



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΠΑΤΡΩΝ  
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά  
μαθήματα ΠΠ

# Ρομποτικά Συστήματα

Ενότητα 1: Εισαγωγή στην ψηφιακή επεξεργασία  
εικόνας

Αντώνιος Τζες – Ευάγγελος Δερματάς  
Σχολή Πολυτεχνική  
Τμήμα ΗΜ&ΤΥ

# Σκοποί ενότητας

- Στόχος της ενότητας είναι η παρουσίαση εισαγωγικών εννοιών ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας

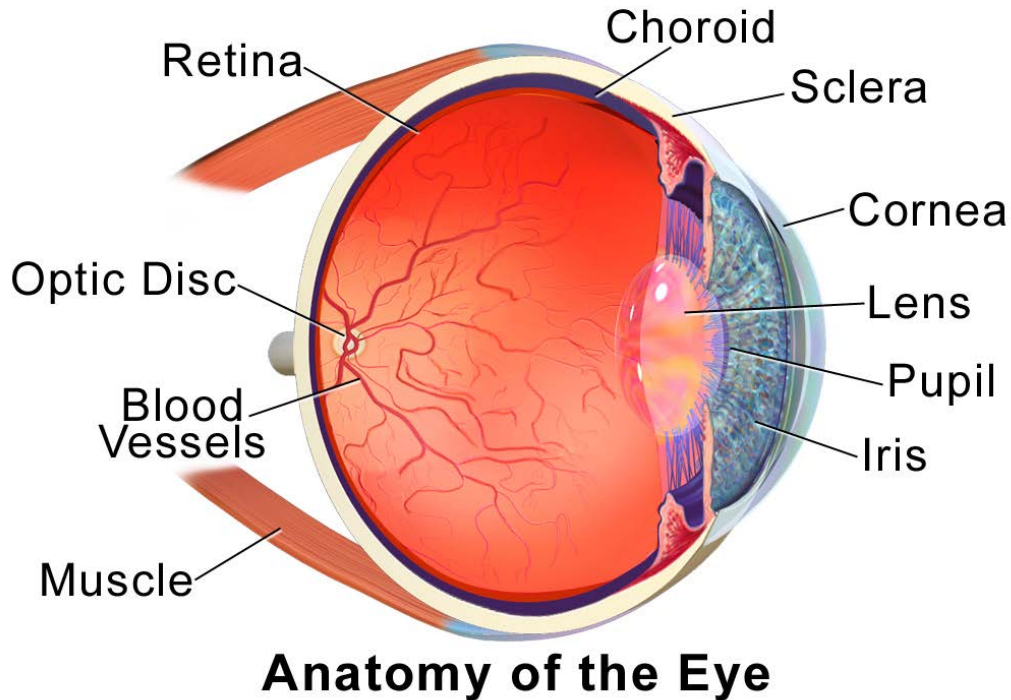


# Περιεχόμενα ενότητας

- Παρουσίαση του ανθρώπινου ματιού
- Σύνδεση μεθόδου λειτουργίας του ματιού με την έννοια της ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας.
- Παρουσίαση βασικών εννοιών ψηφιακής επεξεργασίας εικόνας.



# Το ανθρώπινο μάτι



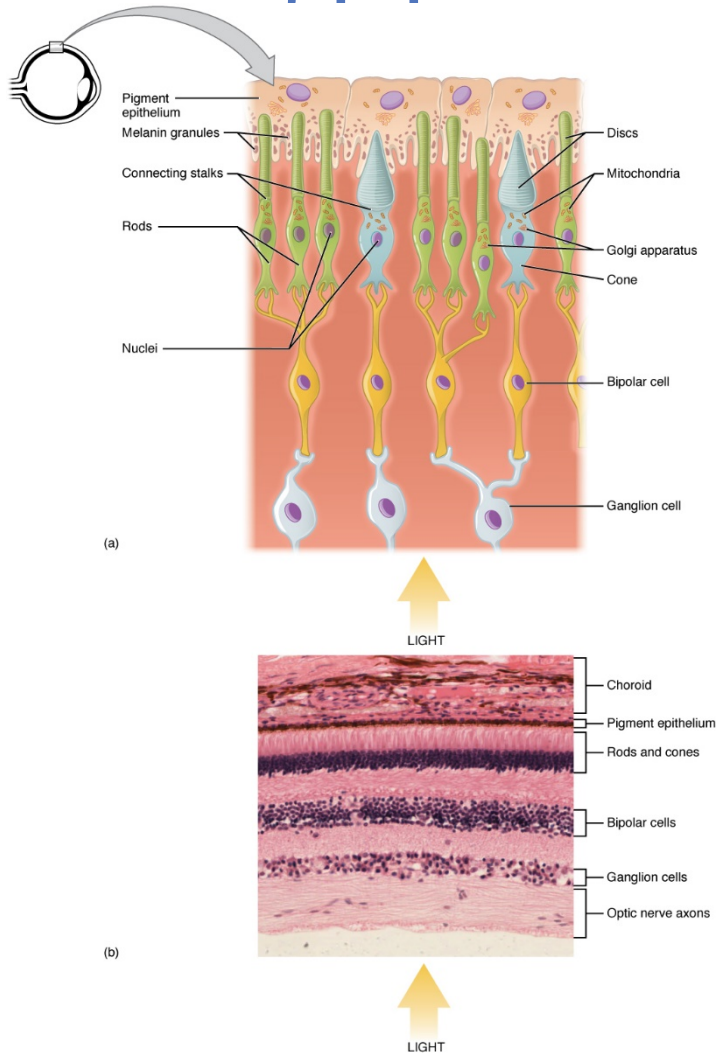
Εικόνα 1: Το ανθρώπινο μάτι

- Ραβδία  
Υψηλή ευαισθησία
- Κονία  
Έγχρωμη όραση
- Τρία είδη  
Υψηλή, μέση, χαμηλή  
συχνότητα

Πηγή: Blausen.com staff. "Blausen gallery 2014". *Wikipedia Journal of Medicine*. DOI:10.15347/wjm/2014.010. ISSN 20018762. (CC 3.0)



# Διάταξη φωτοευαίσθητων κυττάρων



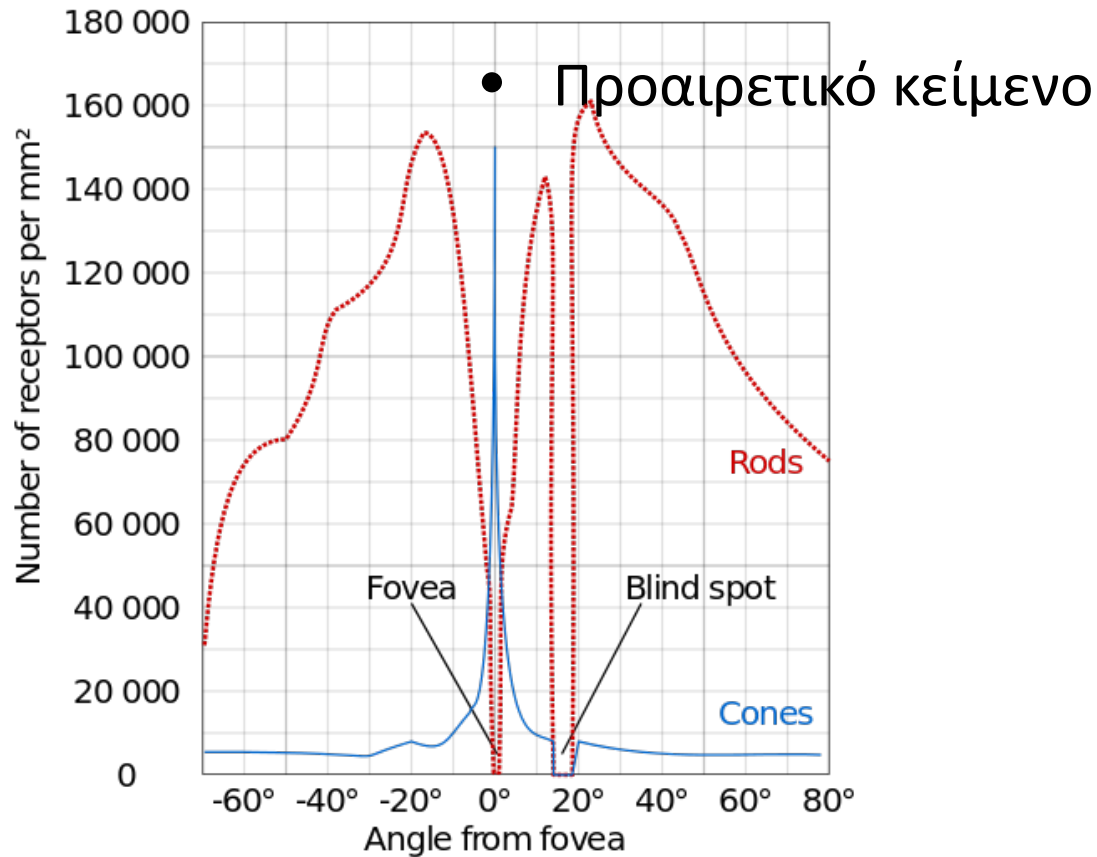
- Ganglion
- Amacrine
- Bipolar
- Horizontal
- Photoreceptors
- Pigmented Epithelium

Πηγή: Anatomy & Physiology, Connexions Web site. <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013 (CC 3.0)

Εικόνα 2: Διάταξη φωτοευαίσθητων κυττάρων



# Πυκνότητα ραβδία - κωνία

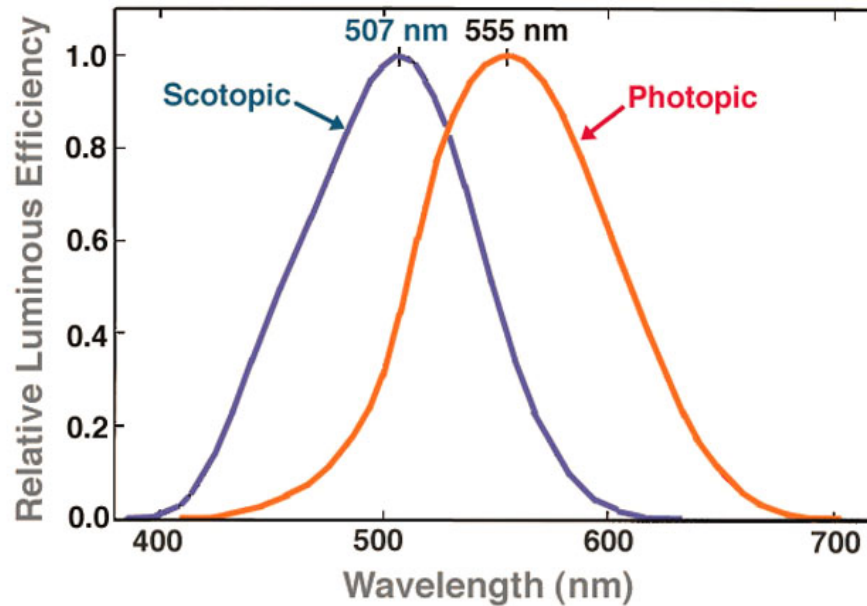


Εικόνα 3: Πυκνότητα ραβδία - κωνία

Πηγή: "Human photoreceptor distribution" by Cmglee - Own work.  
Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons -  
[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human\\_photoreceptor\\_distribution.svg#/media/File:Human\\_photoreceptor\\_distribution.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human_photoreceptor_distribution.svg#/media/File:Human_photoreceptor_distribution.svg)



# Φασματική ευαισθησία ραβδίων - κωνίων



κείμενο

Figure 10. The scotopic and the photopic curves of relative spectral luminous efficiency as specified by the CIE (normalised values).

