Обработка массивов

Поиск элементов массива с максимальным и минимальным значениями:

• **max(A)** возвращает наибольший элемент, если **A** – вектор; или возвращает вектор-строку, содержащую максимальные элементы каждого столбца, если **A** – матрица;

• **max(A,B)** возвращает массив того же размера, что и **A** (или **B**), каждый элемент которого есть максимальный из соответствующих элементов этих массивов;

• **max(A,[ ],dim)** возвращает наибольший элемент по столбцам или по строкам матрицы в зависимости от значения скаляра **dim**.

Например,**max(A,[ ],1)** возвращает максимальные элементы каждого столбца матрицы **A**;

• **[C,I] = max(A)** – кроме максимальных значений, возвращает вектор индексов элементов с этими значениями.

Примеры:

>> A=magic(7)

```
A =
30      39      48      1   10      19      28
38      47      7   9   18      27      29
46      6   8   17      26      35      37
5   14      16      25      34      36      45
13      15      24      33      42      44      4
21      23      32      41      43      3   12
2231      40      49      2   11      20
>> C = max(A)
C = 46   47      48      49      43      44      45
>> C = max(A,[ ],1)
C = 46   47      48      49      43      44      45
```

>> C = max(A,[ ],2)

C =
48
47
46
45
44
43
49

>> [C,I] = max(A)
C = 46 47 48 49 43 44 45
I = 3 2 1 7 6 5 4

Для нахождения элемента массива с минимальным значением служат подобные функции:

min(A) min(A,B) min(A,[ ],dim) [C,I] = min(A)

Сортировка элементов массива

[s, i] = sort (x)
[s, i] = sort (x, dim)
[s, i] = sort (x, mode)
[s, i] = sort (x, dim, mode)

• **sort(A)** в случае одномерного массива **A** сортирует и возвращает элементы по возрастанию их значений;
в случае двумерного массива происходят сортировка и возврат элементов каждого столбца.
i - массив индексов исходного массива
mode=‘ascend’ - сортировка по возрастанию,
‘descend’ - по убыванию.
dim=1 для матрицы сортировка по столбцам, **2** - по строкам.

```
V =
  -0.51301  -0.52824  -0.21580  -0.64126
   0.14051  -0.57329  -0.42226   0.68796
  -0.17928   0.36181   0.59941  -0.69113
  -0.77139   0.32716  -0.17473   0.51710
>> [D,I]=sort(V)
D =
  -0.77139  -0.57329  -0.42226  -0.69113
  -0.51301  -0.52824  -0.21580  -0.64126
  -0.17928   0.32716  -0.17473   0.51710
   0.14051   0.36181   0.59941   0.68796
I =
   4   2   2   3
   1   1   1   1
   3   4   4   4
   2   3   3   2
```

[s, i] = sortrows (A)
[s, i] = sortrows (A, c)

Сортировка строк, в соответствии с сортировкой первого столбца (по умолчанию) или столбца с номером **c**. (если **c<0** сортировка по убыванию)

I =   >> F=sortrows(I)   >> F1=sortrows(I,-2)

F =   F1 =

4	**2**	**2**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**	**3**	**4**	**4**	**4**
1	**1**	**1**	**1**	**2**	**3**	**3**	**2**	**2**	**3**	**3**	**2**
3	**4**	**4**	**4**	**3**	**4**	**4**	**4**	**4**	**2**	**2**	**3**
2	**3**	**3**	**2**	**4**	**2**	**2**	**3**	**1**	**1**	**1**	**1**

Задание

Решить задачу на собственные значения для матрицы

$$\begin{matrix} 1 & 0.9 & 0.8 & 0.7 \\ 0.9 & 1 & 0.9 & 0.8 \\ 0.8 & 0.9 & 1 & 0.9 \\ 0.7 & 0.8 & 0.9 & 1 \end{matrix}$$

Отсортировать собственные векторы в соответствии с собственными значениями, которые должны быть отсортированы в убывающем порядке.

