

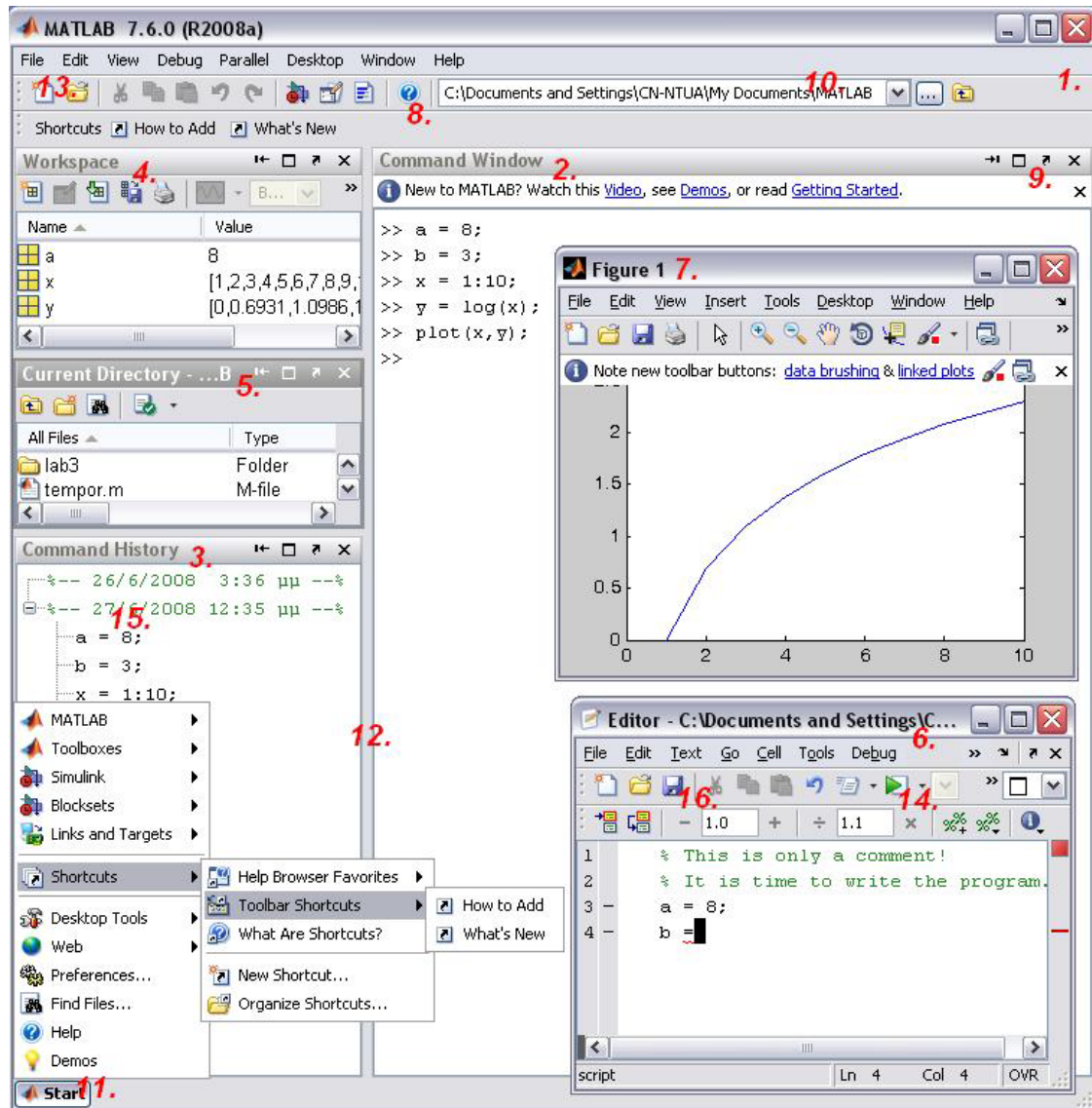
Εισαγωγή στο MATLAB

Το MATLAB αποτελεί ένα εμπορικό εργαλείο το οποίο προσφέρει ένα διαδραστικό προγραμματιστικό περιβάλλον στον χρήστη και χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών. Ενσωματώνει μια υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού, κατάλληλη για τη μοντελοποίηση και επίλυση σύνθετων μαθηματικών, και όχι μόνο, προβλημάτων. Το όνομά του προέρχεται από τις λέξεις MATrix LABoratory (εργαστήριο πινάκων) πράγμα που υποδηλώνει το γεγονός ότι η λειτουργία του βασίζεται εξ ολοκλήρου στη χρήση πινάκων, στοιχεία των οποίων μπορεί να είναι πραγματικοί ή μιγαδικοί αριθμοί (ακόμα και ένας μεμονωμένος αριθμός, όπως για παράδειγμα το 8, θεωρείται ως πίνακας με ένα στοιχείο). Ανάμεσα σε ένα πλήθος άλλων ευκολιών που προσφέρει, επιτρέπει τον εύκολο χειρισμό πινάκων, τη γραφική απεικόνιση (plotting) συναρτήσεων και δεδομένων, την υλοποίηση αλγορίθμων, την δημιουργία γραφικών διεπαφών και τη συνεργασία και διαλειτουργικότητα με προγράμματα γραμμένα σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού. Λόγω, δε, του ότι το MATLAB βρίσκει εφαρμογή σε ποικίλα επιστημονικά πεδία (επεξεργασία σήματος, νευρωνικά δίκτυα, συστήματα ελέγχου κ.τ.λ.), πρόσθετα πακέτα, που ονομάζονται toolboxes, ενσωματώνονται σε αυτό και προσφέρουν χρήσιμες εξειδικευμένες συναρτήσεις.

Τα βασικά συστατικά του MATLAB είναι:

- το Περιβάλλον Ανάπτυξης και τα αντίστοιχα εργαλεία του: περιλαμβάνει διάφορα παράθυρα, όπως το Παράθυρο Εντολών (Command Window) και το Ιστορικό Εντολών (Command History) και άλλα εργαλεία για αποσφαλμάτωση (debugging), ανάλυση κώδικα και πλοήγηση στο σύστημα αρχείων
