



Ψηφιακή Φωτογραφία και Επεξεργασία Εικόνας

Σειρά σεμιναριακών διαλέξεων

σε συνεργασία με το  **IEEE** Student Branch of Thrace

Γεώργιος Π. Παυλίδης

Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Κύριος Ερευνητής

Ερευνητικό Κέντρο «Αθηνά



“Ο φωτογράφος επεμβαίνει σαν χειρουργός και σαν γλύπτης πάνω στον υπαρκτό κόσμο και μας τον αποδίδει σαν φωτογραφική ύπαρξη.

Η γοητεία βρίσκεται στην αναγνώριση της αυθεντικότητας αυτού του κόσμου και στην ταυτόχρονη πεποίθηση πως αποτελεί απεικόνιση του άλλου, του μη ορατού.”

Πλάτων Ριβέλλης

“Όχι, η φωτογραφία δεν είναι Τέχνη με την
τρέχουσα έννοια.

Η φωτογραφία είναι μάλλον στιγμιαία τελετή,
συλλογική μύηση, εξορκισμός του μοιραίου,
μετεγγραφή του ανεξήγητου σε νοητές ζώνες
παρουσίας – ιδίως: απουσίας – του φωτός.”

Δημήτρης Καλοκύρης

περίγραμμα της σειράς διαλέξεων. -

^ • Ψηφιακή φωτογραφία

- Εισαγωγή στην ψηφιακή εικόνα
 - φως και όραση
 - σχηματισμός της εικόνας - αντίληψη της εικόνας
 - ψηφιακή αποτύπωση και απεικόνιση εικόνας
- Εισαγωγή στην ψηφιακή φωτογραφία
 - ιστορία της φωτογραφίας
 - φωτογραφικές μηχανές & φωτογραφικός εξοπλισμός
 - βασικές αρχές φωτογράφισης
 - ο αριθμός φ και η χρυσή αναλογία στη φωτογραφία

3 δώρα
θεωρίας



3 δώρα
πρακτικής



• Επεξεργασία ψηφιακής φωτογραφίας/εικόνας

- βασικές παρεμβάσεις
- προχωρημένες παρεμβάσεις
- ψηφιακή σύνθεση

Εισαγωγή στην ψηφιακή εικόνα

“Γεννήθηκα πριν από αιώνες αιώνων, σε έναν Χώρο όπου δεν υπήρχε χώρος και σε έναν Χρόνο όπου δεν υπήρχε χρόνος. Με έναν περίεργο ωστόσο τρόπο, αισθάνομαι ότι προϋπήρχα της γενέσεώς μου. Κι ενώ από τότε όλα έχουν αλλάξει, εγώ αισθάνομαι ότι τίποτα δεν έχει αλλάξει. Η παρουσία μου μετρά το αιώνιο.”

Γιώργος Γραμματικάκης

- **Σωματιδιακή θεωρία του φωτός**

- Newton (1675)

- το φως είναι μια συνεχής ροή σωματιδίων τα οποία ταξιδεύουν σε ευθεία γραμμή

- **Κυματική θεωρία του φωτός**

- Robert Hooke (1660)

- Christiaan Huygens (1678)

- Leonhard Euler (1746)

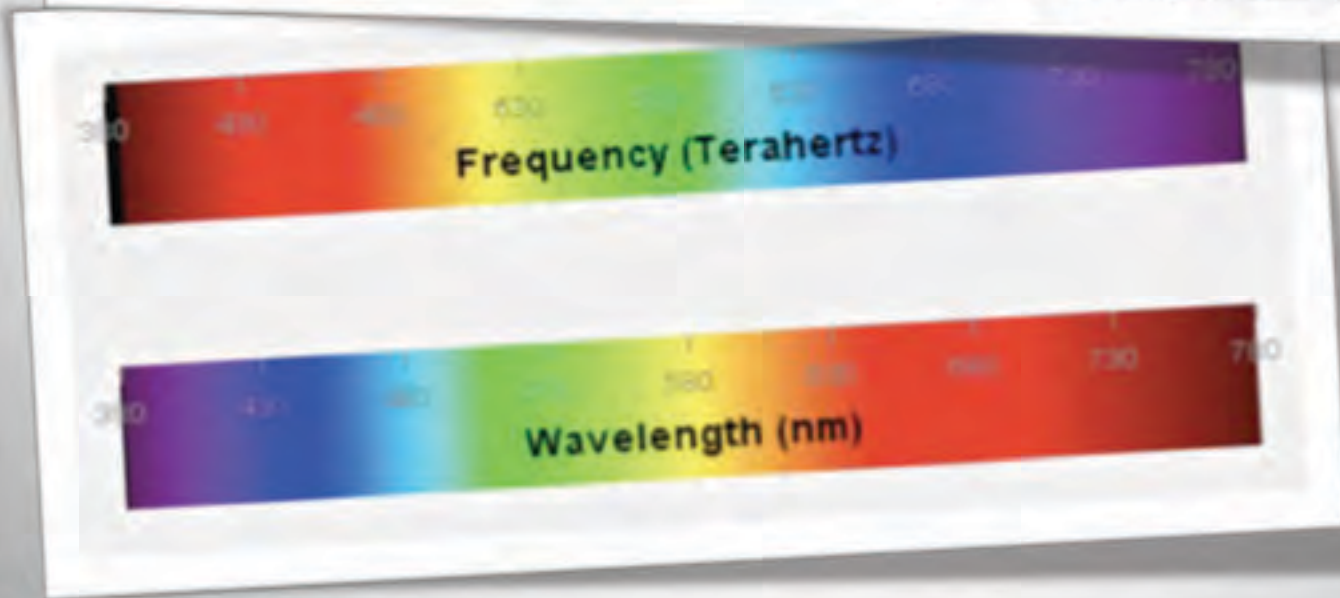
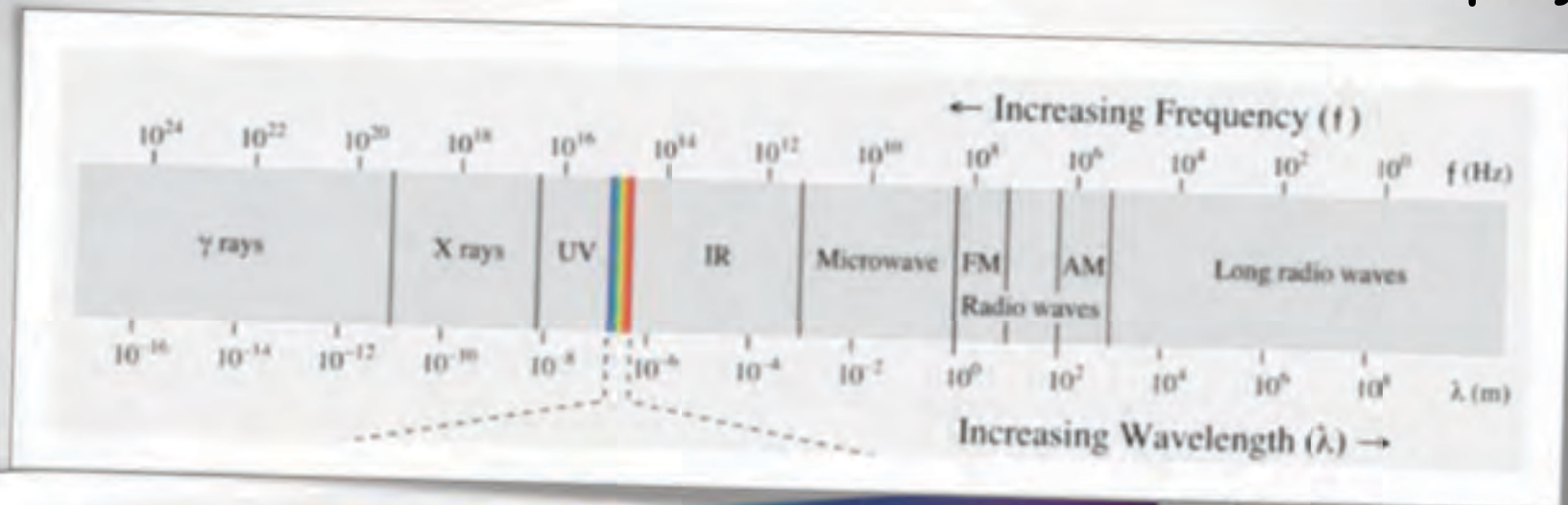
- Tomas Young (1800s)

- Augustin-Jean Fresnel (1817)

- Simeon Denis Poisson (1820s)

- **Ηλεκτρομαγνητική θεωρία του φωτός**
 - Michael Faraday (1845)
 - James Clerk Maxwell (1862, 1873)
 - Heinrich Hertz
- **Ειδική σχετικότητα** (δυική φύση του φωτός)
 - Einstein (1905)
 - Λύση στο παράδοξο της σταθερότητας της ταχύτητας του φωτός: χώρος & χρόνος $\rightarrow$ μεταβλητές οντότητες
 - Συσχέτιση ενέργειας, μάζας, ταχύτητας φωτός $E=mc^2$
 - Λύση στο παράδοξο του φωτοηλεκτρικού φαινομένου
- **Κβαντομηχανική και κβαντ. Ηλεκτροδυναμική**
 - Max Planck (1900s)
 - Ακτινοβολία μέλανος σώματος $\rightarrow$ πακέτα ή κβάντα $\rightarrow$ φωτόνια $E=hf=hc/\lambda$

το φως. -



το φως και η ανθρώπινη όραση. –

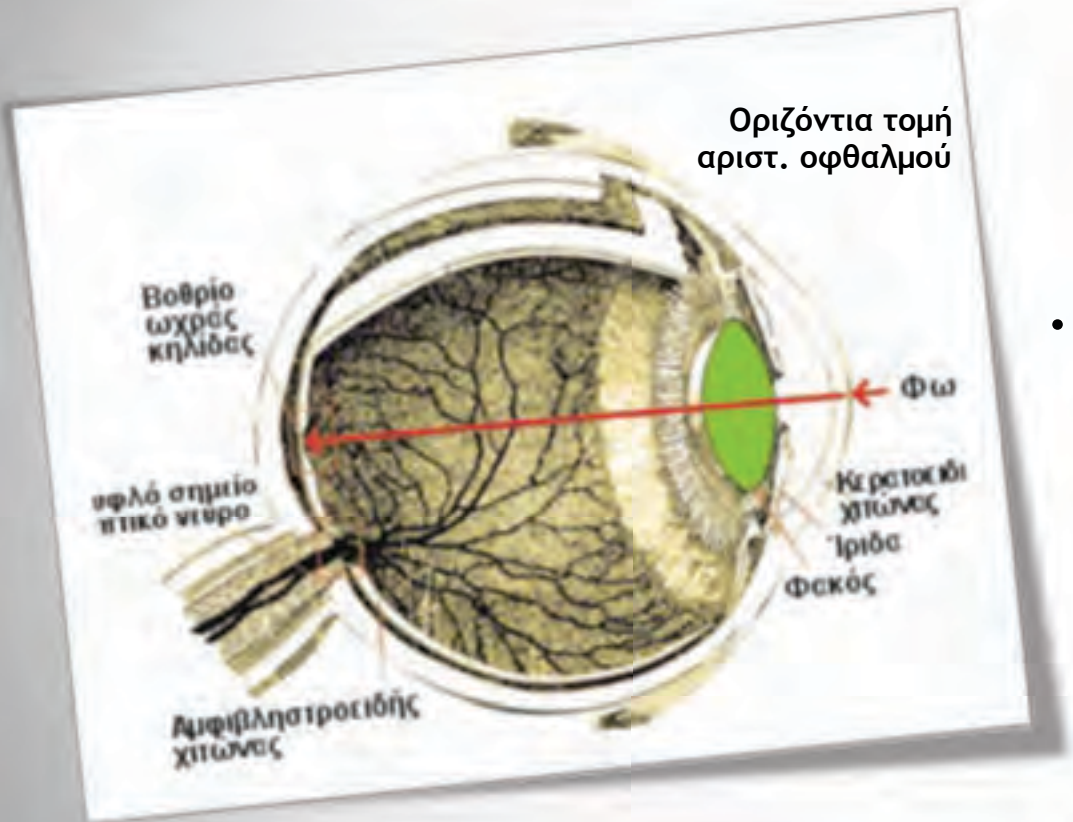
- **Κέπλερ (1604)**

- θεωρία διάθλασης μέσω σφαιρικών φακών
- εφαρμογή της θεωρίας στα μάτια
 - θεωρείται ο πρώτος που αναγνώρισε ότι οι εικόνες προβάλλονται αντεστραμμένες στον αμφιβληστροειδή

