

# LOG 算子进行边缘检测的研究

韦春桃

程晓宇

(桂林工学院土木工程系 541004) (桂林工学院电子与计算机系)

**摘要** 对零交叉 (LOG) 算子进行影像的边缘特征检测研究表明, LOG 算子可以在不同尺度下检测影像的边缘特征, 当空间常数  $\sigma < 1$  时, 可以产生与边缘一致的零交叉, 检测到聚焦良好的物体的精细边缘, 并且在一定程度上抑制了反差较小的噪声, 从而获得比较满意的应用效果。通常情况下,  $r=3\sigma$  或  $4\sigma$  即可满足要求。

**关键词** 图像处理; LOG 算子; 零交叉; 边缘检测

**分类号** TP391.41\*

影像的边缘提取在计算机视觉系统的初级处理中具有关键的作用, 在 Marr 的视觉理论中, 视觉的第一阶段很大程度是由零交叉检测器完成的, 并且给出了计算方法 (LOG 算子) 和生理学上的依据<sup>[1]</sup>。

然而, 在实际处理过程中, LOG 算子遇到了许多问题。零交叉检测器本质上是一个二阶微分算子, 不可避免地放大了噪声, 因此在有噪声的情况下是不稳定的。此外, 零交叉结果不能总和边缘一致, 不能区分反差较大的和反差较小的边缘像素等<sup>[2]</sup>。

由于零交叉算子所固有的缺点, 使得人们进一步寻求其他的方法, 目前, 已有多种方法被用于影像的线特征提取。各种新方法在解决问题的同时也带来了新的问题, 相比之下, 零交叉可以用卷积实现, 计算简单方便, 同时, 在某种程度上是“自适应的”, 即不需要设置阈值, 因此, 仍然是一种比较实用的方法。本文就使用零交叉 (LOG 算子) 进行影像线边缘检测作一些探讨。

## 1 LOG 算子

LOG 算子即高斯-拉普拉斯算子  $\nabla^2 G$ , 通常具有如下形式:

$$\nabla^2 G(r) = (1 - r^2/2\sigma^2) \cdot \exp(-r^2/2\sigma^2)$$

LOG 算子首先用高斯函数对图像进行低通滤波, 消除空间尺度远小于高斯空间常数  $\sigma$  的图像强度变化, 即去除噪声, 然后用拉普拉斯算子  $\nabla^2$  进行高通滤波并提取零交叉点 (即线特征)。

LOG 算子为墨西哥草帽形, 如图 1 (a) 所示, 是对视网膜神经节感受野的空间组织的近似, 可以看作由一个兴奋中心区和一个抑制性周边区组成, 中心区宽度为  $W=2\sqrt{2}\sigma$ , 如图 1 (b) 所示。

\* 1998-12-09 收稿, 1999-01-22 改回。

第一作者简介: 韦春桃, 女, 1968 年出生, 讲师, 摄影测量与遥感专业。

当  $\sigma$  取不同的值时, 则可以用 LOG 算子检测不同尺度下图像的强度变化, 小的滤波器 ( $\sigma$  较小) 用于检测细节, 大的滤波器 ( $\sigma$  较大) 用于检测轮廓 (模糊的边缘)。

通常, 我们取  $\sigma \geq 1$ , 并且以  $\sigma=1$  为最小的滤波器, 此时  $W=2\sqrt{2} \approx 3$ , 可用于检测非常精确的细节, 但同时对于噪声的抑制作用减弱, 对于反差较小的区域也比较敏感。

事实上, 边缘往往是在相邻像素之间产生, 也就是说, 最精确的细节应该在  $W \leq 2$  时产生。此时,  $\sigma < 1$ , 对原始影像的低通滤波作用极小, 几乎相当于直接对原始影像作拉普拉斯变换 (高通滤波), 只有在灰度变化比较明显 (聚焦良好) 的情况下, 才能检测到零交叉, 从而可以部份地避免检测反差较小的区域。

此外, 由于实际处理的对象为数字图像, 当  $\sigma=0.5$  时, LOG 算子在  $r=1$  处达到负的极值, 因此,  $\sigma$  的取值应大于 0.5, 否则, 实际的卷积核已不能表示出 LOG 算子。