- η βιβλιοθήκη μαθηματικών συναρτήσεων: ίσως το πιο σημαντικό συστατικό του MATLAB, με στοιχειώδεις αριθμητικές συναρτήσεις, αλλά και πιο πολύπλοκες
- η γλώσσα προγραμματισμού: μια υψηλού επιπέδου προγραμματιστική γλώσσα με δομές δεδομένων, συναρτήσεις, εντολές ελέγχου ροής, εντολές εισόδου/εξόδου και στοιχεία από αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού
- τα γραφικά συστατικά: το MATLAB παρέχει μια πληθώρα δυνατοτήτων απεικόνισης διανυσμάτων, πινάκων και γραφημάτων στις 2 και 3 διαστάσεις

Στο σημείο αυτό κρίνουμε απαραίτητη τη συνοπτική περιγραφή του Περιβάλλοντος Ανάπτυξης (Development Environment) του MATLAB, με σκοπό τη γρήγορη εξοικείωση του χρήστη με αυτό άρα και την αποδοτικότερη εκμάθηση αυτού. Με αναφορά στο επόμενο δεικτοδοτημένο σχήμα, περιγράφουμε κάποια από τα βασικά συστατικά της επιφάνειας εργασίας του MATLAB.



MATLAB Desktop (Επιφάνεια Εργασίας MATLAB) [1.]

Το MATLAB Desktop (Επιφάνεια Εργασίας MATLAB) αποτελεί τη βάση του Περιβάλλοντος Ανάπτυξης του συγκεκριμένου εργαλείου. Παρέχει στο χρήστη ένα προγραμματιστικό περιβάλλον το οποίο του επιτρέπει την εκτέλεση εντολών, την οπτικοποίηση δεδομένων και αποτελεσμάτων, τη δημιουργία και τροποποίηση αρχείων m-files (απλά αρχεία κειμένου με κατάληξη `.m` που περιέχουν εντολές MATLAB) και την λήψη στοχευμένης βοήθειας. Επίσης, παρέχει εργαλεία

διαχείρισης και προσωποποίησης των εκάστοτε αναπτυσσόμενων projects. Αποτελείται από έναν αριθμό άλλων παραθύρων των οποίων η χρησιμότητα θα αναπτυχθεί στην συνέχεια.

