

快速排序的 Dijkstra 算法在配网抢修路径中的应用

王倩, 吕林

(四川大学电气信息学院, 四川 成都 610065)

摘要: 配电网最佳抢修路径问题实际上属于城市交通网络中的最短路径问题。针对 Dijkstra 算法的优缺点及在电力行业中的广泛应用, 提出了一种改进的 Dijkstra 算法: 对存放临时标注节点的无序序列按照快速排序的方法来转化为有序序列。实践证明, 这种算法满足最佳抢修路径的要求。

关键词: 最短路径; Dijkstra; 快速排序

Abstract: The subject of the best rush repair path in distribution network belongs to the subject of the shortest path in urban traffic network. According to the advantages and disadvantages of Dijkstra algorithm and its wide application to electric power industry, an improved Dijkstra algorithm is put forward; in virtue of fast compositor, the out-of-order list that deposits the temporary label nodes is transferred to in-order list. The example shows the algorithm satisfies the need of best rush repair path.

Key words: shortest path; Dijkstra algorithm; fast compositor.

中图分类号: TM755 文献标识码: B 文章编号: 1003-6954(2008)02-0030-02

随着城市配电网的发展, 用户不断增加, 配电网也日趋复杂。由于长期以来, 电力建设存在着重发电、轻输配电的问题, 使中国城市配网建设相对落后。中国的配网存在很多的问题, 具体表现在: ①电源布点不合理, 供电半径过长, 线损高; ②网络结构不合理, 使运行方式安排不够灵活; ③负荷增长飞速、电网建设用地紧张。因此, 配电网发生故障的可能性将是不可避免的。一旦停电, 将会给社会造成严重的经济损失和不良的影响, 所以当电力网络发生故障时能够及时排除故障, 恢复供电网的正常供电, 从而缩短停电时间, 使经济损失减少到最低就显得尤为重要了。

于是, 这就引出了配电网最佳抢修路径问题。配电网最佳抢修路径问题, 既是 GIS 系统网络分析中的一个研究热点, 也是 DMS 的重要组成部分, 其目的是根据发生故障的地点以及抢修队目前所处的位置, 及时派出抢修人员到达现场, 从而缩短停电时间, 减少经济损失。

1 技术现状

目前对于配电网最佳抢修路径技术的研究大多集中在最短路径算法的研究上, 解决最短路径问题的算法在诸多工程领域都有较强的实用价值。一般来说最短路径问题分为单源最短路径和全源最短路径问题, 公认的比较好的 Dijkstra 算法比较适合于单源

最短路径, 而 Floyd 算法适合用于求解全源最短路径。目前求最短路径的算法还有 A^* , Bellman-ford, TQ, DKA, DKD, $K(K \leq 3)$ 条渐次最短路径搜索算法等。

对于求配电网最佳抢修路径, 最适合的是 Dijkstra 算法, Dijkstra 算法是目前许多工程解决最短路径问题的理论基础, 只是不同工程对 Dijkstra 算法采用了不同的改进方法。

1.1 Dijkstra 算法基本思想

对图 $G=(V, E)$, 源点 $v \in V$, 设置两个顶点的集合 S 和 $T=V-S$, 集合 S 中存放已找到最短路径的顶点, 集合 T 存放当前还未找到的最短路径的长度最短的顶点。初始状态时, 集合中只包含源点 v_0 , 然后不断从集合 T 中选取到顶点 v_0 路径长度最短的顶点加入到集合中, 集合 S 中每加入一个新的顶点 v_0 , 都要修改顶点 v_0 到集合 T 中剩余顶点的最短路径长度值, 集合 T 中各顶点新的最短路径长度值为原来的最短路径长度值与顶点 v_0 的最短路径长度值加上 v_0 到该顶点的路径长度值中的较小值。此过程不断重复, 直到集合 T 的顶点全部加入到 S 中为止。这样就可以得到最短路径的值。在这种基于贪心策略的 Dijkstra 算法的过程中, 由于 Dijkstra 在运行时要执行两套嵌套的 FOR 语句, 因此其总的时间复杂度是 $O(n^2)$ 。

1.2 Dijkstra 算法的应用

在电力行业中, 改进的 Dijkstra 算法更是应用广

泛。利用三个数组存储结构来存储属性值^[1],通过直接插入的排序方法改进^[2],A * 算法^[3],利用完全二叉树的堆排序方法来改进^[4],利用节点—弧段存储结构改进^[5]等等。通过改进的 Dijkstra 算法在求取最短路径时无论在时间还是空间复杂度上都比传统算法改善了很多。

