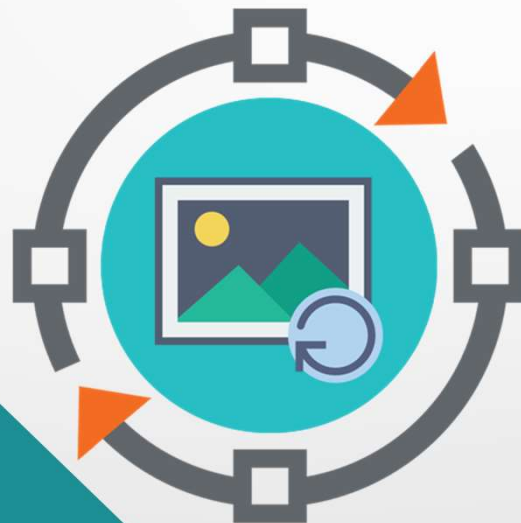




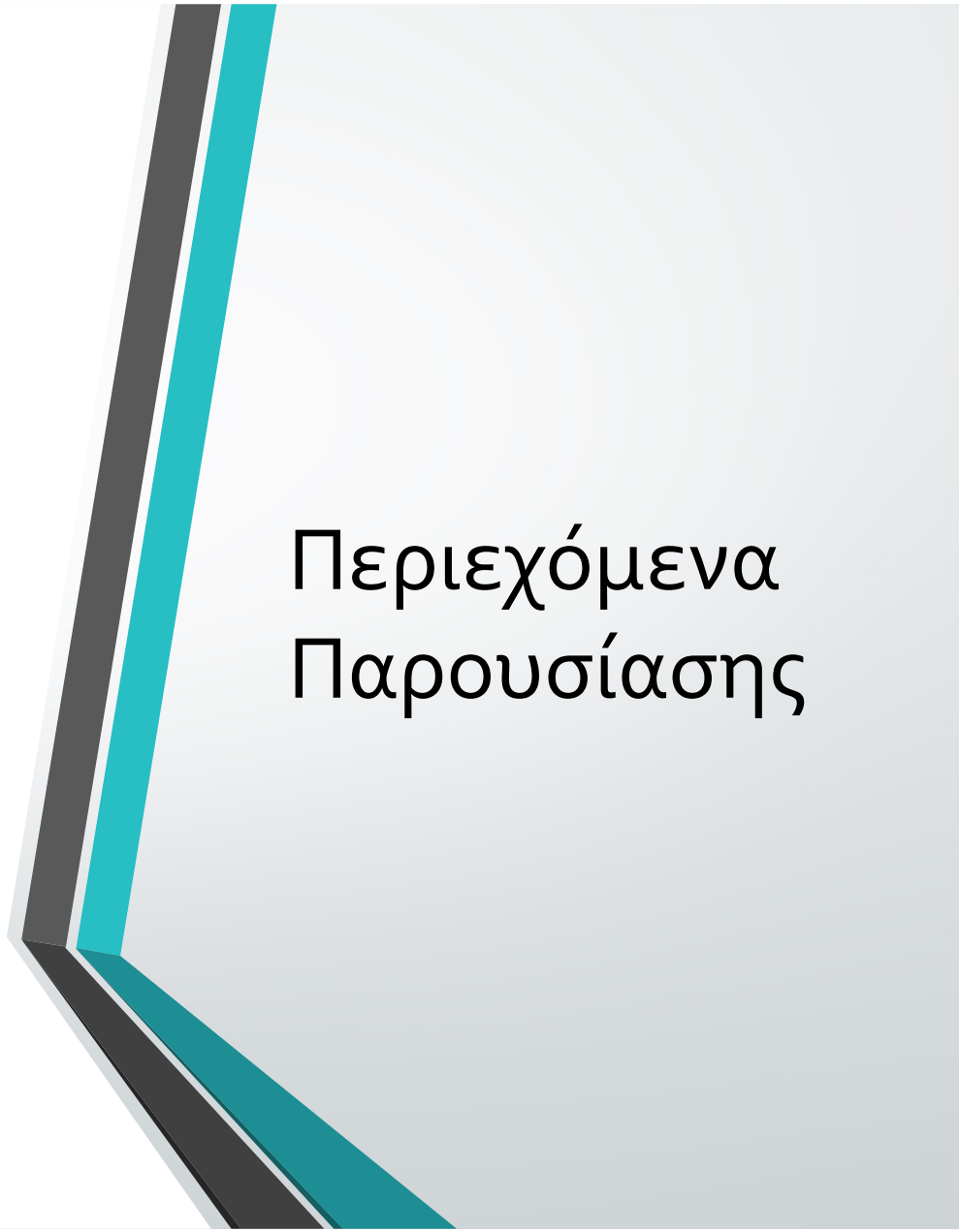
Επεξεργασία Εικόνας & Βίντεο

02. Χρωματικοί Χώροι

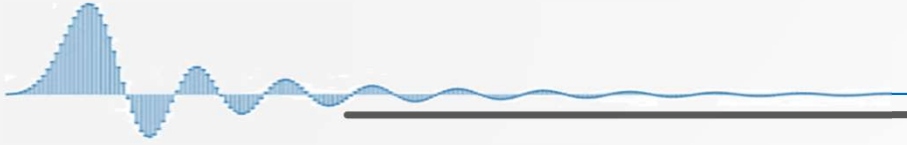
Εισηγητής: Νικόλαος Γιαννακέας
Επίκουρος Καθηγητής, Σημάτων & Συστημάτων



- Ανασκόπηση Εικόνας
- Ανάλυση Εικόνας
 - Χωρική Ανάλυση
 - Ανάλυση φωτεινότητας
- Βασικές Αρχές Χρωματομετρίας
- Μεγέθη χρωμάτων
- Χρωματικά Μοντέλα



Περιεχόμενα
Παρουσίασης

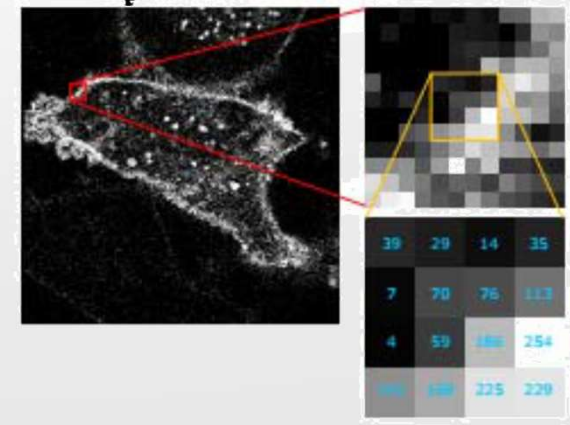
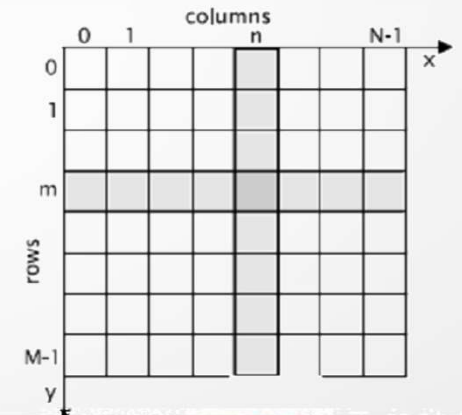


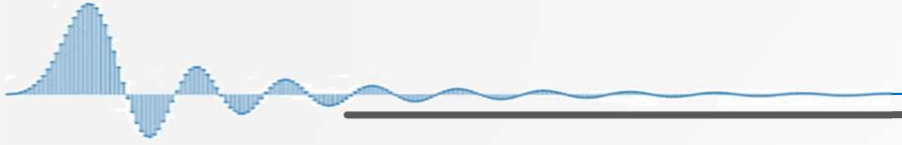
Ανασκόπηση τι είναι εικόνα

Οι εικόνες επιπέδου Γκρί (grayscale) είναι στην πραγματικότητα ένας **πίνακας στοιχείων** (εικονοστοιχεία) μεγέθους $M \times N$

- M : είναι ο αριθμός των γραμμών
- N : είναι ο αριθμός των στηλών

Εικονοστοιχείο: Το δομικό στοιχείο μιας εικόνας
(= Pixel: PICTure Element)





Ανασκόπηση τι είναι εικόνα

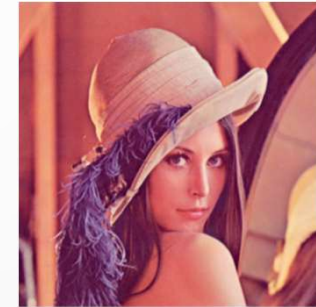
Οι **έγχρωμες εικόνες** είναι ένας τρισδιάστατος πίνακας στοιχείων

- Μια έγχρωμη εικόνα αποτελείται από τρεις επιμέρους εικόνες, όπου η καθεμία αποτελεί μια χρωματική συνιστώσα