- **Ο αμφιβληστροειδής χιτώνας**

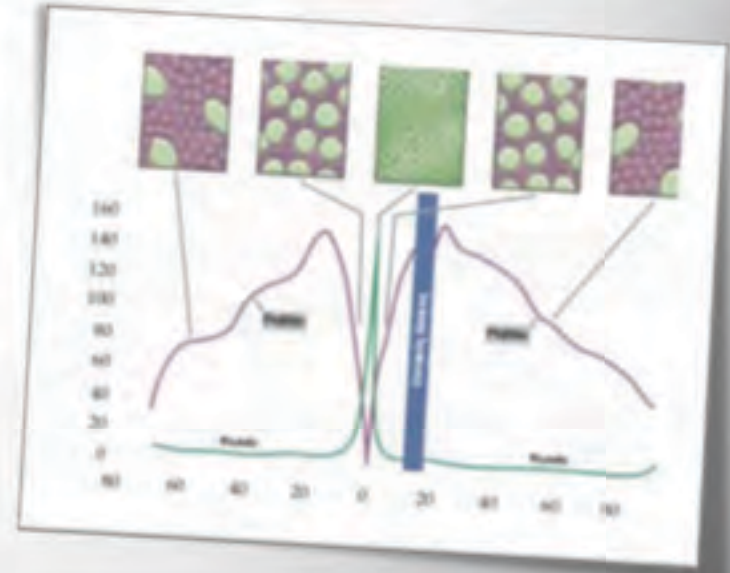
- όχι αντίστοιχος του φιλμ (σύνολο παθητικών αισθητηρίων)
- αποτελείται από πεπερασμένο πλήθος ενεργών αισθητηρίων

το αισθητήριο του φωτός.-

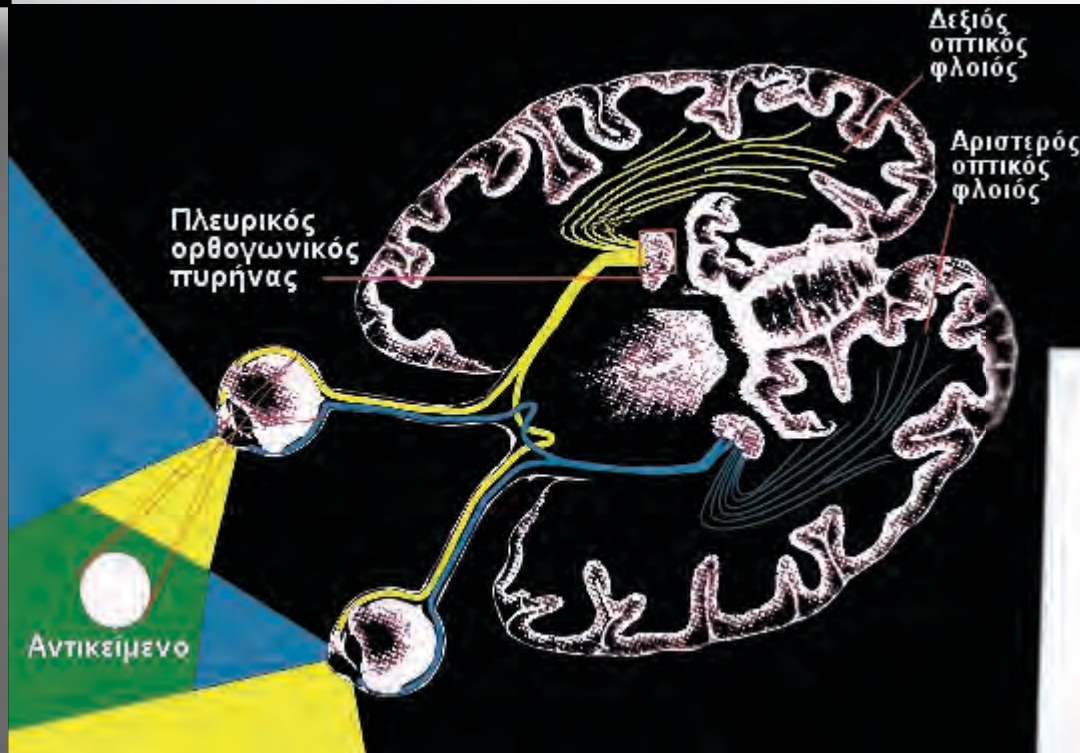


Ο αμφιβληστροειδής και η
συγκέντρωση σε κωνία και ραβδία

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



ο σχηματισμός της εικόνας.-



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

ανάλυση και ευκρίνεια.-

- **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 τρία βασικά χρώματα
 - ➔ $2^{24} = 16.7$ εκατομμύρια χρώματα

ανάλυση και ευκρίνεια.-



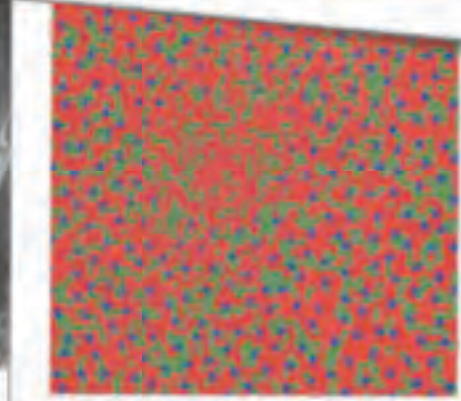
ο αμφιβληστροειδής χιτώνας.-

• Κωνία

- Σχήμα κώνου
- Τρία είδη
 - S, M, L ανάλογα με την ευαισθησία τους
 - 420, 530, 560 nm
 - S κωνία $\rightarrow$ 7%, L:M=1,5
- Κεντρικά 150.000 κωνία/mm²
- Ημερόβια όραση

• Ραβδία

- Σχήμα κυλινδρικό
- Μέγιστη ευαισθησία
 - 550 nm
- Νυκτόβια όραση



ο αμφιβληστροειδής χιτώνας.-

Σ'

Ραβδία

Νυκτόβια όραση

Πολύ ευαίσθητα στο φως και το διεσπαρμένο φως

Απώλεια ➔ νυκτόβια τύφλωση

Χαμηλή οπτική ευκρίνεια

Δεν υπάρχουν στο βοθρίο της ωχράς κηλίδας

Αργή απόκριση στο φως, αύξηση της ευαισθησίας με το χρόνο

Περιέχουν περισσότερη ποσότητα χρωστικών και μπορούν, έτσι, να ανιχνεύσουν χαμηλότερα επίπεδα φωτός

20 φορές περισσότερα από τα κωνία στον αμφιβληστροειδή χιτώνα (~90 εκατομ.)

Ένας τύπος χρωστικής

Ασπρόμαυρη όραση

Κωνία

Ημερόβια όραση

Όχι πολύ ευαίσθητα στο φως, ευαίσθητα σε απευθείας έκθεση στο φως

Απώλεια ➔ τύφλωση

Υψηλή ευκρίνεια, καλύτερη ανάλυση

Σε μεγάλη συγκέντρωση στο βοθρίο της ωχράς κηλίδας

Γρήγορη απόκριση στο φως, αντίληψη περισσότερο απότομων μεταβολών

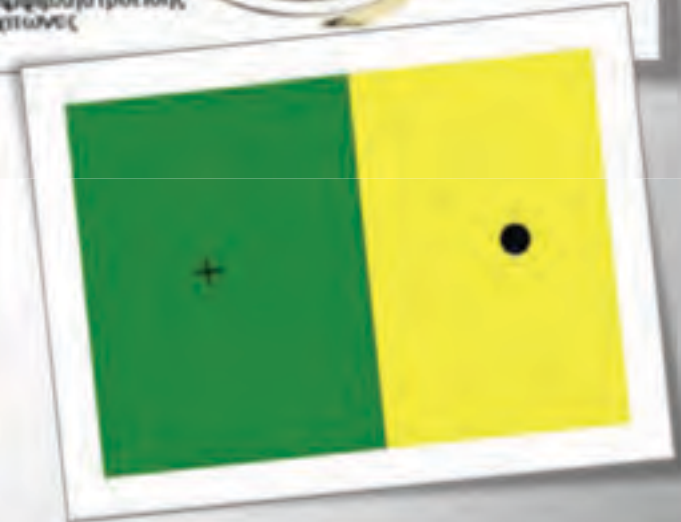
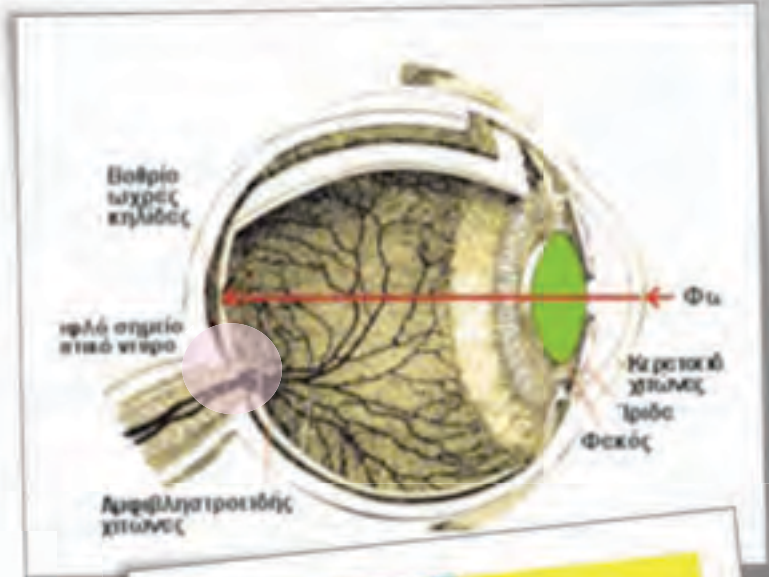
Απαιτούν περισσότερο φως για τη δημιουργία εικόνων λόγω μικρότερης ποσότητας χρωστικών

