



Ψηφιακή Φωτογραφία και Επεξεργασία Εικόνας

Γεώργιος Π. Παυλίδης

Δρ. Ηλεκτρολόγος Μηχανικός

Διευθυντής Ερευνών

Ερευνητικό Κέντρο "Αθηνά"



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 f και η χρυσή αναλογία στη φωτογραφία
- **Επεξεργασία ψηφιακής φωτογραφίας/εικόνας**
 - βασικές παρεμβάσεις
 - προχωρημένες παρεμβάσεις
 - ψηφιακή σύνθεση

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 στοιχεία**
 - 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



σύλληψη εικόνας-η φωτογραφία.-

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

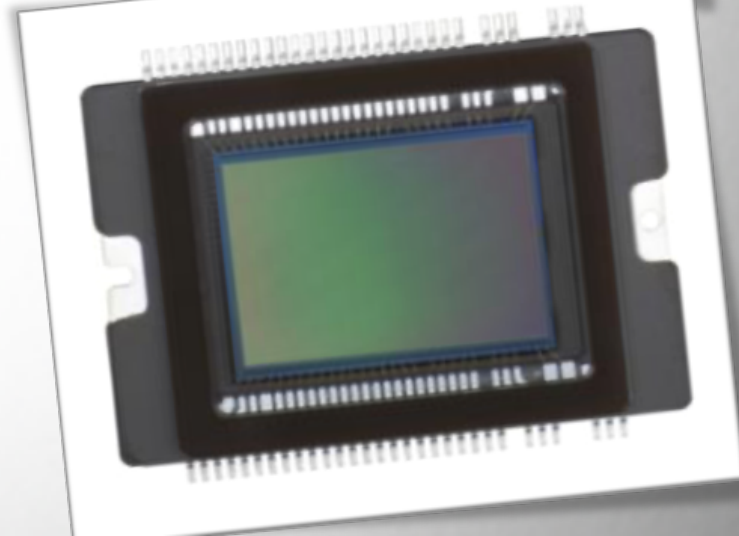
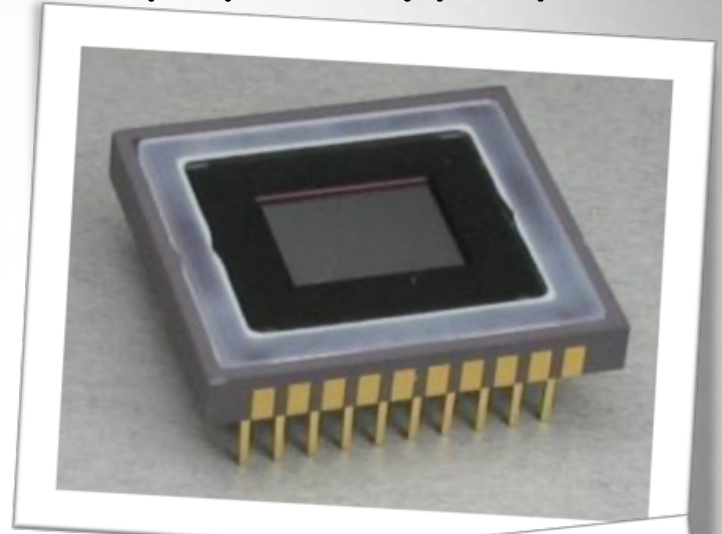


σύλληψη εικόνας-η φωτογραφία.-

- **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/αρχαιοθήτηση** (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

