

数字图像 - 边缘检测原理 - Sobel, Laplace, Canny算子

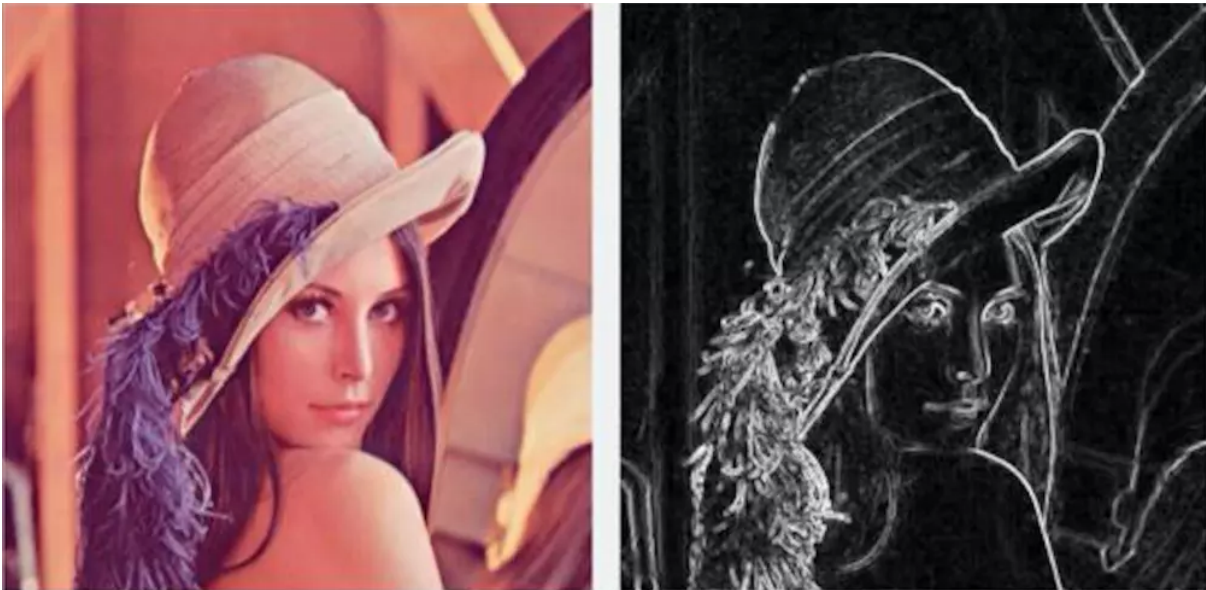


ck2016 (/u/d089dc3a7382) + 关注

2017.02.14 19:14* 字数 1298 阅读 22414 评论 3 喜欢 38

(/u/d089dc3a7382)