Μέγεθος Έγχρωμης Εικόνας: $M \times N \times c$

Συμβολισμός: $I_c(i, j): i = 1, \dots, M$
 $j = 1, \dots, N$
 $c = 1, 2, 3$

Φωτεινότητα: $0 \leq I_c(i, j) \leq G - 1$



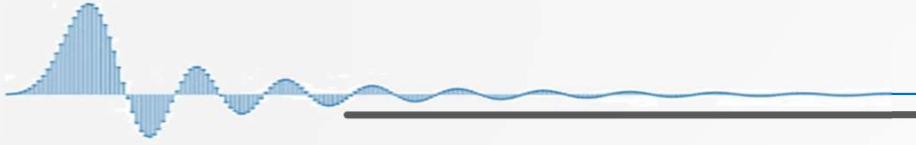
Έγχρωμη
Εικόνα



Red

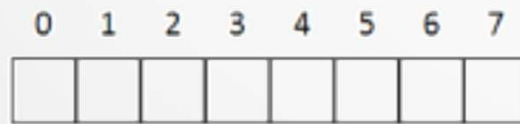
Green

Blue



Ανασκόπηση τι είναι εικόνα

- Πολυδιάστατος Πίνακας τιμών

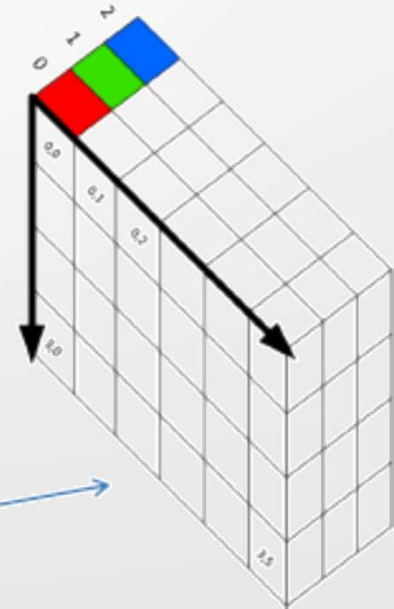


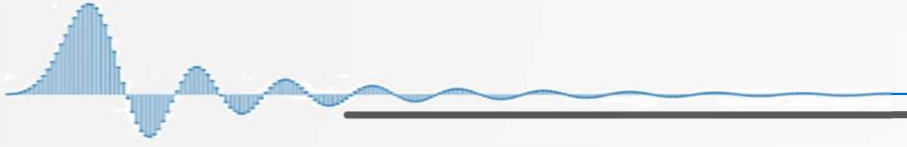
Διάσταση – 1: Διάνυσμα Γραμμή



Διάσταση – 2: Γραμμές και στήλες

Διάσταση – 3: Ύψος, πλάτος, βάθος

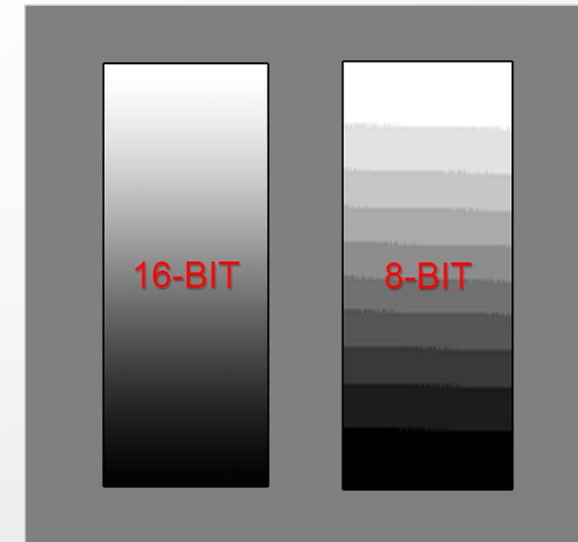




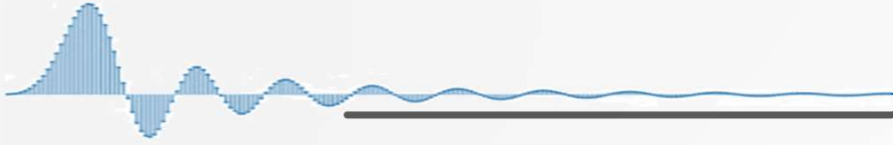
Ανασκόπηση τι είναι εικόνα

Φωτεινότητα Pixel: $0 \leq I_c(i, j) \leq G - 1$

- **G**: είναι η τιμή των επιπέδων του γκρι $G = 2^m$
- Η διάσταση **m** ονομάζεται βάθος (depth) και εκφράζει την χρωματική πληροφορία
- Μεγαλύτερο **bit depth** σημαίνει περισσότερες διαθέσιμες αποχρώσεις



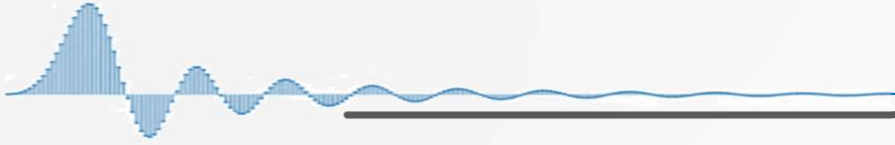
Υπολογισμός απαιτούμενων bits: $M \times N \times m$



Ανασκόπηση τι είναι εικόνα

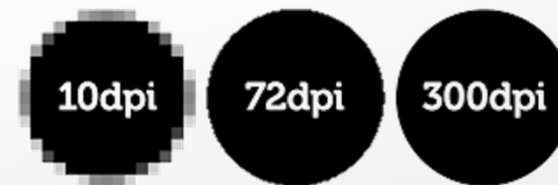
Ενδεικτικές τιμές απαιτούμενης μνήμης με βάση το μέγεθος

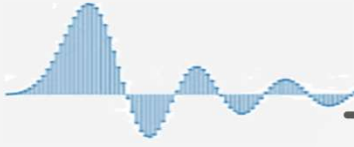
A/A	Τύπος Εικόνας	N	M	m	bits	Bytes
1	Διαδική	100	100	1	10.000	1250
2	Greyscale	100	100	8	80.000	10.000
3	Έγχρωμη	100	100	24	2400.000	30.000
4	Διαδική	256	256	1	65.536	8.192
5	Greyscale	256	256	8	524.288	65.536
6	Έγχρωμη	256	256	24	1.572.864	196.608
7	Διαδική	512	512	1	262.144	32.768
8	Greyscale	512	512	8	2.097.152	262.144
9	Έγχρωμη	512	512	24	6.291.456	786.432



Ανάλυση Εικόνας

- Εκφράζει την **δυνατότητα** μας να βλέπουμε λεπτομέρειες στην εικόνα. Όσο μεγαλύτερη ανάλυση τόσο **περισσότερες λεπτομέρειες** είναι **ευδιάκριτες**
- Τύποι ανάλυσης
 - Χωρική Ανάλυση
 - Ανάλυση Φωτεινότητας





Ανάλυση Εικόνας

Χωρική Ανάλυση

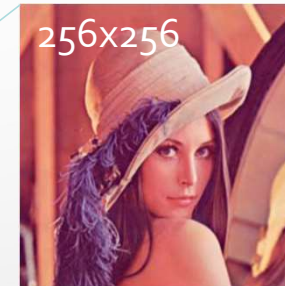
Κρατώντας το m σταθερό και μεταβάλλοντας το μέγεθος της εικόνας (φαινόμενο σκακιού) Ισούται με το πλήθος των Pixel ανά ίντσα (pixels/inch) ή αλλιώς Dots per inch (dpi). Άρα $300 \times 300 = 90,000$ Pixels/inch²

Τυπικά μεγέθη

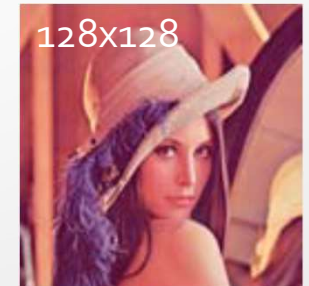
- Εφημερίδα: 75 dpi
- Περιοδικά 133 dpi
- Φυλλάδια: 175 dpi



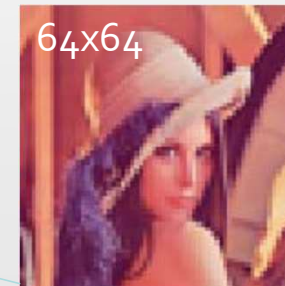
512x512



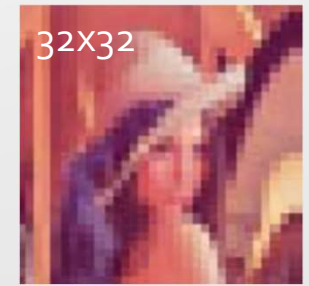
256x256



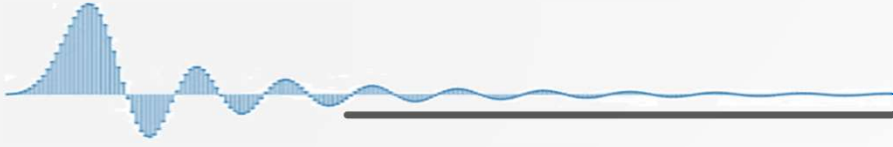
128x128



64x64



32x32



Ανάλυση Εικόνας

Χωρική Ανάλυση

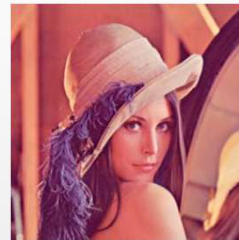
Κρατώντας το m σταθερό και μεταβάλλοντας το μέγεθος της εικόνας (φαινόμενο σκακιού)

Ισούται με το πλήθος των Pixel ανά ίντσα (pixels/inch) ή αλλιώς Dots per inch (dpi).

