

Εισαγωγή στους Η/Υ (MATLAB)

10^η διάλεξη

MatLab I

Τι είναι η MATLAB

Ρωτήσαμε “ένα AI chatbot” τι είναι η MATLAB (ως γλώσσα) ή το MATLAB (ως λογισμικό) και μας είπε:

Το MATLAB (MATrix LABoratory) είναι ένα ισχυρό **λογισμικό και γλώσσα προγραμματισμού** που χρησιμοποιείται κυρίως για αριθμητικούς υπολογισμούς, ανάλυση δεδομένων, και ανάπτυξη αλγορίθμων. Αναπτύχθηκε από τη MathWorks και είναι ιδιαίτερα δημοφιλές στους τομείς της μηχανικής, της φυσικής, της χρηματοοικονομικής και άλλων επιστημονικών κλάδων. Βασίζεται στην εργασία με πίνακες και διανύσματα, γεγονός που το καθιστά ιδανικό για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, τη μοντελοποίηση και τη δημιουργία προσομοιώσεων.

Επιπλέον, προσφέρει εργαλεία για τη δημιουργία γραφημάτων και την ανάπτυξη διαδραστικών εφαρμογών, ενώ υποστηρίζεται από ένα μεγάλο εύρος εξειδικευμένων εργαλείων (toolboxes) που επεκτείνουν τις δυνατότητές του σε τομείς όπως η μηχανική μάθηση, ο έλεγχος συστημάτων και η επεξεργασία σήματος.

Από αυτά εμάς μας ενδιαφέρουν τα βασικά του MATLAB. Δηλαδή:

- Μεταβλητές
- Τύποι δεδομένων
- Τελεστές
- Πίνακες (Matrices)
- Scripts
- Συναρτήσεις
- Γραφήματα
- Αποθήκευση και ανάκληση δεδομένων


Εγκατάσταση

Οδηγίες για την εγκατάσταση του MATLAB δίνονται από τον κεντρικό υπολογιστή στην παρακάτω σελίδα.

<http://wiki.central.ntua.gr/software/matlab-cwl.html>

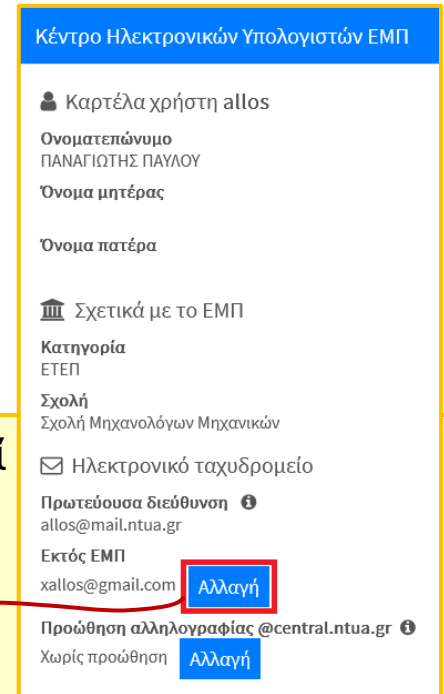
Σημειώστε ότι:

- εκτός του MATLAB, υπάρχει και το συμβατό δωρεάν λογισμικό Octave (<https://octave.org/>) το οποίο έχει πολύ παρόμοια χρήση με το MATLAB. Για τις ανάγκες του μαθήματος θα χρησιμοποιούμε το MATLAB μια και έχουμε την ευκαιρία για δωρεάν χρήση του, ως μέλη της κοινότητας του ΕΜΠ.
- Επίσης για τα πλαίσια του μαθήματος αρκεί η χρήση της **Online έκδοσης της**

