

辽西建平地区自动气象站巡视问题探究

谭树东¹, 谭立献² (1. 辽宁省建平县气象局, 辽宁朝阳 122400; 2. 辽宁省东港市气象局, 辽宁丹东 183000)

摘要 气象观测是开展现代气象工作的基础, 随着科技的进步, 传统人工气象观测逐渐被自动气象站所取代, 自动气象站成为了现代气象工作的基石, 是开展一切气象工作的前提条件, 由于地理分布较广且周围环境恶劣, 需要对其进行定期巡视与维护以保证期正常运行, 但由于数目较多且地理位置较散寻找一条最佳巡视路径急需解决, 在此以辽西建平地区的气象自动站为例, 提出了遗传算法建立数学模型并通过 MATLAB 数学软件进行计算的解决办法, 并通过实际验证, 该路径可以提高自动站巡视维护工作效率 20% 左右。

关键词 遗传算法; MATLAB; 气象自动站; 定期巡视维护; 辽西建平

中图分类号 S163+.7 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)14-221-03

辽西建平地区耕地总计 14.6 万 hm^2 , 平均每人拥有耕地 0.3 hm^2 , 位居辽宁省第一, 是我国农村人均耕地占有量的 1 倍, 主要经济作物为马铃薯、玉米等, 气候条件属于半湿润、半干旱季风型大陆性气候, 雨热同期, 近 10 年平均降水量 615.7 mm。由于夏季温度较高且降水不足, 常需进行人工增雨工作, 该地区气象工作对农业生产有着重要影响。

现代气象工作主要以气象观测的数据为主要依据, 其中地面气象观测数据的主要来源是地面气象自动站。自动气象站是一种通过传感器进行气象数据采集, 然后通过通信网络进行数据实时传输或存储起来供以后使用, 其目的是节省人力和测量更为全面的气象数据, 然而由于气象观测的环境要求, 其地理位置分布较广且基本上均处于偏僻地区, 由于环境因素和电子仪器的敏感性其经常出现问题, 需要定期对其进行巡视维护, 以保证其正常运行。笔者在此以辽西建平地区的气象自动站为例, 提出了通过遗传算法建立数学模型并通过 MATLAB 数学软件进行计算的解决办法。

1 算法模型

建平县内一共拥有 15 个自动气象观测站, 其中 14 个分布在乡下农村地区, 日常巡视要求每一个自动站均要进行巡视并维修有问题的自动气象站, 这是一个典型的 TSP 问题 (TSP 问题就是寻找一条最短的遍历 n 个城市的最短路径)。

遗传算法是通过自然界的生物进化规律演化而来的随机化搜索方法, 算法通过自然选择、遗传、变异等步骤, 使每代个体的适应度逐渐增强, 其主要特点是直接对结构对象进行操作, 不存在求导和函数连续性的限定; 具有内在的隐并行性和更好的全局寻优能力, 采用概率化的寻优方法, 能自动获取和指导优化的搜索空间, 自适应地调整搜索方向, 不需要确定的规则, 遗传算法在解决 TSP 问题中有着其他算法没有的优势^[1]。标遗传算法包括群体的初始化、选择、交叉、变异操作。通过遗传算法解决 TSP 问题的主要步骤可描述如下。

1.1 初始化 随机产生一组初始个体构成的初始种群, 设置进化代数计数器 $i=0$, 设置最大进化代数 I , 随机生成 n 个个体作为初始群体 $Z(0)$ 。

1.2 个体评价 计算群体 $Z(i)$ 中各个个体的适应度。

1.3 选择运算 将选择算子作用于群体。选择的目的是把优化的个体直接遗传到下一代或通过配对交叉产生新的个体再遗传到下一代。

1.4 交叉和变异运算 按交叉概率 Z_c 执行交叉操作, 再按变异概率 Z_n 执行变异操作。

1.5 判断是否终止循环 判断算法的收敛性是否符合要求, 如果 $i=I$, 输出遗传进化过程中具有最大适应度的个体作为最优解, 否则重复步骤“1.2”^[2]。

2 建立数学模型与求解

2.1 数据收集与坐标转换 通过 GPS 定位得到建平县 23 个自动气象站的经度、纬度, 通过软件转化成平面的 X、Y 坐标, 结果如表 1 所示。

2.2 Matlab 编程

2.2.1 数据输入与种群初始化。 矩阵 defaultConfig.xy 储存的是个城市的坐标 (设维护人员出发点的坐标为 (0,0)), 且创建一个全新的种群。代码如下:

```
pop = zeros(popSize, n);
pop(1, :) = (1:n);
for k = 2:popSize
    pop(k, :) = randperm(n);
end
```

