο αμφιβληστροειδής και η συγκέντρωση σε κωνία και ραβδία

Χαρακτηριστικά του φακού:
Έχει ελαφρά **κίτρινο χρώμα** ώστε να διορθώνει τη χρωματική απόκλιση
Απορροφά το 10% του φωτός
Εκπέμπει στα 300-1600nm
Ευαίσθητος στο υπεριώδες και το υπέρυθρο



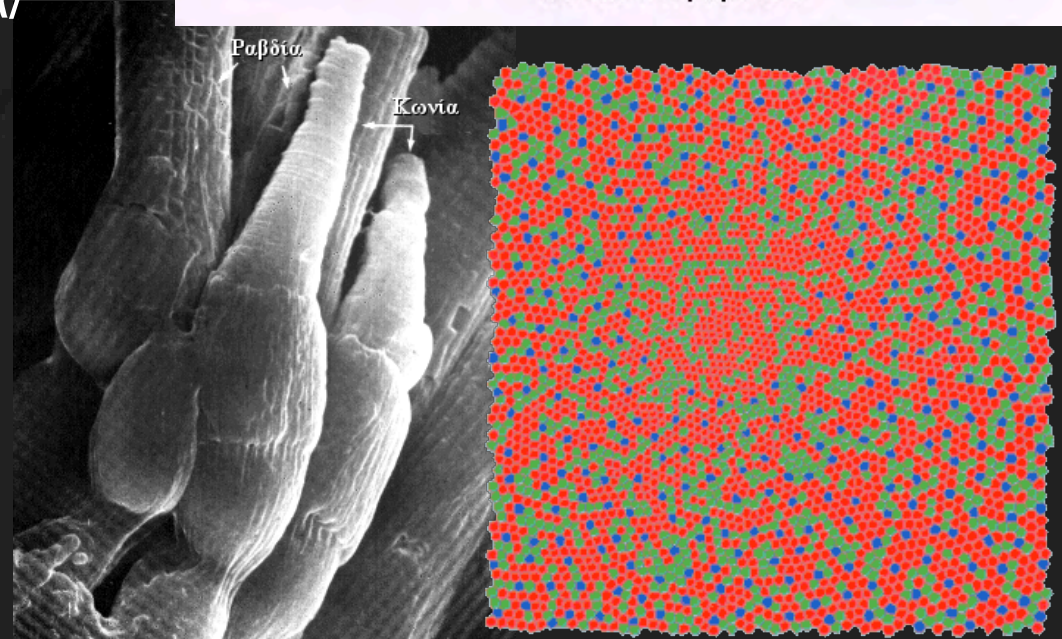
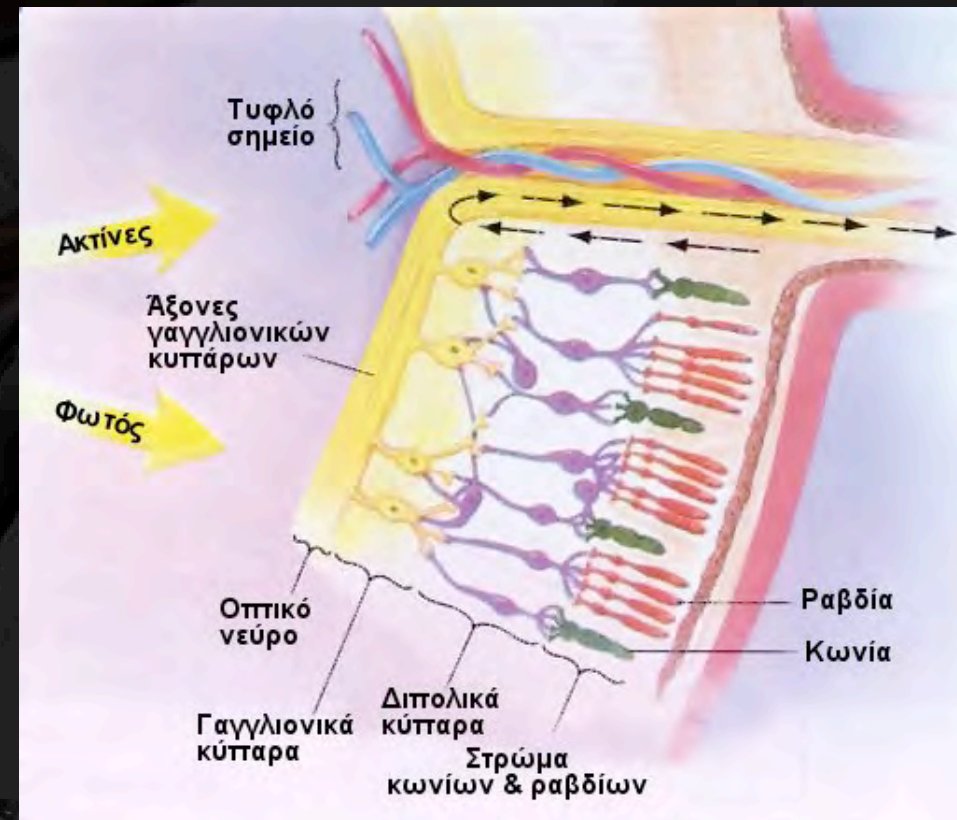
Ο αμφιβληστροειδής

■ Κωνία

- Σχήμα κώνου
- Τρία είδη
 - **S, M, L** ανάλογα με την ευαισθησία τους (420, 530, 560 nm)
 - S κωνία → 7%,
L:M=1,5
- Κεντρικά 150.000 κωνία/ mm^2
- **Ημερόβια** όραση

■ Ραβδία

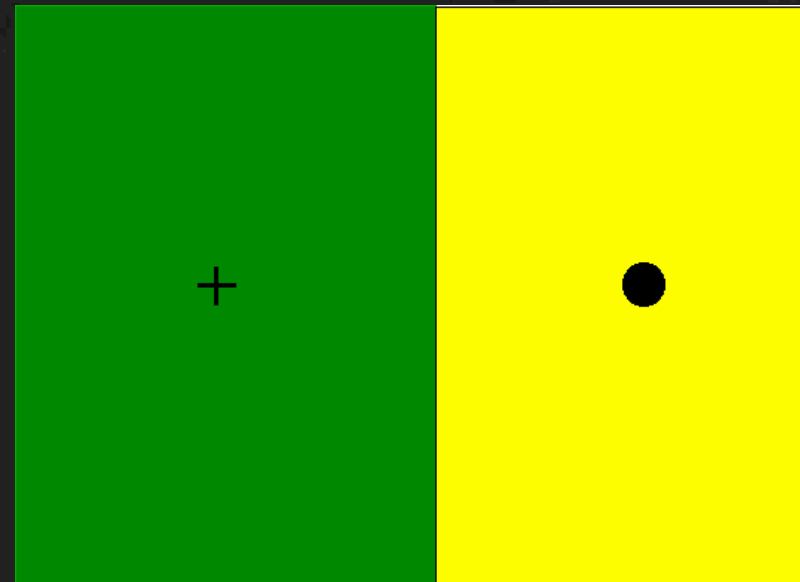
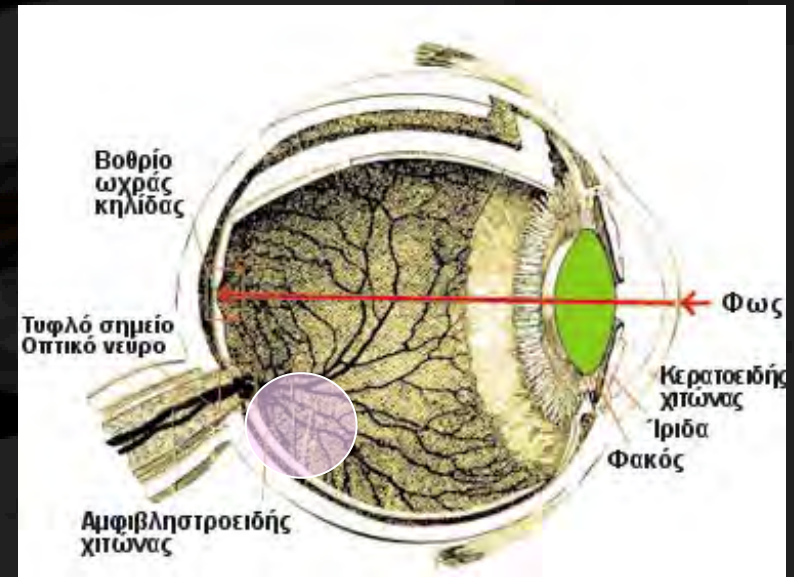
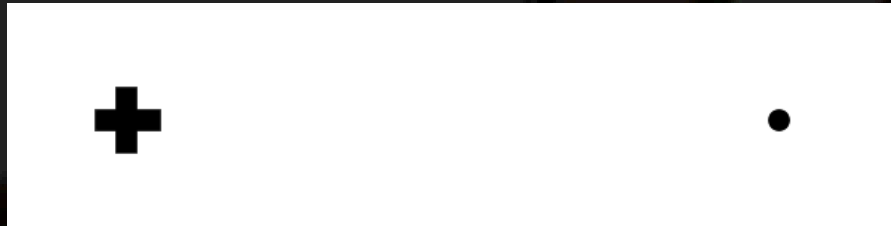
- Σχήμα κυλινδρικό
- **Νυκτόβια** όραση



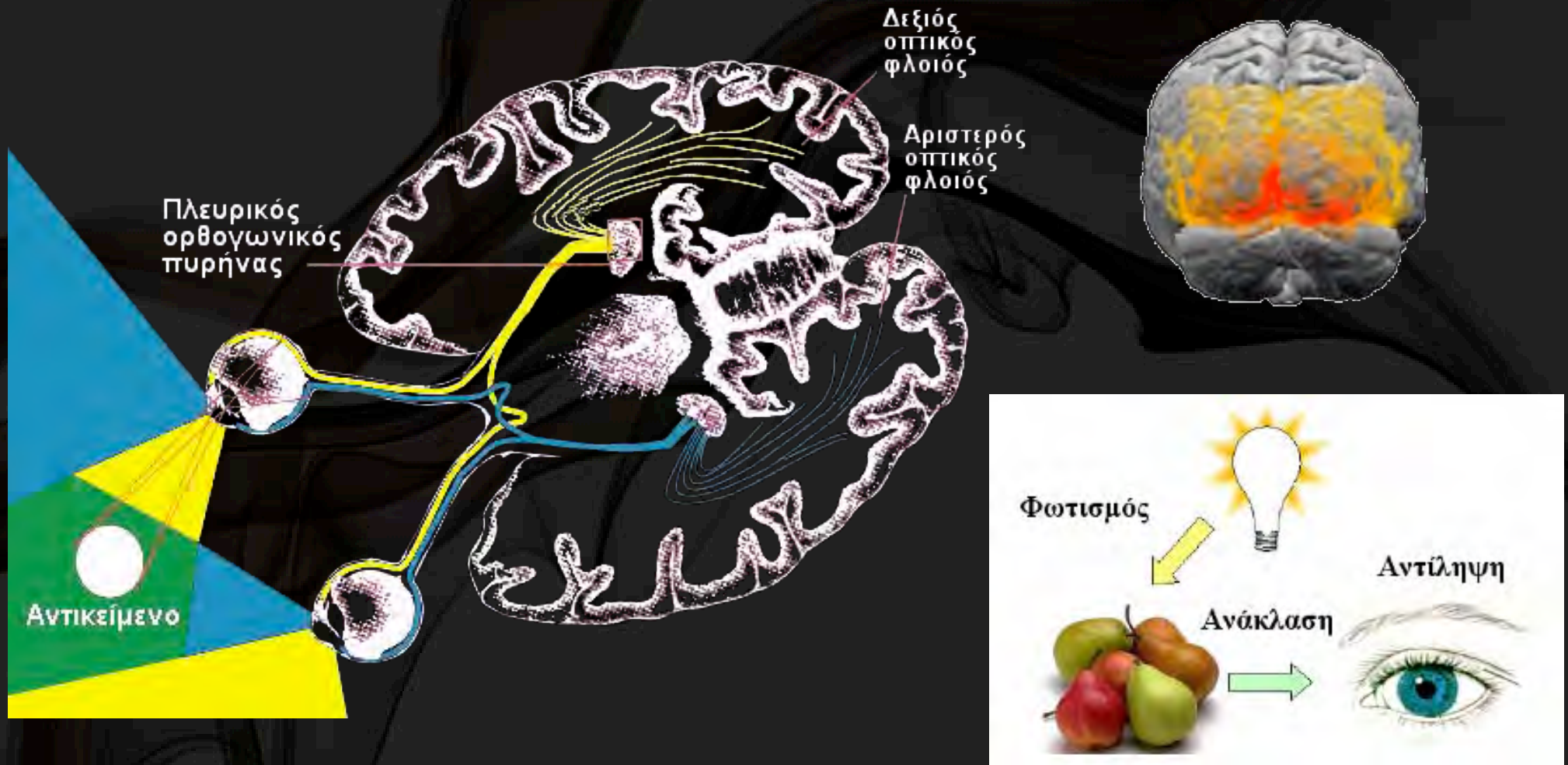
Ο αμφιβληστροειδής

Ραβδία	Κωνία
Νυκτόβια όραση	Ημερόβια όραση
Πολύ ευαίσθητα στο φως και το διεσπαρμένο φως	Όχι πολύ ευαίσθητα στο φως, ευαίσθητα σε απευθείας έκθεση στο φως
Απώλεια → νυκτόβια τύφλωση	Απώλεια → τύφλωση
Χαμηλή οπτική ευκρίνεια	Υψηλή ευκρίνεια, καλύτερη ανάλυση
Δεν υπάρχουν στο βοθρίο της ωχράς κηλίδας	Σε μεγάλη συγκέντρωση στο βοθρίο της ωχράς κηλίδας
Αργή απόκριση στο φως, αύξηση της ευαισθησίας με το χρόνο	Γρήγορη απόκριση στο φως, αντίληψη περισσότερο απότομων μεταβολών
Περιέχουν περισσότερη ποσότητα χρωστικών και μπορούν, έτσι, να ανιχνεύσουν χαμηλότερα επίπεδα φωτός	Απαιτούν περισσότερο φως για τη δημιουργία εικόνων λόγω μικρότερης ποσότητας χρωστικών
20 φορές περισσότερα από τα κωνία στον αμφιβληστροειδή χιτώνα (~90 εκατομ.)	~4.5 εκατομμύρια
Ένας τύπος χρωστικής	Τρεις τύποι χρωστικών
Ασπρόμαυρη όραση	Έγχρωμη όραση

Το τυφλό σημείο



Ο σχηματισμός της εικόνας

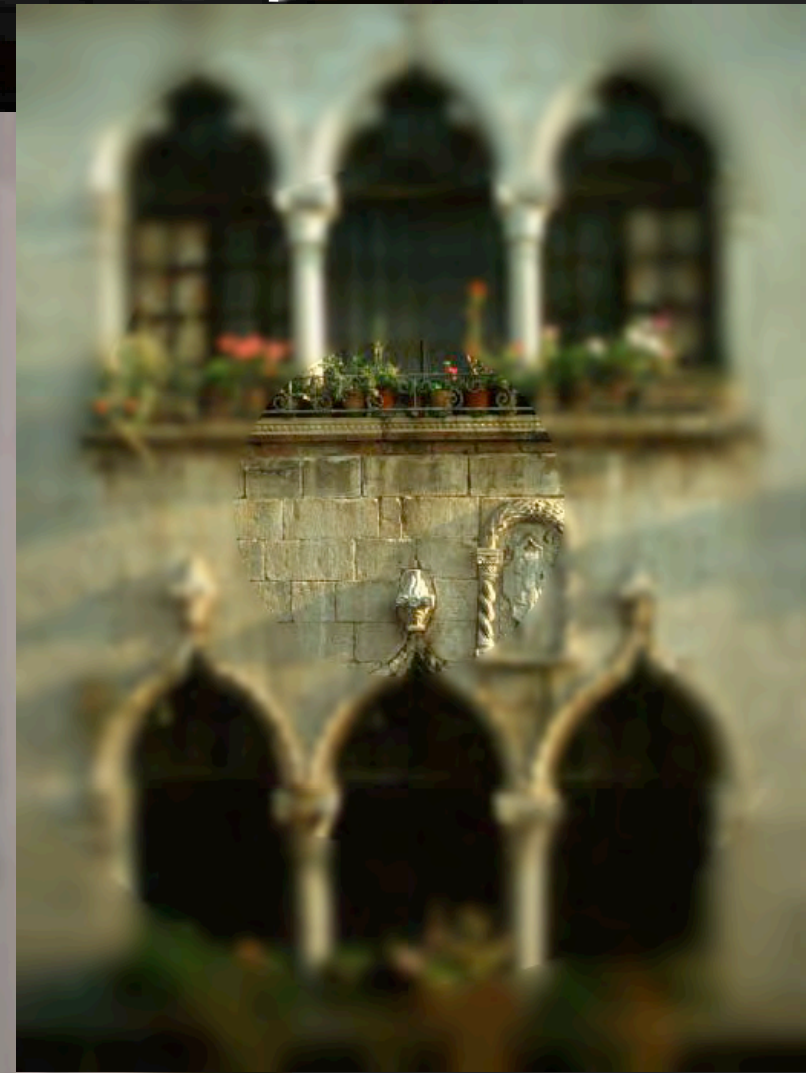
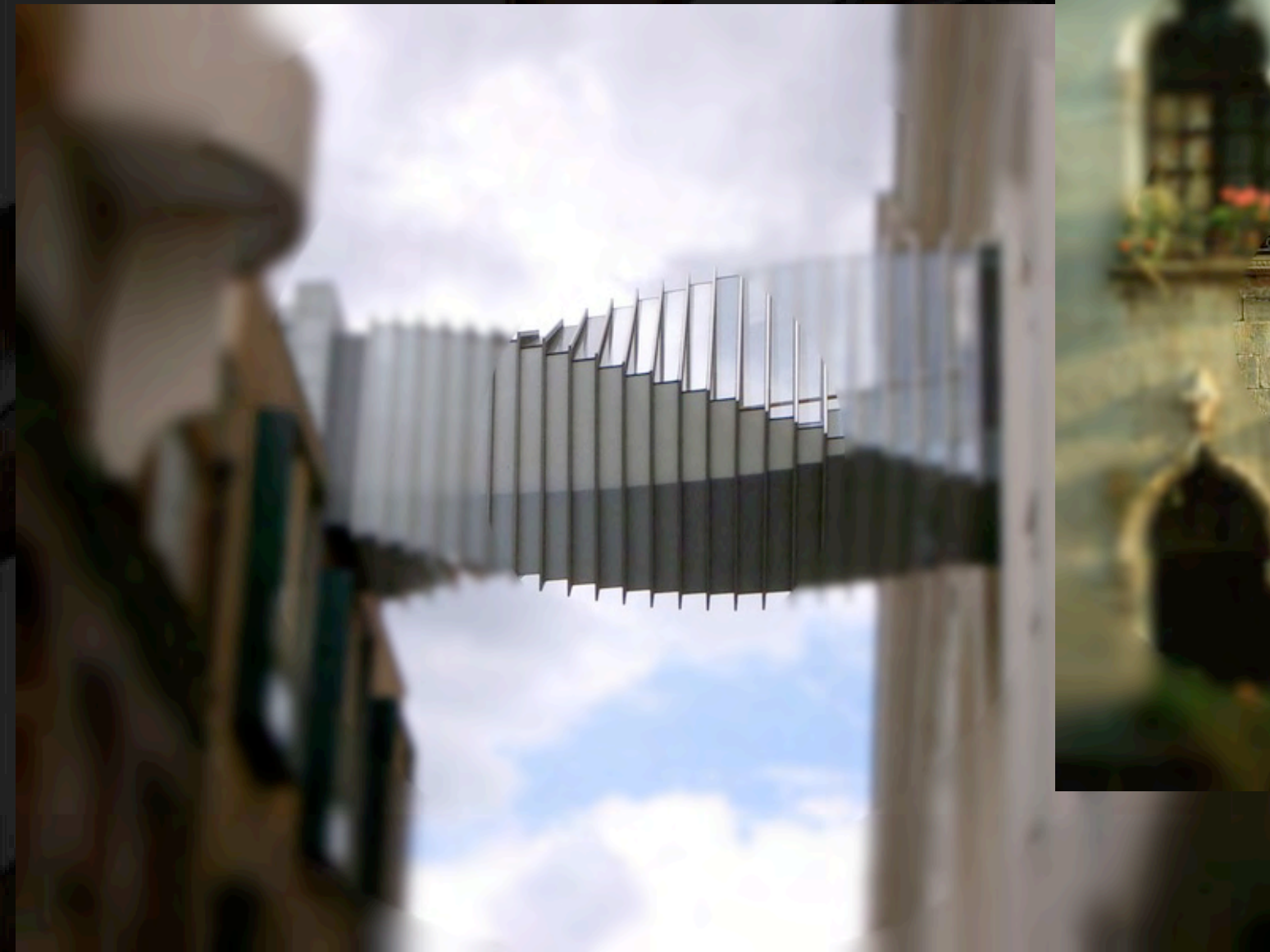


Φιλοσοφία: Πώς γίνεται αντιληπτό ότι τα αντικείμενα είναι εκτός του σώματός μας όταν η εικόνα δημιουργείται εσωτερικά;

«Τεχνικά χαρακτηριστικά» του ματιού

- **Εκτίμηση της ανάλυσης** του ματιού
 - Μέγιστη ανάλυση σε καλές συνθήκες φωτισμού
 - 1.25 γραμμές ανά λεπτό μοίρας (1/60 της μοίρας)
 - Υποθέτοντας 1 pixel ανά γραμμή και ένα τετράγωνο πεδίο 120 μοιρών:
 - $120 \times 60 \times 1.25 = 9000$ pixels σε κάθε διάσταση (x,y)
 - Συνεπώς, η ανάλυση εκτιμάται στα **81 Mpixels**
 - Όμως, «ευκρινής» όραση υπάρχει μόνο στην κεντρική περιοχή του ματιού με **οπτικό πεδίο ~2 μοιρών**
 - Ισοδυναμεί με ανάλυση μικρότερη του **1 Mpixel**
 - **Διακριτική ικανότητα στο χρώμα**
 - 256 αποχρώσεις σε καθένα από τα βασικά χρώματα
 - → $2^{24} = 16.7$ εκατομμύρια χρώματα

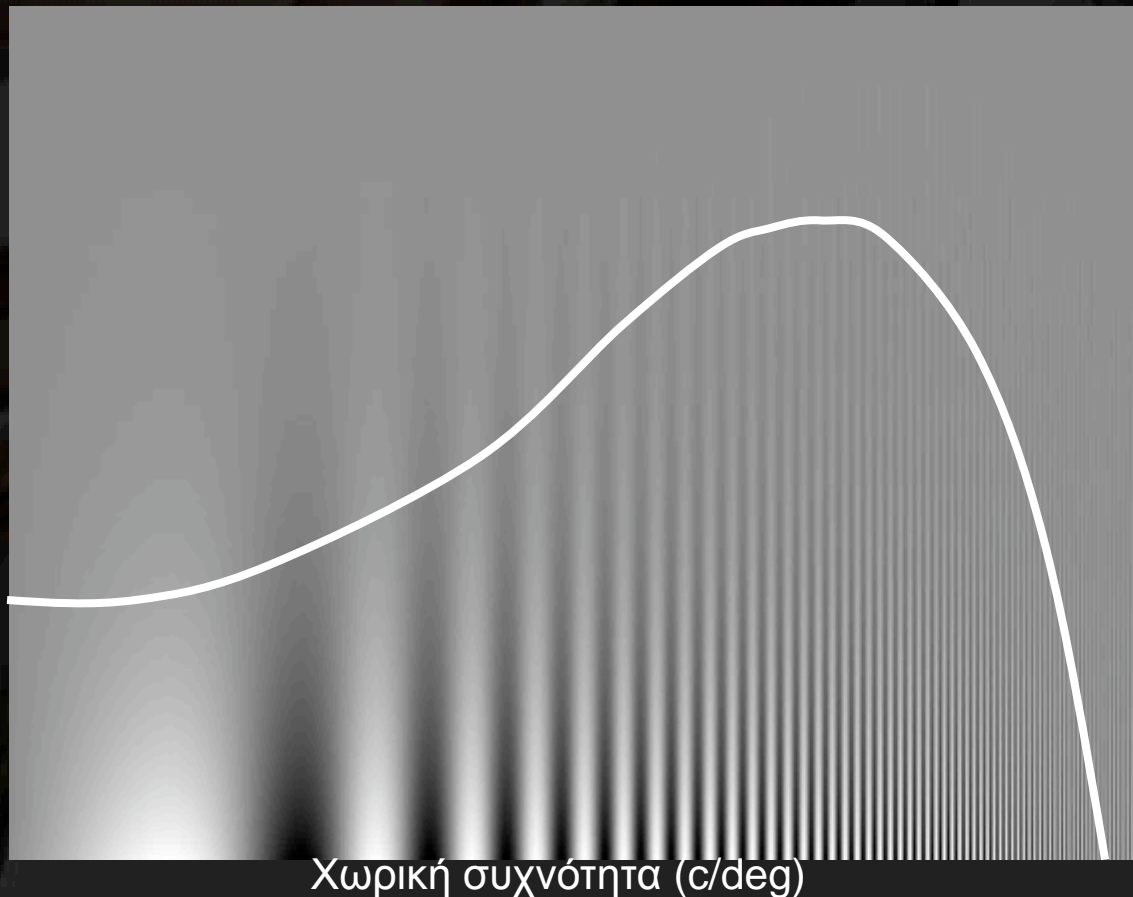
«Τεχνικά χαρακτηριστικά» του ματιού



«Τεχνικά χαρακτηριστικά» του ματιού

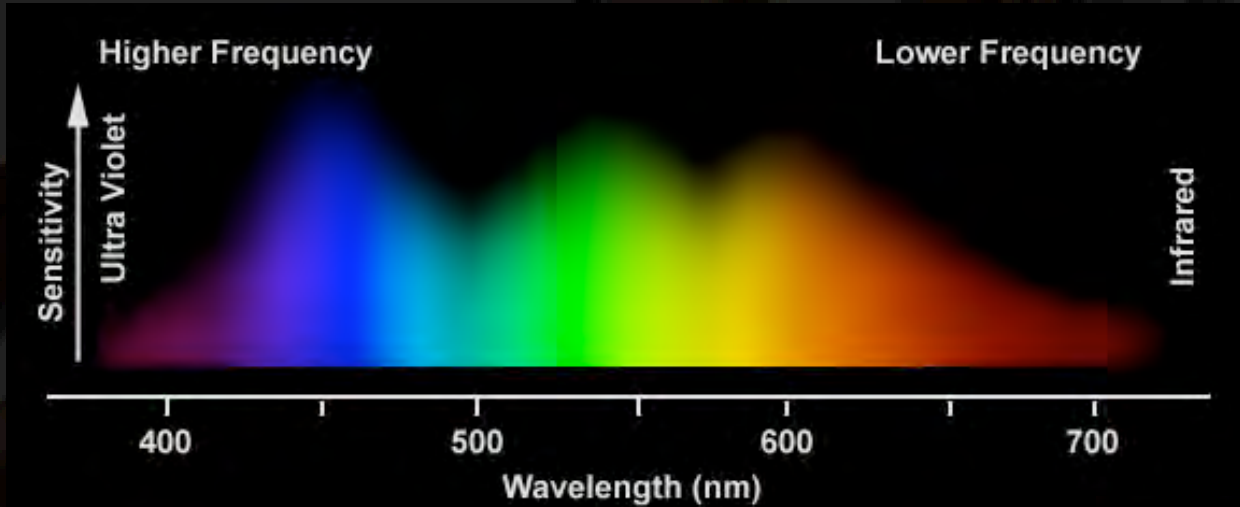
- **Ευαισθησία αντίθεσης** (contrast sensitivity)
 - Καθορίζει τη μικρότερη αντίθεση που μπορεί να γίνει αντιληπτή

Ευαισθησία αντίθεσης



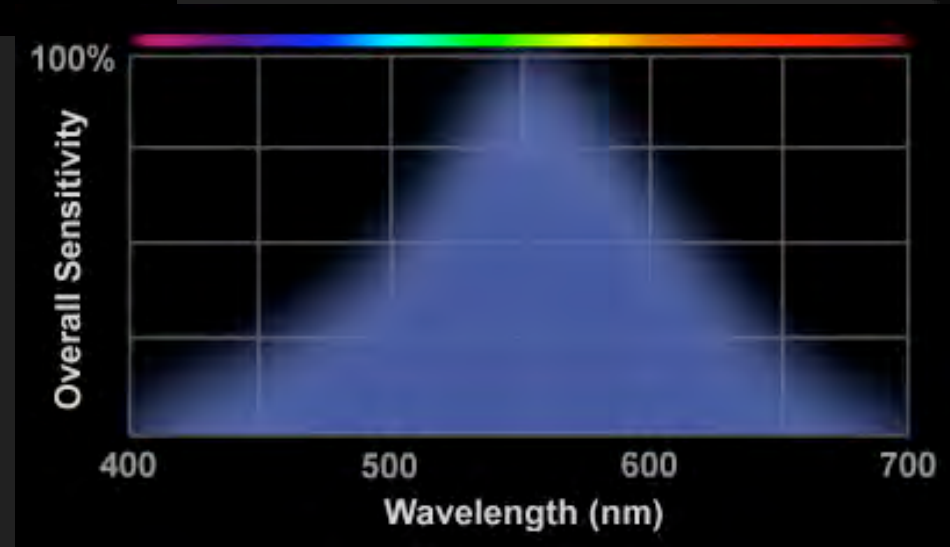
«Τεχνικά χαρακτηριστικά» του ματιού

- Ευαισθησία χρώματος (color sensitivity)



← Ημερόβια όραση (κωνία)

Νυκτόβια όραση (ραβδία) →



«Τεχνικά χαρακτηριστικά» του ματιού

- Αντίληψη του βάθους προκύπτει από τη σύζευξη δύο διαφορετικών προβολών στα δύο μάτια
 - Wheatstone [1838] → Στερεοσκόπιο → Viewmaster



Ψυχοοπτική

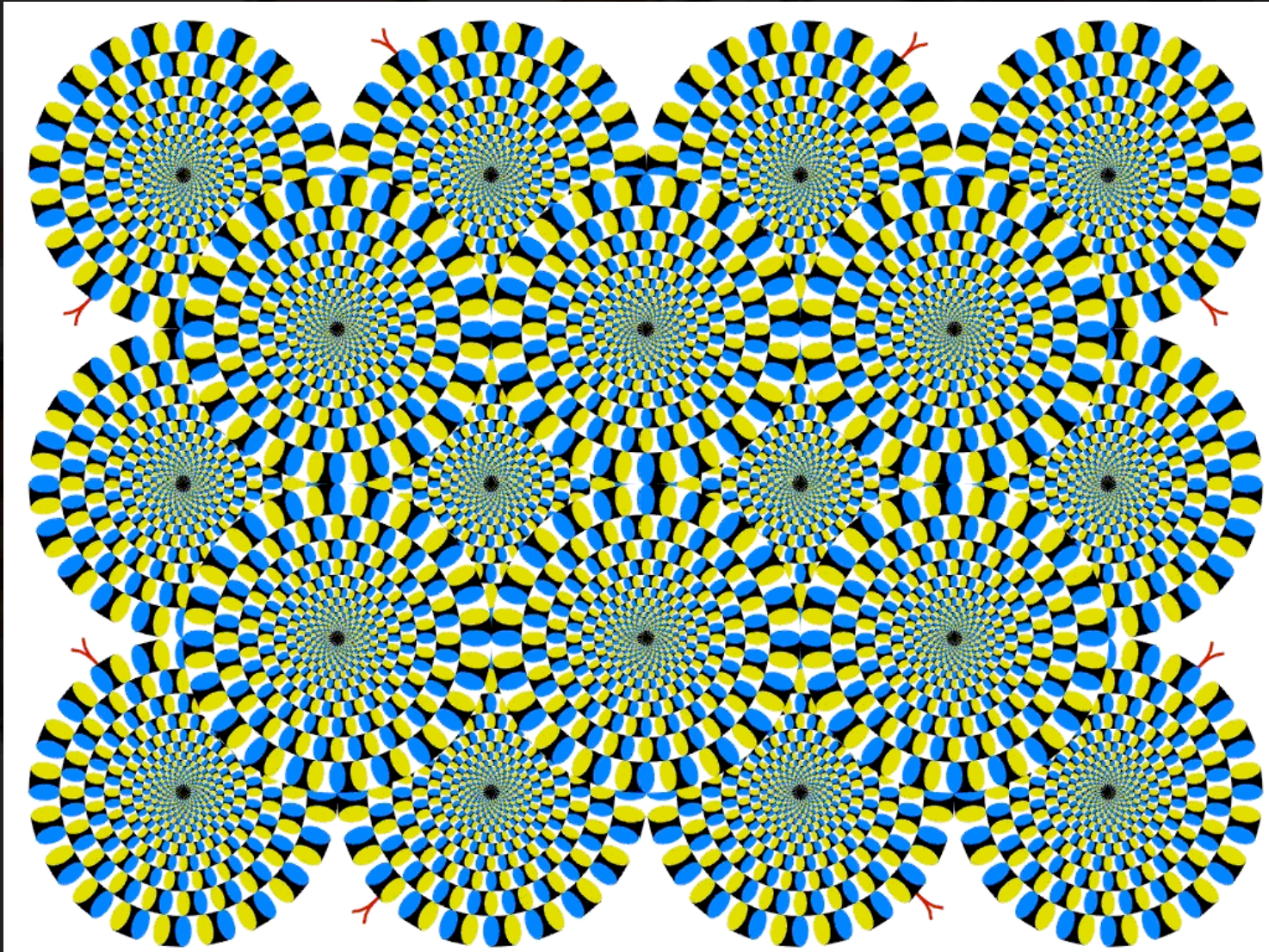
- Οπτική αντίληψη και λογική
 - ΠΕΙΡΑΜΑ: Πείτε το χρώμα της λέξης και όχι τη λέξη.

ΚΙΤΡΙΝΟ ΜΠΛΕ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ
ΜΑΥΡΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΠΡΑΣΙΝΟ
ΒΙΟΛΕΤΙ ΚΙΤΡΙΝΟ ΚΟΚΚΙΝΟ
ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΑΥΡΟ
ΜΠΛΕ ΚΟΚΚΙΝΟ ΒΙΟΛΕΤΙ
ΠΡΑΣΙΝΟ ΜΠΛΕ ΠΟΡΤΟΚΑΛΙ

- Το δεξί ημισφαίριο του εγκεφάλου προσπαθεί να πει το χρώμα αλλά το αριστερό επιμένει να διαβάσει τη λέξη

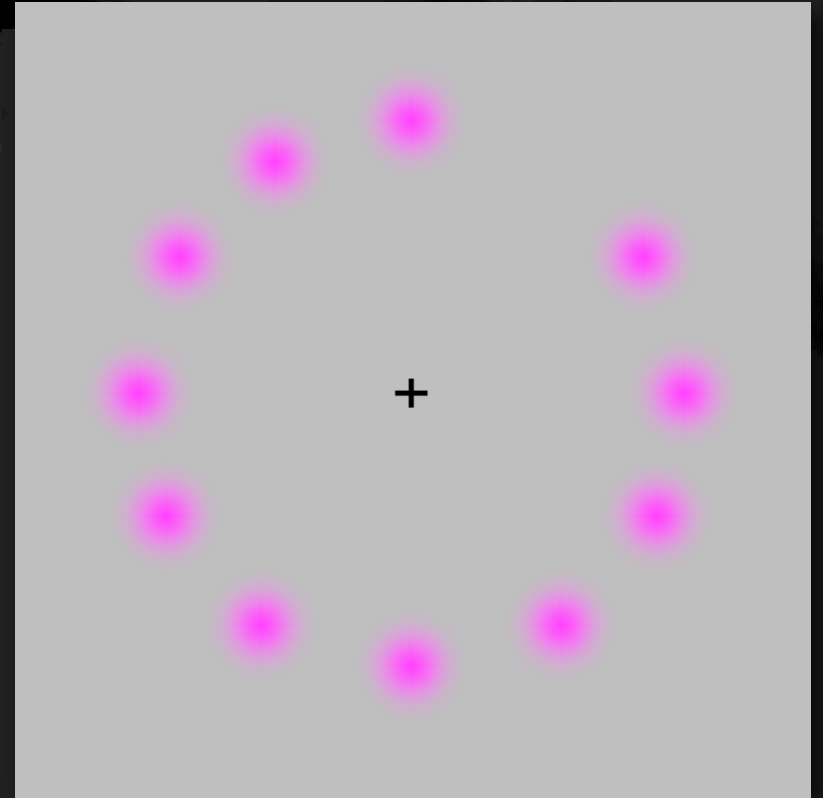
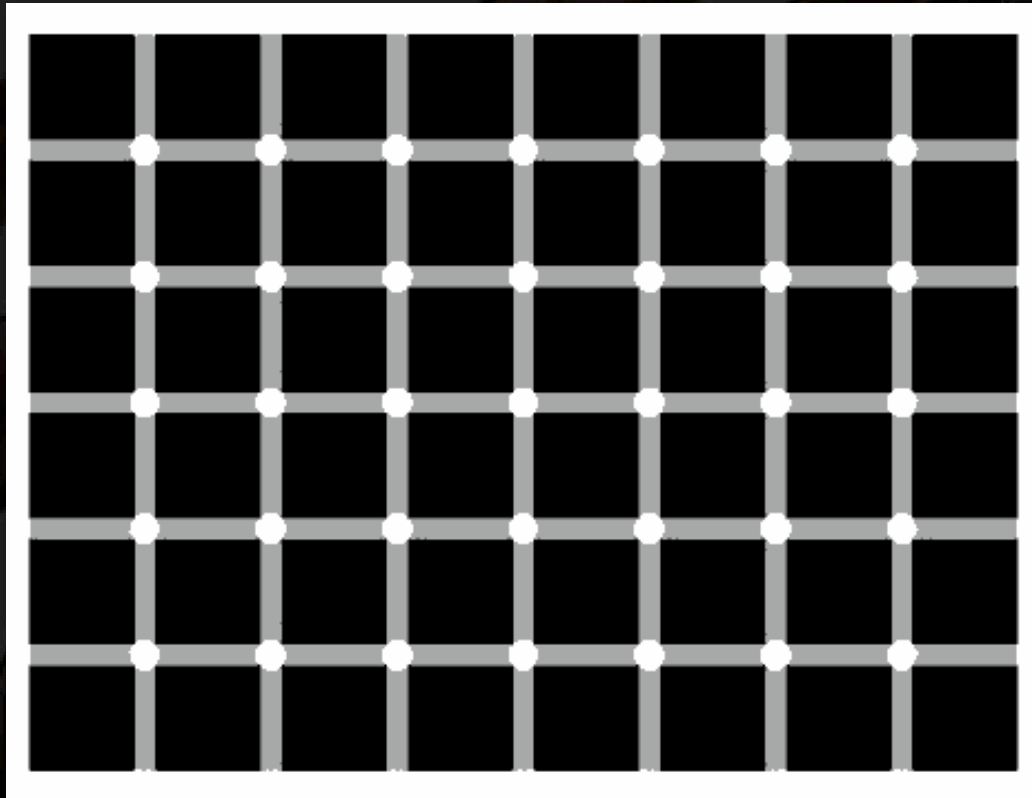
Ψυχοοπτική

- Ψευδαίσθηση κίνησης



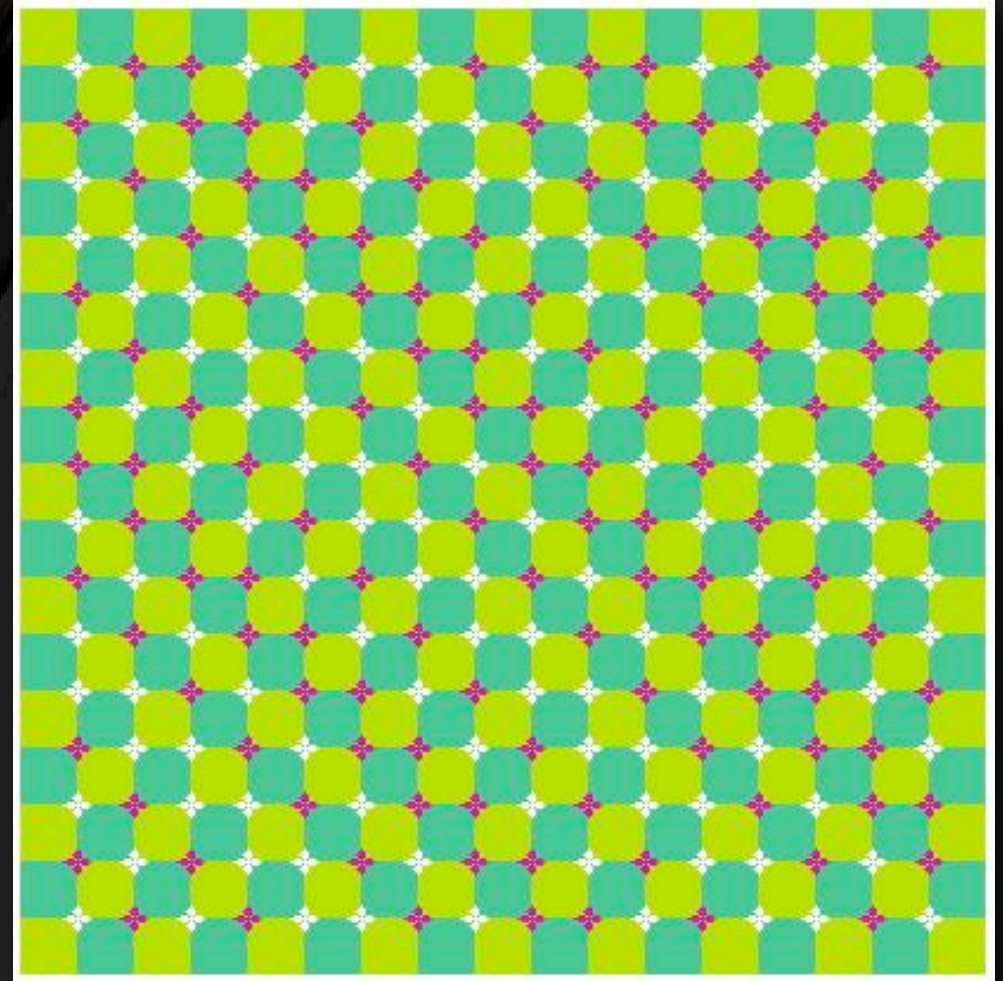
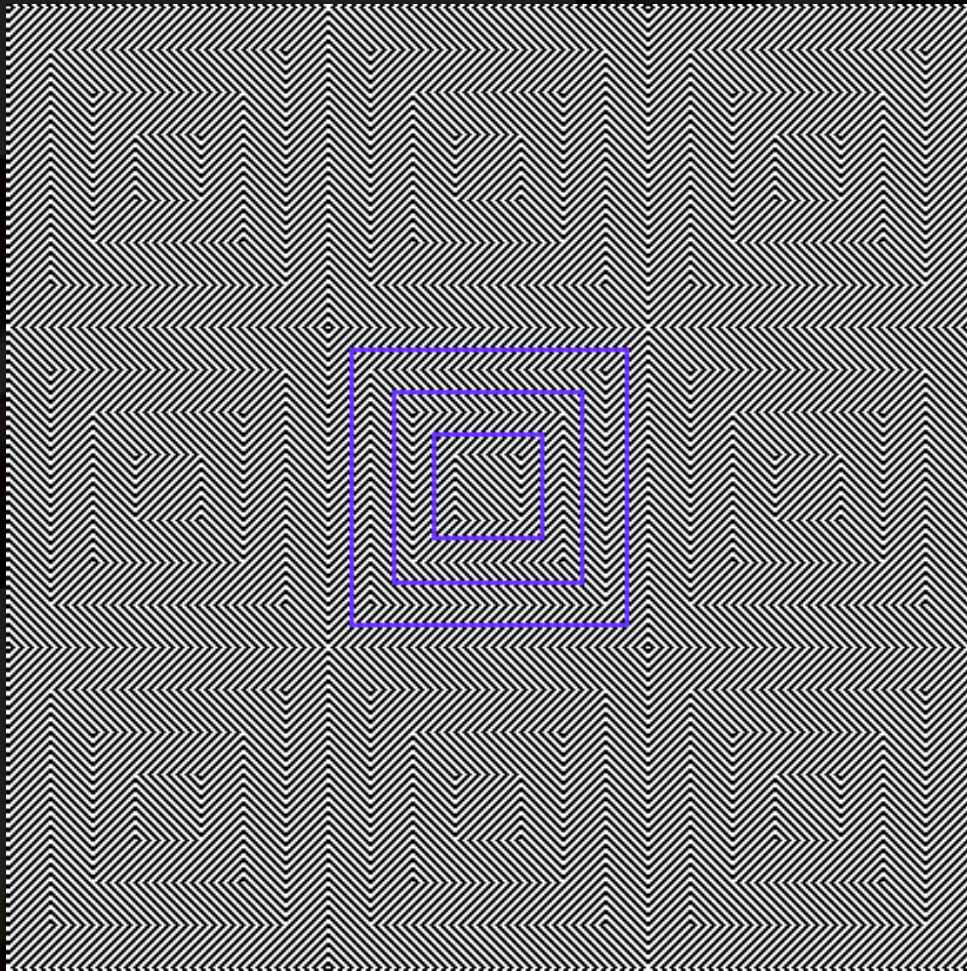
Ψυχοοπτική

