

# Mục lục

<b>I</b>	<b>Cơ bản về MATLAB</b>	<b>2</b>
1	Không gian làm việc . . . . .	2
a	Giao diện chính . . . . .	2
b	Các thao tác cơ bản . . . . .	4
2	Biến, hằng số, hàm cơ bản . . . . .	4
3	Quản lý tập tin, M-file . . . . .	5
a	Tạo thư mục lưu trữ . . . . .	5
b	Scripts (Đoạn mã lệnh) . . . . .	6
c	Ghi chú (Comment) . . . . .	7
<b>II</b>	<b>Các phép toán và thao tác với mảng</b>	<b>7</b>
1	Các phép toán với mảng . . . . .	7
a	Mảng đơn . . . . .	7
b	Địa chỉ của mảng . . . . .	8
c	Cấu trúc của mảng . . . . .	9
d	Vectơ hàng và vectơ cột . . . . .	10
e	Mảng có phần tử là 0 hoặc 1 . . . . .	13
f	Thao tác đối với mảng . . . . .	14
g	Tìm kiếm mảng con . . . . .	17
h	So sánh mảng . . . . .	18
i	Kích cỡ của mảng . . . . .	21
j	Mảng nhiều chiều . . . . .	21
2	Các thao tác với mảng . . . . .	22
a	Tạo phương trình tuyến tính . . . . .	22
b	Các hàm ma trận . . . . .	25
c	Các ma trận đặc biệt . . . . .	25
<b>III</b>	<b>Vòng lặp điều khiển</b>	<b>25</b>
1	Vòng lặp for . . . . .	25
2	Vòng lặp while . . . . .	25
3	Cấu trúc if-else-end . . . . .	25
4	Cấu trúc switch-case . . . . .	25
<b>IV</b>	<b>Đồ hoạ trong hệ toạ độ phẳng và không gian ba chiều</b>	<b>25</b>
1	Đồ hoạ trong hệ toạ độ phẳng . . . . .	25
a	Sử dụng lệnh plot . . . . .	25
b	Kiểu đường, dấu và màu . . . . .	25
c	Kiểu đồ thị . . . . .	25
d	Đồ thị lưới, hộp chức trực, nhãn và lời chú giải . . . . .	25
e	Kiến tạo hệ trục toạ độ . . . . .	25
f	In hình . . . . .	25
g	Thao tác với đồ thị . . . . .	25
2	Đồ hoạ trong không gian ba chiều . . . . .	25
a	Đồ thị đường thẳng . . . . .	25
b	Đồ thị bề mặt và lưới . . . . .	25
c	Thao tác với đồ thị . . . . .	25

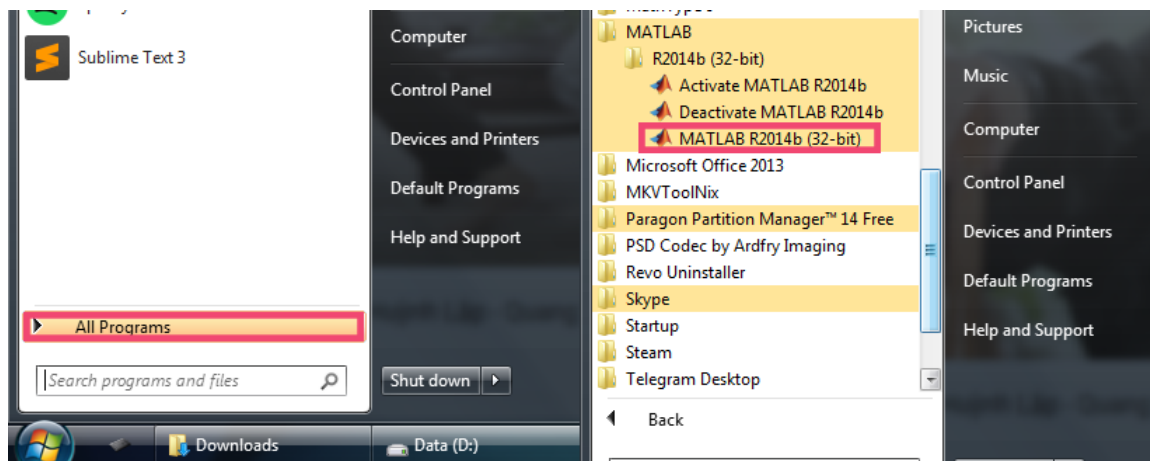
# I. Cơ bản về MATLAB

## 1. Không gian làm việc

### a. Giao diện chính

Có 3 cách khởi động chương trình Matlab từ máy tính chạy Windows:

- Khởi động từ biểu tượng ngoài màn hình.
- Mở trực tiếp tập tin có đuôi mở rộng là .m, ví dụ: Bai1.m hoặc Hamso.m
- Vào biểu tượng Start > All Program > MATLAB > Matlab 2014b.



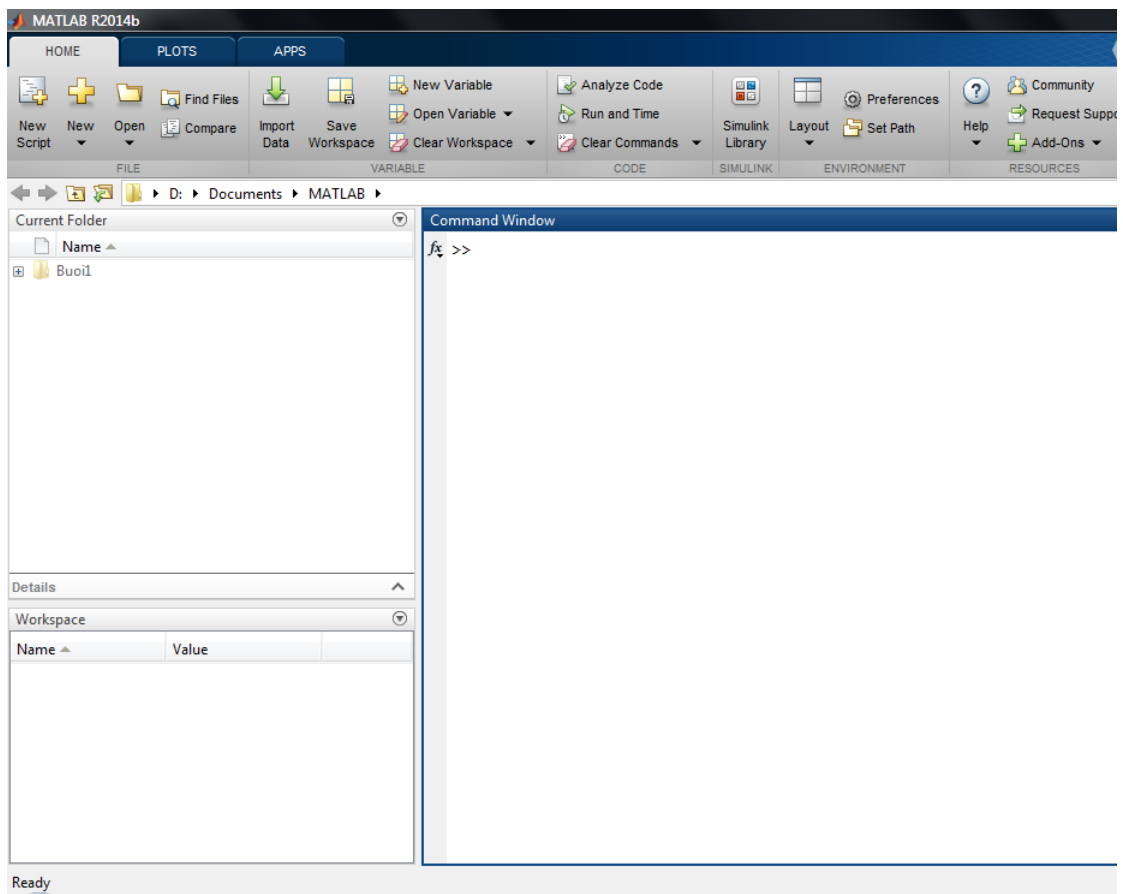
Hình 1: Thao tác mở chương trình từ Start Menu.

