

原 Frangi2D滤波详解

2018年04月16日 21:22:23 小铭同学的博客 阅读数：1183 标签： frangi滤波 hessian 算法

利用Hessian矩阵的滤波函数Frangi。想想还是写一下它的博客吧，网上的文章只是把论文中的公式贴出来了。我感觉分析下滤波函数是它的作用，它是一件事情。

Frangi滤波方法的论文是：Frangi A F, Niessen W J, Vincken K L, et al. Multiscale vessel enhancement filtering[C]//International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention. Springer Berlin Heidelberg, 1998: 130-137.

Matlab版程序在：https://www.mathworks.cn/matlabcentral/fileexchange/24409-hessian-based-frangi-vesselness-filter?s_tid=gn_loc_drop

python版在：<https://github.com/yimingstyle/Frangi-filter-based-Hessian>这里我先只说二维方法。

Hessian矩阵是：

$$H = \begin{bmatrix} I_{xx} & I_{xy} \\ I_{yx} & I_{yy} \end{bmatrix}$$

由于Hessian是二阶偏导数组成的，对噪声非常敏感。就像使用拉普拉斯算子进行边缘检测一样，首先进行平滑非常必要。所以论文中首先对图像进行高斯滤波，又因为高斯滤波和求Hessian矩阵这两个操作可以同步进行,那就合并了，直接对高斯滤波矩阵求二阶导数了。但是接下来我们分析Frangi滤波的时候一直带着这个高斯滤波器太麻烦了，我们就单独在求Hessian之前对预处理好了。

Frangi滤波的大致步骤是：

1.求Hessian矩阵

对应函数 `Hessian2D ()`

用卷积核 G_{xx} 对图像进行卷积操作得到 I_{xx} ，其中卷积核是 $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ （非拓展模版）

以此类推得到 I_{yy} 和 I_{xy} 。

2.求Hessian矩阵的两个特征值

对应函数 `eig2image ()`

$$\begin{vmatrix} E - I_{xx} & E - I_{yy} \\ E - I_{yy} & E - I_{xx} \end{vmatrix} = 0 \quad |\lambda E - H| = 0$$

对于图像中的某一个像素而言，它的Hessian矩阵是2*2的，所以一定存在两个特征值（重根算重数）： λ_1 和 λ_2 （我们设 λ_1 为较小的那个）。

Hessian矩阵特征值和特征向量分别代表该点处沿某一方向上图形曲率大小和方向。那么 λ_1 可以代表曲率较小的方向（灰度梯度变化小）， λ_2 代表曲率较大的方向（灰度梯

构建两个变量： $R_b = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ 和 $S = \sqrt{R_b^2 - \lambda_2^2}$

我们可以根据图像形态把图像中的像素大致分为三类：

- 1) 背景，它们的灰度分布较均匀。任意方向上曲率都较小。
- 2) 孤立的点，角点，它在任意方向上的曲率都很大。
- 3) 血管处，一般获取的图像中，血管这个圆珠形态沿径向方向 λ_2 上的曲率始终较大，轴向方向 λ_1 上较小。

3.再根据 R_b 和 S 构建响应函数：

$$\mathcal{V}_o(s) = \begin{cases} 0 & \text{if } \lambda_2 > 0, \\ \exp\left(-\frac{\mathcal{R}_b^2}{2\beta^2}\right)(1 - \exp\left(-\frac{S^2}{2c^2}\right)) & \end{cases}$$

1

式中条件：λ2>0,这是要看我们观测的是黑色背景还是白色背景，要是白背景那就是λ2<0。这个在程序中是根据“BlackWhite”这一参数选择的。

令式中
$$A = \exp\left(-\frac{R_b^2}{\beta^2}\right) \quad B = 1 - \exp\left(-\frac{S^2}{2c^2}\right)$$

