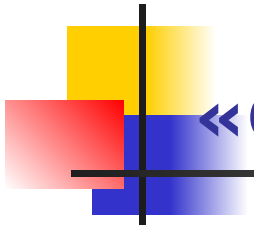


Кафедра телекоммуникационных систем

«Основы математического моделирования»

Лекция №8:

Основы программирования в среде Matlab

Учебные вопросы:

1. Основные средства программирования.
2. Основные типы данных.
3. М-файлы сценариев и функций
4. Управляющие структуры

Рекомендуемая литература: (ftp://10.13.6.252/pub/ОММ)

1. **Половко А.М., Бутусов П.Н. MATLAB для студентов. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 320 с.**
2. Дьяконов В.П. MATLAB 6: учебный курс. – СПб.: Питер, 2001. – 592 с.
3. Дьяконов В.П., Круглов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник.
4. **Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7.0 + Simulink 5/6. Основы применения. Серия «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН. Пресс, 2005. – 800 с.**
5. Дьяконов В.П. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6R в математике и моделировании. Серия Библиотека профессионала. – М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.
6. **Потемкин В. Г. Система инженерных и научных расчетов MATLAB 5. x: в 2-х т.**
7. Чен К., Джиблин П. Ирвинг А. MATLAB в математических исследованиях: Пер. с англ. – М.: Мир, 2001. – 346 с.
8. **Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.**

Введение

Использование командного режима (режима командной строки, командное окно) не является основным при использовании возможностей среды *MATLAB*. Однако при решении ряда серьезных задач возникает необходимость сохранения используемых последовательностей вычислений, а также их дальнейшей модификации. Иными словами, существует необходимость *программирования* решения задач.

Практически невозможно предусмотреть в одной, даже самой большой и мощной, математической системе возможность решения всех задач, которые могут интересовать пользователя. Программирование в системе MATLAB является эффективным средством ее расширения и адаптации к решению специфических проблем. Оно реализуется с помощью *языка программирования* системы. Программы на языке программирования *MATLAB* сохраняются в виде текстовых m-файлов. При этом могут сохраняться как целые программы в виде файлов-сценариев, так и отдельные *программные модули* — функции. Кроме того, важно, что программа может менять структуру алгоритмов вычислений в зависимости от входных данных и данных, создаваемых в ходе вычислений.

С позиций программиста язык программирования системы является типичным *проблемно-ориентированным* языком программирования высокого уровня. Точнее говоря, это даже язык *сверхвысокого* уровня, содержащий сложные операторы и функции, реализация которых на обычных языках (например, Бейсике, Паскале или Си) потребовала бы много усилий и времени. К таким функциям относятся матричные функции, функции быстрого преобразования Фурье (БПФ) и др., а к операторам — операторы построения разнообразных графиков, генерации матриц определенного вида и т. д.

1. Основные средства программирования

Программами в системе *MATLAB* являются m-файлы текстового формата, содержащие запись программ в виде программных кодов.

Язык программирования системы *MATLAB* имеет следующие средства:

- данные различного типа;
- константы и переменные;
- операторы, включая операторы математических выражений;
- встроенные команды и функции;
- функции пользователя;
- управляющие структуры;
- системные операторы и функции;
- средства расширения языка.

Основные средства программирования

Коды программ в системе MATLAB пишутся на языке высокого уровня, достаточно понятном для пользователей умеренной квалификации в области программирования. Язык программирования MATLAB является типичным *интерпретатором*. Это означает, что каждая инструкция программы распознается и тут же исполняется, что облегчает обеспечение диалогового режима общения с системой. Этап компиляции всех инструкций, т. е. полной программы, отсутствует. Высокая скорость выполнения программ обеспечена наличием заведомо откомпилированного ядра, хранящего в себе критичные к скорости выполнения инструкции, такие как базовые математические и иные функции, а также тщательной отработкой системы контроля синтаксиса программ в режиме интерпретации.

Интерпретация означает, что MATLAB не создает исполняемых конечных программ. Они существуют лишь в виде m-файлов. Для выполнения программ необходима среда MATLAB. Однако для программ на языке MATLAB созданы компиляторы, транслирующие программы MATLAB в коды языков программирования C и C++. Это решает задачу создания исполняемых программ, первоначально разрабатываемых в среде MATLAB.

2. Основные типы данных

Типы данных array и numeric являются *виртуальными* («кажущимися»), поскольку к ним нельзя отнести какие-либо переменные. Они служат для определения и комплектования некоторых типов данных. Таким образом, в MATLAB определены следующие основные типы данных, в общем случае представляющих собой многомерные массивы:

single — числовые массивы с числами одинарной точности;

double — числовые массивы с числами удвоенной точности;

char — строчные массивы с элементами-символами;

sparse — наследует свойства double, разреженные матрицы с элементами-числами удвоенной точности;

cell — массивы ячеек; ячейки, в свою очередь, тоже могут быть массивами;

struct — массивы структур с полями, которые также могут содержать массивы;

function_handle — дескрипторы функций:

int32, uint32 — массивы 32-разрядных чисел со знаком и без знаков;

intl6,uint!6 — массивы 16-разрядных целых чисел со знаком и без знаков;

int8. uint8 — массивы 8-разрядных целых чисел со знаками и без знаков.

