

日均线

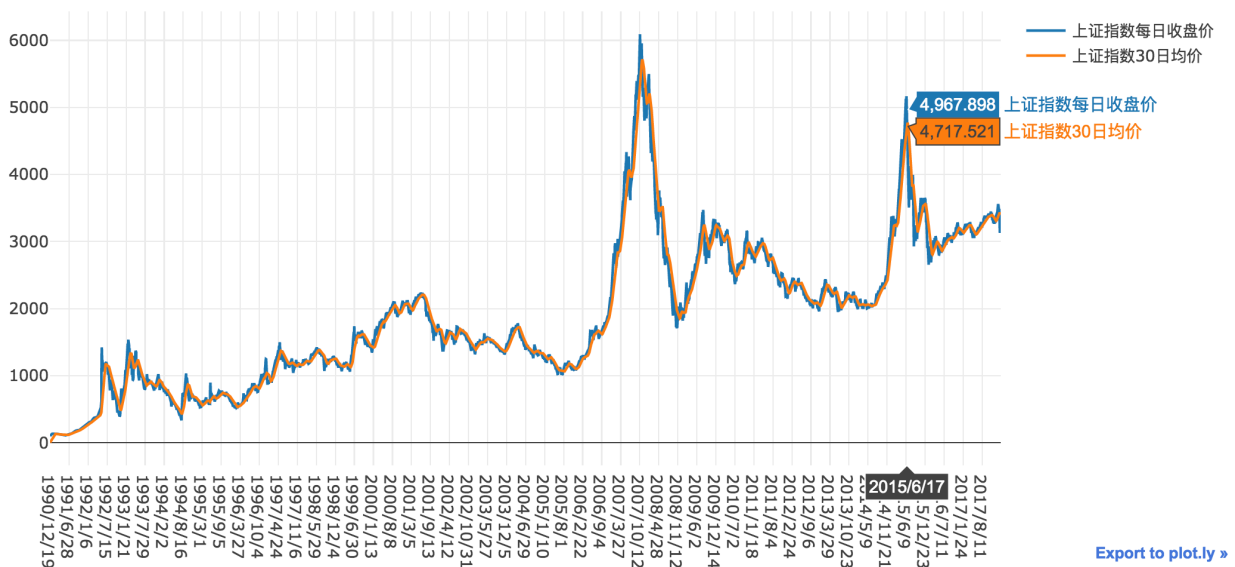
董峦, 胡春华 新疆农业大学 2018

实验背景

如果你关注过股市的话一定听说过5日均线、30日均线等说法。以30日均线为例，其含义是某只股票在市场上往前30天的平均收盘价格。从我们的直觉出发，30日均线一定是反映了股价的总体走势，抹去了短期波动，或者用信号处理的语言说：30日平均去除了股价信号中的高频成分。

下图反映了上证指数自1990年12月19日上海证券交易所正式开业以来至2018年2月26日的走势情况，用浏览器打开 `shangzheng_index.html` 文件可以在交互式图表中观察上证指数的变化情况。该图中有两个信号，一个是上证指数每日收盘价（蓝色线条），一个是其每日收盘价的30日均线（桔色线条）。可以看出30日均线比较平滑。

本次实验中，我们要熟悉MATLAB的编程环境，编写实现移动平均计算的函数。



实验内容

MATLAB是科学计算领域的工业标准软件，近年以一年两个版本的节奏发布，比如我用的版本是R2016b，表示2016年下半年发布的版本，上半年发布的版本号尾号是'a'。




MATLAB的界面由这样几个部分组成，首先是Command Window，如下图所示

```
Command Window
>> (2 * 3 + 1) / 4
ans =
1.7500000000000000
>> x = 3
x =
3
>> y = x^2
y =
9
fx >> |
```

它是我们输入命令的窗口。说到命令，可以理解为MATLAB能够解释执行的一切表达式，在提示符'>>'后输入命令，然后按回车键，则命令执行的结果会显示在命令下方，如果在命令后加';'号，则执行结果不回显。

MATLAB提供的这种解释执行的环境非常适合学生和研究人员检验他们的科学想法。

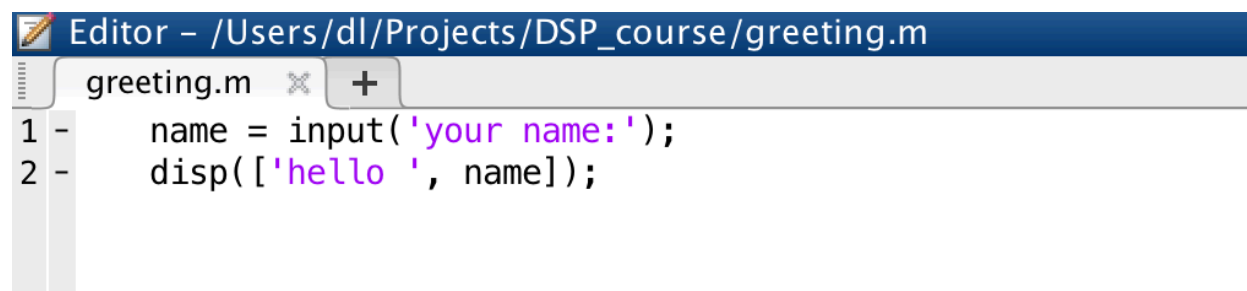
命令执行的结果及我们定义的变量存在于内存中，并能在MATLAB的Workspace窗口中查看/修改/删除。