	背景	孤立点	血管
	λ1小 λ2小	λ1大 λ2大	λ1小 λ2大
(A和B的绝对值)	A 不定 B较小	A 接近0 B较大	A 接近1 B较大

可以看到A对孤立点有抑制作用，B对背景有抑制作用，最后剩下的只有血管处的信号响应强烈。

式中的贝塔用来调节区分块状区域和条状区域的敏感程度，在程序中是“FrangiBetaOne”。

如果贝塔很大，那么A接近1，对孤立区域抑制就减弱了。而贝塔很小，A很容易收到Rb的影响趋于0，那么在血管的弯曲处，也容易被抑制。

c影响滤波后图像的整体平滑程度。程序中是“FrangiBetaTwo”。

S对血管处的响应起关键作用，如果c较大，S的变化程度相对被压制了，图像就变得平滑。c很小，把S放大了，那么滤波后的图像（也就是滤波器的响应较大。

这个滤波器只有在卷积尺度和血管宽度最接近的时候效果最好。如何确定卷积尺寸呢，最直接也是最有效的方法就是--枚举法。所以程序中就是用不同做滤波，得到的多幅滤波后图像中，在每一点处选择响应值最高的结果。函数中“FrangiScaleRange”就是枚举的尺度范围。

这一点也很好理解。我们是用高斯卷积核的二阶导数求Hessian矩阵的。高斯函数的标准差表示卷积尺度（论文中是标准差的3倍），高斯滤波是按照每一点处及其周围像素设定权重，加权求平均。所以假设我们的卷积尺度比血管宽度大很多，那么得到的卷积结果就会被背景处拉低，因为背景处的灰度小的。而当卷积尺度比血管宽度小很多时，无论噪声还是块状区域都会被滤波器保留。

想对作者说点什么

眼底图像血管增强与分割--（5）基于Hessian矩阵的Frangi滤波算法

在最优化里面提到过的hessian矩阵（<http://blog.csdn.net/piaoxuezhong/article/detail...>）来自： 满城风絮

眼底视网膜血管增强方法（四）Frangi滤波

眼底视网膜血管增强方法（四）Frangi滤波Frangi1滤波是Frangi在1998年，运算Hes... 来自： Wenju-Huang的...

眼底图像血管增强与分割--（2）Gabor滤波算法原理及实现

视网膜血管分割： <https://wenku.baidu.com/view/f42a5018763231126edb11f1.html> ... 来自： 满城风絮

下载

Frangi滤波器，可对血管图像进行充分的增强

Frangi滤波器，对血管增强具有较好的效果，可充分实现血管图像的增强。

04-20

多尺度血管增强滤波

page3：Hessian矩阵特征值分解的意义是提取主要方向，图像的局部二阶结构可以... 来自： Richad的博客

下载

基于Hessian滤波器的血管增强算法

基于Hessian滤波器的血管增强算法

01-02

利用Hessian矩阵的Frangi 滤波器-python版本

Frangi滤波网上已经有好多博客来讲解了，尤其是Hessian矩阵。这里原理到没太多... 来自： isyiming的博客

一点一滴完全突破KAZE特征检测算法，从各向异性扩散**滤波**开始（2）
 本节继续前一小节，完整的介绍了一维扩散方程的内容，有了这两个小节的基础，下... 来自：白马负金羁

眼底视网膜血管增强方法（二）Gabor**滤波**
 视网膜血管增强方法（二）Gabor滤波傅里叶变换自提出后被广泛地运用于信号、图... 来自：Wenju-Huang的...

文章热词 机器学习 机器学习课程 机器学习教程 深度学习视频教程 深度学习学习

图像保边**滤波器**集锦---各向异性扩散**滤波**(Anisotropic Filter)算法与实现
 本篇集锦要介绍的是各向异性扩散滤波，也叫Anisotropic filter，它克服了高斯模糊... 来自：Trent1985的专栏



取次花丛懒回顾
189篇文章
排名:6537

关注



dingjianfeng2014
34篇文章
排名:93376

关注



StarCoo
43篇文章
排名:94062

关注



tingfenghanlei
27篇文章
排名:286105

关注

opencv学习(三十)之设计线性**滤波**器filter2D
 前面在介绍高斯滤波器的時候我們提到是使用高斯滤波模板kernel与原图像卷积以达... 来自：烟雨博客

图像卷积与**滤波**的一些知识点
 图像卷积与滤波的一些知识点zouxy09@qq.comhttp://blog.csdn.net/zouxy09 之... 来自：zouxy09的专栏

图像卷积与**滤波**
 一、线性滤波与卷积的基本概念 线性滤波可以说是图像处理最基本的方法，它可... 来自：peterchan88的...

