

# 基于遗传算法的点群目标选取模型

邓红艳 武芳 钱海忠 侯璇

(解放军信息工程大学测绘学院, 郑州 450052)

**摘要** 结合3种点群目标选取的一般原则和遗传算法的基本原理与特点,设计了基于遗传算法的点群目标选取模型。考虑到要最大限度地保持点群的分布范围、排列规律、内部各地段的分布密度等因素,基于遗传算法的点群选取模型的基本原理是:首先采用自适应分类方法,将点群 $M$ 依照密度分成若干类子点群,然后根据每个子点群的点数和最后要保留的总的点数,计算每个子点群中要保留的点数,最后结合凸壳化简方法和遗传算法对点进行选取。在对关键性步骤进行讨论的基础上,本文针对某一地区的点群目标分别采用基于遗传算法的点目标选取方法与凸壳选取方法进行了选取对比实验。从实验结果和遗传算法的特点分析可以看出,基于遗传算法的点目标选取方法的特点是非常明显的,其适用于分散式居民地记号房、可看作点状目标的小湖泊群等点状要素的选取;能够保持密度分布特征及其排列规律;外围轮廓特点没有大的改变。

**关键词** 地图制图技术(420·30) 点群目标 选取 遗传算法 自动制图综合

**中图分类号**: TP391.41 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2003)08-0970-07

## A Model of Point Cluster Selection Based on Genetic Algorithms

DENG Hong-yan, WU Fang, QIAN Hai-zhong, HOU Xuan

(Institute of Surveying and Mapping, Information Engineering University, Zhengzhou 450052)

**Abstract** Combining the basic principle and characteristics of genetic algorithms with the three basic principles of point cluster selection, which are the selection according to the standard of selection, the selection according to the important meanings, the selection according to the range of distributing and density, we design a model of point cluster selection based on genetic algorithms. Considering that we must do our best to preserve the range of distributing, the principle of arranging, the density of distributing of point cluster, the basic principle of the model of point cluster selection is that divide the point cluster  $M$  into  $a$  sub-clusters:  $A_1, A_2, \dots, A_a$  according to the density, then calculate the preserved amount of every sub-cluster according to the amount of every sub-cluster and the total amount to be preserve, last combine convex hull with genetic algorithms to select. The results of the experiments are compared, one is by the methods of the selection based on genetic algorithms and the other is by the methods of the selection of convex hull. From the experimental output, we can get there conclusions: (1) The model of point cluster selection based on genetic algorithms can be better in the selection of dispersive object. (2) The model can preserve the characteristics of the density and the principles of arrangement well. (3) The model can preserve the outlook of the cluster well.

**Keywords** Point cluster, Selection, Genetic algorithms, Automated cartographic generalization

## 0 引言

有关数字地图自动综合的研究,可以说在计算机技术引入地图制图领域的时候就开始了,而且一

直没有停止过。随着地图制图及相关学科的发展,数字地图自动综合的研究越来越受到重视,研究的深度和广度都有不同程度的进步<sup>[1]</sup>。点群目标<sup>[2]</sup>作为地图上的基本要素不仅大量存在,而且同线状要素一样是人们进行自动制图综合研究的重点。

地图上具有区域景观特征的点群目标很多,如呈点状分布的散列式居民地、密集分布的用点表示的小岛屿群及小湖泊群、各种点状分布的专题内容等等。一般情况下,点群目标综合的实质是点群目标的选取。此处的选取有两方面的含义,一是选取数量的计算(定额选取);二是选取对象的确定(结构化选取)。其中结构化选取是点群综合的核心问题也是其难点所在。因为在地图空间中,点群的群体特征是表达区域地理景观的重要知识,它们的结构特征是地理知识、空间知识传播的基础,因此,点群的群体特征是地图自动综合必须考虑的最基本条件之一。也就是说,在结构化的选取过程中,随着目标数量的逐渐减少,目标群的整体特征(如分布范围、排列方向和密度差别等)必须保持。

