

融合教学模式在 Dijkstra 最短路径算法中的应用

冯莹莹,周红志

(阜阳师范学院 信息工程学院,安徽 阜阳 236041)

摘要:融合教学模式下研究 GIS 在电子导航系统应用中的最短路径搜索效率问题。在电子导航系统中对最短路径的搜索效率要求很高,随着城市发展交通线路剧增,传统的基于 Dijkstra 算法的 GIS 导航系统不能适应日益复杂的交通线路,存在最短路径搜索效率过低的问题。在数据结构的教学改革实施过程中,提出改进的 Dijkstra 算法解决 GIS 导航中的最短路径搜索问题。改进算法不仅避免了传统 Dijkstra 算法逐个节点遍历搜索,而且根据方向优先特性缩小搜索范围,大大减少了搜索工作量,并通过改变搜索节点存储的数据结构提高最短路径的搜索效率。实验表明,这种改进算法较之传统算法能够有效提高最短路径的搜索效率,满足了电子导航系统对最短路径搜索效率的要求,取得了满意的结果。

关键词:融合教学模式;地理信息系统;数据结构;教学改革;搜索效率

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2013)05-0097-03

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2013.05.025

Application of Integrated Teaching Mode in Dijkstra Shortest Path Algorithm

FENG Ying-ying,ZHOU Hong-zhi

(College of Information Engineering,Fuyang Teacher's College,Fuyang 236041,China)

Abstract: Research the problem of shortest path search efficiency in the application of GIS navigation system in the integration of teaching mode. In the electronic navigation system for the shortest path search efficiency is demanding, with urban development traffic increasing, the traditional Dijkstra algorithm based on GIS navigation system can not adapt to the increasingly complex traffic, the shortest path search efficiency is too low. In data structure teaching reform implementation process, propose the improved Dijkstra algorithm to solve the shortest path search problem in GIS navigation. The algorithm not only avoids traditional Dijkstra algorithm by node to traverse the search, and according to priority narrow search direction features range, greatly reduces the workload search, and through the change of the search node storage of data structure improves the shortest path search efficiency. Experiment indicates that the improved algorithm compared with the traditional method can effectively improve the search efficiency of the shortest path algorithm, and satisfy the shortest path search efficiency requirements for the electronic navigation system, the satisfactory results were obtained.

Key words: integration of teaching mode; GIS; data structure; teaching reform; search efficiency

0 引言

融合教学模式即根据应用型本科院校计算机专业的培养目标,研究将相关课程的理论教学与实践教学有效整合,融合各种教学方法和手段从而实现教学效果最大化的一种新型教学模式。下面以电子导航系统中求解最短路径算法为例说明融合教学模式的可行性、必要性。

地理信息系统^[1](简称 GIS, Geographic Information System)是能够收集、管理、分析、操作与地理信息

相关数据信息的计算机信息系统,被广泛应用在资源管理、环境监测、电力行业、城市规划等领域。随着计算机技术的发展以及城市交通的发展,电子导航成为人们生活所需的并引起人们重视的一项技术,因 GIS 强大的数据处理和网络分析的能力,被人们应用在电子导航系统中,并且成为当今的研究热点问题。其中,在 GIS 网络分析系统中最关键的是最短路径的搜索问题^[2],最短路径的搜索效率直接决定了电子导航的效率,进而影响电子导航系统的服务质量。由于人们对电子导航系统的搜索效率有极高的要求,因此,在 GIS 系统中最短路径的搜索算法和搜索效率成为人们普遍关注和在实际应用中迫切需要解决的难点问题。

过去,解决 GIS 最短路径问题的算法有很多,其中最常用也是较有效的是 Dijkstra 算法^[3],这得益于此

收稿日期:2012-08-20;修回日期:2012-11-27

基金项目:安徽省教育科研计划项目(20101985)

