率的改进的算法[3],但不能针对所有的图。结合绝对中心理论，本文提出了一种遗传算法,仿真实验说明遗传算法不仅能较快的计算出满意解，而且可以适用于更一般的情况。

## 1 相关理论

### 1.1 Dijkstra 最短路径算法

Dijkstra 于 1959 年提出了最短路径算法[4]，其基本思想是从起点出发，逐步地向外探询最短路径。执行过程中，与每个点对应，记录一个数（称为该点的标号），它或者表示从起点到该点的最短路径的权值（记为 P 标号），或者是从起点到该点的最短路径的权的上界（记为 T 标号），方法的每一步是修改 T 标号，并且把某个具有 T 标号的点改变，使之成为 P 标号的点，从而使得具有 P 标号的节点数每次多一个，经过有限次的迭代，最终可以求得从起点到各点的最短路径。

### 1.2 绝对中心点理论[5]

在网络图中，弧（即网络图中的边）$e_j=(v_p,v_q)$上的某点 x 到顶点 $v_i$ 的最短距离，称为该点到顶点的距离，根据定义，可以推导出其计算公式：

$x\in(v_p,v_q)$

$$d(v_i,x)=\min\{d(v_p,v_i)+d(x,v_p),d(v_q,v_i)+d(x,v_q)\} \tag{1.1}$$

令 $d(v_p,v_q)=b_j$ ,$d(v_p,x)=x$ ，则 $d(v_q,x)=b_j-x$,代入（1.1）式得：

$$d(v_i,x)=\min\{d(v_p,v_i)+x,d(v_q,v_i)+b_j-x\} \tag{1.2}$$

对于一无向弧$(v_p,v_q)$，逐条求出它与各个顶点 vi(i=1,2,…,n)的距离 $d(v_i,x)$,将其中的最大值作为 $\max_{1\le i\le n} d(v_i,x)$。

在网络图 G 中，对于弧 $e_j$ 上的点 $x_j$ 如果满足：$\min_{x\in e_j}\max_{1\le i\le n} d(v_i,x)=\max_{1\le i\le n} d(v_i,x_j)$,则称 $x_j$ 为网络 G 上弧 $e_j$ 的局部中心点，$r(x_j)$为弧 $e_j$ 上的局部半径。

在网络图 G 中的点 $x_0$ 如果满足：$\min_{x\in G}\max_{1\le i\le n} d(v_i,x)=\max_{1\le i\le n} d(v_i,x_0)$，则称 $x_0$ 为网络 G 的绝对中心点，$r(x_0)$为绝对半径。

---

收稿日期：2007－02－16

作者简介：黄 轩（1978－），男，福建漳州人，助教，在读研究生.

抽象成一个无向赋权图，相应地应急设施点选址问题可以转化为以下的数学模型：[7]

$$\min \sum h_i * d(v_i,x)$$

$$\text{s.t. } \max_{1\le i\le n} d(v_i,x) \le u \quad, \quad x \in G \tag{2.1}$$

使 $z_m(x)=\sum h_i*d(v_i,x)$ 最小的点 $x_m$ 叫做 G 的绝对中位点，使 $z_c(x)=\max_{1\le i\le n} d(v_i,x)$ 最小的点 $x_c$ 叫做 G 的绝对中心点，其中 $u\in[z_c(m_c),z_c(x_m)]$[2,3]。

## 3 用遗传算法求解应急选址问题

### 3.1 编码方案

实验首先按顺序给 G 中的弧以自然数方式编号，并且因为是无向图，可以规定弧的方向都是从上到下，从左往右的。然后采用了顺序编码结合二进制编码方案，每个染色体编码包括两个部分，前半部分采用顺序编码（一个整型数），对应 G 上的弧；后半部分采用二进制编码（根据要求的精度设计长度，实验中采用 8 bits），表示相对长度。

染色体结构如：（顺序弧编码|二进制相对长度编码）

基因型和表现型的对应关系为：弧编码直接对应；对于二进制编码，先将其转化成十进度整数，除以 256（8 bits 表示的状态数），然后再乘以相应的弧长,得到的结果表示从弧尾开始到表现型的这个点的长度。

### 3.2 适应度函数

由于求解的是最小值问题，而且图 G 上任意两点的距离都是正值，所以可以设置一个常量 Cmax,其值为图 G 中所以弧权值之和。当个体满足 $\max_{1\le i\le n} d(v_i,x)\le u$ 时，其适应值为 Cmax 减去 $\sum h_i*d(v_i,x)$ 的差，当不满足 $\max_{1\le i\le n} d(v_i,x)\le u$ 时，作为惩罚，令其适应值为 0。

### 3.3 遗传操作

#### 3.3.1 选择操作

选择操作采用精英模式下的轮盘赌方法。假设群体的大小为 M，个体 i 的适应度为 $F_i$，则个体 i 被选择的概率为[6]

$$i_{ps} = F_i/\sum F_i \qquad (i=1，2，…，M) \tag{3.1}$$

可见，适应度越高的个体被选择的概率就越大；反之，适应度越底的个体被选中的概率也越小。

为了防止选择、交叉、变异等遗传操作破坏掉当前群体中适应度最好的个体，所以，我们不让当前群体中适应度最高的个体参与交叉和变异操作，而是用它来替换掉本代群体中经过交叉、变异等遗传操作后产生的适应度最低的那个个体，即精英模式[8]。

#### 3.3.2 交叉操作

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $V3$ | ∞ | 5 | ∞ | 12 | 9 |
| $V4$ | 8 | 6 | 12 | ∞ | ∞ |
| $V5$ | 4 | ∞ | 9 | ∞ | ∞ |

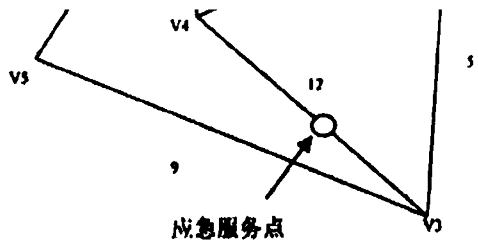

图 1 计算结果

## 5 结 语

遗传算法是一种全局随机搜索算法，它比传统的数学规划方法简单，并且对求解问题本身要求不严格，利用遗传算法对应急系统选址模型进行求解，我们发现，遗传算法不易陷入局部最解；运行的速度快，当问题规模较大时更为明显；使用遗传算法不仅可以求得最优解(或满意解)，而且还可以求得一组最优解(或满意解)，以方便决策。


参考文献：

[1]Roland Durier. The general one center location problem[J]. Mathematics of Operations Research, 1995,20(2):400－418.

[2]Peter H Peteers. Some new algorithms for location problems on network[J]. European Journal of Operation Research,1998,104:299~309.

[3]何建敏，等. 应急研究综述与展望[J]. 系统工程理论与实践,1998,7:17－24.

[4]Thomas H. Cormen et al. Introduction to Algorithms [M]. The MIT Press, 2001.

[5]Hakimi S L. Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph[J]. Operations Research, 1965, 13:450－459.

[6]Holland J H. Adaptation in Nature and Artificial Systems [M]. The MIT Press, 1992.

[7]George F L. Routing and Emergency-Response-Term Sitting for high-level radioactive waste shipments [J]. IEEE Transactions on Engineering Management. 1998, 110:141－152.

[8]De Jong K A. An Analysis of the Behavior of a Class of Genetic Adaptive System[J]. Ph.D Dissertation, University of Michigan , No.76-9381, 1975.

[9]周 明，等. 遗传算法原理与应用[M]. 北京：国防工业出版社, 1999.



（责任编辑：李 平）