Workspace	
Name ▲	Value
 ans	1.7500
 x	3
 y	9

输入命令时，MATLAB会将用户的意图理解为用户是想调取变量或是调用函数，并且会在当前工作目录查找函数。当前工作目录即Current Folder窗口对应的目录



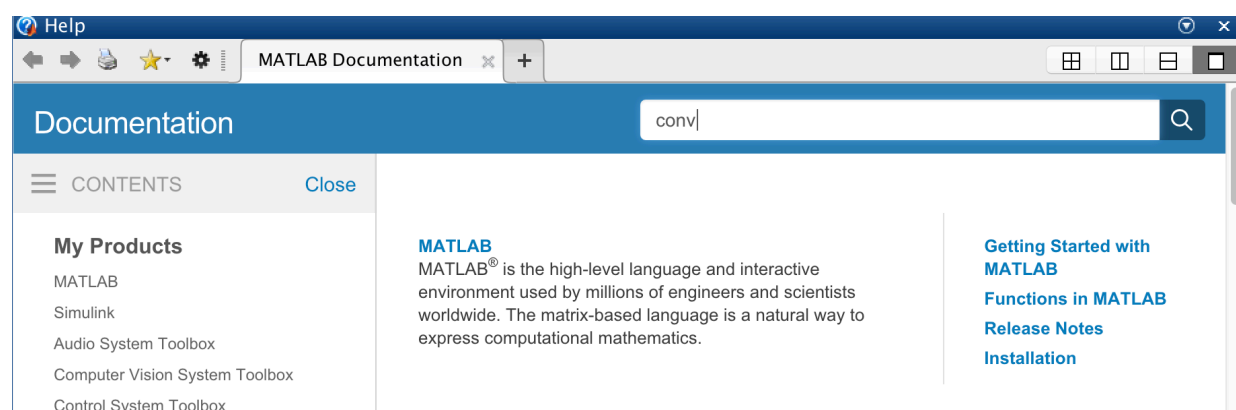
为了将一组命令保存起来，我们可以创建脚本（script）或函数（function），Matlab中的脚本文件是 .m 文件。下面我在当前工作目录创建了一个名为 greeting.m 的文件。在Command Window中输入 greeting 可以执行该脚本。（输入姓名时请用英文单引号括起来）



我们输入过的命令本身可以在Command History窗口中查看，它方便了我们查看过往的命令，避免重复输入。在命令历史中选择一条或一组命令，点击鼠标右键，观察一下有哪些操作。



我刚才输入的命令是'doc'，该命令打开MATLAB的文档系统，如下图所示。输入'conv'，看看卷积函数的文档是什么。



以上我们简要说明了MATLAB的软件使用方式，下面我们在命令窗口中输入命令，进一步理解MATLAB的用法。

MATLAB擅长的当然是运算，输入下面语句观察计算结果，同时在Workspace窗口看看ans变量有什么变化。在MATLAB中 '%' 号后的内容是注释。

```
(1 + 4) * 3      % 执行算术运算。运算符有：+，-，*，/，^(幂运算) 等
```

运算结果不进行赋值的话，将保存在默认的ans变量中，执行新的命令后该变量的内容会被替换。为了保存运算结果，我们可以将结果赋值给变量。

```
a = 3;          % 定义变量。语句后加分号则结果不回显。
```

数字信号处理这门课将频繁处理复数，在MATLAB中操作复数的方法是：

```
z = 1 + 2*1i; % 定义复数，用1i或1j表示虚数'i'
real(z);      % 取出z的实部
imag(z);      % 取出z的虚部
abs(z);       % 计算z的模
angle(z);     % 计算z的辐角，单位为弧度，介于(-pi, pi]
```

MATLAB名称中的'MAT'指'Matrix'，即该软件的特长是矩阵运算。定义和操作向量的方式如下：

```

v1 = [1 3 5 7 9]      % 定义行向量
v2 = [2, 4, 6 ,8, 10] % 用空格和逗号隔开元素都行，用 ';' 号隔开则创建列向量

v3 = v1 - v2  % 参与运算的向量或矩阵维度应该相同。加、减是对应元素的运算
v4 = v1 .* v2 % 如果要进行对应元素的乘除，需要使用点乘或点除运算符。
v5 = v1'      % v5是v1的转置，是一个列向量。

b = 0:1:11 % 创建了从0到11步长是1的向量
length(b)  % 查看元素个数

b1 = linspace(0, 11, 12) % 另一种创建向量的方法。
help linspace             % 查看 linspace 的帮助

