nvkurbatova@sfedu.ru

Пакеты научных вычислений

Лекция 4. Процедуры и элементы программирования

Курбатова Наталья Викторовна, к.ф.-м.н.,
доцент кафедры математического моделирования, мехмат, ЮФУ

nvkurbatova@sfedu.ru

Содержание:

- Процедуры **Inline**
- **Anonymous.** Непоименованные процедуры
- Процедуры с параметрами и без параметров
- Подпроцедуры
- Процедуры с переменным числом I/O параметров
- Feval. ВПримеры
- Операторы программирования: условный, цикла, переключатель, перехвата исключительных ситуаций

Системный конструктор INLINE

NameI=inline(funChar); % NameI – inline, funChar – выражение строкой

Args=symvar(funChar); % Args – содержит аргументы funChar

g = inline(funChar, arg1, arg2,…)

isa(g, 'inline') % контроль типа

INLINE не используется в старших версиях!

Вместо inline -- anonymous functions!

```
1     %% inline
2     z=inline('x.^2+y.^2-1');
3     z(2,3)
4     arg=symvar(z)
```

```
z: 1x1 inline =

     Inline function:
     val(x,y) = x.^2+y.^2-1
```

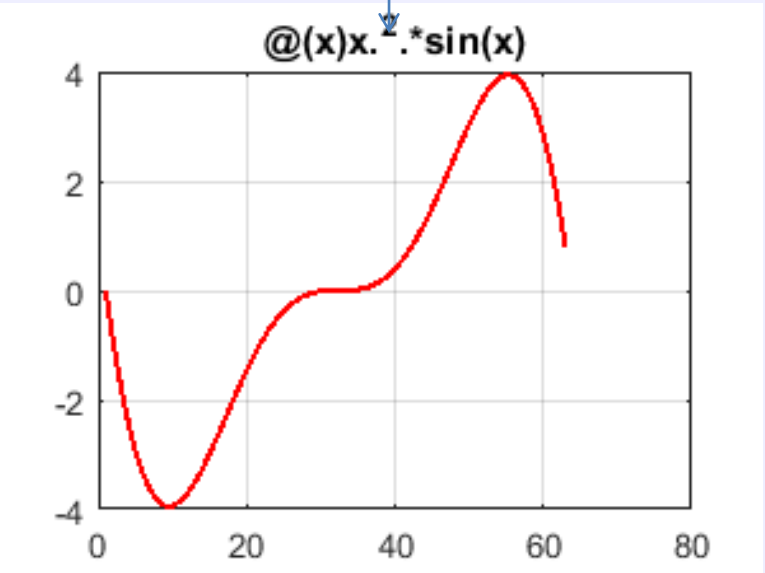
```
arg = 2×1 cell array
    'x'
    'y'
```

Anonymous function

FuncHandle = @FunctionName;

@ - конструктор function_handle

FuncHandle = @(ArgList)ExpressionChar



myAnonymous.m

```
function myAnonymous % без параметров
h=@(x)x.^2.*sin(x); % anonymous
val=-pi:0.1:pi; % h(val) – вычисляет вектор ans
FuncPlot(h, val)
function FuncPlot(h, val) % подпроцедура
  if isa(h, 'function_handle')   % Check  h
                                 as a function_handle!
   A = h(val);              % Construct A as h-function of val
     plot(A,'r-','linewidth',1.5); % Plot the resulting data
     title(func2str(h)), grid on   % Convert function to Char
    end
```

Процедуры без параметров (ПБП)

Пример: файл myFunction.m

```
function myAnonymous % без параметров
h=@(x)x.^2.*sin(x); % anonymous
val=-pi:0.1:pi;
h(val) % вычисляет вектор ans - (непоименованная - Anonymous)
```

П Р Е И М У Щ Е С Т В А

- **ПБП - альтернатива script-файлу *.m**
- **Все переменные локальные**
- **Исполнение быстрее (нет операций I/O)**
- **Имя script-файла и процедуры совпадают**

nvkurbatova@sfedu.ru

Подпроцедуры

- **Подпроцедуры – находятся в теле головного файла**
- **Подпроцедура может иметь в т.ч. имя системной процедуры; приоритет выполнения у подпроцедуры**
- **Подпроцедура «не видна» любой другой программе (это позволяет f.e. переопределять стандартные функции – потрафить чувству собственной значимости)**
- **Подпроцедура выполняется быстрее внешней процедуры**

Пример подпроцедуры FuncPlot(h, val) см. слайд 4

Заметим, что подпроцедура, например, FuncPlot(h, val) может не иметь выходных параметров!

