

# 如何保持空域与频域滤波结果的一致性

转载 Big\_quant 最后发布于2018-07-01 19:36:13 阅读量 1507 ☆ 收藏

分类专栏： 时频分析

我们知道，给定一个空（时）间滤波器，既可以在空（时）域直接完成数字信号的滤波，也可以在频域完成。空域滤波的数学运算为卷积/相关，对频域数据的共轭（G\*）与滤波器(H)的乘积。

简单起见，以一个1D数字信号为例加以说明。

例如：给定信号x = [1 2 2 4 4]，滤波器h = [1 2 3]；

空域滤波（卷积）为：

```
y = conv(x,h,' same' ); % 此处未考虑h系数的归一化问题
```

则滤波结果为：

```
y = [4 9 14 18 20]
```

下面介绍频域方式的滤波过程。由于时域滤波属于有限序列的线性卷积，频域滤波方式实际上是利用离散傅里叶变换（DFT）求时域线性卷积的过程，而DFT本质上是对应时域滤波中针对周期序列的循环卷积。要满足循环卷积与线性卷积计算结果一致，时域信号x(m点)与滤波器h(n点)必须等长。这可以采用补零的方法，使x与h的长度均为 $L \geq m + n - 1$ 。这样做的目的，也是为了避免周期函数卷积中因周期靠近引起所谓的频率缠绕错误（混叠）。

一般做法是，对空（时）域数据采用后端补0方式延拓至2倍数据长度。

信号延拓： xp = [1 2 2 4 4 0 0 0 0];

由于滤波器h与延拓后的信号xp应保持相同的长度，故也需要补0做延拓。有两种方式：

(1) 双边延拓，滤波器h居中

```
hp = [0 0 0 0 1 2 3 0 0 0];
```

(2) 单边延拓，滤波器h居左

```
hp = [1 2 3 0 0 0 0 0 0 0];
```

然后，分别对xp, hp做DFT，完成频域滤波并做反变换，即

```
y = real(ifft(fft(xp).*fft(hp)));
```

最后，剪裁掉补0多出的后半部分数据，即保留主值序列。则两种方式得到的滤波结果分别为：

```
y1 = y(1:5) = [12 0 0 0 1]; 和 y2 = y(1:5) = [1 4 9 14 18];
```

可以看出，第一种延拓，滤波结果与空域结果完全不一致。第二种延拓与空域结果基本一致，但在左右短点处（边界部分）是不一致的。这里，第二种延拓也等价于：

```
y = real(ifft(fft(x,10).*fft(h,10)));
```

从傅立叶变换的时域性质知道，两种延拓的频谱是一样的，但相位会发生变化。因此，第一种延拓（两端补零方式，h居中）是不可取的。第二种延拓与空域滤波结果基本一致，但边界上有差异。那么，如何消除这种边界差异，达到与空域滤波完全一致的结果呢？

我们只要在滤波器h延拓方式上稍作改动，即把空域滤波器中心元素放到最前段（起始点），左端被挤出的元素顺序放在尾部，即所谓的循环移位（circularly shift）法，则有：

```
hp = [2 3 0 0 0 0 0 0 1];
```

再按以上的相同步骤进行滤波处理，可得：

```
y = [4 9 14 18 20];
```

频域滤波与空域滤波的结果就可完全保持一致。

假如，空域做的是相关运算来完成滤波，那么，只要滤波器旋转180度后，采取同样的0填充方式。

👍

🔗

💬 收起

☆

📱

<

>

🔄

举报

显然，以上方式很容易推广到二维情况。如果有以下二维滤波器，即一个计算y方向梯度的Sobel算子。

$$h=\begin{bmatrix}-1&-2&-1\\0&0&0\\1&2&1\end{bmatrix}$$

由于图像的模板运算默认为相关运算，而频域的乘积对应空域卷积。要达到一致性，以上滤波器需要上下颠倒，即旋转180度后(若为对称滤波器，则不需要这一步)，即

$$h'=\begin{bmatrix}1&2&1\\0&0&0\\-1&-2&-1\end{bmatrix}$$

以上模板在频域进行点乘可对应h的相关运算。

若需要填充0方式扩大到10×10（根据滤波图像的尺寸而定），则填充方式为：

$$h_p=\begin{bmatrix}1&2&1&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\-1&-2&-1&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\end{bmatrix}$$

$$h'_p=\begin{bmatrix}0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\-2&-1&0&0&0&0&0&0&0&-1\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\0&0&0&0&0&0&0&0&0&0\\2&1&0&0&0&0&0&0&0&1\end{bmatrix}$$