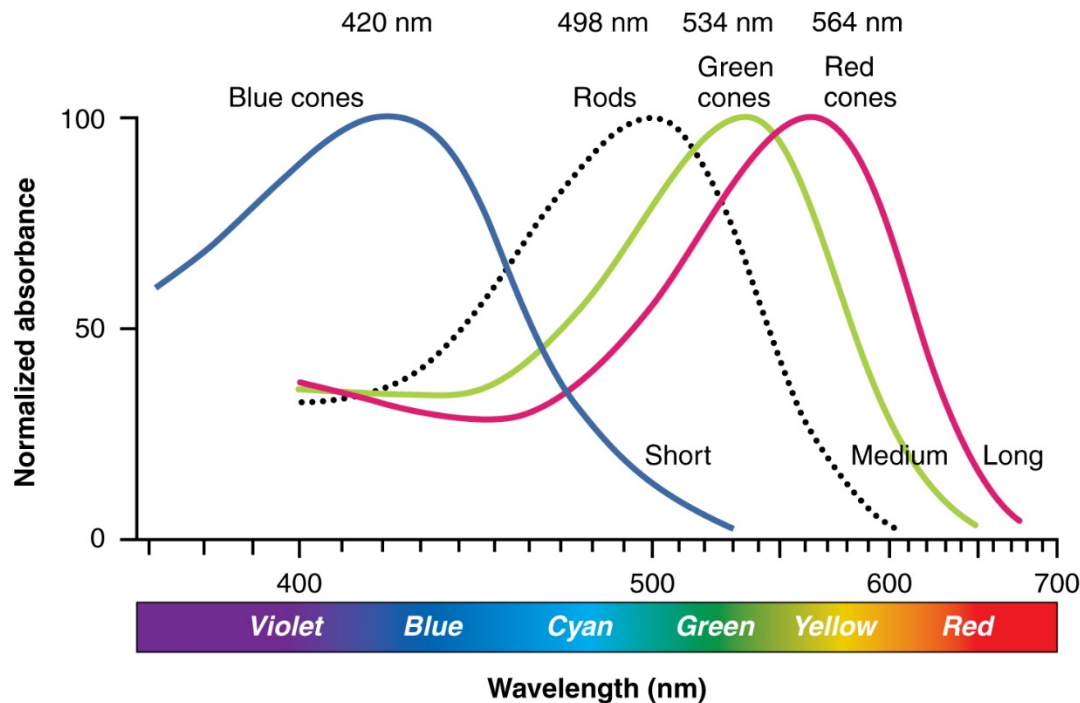
Εικόνα 4: Φασματική ευαισθησία ραβδίων – κωνίων (κανονικοποιημένες τιμές)

Πηγή: Psychophysics of Vision by Michael Kalloniatis and Charles Luu,  
URL: <http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/psychophysics-of-vision/>, (CC BY-ND 3.0)



# Φασματική ευαισθησία ραβδίων - κωνίων

ό κείμενο



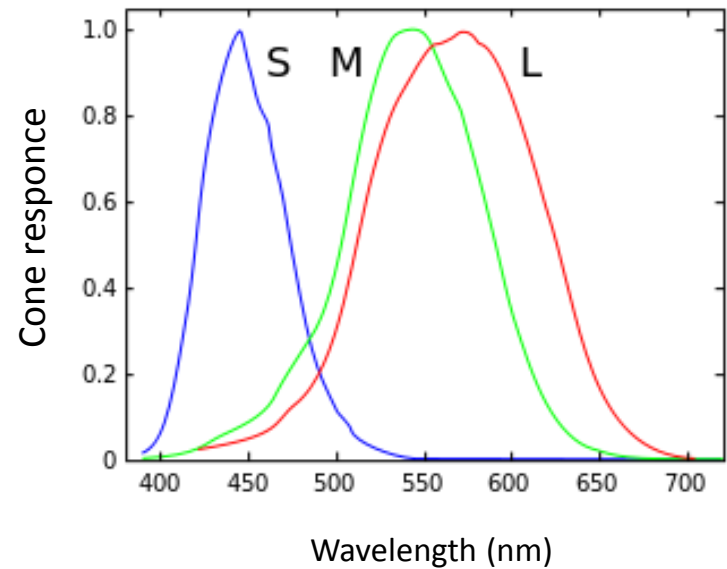
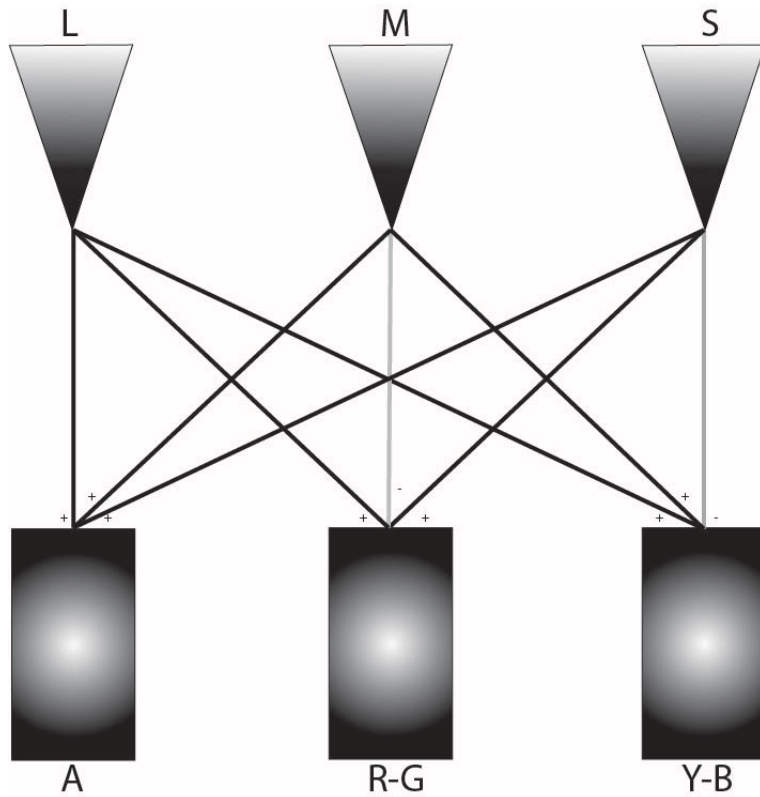
Εικόνα 5: Δείκτης απορρόφησης ανθρώπινου φωτοδέκτη για διαφορετικά μήκη κύματος

Πηγή: "1416 Color Sensitivity" by OpenStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Web site. <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013.. Licensed under CC BY 3.0 via Wikimedia Commons - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1416\\_Color\\_Sensitivity.jpg#/media/File:1416\\_Color\\_Sensitivity.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1416_Color_Sensitivity.jpg#/media/File:1416_Color_Sensitivity.jpg)





# Αντίληψη χρωμάτων

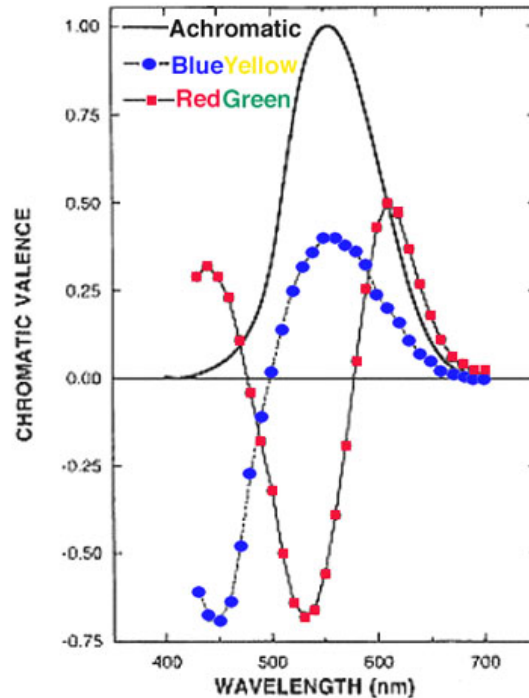


Πηγή: "Cones SMJ2 E" by Vanessaezekowitz at en.wikipedia. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cones\\_SMJ2\\_E.svg#/media/File:Cones\\_SMJ2\\_E.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cones_SMJ2_E.svg#/media/File:Cones_SMJ2_E.svg)

Εικόνα 6: Αντίληψη χρωμάτων



# Αντίληψη χρωμάτων



- Προαιρετικό κείμενο

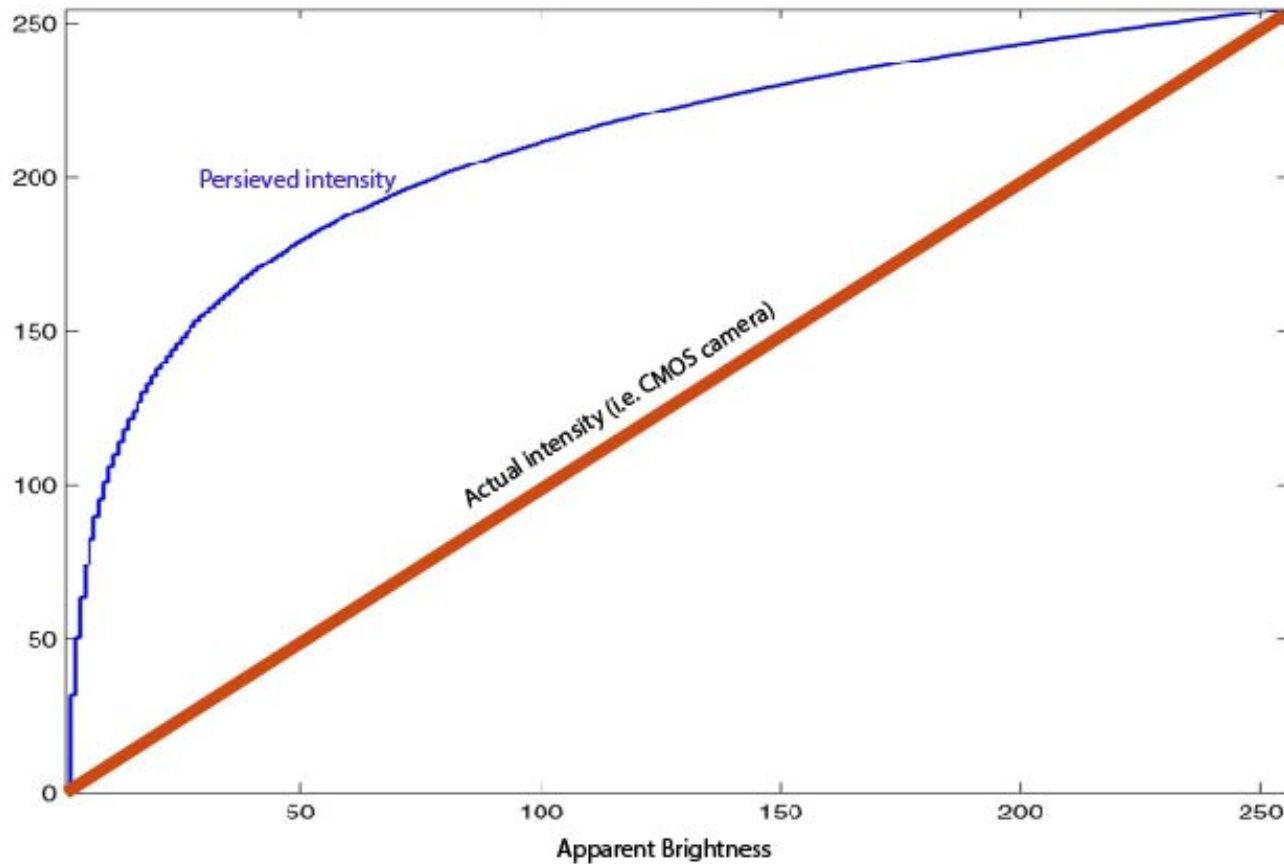
Figure 15. Hurvich and Jameson experiment using blue or yellow AND red or green to match all wavelengths of the visible spectrum (Hurvich and Jameson's data (1957) from Benjamin, W. J. (Ed), Borish's Clinical Refraction. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1998).