 Εάν κατά τη διάρκεια της δημιουργίας του κωδικού στη MathWorks δημιουργηθεί πρόβλημα, όπου διαμαρτύρεται σχετικά με το e-mail σας και αναφέρει κάποιο άλλο e-mail εκτός αυτού που έχετε στο ΕΜΠ (mc...@mail.ntua.gr) , τότε θα πρέπει να μεταβείτε στη σελίδα:

<https://my.central.ntua.gr>

και εκεί στην καρτέλα με τα προσωπικά σας στοιχεία να **αλλάξετε** το “Εκτός ΕΜΠ” e-mail σας με το πολυτεχνειακό σας. Σημειώστε επίσης ότι μέσα από το <https://webmail.ntua.gr/> μπορείτε να προωθείτε την αλληλογραφία που έρχεται στο πολυτεχνειακό σας e-mail σε άλλη διεύθυνση.



Κέντρο Ηλεκτρονικών Υπολογιστών ΕΜΠ

Καρτέλα χρήστη allos

Ονοματεπώνυμο
ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΠΑΥΛΟΥ

Όνομα μητέρας
Όνομα πατέρα

Σχετικά με το ΕΜΠ

Κατηγορία
ΕΤΕΠ

Σχολή
Σχολή Μηχανολόγων Μηχανικών

Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

Πρωτεύουσα διεύθυνση ⓘ
allos@mail.ntua.gr

Εκτός ΕΜΠ
xallos@gmail.com **Αλλαγή**

Προώθηση αλληλογραφίας @central.ntua.gr ⓘ
Χωρίς προώθηση **Αλλαγή**

Περιβάλλον

The image shows the MATLAB software interface with several key components highlighted and annotated in red. At the top, the **Toolbars** are visible, containing various icons for file operations, workspace management, and simulation. Below the toolbars, the **Files** browser on the left shows a folder named 'MATLAB Drive' containing files like 'demo1.m' and 'FirstStepsInMATLAB.m'. The **Workspace** panel below it displays a table with columns for Name, Value, Size, and Class. The **Command History** panel at the bottom left shows a list of executed commands, including 'clc'. The central **Command Window** is currently empty, showing the prompt '>> |'. A large red text overlay in the center of the Command Window reads: 'Γραμμή εντολών' (Command Line), followed by instructions: 'Εδώ εκτελούμε χειροκίνητα εντολές που θέλουμε ώστε (α) είτε να πάρουμε πρόχειρα και γρήγορα κάποια αποτελέσματα (β) είτε για να κάνουμε κάποιες δοκιμές'. Below this, it states: 'Δεν είναι κατάλληλη για να επιλύουμε προβλήματα που απαιτούν περισσότερα βήματα, καθώς υπάρχουν και αρχεία scripts γι' αυτό τον σκοπό'.

Toolbars
Γραμμές εργαλείων με διάφορες δυνατότητες που έχουμε

Files
Αρχεία που έχουμε στη διάθεσή μας (τρέχων φάκελος)

Workspace
Οι μεταβλητές που υπάρχουν στη μνήμη με τα bytes που καταναλώνουν και τον τύπο δεδομένων τους

Command History
Το ιστορικό των εντολών που έχουν δοθεί στη γραμμή εντολών ώστε να μπορούμε να θυμηθούμε τι είχαμε κάνει νωρίτερα

Γραμμή εντολών
Εδώ εκτελούμε χειροκίνητα εντολές που θέλουμε ώστε
(α) είτε να πάρουμε πρόχειρα και γρήγορα κάποια αποτελέσματα
(β) είτε για να κάνουμε κάποιες δοκιμές
Δεν είναι κατάλληλη για να επιλύουμε προβλήματα που απαιτούν περισσότερα βήματα, καθώς υπάρχουν και αρχεία scripts γι' αυτό τον σκοπό

Μεταβλητές, σταθερές & τύποι δεδομένων

Οι μεταβλητές στη MATLAB δεν χρειάζονται δήλωση, απλά τις αναφέρουμε και δημιουργούνται (εάν δεν υπάρχουν ήδη).