以上两种方式中，hp的填充方式会出现与空域滤波结果边界上的不一致，而hp’ 填充方式则可以解决这个问题。

道理很简单，因为空域模板运算的当前像素（原点）一般是在滤波模板的中心像素，即

$$g(x)=\sum_{s=-a}^af(x-s)h(s)$$

频域乘积（点乘）对应空域卷积的情况下，是按以下公式：

👍

🔗

💬

☆

📱

<

>

🔄

举报

$$G(u)=\mathfrak{I}[g(x)]=\sum_{x=0}^{M-1}\left[\sum_{s=0}^{M-1}f(x-s)h(s)\right]e^{-j2\pi ux/M}=H(u)F(u)$$

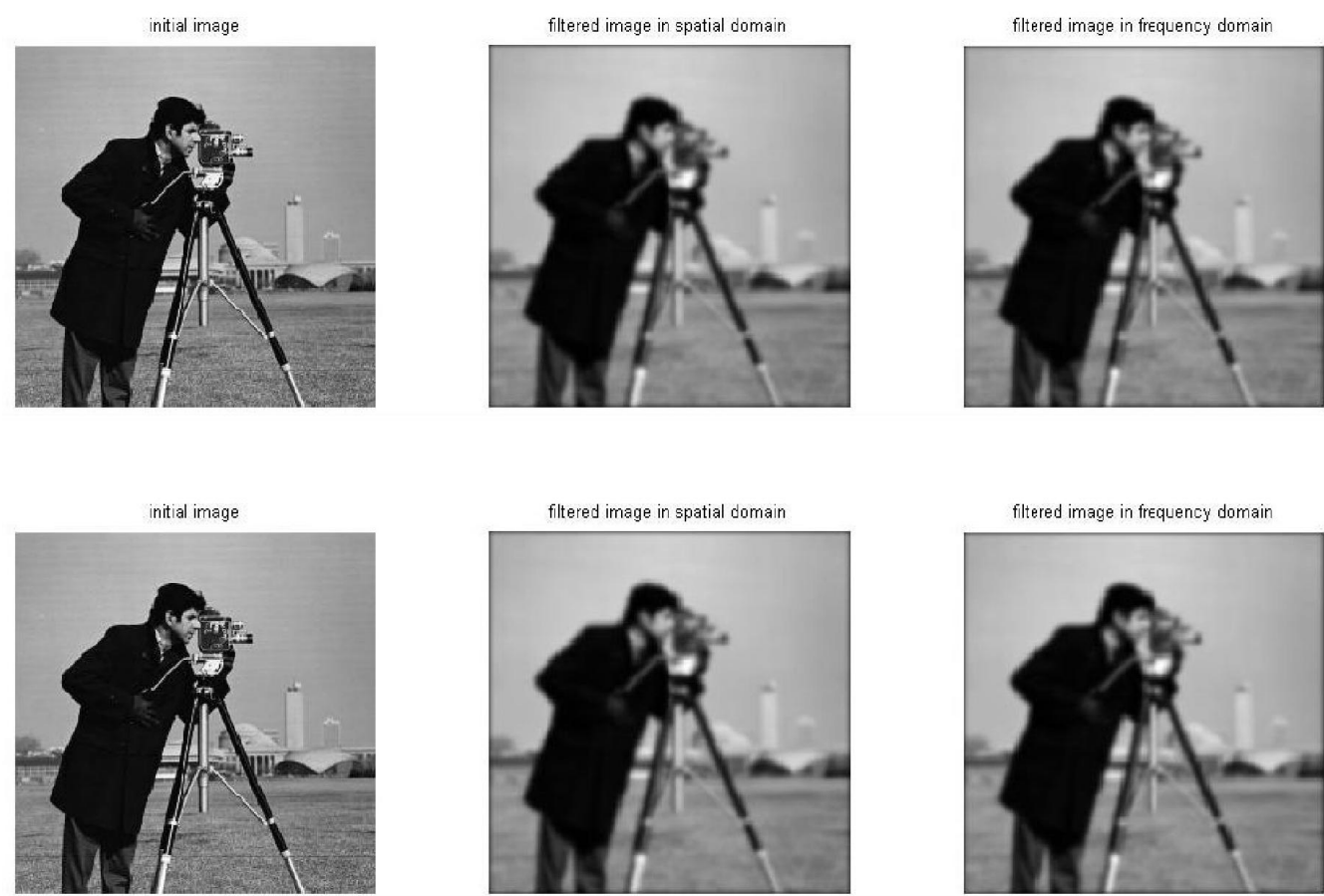
即原点（见椭圆标记处）是从左上角开始的。

下面的MATLAB代码可以简单实现以上方法，保持h中心像素位于填充区域的左上角。

```
1 center_h = ceil((size(h) + 1)/2);           % 确定空域滤波器h中心像数坐标
2
3 hp = zeros(P, Q);                           % 生成P×Q的全零矩阵
4
5 hp(1:size(h,1), 1:size(h,2)) = h           % 左上角填充h，形成延拓滤波器hp
6
7 row_indices = [center_h(1): P, 1:(center_h(1)-1)];
8
9 col_indices  = [center_h(2): Q, 1:(center_h(2)-1)];
10
11 hp = hp(row_indices, col_indices);          % 原点在左上角的延拓滤波器hp
12
13
```

其中，P，Q是扩充后的滤波器尺寸，与待处理图像（M×N）有关（一般取，P = 2M,Q = 2N）。以上代码也就是实现前面提到的滤波器h补零延拓+循环移位过程。

滤波器h补零延拓做FFT，虽然可以简单调用Hp = fft2(h,P,Q)来完成（MATLAB内部处理方式），但并未做循环移位，仅仅是右下部补零后计算FFT。因此，滤波结果的边界处并不能保证与空域滤波结果的一致性。空域滤波器h尺寸越大，这种边界差异越明显。例如用25×25，方差为2的空域高斯低通滤波器进行实验，结果如下。



initial image