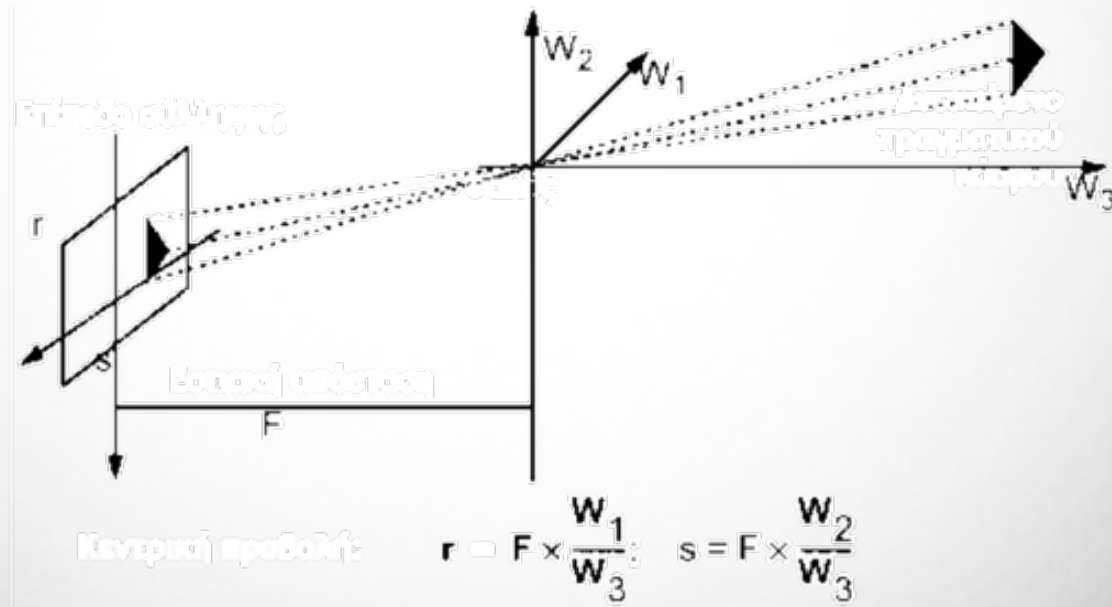


η ψηφιακή φωτογραφία. -

- 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

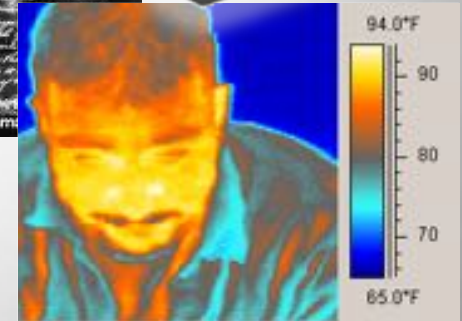
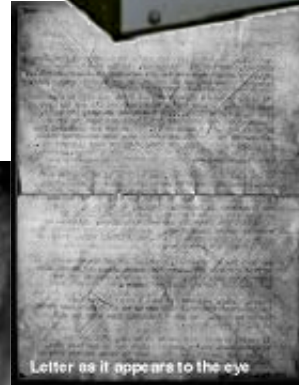
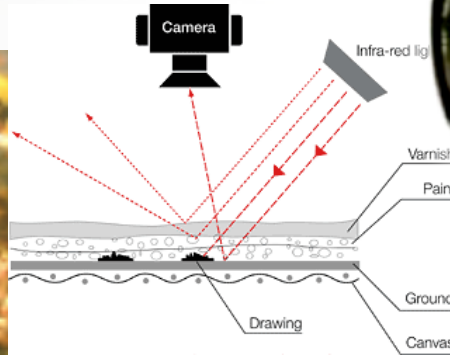