- Ψευδαίσθηση κίνησης και εμφάνισης χρώματος



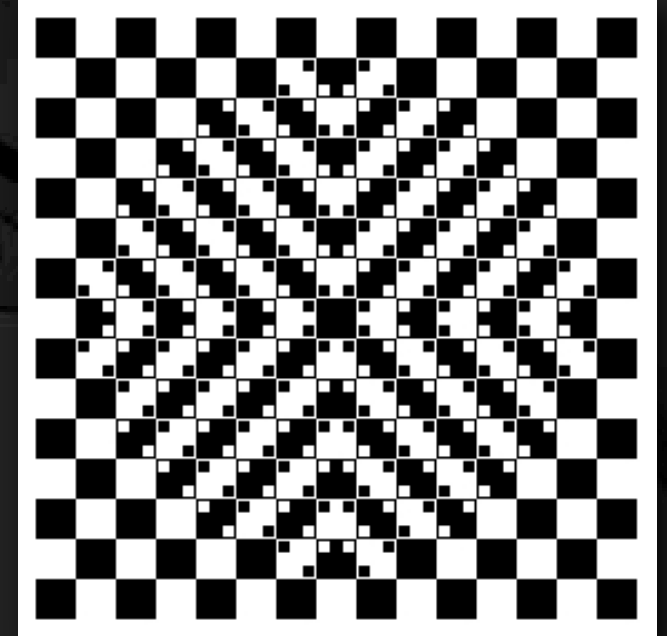
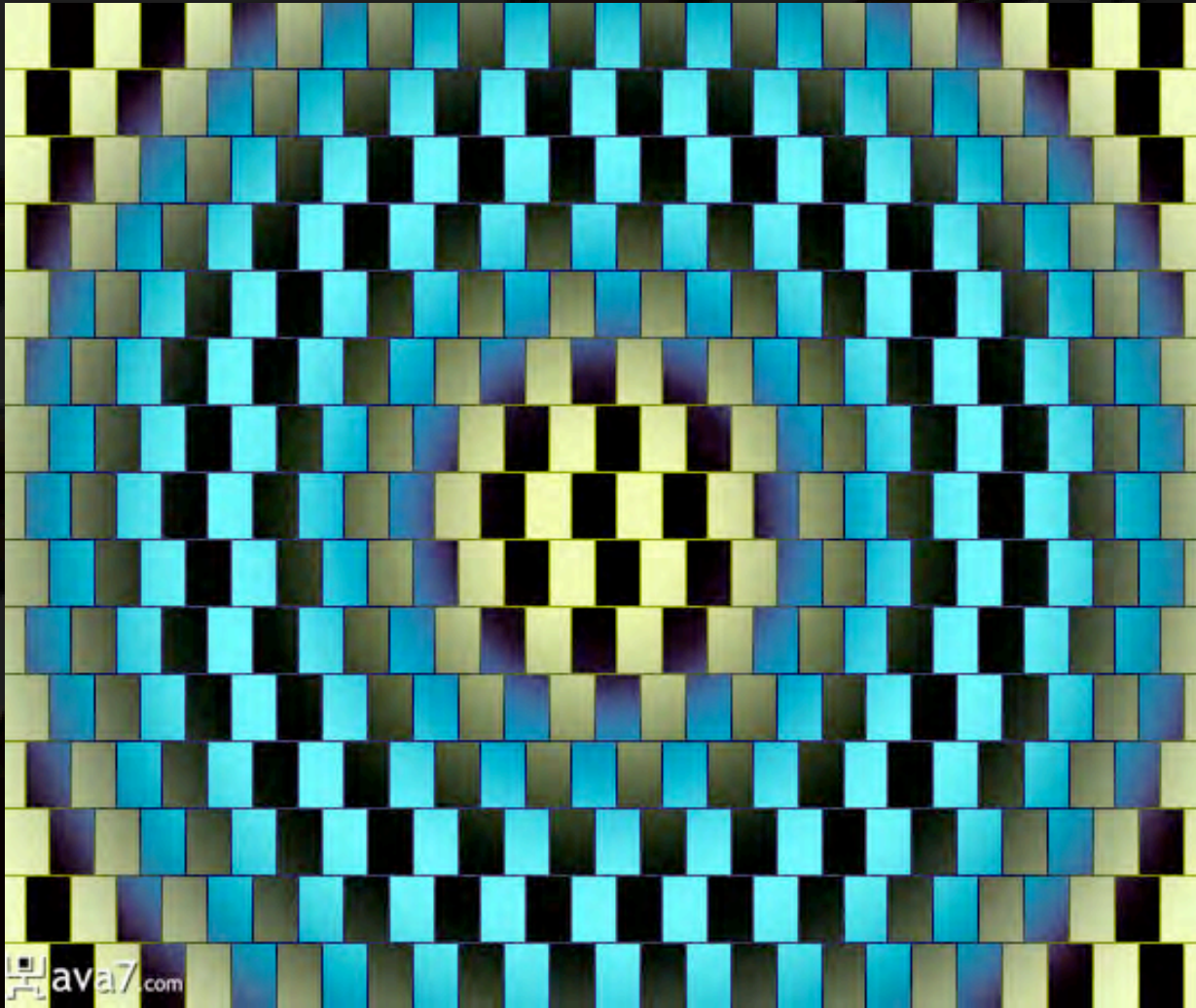
Ψυχοοπτική

- Ψευδείς παραμορφώσεις και κυματισμοί



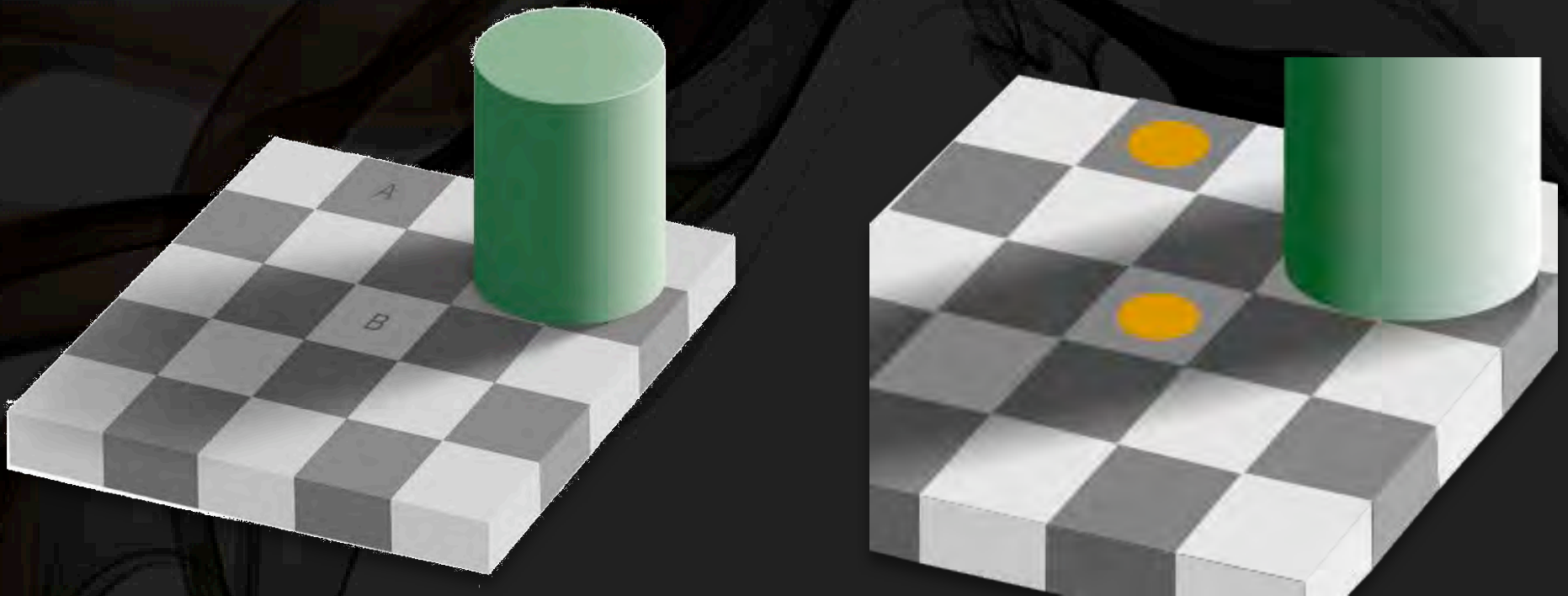
Ψυχοοπτική

- Ψευδείς παραμορφώσεις



Ψυχοοπτική

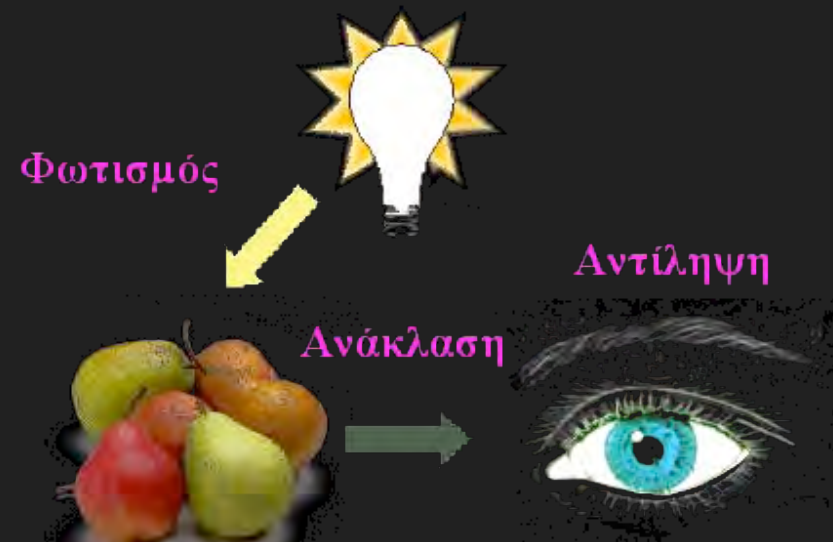
- Πιστότητα και σταθερότητα χρώματος
 - Σχετική αντίληψη ίδιας φωτεινότητας ή ίδιου χρώματος κάτω από διαφορετικές συνθήκες φωτισμού



- Τα τετράγωνα A και B έχουν την ίδια απόχρωση του γκριζου – Τα πορτοκαλί σημεία είναι ίδιας φωτεινότητας

Το χρώμα και η αντίληψή του

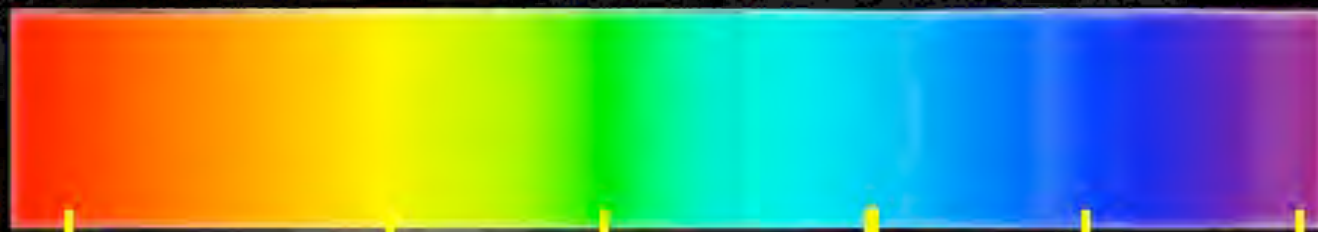
- MeSH (medical subject heading, National Library of Medicine)
 - **Όραση**: η αίσθηση του φωτός
 - **Οπτική αντίληψη**: επιλογή και οργάνωση οπτικών ερεθισμάτων βάσει πρότερης εμπειρίας
 - **Αντίληψη χρώματος**: οπτική αναγνώριση κάθε ιδιαίτερης απόχρωσης ή έλλειψης αυτής
- **Χρώμα** είναι η υποκειμενική αίσθηση που δημιουργείται όταν Η/Μ ακτινοβολία συγκεκριμένου μήκους κύματος στο ορατό φάσμα προσπίπτει στα μάτια μας



Το χρώμα και η αντίληψή του

- Το χρώμα στο οποίο αναφερόμαστε νοείται μόνο ως αυτό που *αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος*

Χρωματική γκάμα ανθρώπινης όρασης



Χρωματική γκάμα όρασης σκύλου



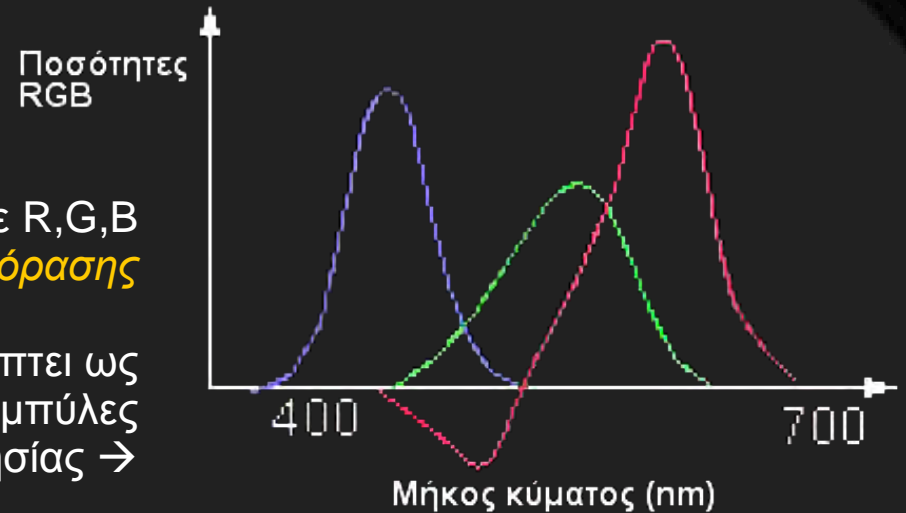
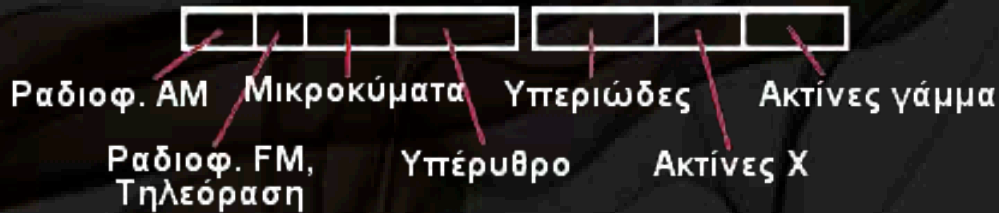
Το χρώμα και η αντίληψή του

700 nm

400 nm



Το ορατό φάσμα στην κλίμακα των γνωστών και ταξινομημένων φασμάτων

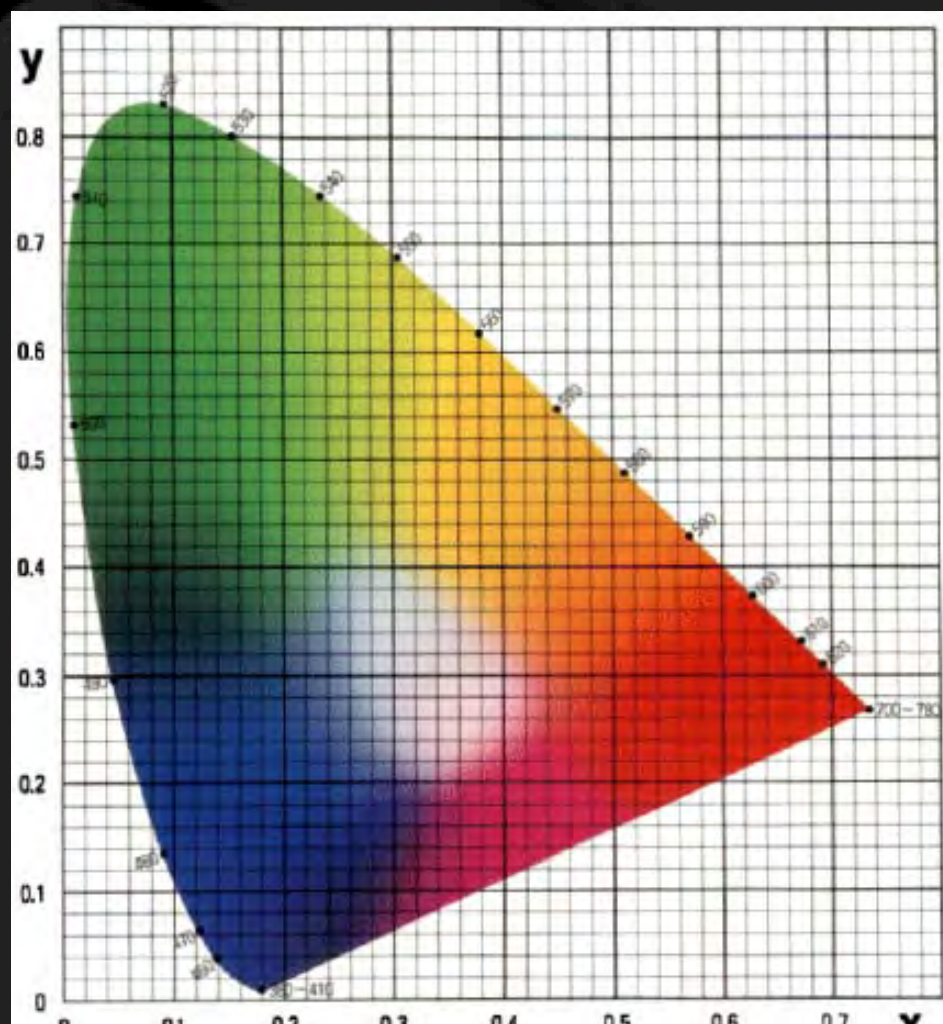
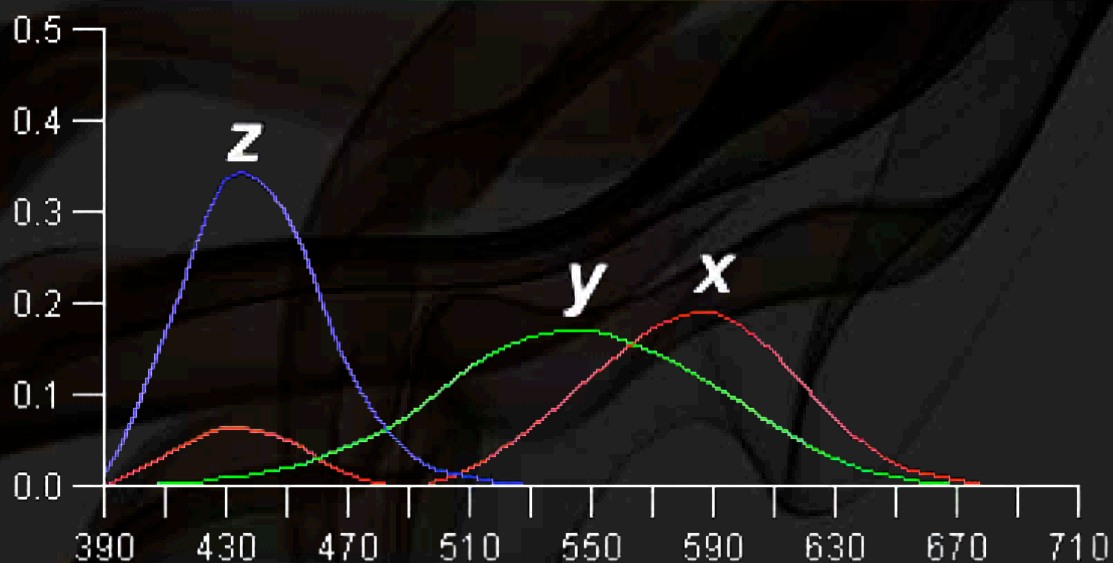


Λόγω των L,M,S κωνίων έχουμε ευαισθησία σε R,G,B
→ *τριχρωματική θεωρία της έγχρωμης όρασης*

Μετρήσεις διάκρισης χρώματος που προκύπτει ως σύνθεση των βασικών R,G,B δίνουν τις καμπύλες ευαισθησίας →

Το χρώμα και η αντίληψή του

- Commission Internationale d'Eclairage (CIE)



Χρωματικά κανάλια

Ιστογράμματα



Φωτεινότητα

$$L=0.3*R + 0.6*G + 0.1*B$$



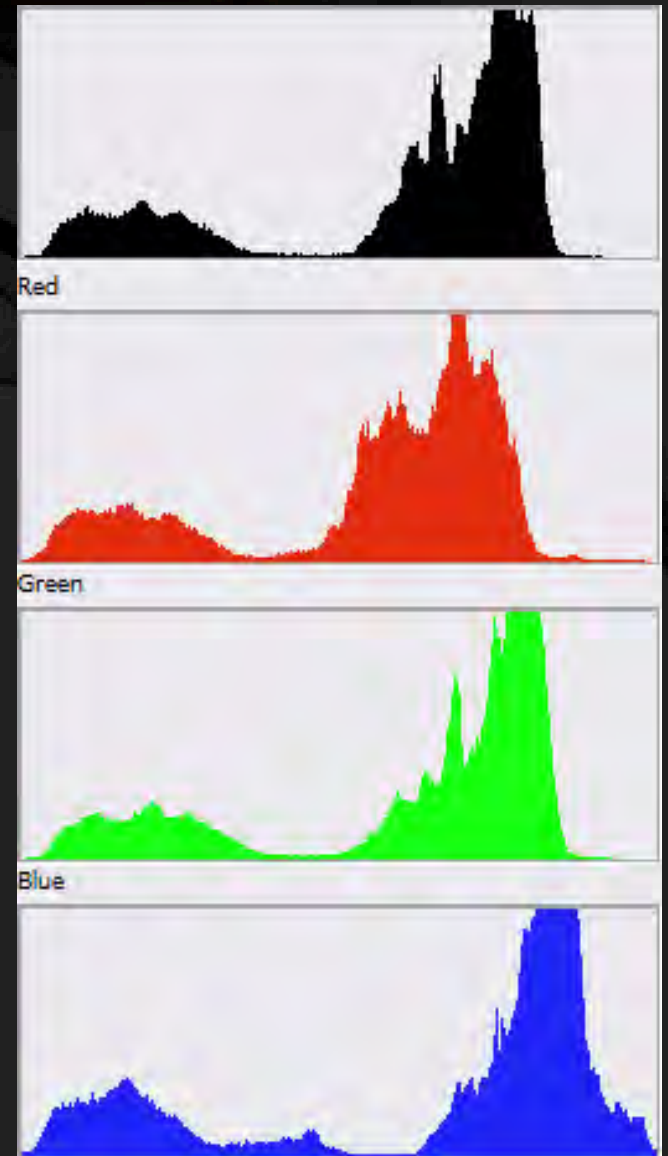
Κόκκινο



Πράσινο



Μπλε



Χρωματικές αναλύσεις

RGB 24bpp



RGB 7bpp



RGB 4bpp



RGB 6bpp



RGB 3bpp



RGB 8bpp



RGB 5bpp

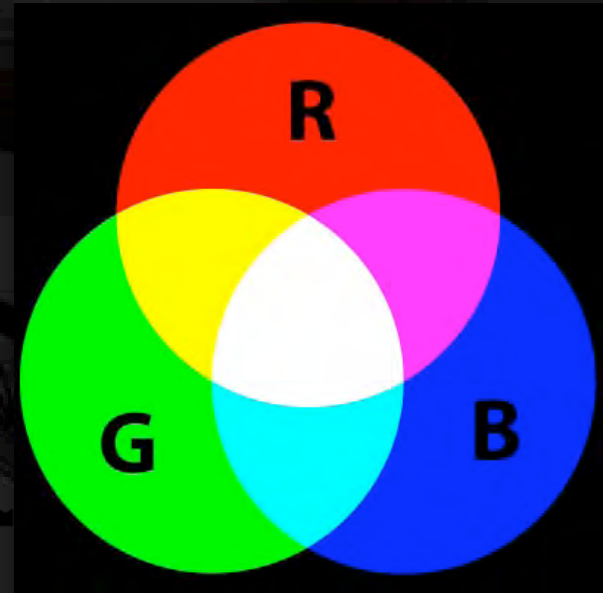
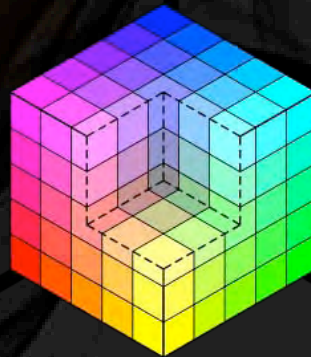


RGB 2bpp

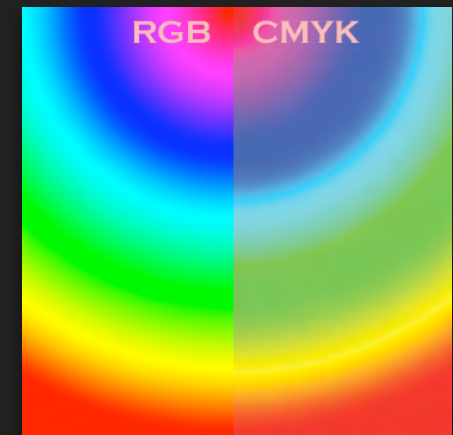
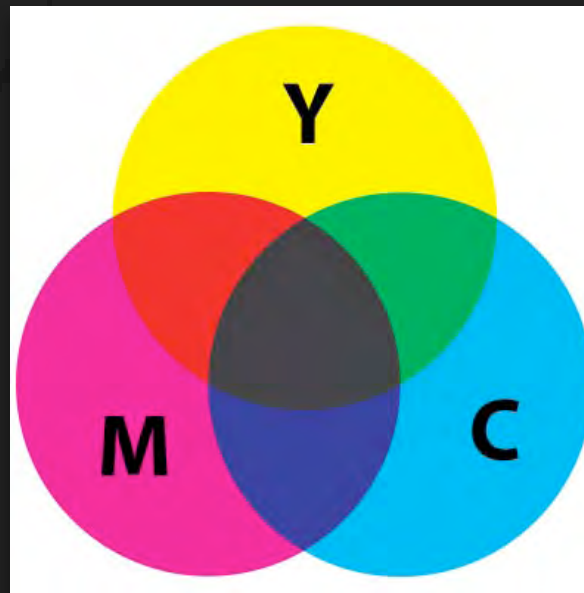


Χρωματικά συστήματα

- Προσθετικό RGB
 - Οθόνες προβολής



- Αφαιρετικό CMYK
 - Εκτυπώσεις



Χρωματικά συστήματα

- HSV (Hue, Saturation, Value)

$$h = \begin{cases} \text{undefined} & \text{if } \max = \min \\ 60^\circ \times \frac{g-b}{\max-\min} + 0^\circ, & \text{if } \max = r \text{ and } g \geq b \\ 60^\circ \times \frac{g-b}{\max-\min} + 360^\circ, & \text{if } \max = r \text{ and } g < b \\ 60^\circ \times \frac{b-r}{\max-\min} + 120^\circ, & \text{if } \max = g \\ 60^\circ \times \frac{r-g}{\max-\min} + 240^\circ, & \text{if } \max = b \end{cases}$$

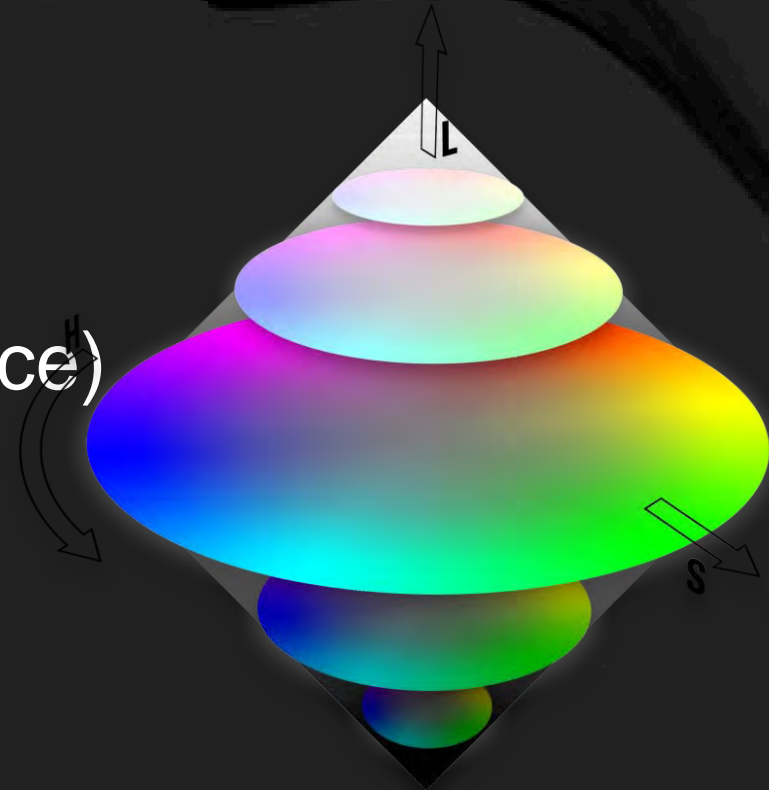
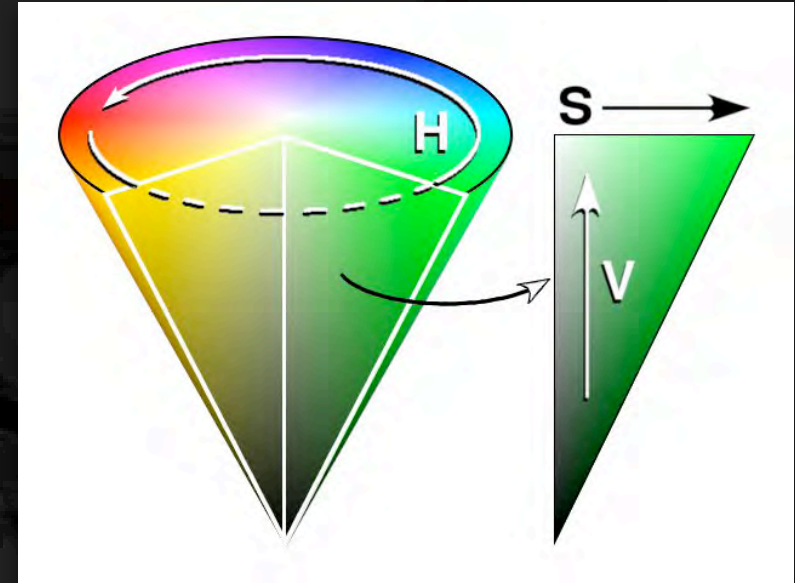
$$l = \frac{1}{2}(\max + \min)$$

$$s = \begin{cases} 0 & \text{if } l = 0 \text{ or } \max = \min \\ \frac{\max-\min}{\max+\min} = \frac{\max-\min}{2l}, & \text{if } 0 < l \leq \frac{1}{2} \\ \frac{\max-\min}{2-(\max+\min)} = \frac{\max-\min}{2-2l}, & \text{if } l > \frac{1}{2} \end{cases}$$

- HSL (Hue, Saturation, Luminance)

$$s = \begin{cases} 0, & \text{if } \max = 0 \\ \frac{\max-\min}{\max} = 1 - \frac{\min}{\max}, & \text{otherwise} \end{cases}$$

$v = \max$



Χρωματικά συστήματα

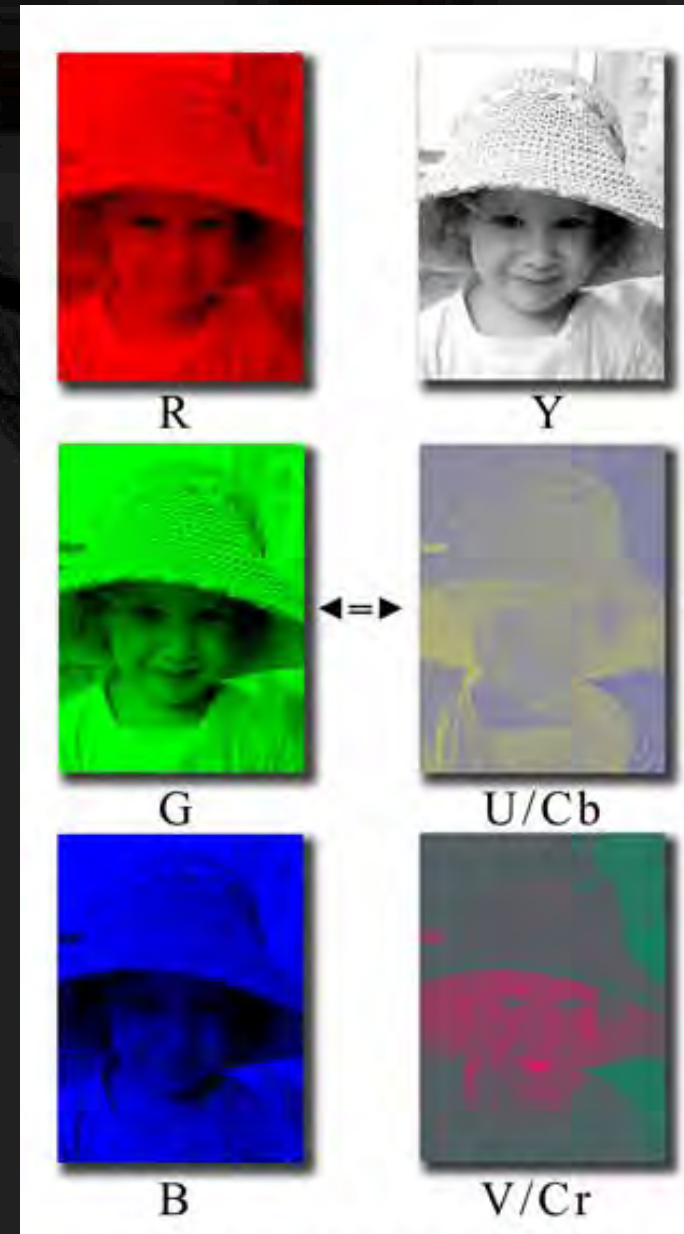
- YUV (PAL), YCbCr
- YIQ (NTSC)

$$Y = \left[\frac{R+2G+B}{4} \right]$$

$$U = B - G$$

$$V = R - G$$

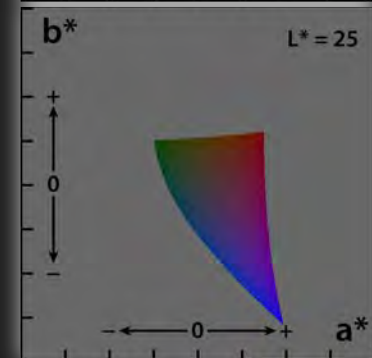
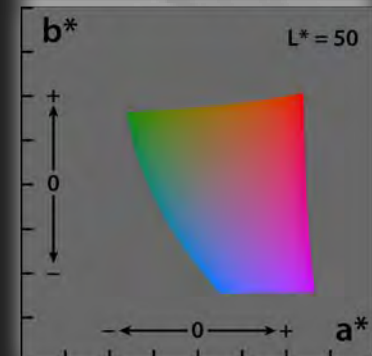
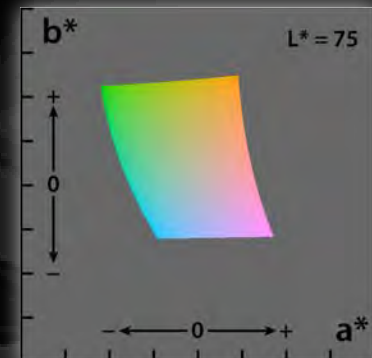
$$\begin{pmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,299 & 0,587 & 0,114 \\ -0,16875 & -0,33126 & 0,5 \\ 0,5 & -0,41869 & -0,08131 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$



Χρωματικά συστήματα

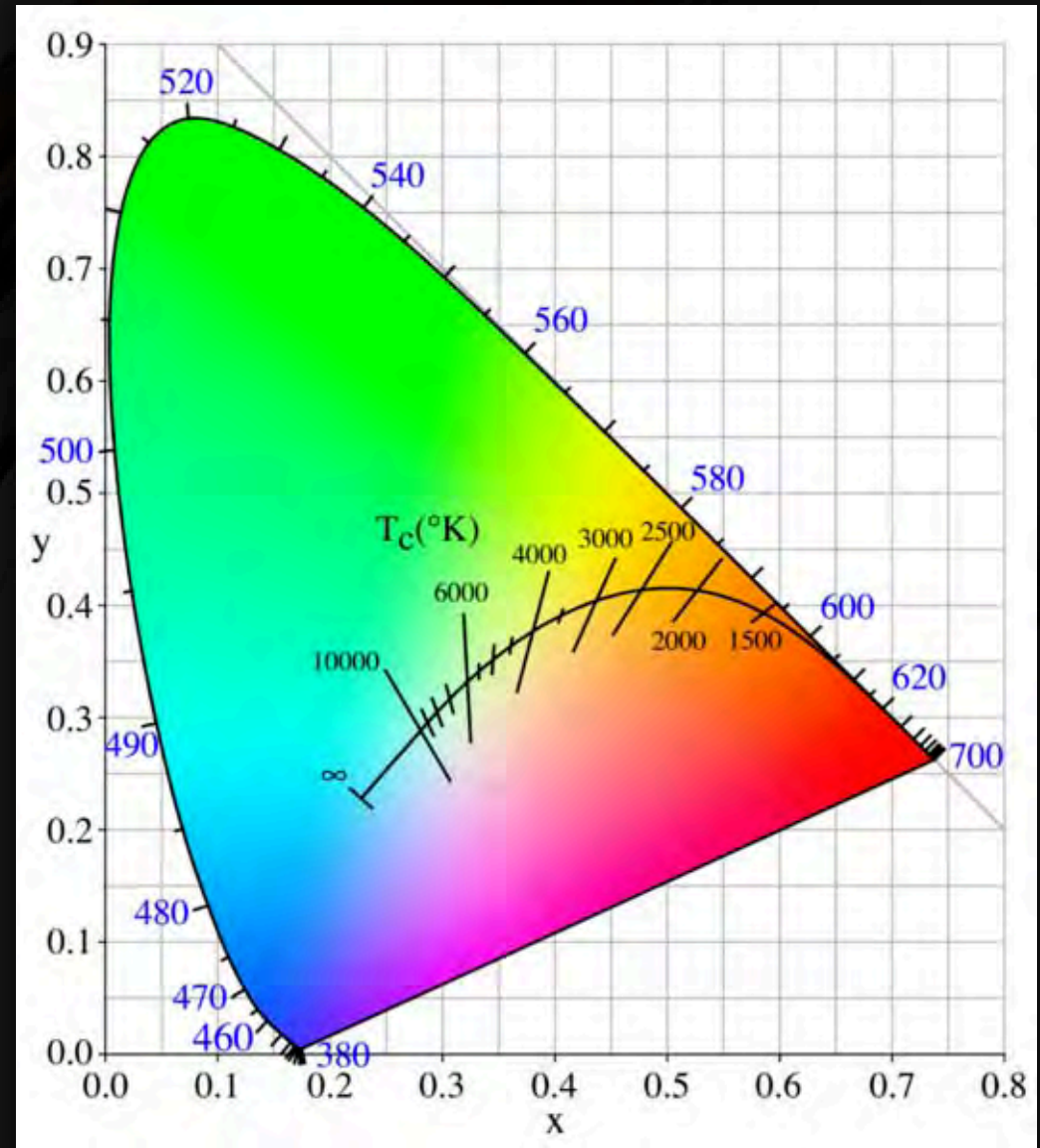
- Συστήματα που μιμούνται τη διαχωριστική ικανότητα του ανθρώπου
- CIE L*a*b* / LUV / sCIE Lab
 - Μετατροπή μέσω CIE 1931 XYZ

$$\begin{aligned}L^* &= 116 f(Y/Y_n) - 16 \\a^* &= 500 [f(X/X_n) - f(Y/Y_n)] \\b^* &= 200 [f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n)]\end{aligned}$$



Θερμοκρασία χρώματος

- Χαρακτηριστικό του ορατού φωτός με σημαντικές εφαρμογές στο φωτισμό, φωτογραφία και βιντεοσκόπηση, κοκ.
- Η θερμοκρασία χρώματος μιας πηγής φωτός **καθορίζεται μέσω σύγκρισης** της χρωματικότητάς της με ιδεατό μέλαν σώμα
- **Εκφράζεται σε βαθμούς kelvin (K)**
 - Υψηλές θερμοκρασίες (>5000 K) θεωρούνται «**ψυχρά/κρύα**» **χρώματα**
 - Χαμηλές θερμοκρασίες (2700–3000 K) θεωρούνται «**θερμά/ζεστά**» **χρώματα**





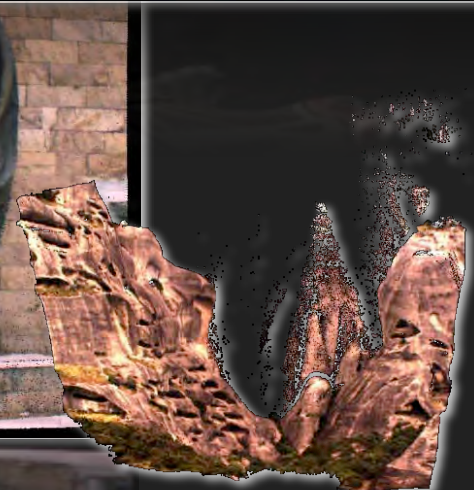
Ψηφιακή Φωτογραφία

Ψηφιακή ή αναλογική φωτογραφία

Είδη ψηφιακής φωτογραφίας

Αναπαραστάσεις ψηφιακών εικόνων

Κοινά είδη αρχείων



Γεώργιος Π. Παυλίδης

Η φωτογραφία

- Αναλογική (φιλμ) ή ψηφιακή;
 - Το φιλμ είναι αναλογικό μέσο
 - Δεν υπάρχουν περιορισμοί στη **χρωματική ανάλυση** (όχι μόνο 256 αποχρώσεις ανά κανάλι χρώματος)
 - Το **εύρος των αντιθέσεων** είναι περί το 1000:1
 - Αποτελείται από κόκκους διαφορετικών χημικών στοιχείων
 - Καλό φιλμ προσεγγίζει **ανάλυση** 7000x5000 στοιχείων
 - Μια γενική προσέγγιση δίνει περίπου **20-30 MPixels** σε ένα καλό ασπρόμαυρο φιλμ και **8-12 MPixels** σε ένα έγχρωμο 35 mm σε φωτογράφιση με ταχύτητες ISO 50-100
 - Αντίστοιχα:
 - Φιλμ μέσου format αντιστοιχούν σε 50 MPixels
 - Φιλμ 4x5 inch αντιστοιχούν σε 200 MPixels
 - Φιλμ 8x10 inch αντιστοιχούν σε 800 MPixels

Η φωτογραφία

- Σύγκριση αναλογικής και ψηφιακής φωτογραφίας
 - Το φιλμ ψηφιοποιήθηκε στα 2700 bpi

JACK RUSSEL TERRIERS—Absolutely adorable. Fun family pet. M's, 12 wks. Shots & wormed. Health guar. \$250. 703-402-3402

JACK RUSSELL PUPPIES—Mini's, parents JRTC, health guar., shots & wormed, \$275+. 410-231-4125

JACK RUSSELL PUPS—M & F, shots/wrmd, 3 litters to choose from, raised w/kids, \$350. 540-338-3535

JACK RUSSEL TERRIERS—Absolutely adorable. Fun family pet. M's, 12 wks. Shots & wormed. Health guar. \$250. 703-402-3402

JACK RUSSELL PUPPIES—Mini's, parents JRTC, health guar., shots & wormed, \$275+. 410-231-4125

JACK RUSSELL PUPS—M & F, shots/wrmd, 3 litters to choose from, raised w/kids, \$350. 540-338-3535



277 Tickets—Travel

Many airline tickets are not transferable. Please check before buying.