filtered image in spatial domain



filtered image in frequency domain



上一排图分别为原图，空域滤波结果及模板置于左上角的频域滤波结果。可以看出，频域滤波结果有明显的边界效应。下图为模版中心像素置左上角的测试结果（右下图），则与空域滤波结果是完全一致

前文（如何保持空域与频域滤波结果的一致性）中谈到，从空域小模板转化到频域滤波时，为了保持空频滤波的一致性，需要合理处理空域滤波器的延拓和布局问题。一般做法是，将小模板的中心通过循环移位后置于补零延拓矩阵的左上角。然后做傅里叶变换，得到对应的频域滤波器，再与延拓后的图像在频域与滤波器做乘法运算。具体的原理和方法可参看前述博文。

设有一幅M×N的图像f(x,y)，m×n的空域滤波器为h(x,y)，则频域滤波的处理步骤如下：

(1) 消除折叠现象的填充（Zero padding）。即分别对f(x,y)，h(x,y)的右下部补零至P×Q得到fp(x,y)和hp (x,y)，其中h(x,y)需要做循环移位，以使小模板h(x,y)的中心像素置于hp (x,y)的左上角。一般取：P=2M，Q=2N。

- (2)  $f_p(x,y)$ ,  $h_p(x,y)$ 分别做傅里叶变换产生 $F_p(u,v)$ ,  $H_p(u,v)$ 。
- (3) 中心变换（频谱中心化）。此步也可以不变换，则 $H_p(u,v)$ 要改变(针对直接在频域生成对称滤波器情况)。
- (4) 频域滤波： $H_p(u,v)$ 点乘 $F_p(u,v)$ 。
- (5) 傅里叶反变换。
- (6) 取实数部分。绝对值很小的虚数部分是浮点运算存在误差造成的。
- (7) 空域中心还原变换（反中心化）。若 $F_p(u,v)$ 未做中心化，此步可省。
- (8) 截取有效数据，即左上角的原始图像尺寸 $M \times N$ 部分数据。
- 以上步骤的滤波，仅限于空域滤波的边界处理为零填充方式。如果空域滤波的边界处理为其他方式，如对称边界（'symmetric'）重复边界（'replicate'）和周期边界（'circular'）等，则依然会存在空频域滤波结果在边界上的差异性。如图1所示，是一个方差为4的 $25 \times 25$ 高斯低通滤波器对cameraman分别在空域和频域滤波结果的对比。可以看出，频域滤波与空域滤波在边界上是不一致的。