## 2 不同尺度下的实验结果

图 2 为不同尺度下对同一幅数字影像的处理结果, 实验中, 采用圆对称的卷积核, 以便较好地满足各向同性的要求,  $\sigma$  为空间常数,  $r$  为 LOG 算子的卷积窗口 (感受野) 半径, 可以看出: 当  $\sigma < 1$  时, LOG 算子对高反差比较敏感, 能够检测聚焦良好的物体的精细边缘, 并且与实际边缘的一致性较好 (图 2 (1) ~ (8)), 当  $\sigma$  接近 1 时, LOG 算子对影像细节进行检测的同时, 对噪声比较敏感 (图 2 (9) ~ (13)); 当  $\sigma$  不断增大时, LOG 算子对大的模糊的边缘 (轮廓) 进行检测 (图 2 (14) ~ (20))。

同一空间常数  $\sigma$  下, 使用不同的窗口  $r$  进行卷积, 当  $r$  增大时, 效果也比较好的, 如图 2 (5) 比图 2 (4) 的效果好, 当  $r$  增大一定程度, 效果的改善就变得不明显, 以至于根本觉察不到, 如 (5) (6)。同样的现象出现在 (18) ~ (20) 中, 在图 (17) 中,  $\sigma=6$ , 未能检测到太阳的轮廓, (18) 在  $\sigma=8$  时也未能做到, 但 (20) 却表现较好, 原因在于  $r$  的大小对计算精度的影响。实验结果显示,  $r$  的取值与  $\sigma$  有关, 通常情况下,  $r=3\sigma$  或  $4\sigma$  即可满足要求。

此外, 还可以看出, 在一定的范围内, 无论  $\sigma$  的大小, 某些特征 (零交叉) 总是出现, 如有关麦穗的特征, 如果我们能够结合不同尺度下的零交叉, 既可以获得精细边缘特征, 又能去除噪声引起的零交叉, 应该可以比较好地检测出边缘特征。

## 3 结 论

LOG 算子可以在不同尺度 (分辨率) 下检测线特征, 当空间常数  $\sigma < 1$  时, 可以获得与边缘比较一致的零交叉, 检测到影像中的聚焦良好的物体的精细边缘特征; 并且一定程度上抑制了反差较小的噪声, 当空间常数增大时, 可以检测到影像中的模糊边缘 (轮廓)。零交叉算子计算简单, 便于实现, 而且不涉及阈值问题, 在一定程度上, 可满足应用要求。

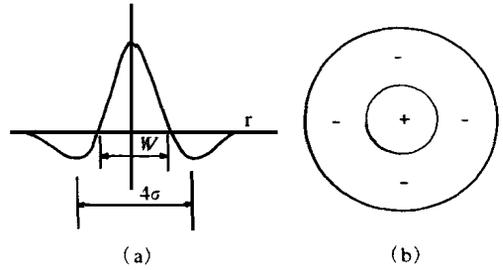


图 1 LOG 算子

Fig. 1 LOG operator



图 2 实验结果

Fig. 2 Experiment result

### 参 考 文 献

- 1 D. 马尔. 视觉计算理论. 姚国正, 刘 磊, 汪云九 译. 北京: 科学技术出版社, 1988. 53~67
- 2 邵巨良, 李德仁. 小波理论及其在影像边缘检测中的应用. 测绘学报, 1993, 22, No (2): 115
- 3 张祖勋, 张剑清. 数字摄影测量学. 武汉: 武汉测绘科技大学出版社, 1996. 126
- 4 王大平, 江延川, 蔡望森. 数字摄影测量学. 北京: 解放军出版社, 1991. 142

# A RESEARCH ON EDGE—DETECTING BY ZERO—CROSSING OPERATOR

Wei Chuntao

*(Department of Civil Engineering, Guilin Institute of Technology)*

Cheng Xiaoyu

*(Department of Electronics and Computer, Guilin Institute of Technology)*

**Abstract** Research on edge—detecting of an image by zero—crossing operator (LOG operator) has shown that it can work on multi—scale. Given  $\sigma < 1$ , the result consistent with the edge can be obtained, noises with less contrast be restrained to a certain degree and the fine edge with good focus can be detect. In general, when  $r=3\sigma$  or  $4\sigma$ , this demand can be satisfied.

**Key words** LOG operator; zero—crossing; edge—detecting

## 下 期 要 目

- 1 准噶尔北缘浅成岩—构造蚀变岩型金矿成矿特征 ..... 廖启林等
- 2 广西桂北恭城中奥陶统笔石地层的发现 ..... 唐 兰等
- 3 中国主要灾害类型成因及分布研究 ..... 王占礼
- 4 不规则取点范围的测量控制网点位优化设计 ..... 黄俊华
- 5 基于小波变形分析模型 ..... 文鸿雁等
- 6 瞬变电磁测深数据的近似分析 ..... 张小路