

Περιεχόμενα

	Πρόλογος.....	13
1	Ξεκίνημα	15
1.1	Εισαγωγή	15
1.2	Τυπογραφικές συμβάσεις.....	16
1.3	Τι νέο υπάρχει στο MATLAB 7	16
1.4	Τι περιέχει το βιβλίο	17
2	Βασικά χαρακτηριστικά.....	19
2.1	Απλές μαθηματικές πράξεις.....	19
2.2	Ο χώρος εργασίας του MATLAB.....	22
2.3	Μεταβλητές.....	23
2.4	Σχόλια, στίξη, και ακύρωση εκτέλεσης.....	26
2.5	Μιγαδικοί αριθμοί.....	28
2.6	Αριθμητικές πράξεις κινητής υποδιαστολής	30
2.7	Μαθηματικές συναρτήσεις	33
3	Η επιφάνεια εργασίας του MATLAB.....	39
3.1	Τα παράθυρα του MATLAB	40
3.2	Διαχείριση του χώρου εργασίας του MATLAB	40
3.3	Διαχείριση της μνήμης.....	44
3.4	Μορφές εμφάνισης αριθμών.....	45
3.5	Τήρηση ημερολογίου περιόδου εργασίας.....	46
3.6	Πληροφορίες συστήματος	47
3.7	Διαδρομή αναζήτησης του MATLAB.....	48

4	Αρχεία M (σεναρίων)	50
4.1	Χρήση αρχείων σεναρίων	50
4.2	Μπλοκ σχολίων και κελιά κώδικα	55
4.3	Ορισμός χρόνου εκτέλεσης	56
4.4	Εκκίνηση και τερματισμός	58
5	Πίνακες και πράξεις με πίνακες	60
5.1	Απλοί πίνακες	60
5.2	Αριθμοδείκτες πινάκων	62
5.3	Κατασκευή πίνακα	64
5.4	Προσανατολισμός πίνακα	68
5.5	Μαθηματικά βαθμωτού-πίνακα	71
5.6	Μαθηματικά πίνακα-πίνακα	72
5.7	Τυπικοί πίνακες	79
5.8	Χειρισμός πινάκων	84
5.9	Ταξινόμηση πινάκων	101
5.10	Αναζήτηση δευτερευόντων πινάκων	104
5.11	Συναρτήσεις χειρισμού πινάκων	111
5.12	Μέγεθος πίνακα	118
5.13	Πίνακες και χρήση μνήμης	121
6	Πολυδιάστατοι πίνακες	128
6.1	Κατασκευή πίνακα	129
6.2	Μαθηματικά και χειρισμός πινάκων	133
6.3	Μέγεθος πίνακα	145
7	Τύποι αριθμητικών δεδομένων	149
7.1	Ακέραιοι τύποι δεδομένων	150
7.2	Τύποι δεδομένων κινητής υποδιαστολής	156
7.3	Περίληψη	158

8	Πίνακες κελιών και δομές	160
8.1	Δημιουργία πίνακα κελιών	161
8.2	Χειρισμός πινάκων κελιών	165
8.3	Λήψη περιεχομένων πίνακα κελιών	168
8.4	Λίστες οριοθετημένες με κόμματα	171
8.5	Συναρτήσεις κελιών	175
8.6	Πίνακες κελιών συμβολοσειρών.....	177
8.7	Δημιουργία δομών	180
8.8	Χειρισμός δομών	185
8.9	Λήψη περιεχομένων δομών	187
8.10	Λίστες οριοθετημένες με κόμματα (πάλι)	189
8.11	Συναρτήσεις δομών.....	193
8.12	Περίληψη	197
9	Συμβολοσειρές χαρακτήρων	199
9.1	Δημιουργία συμβολοσειρών	199
9.2	Αριθμοί σε συμβολοσειρές σε αριθμούς	205
9.3	Υπολογισμός συμβολοσειρών	214
9.4	Συναρτήσεις συμβολοσειρών	215
9.5	Πίνακες κελιών συμβολοσειρών.....	219
9.6	Αναζήτηση με κανονικές παραστάσεις	224
10	Σχεσιακές και λογικές πράξεις	234
10.1	Σχεσιακοί τελεστές	235
10.2	Λογικοί τελεστές.....	238
10.3	Προτεραιότητες τελεστών	240
10.4	Σχεσιακές και λογικές συναρτήσεις.....	241
10.5	NAN και κενοί πίνακες.....	244
11	Έλεγχος της ροής	248
11.1	Βρόχοι FOR	248
11.2	Βρόχος WHILE.....	255

