

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

ΔΤΨΣ 150 - Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλεία Προγραμματισμού Ψηφιακής Επεξεργασίας Εικόνας:
Το Matlab Image Processing Toolbox

Τμήμα Διδακτικής της Τεχνολογίας και Ψηφιακών Συστημάτων
Πανεπιστήμιο Πειραιώς

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Περιεχόμενα - Βιβλιογραφία

- Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
- Εισαγωγή στη Matlab
- Αναπαράσταση Εικόνων στη Matlab
- Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
- Τύποι Εικόνων και Κλάσεις Δεδομένων
- Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

◇ Περιεχόμενα Ενότητας

- ◇ Εργαλεία προγραμματισμού για Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας
- ◇ Εισαγωγή στη Matlab
- ◇ Αναπαράσταση Εικόνων στη Matlab
- ◇ Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
- ◇ Τύποι Εικόνων και Κλάσεις Δεδομένων
- ◇ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

◇ Βιβλιογραφία:

- ◇ Gonzales [2004]: Chapter 2
- ◇ Tutorial on Matlab Digital Image Processing Toolbox,
<http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/images.shtml>
- http://www.ph.tn.tudelft.nl/DIPlib/dipimage_1.html

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ

- * Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
- Εισαγωγή στη Matlab
- Αναπαράσταση Εικόνων στη Matlab
- Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
- Τύποι Εικόνων και Κλάσεις Δεδομένων
- Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

◇ Image Processing Toolbox, Matlab,
<http://www.mathworks.com/products/image/>
<http://www.mathworks.com/products/image/tryit.html>

◇ Image processing with Java 2D,
<http://www.javaworld.com/javaworld/jw-09-1998/jw-09-media.html>
<http://www.utoxia1.demon.co.uk/JavaIPL/>
<http://www.developer.com/java/other/article.php/3403921>

◇ Intel, Open Source Computer Vision Library (OpenCV)
<http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εφαρμογές Matlab

- ✦ Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
- ✦ Εισαγωγή στη Matlab
- ✦ Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
- ✦ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνας
- ✦ Τύποι Εικόνας και Κλίμακες Δεδομένων
- ✦ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

- ✦ Matlab= **Matrix Laboratory**
- ✦ Προγραμματιστικό περιβάλλον το οποίο αρχικά αναπτύχθηκε για χειρισμό διδιάστατων πινάκων (matrices)
- ✦ Σήμερα αποτελεί το Νο. 1 εργαλείο ταχείας πρωτοτυποποίησης για ερευνητικούς και εκπαιδευτικούς (πανεπιστημιακής εκπαίδευσης) σκοπούς
- ✦ Εφαρμογές:
 - ✦ Μαθηματικά και υπολογισμοί
 - ✦ Ανάπτυξη αλγορίθμων
 - ✦ Σύλληψη (απόκτηση) δεδομένων
 - ✦ Μοντελοποίηση, προσομοίωση και πρωτοτυποποίηση
 - ✦ Ανάλυση δεδομένων, διερεύνηση και απεικόνιση
 - ✦ Ανάπτυξη εφαρμογών συμπεριλαμβανόμενης και Διαπροσώπιας με Γραφικά (Graphical User Interface)
- ✦ Πληκτρολογήστε demo από το Command prompt της Matlab για να δείτε μια πληρέστερη γκάμα εφαρμογών της Matlab

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

To Matlab Desktop

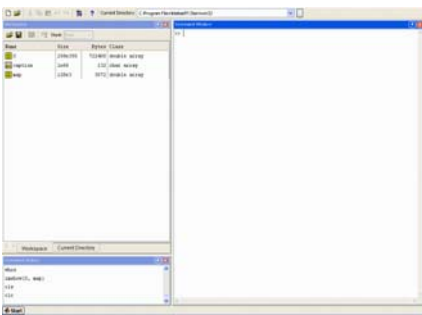
- ✦ Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
- ✦ Εισαγωγή στη Matlab
- ✦ Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
- ✦ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνας
- ✦ Τύποι Εικόνας και Κλίμακες Δεδομένων
- ✦ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Κύριες περιοχές:

- ⇒ Command Window
- ⇒ Current Directory
- ⇒ Workspace Browser
- ⇒ Command History
- ⇒ Figure Window