3. Виды программирования

Система программирования MATLAB позиционируется как язык высокого уровня для научно-технических расчетов.

Язык программирования системы MATLAB вобрал в себя все средства, необходимые для реализации различных видов программирования:

- процедурного;
- операторного;
- функционального;
- логического;
- структурного (модульного);
- объектно-ориентированного;
- визуально-ориентированного.

Двойственность операторов, команд и функций

Для языка системы MATLAB различие между командами (выполняемыми при вводе с клавиатуры) и программными операторами (выполняемыми из программы) является условным. И команды, и программные операторы могут выполняться как из программы, так и в режиме прямых вычислений. Под командами далее в основном понимаются средства, управляющие периферийным оборудованием, под операторами — средства, выполняющие операции с операндами (данными).

Функция преобразует одни данные в другие. Для многих функций характерен возврат значений в ответ на обращение к ним с указанием списка входных параметров — аргументов. Например, говорят, что функция *sin(x)* в ответ на обращение к ней возвращает значение синуса аргумента *x.* Поэтому функцию можно использовать в арифметических выражениях, например *2*sin(x+1).* Для операторов (и команд), не возвращающих значения, такое применение обычно абсурдно.

4. М-файлы сценариев и функций

И в командной строке, и в текстах m-файлов функции записываются только малыми буквами. Для функций, возвращающих ряд значений или массивов (например X, Y, Z,...), запись имеет следующий вид:
[X,Y,Z, ...]=f_name(Список_параметров)
Есть два типа m-файлов: файлы-сценарии и файлы-функции.В процессе своего создания они проходят синтаксический контроль с помощью встроенного в систему MATLAB редактора/отладчика m-файлов.

М-файлы сценариев

Файл-сценарий, именуемый также Script-файлом, является просто записью серии команд без входных и выходных параметров. Важны следующие свойства файлов-сценариев:

- они не имеют входных и выходных аргументов;
- работают с данными из рабочей области;
- в процессе выполнения не компилируются;
- представляют собой зафиксированную в виде файла последовательность операций, полностью аналогичную той, что используется в сессии.

Пример файла-сценария

```
%Plot with color red
%Строит график синусоиды линией красного цвета
%с выведенной масштабной сеткой в интервале [xmin.xmax]
x=xmin:0.1:xmax;
plot(x, sin(x),'r')
grid on
```

Первые три строки здесь — это комментарий, остальные — тело файла.

Структура файла-функции

М-файл-функция является типичным объектом языка программирования системы MATLAB. Одновременно он является полноценным модулем с точки зрения структурного программирования, поскольку содержит входные и выходные параметры и использует аппарат локальных переменных.

Структура такого модуля с одним выходным параметром выглядит следующим образом:

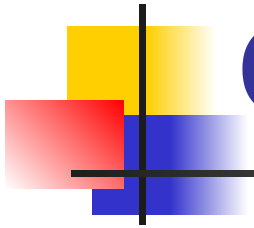
```
function var=f_name(Список_параметров)
%Основной комментарий
%Дополнительный комментарий
Тело файла с любыми выражениями
var=выражение
```

Структура файла-функции

M-файл-функция имеет следующие свойства:

- он начинается с объявления function, после которого указывается имя переменной var — выходного параметра, имя самой функции и список ее входных параметров;
- функция возвращает свое значение и может использоваться в виде name (Список_параметров) в математических выражениях;
- все переменные, имеющиеся в теле файла-функции, являются *локальными*, т. е. действуют только в пределах тела функции;
- файл-функция является самостоятельным программным модулем, который общается с другими модулями через свои входные и выходные параметры;
- правила вывода комментариев те же, что у файлов-сценариев;
- файл-функция служит средством расширения системы MATLAB;
- при обнаружении файла-функции он компилируется и затем исполняется, а созданные машинные коды хранятся в рабочей области системы MATLAB.

Последняя конструкция var=выражение вводится, если требуется, чтобы функция возвращала результат вычислений.



Структура файла-функции

Если выходных параметров больше, то они указываются в квадратных скобках после слова function. При этом структура модуля имеет следующий вид:

```
function [varl,var2....]=f_name(Список_параметров)
%Основной комментарий
%Дополнительный комментарий
Тело файла с любыми выражениями
var1=выражение
var2=выражение
```

Примеры файл-функции

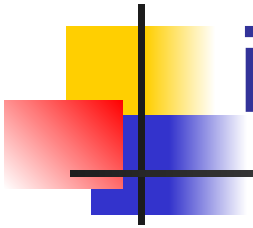
```
function y=Norm(x,m,D);
sko=sqrt(D);
y=exp((-(x-m).^2)/(2*D))
/(sko*sqrt(2*pi));
```

