

基于改进蚁群算法的输电线路路径自动选择

苏海锋, 杨 阔, 梁志瑞

(华北电力大学 电气与电子工程学院, 河北 保定 071003)

摘要: 输电线路路径选择需要综合考虑地形、地质、风速、覆冰、气温等多种因素, 难免顾此失彼。通过地理信息系统(GIS)平台获得规划区域的地理信息, 通过国家电网公司输变电工程典型造价 110 kV 输电线路分册的典型设计方案成本及规划地区当地文件获得该区域栅格化后每个栅格的评估代价值, 采用改进后的蚁群算法搜索路径。改进蚁群算法考虑了输电线路可跨越地面障碍物和路径选择区域数据规模较大的特点, 加入了变步长跨越机制、双蚁群机制和拐角处理机制, 能更高效地搜索到最优输电线路路径。通过 C#2010 开发输电线路路径自动规划程序, 并通过算例比较改进前后的路径搜索方法的搜索结果, 验证了所提方法的有效性。

关键词: 输电线路路径选择; 地理信息系统; BP 神经网络; 蚁群算法

中图分类号: TM 761

文献标识码: A

DOI: 10.16081/j.issn.1006-6047.2018.01.012

0 引言

输电线路路径选择需要确定线路起始点之间的路径, 通常输电线路通过的地区多, 涉及面广, 需要综合考虑线路长度、地形地貌、地质、冰区、交通、施工、运行及地方规划等因素^[1-2]。传统路径选择方法是: 设计人员搜集规划区域的资料, 在输电线路路径选择区域内根据路径选择原则, 初步得到 2~3 个较好的方案, 再对选定方案进行实地勘察, 最终得到最合适的方案。这种方法依赖于设计人员的经验和主观评价, 且较难综合考虑多种影响因素间的关系, 设计手册中虽有一些选线原则, 但这些原则在实际中往往是矛盾的, 例如, 线路要尽可能短, 同时还要尽量避开森林、绿化区。在确定路径时, 如何协调选线中这些矛盾的原则是个难题^[3]。

随着地理信息系统 GIS(Geographic Information System)的发展, GIS 所具有的时效性和准确性引起人们关注^[4-6]。文献[7]介绍了 GIS 在输电线路决策支持系统中的应用, 结合层次分析法实现输电线路路径的优选。文献[8]介绍了使用 ArcGis Engine 对 ArcGis 进行二次开发, 解决城市电力线路发生故障时最短抢修路径的选择问题, 从而为抢修线路节约了时间。文献[9]介绍了 GIS 在输电线路路径选择中的应用, 使用 GIS 中自带的基于 Dijkstra 算法的线路选择功能进行了输电线路的初选。

目前使用的输电线路路径自动选择方法没有很好地结合输电线路设计的特点, 搜索会耗费较多时间且不够精确^[9-10], 本文提出一种基于改进蚁群算法

的输电线路路径自动选择方法: 首先通过 GIS 获得所需规划区域的地理信息, 如地形、风速、覆冰、气温等分布图, 按一定精度转化为所需栅格数据来模拟真实环境和约束条件; 然后使用 BP 神经网络拟合国家电网公司输变电工程典型造价 110 kV、输电线路分册的典型设计方案, 通过拟合后的 BP 神经网络获得不同地理条件下的每个栅格的代价值; 最后由改进蚁群算法 ACA(Ant Colony Algorithm)得到从起点到目标点的输电线路路径, 从而保证选线结果的全面性和科学性。

1 改进蚁群算法输电线路路径搜索模型

1.1 传统蚁群算法路径搜索模型

蚁群算法是一种新型的模拟进化算法^[11-12]。传统蚁群算法搜索路径的规则由避让规则、移动规则和信息素规则 3 个部分组成^[13]。每只蚂蚁在当前位置根据这 3 个规则, 通过轮盘赌的方式从邻居栅格中寻找并确定下一时刻位置, 搜索过程如图 1 所示。