Εικόνα 7: Αντίληψη χρωμάτων

Πηγή: [Color Perception by Michael Kalloniatis and Charles Luu](http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/color-perception/), URL: <http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/color-perception/>, (CC BY-ND 3.0)



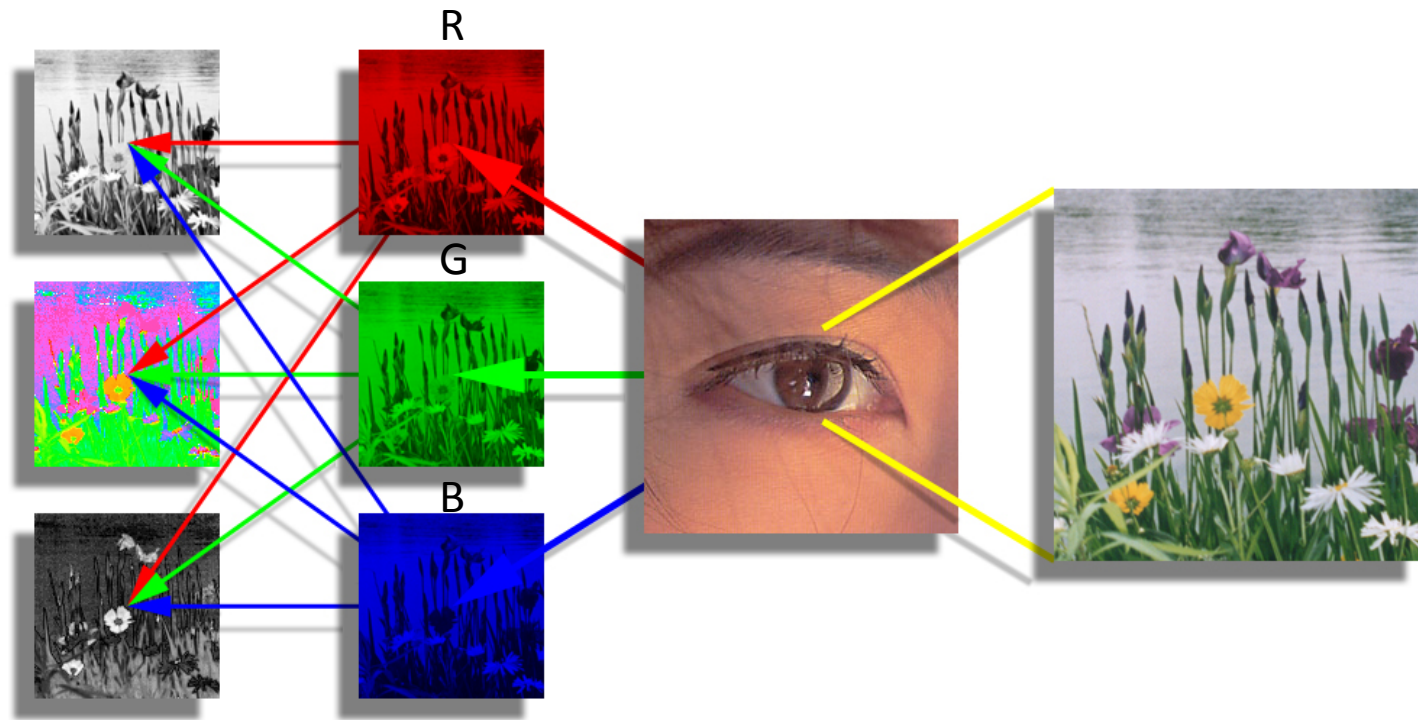
# Αντίληψη φωτεινότητας



Εικόνα 8: Λογαριθμικό διάγραμμα αντίληψης φωτεινότητας ανθρώπινου ματιού



# Αντίληψη χρωμάτων

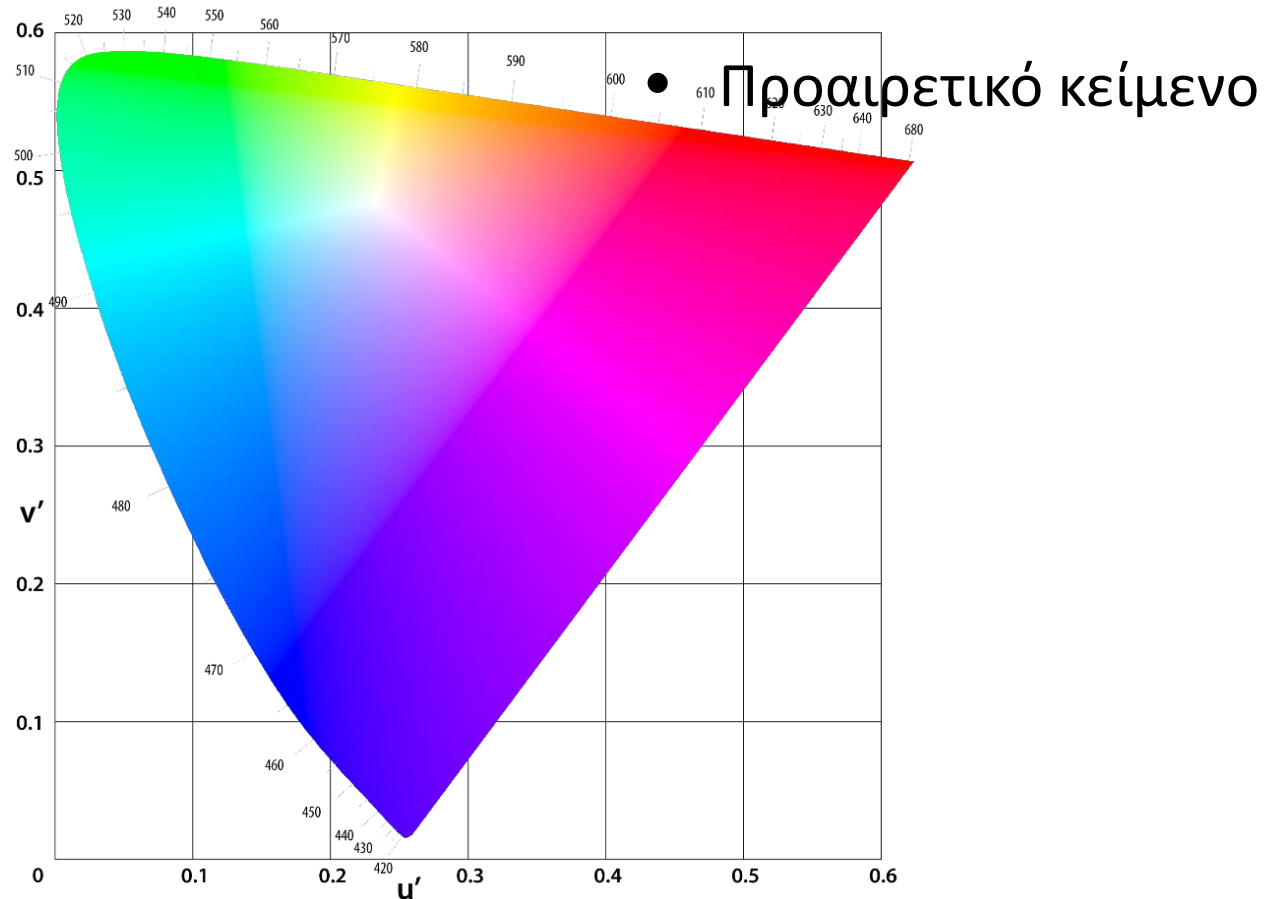


Εικόνα 9: Παραμόρφωση εικόνας μέσω τροποποίησης χρωματικών εντάσεων

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Διαγράμματα χρωματικότητας (CIE 1976)



Εικόνα 10: Διάγραμμα χρωματικότητας κατά CIE 1976

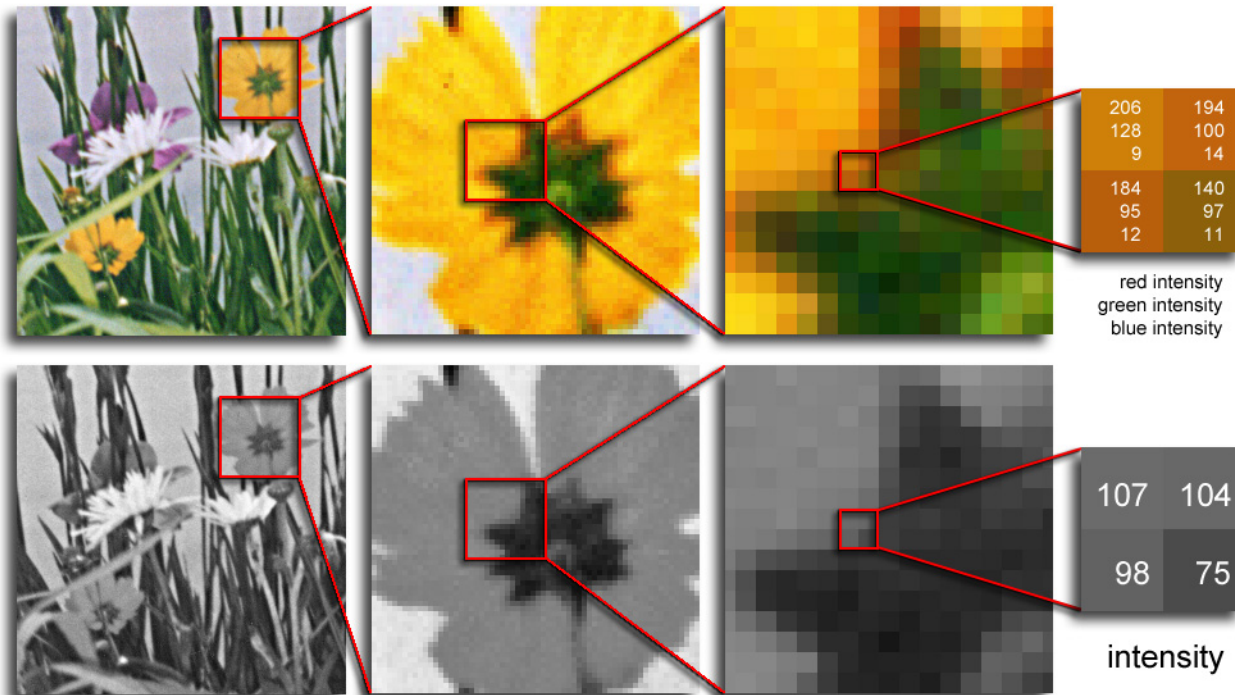
Πηγή: "CIE 1976 UCS" by Adoniscik - Own work. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIE\\_1976\\_UCS.png#/media/File:CIE\\_1976\\_UCS.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIE_1976_UCS.png#/media/File:CIE_1976_UCS.png)



# Ψηφιοποίηση εικόνας

- Στις έγχρωμες εικόνες έχουμε 3 τιμές ανά pixel. Στις μονοχρωματικές 1.