```

MATLAB中向量或矩阵元素的下标从'1'开始，这是它与其它编程语言十分不同的地方，经常造成错误。下面是MATLAB中选取向量元素的方式

```

b(1)      % b的第一个元素
b(2:end) % 取出b从第二到最后所有元素

```

MATLAB中创建/操作矩阵也是十分容易

```

c = [1 3 6; 2 7 9; 4 3 1] % 创建一个 3X3 的矩阵
size(c)                   % 查看其维度

c(1, :)    % 取出第一行
c(:, 2)    % 取出第二列
c(2:3, 1:2) % 取出左下角四个元素（第2到3行，第1到2列）

sum(c)      % 按列求和
sum(c, 2) % 第二个参数2表示按行求和，如果是1表示按列求和，1和2是维度的序号
% 汇总类函数除了 sum 还有 avg, min, max

sin(c)
% 对每个元素应用sin函数。
% 其它常用函数还有cos, exp（以e为底的指数），log（自然对数），log2,
% abs（绝对值或求模），angle（求相角）,rand（产生均匀分布伪随机数），randn（产生正态分布伪随机数）

```

MATLAB中的常用常数有

```

% 重要常量。eps指数学中的  $\epsilon$  (epsilon)
pi
eps

```

俗话说一图胜千言，把数据以可视化的方式展示出来，便于我们理解数据。在MATLAB中画图的方法是

```
% 画图
b2 = sin(b * pi / 4);
stem(b, b2)
title('这是一幅火柴杆图') % 添加标题
xlabel('n')
ylabel('sin(n\pi/4)') % \pi 表示希腊字母  $\pi$ 
legend('正弦信号') % 添加图例

% 画复指数
a = 0 : pi/30 : 2*pi; % [0, 2 $\pi$ ]
z = exp(1i * a);
plot(real(z), imag(z), '*'); % 以实部和虚部画点
axis square;
xlabel('Real');
ylabel('Imaginary')
```

如果关闭MATLAB则内存中的变量将找不回来，为了将处理后的数据保存在硬盘上，可以这样：

```
% 保存/载入数据
save data.mat b2; % 保存数据。数据文件扩展名：.mat
load data.mat; % 载入数据
```

众所周知，程序结构有顺序结构、分支结构和循环结构，顺序结构容易理解，下面介绍在MATLAB中书写分支和循环结构程序的语法。

首先是条件分支语句

```
% 程序结构--条件分支
if 2 > 1
    disp('2 > 1 is true') % 用 disp 输出内容，字符串用单引号括起来
else
    disp('does not appear')
end
```

其次是循环语句

```
% 程序结构--循环
s = 0;
for i = 1:5 % for 循环
    s = s + i;
    disp(s);
end

while s > 1 % while 循环
    s = s / 2;
    disp(s);
end
```

支撑MATLAB的是众多函数，下面我们通过一个例子看看如何编写和调用函数。新建文件，输入如下内容

```
function output = zero_one_norm(input)
% 紧接函数头的注释是该函数的帮助文档，可以在命令行用 help zero_one_norm 查看
% 该函数把输入数据归一化到0~1的范围，所用公式是 (x - min(x)) / (max(x) - min(x))
    input = input - min(input); % 将输入数据的最小值设为0
    output = input / (max(input) - min(input)); % 缩放数据
end
```

将文件保存为 zero_one_norm.m 文件。注意：文件名必须和函数名一致。在命令行输入如下语句，观察变量b是否被归一化到0~1的范围

```
a = 1:5
b = zero_one_norm(a)
```

练习，编辑 pairwise_compare.m 文件，在其中填入合适的代码，实现函数功能。然后用如下代码观察函数功能是否正确实现。

```
a = rand(1,5) % 产生1×5随机数向量
b = rand(1,5)
c = pairwise_compare(a,b)
```

下面你需要来实现移动平均计算的函数，本次实验所用的移动平均计算公式是：

$$y_i = (x_i + x_{i-1} + \dots + x_{i-K+1}) / K \quad (1)$$

其中 x 代表输入序列， y 代表输出序列，下标表示序列中元素的序号， K 是进行平均计算的元素个数。注意该公式中参与运算的输入元素包含当前元素，并不是当前元素前的 K 个元素。上述式子在数字信号处理中叫差分方程，它描述了输入输出序列在时域是怎样的关系，体现了信号处理（计算）的过程。一个信号处理系统还有其它表示方式，这些表示方式能够反映出系统其它方面的特征，我们将在后续的学习中深入探讨一类线性系统的特性与分析方法。

实现该函数后，运行 tutorial2.m 脚本观察在上证指数历史数据上的处理结果。

小结

本次实验我们通过在一个具体数据上运行移动平均这个低通滤波算法，观察到信号中的高频噪声被抑制了，或者说信号被平滑了。数字信号处理这门课的目标是揭示像移动平均这类信号处理过程背后的理论依据。MATLAB是我们进行科学计算的有力工具，掌握MATLAB或它的开源替代Octave将使你的学习和科学探索过程如虎添翼。