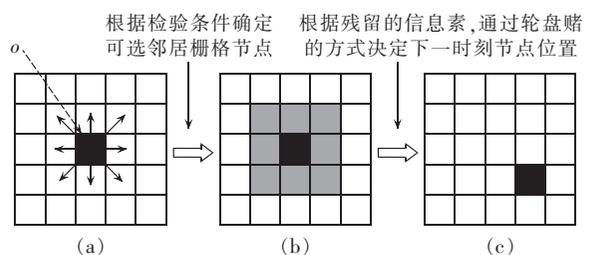


图 1 栅格搜索过程

Fig.1 Grid search process

a. 搜索栅格区域分析: 设在 t 时刻, 蚂蚁在图 1(a) 的位置 o (黑色部分), 邻居栅格如图 1(b) 中灰色部分所示。

b. 蚁群移动规则: 设待选邻居栅格为 i (图 1(b) 中某个灰色栅格), 则由 o 移动到 i 的概率归一化处

理为:

$$p_{o \rightarrow i} = c_{o \rightarrow i}^\alpha b_{o \rightarrow i}^\beta / \sum_{i=1}^M c_{o \rightarrow i}^\alpha b_{o \rightarrow i}^\beta \quad (1)$$

其中, $c_{o \rightarrow i}$ 为栅格 o 到栅格 i 的距离的倒数, 即 $1/d_{o \rightarrow i}$, $d_{o \rightarrow i}$ 为栅格 o 到栅格 i 的距离; $b_{o \rightarrow i}$ 为栅格 i 的信息素浓度; α, β 分别为 $c_{o \rightarrow i}$ 和 $b_{o \rightarrow i}$ 对路径选择的控制强度; M 为可选邻居栅格的数量。

通过式(1)得到每个邻居栅格被选中的概率, 再通过轮盘赌的方式确定下一栅格的位置。确定过程如下: 生成 $[0, 1]$ 区间随机数 r , 若 r 满足式(2), 则 i 为下一栅格位置。

$$\begin{cases} 0 \leq r < \sum_{j=1}^i p_{o \rightarrow j} & i=1 \\ \sum_{j=1}^{i-1} p_{o \rightarrow j} \leq r < \sum_{j=1}^i p_{o \rightarrow j} & i \geq 2 \end{cases} \quad (2)$$

c. 信息素更新: 信息素浓度是蚁群算法路径搜索的关键启发因素之一, 每次搜索得到可行路径后, 需要对路径栅格的信息素浓度进行更新。同时为了避免多次搜索结果累积的信息素浓度过大导致路径早熟, 需引入信息素挥发系数。最终栅格信息素浓度更新公式如下:

$$\tau'_i = (1 - \sigma)(\tau_i + \Delta\tau) \quad (3)$$

其中, σ 为信息素挥发系数, $\sigma \in (0, 1)$; τ_i 为栅格更新前的信息素浓度; $\Delta\tau$ 为栅格信息素浓度增加值, $\Delta\tau = \lambda/w$, w 为路径总成本, λ 为修正系数。

1.2 适用于输电线路搜索的改进蚁群算法搜索模型

传统蚁群算法路径搜索采用的是相邻栅格的搜索形式, 用于输电线路路径选择存在其局限性: 搜索步长小, 不适于长距离搜索; 无法做出跨越动作, 不符合架空输电线路可以跨越地面障碍物的特点; 没有方向启发搜索策略, 容易产生路径迂回现象, 搜索效率低。本文根据输电线路的特点引入以下 3 种机制来改进蚁群算法。

1.2.1 变步长跨越机制

由于输电线路搜索与传统路径搜索算法的不同之处是输电线路可以跨越地面障碍物, 因此结合输电线路可跨越的特点^[13], 引入变步长跨越机制。

传统蚁群算法中, 邻居栅格是与当前位置相邻的 8 个栅格, 如图 2(a) 所示。引入跨越机制以后, 在搜索过程中可以对栅格进行跨越, 其邻居栅格如图 2(b) 所示。采用跨越机制, 既可以保证栅格精度, 又能有

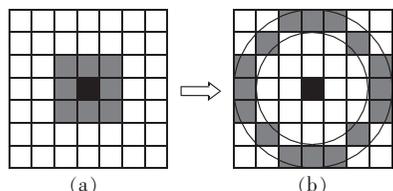


图 2 跨越机制示意图

Fig.2 Schematic diagram of cross mechanism

效地减少蚂蚁搜索次数, 从而缩短搜索时间。

另外, 如果只按固定跨越步长进行搜索, 可能发生在跨越步长内的邻居栅格(图 3(a)所示)均属于不可行区域的情况。因此需要引入变步长机制, 当邻居栅格均属于不可行区域时, 自动修改跨越步长, 直至邻居栅格中有栅格属于可行区域为止, 如图 3(b)所示。