Функции

- У функции **один** выходной параметр **(«условно» один)**!
- Функция может быть частью выражения, **в отличие от?**
- Имя функции должно совпадать с именем файла, в котором она определена!
- Последний исполняемый оператор должен присваиваться идентификатору с именем функции!
- Функцию определяет синтаксическая конструкция:

```
NameF.m  % имя файла
_____
Шапка функции:
function  outputmy=NameF(input1,…,inputm) % типы аргументов явно не указываются!
% 1) описание назначения параметров
Тело функции: {её основное содержание}
% последний исполняемый оператор:
outputmy=expression
end % не обязательно
```

Процедуры

- **Процедура не может быть частью выражения!**
- **Имя процедуры должно совпадать с именем файла, в котором она определена!**
- **Имя внешней процедуры не может совпадать с именем встроенной (builtin) процедуры (функции)!**
- **На количество параметров I/O не накладывается ограничений!**
- **Процедуру определяет та же синтаксическая конструкция, что и функцию:**

Шапка процедуры:
function [out1,…,outk]=NameF(input1,…,inputm) %
типы явно не указываются!
% описание типов и назначения параметров
Тело процедуры: {назначение - опредлить out1,…,outk }
end % не обязательно

Процедуры с переменным числом I/O параметров

Шапка процедуры:

function [out1, …, outk, varargout]=NameF(inp1, …, inpn, varargin)
% назначении параметров:
% inp1, …, inpn – обязательные входные параметры
% varargin – системный массив ячеек, содержит входные параметры, которые пользователь передал процедуре во время обращения, помимо обязательных;
% out1, …, outk – обязательные выходные параметры
% varargout – системный массив ячеек, содержит выходные параметры, необходимые пользователю, помимо обязательных;
Программист в назначении параметров (help внутри процедуры) указывает какие входные/выходные (I/O) параметры предусмотрены в данной процедуре!

Тело процедуры (определение I/O параметров):

p=nargin % определяется *количество* всех *входных параметров*, тогда
p-n % – количество входных параметров в varargin при текущем обращении
m=nargout % определяется *количество* всех *выходных параметров*, тогда
m-k % – количество входных параметров в varargout при текущем обращении

Процедуры с переменным числом I/O параметров (продолжение)

Тело процедуры:

1) определение размера массивов I/O параметров переменной длины:

```
p=nargin; m=nargout
pn=p-n, mk=m-k %  размер varargin и varargout, соответственно
```

2) Присвоение локальным переменным значений из varargin:

```
 if (p-n>0), Par_1=varargin{1}
elseif (p-n>1)
Par_2=varargin{2}
      ooo
elsif(p-n>p-n-1) % or else
Par_pn=varargin{p-n}
end
```

3) Основной **АЛГОРИТМ**

4) Формирование varargout:

```
 if (m-k>0)
varargout{1}=expession_1;
elseif (m-k>1)
varargout{2}=expession_2;
      ooo
elsif(m-k>m-k-1) % or else
varargout{m-k}=expession_mk;
end
```

Вместо *условного оператора* можно использовать переключатель **switch, case, otherwise, end;**

Выполнить функцию. Feval

синтаксис:

[y1,...,yn] = feval(fun,x1,...,xk) – выполнить функцию (x1,...,xk) – её аргументы (один или несколько); fun – function_handle **или** имя встроенной функции **или** внешняя функция.

Пример использования:

Головная процедура без параметров:

```
n=3, for i=1:n
      namef={'cos',@sin,'myextFun'};
      result(i)=feval(namef{i},pi/6);
      end
[result(1:n)]
```

Внешний файл myextFun.m

```
function r=myextFun(arg)
r=(sin(arg))^2
End
```

Имя файла и имя внешней функции совпадают!