277 Tickets—Travel

Many airline tickets are not transferable. Please check before buying.

TERMS OF SALE: A deposit of \$ shall be required at the time of sale price with interest at 8.875% per the date of payment will be paid ratification of the sale. Adjustm and special or regular assessment sale and thereafter assumed by minium and/or homeowner assoc

TERMS OF SALE: A deposit of \$ shall be required at the time of sale price with interest at 8.875% per the date of payment will be paid ratification of the sale. Adjustm and special or regular assessment sale and thereafter assumed by minium and/or homeowner assoc

Η φωτογραφία

- Σύγκριση αναλογικής και ψηφιακής φωτογραφίας
 - Το φιλμ ψηφιοποιήθηκε στα 4000 bpi



Η φωτογραφία

- **Παράγοντες διαφοροποίησης** αναλογικής και ψηφιακής φωτογραφίας
 - **Ποιότητα** (χωρική ανάλυση, επίπεδο θορύβου, δυναμική περιοχή, επίδραση μεγέθους αισθητήρα)
 - **Ευκολία** στη χρήση και στην επεξεργασία
 - **Κόστος**
 - **Ευρωστία** (μεταβολές λόγω σκόνης, μακρόχρονης χρήσης, κοκ)
 - **Αποθήκευση/αρχαιοθέτηση** (ευκολία, διάρκεια)
 - **Ασφάλεια/γνησιότητα** (αντιγραφή, πλαστογράφιση)

Η ψηφιακή φωτογραφία

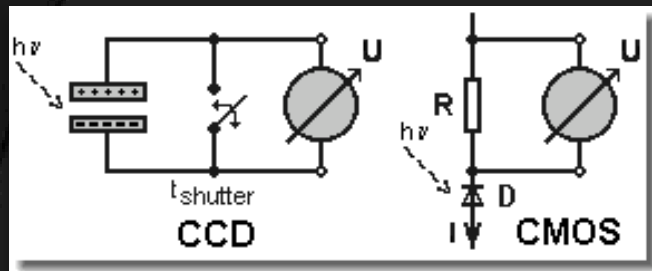
- Δύο τύποι αισθητήρων

- **CCD**

- Παλιότερη τεχνολογία
- Καλύτερη απόδοση σε δύσκολες συνθήκες
- Μεγάλη κατανάλωση ισχύος

- **CMOS**

- Νέα τεχνολογία, διαρκώς αναπτυσσόμενη
- Κακή απόδοση σε χαμηλό φωτισμό
- Μικρή κατανάλωση ισχύος
- Χαμηλό κόστος



Η ψηφιακή φωτογραφία

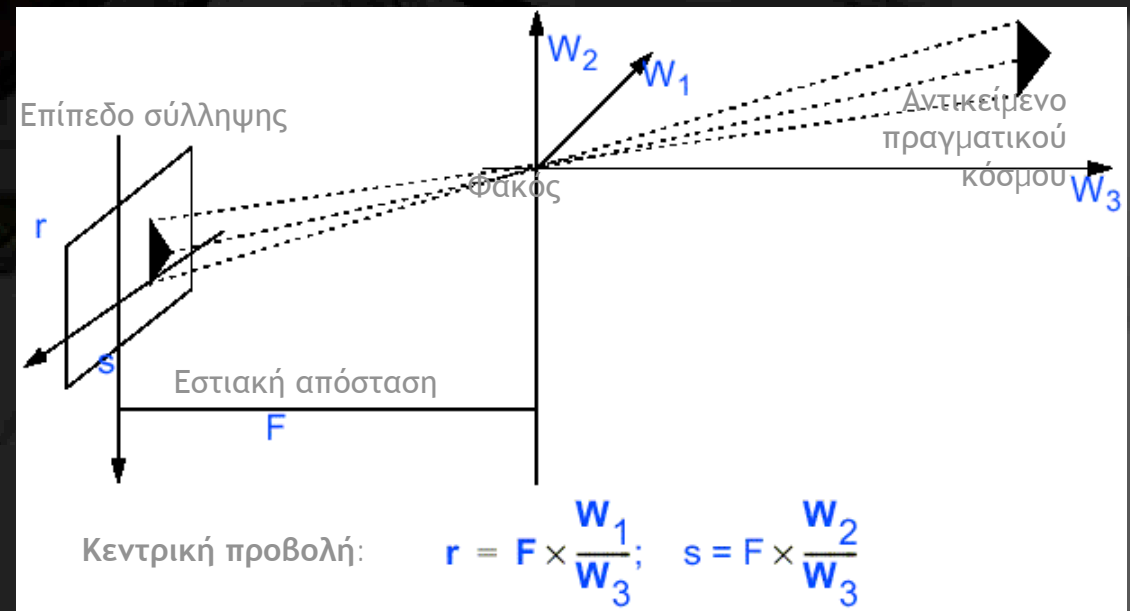
- Τι είναι τα **Pixels**
 - **P**icture **E**lement (εικονοστοιχείο) είναι η μικρότερη μονάδα οπτικής πληροφορίας σε μια ψηφιακή εικόνα
 - Οι διαστάσεις των ψηφιακών εικόνων μετρώνται σε pixels
- Τι είναι τα **MegaPixels** (MPixels)
 - Γινόμενο των οριζόντιων και κάθετων φωτοευαίσθητων στοιχείων στον αισθητήρα μηχανής
 - Οι διαστάσεις τις φωτογραφίας είναι γνωστές εφόσον είναι γνωστή η αναλογία πλάτους:ύψους (π.χ. 4:3, 16:9, κοκ)

Ψηφιακές εικόνες και γραφικά

■ Ψηφιακή εικόνα

- Πίνακας με N γραμμές και M στήλες που περιέχουν
 - $N \times M$ στοιχεία εικόνας (pixels – picture elements, εικονοστοιχεία)
- Αποτελεί προβολή του πραγματικού κόσμου σε ένα επίπεδο

Διαδικασία σύλληψης/καταγραφής εικόνας από τον πραγματικό κόσμο →



■ Γραφικά

- Πρωτογενή στοιχεία
 - Γραμμές, κύκλοι, ... και
- Ιδιότητες
 - Χρώμα, πάχος, υφή, στυλ, ...

Ψηφιοποίηση 2Δ εικόνων

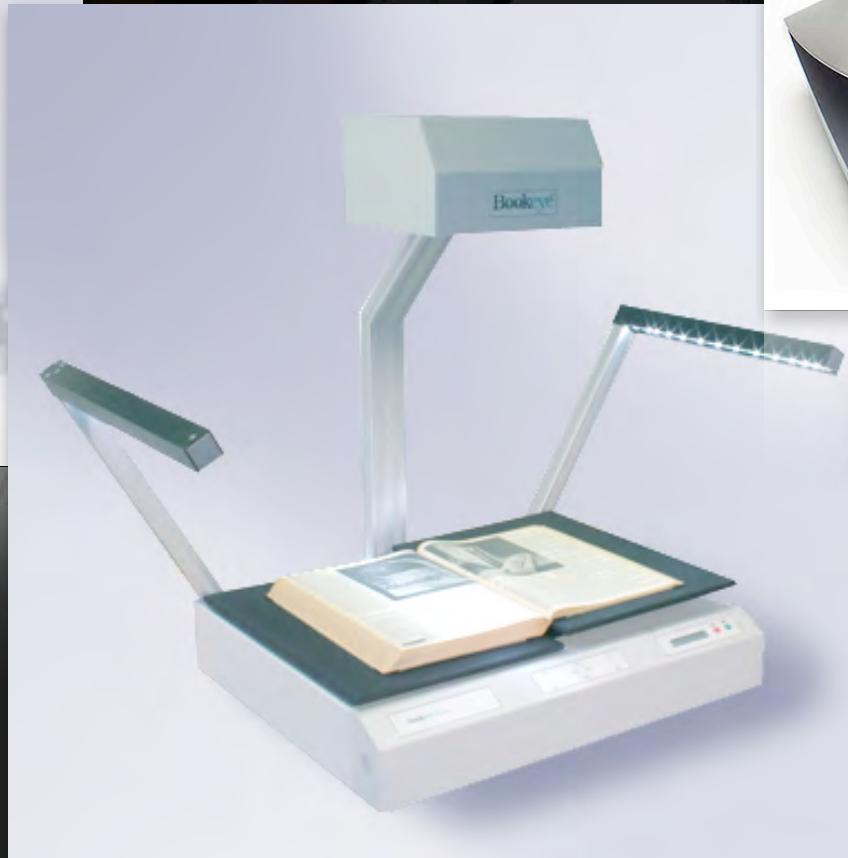
- Σαρωτές φωτογραφιών/εγγράφων
 - Επιτραπέζιοι, χειρός
- Σαρωτές διαφανειών, φιλμ & μικροφίλμ
- Σαρωτές βιβλίων
- Πινακίδες ψηφιοποίησης
- Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές
 - Ορατό, υπέρυθρο, πολυφασματικές
- Υπερηχογράφοι
- Τομογράφοι



1957

Ψηφιοποίηση 2Δ εικόνων

- Δισδιάστατη έγχρωμη σάρωση βιβλίων, εντύπων, χειρογράφων, εφημερίδων



Ψηφιοποίηση 2Δ εικόνων

- Ψηφιακή φωτογράφιση υψηλής ανάλυσης
 - Professional D-SLR (γκάμα φακών)
 - 60.5 MPixel PhaseONE ψηφιακή πλάτη/Camera Hasselblad H2D

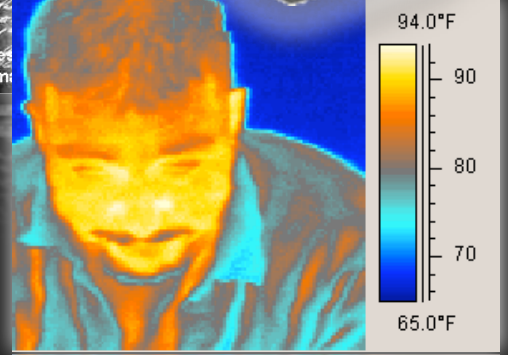
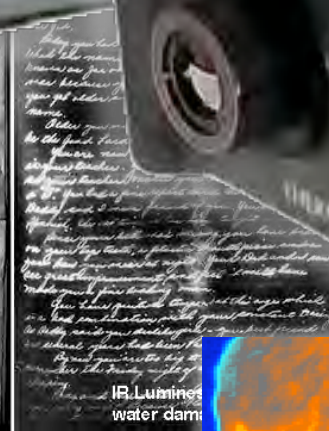
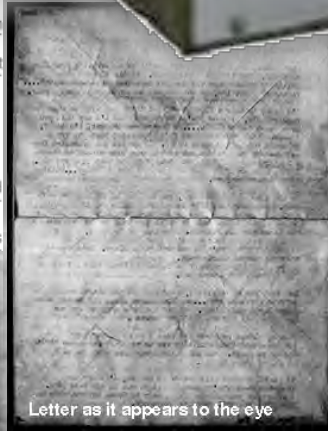
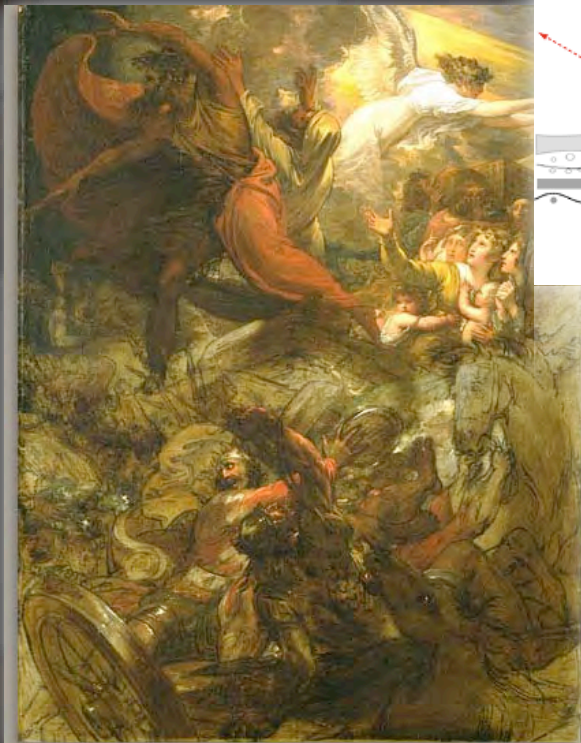
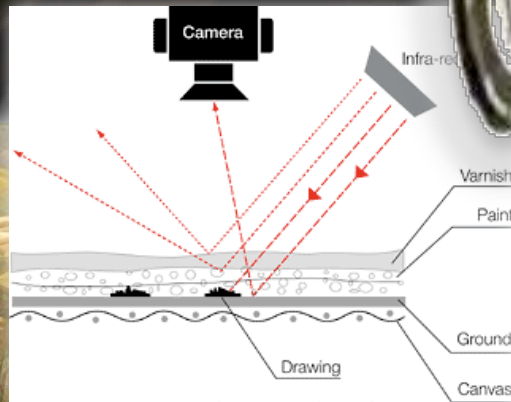


- Compact



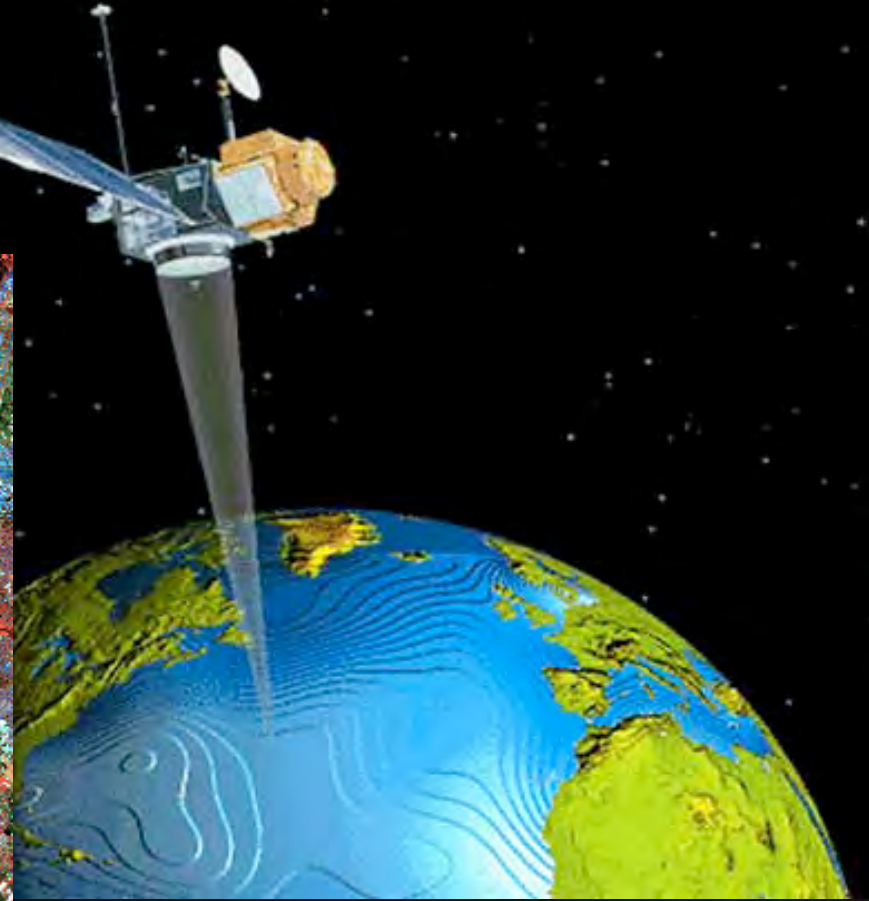
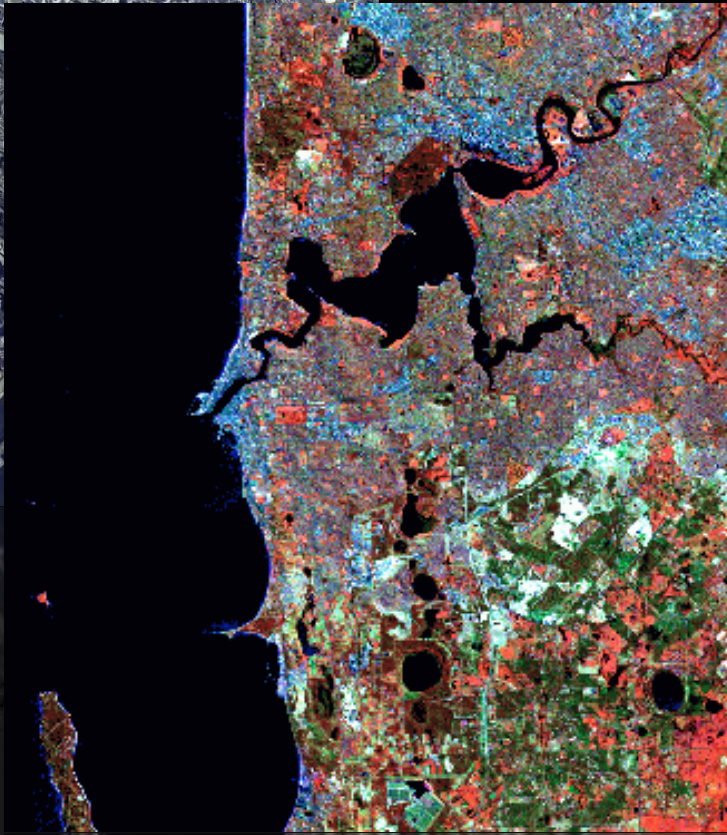
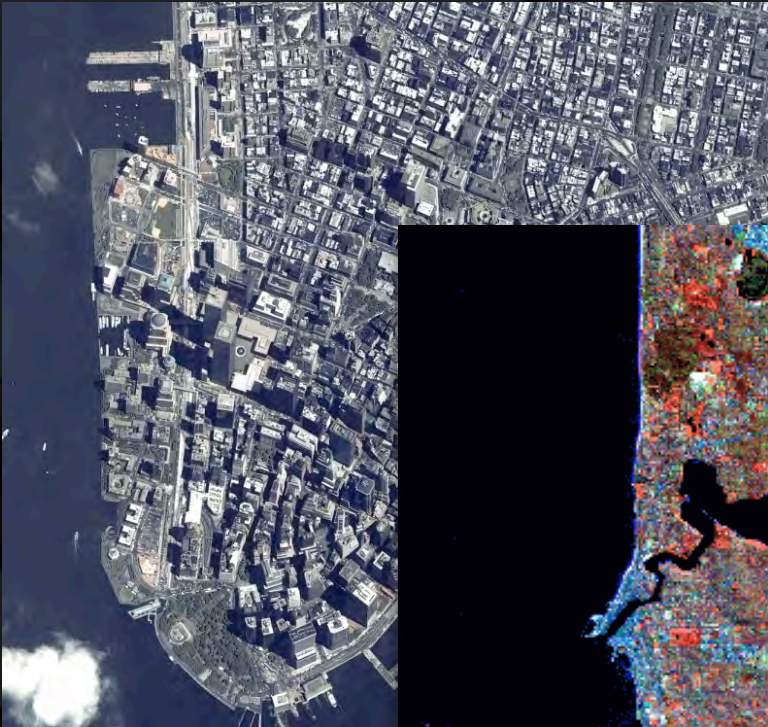
Ψηφιοποίηση 2Δ εικόνων

- Πολυφασματική αποτύπωση και ακτίνες X
 - MS-3100 - Multispectral 3CCD Color/CIR κάμερα
 - Θερμικές κάμερες



Ψηφιοποίηση 2Δ εικόνων

- Πολυφασματική δορυφορική φωτογράφιση



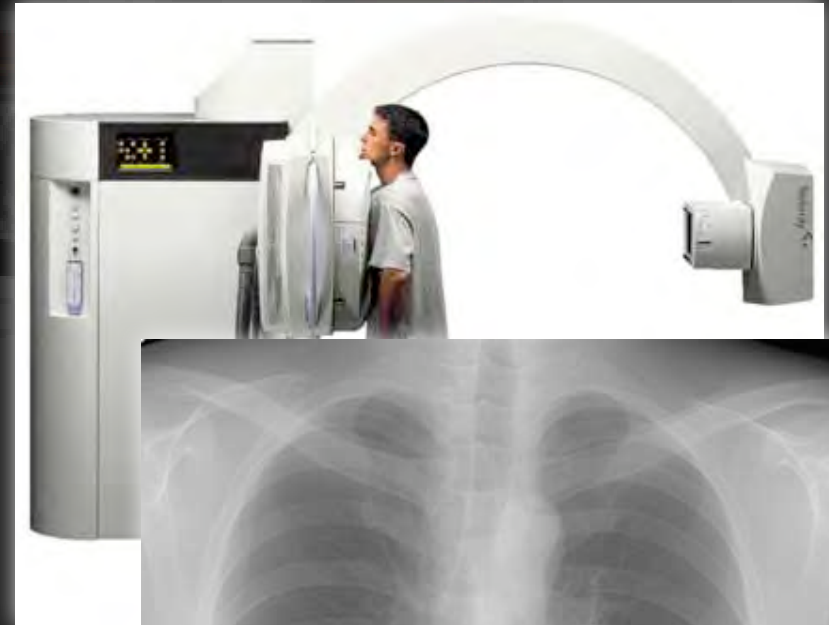
Ψηφιοποίηση 2Δ εικόνων

- Έγχρωμη σάρωση φιλμ, μικροφίλμ και φωτογραφικών διαφανειών με υποστήριξη πολλαπλών τύπων φιλμ όπως 35mm, E6, C-41



Ψηφιοποίηση 2Δ εικόνων

- Ακτίνες Χ, υπερηχογράφοι



Ψηφιακή δημιουργία 2Δ εικόνων

- Ειδικός εξοπλισμός
 - Ψηφιοποιητές – ταμπλέτες σχεδίασης
- Ειδικό λογισμικό
 - Λογισμικό επεξεργασίας εικόνων
 - Διανυσματικά (vector)
 - Raster



Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων



Τυπική εικόνα
«πραγματικού χρώματος»
(true color) 24 bpp



Κανάλι κόκκινου χρώματος
8 bpp



Κανάλι πράσινου χρώματος
8 bpp



Κανάλι μπλε χρώματος
8 bpp

Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων



113	77	112	135	166	208	201	200	199	212	212
99	88	118	130	156	204	194	199	197	212	210
107	84	116	124	155	210	199	207	206	215	208
108	78	114	125	153	213	201	209	207	214	210
112	100	129	121	164	213	199	207	202	220	213
153	158	136	129	162	208	188	195	199	208	210
117	106	125	125	173	215	199	203	205	211	212
99	97	127	123	181	220	204	207	208	215	215
103	91	130	130	173	222	207	206	207	219	217
109	95	131	135	196	215	215	222	216	224	220
111	96	129	139	179	213	212	217	213	213	213

Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων

- Σε κάθε pixel αντιστοιχεί πληροφορία
- **Χρώματος** (πχ. κόκκινο, πράσινο, μπλε) -> έγχρωμη εικόνα
- **Επιπέδου του γκρι** (256 δυνατές τιμές, 0 = μαύρο, 1 = άσπρο) -> εικόνα πολλαπλών επιπέδων του γκρι
- **0 ή 1** (0=μαύρο, 1=άσπρο) -> δυαδική εικόνα

Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων

- Αναπαράσταση με 16 διαφορετικά χρώματα



Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων

- Αναπαράσταση γκριζων τόνων (256 τόνοι)



Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων

- Αναπαράσταση γκριζων τόνων (4 τόνοι)



Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων

- Διαδική αναπαράσταση (άσπρο-μαύρο) – halftoning



Pixels και διαστάσεις εικόνων

- Τα pixels και τα **μεγέθη απεικόνισης εικόνων**
 - Δείχνουν το πλέγμα δειγματοληψίας (θέσεις που υπάρχουν τιμές χρώματος), π.χ. 1024 x 768
 - Το μέγεθος στο οποίο αντιστοιχούν εξαρτάται από τη συσκευή απεικόνισης
 - Παρουσίαση: Ανάλυση οθονών, π.χ. 72 ή 96 dpi
 - Εκτύπωση: Ανάλυση εκτυπωτή, π.χ. 300 ή 600 dpi
 - Παράδειγμα
 - Μια ψηφιακή εικόνα 6 MPixels με 3:2 αναλογία διαστάσεων → διαστάσεις = 3000 x 2000 pixels
 - εκτύπωση σε 300 dpi ~ 25 x 17 cm (~A4-4 cm margin)
 - απεικόνιση πλήρους οθόνης (σε οθόνη 96 dpi με αναλογία 16:9) μπορεί να γίνει σε οθόνη ~42 inch
 - η εικόνα αντιστοιχεί σε 94 x 53 cm

Τύποι (formats) ψηφιακών εικόνων

- Χαρακτηριστικά των **formats σύλληψης/καταγραφής**
 - **Χωρική ανάλυση** (αριθμός γραμμών x αριθμός στηλών σε pixels)
 - **Χρωματική ανάλυση** (bits/pixel - bpp)
- Χαρακτηριστικά των **formats αποθήκευσης**
 - Δισδιάστατος **πίνακας** που αναπαριστά τα pixels
 - Αναπαράσταση έγχρωμης εικόνας
 - **Χρωματικός χώρος** – true color
 - Π.χ. τρεις αριθμοί που αναπαριστούν το κόκκινο, πράσινο, μπλε στον RGB χρωματικό χώρο
 - Ένας **αριθμός ως δείκτης σε ένα πίνακα χρωμάτων** -> indexed εικόνα, color lookup table (CLUT)
 - Το πιο συνηθισμένο format μετά από τις true color εικόνες
 - Αν είναι πίνακας με 8 bit στοιχεία, δυνατός ο ορισμός 256 χρωμάτων
 - **Δείκτης σε τυχαίες δομές** που αναπαριστούν χρώματα

Postscript

- Παρουσιάστηκε από την Adobe το 1980
- Λειτουργικότητα
 - Συνένωση υψηλής ποιότητας κειμένου, γραφικών και εικόνων
 - Χρήση γλώσσας προγραμματισμού
 - Με μεταβλητές, δομές ελέγχου και αρχεία
- Δύο τύποι
 - Postscript Level-1
 - Εισάγει την έννοια της βαθμωτής (scalable) γραμματοσειράς (σε αντίθεση με τις γραμματοσειρές σταθερού μεγέθους)
 - Πρόβλημα: μη ύπαρξη σχεδίων για το γέμισμα των ακμών των γραμμάτων με αποτέλεσμα τη μεσαία ποιότητα
 - Postscript Level-2
 - Υψηλής ποιότητας γέμισμα σχεδίων
 - Πολύ μεγαλύτερος αριθμός πρωτογενών στοιχείων γραφικών
 - Το χρώμα ορίζεται και σε συνάρτηση με τη συσκευή αλλά και ανεξάρτητα από αυτή

Graphics Interchange Format (GIF)

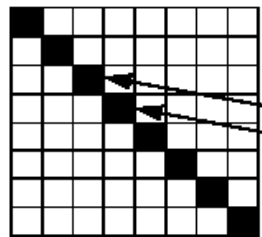
- Παρουσιάστηκε από την CompuServe
- Στόχος: *ανταλλαγή εικόνων ανεξάρτητα πλατφόρμας*
- Κύρια στοιχεία
 - Επικεφαλίδα: αναγνώριση και έκδοση
 - Εφαρμογή: λογισμικό δημιουργίας και συγγραφέας
 - Δεδομένα
 - Trailer: τέλος δεδομένων
- Συμπύεση με χρήση του **Lempel-Ziv** αλγόριθμου
 - Εντοπίζει σχέδια bits που συμβαίνουν συχνά
 - Και τα κωδικοποιεί με μεταβλητό μήκος (VLC)
- Κατάλληλο για εικονοσειρές, γραφικά animation
 - Ένα GIF αρχείο μπορεί να περιέχει περισσότερες από μία εικόνες

Tagged Image File Format (TIFF)

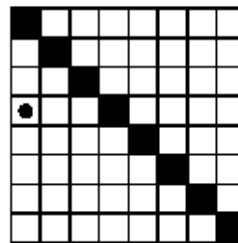
- Παρουσιάστηκε από την Aldus και τη Microsoft
- Στόχος
 - *Ανταλλαγή εικόνων ανεξάρτητα πλατφόρμας*
- Ευρεία χρήση λόγω καταλληλότητας για scanners και συσκευές fax
- Κύρια Στοιχεία
 - Baseline (περιορισμοί για συσκευές προβολής)
 - Extensions (περιορισμοί για συγκεκριμένες συσκευές)
- Συμπίεση
 - Υποστήριξη πολλών χρωματικών μοντέλων
 - Δυναμικές εικόνες, πολλαπλών επιπέδων του γκρι, RGB, CIE (perception-based)
 - Χρήση διάφορων αλγορίθμων συμπίεσης
 - Lempel-Ziv, run-length encoding, JPEG, Huffman encoding

XBM – XPM (Unix World)

- X11 Bitmap (XBM)
 - Format μονόχρωμων εικόνων
 - Καθόλου συμπίεση – κάθε pixel κωδικοποιείται ως 8-bit ASCII
- X11-Pixmap (XPM)
 - Format έγχρωμων εικόνων
 - Κωδικοποιείται ως string array



```
#define xbm_image_width 8
#define xbm_image_height 8
static unsigned char xbm_image_bits [] = {
    0x01,
    0x02,
    0x04,
    0x08,
    0x10,
    0x20,
    0x40
};
```



```
static char *demo_xpm[] = {
    "8 8 1 4",
    "s None c None",
    "X c black",
    "X   ", "X   ",
    " X  ", " X  ",
    "  X ", "  X ",
    "   X", "   X",
};
```




Κωδικοποίηση/Συμπίεση

ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ JPEG

Κωδικοποίηση JPEG

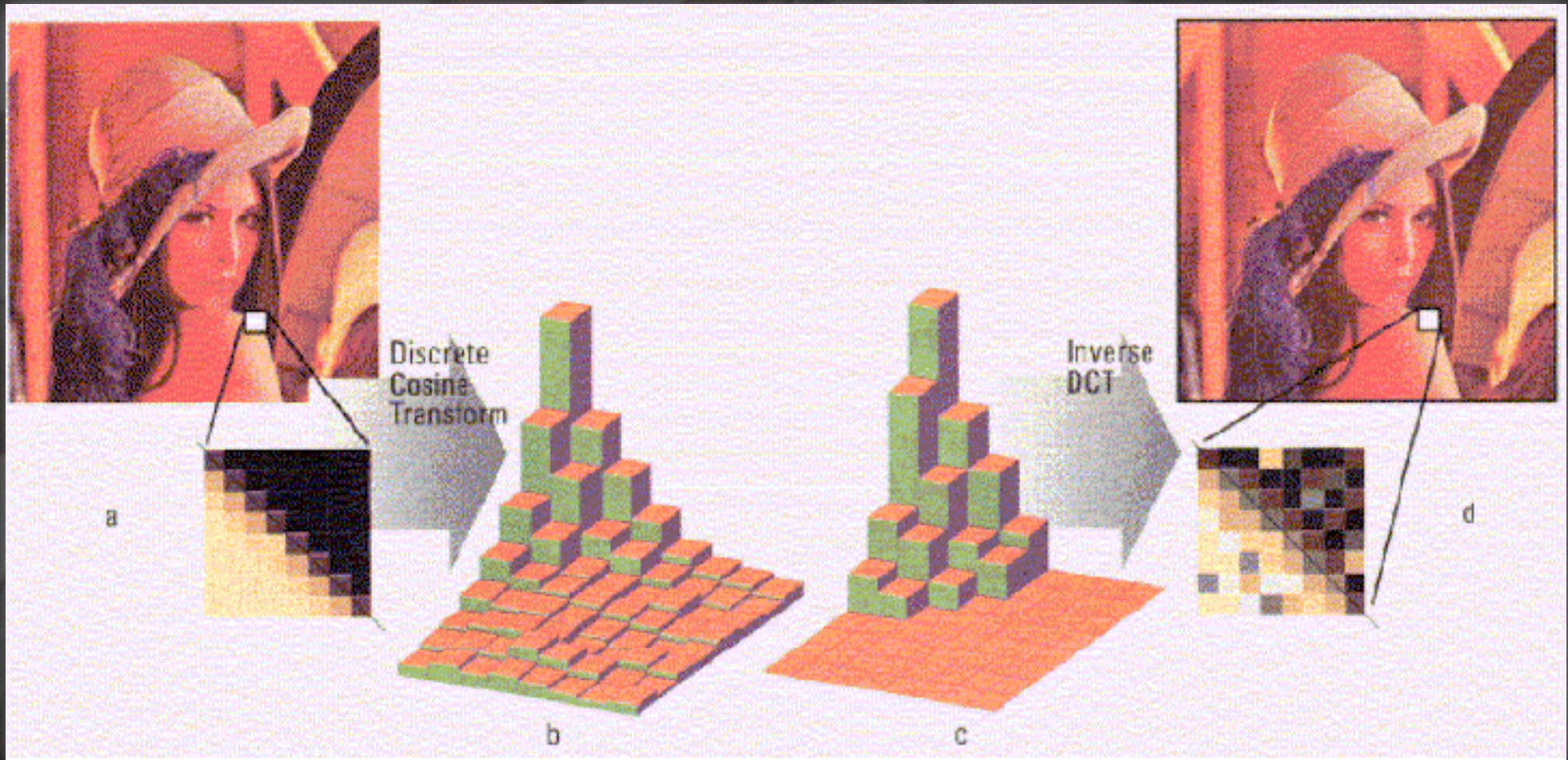
- JPEG: Joint Photographic Expert Group
 - Διεθνές πρότυπο (από το 1992) για ψηφιακή συμπίεση και κωδικοποίηση ακίνητων εικόνων πολλαπλών επιπέδων του γκρι ή έγχρωμων
 - Βαθμός συμπίεσης 1:10 επιτυγχάνει ικανοποιητικά αποτελέσματα
 - Διακρίνεται από
 - γενικό σχήμα συμπίεσης ανεξάρτητο από
 - Την ανάλυση της εικόνας
 - Τον λόγο x προς y της εικόνας
 - Την χρωματική αναπαράσταση
 - Την πολυπλοκότητα της εικόνας και τα στατιστικά χαρακτηριστικά της
 - καλά ορισμένο format ανταλλαγής συμπιεσμένων δεδομένων
 - Υλοποίηση
 - Σε λογισμικό
 - Σε λογισμικό και υλικό
 - Χρήση της παραλλαγής του MJPEG (motion JPEG)
 - Για συμπίεση δεδομένων video
 - Απλά αλληλουχία από εικόνες συμπιεσμένες κατά JPEG

Κωδικοποίηση JPEG

- **Baseline κωδικοποίηση**
 - Υποστηρίζεται υποχρεωτικά σε όλες τις υλοποιήσεις JPEG
 - Περιορίζεται σε κάποιες αναλύσεις
 - Συνήθως χρησιμοποιούνται μόνο 3 επίπεδα με προκαθορισμένη χρωματική αναπαράσταση
- **Βήματα σταδίου προετοιμασίας**
 - Διαχωρισμός σε πολλαπλάσια των 8 bit
 - Επιτυγχάνει διαχωρισμό της εικόνας σε 8 x 8 μπλοκς (μονάδες δεδομένων)
 - Zig-zag σάρωση
- **Μετασχηματισμός DCT στην συμπίεση JPEG**
 - Αναπαράσταση κάθε 8 x 8 μπλοκ με άθροισμα από δισδιάστατες συναρτήσεις συνημιτόνων → πεδίο συχνοτήτων
 - Οι συναρτήσεις συνημιτόνων έχουν ανεξάρτητες συχνότητες στην οριζόντια και κάθετη διεύθυνση

Κωδικοποίηση JPEG

- Μετασχηματισμός από εικόνα σε συμβολοσειρά



Κωδικοποίηση JPEG

- Αποτέλεσμα του κβαντισμού



Κωδικοποίηση JPEG

- Παράδειγμα κωδικοποίησης



Αρχική εικόνα ασυμπίεστη:
9.437.184 bytes



Συντελεστής ποιότητας 1:
57.818 bytes, 26,77dB, 0,147 bpp, 163:1



Συντελεστής ποιότητας 70:
324.595 bytes, 39,22dB, 0,83 bpp, 29:1

Κωδικοποίηση JPEG

- Expanded lossy/Progressive DCT-based κωδικοποίηση (προοδευτική)
 - Ανάλυση pixel 8 ως 12 bit
 - Σειριακή προβολή εικόνας: από επάνω προς τα κάτω
 - Καλός τρόπος για μικρές εικόνες και γρήγορη επεξεργασία



- Καλός τρόπος για μεγάλες και σύνθετες εικόνες



Κωδικοποίηση/Συμπίεση

ΚΩΔΙΚΟΠΟΙΗΣΗ JPEG2000

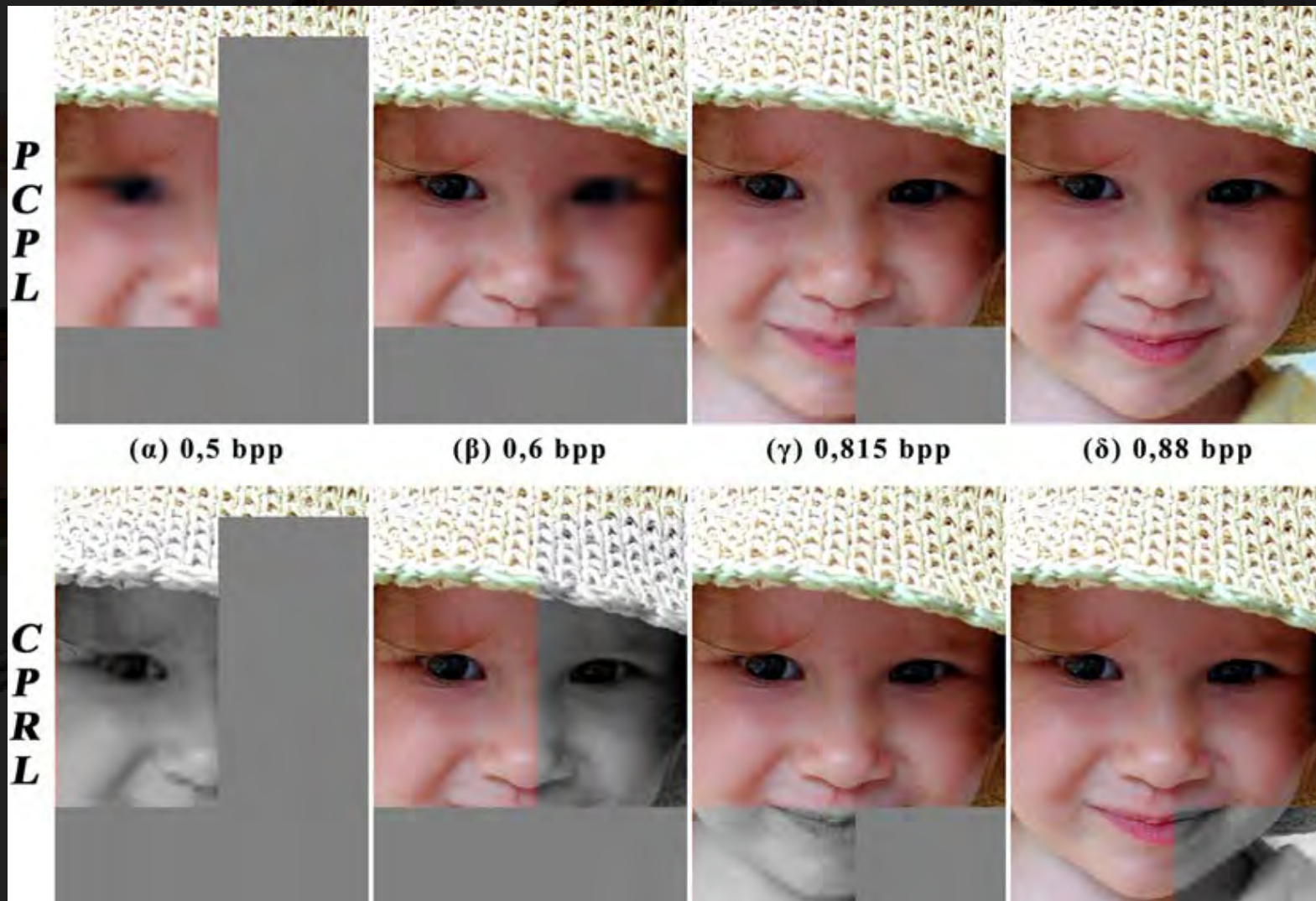
Κωδικοποίηση JPEG2000

- Μετασχηματισμός εικόνας σε πολλαπλές αναλύσεις



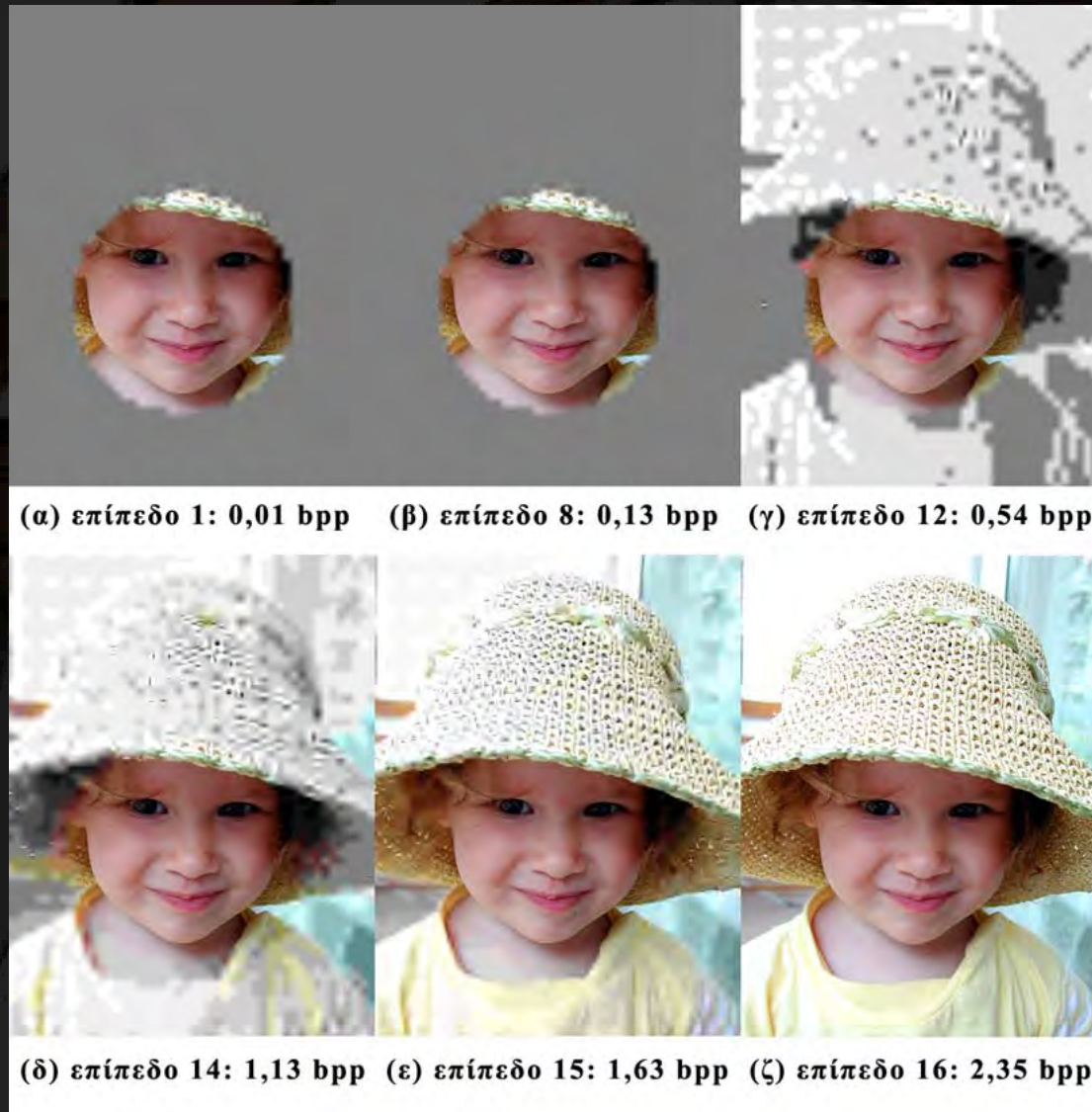
Κωδικοποίηση JPEG2000

- Προοδευτικότητα μετάδοσης στο JPEG2000
 - (LRCP, RLCP, RPCL, PCRL, CPRL)



Κωδικοποίηση JPEG2000

- Δυνατότητα ορισμού περιοχής ενδιαφέροντος (ROI)



Σύγκριση JPEG-JPEG2000



(α)