1.3 Dijkstra 算法的优缺点

Dijkstra 算法在电力行业中的应用远远不只以上的这些,下面将针对以上常见的算法来概括一下它的优缺点。经典的 Dijkstra 算法的主要不足之处是:临时标注节点以无序的形式排列,这样,在每次求最短路径时,要遍历所有节点,这严重影响了算法的执行速度。优点在于它形式简单,易于明白。

从文献[1]~[5]可以总结出,对 Dijkstra 算法的改进,从对临时标注节点的排序着手是一个改进方向。

2 基于按照分治和快速排序的方法改进 Dijkstra 算法

2.1 分治和快速排序的算法的思想

快速排序算法基本思想是:首先将要排序的数据按照一个基准值分割成独立的两部分,其中一部分的所有数据都比另外一部分的所有数据小,分别对这两部分记录继续进行排序,以达到整个数列有序。

假设有 $A[1 \dots N]$ 数组,则快速排序的算法步骤是:

- ①设置两个变量 I, J ,排序开始的时候 $I := 1, J := N$;
- ②以第一个数组元素作为基准值,赋值给 X ,即 $X := A[1]$;
- ③从 J 开始向前搜索,即由后开始向前搜索 ($J := J - 1$),找到第一个小于 X 的值,两者交换;
- ④从 I 开始向后搜索,即由前开始向后搜索 ($I := I + 1$),找到第一个大于 X 的值,两者交换;
- ⑤重复第 3、4 步,直到 $I = J$;
- ⑥第一遍排序完成。再调用快速排序对独立的两部分进行排序,依次下去,直到每部分都只有一个元素为止。

2.2 改进的 Dijkstra 算法的具体步骤

- (1)首先使存放最短路径的集合 S 为空。
- (2)对存放临时标注节点的集合 T ,调用分治法

和快速排序的算法,使序列有序;

(3)选择节点 $node[j]$,使得 $cost[j]$ 是 $nodelist$ 中权值最小的,其中, $node[j]$ 为当前求得的从源节点出发的最短路径的终点。

(4)对从 $node[j]$ 出发的结点 $node[k]$ 进行优化,既若 $cost[j] + cost[j, k] < cost[k]$, 则修改 $cost[k] = cost[j] + cost[j, k]$; 将 $node[k]$ 加入集合 S ;

(5)重复(3)、(4),直到 $node[j]$ 等于目标结点;

(6)计算出最短路径,算法结束。

2.3 最短路径的具体实现步骤

(1)选择要进行计算的源以及目标两个节点 ($sourcenode, desnode$)。

(2)判断两节点是否连通,若连通则进行(3),否则退出算法。

(3)用改进的 Dijkstra 算法计算两节点之间的最短路径。

(4)输出最短路径,并退出。

3 在配网抢修路径中的应用

3.1 数学模型

设 $G=(V, E)$ 为一有向图, V 为节点集, E 为边集, X_{ij} 为边 (i, j) 是否存在的逻辑指示因子, W_{ij} 为存在边 (i, j) 的权值。对 $i \in V, k \in V, P(i, k)$ 为点 i 到点 k 的一条路径。要求抢修队 i 到出事地点 j 的最短路径,即是数学表达式 $F = \min_{(i, j) \in E} \sum W_{ij} X_{ij}$ 。

3.2 实例

如果城市某处 e 发生配网故障,而抢修队在 s 处,它的网络拓扑图为图 1。

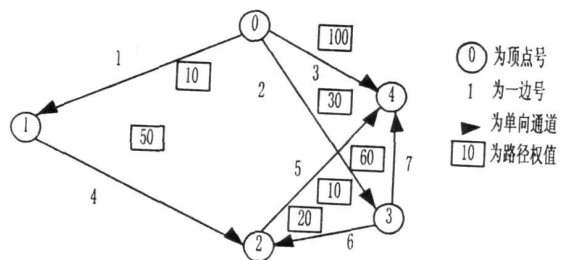


图 1 网络拓扑图

图 1 即是求顶点 0 到顶点 5 的最短路径。

无序序列数组为 $[10, 50, 20, 60, 10, 30, 100]$, 对它们进行快速排序,由以上的数字可 (下转第 41 页)