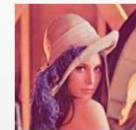
Άρα $300 \times 300 = 90,000$ Pixels/inch²



512x512



256x256



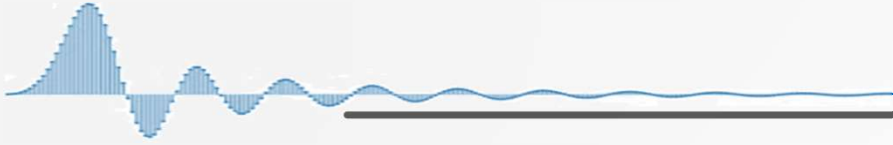
128x128



64x64



32x32



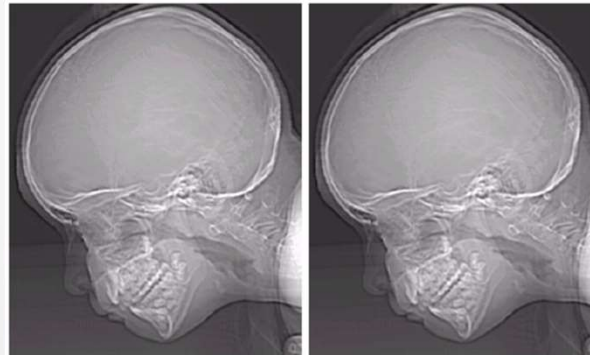
Ανάλυση Εικόνας

Ανάλυση Φωτεινότητας

Κρατώντας το μέγεθος (M,N) σταθερό και μεταβάλλοντας το m

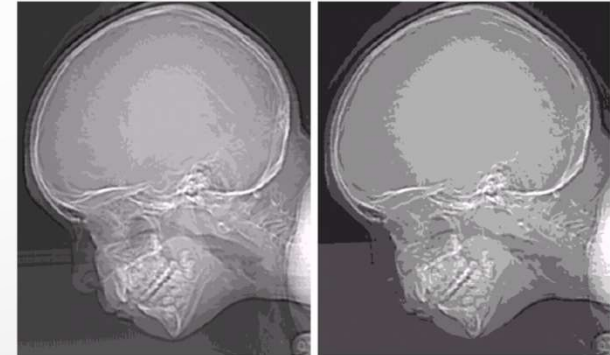
Επίπεδα του Γκρι

256



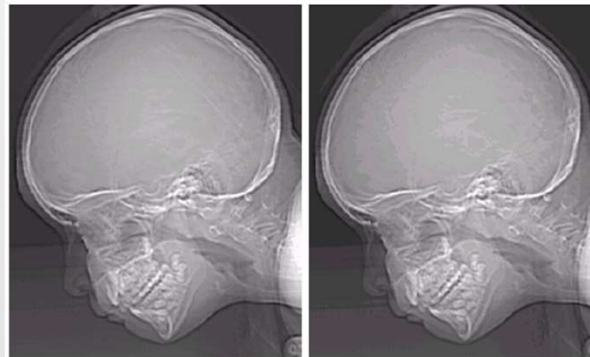
128

16



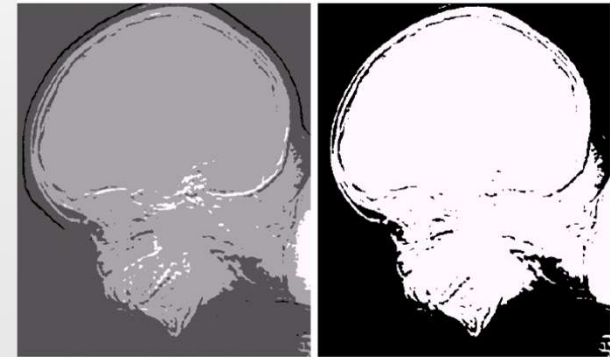
8

64

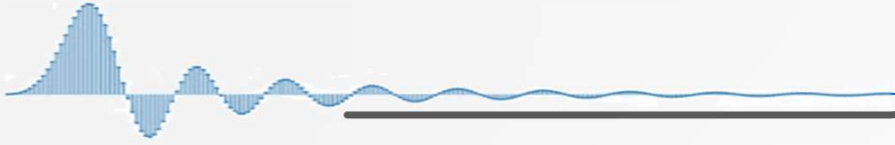


32

4

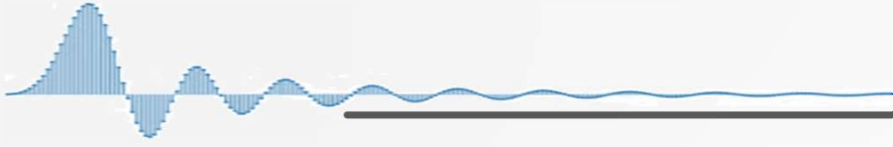


2



Βασικές αρχές Χρωματομετρίας

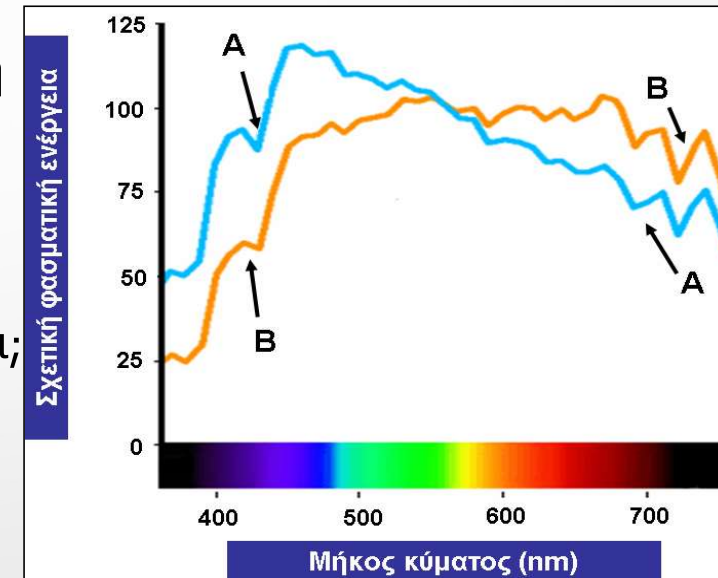
- Οι τρεις παράγοντες που δημιουργούν την αίσθηση του χρώματος, οι οποίοι είναι:
 - η **φύση της φωτεινής ακτινοβολίας** ή αλλιώς η πηγή της ορατής ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας
 - η **αλληλεπίδραση του φωτός με το αντικείμενο** του οποίου οι χημικές ιδιότητες ή η φύση της επιφάνειας τροποποιούν την ηλεκτρομαγνητική ενέργεια και
 - η **φυσιολογία της ανθρώπινης όρασης**, το αισθητήριο της όρασης εστιάζει στην τροποποιημένη ενέργεια, ανιχνεύει την ακτινοβολία από τους δεκτές φωτός του και μεταδίδει την πληροφορία στο κατάλληλο μέρος του εγκεφάλου, όπου παράγεται η αντίληψη του χρώματος.

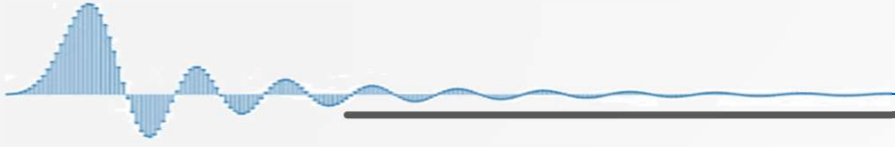


Φύση της Φωτεινής Ακτινοβολίας

Φωτεινή πηγή: ένας πραγματικός φυσικός εκπομπός ορατής ενέργειας (π.χ., ο ήλιος¹ σε οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας, η φωτιά, οι λάμπες πυρακτώσεως, φθορισμού και αλογόνου κ.α.)

- ✓ Τι χρώμα έχει ένα κόκκινο βιβλίο όταν κλείσουμε το φως του δωματίου και επικρατήσει απόλυτο σκοτάδι;
- ✓ Το χρώμα του αντικειμένου το θεωρήσαμε κόκκινο όπως αυτό δημιουργήθηκε από την επιστρεφόμενη αντανάκλαση της επιφάνειάς του σε εμάς από τη φωτεινή πηγή

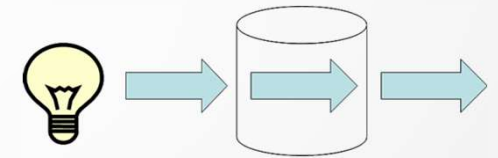




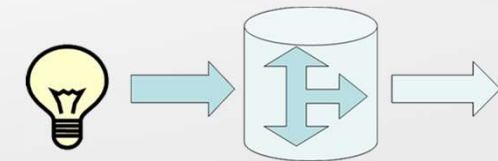
Αλληλεπίδραση του Φωτός με το Αντικείμενο

Πλήρης ή μερική μετάδοση του φωτός μέσα από το αντικείμενο έχει να κάνει με το ποσοστό διαφάνειας (ή αδιαφάνειας) του υλικού αντικειμένου

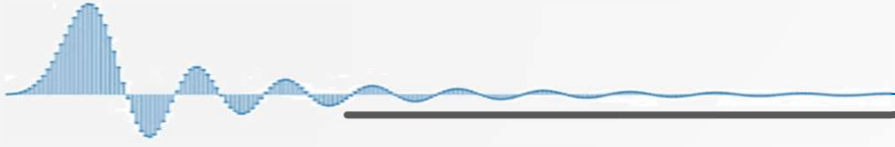
- ✓ Ένα διάφανο τζάμι αφήνει να περάσει όλο το φάσμα των ακτινοβολιών,
- ✓ Ενώ αντίθετα ένα γαλάζιο τζάμι αφήνει επιλεκτικά το γαλάζιο να περάσει, ενώ απορροφά τα υπόλοιπα χρώματα.