~4.5 εκατομμύρια

Τρεις τύποι χρωστικών

Έγχρωμη όραση

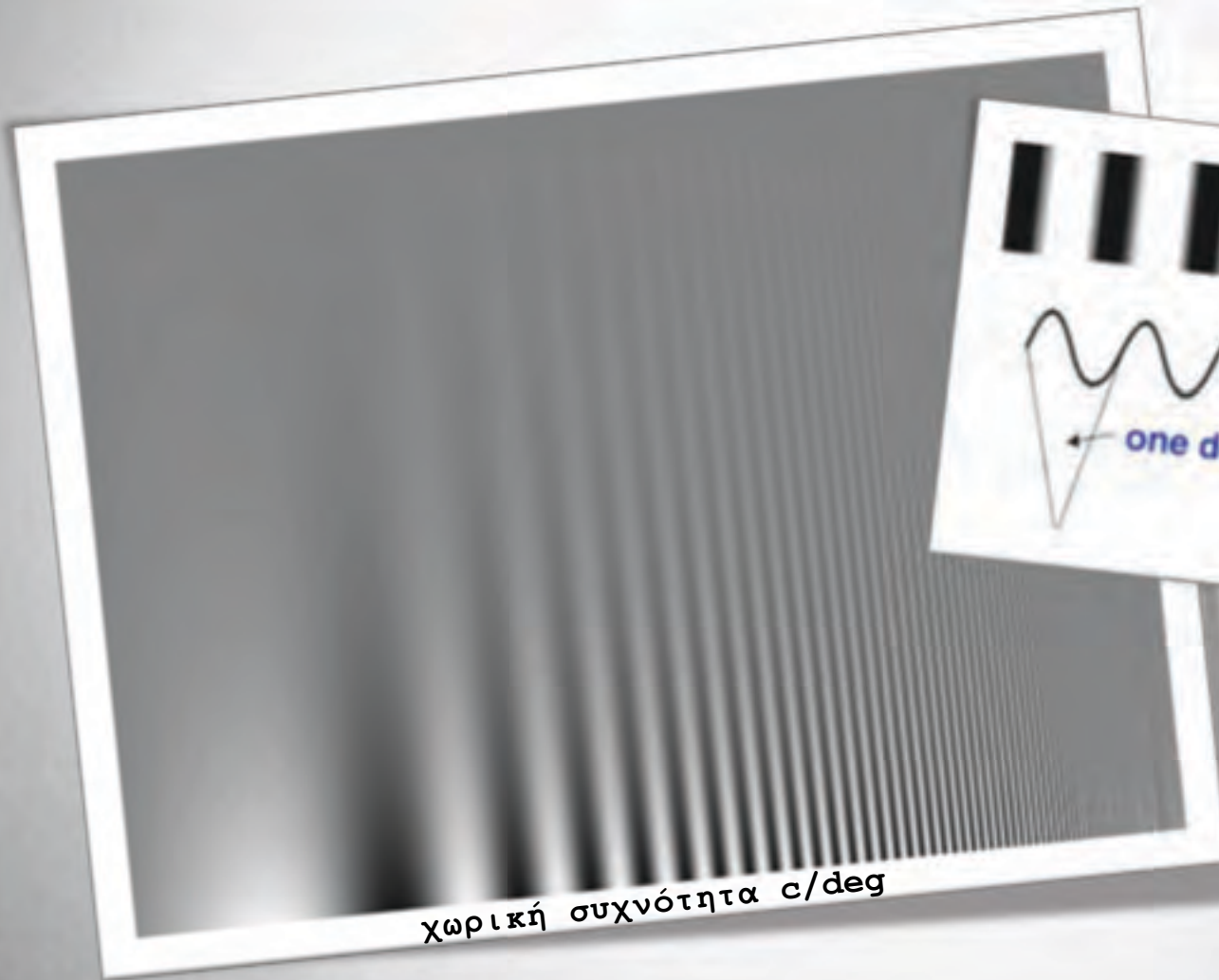
το τυφλό σημείο.-



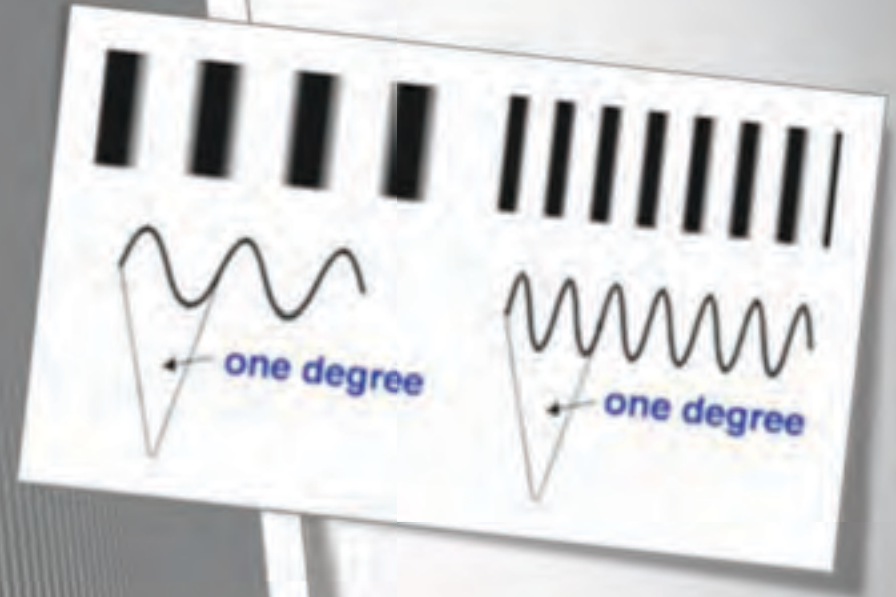
ευαισθησία φωτεινότητας. -



ευαισθησία αντίθεσης.-



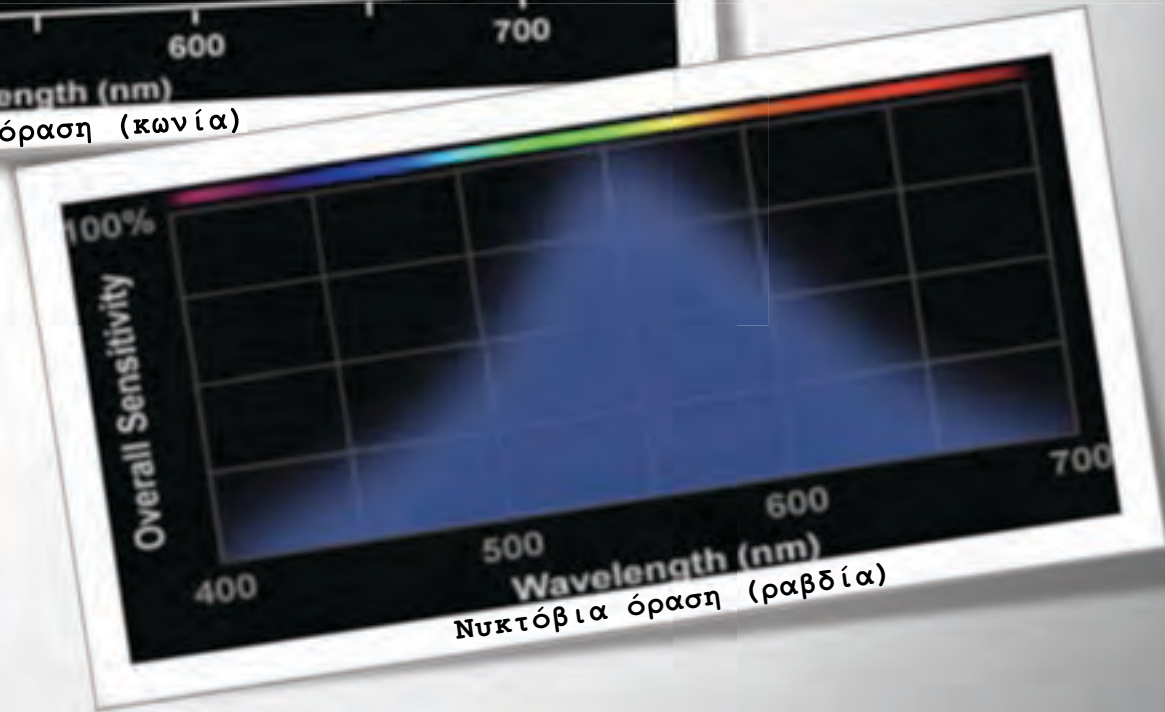
χωρική συχνότητα c/deg



ευαισθησία χρώματος. -



Ημερόβια όραση (κωνία)



Νυκτόβια όραση (ραβδία)

αντίληψη του βάθους.-

- Σύζευξη των δύο διαφορετικών προβολών στα δύο μάτια
 - Wheatstone (1838) → Στερεοσκόπιο → Viewmaster



αντίληψη περιεχομένου. –

- **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



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

ψυχοοπτική και περιορισμοί της όρασης.-

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

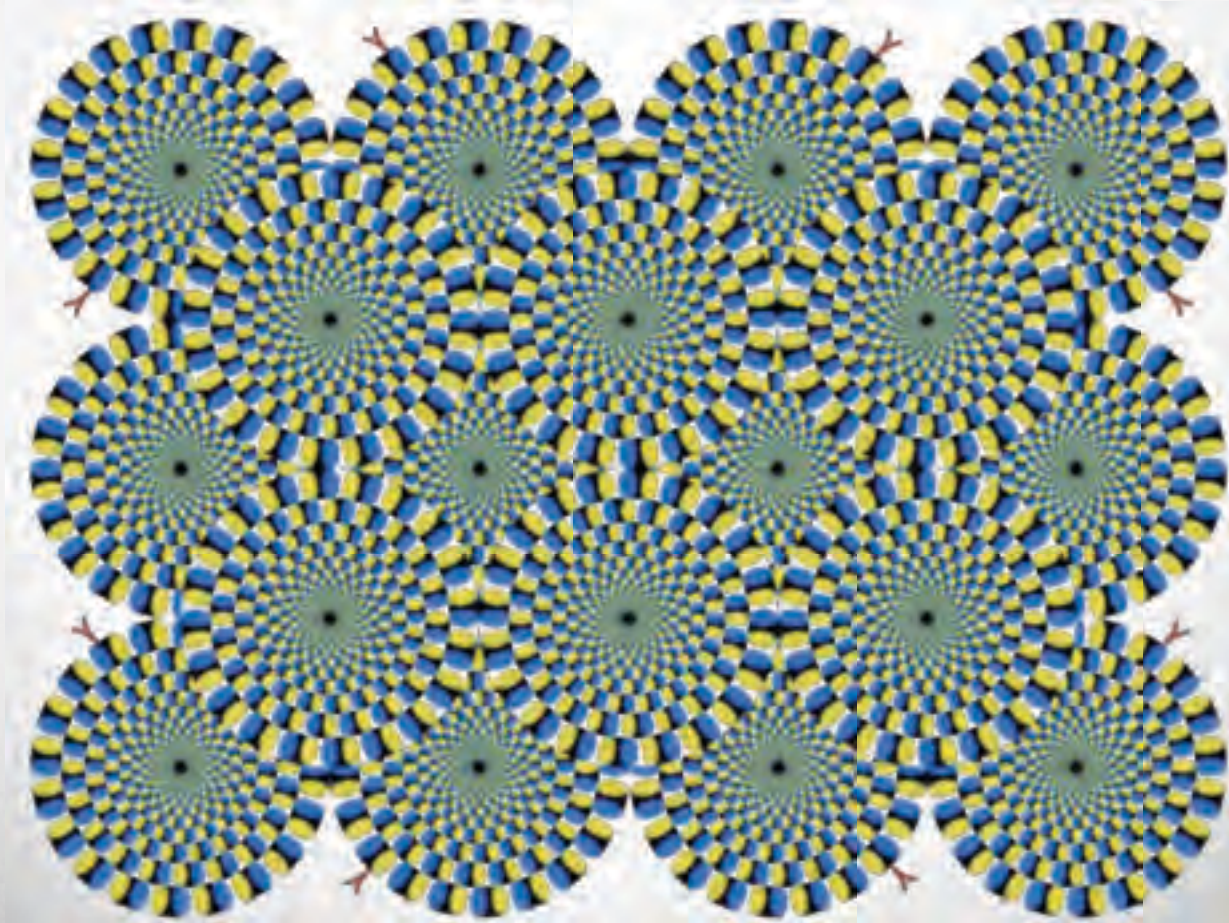
■

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 ενώ το αριστερό επιμένει “να διαβάσει” τη λέξη