11.3	Κατασκευές IF-ELSE-END.....	256
11.4	Κατασκευές SWITCH-CASE.....	260
11.5	Μπλοκ TRY-CATCH.....	261
12	Συναρτήσεις	265
12.1	Κανόνες δημιουργίας συναρτήσεων αρχείων M.....	267
12.2	Ορίσματα εισόδου και εξόδου	272
12.3	Χώροι εργασίας συναρτήσεων	276
12.4	Συναρτήσεις και η διαδρομή αναζήτησης του MATLAB.....	281
12.5	Δημιουργία της δικής σας εργαλειοθήκης.....	284
12.6	Η δυϊκότητα συναρτήσεων-διαταγών	285
12.7	Χειριστήρια συναρτήσεων και ανώνυμες συναρτήσεις.....	287
12.8	Ένθετες συναρτήσεις	294
13	Αποσφαλμάτωση και προφίλ αρχείων M.....	300
13.1	Εργαλεία αποσφαλμάτωσης	300
13.2	Έλεγχος σύνταξης και εξαρτήσεις αρχείων.....	303
13.3	Δημιουργία προφίλ αρχείων M.....	304
14	Διαχείριση αρχείων και καταλόγων	306
14.1	Εγγενή αρχεία δεδομένων.....	306
14.2	Εισαγωγή και εξαγωγή δεδομένων	310
14.3	Είσοδος/έξοδος αρχείων σε χαμηλό επίπεδο	313
14.4	Διαχείριση καταλόγων	314
14.5	Συναρτήσεις αρχείων για FTP	320
15	Συναρτήσεις συνόλων, bit, και αλλαγής βάσης.....	322
15.1	Συναρτήσεις συνόλων.....	322
15.2	Συναρτήσεις BIT.....	326
15.3	Μετατροπές βάσης.....	328

16	Χρονικοί υπολογισμοί.....	330
16.1	Τρέχουσα ημερομηνία και ώρα	330
16.2	Μετατροπές μορφής ημερομηνιών	331
16.3	Συναρτήσεις ημερομηνίας	337
16.4	Συναρτήσεις χρονομέτρου	339
16.5	Ετικέτες γραφημάτων	340
17	Άλγεβρα μητρών.....	342
17.1	Συστήματα γραμμικών εξισώσεων	342
17.2	Συναρτήσεις μητρών.....	348
17.3	Ειδικές μήτρες.....	350
17.4	Αραιές μήτρες.....	351
17.5	Συναρτήσεις αραιών μητρών	354
18	Ανάλυση δεδομένων	357
18.1	Βασική στατιστική ανάλυση.....	357
18.2	Βασική ανάλυση δεδομένων.....	371
18.3	Ανάλυση δεδομένων και στατιστικές συναρτήσεις.....	378
19	Παρεμβολή δεδομένων	380
19.1	Μονοδιάστατη παρεμβολή	380
19.2	Δισδιάστατη παρεμβολή	385
19.3	Τριγωνισμός και διάσπαρτα δεδομένα	391
19.4	Περίληψη	397
20	Πολυώνυμα	399
20.1	Ρίζες	399
20.2	Πολλαπλασιασμός	400
20.3	Πρόσθεση.....	401

20.4	Διαίρεση.....	402
20.5	Παράγωγοι και ολοκληρώματα	403
20.6	Υπολογισμός.....	403
20.7	Ρητά πολώνυμα.....	404
20.8	Προσαρμογή καμπύλης	406
21	Κυβικές καμπύλες <i>spline</i>	410
21.1	Βασικά χαρακτηριστικά.....	410
21.2	Τμηματικά πολώνυμα	411
21.3	Κυβικά πολώνυμα HERMITE	415
21.4	Ολοκλήρωση.....	418
21.5	Παραγωγή.....	420
21.6	Παρεμβολή SPLINE σε επίπεδο.....	422
22	Ανάλυση <i>Fourier</i>	426
22.1	Διακριτός μετασχηματισμός FOURIER	426
22.2	Σειρές FOURIER	431
23	Βελτιστοποίηση	437
23.1	Εύρεση μηδενικών σημείων	438
23.2	Ελαχιστοποίηση σε μία διάσταση.....	442
23.3	Ελαχιστοποίηση σε περισσότερες διαστάσεις.....	445
23.4	Πρακτικά θέματα	448
24	Ολοκλήρωση και παραγωγή.....	450
24.1	Ολοκλήρωση.....	450
24.2	Παραγωγή.....	456