先来看张图，左边是原图，右边是边缘检测后的图，边缘检测就是检测出图像上的边缘信息，右图用白色的程度表示边缘的深浅。



sobel.png

边缘其实就是图像上灰度级变化很快的点的集合。

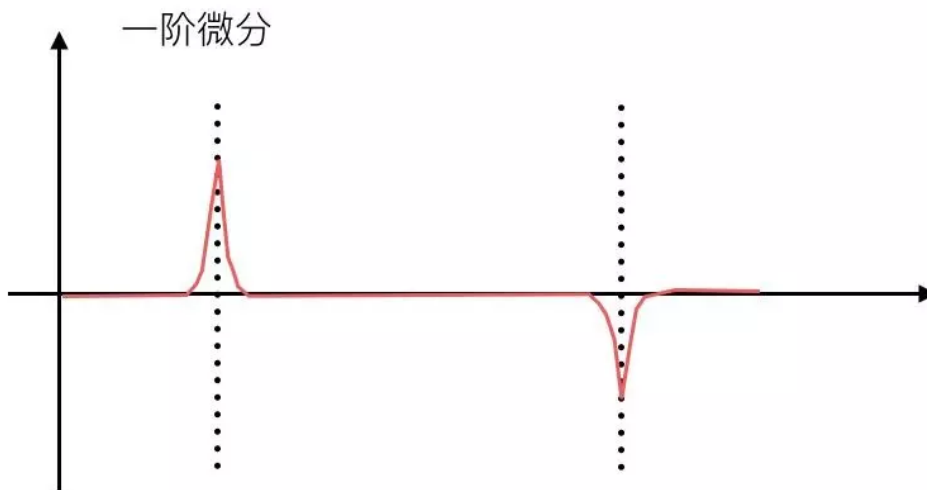
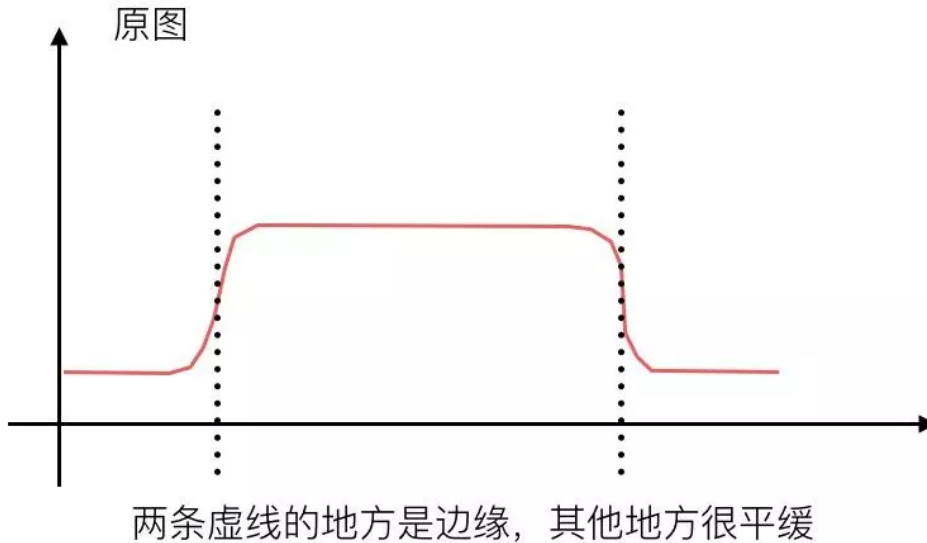
如何计算出这些变化率很快的点？

1.导数，连续函数上某点斜率，导数越大表示变化率越大，变化率越大的地方就越是“边缘”，但是在计算机中不常用，因为在斜率90度的地方，导数无穷大，计算机很难表示这些无穷大的东西。

2.微分，连续函数上x变化了dx，导致y变化了dy，dy值越大表示变化的越大，那么计算整幅图像的微分，dy的大小就是边缘的强弱了。

微分与导数的关系： $dy = f'(x) dx$

举个例子：



经过微分后，平缓的地方dy几乎是0，边缘的地方dy的绝对值很大会有负数的情况，所以保存微分图不能用无符号整数，要用float

在连续函数里叫微分，因为图像是离散的，叫差分，和微分是一个意思，也是求变化率。

差分的定义， $f'(x) = f(x+1) - f(x)$ ，用后一项减前一项。

按先后排列 $-f(x) + f(x+1)$

提出系数 $[-1, 1]$ 作为滤波模板，跟原图 $f(x)$ 做卷积运算就可以检测边缘了

模板为什么要是奇数的？

因为模板是偶数的话，卷积出来的结果应该是放在中间的，不方便表示。

例如：图像 $[10, 20, 30]$ 跟 $[-1, 1]$ 卷积后的值，应该放在图像 10 跟 20 中间的位置，就是应该放在 0 和 1 号位置的中间，也就是 0.5 号位，但是图像是离散的，中间没得放，

(https://
click.yc
slot=30
342a-4
695fca
290606

(http://



只能放在 0 号位，也就是 10 的位置，就偏差了 0.5 的位置，为了方便处理，滤波模板一般都是奇数个的，3，5，7 个的。

Sobel 边缘检测算子

所以用 $f'(x) = f(x+1) - f(x-1)$ 近似计算一阶差分。

排好序：[-1 * f(x-1), 0 * f(x), 1 * f(x+1)]
提出系数：[-1, 0, 1]

所以模板 [-1, 1] 被改造成了 [-1, 0, 1]

二维情况下就是

```
-1, 0, 1
-1, 0, 1
-1, 0, 1
```

这个就是 Prewitt 边缘检测算子了。

```
f(x-1, y-1), f(x, y-1), f(x+1, y-1)
f(x-1, y),   f(x, y),   f(x+1, y)
f(x-1, y+1), f(x, y+1), f(x+1, y+1)
```

中心点 $f(x, y)$ 是重点考虑的，它的权重应该多一些，所以改进成下面这样的

```
-1, 0, 1
-2, 0, 2
-1, 0, 1
```

这就是 Sobel 边缘检测算子，偏 x 方向的。（类似二元函数的偏导数，偏x，偏y）
同理可得

```
-1, -2, -1
0, 0, 0
1, 2, 1
```