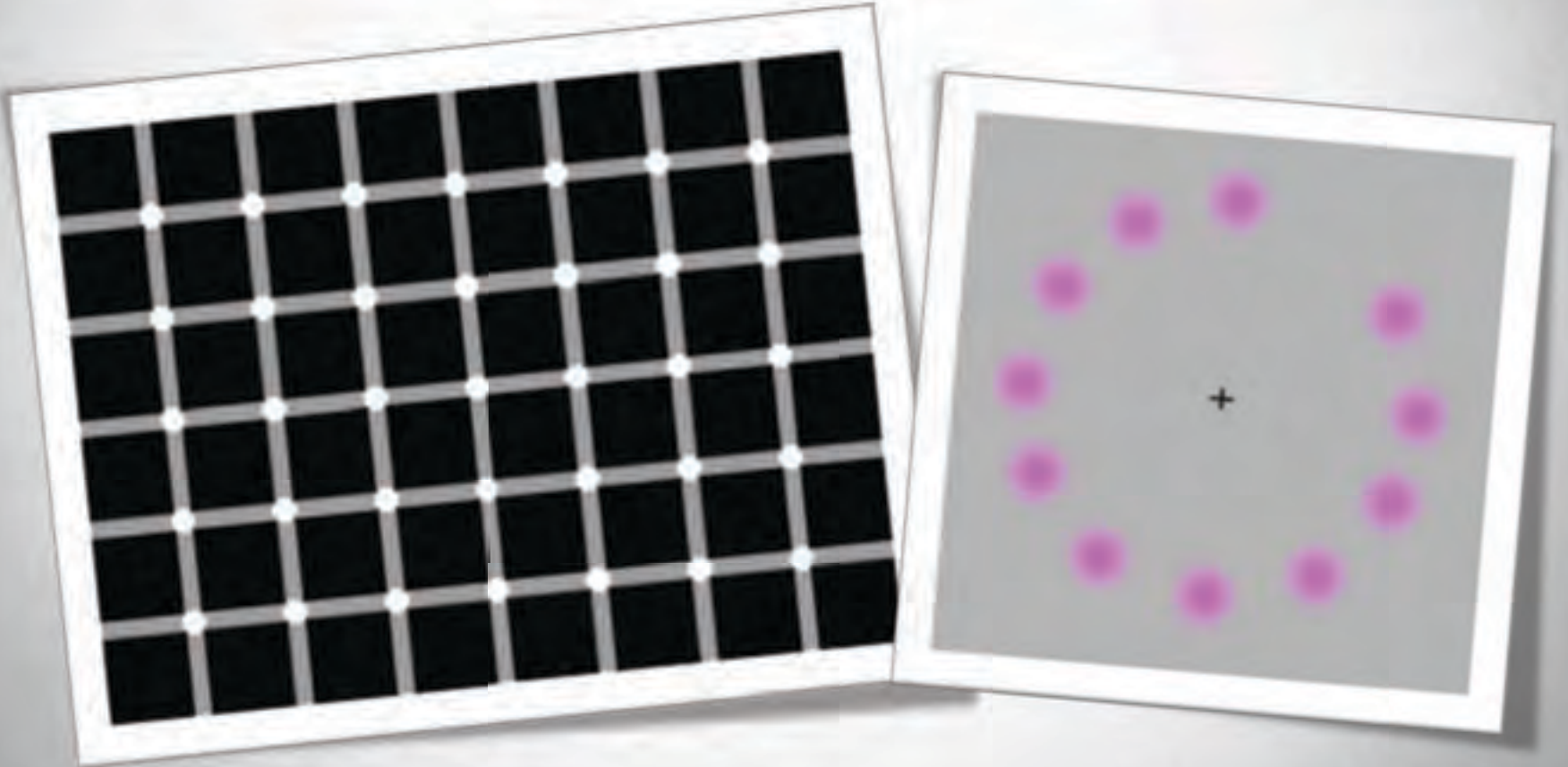
ψυχοοπτική και περιορισμοί της όρασης.-

- Ψευδαίσθηση κίνησης



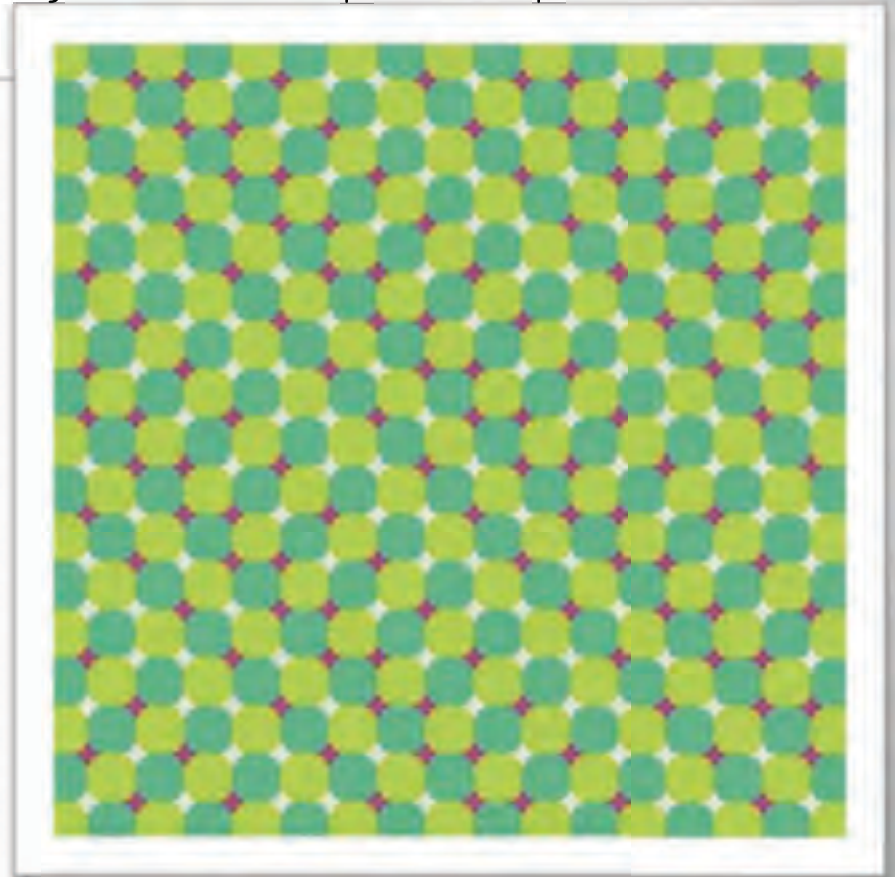
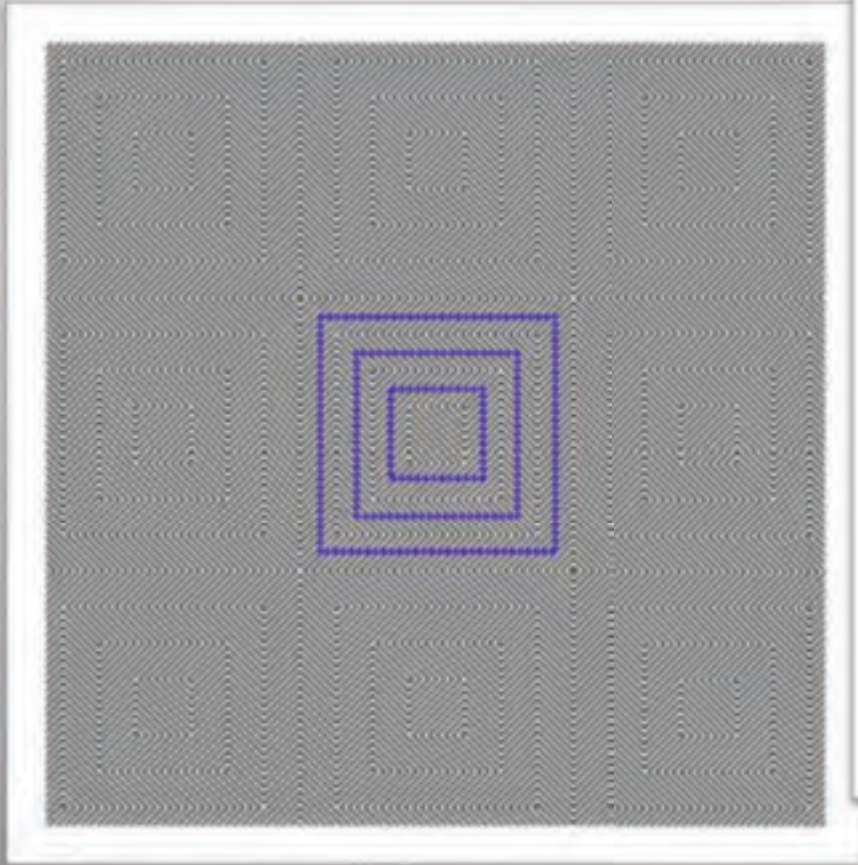
ψυχοοπτική και περιορισμοί της όρασης.-

- Ψευδαίσθηση χρώματος



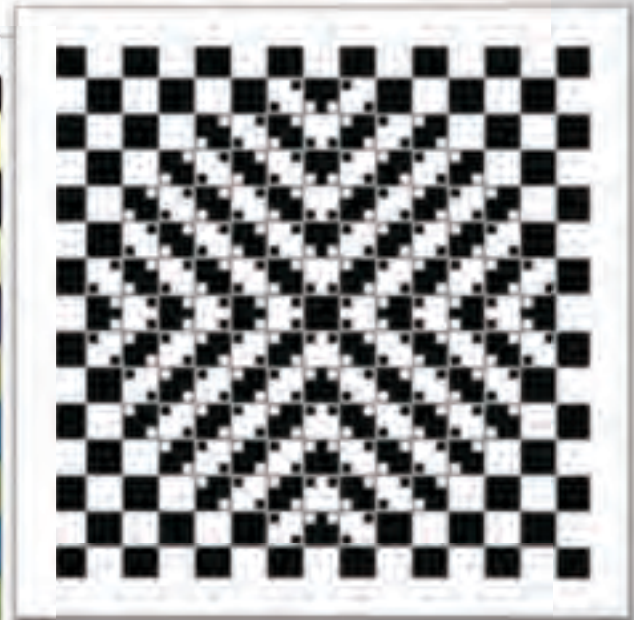
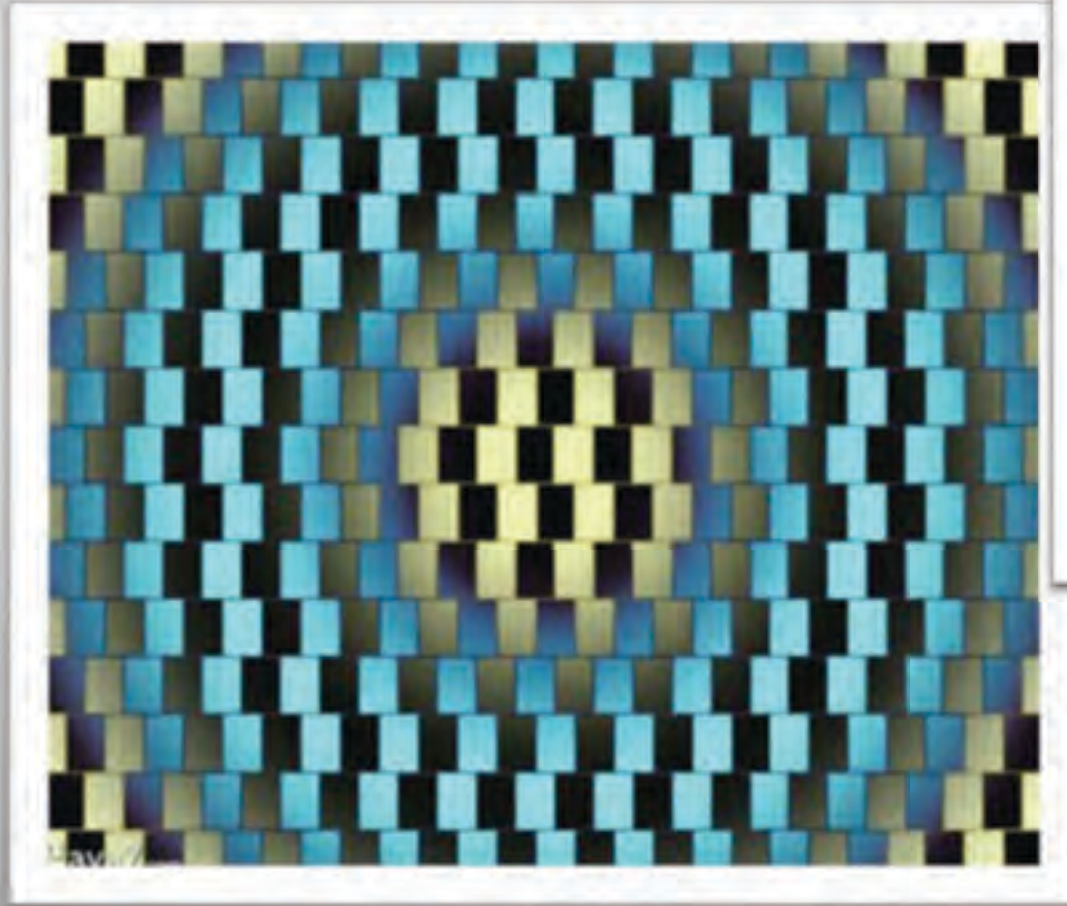
ψυχοοπτική και περιορισμοί της όρασης.-