Παράθυρο Εντολών (Command Window) [2.]

Το Παράθυρο Εντολών χρησιμοποιείται για την εκτέλεση MATLAB εντολών με σκοπό τη διεκπεραίωση ενός αριθμού εργασιών όπως για παράδειγμα την δημιουργία και επεξεργασία μεταβλητών (variables), τη δημιουργία, τροποποίηση και κλήση αρχείων m-files, τη διαχείριση δεδομένων και πολλά άλλα. Στο συγκεκριμένο παράθυρο, η εκτέλεση της εκάστοτε εντολής πραγματοποιείται μόλις πιεστεί το πλήκτρο “Enter” ενώ τα αποτελέσματα της εκτέλεσης είναι άμεσα ορατά στον χώρο αμέσως κάτω από την εκτελούμενη εντολή (εκτός και αν τοποθετηθεί ένα semicolon (ελληνικό ερωτηματικό, ;) στο τέλος κάθε εντολής κάνοντας τα αποτελέσματα μη ορατά στον χρήστη). Επίσης, σημειώνουμε ότι αν τη στιγμή που γράφουμε μια εντολή στην γραμμή εκτέλεσης πιάσουμε το πλήκτρο “Tab”, εμφανίζονται όλες οι πιθανές επιλογές εντολών, συναρτήσεων και μεταβλητών που αρχίζουν με τους ως τώρα εισηγμένους χαρακτήρες. Επίσης, είναι δυνατή η επανάκληση προηγούμενα εκτελεσμένων εντολών απλά χρησιμοποιώντας τα Up & Down Arrow Keys (πάνω και κάτω βελάκι).

Ιστορικό Εντολών (Command History) [3.]

Κάθε εντολή που εκτελείται στο Παράθυρο Εντολών (Command Window) καταγράφεται ταυτόχρονα σε ένα ιστορικό. Οι εγγραφές του ιστορικού [15.] εμφανίζονται, ταξινομημένες σύμφωνα με την ώρα δημιουργία τους, στο παράθυρο το οποίο ονομάζεται Ιστορικό Εντολών. Είναι έτσι δυνατή η επανεκτέλεση μιας ήδη εισηγμένης εντολής απλά κάνοντας διπλό-κλικ πάνω της ή σέρνοντάς τη στο Παράθυρο Εντολών για περαιτέρω επεξεργασία. Οι εγγραφές του Ιστορικού Εντολών, τέλος, μπορούν να διαγραφούν, να ομαδοποιηθούν, να τροποποιηθούν ή να σωθούν σε ένα m-file.

Χώρος Εργασίας (Workspace) [4.]

Όλες οι μεταβλητές που έχουν οριστεί από τη στιγμή εκκίνησης του MATLAB είναι αποθηκευμένες σε χώρο μνήμης προσβάσιμο από όλα τα προγράμματα και αποτελούν το Χώρο Εργασίας (Workspace). Κάθε μεταβλητή αποθηκεύεται εκεί μαζί με πληροφορίες όπως το όνομά της, η τιμή της, στατιστικά

στοιχεία και άλλα. Οι πληροφορίες αυτές γίνονται εμφανείς στον χρήστη μέσω του Workspace Browser. Δυνατότητες όπως η διαδραστική ανάγνωση και τροποποίηση των χαρακτηριστικών των αποθηκευμένων μεταβλητών (με διπλό-κλικ επάνω στην επιθυμητή μεταβλητή και χρήση του Array Editor) και η γραφική απεικόνισή τους (plotting) είναι μερικές από τις παρεχόμενες από αυτόν ευκολίες. Η συμβολή του, δε, κατά την διαδικασία της αποσφαλμάτωσης (debugging) προγραμμάτων είναι καταλυτική.