2.2.2 距离矩阵和适应度函数。 距离矩阵使用一个 $n \times n$ 阶矩阵 pop 存储, $\text{pop}(i, j)$ 代表城市 i 和城市 j 之间的距离。 $\text{pop}(i, j) = \text{sqrt}((X_i - X_j)^2 + (Y_i - Y_j)^2)$ 在该问题的求解中, 用距离的总和来衡量适应度, 距离的总和越大, 则适应度越小, 进而研究得到的解是否是最优解。每个个体 (每条路径距离) 总和的计算公式如下:

```
for p = 1:popSize
    d = dmat(pop(p, n), pop(p, 1)); % Closed Path
    for k = 2:n
        d = d + dmat(pop(p, k-1), pop(p, k));
    end
    totalDist(p) = d;
end
```

2.2.3 选择操作。 选择操作的目的是为了在当前的种群中选出优良的个体, 让他们作为父代产生适应度更高的子代个

体。代码如下:

```
[minDist,index] = min(totalDist);
distHistory(iter) = minDist;
```

```
if minDist < globalMin
    globalMin = minDist;
    optRoute = pop(index,:);
```

表 1 自动站坐标

编号	地址	经度//E	纬度//N	X 坐标	Y 坐标
0	建平站	119°37'34"	41°24'26"	4 585 942.537	40 468 745.70
1	太平庄	119°21'26"	41°48'51"	4 631 277.664	40 446 589.69
2	甘家子	119°44'09"	42°09'26"	4 669 216.565	40 478 167.18
3	黑水	119°25'42"	42°04'14"	4 659 714.226	40 452 688.47
4	哈拉道口	119°28'00"	42°18'00"	4 685 180.251	40 456 020.29
5	八家	119°22'30"	41°56'08"	4 644 749.857	40 448 165.08
6	青松岭	119°52'49"	41°46'37"	4 626 950.526	40 490 046.19
7	三家乡	119°20'41"	41°37'13"	4 609 750.162	40 445 387.12
8	喀喇沁	120°00'00"	41°45'00"	4 623 950.862	40 500 000.00
9	深井乡	119°40'35"	41°38'46"	4 612 462.586	40 473 040.06
10	马场乡	119°42'26"	42°04'26"	4 659 966.254	40 476 230.56
11	热水乡	119°18'42"	42°08'39"	4 667 961.949	40 443 098.87
12	烧锅营子乡	119°33'27"	42°11'47"	4 673 628.163	40 463 450.83
13	奎德素	119°27'28"	41°47'38"	4 628 967.762	40 454 930.97
14	罗福沟	119°49'12"	42°01'15"	4 654 048.802	40 485 091.48
15	老官地	119°17'26"	41°15'44"	4 570 018.277	40 440 546.75
16	榆树林子	120°21'01"	41°33'20"	4 602 413.470	40 529 222.35
17	杨树岭	119°45'23"	41°50'31"	4 634 191.939	40 479 766.42
18	青峰山	119°35'06"	41°30'29"	4 597 161.733	40 465 352.77
19	沙海	119°27'33"	41°34'37"	4 604 871.086	40 454 895.15
20	小塘	119°35'06"	41°30'06"	4 596 452.145	40 465 349.36
21	朱碌科	119°55'17"	41°39'17"	4 613 371.399	40 493 451.81
22	张家营子	119°40'32"	41°47'23"	4 628 413.723	40 473 030.75
23	昌隆	119°24'31"	41°00'04"	4 540 945.419	40 450 243.26

2.2.4 交叉操作。群体中的每个个体之间均以一定的概率 $p1$ 交叉,即 2 个个体从各自字符串的某一位置(一般是随机确定)开始互相交换,这类生物进化过程中的基因分裂与重组。如假设 2 个父代个体 x_1, x_2 分别为 $x_1 = 0100110, x_2 = 1010001$,从这 2 个个体的第 2 位开始交叉,交叉完成后得到 2 个新的子代个体 y_1, y_2 分别为 $y_1 = 0100101, y_2 = 1010010$,这样 2 个子代个体就分别具有了 2 个父代个体的一些特征。利用交叉操作可以由父代个体在子代组合成具有更高适应度的新个体。Matlab 实现步骤如下:

```
randomOrder = randperm(popSize);
for p = 4:4:popSize
    rtes = pop(randomOrder(p-3:p),:);
    dists = totalDist(randomOrder(p-3:p));
    [ignore,idx] = min(dists);
    bestOf4Route = rtes(idx,:);
    routeInsertionPoints = sort(ceil(n * rand(1,
2)))));
    I = routeInsertionPoints(1);
    J = routeInsertionPoints(2);
```

