

道路和区域规范化算法研究

海涛 鲍远律

(中国科学技术大学 自动化系, 安徽 合肥 230027)

taohai@ustc.edu [Http://gps.ustc.edu.cn](http://gps.ustc.edu.cn)

摘要: 在分析栅格交通地图图象中道路和区域特征的基础上, 本文提出一种新的道路和区域规范化算法。结合中值滤波及道路和区域的特征, 该算法能实现道路和区域的规范化。文中以实例说明该算法对道路和区域规范化处理的过程和效果。

关键词: 栅格交通地图图象, 模式识别, 规范化, 中值滤波

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A

基金项目: 国家自然科学基金(60272040)资助项目。

A Study on the Normalizing Algorithm of Road and Area

HAI Tao BAO Yuanlu

(Dept. of Automation, University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui, 230027, China)

Abstract: Based on the analysis of the road and area on the color raster traffic map image, a new normalizing algorithm of the road and area is proposed in this paper. Integrating the median filter with the features of the road and area, it can implement the normalizing processing of road and area on the color raster traffic map image. An example is included to show the effectiveness of the algorithm process.

Key Words: Raster Traffic Map Image, Pattern Recognition, Normalizing, Median Filter

1 引言

城市地图图象中地理信息的识别是 GIS/GPS 的基础^[1], 道路和区域的规范化是地理信息识别和提取的重要组成部分。为了有效地识别和提取地图图象中的各类对象, 一般先要对地图图象中同类对象作规范化处理。所谓规范化是指用同一种颜色来表示地图图象中的同一类对象。地图图象中不同性质的道路一般用不同的颜色来表示^[1]; 同样, 地图图象中的区域也根据其不同的性质用不同的颜色标示。本文中, 把不同性质的道路统称为道路; 把不同性质的区域统称为区域。地图图象中道路和区域分别用多种颜色标示, 给人们带来了许多近便。人们可以通过颜色来区分同类对象中不同性质的对象。但是, 地图图象的这种表示方法却给地理信息的识别和提取增添了很多困难。规范化道路和区域的颜色会使地理信息的识别和提取更加方便。目前, 道路和区域规范化是在手工提取道路和区域的颜色的基础上利用颜色距离公式来实现的^[1]。本文在分析道路和区域的特征的基础上, 提出一种新的道路和区域规范化算法。该方法将大大提高道路和区域的规范化处理的自动化程度。

本文研究的地图图象来源于中国地质出版社出版的中国公路交通地图图册压缩光盘^[2], 并取部分彩色合肥市交通图(参见图1)作为示例来说明新算法的处理过程及其效果。



图1 合肥市交通图(部分)

2 数字图象的数学模型

数字图象在计算机中一般都是以点阵的形式存储的, 其数学模型可以表示为:

$$T = \begin{bmatrix} t_{00} & t_{01} & \cdots & t_{0(n-1)} \\ t_{10} & t_{11} & \cdots & t_{1(n-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{(m-1)0} & t_{(m-1)1} & \cdots & t_{(m-1)(n-1)} \end{bmatrix}$$

其中：样本 t_{ij} ($0 \leq i \leq m, 0 \leq j \leq n$) 代表图象中第 i 行第 j 列的象素点， m 、 n 分别为整幅图象象素点阵的行、列数。

在 RGB 模型的特征空间中，任意一个象素的颜色都是用红绿蓝三种基色调和而成的。因此，彩色数字图象的任意一个象素 t_{ij} 可以用一个三维向量表示：

$$t_{ij} = (b_1(t_{ij}), b_2(t_{ij}), b_3(t_{ij}))$$

其中： $b_1(t_{ij})$ 、 $b_2(t_{ij})$ 、 $b_3(t_{ij})$ 分别表示象素 t_{ij} 颜色特征的红绿蓝分量值。

有了数字图象的数学模型后，可以用类似的方法描述图象的子图象。一幅地图图象 T 的子图象 T_1 可以定义为：

$$T_1 = \begin{bmatrix} t_{kl} & t_{k(l+1)} & \cdots & t_{k(l+d-1)} \\ t_{(k+1)l} & t_{(k+1)(l+1)} & \cdots & t_{(k+1)(l+d-1)} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ t_{(k+c-1)l} & t_{(k+c-1)(l+1)} & \cdots & t_{(k+c-1)(l+d-1)} \end{bmatrix}$$

其中： c 、 d 表示数字图象 T_1 的行列数，且 $0 \leq k \leq m-c, 0 \leq l \leq n-d$ (m 、 n 为 T 的行列数)。