Статистическая обработка данных

Статистическая обработка данных, представляющих собой реализации случайных величин, заключается в вычислении таких характеристик случайных величин, как **математическое ожидание**, **дисперсия**, **среднее квадратическое отклонение**, **начальные и центральные моменты**, **коэффициент асимметрии и эксцесса**, **корреляционная матрица**, **эмпирический закон распределения**.

Математическое ожидание (среднее значение)

mean *(x)*
mean *(x, dim)*
mean *(x, opt)*
mean *(x, dim, opt)*

Вычисляется по формуле: $m = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$

Если X – матрица, то среднее вычисляется для каждого столбца матрицы. Результат вектор-строка.

dim=1 (по умолчанию) для матрицы вычисление по столбцам, **2** - по строкам.

opt – определяет следующие выборы вычисления:

“a” – среднее арифметическое (по умолчанию)

“h” – среднее гармоническое
$$h = \frac{1}{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{1}{x_i}}$$

“g” – среднее геометрическое
$$g = \left(\prod_{i=1}^{n} x_i\right)^{\frac{1}{n}}$$

Элементы x – положительны.

$$\min(x) \le h \le g \le m \le \max(x)$$

Медиана выборки

median *(x)*

median *(x, dim)*

Для вычисления медианы нужно отсортировать массив X (s=sort(X)). Тогда:

$$median = \begin{cases} s(n/2), \text{ если } n \text{ нечетно} \\ 0.5(s(n/2)+s((n+1)/2), \text{ если } n \text{ четно} \end{cases}$$

Стандартное и среднее квадратическое отклонения

std *(x)*
std *(x, opt)*
std *(x, opt, dim)*

$$std(x) = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(x_i - m)^2}$$

$$std(x,1) = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(x_i - m)^2}$$

Коэффициент асимметрии распределений случайных величин

skewness *(x)*
skewness *(x, flag)*
skewness *(x, flag, dim)*
Асимметрия – мера скошенности графика плотности распределения по отношению к нормальному распределению, *вычисляется по формуле:*

$$A = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - mean(x)\right)^3}{std(x)^3}$$

Коэффициент эксцесса распределения случайной величины

kurtosis *(x)*
kurtosis *(x, flag)*
kurtosis *(x, flag, dim)*

Эксцесс – мера высоты графика плотности распределения по отношению к нормальному распределению (=3), *вычисляется по формуле:*

$$E = \frac{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(x_i - mean(x)\right)^4}{std(x)^4}$$

Квартили

Предоставляют важную информацию о структуре вариационного ряда. Вместе с медианой они делят вариационный ряд на 4 равные части. Квартилей две, их обозначают символами Q, верхняя и нижняя квартиль. 25% значений меньше, чем нижняя квартиль, 75% значений меньше, чем верхняя квартиль.

statistics *(x)*
statistics *(x, dim)*
Для вектора X возвращает следующие статистические характеристики:
min(x), 1-й квартиль, медиану, третий квартиль, max(x), mean(x), std(x), асиммерию, эксцесс