- Κάθε εικόνα αποτελεί ένα πλέγμα τετραγώνων που καλούμε pixel
- Ένα pixel μπορεί να λαμβάνει σε μία εικόνα μόνο ένα χρώμα.
- ADC, θόρυβος κβαντισμού (πλάτος, χώρος)

Εικόνα 11: Τιμές Pixel για έγχρωμη και μονοχρωματική εικόνα

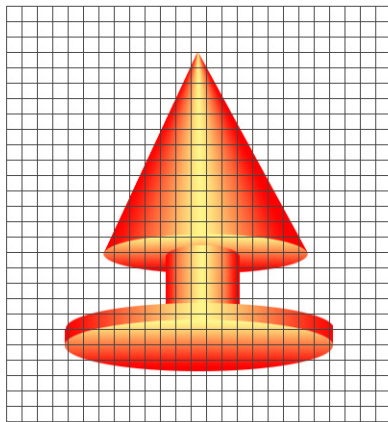
Πηγή: Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Ψηφιοποίηση εικόνας

$$B_{c,i} = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} R(\lambda)I(\lambda)F_i(\lambda)H_c(\lambda)d\lambda$$

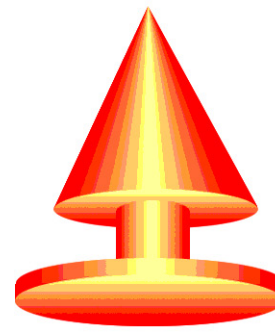
Pixel Grid



Αρχική



Χωρική ψηφ.



Ψηφ. Πλάτους



Τελική

Εικόνα 12: Αποτελέσματα ψηφιοποίησης εικόνας

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Επεξεργασία εικονοστοιχείου

- Διόρθωση φωτεινότητας και αντίθεσης
- Διόρθωση  $\gamma$
- Κανονικοποίηση ιστογράμματος
- Ισοστάθμιση ιστογράμματος
- Διόρθωση χρώματος

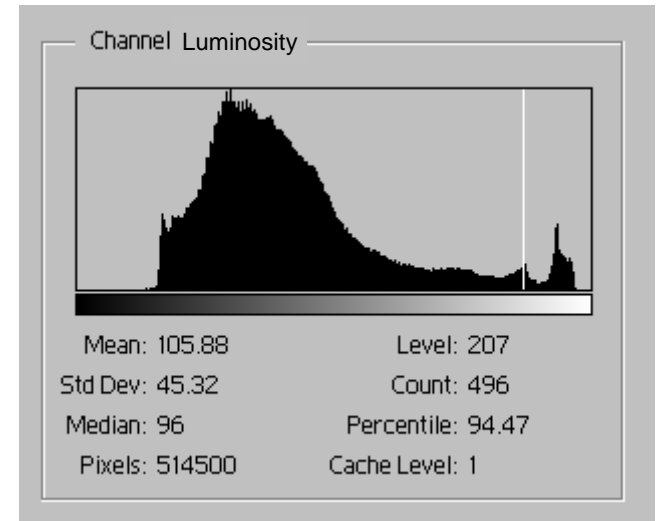




# Ιστόγραμμα



$h_i(g+1)$  = the number of pixels in  $I$  with intensity level,  $g$ .

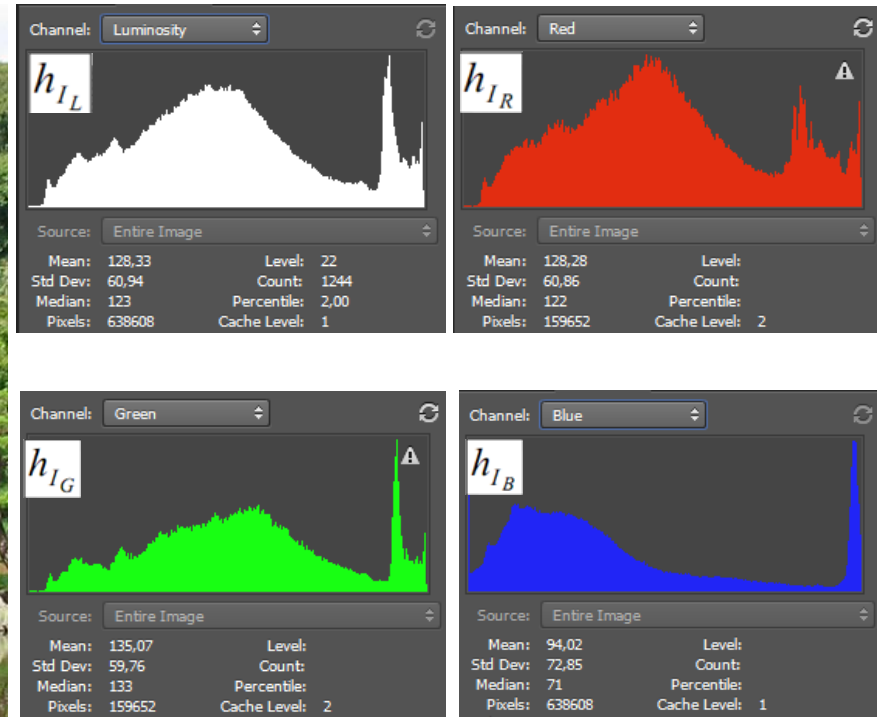


Εικόνα 13: Ιστόγραμμα μονοχρωματικής εικόνας

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Image Histograms», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Ιστόγραμμα



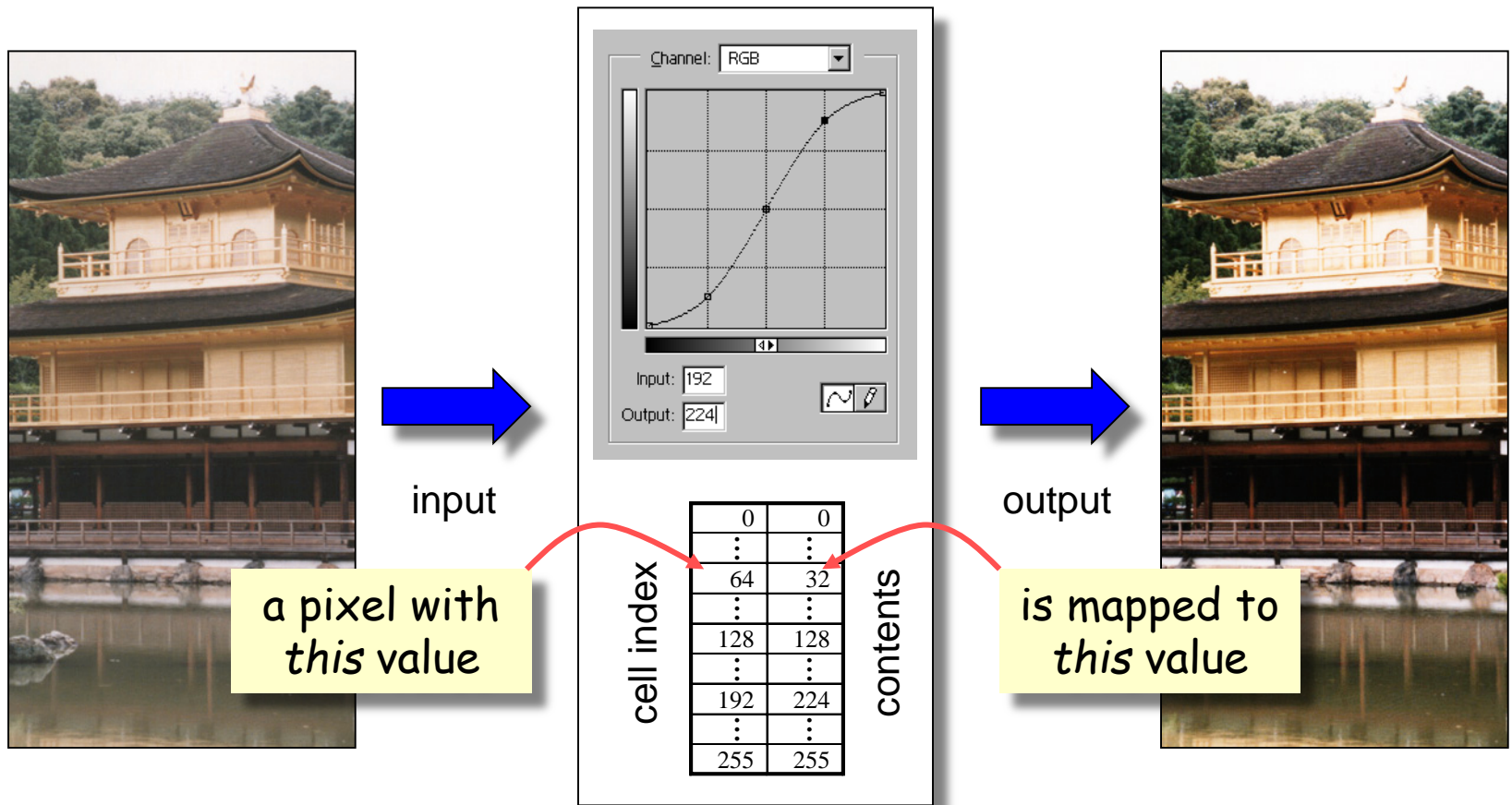
Εικόνα 14: Ιστόγραμμα πολυχρωματικής εικόνας

- Υπάρχει ένα ιστόγραμμα ανά χρώμα (R, G, B)
- Η φωτεινότητα προκύπτει από ένα κανάλι  $(R+G+B)/3$

Πηγή: "Kinkakuji 2004-09-21". Licensed under CC BY-SA 2.5 via Wikimedia Commons - [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinkakuji\\_2004-09-21.jpg#/media/File:Kinkakuji\\_2004-09-21.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinkakuji_2004-09-21.jpg#/media/File:Kinkakuji_2004-09-21.jpg)



# Διόρθωση $\gamma$



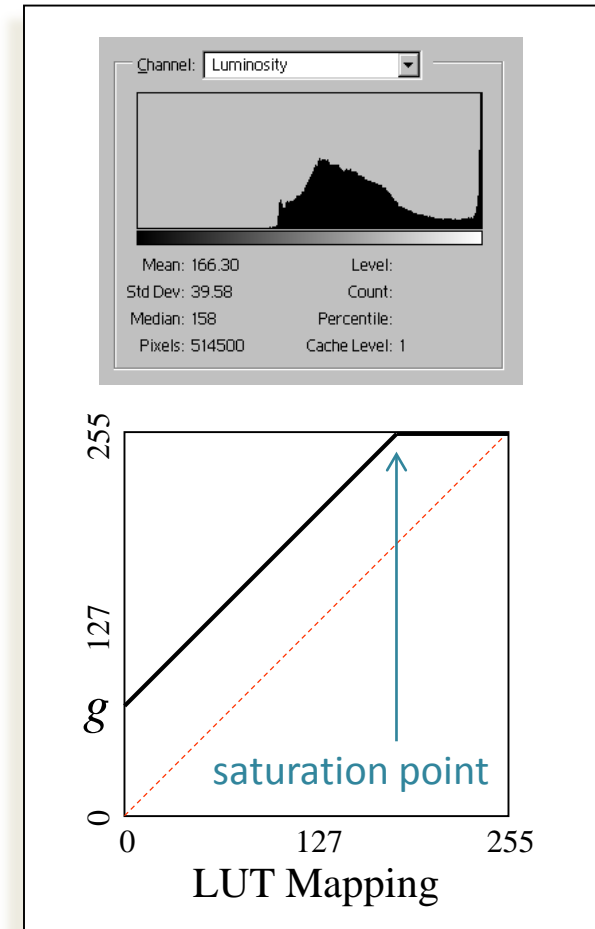
Εικόνα 15: Διόρθωση  $\gamma$  1-καναλιού με look up table σε εικόνα 3-καναλιών