JPEG (συντελεστής=10)
Μέγεθος: 91.666 bytes
Ποιότητα PSNR: 33,12 dB



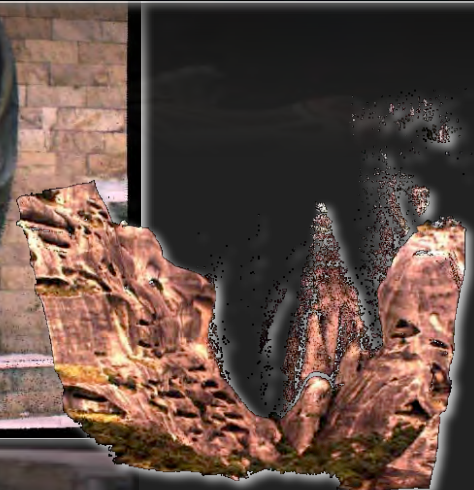
(β)

JPEG2000 (ρυθμός=0,2331 bpp)
Μέγεθος: 91.354 bytes
Ποιότητα PSNR: 37 dB



Ψηφιακή Φωτογραφία

Επεξεργασία Εικόνας
3D εικόνες και γραφικά



Γεώργιος Π. Παυλίδης

Επεξεργασία εικόνας

- Απλοί μετασχηματισμοί
 - φωτεινότητας, αντίθεσης



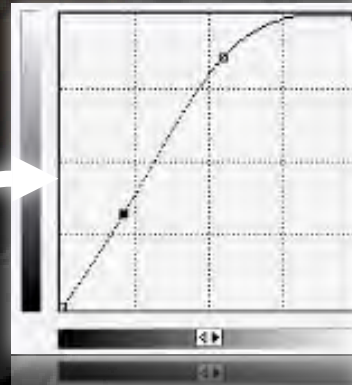
Φωτεινότητα (brightness)



Αντίθεση (contrast)

Επεξεργασία εικόνας

- Απλοί μετασχηματισμοί



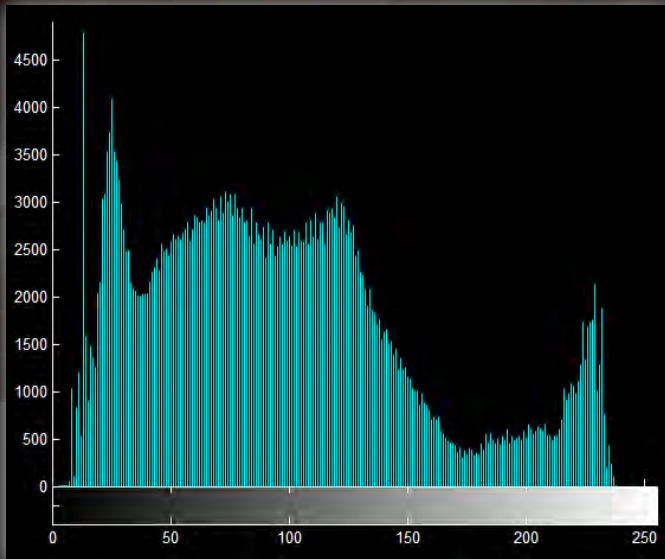
Μη γραμμικός μετασχηματισμός φωτεινότητας



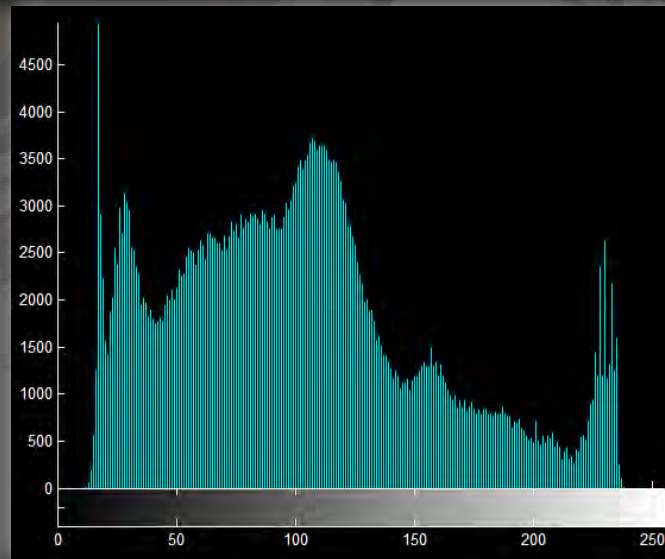
Αντικατάσταση χρώματος

Επεξεργασία εικόνας

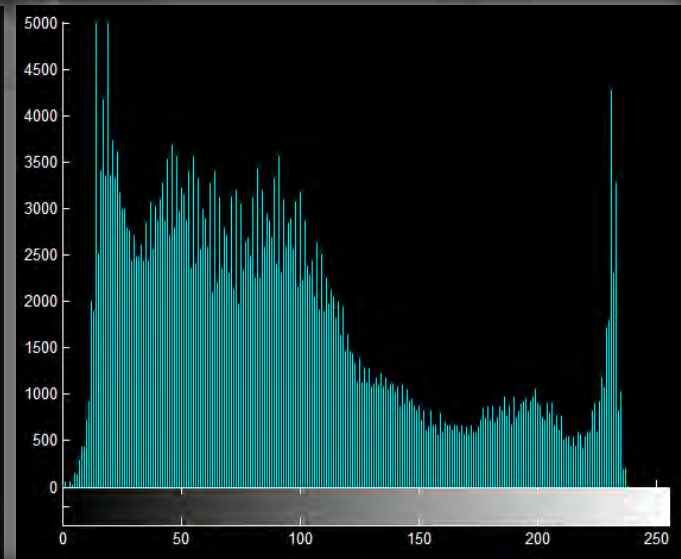
- Ιστόγραμμα
 - Κατανομή φωτεινότητας ανά χρωματικό κανάλι
 - Πλήθος pixels με συγκεκριμένη φωτεινότητα



Κόκκινο



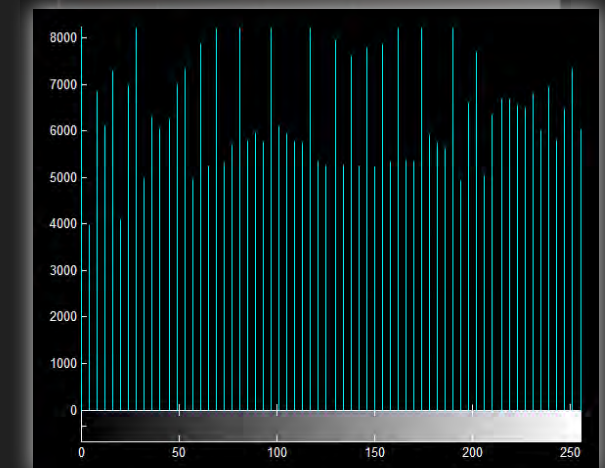
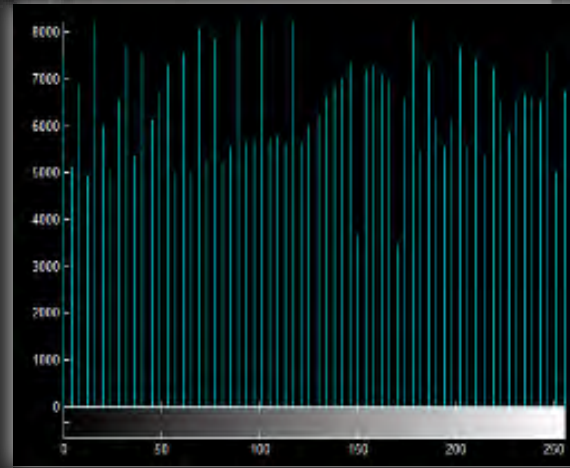
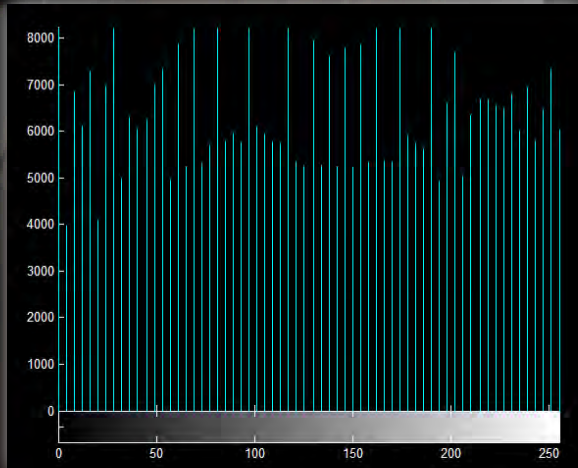
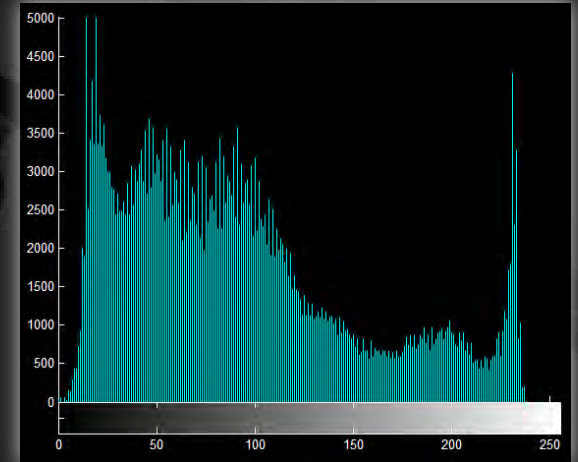
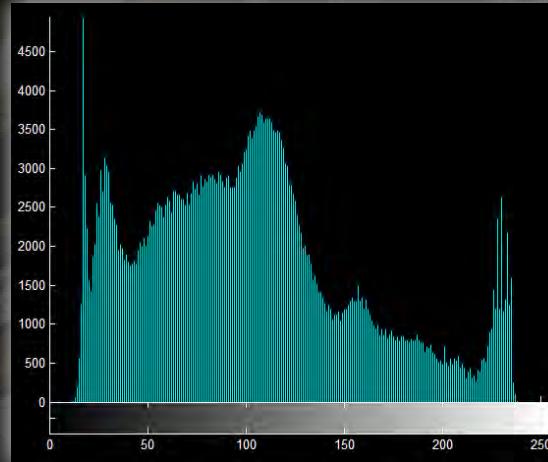
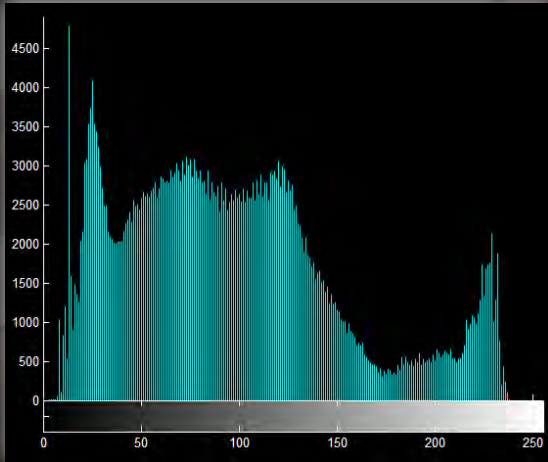
Πράσινο



Μπλε

Επεξεργασία εικόνας

- Ιστόγραμμα
- Εξισορρόπηση ιστογράμματος



Επεξεργασία εικόνας

- Ιστογράμμα
 - Εξισορρόπηση ιστογράμματος – το αποτέλεσμα



Επεξεργασία εικόνας

- Φίλτρα βελτίωσης
 - Καθαρισμός από θόρυβο



Επεξεργασία εικόνας

- Φίλτρα βελτίωσης
 - Εστίαση



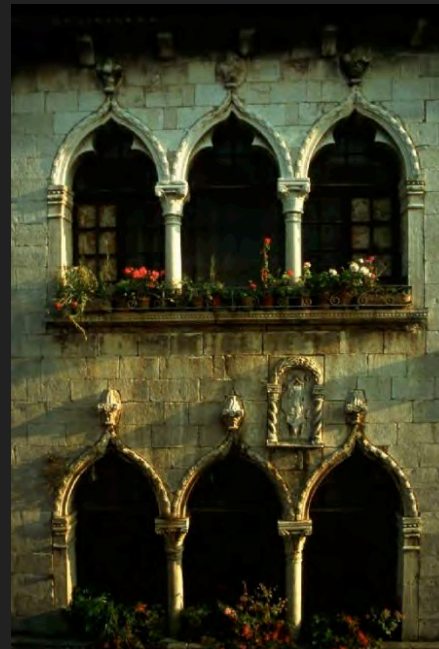
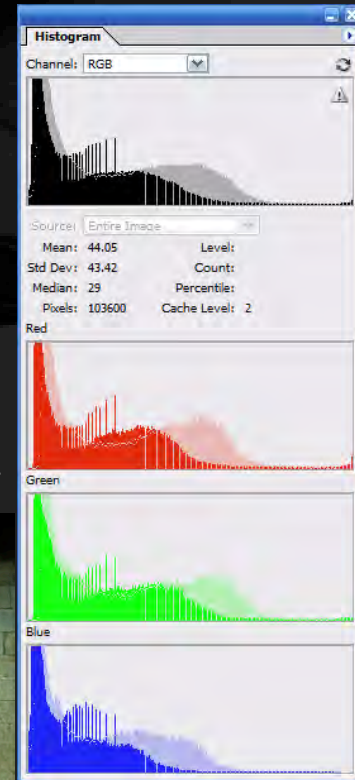
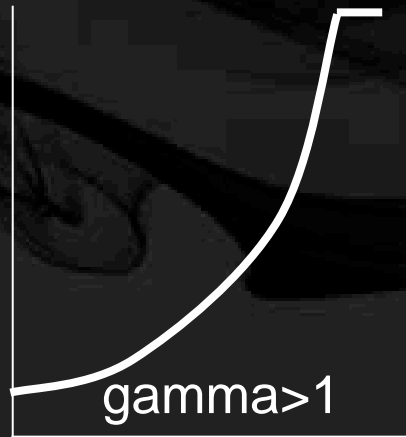
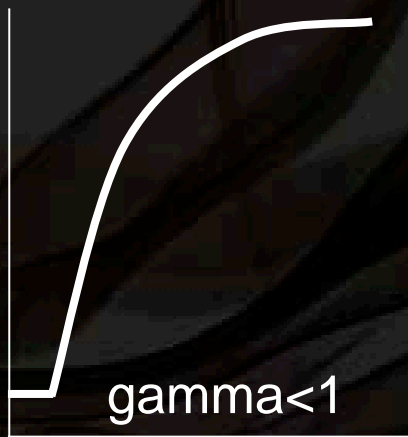
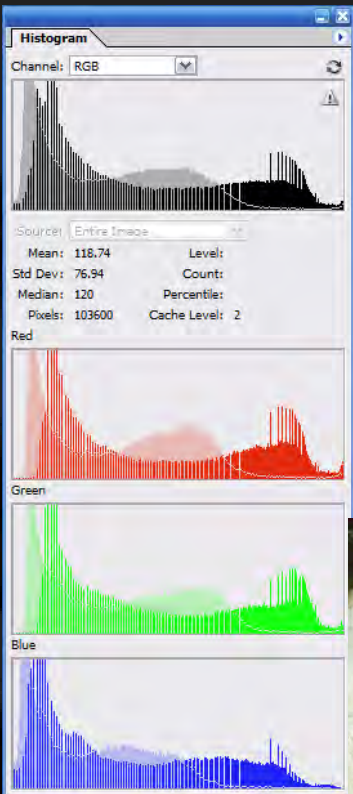
Επεξεργασία εικόνας

- Φίλτρα καλλιτεχνικής/αισθητικής μετατροπής



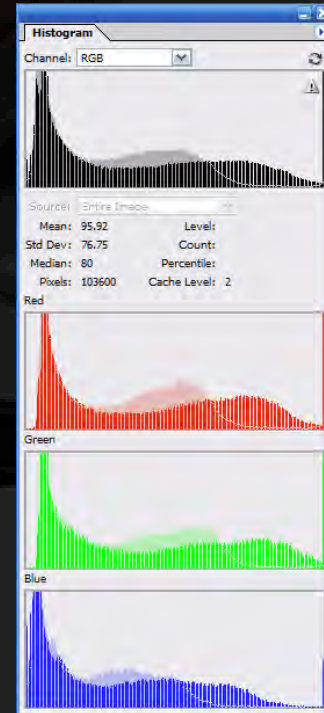
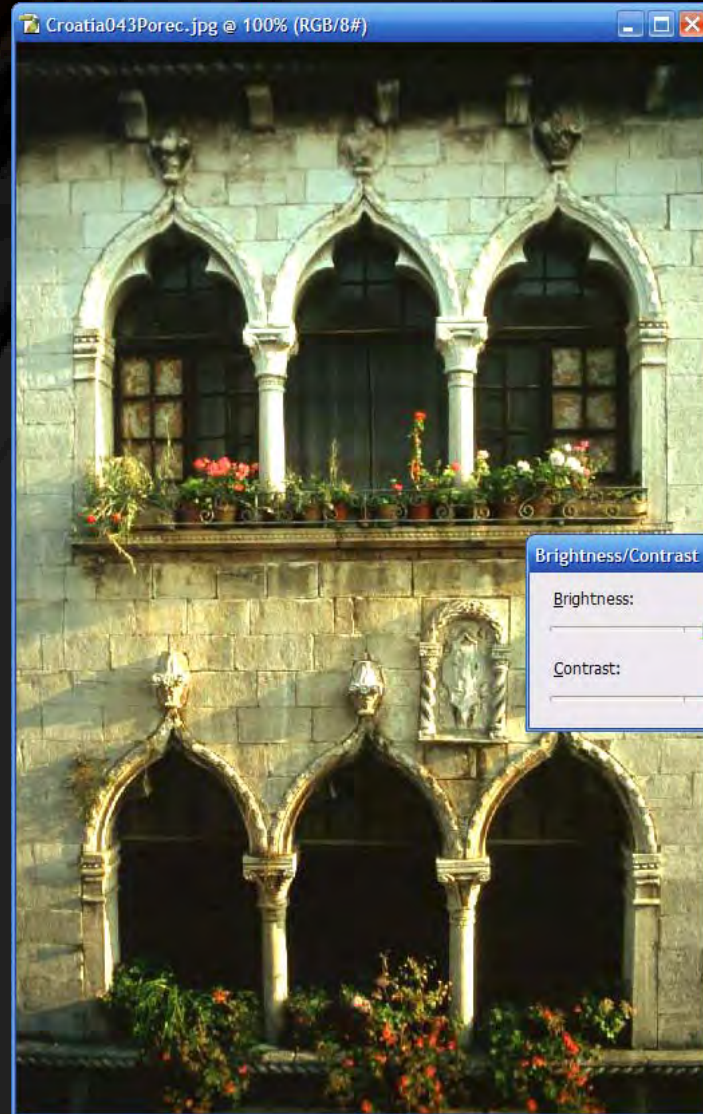
Μετασχηματισμοί φωτεινότητας

- Διόρθωση gamma



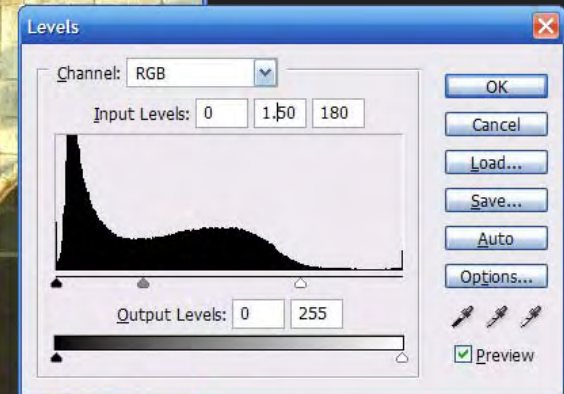
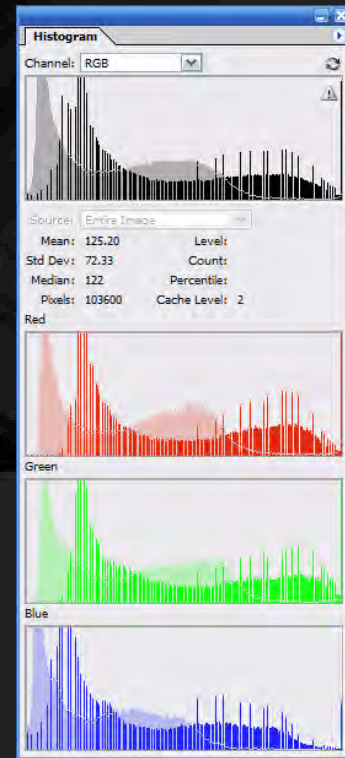
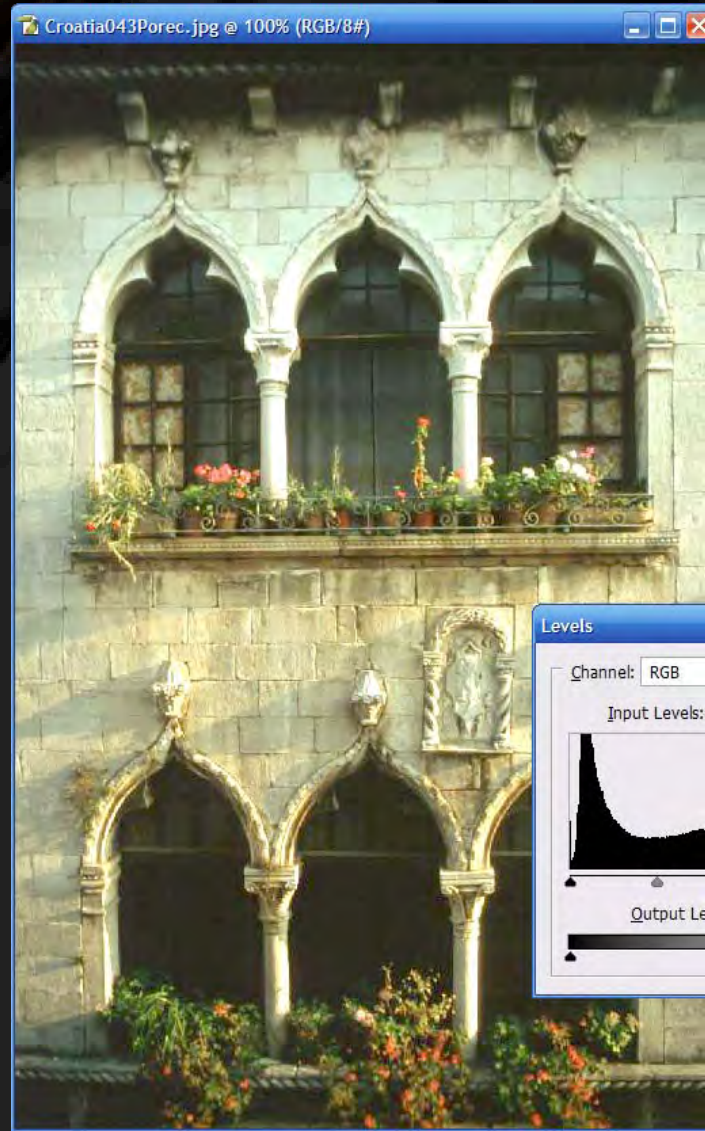
Μετασχηματισμοί φωτεινότητας

- Διόρθωση φωτεινότητας και αντίθεσης



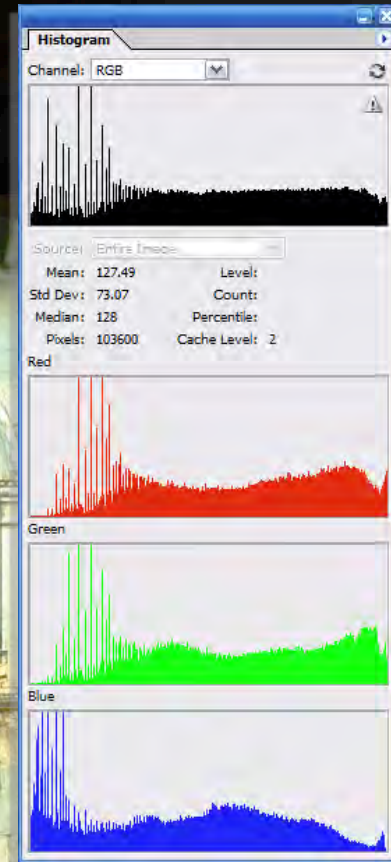
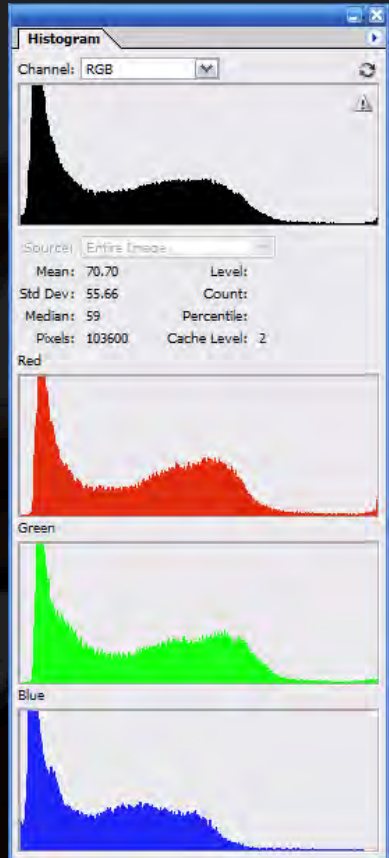
Μετασχηματισμοί φωτεινότητας

- Διόρθωση ιστογράμματος



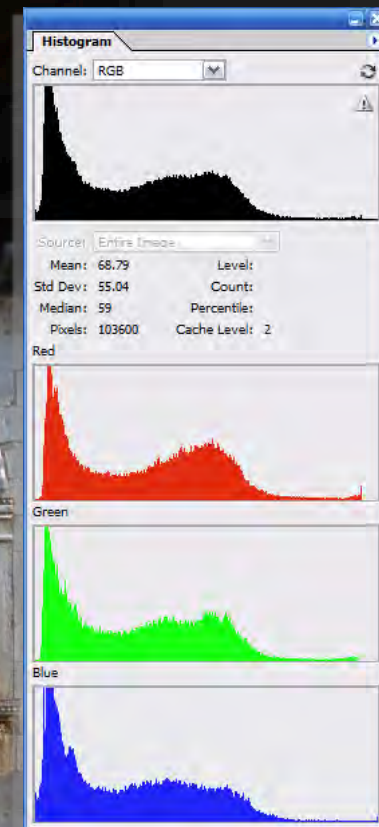
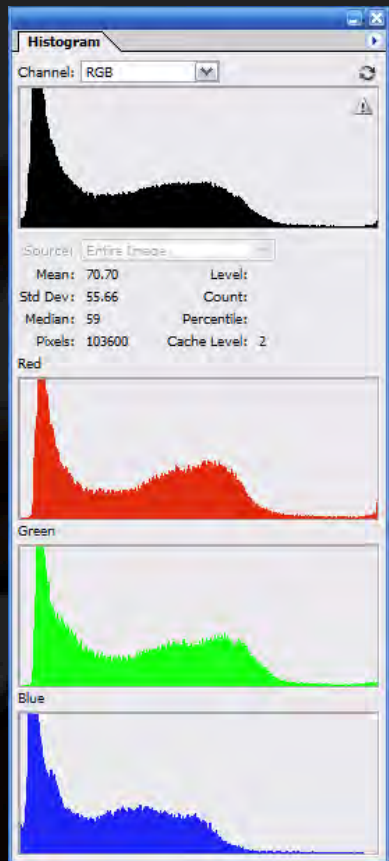
Μετασχηματισμοί φωτεινότητας

- Εξισορρόπηση ιστογράμματος



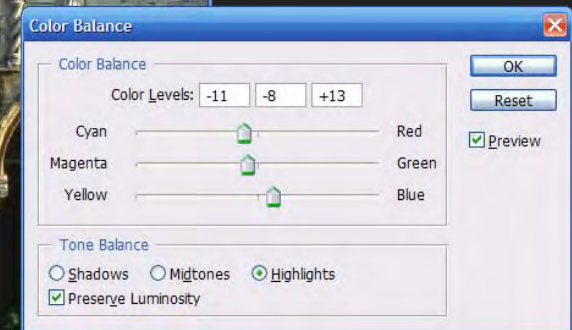
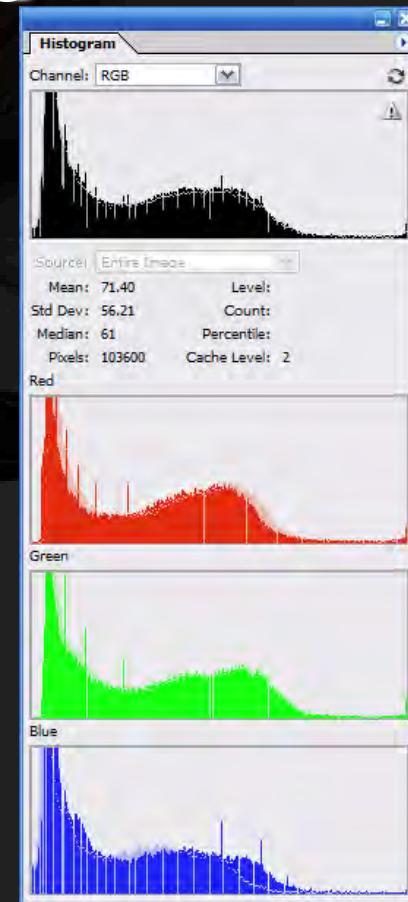
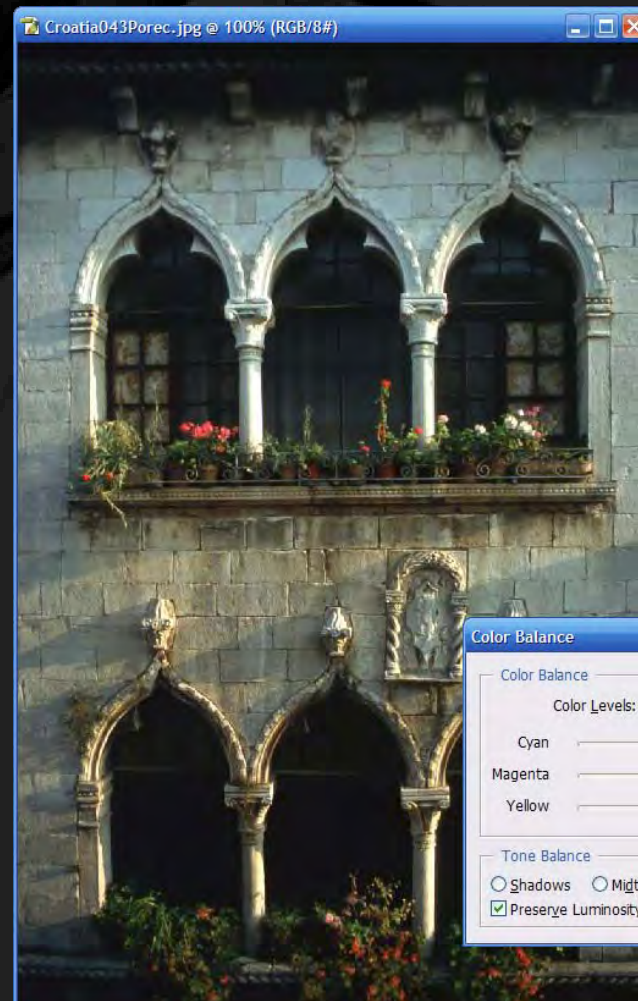
Μετασχηματισμοί χρωματικότητας

- Αυτόματη διόρθωση χρώματος



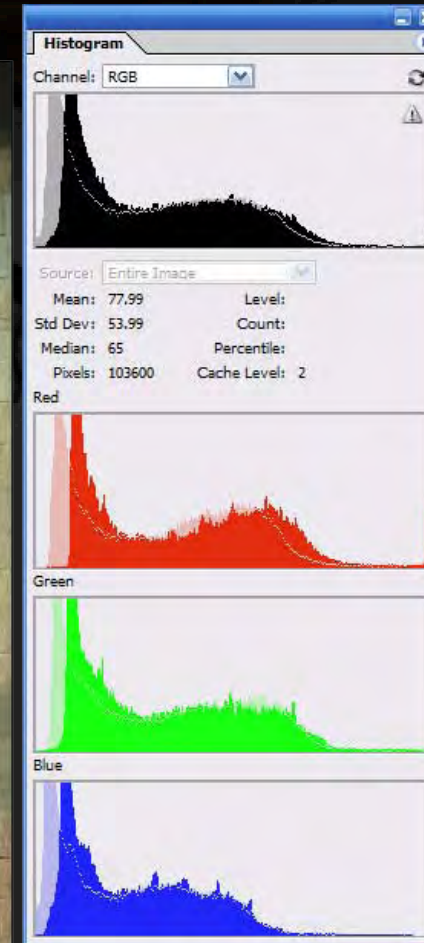
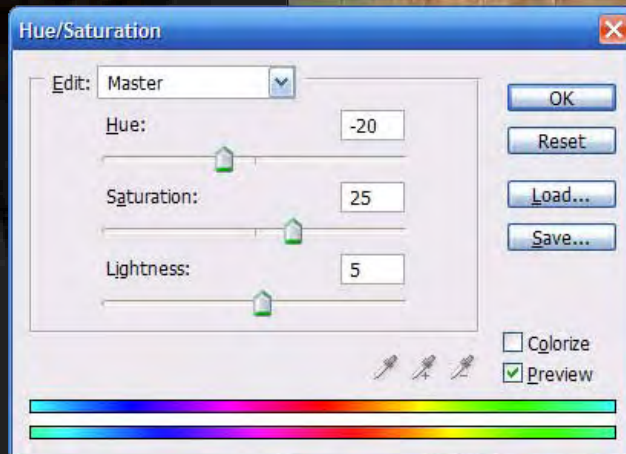
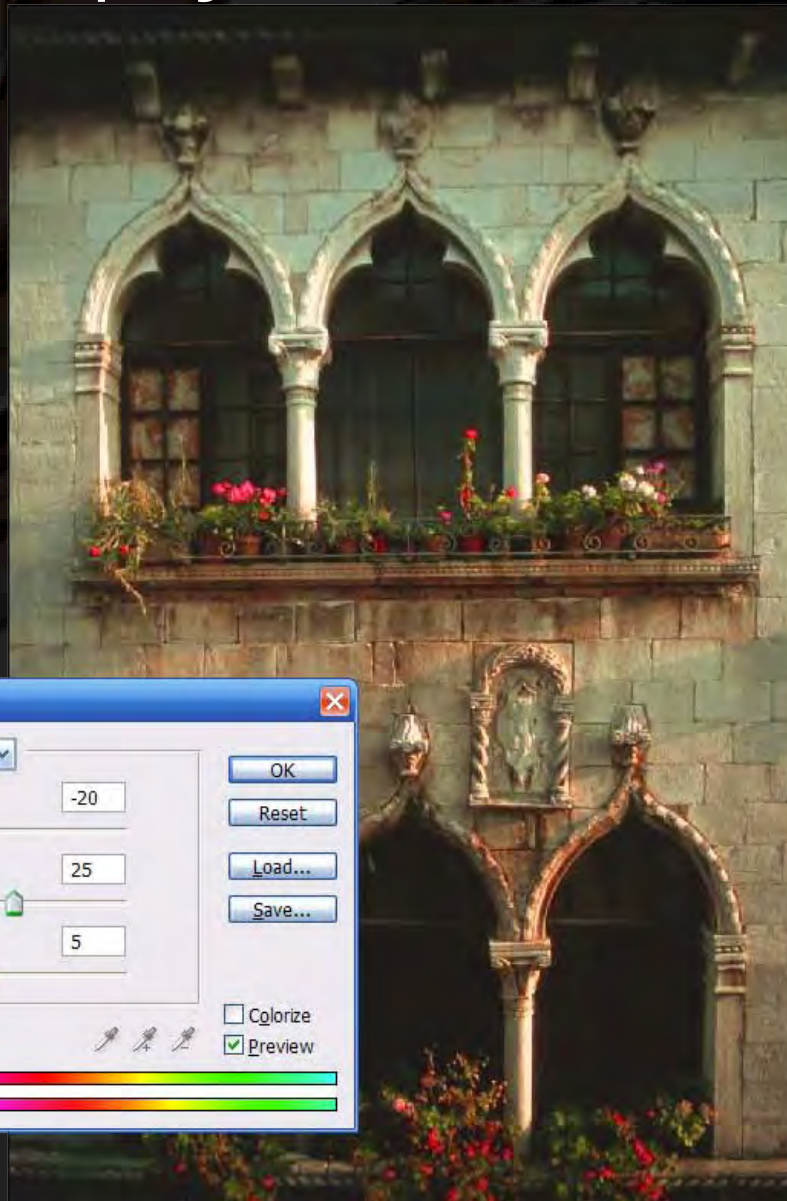
Μετασχηματισμοί χρωματικότητας

- Διόρθωση ισορροπίας χρώματος



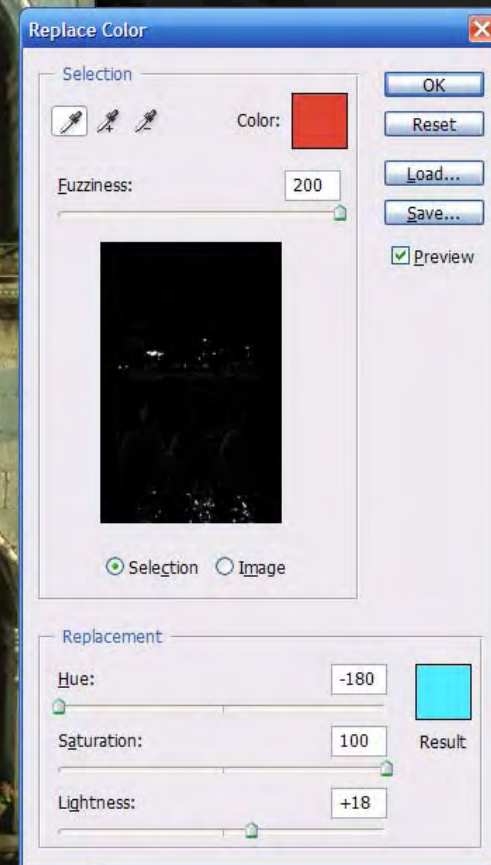
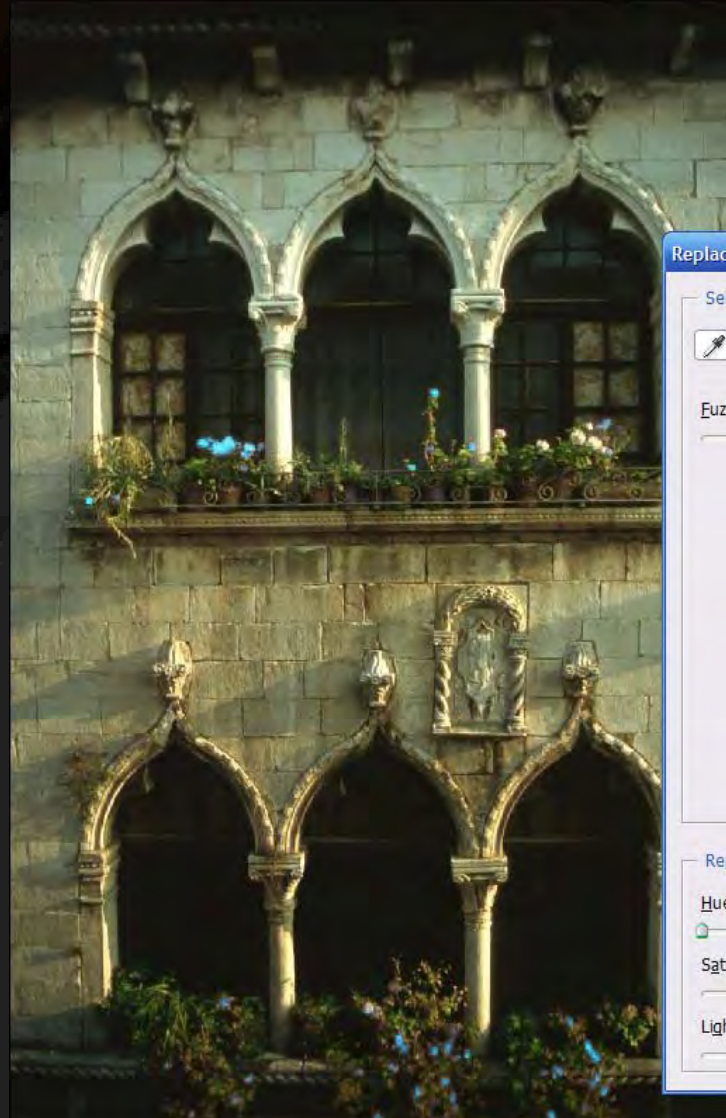
Μετασχηματισμοί χρωματικότητας

- Μετασχηματισμός HSL



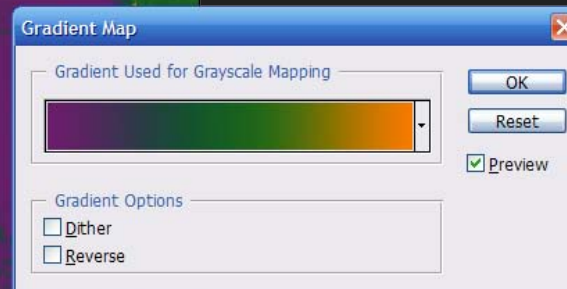
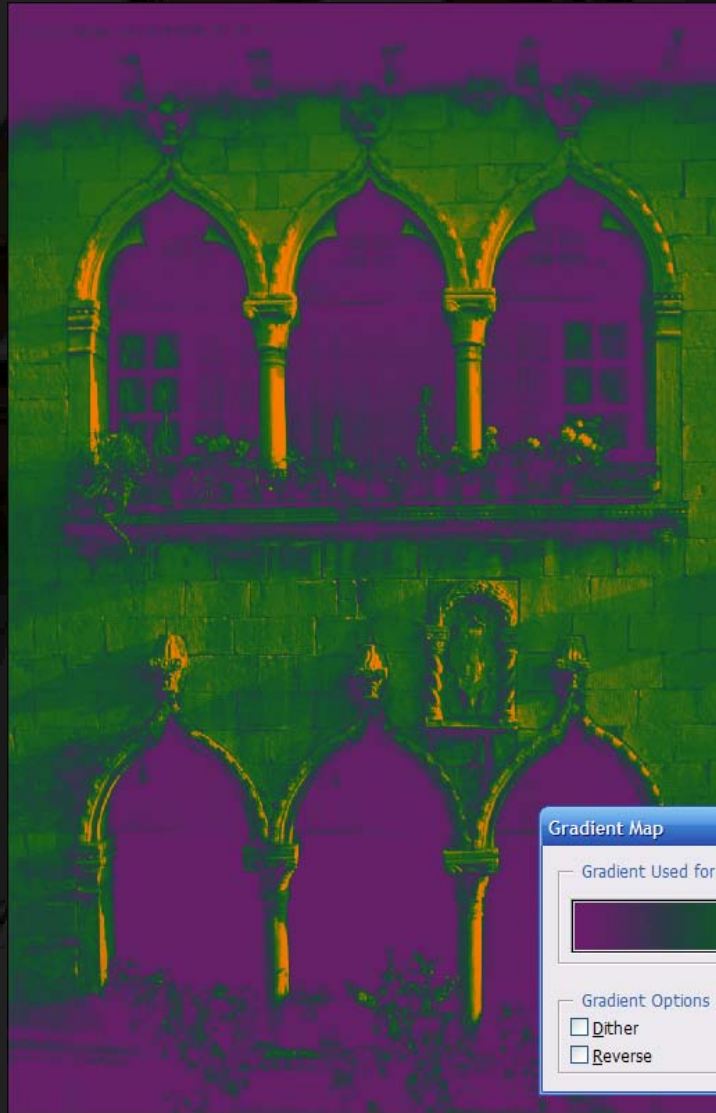
Μετασχηματισμοί χρωματικότητας

- Αντικατάσταση χρώματος



Μετασχηματισμοί χρωματικότητας

- Απεικόνιση βαθμίδας χρωμάτων – ψευδο-χρωματισμός



Φίλτρα

- Φίλτρα εξομάλυνσης (blur more)







Φίλτρα

- Φίλτρα εξομάλυνσης (gaussian blur [2])







Φίλτρα

- Φίλτρα εξομάλυνσης (smart blur [5,30])







Φίλτρα

- Φίλτρα εξομάλυνσης (smart blur [3,25-20-50])