- Ψευδείς παραμορφώσεις και κυματισμοί



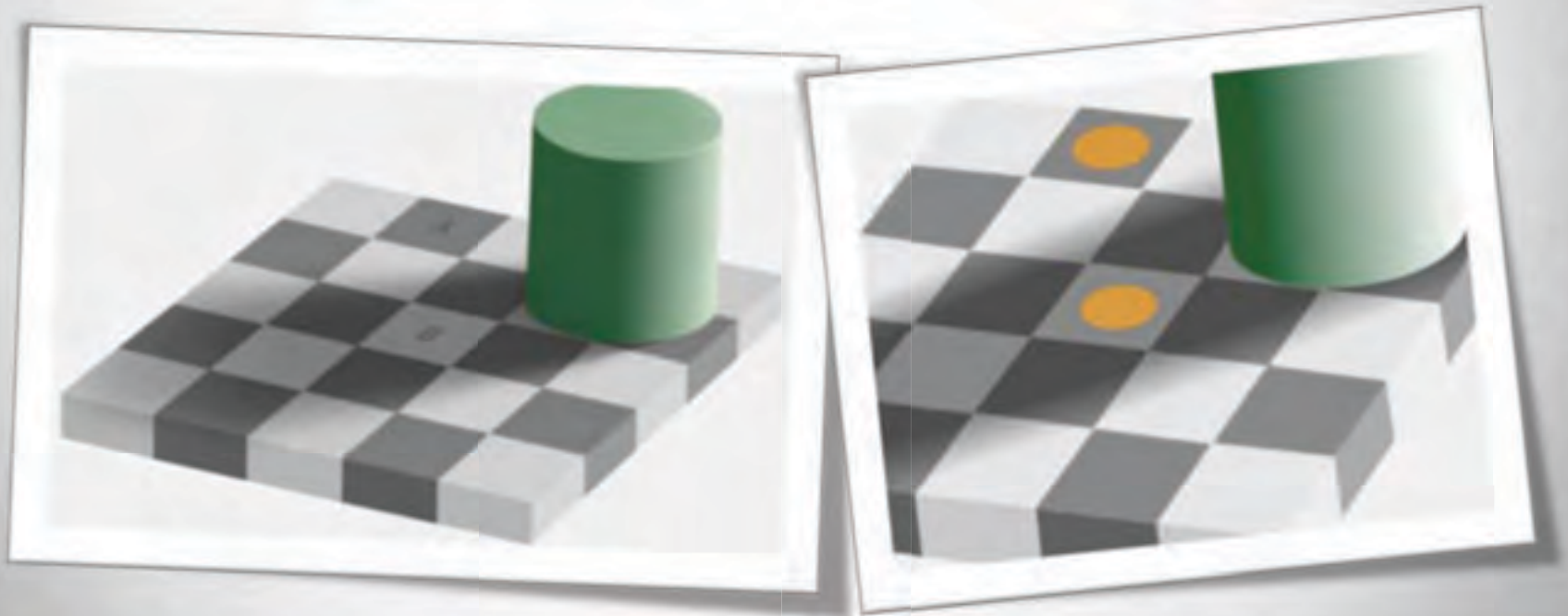
ψυχοοπτική και περιορισμοί της όρασης.-

- Ψευδείς παραμορφώσεις



ψυχοοπτική και περιορισμοί της όρασης.-

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



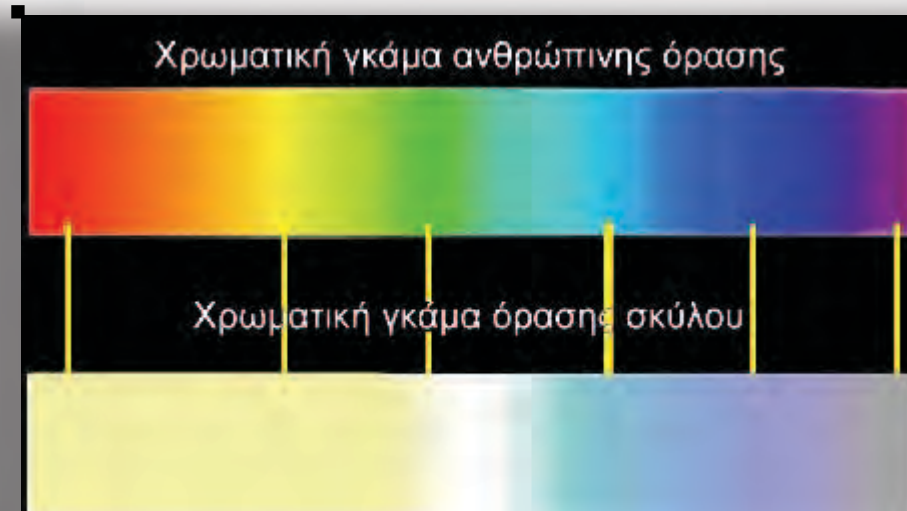
- Τα τετράγωνα Α και Β έχουν την ίδια απόχρωση του γκριζου
 - Τα πορτοκαλί σημεία είναι ίδιας φωτεινότητας