Τα ονόματά τους λειτουργούν όπως στη C (case sensitive).

Ο βασικός τύπος δεδομένων στη MATLAB είναι ο double και ανατίθεται αυτόματα. Επίσης όλες οι μεταβλητές θεωρούνται ως αλγεβρικοί πίνακας (οπότε τα βαθμωτά μεγέθη θεωρούνται πίνακες 1×1).

Η πιο απλή εντολή της MATLAB είναι:

```
x = 10;
```

όπου εάν παραλείψουμε το ; τότε εμφανίζεται στην οθόνη και η τιμή που πήρε η μεταβλητή.

Όσον αφορά τα βαθμωτά μεγέθη ισχύουν οι γνωστοί αριθμητικοί τελεστές:

```
= + - * / ^ ( )
```

όπου το ^ είναι ύψωση σε δύναμη.

Οι σταθερές ποσότητες (ακέραιες και πραγματικές) γράφονται κατά τα γνωστά όπως και στη C.

```
-123    888    12.45    .123    123.    123.3e5    321e-8
```

Βασικές εντολές στη γραμμή εντολών

clc

Διαγράφει τα περιεχόμενα του command window

clear ή **clear x**

Διαγράφει όλες τις μεταβλητές (workspace) ή μόνο την x

whos ή **whos x**

Απαριθμεί όλες τις μεταβλητές ή μόνο την x

tic και **toc**

Με την tic ξεκινά χρονομέτρηση και κάθε ακόλουθη toc επιστρέφει/εμφανίζει τον χρόνο που πέρασε από την tic

Πατώντας Ctrl+C σταματά ο τρέχων υπολογισμός

help *functionName* και **doc** *functionName*

Εμφανίζουν την τεκμηρίωση της εντολής ή συνάρτησης *functionName* στη γραμμή εντολών ως ή σε ξεχωριστό παράθυρο. Η 2^η μορφή είναι γενικά ομορφότερη, μπορεί να περιέχει και εικόνες και γι' αυτό πιο ευανάγνωστη και χρήσιμη.

save *filename* ή **save** *filename* x y

Αποθηκεύει όλες τις μεταβλητές (ή μόνο τις x και y) στο αρχείο *filename.mat* στον τρέχοντα φάκελο

save *filename* x -*append*

Προσθέτει ή αντικαθιστά τη μεταβλητή x στο αρχείο *filename.mat*

load *filename* ή **load** *filename* x y

Φέρνει στο workspace όλες τις μεταβλητές (ή μόνο τις x και y) από το αρχείο *filename.mat* του τρέχοντος φακέλου

dlmwrite(*filename*, x) και x = **dlmread**(*filename*)

Αποθηκεύει στο (ή ανακαλεί από το) αρχείο *filename* του τρέχοντος φακέλου, τη μεταβλητή x. Το περιεχόμενο του αρχείου είναι σε μορφή χωρισμένη με κόμματα (ή αν προσθέσετε παράμετρο μπορείτε να επιλέξετε διαχωριστικό). Πιο δυνατή είναι η εντολή **readmatrix** (και **writematrix**).

format *param*

Ρυθμίζει την εμφάνιση της γραμμής εντολών (δείτε την τεκμηρίωσή της). Οι ρυθμίσεις γίνεται και μέσω παραθύρων.

Ειδικές μεταβλητές και σταθερές

ans

Όταν γίνεται μια πράξη που το αποτέλεσμα δεν αποθηκεύεται κάπου, τότε τοποθετείται στην αυτόματα δημιουργούμενη μεταβλητή **ans**.

i και **j**

Εάν οι μεταβλητές αυτές δεν τροποποιηθούν τότε παριστάνουν την φανταστική μονάδα.