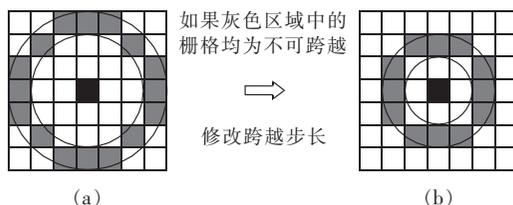


图 3 变步长机制示意图

Fig.3 Schematic diagram of variable step mechanism

1.2.2 双蚁群搜索与方向引导机制

传统蚁群算法是由一组蚂蚁从起点向终点进行搜索, 在大规模数据中搜索路径时搜索效率较低。本文引入双蚁群算法, 每组由 2 只蚂蚁分别从输电线路的起点和终点出发搜索, 搜索过程中, 当其中一只蚂蚁的搜索范围内包含另一组蚂蚁走过的路径点时, 则直接将此点作为 2 条搜索路径的交点, 得到该组搜索路径。这样每次搜索的范围在理想情况下可由原来的 $n \times n$ 缩小为 $(n/2) \times (n/2)$ (n 为栅格行数和列数), 在大规模数据路径搜索中显著减少了搜索时间。

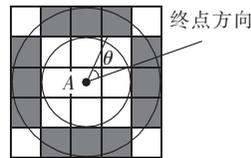


图 4 方向控制因子示意图
Fig.4 Schematic diagram of direction control factor

由于数据规模较大, 仅依靠信息素作为启发因子容易产生路径迂回现象, 2 组蚂蚁不一定会相遇, 因此加入方向引导因子, 如图 4 所示。

在图 4 中, 方向因子 $f = \cos \theta$, θ 为当前位置 A 到邻居栅格 B 的连线与 A 到终点连线的夹角。 θ 越小, 表明移动方向越朝向终点方向, $\cos \theta$ 就越大, 那么选择该方向栅格的概率就越大。

通过方向因子的导向性, 初始搜索路径时有助于蚂蚁较快地得到有效路径(开始时路径信息素浓度较低), 但如果保持其导向因子不变, 随着搜索后期信息素浓度的逐步增高, 容易使搜索范围集中于目标点方向, 导致路径搜索失去多样性(早熟), 因此设定了方向因子挥发系数, 最终方向控制因子表达式如式(4)所示。

$$f' = f(1 - \eta) / m \quad (4)$$

其中, η 为方向因子挥发系数, $\eta \in (0, 1)$; m 为迭代次数。

综合考虑上述因素, 适用于输电线路路径搜索的改进蚁群算法移动选择概率归一化表达式如下:

$$p_{o \rightarrow i} = a_{o \rightarrow i}^\alpha b_{o \rightarrow i}^\beta f_{o \rightarrow i}^\gamma / \sum_{i=1}^M a_{o \rightarrow i}^\alpha b_{o \rightarrow i}^\beta f_{o \rightarrow i}^\gamma \quad (5)$$

其中, o 为当前蚂蚁栅格位置; i 为蚂蚁下栅格位置; $a_{o \rightarrow i} = \lambda / \sum_{j=1}^K c(j)$ 为从 o 到 i 线路成本代价值影响系数, $c(j)$ 为从 o 到 i 线路跨越的第 j 个栅格的成本代价值, K 为跨越栅格总数, λ 的作用是为防止邻居栅格成本代价值过大而导致影响系数 $a_{o \rightarrow i}$ 过小。

1.2.3 线路拐角处理机制

在输电线路路径规划中,杆塔及基础的造价占整个线路的造价比重很高,220 kV 中占 20%~30%^[14]。在路径搜索过程中,当线路耐张段较短、转角较多时,线路的单位造价就会显著增加。由于路径搜索采用的是栅格数据,每一步搜索的端点位置在栅格中心,因此会出现多余拐角的情况。如当在 AE 间有障碍时,可能出现如图 5 所示的搜索路径。从 A 出发到达 B 点后,在 BE 方向上由于存在障碍,会在 B 点产生转折,到 C 点后再到 D 点最终到终点 E 。但是实际最优路径应该是由 A 到 D 再到 E (距离短、拐点少)。