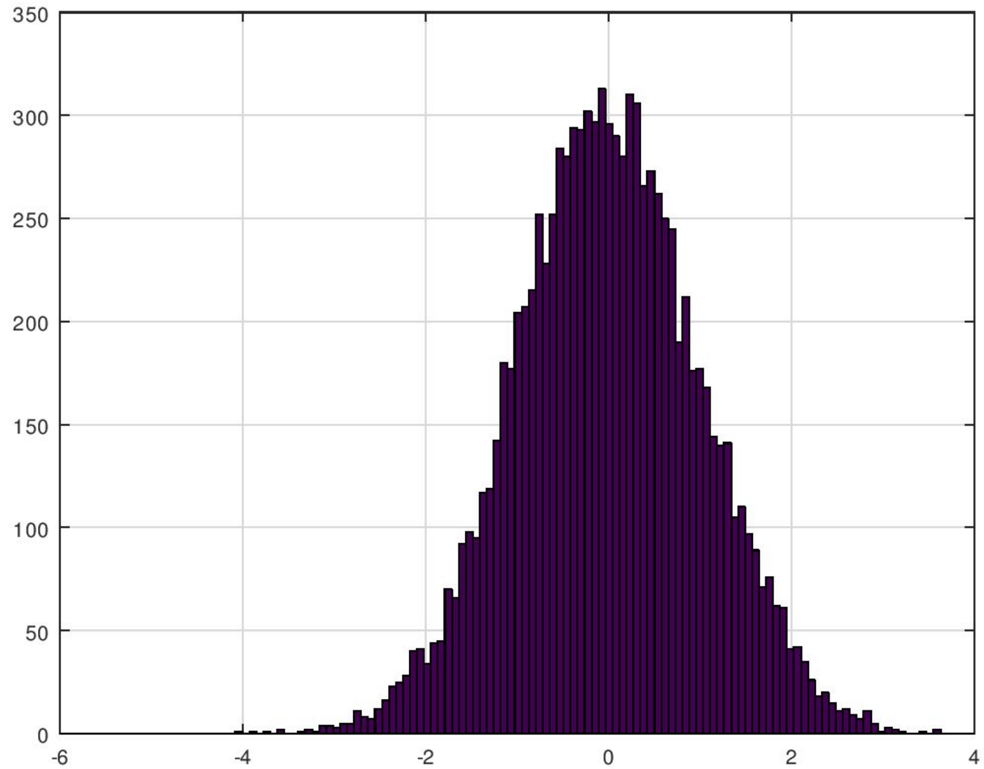
Пример

```
>> X=randn(1,1000);
>> statistics (X)
     min          1          med         3
  -2.724709  -0.671729   0.029226   0.690743
     max        mean        std        ass
   2.703021    0.012462   0.963554  -0.037872
2.729541
```

```
>> X=randn(1,10000);
>> statistics (X)
    min              1               med              3
  -3.5173146  -0.6750578  -0.0096442   0.6592135
     max             mean           std              ass
   3.6071385  -0.0047585   0.9926368   0.0312958
2.9634857
>> X=randn(1,100000); statistics (X)
      min              1                  med          3
  -4.2626814  -0.6733263   0.00220971   0.67382284
      max             mean             std             ass
   4.8990076   0.0016832   0.99919802  -0.00013567
2.99073352
```

Построение гистограммы

hist *(y)*
hist *(y, nbins)*
>> X=randn(1,10000); hist (X,101)



Дискретное преобразование Фурье

В цифровой обработке сигналов широкое применение находит преобразование Фурье, которое сопоставляет каждой функции времени (t) функцию от частоты (f).
Это преобразование задается парой соотношений:

$$y(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t) e^{-j \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot f} dt$$

$$s(t) = \int_{-\infty}^{\infty} y(f) e^{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot t \cdot f} df$$

На ЭВМ выполнить операции над непрерывными функциями невозможно, поэтому непрерывные функции дискретизируются по времени и по частоте и преобразование Фурье выполняется над векторами: (j – мнимая единица)

$$s_i = s(i \cdot \Delta t), y_k = y(k \cdot \Delta f)$$

$$y_k = \sum_{i=0}^{N-1} s_i \cdot e^{-j2\pi \frac{i \cdot k}{N}}, \quad s_i = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} y_k \cdot e^{-j2\pi \frac{i \cdot k}{N}}$$