Giao diện chính của chương trình sau khi khởi động sẽ tương tự như hình bên dưới. Có 3 khu vực làm việc chính. Khung lớn nhất được bao viền màu xanh dương là Command Window. Khung Current Folder nằm ở phần trên, bên trái của Command Window. Phía dưới khung Current Folder là Khung Workspace.

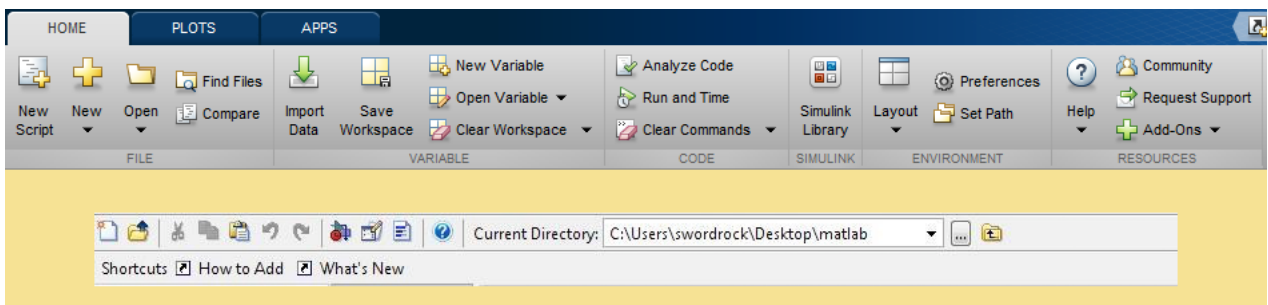
Trong đó:

- **Command Window:** Khu vực người dùng nhập các câu lệnh điều khiển và tính toán. Mỗi câu lệnh sẽ được thực hiện khi người dùng nhấn Enter.
- **Current Folder:** Khu vực truy cập các tập tin m-file, m-hàm... được lưu trữ trên ổ đĩa máy tính.
- **Workspace:** Liệt kê các biến và dữ liệu đang được xử lý tạm thời. Ngoài ra người dùng có thể thao tác thêm bớt chỉnh sửa các giá trị của biến và tham số trực tiếp trên Workspace mà không cần dùng đến câu lệnh.

Ngoài ba khu vực chính trên, kể từ phiên bản MATLAB 2012a, thanh công cụ phía trên cùng truyền thống đã được thay thế bằng các thẻ lệnh Ribbon với biểu tượng cụ thể và rõ ràng hơn.



Hình 2: Giao diện chính của chương trình



Hình 3: Thẻ Home (hình trên) ở giao diện mới và thanh công cụ truyền thống (hình dưới)

## b. Các thao tác cơ bản

MATLAB thực hiện các phép cộng, trừ, nhân, chia như một chiếc máy tính bình thường. Xét các ví dụ đơn giản sau:

**Ví dụ 1:** Tính  $3 + 2 + 6$ ;  $4 \times 6 \times 25 + 32 - 9 : 3$ .

---

```
1 >> 3 + 2 + 6 =
2 ans =
3     12
4 >> 4 * 6 * 25 + 32 - 9 / 3 =
5 ans =
6    629
```

---

**Lưu ý:** MATLAB không quan tâm đến khoảng trắng giữa các dấu và luôn ưu tiên phép nhân rồi mới đến phép cộng. Kí hiệu **ans** là viết tắt của từ "answer" có nghĩa là kết quả của phép tính.

**Ví dụ 2:** Tính  $\sin\frac{\pi}{2} + \cos\frac{\pi}{2}$

---

```
1 >> sin(\pi/2)+cos(\pi/2)=
2 ans =
3     1
```

---

## 2. Biến, hằng số, hàm cơ bản

Trong MATLAB, ta có thể gán giá trị cho biến với tên gọi bất kỳ, điều này giúp cho việc tính toán rõ ràng và dễ dàng hơn. Đặc biệt với những bài tính toán với các biến số, ta dễ dàng thay đổi giá trị của biến số để có được các kết quả phù hợp với yêu cầu tính toán.

**Yêu cầu khi đặt tên biến:** Tên biến phải bắt đầu bằng chữ cái, các ký tự sau ký tự đầu tiên có thể là số, chữ hoặc ký tự "\_". Tên biến có độ dài tối đa là 31 ký tự, trong tên biến không được dùng dấu chấm câu. Ngoài ra, MATLAB phân biệt ký tự hoa sẽ khác với ký tự thường. Tức là biến "var1" sẽ khác với biến "Var1".

Một số biến đã được định nghĩa sẵn (một số còn được gọi là hằng số):

- Ký tự i và j được dùng cho đơn vị phức.
- Biến eps dùng để chỉ số nhỏ nhất, số này khi cộng với 1 ta được số nhỏ nhất lớn hơn 1.
- Biến pi dùng để chỉ số pi ( $\pi$ ), với giá trị là 3.1415926...
- Biến ans dùng để lưu kết quả vừa tính toán trước đó.
- Biến Inf và -Inf (lưu ý ký tự I đứng đầu được viết hoa) dùng để biểu diễn dương và âm vô cực.
- Ký tự NaN thể hiện cho "Not a Number", không phải là một số.

**Biến thông thường:** (hay còn được gọi là biến vô hướng) là biến được người dùng định nghĩa bằng cách gán một giá trị cụ thể nào đó trực tiếp thông qua câu lệnh trong Command Windows.

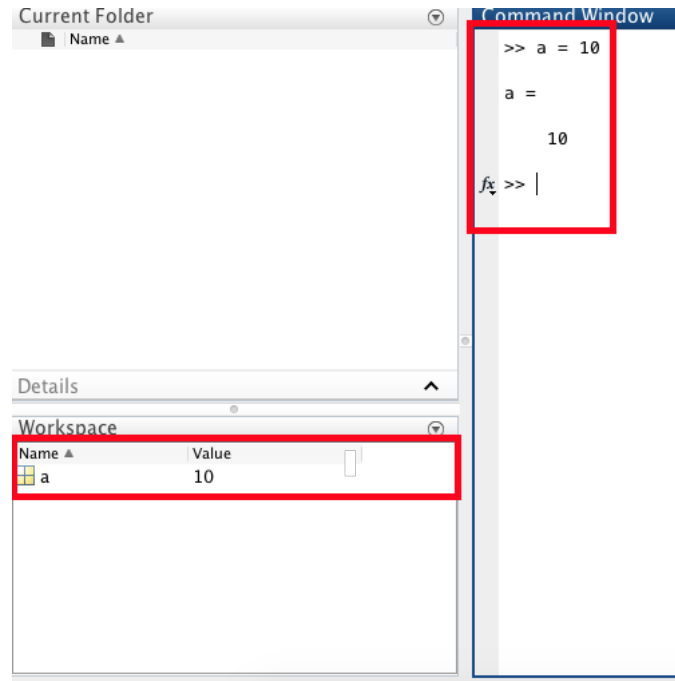
**Ví dụ 3:** Tạo biến tên a chứa giá trị là số 10. Ta sẽ nhập lệnh vào Command Windows như sau:

---

```
1 >> a = 10
2 a =
3     10
```

---

Ngay lập tức biến tên a sẽ được liệt kê trong khu vực Workspace. Người dùng có thể truy cập hoặc điều chỉnh giá trị biến ngay trong cửa sổ Workspace.