图1 仅在空域考虑了边界因素的滤波结果

那么，如何有效解决这个问题呢？其实也很简单，只要在步骤(1)和(8)上稍稍改进，就可以保持空/频域滤波结果边界上的一致性。

第(1)步，根据 $h(x,y)$ 的尺寸对 $f(x,y)$ 先做重复边界的扩充，在此基础上做消除折叠的补零延拓，即得到扩大至  $(2M + \text{行重复边界数}) \times (2N + \text{列重复边界数})$  的  $f_p(x,y)$ ，如图2所示。对 $h(x,y)$ 右下部补零至与 $f_p(x,y)$ 的相同尺寸，并循环移位后得到 $h_p(x,y)$ 。

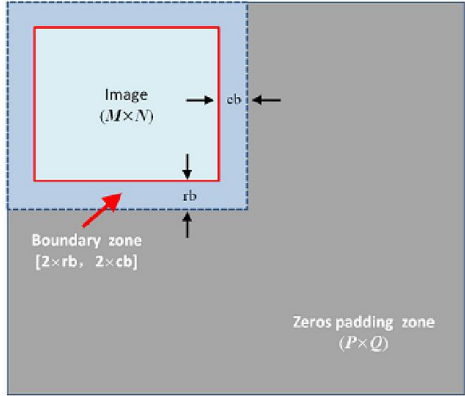


图2 滤波前图像边界扩充及补零延拓

第(8)步，截取有效数据时，应除去左上角单边界数后的原始图像尺寸（ $M \times N$ ）部分数据(即图2中的红框区域)。其他步骤不变，即可得到与空域滤波完全一致的结果，如图3所示。

👍

🔗

💬

☆

📱

<

>

🔄

举报

Original image



Spatial domain filtering



Frequency domain filtering



MATLAB参考代码如下：

```

1  %=====
2
3  inimg = imread('cameraman.tif');
4
5  subplot(131)
6
7  imshow(inimg), title('Original image')
8
9  [M,N] = size(inimg);          % Original image size
10
11 %=====
12
13 h = fspecial('gaussian',25,4); % Gaussian filter
14
15 %=====
16
17 % 空域滤波
18
19 gx = imfilter(inimg,h,'same','replicate'); % 空域图像滤波
20
21 subplot(132)
22
23 imshow(gx,[]);title('Spatial domain filtering')
24
25 %=====
26
27 % 频域滤波
28
29 %=====
30
31 h_hf = floor(size(h)/2);      % 空域滤波器半高/宽
32
33 imgp = padarray(inimg, [h_hf(1),h_hf(2)],'replicate'); % Padding boundary with copying pixels
34
35 % PQ = paddedsize(size(imgp)); % Gonzalez DIP教材提供的函数，非MATLAB内部函数
36
37 PQ = 2*size(imgp);
38
39 Fp = fft2(double(imgp), PQ(1), PQ(2)); % 延拓图像FFT
40
41 % h = rot90(h,2); % Mask旋转180度，非对称h需此步骤！因频域乘积对应空域卷积，而空域滤波为相关。
42
43 P = PQ(1); Q = PQ(2);
44
45 center_h = h_hf+1;           % 空域小模板h中心位置
46
47 hp = zeros(P,Q);             % 预分配内存，产生P×Q零矩阵
48
49
50 hp(1:size(h,1),1:size(h,2)) = h; % h置于hp左上角
51
52 hp = circshift(hp,[-(center_h(1)-1),-(center_h(2)-1)]); % 循环移位，h中心置于hp左上角
53
54 %=====
55
56 Hp = fft2(double(hp));       % hp滤波器做FFT
57

```



举报

```
58 %=====
59
60 Gp = Hp.*Fp; % 频域滤波
61
62 gp = real(iff2(Gp)); % 反变换, 取实部
63
64 gf = gp(h_hf(1)+1:M+ h_hf(1), h_hf(2)+1:N + h_hf(2)); % 截取有效数据
65
66 subplot(133)
67
68 imshow(uint8(gf),[]), title('Frequency domain filtering')
69
70 % 注: 以上处理中, 频域图像Fp与滤波器Hp均未中心化, 因此, 返回空域时无需反中心化。
71
% 另外, 直接调用Hp = freqz2(h,P,Q)获得的2D频域响应, 则是中心化的。
```



点赞 收藏 分享 ...