Объясните чем являются элементы namef?

Проверьте >>which('cos')

Условный оператор

короткая форма: if expression**, end**;

полная форма: if expression1
statements1
elseif expression2
statements2
else
statements3
end

expressions: checktype(see help is* – isempty, isfinite, isnumeric, isvarname . . .),
relational operators **(help relop),**
logical (all, any), exist(string)

statements: последовательность команд – основной код

Синтаксические аналоги циклов в ML

Упрощение синтаксиса в ML (замещение циклов):

- **Поэлементное присвоение B,** A(i,j)= B(i,j) ↔ A=B
- **Присвоение матрице или её части константы, A - ∃:** [m,n]=size(A), **A(1:k,p:p+k-1)=pi или A(:,:)=pi** (А так? **A=pi**)
- **Приёмы оптимизации:** f.e. суммирование элементов вектора: b – вектор, b*(ones(size(b)))’
- **Присвоение по условию** (цикл + условие); ops: ==, >, <, ~=; A(A ops value)=expr; f.e.(A(A>0)=rand(1))

Цикл с известным и нет количеством повторений

Синтаксис

случай известного количества повторений:

короткая форма: **for** variable = expr**,** statements**,** **end**; % в строку

полная форма 1: **for** variable = initial_value:step:end_value
statements
end

полная форма2: **for** variable = [vector] % or variable = [**matrix** or cell] **?**
statements
end

initial_value – начальное значение индексной переменной (и.п.);

step – шаг изменения индекса; в случае **for variable = initval:endval** (step=1 – умолчанию);

end_value– конечное значение индексной переменной.

случай неизвестного количества повторений:

короткая форма: **while**, expression, statements, **end**;

полная форма: while expression
statements
end;

Примеры циклов:

1) for e=eye(n), e, end; % на i–м шаге вычисляется i–й вектор-столбец e(:, i)
2) while (A&B);
3) while (A|B);
4) while (b~=0) &(a/b>3*pi)
   if exist('myfun.m')&(myfun(x)>=y)
   if iscell(A) & all(cellfun('isreal',A)) % **объясните!** или см. детали >>help cellfun(fun,A)
5) eps=1; while(abs(1+eps)>1), eps=eps/2, end; eps=2*eps

Объяснения (2-5):

(2): если A – нулевая (лог.), то B – не вычисляется, результат для любого B –ложный;

(3): если элементы A – лог.единицы, матрица B – не вычисляется, результат для любого B – истина;

(4): цикл выполняется пока a/b > 3*pi и **исключается** деление на ноль; **контролируется** существование и величина функции, вещественность элементов массива ячеек

(5): на первый взгляд – бесконечный цикл, однако он прекратится по достижении **машинного нуля**; **Хорошо бы выяснить количество шагов (делений)!**

Пример 1 бесконечного цикла

```
1 -    clear all;
2 -    file1 = fopen('output_code.txt','r'); % открываем output_code.txt
3      %                                      для чтения
4 -    file2 = fopen('line.txt', 'w');        % открываем  line.txt
5      %                                      для записи
6 -    while 1   % выполняется всегда
7 -    tline=fgetl(file1);
8 -    if ~ischar(tline), break, end          % выход из цикла по break
9 -    fprintf(file2, '%s;\n', tline);      % подавляем строку-вывода ";"
10 -   disp(tline)
11 -   end
12 -   fclose(file1);
13 -   fclose(file2);
```

edit_string.m | input_code

```
1   clear
2    x=0:0.1:pi
3    y=sin(x)
4   plot(x,y)
5    hold on
6    grid on
7   g=cos(x)
8    plot(x,g)
9    title('two graphs')
10  disp('thats all!')
```

edit_string.m | input_code

```
1   clear;
2    x=0:0.1:pi;
3    y=sin(x);
4   plot(x,y);
5    hold on;
6    grid on;
7   g=cos(x);
8    plot(x,g);
9    title('two graphs');
10  disp('thats all!');
```