由于自动制图综合的复杂性、创造性和形象化等特点,多年来制图学者孜孜以求,不断地将各种新方法、新技术运用到自动综合中来,力求达到自动综合的最优解。遗传算法(Genetic Algorithm,简称GA)是以自然选择和遗传理论为基础,将生物过程中适者生存的规则与群体内部染色体的随机信息交换机制相结合的全局搜索算法,作为一种有效的全局搜索方法,其从产生至今不断扩展应用领域,特别是针对一些用常规算法难以解决的优化组合问题均取得了比较好的结果,为此,将遗传算法应用到点群目标的自动综合中来,提出了一种基于遗传算法的点群目标选取模型。

## 1 点群目标选取的特点和要求

选取,是制图综合的基本方法之一。选取主要解决两方面的问题,一是定额选取模型的确定;二是结构选取模型的确定,前者解决选多少的问题,后者解决选哪些的问题。这两者中定额选取模型可依据地图比例尺和制图区域特点等因素,采用一定的模型(如开方根模型、回归模型等)可进行求解,因此,点群目标的选取重点一般归结为结构选取模型的求解问题(本文中点群目标选取问题均假设是在已通过一定的模型求取选取数量后进行)。各种点状要素类型和特点不同,选取的具体要求也各不相同,但是都遵循一般的原则和要求。

### 1.1 点群目标选取的基本原则和方法

为了保持制图区域原有的地理特点和满足地图的用图要求,点群目标选取一般基于以下原则<sup>[3,4]</sup>:

#### (1) 根据选取标准进行选取

所谓根据选取标准选取即是质量选取。例如,对于岛屿群的选取,在地形图上,常规定为 $0.5\text{mm}^2$ ,大于此标准的岛屿都应选取在地图上。

#### (2) 根据重要意义进行选取

有的点状目标虽然很小,但是由于其所处的位置很重要,也要进行选取。例如位于重要航道上的,标志国家领土主权范围的岛屿,无论在怎样小的比例尺地图上都必须选取。

#### (3) 根据分布范围和密度进行选取

这是点群目标选取的重点和难点所在,也是要研究的主要问题。对于成群分布的点状要素,要把它们当成一个整体来看待。实施选取时要先研究点群的分布范围,点的排列规律,内部各地段的分布密度等。

### 1.2 点群目标选取的现有模型分析

对点群目标的选取,有许多制图学者进行了不同方式的研究与实验,取得了一定的成绩,毋河海在考虑点群具有聚合性质的基础上,运用凸壳工具实现了点群目标的结构化描述,并通过具有嵌套结构的凸壳的化简,实现了对点群目标的选取<sup>[2]</sup>。王桥采用分形方法建立了方根模型的分形扩展,利用分维数与其分布特征建立联系,然后采用格网中心衍射法对点群目标进行选取<sup>[5]</sup>。艾廷华等等运用Delaunay三角网来描述点群的分布特征<sup>[6]</sup>。陆毅等通过定义分布范围、分布密度、分布中心和分布轴线来描述点群目标的结构化信息,并利用Delaunay三角网和Voronoi模型,在点群分布特征的识别和量测的基础上,对岛屿群进行了自动综合<sup>[7]</sup>。

除此之外,点群目标的选取模型还有随机函数重采样法、重力模型法、相关系数控制法和圆增长法等<sup>[8]</sup>。其中,随机函数重采样法是众多算法中最为简单的一种,但是,该方法不能保持点的空间分布特性,因此,只在早期的地理信息系统和自动编图系统中才可以看到;而重力模型法、相关系数控制法和圆增长法都是用圆形表示点的影响区域,但圆的半径难以确定,制约了该类方法的推广,同时就选取效果而言,该方法也值得商榷。