计算机视觉系列教程 (二)卷积与**滤波**详解
 计算机视觉系列教程 (二)卷积与滤波详解 什么是滤波？要了解什么是滤波，首先要... 来自：cyhbrilliant的博客

Matlab中的高斯卷积**滤波**矩阵
 图像处理中很关键的一块就是提取图像的内容 有一种方法就是根据颜色变化的剧烈... 来自：菜鸟想进步——...

眼底视网膜血管增强方法（三）形态学操作
 眼底视网膜血管增强方法（三）形态学操作在图像处理中，我们经常把数学形态学作... 来自：Wenju-Huang的...

概率机器人贝叶斯**滤波**的理解
 滤波其实就是一个预测+修正的过程，在讲概率机器人贝叶斯滤波之前要先了解一些... 来自：dingjianfeng201...

【H.264/AVC视频编解码技术**详解**】二十、H.264的去块**滤波**算法
 《H.264/AVC视频编解码技术详解》视频教程已经在“CSDN学院”上线，视频中详述... 来自：Workshop of W...

小试牛刀——协同**滤波**（SVD、Item-based）代码实现
 本文总结了协同滤波常用算法SVD、Item-Based的一些概念，并参考网上资料实现... 来自：小白的笔记本

卡尔曼**滤波**—原理介绍（转载）
 原文链接为：https://blog.csdn.net/heyijia0327/article/details/17487467这是我看到... 来自：tingfenghanlei的...

详解卡尔曼**滤波**原理
 详解卡尔曼滤波原理 在网上看了不少与卡尔曼滤波相关的博客、论文，要么是只... 来自：清风莞尔的博客

眼底图像血管增强与分割--（1）匹配**滤波**算法原理及实现
 视网膜血管分割是眼科计算机辅助诊断和大规模疾病筛查系统的基础，当眼器官... 来自：满城风絮

下载 Frangi 的血管增强方法matlab程序
 Frangi 的血管增强方法matlab程序，可直接运行，有实例血管图

Frangi滤波是基于Hessian矩阵构造出来的一种边缘检测增强滤波算法在上面的Hessian程序中，高斯平滑参数 σ 为标准差，对于血管这种线形结构，当尺度因子 σ 与血管的实际宽度.

图像滤波函数 filter2D 使用错误 111

error: 'filter2D' was not declared in this scope错误原因：google：'filter2D': is not a... 来自: lzp1510681927...

filter2D滤波处理函数----学习记录（2） 667

#include "stdafx.h" #include "opencv2/core/core.hpp" #include "opencv2/imgproc/im... 来自: 小海的专栏

眼底视网膜血管增强方法（一）匹配滤波 2892

眼底视网膜血管增强方法（一）匹配滤波眼底是人体中唯一可以无创伤地观察到血管... 来自: Wenju-Huang的...

方框滤波、均值滤波、高斯滤波等滤波器详解 514

来自: 浅墨毛星云 原文地址: 方框滤波、均值滤波、高斯滤波 本篇文章中，我们一... 来自: qq_37469992的...

跟相关滤波类跟踪算法“道别” 123

今天跑完了最后优化的一次传统类别的相关滤波算法 在 error threshold、... 来自: skywalker_123...

mahony 滤波原理 231

主要讲解mathony滤波原理，以及在mpu6050软件数据融合的应用过程，在crazepo... 来自: mjf110107110的...

协同滤波 299

一、什么是协同过滤:人以类聚，物以群分 类似于图像处理中使用超像素信息，协同... 来自: qq_34555202的...

Kalman滤波详解（一）——基本理论 162

Kalman滤波是什么？ Kalman滤波主要是用来跟踪某一个变量的值，跟踪的依据是首... 来自: zhanghm1995...

filter2D 滤波 42

#include &amp;amp;quot;opencv2/opencv.hpp&amp;amp;quot; ... 来自: 李茂_leemanrobot

Hessian矩阵提取特征点原理及其Matlab实现 2488

Speeded Up Robust Features（SURF，加速稳健特征），是一种稳健的局部特征点... 来自: 鹊踏枝-码农的...