是 sobel 偏 y 方向的算子。

分别计算偏 x 方向的 G_x ，偏 y 方向的 G_y ，求绝对值，压缩到 [0, 255] 区间，即 $G(x, y) = G_x + G_y$ 就是 sobel 边缘检测后的图像了

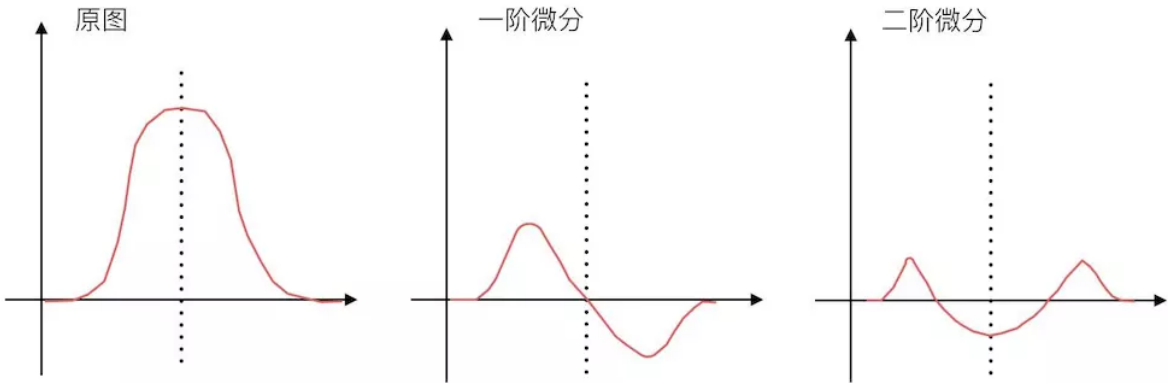
(https://
click.yc
slot=30
342a-4
695fca
29060f

(http://



Laplace 边缘检测算子

拉普拉斯是用二阶差分计算边缘的，看连续函数的情况下
在一阶微分图中极大值或极小值处，认为是边缘。
在二阶微分图中极大值和极小值之间的过 0 点，被认为是边缘。



(https://
click.yc
slot=30
342a-4
695fca
29060f

拉普拉斯算子推导：

一阶差分： $f'(x) = f(x) - f(x - 1)$
二阶差分： $f''(x) = (f(x + 1) - f(x)) - (f(x) - f(x - 1))$
化简后： $f''(x) = f(x - 1) - 2f(x) + f(x + 1)$
提取前面的系数： $[1, -2, 1]$

(http://

二维的情况下，同理可得
 $f''(x, y) = -4f(x, y) + f(x-1, y) + f(x+1, y) + f(x, y-1) + f(x, y+1)$
提取各个系数，写成模板的形式

```
0,  1,  0
1, -4,  1
0,  1,  0
```

考虑两个斜对角的情况

```
1,  1,  1
1, -8,  1
1,  1,  1
```

这就是拉普拉斯算子，与原图卷积运算即可求出边缘。

^

🔗

Canny 边缘检测算子

canny计算过程

- 1.高斯滤波器平滑图像。
- 2.一阶差分偏导计算梯度值和方向。
- 3.对梯度值不是极大值的地方进行抑制。
- 4.用双阈值连接图上的联通点。

通俗说一下，

- 1.用高斯滤波主要是去掉图像上的噪声。
 - 2.计算一阶差分，OpenCV 源码中也是用 sobel 算子来算的。
 - 3.算出来的梯度值，把不是极值的点，全部置0，去掉了大部分弱的边缘。所以图像边缘会变细。
 - 4.双阈值 t1, t2, 是这样的， $t1 \leq t2$
大于 t2 的点肯定是边缘
小于 t1 的点肯定不是边缘
在 t1, t2 之间的点，通过已确定的边缘点，发起8邻域方向的搜索（广搜），图中可达的是边缘，不可达的点不是边缘。
- 最后得出 canny 边缘图。