Hình 4: Tạo biến ở khu vực Command Window và quản lý biến tại khu vực Workspace.

**Ví dụ 4:** Tạo biến c dựa vào biến a có sẵn biết rằng c được tính qua biểu thức  $c = a^2 + a^3$ . Ta tiếp tục nhập lệnh sau vào khu vực Command Window từ ví dụ trước đó:

```
1 >> c = a^2 + a^3
2 c =
3    1100
```

---

Qua ví dụ 2 ta có thể tạo biến dựa vào giá trị của một biến khác cho trước. Ngoài ra, ta có thể ẩn đi kết quả tính toán của câu lệnh bằng cách thêm dấu ';' vào cuối câu lệnh. Ví dụ sau sẽ giúp ta dễ hình dung:

```
1 >> b = 6 + c;
2 >> b = 6 + c
3 b =
4    1106
```

---

### 3. Quản lý tập tin, M-file

#### a. Tạo thư mục lưu trữ

Trong MATLAB, ta nên tập thói quen dùng các thư mục được sắp xếp gọn gàng để phân loại dữ liệu đang xử lý. Những thao tác cơ bản gồm:

- Để tạo thư mục mới, chọn nút "Browse for folder" ở gần khu vực Current Folder. Sau đó ta tạo thư mục mới trong cửa sổ vừa hiện ra, đặt tên cho thư mục (lưu ý rằng tên thư mục không được phép chứa ký tự khoảng trắng).
- Chọn thư mục vừa tạo và nhấn nút "Open" để mở.
- Lúc này, thư mục hiện hành chính là thư mục bạn vừa mới tạo.
- Không chỉ cho phép người dùng tạo thư mục thông qua cửa sổ "Browse for folder", người dùng còn có thể xóa, sửa hay di chuyển thư mục trong cửa sổ đó.

**Nâng cao:** Với những người dùng thường xuyên lưu trữ chương trình hoặc các tập tin m-file ở các thư mục nằm nhiều nơi trên ổ đĩa, người dùng có thể thêm đường dẫn thư mục đó vào cửa sổ **Set Path (trong phần Enviroment)** để có thể chạy lệnh tính toán mà không cần quan tâm vị trí lưu trữ thư mục chứa các tập tin đó.

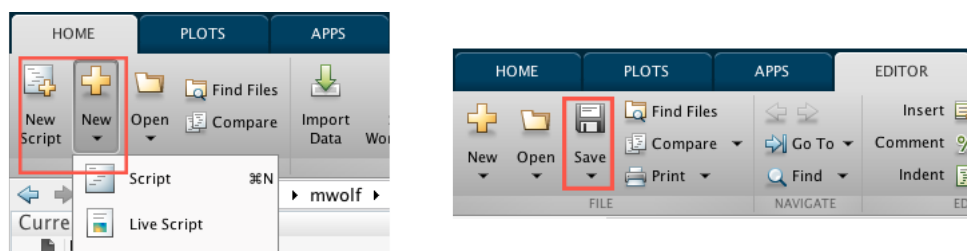
## b. Scripts (Đoạn mã lệnh)

Scripts (còn được gọi là đoạn mã lệnh) là một tập tin chứa các câu lệnh chạy trong môi trường MATLAB. Các câu lệnh được lưu trữ trong tập tin này sẽ được thực thi theo trình tự.

Scripts được viết trong cửa sổ MATLAB Editor tích hợp sẵn trong MATLAB và được lưu trên ổ đĩa dưới dạng các tập tin có đuôi mở rộng là .m, dung lượng thường không quá 100MB. Ngoài ra, ta hoàn toàn có thể dùng một công cụ soạn thảo cơ bản như **Notepad** mặc định của Windows để tạo ra một tập tin đuôi .m nhưng yêu cầu các câu lệnh trong đó phải đúng và thực thi được trong môi trường MATLAB.

Các cách tạo một tập tin MATLAB (đuôi .m):

- Từ Command Windows gõ câu lệnh với cú pháp `edit tenfile.m`, trong đó ta thay thế `tenfile.m` bằng tên tập tin muốn tạo. Sau đó chọn OK trong cửa sổ xác nhận tạo tập tin `tenfile.m`.
- Chọn vào biểu tượng **New Script** trong khu vực **File** hoặc chọn **File > New > Script** đều được. Sau khi cửa sổ soạn thảo đã mở, ta chọn biểu tượng **Save** trong khu vực File và tiến hành đặt tên cho tập tin cùng với việc chọn khu vực lưu trữ.



Hình 5: Khu vực tạo Script mới (hình bên trái) và khu vực lưu Script (hình bên phải).

- Ngoài hai cách trên, ta còn có thể dùng tổ hợp phím **ctrl + N** (đối với Windows) hoặc **⌘ + N** (đối với MacOS) để mở cửa sổ MATLAB Editor và tạo tập tin mới.

**Lưu ý:** Nội dung ban đầu của script thường là những câu lệnh, nhưng nếu trong script có yêu cầu input (nhập dữ liệu vào) và có lệnh output (xuất dữ liệu ra) thì nó sẽ trở thành một m-hàm.

### c. Ghi chú (Comment)

Trong lúc soạn thảo các câu lệnh ở cửa sổ MATLAB Editor, người dùng có thể thêm những dòng chú thích vào dòng nào đó, qua đó giúp người dùng có thể đánh dấu, ghi nhớ hoặc tra cứu lại ý nghĩa của đoạn mã mà họ sử dụng. Các phần chú thích đó còn được gọi là những **Comment** và có hai cách thực hiện tạo một **Comment**:

- Đối với nội dung ghi chú ngắn, có thể chỉ 1 dòng thì chỉ cần thêm ký tự "%" vào trước câu ghi chú đó là được. Ví dụ: `%Day la cau ghi chu.` Thường những câu ghi chú sẽ được quy định chữ màu xanh lá để giúp người dùng dễ dàng phân biệt.
- Đối với những phần ghi chú có nhiều dòng, nội dung dài. Người dùng sẽ dùng cú pháp như dưới đây:

---

```
1  %{
2  Noi dung ghi chu, dong 1.
3  Noi dung ghi chu, dong 2.
4  ...
5  Noi dung ghi chu, dong n.
6  %}
```

---

## II. Các phép toán và thao tác với mảng

### 1. Các phép toán với mảng

#### a. Mảng đơn

Mảng đơn trong MATLAB có cấu trúc tương tự như các ngôn ngữ lập trình khác. Với mảng ta có thể lưu một dãy giá trị bất kỳ và thực hiện tính toán, sắp xếp các giá trị đó.