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)





# Αύξηση φωτεινότητας



$$\mathbf{J}(r,c,b) = \begin{cases} \mathbf{I}(r,c,b) + g, & \text{if } \mathbf{I}(r,c,b) + g < 256 \\ 255, & \text{if } \mathbf{I}(r,c,b) + g > 255 \end{cases}$$

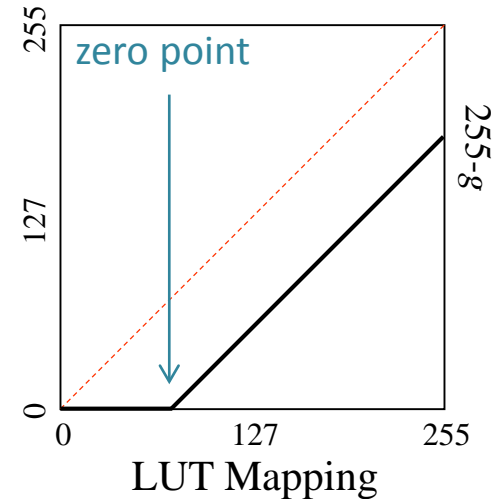
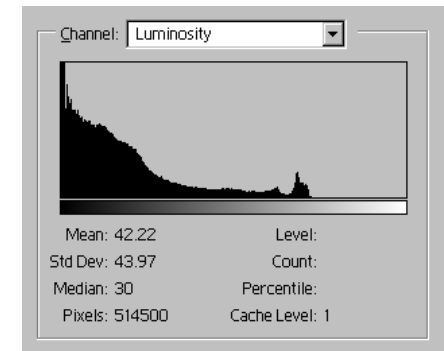
$g \geq 0$  and  $b \in \{1,2,3\}$  is the band index.

Εικόνα 16: Αύξηση φωτεινότητας σε εικόνα

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Μείωση φωτεινότητας



$$\mathbf{J}(r,c,b) = \begin{cases} 0, & \text{if } \mathbf{I}(r,c,b) - g < 0 \\ \mathbf{I}(r,c,b) - g, & \text{if } \mathbf{I}(r,c,b) - g > 0 \end{cases}$$

$g \geq 0$  and  $b \in \{1,2,3\}$  is the band index.

Εικόνα 17: Μείωση φωτεινότητας σε εικόνα

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

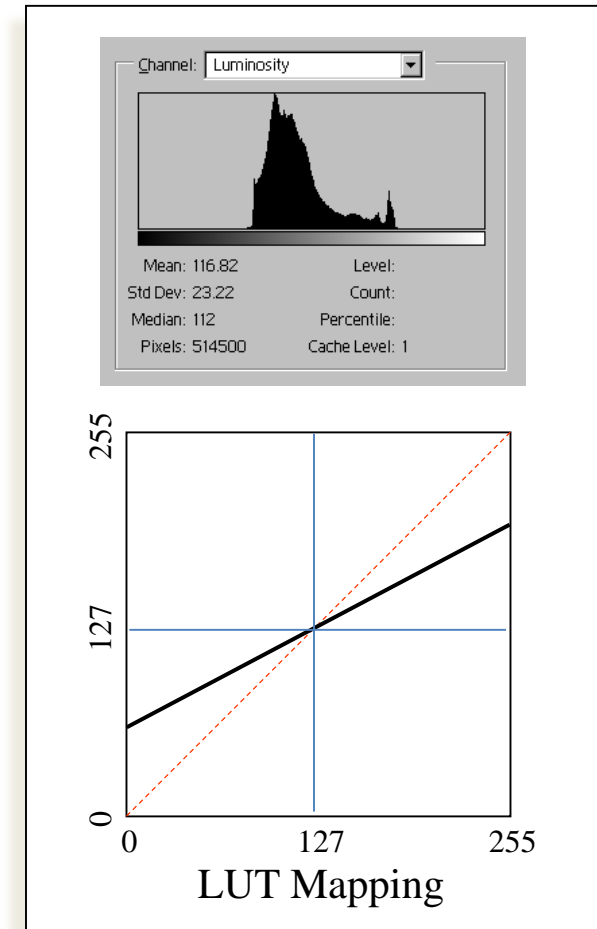


# Διόρθωση αντίθεσης



$T(r,c,b) = a[\mathbf{I}(r,c,b) - s] + s$ ,  
where  $0 \leq a < 1.0$ ,  
 $s \in \{0,1,2,\dots,255\}$ , and  
 $b \in \{1,2,3\}$ .

$s$  is the  
center of  
the contrast  
function.  
Here  $s=127$

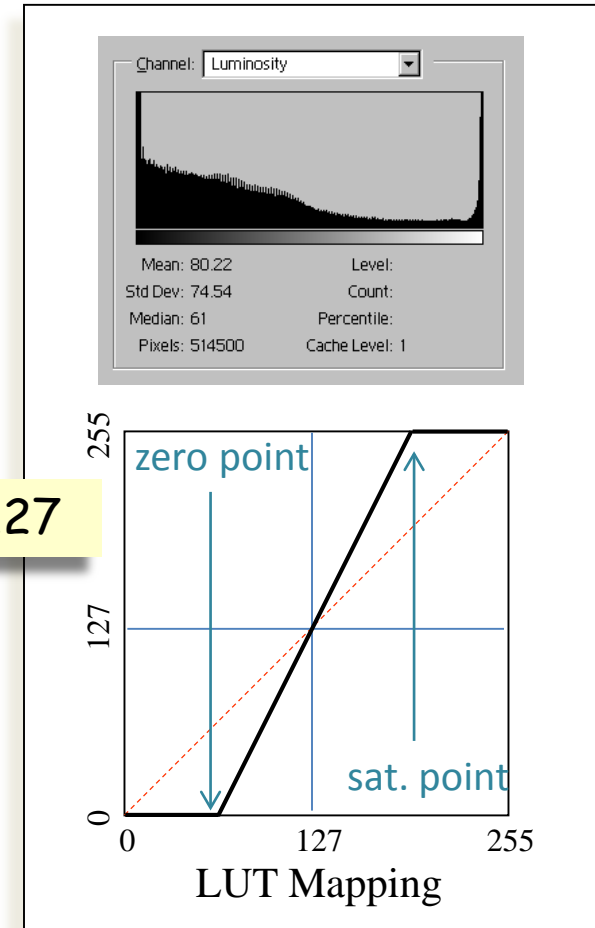


Εικόνα 18: Αποτέλεσμα μείωσης αντίθεσης σε εικόνα

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Διόρθωση αντίθεσης



$$\mathbf{T}(r,c,b) = a[\mathbf{I}(r,c,b) - s] + s$$

$$\mathbf{J}(r,c,b) = \begin{cases} 0, & \text{if } \mathbf{T}(r,c,b) < 0, \\ \mathbf{T}(r,c,b), & \text{if } 0 \leq \mathbf{T}(r,c,b) \leq 255, \\ 255, & \text{if } \mathbf{T}(r,c,b) > 255. \end{cases}$$

$$a > 1, s \in \{0, \dots, 255\}, b \in \{1, 2, 3\}$$

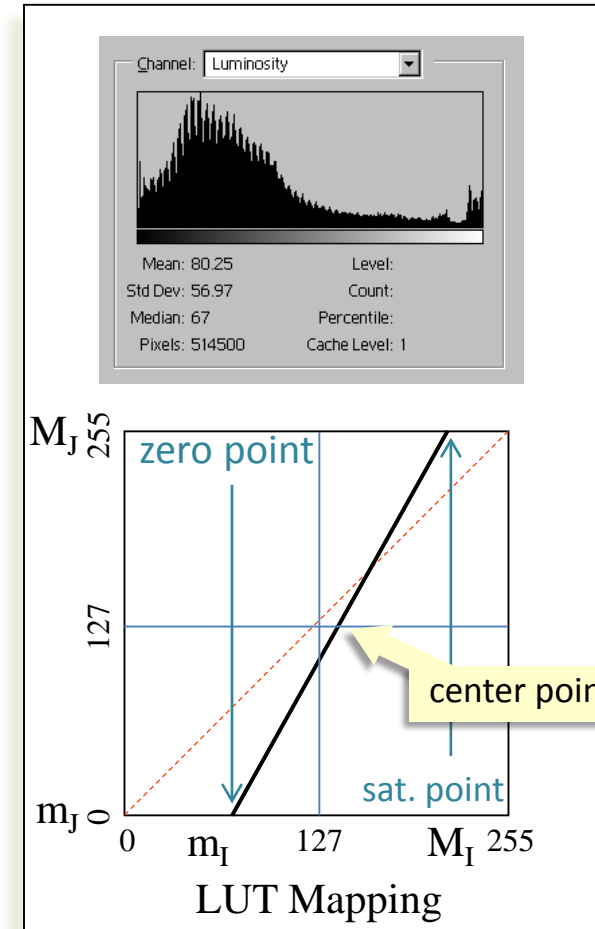
Εικόνα 19: Αποτέλεσμα αύξησης αντίθεσης σε εικόνα

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)





# Κανονικοποίηση ιστογράμματος



Let  $m_I = \min[\mathbf{I}(r,c)]$ ,  $M_I = \max[\mathbf{I}(r,c)]$ ,

$m_J = \min[\mathbf{J}(r,c)]$ ,  $M_J = \max[\mathbf{J}(r,c)]$ .