凸壳化简法是运用凸壳方法建立点群的圈层结构,将点群的化简分解为各凸壳圈上点的化简问题。该方法在反映各地段密度对比时效果不太明显,同时容易受噪声点的干扰。

以上方法都是用不同的模型和算法对点群目标综合的成果,且各具不同的特点,但尚不能完全满足

现有的自动制图综合中对点群目标选取的要求,因此,需要结合点群目标选取的基本原则寻求新的选取模型。

## 2 遗传算法的基本原理和特点

生物进化过程本质是一种优化过程,在计算科学上具有直接的借鉴意义,这也是遗传算法等一类模拟自然进化的计算方法的思想源泉<sup>[9]</sup>。遗传算法是 20 世纪 50 年代末 60 年代初,由美国 Michigan 大学的 Holland 教授和他的学生在研究自适应系统时提出并逐渐发展起来的一种全局优化搜索算法,它利用了生物进化和遗传的思想,具有许多与传统优化算法不同的特点<sup>[10,11]</sup>:

(1)遗传算法采用编码的方式,直接处理的对象是参数的编码集而不是问题参数本身,通过优良染色体基因的重组,遗传算法可以有效地处理传统上非常复杂的优化函数求解问题;

(2)遗传算法直接以目标函数值作为搜索信息;

(3)遗传算法同时使用多个搜索点的搜索信息,具有显著的并行性;

(4)遗传算法具有很强的鲁棒性(robustness),即在存在噪声的情况下,对同一问题的多次求解中得到的结果是相似的。

遗传算法提供了一种求解复杂系统优化问题的通用框架<sup>[10]</sup>,它不依赖于问题的具体领域,对问题的种类有很强的鲁棒性。

## 3 基于遗传算法的点群选取模型

考虑到要最大限度地保持点群的分布范围、排列规律、内部各地段的分布密度等因素,基于遗传算法的点群选取模型的基本原理是:首先采用自适应分类方法,将点群  $M$  依照密度分成  $a$  类子点群  $A_1, A_2, \dots, A_a$ ,然后再根据每个子点群的点数和最后要保留的总的点数,计算每个子点群中要保留的点数,最后结合凸壳化简方法和遗传算法对点进行选择。

### 3.1 点群的自适应分类

点群的自适应分类一般考虑的是点群的分布。将各点之间的关系类比于作用力,即点点之间的距离越近,其相互之间的作用力越大;点点之间的距离越远,其相互之间的作用力越小。从图 1 可以看出,点  $P$  与点  $P_1, P_2, P_3$  在同一类别中是比较合理的。

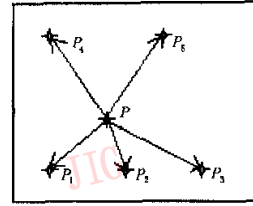


图 1 作用于点  $P$  上的力的示意图

将点点之间的相互作用力简单地看成与它们之间的距离成反比,当两点之间的距离很大时,相互作用可忽略不计。因此,对每一个点可规定一个邻域,不在其邻域中的点可认为与该点没有作用力,从而可求出对该点的各分作用力和合力。具体公式如下

$$f_i(P, P_i) = \frac{k}{d^2(P, P_i)} * \frac{(P_i - P)}{d(P, P_i)} \quad (1)$$

$$f_c(P) = \sum_{P_i \in U_c(P)} f_i(P, P_i) \quad (2)$$

其中,点  $P_i$  是点  $P$  邻域中的点,  $U_c(P)$  表示点  $P$  的邻域,  $f_i(P, P_i)$  表示点  $P_i$  和  $P$  之间的作用力,  $f_c(P)$  表示  $P$  邻域中的点对点  $P$  的合力,  $p_i, p$  分别为点  $P_i, P$  的矢量,  $\frac{(p_i - p)}{d(P, P_i)}$  求取力的方向,实际就是求取单位矢量的方向,  $k$  为正数,类似于是一个简单的比率参量,可直接取值为 1。

从力学角度来讲,点  $P$  所受作用力的方向一般指向其局部的一个中心,如果  $f_i(P, P_i)$  与  $f_c(P)$  之间的夹角是锐角,则点  $P_i$  和  $P$  应该分为同一类。因此,对于点  $P$ ,集合  $Set(P)$  定义为

$$Set(P) = \{P_i | P_i \in U_c(P) \wedge \theta[f_i(P, P_i), f_c(P)] < 90^\circ\} \quad (3)$$