下载 多尺度hessian滤波器图像增强

多尺度hessian滤波器，图像增强，参考frangi的论文

【图像处理】基于OpenCV底层实现的滤波 2200

基于OpenCV和C++底层实现的高斯滤波、中值滤波、均值滤波 来自: IronYoung_不惧...

MATLAB图像处理与计算机视觉（3）：实现Carsten Steger 的曲线检测... 5492

用MATLAB实现，结果第一步就不大对劲，到底是 来自: laohu_tiger的专栏

电容电感滤波原理图解 151

滤波电路主要有以下几种：电容滤波电路，这是最 基本的滤波电路； π 型 RC 滤波... 来自: 嘀嗒嘀嗒

滤波反投影图像重建算法 1.5万

关于CT重建的算法有很多，在这里给大家介绍的是滤波反投影算法，其原理如下： ... 来自: shuangyue的专栏

详解互补滤波四元数中向量叉积与陀螺仪角速度补偿问题（Mahony算法） 5248

转载请注明出处: http://blog.csdn.net/Leyvi_Hsing/article/details/54293690 作者: L... 来自: Leyvi_Hsing的...

卡尔曼滤波原理快速理解 2.1万

在看本文章之前请先保证自己明白什么是协方差，它有什么含义，什么叫最小均方误... 来自: 小红的博客

opencv学习笔记（二十）——形态学滤波 8536

开运算处理过程：先腐蚀后膨胀。 功能：用于消除小物体，在纤细点处分离物体， ... 来自: 孤旅人。。。的...

Shift register——3*3矩阵均值滤波在fpga上的实现

1477

先简单介绍一下基本的图像处理算法

来自: dongdongnihao...

1

kalman滤波器各项参数及矩阵的设置

715

参考博客: https://blog.csdn.net/baimafujinji/article/details/50646814简单来说, 卡尔...

来自: tttabcgy的博客

引导滤波器 (原理及opencv代码)

716

引导滤波定义: 即需要引导图的滤波器, 引导图可以是单独的图像或者是输入图像, ...

来自: shan54321的博客

Gabor滤波学习总结 (资料来源网络)

2339

matlab学习: 图像频域分析之Gabor滤波 来源一 gabor详解 Gabor变换是D.Gabor ...

来自: wuling129的专栏

图像处理 非线性滤波 学习笔记

5396

非线性滤波 学习笔记

来自: titer1的专栏

下载 ekf与ukf滤波的相关理论及推导

05-05

本文介绍了EKF与UKF的相关概念, 并利用公式进行某些理论的推导, 最后做了比较.....

下载 滤波反投影重建算法

05-13

CT图像重建, 滤波反投影重建算法 (FBP) 代码详解。

一次一阶滞后滤波算法的使用经历

2836

在做一个指南针的程序时, 发现数据抖动的很厉害。去和芯片厂商的咨询, 被告知是...

来自: 星之河的专栏

职场寒冬 请不要让码农只活在青春里 ~

7289

互联网兴起今天, 让信息高速的传播, 让很多人可能都已经忘了这万千焦点中的微不...

来自: 首席填坑官 苏...

集中式架构, 垂直拆分, 分布式, 微服务概念, 大白话解释

502

3分钟读懂系统架构演变 了解下最火的微服务概念 本人将从大到小给你讲授系统...

来自: 熊局长的博客

整理了10个干净、好用的BT、磁力链搜索网站给大家

87471

现在越来越流行在线看视频了, 但是对于我得收藏癖爱好者, 还是希望可以有比较好...

来自: YXAPP的技术...

[亲测]mock.js使用

1360

一、Mock.js入门 1. 什么是mock.js? Mock.js (官网http://mockjs.com/) 是一款模...

来自: Armymans的博客

【亲测】SpringCloud之Eureka注册中心

1593

一.Eureka注册中心 1.1.认识Eureka Eureka做什么? Eureka就好比是滴滴, 负责管...

来自: Armymans的博客

docker入门 (五)

1683

如在文档中遇到什么问题请联系作者 QQ: 1172796094 本人正在找深圳Java实习工...

