

《微机发展》，第 10 卷第 1 期，p64-66, 2000.1

## 彩色地图图象中道路信息的识别和提取

Recognizing and Extracting of Roads in Map Image

史久根 张旺生 鲍远律 (中国科学技术大学自动化系)

Si Jiugen Zhang Wangsheng Bao Yuanlv (Automation Department of U.S.T.C,Hefei,230027)

[摘要] 本文研究对彩色地图图象中的道路识别提取的问题。讨论了基于聚类分析的一种按颜色分离地图要素的算法，并对若干影响效果的问题提出了修正和解决办法。

[关键词] 图象；模式识别；平滑；阈值；

[ABSTRACT] This thesis is on the researching of recognizing the roads in map image by computer. Based on the theory of Pattern Recognition, there is a method to be discussed, which can recognize and classify the different elements of map by color.

[KEYWORDS] Image ; Pattern Recognition ; Smooth ; Threshold Value ;

### 1 引言

一幅普通地图中主要包括水系、植被、地貌、交通、境界、区划、建筑等几大类地理要素。不同的要素在地图中是用不同的颜色表示的。因此，在地图识别系统中，可以考虑以颜色作为基本特征，按颜色将不同颜色的地理要素加以分离，从而得到单色的地图。即把对地图要素的识别转换为对颜色的识别。这样有可能将所需的地物地貌直接提取出来。对不能直接提取的有用信息，可以再选取其他特征，由于处理后的图象复杂度大大降低，也便于进一步的识别处理。

然而，计算机对从扫描仪得到的数据化地图进行按颜色分层并不容易。因为作为蓝本的纸质地图本身由于印刷或使用的原因会使原本是同一颜色的内容出现颜色差异，在扫描的过程中也可能由于地图的放置无法达到绝对的平整，而导致获得的颜色产生细微的变化。虽然人在认读地图时可以忽略上述颜色差异和变化，正确进行识别而不受其影响，但由计算机完成这项工作时，这些差异和变化就成为不容忽视甚至需要重点解决的问题了。

一幅纸质地图经扫描仪输入至计算机后得到的数字图象，是作为位图文件(BMP)在计算机中存储并显示的。一幅  $m \times n$  大小的图象，就是由  $m \times n$  个像素点组成的。

众所周知，任何一种色彩都可以由红(R)、绿(G)、蓝(B)三种基色组合而成，记录单色图象的一个像素的灰度值需要用一字节；而在彩色图象中，每个象素至少需要用三个字节来分别记录三种基色的灰度值。

由于具有以上特点，在彩色图象的识别和处理中，我们可以通过对其三个单色图象分别进行处理来实现的。

### 2 基本思想

我们这里所说的图象识别实际上包括了图象识别和图象处理两部分。对包括图象识别在内的任何一个模式识别的问题，都要经过以下五个步骤：

- a. 确定被识别对象
- b. 数字化电信号
- c. 预处理
- d. 特征或基元抽取
- e. 模式分类

我们选择象素的 RGB 值作为识别特征。将地图中的每个象素点作为一个模式类，一幅未经分色的彩色地图就是一个未知类别的样本集

$$P = \{ p_{11}, p_{12}, p_{13}, \dots, p_{1n}, p_{21}, p_{22}, p_{23}, \dots, p_{2n}, \dots, p_{m1}, p_{m2}, p_{m3}, \dots, p_{mn} \}$$

其中样本  $p_{ij}$  代表图中第  $i$  行第  $j$  列的象素点， $m$ 、 $n$  分别为地图象素点阵的行、列数，在以象素的

RGB 值为特征的特征空间中，它是一个三维向量

$$p_{ij} = (red(p_{ij}) \quad green(p_{ij}) \quad blue(p_{ij}))$$

因此，可以定义一个适当的距离函数，在特征空间中进行相似性度量，当两个样本之间的距离小于某个阈值时，就认为这两个样本属于同一群；根据距离函数，就将全部样本分成了若干个群。

我们采用一种平滑聚类的方法，初始给定聚类中心  $m_i$ ，距离函数取色差函数  $dcolor(p_{ij}, m_i)$ ，表示像素点  $p_{ij}$  与  $m_i$  之间的颜色差距。

$$m_i = \frac{1}{N_i} \sum_{k=1}^{N_i} p_k$$

其中  $w_1=4$ ， $w_2=8$ ， $w_3=1$ ，为非线性空间的修正系数。

初始聚类中心可以通过人机交互方式得到，由人来选择所识别的颜色类的样本，根据样本确定初始聚类中心。在以后的识别过程中，再根据增加的样本调整聚类中心，直到其值基本不再变化为止。

$$dcolor(p_{ij}, m_i) = w_1(r(p_{ij})-r(m_i)) + w_2(g(p_{ij})-g(m_i)) + w_3(b(p_{ij})-b(m_i))$$