25	Διαφορικές εξισώσεις.....	464
25.1	Μορφή IVP	464
25.2	Βοηθήματα επίλυσης ODE	465
25.3	Βασική χρήση	467
25.4	Ορισμός επιλογών.....	471
25.5	VP, PDE, και DDE	480
	Ευρετήριο	483

Τύποι αριθμητικών δεδομένων

Στα προηγούμενα κεφάλαια, οι αριθμητικές μεταβλητές ήταν πραγματικοί ή μιγαδικοί πίνακες που περιείχαν τιμές αποθηκευμένες σε διπλή ακρίβεια. Ιστορικά, τα δεδομένα του MATLAB αποθηκεύονταν πάντα σε μορφή διπλής ακρίβειας. Συμβολοσειρές χαρακτήρων και λογικά δεδομένα αποθηκεύονταν ως πίνακες πραγματικών αριθμών διπλής ακρίβειας με 8 byte. Δε χρειάζεται να πούμε ότι αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μη αποδοτική χρήση της μνήμης. Οι συμβολοσειρές χαρακτήρων χρειάζονται το πολύ δύο byte ανά χαρακτήρα, και οι λογικοί πίνακες απαιτούν μόνον ένα bit ανά στοιχείο για να διακρίνουν τις τιμές σε αληθείς (True) και ψευδείς (False).

Με το χρόνο, αυτή η μη αποδοτική χρήση της μνήμης εξαλείφθηκε. Καταρχήν, οι συμβολοσειρές χαρακτήρων (character strings) έγιναν ένας διαφορετικός τύπος δεδομένων (data type) ή κλάση μεταβλητών (variable class) και η αναπαράστασή τους άλλαξε σε δύο byte ανά χαρακτήρα. Πιο πρόσφατα, οι λογικοί πίνακες έγιναν επίσης ξεχωριστός τύπος δεδομένων και η αναπαράστασή τους άλλαξε σε ένα byte ανά τιμή. Ακόμη πιο πρόσφατα, προστέθηκαν οι τύποι δεδομένων απλής ακρίβειας και μια ποικιλία προσημασμένων και απρόσημων δεδομένων.

Πριν από το MATLAB 7, οι αριθμητικές πράξεις με δεδομένα ακεραίων και απλής ακρίβειας δεν ορίζονταν. Υποστηρίζονταν όμως η ταξινόμηση, η αναζήτηση, η λογική σύγκριση, και ο χειρισμός πινάκων. Για την εκτέλεση αριθμητικών πράξεων σε αυτούς τους τύπους δεδομένων, ήταν απαραίτητο να μετατρέψετε τα δεδομένα σε διπλής ακρίβειας πριν από την πράξη. Στη συνέχεια, αν θέλατε, το αποτέλεσμα θα μπορούσε να μετατραπεί ξανά στον αρχικό τύπο δεδομένων. Με την κυκλοφορία της Έκδοσης 7 του

MATLAB, οι περισσότερες πράξεις σε αυτούς τους τύπους δεδομένων εκτελούνται εσωτερικά, χωρίς ρητές μετατροπές.

7.1 ΑΚΕΡΑΙΟΙ ΤΥΠΟΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το MATLAB υποστηρίζει προσημασμένους και απρόσημους ακέραιους τύπους δεδομένων οι οποίοι έχουν μήκος 8, 16, 32, και 64 bit. Αυτοί οι τύποι δεδομένων συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος δεδομένων	Περιγραφή
<code>uint8</code>	Απρόσημος ακέραιος 8 bit με εύρος τιμών από 0 έως 255 (ή 0 έως 2^8)
<code>int8</code>	Προσημασμένος ακέραιος 8 bit με εύρος τιμών από -128 έως 127 (ή -2^7 έως $2^7 - 1$)
<code>uint16</code>	Απρόσημος ακέραιος 16 bit με εύρος τιμών από 0 έως 65535 (ή 0 έως 2^{16})
<code>int16</code>	Προσημασμένος ακέραιος 16 bit με εύρος τιμών από -32768 έως 32767 (ή -2^{15} έως $2^{15} - 1$)
<code>uint32</code>	Απρόσημος ακέραιος 32 bit με εύρος τιμών από 0 έως 4294967295 (ή 0 έως 2^{32})
<code>int32</code>	Προσημασμένος ακέραιος 32 bit με εύρος τιμών από -2147483648 έως 2147483647 (ή -2^{31} έως $2^{31} - 1$)
<code>uint64</code>	Απρόσημος ακέραιος 64 bit με εύρος τιμών από 0 έως 18446744073707551615 (ή 0 έως 2^{64})
<code>int64</code>	Προσημασμένος ακέραιος 64 bit με εύρος τιμών από -9223372036854775808 έως 9223372036854775807 (ή -2^{63} έως $2^{63} - 1$)