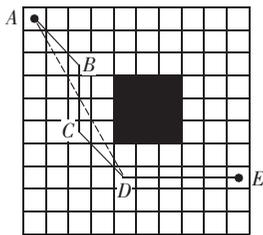


图 5 有障碍物时路径搜索示意图

Fig.5 Schematic diagram of route searching with obstacle

为了解决上述问题,引入拐点处理机制,对每 3 个连续的点,如点 A 、 B 、 C ,比较线段 AB 与线段 BC 的斜率,如果 2 个线段斜率不相等,则判断线段 AC 是否经过不可跨越区域并比较线段 AC 和 $AB+BC$ 的成本,如果线段 AC 不经过不可跨越区域且成本低于 $AB+BC$,则去掉中间点 B ,选取 AC 为该段路径。基于上述思想对图 5 所示路径的处理过程和最终结果如图 6 所示。

2 栅格成本代价值评估

影响输电线路路径选择的因素很多,如地质、地貌、水文、气象、污秽、植被覆盖、电力设施、军事设施、交通设施等因素,要综合考虑所有因素较为困难。传统评估方法是通过层次分析法,构建不同因素间影响程度对比矩阵,再对专家评估的栅格各项成本通过层次分析矩阵进行处理,得到最终代价值矩阵^[15]。其弊端是:专家对两两影响输电线路路径选择因素的影响程度比较是依靠经验获得,具有较强主观性,结果不一定准确;当数据量规模较大时,栅格数量非常大,评估将耗费大量时间和精力。

2.1 栅格类型

根据输电线路的特点,将模拟的实际环境栅格

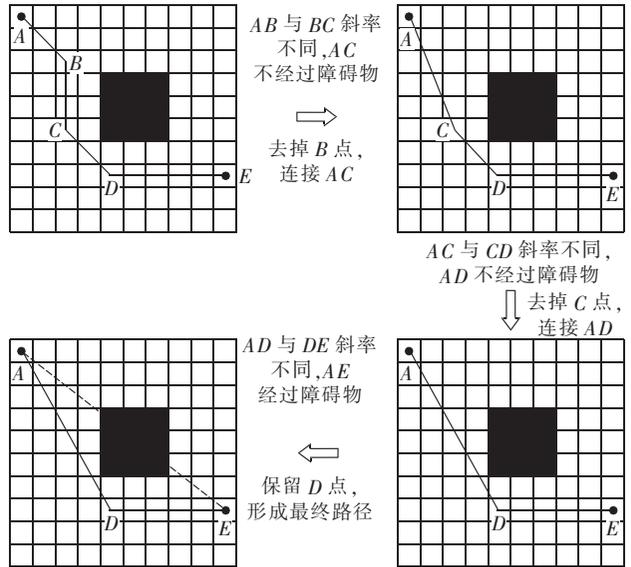


图 6 拐点处理机制示意图

Fig.6 Schematic diagram of turning point processing

分为 2 种类型:A 类,输电线路可以跨越地区,如不受限制的平原、道路两侧等;B 类,输电线路不能跨越地区,如生态保护区、机场升降区等。

2.2 栅格代价值评估

本文通过 BP 神经网络模拟典型设计中不同地理条件下线路的实际造价,通过拟合后的 BP 神经网络来预测输电线路跨越处在不同地理条件下栅格耗费的成本值,以此值作为栅格代价值的参考值。本文规划区域为重庆某地 110 kV 输电线路,属于全国第 III 气象区,最大风速为 25 m/s,最大覆冰为 5 mm,参考国家电网公司输变电工程典型造价:2006 年版 110 kV 输电线路分册^[16]中在不同地形条件下的线路单位长度综合造价如表 1 所示。

表 1 不同地形条件下单位长度综合造价
Table 1 Comprehensive cost of unit length for different terrain conditions