2.2.5 变异操作。基因突变情况普遍的存在于生物进化过程当中。变异是指父代中个体的每一位均以同一概率 $p2$ 翻转,即由“1”变为“0”,或由“0”变为“1”。遗传算法所具有的变异性可以使求解过程能够随机地搜索到最优解可能存在的整个空间,因此可以在一定程度上求得全局最优解。这一部分的代码如下:

```
for k = 1:4 % Mutate the Best to get Three New Routes
    tmpPop(k,:) = bestOf4Route;
```

```
switch k
    case 2 % Flip
        tmpPop(k,I:J) = tmpPop(k,J:-1:
I);
    case 3 % Swap
        tmpPop(k,[I J]) = tmpPop(k,[J
I]);
    case 4 % Slide
        tmpPop(k,I:J) = tmpPop(k,[I+1:
J I]);
    otherwise % Do Nothing
end
end
newPop(p-3:p,:) = tmpPop;
end
pop = newPop;
```

2.3 Matlab 求解 通过 Matlab 运算,发现经过 4 600 次遗传之后最优路径的值不会再发生特别大的变化(图 1),最后经过 4 637 次的遗传之后最终得到一条最优路径 0-23-15-19-7-13-1-5-3-11-4-12-2-10-14-17-22-6-8-16-21-9-18-20,即本站-昌隆-老官地-沙海-三家-奎德素-太平庄-八家-黑水-热水-哈拉道口-烧锅营子-甘家子-马场-罗福沟-杨树岭-张家营子-青松岭-喀喇沁-榆树林子-朱碌科-深井-青峰山-小塘,基本路径如图 2 所示。

3 总结

该研究通过建立遗传算法的数学模型,并通过 MATLAB

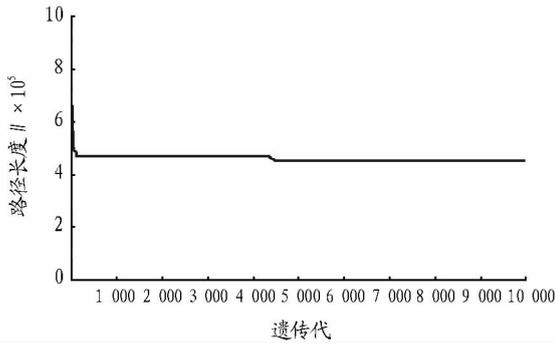


图1 经过 n 代遗传之后的最优解大小

软件求解的方法给出了一条辽西建平地区气象自动站巡视维护的最佳路径,能够提升自动站维护人员的工作效率,减少日常维护的消耗开支,为自动站巡视问题提供了理论上的参考,在实际应用中有很大的参考意义。

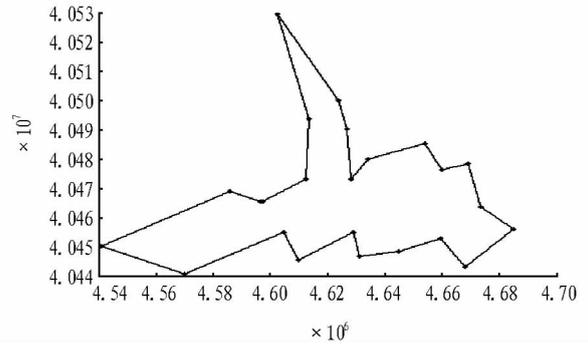


图2 通过遗传算法得到的最短路径图

参考文献

(上接第 180 页)

败气味依次降低,处理⑧有轻微有机肥(猪粪)味道;处理⑨有机肥(猪粪)味道明显。

2.3.4 物理状态。研究表明,处理①~④与处理⑧、⑨仍为过筛后的颗粒状,处理⑤结块现象严重,从处理⑤到处理⑦结块现象依次减少。

3 结论与讨论

草炭含有较丰富的能量物质,并且疏松多孔的物理特性也是作为微生物菌剂的理想载体,在保存过程中也能保持较稳定的性状。但是,草炭是短期不可再生性的天然矿产资源,成本较高,不能长期作为载体来使用,不符合可持续发展的理念。

而湖南当地猪粪和谷糠较多,尝试用猪粪堆肥来代替草炭作为微生物载体材料。堆肥中不仅含有较高的腐殖质,而且有丰富的有益微生物,与草炭相比具有较高的抑病效果^[17-19],且抑病效果持久^[20]。同时,添加谷糠作为填充材料,在保证堆肥效果和不影响微生物生长的前提下,增加堆肥的蓬松性和比表面积,有利于微生物的存活和生长,也能在一定程度上降低生产成本。将畜禽粪便和谷糠作为载体材料,风干后吸附功能微生物,对保护环境、提高肥效以及促进微生物肥料行业的发展具有重要意义。