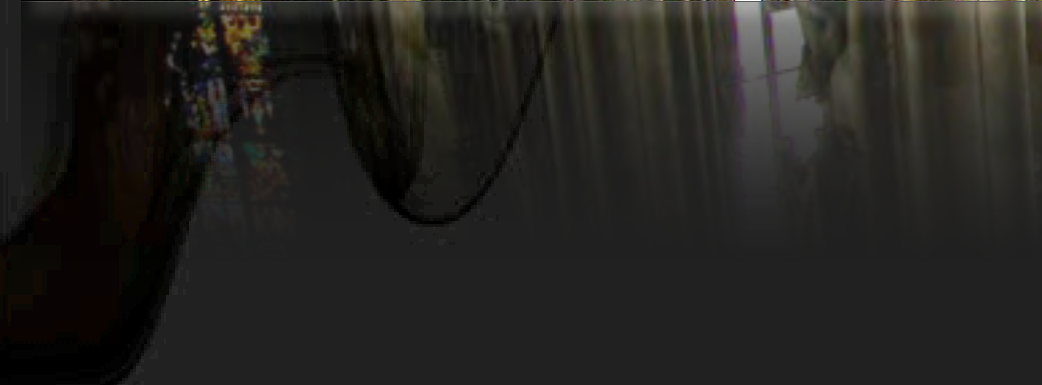






Φίλτρα

- Φίλτρα εξάλειψης θορύβου (despeckle [x3])







Φίλτρα

- Φίλτρα εξάλειψης θορύβου (dust-scratches [2,10])







Φίλτρα

- Φίλτρα εξάλειψης θορύβου (median [3,1,1])







Φίλτρα

- Φίλτρα εξάλειψης θορύβου (reduce noise [channel])







Φίλτρα

- Φίλτρα όξυνσης (sharpen more [x2])







Φίλτρα

- Φίλτρα όξυνσης (smart sharpen [10,0,5])







Φίλτρα

- Φίλτρα όξυνσης (unsharp mask [10,0,3,3])



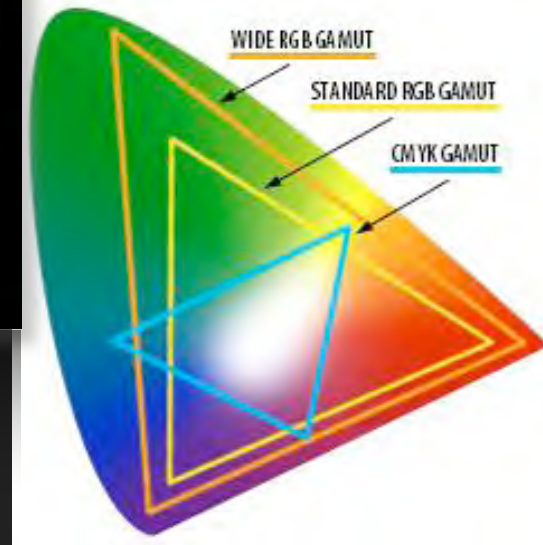
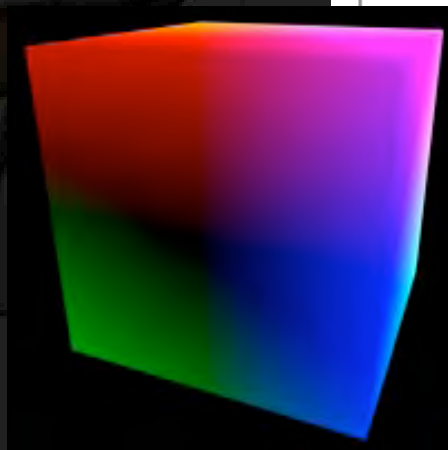
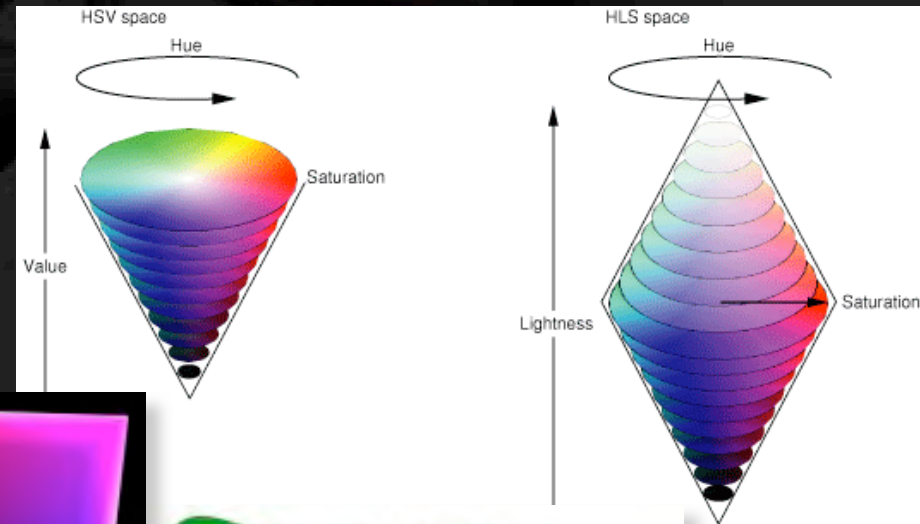




Επεξεργασία εικόνας

■ Μετατροπή **χρωματικού χώρου** περιγραφής εικόνας

- RGB
- HLS/HSV
- CMYK
- YUV, YIQ
- YCbCr
- YPbPr
- CIE Lab/Luv
- sCIE Lab

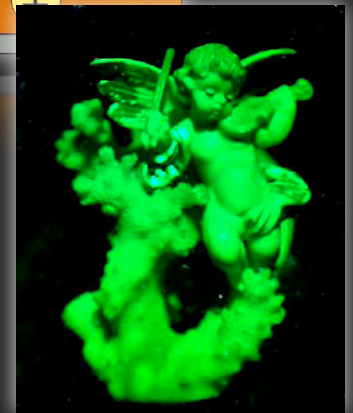
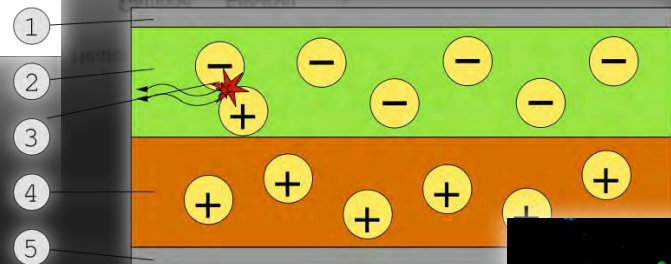
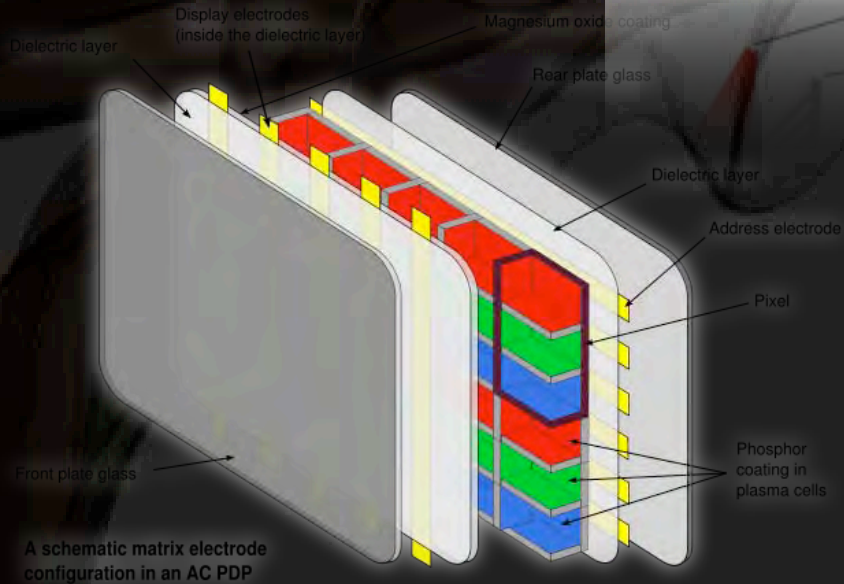
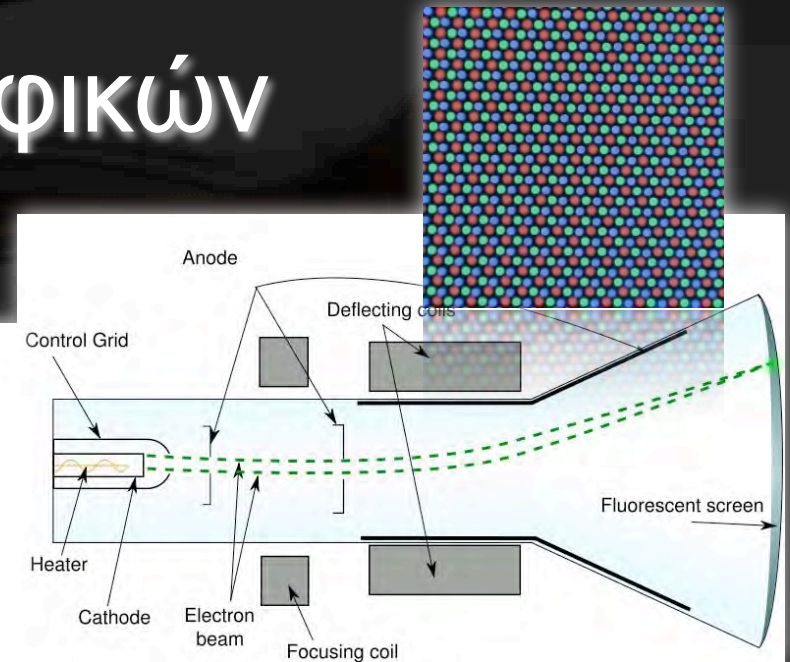
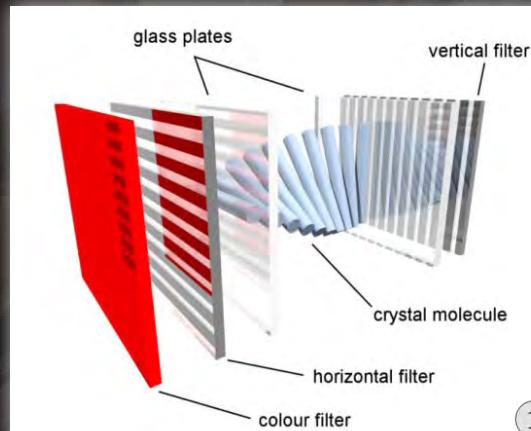


$$\begin{aligned}R &= Y + 1.4075 * (V - 128) \\G &= Y - 0.3455 * ((U - 128) - (0.7169 * (V - 128))) \\B &= Y + 1.7790 * (U - 128) \\Y &= R * .299000 + G * .587000 + B * .114000 \\U &= R * -.168736 + G * -.331264 + B * .500000 + 128 \\V &= R * .500000 + G * -.418688 + B * -.081312 + 128\end{aligned}$$

Έξοδος εικόνας και γραφικών

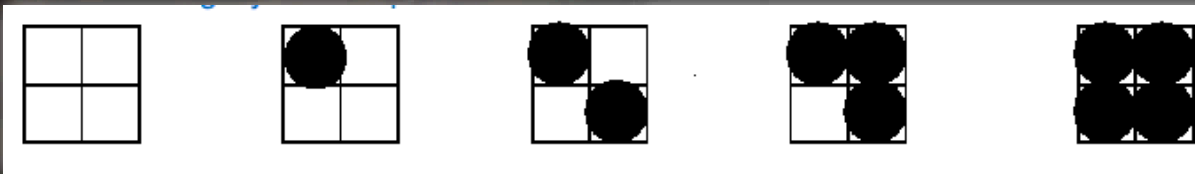
■ Οθόνες προβολής

- CRT
- LCD
- Plasma
- OLED



Έξοδος εικόνας και γραφικών

- Εκτύπωση σε ασπρόμαυρο εκτυπωτή
 - Πρόβλημα: διατήρηση ποιότητας εικόνων χρησιμοποιώντας δυαδικές εικόνες
 - Λύση
 - **Dithering**
 - Βασίζεται στο γεγονός ότι το ανθρώπινο μάτι υλοποιεί χωρική συνένωση
 - Αναπαράσταση σε μηχανές: **halftoning**
 - Παράδειγμα: περιοχή 2x2 που χρησιμοποιεί δύο χρώματα -> 5 δυνατές διαφορετικές τιμές γκρι



- Κύρια εφαρμογή: σε laser εκτυπωτές
- Πρόβλημα: staircase εμφάνιση γραμμών/καμπυλών
 - Λόγω της επεξεργασίας σε pixels
- Λύση
 - **Anti-aliasing**: χρήση γκρι (ή έγχρωμων τιμών) για τα εκτεθειμένα περιθώρια
 - Κύρια εφαρμογή: σε οθόνες
 - Μπορεί να προκαλέσει θόλωση, κυρίως σε μικρά fonts



Εικόνες

3Δ ΕΙΚΟΝΕΣ ΚΑΙ ΓΡΑΦΙΚΑ

3D Γραφικά & Εικόνες

- Εικόνες = 3D “φωτογράφιση” - ψηφιοποίηση
 - Αντικείμενα
 - Μνημεία/Αρχιτεκτονικά
 - Χώροι/Αστικές περιοχές



- Γραφικά = Ειδικό λογισμικό 3D γραφικών
 - 3D Studio Max
 - Maya
 - Blender (open source)



3D “φωτογράφιση”

- Παράγοντες που επηρεάζουν την επιλογή μεθόδου 3D ψηφιοποίησης



Μέγεθος



Υλικά κατασκευής



Επίπεδο λεπτομέρειας

3D “φωτογράφιση”

Κύριες μέθοδοι 3D ψηφιοποίησης



Λείζερ



Δομημένος φωτισμός



Πολλαπλή φωτογράφιση



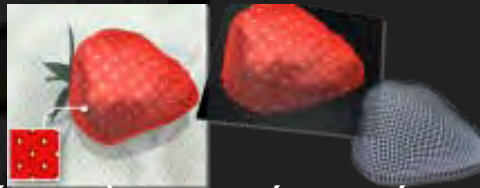
Επαφή



Στερεοφωτογράφιση και βίντεο



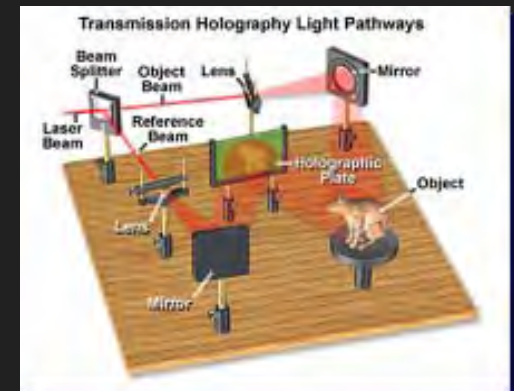
Χρήση πληροφορίας υψής



Μεταβολή επιπέδου εστίασης



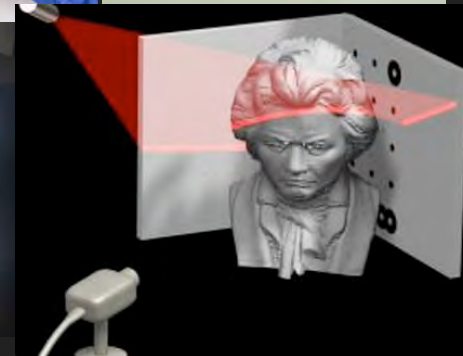
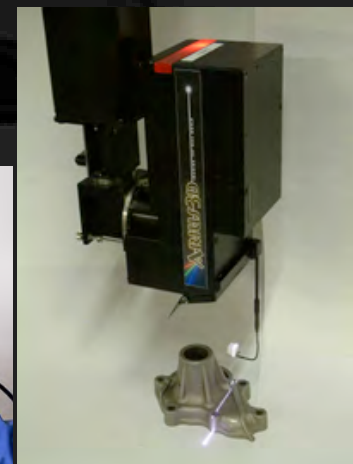
Μεταβολή φωτισμού, χρήση σκίασης



Ολογραφία

3Δ “φωτογράφιση” αντικειμένων

- Τρισδιάστατη ψηφιοποίηση **αντικειμένων**
 - Χρήση σαρωτών λέιζερ υψηλής ακρίβειας και ανάλυσης
 - Ανακατασκευή αντικειμένων με φωτογραφικές μεθόδους
 - Σχήμα-από-σιλουέτα
 - Σχήμα-από-δομημένο φωτισμό



3Δ “φωτογράφιση” αρχιτεκτονικών/χώρων

- Τρισδιάστατη ψηφιοποίηση **αρχιτεκτονικών/χώρων**
 - Χρήση σαρωτή λέιζερ τεχνικής time-of-flight
 - Ανακατασκευή αντικειμένων με φωτογραφικές μεθόδους
 - Πολυεικονική μη-στερεοσκοπική επίγεια φωτογραμμετρία
 - Σχήμα-από-σιλουέτα
 - Σχήμα-από-δομημένο φωτισμό
 - Ανακατασκευή με χρήση εμπειρικών, τοπογραφικών και υβριδικών μεθόδων



3Δ απεικόνιση



Κυλινδρικές οθόνες



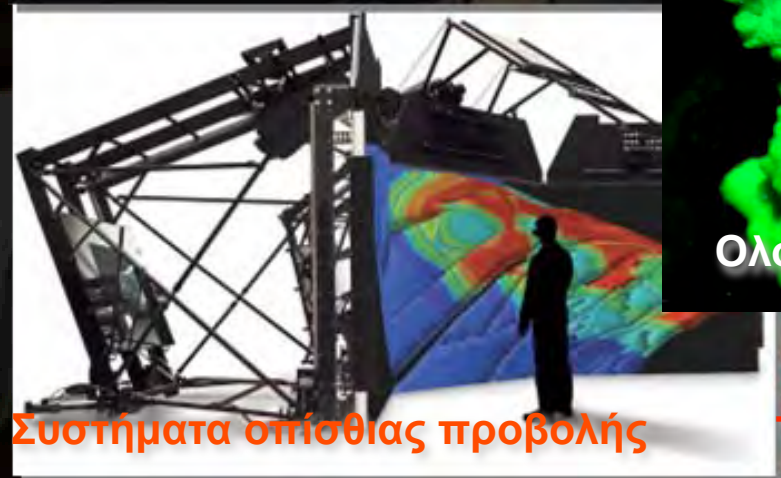
VR Caves



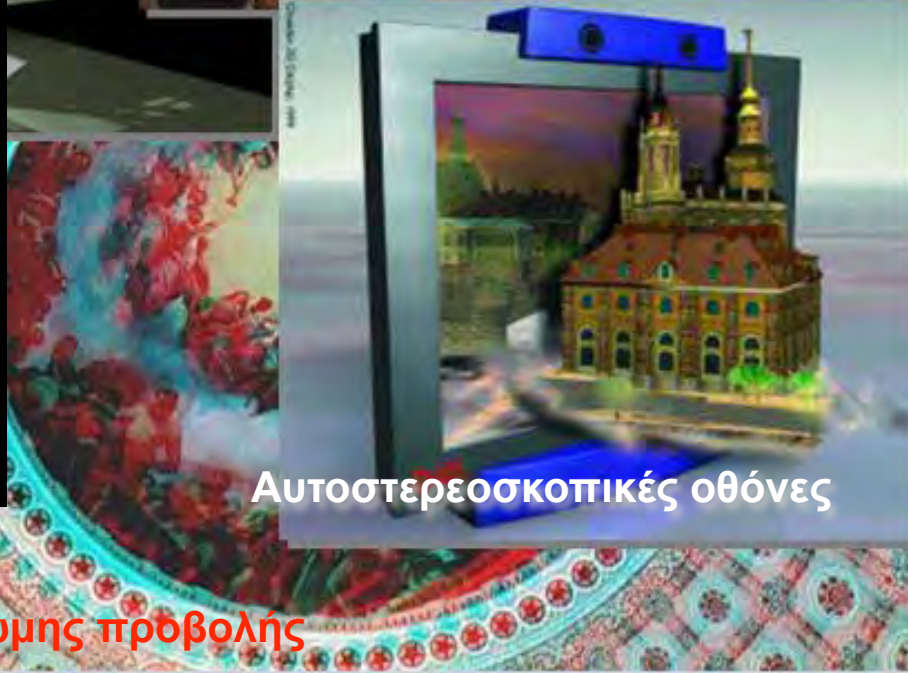
Διαδραστικοί σταθμοί & γυαλιά



Ολογραφία



Συστήματα οπίσθιας προβολής



Αυτοστερεοσκοπικές οθόνες

Τεχνικές δίχρωμης προβολής

Ψηφιακή φωτογραφία

Ιστορία της φωτογραφίας

Ανατομία της φωτογραφικής μηχανής



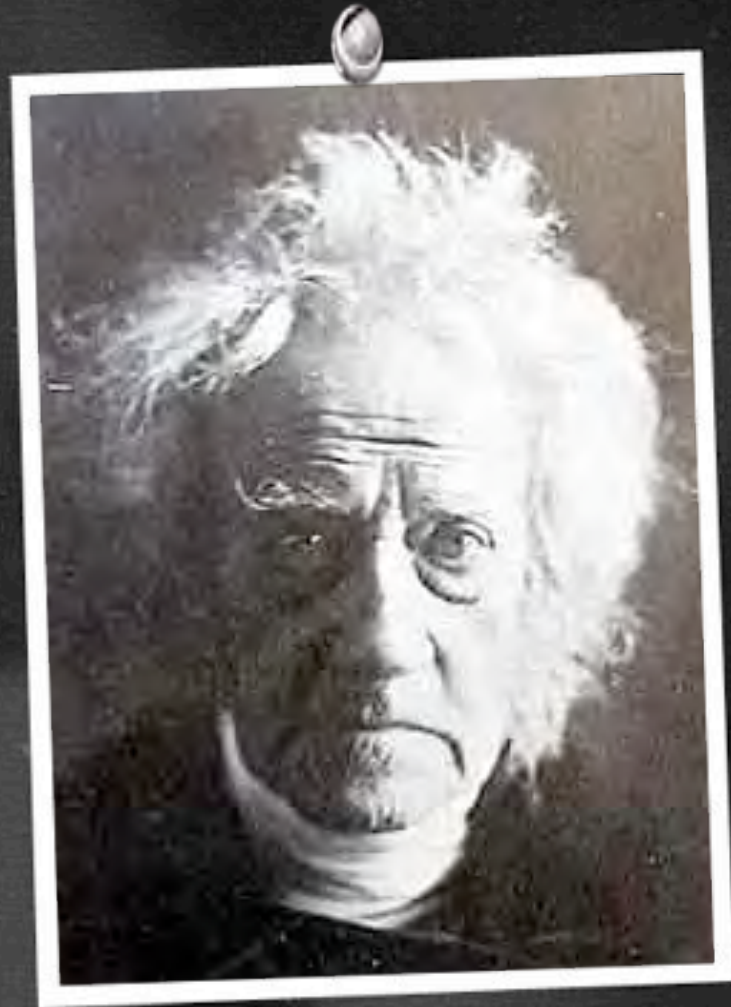
Ιστορία της φωτογραφίας

Ιστορία της φωτογραφίας

- Φωτογραφία = Φως + Γράφω
- Η σύγχρονη φωτογραφία ξεκινά στα 1820
 - πρώτες μόνιμες φωτογραφικές αποτυπώσεις
- Εμφανίζεται ως συνδυασμός πολλών τεχνικών επινοήσεων

Ιστορία της φωτογραφίας

- Ο όρος αποδίδεται στο βρετανό αστρονόμο Sir John William Herschel
- εισήγαγε τον όρο κατά το 1839, όταν η φωτογραφική διαδικασία έγινε ευρέως γνωστή



Ιστορικοί σταθμοί

- 5ος-4ος αι. π.Χ.: Μο Τi, Αριστοτέλης, Ευκλείδης
 - περιγραφή της κάμερας “καρφίτσας” (pinhole camera)
- 1000 μ.Χ.: Ibn al-Haytham (Alhazen)
 - μελέτησε την camera obscura (λατινικά για το “σκοτεινός θάλαμος”) και την κάμερα καρφίτσας

Ιστορικοί σταθμοί

- 1200: Albertus Magnus
 - ανακάλυψη του νιτρικό άλατος του αργύρου
- 1500: Georges Fabricius
 - ανακάλυψη του χλωριδίου του αργύρου

Ιστορικοί σταθμοί

- 1568: Daniel Barbaro
 - περιγραφή του διαφράγματος
- 1694: Wilhelm Homberg
 - περιγραφή του φωτοχημικού φαινομένου (μεταβολή χημικών στοιχείων υπό μεταβολή φωτισμού)

Ιστορικοί σταθμοί

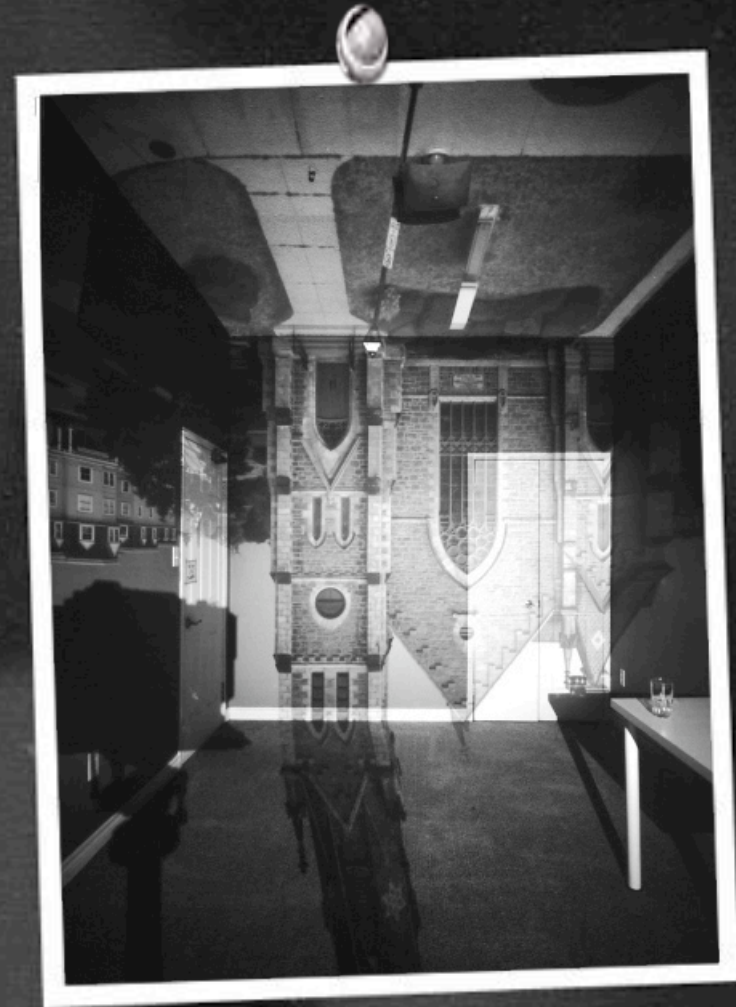
- 1750: Tiphaigne de la Roche
 - νουβέλα Giphantie
 - “παράξενη” πρόβλεψη της διαδικασίας φωτογράφισης
 - δυνατή η αποτύπωση εικόνων της φύσης πάνω σε καμβά με ειδική κολλώδη επίστρωση που θα προκαλούσε μόνιμη αποτύπωση μετά από αποξήρανση στο σκοτάδι!!!

Βασικές προσεγγίσεις

- Σκοτεινός θάλαμος (camera obscura)
- Χημική αποτύπωση
- Ψηφιακή φωτογραφία

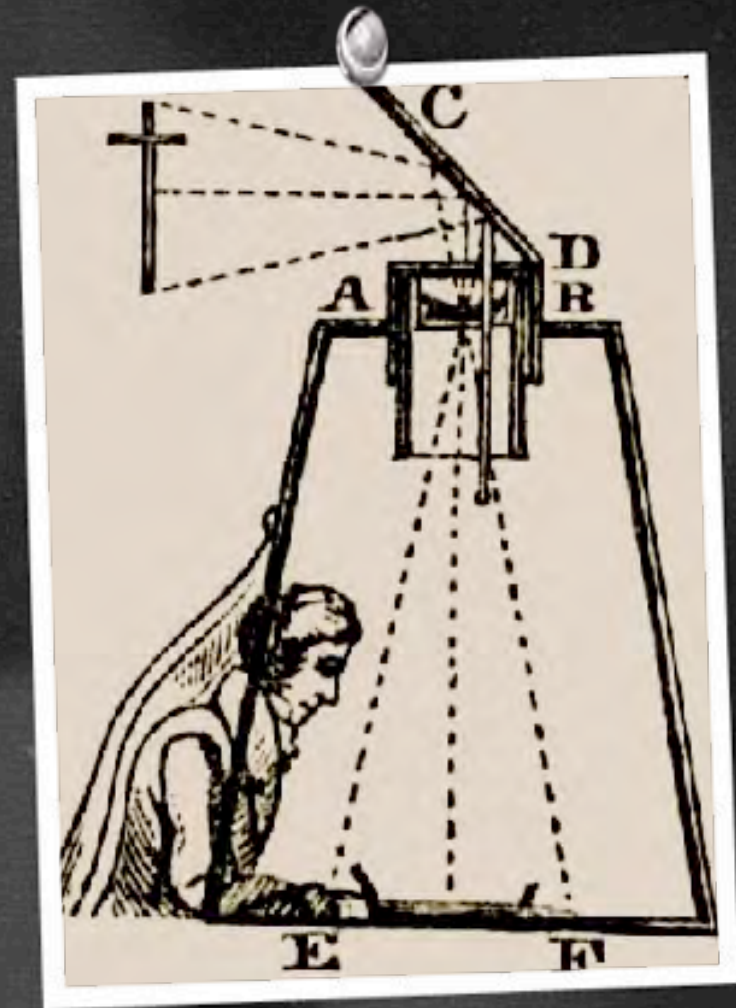
Ο “σκοτεινός θάλαμος”

- Σκοτεινό δωμάτιο ή κουτί με μια τρύπα
- Για συγκεκριμένη τρύπα, ένα αντεστραμμένο είδωλο εμφανίζεται στην απέναντι επιφάνεια
- Πρώτη περιγραφή Hassan ibn Hassan, 10ος αιώνας

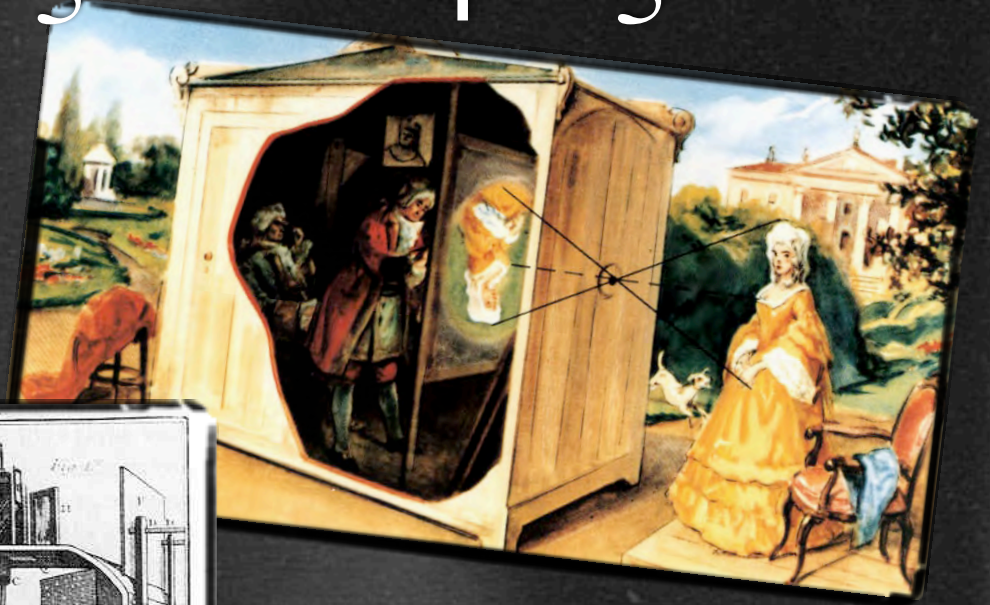
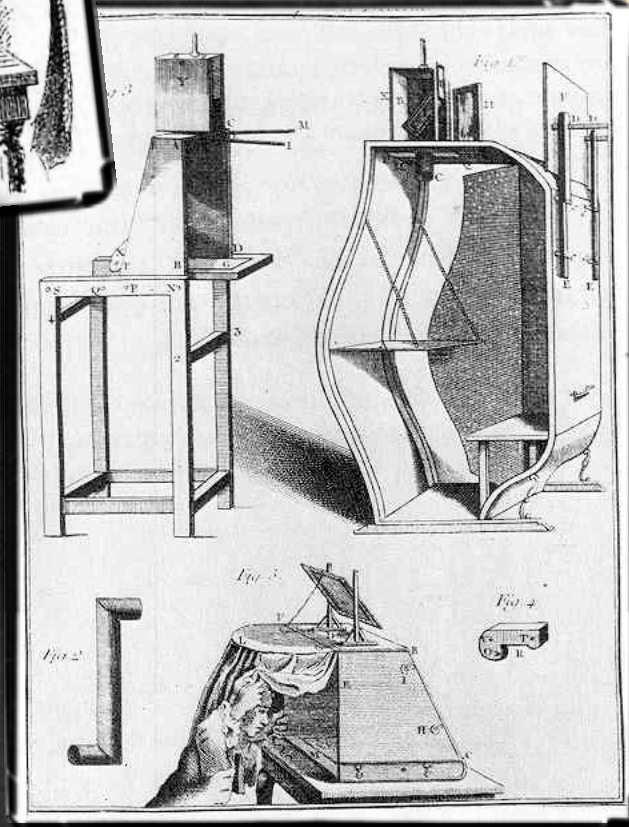
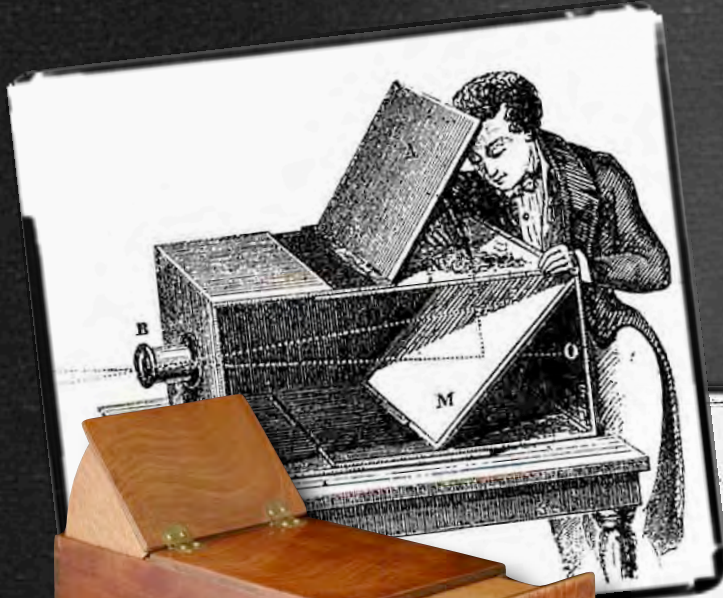


Ο “σκοτεινός θάλαμος”

- Αρχικές αναφορές χρήσης σε γραπτά του Leonardo da Vinci (1452-1519)
- Βενετός Daniel Barbaro
- πρόταση της χρήσης για βοήθημα στη ζωγραφική



Ο “σκοτεινός θάλαμος”



Χημική αποτύπωση

- Στα 1600, Robert Boyle
 - χλωρίδιο του αργύρου σκουραίνει με την έκθεση σε φως (αρχικά αέρας η αιτία)
- Αρχές 1600, Angelo Sala
 - νιτρικό άλας αργύρου μαυρίζει στον ήλιο

Χημική αποτύπωση

- 1727 Johann Heinrich Schulze
 - ανακάλυψη ότι συγκεκριμένα υγρά αλλάζουν χρώμα υπό έκθεση στο φως
- Αρχές 1800 Thomas Wedgwood
 - επιτυχής αποτύπωση αλλά όχι μόνιμη

Χημική αποτύπωση

- Πρώτη επιτυχής αποτύπωση Ιούνιος/ Ιούλιος 1827 Joseph Nicéphore Niépce
- χρήση υλικού που σκληραίνει κατά την έκθεση στο φως



Χημική αποτύπωση



1827 - πρώτη φωτογραφία
Οκτώ (8) ώρες έκθεσης

Χημική αποτύπωση

- 4 Ιανουαρίου 1829 Niépce και Louis Daguerre ξεκινούν συνεργασία
- 4 χρόνια αργότερο - ο Niépce πεθαίνει και η έρευνα συνεχίζεται από τον Daguerre
- ανακάλυψη εμφάνισης σε φωτογραφικές πλάκες => μείωση χρόνου έκθεσης από 8 σε μισή ώρα
- ανακάλυψη ότι μπορεί η εικόνα να γίνει μόνιμη μετά από εμφάπτυση σε αλάτι

Χημική αποτύπωση

- 19 Αυγούστου 1839: Επίσημη ανακοίνωση της μεθόδου και ονομασία από τον Daguerre
- Daguerreotype
- Θετική εικόνα σε μεταλλική πλάκα



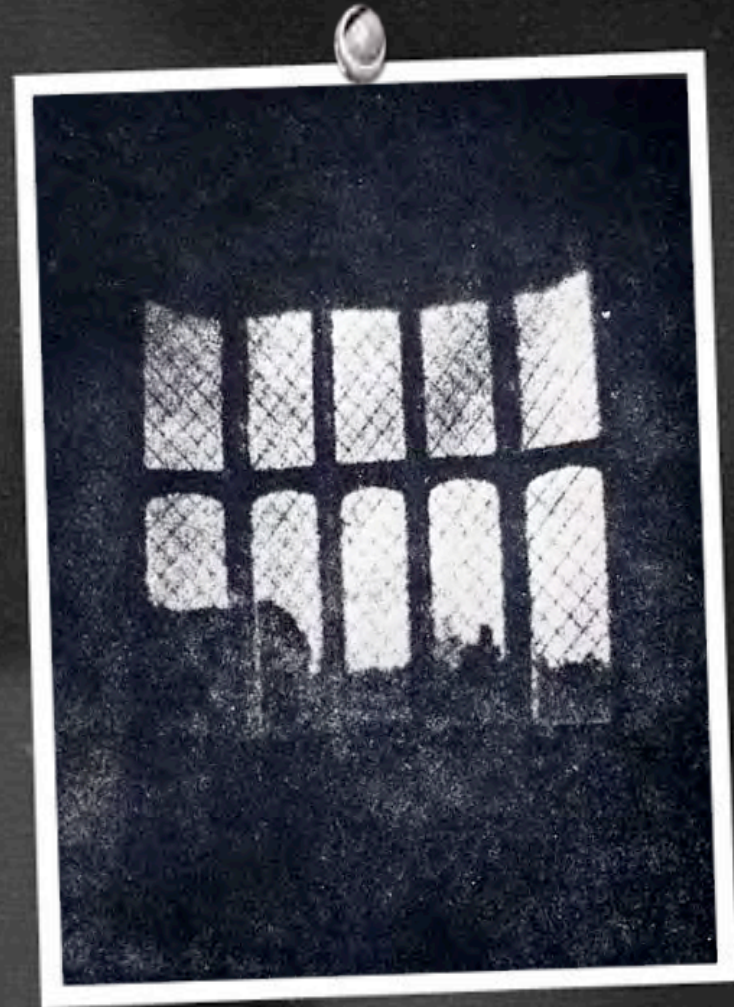
Daguerreotype

- Διαδικασία
 - έκθεση χάλκινης πλάκας σε ιώδιο για τη δημιουργία φωτοευαίσθητου ιωδιούχου αργύρου - η πλάκα έπρεπε να χρησιμοποιηθεί εντός 1 ώρας
 - έκθεση στο φως 10-20 λεπτά
 - εμφάνιση της πλάκας σε υδράργυρο προθερμασμένο στους 75° => συγχώνευση αργύρου με υδράργυρο
 - “εκτύπωση” της εικόνας σε θερμό διάλυμα κοινού αλατιού (αργότερα θειώδες άλας νατρίου)
 - ξέπλυμα της πλάκας σε ζεστό αποσταγμένο νερό



Calotype

- Εφεύρεση του William Henry Fox Talbot
- Δημοσίευση 31.1.1839
- “Φωτογενετική σχεδίαση”
- Πολλαπλή αναπαραγωγή (μέσω αρνητικών)



Αύγουστος 1835



Μέθοδος Υγρής Πλάκας ή Κολλωδίου

- 1851, Frederick Scott Archer
 - νέα εποχή στη φωτογραφία
 - χρόνος έκθεσης 2-3 δευτερόλεπτα
 - υψηλή ανάλυση
 - δυνατότητα αναπαραγωγής
 - κολλώδιο: ιξώδες υγρό από βαμβάκι διαλυμένο σε αιθέρα και αλκοόλη



Μέθοδος Στεγνής Πλάκας

- 1871, Dr. Richard Maddox
- επινόηση τρόπου χρήσης της ζελατίνης αντί γυαλιού για την πλάκα
- σημαντική καμπή
 - όχι υγρές πλάκες, όχι σκοτεινός θάλαμος, όχι πολλές ειδικές τεχνικές απαιτήσεις



Νεότερες εξελίξεις

- Αρχές 1860 ανακάλυψη του σελουλόιντ
- John Carbutt προτείνει παραγωγή λεπτού φιλμ σαν υπόστρωμα για φωτοευαίσθητα υλικά
- 1884, George Eastman, εύκαμπτο φιλμ και 4 χρόνια μετά box camera
- Herman Vogel, ευαίσθησία σε πράσινο φως
- Eadweard Muybridge, φωτογραφία κινουμένων εικόνων



1855: ο βοηθός του
Roger Fenton στο
φωτογραφικό του όχημα



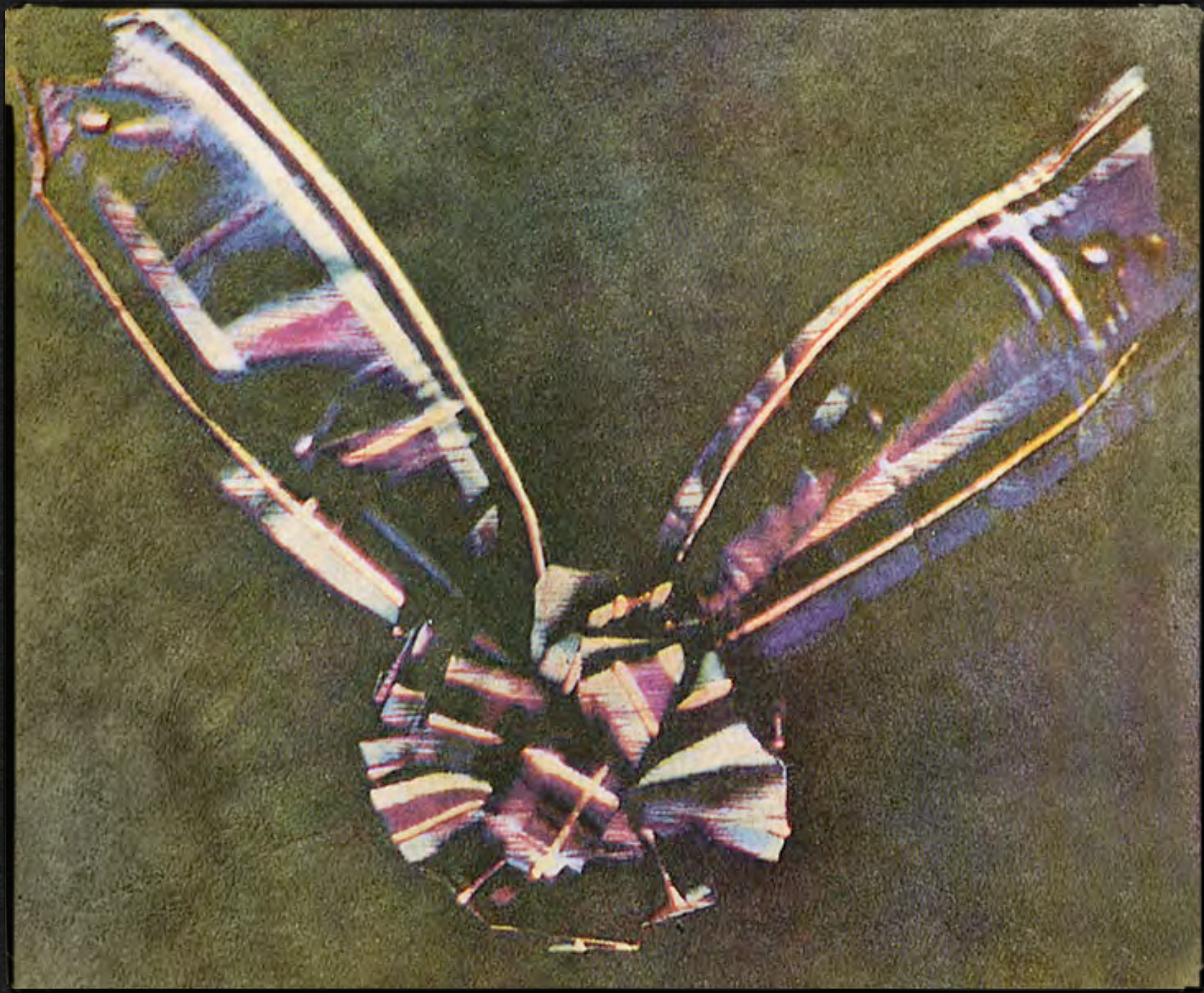
1893: Φωτογράφος απεικονίζεται να φωτογραφίζει τον εαυτό του σε στούντιο του 19ου αι.