Φυλλομετρητής Τρέχοντος Καταλόγου (Current Directory Browser) [5.] / Τρέχων Κατάλογος (Current Directory) [10.]

Κάθε λειτουργία η οποία στηρίζεται στην χρήση αρχείων, χρησιμοποιεί τον Τρέχοντα Κατάλογο (Current Directory) ως σημείο αναφοράς. Κάθε αρχείο που επιθυμούμε να εκτελέσουμε ή να χρησιμοποιήσουμε θα πρέπει αναγκαστικά να βρίσκεται μέσα στο συγκεκριμένο φάκελο εκτός και αν εμείς το ορίσουμε διαφορετικά. Στο περιβάλλον εργασίας του MATLAB, λοιπόν, παρέχονται δύο κύρια εργαλεία, ο Φυλλομετρητής Τρέχοντος Καταλόγου (Current Directory Browser) και το πεδίο Τρέχων Κατάλογος (Current Directory). Το πρώτο παρουσιάζει εύληπτα τα περιεχόμενα του δεύτερου παρέχοντας ταυτόχρονα πολλές πληροφορίες για το καθένα. Παράλληλα, επιτρέπει την περιήγηση του χρήστη στο σύστημα αρχείων του εκάστοτε υπολογιστή, το άνοιγμα (με το κατάλληλο προκαθορισμένο πρόγραμμα), την αναζήτηση και τροποποίηση σχετικών αρχείων ή καταλόγων καθώς και την διαχείριση m-files.

Παράθυρο Εισαγωγής Κειμένου (Editor window) [6.]

Το παρόν παράθυρο καθιστά δυνατή τη συγγραφή μιας δέσμης εντολών και συναρτήσεων και την αποθήκευσή τους ως m-file, με σκοπό την μετέπειτα εκτέλεση. Το εν λόγω παράθυρο εμφανίζεται με το πάτημα του κουμπιού NEW [13.] ή εναλλακτικά πληκτρολογώντας edit στο Παράθυρο Εντολών, ενώ αφού συντάξουμε το πρόγραμμα, μπορούμε είτε να το αποθηκεύσουμε στον Τρέχοντα Κατάλογο (Current Directory) πιέζοντας το κουμπί SAVE [16.] είτε να το εκτελέσουμε άμεσα πιέζοντας το κουμπί RUN [14.]. Τα ως τώρα δημιουργημένα m-files παρουσιάζονται στον Φυλλομετρητή Τρέχοντος Καταλόγου (Current Directory Browser) από τον οποίο είναι, άλλωστε, και διαθέσιμα προς εκτέλεση, τροποποίηση, ανάλυση και αποσφαλμάτωση.

Παράθυρο Σχημάτων (Figure window) [7.]

Στο Παράθυρο Σχημάτων σχεδιάζουμε γραφικές παραστάσεις με τη χρήση κατάλληλων σχεδιαστικών εντολών οι οποίες γράφονται είτε στη γραμμική εντολών είτε σε προγράμματα MATLAB.

Παράθυρο Βοήθειας (Help Window)

Το παράθυρο αυτό παρέχει πολύτιμη βοήθεια τόσο σε αρχάριους όσο και πιο έμπειρους χρήστες καθώς αποτελεί ένα θησαυρό οδηγιών και παραδειγμάτων που αφορούν το εργαλείο MATLAB και όχι μόνο. Καθίσταται προσβάσιμο απλά πιέζοντας το κουμπί [8] ή εναλλακτικά, πληκτρολογώντας στο Παράθυρο Εντολών help ή doc ακολουθούμενα από το όνομα της συνάρτησης για την οποία θέλουμε να λάβουμε πληροφορίες.

Γενικές οδηγίες

Κρατώντας πατημένο το αριστερό πλήκτρο του ποντικιού πάνω στα όρια του εκάστοτε παραθύρου, π.χ. στο σημείο [12.], και μετακινώντας αυτό κατάλληλα μπορούμε να αλλάξουμε το μέγεθος ή ακόμα και τη θέση του στο MATLAB Desktop. Επίσης, στο χώρο [9.] παρέχονται κουμπιά επιλογών όπως το κλείσιμο του συγκεκριμένου παραθύρου, η “επικόλλησή” του στο Desktop και πολλά άλλα.