Path

- ✦ Σε ποια directories ψάχνει η Matlab για συναρτήσεις

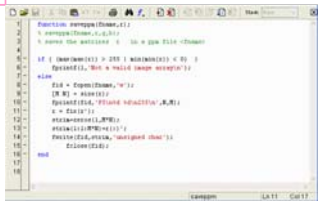


© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Ο Matlab Editor

- ✦ Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
- ✦ Εισαγωγή στη Matlab
- ✦ Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
- ✦ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνας
- ✦ Τύποι Εικόνας και Κλίμακες Δεδομένων
- ✦ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων



- ✦ Text editor και debugger για τη δημιουργία m-files
- ✦ Για ενεργοποίηση του editor πληκτρολογούμε από το Command Prompt
 - ✦ edit
 - ✦ edit filename (ανοίγει το m-file με όνομα filename για επεξεργασία)

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
 * Εισαγωγή στη Matlab
 □ Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
 □ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνας
 □ Τύποι Εικόνας και Κλάσεις Δομών
 □ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Η βοήθεια στη Matlab: Help browser

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
 * Εισαγωγή στη Matlab
 □ Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
 □ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνας
 □ Τύποι Εικόνας και Κλάσεις Δομών
 □ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Η βοήθεια στη Matlab: Άλλες μορφές

- ◇ `doc filename` ⇒ Ενεργοποίηση του help browser στο εδάφιο που αναφέρεται στη συγκεκριμένη συνάρτηση
 - ◇ Παράδειγμα: `doc imadjust`
- ◇ `help filename` ⇒ Εμφανίζει τις γραμμές που περιγράφουν τη συνάρτηση filename (help text block)
 - ◇ Παράδειγμα: `help imadjust`
- ◇ `type filename` ⇒ Εμφανίζει όλο το κείμενο (βοήθεια και εντολές) της συνάρτησης filename
 - ◇ Παράδειγμα: `type imadjust`
- ◇ `lookfor keyword` ⇒ Εμφανίζει όλες τις συναρτήσεις στο κείμενο βοήθειας των οποίων υπάρχει η λέξη κλειδί keyword
 - ◇ Παράδειγμα: `lookfor histogram`

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
 * Εισαγωγή στη Matlab
 □ Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
 □ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνας
 □ Τύποι Εικόνας και Κλάσεις Δομών
 □ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Αποθήκευση και Ανάκληση Χώρου Εργασίας

- ◇ Από το Workspace browser:
 - ◇ Save Workspace As.
- ◇ Από το Command prompt:
 - ◇ `save WorkspaceName`
 - ◇ Παράδειγμα: `save session24102005`
- ◇ Αποθήκευση μερικών μεταβλητών μόνο:
 - ◇ `save WorkspaceName Variable1 Variable2 ...`
 - ◇ Παράδειγμα: `save session24102005 X map`
- ◇ Το αποτέλεσμα αποθήκευσης ενός χώρου εργασίας είναι η δημιουργία ενός αρχείου με επέκταση `.mat`
- ◇ Για ανάκληση του χώρου εργασίας:
 - ◇ Επιλογή από τον Workspace browser
 - ◇ Εκτέλεση: `load WorkspaceName` από το Command prompt

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Αποθήκευση Εικόνων

Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
 Εισαγωγή στη Matlab
 Ανακρίση Εικόνων στη Matlab
 Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
 Τύποι Εικόνων και Κλίμακες Δεδομένων
 Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

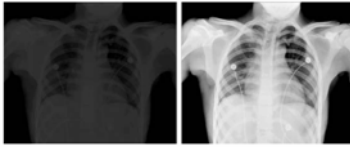


FIGURE 2.3 (a) An image, *h*, with low dynamic range. (b) Result of scaling by using `imhist` (b, [1]). (Original image courtesy of Dr. David R. Pickens, Dept. of Radiology & Radiological Sciences, Vanderbilt University Medical Center.)