作者简介:冯莹莹(1982-),女,山东聊城人,讲师,硕士,主要从事数据库与人工智能研究。

算法较能适应网络拓扑的变化、程序设计简单、性能较稳定、通用性强等特性。Dijkstra 算法在 GIS 系统中解决最短路径问题是通过逐一搜索网络中的所有节点,以找到与源节点最近的节点的节点的方式,可见此算法的搜索计算量较大,并且此 Dijkstra 算法存储数据时采用的是邻接矩阵数据结构,占用的内存空间较大,影响了系统的处理效率。将 GIS 应用在电子导航系统中,解决电子导航中起始节点与目的节点之间的最短路径问题时,传统的 Dijkstra 算法不能适应城市交通的快速发展,其繁琐的逐一搜索计算方式无法有效解决日益剧增的交通线路中最短路径的搜索问题,存在解决最短路径问题时搜索效率过低的问题,不能满足人们对电子导航系统效率的要求,因此人们致力于研究高效解决最短路径问题的算法。

1 对比式教学-GIS 中 Dijkstra 的最短路径算法改进研究

Dijkstra 算法分析与优化:

在 GIS 系统中要求解两点之间的最优路径,即最短路径算法的实现,被公认具有速度快、占用资源少、稳定性强等优点的 Dijkstra 算法是解决此类问题的有效算法。但在特定的环境和大量数据情况下,Dijkstra 算法也出现了瓶颈,就如上述分析一样,其遍历的未标记节点过多,重复迭代,导致速度相对下降,因此针对此种算法问题,本节对 Dijkstra 算法进行了深入的研究,采用一种堆排序和邻接表的面向对象的 Dijkstra 算法的改进算法。具体的算法是基于传统 Dijkstra 算法本体,对其数据结构和存储方式进行了优化,从而优化了 Dijkstra 算法。

1) 存储方式改进。

在 GIS 中存在着很多重要的空间数据,比如:线路、标志物、道路灯,这些都要进行最短路径的计算,而 Dijkstra 算法是图论计算最短路径的有效算法,因此,GIS 中的所有空间数据都要将其转化为节点和边的关系,从而形成图的结构形成网络拓扑图的效果。下面主要从三个方面进行优化改进:

(1) 根据 GIS 图中形成的网络拓扑结构图的相关重要参数进行设置和计算,算法的存储方式以面向对象为标准进行设定,设 S 为带权有向图, L 为边, V 为节点,其中图中的节点数为 n ,边数为 m ,将图中的任一节点设为 j ,而这个 j 节点的直接前趋节点设为 k , P 为起始点, U 为终点。

(2) 在算法实现过程中存在很多对象类,其中的 $Lxctor$ 类就封装了集合 $U-P$ 的节点列表,并且按照节点顺序进行存放。Dijkstra 算法中包含一组对象的对象类,其中 $Lxctor$ 被定义为收集类对象^[4],允许动态地

创建数组,也允许对链表中的节点进行增加和删除操作。在 JAVA 技术平台下支持的收集类包括: $LinkedList$ 、 $Vector$ 、 $Hashtable$ 等,在语言上将其定义为: $Vector Lxctor = new Lxctor()$ 。

(3) 在 JAVA 技术平台下,算法中的最短路径列表即从起点到终点的最短路径,设为对象类 $critHash$ 。通过此对象类将每一个节点到其他节点的最短路径进行封装,并赋予一个关键字,每当搜索过程中发现已经做过标记的关键字则此条路径搜索结束,通过这样的对象类封装,可得到节点的最短路径列表,减少搜索范围。

2) 数据结构优化。

寻找 GIS 中最短路径最佳求解,就必须对算法的数据结构进行优化。利用先进数据结构体系完成算法从时间复杂度由二阶降到对数阶的完美过渡^[5]。具体实现如图 1 所示:

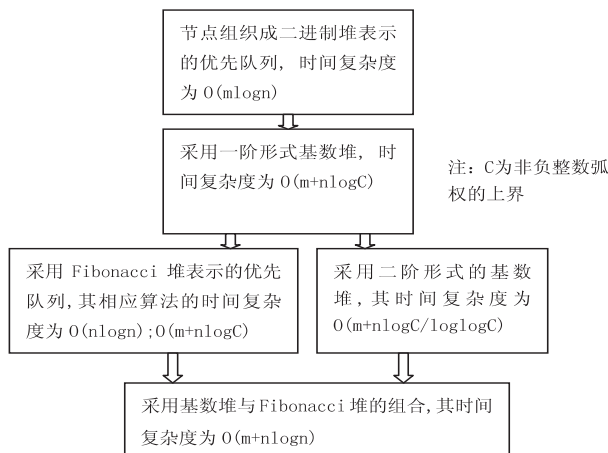


图 1 数据结构的时间复杂度优化流程

2 案例引导式教学-GIS 导航中最短路径搜索

2.1 GIS 导航中最短路径搜索原理

GIS 应用在电子导航系统中,是将城市中的交通道路分布抽象为交通网络,在此系统中 GIS 点、线、面三个元素分别表示的是:

1) 点:又称节点,是两条或两条以上交通线路(道路)经过并在此处相交的点;

2) 线:所有的交通线路抽象为线,具体为两个点(节点)之间的一段道路;

3) 面:由道路线围城的封闭区域。

通过将获取的卫星遥感图像进行抽象转换为 GIS 空间关系图^[6],并将点、线、面数据存储。由最短路径搜索效率的计算公式可知:

$$L = \frac{\log\left(\frac{1}{n}\right) \cdot t_0}{\alpha \ln(NT)} \times 100\% \quad (1)$$

最短路径的搜索效率与所需搜索的节点数目直接相关,且成反比^[7]。由公式(1)可以看出,传统的 Dijkstra 搜索最短路径的方法在节点较少的系统中搜索效率较高,且编程简单便于实现,但是随着现代社会的发展,交通线路越来越多、越来越复杂,这种逐一搜索的 Dijkstra 算法处理复杂的交通线路时需要搜索较多的节点,直接造成最短路径的搜索效率较低,不能满足电子导航对搜索效率的要求。

2.2 最短路径的搜索实现

基于上文对数据存储的定义和初始化,下面详细介绍改进的 Dijkstra 算法搜索最短路径的步骤:

选取起始节点,并寻找与其直接相连的节点(即中间只有一条线路连接的节点),并将这些节点存储为等待搜索的节点形式 J,将这些节点依次进行方向夹角计算,即选取一个待搜索节点计算其与起始节点的连接方向并计算起始节点与目的节点的连线方向,计算两个连线方向的夹角^[8]。设待搜索的节点坐标为 (x,y) ,起始节点的坐标为 (x_q,y_q) ,目的节点的坐标为 (x_z,y_z) ,则两连线方向夹角的具体计算公式为:

$$k_2 = \frac{y_z - y_q}{x_z - x_q} \tag{2}$$

$$\theta = \arctan \left| \frac{k_1 - k_2}{1 + k_1 \cdot k_2} \right|$$

$$= \arctan \left| \frac{\frac{y - y_q}{x - x_q} - \frac{y_z - y_q}{x_z - x_q}}{1 + \frac{y - y_q}{x - x_q} \cdot \frac{y_z - y_q}{x_z - x_q}} \right| \tag{3}$$

通过计算出的方向夹角,比较并按照方向优先的原则选取夹角最小的节点作为下一步节点,并存放入标记节点集 S 中。将此节点作为新的起始节点进入下一步运算^[9]。最终搜索完毕后将存在标记节点集 S 中的节点数据建立链表就是所要寻找的最短路径。

综上所述,改进的 Dijkstra 算法通过考虑 GIS 的空间特性,提出方向优先搜索原则,通过计算夹角选取最小夹角的节点去除了很多不必要的节点分支,缩小了节点搜索的范围,大大简化了计算量,保证了最短路径的搜索效率,较之传统方法效率得到了很大提高。