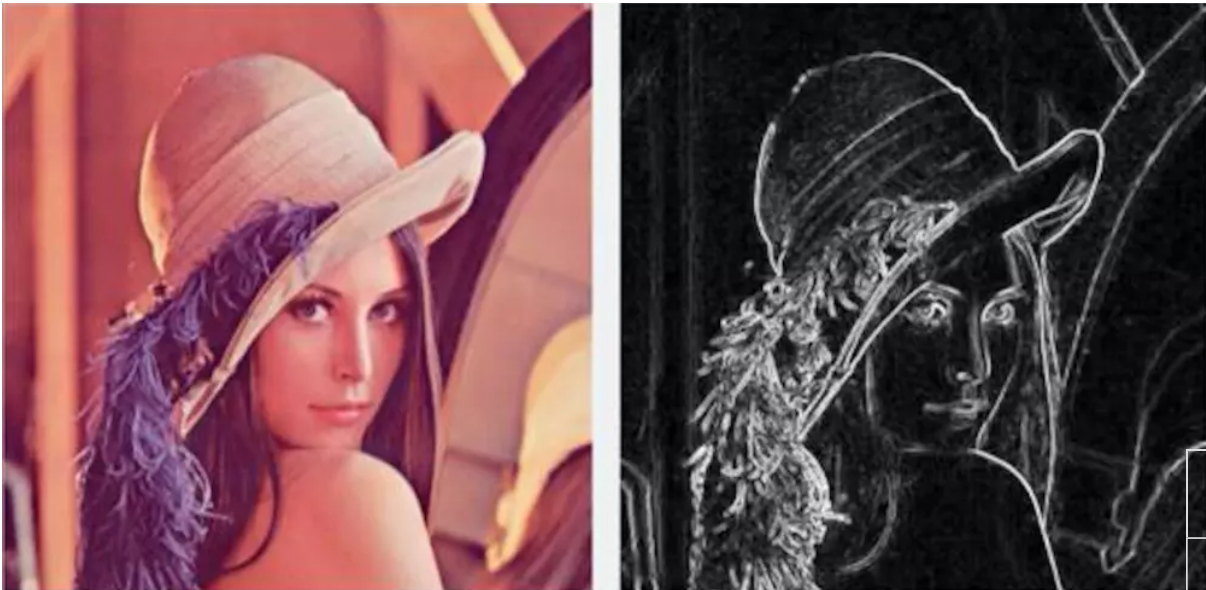
(https://
click.yc
slot=30
342a-4
695fca
290606

(http://

三个算子区别

- sobel 产生的边缘有强弱，抗噪性好
- laplace 对边缘敏感，可能有些是噪声的边缘，也被算进来了
- canny 产生的边缘很细，可能就一个像素那么细，没有强弱之分。

下面三张图分别是 sobel，canny，laplace 结果图。



sobel算子



canny算子

laplace算子

小礼物走一走，来简书关注我

赞赏支持

笔记 (nb/5718011)

举报文章 © 著作权归作者所有



ck2016 (/u/d089dc3a7382) ♂

写了 36319 字，被 654 人关注，获得了 912 个喜欢
(/u/d089dc3a7382)

+ 关注

目前做iOS组件，java中间件 长期提供阿里各个岗位内推 联系邮箱：657668857@qq.com



喜欢

38

更多分享

下载简书 App ▶

随时随地发现和创作内容

(/apps/redirect?utm_source=note-bottom-click)

(https://click.ycslot=30342a-4695fca29060

被以下专题收入，发现更多相似内容

- 程序员 (/c/NEt52a?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)
- 今日看点 (/c/3sT4qY?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)
- 算法 (/c/09b9a745fed6?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)
- iOS进阶 (/c/1d9c0540ff8e?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)
- 深度学习·计算... (/c/1249336e61cb?utm_source=desktop&utm_medium=notes-included-collection)

图像处理常用边缘检测算子总结 (/p/840f39c40896?utm_campaign=males...

不同图像灰度不同，边界处一般会有明显的边缘，利用此特征可以分割图像。需要说明的是：边缘和物体间的边界并不等同，边缘指的是图像中像素的值有突变的地方，而物体间的边界指的是现实场景中的存在于...

大川无敌 (/u/6b0dccc6a058?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc

(/p/4ffdf060fe57?

运算方法如下，将上述的 8 个 3×3 模板统一标记为：

a_3	a_2	a_1
a_4	(x,y)	a_0
a_5	a_6	a_7

边界的梯度幅值值为

$$G(x,y) = \max\{1, \max_k |5a_k - a_{k+4}|\} \quad k = 0, 1, \dots, 7$$

$$a_k = a_{k+4} + a_{k+8} + a_{k+12}$$

$$i_k = a_{k+3} + a_{k+4} + \dots + a_{k+7}$$

utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc


Opencv之图像分割 (/p/4ffdf060fe57?utm_campaign=maleskine&utm_c...