**Ví dụ 5:** Tạo một mảng số nguyên từ 1 đến 10 và đặt tên là mảng A.

Ta sẽ tạo một mảng A gồm các phần tử 1, 2, 3, ..., 10 bằng cú pháp sau:

---

```
1  >> A=[1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]
2  A =
3      1      2      3      4      5      6      7      8      9     10
```

---

Ngoài cách liệt kê như trên, ta có thể tạo mảng A bằng cú pháp ngắn gọn hơn. Chẳng hạn:

---

```
1  >> A=[1:10]
2  A =
3      1      2      3      4      5      6      7      8      9     10
```

---

Với giá trị đầu và giá trị cuối, ta hoàn toàn có thể tạo một mảng chứa rất nhiều số mà không phải nhập vào một câu lệnh dài dòng. Mặc định MATLAB sẽ quy ước mỗi phần tử tiếp theo sẽ tăng lên một đơn vị nhưng ta có thể thay đổi giá trị tăng lên theo ý muốn. Ví dụ ta cho giá trị tăng lên giữa các đơn vị từ 1 đến 10 sẽ là 0.5 như sau:

---

```
1  >> A=[1:0.5:10]
2  A =
3  Columns 1 through 12
```

---

4	1.0000	1.5000	2.0000	2.5000	3.0000	3.5000	4.0000	4.5000
	5.0000	5.5000	6.0000	6.5000				
5	Columns 13 through 19							
6	7.0000	7.5000	8.0000	8.5000	9.0000	9.5000	10.0000	

**Ví dụ 6:** Tạo một mảng chứa các số nguyên lẻ từ 31 đến 51. Ta thực hiện như sau:

```

1  >> B=[31:2:51]
2  B =
3  31    33    35    37    39    41    43    45    47    49    51

```

**Tóm lại:** Để tạo mảng, ta đặt các phần tử của mảng vào giữa hai dấu ngoặc vuông "[...]", giữa hai phần tử của mảng có thể là dấu cách hoặc dấu phẩy ",". Nếu mảng cần tạo có dạng chuỗi số liên tục, ta dùng dấu hai chấm ":" để ngăn cách phần tử đầu với phần tử cuối. Ta có thể thay đổi chênh lệch giữa các phần tử bằng cách chèn thêm độ chênh lệch vào giữa phần tử đầu và phần tử cuối, lưu ý luôn có dấu hai chấm ":" ngăn cách giữa các phần tử.

## b. Địa chỉ của mảng

Các thành phần trong mảng luôn có số thứ tự, phần tử đầu tiên có số thứ tự là 1 và tăng dần cho đến phần tử cuối cùng trong mảng.

Để truy cập đến phần tử thứ  $i$  trong mảng  $A$  chẳng hạn, ta chỉ cần sử dụng cú pháp  $A(i)$  là MATLAB sẽ trả về giá trị phần tử đó trong mảng  $A$  ứng với thứ tự  $i$ .

**Ví dụ 7:** Cho mảng  $A$  gồm các số từ 1 đến 10. Thực hiện các truy cập sau:

- Khởi tạo mảng  $A$ .

```

1  >> A=[1:10]
2  A =
3  1    2    3    4    5    6    7    8    9    10

```

- Xuất phần tử thứ 4 của mảng  $A$ .

```

1  >> A(4)
2  ans =
3  4

```

- Xuất các phần tử từ thứ tự 2 đến 6 trong mảng  $A$ .

```

1  >> A(2:6)
2  ans =
3  2    3    4    5    6

```

- Xuất các phần tử từ thứ tự 3 đến phần tử cuối cùng trong mảng  $A$ .

```

1  >> A(3:end)
2  ans =
3  3    4    5    6    7    8    9    10

```

- Xuất các phần tử từ thứ tự 7 trở về trước trong mảng  $A$ .

```

1  >> A(7:-1:1)

```



```

2      ans =
3      7      6      5      4      3      2      1

```

---

- Xuất các phần tử từ thứ tự 2 đến thứ tự 9, nhưng vị trí phần tử sau lớn hơn phần tử trước 2 đơn vị trong mảng A.

```

1      >> A(2:2:9)
2      ans =
3      2      4      6      8

```

---

- Tạo mảng B mới gồm các phần tử thứ tự 3, 5, 9 của mảng A.

```

1      >> B=A([5,3,9])
2      B =
3      5      3      9

```

---

### c. Cấu trúc của mảng

Như phần trước, ngoài cách tạo một mảng tự động bằng phần tử đầu, phần tử cuối và độ chênh lệch, người dùng còn có thể tạo mảng bằng lệnh `linspace`. Cú pháp của hàm này như sau:

`linspace(giá trị phần tử đầu, giá trị phần tử cuối, số các phần tử)`

Điểm khác biệt của phương pháp này là ta không cần biết độ chênh lệch giữa các phần tử, chỉ với số lượng các phần tử cần có trong mảng là đủ.

**Ví dụ 8:** Tạo một mảng A có 10 phần tử có giá trị từ 0 đến  $\pi$ . Cú pháp như sau:

```

1      >> A=linspace(0,pi,10)
2      A =
3      0      0.3491      0.6981      1.0472      1.3963      1.7453      2.0944      2.4435      2.7925
           3.1416

```

---

Ta có thể ghép nhiều mảng lại với nhau để thành một mảng lớn hơn. Cách làm này sẽ giúp tiết kiệm thời gian với những mảng có nhiều giá trị tuân theo nhiều quy luật khác nhau.

**Ví dụ 9:** Tạo mảng A chứa 5 phần tử đầu là các số lẻ từ 1 đến 10, 5 phần tử sau là các số chẵn từ 10 đến 20. Cú pháp như sau:

```

1      >> B=[1:2:10]
2      B =
3      1      3      5      7      9
4      >> C=[10:2:20]
5      C =
6      10      12      14      16      18      20
7      >> A=[B,C]
8      A =
9      1      3      5      7      9      10      12      14      16      18      20

```

---

#### d. Vectơ hàng và vectơ cột

Ở phần trước, các giá trị trong mảng được xếp thành dãy số nằm theo một hàng ngang, do đó người ta còn gọi nó là một vectơ hàng. Ngoài các sắp xếp đó, MATLAB cũng cho phép người dùng tạo cấu trúc mảng nhưng các giá trị được xếp theo một cột thẳng đứng, còn được gọi là vectơ cột. Các thao tác tính toán đối với vectơ cột đều được áp dụng tương tự như với vectơ hàng.