聚类算法中，阈值的确定对结果有很大影响，选得过大或过小都会导致错误的分类。

### 3 实现方法

为了将某种颜色的道路从背景中分离出来，可采用逐点判别颜色并加以记录的方法，将满足某一条件的点全部记录下来，其它不满足条件的点不予记录，则可得到由所记录的点组成的地图，即实现了分离。

但是，原始图象中，道路的背景一般都很复杂，如果直接根据各像素点的 RGB 值同时进行分类，类别多、运算量大且易误判，不易实现。因此，把道路识别的全过程分解为两步进行，先识别背景部分，再对道路进行识别。

#### 3.1 背景简化

对于道路而言，其背景主要是一些面状区域，这部分比较容易进行处理，因此先将这一部分的几种颜色分离出来。由于它们属于背景信息，不需要单独保留，可以直接置为二值化图象中的背景像素。具体过程如下：

- 对图中的面状要素选取若干样本，将每种颜色定为一类，确定图中主要颜色的类别。
- 对每一类，以各样本点的均值作为聚类中心，并计算各样本点与聚类中心的色差；统计各个色差值的大小及其所占的比例，取一个适当的值作为此类的阈值。
- 扫描图象，根据判别准则逐点确定其类别；将分属各类的点置为黑色(R,G,B 三个分量均为 0)，对不能确定类别归属的点则不做处理。

选取样本时，可用鼠标直接在屏幕上标出。应当取足够大的一块区域作为一类的样本，只要保证其中不含有其它地理要素即可，而这对于面状要素是很容易实现的。这样选取样本，能保证初始聚类中心与实际的类别中心之间不出现大的偏差，因此可以固定聚类中心，在识别过程中不再对聚类中心进行迭代修改。

为了适应地图上各种要素的形状，尽量多的选到合适的样本，将取样的区域设计成多种形式，如矩形、圆形、直线形等，当然也可以只取一点。这样设计尤其为下面的道路取样带来了方便。

阈值的确定是基于这样的考虑，我们要识别的颜色种类是多样的，而人眼对不同的基准色的敏感度不尽相同，对红色最为敏感，其它依次为橙紫绿青蓝，因而红色的阈值可定大一些，蓝色的阈值则应定小一些。但由于我们事先并不知道需要识别的颜色类别，类的个数

也不确定,所以很难找到对一幅图中所有颜色类都合适的阈值;而且需要识别的地图更是多种多样,色调不会完全相同,质量也有好有坏,对一幅地图分色效果良好的一个阈值,对另一幅地图的效果可能会很差。

阈值无法固定,由用户确定又不现实,因此必须使阈值的确定面向对象,即根据各颜色类的具体情况分别确定。颜色纯的类阈值就会比较小,反之,阈值就会大一些。但这种方法依赖于样本的选择,只有当样本数量足够多时,所确定的阈值才会比较准确。

### 3.2 平滑

经过上一步处理的图象,原图中的颜色类别大大减少,降低了复杂度和工作量,但会出现两种我们不希望见到的情况,一是背景中有部分点被遗漏,它们有可能作为噪声在以后的处理中出现在其它颜色层;二是在目标区域(道路)中会有部分点被误判为背景,这会导致道路缺损。

这两种情况均是对图象质量的破坏,因此有必要采取措施进行恢复。可以利用邻近象素的分布,通过平滑算法来实现。由于不是二值化图象,无法直接利用膨胀—腐蚀算法,这里的平滑处理是对膨胀—腐蚀算法的一种改进。

建立一个  $3 \times 3$  的模板,如图。将  $P_0$  对准图象中每一个象素,按以下原则扫描处理:

$P_1$	$P_2$	$P_3$
$P_8$	$P_0$	$P_4$
$P_7$	$P_6$	$P_5$

a.  $P_0$  为黑,且(1) $P_1, 3, 5, 7$  或  $P_2, 4, 6, 8$  均为黑;或(2) $P_1—P_8$  中至少有 5 个点为黑,则  $P_0$  保持不变。若这两个条件均不满足,表示此点被误判为背景点。