3 实践性教学——仿真实验及结果分析

为验证改进 Dijkstra 算法的性能,设计仿真实验进行验证。实验选取一张安徽省合肥市某区域卫星遥感图像,需要根据搜索算法搜索出合肥西站到生态公园之间的最短路径。

分别采用传统的 Dijkstra 算法和改进的 Dijkstra 算法进行搜索实验^[10],实验基于 Windows XP 操作系统, GIS 网络构建体系,采用 Visual C++ 6.0 可视化呈

现 GIS 空间关系图,然后采用 C++编程语言编程实现两种具体算法,并使用 C++ 6.0 软件统计实验数据。

利用软件工具统计出每种方法完成最短路径搜索所需要搜索的节点总数目,并根据如公式(1)所示的最短路径搜索效率的计算公式得到两种方法的搜索效率,将所有的实验结果列表比较,表 1 为实验结果数据对比表。

表 1 实验结果数据对比表

算法	搜索节点总数	搜索效率
传统算法	63	87.7%
改进算法	17	96.1%

由上述实验结果对比可知,传统的 Dijkstra 算法在搜索最短路径时需要逐一搜索所有节点^[11],在此实验中完成最短路径的搜索需要搜索的节点总数目为 63 个,可见巨大的搜索量增加了计算压力,使得计算量很大且系统的存储压力较大。而考虑 GIS 空间特性,提出方向优先的搜索策略^[12],通过计算连线方向夹角,并选取夹角较小的节点方式去除许多无效的搜索,缩小了搜索的范围,进行此次最短路径的搜索只需要搜索 17 个节点便可完成,大大减少了计算量,使得最终的最短路径搜索效率提高到 96.1%,取得了满意的结果。可见改进的 Dijkstra 算法能够有效提高最短路径搜索效率,保证电子导航系统的要求。

4 结束语

文中以安徽省级质量工程项目-程序设计与数据结构的融合教学模式研究为依托,分析了数据结构中传统最短路径算法在求解最短路径上的瓶颈,对算法实现过程中的数据存储方式和数据结构进行了优化,对改进后的算法和之前算法进行了空间和时间复杂度上的分析和比较以及仿真实验,得到了优化后的算法具有一定的高效性和稳定性。实验表明,这种改进的 Dijkstra 算法能够保证最短路径搜索的效率,有效满足人们对电子导航效率的要求,具有较高的使用价值。

通过对数据结构教学改革的实践,学生的学习兴趣及学习效率都得到了很好的激发,学生在掌握基本理论和知识的同时,程序的阅读能力、程序的设计能力及数据结构应用设计能力得到了很好的提高,教学效果达到了最大化。

参考文献:

[1] 詹云,孙涌,房鹏.改进 Dijkstra 算法在 PGIS 中的应用[J].计算机工程,2011,37(13):193-195.
[2] 陆锋.最短路径算法:分类体系与研究进展[J].测绘学报,2001,30(3):269-275.

法的性能接近于应用余弦角距离的最近邻算法。

表2 两种分类器算法识别率比较

算法	欧式距离	余弦角距离
KPCA+LDA	93.5% (39)	96.5% (39)
KPCA+NS-LDA	97.5% (39)	97.5% (39)

5 结束语

文中提出 KPCA 和 NS-LDA 相结合的算法有效融合 KPCA 和 LDA 算法优点,充分利用人脸有效特征,利用核函数的非线性映射和 LDA 的二次特征提取,显著降低了有效特征的维数,通过提取零空间的有效信息,增强了特征向量的适应性和有效性,缓解了小样本问题,在最近邻分类器中选择性能较优的余弦角距离算法,得到较满意的人脸识别率。

参考文献:

[1] Turk M, Pentland A. Eigenfaces for Recognition[J]. Cognitive Neuro Science, 1991, 3(1): 71-86.

[2] Belhumeur P N, Hespanha J P, Kriegman D J. Eigenfaces vs. Fisherfaces: Recognition Using Class Specific Linear Projection[J]. IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997, 19(7): 711-720.