**Ví dụ 10:** Tạo một vectơ cột  $a$  có giá trị sau  $a = (1, 2, 3, 4)$ . Cú pháp thực hiện:

---

```
1 >> a=[1;2;3;4]
2 a =
3     1
4     2
5     3
6     4
```

---

Điểm khác biệt trong lúc tạo một vectơ cột là các phần tử ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy ";". Ngoài ra ta hoàn toàn có thể dùng toán tử chuyển vị trong MATLAB (sử dụng dấu nháy đơn (')) để thực hiện) sẽ cho ra kết quả tương tự. Ví dụ dưới đây sẽ minh họa rõ hơn:

**Ví dụ 11:** Tạo vectơ  $a$  có giá trị  $a = (2, 4, 1, 3)$ , tiếp tục tạo vectơ  $b$  là chuyển vị của vectơ  $a$  và tạo vectơ  $c$  là chuyển vị của vectơ  $b$ . Cú pháp như sau:

---

```
1 >> a=[2;4;1;3]
2 a =
3     2
4     4
5     1
6     3
7 >> b=a'
8 b =
9     2     4     1     3
10 >> c=b'
11 c =
12     2
13     4
14     1
15     3
```

---

Ngoài ra, người dùng còn có thể tạo ma trận với nhiều hàng, cột theo ý muốn. Để ngăn cách các phần tử trong một hàng ta dùng dấu phẩy (,) và để ngăn cách giữa các hàng ta dùng dấu chấm phẩy (;). Xét ví dụ tạo một ma trận có 3 hàng 4 cột như bên dưới đây:

---

```
1 >> A=[3,4,1,2;5,3,7,9;2,0,1,1]
2 A =
3     3     4     1     2
4     5     3     7     9
5     2     0     1     1
```

---

**Lưu ý:** Khi nhập vào ma trận thì giữa các hàng số phần tử phải bằng nhau, nếu không chương trình sẽ báo lỗi.

Sau khi tạo một ma trận, MATLAB cho phép người dùng thực hiện phép toán giữa ma trận với số đơn bao gồm phép cộng, trừ, nhân, chia ma trận đó với số đơn. Xét ví dụ dưới đây trình

bày cú pháp thực hiện các phép tính ma trận với số đơn.

**Ví dụ 12:** Tạo ma trận  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \end{bmatrix}$ . Cú pháp như sau:

```
1 >> A=[1,2,3,4;5,6,7,8;9,10,11,12]
2 A =
3     1     2     3     4
4     5     6     7     8
5     9    10    11    12
```

- Trừ các phần tử của ma trận đi 2.

```
1 >> A-2
2 ans =
3    -1     0     1     2
4     3     4     5     6
5     7     8     9    10
```

- Nhân tất cả các phần tử của ma trận với 2, sau đó trừ đi 1.

```
1 >> A*2-1
2 ans =
3     1     3     5     7
4     9    11    13    15
5    17    19    21    23
```

- Cộng các phần tử của mảng cho 3 rồi chia cho 3.

```
1 >> (A+3)/3
2 ans =
3    1.3333    1.6667    2.0000    2.3333
4    2.6667    3.0000    3.3333    3.6667
5    4.0000    4.3333    4.6667    5.0000
```

Với nhiều ma trận được tạo ra, MATLAB hỗ trợ các phép toán giữa ma trận với ma trận. Tuy nhiên yêu cầu các ma trận phải có kích cỡ như nhau mới thực hiện được phép cộng, phép trừ, phép nhân, chia tương ứng giữa các phần tử của hai mảng. Vậy đối với hai ma trận không cùng cỡ thì sao? Ta chỉ dùng được phép nhân\_chấm và phép chia\_chấm mà thôi. Xét ví dụ cụ thể dưới đây:

**Ví dụ 13:** Tạo ma trận  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 & 8 \\ 9 & 10 & 11 & 12 \end{bmatrix}$  và ma trận  $B = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 & 3 \end{bmatrix}$  sau đó thực hiện

các phép tính sau:

```
1 >> A=[1,2,3,4;5,6,7,8;9,10,11,12]
2 A =
3     1     2     3     4
4     5     6     7     8
5     9    10    11    12
6 >> B=[1,1,1,1;2,2,2,2;3,3,3,3]
```

```

7   B =
8       1     1     1     1
9       2     2     2     2
10      3     3     3     3

```

---

- Cộng hai ma trận A và B.

```

1   >> A+B
2   ans =
3       2     3     4     5
4       7     8     9    10
5      12    13    14    15

```

---

- Dùng kết quả trên trừ đi ma trận B.

```

1   >> ans-B
2   ans =
3       1     2     3     4
4       5     6     7     8
5       9    10    11    12

```

---

- Nhân ma trận A với 2, sau đó lấy kết quả trừ đi ma trận B.

```

1   >> 2*A-B
2   ans =
3       1     3     5     7
4       8    10    12    14
5      15    17    19    21

```

---

- Nhân tương ứng các phần tử của ma trận A với các phần tử của ma trận B.

```

1   >> A.*B
2   ans =
3       1     2     3     4
4      10    12    14    16
5      27    30    33    36

```

---

- Chia phải tương ứng các phần tử của ma trận A với các phần tử của ma trận B.

```

1   >> A./B
2   ans =
3       1.0000    2.0000    3.0000    4.0000
4       2.5000    3.0000    3.5000    4.0000
5       3.0000    3.3333    3.6667    4.0000

```

---

- Chia trái tương ứng các phần tử của ma trận A với các phần tử của ma trận B.

```

1   >> B.\A
2   ans =
3       1.0000    2.0000    3.0000    4.0000
4       2.5000    3.0000    3.5000    4.0000
5       3.0000    3.3333    3.6667    4.0000

```

---

- Lũy thừa với số mũ là 2 cho các phần tử của ma trận A.

---

```

1    >> A.^2
2    ans =
3         1         4         9        16
4        25        36        49        64
5        81       100       121       144

```

---

- Lũy thừa với số mũ là -1 cho các phần tử của ma trận A.

---

```

1    >> A.^-1
2    ans =
3    1.0000    0.5000    0.3333    0.2500
4    0.2000    0.1667    0.1429    0.1250
5    0.1111    0.1000    0.0909    0.0833

```

---

- Các phần tử của ma trận A là số mũ của 3.

---

```

1    >> 3.^A
2    ans =
3         3         9        27        81
4        243        729       2187       6561
5       19683       59049      177147      531441

```

---

- Các phần tử của ma trận A được lũy thừa với số mũ tương ứng với các phần tử của ma trận B trừ đi 1.

---

```

1    >> A.^(B-1)
2    ans =
3         1         1         1         1
4         5         6         7         8
5        81       100       121       144

```

---

#### e. Mảng có phần tử là 0 hoặc 1

MATLAB cung cấp các hàm tạo ra ma trận với các phần tử có giá trị là 0 hoặc 1. Xét ví dụ cụ thể sau đây:

**Ví dụ 14:** Tạo các ma trận đặc biệt sau:

- Ma trận có 3 hàng 3 cột với các phần tử là 1.

---

```

1    >> ones(3)
2    ans =
3         1         1         1
4         1         1         1
5         1         1         1

```

---

- Tạo ma trận 2 hàng, 5 cột với các phần tử là 0.

---

```

1    >> zeros(2,5)
2    ans =
3         0         0         0         0         0

```

---

---

```
4      0      0      0      0      0
```

---

- Tạo ma trận với các phần tử là 1, kích cỡ ma trận sẽ tạo bằng với kích cỡ ma trận A ở **Ví dụ 13**.

B1: Xét hàm trả về kích cỡ ma trận A cho trước.

---

```
1      >> size(A)
2      ans =
3      3      4
```

---

B2: Tạo ma trận theo kích cỡ yêu cầu.