Τέλος, μέσω του κουμπιού Start [11.] είναι διαθέσιμα διάφορα εργαλεία του MATLAB, παραδείγματα, demos, αρχεία τεκμηρίωσης, παράθυρα τροποποίησης και ορισμού επιλογών, παράθυρα προσωποποίησης του περιβάλλοντος εργασίας, ακόμα και τα πρόσθετα (add-ons) εκείνα εργαλεία τα οποία ενδέχεται ο εκάστοτε χρήστης, ανάλογα με τις ανάγκες του, να έχει εγκαταστήσει. Τέλος, μέσω αυτού του κουμπιού καθίστανται προσβάσιμα τα διάφορα shortcuts εντολών και εργαλείων που ο χρήστης χρησιμοποιεί πιο συχνά.

Βασικές εντολές στο Περιβάλλον Εργασίας

Κάποιες βασικές εντολές που μπορεί να εισάγει ο χρήστης για να δει πληροφορίες είναι η clear ακολουθούμενη από το όνομα μιας μεταβλητής και η clear all, οι οποίες διαγράφουν μια συγκεκριμένη μεταβλητή ή όλες τις μεταβλητές που βρίσκονται στο Χώρο Εργασίας αντίστοιχα. Η χρήση της clear all πριν από την εκτέλεση κάθε νέου προγράμματος κρίνεται απαραίτητη, για να αποφευχθούν προβλήματα ή τυχόν σφάλματα από παλιότερες ανεπιθύμητες τιμές μεταβλητών. Οι εντολές who και whos εμφανίζουν μια λίστα με όλες τις μεταβλητές που βρίσκονται

στο Χώρο Εργασίας μια δεδομένη χρονική στιγμή, με τη `whos` να εμφανίζει επιπλέον και πληροφορίες όπως το μέγεθος και ο τύπος κάθε μεταβλητής. Βέβαια, υπενθυμίζουμε ότι όλες αυτές οι πληροφορίες μπορούν ανά πάσα στιγμή να διαβαστούν από τον `Workspace Browser`.

Επιπλέον, σημειώνουμε ότι δεν είναι απαραίτητο κάθε εντολή να βρίσκεται σε μια γραμμή, καθώς μπορούμε να πληκτρολογήσουμε περισσότερες της μίας εντολές στην ίδια γραμμή, παρεμβάλλοντας μεταξύ τους ένα ελληνικό ερωτηματικό `;`. Αντίστροφα, αν μια εντολή είναι πολύ μεγάλη για να χωρέσει σε μία γραμμή, μπορούμε στο τέλος της πρώτης γραμμής να πληκτρολογήσουμε τρεις τελείες `...` και να συνεχίσουμε την εντολή στην επόμενη γραμμή. Η εισαγωγή σχολίων στο `MATLAB` σηματοδοτείται με το χαρακτήρα `%`, οπότε ότι έπεται αυτού του χαρακτήρα δε λαμβάνεται υπόψη από το `MATLAB` και δεν εκτελείται.

Αρχεία προγραμμάτων και συναρτήσεων

Γενικά, το `MATLAB` προσφέρει δύο εναλλακτικούς τρόπους εργασίας: είτε μέσω του Παραθύρου Εντολών (`Command Window`) όπου ο χρήστης δίνει μεμονωμένες εντολές, μπορεί να κάνει κάποιες δοκιμές και παίρνει άμεσα κάποια αποτελέσματα, είτε μέσω `scripts`, προγραμμάτων δηλαδή, τα οποία ο χρήστης γράφει στο περιβάλλον του Παραθύρου Εισαγωγής Κειμένου (`Editor`). Τα προγράμματα `MATLAB` αποθηκεύονται σε αρχεία απλού κειμένου (`plain text`) με την κατάληξη `.m` και ονομάζονται `m-files`. Τα ονόματα των `m-files` πρέπει να αρχίζουν με κάποιο γράμμα ακολουθούμενο από άλλα γράμματα (μέχρι 18) ή/και ψηφία ή/και το χαρακτήρα υπογράμμισης (το μείον `<->` και η τελεία `<.>` δεν επιτρέπονται). Για την εκτέλεση του προγράμματος, δεν απαιτείται να γίνει πρώτα από το χρήστη μεταγλώττιση (`compiling`), όπως απαιτούν άλλες γλώσσες προγραμματισμού, αλλά αυτή γίνεται αυτόματα πριν από την εκτέλεση.