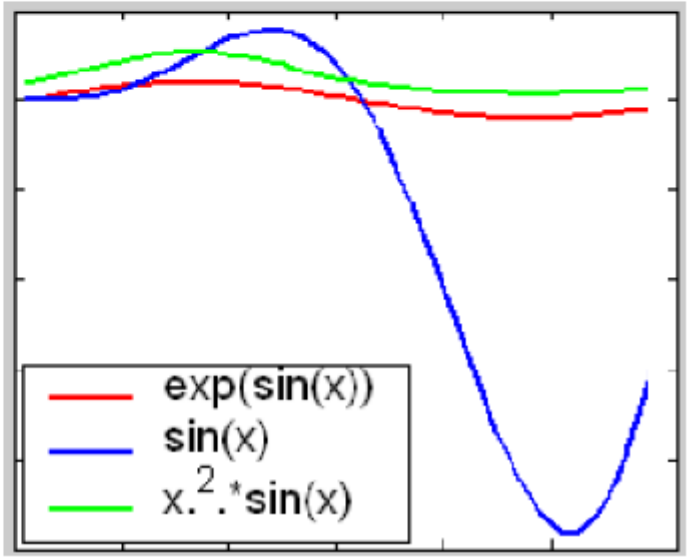
output_code.txt

fgetl (file) - % чтение строк (lines) текст.файла

status = feof (fileID) возвращает 1, если предыдущая операция "чтения" устанавливает индикатор конца файла

Пример 2 бесконечного цикла

```
clear
% example if
a=randi(10)
if nnz(a)>prod(size(a))/2
    s=sparse(a)
end
% example for
   x=[0:0.1:2*pi]';
   mycolor={'red','blue','green'}
   leg={}
A={'sin(x)','x.^2.*sin(x)','exp(sin(x))'}
for f=A
    k=1
    while ~strcmp(A{k},f{:})
        k=k+1
    end
    r=plot(eval(f{:})),
    set(r,'color',mycolor{k})
    set(r,'linewidth',1.5)
    leg=union(leg,f)
        hold on
end
    t=legend(leg{:})
    set(t,'fontsize',14)
```



Переключатель

```
switch calculated _expression
case possible_expression_1
statements,
...
case possible_expression_end
statements,
end
```

$calculated\_expression$ – вычисляемое выражение, в т.ч. строка; сравнивается со значениями $possible\_expression\_1, \ldots possible\_expression\_end$; при совпадении выполняются инструкции "помеченной" траектории

Пример переключателя:

```
method = 'Bilinear';
switch method
case {'linear','bilinear'}
disp('Method is linear')
case 'cubic'
disp('Method is cubic')
otherwise
disp('Unknown method')
end
```

Оператор перехвата

```
try
statements
catch
statements
end
```

```
>> a=1:10; a*a
Error using  *  Inner matrix
dimensions must agree.

>> lasterr
ans =
Error using * Inner matrix
dimensions must agree.
```

- Системная переменная $lasterr$ хранит информацию о последнем сообщении об ошибке.
- На этапе $try - catch$ возможна ошибочная ситуация.
- На этапе $catch - end$ происходит обработка ошибки.
- Предусмотреть некоторый логически обусловленный список ошибок.
- С помощью оператора $findstr$ определить суть ошибки.
- С помощью переключателя $switch$ выбрать ветвь алгоритма.