1、 阈值分割 1.1 简介 图像阈值化分割是一种传统的最常用的图像分割方法，因其实现简单、计算量小、性能较稳定而成为图像分割中最基本和应用最广泛的分割技术。它特别适用于目标和背景占据不同灰度级范...

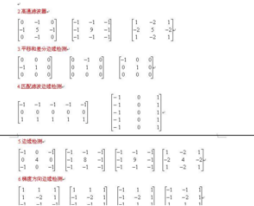
 木夜溯 (/u/b0ba3802ba2f?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc

OpenGL ES入门08-图像边缘检测 (/p/104cc0787ca6?utm_campaign=mal...

前言 本文是关于OpenGL ES的系统性学习过程，记录了自己在学习OpenGL ES时的收获。这篇文章的目标是学习OpenGL ES 2.0中的像素点的代数运算。环境是Xcode8.1+OpenGL ES 2.0目前代码已经放到github...

 秦明Qinmin (/u/fff74d0ebed7?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc

(/p/cb1e3e95cb5d?




utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc
图像处理 (/p/cb1e3e95cb5d?utm_campaign=maleskine&utm_content=...

这篇文章总结比较全面:http://blog.csdn.net/timidsmile/article/details/6640600 HSV颜色空间[HSV]是把H（色相），S（饱和度），V（亮度）当做色值来定位颜色的空间。色相的取值范围是0-360度，用来表示颜色...

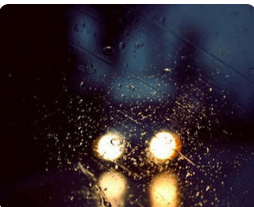
 rogerwu1228 (/u/8e4f4754d046?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc

使用JNI实现Sobel算子图像边缘检测 (/p/d5a551b058c8?utm_campaign=...

本文主要讲解sobel的算法原理以及如何使用C++算法实现。通过JNI调用像素点，重新绘制生成沙子效果的图片(sand)。代码已经开源，下载地址：https://github.com/Jomes/sand 图形边缘检测 图形边缘检测是图...


 Jomeslu (/u/fdd3731fd812?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc

(/p/d4afaf8f198f?




utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommenc
雨水濛濛，车辆行驶安全至上 (/p/d4afaf8f198f?utm_campaign=maleskin...

1、保持良好的视野雨天开车上路除了谨慎驾驶以外，要及时打开雨刷器，天气昏暗时还应开启近光灯和防雾灯。如果前挡风玻璃有霜气，则需开冷气，并将冷气吹向前挡风玻璃；如果后挡风玻璃有霜气，则要打开...

 米米养车 (/u/b4690b60dea1?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations) (https://www.jianshu.com/u/b4690b60dea1)

写在考研后 (/p/42f5a342497d?utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations)

1 没想到我在简书上分享的第一篇文章是关于考研失败的话题。 虽然不想承认，但终归一句话:我考研失败了。 因为家里的一些情况，其实在寒假回家后就想过就算过了初试也要放弃复试的机会了。但当真的知道...

 沙小年 (/u/bc8a35036a18?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations) (https://www.jianshu.com/u/bc8a35036a18)

(/p/6a7372230b9b?utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations)

```
function someSetup() {
  var setup = 'done';
}
function actuwork() {
  alert('work is work');
}
someSetup();
return actuwork();
}
var bbb = function() {
  alert('hello world')
}
```

(https://www.jianshu.com/p/6a7372230b9b?utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations)


js 面向对象编程 (/p/6a7372230b9b?utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations)

JavaScript 是一门彻底的面向对象的语言。面向对象的概念：1：一切事物皆对象2：对象具有封装和继承特性3：对象与对象之间使用消息通信，各自存在信息隐藏 一：函数类型 A：匿名函数 概念：没有函数名称... (http://www.jianshu.com/p/6a7372230b9b)

 杨杨1314 (/u/d96d1aa5d725?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations) (https://www.jianshu.com/u/d96d1aa5d725)

作业3~接上一篇 (/p/b737fbf09291?utm_campaign=maleskine&utm_content=note&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations)

天还未亮，一个小伙子行色匆匆，孟师傅的车刚停下，他便立刻跳上车，迅速占据后座的角落旮瘩里。孟师傅透过后车镜看到小伙子一直低着头，厚厚的刘海下眉头紧凑成一道川字，目光呆滞地望向前方却没有聚...

 KKimmy (/u/bab46b885c5c?utm_campaign=maleskine&utm_content=user&utm_medium=seo_notes&utm_source=recommendations) (https://www.jianshu.com/u/bab46b885c5c)