Big\_quant

发布了384 原创文章 · 获赞 308 · 访问量 89万+

他的留言板

关注

亿速云高防服务器低延迟免备案  
亿速云防攻击服务器, 20+行业领袖视频推荐 增强防CC? 防1000G DDOS BGP  
广告 亿速云



想对作者说点什么

初学图像处理：为什么频域滤波在做傅里叶变换时，要补0

阅读数 3607

1. 在做卷积时，没有值的地方需要填0，而在matlab中，conv和conv2函数会自动填0... 博文 来自： weixin\_4...

频域和空域滤波的比较

阅读数 3373

一，空域滤波器空域滤波是在图像空间中借助模板对图像进行领域操作，处理图像每... 博文 来自： qimingxi...

图像频域滤波处理

阅读数 1万+

编程实现图像的频域滤波处理。低通滤波处理，比较理想滤波器和实际滤波器的处理... 博文 来自： chanxiao...

图像处理——空域滤波

阅读数 329

Opencv中各种空域滤波函数：线性滤波（1、2、3）方框滤波：boxFilter()所用到的... 博文 来自： Annie的...

滤波电路图大全及详解



matlab 空域卷积 == 频域相乘

阅读数 1802

https://blog.csdn.net/jacke121/article/details/56668017情况一，矩阵不拓展：\*\*... 博文 来自： haronchou

数据图像处理 将一个图片从空域下转到频域下，再进行频域滤波

11-13

将一个图片从空域下转到频域下，再进行频域滤波，包括理想的，高斯的，巴特沃斯的频... 问答

时域滤波 和 频域滤波,各有什么优劣?

10-13

RT. 如果硬件无法完成滤波，由软件来作，有两种选择.要么时域. 要么频域. 按我的理解， ... 论坛

空域滤波和频域滤波的比较

阅读数 552

通过比较以上空域、频域低通滤波器对同一图片的滤波效果可知，使用空间域滤波和... 博文 来自： weixin\_3...

空域滤波与频域滤波

阅读数 3447

转自 http://blog.sina.com.cn/s/blog\_6f57a7150100o9vo.html针对同一幅图像， ... 博文 来自： a573233...