Использование файл-функции в М-файле

```
figure(1);
x=1:70; m1=25; D1=20; m2=40; D2=30;
y1=Norm(x,m1,D1);
y2=Norm(x,m2,D2);
y3=y1+y2;
plot(x,y1,x,y2,x,y3); grid on;
```

5. Управляющие структуры

Помимо программ с *линейной структурой*, инструкции которых исполняются строго по порядку, существует множество программ, структура которых *нелинейна*. При этом ветви программ могут выполняться в зависимости от определенных условий, иногда с конечным числом повторений — циклов, иногда в виде циклов, завершаемых при выполнении заданного условия. Практически любая серьезная программа имеет нелинейную структуру. Для создания таких программ необходимы специальные управляющие структуры. Они имеются в любом языке программирования, и в частности в MATLAB.



if-else-end

if Условие Выражение_1 Оператор_отношения_Выражение_2

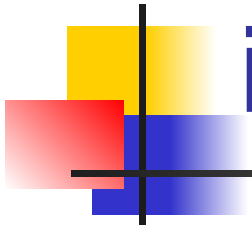
Инструкции_1

else

Инструкции_2

end

В качестве Операторов_отношения используются следующие операторы: ==, <, >, <=, >= или ~=. Все эти операторы представляют собой пары символов без пробелов между ними.

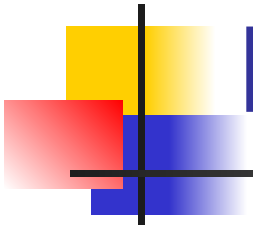


if-elself-else-end

- if Условие
- Инструкции_1
- elself Условие
- Инструкции_2
- else
- Инструкции_3
- end

ПРИМЕР

```
if x<5    y=0.1;
      elseif x<10 y=0.5;
      elseif x<15 y=0.75;
      else   y=1.0;
end;
```



Циклы for...end

Конструкции циклов типа for...end обычно используются для организации вычислений с заданным числом повторяющихся циклов. Конструкция такого цикла имеет следующий вид:

for var=Выражение

Инструкция....

end

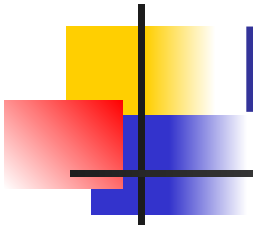
Выражение чаще всего записывается в виде s:d:e, где s — начальное значение переменной цикла var, d — приращение этой переменной и e — конечное значение управляющей переменной, при достижении которого цикл завершается. Возможна и запись в виде s :e (в этом случае d=1). Список выполняемых в цикле инструкций завершается оператором end.

Пример (for...end)

```
figure(1)
for x=1:100
    y(x)=0.01*x;
end
plot(1:x,y(1:x)); grid on;
```

Пример совместного использования операторов for-end и if-end

```
figure(2)
x=1:0.5:100;
for i=1:length(x)
    if (x(i)>0)&&(x(i)<20)
        y(i)=sin(x(i));
    end
    if (x(i)>=20)&&(x(i)<50)
        y(i)=2+cos(x(i));
    end
    if (x(i)>=50)&&(x(i)<=100)
        y(i)=log(x(i));
    end
end
plot(x,y); grid on;
```



Циклы while...end

Цикл типа while выполняется до тех пор, пока выполняется Условие:

```
while Условие
Инструкции
end
```

Пример (while, if-end)

```
%------while--------
x=0; dx=0.01; i=1;
while x<=40,
 if x<5     y=0.1;
 elseif x<10 y=0.5;
 elseif x<15 y=0.75;
 else    y=1.0;
 end;
x=x+dx;
x1(i)=x;
y1(i)=y;
i=i+1;
end
figure(1)
plot(x1,y1); grid on;
```

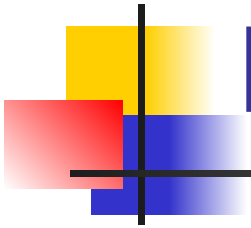
Для осуществления множественного выбора (или ветвления) используется конструкция с переключателем типа switch

```
switch switch_Выражение
    case case_Выражение
        Список_инструкций
    case {case_Выражение1, case_Выражение2, ....}
        Список_инструкций
    ...
    otherwise. Список_инструкций
end
```

Если выражение после заголовка switch имеет значение одного из выражений case_Выражение..., то выполняется блок операторов case, в противном случае — список инструкций после оператора otherwise. При выполнении блока case исполняются те списки инструкций, для которых сазе_Выражение совпадает со switch_Выражением.

Пример использования оператора switch-case-end

```
figure(3)
z=zeros(1,10);
for x=1:10
   switch x
        case {1,2,3}
            z(x)=4;
        case {4,5,6,7}
            z(x)=2;
       otherwise
            z(x)=7;
    end
end
bar(z);
```



Выводы

В среде MATLAB заложены достаточно мощные и удобные средства программирования.

Программирование в среде MATLAB основано на использовании M-файлов-сценариев и M-файлов-функций.

В среде MATLAB заложена возможность поддержки функций с переменным числом аргументов.

Использование управляющих структур (условные операторы, циклы) и функции диалога позволяет организовывать нелинейные структуры программ.