地形	导线型号	最大风速/(m·s ⁻¹), 最大覆冰/mm	综合造价/(万元·km ⁻¹)
平地	2×LGJ240/	25,5	49.49
	30	30,10	51.04
河网 沼泽	2×LGJ240/	25,5	72.59
	30	30,10	74.54
丘陵	2×LGJ240/	25,5	51.83
	30	30,10	53.19

考虑到各因素对代价值的影响是非线性的,因此采用图 7 所示三层 BP 神经网络函数来完成逼近任务。

输入表 1 中的样本得到中间层神经网络,将规划区域栅格化处理得到各个栅格所处地理条件,通过拟合所得的 BP 神经网络处理栅格的地理条件得到栅格成本值矩阵。对位于道路、输电设施、居民房屋等区域的缓冲区栅格赋予额外的特殊跨越和征地费用如表 2 所示,最终形成规划区域所有栅格的

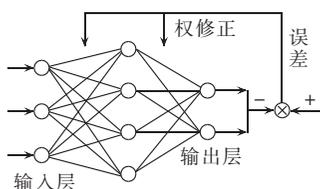


图 7 三层 BP 神经网络算法示意图

Fig.7 Schematic diagram of 3 layer BP neural network algorithm

表 2 根据规划区域当地文件得到特殊费用

Table 2 Special cost obtained by local file of planning region

费用项目	标准费用/(万元·km ⁻¹)
建设场地征用及清理费	5.0
跨越 110 kV	1.5
跨越 35 kV	0.9
跨越 10 kV	0.4
跨越等级公路	2.5
高速公路	5.0
带电跨越房屋措施费	0.5

成本代价值矩阵。

3 输电线路路径自动搜索

路径搜索采用连点成线的方式,分别从起点和终点出发,逐步搜索当前栅格的邻居栅格,并连接成线,当 2 条线相交时形成线路路径。为了实现计算机自动搜索,对 2.1 节中的 A 类栅格的状态进行分类: I 类,已走过的栅格; II 类,未走过的栅格; III 类,当前时刻可选的邻居栅格。其中, II 类栅格可转化为 III 类, III 类可转化为 I 类,当搜索过程结束时, I 类栅格集合中的点即确定为最终规划路径。基于改进蚁群算法的输电线路路径搜索流程如图 8 所示。