在 GRB 颜色模型下，两种颜色 c_1 、 c_2 之间的差异程度可以通过它们之间的颜色距离 $Dclr(c_1, c_2)$ 来描述。颜色距离计算公式^[1,3]定义如下：

$$Dclr(c_1, c_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^3 w_k (b_k(c_1) - b_k(c_2))^2}$$

其中： w_k ($k=1,2,3$) 为非线性空间的修正系数， $b_1(c_l)$ 、 $b_2(c_l)$ 、 $b_3(c_l)$ 为颜色 c_l ($l=1,2$) 的红绿蓝三种颜色分量值。

在数字图象处理中，很多操作或运算都是基于灰度图象。例如，数字图象的滤波处理、数学形态学运算等。灰度图象是由灰度象素组成的图象，所谓灰度象素是指象素的红、绿、蓝三个分量值相等的象素^[4]。彩色图象可以转化成灰度图象，经常采用如下的经验转化公式^[4]：

$$gray = 0.30 \times b_1 + 0.59 \times b_2 + 0.11 \times b_3$$

其中： $gray$ 为象素的灰度值， b_1 、 b_2 、 b_3 分别为

该象素的红绿蓝分量值。

3 中值滤波

由于彩色地图印刷工艺以及彩色地图扫描技术的限制，使得地图图象中存在大量的杂色噪声象素。这些杂色噪声象素分布一般比较分散。对受到噪声污染的退化图象的复原可以采用线性滤波方法来处理，在许多情况下是很有效的。然而多数线性滤波具有低通特性，在去除噪声的同时也使图象的边缘变得模糊^[5]。中值滤波是一种去除噪声的非线性处理方法，在某些情况下可以做到既去除噪声又能保护图象边缘的较满意的复原^[5]。就消除地图图象中散布的杂色噪声象素来说，采用中值滤波经常能获得较满意的结果。

中值滤波的基本原理是把数字图象中的一个象素值用该象素的一个邻域中各象素值的中值代替。通常，把一个象素的特定长度或形状的邻域称为窗口^[5]。中值滤波的滤波窗口通常是一个含有奇数个象素的滑动窗口。滑动窗口正中间的那个象素值用该窗口内各个象素值的中值代替。数字图象的中值滤波一般基于灰度图象。因此，这里所说的象素值是一般指该象素的灰度值。把彩色图象转化成灰度图象可以采用上述的经验转化公式，转化的处理过程如下：

- (1) 利用经验转化公式计算图象 T 中每个象素的灰度值 $gray$ ；
- (2) 把彩色象素 t 转化成灰度象素 t' ：
 $t' = (gray, gray, gray)$

对彩色图象 T 的所有象素作上述处理，就把彩色图象 T 转化成灰度图象 T' 。对灰度图象 T' 的中值滤波处理过程如下：

- (1) 取滤波窗口 W ；
- (2) 对于 $t'_{ij} \in T'$ ，计算滤波窗口 W 中所有象素灰度值的中值 $Med\{t'_{ij}\}$ ：
 $Med\{t'_{ij}\} = Med\{t'_{(i+r)(j+s)}\}, (r, s) \in W$
- (3) 用 $Med\{t'_{ij}\}$ 置换 t'_{ij} 的灰度值：
 $t'_{ij} = (Med\{t'_{ij}\}, Med\{t'_{ij}\}, Med\{t'_{ij}\})$

4 道路和区域的识别方法

对于彩色栅格城市交通地图图象来说：道路一般呈现长条形，其长度和宽度之比较大，并且道路具有方向性；而区域一般呈块状，其长度和宽度之比相对较小。另外，图象中同一类对象的颜色大体一致。文中示例地图图象也非常明了地显示了道路

和区域的这些特征。

获得了地图图象中各对象的特征后,如何利用这些特征把各类地理对象有效地用数学语言描述出来是识别地理对象的关键。结合对象的特征和子图象的概念,下文定义了一种道路和区域的数学表示方法。

定义 4.1 设图象 T_a 是地图图象 T 的子图象,其行列数分别为 m_a 和 n_a 。对于较大的正整数 α 、 β 及较小的正数 δ ,如果 T_a 满足下列条件,则认为 T_a 表示区域:

- (1) $m_a > \alpha$ 及 $n_a > \beta$, 并且当 $m_a > n_a$ 时, $m_a/n_a < \delta$; 当 $m_a \leq n_a$ 时, $n_a/m_a < \delta$;
- (2) 对于 $\forall t_{a1} \in T_a$ 、 $\forall t_{a2} \in T_a$, 等式 $t_{a1} = t_{a2}$ 均成立。