1i και **1j**

Αυτός είναι ο σωστός τρόπος να παραστήσουμε τη φανταστική μονάδα. Γενικά του φανταστικούς αριθμούς μπορούμε να τους παραστήσουμε αντίστοιχα «κολλώντας» το **i** ή το **j** στο φανταστικό μέρος.

pi

Η σταθερά **π** .

Inf και **inf**

Η αναπαράσταση του ∞

NaN και **nan**

Η αναπαράσταση του ακαθόριστου (μαθηματικώς) αποτελέσματος, π.χ. $0/0$

eps

Δείτε και τη θεωρία για τους πραγματικούς αριθμούς. Ο επόμενος αριθμός από το 1 που μπορεί να παρασταθεί με **double** αριθμό.

Τυπικές μαθηματικές συναρτήσεις

abs(x)	Η απόλυτη τιμή του x ή το μέτρο του αν είναι μιγαδικός
exp(x)	Το e^x όπου το e είναι η βάση των φυσικών λογαρίθμων
sqrt(x)	Η τετραγωνική ρίζα του x
nthroot(x, n)	Η n -οστή πραγματική ρίζα του πραγματικού αριθμού x
log(x)	Ο φυσικός (νεπέριος) λογάριθμος του x
log2(x)	Ο λογάριθμος του x βάσει 2
log10(x)	Ο λογάριθμος του x βάσει 10
factorial(n)	Το παραγοντικό του n
sign(x)	Το πρόσημο του x (-1 ή 0 ή +1)
mod(x, d)	Το υπόλοιπο της ακέραιας διαίρεσης των πραγματικών αριθμών x/d
ceil(x)	Το x στρογγυλεμένο προς το $+\infty$
fix(x)	Το x στρογγυλεμένο προς το 0
floor(x)	Το x στρογγυλεμένο προς το $-\infty$
round(x)	Το x στρογγυλεμένο προς τον κοντινότερο ακέραιο
sin(x) cos(x) tan(x) cot(x)	Το ημίτονο, συνημίτονο, εφαπτομένη και συνεφαπτομένη του x (σε ακτίνια)
sinh(x) cosh(x) tanh(x) coth(x)	Οι αντίστοιχοι υπερβολικοί τριγωνομετρικοί αριθμοί του x (σε ακτίνια)
asin(x) acos(x) atan(x) acot(x)	Οι αντίστροφοι τριγωνομετρικοί αριθμοί του x (το αποτέλεσμα σε ακτίνια)
sind(x) cosd(x) tand(x) cotd(x)	Οι τριγωνομετρικοί αριθμοί του x (σε μοίρες)
rad2deg(x) deg2rad(x)	Μετατροπή ακτινίων σε μοίρες και αντίστροφα

Λογικές ποσότητες

Οι λογικές ποσότητες στη MATLAB αποθηκεύονται με την ένδειξη στον τύπο δεδομένων `logical`.

Αν και μπορώ να χρησιμοποιήσω τις σταθερές `true` και `false`, αποθηκεύονται πάντα ως 0 και 1.

Οι τελεστές σύγκρισης επιστρέφουν λογικό αποτέλεσμα και είναι παρόμοια με τη C οι:

`< <= == >= > ~=`

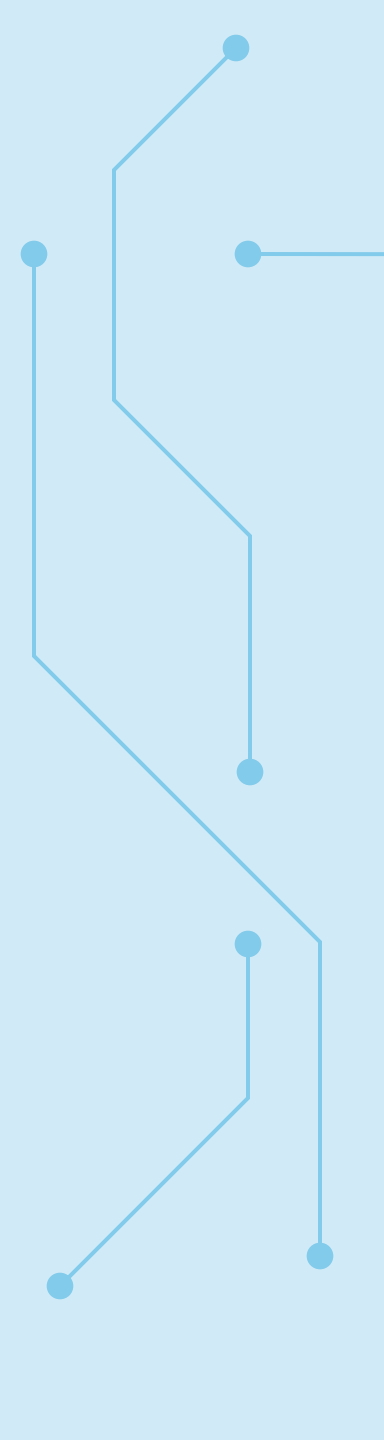
Ενώ οι λογικοί τελεστές είναι οι:

`~ && ||`

Όπου το `~` σημαίνει “not” και το `~=` σημαίνει “διάφορο”.

Όλοι αυτοί οι τελεστές υπάρχουν και σε μορφή συναρτήσεων. Π.χ.

`eq , and , or , not , xor`



Διάλειμμα

μικρή ανάσα

Ανέκδοτο της ημέρας

MATLAB mia... , here I go again

My my, how can I resist you?

Πίνακες (Array – Matrix) και Διανύσματα

Για την MATLAB όλα τα δεδομένα είναι πίνακες, ακόμα και τα βαθμωτά μεγέθη είναι πίνακες 1×1 .

Όπως και στη C οι πίνακες δηλώνονται με τη βοήθεια των αγκυλών (square brackets).

Όχι όμως και οι δείκτες των πινάκων όπως θα δούμε.

[]

Επίσης οι πίνακες από την πλευρά της MATLAB είναι τουλάχιστον δύο διαστάσεων, οπότε ένα διάνυσμα εν γένει **έχει σημασία** αν είναι γραμμή ή στήλη.

Αφού οι μεταβλητές δεν δηλώνονται, απλά γράφουμε τα στοιχεία του πίνακα μέσα σε αγκύλες.

Τα στοιχεία της **ίδιας γραμμής** γράφονται το ένα δίπλα στο άλλο και χωρίζονται με , ή με κενά.

Οι γραμμές διαχωρίζονται μεταξύ τους με ;

Άρα γράφοντας:

```
A = [ 1, 2; 3, 4 ];
```

Δημιουργούμε έναν πίνακα 2×2 .

Για διάνυσμα γραμμή και στήλη αντίστοιχα θα γράφαμε:

```
b = [ 1 2 3 4 ];    c = [ 1; 2; 3; 4 ];
```

Αριθμητικές ακολουθίες

Επειδή οι αριθμητικές ακολουθίες δίνουν μια σειρά αριθμών όπως οι μονοδιάστατοι πίνακες, αυτά τα δύο συνδυάζονται μέσω του τελεστή : ο οποίος συντάσσεται ως εξής:

$$a : b : c$$

Αυτό παράγει ένα διάνυσμα με 1^ο στοιχείο την τιμή a και ακόλουθα στοιχεία a+b, a+2*b, a+3*b, κ.ο.κ. όσο αυτά δεν ξεπερνούν την τιμή c.



Προσοχή! Εάν το πρόσημο το b είναι τέτοιο που “δεν οδηγεί προς το c”, τότε προκύπτει ένα **κενό διάνυσμα**. Έτσι:

$$1 : 3 : 10 \quad \rightarrow \quad [1 \ 4 \ 7 \ 10]$$

$$1 : 3 : 12 \quad \rightarrow \quad [1 \ 4 \ 7 \ 10]$$

$$10 : 3 : 1 \quad \rightarrow \quad []$$

Εάν **παραλείψουμε** το ένα : και τη μεσαία τιμή, τότε γράφοντας **a : c** υποθέτουμε ότι το βήμα είναι **+1**.