ολική μετάδοση του φωτός
μέσα από διαφανές
αντικείμενο



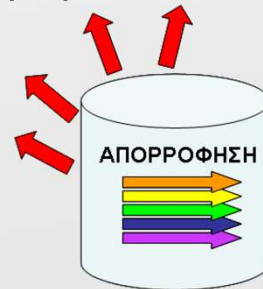
μερική μετάδοση φωτός
με ταυτόχρονη
απορρόφηση

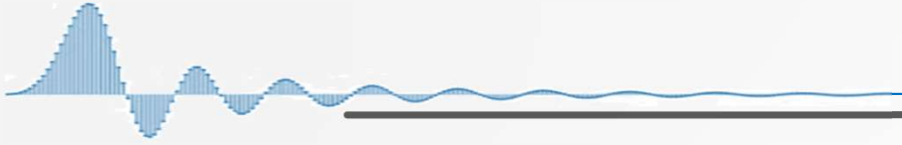


Αλληλεπίδραση του Φωτός με το Αντικείμενο

Πλήρης ή μερική αντανάκλαση του φωτός από ένα αντικείμενο

- Ένα ποσοστό ή όλο το φως που προσκρούει στην επιφάνεια ενός αντικειμένου απορροφάται από το αντικείμενο.
 - μέλαν σώμα: απορροφά όλο το φως και δεν το αναμεταδίδει ποτέ ξανά
 - όσο πιο πολλή ακτινοβολία απορροφά ένα αντικείμενο τόσο πιο σκοτεινό (μαύρο) φαίνεται
- π.χ., όταν βλέπουμε ένα πράσινο ή μπλε αντικείμενο, στην πραγματικότητα βλέπουμε ένα μέρος του φωτός που αντανακλά αυτό το σώμα ή αλλιώς το μέρος που έχει απομείνει από το ορατό φάσμα.



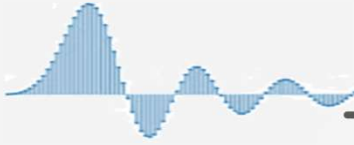


Φυσιολογία της Ανθρώπινης Όρασης

Μεταβλητές που προσδιορίζουν την αίσθηση του χρώματος σε κάθε άνθρωπο:

- Ψυχολογικές / Αισθητικές: Για παράδειγμα, το κόκκινο θεωρείται ως το χρώμα που προκαλεί επιθετικότητα, ενώ το πράσινο ξεκούραση και ευφορία.
- Συχνά συσχετίζουμε το μαύρο με κάτι κακό, το λευκό με την καθαρότητα και την αγνότητα, ενώ το ροζ με την υγεία.





Φυσιολογία της Ανθρώπινης Όρασης

Μεταβλητές που προσδιορίζουν την αίσθηση του χρώματος σε κάθε άνθρωπο:

- Φυσιολογία/κατάσταση του οφθαλμού: Το ορατό φως είναι ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που βρίσκεται σε μια σχετικά στενή περιοχή του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος σε μια ζώνη μήκους κύματος περίπου 350 έως 780 νανομέτρων (nm). Αν δεν υπάρχει κάποιο λειτουργικό πρόβλημα, ο ανθρώπινος οφθαλμός ανταποκρίνεται στο παραπάνω διάστημα.



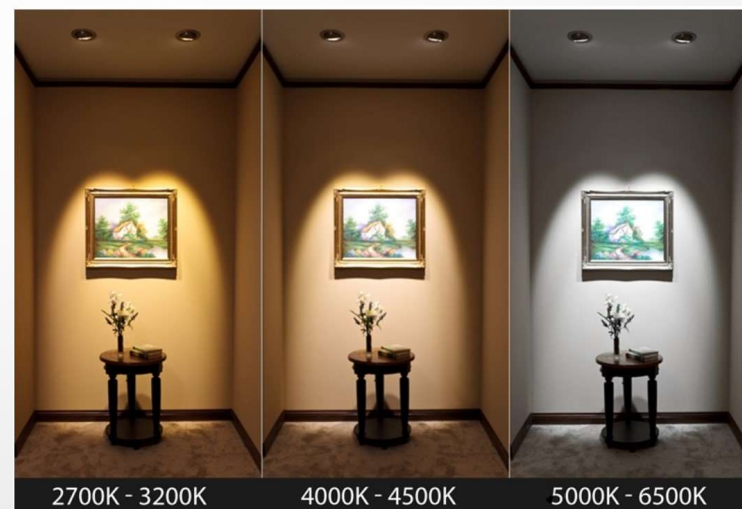


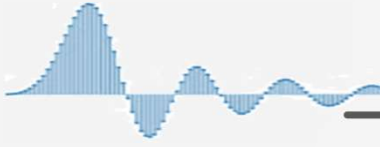
Μεγέθη/ Ιδιότητες Χρωμάτων

Θερμοκρασία Χρώματος

Θερμοκρασία ενός χρώματος: η θερμότητα της πηγής του.

- ✓ Κάθε χρώμα έχει και διαφορετική θερμοκρασία, η οποία μετριέται σε βαθμούς Kelvin (oK).
- ✓ Οι υψηλές θερμοκρασίες χρώματος (πάνω από 5000oK) αντιστοιχούν στα ψυχρά χρώματα (περιοχή του μπλε),
- ✓ οι χαμηλές θερμοκρασίες (κάτω από 4000 oK) στα θερμά χρώματα (περιοχή του κόκκινου).

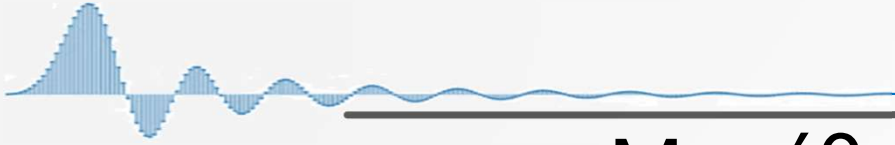




Μεγέθη/ Ιδιότητες Χρωμάτων

Χροιά, Λάμψη & Φωτεινότητα

- **Χροιά (hue):** Μια από τις κύριες ιδιότητες του χρώματος που υποδηλώνει το **βαθμό διαφοράς ή ομοιότητας του οπτικού ερεθίσματος** με το αντίστοιχο ερέθισμα των βασικών χρωμών (κόκκινο, πράσινο, μπλε και κίτρινο) ή συνδυασμό τους.
- **Λάμψη:** Χαρακτηριστικό της οπτικής αντίληψης κατά το οποίο μια περιοχή ή ένα αντικείμενο **εμφανίζεται να εκπέμπει** (ή να αντανακλά) περισσότερο ή λιγότερο φως
- **Φωτεινότητα (Lightness):** Η **λάμψη μιας περιοχής ή ενός αντικειμένου**, σε σχέση όμως με την λάμψη μιας ομοίως φωτιζόμενης περιοχής, η οποία εμφανίζεται ως λευκή (μέγιστη φωτεινότητα), ή εκπέμπει σε πολύ μεγάλο βαθμό. (π.χ., λάμψη προβολέων αυτοκινήτου)



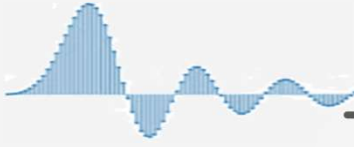
Μεγέθη/ Ιδιότητες Χρωμάτων

Ένταση Χρώματος, Chroma & Κορεσμός

- **Ένταση χρώματος:** Χαρακτηριστικό της οπτικής αντίληψης, κατά το οποίο η χροιά μιας περιοχής ή αντικειμένου εμφανίζεται να είναι λιγότερο ή περισσότερο έντονη.
- **Παράμετρος Chroma:** Η ένταση της χροιάς μιας περιοχής ή ενός αντικειμένου σε σχέση όμως με την ένταση μιας ομοίως φωτιζόμενης περιοχής, η οποία εμφανίζεται ως λευκή (μέγιστη ένταση), ή εκπέμπει σε πολύ μεγάλο βαθμό.
- **Κορεσμός (Saturation):** Η ένταση της χροιάς μιας περιοχής ή ενός αντικειμένου σε αναλογία με την λάμψη του.