定义 4.2 设图象 T_r 是地图图象 T 的子图象,其行列数都为奇数分别记为 m_r 和 n_r 。对于正整数 η 、 γ 及正数 σ ,如果 T_r 满足下列条件,则认为 T_r 表示道路:

- (1) $m_r \geq \eta$ 、 $n_r \geq \gamma$, 且对于 $\forall t_{r1} \in T_r$ 、 $\forall t_{r2} \in T_r$, 等式 $t_{r1} = t_{r2}$ 均成立;
- (2) 过 T_r 中心点作 4 条直线(参见图 2),分别统计每条直线上和 T_r 中心点相连的并且具有相同颜色的象素个数 $cunt_k (k=1,2,3,4)$;
- (3) 记 $\max c = \max\{cunt_1, \dots, cunt_4\}$ 及 $\min c = \min\{cunt_1, \dots, cunt_4\}$;
- (4) $\max c / \min c > \sigma$ 。

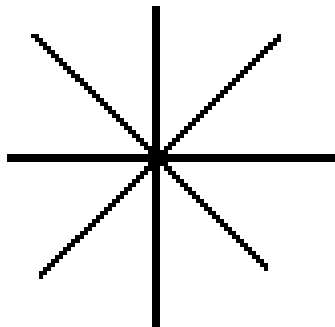


图 2 过 T_1 中心点的 4 条直线

利用定义 4.1 只能识别块状区域,而不能识别出条形区域。考虑到地图图象中相同对象颜色的一致性,在识别出区域后及时把地图图象中具有该区域的相同颜色的象素标志为区域。对于道路识别而

言,根据相同性质道路的颜色一致性,在道路识别过程中也应该做类似的处理。另外,由于地图图象中存在一些条形的区域,因此,在识别道路前应该先要识别出区域。

5 道路和区域规范化过程

上文对道路和区域规范化中关键技术作了详细的论述,现把道路和区域的规范化处理过程描述如下:

- (1) 把原始输入地图图象 T 转化为灰度图象 T' ,再对 T' 进行中值滤波,并记滤波后的图象为 T'' ;
- (2) 从图象 T'' 中提取区域,把 T'' 中所有和当前提取的区域具有相同颜色的象素规范化为 a_0 ,并记区域规范化后的图象为 T_{Na} ;
- (3) 从图象 T_{Na} 中提取道路,把 T_{Na} 中所有和当前提取的道路具有相同颜色的象素规范化为 r_0 ,并记道路规范化后的图象为 T_{Nr} 。

对原始输入图象 T 作上述处理得到的图象 T_{Na} 就是规范化处理的结果。本文利用该算法,对图 1 进行处理,处理的效果图参见图 3。文中各个参数的取值如下:

$m_a = n_a = 15$ 、 $\alpha = \beta = 14$ 、 $\delta = 2$;
 $m_r = n_r = \eta = \gamma = 5$ 、 $\sigma = 3$ 、 W 为 1×3 的窗口;
 $a_0 = (168,168,168)$ 、 $r_0 = (255,255,255)$ 。



图 3 规范化效果图

6 结论

对于彩色栅格城市交通地图图象而言,图象中各种对象都具有一些明显的特征。本文提到的道路和区域的特征具有一定的普遍性。因此,在应用中值滤波消除散布的噪声象素的基础上,结合地图图象中各类对象的自身特征来对其进行规范化处理具有一定的通用性。文中以部分合肥市彩色栅格交通地图图象作为示例展示了该算法的处理过程及其效果。从对示例地图图象的处理结果来看,效果较为满意。

7 参考文献

- [1] 海涛,鲍远律.消除彩色城市地图中道路上的文字噪声[J].微型机与应用,2004,Vol.23, No.4:55~57;
- [2] 地图编辑室.中国公路交通图册(赠光盘)[M],北京,地质出版社,2000;
- [3] 刘丽萍,鲍远律.基于标签分类的道路提取算法[J].计算机应用,2004,Vol24,No.2:73~75;
- [4] 向世明.Visual C++数字图像与图形处理[M].北京,电子工业出版社,2002;

[5] 阮秋琦.数字图像处理学[M].北京,电子工业出版社,2001。

8 作者简介

海涛(1975—),男,安徽无为,人,硕士研究生,主要研究方向:图象处理与图象识别、交通矢量地图 GIS、计算机应用;

鲍远律(1947—),男,安徽六安人,教授,研究方向:控制理论与系统集成、全球定位系统应用、交通矢量地图 GIS、移动目标监控专用数字通讯。