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



τεχνολογική απόδοση του χρώματος.-



Φωτεινότητα

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



Κόκκινο



Πράσινο

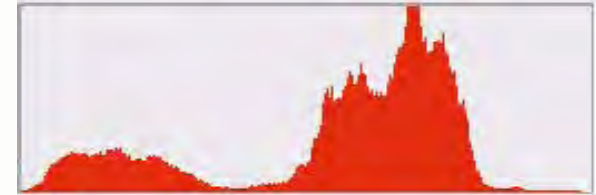


Μπλε

Ιστογράμματα



Red



Green



Blue



τεχνολογική απόδοση του χρώματος.-



χρωματικά συστήματα. -

- Προσθετικό RGB
 - Οθόνες προβολής

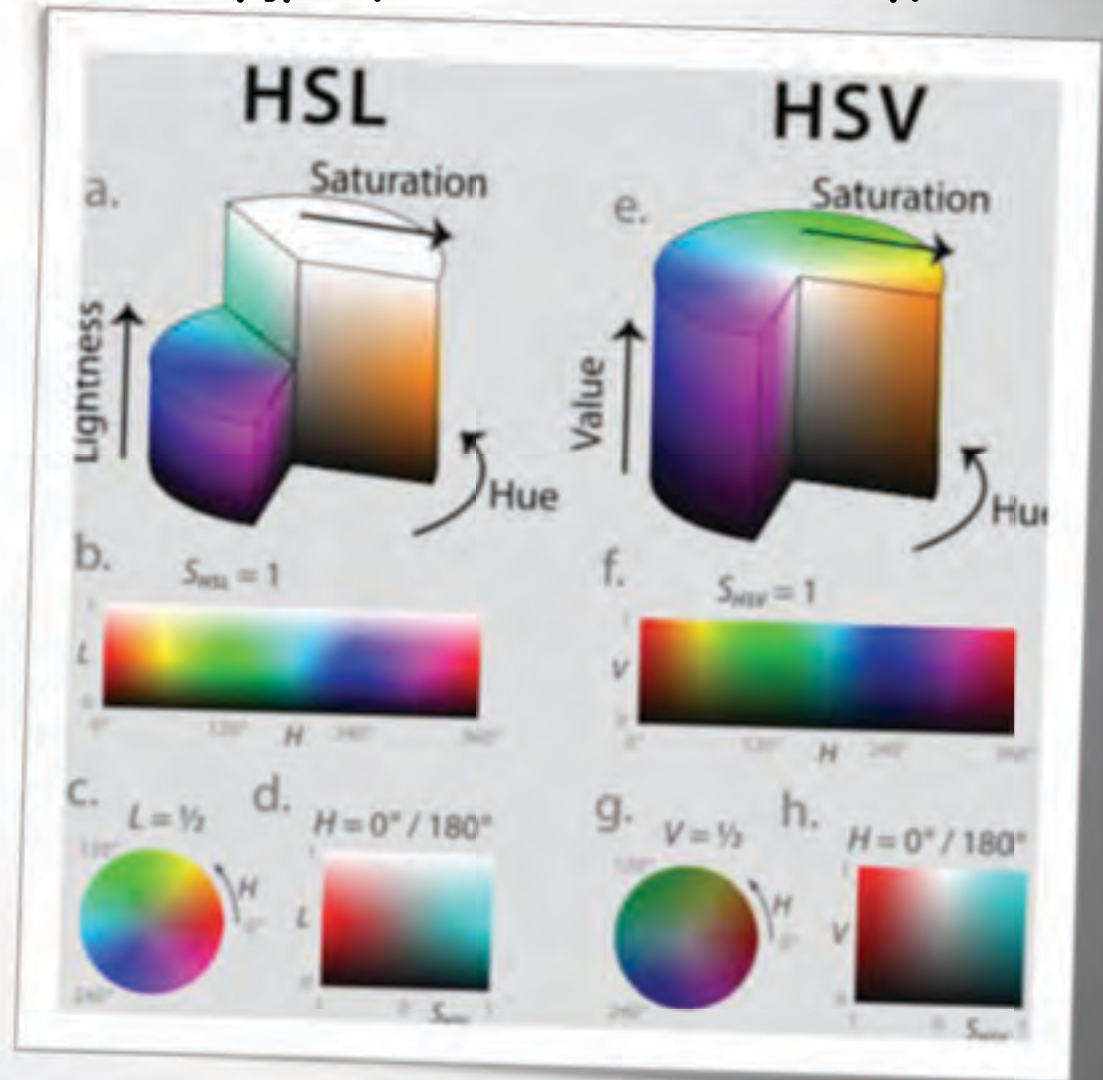


- Αφαιρετικό CMYK
 - Εκτυπώσεις



χρωματικά συστήματα. -

- HSV
 - Hue
 - Saturation
 - Value
- HSL
 - Hue
 - Saturation
 - Luminance



χρωματικά συστήματα. -

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

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

$$U = B - G$$

$$V = R - G$$

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



R



Y



G



U/Cb



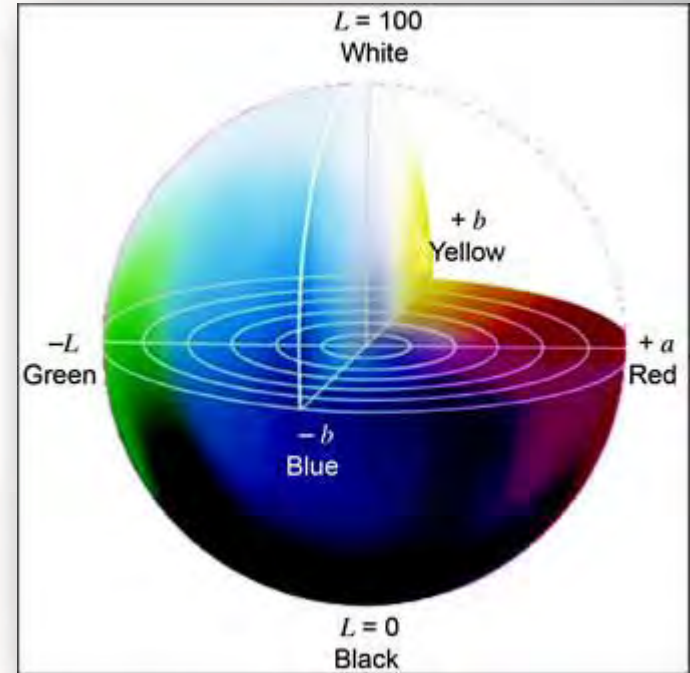
B



V/Cr

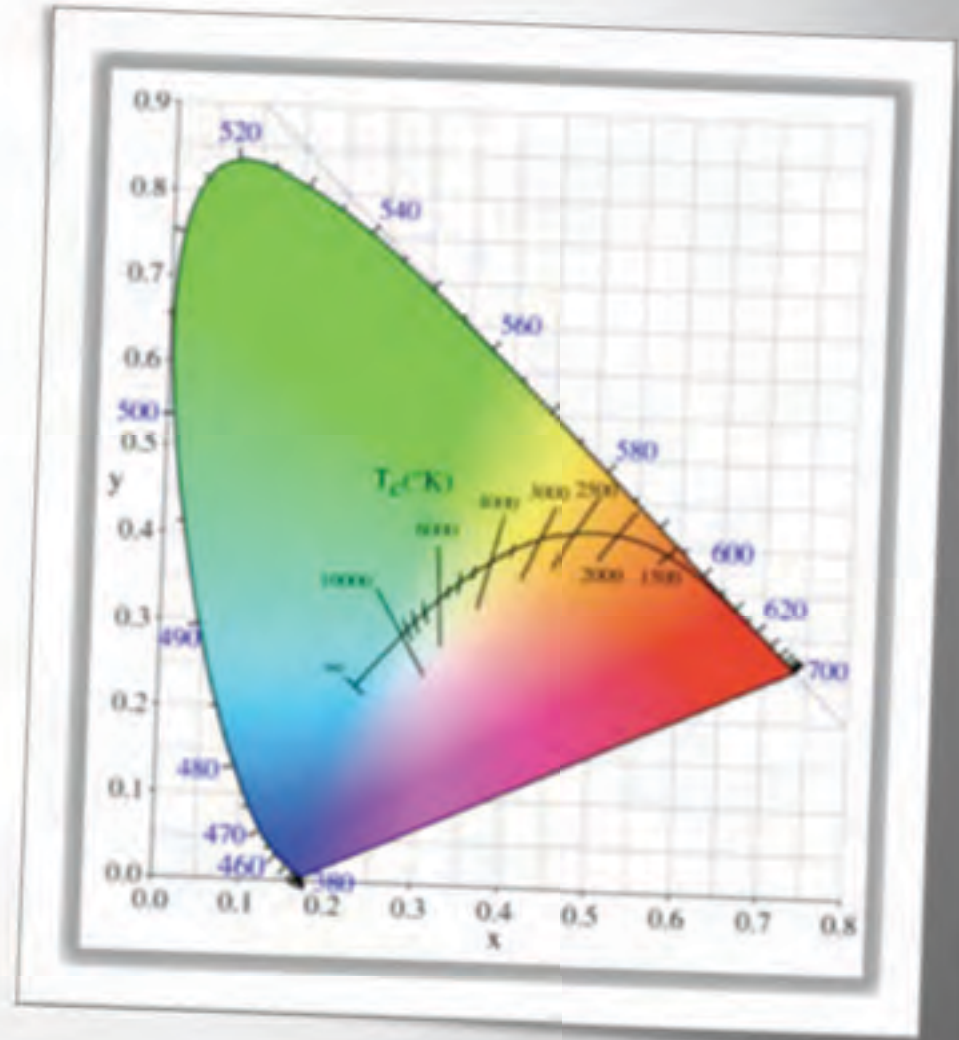
χρωματικά συστήματα. –

- CIE Lab
 - Προσέγγιση αντιληπτικής ικανότητας του ανθρώπου
 - Αντιληπτική ομοιομορφία
 - L: φωτεινότητα
 - a: διαφοροποίηση κόκκινου-πράσινου
 - b: διαφοροποίηση μπλε-κίτρινου



Θερμοκρασία χρώματος.-

- Χαρακτηριστικό του ορατού φωτός
 - σημαντικές **εφαρμογές** στο φωτισμό, φωτογραφία και βιντεοσκόπηση
 - καθορίζεται **μέσω της σύγκρισης** της χρωματικότητας με ιδεατό μέλαν σώμα
 - Εκφράζεται σε **βαθμούς kelvin (K)**
 - υψηλές θερμοκρασίες (>5000K) θεωρούνται «ψυχρά/κρύα» χρώματα
 - χαμηλές θερμοκρασίες (2700–3000K) θεωρούνται «θερμά/ζεστά» χρώματα



σύλληψη εικόνας-η φωτογραφία.-

- **Αναλογική (φιλμ) ή ψηφιακή;**

- Το φιλμ είναι αναλογικό μέσο

- Όχι περιορισμοί στη χρωματική ανάλυση (256 ανά κανάλι χρώματος)
 - Εύρος αντιθέσεων 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**



σύλληψη εικόνας-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 s price with interest at 8.875% pe the date of payment will be paid ratification of the sale. Adjustm and special or regular assessmen sale and thereafter assumed by minium and/or homeowner assoc

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

σύλληψη εικόνας-η φωτογραφία.-

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

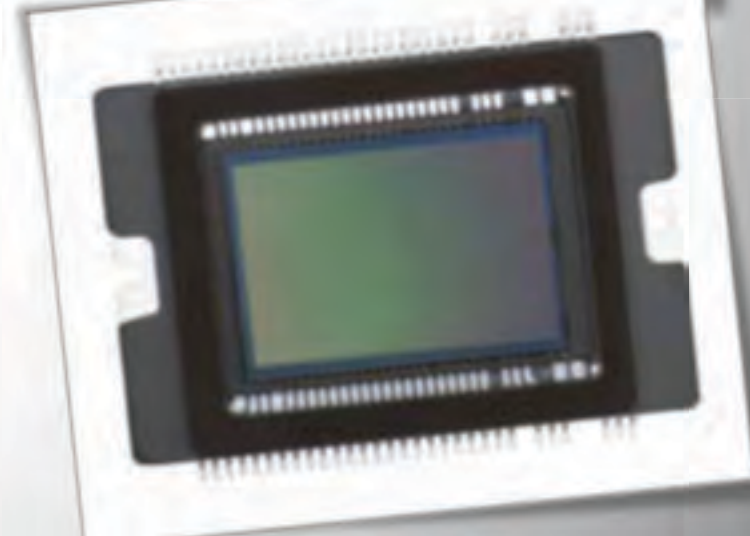
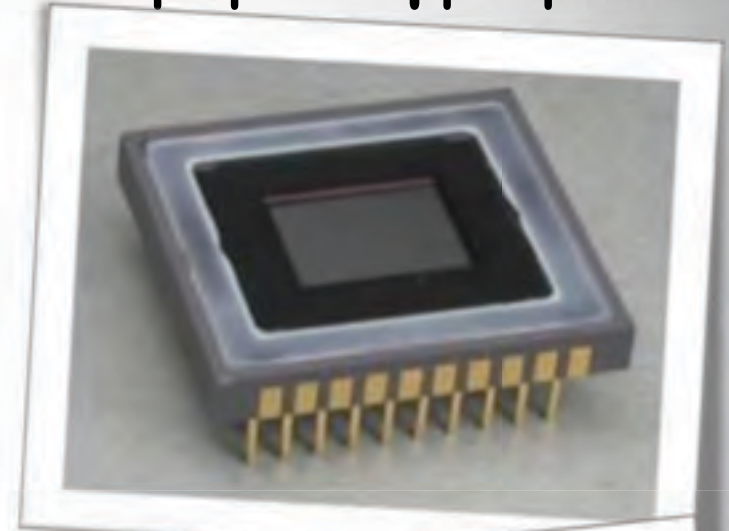


σύλληψη εικόνας-η φωτογραφία.-

- **Σημεία 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, πλαστογράφηση)

η ψηφιακή φωτογραφία. –

- Δύο τύποι αισθητήρων
 - **CCD**
 - Παλιότερη τεχνολογία
 - Καλύτερη απόδοση σε δύσκολες συνθήκες
 - Μεγάλη κατανάλωση ισχύος
 - Σειρική αποθήκευση
 - **CMOS**
 - Νέα τεχνολογία, διαρκώς αναπτυσσόμενη
 - Κακή απόδοση σε χαμηλό φωτισμό
 - Μικρή κατανάλωση ισχύος
 - Χαμηλό κόστος
 - Αποθήκευση 2Δ

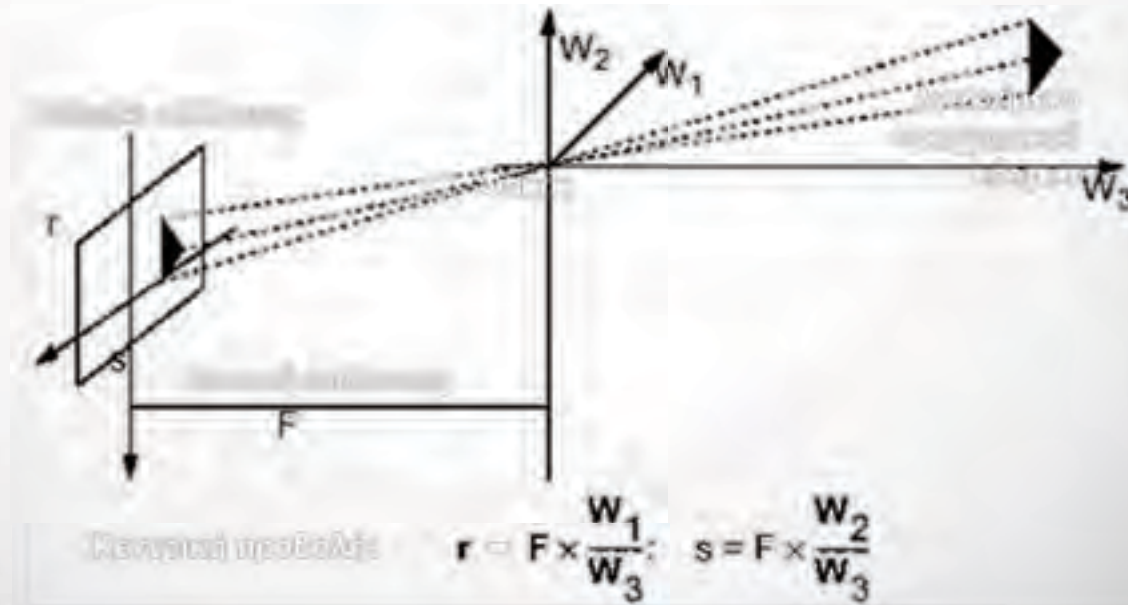


η ψηφιακή φωτογραφία.-

- Τι είναι τα **Pixels**
 - **P**icture **E**lement (pixel-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 εικονοστοιχείων στον αισθητήρα μηχανής
 - Οι διαστάσεις της φωτογραφίας είναι γνωστές εφόσον είναι γνωστή η αναλογία πλάτους:ύψους (π.χ. 4:3, 16:9, κοκ)

η ψηφιακή εικόνα.-

- Πίνακας N γραμμών & M στηλών που περιέχει
 - τιμές φωτεινότητας και χρωματικότητας των εικονοστοιχείων
- Κεντρική προβολή του 3Δ κόσμου σε 2Δ επίπεδο



συστήματα δημιουργίας ψηφιακών εικόνων.-

- Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές
 - ορατό, υπέρυθρο, πολυφασματικές
 - υπερηχογράφοι
 - τομογράφοι
- Ψηφιοποιητές (σαρωτές)
 - φωτογραφιών/εγγράφων (επιτραπέζιοι, χειρός)
 - διαφανειών, φιλμ & μικροφίλμ
 - βιβλίων
- Πινακίδες ψηφιοποίησης



2003, Life magazine: "the 100 photographs that changed the world."

http://www.nist.gov/public_affairs/techbeat/tb2007_0524.htm

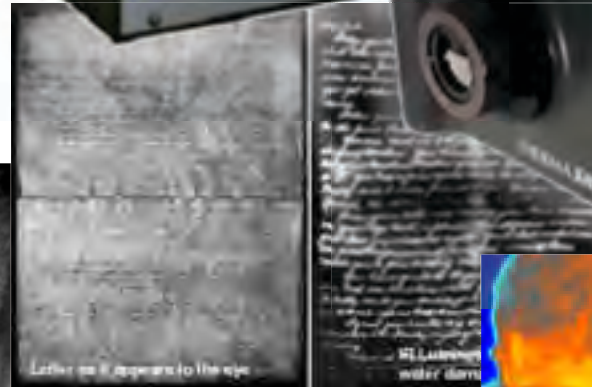
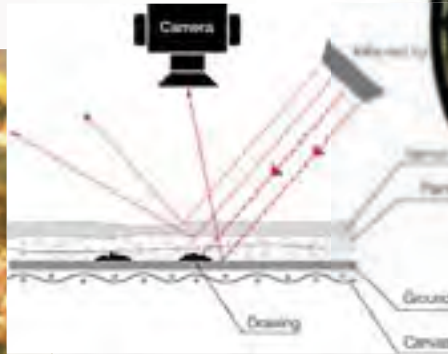
Kirsch, 1957