Αναφορά σε στοιχείο πίνακα

Για έναν πίνακα (πχ a) η αναφορά στα στοιχεία του γίνεται με χρήση παρενθέσεων και εάν ο πίνακας είναι δύο ή περισσότερων διαστάσεων οι δείκτες χωρίζονται με κόμμα. Π.χ.

$$a(3) \text{ ή } a(1,1)$$



Η αρίθμηση των δεικτών ξεκινάει από το 1 όπως στην άλγεβρα (στην οποία και βασίζει τη λογική του το MATLAB) και όχι το 0 όπως στη C.

Εάν αναφερθούμε σε έναν πίνακα δύο διαστάσεων ως μονοδιάστατο, τότε η σάρωσή του γίνεται κατά στήλες ως εξής:

$$a = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$$

Οπότε σε έναν 3×3 πίνακα όπως παραπάνω, το $a(6)$ είναι το στοιχείο $(3, 2)$ με την τιμή 8.

Συναρτήσεις δημιουργίας & λοιπές πινάκων

Πίνακες μπορούν να δημιουργηθούν και με τη χρήση συναρτήσεων. Οι συναρτήσεις αυτές γενικά δέχονται δύο παραμέτρους, μία για το πλήθος των γραμμών και μία για το πλήθος των στηλών. Εάν ο επιθυμητός πίνακας είναι τετράγωνος, τότε μπορεί να δοθεί μόνο μία παράμετρος με τη διάσταση του πίνακα. Επίσης

- zeros** Δημιουργεί έναν μηδενικό πίνακα
- ones** Δημιουργεί έναν πίνακα με όλα τα στοιχεία ίσα με 1
- eye** Δημιουργεί έναν μοναδιαίο πίνακα
- rand** Δημιουργεί έναν πίνακα με τυχαία στοιχεία από 0 ως 1 με ομοιόμορφη κατανομή
- randn** Δημιουργεί έναν πίνακα με τυχαία στοιχεία με κανονική κατανομή, μέση τιμή 0 και τυπική απόκλιση 1

Επίσης πίνακες μπορούν να δημιουργηθούν και με τις ακόλουθες συναρτήσεις:

- linspace(a,b,n)** Δημιουργεί ένα διάνυσμα με **n** στοιχεία, ισοκαταναμημένα από το **a** μέχρι το **b**.
- diag(vector)** Δημιουργεί έναν διαγώνιο πίνακα όπου η διαγώνιος έχει τα στοιχεία του διανύσματος
- diag(matrix2D)** Δημιουργεί έναν διάνυσμα που έχει τα στοιχεία της διαγώνιου του πίνακα

Σχετικά με τους πίνακες υπάρχουν και οι συναρτήσεις:

- length(x)** Επιστρέφει το μήκος της μεγαλύτερης διάστασης του πίνακα
- size(x)** Επιστρέφει ένα διάνυσμα με τις διαστάσεις του πίνακα (γραμμές, στήλες, κοκ)
- numel(x)** Επιστρέφει το πλήθος των στοιχείων του πίνακα

- sort(x)** Επιστρέφει ένα ταξινομημένο διάνυσμα (ή τον πίνακα με την κάθε στήλη του ανεξάρτητα ταξινομημένη)
- sortrows(x, c)** Επιστρέφει ένα πίνακα με ταξινομημένες γραμμές βάσει της στήλης **c**
- find(x)** Επιστρέφει ένα διάνυσμα με τους δείκτες των μη-μηδενικών στοιχείων του πίνακα (ως μονοδιάστατος)

Scripts

Τα **scripts** στη MATLAB είναι **αρχεία** που περιέχουν μια **ακολουθία εντολών** και αποθηκεύονται με την επέκταση **.m**

Τα scripts εκτελούνται απευθείας από τη γραμμή εντολών ή μέσω άλλων προγραμμάτων και χρησιμοποιούνται κυρίως για την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων υπολογισμών ή τη διαχείριση μεγάλων συνόλων εντολών.