φωτογραφικές μηχανές . -



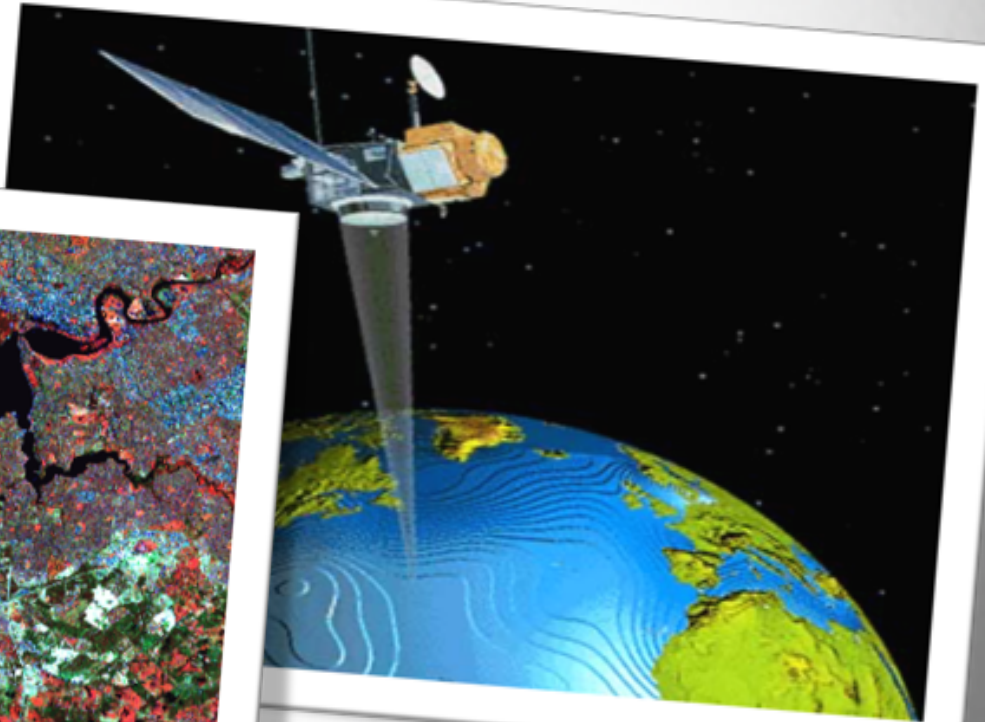
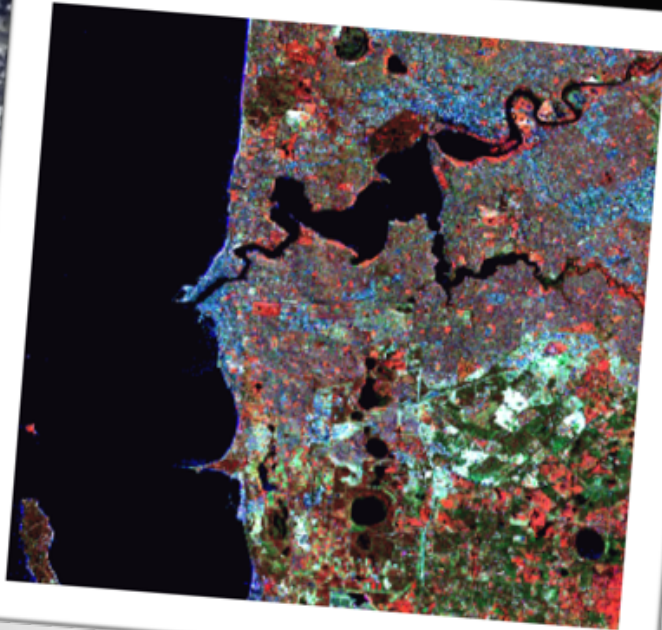
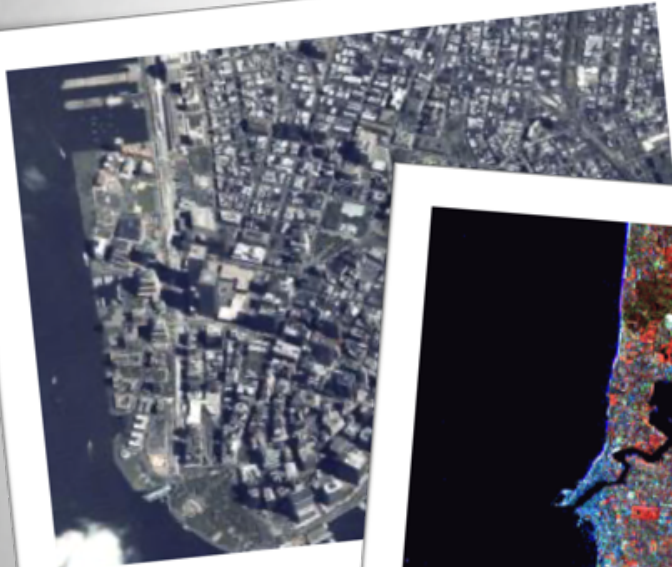
ειδικές φωτογραφικές μηχανές.-