Με την εξαίρεση του εύρους τιμών, όλοι αυτοί οι ακέραιοι τύποι δεδομένων έχουν τις ίδιες ιδιότητες. Τα άνω και κάτω όρια του εύρους τιμών τους δίνονται από τις συναρτήσεις `intmax` και `intmin`, όπως φαίνεται στο παρακάτω παράδειγμα:

```
>> intmax('int8')
ans =
    127
```

```
>> intmin('uint32')
ans =
     0
```

Οι μεταβλητές που περιέχουν ακέραια δεδομένα μπορούν να δημιουργηθούν με πολλούς τρόπους. Όταν θέλετε έναν πίνακα μηδενικών και μονάδων, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε τις συναρτήσεις `zeros` και `ones`:

```
>> m = zeros(1,6,'int8') % ορισμός τύπου δεδομένων στο τελευταίο όρισμα
m =
     0     0     0     0     0     0
```

```
>> class(m) % επιβεβαίωση κλάσης αποτελέσματος
ans =
int8
```

```
>> n = ones(4,'uint16')
% και πάλι ορισμός τύπου δεδομένων στο τελευταίο όρισμα
n =
```

```
     1     1     1     1
     1     1     1     1
     1     1     1     1
     1     1     1     1
```

```
>> class(n) % επιβεβαίωση κλάσης αποτελέσματος
ans =
uint16
```

Για άλλες τιμές, πρέπει να γίνει μετατροπή ή ρητή μετατροπή (`cast`) των αποτελεσμάτων στον κατάλληλο τύπο δεδομένων:

```
>> k = 1:7 % δημιουργία προεπιλογής διπλής ακρίβειας
k =
     1     2     3     4     5     6     7
```

```
>> class(k)
ans =
double
```

```
>> kk = uint8(k) % μετατροπή με τη χρήση της συνάρτησης uint8
kk =
```

```

    1    2    3    4    5    6    7
>> class(kk)
ans =
uint8
>> kkk = cast(k,'uint8') % χρήση πιο γενικής συνάρτησης ρητής μετατροπής
kkk =
    1    2    3    4    5    6    7
>> class(kkk)
ans =
uint8

```

Όταν υπάρχει μια μεταβλητή ενός συγκεκριμένου τύπου δεδομένων, η μεταβλητή αυτή διατηρεί τον τύπο δεδομένων της έστω και αν προστεθούν και άλλα δεδομένα σε αυτή:

```

>> kkk(3:5) = ones(1,3) % προσθήκη τιμών διπλής ακρίβειας
kkk =
    1    2    1    1    1    6    7

>> class(kkk) % η κλάση παραμένει όπως είναι
ans =
uint8

>> kkk(5:7) = zeros(1,3,'uint16') % προσθήκη δεδομένων uint16
kkk =
    1    2    1    1    0    0    0

>> class(kkk) % η κλάση παραμένει όπως είναι
ans =
uint8

>> kkk(1:2:end) = pi % προσθήκη μη ακέραιας τιμής!
kkk =
    3    2    3    1    3    0    3
>> class(kkk) % η κλάση παραμένει όπως είναι

```

```
ans =  
uint8
```

Παρατηρήστε ότι, όταν προστίθεται ένας μη ακέραιος αριθμός, πρώτα στρογγυλοποιείται στον πλησιέστερο ακέραιο και μετά προστίθεται στον πίνακα.