- ◊ Για την αποθήκευση εικόνων μέσα από το περιβάλλον της Matlab χρησιμοποιούμε την εντολή `imwrite (matrixname, 'filename')`
- ◊ Παράδειγματα:
 - ◊ `imwrite (g, 'rouf2.png');`
 - ◊ `imwrite (g, 'rouf3.jpg', 'quality', 50);`
 - ◊ `imwrite (g, 'rouf3.tif', 'compression', 'packbits', 'resolution', [300 300]);`
- ◊ Αποθήκευση εικόνων από figures (χρησιμοποιείται κυρίως για αποθήκευση διαγραμμάτων)
 - ◊ `print -fno -dfileformat -rresno filename`
 - ◊ Παράδειγμα: `print -f2 -dpng -r300 histogram.png`

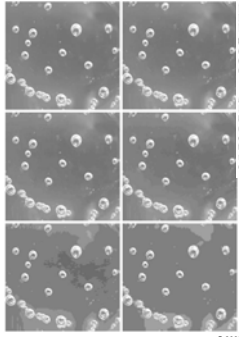
© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Αποθήκευση Εικόνων (II)

Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
 Εισαγωγή στη Matlab
 Ανακρίση Εικόνων στη Matlab
 Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
 Τύποι Εικόνων και Κλίμακες Δεδομένων
 Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

- ◊ Η επίδραση της παραμέτρου `quality` στην αποθήκευση εικόνων (ισχύει μόνο για εικόνες `.jpg` και `.tif`):



- ◊ `imwrite (g, 'rouf3.jpg', 'quality', 50);`
- ◊ `imwrite (g, 'rouf3.jpg', 'quality', 25);`
- ◊ `imwrite (g, 'rouf3.jpg', 'quality', 15);`
- ◊ `imwrite (g, 'rouf3.jpg', 'quality', 5);`
- ◊ `imwrite (g, 'rouf3.jpg', 'quality', 0);`

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Αποθήκευση Εικόνων (III)

Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
 Εισαγωγή στη Matlab
 Ανακρίση Εικόνων στη Matlab
 Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
 Τύποι Εικόνων και Κλίμακες Δεδομένων
 Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

- ◊ Διατήρηση του αριθμού των pixel της εικόνας αλλά συζομείωση της διάστασης της
- ◊ Χρήση της `imwrite (g, 'rouf3.tif', 'resolution', [300 300]);`.
- ◊ Εύρεση πληροφοριών της εικόνας χωρίς να την φορτώσουμε στο χώρο εργασίας
- ◊ Χρήση της εντολής `imfinfo(filename);`
- ◊ Παράδειγμα: `imfinfo('rouf3.tif');`

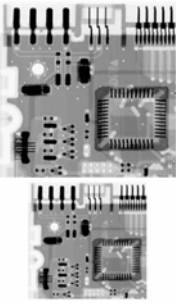


FIGURE 2.5 Effects of changing the dpi resolution while keeping the number of pixels constant. (a) A 450 × 450 image at 300 dpi (size = 2.25 × 2.25 inches). (b) The same 450 × 450 image, but at 450 dpi (size = 1.5 × 1.5 inches). (Original image courtesy of LIXI, Inc.)

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
Εισαγωγή στη Matlab
Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
Ανάκνηση και Αποθήκευση Εικόνας
Τύποι Εικόνας και Κώδικας Δομώντων
★ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

- Τα αρχεία τύπου .m (m-files) είναι είτε:
 - Απλά scripts τα οποία εκτελούν μια σειρά από εντολές
 - Συναρτήσεις οι οποίες δέχονται εισόδους και δημιουργούν κάποια αποτελέσματα (εξόδοι)
- Μια συνάρτηση m αποτελείται από τα εξής τμήματα:
 - Γραμμή ορισμού συνάρτησης (function definition line)
 - Γραμμή H1 (H1 line)
 - Τμήμα ενσωματωμένης βοήθειας (help text block)
 - Σώμα συνάρτησης (function body)
 - Σχόλια (comments)

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
Εισαγωγή στη Matlab
Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
Ανάκνηση και Αποθήκευση Εικόνας
Τύποι Εικόνας και Κώδικας Δομώντων
★ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Τμήματα m-συνάρτησης