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



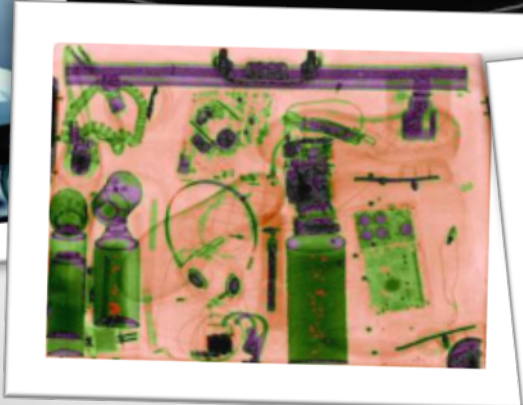
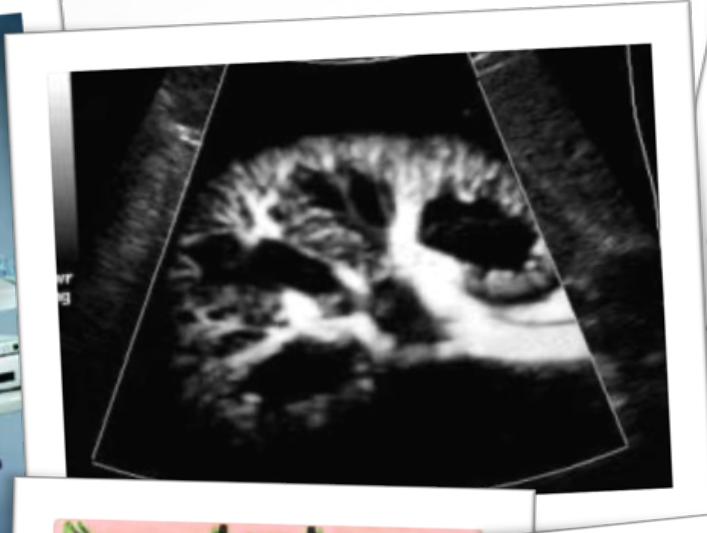
ειδικές φωτογραφικές μηχανές.-

- 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

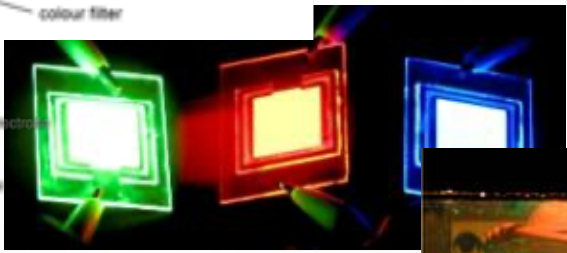
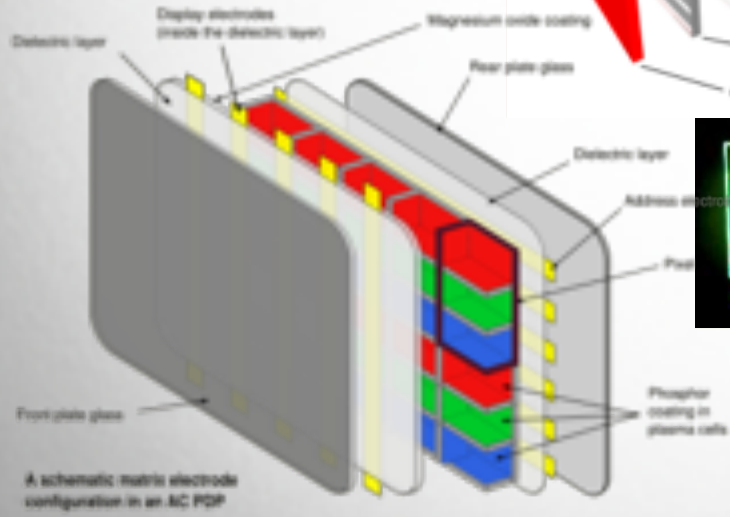
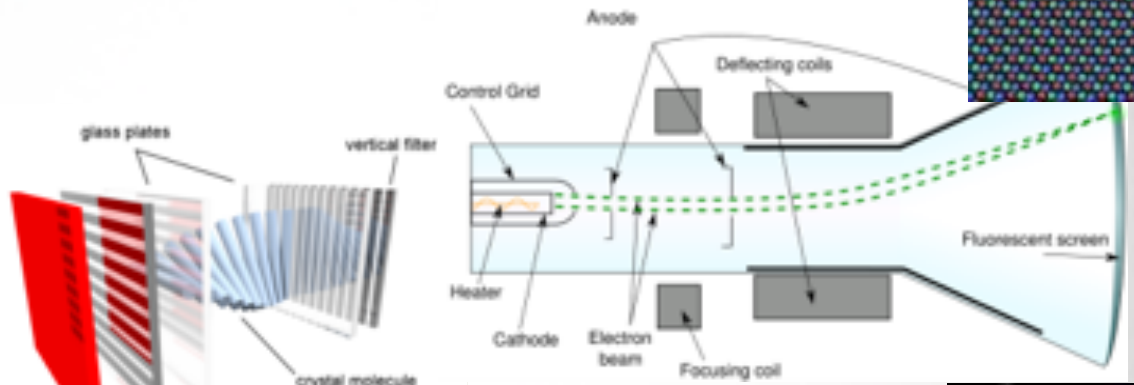