知网论文免费查重入口





时域和空域和频域	阅读数 2875
时域和空域和频域	博文 来自: jacke121...
时域, 空域, 频域的基本概念	阅读数 1万+
基本概念: 时域: 时间域频域: 频率域空域: 空间域好像和没说一样, 详解如下: 1, ...	博文 来自: 李丽的博客
 空诺诺 7篇文章 排名:千里之外	 『venus』 33篇文章 排名:千里之外
 chanxiaogang 5篇文章 排名:千里之外	 Annie_Jun 4篇文章 排名:千里之外
空域高斯滤波与频域高斯滤波 分类: 图像处理 201...	阅读数 54
卷积定理函数空间域的卷积的傅里叶变换是函数傅里叶变换的乘积。对应地, 频率域...	博文 来自: weixin_3...
傅立叶频域滤波实现及理解	阅读数 1649
空间滤波和频域线性滤波的基础都是卷积定理 (针对线性系统): 在使用MATLAB中...	博文 来自: xcxiong0...
130 个相见恨晚的超实用网站, 一次性分享出来	阅读数 35万+
相见恨晚的超实用网站持续更新中。。。	博文 来自: 爪白白的...
做一个小程序大概要多少钱	
爬虫福利二 之 妹子图网MM批量下载	阅读数 25万+
爬虫福利一: 27报网MM批量下载 点击看了本文, 相信大家对爬虫一定会产生强烈的...	博文 来自: Nick.Pen...
Java学习的正确打开方式	阅读数 35万+
在博主认为, 对于入门级学习java的最佳学习方法莫过于视频+博客+书籍+总结, 前...	博文 来自: 程序员宣...
程序员必须掌握的核心算法有哪些?	阅读数 47万+
由于我之前一直强调数据结构以及算法学习的重要性, 所以就有一些读者经常问我, ...	博文 来自: 帅地
Python——画一棵漂亮的樱花树 (不同种樱花+玫瑰+圣诞树喔)	阅读数 27万+
最近翻到一篇知乎, 上面有不少用Python (大多是turtle库) 绘制的树图, 感觉很漂...	博文 来自: 碎片
大学四年自学走来, 这些私藏的实用工具/学习网站我贡献出来了	阅读数 52万+
大学四年, 看课本是不可能一直看课本的了, 对于学习, 特别是自学, 善于搜索网上...	博文 来自: 帅地
写了很久, 这是一份最适合/贴切普通大众/科班/非科班的『学习路线』	阅读数 11万+
说实话, 对于学习路线这种文章我一般是不写的, 大家看我的文章也知道, 我是很少...	博文 来自: 帅地
Nginx 之父被抓, 程序员一定要警惕, 背后的原因竟然是.....	阅读数 1万+
loonggg读完需要4分钟速读仅需2分钟最近 Nginx 之父, Igor Sysoev 被俄罗斯警方...	博文 来自: 非著名程...
python爬取+BI分析5000条内衣数据, 发现妹子最爱这款文胸	阅读数 1万+
生活中我们经常会用python进行数据爬取, 但是爬取简单分析难, 很多人喜欢用echa...	博文 来自: Leo的博客
Java知识体系最强总结(2020版)	阅读数 15万+
更新于2019-12-15 10:38:00本人从事Java开发已多年, 平时有记录问题解决方案和...	博文 来自: ThinkWo...
知乎人均985? Python爬50W数据, BI做出可视化后, 我有了答案	阅读数 2万+
一次完整的python数据分析流程是怎么样的? 使用python从网站抓取数据, 并将这些...	博文 来自: Leo的博客
一个 “/” 键, 封锁了整个互联网	阅读数 2万+
正所谓无BUG不生活, 从你含辛茹苦地码着第一行代码开始, bug就如影随形。其实...	博文 来自: 九章算法...
git安装、使用、建立github远程仓库、克隆远程仓库	阅读数 5092
文章目录安装git单机上使用git建立GitHub远程仓库克隆GitHub远程仓库安装git[roo...	博文 来自: FUYY'S B...
计算机专业的书普遍都这么贵, 你们都是怎么获取资源的?	阅读数 9万+
介绍几个可以下载编程电子书籍的网站。1.GithubGithub上编程书资源很多, 你可以...	博文 来自: 九章算法...

👍

🔗

💬

☆

📱

<

>



🔄

举报

4岁小女孩给Linux内核贡献提交

今天在reddit上看到一个有趣的讨论，一个4岁的小女孩给Linux提交了一个补丁，并... 博文 来自： 嵌入式Lin...

论掌握一项脚本技术的必要性

工作过程中，我们常常需要对一些我们可能会临时需要的数据进行清洗或者格式化等... 博文 来自： buildupc...

带你读懂《深入理解计算机系统》开篇

我的计划是2020年用一整年的时间带你读一本书。有人说一年才读一本书是不是太少... 博文 来自： 十年互联...

卸载 x 雷某度！GitHub 标星 1.5w+，从此我只用这款全能高速下载工具！

作者 | Rocky0429来源 | Python空间大家好，我是 Rocky0429，一个喜欢在网上收集... 博文 来自： Rocky0429

Web服务压测神器wrk

wrk是一款开源的高性能http压测工具(也支持https)，非常小巧，可以执行文件只有3... 博文 来自： xindoo

复习一周，京东+百度一面，不小心都拿了Offer

京东和百度一面都问了啥，面试官百般刁难，可惜我全会。 博文 来自： 敖丙

Java 14 都快来了，为什么还有这么多人固守Java 8？

从Java 9开始，Java版本的发布就让人眼花缭乱了。每隔6个月，都会冒出一个新版本... 博文 来自： 码农翻身

2019年，CSDN上最受欢迎的10篇文章

很多读者问我：“二哥，你怎么不整理一篇 2019 年的文章列表呢？”说实话，我有... 博文 来自： 沉默王二

讲真，这两个IDE插件，可以让你写出质量杠杠的代码

周末躺在床上看《拯救大兵瑞恩》周末在闲逛的时候，发现了两个优秀的 IDE 插件， ... 博文 来自： 沉默王二

Python+OpenCV实时图像处理

目录1、导入库文件2、设计GUI3、调用摄像头4、实时图像处理4.1、阈值二值化4.2... 博文 来自： 不脱发的...