4 算例分析

根据以上所述方法,用 C#2010+Arcgis engine 10.0 作为开发平台,开发了输电线路路径自动搜索程序。

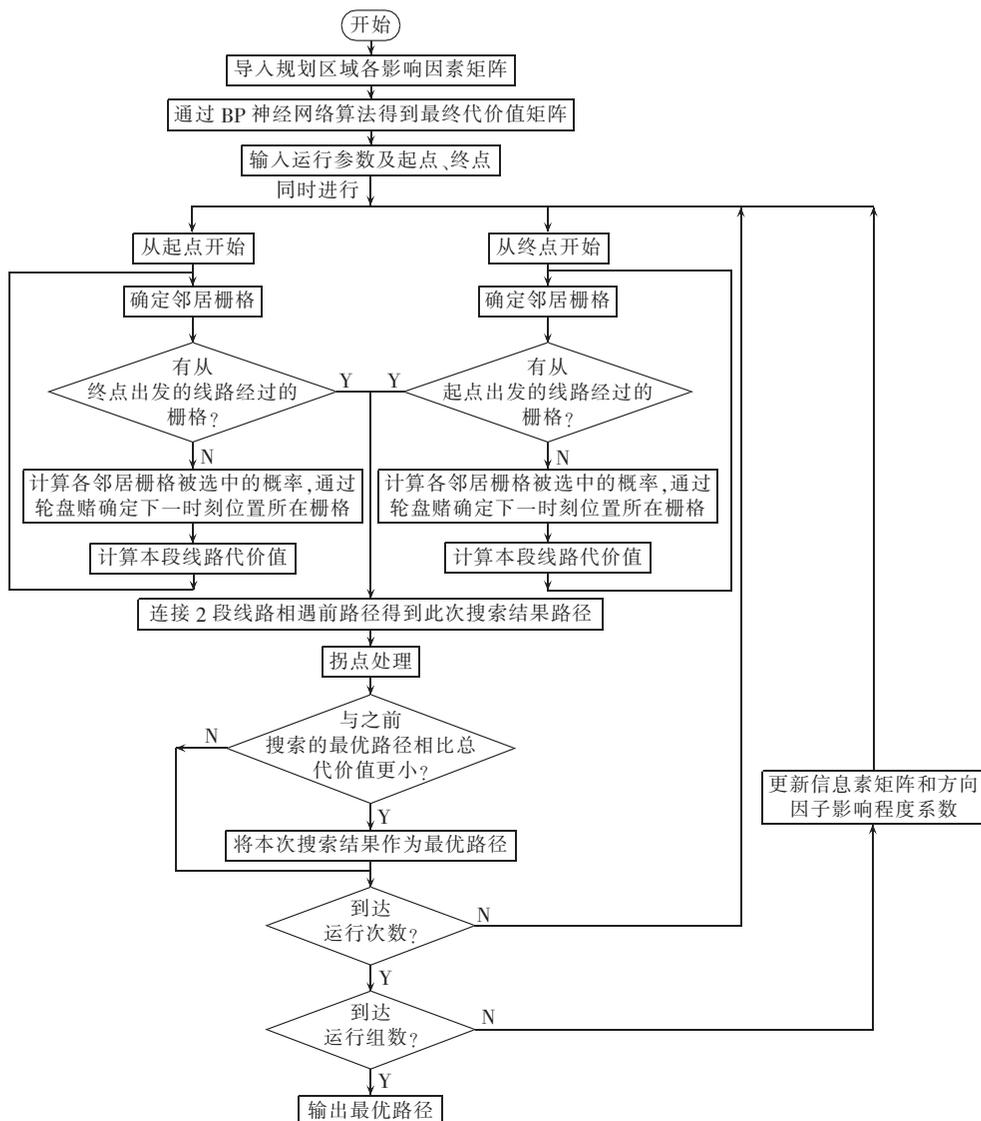


图 8 路径搜索流程图

Fig.8 Flowchart of route searching

为了验证模型和方法的可行性,课题实施方采用无人机航拍技术,结合输电线路路径选择需求,制作了规划区的 GIS 地图(分辨率为 5 m 的矢量图),如图 9(a)所示。该区域南北距离为 12.75 km,东西距离为 14.75 km,有效航拍宽度为 1 km。该 GIS 图包含的信息要素有地理图像、地形、高程等相关地理信息。下面应用本文建立的输电线路路径搜索模型,针对该区域进行具体路径搜索测试分析。详细处理过程如下。

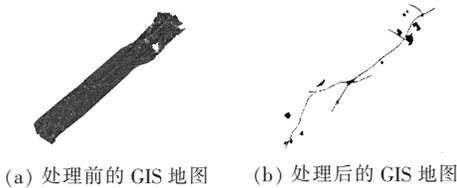


图 9 规划区域图和不可行区域及缓冲区图
Fig.9 Map of planning region and map of infeasible regions and buffer regions

a. 原始 GIS 信息栅格化处理。

综合考虑路径选择精度需求和数据量大小(栅格尺寸越小数据量越大),设定栅格尺寸大小为 50 m×50 m,利用 ArcGis 工具生成栅格格式 GIS 地图。同时将原始矢量 GIS 地图的高程数据转换成坡度数据。并结合地形信息和地理图像设置不可跨越区域(如机场、保护区等,栅格成本代价值标注为 -9999)和可跨越区域及其缓冲区(如公路、河流、输电线路等),缓冲区为 50 m。路径选择可行区的栅格成本代价值取值见表 1。可跨越区域的栅格成本代价值取值见表 2。处理后的不可行区和缓冲区的 GIS 地图如图 9(b)所示。最终生成栅格成本代价值矩阵 C (255 行,295 列)。

b. 设置搜索参数。

搜索最大步长为 300 m,最小步长为 200 m,步长每次变化量为 50 m(变步长跨越机制用);蚁群规模 100 组,每组 30 只;信息素挥发系数为 0.5,信息素控制强度系数为 1;方向控制挥发系数为 0.2,控制强度取 5。

c. 运行结果分析。

为了比较本文方法和传统蚁群算法及文献[9]中 Dijkstra 算法的路径搜索的有效性,分别对上述 3 种算法进行了测试。采用 Dijkstra 算法搜索 30 min 仍未得到搜索结果,其他 2 种算法得到的路径搜索评价指标如表 3 所示,搜索得到的路径如图 10、图 11 所示。