集合  $Set(P)$  提供了点和点之间的相互关系,可以根据  $Set(P)$  进行自适应分类。考虑到地图上点群的分布密度一般是变化的,如果对于所有样本点,邻域大小是固定的,分类的结果将不能很好地保持其密度分布特点。因此,采取设置  $\epsilon$  的方法<sup>[12]</sup>进行分类。对于一些特殊的点,例如与周围点距离比较远的点将自行分为一类。具体步骤如下:

(1) 建立格网索引,求取点与其相邻格网内所有点的距离,及最小距离  $D(P) = \min\{d(P, P_i)\}$ ,其中  $P_i$  为相邻 8 邻域格网内的点(图 2);

(2) 将所有的  $D(P)$  进行排序,从大到小选择要保留总点数的  $1/5$  个点,这些点将各自单独作为一类,对剩下的点进行自适应分类;

1	2	3
4	P	5
6	7	8

图 2 点 P 的相邻格网

(3) 根据邻域选取规则,根据设定的  $\epsilon$  和式(1)、式(2)、式(3)计算每个点对应的集合  $Set(P)$ ;

(4) 设当前类别数目  $i=0$ ,设置  $C_i = \emptyset$ ,其中  $C_i$  表示已经得到的分类,  $\emptyset$  表示空集;

(5) 如果存在未处理的样本点,则选取新类别的种子点  $P_i, C_i = \{P_i\}$ ,否则结束;

(6) 如果  $\exists P_j \in U$  (其中  $U$  表示不属于任何已经进行分类的点的集合),满足条件:  $\exists P_k \in C_i$  并且  $P_j \in Set(P_k)$ ,则  $C_i = C_i \cup \{P_j\}$ ,继续搜索.

(7) 分类结束.

### 3.2 各子群需保留的点数计算

根据自适应分类计算结果,将所有包括一个点的子类均选取,选取的数目记为  $m$ . 其他子类将分别进行处理,其中,每个子类要选取的点数用下式进行计算

$$n_i = (n - m) \left( \frac{N_i}{N - m} \right) \quad (4)$$

其中,  $n_i$  表示每一子类中要选取的点数,  $n$  表示通过开方根模型依据地图比例尺计算所得的所要选取点的总数目,  $N$  表示原来所有点的数目,  $N_i$  表示子类中点的数目.

求取完每一子类需要保留点的数目后,将分别对各子类进行处理.

### 3.3 凸包计算和化简

利用约束性 Delaunay 求取子点群的外围凸包<sup>[7]</sup>,再利用凸壳化简法<sup>[2]</sup>对其外围轮廓线上的点进行选取.

### 3.4 利用遗传算法进行点的选取

利用遗传算法进行点的选取主要处理的是凸包内的点,需要解决以下 6 方面的问题:

#### (1) 编码的确定

编码是应用遗传算法时要解决的首要问题,也是设计遗传算法的一个关键步骤.在编码方法的设计上,考虑到凸包上的点已经过选取处理,从而设计了编码、解码以及交叉运算都很方便的约束性二进制编码.

具体的编码方法是:编码的长度等于子点群中点的数目  $N_i$ ,染色体上等位基因的取值反映相应位

置点是否被选取:1 表示被选中,0 表示未被选中.其中凸包上已经被选中的点,其染色体上等位基因的取值始终为 1,反之始终为 0.