---

```
1      >> ones(size(A))
2      ans =
3      1      1      1      1
4      1      1      1      1
5      1      1      1      1
```

---

**Lưu ý:** Khi ta dùng `ones(n)`, `zeros(n)` với số n do ta đặt, MATLAB sẽ tạo ra ma trận vuông với số hàng và số cột là n. Đối với trường hợp dùng hàm `ones(r,c)`, `zeros(r,c)` thì r sẽ là số hàng, c sẽ là số cột của ma trận.

#### f. Thao tác đối với mảng

MATLAB cho phép người dùng thao tác trên ma trận hay mảng cho trước, các thao tác cơ bản gồm chèn vào, lấy ra, sắp xếp lại bộ phần tử con bằng các chỉ số của các phần tử. Xét các ví dụ cụ thể sau:

**Ví dụ 15:** Cho ma trận  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$ , thực hiện các thao tác sau đây.

---

```
1      >> A=[1,2,3;4,5,6;7,8,9]
2      A =
3      1      2      3
4      4      5      6
5      7      8      9
```

---

- Gán phần tử thứ 3, cột thứ 3 bằng 0.
- 

```
1      >> A(3,3)=0
2      A =
3      1      2      3
4      4      5      6
5      7      8      0
```

---

- Gán phần tử hàng thứ 2, cột thứ 6 bằng 1.
- 

```
1      >> A(2,6)=1
2      A =
3      1      2      3      0      0      0
```

---

4	4	5	6	0	0	1
5	7	8	0	0	0	0

---

- Gán tất cả các phần tử thuộc cột thứ 4 bằng 4.

```
1 >> A(:,4)=4
2 A =
3     1     2     3     4     0     0
4     4     5     6     4     0     1
5     7     8     0     4     0     0
```

---

- Gán lại các giá trị ban đầu của ma trận A.

```
1 >> A=[1,2,3;4,5,6;7,8,9]
2 A =
3     1     2     3
4     4     5     6
5     7     8     9
```

---

- Tạo ma trận B bằng cách đảo ngược các hàng của ma trận A.

```
1 >> B=A(3:-1:1,1:3)
2 B =
3     7     8     9
4     4     5     6
5     1     2     3
```

---

Ngoài ra, ta cũng có thể dùng cách khác như sau (thay thế số hàng bằng dấu hai chấm (:)).

```
1 >> B=A(3:-1:1,:)
2 B =
3     7     8     9
4     4     5     6
5     1     2     3
```

---

- Tạo ma trận C bằng cách ghép ma trận A và cột thứ nhất, thứ ba của ma trận B vào bên phải ma trận A.

```
1 >> C=[A,B(:, [1,3])]
2 C =
3     1     2     3     7     9
4     4     5     6     4     6
5     7     8     9     1     3
```

---

- Dùng ma trận C làm chỉ số để tạo ma trận B từ ma trận A.

```
1 >> C=[1,3]
2 C =
3     1     3
4 >> B=A(C,C)
5 B =
6     1     3
```

---

7            7        9

---

- Tạo ma trận cột B từ ma trận A.

---

```
1       >> B=A(:)
2       B =
3           1
4           4
5           7
6           2
7           5
8           8
9           3
10          6
11          9
```

---

- Chuyển ma trận B thành ma trận hàng ngang bằng toán tử chuyển vị chấm.

---

```
1       >> B=B'
2       B =
3           1       4       7       2       5       8       3       6       9
```

---

- Gán ma trận B bằng ma trận A và loại bỏ cột thứ 2 của ma trận B.

---

```
1       >> B=A;
2       >> B(:,2)=[]
3       B =
4           1       3
5           4       6
6           7       9
```

---

- Chuyển vị ma trận B và loại bỏ đi hàng thứ hai.

---

```
1       >> B=B'
2       B =
3           1       4       7
4           3       6       9
5       >> B(2,:)=[]
6       B =
7           1       4       7
```

---

- Thay hàng thứ hai của ma trận A bằng ma trận B.

---

```
1       >> A(2,:)=B
2       A =
3           1       2       3
4           1       4       7
5           7       8       9
```

---

- Tạo ma trận B bằng cách tạo bốn cột giống cột thứ hai của ma trận A, số hàng vẫn giữ nguyên bằng số hàng của ma trận A.



---

```

1    >> B=A(:, [2,2,2,2])
2    B =
3         2         2         2         2
4         4         4         4         4
5         8         8         8         8

```

---

**Lưu ý:** MATLAB không cho phép xoá đi một phần tử trong ma trận mà ta chỉ có thể xoá đi một cột hoặc một hàng. Ngoài ra, MATLAB cũng không cho phép người dùng gán một ma trận vào một ma trận khác mà cả hai không cùng chung về kích cỡ. Tuy nhiên, ta vẫn có thể gán hai hàng của ma trận A cho hai hàng của ma trận B khi ma trận A và B có cùng số cột. Ma trận B lúc này chỉ có một hàng nên khi thêm hàng thứ 3 và hàng thứ 4 thì hàng thứ hai của ma trận B được mặc định gồm các phần tử 0. Cụ thể như sau:

---

```

1    >> B=[1,4,7];
2    >> B(3:4,:)=A(2:3,:)
3    B =
4         1         4         7
5         0         0         0
6         1         4         7
7         7         8         9

```

---

- Tạo ma trận C với phần tử thứ 1 đến thứ 6 được gán bằng cột thứ 2 và cột thứ 3 của ma trận A.

---

```

1    >> C(1:6)=A(:,2:3)
2    C =
3         2         4         8         3         7         9

```

---

### g. Tìm kiếm mảng con

Ngoài những thao tác thay đổi trên mảng hay ma trận, MATLAB còn hỗ trợ người dùng tìm kiếm một mảng con nào đó với biểu thức điều kiện cho trước trong một mảng lớn. Hàm được sử dụng trong phần này là **find**, hàm này sẽ trả về danh sách con chỉ số tại những phần tử mà biểu thức điều kiện được thoả mãn. Xét ví dụ cụ thể sau đây:

**Ví dụ 16:** Tạo mảng A chứa các số nguyên từ -3 đến 3. Cú pháp như sau:

---

```

1    >> A=-3:3
2    A =
3    -3    -2    -1     0     1     2     3

```

---

- Tìm những vị trí trong mảng mà tại đó giá trị tuyệt đối của phần tử tại đó lớn hơn 1 và lưu vào mảng B.

---

```

1    >> B=find(abs(A)>1)
2    B =
3         1         2         6         7

```

---

- Tạo mảng C, dùng các chỉ số trong mảng B.

---

```

1    >> C=A(B)

```

---

```

2      C =
3      -3    -2     2     3

```

---

Áp dụng hàm `find` trong ma trận  $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}$  cụ thể như sau:

---

```

1      >> A=[1,2,3;4,5,6;7,8,9]
2      A =
3           1         2         3
4           4         5         6
5           7         8         9
6      >> [i,j]=find(A>5)
7      i =
8           3
9           3
10          2
11          3
12      j =
13          1
14          2
15          3
16          3

```

---

Trong đó,  $i$  là chỉ số hàng, còn  $j$  là chỉ số cột. Giữa  $i$  và  $j$  có mối quan hệ tương ứng để chỉ những vị trí mà tại đó biểu thức điều kiện là đúng.

**Lưu ý:** Khi MATLAB trả về kết quả chứa hai hoặc nhiều biến, ta cần đặt chúng trong dấu ngoặc vuông và ở bên trái dấu bằng. Cú pháp này khác với khi ta thực hiện với mảng, khi mà nếu  $[i,j]$  được đặt bên phải dấu bằng.