Έγχρωμη χημική αποτύπωση

- Αρχικά προσωρινή προβολή χρώματος (μέχρι το 1870 όχι χημικά ευαίσθητα σε κόκκινο, πράσινο)
- 1861 πρώτη έγχρωμη φωτογραφία James Clerk Maxwell.
- Διάφορες μέθοδοι από το 1862 από τους Louis Ducos du Hauron και Charles Cros

Έγχρωμη χημική αποτύπωση

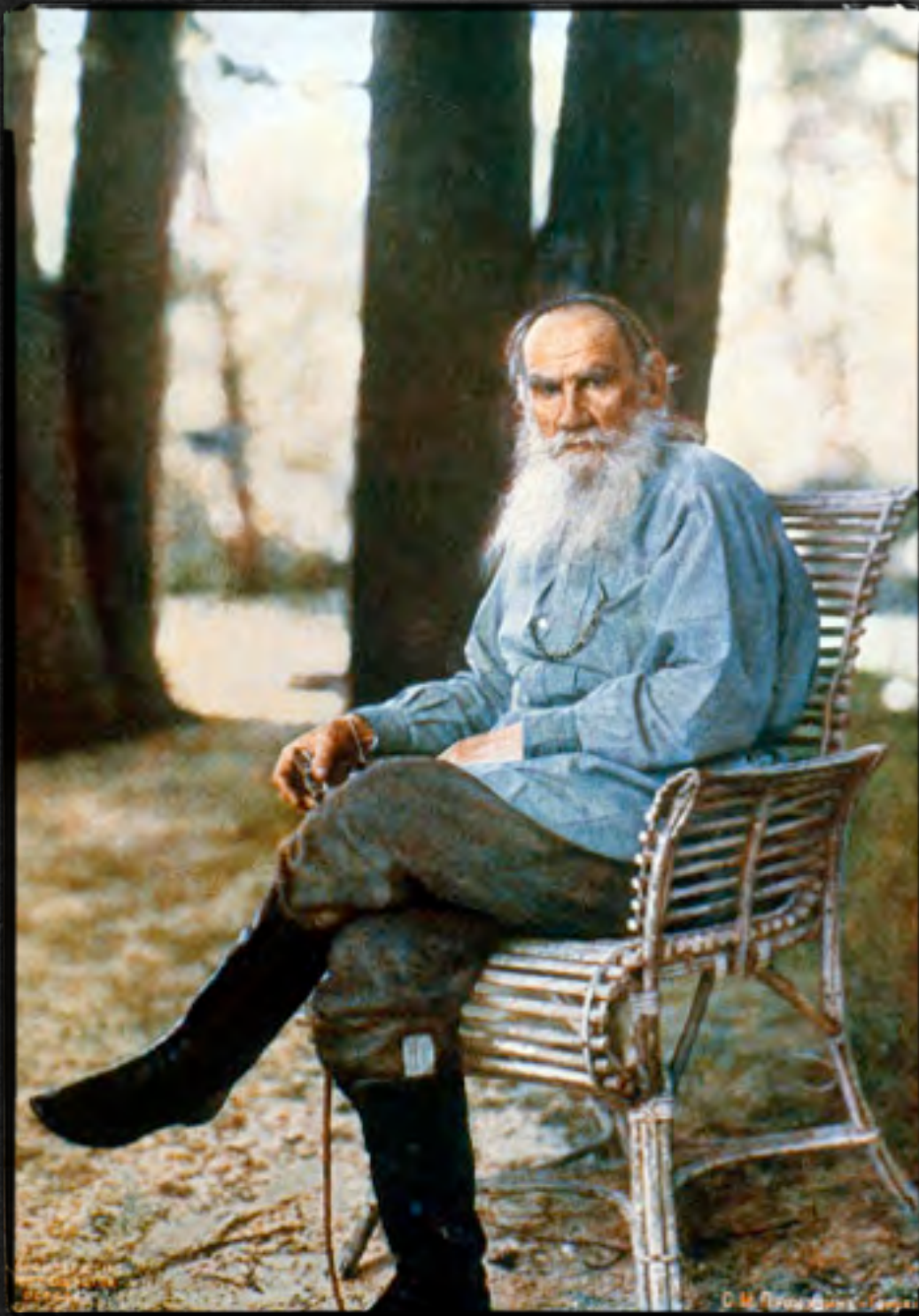
- Πρακτικές μέθοδοι ευαισθητοποίησης στο πράσινο και πορτοκαλί φως, 1873 και 1884 από τον Hermann W. Vogel (πλήρης ευαισθησία στο κόκκινο επετεύχθει κατά τις αρχές του 20ου αι.)
- 1907, Autochrome, βασισμένο σε φίλτρα από βαμμένα στοιχεία άμυλου πατάτας
- Sergei Mikhailovich Prokudin-Gorskii, τρεις μονοχρωματικές εκθέσεις με φίλτρα



1861: πρώτη έγχρωμη φωτογραφία από τον Maxwell



Αρχές 20ου αι.: Η μέθοδος του Sergey Mikhaylovich Prokudin-Gorsky



1908: Λιθογραφία του Leo Tolstoy από φωτογραφία του Sergey Mikhaylovich Prokudin-Gorsky

Ψηφιακή φωτογραφία

- 1969, Willard Boyle και George E. Smith (AT&T Bell Labs), επινόηση της διάταξης συζευγμένου φορτίου (charge-coupled device, CCD)
- 1973, Fairchild Semiconductor, πρώτο CCD μεγάλης εικόνας (100X100)
- 1975, Bryce Bayer (Kodak) αναπτύσσει το μωσαικό Bayer για τα CCD
- 1986, Στην Kodak αναπτύσσεται ο πρώτος αισθητήρας 1 megapixel

Ψηφιακή φωτογραφία

- Πρώτη προσπάθεια κατασκευής ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής
- 1975, Steven Sasson (Eastman Kodak)
- αισθητήρας CCD από την Fairchild Semiconductor
- μηχανή: 3.6 kg, ασπρόμαυρες φωτο, αποθήκευση σε κασέτα, 0.01 megapixels, 23" για την αποτύπωση



Ψηφιακή φωτογραφία

- 1988, Πρώτη πραγματικά ψηφιακή κάμερα: Fuji DS-1P of 1988, (16 MB)
- 1990, Πρώτη εμπορικά διαθέσιμη ψηφιακή κάμερα: Dycam Model 1
- 1991, Πρώτη DSLR, Kodak DCS-100, (1.3 megapixel)
- 1995, Πρώτη κάμερα με οθόνη LCD Casio QV-10
- 1996, Πρώτη κάμερα με CompactFlash, Kodak DC-25

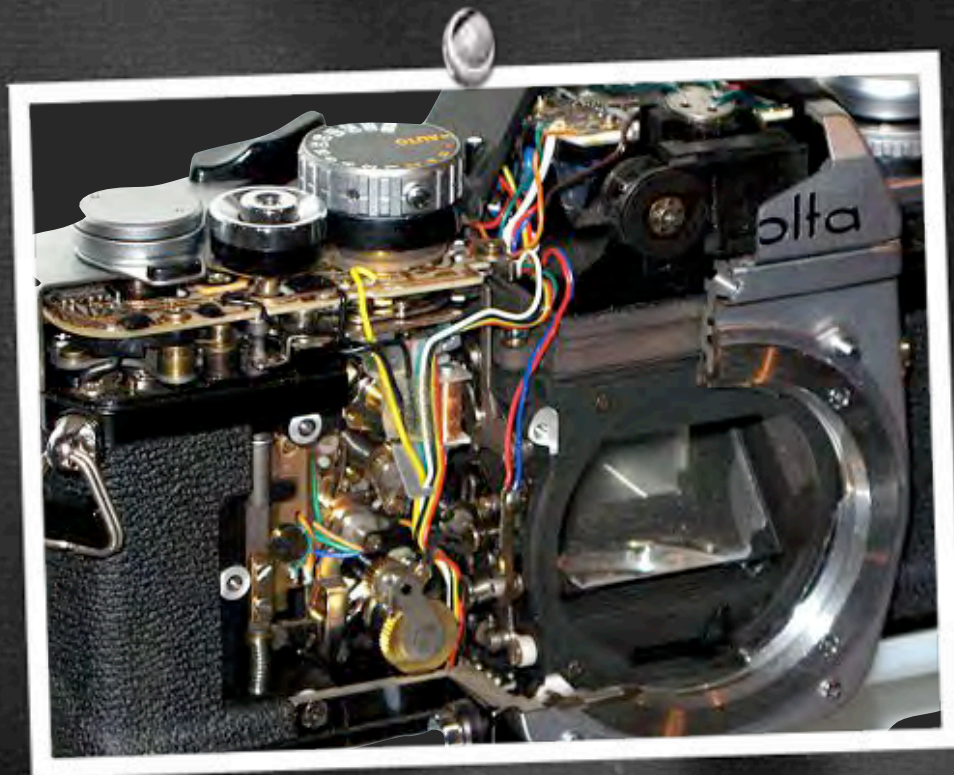


Ψηφιακή φωτογραφία

- 1988, προτυποποίηση JPEG, MPEG
- 1995, Πρώτη κάμερα με δυνατότητα εγγραφής βίντεο, Ricoh RDC-1
- 1997, Πρώτες εμπορικά διαθέσιμες οικονομικές λύσεις για κάμερες 1 megapixel
- 1999, Nikon D1, 2.74 megapixel, πρώτη εξ' ολοκλήρου κατασκευή ενός κατασκευαστή με τιμή κάτω των \$6,000. Συμβατότητα με φακούς Nikon F για επαναχρησιμοποίηση.

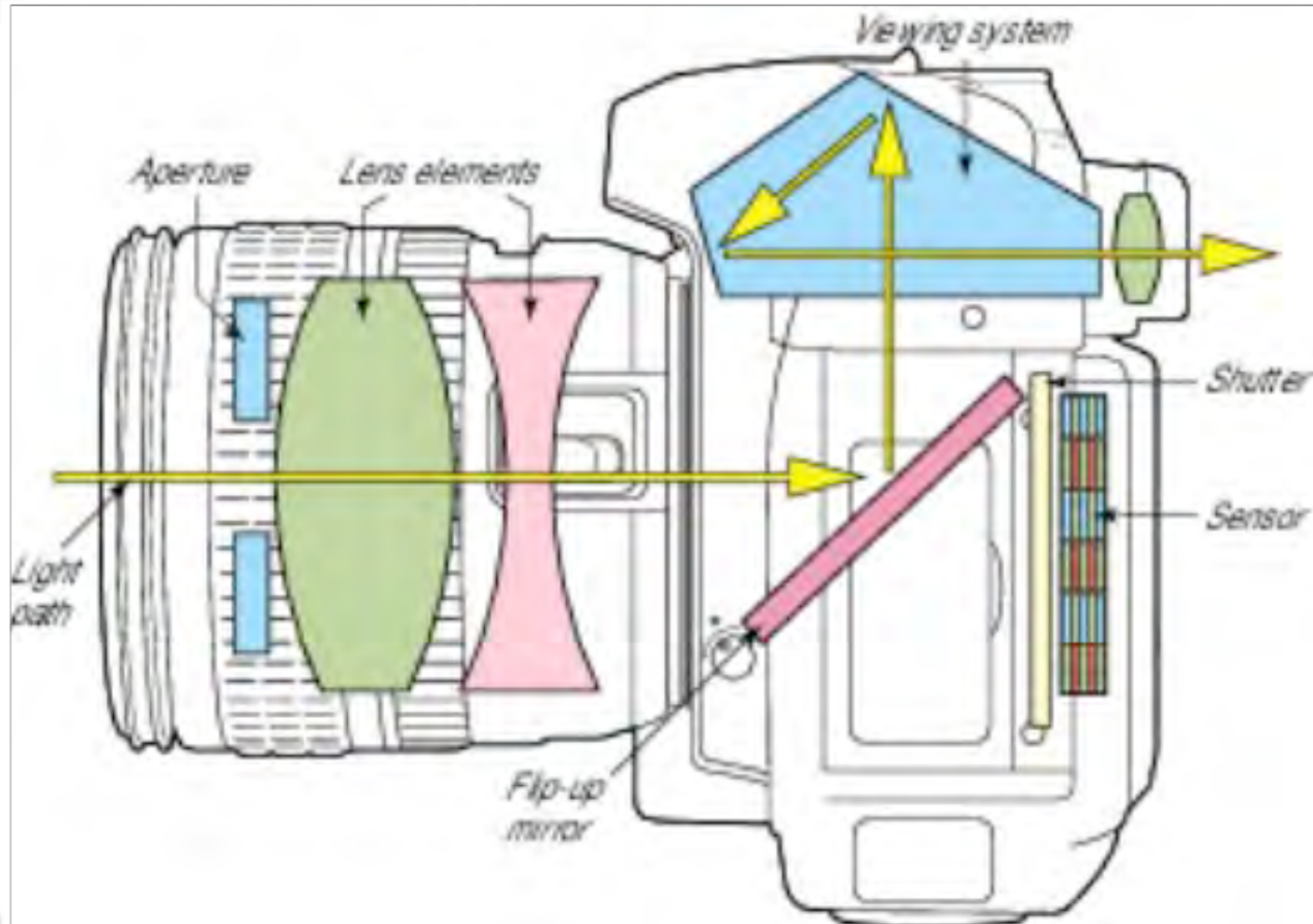
Ψηφιακή φωτογραφία

- 2006, Dalsa δημιουργεί CCD 111 megapixel
- 2008, Polaroid, ανακοίνωση διακοπής παραγωγής όλων των φιλμ άμεσης εμφάνισης
- 2009, Kodak ανακοινώνει τη διακοπή παραγωγής του Kodachrome φιλμ



Ανατομία της φωτογραφικής μηχανής
και της διαδικασίας φωτογράφισης

Η φωτογραφική μηχανή



Η φωτογραφική μηχανή

- Σώμα της μηχανής
 - ένα σκοτεινό φωτοστεγανό κουτί (camera obscura)
- Πλάτη
 - μηχανισμός συγκράτησης φιλμ
 - ψηφιακός αισθητήρας
- Φωτοφράχτης ή κλείστρο
- Σύστημα φακού

Σύστημα σκόπευσης

- Θαμπόγυαλο (μηχανές στούντιο): στη θέση του φίλμ
- Σκόπευτρο απευθείας σκόπευσης: σφάλμα παράλλαξης
- Σκόπευτρο εξ' ανακλάσεως: εικόνα από το φακό μέσω καθρέπτη (reflex) και πενταπρίσματος

Φωτοφράκτης ή κλείστρο

- Κινούμενο προστατευτικό φράγμα μπροστά από την επιφάνεια του φιλμ ή του αισθητήρα
- Ανοίγει με εντολή του φωτογράφου και για καθορισμένο χρόνο
- Σημασία ο χρόνος που το κλείστρο παραμένει ανοιχτό

Είδη κλείστρου

- Διαφραγματικό κλείστρο (leaf shutter)
 - μέσα στο φακό
 - αποτελείται από λεπίδες που αλληλοκαλύπτονται (compact μηχανές, φακοί μεσαίου/μεγάλου φορμά)
 - αθόρυβη λειτουργία
 - συγχρονίζει με φλας σε οποιαδήποτε ταχύτητα
 - δεν μπορούμε να αλλάξουμε φακό αν έχουμε φιλμ στη μηχανή
 - αυξημένο κόστος φακών



Είδη κλείστρου

- Κλείστρο εστιακού επιπέδου ή κουρτίνα (focal plane/curtain shutter)
 - μπροστά από το φιλμ ή αισθητήρα
 - δύο κουρτίνες, που κινούνται παράλληλα προς την ίδια κατεύθυνση
 - γρήγορες ταχύτητες
 - αλλαγή φακών
 - φακοί φτηνοί και ελαφριοί
 - δυσκολότερη χρήση φλας
 - παραμόρφωση του ειδώλου σε κίνηση



Κλείστρο εστιακού επιπέδου

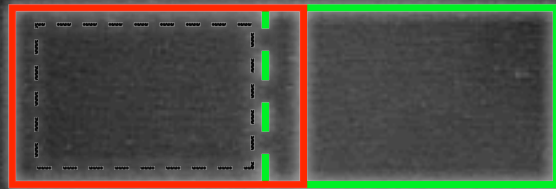


Fig. 1



Fig. 2

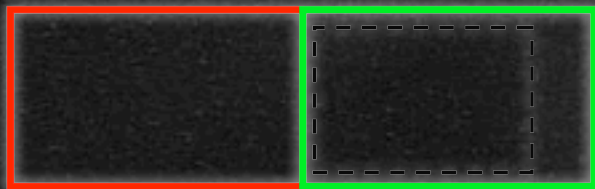


Fig. 3

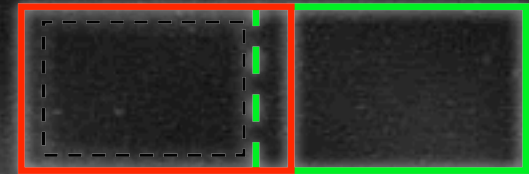


Fig. 1

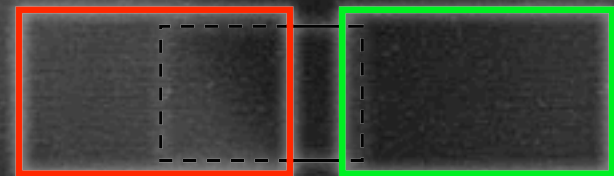


Fig. 2

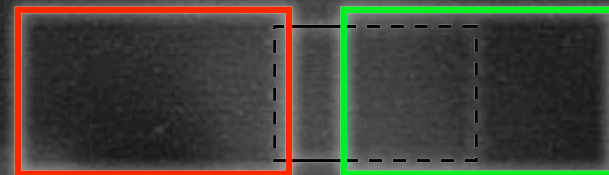


Fig. 3

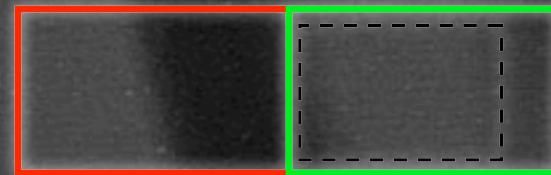


Fig. 4

Χαμηλή ταχύτητα

Υψηλή ταχύτητα

Κλείστρο εστιακού επιπέδου



Τυπικό πρόβλημα παραμόρφωσης σε υψηλές ταχύτητες κλείστρου

Ταχύτητα κλείστρου

- 1/8000 sec έως και 30 sec
- ειδική περίπτωση B (Bulb)
- τυπική κλίμακα ταχυτήτων κλείστρου είναι 1/2000, 1/1000, 1/500, 1/250, 1/125, 1/60, 1/30, 1/15, 1/8, 1/4, 1/2, 1", 2", 4", 8"
- 1/125 => ρύθμιση ταχύτητας 125

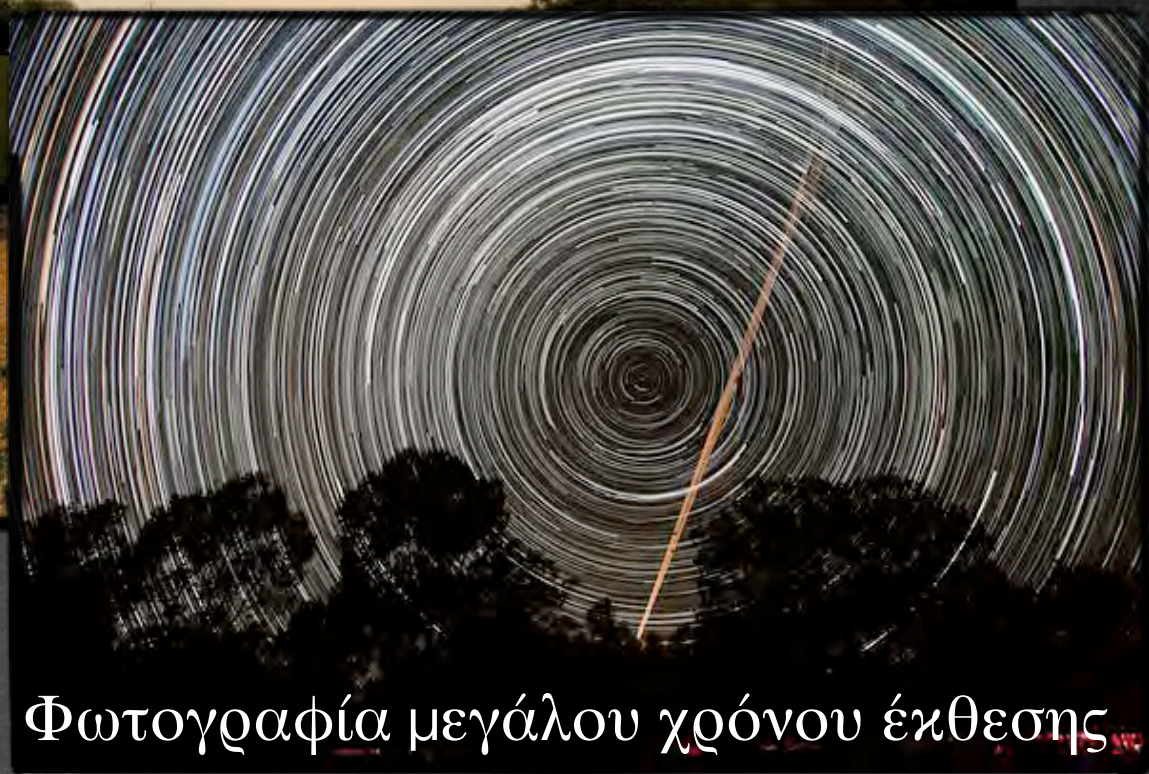




Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



_Belial



Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



© Ed O'Keeffe

Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



© Amber Bamero



Φωτογραφία μεγάλου χρόνου έκθεσης



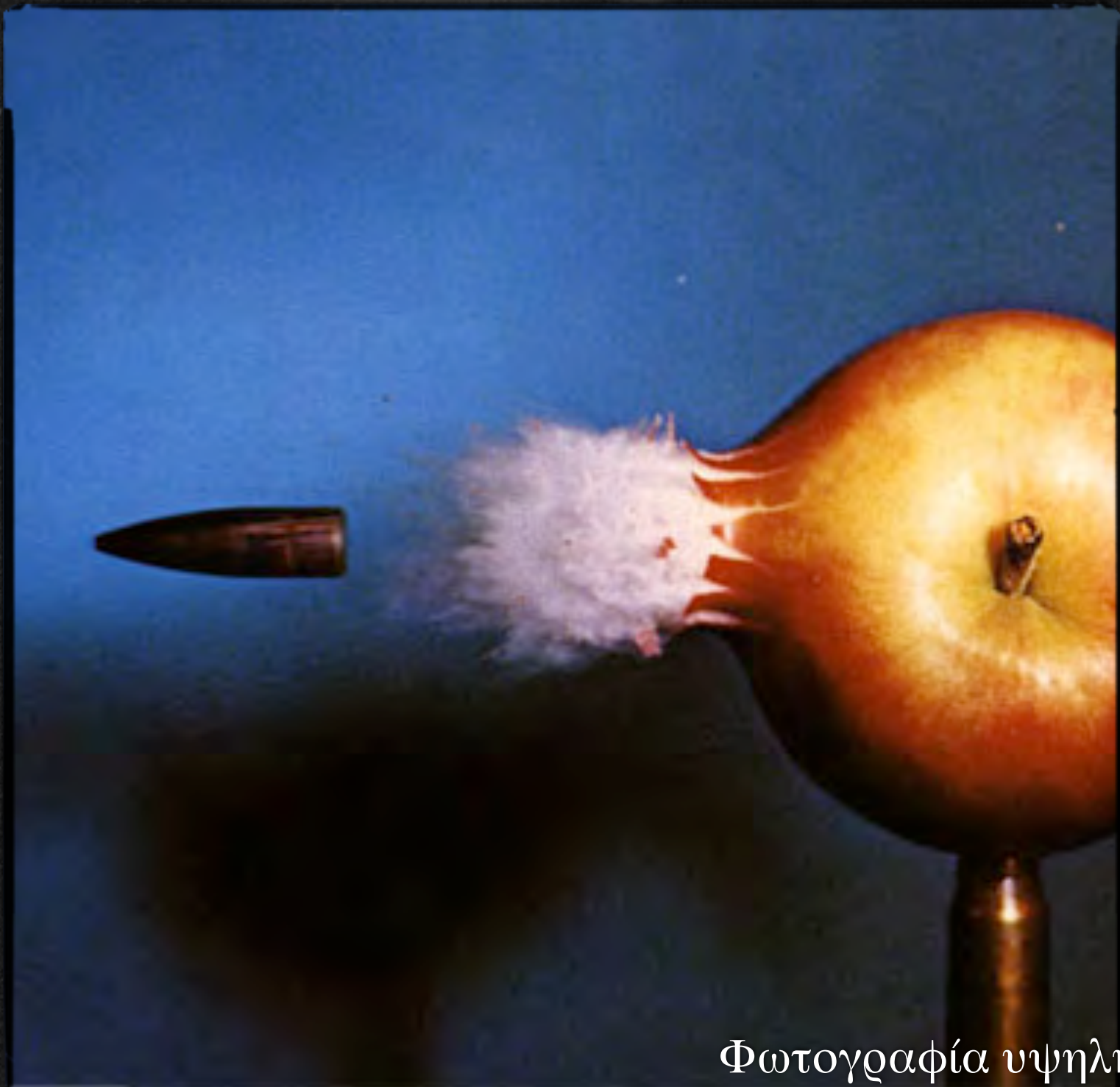
Φωτογραφία υψηλής ταχύτητας



Φωτογραφία υψηλής ταχύτητας



Φωτογραφία υψηλής ταχύτητας



Φωτογραφία υψηλής ταχύτητας



Φωτογραφία υψηλής ταχύτητας



waterpark

Φωτογραφία υψηλής ταχύτητας

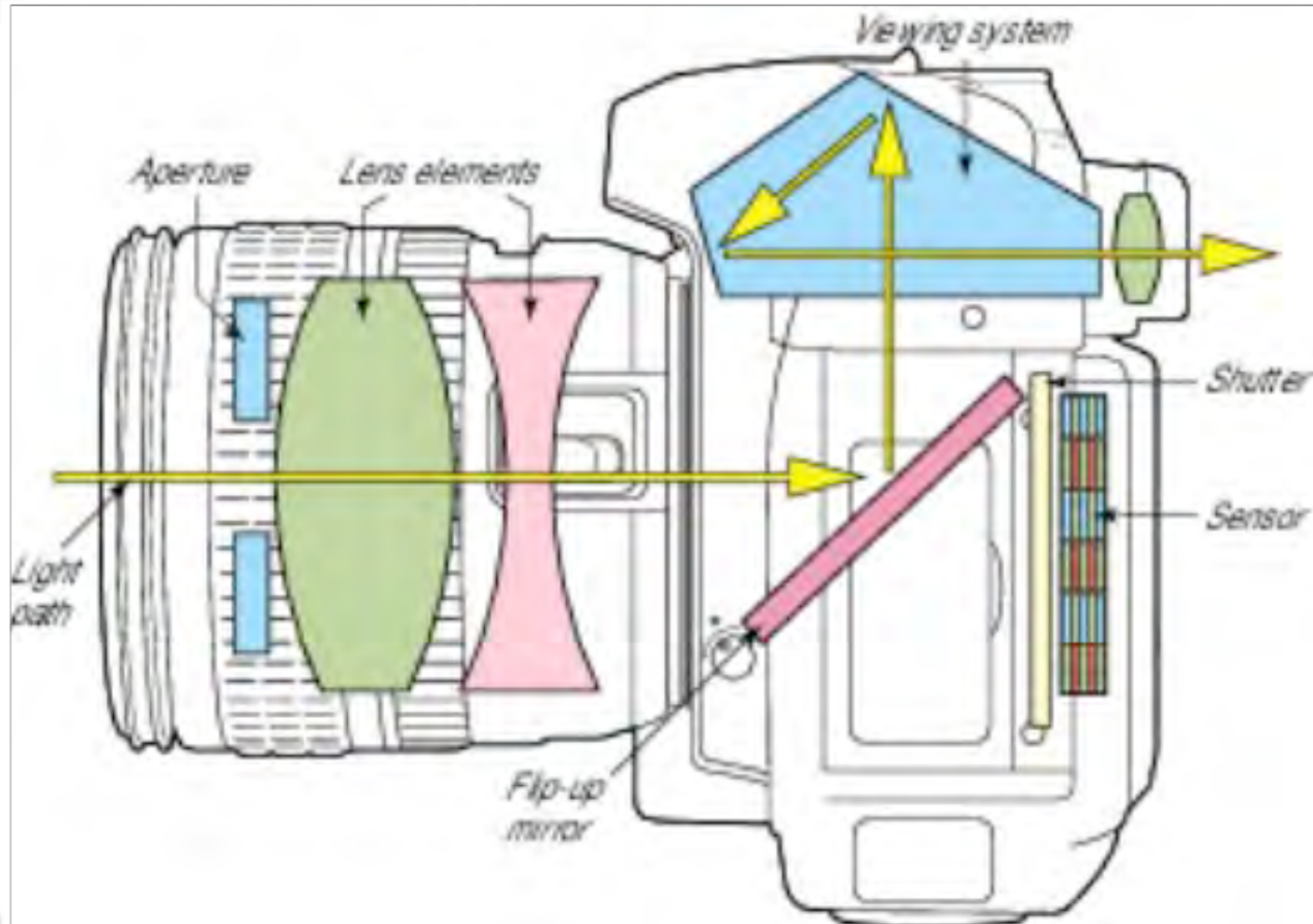


Φωτογραφία υψηλής ταχύτητας

Ψηφιακή φωτογραφία

Ανατομία της φωτογραφικής μηχανής: ο φακός

Η φωτογραφική μηχανή



Η φωτογραφική μηχανή

- Σώμα της μηχανής
 - ένα σκοτεινό φωτοστεγανό κουτί (camera obscura)
- Πλάτη
 - μηχανισμός συγκράτησης φιλμ
 - ψηφιακός αισθητήρας
- Φωτοφράχτης ή κλείστρο
- Σύστημα φακού

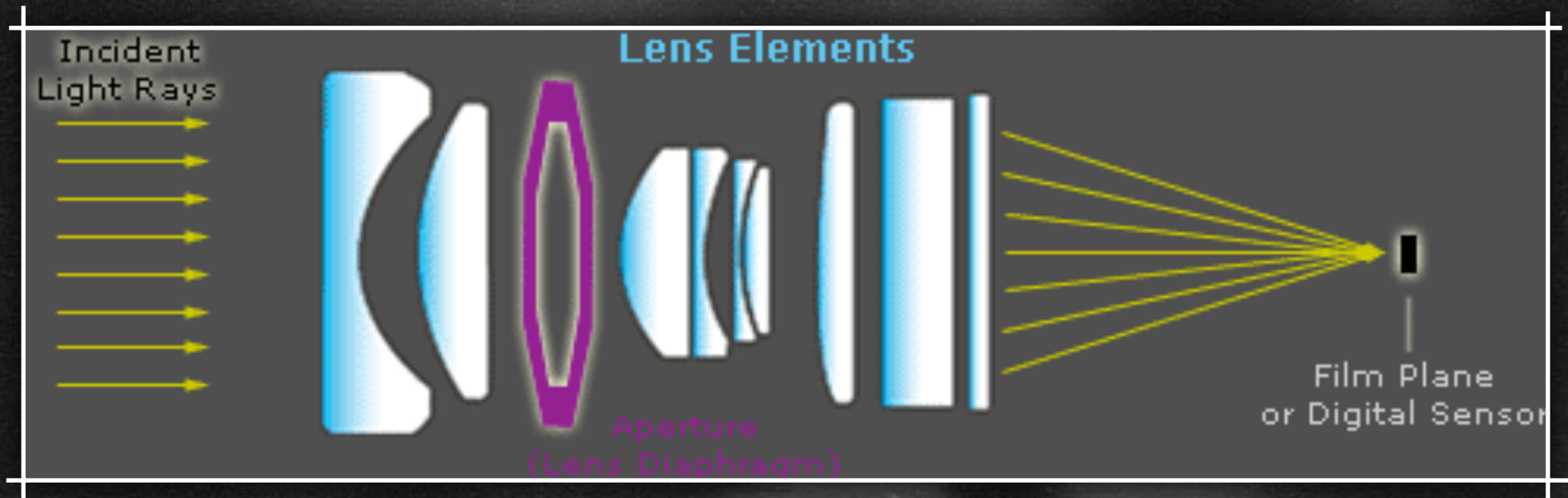
Φακός

- Κατανόηση της λειτουργίας των φακών
 - δημιουργικός έλεγχος στη φωτογραφία
- Επιλογή κατάλληλου φακού
 - στάθμιση μεταξύ κόστους, μεγέθους και βάρους, ταχύτητας και ποιότητας
- Σχετικές έννοιες: ποιότητα εικόνας, εστιακή απόσταση, προοπτική, zoom, διάφραγμα

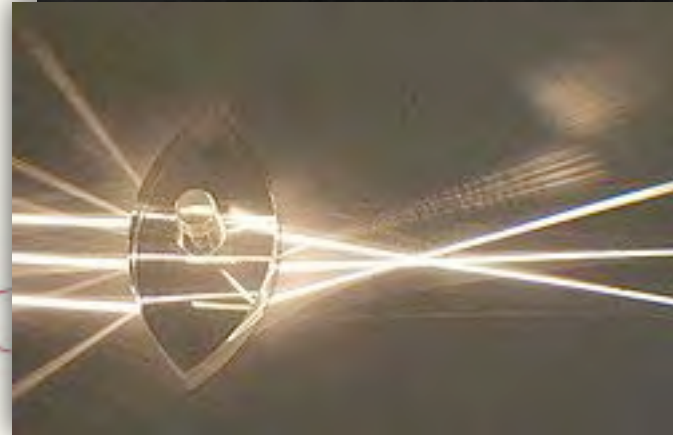
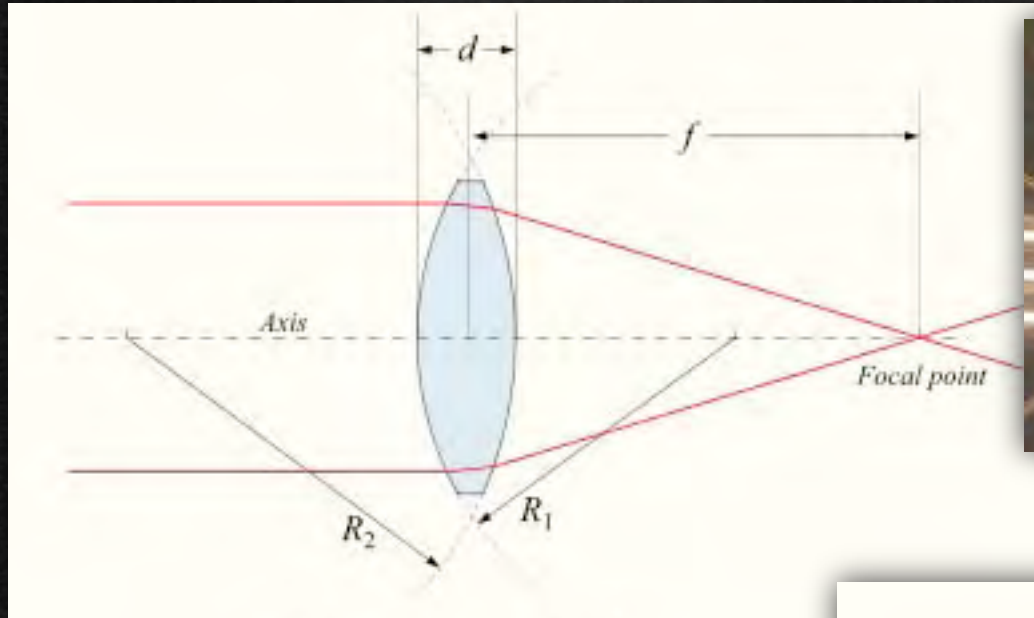
Στοιχεία του φακού

- Κάθε φακός αποτελείται από πολλά “στοιχεία”
 - Στοιχεία είναι οι απλοί επιμέρους φακοί
 - Στόχος η κατεύθυνση του φωτός ώστε να πραγματοποιείται ακριβής απεικόνιση στον αισθητήρα
 - Ελαχιστοποίηση των παραμορφώσεων με τα λιγότερα και χαμηλότερου κόστους στοιχεία

Στοιχεία του φακού

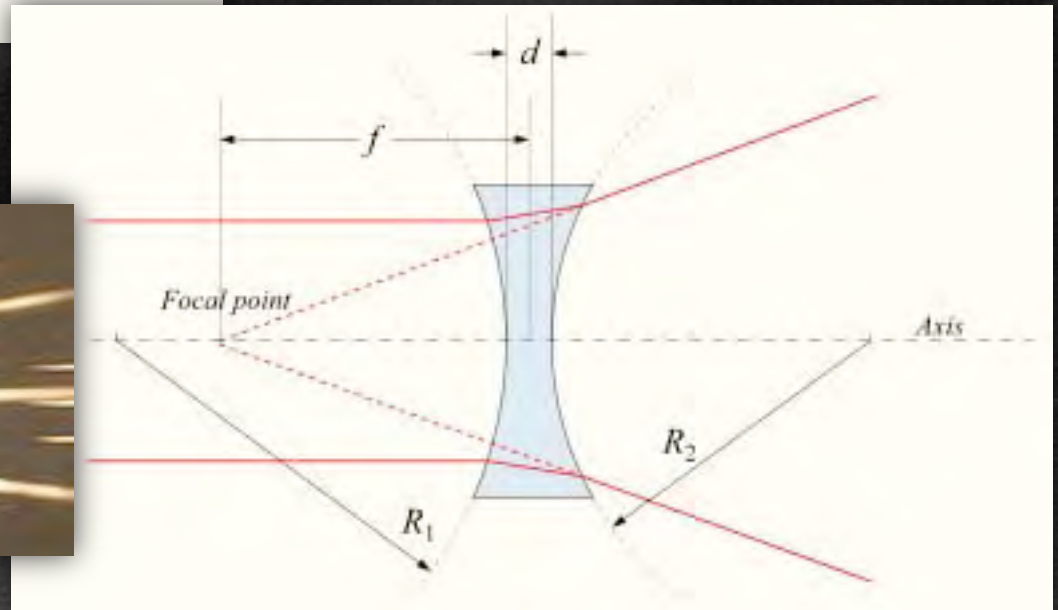


Είδη φακών

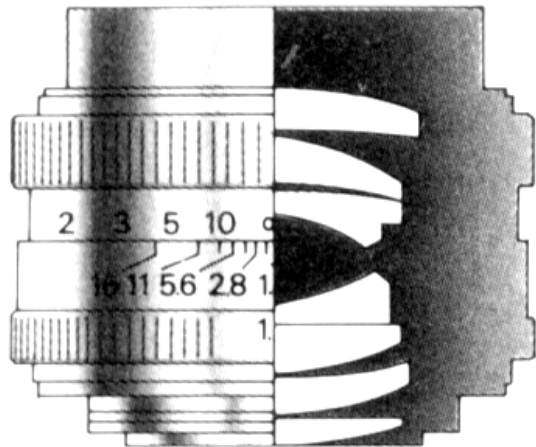


Αμφίκυρτος ή συγκεντρωτικός φακός

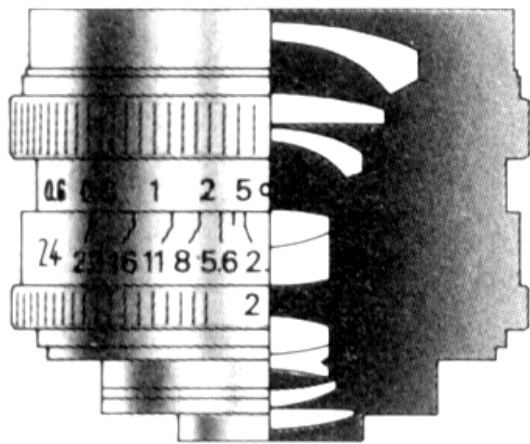
Αμφίκοιλος ή αποκεντρωτικός φακός



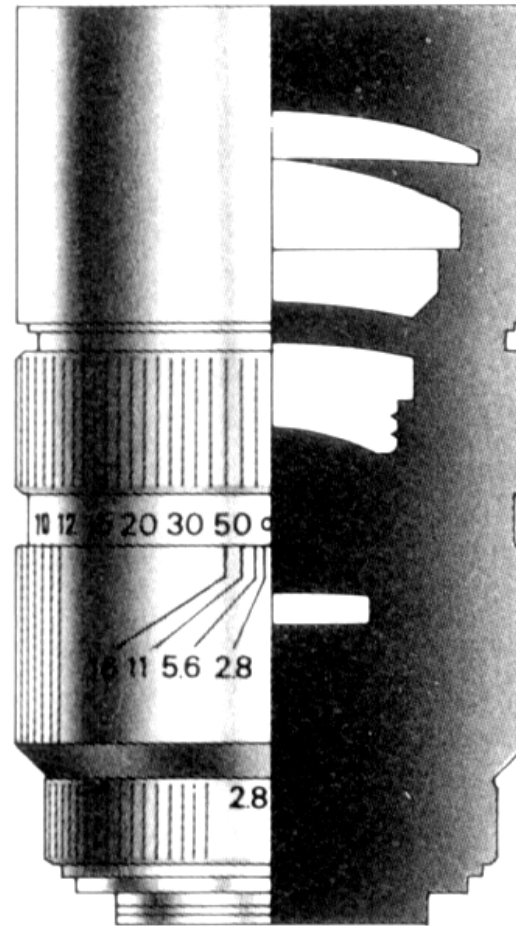
Είδη φακών



“Κανονικός” φακός
50mm



Ευρυγώνιος φακός



Τηλεφακός (tele)

Οπτικές Παραμορφώσεις

- Παραμορφώσεις εμφανίζονται όταν
 - σημείο στην εικόνα μετατρέπεται σε πολλαπλά σημεία μετά το φακό
- Τυπικές οπτικές παραμορφώσεις
 - θόλωμα (blurring), ελαττωμένη αντίθεση, χρωματική απόκλιση (aberration), ακτινικά φθίνουσα φωτεινότητα (vignetting), γεωμετρική παραμόρφωση (distortion)
 - ενυπάρχουν σε διαφορετικό βαθμό σε κάθε φακό

Οπτικές Παραμορφώσεις



ελαττωμένη αντίθεση



θόλωμα (blurring)



χρωματική απόκλιση
(aberration)



ακτινικά φθίνουσα φωτεινότητα
(vignetting)

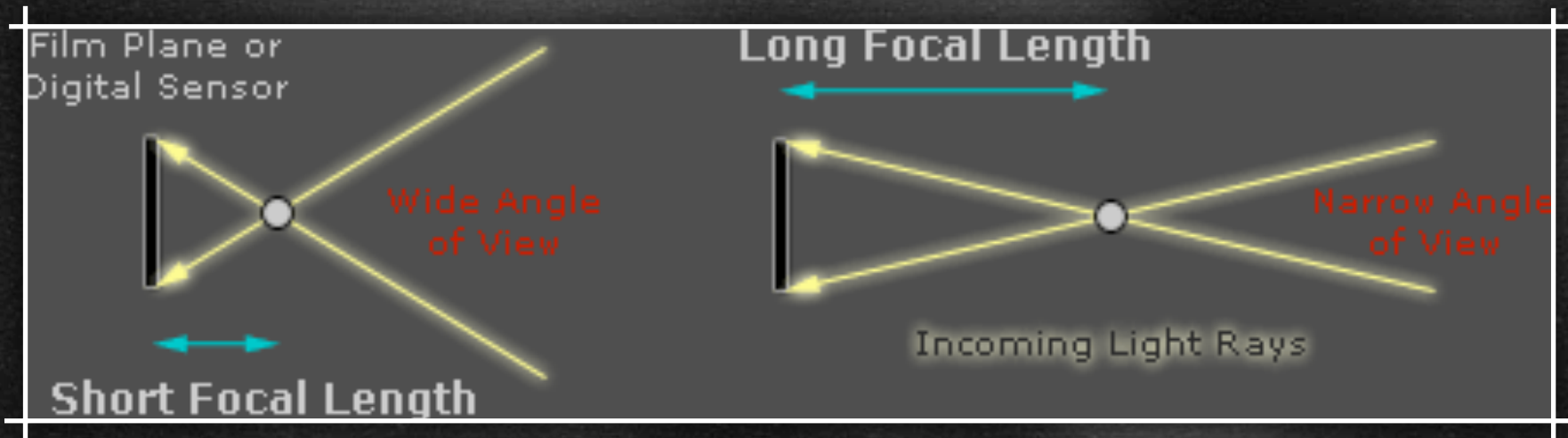


γεωμετρική παραμόρφωση
(distortion)