φωτογραφικές μηχανές.-



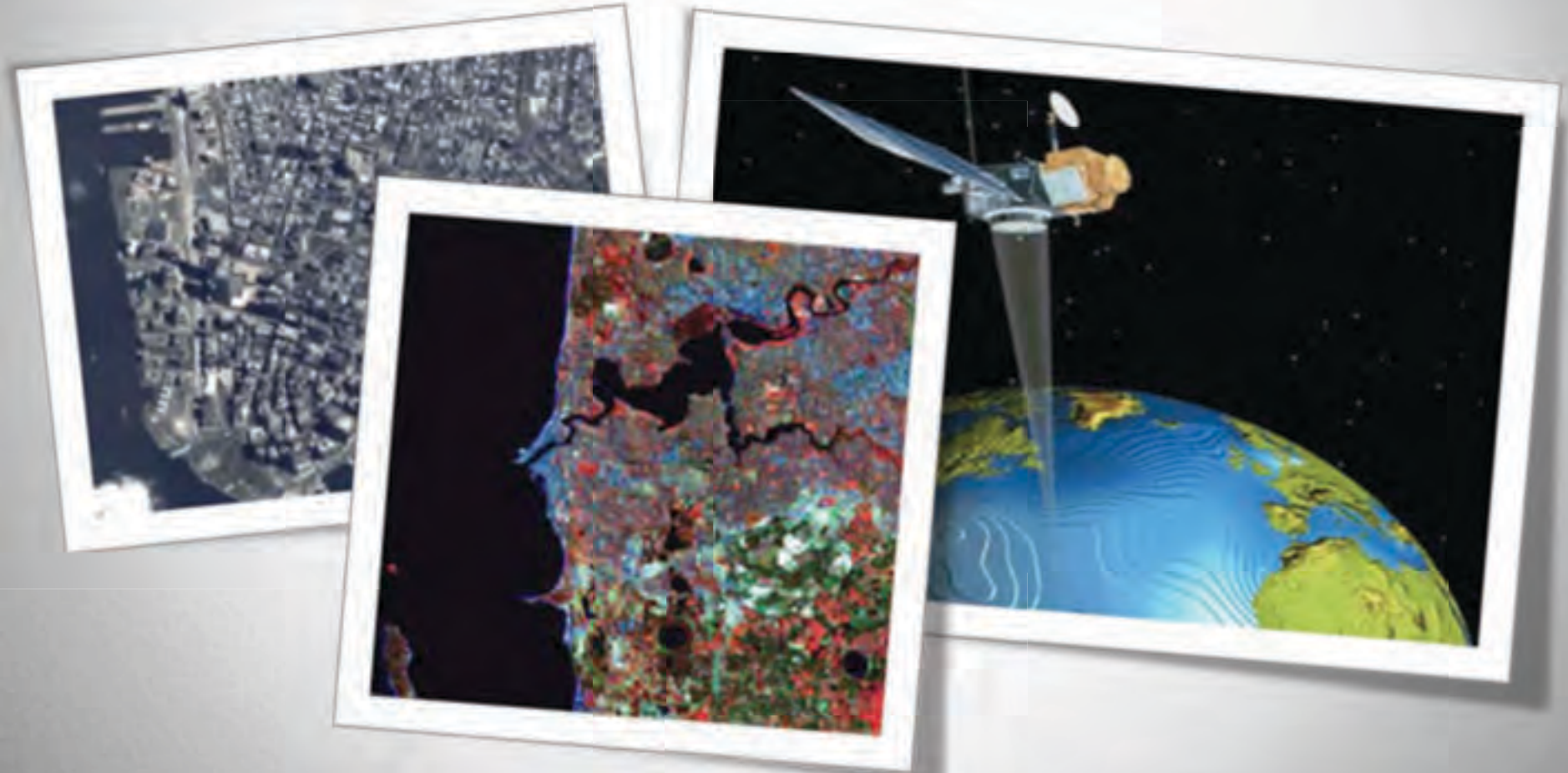
ειδικές φωτογραφικές μηχανές.-

- Πολυφασματική φωτογράφιση
 - MS-3100 - Multispectral 3CCD Color/CIR κάμερα
 - Θερμικές κάμερες



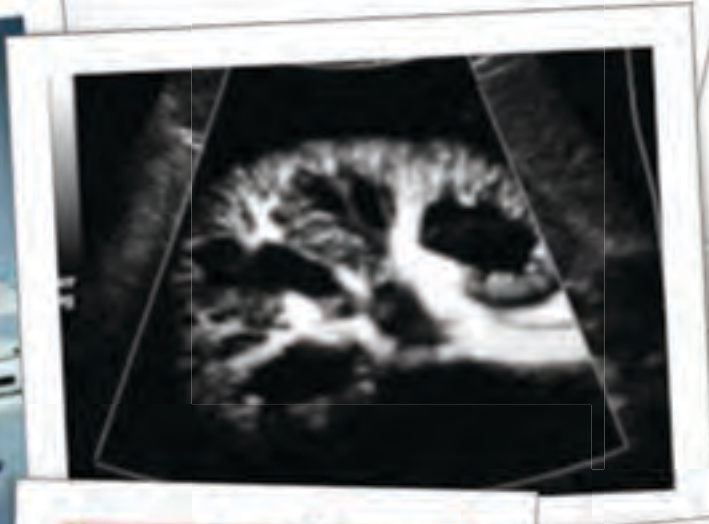
ειδικές φωτογραφικές μηχανές.-

- Πολυφασματική δορυφορική φωτογράφιση



ειδικές φωτογραφικές μηχανές.-

- Ακτίνες Χ, υπερηχογράφοι



ψηφιοποιητές (σαρωτές) . -



ψηφιακή δημιουργία. –

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



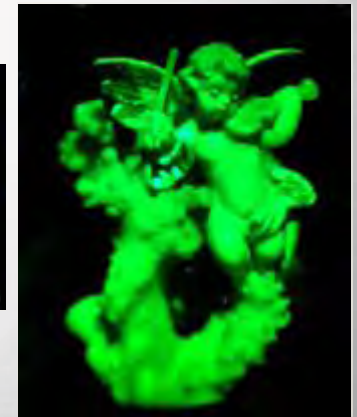
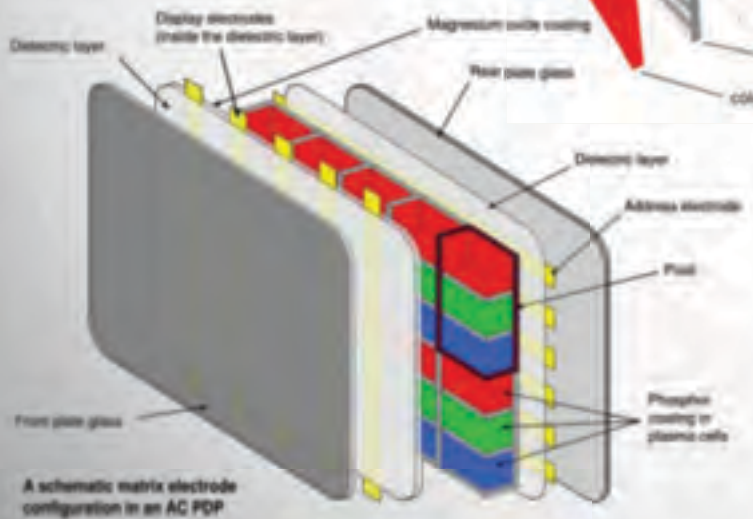
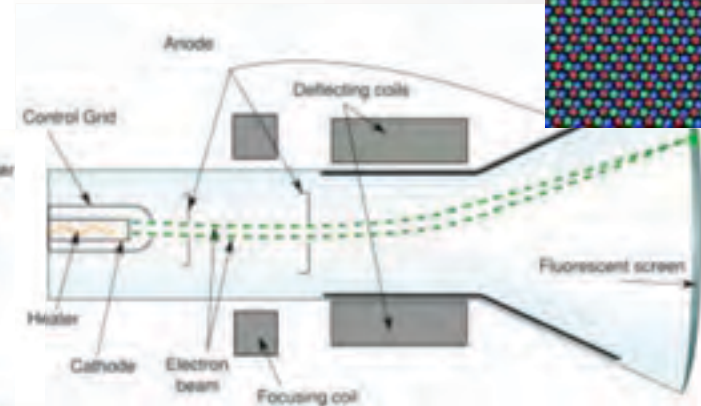
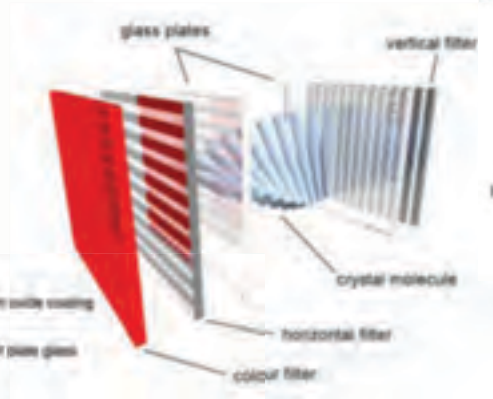
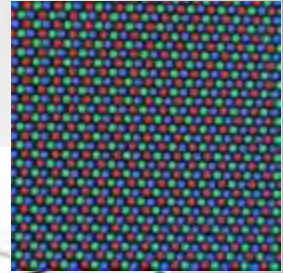
παρουσίαση ψηφιακών εικόνων.-



παρουσίαση ψηφιακών εικόνων. -

- Οθόνες προβολής

- CRT
- LCD
- Plasma
- OLED
-



αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων . -



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



Κανάλι κόκκινου χρώματος, 8 bpp



Κανάλι μπλε χρώματος, 8 bpp



Κανάλι πράσινου 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
 - Θέσης στο επίπεδο της εικόνας (X, Y)
 - Χρώματος
 - Ποσότητα κόκκινου, πράσινου, μπλε (έγχρωμη εικόνα)
 - Επίπεδο του γκρι (εικόνα πολλαπλών επιπέδων του γκρι)
 - 0 ή 1 (0=μαύρο, 1=άσπρο, δυαδική εικόνα)



αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων.-



2 τόνοι - halftoning

Διαστάσεις των ψηφιακών εικόνων.-

- Pixels, διαστάσεις και φυσικό μέγεθος
 - Διαστάσεις ψηφιακής εικόνας σε pixels (π.χ. 1024x768)
 - Δείχνουν το μέγεθος του πλέγματος δειγματοληψίας πάνω στο οποίο υπάρχουν τιμές χρώματος
 - Φυσικό μέγεθος ψηφιακής εικόνας (π.χ. σε εκατοστά/ίντσες)
 - 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 αναλογία διαστάσεων 3:2 ➔ διαστάσεις = 3000 x 2000 pixels
 - » εκτύπωση σε 300 dpi ~ 25 x 17 cm (~A4-2 cm margins)
 - » 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 δομές που αναπαριστούν χρώματα
 - Κωδικοποίηση/συμπίεση

camera RAW format.-

- Πληροφορία απευθείας από τον ψηφιακό αισθητήρα
 - **ποσότητα φωτός** σε κάθε θέση, χωρίς επεξεργασία
 - **μεταδεδομένα** φωτογράφησης (ρυθμίσεις, συνθήκες)
 - μέγιστη δυνατή **δυναμική περιοχή** αισθητήρα
 - καλύτερη αναμενόμενη τελική **ποιότητα**
 - περισσότερος **έλεγχος παραμέτρων** στην εικόνα
 - **ανεξαρτησία** από χρωματικό χώρο
 - αποθήκευση **χωρίς απώλειες** πληροφορίας
 - η επεξεργασία γίνεται **στα μεταδεδομένα**, όχι στις τιμές του αισθητήρα
 - μεγάλο **μέγεθος** αρχείου
 - όχι **προτυποποίηση** και ένας τύπος RAW
 - απαραίτητη **μετατροπή** με ειδικό λογισμικό