Πρακτικά είναι οι παράμετροι που καθορίζουν αν μια απόχρωση είναι ανοιχτή ή σκούρα

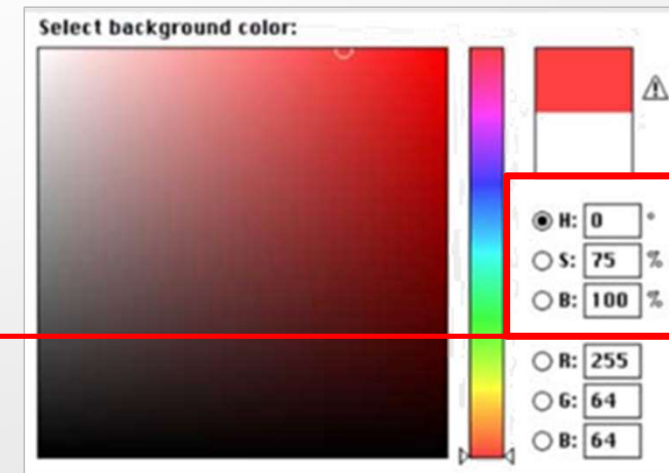


Μεγέθη/ Ιδιότητες Χρωμάτων

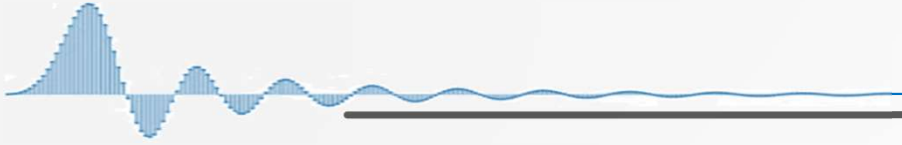
Απαιτούμενος Αριθμός Διαστάσεων

Για τον λεπτομερή και απόλυτα ακριβή προσδιορισμό της εμφάνισης ενός χρώματος απαιτείται ένα διάνυσμα των παρακάτω έξι χαρακτηριστικών:

- ✓ Λάμψη
- ✓ Φωτεινότητα
- ✓ Ένταση χρώματος
- ✓ Τιμή παραμέτρου Chroma
- ✓ Κορεσμός
- ✓ Τιμή χροιάς



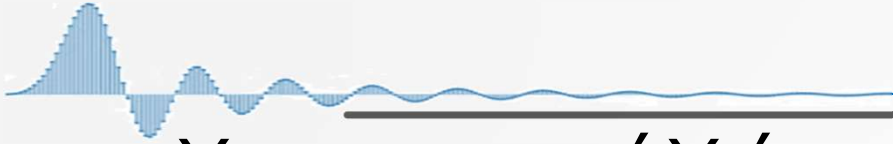
Στην πράξη
χρησιμοποιούνται 3
διαστάσεις συνήθως



Χρωματικοί Χώροι/ Χρωματικά Μοντέλα

Η μεγάλη **ποικιλία των χρωμάτων**, που προσλαμβάνεται από το ανθρώπινο μάτι τόσο **στη φύση** όσο και **στην τέχνη, στα έντυπα** και σε **βιομηχανικές εφαρμογές**, δημιούργησε την ανάγκη κατάταξής τους σε συστήματα ταξινόμησης

- ✓ Στόχος: διευκόλυνση ορισμού χρωμάτων (τυποποίηση)
- ✓ Τρισδιάστατο σύστημα συντεταγμένων
 - ✓ υποσύστημα: αναπαριστά κάθε χρώμα με ένα σημείο
- ✓ Μοντέλα χρωμάτων προσαρμοσμένα σε υλικό/λογισμικό Η/Υ
 - ✓ οθόνες, εκτυπωτές, εφαρμογές διαχείρισης χρωμάτων



Χρωματικοί Χώροι/ Χρωματικά Μοντέλα

Σε εικόνες επιπέδου Γκρι

Εξαγωγή του αρνητικού της εικόνας

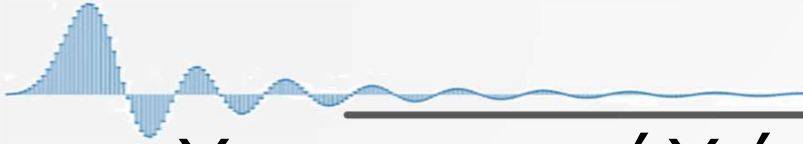
- Αφαιρείται η τιμή του κάθε εικονοστοιχείου της εικόνας από την μέγιστη τιμή φωτεινότητας
- Π.χ. 255 αν πρόκειται για 8-bit



Αρχική Εικόνα



Αρνητικό



Χρωματικοί Χώροι/ Χρωματικά Μοντέλα

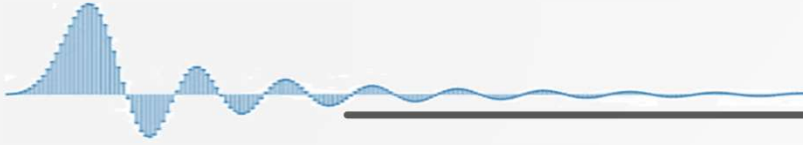
Σε εικόνες επιπέδου Γκρι

Μετατροπή με βάση λογαριθμική κλίμακα

- Πρόκειται επίσης για μια τοπική μετατροπή (point processing)
- Η τιμή από κάθε εικονοστοιχείο λογαριθμίζεται με βάση τον γενικό τύπο

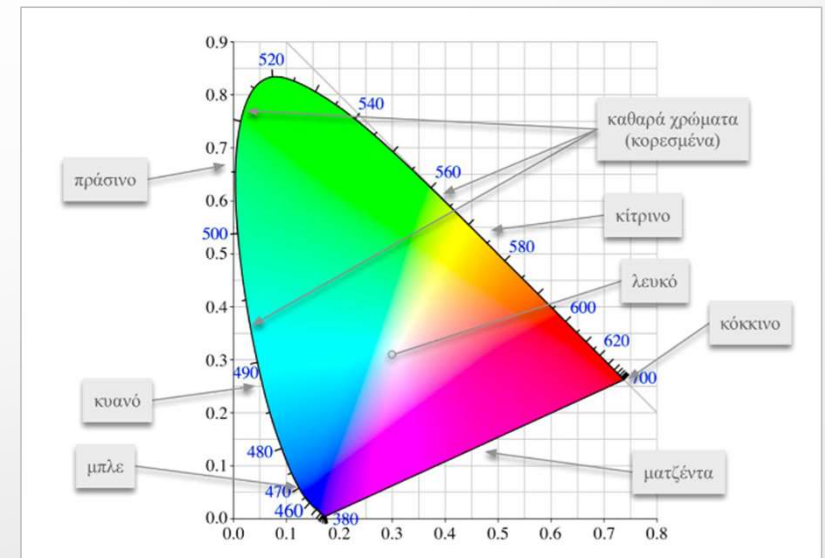


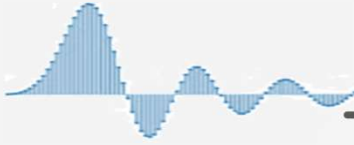
$$y = c \log_{10}(1 + x)$$



Χρωματικοί Χώροι/ Χρωματικά Μοντέλα

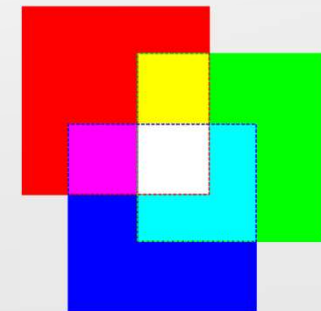
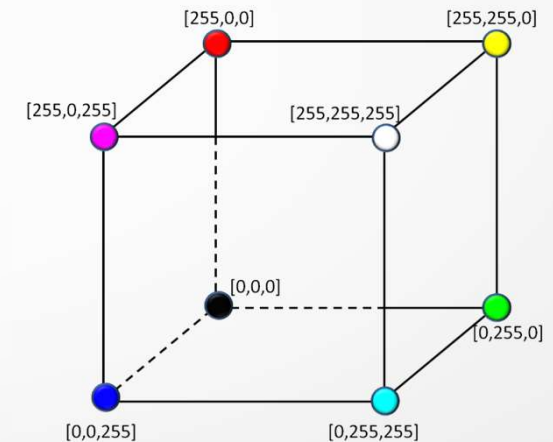
- ✓ Μοντέλα για υλικό
 - RGB (red - green - blue)
 - οθόνες, κάμερες
 - CMY (cyan - magenta - yellow)
 - έγχρωμους εκτυπωτές
 - YIQ (Y - luminance, In phase, Quadrature)
 - τηλεοπτική μετάδοση
- ✓ Μοντέλα για εφαρμογές διαχειρ. χρωμάτων
 - HIS (Hue, Saturation, Intensity)
 - HSV (Hue, Saturation, Value)

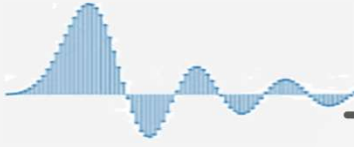




Χρωματικό Μοντέλο RGB

- Προσθετικό μοντέλο με 3 χρωματικές συνιστώσες: Red, Green, Blue
 - Η μίξη τους μας δίνει αρκετά άλλα χρώματα (90% του χρ. φάσματος)
- Κάθε κανάλι έχει 256 διακριτές τιμές [0-255] (0: σκοτάδι)
- Αριστερά: το διάγραμμα του χρωματικού μοντέλου RGB (χωρίς ενδιάμεσες αποχρώσεις), Δεξιά: παράδειγμα μίξης των 3 καναλιών