Οι μαθηματικές πράξεις με ακέραιους τύπους δεδομένων του ίδιου είδους ορίζονται όπως στον παρακάτω κώδικα:

```
>> k = int8(1:7) % δημιουργία νέων δεδομένων  
k =  
    1    2    3    4    5    6    7  
>> m = int8(randperm(7)) % περισσότερα νέα δεδομένα  
m =  
    7    2    3    6    4    1    5  
  
>> k+m % πρόσθεση  
ans =  
    8    4    6   10    9    7   12  
>> k-m % αφαίρεση  
ans =  
   -6    0    0   -2    1    5    2  
>> k*m % πολλαπλασιασμός στοιχείο προς στοιχείο  
ans =  
    7    4    9   24   20    6   35  
>> k./m % διαίρεση στοιχείο προς στοιχείο  
ans =  
    0    1    1    1    1    6    1  
  
>> k % επαναφόρτωση δεδομένων  
k =  
    1    2    3    4    5    6    7  
  
>> k/k(2)  
ans =  
    1    1    2    2    3    3    4
```

Η πρόσθεση, η αφαίρεση, και ο πολλαπλασιασμός είναι εύκολες πράξεις. Όμως, σε πολλές περιπτώσεις η διαίρεση ακεραίων δε δίνει ως αποτέλεσμα ακέραιο. Όπως είδαμε, το MATLAB εκτελεί τη διαίρεση ακεραίων σαν οι πίνακες να ήταν διπλής ακρίβειας, και μετά στρογγυλοποιεί το αποτέλεσμα στον πλησιέστερο ακέραιο.

Όταν διαιρεί ακεραίους, το MATLAB ουσιαστικά εκτελεί την πράξη σε διπλή ακρίβεια, στρογγυλοποιεί το αποτέλεσμα στον πλησιέστερο ακέραιο, και μετατρέπει το αποτέλεσμα ξανά στον ακέραιο τύπο δεδομένων.

Οι μαθηματικές πράξεις μεταξύ μεταβλητών διαφορετικών ακεραίων τύπων δεδομένων δεν ορίζονται. Όμως, οι μαθηματικές πράξεις μεταξύ ενός βαθμωτού αριθμού διπλής ακρίβειας και ενός ακεραίου τύπου δεδομένων μετατρέπουν εσωτερικά το βαθμωτό διπλής ακρίβειας στον αντίστοιχο ακέραιο τύπο, και στη συνέχεια εκτελούν την πράξη, όπως δείχνει ο παρακάτω κώδικας:

```
>> m % φόρτωση δεδομένων
m =
     7     2     3     6     4     1     5
>> class(m)
ans =
int8
>> n = cast(k,'uint16') % νέα δεδομένα τύπου uint16
n =
     1     2     3     4     5     6     7
>> m+n % προσπάθεια για πρόσθεση μικτών τύπων
??? Error using ==> plus
Integers can only be combined with integers of the same class, or scalar
doubles.
>> n+3
% προσπάθεια για πρόσθεση της σταθεράς 3, εξ ορισμού σε διπλή ακρίβεια
ans =
     4     5     6     7     8     9    10
>> class(ans)
ans =
uint16
```

```
>> n-(1:7) % προσπάθεια αφαίρεσης μη βαθμωτών διπλής ακρίβειας
??? Error using ==> minus
Integers can only be combined with integers of the same class, or scalar
doubles.
```

Το MATLAB υποστηρίζει μικτές μαθηματικές πράξεις μεταξύ μιας **βαθμωτής** τιμής διπλής ακρίβειας και ενός ακεραίου τύπου δεδομένων, αλλά δεν υποστηρίζει πράξεις μεταξύ ενός πίνακα τιμών διπλής ακρίβειας και ενός πίνακα ακεραίων.

Λόγω τού περιορισμένου εύρους κάθε ακεραίου τύπου δεδομένων, οι μαθηματικές πράξεις μπορεί να δώσουν αποτελέσματα εκτός εύρους τιμών των τύπων δεδομένων. Σε αυτή την περίπτωση, το MATLAB εφαρμόζει κορεσμό (saturation). Δηλαδή, όταν το αποτέλεσμα μιας πράξης είναι έξω από τα όρια `intmin` και `intmax`, εξισώνεται με `intmin` ή `intmax`, ανάλογα με το όριο που έχει ξεπεραστεί:

```
>> k = cast('hellothere','uint8') % μετατροπή συμβολοσειράς σε uint8
k =
    104    101    108    108    111    116    104    101    114    101
>> double(k)+150 % εκτέλεση πρόσθεσης με διπλή ακρίβεια
ans =
    254    251    258    258    261    266    254    251    264    251
>> k+150 % πρόσθεση σε uint8, κορεσμός στο intmax('uint8')=255
ans =
    254    251    255    255    255    255    254    251    255    251
>> k-110 % αφαίρεση σε uint8, κορεσμός στο intmin('uint8')=0
ans =
     0     0     0     0     1     6     0     0     4     0
```