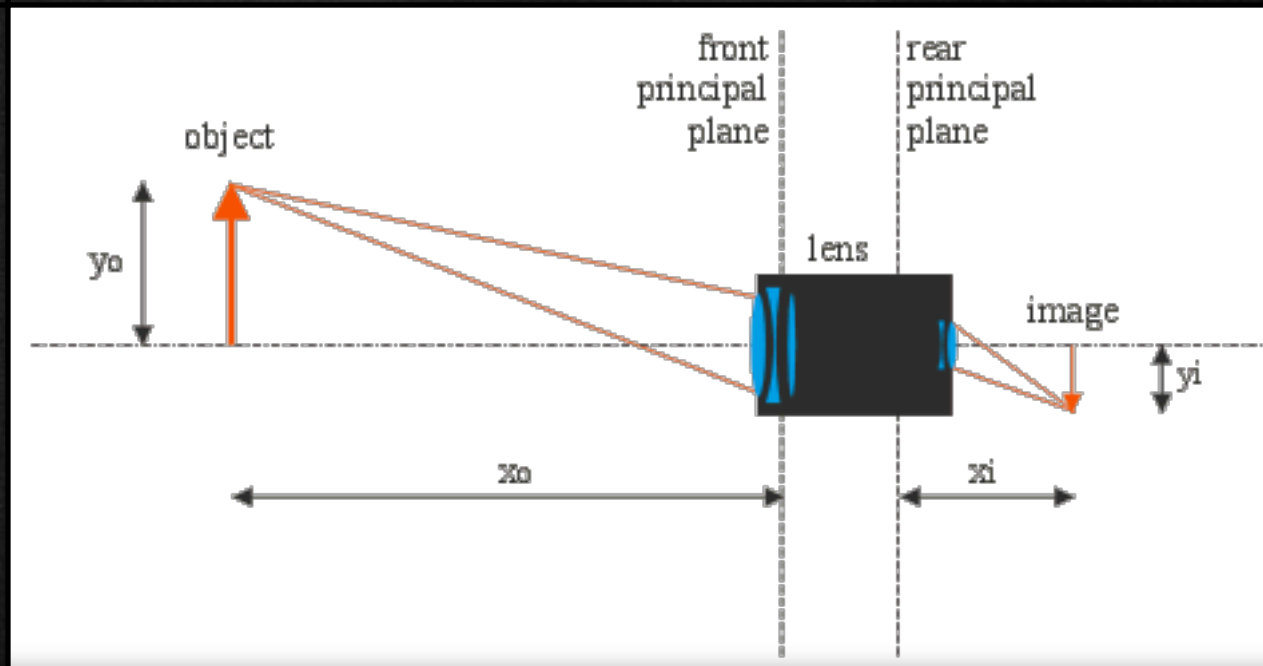
Εστιακή απόσταση

- Εστιακή απόσταση (focal length)
 - Καθορίζει τη γωνία θέασης και συνεπώς το πόση μεγέθυνση πραγματοποιείται
- Φακοί ευρείας γωνίας (wide angle lenses)
 - μικρή εστιακή απόσταση
- Φακοί μικρής γωνίας (telephoto lenses)
 - μεγάλη εστιακή απόσταση

Εστιακή απόσταση



Εστιακή απόσταση



$$\frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o} = \frac{1}{f}$$

$$M = \frac{x_i}{x_o} = \frac{x_i - f}{f} = \frac{f}{x_o - f}$$

$$\omega = 2 \cdot \arctg\left(\frac{y_i}{2f(M+1)}\right)$$

f: εστιακή απόσταση, M: μεγέθυνση, ω: γωνία θέασης

Προβολή:

$$x_i/x_o = y_i/y_o \Rightarrow x_i = x_o * y_i/y_o \Rightarrow f = (x_i * x_o)/(x_i + x_o) \Rightarrow f = x_o^2 * y_i/y_o / (x_o * y_i/y_o + x_o)$$

<http://www.giangrandi.ch/optics/lenses/focalcalc.html>

<http://www.compumodules.com/image-processing/focal-length-calculator.shtml>

<http://www.csgnetwork.com/foclenclcl.html>

[http://en.wikipedia.org/wiki/Lens_\(optics\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Lens_(optics))

Εστιακή απόσταση και προοπτική

- Προοπτική εικόνας
 - κατά κάποιους καθορίζει την προοπτική --> εσφαλμένη εκτίμηση γιατί η προοπτική σχετίζεται με τη θέση στο χώρο
 - Όταν φωτογραφίζεται ίδια σκηνή με ευρυγώνιο και τηλεφακό
 - αλλαγή προοπτικής λόγω αλλαγής θέσης
 - ο ευρυγώνιος ενισχύει την προοπτική

Εστιακή απόσταση και προοπτική



Κανονική εστιακή απόσταση



Μικρή εστιακή απόσταση
(ευρυγώνιος φακός)

Εστιακή απόσταση και φωτογράφιση

Εστιακή απόσταση *	Χαρακτηρισμός	Τυπική χρήση
Μικρότερη των 21 mm	Πολύ ευρυγώνιος φακός	Αρχιτεκτονική
21-35 mm	Ευρυγώνιος φακός	Τοπία
35-70 mm	Κανονικός φακός	Επίπεδο οδού
70-135 mm	Μεσαίος τηλεφακός	Πορτραίτα
135-300+ mm	Τηλεφακός	Σπορ, άγρια ζώα

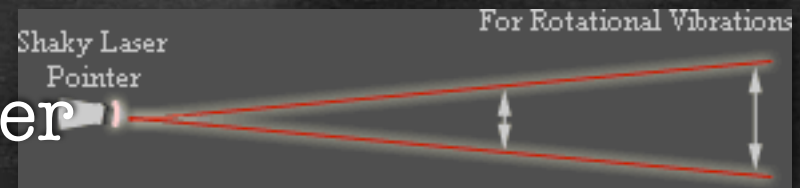
* Για κάμερα ισοδύναμη 35mm

Εστιακή απόσταση και φωτογράφιση

- Άλλοι παράγοντες που επηρεάζονται από την εστιακή απόσταση του φακού
 - Τηλεφακοί: το “κούνημα” ενισχύεται λόγω zoom
 - Ευρυγώνιοι Φακοί: καλύτερη απόκριση στην αντανάκλαση φωτός (flare)
 - Μεσαίοι και τηλεφακοί: γενικά, μεγαλύτερος λόγος οπτικής ποιότητας/κόστος

Εστιακή απόσταση και φωτογράφιση

- Μεγαλύτερη εστιακή απόσταση
 - απαιτεί λιγότερο χρόνο έκθεσης για την ελαχιστοποίηση του “κουνήματος”
 - παράδειγμα laser pointer
 - πρακτικός κανόνας: χρόνος έκθεσης τουλάχιστον όσο η εστιακή απόσταση σε δευτερόλεπτα
 - 200 mm => ταχύτητα 1/200''



Φακοί zoom

- Ένας φακός zoom χαρακτηρίζεται από τη δυνατότητα μεταβολής της εστιακής απόστασης σε αντίθεση με τους φακούς σταθερής εστιακής απόστασης ("prime")



μέση εστιακή απόσταση

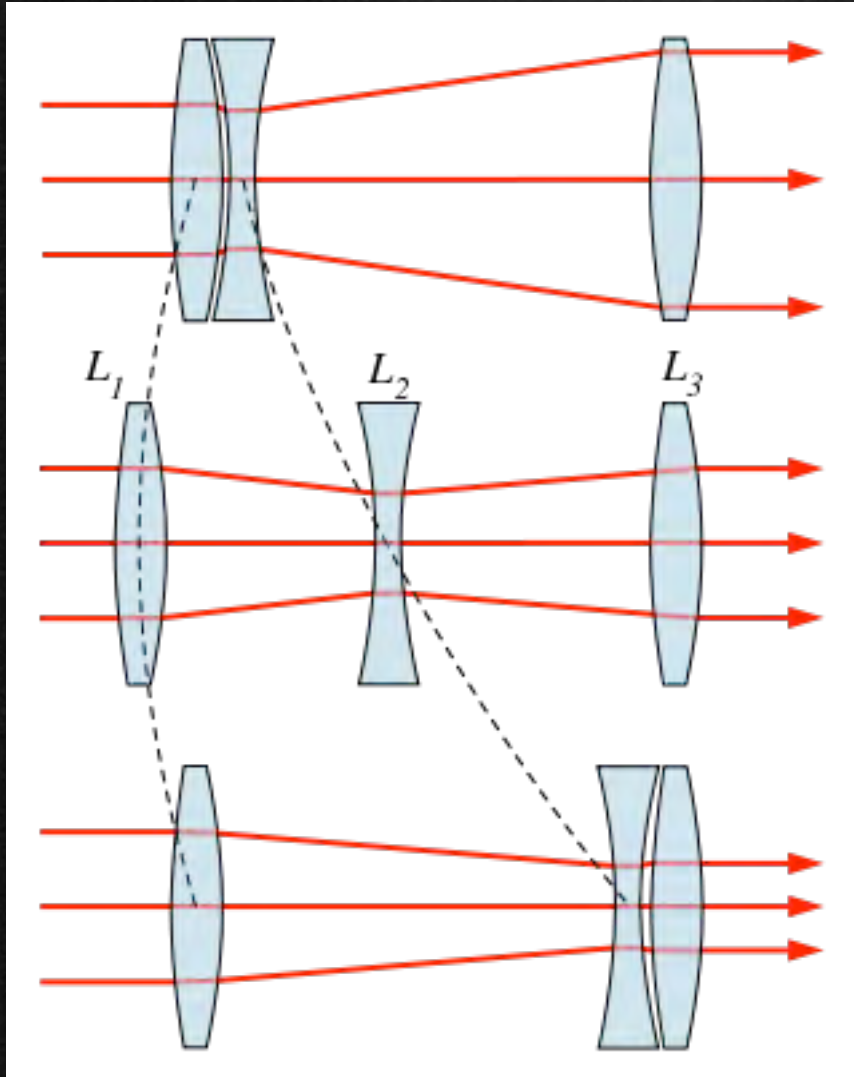


μικρή εστιακή απόσταση

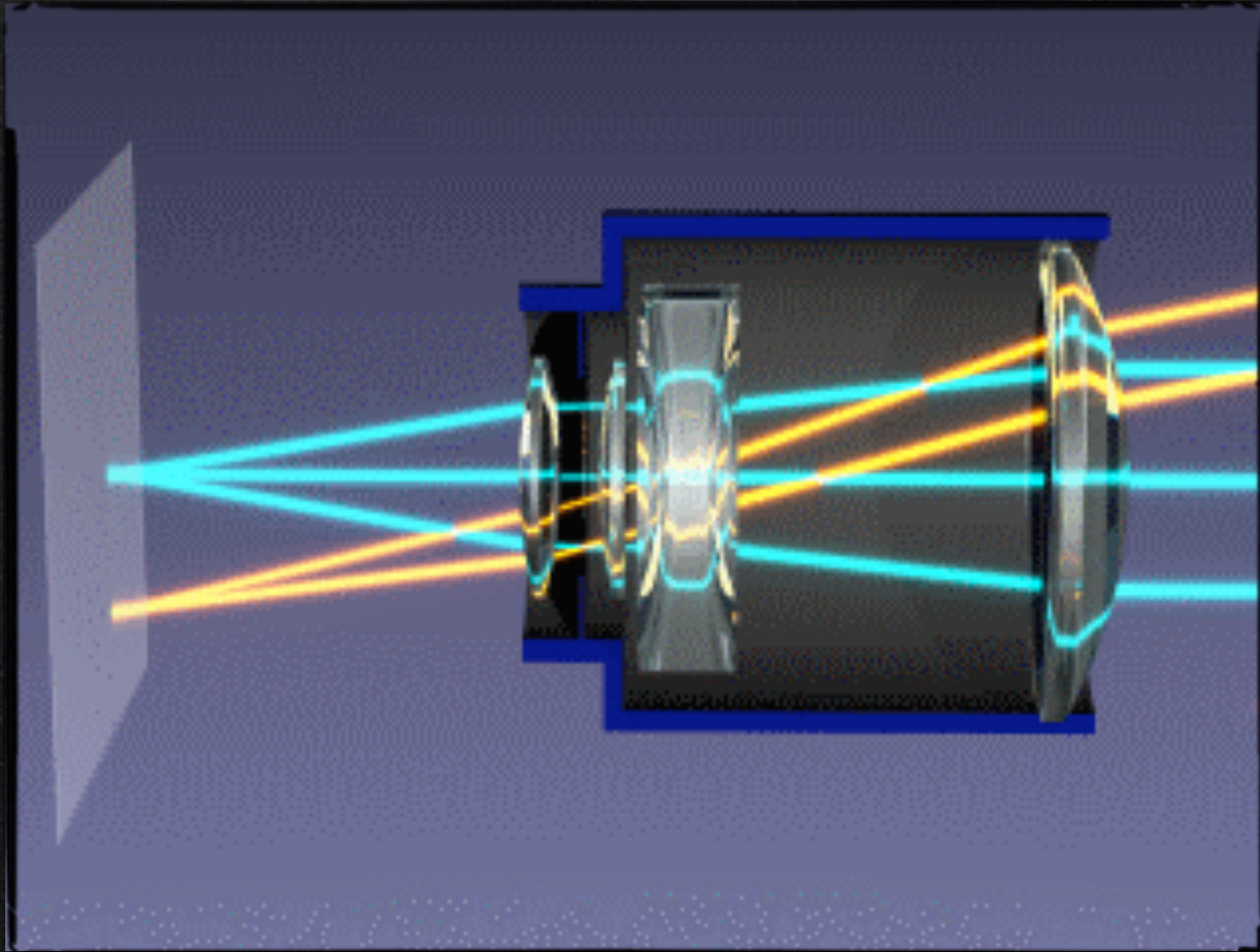


μεγάλη εστιακή απόσταση

Φακοί zoom



Φακοί zoom

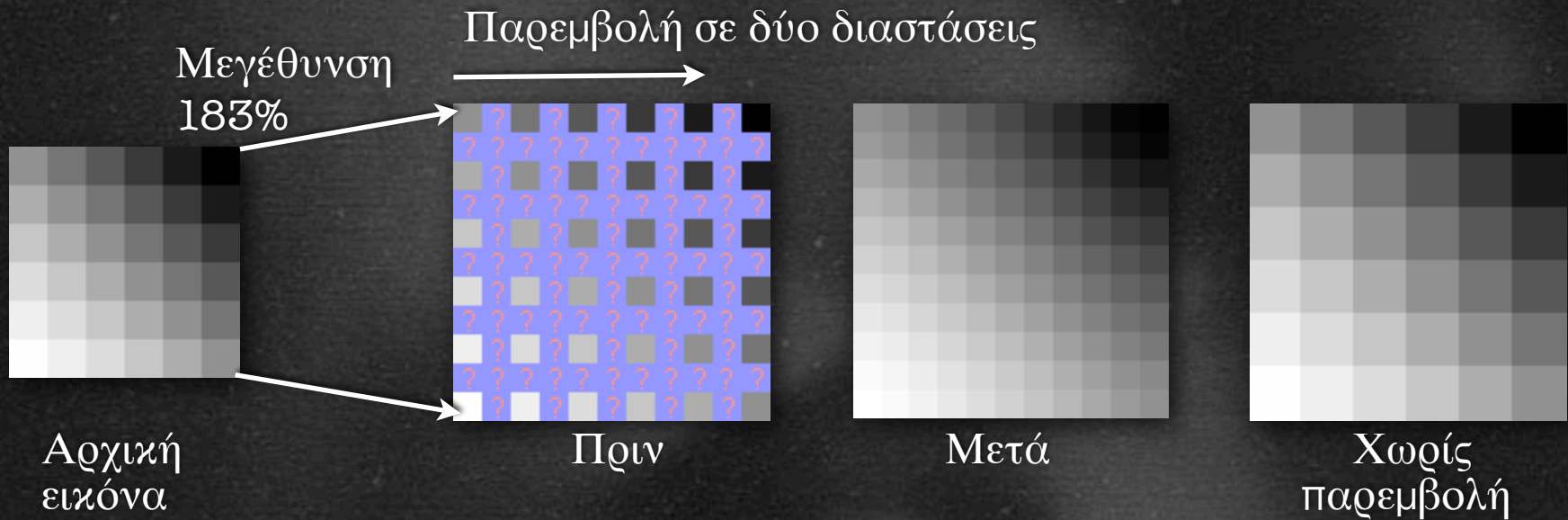


Φακοί zoom

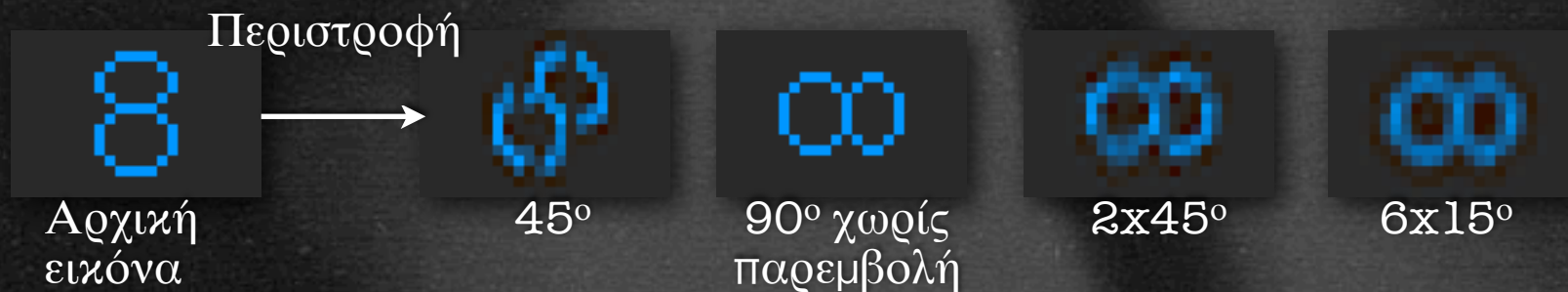
- Στις compact ψηφιακές μηχανές
 - αναφέρονται φακοί zoom 3X, 4X, κοκ. (ο πολλαπλασιαστής αναφέρεται στο λόγο μεταξύ μεγαλύτερης προς μικρότερη εστιακή απόσταση - προσοχή είναι σχετικό και όχι απόλυτο)
 - Οπτικό / Ψηφιακό zoom
 - Προσοχή το ψηφιακό απλά μεγεθύνει την εικόνα ψηφιακά

Φακοί zoom και μεγέθυνση

- Ψηφιακή μεγέθυνση (παρεμβολή-interpolation)



- Ψηφιακή περιστροφή με παρεμβολή





οπτικό zoom



ψηφιακό zoom

Διάφραγμα (αριθμός-f)

- Μηχανισμός περιορισμού του φωτός που εισέρχεται μέσω του φακού
- Εύρος τιμών του αναφέρεται στο πόσο ανοίγει ή κλείνει το διάφραγμα.
- Συνήθως αναφέρεται ως αριθμός-f
 - λόγος εστιακής απόστασης προς τη διάμετρο του διαφράγματος
 - $f/2.8$ ή $1:2.8$



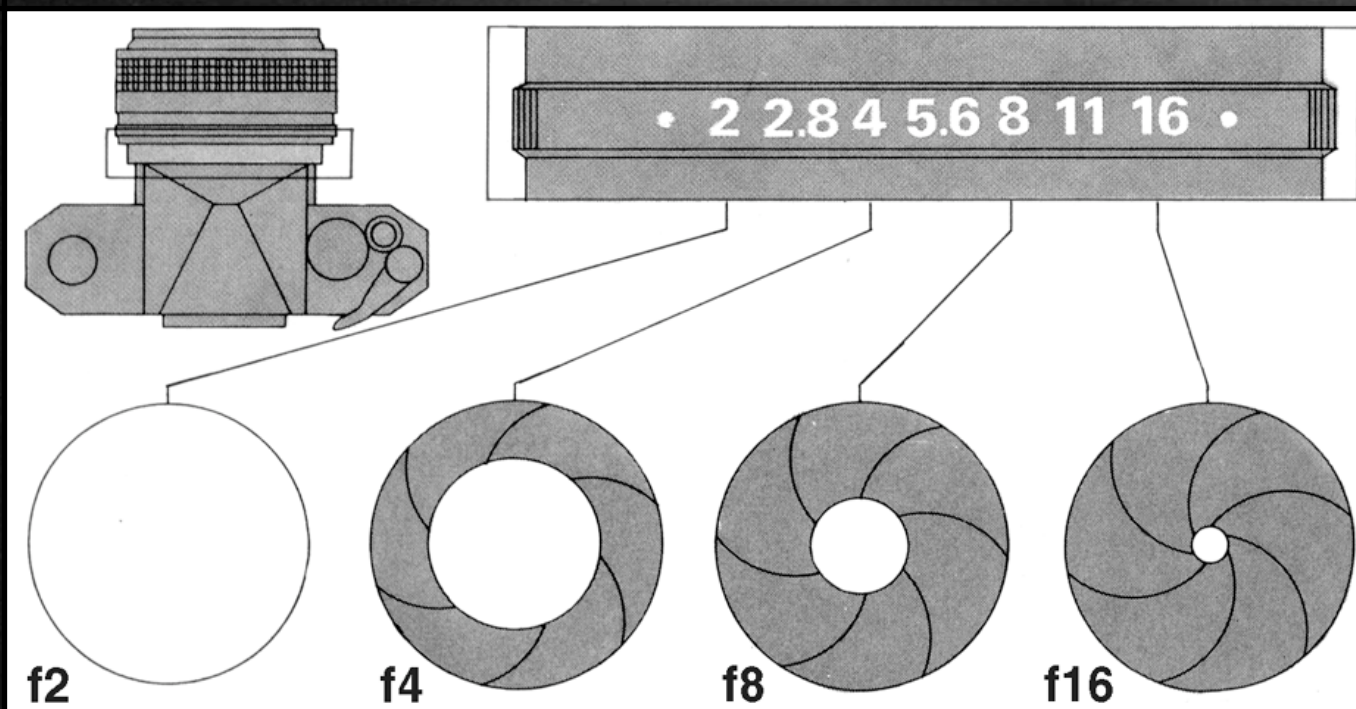
Διάφραγμα

- Μεγαλύτερο άνοιγμα στο διάφραγμα
 - μικρότερος αριθμός-f
- Φακοί με μεγαλύτερο διάφραγμα
 - θεωρούνται “γρήγοροι” - για την ίδια ευαισθησία => λιγότερος χρόνος έκθεσης
- Μικρότερο διάφραγμα => μεγαλύτερο εύρος αποστάσεων σε εστίαση --> βάθος πεδίου



Διάφραγμα

- Προσοχή: Οι φακοί zoom αλλάζουν εστιακή απόσταση με το “zoom” => μεταβάλλεται το μέγιστο διάφραγμα



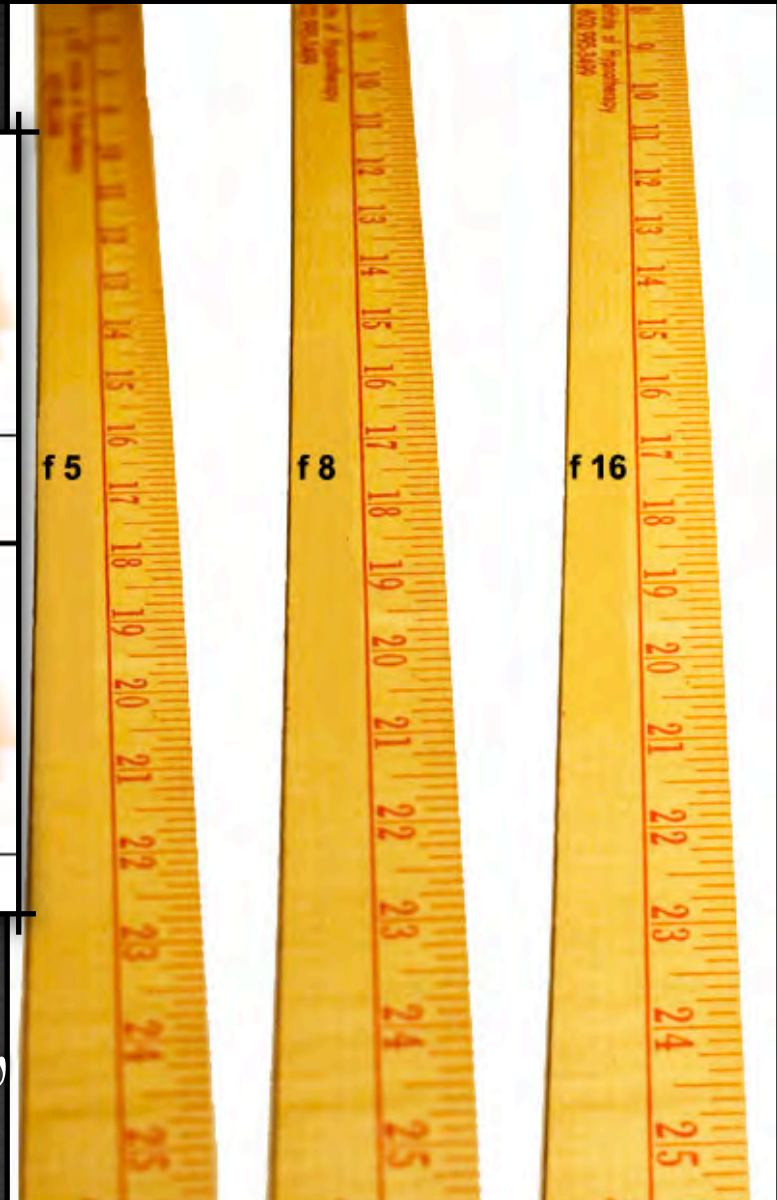
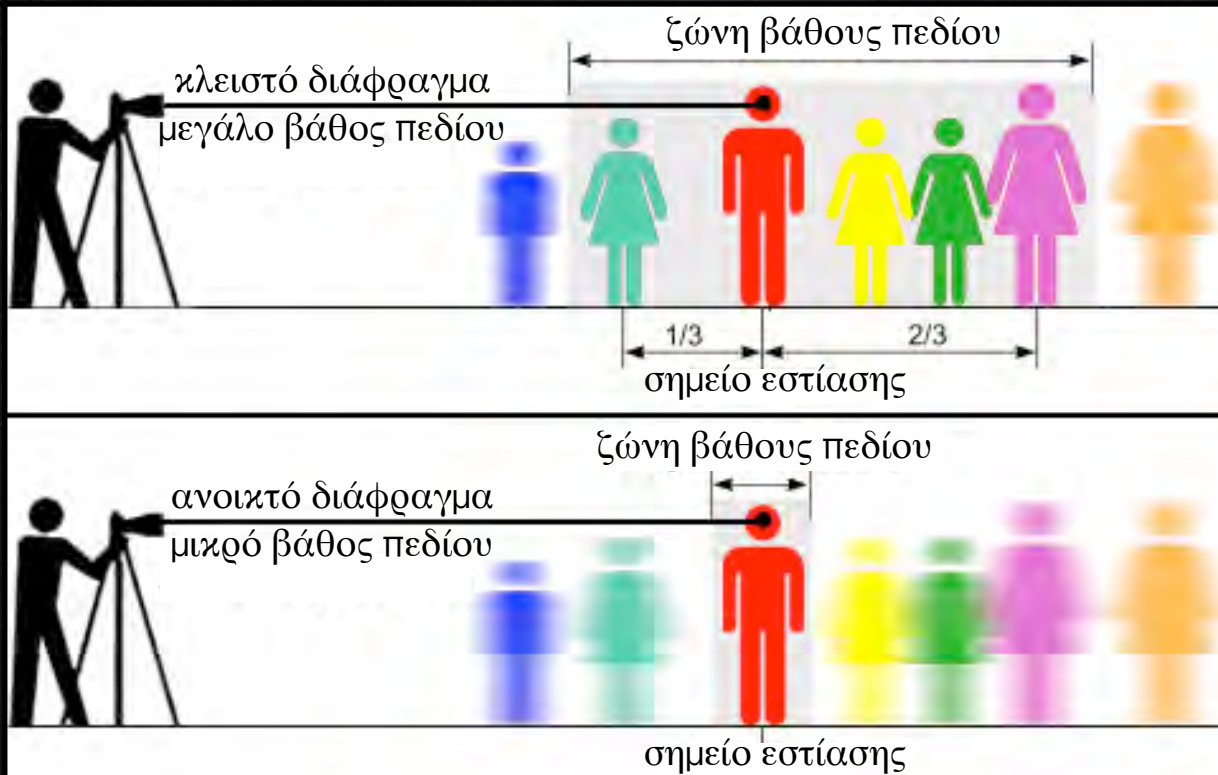
f/2.8

f/5.6

f/11

f/22

Διάφραγμα και βάθος πεδίου



Βάθος πεδίου = ζώνη εστίασης

Κλειστό διάφραγμα = μεγάλο βάθος πεδίου

- σταδιακή μεταβολή σε θολή εικόνα

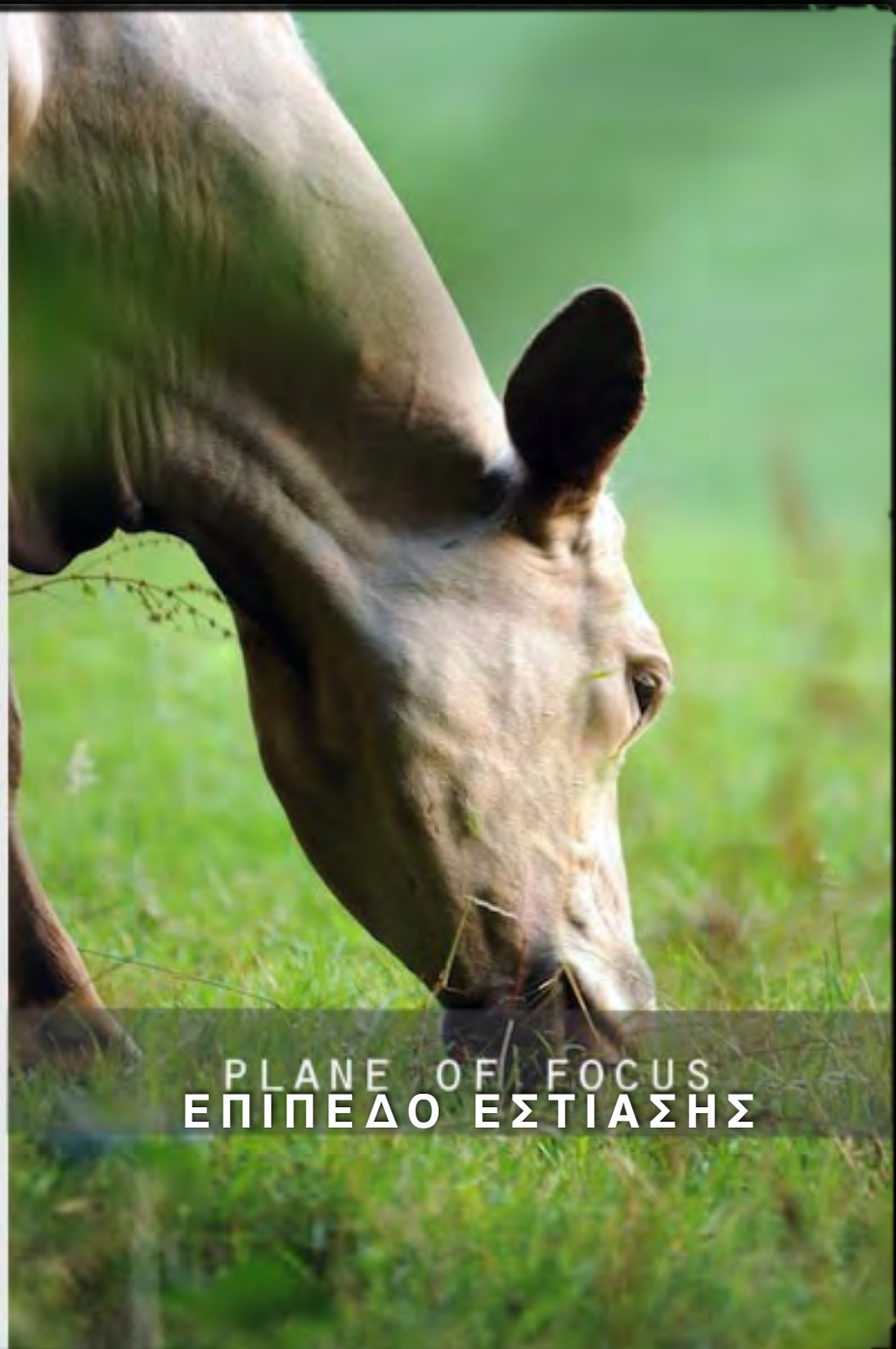
Διάφραγμα και βάθος πεδίου



Βάθος πεδίου

Εστιακή απόσταση (mm)	Απόσταση εστίασης (m)	Βάθος πεδίου (m)	Κατανομή πεδίου	
			Εμπρός	Πίσω
10	0,5	0,482	29,8%	70,2%
20	1	0,421	39,9%	60,1%
50	2,5	0,406	46,0%	54,0%
100	5	0,404	48,0%	52,0%
200	10	0,404	49,0%	51,0%
400	20	0,404	49,5%	50,5%

Σημείωση: Μετρήσεις για διάφραγμα στο f/4.0 σε ψηφιακή SLR (συντελεστή 1.6X)



PLANE OF FOCUS
ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΣΤΙΑΣΗΣ



F 16



F 2 . 8





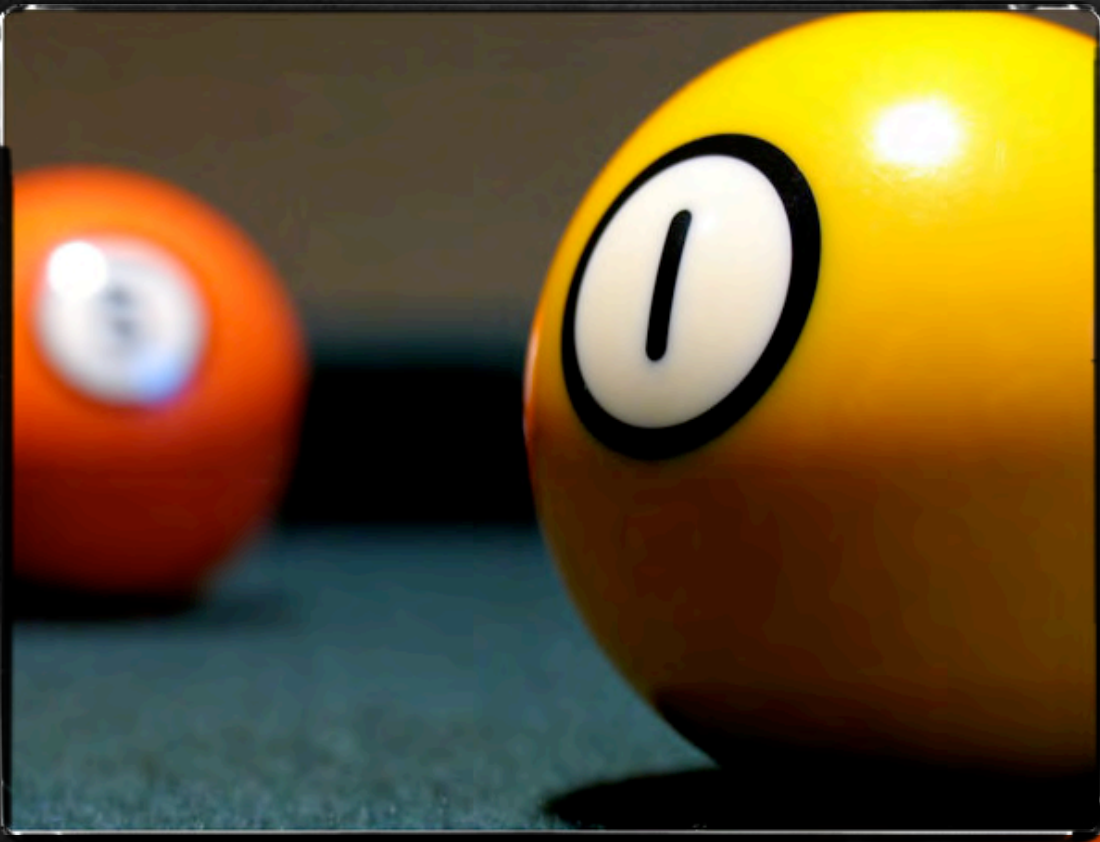


Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα

Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα





Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



Φωτογράφιση με ανοικτό διάφραγμα



© www.peekaboo.theuk

Φωτογράφιση με κλειστό διάφραγμα



Φωτογράφιση με κλειστό διάφραγμα



Φωτογράφιση με κλειστό διάφραγμα

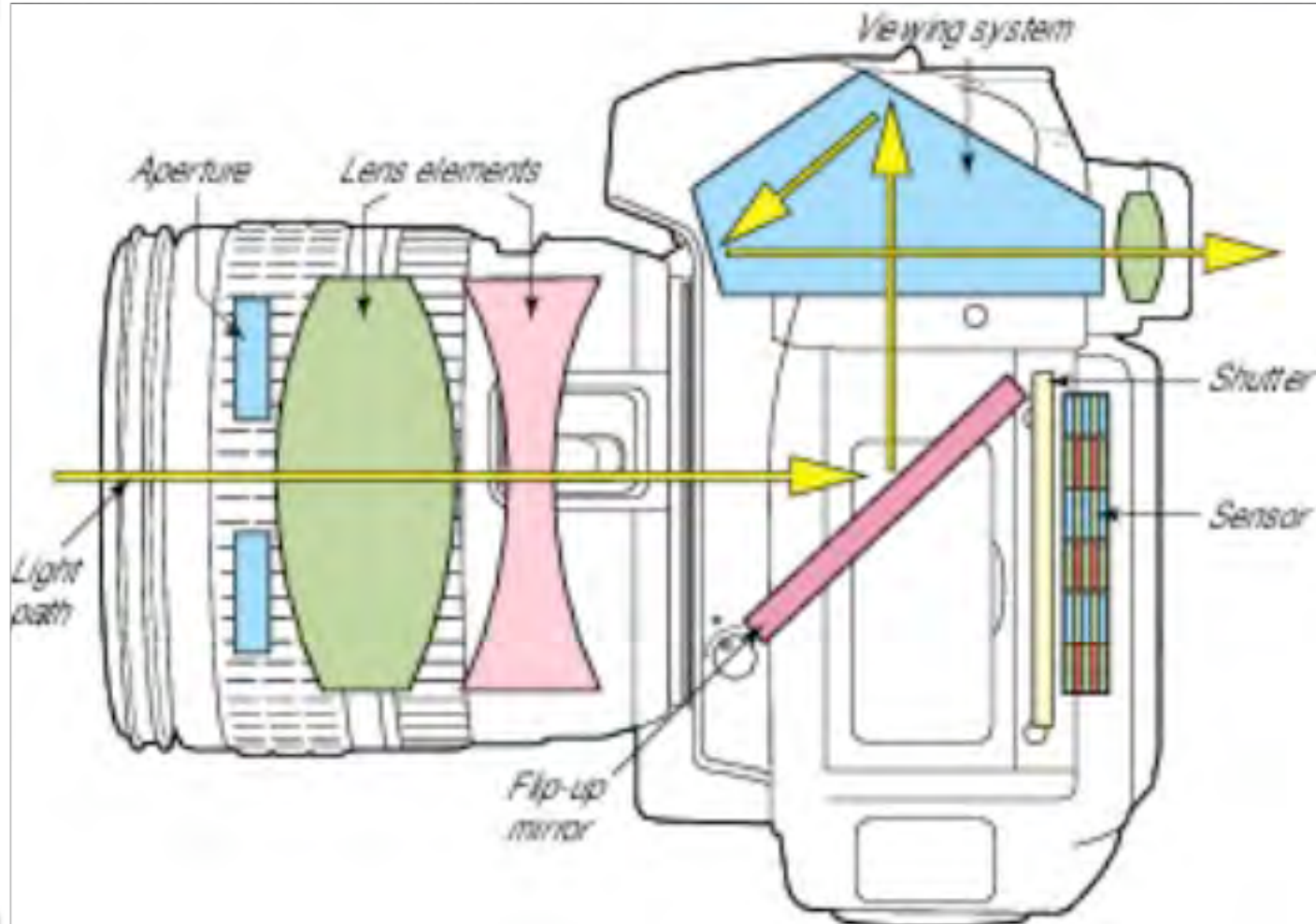
Διάφραγμα και ρυθμίσεις

αριθμός - f	Επίπτωση επιλογής διαφράγματος			
	Μέγεθος διαφράγματος	Απαιτούμενη ταχύτητα κλείστου	Βάθος πεδίου	Αντίθεση και χρώμα
μεγαλύτερος	μικρότερο	αργή	ευρύ	εντονότερο
μικρότερος	μεγαλύτερο	γρήγορη	στενό	λιγότερο έντονο

Ψηφιακή φωτογραφία

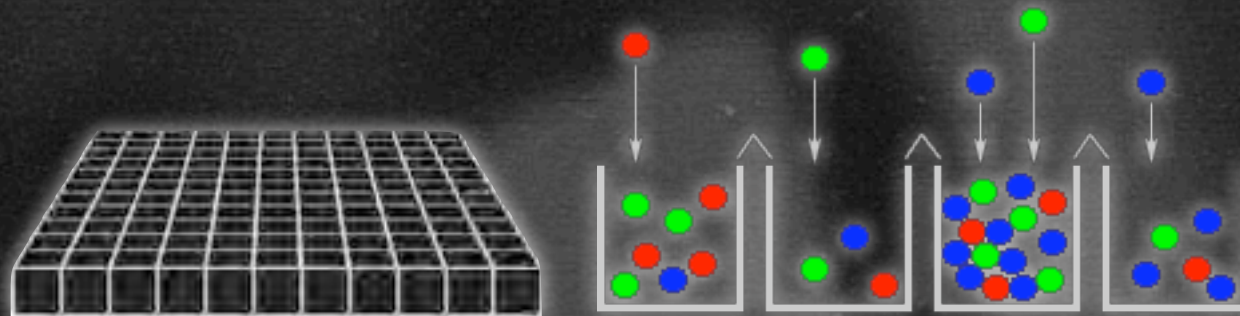
Ο ψηφιακός αισθητήρας, το ISO και η φωτομέτρηση

Η φωτογραφική μηχανή



Ο αισθητήρας

- Πίνακας από φωτοευαίσθητα εικονοστοιχεία σαν “κοιλότητες” για την υποδοχή φωτονίων
 - Έκθεση => συλλογή φωτονίων
 - Τέλος => εκτίμηση της σχετικής ποσότητας φωτονίων σε κάθε “κοιλότητα” και απόδοση τιμής (π.χ. 0...255 για JPEG ή 0...4096 για RAW)

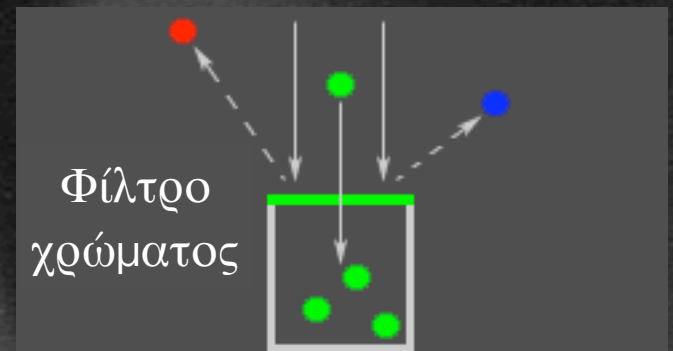
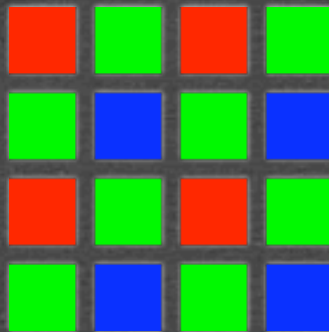