Java抽象类中的静态方法

576

抽象类中是可以有静态方法的, 在被子类继承后可以通过子类的实例化对象调用; 也...

来自: qq_33699659的...

批处理添加字段和删除字段

11384

在平时的工作中你或许会遇到这样的问题, 给某个文件夹下面的所有的图片添加同一...

来自: pyf_914406232...

最新迅雷“应版权方要求, 文件无法下载”的解决办法

217795

迅雷下载有的电影电视剧的时候会显示: 应版权方要求, 文件无法下载, 或者显示迅...

来自: 徐奕的专栏

容器将成为下一个“Linux”

4652

...

来自: Docker的专栏

很黄很暴力的十个网站

51024

13岁的北京学生张某, 在去年12月27日19时新闻联播一则关于净化网络视听的新闻...

来自: Kinb_huangwei...

pyCharm最新2018激活码

本教程对jetbrains全系列可用例：IDEA、WebStorm、phpstorm、clion等 因公司的...

1231319

来自： 昌昌

2018最新Web前端经典面试题及答案

本篇收录了一些面试中经常会遇到的经典面试题以及自己面试过程中遇到的一些问题...

349868

来自： wdlhao的博客

webstorm 2018 激活破解方法大全

webstorm 作为最近最火的前端开发工具,也确实对得起那个价格,但是秉着勤俭节约...

672618

来自： 唐大帅的编程之路

Postman 使用方法详解

一、Postman背景介绍 用户在开发或者调试网络程序或者是网页B/S模式的程序的时...

180264

来自： fxbn123的博客

史上最简单的 SpringCloud 教程 | 终章

转载请标明出处： http://blog.csdn.net/forezp/article/details/70148833 本文出自方志...

1229368

来自： 方志朋的专栏

门罗币 xmr 超级详细的CPU xmr挖矿教程

门罗币 xmr 最详细的CPU 挖矿教程 基础 CUP 挖矿教程 如何挖矿？ Step1:获得一个...

56723

来自： qq_39863517的...

Python 爬取爱奇艺腾讯视频二十五万条数据分析为什么李诞不值得了？

Python 分析 在《Python 爬取爱奇艺 52432 条数据分析谁才是《奇葩说》的焦点人...

3982

来自： 大罗说事

史上最全Java面试题（带全部答案）

今天要谈的主题是关于求职，求职是在每个技术人员的生涯中都要经历多次。对于我...

112353

来自： 林老师带你学编程

军事理论课答案（西安交大版）

1.1 1 【单选题】我国陆地领土面积排名世界第几？（C） A、1 B、2 C、3 D、4 2 ...

1027270

来自： ling_wang的博客

关系型数据库与非关系型数据库详细比较

关系型数据库与非关系型数据库详细比较 1.关系型数据库通过外键关联来建立表与...

1355

来自： Armymans的博客

Java子类实例化总是调用父类的无参构造方法

子类实例化时，默认调用父类的无参构造方法（不管子类的构造器有没有参数，因为...

554

来自： qq_33699659的...

2018最好用百度云破解版，百度网盘不限速下载，教你如何解决百度网盘...

百度网盘不限速 点击下载 提取码：jsk0 百度网盘不限速 点击下载 提取码：jsk0 对...

30185

来自： qq_41925894的...

java23种设计者模式 + 例子

java的设计模式大体上分为三大类： *创建型模式（4种）： 工厂方模式，单例模式， ...

2300

来自： Armymans的博客

docker入门(一)

docker入门（一） 如在文档中遇到什么问题请联系作者 QQ：1172796094 本人正在...

2219

【《Unity Shader入门精要》提炼总结】(十二)第十二章·实现透明的两种...

本文由@唐三十胖子出品，转载请注明出处。 文章链接：https://blog.csdn.net/i...

2136

来自： 唐三十胖子的博客

SpringCloud搭建Hystrix熔断机制（亲测）

1. Hystrix 在高并发领域，在分布式的系统中，可能因为一个小小的功能抗不主压力...

584

来自： weixin_4386685...

java缓冲区

1 缓冲区的分类 ByteBuffer CharBuffer ShortBuffer IntBuffer LongBuffer FloatBuffer ...