Tagged Image File Format (TIFF) .-

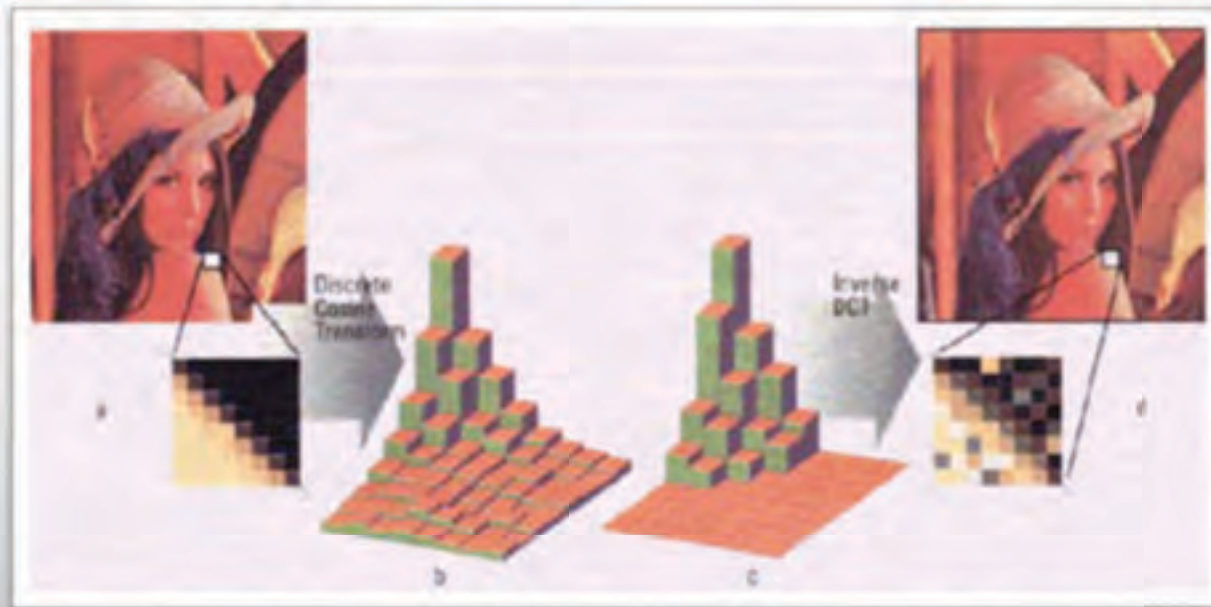
- Παρουσιάστηκε από την Aldus και τη Microsoft
 - Στόχος: Ανταλλαγή εικόνων ανεξάρτητα πλατφόρμας και χωρίς απώλειες
 - Ευρεία χρήση λόγω καταλληλότητας για scanners και συσκευές fax
 - Κύρια Στοιχεία
 - Baseline (περιορισμοί για συσκευές προβολής)
 - Extensions (περιορισμοί για συγκεκριμένες συσκευές)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

Joint Photographic Experts Group (JPEG) . -

- Συνεργασία ISO/IEC JTC1 & ITU-T (CCITT)
 - Διεθνές πρότυπο
 - 1992, ISO/IEC IS 10918-1 | ITU-T Recommendation T.81
 - για ψηφιακή συμπίεση και κωδικοποίηση ακίνητων έγχρωμων εικόνων και εικόνων πολλαπλών επιπέδων του γκρι
 - Βαθμός συμπίεσης 1:10 χωρίς ορατές απώλειες
 - 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
 - MJPEG (motion JPEG)
 - Για συμπίεση δεδομένων video
 - Απλά αλληλουχία από εικόνες συμπιεσμένες κατά JPEG

κωδικοποίηση JPEG. –

- Ανά τμήμα της εικόνας 8x8 pixels
 - Διακριτός μετασχηματισμός συνημιτόνων (DCT)
 - Κβαντισμός βάσει δεδομένων από την ψυχοοπτική
 - Αριθμητική κωδικοποίηση
 - Δημιουργία συμπιεσμένης συμβολοσειράς





Αποτέλεσμα
κβαντισμού



κωδικοποίηση JPEG. -



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



- **Προοδευτική βελτίωση εικόνας** από μικρή σε μεγαλύτερη ανάλυση εικόνας



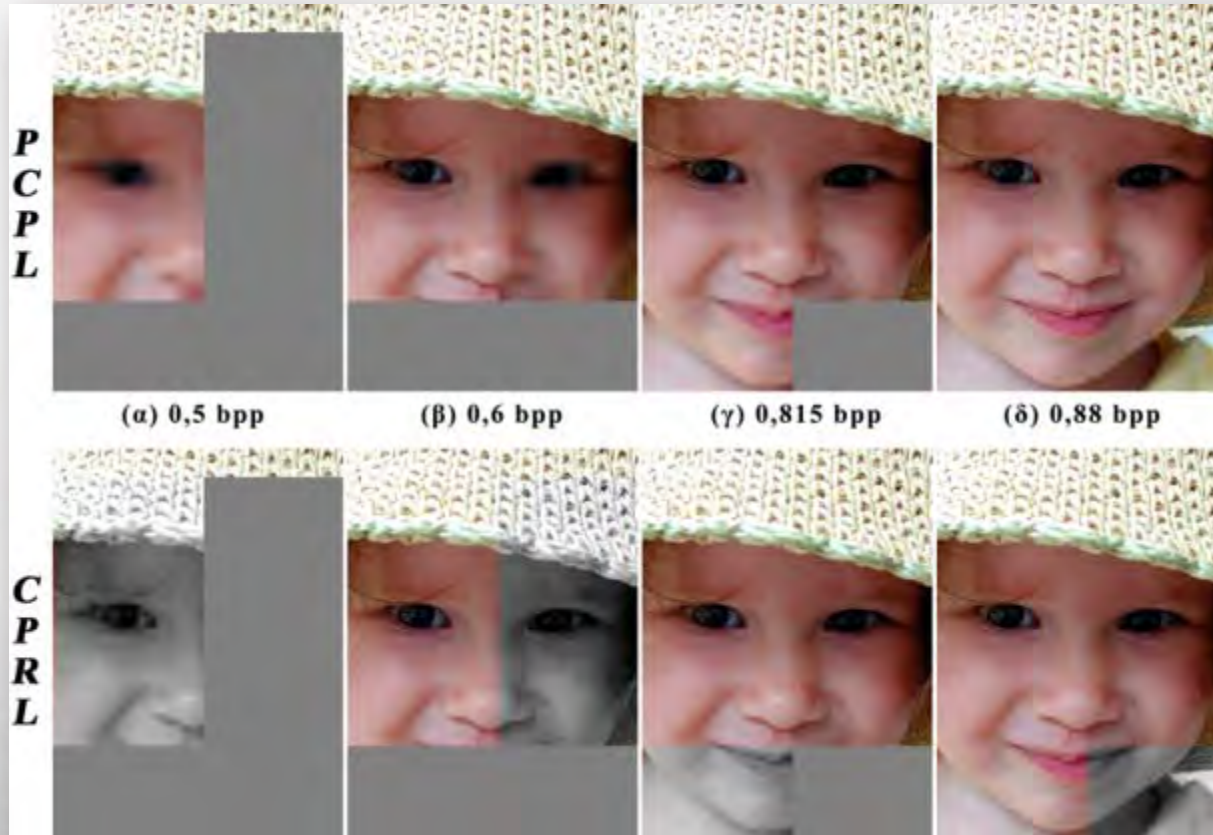
κωδικοποίηση JPEG2000.-

- **ISO/IEC 15444-1:2004**
 - Part 1, Core coding system (intended as royalty and license-free - NB NOT patent-free)
 - Part 2, Extensions (adds more features and sophistication to the core)
 - Part 3, Motion JPEG 2000
 - Part 4, Conformance
 - Part 5, Reference software (Java and C implementations are available)
 - Part 6, Compound image file format (document imaging, for pre-press and fax-like applications, etc.)
 - Part 7 has been abandoned
 - Part 8, JPSEC (security aspects)
 - Part 9, JPIP (interactive protocols and API)
 - Part 10, JP3D (volumetric imaging)
 - Part 11, JPWL (wireless applications)
 - Part 12, ISO Base Media File Format (common with MPEG-4)
- Μετασχηματισμός με **Wavelets**
- **Embedding** της συμβολοσειράς



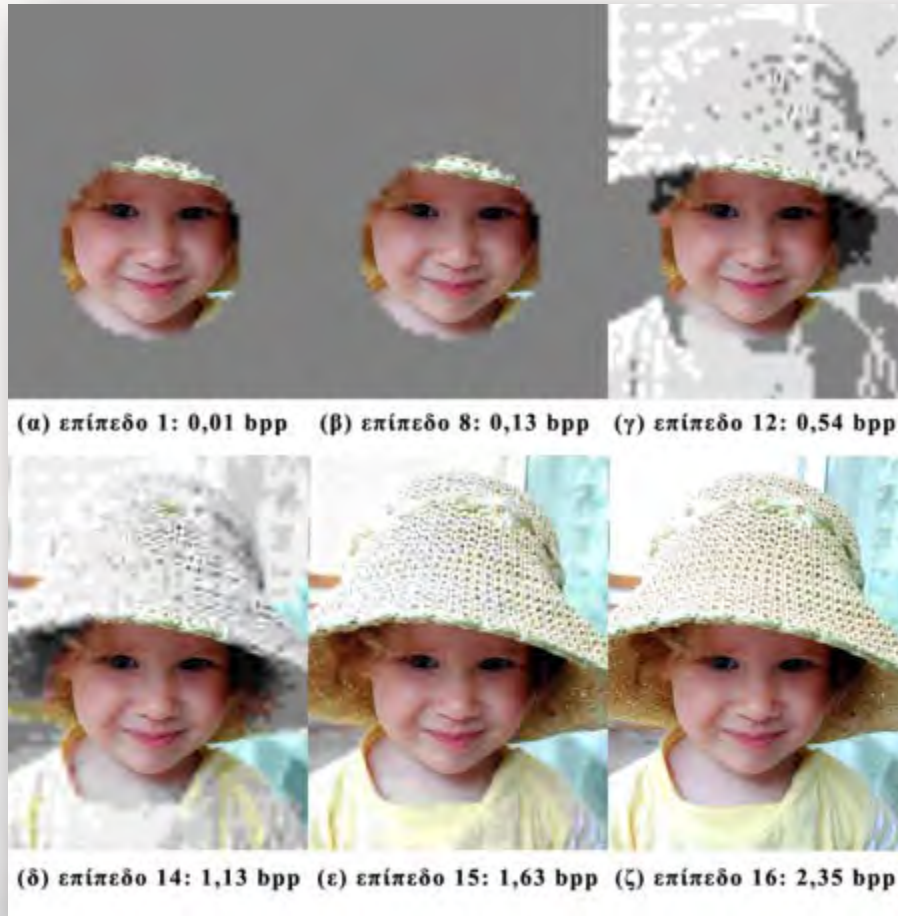
κωδικοποίηση JPEG2000.-

- Προοδευτικότητα μετάδοσης της εικόνας
 - LRCP, RLCP, RPCL, PCRL, CPRL



κωδικοποίηση JPEG2000.-

- Ορισμός περιοχών 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

Μέρος του εποπτικού υλικού που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή της παρούσας διάλεξης προέρχεται από διαδικτυακές πηγές και ενδέχεται να υπόκειται σε περιορισμένα δικαιώματα χρήσης.

Η χρήση του εν λόγω υλικού, στην παρούσα διάλεξη, γίνεται μόνο για λόγους εκπαιδευτικούς.