Ένα script εκτελείται στο **ίδιο workspace** με τη γραμμή εντολών, γεγονός που σημαίνει ότι όλες οι μεταβλητές που δημιουργούνται μέσα στο script είναι διαθέσιμες στη γραμμή εντολών **μετά** την εκτέλεση.

Τα scripts **δεν δέχονται εισόδους** ή επιστρέφουν εξόδους απευθείας, αλλά μπορούν να αλληλεπιδράσουν με δεδομένα που υπάρχουν ήδη στο workspace. Είναι ιδανικά για απλές εργασίες ή για τη δημιουργία προγραμμάτων που δεν απαιτούν πολύπλοκη δομή, όπως αυτή που παρέχεται από τις συναρτήσεις.



Η **εκτέλεση** ενός script (από τον τρέχοντα φάκελο), γίνεται απλά γράφοντας το όνομα του αρχείου (χωρίς το **.m**) στην γραμμή εντολών. Γι' αυτό **ονοματίστε** τα script σας με τους **ίδιους** κανόνες που χρησιμοποιούμε και στις μεταβλητές.

Έλεγχος ροής

Οι γνωστές μορφές ελέγχου ροής υπάρχουν και στη MATLAB με διαφορετική μόνο σύνταξη και ενίοτε κάποιες πρόσθετες δυνατότητες. Από αυτές θα παρουσιάσουμε τις `if`, `while` και `for`.

Η `if` και η `while` (αλλά και η `for`) λειτουργούν όμοια με τη C με τις εξής συντακτικές διαφορές:

- Δεν χρειάζονται παρενθέσεις για τη συνθήκη (αν και δεν πειράζει αν μπουν)
- Το μπλοκ εντολών ξεκινά αμέσως μετά τη συνθήκη και τερματίζεται στη λέξη κλειδί `end`
- Ειδικά για το `if`, το `elseif` γράφεται ως μία λέξη χωρίς κενό

Το `for` έχει όμως λίγο διαφορετική λογική στην χρήση του. Συντάσσεται (βάσει των παραπάνω) ως εξής:

```
for x = rowVector
    % do something with x
end
```

Δηλαδή η μεταβλητή `x` δεν δείχνει πλέον τον δείκτη του πίνακα, αλλά το εκάστοτε στοιχείο του διανύσματος γραμμή (ξεκινώντας από το 1^ο ως το τελευταίο). Εκτελούνται οι εντολές μέσα στο σώμα για κάθε στοιχείο του διανύσματος και το `x` περιέχει την τιμή του διανύσματος.

Εάν πρόκειται για 2D πίνακα (ή διάνυσμα στήλη), τότε το `x` παίρνει ως τιμές τα διανύσματα στήλες.

Break & Continue

Οι εντολές `break` και `continue` στους βρόχους λειτουργούν ακριβώς όπως και στη C.

Παραδείγματα

```
% αρχικοποιήσεις  
N = 10;  
A = randn(1,N);  
total = 0;  
% υπολογισμός  
for i=1:N  
    if A(i) > 0  
        total = total ...  
            + A(i);  
    end  
end  
% παρουσίαση  
disp(total);
```

Σχόλιο γραμμής με το %

Για να συνεχίσει η εντολή στην επόμενη γραμμή

```
% αρχικοποιήσεις  
N = 10;  
A = randn(1,N);  
total = 0;  
% υπολογισμός  
for a=A  
    if a > 0  
        total = total ...  
            + a;  
    end  
end  
% παρουσίαση  
disp(total);
```