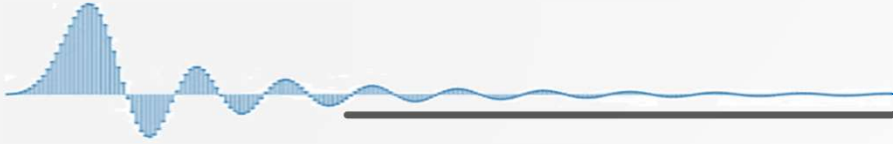




Χρωματικό Μοντέλο RGB

- Οι εικόνες RGB αποτελούνται από 3 ανεξάρτητα επίπεδα , 1 για κάθε χρώμα



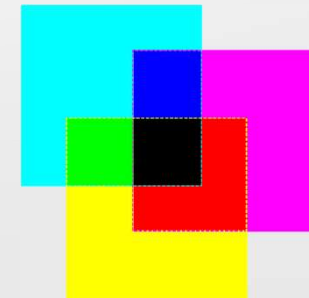
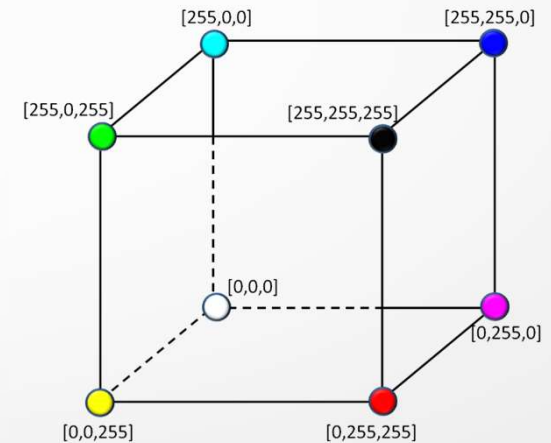


Χρωματικό Μοντέλο CMY(K)

Cyan, Magenta, Yellow, black

(Συμπληρωματικό του RGB)

- Χρήση σε εκτυπωτές → Γιατί;
 - Η οθόνες έχουν μαύρο υπόβαθρο
 - Αντιθέτως τυπώνουμε σε άσπρο χαρτί



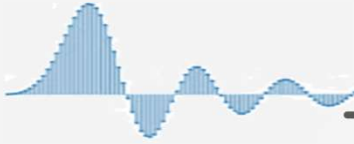


Χρωματικό Μοντέλο CMY(K)

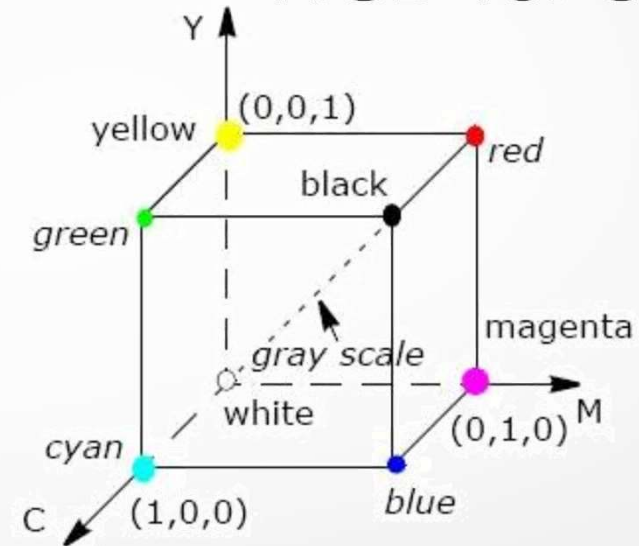
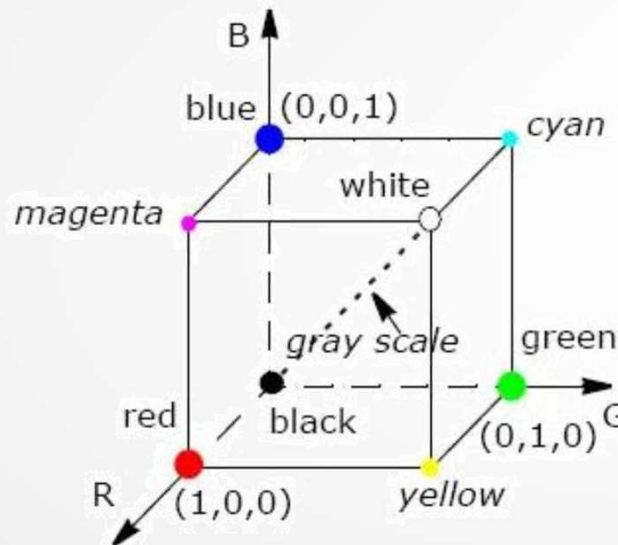
- ✓ Λόγω του γεγονότος ότι δεν υπάρχουν διαθέσιμα ως αμιγή χρώματα τα τρία βασικά Cyan, Magenta, Yellow.
- ✓ Δεν μπορεί να τυπωθεί το καθαρό μαύρο
- ✓ Επεκτάθηκε το μοντέλο CMY σε
- ✓ CMYK (Cyan, Magenta, Yellow, Black).



CMYK



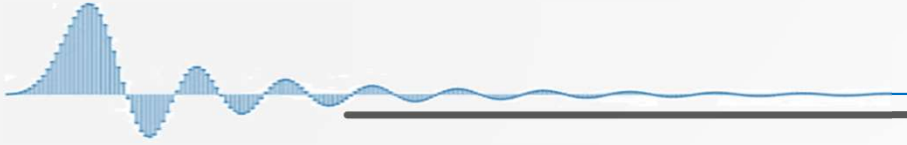
RGB vs. CMYK



- Μετατροπή RGB σε CMY

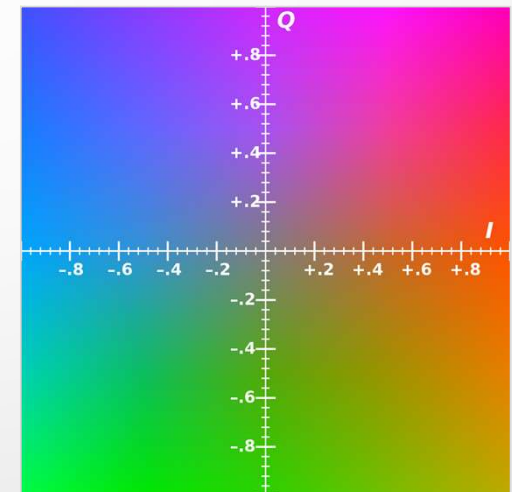
- RGB στην αρχή αξόνων είναι το μαύρο (0,0,0)
- CMY στην αρχή αξόνων είναι το λευκό (0,0,0)
- Κανονικοποίηση στο [0,1] ->

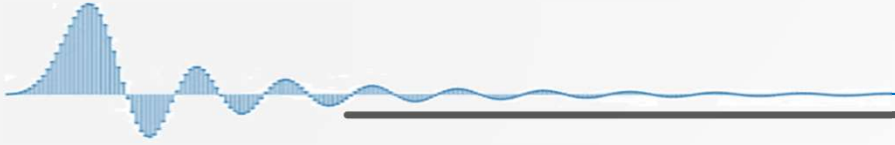
$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix}$$



Χρωματικό Μοντέλο ΥΙQ

- ✓ 3 βασικά χαρακτηριστικά
 - φωτεινότητα (Y)
 - χρωματική καθαρότητα (I, Q)
- ✓ Κύρια χρήση στην έγχρωμη τηλεοπτική μετάδοση
 - στην ουσία είναι επανακωδικοποίηση του RGB με συμβατότητα στην ασπρόμαυρη τηλεόραση
 - συμβατότητα μέσω του Y παράγοντα





Χρωματικό Μοντέλο ΥΙQ

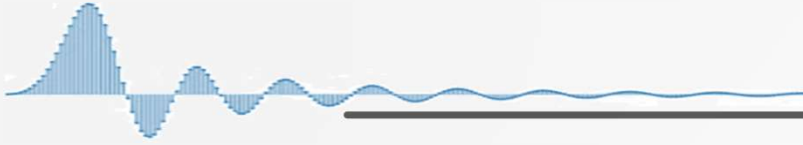
- Διακύμανση τιμών
 - Y: [0,1]
 - I: [-0.523, 0.523]
 - Q: [-0.596, 0.596]

RGB -> ΥΙQ

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.0523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

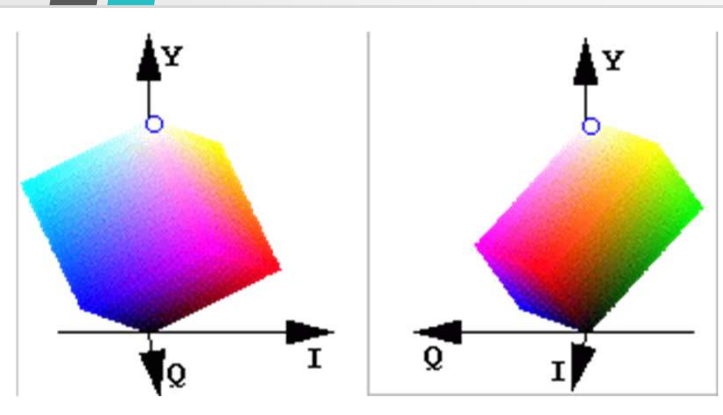
ΥΙQ -> RGB

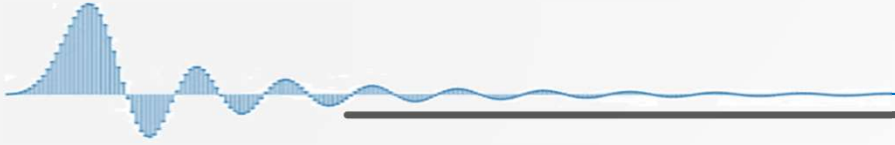
$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & \frac{2401}{2532} & \frac{395}{633} \\ 1 & -\frac{233}{844} & -\frac{135}{211} \\ 1 & -\frac{2799}{2532} & \frac{365}{211} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix}$$