#### (2) 适应度函数的确定

适应度函数与问题所要达到的要求密切相关.一般情况下是依据问题所要达到的一些难以求取最优解,但是可以求取最优近似解的主要目标设计适应度函数.针对要尽量保持点群的分布特征这一目标,设计的适应度函数为

$$F = \max \left\{ \sum_{k=1}^n \min(d(P_k, P_j)) \mid 1 \leq j \leq n, j \neq k \right\} \quad (5)$$

该式表示选取后的选中点之间的最小距离和最大,保证了选中的点尽可能地覆盖整个凸包范围,以达到保持点群分布特性的目的.由于采用的是约束性二进制编码,且要保证凸包上已经被选中的点始终被选中,因此,采用该适应度函数不但保证了凸包范围内部的点分布均匀,同时凸包点的参与计算,也保证了选中的点相对凸包外围轮廓尽可能分布合理.可见针对单个凸包选中点将最大可能的反映整个凸包中点的分布情况.将各个凸包的选择情况进行合并,自然也就反映所有点的分布情况.

#### (3) GA 操作方法的确定

GA 操作中需要确定的操作方法主要是指交叉方法和变异方法.由于点与点之间不存在明显的关系,因此采用了常规的单点交叉方法,具体操作如图 3 所示.

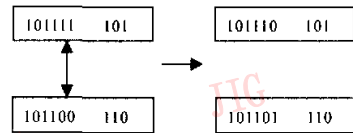


图 3 单点交叉示意图

交叉方法实际上是扩大了遗传算法的搜索空间,将其产生的更多个体参与选择,是遗传算法中模式定理<sup>[13]</sup>最直接的反映:将染色体中好的片段进行组合,引导遗传算法不断地向最优结果收敛.变异方法同交叉方法一样是 GA 操作中的重要方法.变异方法是通过改变染色体等位基因的取值来扩大搜索空间,使结果更趋于合理,且避免过早收敛.然而,常规的简单变异方法往往产生许多无用的结果,降低了遗传算法的效率,因此,对于变异方法这里不再使用常规的变异方法,而用局部优选策略来代替变异操作,使得所有将要进行下一步操作的父代染色体

均是可行解,也就是通过局部优选策略保证点群选择的点数是  $n_i$ ,同时符合凸包选取后的结果.具体操作如下:

① 对一条有待进行局部搜索策略的染色体进行解码处理,确定原始点群中各点是否被选中;

② 根据凸包选取结果修正染色体,其中凸包上已经被选中的点,染色体上等位基因的取值始终为 1,反之始终为 0.

③ 根据染色体等位基因的取值,计算选中的点数  $M_i$ ,如果  $M_i > n_i$ ,计算选中点中的某个点  $P_k$  和其他选中点的最近距离  $d_k$ ,将最小的  $d_k$  中的任意一点变为不选中(不包括凸包上的点),其染色体上等位基因的取值变为 0,转到第 3 步;如果  $M_i < n_i$ ,计算选中点中的某个点  $P_k$  和没有选中点的最近距离  $D_k$ ,将最大的  $D_k$  中的没有被选中的点变为选中(不包括凸包上的点),其染色体上等位基因的取值变为 1,转到第 3 步;如果  $M_i = n_i$ ,继续下一步.

④ 用修正后的染色体代替原来染色体.

实验证明,采用遗传算法与局部搜索策略相结合以利用启发式信息及领域相关的知识策略,避免了在非可行解上浪费时间,大大提高了系统的运行效率.

(4)GA 操作参数的确定

GA 操作中需要确定的参数主要是指群体大小  $M$ ,交叉概率  $P_c$ ,变异概率  $P_m$ .这些参数对 GA 的运行性能影响比较大,需要认真选取,但是目前这些参数的确定主要是靠实验来完成的.

通过实验比较,将群体大小  $M$  设为 50,交叉概率  $P_c$  取值为 0.8,而变异概率由于没有采用常规变异,故取值为 0.

(5)选择方法的确定

遗传算法使用选择算子来对群体中的个体进行

优胜劣汰操作,方法是多种多样的.通过对点群目标本身的特点选用了锦标赛选择方法:即将交叉和变异处理后产生的两个新的子代染色体与父代染色体进行比较,依据适应度函数求取各自的适应度,通过比较将适应度最大的两个染色体代替父代染色体.这符合遗传观点中的适者生存,不适者被淘汰的原则.同时,该选择方法使得适应值好的个体具有较大的生存机会,同时还可以避免超级个体的影响<sup>[13]</sup>.