表 3 不同算法搜索结果对比
Table 3 Comparison of searching results among different algorithms

算法	运行时间/s	成本代价值	迂回数	拐点个数
改进双蚁群算法	74	1519.527	0	6
传统单蚁群算法	102	1673.782	1	14
Dijkstra 算法	—	—	—	—



(a) 单蚁群算法搜索结果 (b) 改进双蚁群算法搜索结果

图 10 单蚁群算法和改进后的双蚁群算法路径搜索结果
Fig.10 Route searching results of single ant colony algorithm and improved double ant colony algorithm



(a) 传统蚁群算法 (b) 改进双蚁群算法

图 11 改进前后算法路径搜索结果对比
Fig.11 Comparison of route searching results between algorithms before and after improvement

采用本文改进双蚁群算法和输电线路路径搜索处理机制得到的各评价指标均优于采用传统蚁群算法得到的结果。特别是显著减少了线路路径的迂回数 and 拐点数,具有更低的成本代价值。改进的双蚁群算法较单蚁群算法搜索效率更高,花费时间更短。

由图 10 和图 11 可以明显看出 2 种算法均成功避让了不可行区域,跨越了公路区域。改进后的算法更有效地避开了不可跨越的区域且不会造成路线迂回,得到了更为合理的路径。

5 结论

本文以 ArcGis 作为输电线路路径选择的地理信息采集和分析平台,建立了基于改进蚁群算法的输电线路路径自动搜索模型,通过实例验证得出结论如下:

a. 以国家电网典型设计中的实际造价作为依据,量化处理输电线路路径规划影响因素,为输电线路路径自动搜索提供了准确的基础数据,使得路径选择更具科学性;

b. 建立了输电线路路径搜索邻居栅格模型,实现了输电线路路径选择中跨越和避让障碍的功能,提出的拐点处理方法提高了路径搜索结果的经济性;

c. 利用双蚁群算法并引入路径搜索方向控制机制,克服了传统蚁群算法搜索方向性差、容易产生路径迂回的问题,提高了搜索效率。

参考文献:

- [1] 麻常辉,薛禹胜,鲁庭瑞,等. 输电规划方法的评述[J]. 电力系统自动化,2006,30(12):97-101.
MA Changhui,XUE Yusheng,LU Tingrui,et al. A review of transmission planning methods[J]. Automation of Electric Power Systems,2006,30(12):97-101.
- [2] 刘扬,安光辉,龚延兴. 浅谈高压输电线路路径选择及杆塔定位[J]. 华北电力技术,2012(1):67-70.
LIU Yang,AN Guanghui,GONG Yanxing. Path selection and