Χρωματικό Μοντέλο ΥΙQ

- Στην πραγματικότητα το σύστημα αξόνων του RGB μοντέλου έχει υποστεί μια μετατροπή περιστροφής





Χρωματικά Μοντέλα YCbCr/YPbPr

- ✓ **Y**: Φωτεινότητα
- ✓ **CbCr & PbPr**: τιμή χρώματος ψηφιακό & αναλογικό σήμα
- ✓ **Cb/Pb**: αντιπροσωπεύει την διαφορά μεταξύ του γαλάζιου και μιας τιμής αναφοράς
- ✓ **Cr/Pr**: αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ του κόκκινου και μιας τιμής αναφοράς

RGB → YPbPr

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$Pb = -0.1687R - 0.3313G + 0.5B + 128$$

$$Pr = 0.5R - 0.4187G - 0.0813B + 128$$

RGB → YCbCr

$$Y = 65.481R + 128.553G + 24.966B + 16$$

$$Cb = -37.797R - 74.203G + 112.0B + 128$$

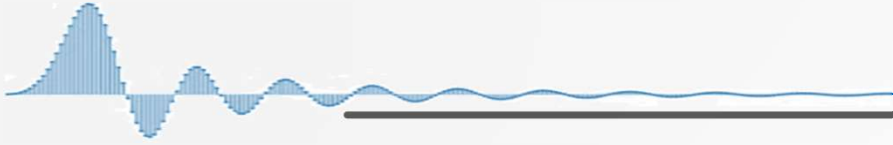
$$Pr = 112.0R - 93.786G - 18.214B + 128$$

RGB → YCbCr

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

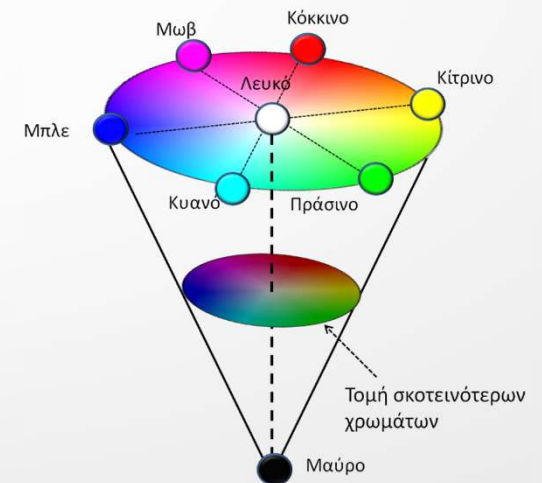
$$Cb = -0.1687R - 0.3313G + 0.5B + 128$$

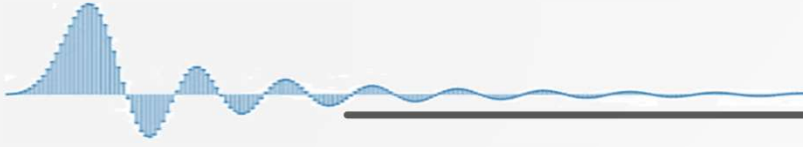
$$Cr = 0.5R - 0.4187G - 0.0813B + 128$$



Χρωματικό Μοντέλο HSI

- Hue, Saturation, Intensity
 - Απόχρωση (χρoιά), καθαρότητα (κορεσμός), ένταση
 - βάσει του πως βλέπει το ανθρώπινο μάτι
- Hue
 - χρώμα που αντιλαμβανόμαστε λόγω μήκους κύματος
- Saturation
 - καθαρότητα χρώματος (πόσο λευκό περιλαμβάνει)
- Intensity
 - φωτεινότητα ή επίπεδο ενέργειας φωτός – ανεξάρτητο από το χρώμα

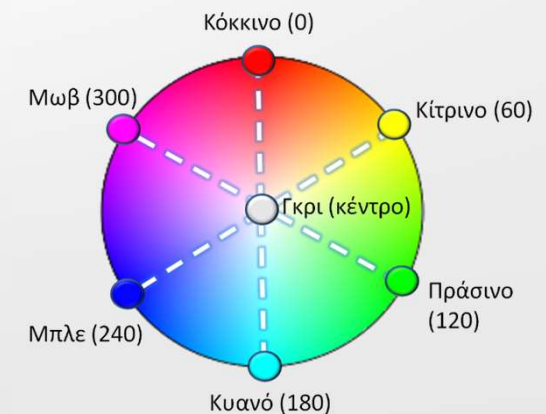


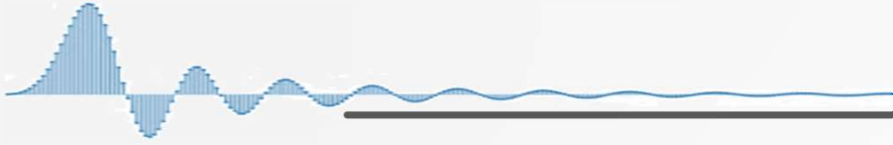


Χρωματικό Μοντέλο HSI

- ✓ Τα μοντέλα αυτά συναντώνται και με τις ονομασίες **HSB** και **HSI** όταν το τρίτο κανάλι ονομάζεται **λαμπρότητα (Brightness)** ή **ένταση (Intensity)**
- ✓ Η διαφορά των δύο μοντέλων έγκειται στον τρόπο αναπαράστασης του τρίτου καναλιού, η οποία τροποποιεί και το τελικό διάγραμμα τους.

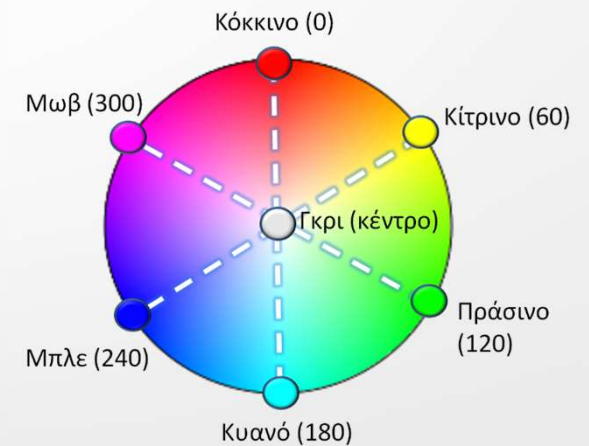
Η **χροιά** είναι ο κύριος παράγοντας διαχωρισμού των χρωμάτων. Κωδικοποιείται ως ένα σημείο της περιφέρειας ενός χρωματικού δίσκου και το κανάλι της χροιάς λαμβάνει τιμές στο διάστημα $[0-360]$. Το **κόκκινο τοποθετείται στη θέση 0°** , το πράσινο στη θέση 120° και το μπλε στη θέση 240° . Στα τόξα που αντιστοιχούν στις ενδιαμέσες γωνίες των βασικών χρωμάτων τοποθετούνται τα δευτερεύοντα χρώματα (π.χ. το κίτρινο στη γωνία 60° κ.ο.κ.) και προφανώς και οι χροιές όλων των ενδιαμέσων καθαρών χρωμάτων που υπάρχουν. Με την έννοια «καθαρά», εννοούνται τα χρώματα που έχουν τη μέγιστη τιμή κορεσμού.

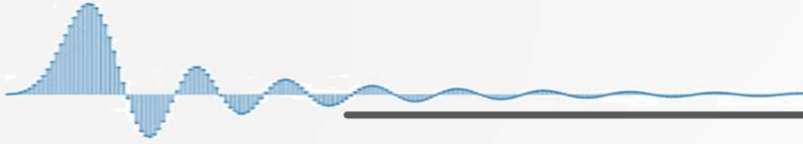




Χρωματικό Μοντέλο HSI

- Διατρέχει την ακτίνα του κύκλου από το κέντρο του έως την περιφέρεια και λαμβάνει τιμές στο διάστημα $[0,1]$
 - 0: κέντρο κύκλου \rightarrow αποχρώσεις γκρι
 - 0.5: απόχρωση όπου το χρώμα έχει 50% καθαρή χροιά και 50% προσμίξεις της απόχρωσης του γκρι της αντίστοιχης φωτεινότητας του τρίτου καναλιού





Χρωματικό Μοντέλο HSI

- Μετατροπή από RGB σε HSI

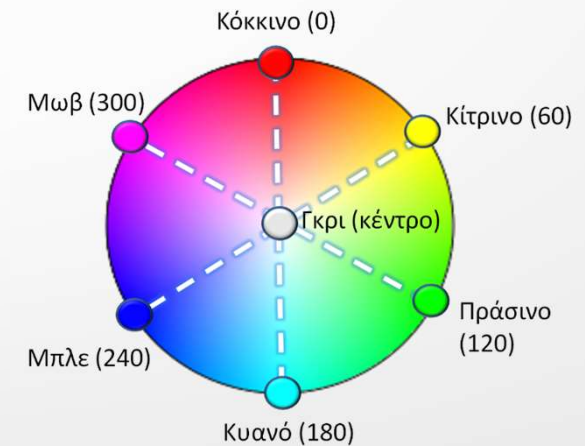
$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