Then,

$$\mathbf{J}(r,c) = (M_J - m_J) \frac{\mathbf{I}(r,c) - m_I}{M_I - m_I} + m_J.$$

Εικόνα 20: Αποτέλεσμα κανονικοποίησης ιστογράμματος

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

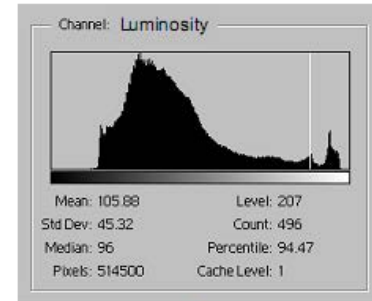




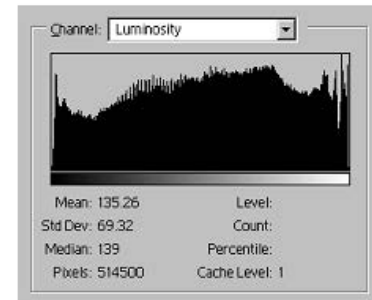
# Κανονικοποίηση ιστογράμματος



$$J(r, c) = 255 \cdot P_l(g + 1)$$



before



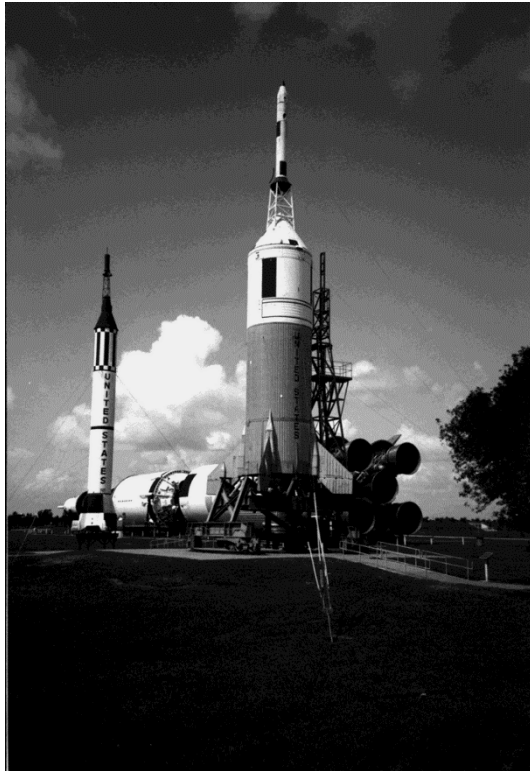
after

Εικόνα 21: Αποτέλεσμα κανονικοποίησης ιστογράμματος

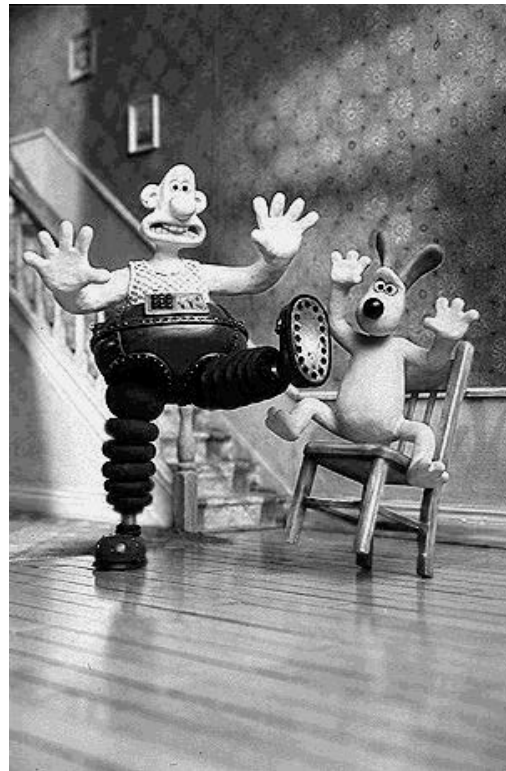
Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



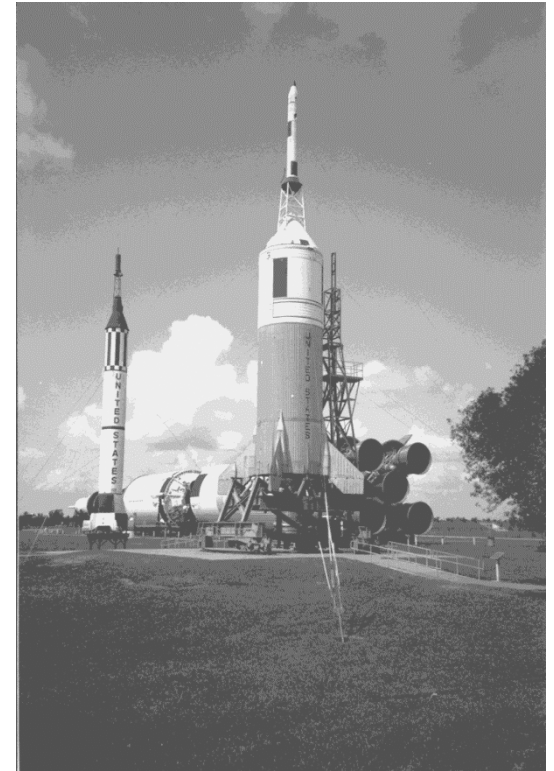
# Ισοστάθμιση ιστογράμματος



Αρχικό



Στόχος



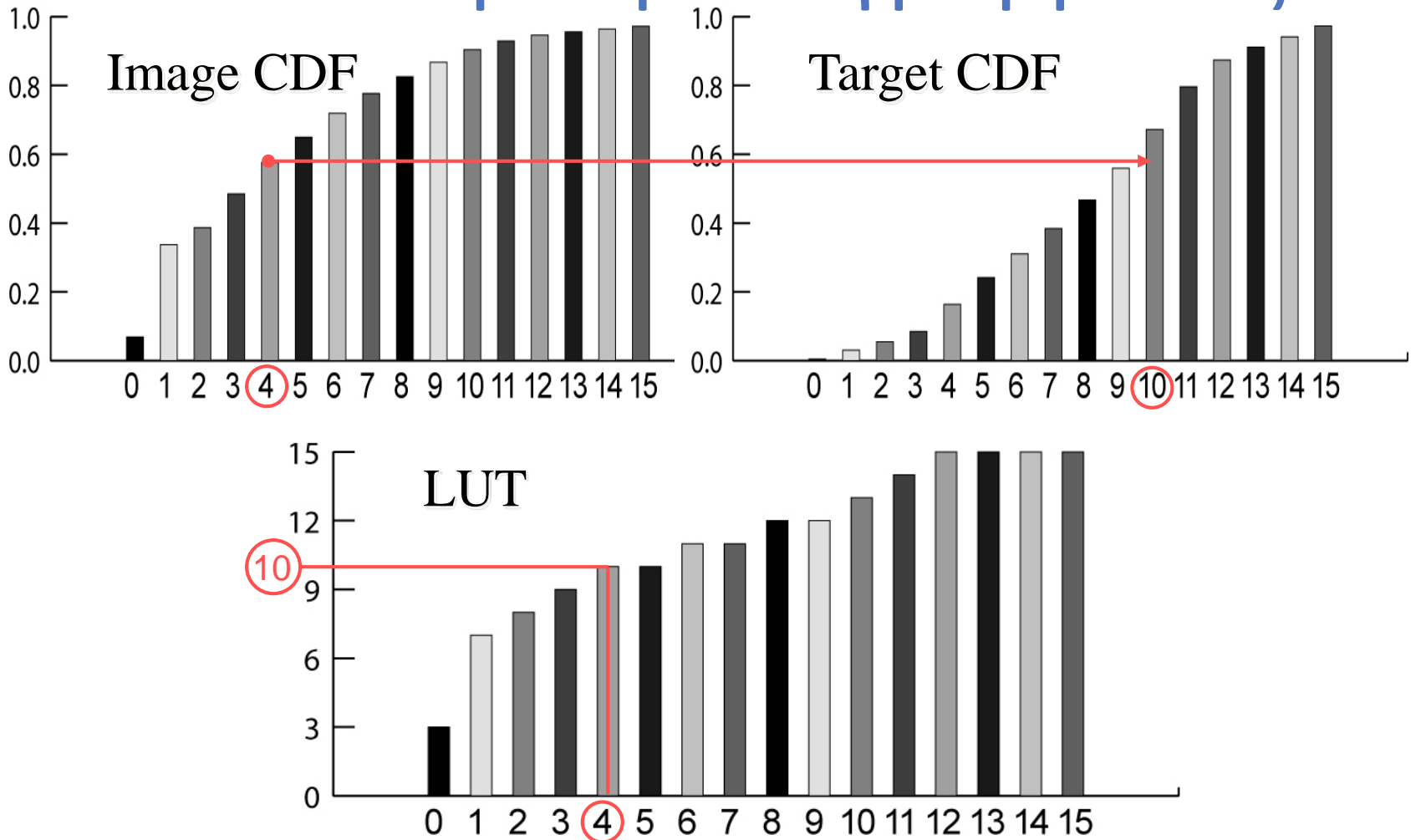
Τελικό

Εικόνα 22: Ισοστάθμιση ιστογράμματος από εξωτερικό ιστόγραμμα

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Ισοστάθμιση ιστογράμματος



Εικόνα 23:Μεθοδολογία ισοστάθμισης ιστογράμματος





# Ισοστάθμιση ιστογράμματος στο πεδίο φωτεινότητας



Αρχικό



Στόχος



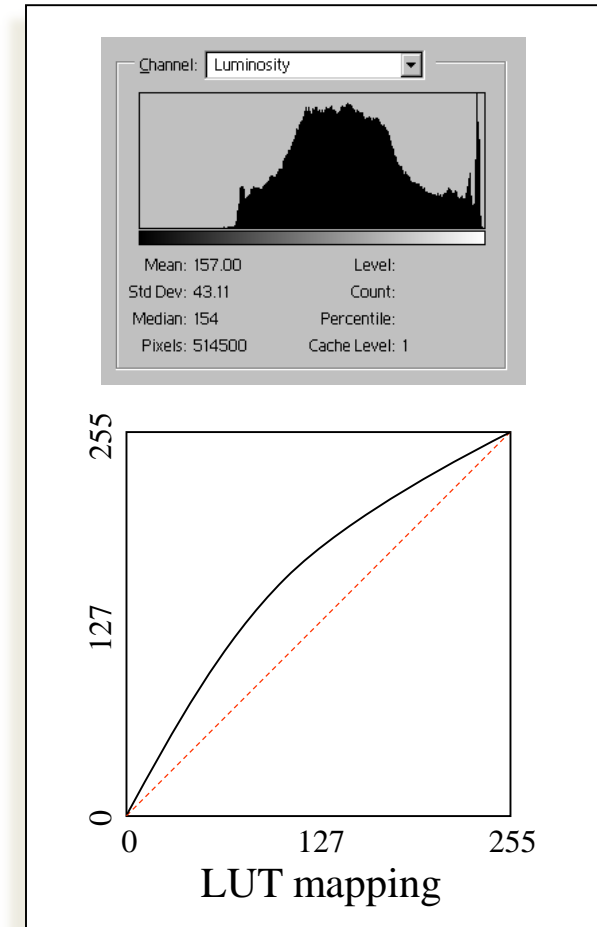
Επανασχεδιασμένο

Εικόνα 24: Ισοστάθμιση ιστογράμματος στο πεδίο φωτεινότητας

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Διόρθωση $\gamma$ - φωτεινότητα



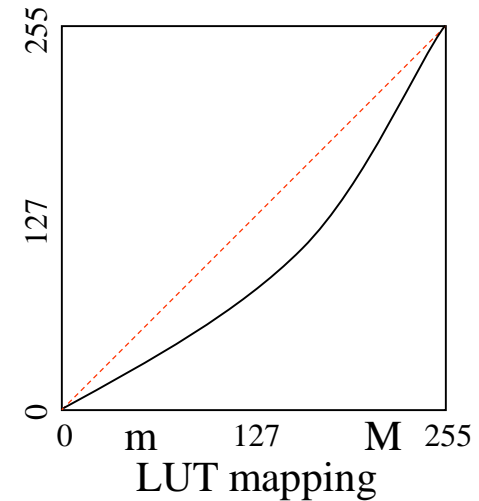
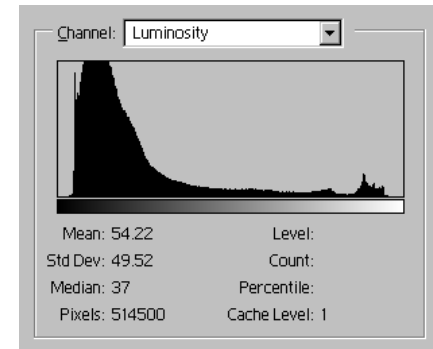
$$\mathbf{J}(r,c) = 255 \cdot \left[ \frac{\mathbf{I}(r,c)}{255} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad \text{for } \gamma > 1.0$$

Εικόνα 25: Αλλαγή φωτεινότητας με αύξηση  $\gamma$

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Διόρθωση $\gamma$ - φωτεινότητα



$$\mathbf{J}(r,c) = 255 \cdot \left[ \frac{\mathbf{I}(r,c)}{255} \right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad \text{for } \gamma < 1.0$$

