

# 一种基于邓氏关联度的图像边缘检测新方法<sup>①</sup>

高永丽 薛文格 (楚雄师范学院 计算机科学系 云南 楚雄 675000)

**摘要:** 边缘检测主要是对图像的灰度变化进行度量、检测和定位。基于边缘检测的灰色系统理论中的邓氏关联度分析方法对处理非典型规律的图像数据与其它一些方法相比,具有明显的优势。根据邓氏关联度分析方法建立的改进模型,结合仿射变换和最小二乘法直线拟合,一定程度上克服了邓氏关联度分析方法的比例因子影响和位移差,实验证明在检测边缘点的连续性、完整性方面比用邓氏关联度模型检测的边缘有一定的改进。

**关键词:** 边缘检测; 灰色系统; 关联度; 比例因子; 位移差

## A New Method Based on Deng Interrelatedness Picture Edge Examination

GAO Yong-Li, XUE Wen-Ge (Computer Science Department, Chuxiong Normal University, Chuxiong 675000, China)

**Abstract:** The edge examination is mainly carried on the measure, examination and the localization to image gradation change. Deng interrelatedness analysis method based on marginal check's grey system is obviously superior to other methods. The improvement model based on Deng interrelatedness analysis method, unifies the affine transformation and the least squares method fitting a straight line. To a certain extent, it has overcome proportionality factor influence and the displacement difference of the Deng interrelatedness analysis method. The experiment proves that in the examination peripheral point's continuity, the complete aspect has certain improvement compared to the Deng interrelatedness model examination.

**Keywords:** edge examination; gray system; interrelatedness; proportionality factor; displacement difference

图像边缘表示为图像信息的某种不连续性(如灰度突变、纹理及色彩的变化等),与图像中物体的边界有关但又是不同的。可能对应着图像中物体的边界也可能没有对应着图像中物体的边界。边缘检测主要是对图像的灰度变化进行度量、检测和定位。

灰色系统理论是1980年由我国著名学者邓聚龙教授提出并发展起来的。是一种研究少数据、贫信息不确定性问题的新方法。而灰色系统理论中的邓氏关联度分析方法对处理非典型规律的数据(如非平稳、非高斯分布、非白噪声)与其它一些按统计规律和先验规律来处理这些数据的方法相比,具有明显的优势。

本文介绍邓氏关联度的模型、特点;针对邓氏关联度在图像边缘检测中存在的问题,将邓氏关联度模

型进行修正,并与仿射变换相结合,提出一种新的改进算法,并编程实现了该算法,结果表明:该方法在一定程度上克服了邓氏关联度分析方法的比例因子影响和位移差,在检测边缘点的连续性、完整性方面比用邓氏关联度模型检测的边缘有一定的改进。

## 1 邓氏关联度的模型<sup>[1]</sup>

邓氏关联度分析实质上是将比较数列中的数据进行几何关系的比较,如果两比较数列在各时刻均重合在一起,则关联度为1,否则关联度小于1。其方法如下:

令参考数列  $X_0 = \{x_0(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$ , 比较数列  $X_i = \{x_i(k) | k = 1, 2, \dots, n\}$ ,  $i = 1, 2, \dots, m$ , 其中  $n$

<sup>①</sup> 基金项目:云南省教育厅项目(07Y41022)

收稿时间:2009-06-01

表示参考数列和比较数列中数据的个数, 则关联系数的计算公式为:

$$\zeta_{i,0}(k) = \frac{\min_k \min |x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k \max |x_0(k) - x_i(k)|}{|x_0(k) - x_i(k)| + \rho \max_k \max |x_0(k) - x_i(k)|} \quad (1)$$

其中  $\rho$  称为分辨系数, 是一个事先取定的 0 到 1 之间的常数, 一般情况下  $\rho$  取 0.5。 $\zeta_{i,0}(k)$  表示在第  $k$  个时刻比较数列  $x_i$  与参考数列  $x_0$  之间的相对差值, 将其定义为数列  $X_i$  对  $X_0$  在  $k$  时刻的关联系数, 它反映了不同数列在同一点与参考数列的相似程度。

对一个整体的待比较数列而言, 其关联系数的个数与元素个数相同, 因此所得到的信息过于分散, 不利于把握其整体特性, 因此定义关联度为:

$$r(X_i, X_0) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \zeta_{i,0}(k) \quad (2)$$

$r(X_i, X_0) \in (0, 1]$ , 公式(1.2)反映了比较数列和参考数列在整体上的相似程度。

## 2 基于邓氏关联度模型的图像边缘检测算法

利用邓氏关联度模型对图像进行边缘检测的思想是指利用位移差来计量两数列之间的相似程度, 其对图像进行边缘检测的算法<sup>[2,3]</sup>如下:

① 确定参考数列和比较数列, 在图像中, 非边缘点就是像素取值与其周围相邻像素值没有差别或差别不大的点, 为计算方便, 这里把某一像素和其相邻像素一起形成参考数列并令其取相同的值, 那么该点元素必为非边缘点, 取值均为 1 的 9 点数列(以该像素为中心组成的 9 个元素)作为参考数列, 比较数列分别由图像中各个像素及其周围的 8 个相邻位置的像素来组成;

那么对于  $M \times N$  大小的图像, 参考数列  $X_0 = \{1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1\}$ , 比较数列  $X'_{i,j} = (x_{i-1,j-1}, x_{i-1,j}, x_{i-1,j+1}, x_{i,j-1}, x_{i,j}, x_{i,j+1}, x_{i+1,j-1}, x_{i+1,j}, x_{i+1,j+1})$ , 其中  $i=2, 3, \dots, M-1$ ,  $j=2, 3, \dots, N-1$ 。当  $i, j=1$  或  $i=M-1, j=N-1$  时, 重复其相邻的行或列上相应位置的像素值作为该点的值。

② 比较数列初始化, 即对一个数列的所有数据用它的第一个数去除。初始化的目的是使各数列之间具有可比性, 这里参考数列全部为 1, 无须初始化;

③ 计算以各像素点为中心形成的比较数列与参

考数列各点的关联系数  $\zeta_{i,0}(k)$ ;

④ 计算以各像素点为中心形成的比较数列与参考数列之间的关联度  $r(X_i, X_0)$ ;

⑤ 判断该像素点是否为边缘点: 当关联度  $r(X_i, X_0)$  某一给定的阈值  $\theta$  时, 说明该点与参考数列具有相同的特征, 不是边缘点, 反之, 则是边缘点。

此方法虽然对一些图像的边缘检测取得了很好的效果, 但也存在以下缺点<sup>[4]</sup>:

① 关联系数  $\zeta_{i,0}(k)$  的值受最小绝对差  $\min_k \min |x_0(k) - x_i(k)|$  和最大绝对差  $\max_k \max |x_0(k) - x_i(k)|$  的制约, 数列中如果出现了某个极大值或极小值, 关联系数就会受到影响。因此, 一个因变量(参考数列)与一个自变量(比较数列)单独计算的关联度和一个因变量与几个自变量同时计算的关联度不同;

② 关联系数  $\zeta_{i,0}(k)$  的值主要取决于  $X_0$  和  $X_i$  在时刻  $k$  的绝对差。如果  $X_0$  与  $X_i$  的单位不同, 即作图比例尺不同或空间的相对位置不同, 都会影响  $\zeta_{i,0}(k)$  的值。所以在使用公式计算之前, 应对其进行无量纲化预处理, 将其化为无单位的相对数据;

③ 最大绝对差  $\max_k \max |x_0(k) - x_i(k)|$  不能为 0, 否则公式中的分母为 0, 因此在灰色理论中不能将数列自身求关联度;

④ 当  $|x_0(k) - x_i(k)| = \max_k \max |x_0(k) - x_i(k)|$  时, 关联系数最小, 而且如果同时  $\min_k \min |x_0(k) - x_i(k)| = 0$  关联度取得所有情况下可能达到的最小值  $\zeta_{i,0}(k) = \frac{\rho}{\rho+1}$ ; 当  $|x_0(k) - x_i(k)| = \min_k \min |x_0(k) - x_i(k)|$  时, 关联系数最大,  $\zeta_{i,0}(k) = 1$ , 因此可得  $\zeta_{i,0}(k) \in \left[ \frac{\rho}{\rho+1}, 1 \right]$ ;

⑤ 由于邓氏关联度是由比较数列和参考数列在各点的关联系数之和的平均而得到, 因此只要各点关联系数的代数和保持不变, 则不论各点的关联系数怎样变化, 其关联度都不会改变, 这显然是不合理的。

邓氏关联度对图像进行边缘检测时, 存在比较数列有比例因子和位移差、检测出的边缘点较多等问题, 结合传统的边缘检测算子, 本文提出了一种改进的算法。

## 3 改进的基于邓氏关联度算法

### 3.1 改进的邓氏关联度模型

用邓氏关联度模型对 Lena 图像进行检测时边缘点较多, 即一些非边缘点也被当作边缘点被检测了出来。针对上述情况及图像中边缘点本身的特点, 本节提出一种改进的邓氏关联度模型, 如公式(3)所示:

$$\zeta_{i,0}(k) = \frac{\min \min |x_0(k) - x_i(k)|^2 + \rho \max \max |x_0(k) - x_i(k)|^2}{|x_0(k) - x_i(k)|^2 + \rho \max \max |x_0(k) - x_i(k)|^2} \quad (3)$$