Υπάρχουν δύο είδη `m-files`: τα αρχεία προγραμμάτων (`scripts`) και τα αρχεία συναρτήσεων (`functions`). Ένα `script` είναι ένα αυτόνομο, εκτελέσιμο πρόγραμμα το οποίο δε δέχεται ορίσματα εισόδου και δεν επιστρέφει μεταβλητές εξόδου, αλλά αντίθετα χρησιμοποιεί υπάρχουσες ή δημιουργεί νέες μεταβλητές στο Χώρο Εργασίας (`Workspace`). Ουσιαστικά, τα `scripts` δεν είναι τίποτα άλλο από μια σειρά εντολών, ενώ αν και δεν έχουν μεταβλητές εξόδου, μπορούν να δημιουργήσουν νέες μεταβλητές στο Χώρο Εργασίας, που μπορούν να προσπελαστούν μόλις τελειώσει η

εκτέλεσή τους. Τα scripts εκτελούνται πληκτρολογώντας το όνομά τους στο Παράθυρο Εντολών ή πατώντας το κουμπί RUN στο παράθυρο του editor.

Το δεύτερο είδος m-file είναι τα αρχεία συναρτήσεων ή functions, που δέχονται ορίσματα εισόδου και προαιρετικά, επιστρέφουν μεταβλητές εξόδου. Το όνομα μιας συνάρτησης μαζί με τα ορίσματα εισόδου και τις μεταβλητές εξόδου γράφονται στην πρώτη γραμμή του αντίστοιχου m-file συνοδευόμενα από τη λέξη-κλειδί function, ενώ στην τελευταία γραμμή του αρχείου, γράφεται η λέξη-κλειδί end. Για παράδειγμα, η πρώτη γραμμή της συνάρτησης polyval, που είναι αποθηκευμένη στο αρχείο polyval.m θα έχει ως εξής:

```
function y=polyval(p,x)
```

που σημαίνει ότι η συνάρτηση polyval παίρνει δύο ορίσματα εισόδου, τα p και x και επιστρέφει μια τιμή που αποθηκεύεται στη μεταβλητή εξόδου y. Επίσης, το m-file που περιέχει μια συνάρτηση πρέπει να έχει το ίδιο όνομα με αυτή, ενώ αξίζει να σημειώσουμε ότι μια συνάρτηση χρησιμοποιεί δικό της χώρο μεταβλητών, ο οποίος δεν είναι προσπελάσιμος μετά την εκτέλεσή της. Οι συναρτήσεις μπορούν να κληθούν μέσα από scripts ή από άλλες συναρτήσεις για διάφορες τιμές των ορισμάτων εισόδου τους.

Εισαγωγή δεδομένων – Διαμόρφωση Εξόδου

Το MATLAB χρησιμοποιεί τη συνήθη δεκαδική παράσταση αριθμών. Η περιοχή που μπορεί να παρασταθεί είναι προσεγγιστικά η $\pm(10^{-308}, 10^{308})$. Πολύ μικροί ή πολύ μεγάλοι αριθμοί παριστάνονται σε εκθετική μορφή (ή κινητής υποδιαστολής). Τυπικά παραδείγματα παραστάσεων αριθμών στο MATLAB είναι

```
67423.97215    2468.1357e-4    -0.1234e3
```