(6)终止条件的设定

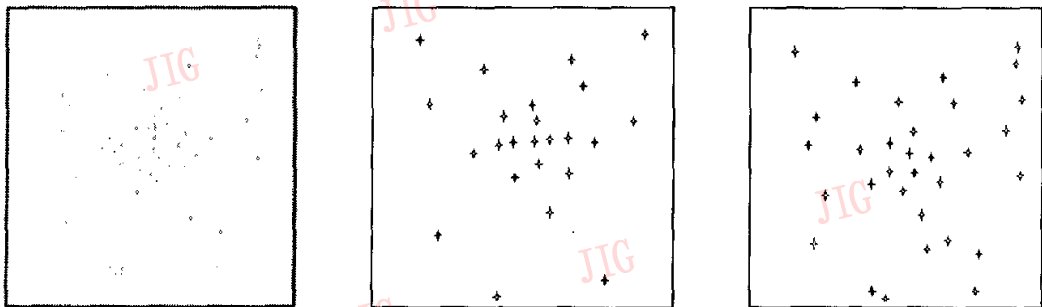
采用两种终止条件:一种是确定遗传的代数,它表示遗传算法运行到指定的进化代数之后就停止运行;另一种是将平均适应度与最大适应度相结合进行判断,如果平均适应度与最大适应度相差在限定范围之内,则运算终止,这也表明遗传算法不再向好的方向优化.这两种方法结合进行,无论达到哪种条件,运算均终止.

将以上解决遗传算法的几个关键性问题带入到遗传算法框架中,将可获得子点群的最终选择结果,将所有子点群的选择结果合并就是点群目标的选取结果.

### 4 实验结果与结论

图 4 是针对某一地区的点群目标,分别采用基于遗传算法的点目标选取方法与凸壳选取方法进行选取的实验例图.从实验结果和遗传算法的特点分析可以看出,基于遗传算法的点目标选取方法的特点是:

- (1)适用于分散式居民地记号房、可看作点状目标的小湖泊群等点状要素的选取;
- (2)能够保持密度分布特征及其排列规律;
- (3)外围轮廓特点没有大的改变.



(a) 点目标选取前

(b) 凸包方法选取结果

(c) 利用遗传算法选取结果

图 4 基于遗传算法的点群选择结果

然而,由于遗传算法是从全局优化的观点进行点目标选取的,因此,该方法与其他方法相比较,计算速度相对比较慢,表 1 是针对不同点数的消耗时间对比。表 1 基于遗传算法的点群目标选取与

凸壳选取消耗时间对比

要处理的点数	基于遗传算法的点群目标选取方法	凸壳选取方法
32	238	156
112	356	187
23	203	135
334	3 888	1 022
156	4 587	1 089
768	17 698	1 223
1 023	23 898	1 342

单位:ms  
从消耗的时间上看,基于遗传算法的点群目标选取不具有实用价值,分析遗传算法本身的特点,遗传算法具有很好的并行性(遗传操作中每个个体之间是相互独立并且可同时计算),这是完全符合分布式计算要求的。因此,采用分布式计算,即将遗传算法中每个个体自身的处理分布到不同的机器上进行,而只将最后的交叉等简单操作汇总到一台机器上,表 2 是该算法采用分布式计算改进后消耗时间对比。

从表 2 中可看出,基于遗传算法的点群目标选取采用分布式计算改进后消耗时间完全符合要求,该模型具有实用价值。

表 2 基于遗传算法的点群目标选取采用分布式计算改进后消耗时间

要处理的点数	用分布式计算改进前	用分布式计算改进后
32	238	117
112	356	195
23	203	154
334	3 888	1 123
456	4 587	1 194
768	17 698	1 344
1 023	23 898	1 899