- Γραμμή ορισμού συνάρτησης (function definition line) έχει την παρακάτω μορφή:
 - `function [outputs] = functionName(inputs)`
 - Παράδειγμα:
 - `function [ProcessedImage, MaxValue] = medianDenoise(fileIn, fileOut)`
 - Μπορούμε να εκτελέσουμε m-functions μέσω του Command Window ή εντός άλλων m-functions.
 - Παράδειγμα εκτέλεσης της παραπάνω συνάρτησης από το Command Window:

```
> [NewImage, MaxV] = medianDenoise('rouf3.tif', 'fouf3-denoisy.jpg');
```
- Η γραμμή H1 (H1 line) είναι γραμμή σχολίου και αποτελεί την πρώτη επεξήγηση για το τι κάνει η συνάρτηση:
 - `% MEDIANDENOISE MEDIANDENOISE performs median filtering in % an image stored in fileIn and saves the result to fileOut`

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλεία προγραμματισμού για ΨΕΕ
Εισαγωγή στη Matlab
Ανακρίση Εικόνας στη Matlab
Ανάκνηση και Αποθήκευση Εικόνας
Τύποι Εικόνας και Κώδικας Δομώντων
★ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Τμήματα m-συνάρτησης (II)

- Το τμήμα ενσωματωμένης βοήθειας (help text block) ακολουθεί τη γραμμή H1 χωρίς να υπάρχει κενή γραμμή ανάμεσα τους. Παρέχει σχόλια όσον αφορά τη χρήση της συνάρτησης καθώς και επεξήγηση της αναμενόμενης μορφής των ορισμάτων εισόδου και εξόδου
 - Το τμήμα ενσωματωμένης βοήθειας μαζί με τη γραμμή H1 δημιουργούν το αποτέλεσμα της εντολής
 - `help functionName` (n.x. `help medianDenoise`)
- Σώμα συνάρτησης (function body)
 - Αποτελείται από διάφορες εντολές μέσω των οποίων διεκπεραιώνεται η αποστολή της συνάρτησης. Κάθε εντολή διαχωρίζεται με ; από την επόμενη.
- Σχόλια (comments)
 - Αποτελούν επεξηγήσεις του κώδικα. Μπορούν να εισαχθούν σε οποιοδήποτε σημείο του σώματος της συνάρτησης.

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
Εισαγωγή στη Matlab
Ανακρίσιμα Εικόνων στη Matlab
Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
Τύποι Εικόνων και Κλάσεις Δεδομένων
Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Συσχετιστικοί και Λογικοί Τελεστές

Operator	Name
<	Less than
<=	Less than or equal to
>	Greater than
>=	Greater than or equal to
==	Equal to
~=	Not equal to

TABLE 2.6
Relational operators.

Operator	Name
&	AND
	OR
~	NOT

TABLE 2.7
Logical operators.

- Οι συσχετιστικοί τελεστές εφαρμόζονται σε δύο πίνακες (ίσων διαστάσεων) στοιχείο προς στοιχείο. Όπου ισχύει ο συσχετιστικός τελεστής το στοιχείο του αποτελέσματος είναι 1 αλλιώς γίνεται 0.
- Παράδειγμα: Έστω $A = [1 \ 2; 3 \ 4]$ και $B = [4 \ 3; 2 \ 1]$. Το αποτέλεσμα της εντολής:
 - $A > B$ θα είναι $[0 \ 0; 1 \ 1]$
 - $A = B$ θα είναι $[0 \ 0; 0 \ 0]$
 - $A \sim B$ θα είναι $[1 \ 1; 1 \ 1]$
- Οι λογικοί τελεστές εφαρμόζονται όχι μόνο σε λογικούς πίνακες αλλά και σε κάθε αριθμητικό πίνακα.
- Κάθε μη μηδενικό στοιχείο ενός πίνακα θεωρείται ως λογικό 1

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
Εισαγωγή στη Matlab
Ανακρίσιμα Εικόνων στη Matlab
Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
Τύποι Εικόνων και Κλάσεις Δεδομένων
Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Λογικές Συναρτήσεις

Function	Comments
xor (exclusive OR)	The xor function returns a 1 only if both operands are logically different; otherwise xor returns a 0.
all	The all function returns a 1 if all the elements in a vector are nonzero; otherwise all returns a 0. This function operates columnwise on matrices.
any	The any function returns a 1 if any of the elements in a vector is nonzero; otherwise any returns a 0. This function operates columnwise on matrices.

TABLE 2.8
Logical functions.