3 结论

从仿真结果可以看出,所建模型工作正常、稳定。软件如果能够为其配上数据采集卡和相应的硬件驱动,只需要将程序稍做改动,将采集到的数据代替信号输入,再加上闪变评价部分,便可用于工程实测。使用 LabVIEW 进行软件设计具有实用性突破;工作界面方便快捷,便于操作,结果输出直观,便于观察记录。

参考文献

[1] GB12326 - 90. 电能质量 电压允许波动和闪变[S].
 [2] 孙树勤. 电压波动与闪变[M]. 北京:中国电力出版社,

1998.
 [3] IEC. Publications prepared by technical committee. 1997, 61000-4-15, No. 77. Flickermeter—functional and design specifications[S].
 [4] 向学军,杨盛,刘平. 电压闪变仪的设计与仿真[J]. 微计算机信息,2006,22(7).
 [5] UIE. WG. 1991. Disturbances flicker measurement and evaluation[S].
 [6] 高师萍,李群湛,贺建闽. 闪变测量系统研究[J]. 电力自动化设备,2000,22(6).

作者简介:

罗述俊(1983~),男,四川江油人,硕士研究生,研究方向为电力系统分析。

贺建闽(1955~),男,副教授,研究方向为电气化铁道供电系统,电网电能质量测控技术。(收稿日期:2007-11-10)

(上接第31页) 看出,右边的所有数都大于或等于10,所以只需对 A[2]...A[7]进行排序。

A[2]	A[3]	A[4]	A[5]	A[6]	A[7]
			50	20	60
				10	30
					100

第一次交换后:30 20 60 10 50 100(按照算法的第三步从后面开始找)

第二次交换后:30 20 50 10 60 100 (按照算法的第四步从前面开始找> X 的值,65>49,两者交换,此时 I_i=3)

第三次交换后:30 20 10 50 60 100 (按照算法的第五步将又一次执行算法的第三步从后开始找)

此时, i=j,第一趟排序结束,结果为:30 20 10 50 60 100,

再调用快速排序对 50 前后的两部分分别进行排序,最后结果为:10 10 20 30 50 60 100。

最后再调用 Dijkstra 算法,求出最短路径通道为 0→3→2→4:60。

4 结束语

前面提出的改进的最短路径算法,是借助于地理信息系统的实时信息,采用分治和快速排序的排序方法来进行改进的 Dijkstra 算法,这种算法时间复杂度为 O(n * log² n),空间复杂度为 O(n)。相比于经典的 Dijkstra 算法,它的效率无论在空间和时间上都有了大幅度的提高。该指标能满足配电网最佳抢修路径的要求。

参考文献

[1] 叶品勇,都洪基,沈曦. Dijkstra 算法在最佳抢修路径中的应用[J]. 继电器,2006,34(12):39-41.
 [2] 李宁宁,刘玉树. 改进的 Dijkstra 算法在 GIS 路径规划中的作用[J]. 计算机与现代化,2004,(9):12-14,17.
 [3] 陈益富,卢潇,丁豪杰. 对 Dijkstra 算法的优化策略研究[J]. 计算机技术与发展,2006,16(9):73-75,78.
 [4] 李元臣,刘维群. 基于 Dijkstra 算法的网络最短路径分析. 微计算机应用[J],2004,25(3):295-298,362.
 [5] 张池军,杨永健,赵洪波. 基于路径依赖的最短路径算法的改进与实现[J]. 计算机工程与应用,2006,(25):56-58.
 [6] 孙才新,刘理峰. 电力地理信息系统及其在配电网中的应用[M]. 北京:科学出版社,2003.
 [7] 黄远. Dijkstra 算法的基本思想及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
 [8] 赵文静,祁飞. 数据结构与算法[M]. 北京:科学出版社,2005.
 [9] Benjamin F Zhan. Three Fastest Shortest Path Algorithms on Real Road Networks : Data Structures and Procedures[J] . Journal of Geographic Information and Decision Analysis , 1998 , 1 (1) : 69 - 82 .
 [10] Pierre A. Humblet. Another Adaptive Distributed Shortest Path Algorithm. IEEE Transactions on communications, 1991, 39 (6):995-1003.

作者简介:

王倩(1980~):女,硕士研究生,助理工程师,研究方向为配电网自动化。

吕林(1963~):男,副教授,研究方向为分布式发电,配电网自动化。(收稿日期:2007-11-13)