παρουσίαση ψηφιακών εικόνων.-



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.-

Red Green Blue



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** φωτογράφισης (ρυθμίσεις, συνθήκες)
- Πλεονεκτήματα
 - μέγιστη δυνατή **δυναμική περιοχή** αισθητήρα
 - ενδεχόμενα καλύτερη τελική **ποιότητα εικόνας**
 - περισσότερος **έλεγχος παραμέτρων** στην εικόνα
 - **ανεξαρτησία** από χρωματικό χώρο
 - αποθήκευση **χωρίς απώλειες** πληροφορίας
 - η επεξεργασία γίνεται **στα μεταδεδομένα**, όχι στις τιμές του αισθητήρα
- Μειονεκτήματα
 - μεγάλο **μέγεθος** αρχείου
 - όχι **προτυποποίηση** και ένας τύπος RAW
 - απαραίτητη **μετατροπή** με ειδικό λογισμικό

Tagged Image File Format (TIFF) .-

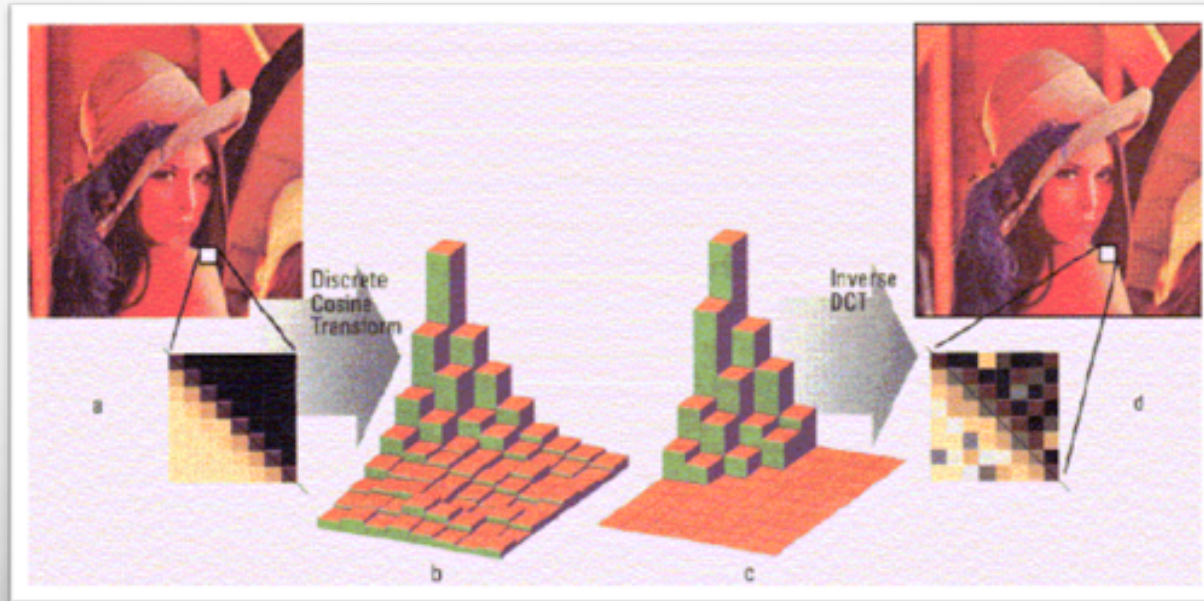
- Παρουσιάστηκε από την Aldus και τη Microsoft
 - Στόχος: Ανταλλαγή εικόνων ανεξάρτητα πλατφόρμας και χωρίς απώλειες
 - Ευρεία χρήση λόγω καταλληλότητας για scanners και συσκευές fax
 - Κύρια Στοιχεία
 - Baseline (περιορισμοί για συσκευές προβολής)
 - Extensions (περιορισμοί για συγκεκριμένες συσκευές)
 - Συμπίεση
 - Υποστήριξη πολλών χρωματικών μοντέλων
 - Δυαδικές 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 συμπίεση:
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-fee 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