即将邓氏关联度模型中的最大极差、最小极差和极差分别改为最大极差的平方、最小极差的平方和极差的平方,从而使求得的关联度大的更大、小的更小,这样就去掉了许多伪边缘。

### 3.2 仿射变换与改进模型结合的新算法

邓氏关联度在检测时,如果对序列不进行初值化,则克服不了比例因子的影响;但如果对数据序列进行了初值化,却又克服不了位移差。对于上述情况,本文使用一种先用仿射变换中的平移和比例两种变换对数据序列  $(x_i, y_i)$  ( $y_i$  为参考数列,  $y_2$  为比较数列)进行转换,其中仿射变换中的参数  $a$  和  $b$  是通过线性最小二乘法来求出的,然后根据参数  $a$  和  $b$  求出数据序列的逆序列  $y_2' = \frac{y-b}{a}$ ,最后再用邓氏关联度的思想对图像进行检测的方法,从而消除了数据序列具有的比例因子和位移差的影响。

假设参考数列  $y_1 = (-1, -2, -1, 0, 0, 1, 2, 1)$ , 比较数列  $y_2 = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)$ , 横坐标都是  $x = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)$ , 利用仿射变换将比较数列进行转换,再用线性最小二乘法的思想求出参数  $a=2$ ,  $b=5$ , 得出比较数列的逆序列  $y_2' = (-2, -1.5, -1, -0.5, 0, -0.5, 0, 0.5, 1, 1.5, 2)$ , 则转换前后的比较曲线如图 1 所示。

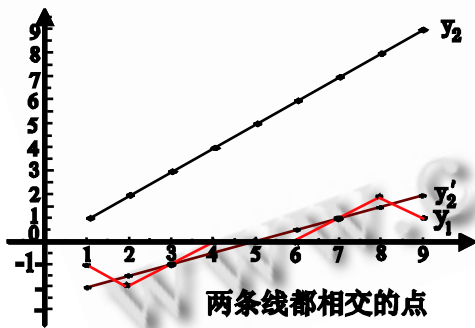


图 1 仿射变换前后的比较数列曲线图

算法步骤如下:

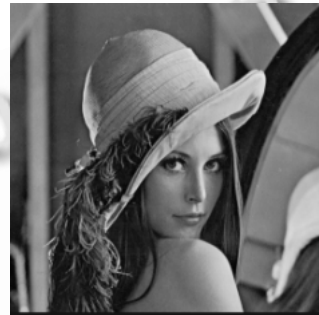
- ① 利用仿射变换对图像中的每一点及 8 个邻域组成的比较数列进行数据转换, 求出转换后的比较数列;
- ② 比较数列进行初值化(参考数列不再进行初值化), 本文为避免分母为零的情况, 用比较数列中的最大值作为分母对比较数列进行初值化;
- ③ 求比较数列和参考数列的极差, 并找出极差的

最大值和最小值;

- ④ 利用邓氏关联度公式求出关联系数和关联度;
- ⑤ 根据关联度的值与选取的阈值的大小关系判断该点是否为边缘点进行图像边缘点的检测。

## 4 实验结果与分析

本文以常见的  $256 \times 256 \times 8$  bit 标准图像 Lena 为例进行边缘检测, 结果如图 2 所示。



(a) Lena 原图



(b) 邓氏关联度



(c) 改进算法

图 2 邓氏关联度模型及改进算法的检测边缘结果

由图 2(b)可看出检测出的图像边缘较完整, 但检测的非边缘点较多; 图 2(c)比图 2(b)提取的边缘细, 去掉了许多非边缘点, 消除了一部分比例因子和位移

(下转第 151 页)

(上接第 52 页)

差的影响,只有少量的边缘点未被检测出来,提取出的效果比图 2(b)有显著改善。

### 参考文献

- 1 邓聚龙.灰色系统基本方法.武汉:华中科技大学出版社, 2005.
- 2 张绍良,张国良.灰色关联度计算方法比较及其存在问题分析.系统工程, 1996,14(3):45-49.
- 3 马苗,樊养余,等.基于灰色系统理论的图像边缘检测新算法.中国图形图像学报, 2003,8(10):1136-1139.
- 4 胡鹏,傅仲良,等.基于灰预测模型的边缘检测新方法.计算机工程, 2006,32(22):175-176.
- 5 徐建华.图像处理与分析.北京:科学出版社, 1992.
- 6 Yeh CH, Chen CM, Hsu YT. Image Compression Using Grey Model. Proeessing of 1997 Grey System Theorem and Applications Conference, 1997.184-192.
- 7 朱宝璋.关于灰色系统基本方法的研究和评论.系统工程理论与实践, 1994,4:53-59.
- 8 唐五湘.灰色绝对关联度的缺陷.系统工程,1994,12(5):59-62.