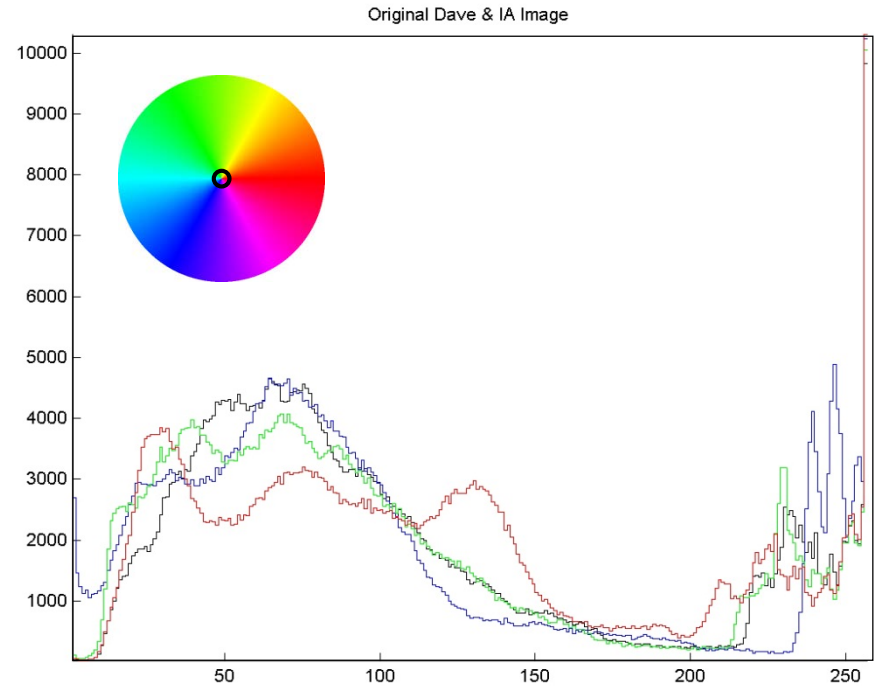
Εικόνα 26: Αλλαγή φωτεινότητας με μείωση  $\gamma$

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)





# Διόρθωση γ σε έγχρωμη εικόνα



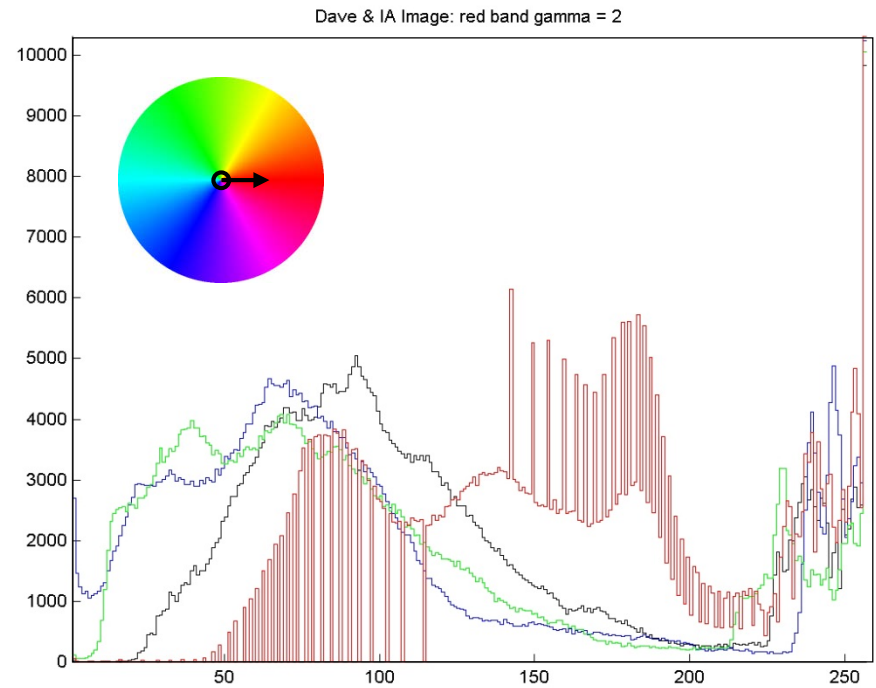
David Peters, producer, and representatives of the IA, The International Alliance of Theatrical Stage Employees, Moving Picture Technicians, Artists and Allied Crafts, on the set of *Frozen Impact* (PorchLight Entertainment, 2003).

Εικόνα 27: Αρχική έγχρωμη εικόνα

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Color correction», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Διόρθωση $\gamma$ σε έγχρωμη εικόνα



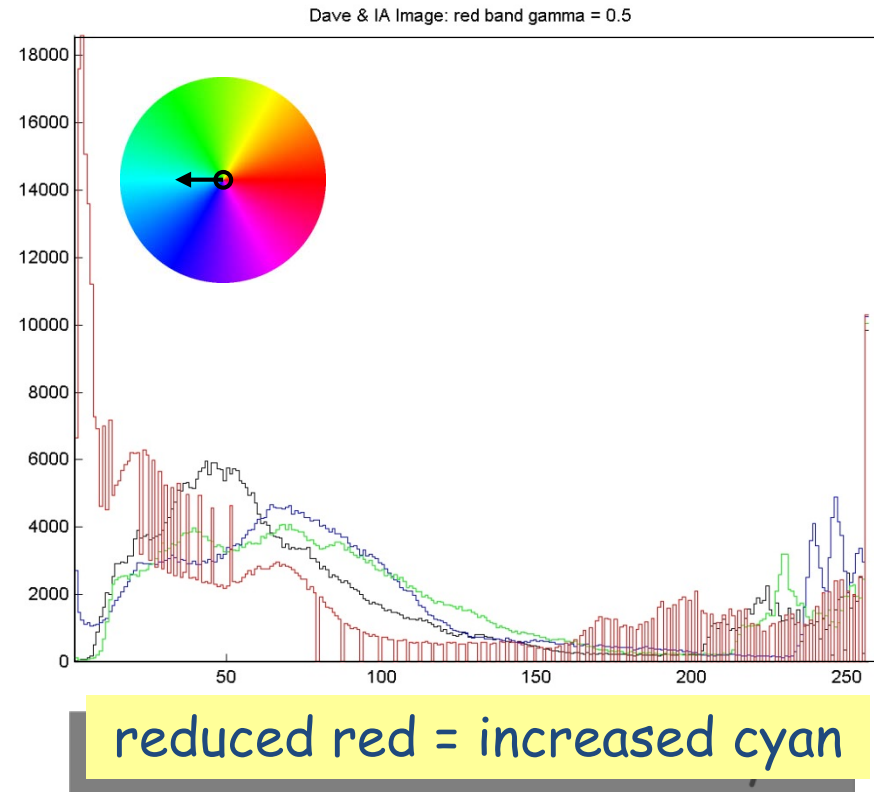
Εικόνα 28: Διόρθωση με  $\gamma=2$  (κόκκινο)

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Color correction», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)





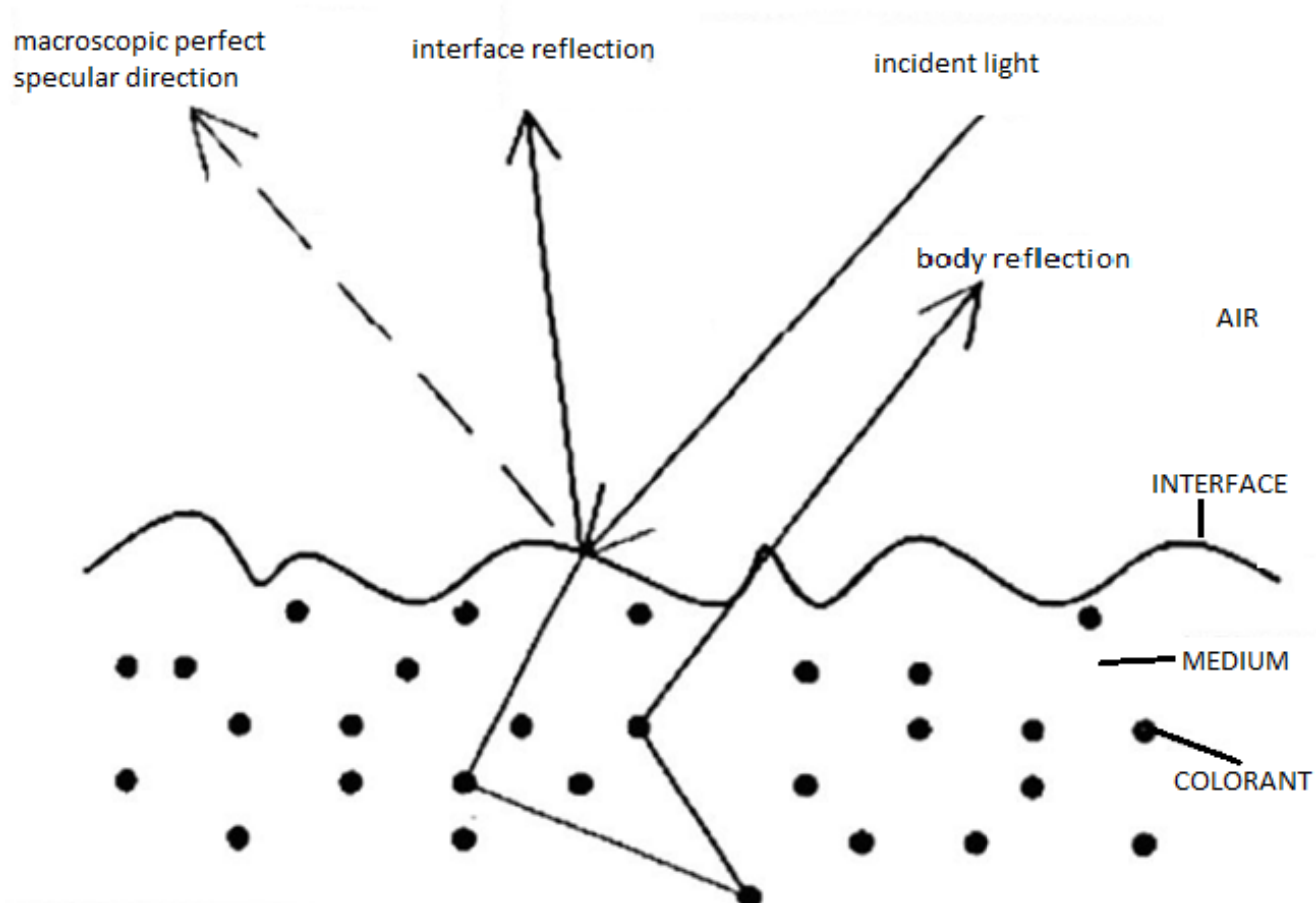
# Διόρθωση $\gamma$ σε έγχρωμη εικόνα



Εικόνα 29: Διόρθωση με  $\gamma=0.5$  (κόκκινο)



# Αλληλεπίδραση φωτονίων με υλικά



Εικόνα 30: Αλληλεπίδραση φωτονίων με υλικά



# Ισοστάθμιση χρώματος

- Η ανακλώμενη από τη σκηνή ακτινοβολία εξαρτάται από την φασματική κατανομή της ισχύος του φωτιστικού
- Οι μέγιστες τιμές φωτεινότητας για όλα τα κανάλια αντιστοιχούν σε εικονοστοιχεία που περιέχουν λευκό χρώμα
- Η μέση ανακλαστικότητα στη σκηνή είναι αχρωματική
- Οι χωρικές ροπές των διαφορών των τιμών φωτεινότητας στη σκηνή είναι αχρωματικές



