

1.1 亮点

作者提出了一种算法，该算法能快速检测图像中的线段，同时使用了错误控制的方法，使得检测结果比较准确。最后，LSD 结果输出是线段的坐标与属性，比如起点，终点，线段的粗细。

1.2 原理

目前流行的直线检测算法主要是霍夫变换，它的优势是不受图像旋转的影响，易于进行几何图像的快速变换。基于霍夫变换的改进方法也很多，其中一个重要的方法是广义霍夫变换，可以用来检测任意形状的曲线。直线方程可以表示为：

$$y = kx + b$$

对于直线上的点 (x_0, y_0) 有：

$$y_0 = kx_0 + b$$

这表示参数平面(k-b)中的一条直线。因此，图像中的一个点对应参数平面中的一条正弦曲线，图像中的一条直线对应参数平面中的一个点。对图像上所有的点作霍夫变换，最终所要检测的直线对应的一定是参数平面中直线相交最多的那个点。这样就在图像中检测出了直线。

$$p = x \cos \theta + y \sin \theta$$

而 LSD 首先计算每一个像素与 level-line 的夹角以构成一个 level-line 场。然后，合并这个场里方向近似相同的像素，这样可以得到一系列 regions，这些 regions 被称为 line support regions。

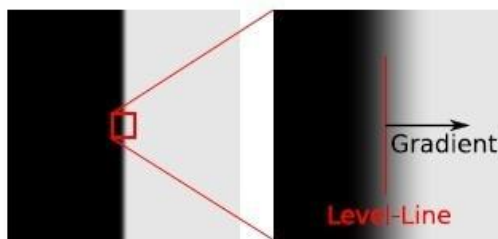
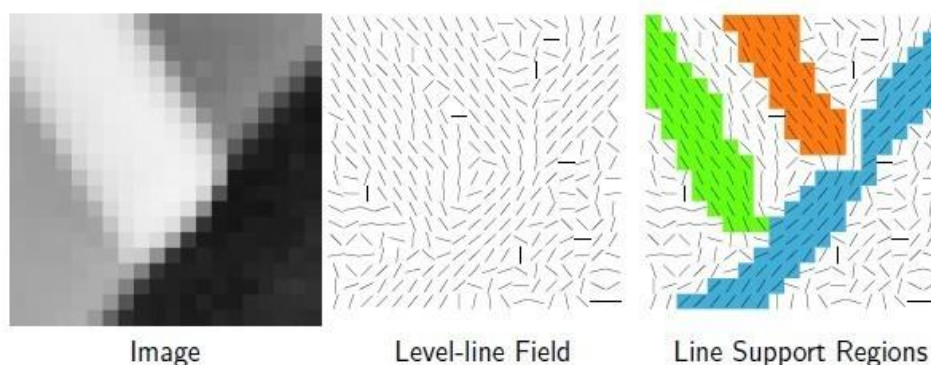


Figure 1: Image gradient and level-lines.



每一个 line support region 是一组像素，它也是直线段的候选。同时，对于这个 line support region，我们可以观察它的最小外接矩形。当一组像素构成的区域，特别细长时，那么这组像素更加可能是直线段。line support region 中的一个像素的 level-line 角度与最小外接矩形的主方向的角度差在容忍度 (tolerance) 2π 内的话，那么这个点被称作 "aligned point"。作者统计最小外接矩形内的所有像素数和其内的 aligned points 数，用来判定这个 line support region 是否是一个直线段。最终的直线段检测算法如下：

Algorithm 1: LSD: Line Segment Detector

input: An image I .
output: A list out of rectangles.

```
1  $I_S \leftarrow \text{ScaleImage}(I, S, \sigma = \frac{\Sigma}{S})$ 
2  $(LLA, |\nabla I_S|, \text{OrderedListPixels}) \leftarrow \text{Gradient}(I_S)$ 
3  $\text{Status} \leftarrow \begin{cases} \text{USED,} & \text{pixels with } |\nabla I_S| \leq \rho \\ \text{NOT USED,} & \text{otherwise} \end{cases}$ 
4 foreach  $\text{pixel } P \in \text{OrderedListPixels}$  do
5   if  $\text{Status}(P) = \text{NOT USED}$  then
6      $\text{region} \leftarrow \text{RegionGrow}(P, \tau)$ 
7      $\text{rect} \leftarrow \text{Rectangle}(\text{region})$ 
8     while  $\text{AlignedPixelDensity}(\text{rect}, \tau) < D$  do
9        $\text{region} \leftarrow \text{CutRegion}(\text{region})$ 
10       $\text{rect} \leftarrow \text{Rectangle}(\text{region})$ 
11    end
12     $\text{rect} \leftarrow \text{ImproveRectangle}(\text{rect})$ 
13     $\text{nfa} \leftarrow \text{NFA}(\text{rect})$ 
14    if  $\text{nfa} \leq \varepsilon$  then
15      Add  $\text{rect} \rightarrow \text{out}$ 
16    end
17  end
```

,