Ο αισθητήρας

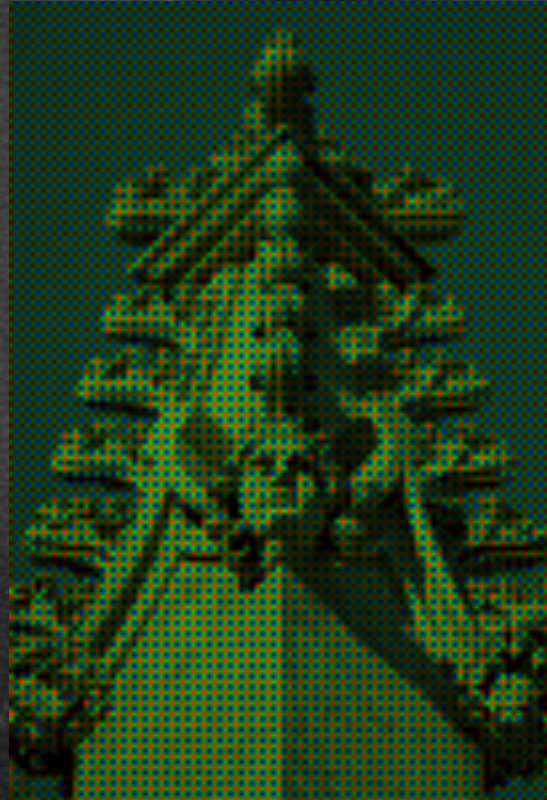
- Οι κοιλότητες δεν αναγνωρίζουν χρώμα => παράγουν εικόνες γκριζών τόνων
- Κάθε κοιλότητα καλύπτεται από ειδικό φίλτρο που επιτρέπει τη διέλευση ενός μόνο χρώματος
 - => κάθε κοιλότητα συλλαμβάνει ένα από τα τρία βασικά χρώματα απορρίπτοντας τα $2/3$ του εισερχόμενου φωτός
 - => για κάθε εικονοστοιχείο (pixel), η μηχανή υπολογίζει την ποσότητα από τα άλλα δύο βασικά χρώματα

Ο αισθητήρας

- Το πιο κοινό φίλτρο είναι αυτό που ονομάζεται φίλτρο ή διάταξη Bayer
- αποτελείται από εναλλασσόμενες σειρές κόκκινων-πράσινων και πράσινων-μπλε φίλτρων
- αποτελείται από διπλάσιο αριθμό πράσινων λόγω μεγαλύτερης ευαισθησίας του ματιού στο πράσινο (ψυχο-οπτική)
- => λιγότερος θόρυβος στο πράσινο χρωματικό κανάλι

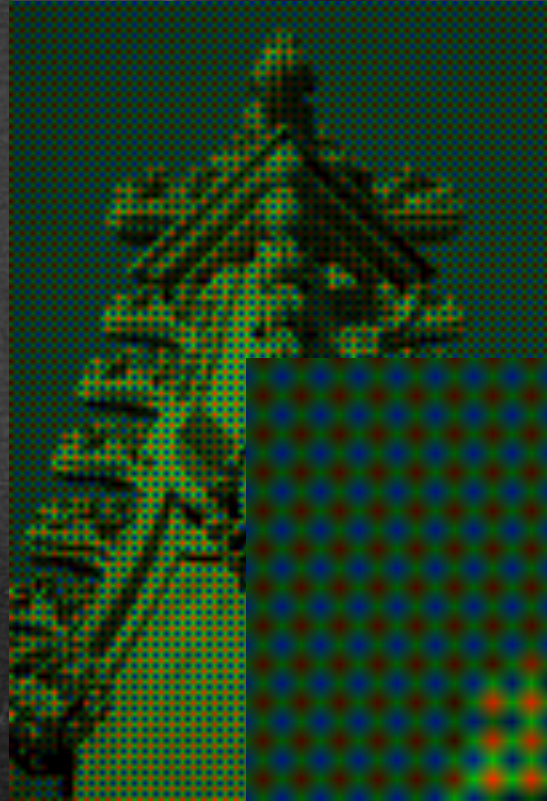


Ο αισθητήρας

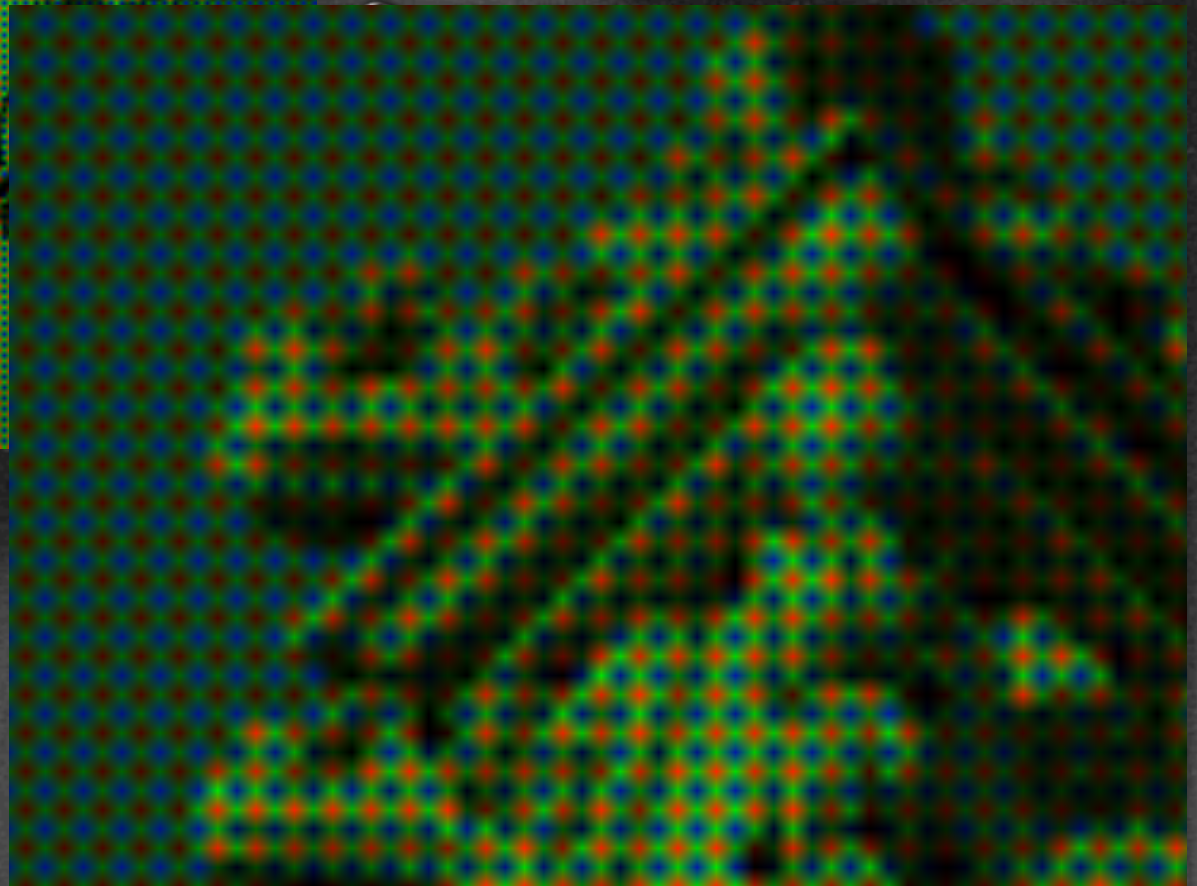


- Δε χρησιμοποιείται σε όλες τις ψηφιακές μηχανές
- Ο αισθητήρας Foveon (Sigma) συλλαμβάνει και τα τρία χρώματα σε κάθε σημείο
- Οι μηχανές Sony συλλαμβάνουν τέσσερα χρώματα με παρόμοιο μοτίβο (κόκκινο, πράσινο, μπλε και “σμαραγδί”)

Ο αισθητήρας

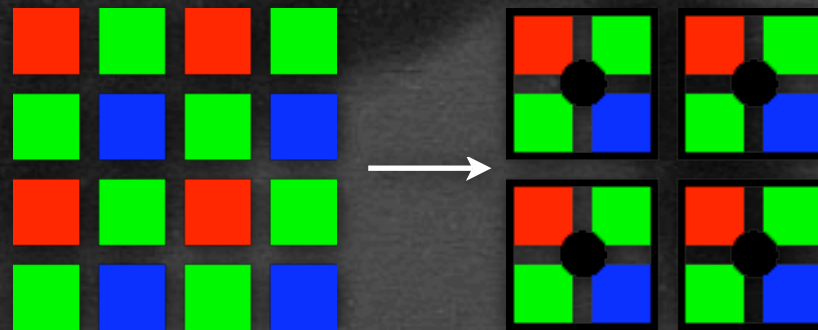


- Δε χρησιμοποιείται σε όλες τις ψηφιακές μηχανές



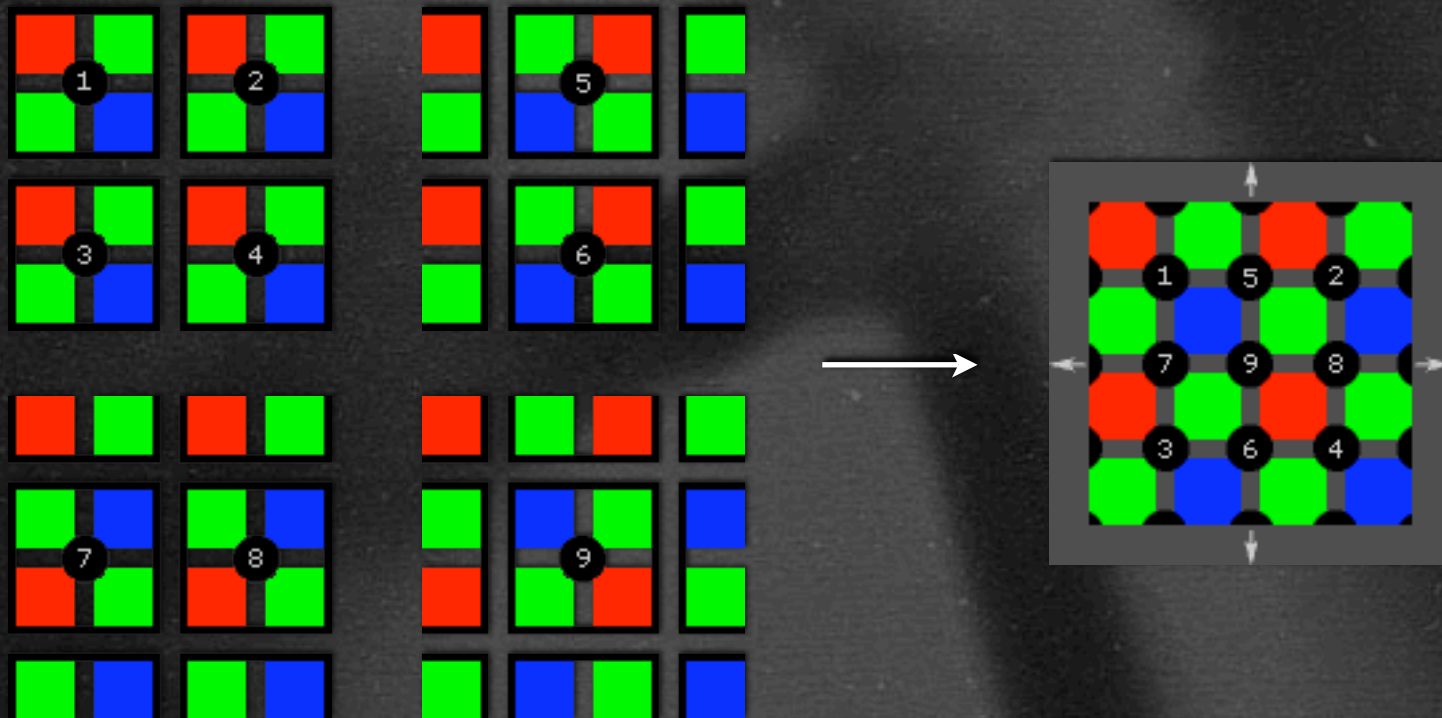
Ο αισθητήρας

- Αποκωδικοποίηση του μωσαϊκού Bayer
- Κάθε 2×2 περιοχή “κοιλοτήτων” αποτελεί μία οντότητα
- => υποδιαίρεση ανάλυσης
- συνδυασμός γειτονικών περιοχών με επικαλύψεις



Ο αισθητήρας

- Συνδυασμός περιοχών με επικαλύψεις για συμπλήρωση της χρωματικής πληροφορίας
- Διάφορες μέθοδοι



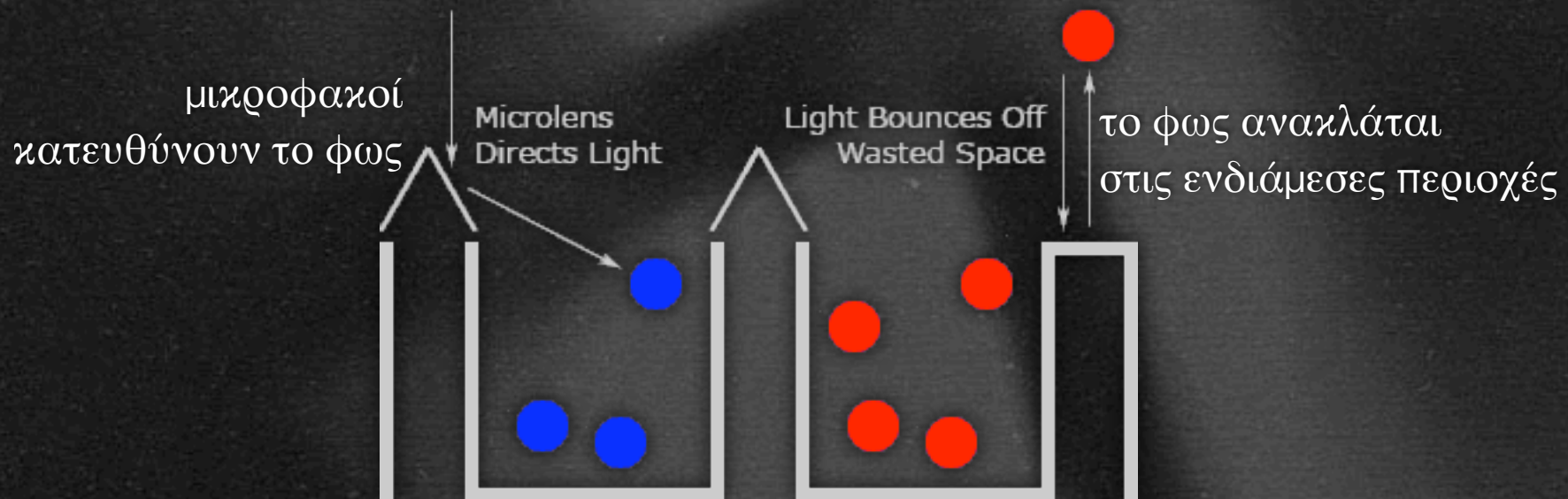
Ο αισθητήρας

- Προβλήματα κατά την αποκωδικοποίηση
- Μικρές λεπτομέρειες --> μη φυσικό αποτέλεσμα
- Το πιο κοινό πρόβλημα: moiré
(επαναλαμβανόμενο μοτίβο, προβλήματα στο χρώμα ή εικονοστοιχεία σε διάταξη)



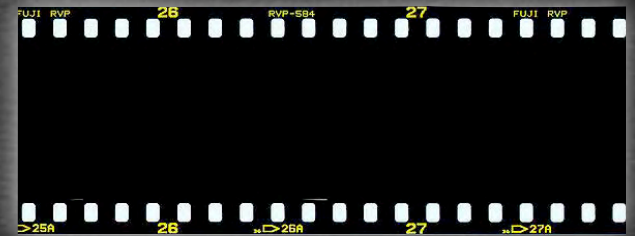
Ο αισθητήρας

- Διατάξεις μικρο-φακών
- Στην πραγματικότητα υπάρχει διάκενο μεταξύ των “κοιλοτήτων” του αισθητήρα
- Τοποθετούνται μικρο-φακοί για να κατευθύνουν τα φωτόνια



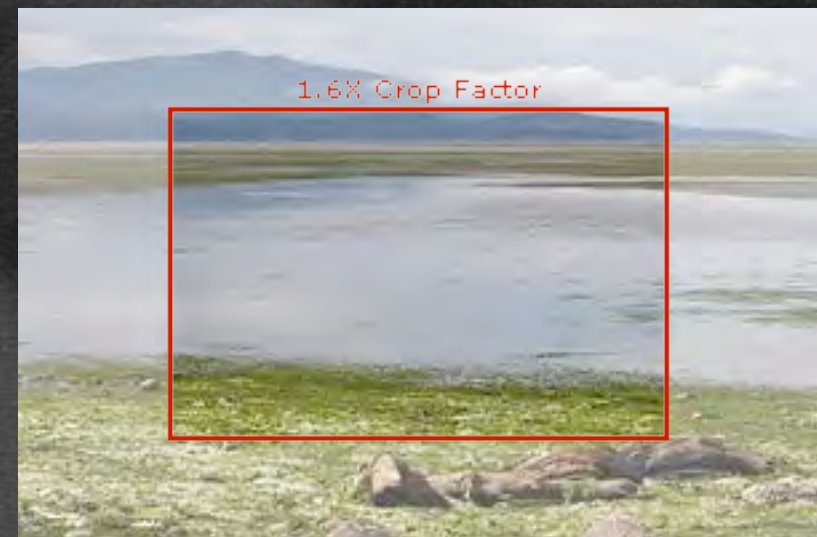
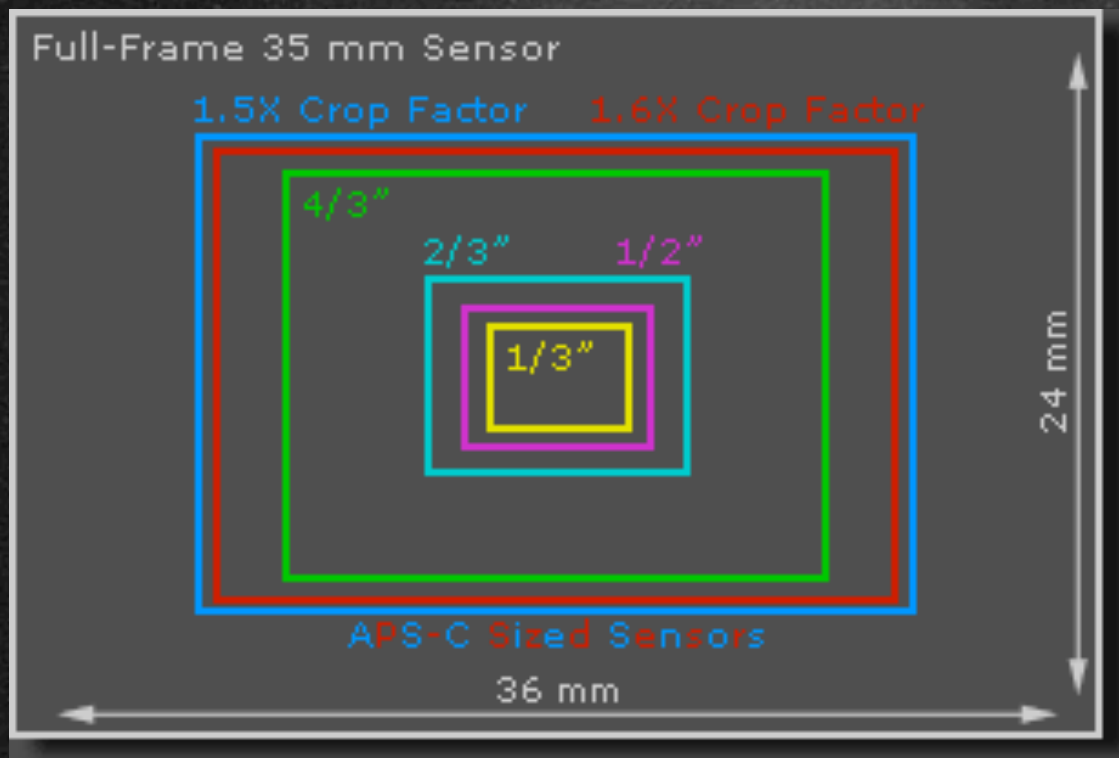
Μέγεθος του αισθητήρα

- Πώς επηρεάζει το μέγεθος του αισθητήρα διαφορετικά είδη φωτογράφισης;
- Αναλογία μεγεθών με φωτογραφικές μηχανές φιλμ 35 mm, μεσαίου και μεγάλου format
- 25 MP --> 100MP --> 500 MP



Μέγεθος του αισθητήρα

- Παράγοντας αποκοπής (crop factor)
 - λόγος της διαγωνίου προς την πρότυπη διαγώνιο του αισθητήρα πλήρους πλαισίου (35 mm).

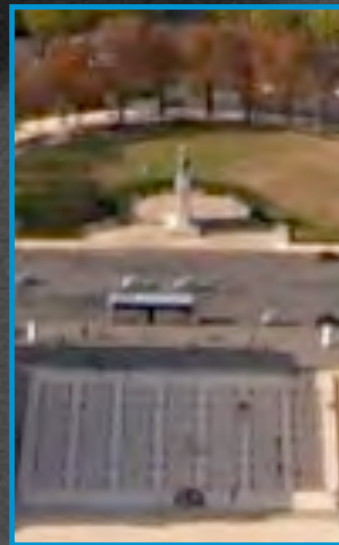


Μέγεθος του αισθητήρα

- Πλήρες πλαίσιο (full frame): Canon 1Ds/1DsMkII/5D, Kodak DCS 14n
- Πλαίσιο 1.6X: Canon 300D/350D/10D/20D
- Πλαίσιο 1.5X: Nikon D70(s)/D100 have a 1.5X crop factor
- Πλαίσιο 1.3X: Canon 1D series
- Πλάισια 1/4" - 2/3": Τηλέφωνα και compact

Μέγεθος του αισθητήρα

- Η επιλογή περικοπής του πλαισίου βασίζεται:
 - Στο κέντρο της εικόνας η καλύτερη εστίαση και ποιότητα (φακοί χαμηλού κόστους)
- Απαιτείται πιο ευρυγώνιος φακός για την κάλυψη του ίδιου θέματος
 - Σε 1.6X --> 50 mm ισοδυναμεί με 80 mm full frame



Μέγεθος του αισθητήρα

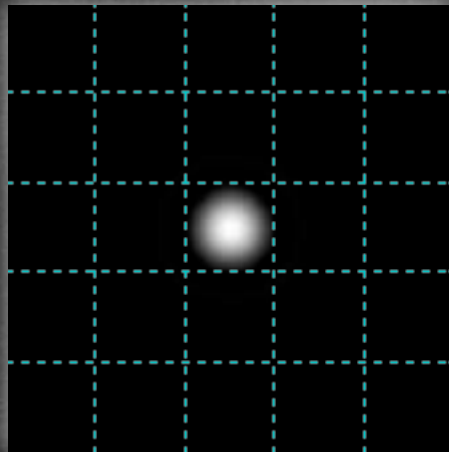
- Μέγεθος αισθητήρα και απαιτήσεις σε φακό
 - Μικρότεροι αισθητήρες χρησιμοποιούν ελαφρύτερους φακούς (για αντίστοιχη γωνία θέασης, εύρος μεγέθυνσης, ποιότητα κατασκευής και εύρος τιμών διαφράγματος)
 - Για την ίδια σκηνή (π.χ. με τηλεφακούς Canon)
 - μηχανή full frame 35 mm με 200 mm και μηχανή 1.5X crop factor με 300 mm
 - 3.5 φορές περισσότερο βάρος, μεγαλύτερο μέγεθος και υψηλότερο κόστος

Μέγεθος του αισθητήρα

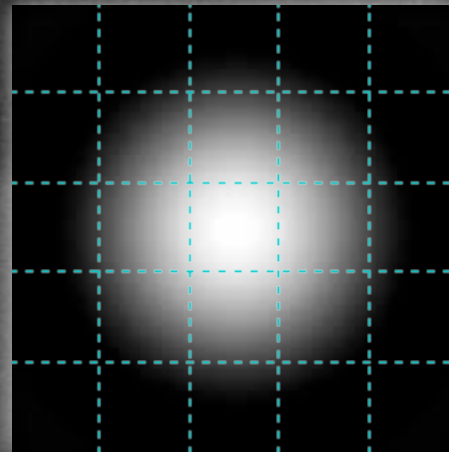
- Μέγεθος του αισθητήρα και βάθος πεδίου
 - Για το ίδιο διάφραγμα, το βάθος πεδίου μικραίνει καθώς μεγαλώνει ο αισθητήρας (για το ίδιο θέμα και την ίδια απόσταση)
 - Μεγαλύτεροι αισθητήρες απαιτούν μεγαλύτερη εστιακή απόσταση ή προσέγγιση του θέματος
 - Για το ίδιο βάθος πεδίου και προοπτική, αν σε μηχανή full frame με 80 mm έχουμε $f/1.4$
 - τότε σε μηχανή 1.6X crop factor με 50 mm απαιτείται $f/0.9$ (δε διατίθεται σε τυπικούς “ερασιτεχνικούς” φακούς)

Μέγεθος του αισθητήρα

- Η επίδραση της διάθλασης
 - Μεγαλύτεροι αισθητήρες μπορούν να χρησιμοποιούν μικρότερα διαφράγματα πριν ο “δίσκος διάθλασης” γίνει μεγαλύτερος από τον τυπικό “κύκλο σύγκλισης” λόγω μεγέθυνσης κατά την εκτύπωση

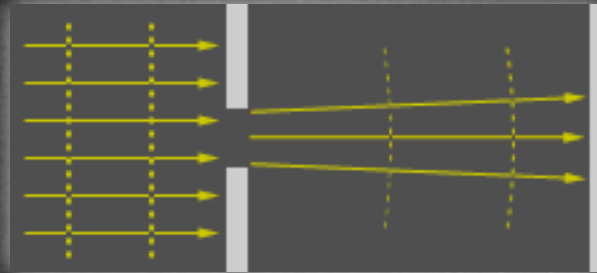


f5.6

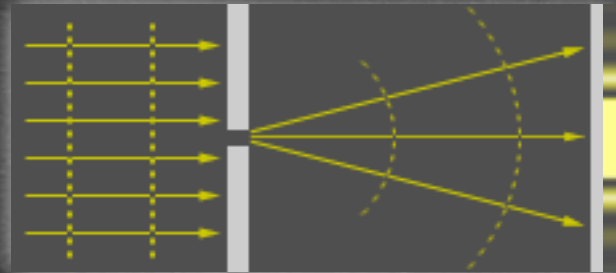


f22

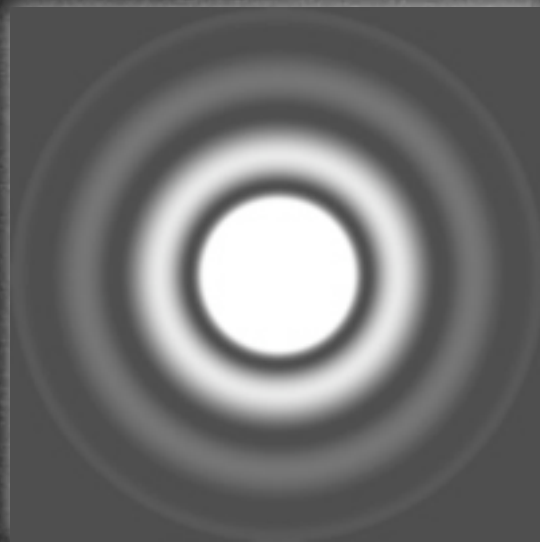
Διάθλαση



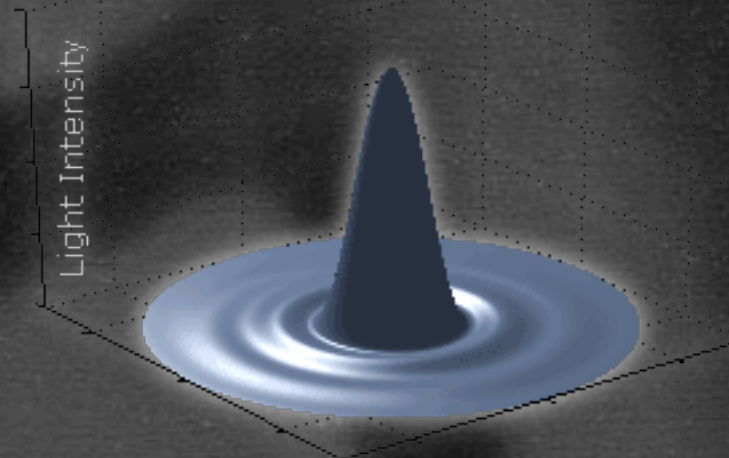
Ανοιχτό διάφραγμα



Κλειστό διάφραγμα



Κύκλος διάθλασης



Απεικόνιση σε 3 διαστάσεις

Διάθλαση



f/8



f/11



f/16

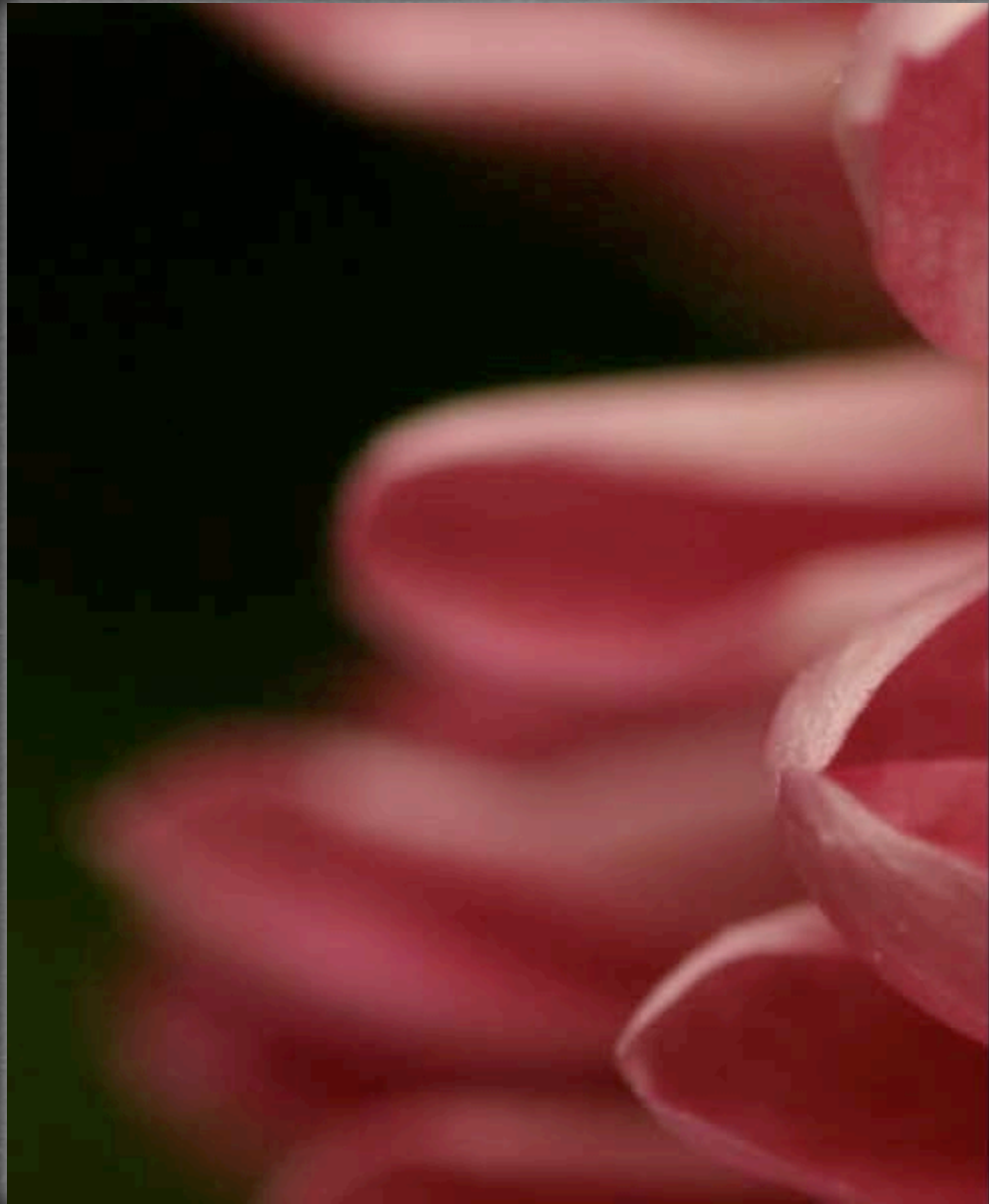


f/22

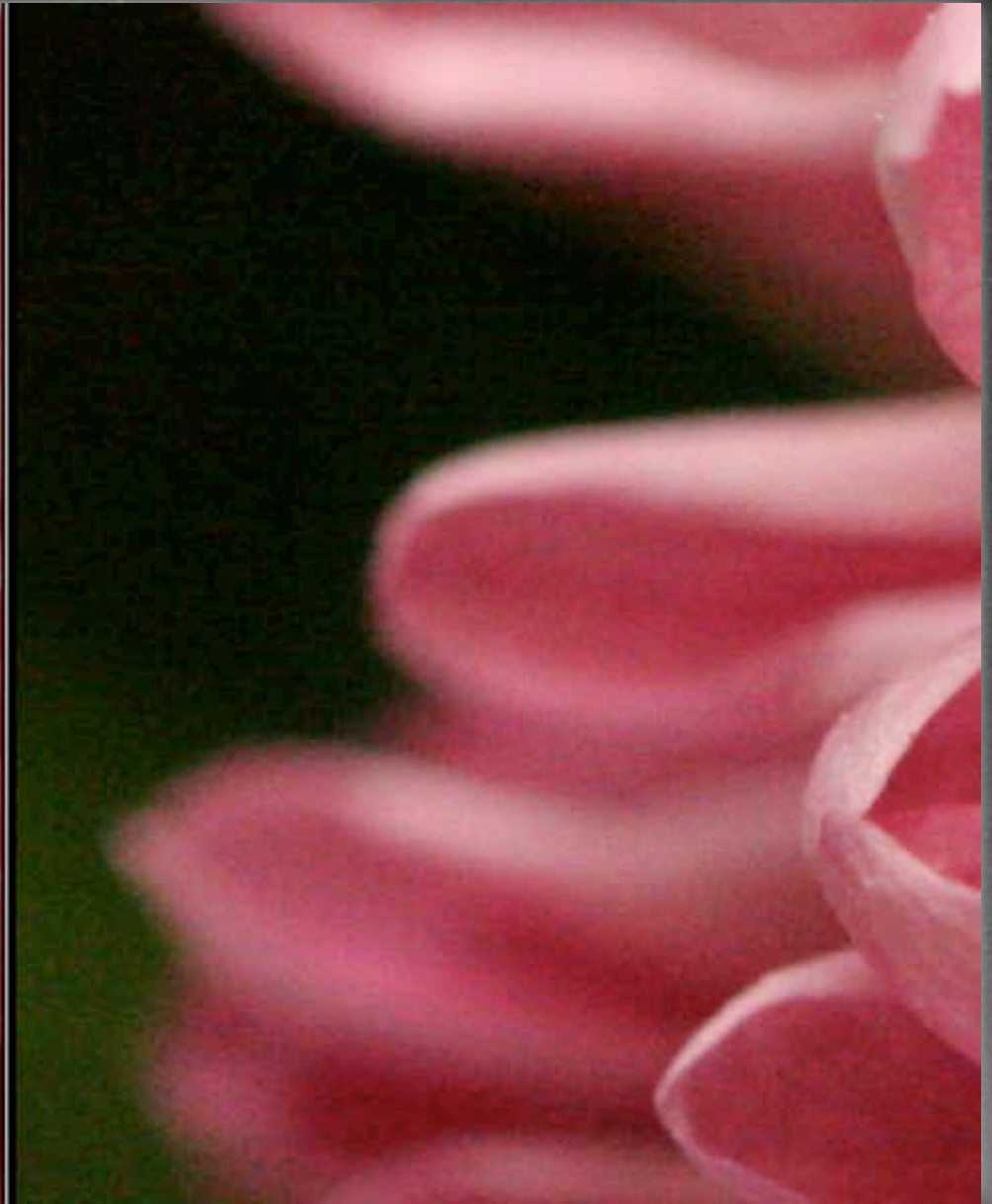
ISO

- ρύθμιση/ταχύτητα/ευαισθησία ISO
 - πρότυπο που περιγράφει την ευαισθησία στο φως
 - συνήθως περιγράφονται ως κλίμακα διπλασιασμού
 - ISO 50, ISO 100, ISO 200, ...
 - υψηλότερη τιμή => μεγαλύτερη ευαισθησία
 - σε αναλογία με την ταχύτητα του φιλμ ASA
 - κλίμακα τιμών προκύπτει με ενίσχυση του σήματος μαζί με το θόρυβο :-)

ISO



ISO 100



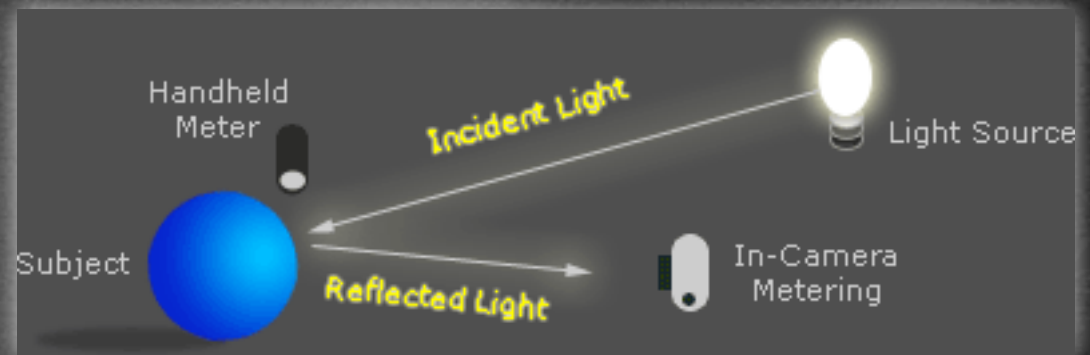
ISO 3200

ISO

- Καλύτερη ποιότητα --> χαμηλότερη ευαισθησία
 - Υψηλότερες τιμές ενισχύουν το θόρυβο και απαιτείται επεξεργασία
- Αλλαγή ISO όταν δεν αρκεί η ρύθμιση ταχύτητας, διαφράγματος
- Προσοχή στη ρύθμιση "Auto ISO"
- Υψηλότερες τιμές για οθόνη ή μικρές εκτυπώσεις

Φωτομέτρηση και έκθεση

- Όλα τα συστήματα φωτομέτρησης μέσα στη μηχανή έχουν ένα θεμελιώδες πρόβλημα: μετρούν ανακλώμενο φως



- Η φωτομέτρηση προτυποποιείται βάσει της φωτεινότητας ανακλώμενου φωτός που εμφανίζεται ως μέσο γκρι χρώμα (18% γκρι)



Φωτομέτρηση και έκθεση

- Η φωτομέτρηση
 - πετυχαίνει όταν υπάρχουν διαβαθμίσεις φωτεινότητας σε όλη την γκάμα (μεγάλη διασπορά στο ιστόγραμμα)
 - δεν πετυχαίνει όταν υπάρχει συγκεντρωμένο ιστόγραμμα



Φωτομέτρηση και έκθεση

- Μέθοδοι φωτομέτρησης
 - Center-weighted (κεντροβαρής)
 - Partial (μερική)
 - Spot (σημείου)
 - Σύνθετες: Evaluative, zone, matrix
 - Περιοχές, σχετική θέση, φωτεινότητα, χρώμα, εστίαση



Φωτομέτρηση και έκθεση

- Μέτρηση μερική (partial) και σημείου (spot)
 - Μεγαλύτερος έλεγχος στην έκθεση
 - όταν υπάρχει μικρό αντικείμενο ενδιαφέροντος στη σκηνή που πρέπει να αποτυπωθεί ορθά
 - όταν υπάρχει σημείο που παρέχει το “μεσαίο” γκρι

Φωτομέτρηση και έκθεση

- Μερική φωτομέτρηση (partial)

- πορτραίτο με ύπαρξη οπίσθιου φωτισμού
- πιθανώς λανθασμένη ισορροπία λευκού

- Φωτομέτρηση σημείου (spot)

- πολύ μικρή περιοχή εκτίμησης
- σε ειδικές συνθήκες
- όταν υπάρχει στόχος αναφοράς



Φωτομέτρηση και έκθεση

- Μερική και σημείου
 - καλλιτεχνική φωτογράφιση
 - σε συνθήκες ασυνήθιστου φωτισμού



Φωτομέτρηση και έκθεση

- Κεντροβαρής φωτομέτρηση (center-weighted)
 - Κάποτε πολύ συνήθης λόγω καλής απόδοσης σε τοπία με φωτεινό ουρανό
 - Αντικαθίσταται από τις πιο σύγχρονες μεθόδους (evaluative, matrix)
 - τα αποτελέσματα είναι προβλεπόμενα σε σχέση με τις νεότερες μεθόδους

Φωτομέτρηση και έκθεση

- Χειροκίνηση διόρθωση έκθεση (exposure compensation - EC)
 - Σε κάθε μέθοδο φωτομέτρησης - Η μέτρηση εξακολουθεί να λειτουργεί
 - Διόρθωση κατ'εκτίμηση του φωτογράφου (έως 2 θέσεις-stop) - κάθε θέση (υπο)διπλασιάζει το φως
 - Φωτογράφιση RAW σε δύσκολο φωτισμό --> αρνητική διόρθωση
 - Θετική διόρθωση μπορεί να οδηγήσει σε υπεέκθεση χωρίς δυνατότητα διόρθωση

Η συνολική εικόνα

	Πορτραίτα	Τοπία	Εσωτερικός χώρος	Χαμηλός φωτισμός
ISO	... 200	... 200	200 ... 800	800 ...
Διάφραγμα	... f/4.5	f/11 ... f/32	... f/5.6	f/2.8 ...
Ταχύτητα	1/200 ...	1/200 1/90	B ...
Φακός	80 ...	50 ...	28 ... 80	28 ... 300
Αποτελέσματα και προβλήματα	Καθαρή εστίαση Όχι έντονο χρώμα Μικρό βάθος πεδίου	Καθαρή εστίαση Έντονο χρώμα Μεγάλο βάθος πεδίου	Μέτρια εστίαση Θόρυβος Κούνημα Μικρό βάθος πεδίου	Μέτρια εστίαση Θόρυβος Κούνημα Μικρό βάθος πεδίου

Συγκεντρωτικά στοιχεία

	Μικρό	Μεσαίο	Μεγάλο
ISO	Χαμηλή ευαισθησία Φωτογράφιση σε συνθήκες δυνατού φωτός	Τυπική ευαισθησία Φωτογράφιση σε “κανονικές συνθήκες”	Υψηλή ευαισθησία Φωτογράφιση σε συνθήκες αμυδρού φωτός
Διάφραγμα	Σημαντικός περιορισμός φωτός Μεγάλο βάθος πεδίου	Τυπικός περιορισμός φωτός Τυπικό βάθος πεδίου	Μικρός περιορισμός φωτός Μικρό βάθος πεδίου
Ταχύτητα	Μεγάλος χρόνος έκθεσης Δεν αποτυπώνεται κίνηση Πιθανό “κούνημα”	Τυπικός χρόνος έκθεσης Μέτρια αποτύπωση κίνησης	Μικρός χρόνος έκθεσης Αποτύπωση κίνησης Αποφυγή “κουνήματος”
Φακός	Ευρυγώνια φωτογράφιση Μικρή αύξηση αντίθεσης και χρωμάτων Παραμόρφωση γεωμετρίας Μεγαλύτερο βάθος πεδίου	Τυπική φωτογράφιση	Τηλεφωτογράφιση Ελαφρή μείωση αντίθεσης και έντασης χρωμάτων Μικρότερο βάθος πεδίου
Αισθητήρας	Μικρό τμήμα της σκηνής Απαιτείται ευρυγώνιος φακός Κακή ανάλυση/ποιότητα	Έως ολόκληση σκηνή Καλή ανάλυση/ποιότητα	Μεσαίο/μεγάλο φορμά Πολύ καλή ανάλυση και ποιότητα