nvkurbatova@sfedu.ru

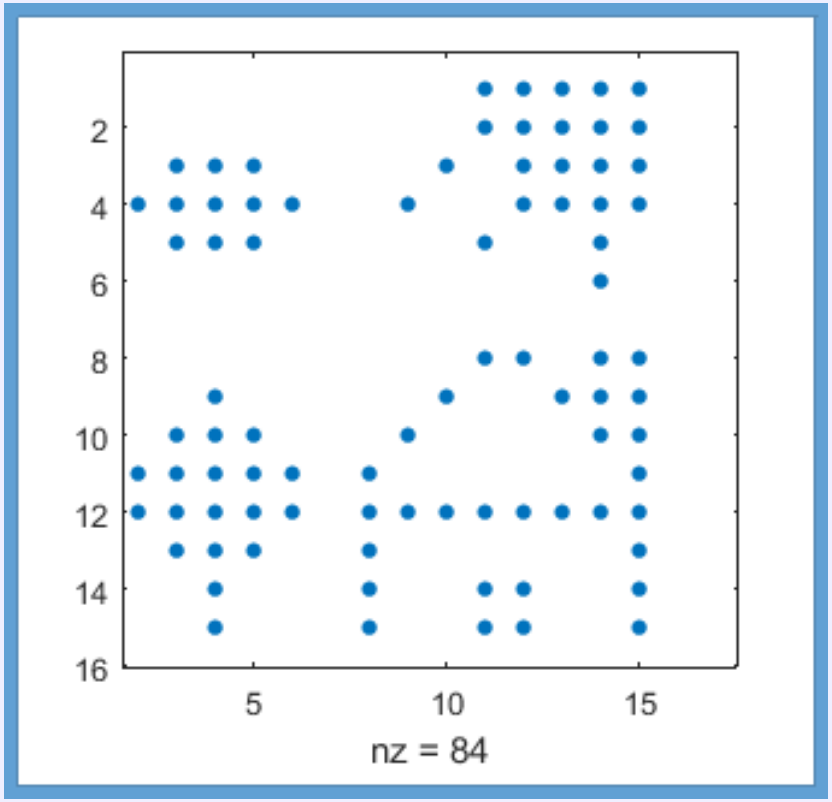
Бонус

В последних версиях MatLab "трудятся" функции определения локальных минимумов и максимумов:

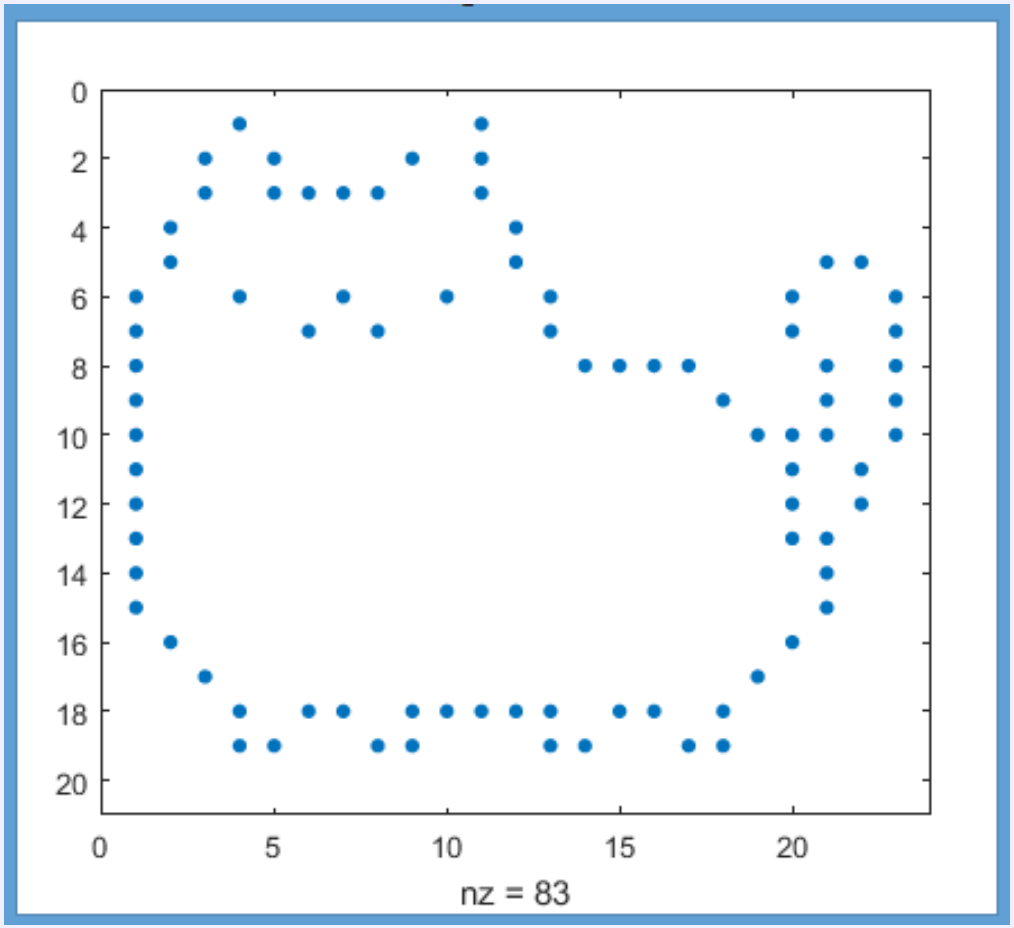
islocalmin и islocalmax !