研究表明,草炭虽然是最常用的载体材料,但不具有长期性,并对环境造成破坏,而堆肥完全可以作为其替代品。在堆肥、谷糠和微生物菌剂不同组合效果中,以 75% 堆肥 + 25% 谷糠中微生物数量最高,并且具有无明显异味、物理性状稳定、不产生高温、成本较低等优点,可以选该配比作为载体材料。

参考文献

[1] 陈华荣,樊庆笙. 微生物学[M]. 北京:农业出版社,1985:90-91.
 [2] 葛诚. 微生物肥料生产应用基础[M]. 北京:中国农业出版社,2000:5-12.
 [3] 李永兴,匡柏健,李久蒂. 不同载体对微生物菌剂质量的影响[J]. 土壤

[1] 洪玮. 基于实例的归纳学习在遗传算法策略优选中的应用研究[D]. 西安:西安理工大学,2010.
 [2] 百度文库. 遗传算法实例[EB/OL]. <http://wenku.baidu.com/view/1e27d0ed6294dd88d0d26bff.html>.

肥料,1999(6):30-32.
 [4] GEORGAKOPOULOS D G, FIDDAMAN P, LEIFERT C, et al. Biological control of cucumber and sugar beet damping-off caused by *Pythium ultimum* with bacterial and fungal antagonists[J]. Journal of Applied Microbiology, 2002, 92: 1078-1086.
 [5] 刘雯雯,姚拓,孙丽娜,等. 菌糠作为微生物肥料载体的研究[J]. 农业环境科学学报, 2008, 27(2): 787-791.
 [6] 章淑艳. 粉煤灰在硅酸盐菌剂中的应用[J]. 河北省科学院学报, 2006, 23(3): 30-33.
 [7] SHARMA P K, SAHU K K. Farm production of T-64 using different organic materials from hilly zones of Chhattisgarh[J]. Advances in Plant Sciences, 2008, 21: 39-41.
 [8] 徐同宝,李吕木,甄长丰,等. 不同微生物对猪粪堆肥过程及其养分状况的影响[J]. 农业工程学报, 2008, 24(11): 217-221.
 [9] 王伟东,刘建斌,牛俊玲,等. 堆肥化过程中微生物群落的动态及接菌剂的应用效果[J]. 农业工程学报, 2006, 22(4): 148-152.
 [10] 章淑艳. 粉煤灰在硅酸盐菌剂中的应用[J]. 河北省科学院学报, 2006, 23(3): 30-33.
 [11] 席北斗,孟伟,刘鸿亮,等. 三阶段控温堆肥过程中接种复合微生物菌群的变化规律研究[J]. 环境科学, 2003, 24(2): 152-154.
 [12] 梁东丽,谷洁,秦清军,等. 接种菌剂对猪粪高温堆肥中酶活性的影响[J]. 农业工程学报, 2009, 25(9): 243-248.
 [13] 汤江武,吴逸飞,薛智勇,等. 畜禽固废弃物堆肥腐熟度评价指标的研究[J]. 浙江农业学报, 2003, 15(5): 293-296.
 [14] SHERIDAN B A, CURERAN T P, DODD V A. Assessment of the influence of media particle size in the bio-filtration of odorous exhaust ventilation air from a piggery facility[J]. Bioresource Technology, 2002, 84(2): 129-143.
 [15] 李卓隼,喻子牛,何绍江,等. 农业微生物学实验技术[M]. 北京:中国农业出版社,1996:69-74.
 [16] YOGEV A, RAVIV M, KRITZMAN G, et al. Suppression of bacterial canker of tomato by composts[J]. Crop Protection, 2009, 28: 97-103.
 [17] ROCA P L, MARTÍNEZ C, MARCILLA P, et al. Composting rice straw with sewage sludge and compost effects on the soil-plant system[J]. Chemo-sphere, 2009, 75: 781-787.
 [18] NTOUGIAS S, PAPADOPOULOU K K, ZERVAKIS G L, et al. Suppression of soil-borne pathogens of tomato by composts derived from agro-industrial wastes abundant in Mediterranean regions[J]. Biology and Fertility of Soils, 2008, 44: 1081-1090.
 [19] ESCUADRA G M E, AMEMIYA Y. Suppression of Fusarium wilt of spinach with compost amendments[J]. Journal of General Plant Pathology, 2008, 74: 267-274.
 [20] KOSTOV O, LYNCH J M. Composted sawdust as a carrier for *Bradyrhizobium*, *Rhizobium* and *Azospirillum* in crop inoculation[J]. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 1998, 14: 389-397.