## h. So sánh mảng

Chúng ta có thể dùng hàm `isequal` để so sánh hai mảng hoặc ma trận. Xét ví dụ sau đây:

**Ví dụ 17:** Cho ma trận  $A = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$ , ma trận  $B = A \cdot (-1)^A$  và ma trận  $C = [1, 2, \dots, 9]$ .

Khởi tạo các ma trận:

---

```

1      >> A=[1,2,3;4,5,6;7,8,9] '
2      A =
3           1         4         7
4           2         5         8
5           3         6         9
6      >> B=A.*(-1).^A
7      B =
8          -1         4        -7
9           2        -5         8
10         -3         6        -9
11      >> C=1:9
12      C =
13          1         2         3         4         5         6         7         8         9

```

---

Hàm `isequal` sẽ trả về giá trị logic là đúng (1) khi hai mảng có cùng kích cỡ và các phần tử giống nhau, trường hợp ngược lại sẽ trả về giá trị là sai (0).

- Kiểm tra ma trận A và C.

---

```
1 >> isequal(A,C)
2 ans =
3     logical
4     0
```

---

- Kiểm tra ma trận A và B.

---

```
1 >> isequal(A,B)
2 ans =
3     logical
4     0
```

---

- Kiểm tra ma trận A và A.

---

```
1 >> isequal(A,A)
2 ans =
3     logical
4     1
```

---

- Kiểm tra ma trận C và C'.

---

```
1 >> isequal(C,C')
2 ans =
3     logical
4     0
```

---

Ngoài ra, hàm `ismember` chỉ ra các phần tử giống nhau giữa hai mảng (nếu có), với giá trị logic bằng 0 nếu khác nhau và giá trị logic bằng 1 nếu giống nhau. Xét tiếp ví dụ dưới đây khi so sánh ma trận A lần lượt với ma trận B và C:

---

```
1 >> ismember(A,B)
2 ans =
3 3x3 logical array
4     0     1     0
5     1     0     1
6     0     1     0
7 >> ismember(A,C)
8 ans =
9 3x3 logical array
10     1     1     1
11     1     1     1
12     1     1     1
```

---

**Lưu ý:** Hàm `ismember` không yêu cầu các ma trận phải có cùng kích cỡ. Ngoài hai hàm trên, MATLAB còn hỗ trợ nhiều hàm tạo khác, sau đây là một số hàm nâng cao:

- Hàm tạo ma trận chứa tất cả các phần tử có trong hai mảng.

---

```
1 >> union(A,B)
```

---

```
2      ans =
3      -9
4      -7
5      -5
6      -3
7      -1
8       1
9       2
10      3
11      4
12      5
13      6
14      7
15      8
16      9
```

---

- Hàm tìm phần tử chung của hai mảng.

---

```
1      >> intersect(A,B)
2      ans =
3       2
4       4
5       6
6       8
```

---

- Hàm tìm phần tử có trong A nhưng không có trong B.

---

```
1      >> setdiff(A,B)
2      ans =
3       1
4       3
5       5
6       7
7       9
```

---

- Hàm tìm các phần tử không thuộc vào phần chung giữa A và B.

---

```
1      >> setxor(A,B)
2      ans =
3      -9
4      -7
5      -5
6      -3
7      -1
8       1
9       3
10      5
11      7
12      9
```

---

## i. Kích cỡ của mảng

MATLAB cung cấp hai hàm là **size** và **length** để xuất ra kích cỡ ma trận hoặc vectơ cho trước. Xét ví dụ cụ thể sau:

---

```
1 >> A=[1,2,3,4;5,6,7,8]
2 A =
3     1     2     3     4
4     5     6     7     8
5 >> s=size(A)
6 s =
7     2     4
```

---

Hàm **size** xuất ra một mảng có hai giá trị, giá trị đầu là số dòng, giá trị sau là số cột của ma trận. Ta có thể lưu các giá trị đó vào mỗi biến riêng biệt như bên dưới đây:

---

```
1 >> [r,c]=size(A)
2 r =
3     2
4 c =
5     4
```

---

Trong đó biến **r** lưu số dòng của ma trận, biến **c** lưu số cột của ma trận. Còn hàm **length** sẽ so sánh số hàng và số cột, sau đó trả về giá trị lớn nhất. Cụ thể như sau:

---

```
1 >> length(A)
2 ans =
3     4
```

---

Vì ma trận **A** có số cột là 4, đồng thời là giá trị lớn nhất so với số hàng là 2 nên hàm **length** trả về giá trị 4.

## j. Mảng nhiều chiều

Ta sẽ thực hiện tạo các mảng hai chiều **a**, **b**, **c** sau đó dùng lệnh **cat** để ghép các mảng này lại với nhau thành một mảng **d** có hai hàng, hai cột và ba trang. Trong đó mảng **a** lưu trữ ở trang 1, mảng **b** được lưu ở trang 2 và mảng **c** được lưu trữ ở trang 3. Các trang của mảng được xếp thứ tự từ trái sang phải trong câu lệnh của cú pháp **cat**. Dưới đây là phần cú pháp:

---

```
1 >> a=[1,0;0,1]
2 a =
3     1     0
4     0     1
5 >> b=[2,2;2,2]
6 b =
7     2     2
8     2     2
9 >> c=[0,3;3,0]
10 c =
11     0     3
12     3     0
13 >> d=cat(3,a,b,c)
```

---

```

14 d(:, :, 1) =
15     1     0
16     0     1
17 d(:, :, 2) =
18     2     2
19     2     2
20 d(:, :, 3) =
21     0     3
22     3     0
23 >> size(d)
24 ans =
25     2     2     3

```

---

**Lưu ý:** Các phép tính trên những ma trận hay mảng trước đó đều có thể áp dụng vào mảng nhiều chiều bình thường.

## 2. Các thao tác với mảng

### a. Tạo phương trình tuyến tính

Giải phương trình tuyến tính bằng MATLAB gồm nhiều bước gồm tạo ma trận từ phương trình, kiểm tra định thức ma trận. Sau đó dựa vào kết quả định thức để chọn hướng giải tiếp theo. Ví dụ dưới đây sẽ trình bày rõ hơn các bước thực hiện giải một phương trình tuyến tính.

**Ví dụ 18:** Giải phương trình sau dưới dạng ma trận:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 366 \\ 804 \\ 351 \end{bmatrix}$$

$A \cdot x = b$

- Trước tiên nhập vào ma trận A và b.

```

1 >> A=[1,2,3;4,5,6;7,8,0]
2 A =
3     1     2     3
4     4     5     6
5     7     8     0
6 >> b=[366;804;315]
7 b =
8    366
9    804
10   315

```

---

- Kiểm tra định thức của ma trận.

```

1 >> det(A)
2 ans =
3    27.0000

```

---

- Tạo ma trận chuyển dạng  $x = A^{-1} \cdot b$  ta được kết quả.

```

1 >> x=inv(A)*b

```

---

```

2      x =
3      29.0000
4      14.0000
5      103.0000

```

---

- Phương pháp khác, ta dùng toán tử chia ma trận trái.

```

1      >> x=A\b
2      x =
3      29.0000
4      14.0000
5      103.0000

```

---

**Lưu ý:** Với phương pháp thứ hai được ưu tiên sử dụng vì dùng ít phép toán và thời gian thực thi nhanh hơn. Nếu thực hiện các lệnh mà MATLAB không tìm thấy nghiệm phù hợp sẽ báo lỗi tính toán.