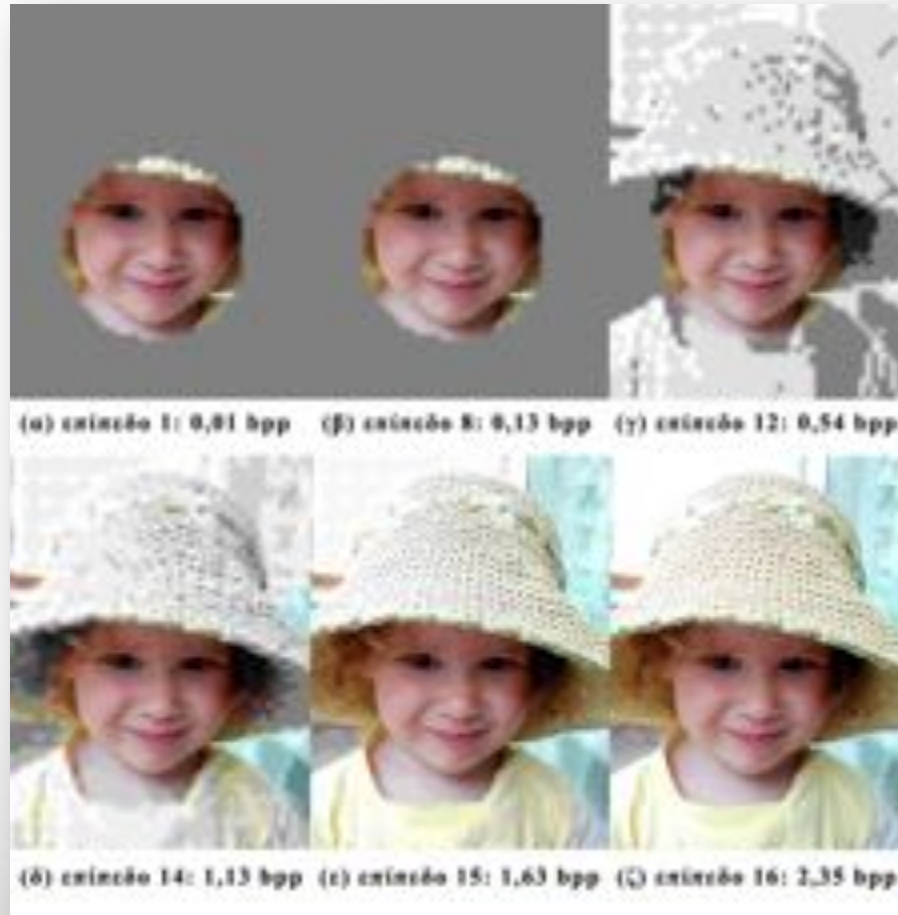
κωδικοποίηση JPEG2000.-

- 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.