με το e3 να ισούται με 10^3 . Όλες οι πράξεις στο MATLAB γίνονται εσωτερικά με διπλή ακρίβεια (double precision), ανεξάρτητα από τον τρόπο αναπαράστασης των αποτελεσμάτων στην έξοδο. Για τον καθορισμό της μορφής αναπαράστασης χρησιμοποιείται η εντολή format ακολουθούμενη από την επιθυμητή μορφή (π.χ. short, long, short e, long g κ.τ.λ.). Όταν η format καλείται χωρίς παραμέτρους, τότε η μορφή αναπαράστασης είναι η προκαθορισμένη short, η οποία χρησιμοποιεί 4 δεκαδικά ψηφία. Με την εντολή format long έχουμε εμφάνιση 15 δεκαδικών ψηφίων, ενώ η προσθήκη του χαρακτήρα e δίνει εκθετική μορφή, σαν και αυτήν που είδαμε παραπάνω. Οι εντολές format short g και format long g επιλέγουν την καλύτερη από

τις δύο μορφές αναπαράστασης (σταθερής ή κινητής υποδιαστολής) και χρησιμοποιούν 4 ή 15 δεκαδικά ψηφία αντίστοιχα.

Επίσης, μπορούμε να εισάγουμε δεδομένα κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ενός προγράμματος με τη χρήση της συνάρτησης `input`. Η εμφάνιση δεδομένων στην οθόνη, εκτός από το συνηθισμένο τρόπο της αναγραφής μεταβλητών χωρίς ; στο τέλος, επιτυγχάνεται και με τη συνάρτηση `disp`. Έτσι, οι παρακάτω γραμμές, εμφανίζουν ένα μήνυμα στο χρήστη, ο οποίος πληκτρολογεί έναν αριθμό, που αποθηκεύεται στη μεταβλητή `x`, την οποία και εμφανίζουμε στην οθόνη.

```
>> x=input('Δώστε αριθμό: ');  
  
>> disp(x);
```

Ειδικοί χαρακτήρες και μεταβλητές

Το MATLAB διαθέτει μια πλειάδα ειδικών χαρακτήρων και λέξεων-κλειδιών που αντιστοιχούν σε σταθερές και μεταβλητές, τις οποίες μπορεί ο χρήστης να εισάγει στα `m-file` του. Οι πιο σημαντικές από αυτές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| Λέξη-κλειδί | Επιστρεφόμενη Τιμή |
|----------------------|---|
| <code>ans</code> | Περιέχει την πιο πρόσφατη υπολογισθείσα τιμή. Αν δεν ορίσουμε μεταβλητή εξόδου στην οποία να αποθηκεύεται το αποτέλεσμα μιας έκφρασης, το MATLAB αυτόματα αποθηκεύει την τιμή στη μεταβλητή <code>ans</code> . Π.χ. η έκφραση <code>2+2</code> ισοδυναμεί με την έκφραση <code>ans=2+2</code> . |
| <code>eps</code> | Αναπαριστά τη σχετική ακρίβεια κινητής υποδιαστολής που χρησιμοποιεί το MATLAB, δηλαδή την απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών θετικών αριθμών διπλής ακρίβειας, η οποία είναι ίση με 2^{-52} . |
| <code>intmin</code> | Η μικρότερη ακέραια τιμή που μπορεί να αναπαρασταθεί στο MATLAB με 8, 16, 32 ή 64 bit. |
| <code>intmax</code> | Η μεγαλύτερη ακέραια τιμή που μπορεί να αναπαρασταθεί στο MATLAB με 8, 16, 32 ή 64 bit. |
| <code>realmin</code> | Ο μικρότερος θετικός αριθμός που μπορεί να αναπαρασταθεί στο MATLAB σε μορφή κινητής υποδιαστολής. |
| <code>realmax</code> | Ο μεγαλύτερος αριθμός που μπορεί να αναπαρασταθεί στο MATLAB σε μορφή κινητής υποδιαστολής. |

| | |
|------|--|
| pi | Ο γνωστός αριθμός π. |
| i, j | Η φανταστική μονάδα. |
| inf | Συμβολίζει το άπειρο. |
| NaN | Συμβολίζει μια μη επιτρεπτή αριθμητική τιμή (αφού διαβάζεται Not a Number). Τέτοιες τιμές προκύπτουν μετά από διαίρεση με μηδέν, από μία διαίρεση inf/inf ή από πράξεις που εμπλέκουν ένα NaN. |