Συνοψίζοντας, το MATLAB υποστηρίζει μια ποικιλία ακεραίων τύπων δεδομένων. Εκτός από τους τύπους των 64 bit, αυτοί οι τύποι δεδομένων είναι πιο αποδοτικοί ως προς τη χρήση της μνήμης, από τα δεδομένα διπλής ακρίβειας. Οι μαθηματικές πράξεις με ίδιους ακεραίους τύπους δεδομένων δίνουν αποτέλεσμα του ίδιου τύπου δεδομένων. Πράξεις μεταξύ ανάμικτων τύπων δεδομένων ορίζονται μόνο μεταξύ ενός βαθμωτού αριθμού διπλής ακρίβειας και ακεραίων τύπων δεδομένων. Αν και δεν το δείξαμε προηγουμένως, οι τιμές διπλής ακρίβειας `inf` και `NaN` δεν υπάρχουν για ακεραίους τύπους δεδομένων. Επιπλέον, οι μαθηματικές πράξεις με ακεραίους των 64 bit δεν ορίζονται στο MATLAB 7, αλλά ίσως οριστούν σε μελλοντικές εκδόσεις.

7.2 ΤΥΠΟΙ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΣ ΥΠΟΔΙΑΣΤΟΛΗΣ

Ο προεπιλεγμένος τύπος δεδομένων στο MATLAB είναι διπλής ακρίβειας (double). Αυτός ο τύπος δεδομένων κινητής υποδιαστολής συμμορφώνεται με το πρότυπο IEEE σχετικά με την αριθμητική διπλής ακρίβειας. Το MATLAB υποστηρίζει πίνακες που περιέχουν δεδομένα απλής ακρίβειας ως έναν εναλλακτικό τρόπο οικονομίας μνήμης. Οι μαθηματικές πράξεις με δεδομένα απλής ακρίβειας ορίζονται και εκτελούνται παρόμοια με τους ακέραιους τύπους δεδομένων που περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα. Όπως φαίνεται στο επόμενο παράδειγμα, οι τιμές των `realmin`, `realmax`, και `eps` αντιπροσωπεύουν το μικρότερο εύρος τιμών και ακρίβεια των δεδομένων απλής ακρίβειας:

```
>> realmin('single')
ans =
    1.175494350822288e-038
>> realmax('single')
ans =
    3.402823466385289e+038
>> eps('single')
ans =
    1.192092895507813e-007

>> realmin('double') % συγκρίνετε με την αντίστοιχη τιμή διπλής ακρίβειας
ans =
    2.225073858507201e-308
>> realmax('double')
ans =
    1.797693134862316e+038
>> eps % ίδιο με το eps(1) και eps('double')
ans =
    2.220446049250313e-016
```

Η δημιουργία δεδομένων απλής ακρίβειας ακολουθεί την προσέγγιση που χρησιμοποιήσαμε για τους ακέραιους τύπους δεδομένων:

```
>> a = zeros(1,5,'single')
% καθορισμός τύπου δεδομένων στο τελευταίο όρισμα
```

```
a =  
    0    0    0    0    0  
>> b = eye(3, 'single')  
% καθορισμός τύπου δεδομένων στο τελευταίο όρισμα  
b =  
    1    0    0  
    0    1    0  
    0    0    1  
>> c = single(1:7) % μετατροπή προεπιλεγμένης διπλής ακρίβειας σε απλή  
c =  
    1    2    3    4    5    6    7  
>> d = cast(6:-1:0, 'single') % χρήση πιο γενικής συνάρτησης ρητής μετατροπής  
d =  
    6    5    4    3    2    1    0
```