743

来自： weixin_4369414...

2019届华为秋招数字芯片面试经验

2019届秋招，2018年10月16日，坐标杭州香格里拉饭店西楼小礼堂。距离拿到offer...

2147

来自： weixin_4334319...

java练习总结

记录平时使用java时发现的一些细节问题。

579

来自： qq_33699659的...

docker入门（七）

如在文档中遇到什么问题请联系作者 QQ：1172796094 本人正在找深圳Java实习工...

1754

1

docker入门（八）

1769

如在文档中遇到什么问题请联系作者 QQ：1172796094 本人正在找深圳Java实习工...

【Linux从入门到放弃】Linux开发第一天&文件与文件夹的创建&文本的读写

2144

Linux第一天 1.创建一个目录/data mkdir /data或者cd /;mkdir data 2.在data目录下... 来自： 唐三十胖子的博客

手把手教你如何安装Pycharm——靠谱的Pycharm安装详细教程

266100

今天小编给大家分享如何在本机上下载和安装Pycharm，具体的教程如下：1、首先... 来自： pdcfighting的博客

各大磁力种子搜索引擎对比

424594

现在磁力种子搜索引擎质量参差不齐，现在就重点整理几个常用的种子搜索站，做个... 来自： lizhengnanhua...

Java 枚举(enum) 详解7种常见的用法

473024

JDK1.5引入了新的类型——枚举。在 Java 中它虽然算个“小”功能，却给我的开发... 来自： 请叫我大师兄

智慧树走进故宫章节测试答案智慧树走进故宫刷课插件2018年智慧树走进...

94077

欢迎通过微信客户端搜索jiutu2019或者扫描下方二维码关注廖图公众号获取智慧树刷... 来自： 柠檬很酸的博客

Python 凭什么碾压Java、C++等老牌语言？

33061

随着计算机语言的发展，Python也跻身于语言排行的常青树。要是说Python是最目... 来自： CSDN学院

MVX框架模式了解

94

MVX框架模式了解 MVX框架模式：MVC+MVP+MVVM 1.MVC：Model(模型)+View(... 来自： 猪精的博客

tcp的java代码

722

服务器端 package com.car.client; import java.io.IOException; import java.io.Output... 来自： weixin_4369414...



小铭同学的博客

关注

原创 22 粉丝 8 喜欢 8 评论 33

等级： 博客 访问： 2万+ 积分： 513 排名： 11万+

最新文章

- pyopengl 重力小球
- Id: 1 duplicate symbol for architecture x86_64
- tensorflow深度学习网络的feature map保存为图片
- 相位掩膜+傅立叶变换进行图像加密
- 提取仪表盘指针位置

归档

2018年10月	1篇
2018年8月	1篇
2018年5月	5篇
2018年4月	3篇
2018年3月	1篇

展开

热门文章

anaconda中更改python版本

阅读量：7390

vgg16.npy下载

阅读量：3583

微信自动检测色情图片_python +itchat

阅读量：3028

python 追加方式打开csv文件

阅读量：2397

"failed to excute script xxx" PyInstaller 打包

python程序为exe文件过程错误

阅读量：1535

最新评论

vgg16.npy下载

s_sun18：爱你太爱你了

vgg16.npy下载

hjh3169：你好，请问你的VGG16模型准确率多高？我下载的测试出来总是比别人论文上给出来的低一点

vgg16.npy下载

qq_23947135：谢谢

vgg16.npy下载

weixin_43821088：下载的时候提示有木马呢

在macos下安装python-p...

isyiming：看一下是不是cd到python-pcl-master文件夹下运行到安装命令？

联系我们



微信客服



QQ客服

QQ客服

kefu@csdn.net

客服论坛

400-660-0108

工作时间 8:00-22:00

关于我们 招聘 广告服务 网站地图

百度提供站内搜索 京ICP证09002463号
©1999-2018 江苏乐知网络技术有限公司
江苏知之为计算机有限公司 北京创新乐知
信息技术有限公司版权所有

网络110报警服务 经营性网站备案信息
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

1