从总体来说,基于遗传算法的点群选择模型只是将遗传算法用于制图综合的一个很小的方面。制图综合的许多问题从一定意义上讲是可以转化为最优化处理问题的,如线的化简等,因此,利用遗传算法这种全局并行的最优解搜索方法来寻求问题的结

果应该是一条全新的思路和方法。

参 考 文 献

- 1 王家耀,武芳. 数字地图自动制图综合原理与方法[M]. 北京:解放军出版社,1997.
- 2 毋河海. 凸壳原理在点群目标综合中的应用[J]. 测绘工程,1997, 6(1):1~6.
- 3 王家耀等. 普通地图制图综合原理[M]. 北京:测绘出版社,1992.
- 4 祝国瑞,郭礼珍,尹贡白等. 地图设计与编绘[M]. 武汉:武汉大学出版社,2001.
- 5 王桥,毋河海. 地图信息的分形描述与自动综合研究[M]. 武汉:武汉测绘科技大学出版社,1998.
- 6 艾廷华,刘耀林. 保持空间分布特征的群点化简方法[J]. 测绘学报,2002,31(2):175~180.
- 7 Lu Yi, Du Jing-hai, Zhai Jing-sheng. A model of point cluster generalization with spatial distribution features recognized and measured[A]. In: Proceedings of 20th International Cartographic Conference [C], Beijing: Publishing House of Surveying and Mapping, 2001: 2123~2128.
- 8 贾奋励. 电子地图多尺度表达的理论与方法的研究[D]. 郑州:解放军信息工程大学,2002.
- 9 Holland J H. Outline for a logical theory of adaptive systems[J]. Journal of the Association for Computing Machinery. 1962, 9(3):297~314.
- 10 李敏强,寇纪濂,林丹等. 遗传算法的基本原理与应用[M]. 北京:科学出版社,2002.
- 11 潘正君,康立山,陈毓屏. 演化计算[M]. 北京:清华大学出版社,1998.
- 12 侯格贤. 遗传算法性能及其在聚类分析中应用的研究[D]. 西安电子科技大学博士论文,1999.
- 13 张文修,梁怡. 遗传算法的数学基础[M]. 西安:西安交通大学出版社,1999.



邓红艳 1978 年生,现为解放军信息工程大学测绘学院地图学与地理信息工程系硕士研究生,主要研究方向是地理信息系统、GIS 下多尺度空间数据表达、遗传算法等。



武芳 1964 年生,现为解放军信息工程大学测绘学院地图学与地理信息工程系教授,硕士导师,主要研究方向是地理信息系统与辅助决策系统、地图学、GIS 下多尺度空间数据表达、自动制图综合等。



**钱海忠** 1976年生,现为解放军信息工程大学测绘学院地图学与地理信息工程系博士研究生。主要研究方向是地理信息系统与辅助决策系统、GIS下多尺度空间数据表达等。



**侯 震** 1974年生,现为解放军信息工程大学测绘学院地图学与地理信息工程系硕士研究生。主要研究方向是GIS下多尺度空间数据表达等。

## 第12届中国多媒体学术会议(NCMT2003)参会通知

2003年9月18~21日·贵州

<http://media.cs.tsinghua.edu.cn/~ncmt03>

由中国图象图形学学会和中国计算机学会联合召开的全国多媒体学术会议自1992年在北京第一次召开以来,已成功地举行了11届。第12届全国多媒体学术会议(NCMT2003)将于2003年9月18日~21日在风景秀丽的贵州省贵阳市召开。会议期间将组织著名学者就宽带和无线网络、新型计算模式、流媒体等热点领域做大会特邀报告和广泛的学术讨论。

现将会议有关事项通知如下:

1. 会议程:9月17日报到  
     9月18日~19日 会议  
     9月20日~21日 参观考查
2. 会议注册费:每人450元。
3. 住宿费用:二星级宾馆标准2人间每人每天60元。

热忱欢迎相关领域科技工作者赴会,参与学术交流与研讨。详情请登录会议网站查询。

NCMT'2003  
大会组织委员会