# Επεξεργασία εικονοστοιχείου



- gamma



- brightness



original



+ brightness



+ gamma



histogram mod



- contrast



original



+ contrast



histogram EQ

Εικόνα 31: Αποτέλεσμα διαφόρων επεξεργασιών εικονοστοιχείων

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, «Point Processing», Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)





# Δισδιάστατος FFT



- Προαιρετικό κείμενο

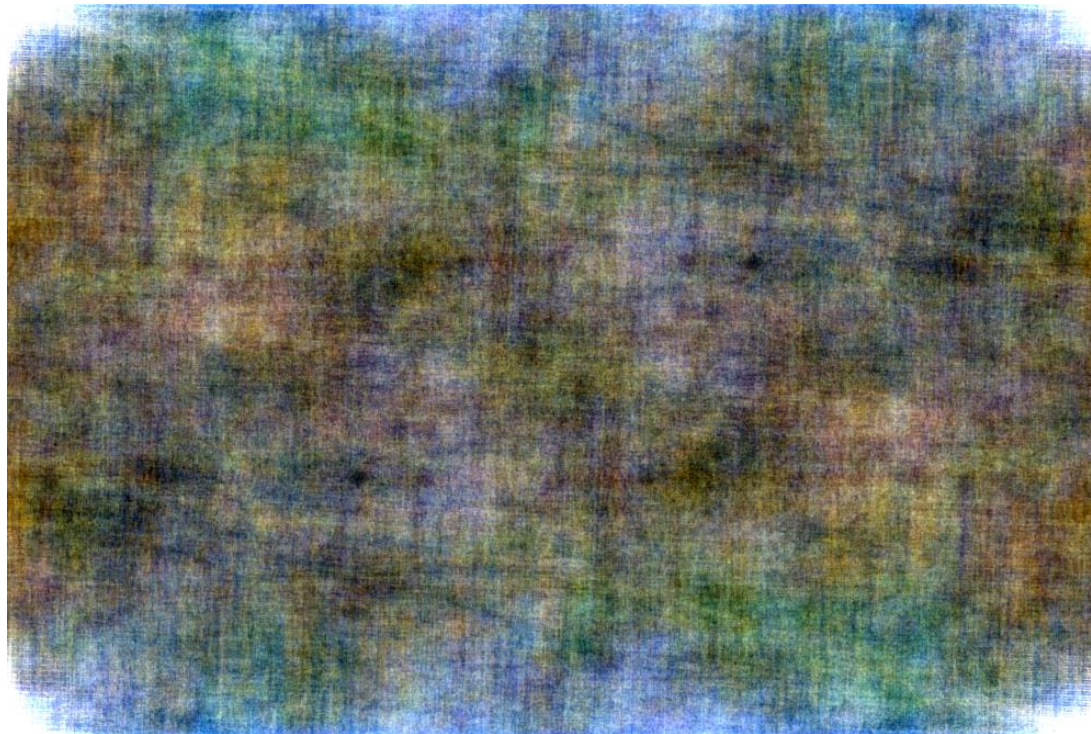
Εικόνα 32: Αρχική εικόνα προς επεξεργασία

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, "Fourier Transform", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)





# Ανασύνθεση εικόνας με πλάτος FFT



ικό κείμενο

Εικόνα 33: Ανασύνθεση εικόνας με πλάτος FFT

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, "Fourier Trasform", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Ανασύνθεση εικόνας με φάση FFT



εικόνα κείμενο

Εικόνα 34: Ανασύνθεση εικόνας με φάση FFT

Πηγή: Peters, Richard Alan, II, "Fourier Transform", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



Τέλος Ενότητας



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Πατρών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα



# Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση 1.0



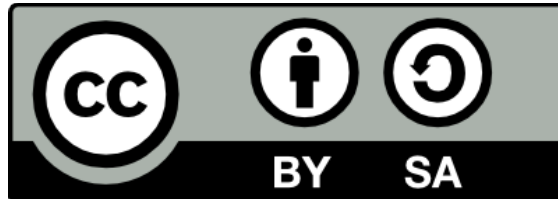
# Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών, Αντώνιος Τζές, Ευάγγελος Δερματάς,  
«Ρομποτικά Συστήματα. Εισαγωγή στην ψηφιακή επεξεργασία εικόνας».  
Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση:  
<https://eclass.upatras.gr/courses/EE804/index.php>



# Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

**Σύμφωνα με αυτήν την άδεια ο δικαιούχος σας δίνει το δικαίωμα να:**

**Μοιραστείτε** — αντιγράψετε και αναδιανέμετε το υλικό

**Προσαρμόστε** — αναμείξτε, τροποποιήστε και δημιουργήστε πάνω στο υλικό για κάθε σκοπό

**Υπό τους ακόλουθους όρους:**

**Αναφορά Δημιουργού** — Θα πρέπει να καταχωρίσετε αναφορά στο δημιουργό , με σύνδεσμο της άδειας

**Παρόμοια Διανομή** — Αν αναμείξετε, τροποποιήσετε, ή δημιουργήσετε πάνω στο υλικό, πρέπει να διανείμετε τις δικές σας συνεισφορές υπό την ίδια άδεια όπως και το πρωτότυπο

# Διατήρηση Σημειωμάτων

Οποιαδήποτε αναπαραγωγή ή διασκευή του υλικού θα πρέπει να συμπεριλαμβάνει:

- το Σημείωμα Αναφοράς
- το Σημείωμα Αδειοδότησης
- τη δήλωση Διατήρησης Σημειωμάτων
- το Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (εφόσον υπάρχει)

μαζί με τους συνοδευόμενους υπερσυνδέσμους.



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (1/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

**Εικόνα 1:** Το ανθρώπινο μάτι, CC3.0, [www.blausen.com](http://www.blausen.com), "Blausen gallery 2014", Wikiversity Journal of Medicine, DOI:[10.15347/wjm/2014.010](https://doi.org/10.15347/wjm/2014.010), ISSN [20018762](https://www.wikiversity.org/wiki/Wikiversity_Journal_of_Medicine)

**Εικόνα 2:** Διάταξη φωτοευαίσθητων κυττάρων, CC3.0, Anatomy & Physiology, Connexions Web site, <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013

**Εικόνα 3:** Πυκνότητα ραβδία – κωνία, CC BY-SA 3.0, "Human photoreceptor distribution" by Cmglee - Own work. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human\\_photoreceptor\\_distribution.svg#/media/File:Human\\_photoreceptor\\_distribution.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Human_photoreceptor_distribution.svg#/media/File:Human_photoreceptor_distribution.svg)

**Εικόνα 4:** Φασματική ευαισθησία ραβδίων – κωνίων (κανονικοποιημένες τιμές), CC BY-ND 3.0, Psychophysics of Vision by Michael Kalloniatis and Charles Luu, URL: <http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/psychophysics-of-vision/>

**Εικόνα 5:** Δείκτης απορρόφησης ανθρώπινου φωτοδέκτη για διαφορετικά μήκη κύματος, CC BY 3.0, : "1416 Color Sensitivity" by OpenStax College - Anatomy & Physiology, Connexions Web site. <http://cnx.org/content/col11496/1.6/>, Jun 19, 2013.. Licensed under CC BY 3.0 via Wikimedia Commons

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1416\\_Color\\_Sensitivity.jpg#/media/File:1416\\_Color\\_Sensitivity.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:1416_Color_Sensitivity.jpg#/media/File:1416_Color_Sensitivity.jpg)

**Εικόνα 6:** Αντίληψη χρωμάτων, CC BY-SA 3.0, "Cones SMJ2 E" by Vanessaezekowitz at en.wikipedia. Licensed under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cones\\_SMJ2\\_E.svg#/media/File:Cones\\_SMJ2\\_E.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cones_SMJ2_E.svg#/media/File:Cones_SMJ2_E.svg)





# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (2/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

**Εικόνα 7:** Αντίληψη χρωμάτων, CC BY-ND 3.0, : [Color Perception by Michael Kalloniatis and Charles Luu](http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/color-perception/), URL: <http://webvision.med.utah.edu/book/part-viii-gabac-receptors/color-perception/>

**Εικόνα 8:** Λογαριθμικό διάγραμμα αντίληψης φωτεινότητας ανθρώπινου ματιού, Ίδιο έργο

**Εικόνα 9:** Παραμόρφωση εικόνας μέσω τροποποίησης χρωματικών εντάσεων, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 10:** Διάγραμμα χρωματικότητας κατά CIE 1976, Public Domain License, "CIE 1976 UCS" by Adoniscik - Own work. Licensed under Public Domain via Wikimedia Commons [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIE\\_1976\\_UCS.png#/media/File:CIE\\_1976\\_UCS.png](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:CIE_1976_UCS.png#/media/File:CIE_1976_UCS.png)

**Εικόνα 11:** Τιμές Pixel για έγχρωμη και μονοχρωματική εικόνα, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 12:** Αποτελέσματα ψηφιοποίησης εικόνας, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 13:** Ιστόγραμμα μονοχρωματικής εικόνας, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (3/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

**Εικόνα 14:** Ιστόγραμμα πολυχρωματικής εικόνας, CC BY-SA 2.5, via Wikimedia Commons -

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinkakuji\\_2004-09-21.jpg#/media/File:Kinkakuji\\_2004-09-21.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinkakuji_2004-09-21.jpg#/media/File:Kinkakuji_2004-09-21.jpg)

**Εικόνα 15:** Διόρθωση γ 1-καναλιού με look up table σε εικόνα 3-καναλιών, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 16:** Αύξηση φωτεινότητας σε εικόνα, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 17:** Μείωση φωτεινότητας σε εικόνα, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 18:** Αποτέλεσμα μείωσης αντίθεσης σε εικόνα, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 19:** Αποτέλεσμα αύξησης αντίθεσης σε εικόνα, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (4/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

**Εικόνα 20:** Αποτέλεσμα κανονικοποίησης ιστογράμματος, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 21:** Αποτέλεσμα κανονικοποίησης ιστογράμματος, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 22:** Ισοστάθμιση ιστογράμματος από εξωτερικό ιστόγραμμα, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 23:** :Μεθοδολογία ισοστάθμισης ιστογράμματος, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 24:** Ισοστάθμιση ιστογράμματος στο πεδίο φωτεινότητας, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 25:** Αλλαγή φωτεινότητας με αύξηση  $\gamma$ , CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (5/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

**Εικόνα 26:** Αλλαγή φωτεινότητας με μείωση  $\gamma$ , CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 27:** Αρχική έγχρωμη εικόνα, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 28:** Διόρθωση με  $\gamma=2$  (κόκκινο), CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 29:** Διόρθωση με  $\gamma=0.5$  (κόκκινο), CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 30:** Αλληλεπίδραση φωτονίων με υλικά, ίδιο έργο



# Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων (6/6)

Το Έργο αυτό κάνει χρήση των ακόλουθων έργων:

## Εικόνες/Σχήματα/Διαγράμματα/Φωτογραφίες

**Εικόνα 31:** Αποτέλεσμα διαφόρων επεξεργασιών εικονοστοιχείων , CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 32:** Αρχική εικόνα προς επεξεργασία, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 33:** Ανασύνθεση εικόνας με πλάτος FFT, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

**Εικόνα 34:** Ανασύνθεση εικόνας με φάση FFT, CC BY-NC 3.0, Peters, Richard Alan, II, "Introduction and Overview", Lectures on Image Processing, Vanderbilt University, Nashville, TN, April 2008, Available on the web at the Internet Archive, [http://www.archive.org/details/Lectures\\_on\\_Image\\_Processing](http://www.archive.org/details/Lectures_on_Image_Processing)