Интересно (?) забраться в код этих системных функций, сравнить с алгоритмом в л.3 с.16 !!!

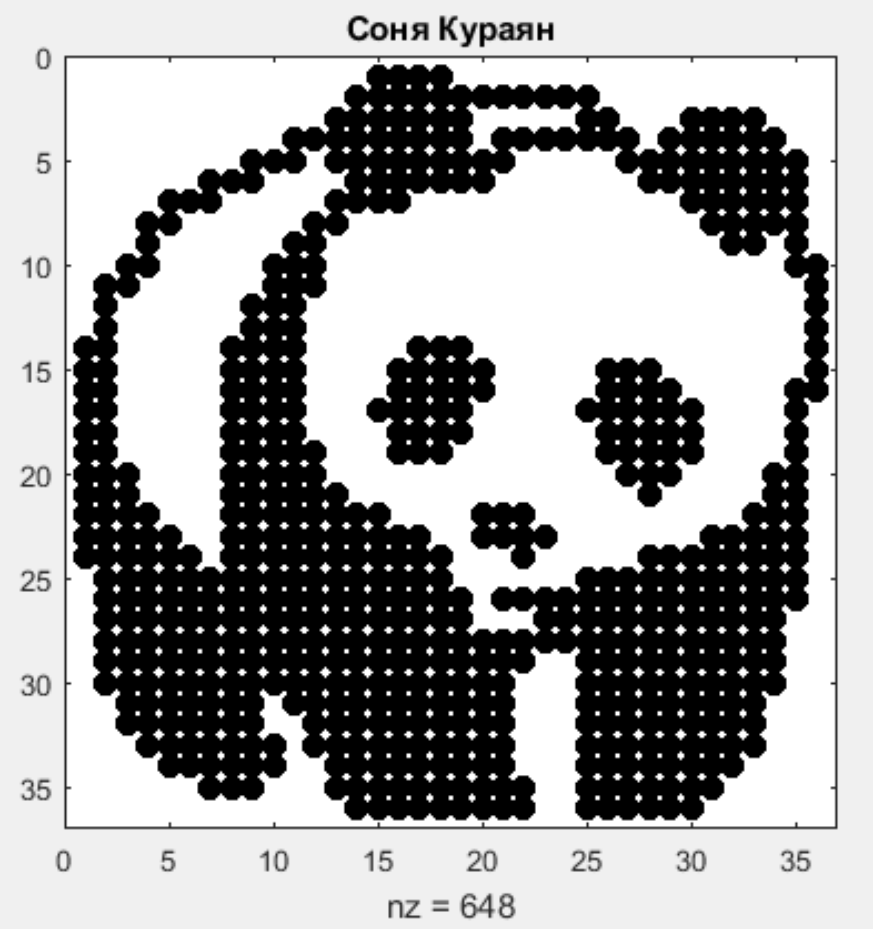
Вязников Илья - самый первый сделал, на паре! Первая группа