Οι μαθηματικές πράξεις μεταξύ δεδομένων απλής ακρίβειας και μεταξύ δεδομένων απλής και διπλής ακρίβειας δίνουν αποτελέσματα απλής ακρίβειας:

```
>> c.^d  
% ύψωση σε δύναμη πινάκων απλής ακρίβειας στοιχείο προς στοιχείο  
ans =  
    1   32   81   64   25    6    1  
>> c*pi % πολλαπλασιασμός με βαθμωτό διπλής ακρίβειας  
ans =  
    3.1416    6.2832    9.4248   12.566    15.708    18.85    21.991  
>> d.*rand(size(d))  
% πολλαπλασιασμός στοιχείο προς στοιχείο με πίνακα διπλής ακρίβειας  
ans =  
    4.879    0.049307    0.55556    0.6083    0.39744    0.60379    0  
>> class(ans)  
ans =  
single
```


Το MATLAB υποστηρίζει μαθηματικές πράξεις μεταξύ πινάκων διπλής και πινάκων απλής ακρίβειας, επιστρέφοντας αποτελέσματα απλής ακρίβειας.

Τα δεδομένα απλής ακρίβειας μοιράζονται τις ειδικές τιμές κινητής υποδιαστολής `inf` και `NaN` που είναι πολύ γνωστές στη διπλή ακρίβεια:

```
>> c % φόρτωση δεδομένων
c =
     1     2     3     4     5     6     7
>> c(1:2:end) = 0
% η προσθήκη δεδομένων διπλής ακρίβειας δεν αλλάζει τον τύπο δεδομένων
c =
     0     2     0     4     0     6     0
>> c./c % δημιουργία τιμών 0/0
Warning: Divide by zero.
Ans =
     NaN     1     NaN     1     NaN     1     NaN
>> 1./c % δημιουργία τιμών 1/0
Warning: Divide by zero.
Ans =
     Inf     0.5     Inf     0.25     Inf     0.16667     Inf
```

7.3 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις συναρτήσεις οι οποίες αφορούν τους τύπους αριθμητικών δεδομένων που υποστηρίζει το MATLAB 7:

Συνάρτηση	Περιγραφή
<code>double</code>	Δημιουργία και μετατροπή τύπου δεδομένων διπλής ακρίβειας
<code>single</code>	Δημιουργία και μετατροπή τύπου δεδομένων απλής ακρίβειας
<code>int8</code> , <code>int16</code> , <code>int32</code> , <code>int64</code>	Δημιουργία και μετατροπή τύπου δεδομένων προσημασμένου ακεραίου

Συνάρτηση	Περιγραφή
<code>uint8, uint16, uint32, uint64</code>	Δημιουργία και μετατροπή τύπου δεδομένων απρόσημου ακεραίου
<code>isnumeric</code>	Αληθές για τύπους δεδομένων ακεραίων ή κινητής υποδιαστολής
<code>isinteger</code>	Αληθής για τύπους δεδομένων ακεραίων
<code>isfloat</code>	Αληθής για τύπους δεδομένων απλής ή διπλής ακρίβειας
<code>isa(x, 'τύπος')</code>	Αληθής αν το x είναι κλάσης 'τύπος', συμπεριλαμβανομένων των 'numeric', 'integer', και 'float'
<code>cast(x, 'τύπος')</code>	Ρητή μετατροπή του x σε κλάση 'τύπος'
<code>intmax('τύπος')</code>	Μέγιστη ακέραια τιμή για κλάση 'τύπος'
<code>intmin('τύπος')</code>	Ελάχιστη ακέραια τιμή για κλάση 'τύπος'
<code>realmax('τύπος')</code>	Μέγιστη πραγματική τιμή κινητής υποδιαστολής για κλάση 'τύπος'
<code>realmin('τύπος')</code>	Ελάχιστη πραγματική τιμή κινητής υποδιαστολής για κλάση 'τύπος'
<code>eps('τύπος')</code>	Τιμή eps για τιμή κινητής υποδιαστολής κλάσης 'τύπος'
<code>eps(x)</code>	Απόσταση μεταξύ του x και της επόμενης μεγαλύτερης τιμής ίδιου τύπου με το x, που μπορεί να αναπαρασταθεί
<code>zeros(..., 'τύπος')</code>	Δημιουργία πίνακα που περιέχει 0 για κλάση 'τύπος'
<code>ones(..., 'τύπος')</code>	Δημιουργία πίνακα που περιέχει 1 για κλάση 'τύπος'
<code>eye(..., 'τύπος')</code>	Δημιουργία μοναδιαίου πίνακα κλάσης 'τύπος'