- tower positioning of high-voltage transmission line[J]. North China Electric Power, 2012(1):67-70.
- [3] 张烈金. 高压输电线路路径选择新方法探索[J]. 产业与科技论坛, 2013, 12(20):90-91.
ZHANG Liejin. New method of route selection for high voltage transmission lines [J]. Industrial and Science Tribune, 2013, 12(20):90-91.
- [4] 孙寒宇, 周红利. 大数据背景下 GIS 的应用与研究[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(7):296-297.
SUN Hanyu, ZHOU Hongli. The application and research of GIS under the background of huge data[J]. Urban Construction Theory Research(Electronic Edition), 2015(7):296-297.
- [5] 左尧, 王少华, 钟耳顺, 等. 高性能 GIS 研究进展及评述[J]. 地球信息科学学报, 2017, 19(4):437-446.
ZUO Yao, WANG Shaohua, ZHONG Ershun, et al. Research progress and review of high-performance GIS [J]. Journal of Geo-information Science, 2017, 19(4):437-446.
- [7] 朱义中, 陈雄波. 基于 GIS 的输电线路决策支持系统优选路径[J]. 四川理工学院学报(自然科学版), 2008(1):81-84.
ZHU Yizhong, CHEN Xiongbo. Optimal route of transmission line decision support system based on GIS [J]. Journal of Sichuan University of Science and Engineering(Natural Science Edition), 2008(1):81-84.
- [8] 任伟建, 贾超. 基于 ArcGIS Engine 的城市电网最短抢修路径的研究与实现[J]. 测绘与空间地理信息, 2013, 36(3):14-16.
REN Weijian, JIA Chao. Research and implementation of shortest path in urban power network based on ArcGIS Engine[J]. Mapping and Spatial Geographic Information, 2013, 36(3):14-16.
- [9] 王钰. 基于 GIS 的输电线路路径优化设计算法研究[D]. 北京: 华北电力大学, 2015.
WANG Yu. Research on path optimization design algorithm for transmission lines based on GIS[D]. Beijing:North China Electric Power University, 2015.
- [10] ABED A D. The selection of optimum path for electric power transmission towers, high-pressure in Balad city[J]. American Journal of Geographic Information System, 2014, 3(3):135-146.
- [11] SPILIOPOULOS K, SOFIANOPOULOU S. An efficient ant colony optimization system for the manufacturing cells formation problem [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2008, 36(5-6):589-597.
- [12] 段海滨, 王道波, 于秀芬. 蚁群算法的研究现状及其展望[J]. 中国工程科学, 2007, 9(2):98-102.
DUAN Haibin, WANG Daobo, YU Xiufen. Ant colony algorithm: survey and prospect[J]. Engineering Science, 2007, 9(2):98-102.
- [13] 朱天浩, 徐建国, 叶尹, 等. 输电线路特大跨越设计中的关键技术[J]. 电力建设, 2010, 31(4):25-31.
ZHU Tianhao, XU Jianguo, YE Yin, et al. Key techniques in transmission line extra long-crossing tower design [J]. Electric Power Construction, 2010, 31(4):25-31.
- [14] 曹健勋. 降低 500 千伏线路杆塔和基础造价的论述[J]. 电力建设, 1987(6):19-22.
CAO Jianxun. The discussion of reduce the 500kV line tower and the basis cost[J]. Electric Power Construction, 1987(6):19-22.
- [15] 周芹芳. 基于 GIS 的 500 kV 输电线路路径选择研究——以托巴水电站至太安变电站线路为例[D]. 昆明: 云南大学, 2012.
ZHOU Qinfang. Research on the selection of 500kV transmission line path based on GIS—Tuoba hydropower station to Taian substation as example[D]. Kunming: Yunnan University, 2012.
- [16] 刘振亚. 国家电网公司输变电工程典型造价. 110 kV 输电线路分册[M]. 2006 年版. 北京: 中国电力出版社, 2006:10-31.

作者简介:



苏海锋

苏海锋(1977—), 男, 河北石家庄人, 讲师, 博士, 主要从事电网规划及智能配电网方面的研究工作(E-mail: hfsups@163.com);

杨 阔(1992—), 男, 福建漳州人, 硕士研究生, 主要研究方向为输电线路设计规划(E-mail: 199920119@qq.com);

梁志瑞(1959—), 男, 河北邯郸人, 教授, 从事电力系统自动化、电力系统监测与故障诊断技术的教学与研究工作。

Automatic route planning of transmission lines based on improved ant colony algorithm

SU Haifeng, YANG Kuo, LIANG Zhirui

(School of Electrical & Electronic Engineering, North China Electric Power University, Baoding 071003, China)

Abstract: Transmission line route selection needs to consider various factors, i.e. topography, geology, wind speed, ice, air temperature, etc., by inevitably attending to one and losing the other. The geographic information of planning region is obtained by GIS(Geographic Information System), the evaluation value of each grid after gridding of the region is obtained according to the typical design scheme cost of 110 kV transmission line volume in power transmission and transformation project typical cost of SGCC and the local file in the region. The improved ant colony algorithm is adopted to search the route which considers the characteristics that the transmission line can cross the ground obstacle and the data size of route selection region is large, and adds variable step across mechanism, double ant colony mechanism and corner disposal mechanism, that is helpful for effectively searching the optimal transmission line route. The automatic planning program of transmission line route is developed on C#2010 and the case is carried out for comparing the searching results of route searching methods before and after improvement, which verifies the effectiveness of the proposed method.

Key words: transmission line route selection; GIS; BP neural network; ant colony algorithm