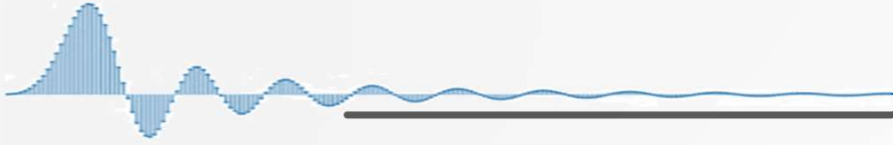
$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} [\min(R, G, B)]$$

$$H = \cos^{-1}\left(\frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - R)}}\right)$$

- Μετατροπή από HIS σε RGB

- διαφορετική αντιμετώπιση ανάλογα με το H του χρώματος



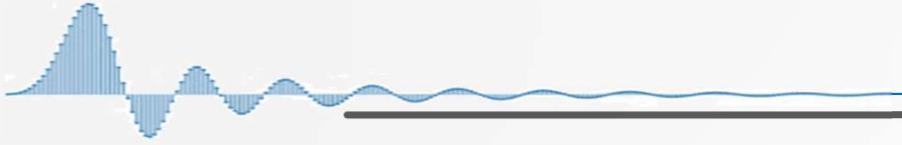


Χρωματικό Μοντέλο HSI

- Κανάλια HSI

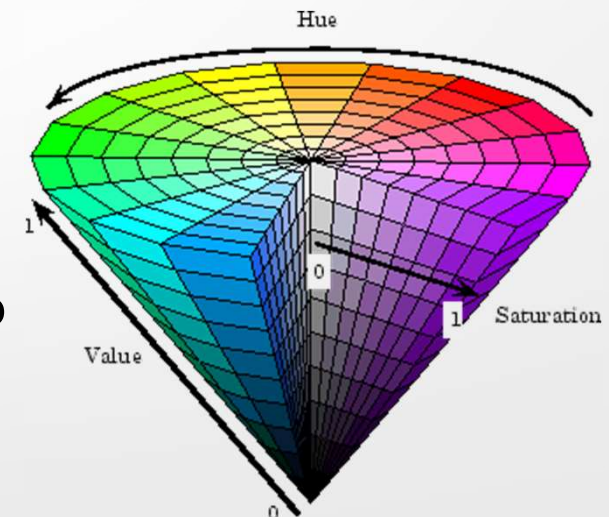


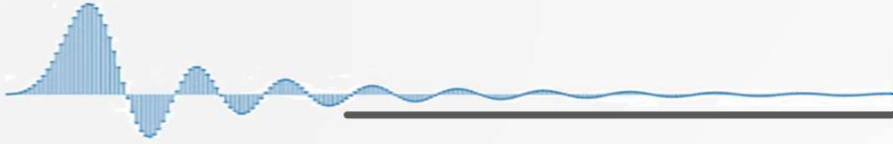
Αρχική



Χρωματικό Μοντέλο HSV

- ✓ Επινοήθηκε το 1978 από τον A. R. Smith
- ✓ Hue, Saturation, Value
απόχρωση $[0^\circ, 360^\circ]$, καθαρότητα $[0, 1]$, τιμή $[0, 1]$
τιμή: βαθμός μίξης καθαρού χρώματος με το μαύρο
- ✓ Υπολογισμός V
 - $V = \max(R, G, B)$
 - R, G, B στη κλίμακα $[0, 255]$

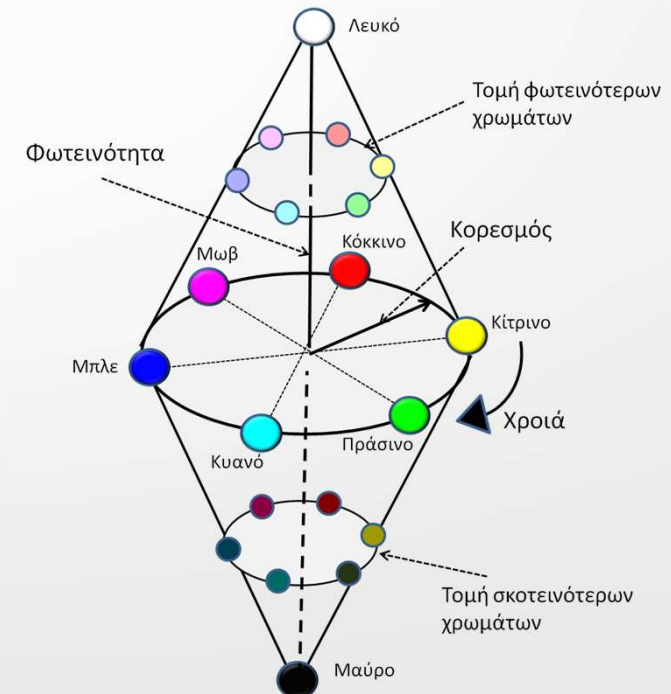


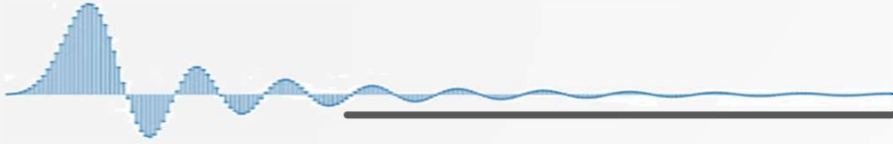


Χρωματικό Μοντέλο HSL

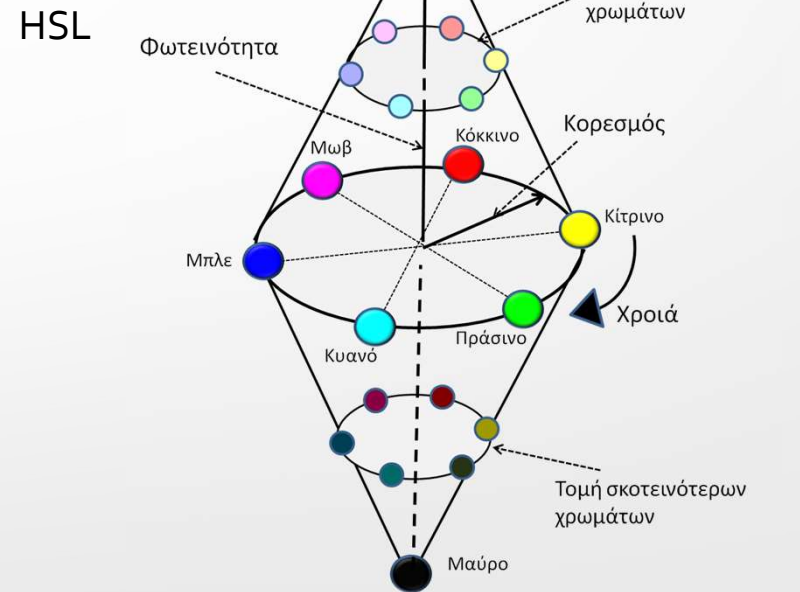
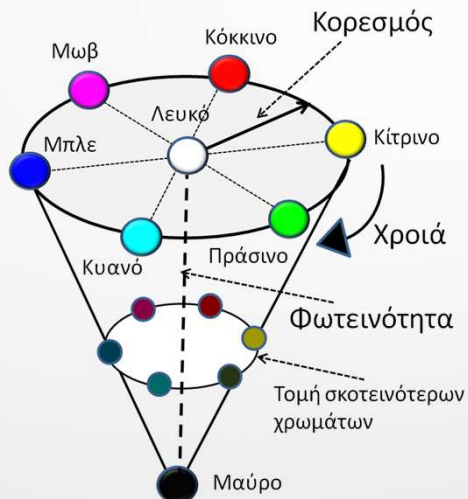
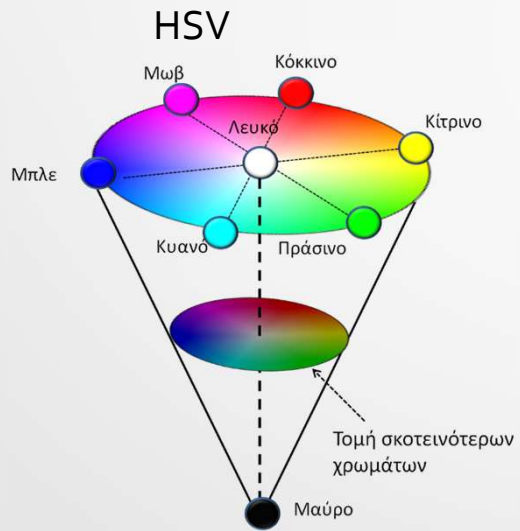
- Hue, Saturation, Lightness
 - Lightness: καθαρότητα χρώματος
 - τιμή: βαθμός μίξης καθαρού χρώματος με το μαύρο
- Υπολογισμός L

$$L = \frac{\min(R, G, B) + \max(R, G, B)}{2}$$





HSV vs. HSL



- Οι διαφάνειες βασίζονται στο υλικό του Καθηγητή κ. Ν. Βασιλά για το μάθημα «Επεξεργασία Εικόνας», ακαδημ. έτος 2017-2018, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής.
- Βιβλίο Αναγνωστόπουλος

Βιβλιογραφία