此时,取  $P_1—P_8$  中的非背景点,若这些点彼此的颜色差距均小于某个阈值,则说明这些点同属一类,并可以判定  $P_0$  也属于这一类;若这些点被判定为两类或更多,则认为  $P_0$  属于点数占优的一类。然后取  $P_0$  所属类中某点的象素值作为  $P_0$  的象素值。

b.  $P_0$  非黑,若其 8 个邻点均为背景点,则此点为漏判的背景点,将其置为黑色即可;否则不作处理。

c. 对非背景点类别的划分,由于无法象对背景区域那样直接选取样本、确定阈值,因此可以取各背景类的判别阈值的平均值作为此时的阈值。在下面的道路识别中,也将采用这个平均阈值。

平滑的过程可视效果反复多次进行,直到满意为止。为了尽可能保护道路不受到损坏,这里只使用了腐蚀算法,而且应当先执行对误判的非背景点的操作,再对漏判的背景点操作,而不要同时进行。

### 3.3 道路识别

经过对背景的识别处理之后,图中的面状要素已经基本消失,保留下来的除了道路,还有一些未被处理的铁路、轮廓线等线状要素和文字、符号等标记。

由于地理要素的形状不同,对道路的识别方法和处理手段也有所不同。首先,由于道路的宽窄不等,最窄的只有一个象素宽,最宽的也不过十几个象素宽,无法象在面状要素中那样集中在某个区域取样,只能按点或线形分散取样。由这些样本点得到初始聚类中心,并根据阈值  $d_1$  完成第一遍扫描。 $d_1$  为前面得到的平均阈值。

从第一遍扫描的结果中选取足够多的道路样本,按统计学方法选取新的阈值  $d_2$ ,并修

正聚类中心，然后进行第二遍扫描，确定“扩散”的“种子”。这两遍扫描合称初始扫描。

建立一个数据文件，将数据文件中的每个数据与地图上每个点一一对应起来，数据的值记录对应的样本所在的类。如未知类别的样本对应的数据为 0，背景类样本对应的数据为 1，道路类的样本对应 2, 3...。根据扫描的结果，随时更改文件中的数据，这样，可以在后面的扫描中只搜寻数据文件中值为 0 的未知样本。地图中，道路的颜色可能会有两三种，表示道路的等级不同。因此，道路的样本类可能不止一个。

在以后的扫描过程中，搜寻数据文件中值为 0 的未知类样本，将该样本和与其相邻的道路类样本求色差，差距小于  $d_2$  的未知类别的样本被分到对应的已分类样本的同一类中。这实际是以初始扫描得到的样本点为“种子”，向外扩散的过程。

这一扩散过程可反复进行，并可在过程中适当调节  $d_2$  的值，直到用户满意或不再有样本被分类为止。为了便于用户观察，可根据数据文件生成临时图象，将已确定为道路类的象素点显示为白色（R、G、B 三个分量都为 255）。

最后，当数据文件中不再有 0 值时，就基本完成了对道路的识别；然后将数据文件中数据为 1 的对应点的象素值置为 0（即黑色），数据为其它值所对应的点的象素值置为 1（即白色），就生成了二值化的黑白位图。

在这一过程中使用 8 邻域法有时并不奏效，因为有的道路只有一个象素宽，如果其中夹杂了其它颜色的点，就会使该道路被中断。解决这一问题的办法是扩大邻域范围，再引入  $3 \times 3$  邻域周围的 12 个点，这可以使单象素的噪声被忽略；对于更大的噪声，如果继续扩大邻域范围，一是大大增加了运算量，二是有可能出现很多误判。对这种情况，可以在下一步中进行修补。

修补包括自动修补和人机交互修补，目的是提高图象质量。自动修补的主要任务是利用膨胀—腐蚀算法，先对短小的间隙进行结合，然后进行噪声点的去除，将一些孤立噪声去掉。对于一些较大的间隙和噪声，则需要用人机交互的方式修补。

#### 4. 结束语

在彩色地图中，利用颜色的差异识别提取某种地理要素是一种比较自然的想法，也是在地图识别中最常用的方法。这种方法不受地理要素形状的限制，可以同时几种颜色的要素分开，具有一定的通用性。而且，用这种方法不需要太多的人工干预，效率也比较高。我们采用该方法完成了我国部分海岸线的识别，并取得了很好的效果。

### 参考文献

- [1] 模式识别导论 沈清、汤麟 国防科技大学出版社
- [2] 图象识别技术及其应用 李月景 机械工业出版社
- [3] 计算机图形学 孙家广、杨长贵 清华大学出版社
- [4] 地图自动识别系统中按颜色分层的算法及实现  
冯玉才等 《软件学报》95, 6(7)
- [5] 地图的计算机识别  
周源华等 《上海交通大学学报》93, 27(6)
- [6] 地图中河流自动识别方法的探讨  
吕建平等 《西安电子科技大学学报》96, 23(1)