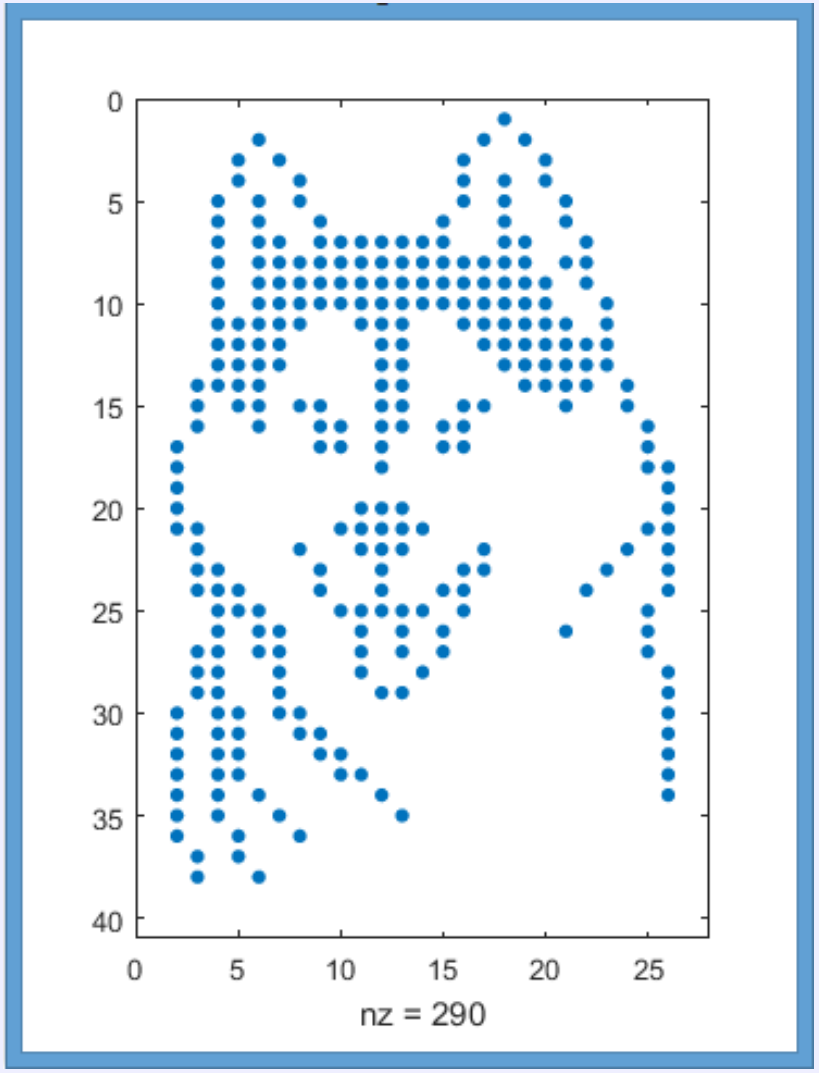
Тинчурин Руслан, группа 1



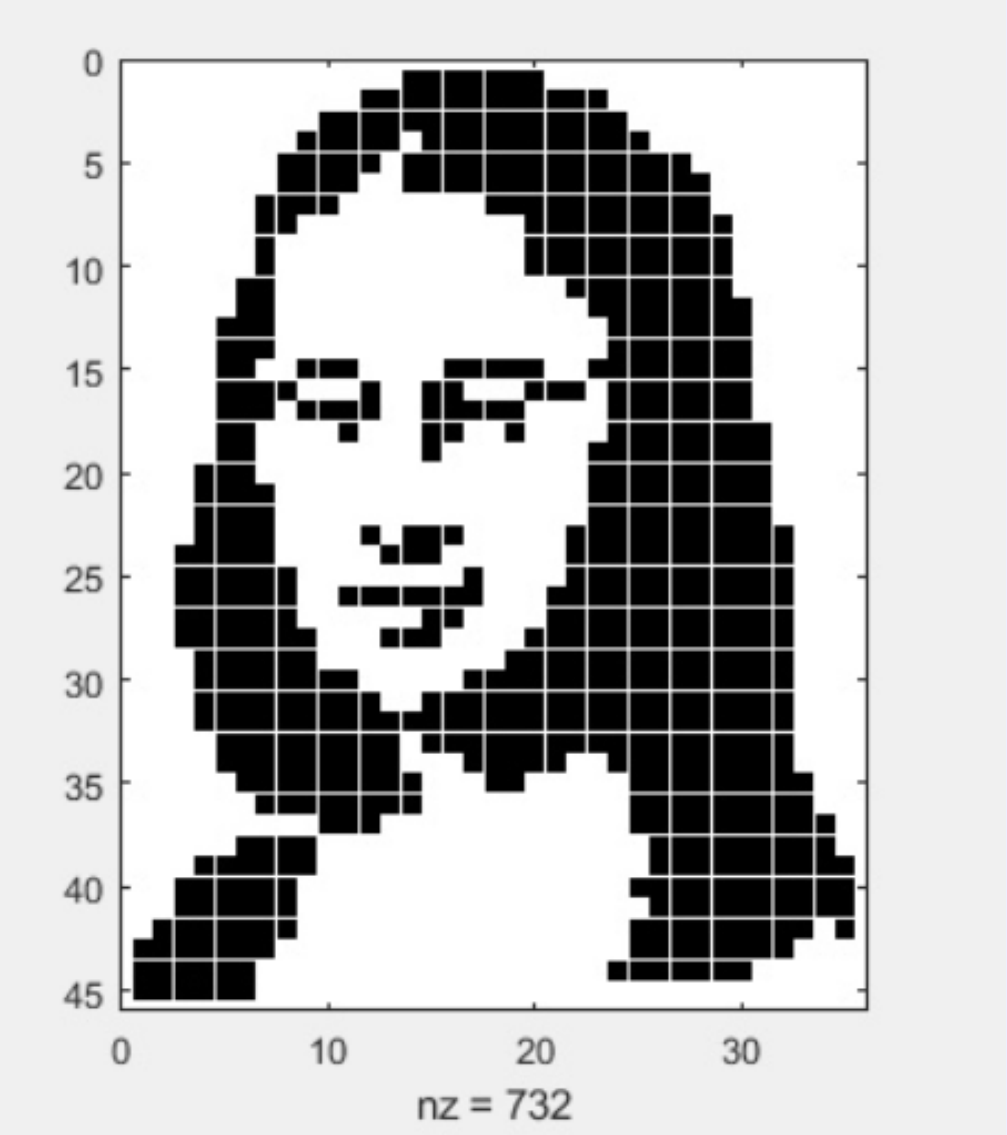
Софья Кураян, 4 группа



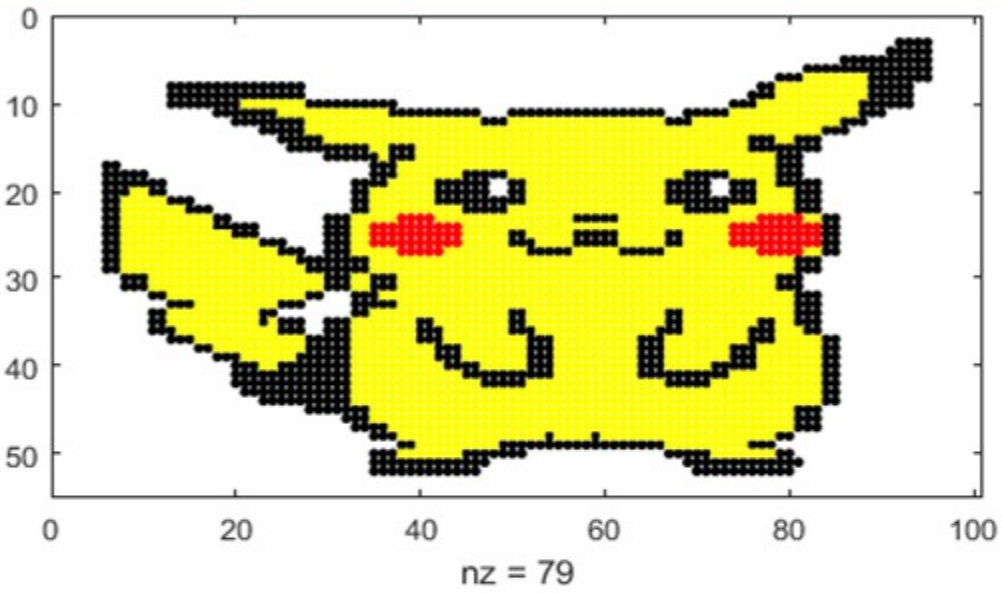
Мелехова Дарья, 1 группа



Захаренко Анастасия, Семенченко Артем
Турыгин Саша, Цулая Лена, 4 группа



Мовчан Максим, 4 гр.




```
spy(A == 1, 'black', 10)
hold on
spy(A == 2, 'yellow',10)
spy(A == 3, 'red', 10)
hold off
```

nvkurbatova@sfedu.ru

Спасибо за внимание!

“Глаза боятся, а руки делают”

Русская народная пословица!