2020年一线城市程序员工资大调查

人才需求一线城市共发布岗位38115个，招聘120827人。其中beijing 22805guangz... 博文 来自： juwikuan...

为什么猝死的都是程序员，基本上不见产品经理猝死呢？

相信大家时不时听到程序员猝死的消息，但是基本上听不到产品经理猝死的消息，这... 博文 来自： 曹银飞的...

害怕面试被问HashMap？这一篇就搞定了！

声明：本文以jdk1.8为主！搞定HashMap作为一个Java从业者，面试的时候肯定会被... 博文 来自： 编码之外...

python json java mysql pycharm android linux json格式 c#记事本颜色 c# 系统默认声音  
js中调用c#方法参数 c#引入dll文件报错 c#根据名称实例化 c#从邮件服务器获取邮件 c# 保存文件夹  
c#代码打包引用 c# 压缩效率 c#教学 csdn



Big\_quant

TA的个人主页 >

原创 384 粉丝 700 获赞 308 评论 225 访问 89万+

等级: 博客 1 周排名: 1194

积分: 9678 总排名: 3198

勋章:

关注

私信



举报



提升您的职业道路

全新电源培训授证项目，  
由TI赞助， 中国电子学  
会(CIE)颁发证书

了解更多





最新文章

Python：高阶错误

Python经验总结：两种Type Error

机器学习--CART分类回归树

PyTorch torchvision.models小结

python 如何引用同一个目录下的另一个py文件

分类专栏



Python学习笔记

81篇



Git 学习笔记

11篇



tensorflow学习与实践

13篇



matlab op



matlab optimization

2篇

展开

归档

2019年12月

4篇

2019年11月

8篇

2019年10月

4篇

2019年9月

4篇

2019年8月

4篇

2019年7月

9篇

2019年6月

13篇

2019年5月

2篇

展开

热门文章

Python学习笔记：TypeError: not all arguments converted during string

阅读数 92111

Python： pip 和pip3的区别

阅读数 62444

（转载）LaTeX实战经验：从零开始快速入门

阅读数 54506

Windows：安装cygwin教程

阅读数 51372

Python学习笔记：AttributeError: 'NoneType' object has no attribute

阅读数 44174

最新评论

奇异值分解讨论及其实现的计算步骤

👍

🔗

💬

☆

📱

<

>

🔄

举报

lvsehaiyang1993: [reply]huaizong7683[/reply]  
嗯，所以？

吴恩达 ML作业提交: Grader...

Sartre\_Q: 弄好了，谢谢

Jupyter command &...

number\_one2: 太棒了!!! 已解决!

奇异值分解讨论及其实现的计算步骤

huaizong7683: [reply]lvsehaiyang1993[/reply]  
手写的第二张图片，(WTW-I) 是矩阵，还是 ...

奇异值分解讨论及其实现的计算步骤

lvsehaiyang1993: [reply]huaizong7683[/reply]  
不知道你在说啥。。。。

亿速云高防服务器低延迟免

亿速云防攻击服务器，20+  
袖视频推荐 增强防CC? 防1  
DDOS BGP\电信\香港 实时

🔔 QQ客服      ✉ kefu@csdn.net  
🗣 客服论坛      ☎ 400-660-0108  
工作时间 8:30-22:00

关于我们   招聘   广告服务   网站地图

京ICP备19004658号 经营性网站备案信息  
👮 公安备案号 11010502030143  
©1999-2020 北京创新乐知网络技术有限  
公司 网络110报警服务  
北京互联网违法和不良信息举报中心  
中国互联网举报中心 家长监护 版权申诉

举报