**Ví dụ 19:** Giải phương trình có số phương trình nhiều hơn số nghiệm sau:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 0 \\ 2 & 5 & 8 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 366 \\ 804 \\ 351 \\ 514 \end{bmatrix}$$

- Nhập phương trình với 4 phương trình và 3 biến.

```

1      >> A=[1,2,3;4,5,6;7,8,0;2,5,8]
2      A =
3      1      2      3
4      4      5      6
5      7      8      0
6      2      5      8
7      >> b=[366;804;315;514]
8      b =
9      366
10     804
11     315
12     514

```

---

- Áp dụng phương pháp vuông nhỏ nhất.

```

1      >> x=A\b
2      x =
3      251.9818
4      -181.1091
5      118.9273
6      >> res=A*x-b
7      res =
8      -119.4545
9      11.9455
10      0.0000
11      35.8364

```

---

Khi giải phương trình có số phương trình ít hơn số biến thì số nghiệm của phương trình được MATLAB tính theo hai cách, phương pháp dùng toán tử chia và phương pháp tiêu chuẩn cực tiểu.

**Ví dụ 20:** Giải phương trình có số phương trình ít hơn số nghiệm sau:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 \\ 4 & 5 & 6 & 5 \\ 7 & 8 & 0 & 8 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 366 \\ 804 \\ 351 \end{bmatrix}$$

- Tạo ma trận của phương trình bốn biến.

---

```

1  >> A=[1,4,7,2;2,5,8,5;3,6,0,8]
2  A =
3      1      4      7      2
4      2      5      8      5
5      3      6      0      8
6  >> b=[366;804;351]
7  b =
8      366
9      804
10     351

```

---

- Phương pháp với số phần tử 0 cực đại.

---

```

1  >> x=A\b
2  x =
3      0
4  -165.9000
5    99.0000
6   168.3000

```

---

- Tìm kiếm giải pháp tiêu chuẩn nhỏ nhất.

---

```

1  >> xn=pinv(A)*b
2  xn =
3    30.8182
4  -168.9818
5    99.0000
6   159.0545

```

---

- Tiêu chuẩn O\_clit với các phần tử 0.

---

```

1  >> norm(x)
2  ans =
3    256.2200

```

---

- Giải pháp tiêu chuẩn nhỏ nhất.

---

```

1  >> norm(xn)
2  ans =
3    254.1731

```

---



b. Các hàm ma trận

Để giải phương trình tuyến tính, MATLAB cung cấp các hàm trợ giúp sau:

c. Các ma trận đặc biệt

### III. Vòng lặp điều khiển

1. Vòng lặp for

2. Vòng lặp while

3. Cấu trúc if-else-end

4. Cấu trúc switch-case

### IV. Đồ hoạ trong hệ toạ độ phẳng và không gian ba chiều

1. Đồ hoạ trong hệ toạ độ phẳng

a. Sử dụng lệnh plot

b. Kiểu đường, dấu và màu

c. Kiểu đồ thị

d. Đồ thị lưới, hộp chức trực, nhãn và lời chú giải

e. Kiến tạo hệ trục toạ độ

f. In hình

g. Thao tác với đồ thị

2. Đồ hoạ trong không gian ba chiều

a. Đồ thị đường thẳng

b. Đồ thị bề mặt và lưới

c. Thao tác với đồ thị

Tiểu luận môn học Phần mềm Toán học

Các hàm ma trận	
<code>balance(A)</code>	Cân bằng để tăng độ chính xác
<code>cdf2rdf(A)</code>	Chuyển từ dạng số phức chéo sang dạng số thực chéo
<code>chol(A)</code>	Tìm thừa số Cholesky
<code>cholinc(A,droptol)</code>	Thừa số Cholesky không đầy đủ
<code>cond(A)</code>	Số điều kiện ma trận
<code>condesk(A)</code>	Ước lượng số điều kiện ma trận theo tiêu chuẩn 1
<code>det(A)</code>	Định thức ma trận
<code>expm(A)</code>	Ma trận theo luật mũ
<code>expm1(A)</code>	Bổ sung <code>M_file</code> của <code>expm</code>
<code>expm2(A)</code>	Ma trận theo luật hàm mũ, dùng thứ tự Taylor
<code>funm(A,'fun')</code>	Tính toán hàm ma trận chung
<code>hess(A)</code>	Mẫu Hessenberg
<code>inv(A)</code>	Ma trận chuyển vị
<code>logm(A)</code>	Ma trận logarithm
<code>lu(A)</code>	Tìm thừa số với phép khử Gaussian
<code>luinc(A,droptol)</code>	Thừa số LU không đầy đủ
<code>norm(A)</code>	Ma trận và vectơ tiêu chuẩn
<code>norm(A,1)</code>	Tiêu chuẩn 1
<code>norm(A,2)</code>	Tiêu chuẩn 2
<code>norm(A,inf)</code>	Vô cùng
<code>norm(A,p)</code>	Tiêu chuẩn P (chỉ đối với vectơ)
<code>norm(A,'fro')</code>	Tiêu chuẩn F
<code>normest(A)</code>	Tiêu chuẩn 2 ước lượng cho ma trận lớn
<code>null(A)</code>	Khoảng rỗng
<code>orth(A)</code>	Tính trực giao
<code>poly(A)</code>	Đa thức đặc trưng
<code>polyvalm(A)</code>	Tính giá trị của ma trận
<code>qr(A)</code>	Xác định trực giao tam giác
<code>qrdelete(Q,R,j)</code>	Xoá cột từ thừa số QR
<code>qrinsert(Q,R,j,x)</code>	Chèn cột trong thừa số QR
<code>rank(A)</code>	Số của hàng hoặc cột độc lập
<code>rcond(A)</code>	Ước lượng điều kiện thuận nghịch
<code>sqrtnm(A)</code>	Ma trận gốc bình phương
<code>subspace(A,B)</code>	Góc giữa hai điểm
<code>svd(A)</code>	Phân tích giá trị đơn
<code>svds(A,K)</code>	Một số các giá trị đơn
<code>trace(A)</code>	Tổng các phần tử chéo

“Một số kiến thức về phần mềm MATLAB”

## Chương 1: Cơ bản về MATLAB

### 1.1 Không gian làm việc

### 1.2 Biến, câu giải thích, chấm câu

### 1.3 Các hằng số, các phép toán cơ bản, các hàm toán học.

### 1.4 Quản lý tập, M-file, M-hàm

(C1 → C4)

## Chương 2: Các thao tác và phép toán với mảng

(C6 và C7)

## Chương 3: Vòng lặp điều khiển (C11)

## Chương 4: Đồ thị trong mặt phẳng và trong không gian

(Bổ sung nhiều ví dụ và bài tập)

---

```
1 // Hello.java
2 for (i:1);
3 import javax.swing.JApplet;
4 import java.awt.Graphics;
5
6 public class Hello extends JApplet {
7     public void paintComponent(Graphics g) {
8         g.drawString("Hello, world!", 65, 95);
9     }
10 }
```

---