fft *(x)* *N – число елементов вектора x*

fft *(x, n)* *N=n*

fft *(x, n, dim)* *N=n*

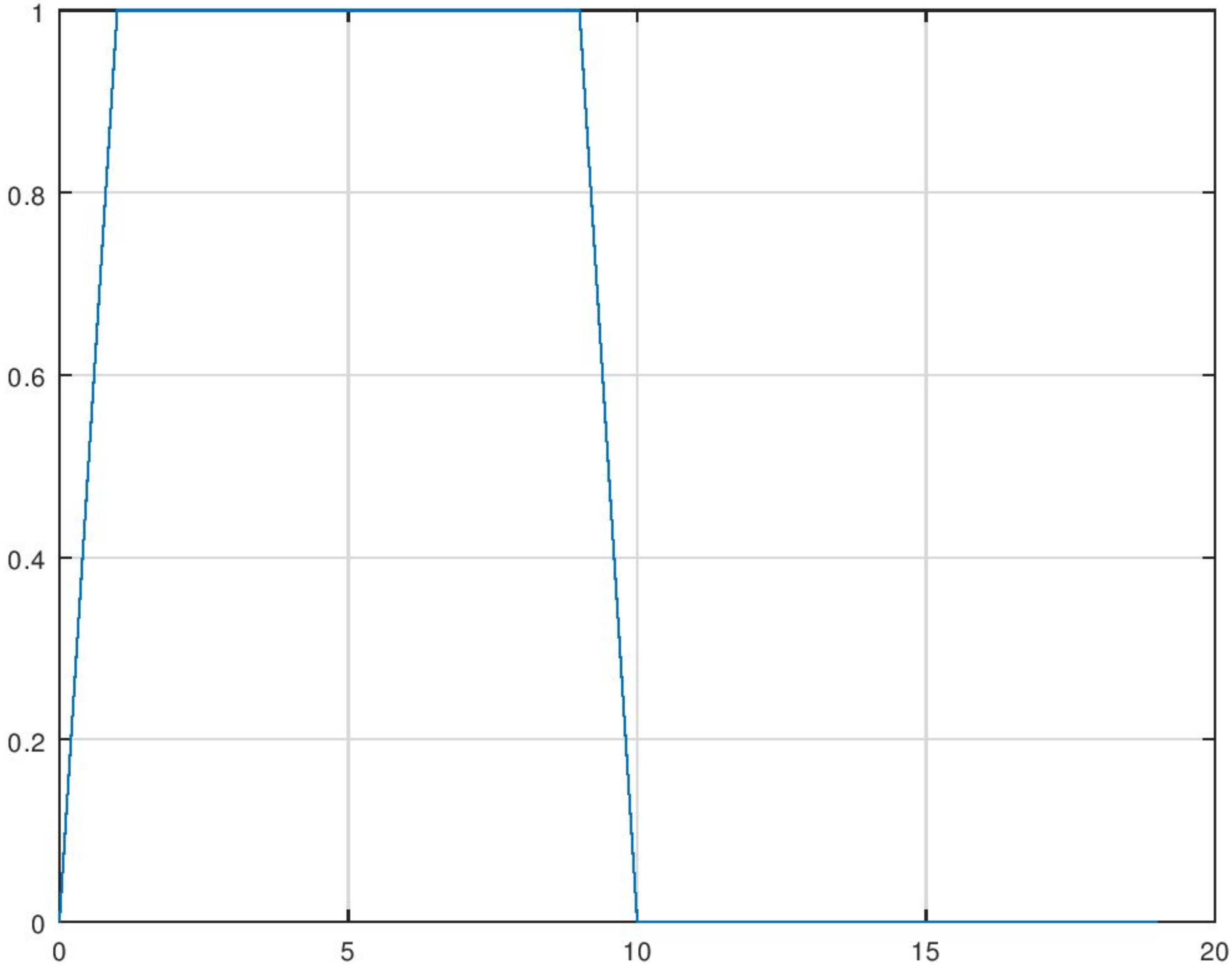
Задание Найти преобразование Фурье сигнала, задаваемого соотношением:

$$s(t) = \begin{cases} 1, & t \in [0, \tau] \\ 0, & t \notin [0, \tau] \end{cases}$$

Выберите интервал дискретизации по времени dt, время наблюдения T>2*tau, число отсчетов сигнала n=tau/dt, общее число отсчетов N=T/dt

Задайте анонимную функцию, вычисляющую сигнал, выполните преобразование Фурье и постройте график модуля преобразования Фурье.

Сигнал



Модуль преобразования Фурье