- Παράδειγμα: Έστω $A = [1 \ 2; 3 \ -4]$ και $B = [0 \ -1; 2 \ 0]$.
 - $\text{xor}(A, B) = [1 \ 0; 0 \ 1]$
 - $\text{all}(A) = [1 \ 1]$
 - $\text{all}(B) = [0 \ 0]$
 - $\text{any}(A) = [1 \ 1]$
 - $\text{any}(B) = [1 \ 1]$

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

ΔΤΨΣ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Εργαλείο προγραμματισμού για VEE
Εισαγωγή στη Matlab
Ανακρίσιμα Εικόνων στη Matlab
Ανάγνωση και Αποθήκευση Εικόνων
Τύποι Εικόνων και Κλάσεις Δεδομένων
Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Λογικές Συναρτήσεις (II)

Function	Description
isCell(C)	True if C is a cell array.
isCellStr(s)	True if s is a cell array of strings.
isChar(s)	True if s is a character string.
isEmpty(A)	True if A is the empty array, [].
isequal(A, B)	True if A and B have identical elements and dimensions.
isfield(S, 'name')	True if 'name' is a field of structure S.
isfinite(A)	True in the locations of array A that are finite.
isinf(A)	True in the locations of array A that are infinite.
isletter(A)	True in the locations of A that are letters of the alphabet.
islogical(A)	True if A is a logical array.
ismember(A, B)	True in locations where elements of A are also in B.
isnan(A)	True in the locations of A that are NaNs (see Table 2.10 for a definition of NaN).
isnumeric(A)	True if A is a numeric array.
isprime(A)	True in locations of A that are prime numbers.
isreal(A)	True if the elements of A have no imaginary parts.
isspace(A)	True at locations where the elements of A are whitespace characters.
is sparse(A)	True if A is a sparse matrix.
isstruct(S)	True if S is a structure.

TABLE 2.9
Some functions that return a logical 1 or a logical 0 depending on whether the value or condition in their arguments are true or false. See online help for a complete list.

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

Δ.Τ.Ψ.Σ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Έλεγχος Ροής

- ☑ Εργαλείο προγραμματισμού για ΨΕΕ
- ☑ Εισαγωγή στη Matlab
- ☑ Ανακρίβεια Εικόνων στη Matlab
- ☑ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνων
- ☑ Τύποι Εικόνων και Κώδικας Διαβίβασης
- ★ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

Statement	Description
if	if, together with else and elseif, executes a group of statements based on a specified logical condition.
for	Executes a group of statements a fixed (specified) number of times.
while	Executes a group of statements an indefinite number of times, based on a specified logical condition.
break	Terminates execution of a for or while loop.
continue	Passes control to the next iteration of a for or while loop, skipping any remaining statements in the body of the loop.
switch	switch, together with case and otherwise, executes different groups of statements, depending on a specified value or string.
return	Causes execution to return to the invoking function.
try...catch	Changes flow control if an error is detected during execution.

TABLE 2.11
Flow control statements.

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis

Δ.Τ.Ψ.Σ 150: Ψηφιακή Επεξεργασία Εικόνας

Σύνοψη

- ☑ Εργαλείο προγραμματισμού για ΨΕΕ
- ☑ Εισαγωγή στη Matlab
- ☑ Ανακρίβεια Εικόνων στη Matlab
- ☑ Ανάλυση και Αποθήκευση Εικόνων
- ☑ Τύποι Εικόνων και Κώδικας Διαβίβασης
- ☑ Προγραμματισμός m-συναρτήσεων

- ◇ Το υλικό που παρουσιάστηκε σε αυτή την ενότητα αποτελεί τη βάση για τη χρήση του Image Processing Toolbox (IPT) στο πλαίσιο των διαφόρων εργασιών που θα σας ανατεθούν
- ◇ Για πληρέστερη κατανόηση των παραδειγμάτων χρήσης του IPT δοκιμάστε τα demo του αντίστοιχου toolbox της Matlab.
- ◇ Για καλύτερη ενημέρωση σχετικά με την Matlab δείτε τα σχετικά demo (από το Command prompt της Matlab πληκτρολογήστε demo)

© 2005 Nicolas Tsapatsoulis