[3] Yang M H. Kernel eigenfaces vs kernel fisherfaces: face recognition using kernel methods[C]//Proc of 5th IEEE Int Conf on Automatic Face and Gesture Recognition. Washington DC: [s. n.], 2002: 215-220.

[4] Chen Xin, Flynn P J, Bowyer K W. PCA-based Face Recognition in Infrared Imagery: Baseline and Comparative Studies [C]//Proc of the IEEE International Workshop on Analysis

and Modeling of Faces and Gestures. Nice, France: [s. n.], 2003: 127-134.

[5] Panda R, Naik M K. EBFS-Fisher: An Efficient Algorithm for LDA-based Face Recognition [C]//Proc of World Congress on Nature & Biologically Inspired Computing. Shantou, China: [s. n.], 2009: 1041-1046.

[6] Jin Jianming, Han Xionghu, Wang Qingren. Mathematical Formulas Extraction [C]//Proceedings of the 7th ICDAR. Edinburgh: [s. n.], 2003: 1138-1141.

[7] Jain A K, Duin R P W, Mao J C. Statistical pattern recognition: a review[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(1): 4-37.

[8] Müller K R, Mika S, Rätsch G, et al. An Introduction to Kernel-based Learning Algorithms[J]. IEEE Trans. on Neural Networks, 2001, 12(2): 181-201.

[9] 杜卓明, 屠宏, 耿国华. KPCA 方法过程研究与应用[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(7): 8-10.

[10] Yang Jian. KPCA Plus LDA: A Complete Kernel Fisher Discriminant Framework for Feature Extraction and Recognition [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2005, 27(2): 230-244.

[11] 朱美琳, 刘向东, 陈世福. 核方法在人脸识别中的应用[J]. 计算机科学, 2003, 30(5): 82-84.

[12] 时书剑, 马燕. 基于 Gabor 滤波和 KPCA 的人脸识别方法[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(4): 51-53.

[13] 何国辉, 甘俊英. PCA-LDA 算法在性别鉴别中的应用[J]. 计算机工程, 2006, 32(19): 208-210.

[14] 周晓彦, 郑文明. 一种融合 KPCA 和 KDA 的人脸识别新方法[J]. 计算机应用, 2008, 28(5): 1263-1266.

[15] 殷俊, 周静波, 金忠. 基于余弦角距离的主成分分析与核主成分分析[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(2): 9-12.

(上接第99页)

[3] 朱绍伟, 徐夫田, 滕兆明. 一种改进蚁群算法求解最短路径的应用[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(7): 76-78.

[4] 李宁宁, 刘玉树. 改进的 Dijkstra 算法在 GIS 路径规划中的应用[J]. 计算机与现代化, 2004, 9(2): 96-99.

[5] 陈述彭, 鲁爱军, 周成虎. 地理信息系统导论[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[6] Zhan F B. Three Fastest Shortest Path Algorithms on Real Road Networks[J]. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 1997, 1(1): 69-82.

[7] Viacheslav C, Mordechai S, Shmuel Z. On the performance of Dijkstra's third self-stabilizing algorithm for mutual exclusion [C]//Proc of 9th International Symposium on Stabilization, Safety and Security of Distributed Systems. [s. l.]: [s. n.], 2007: 114-123.

[8] Daniel C L. Proof of a modified Dijkstra's algorithm for compu-

ting shortest bundle delay in networks with deterministically time-varying links [J]. IEEE Communications Letters, 2006, 10(10): 734-736.

[9] Leonid K, Vladimir G, Zhao Jihui. Extending Dijkstra's algorithm to maximize the shortest path by node-wise limited arc interdiction [C]//Proc of First International Symposium on Computer Science - Theory and Applications. Russia: [s. n.], 2006: 221-234.

[10] 卢开澄, 卢华明. 图论及其应用[M]. 第2版. 北京: 清华大学出版社, 1997.

[11] 严蔚敏, 吴伟民. 数据结构[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997.

[12] 王开义, 赵春江, 胥桂仙, 等. GIS 领域最短路径搜索问题的一种高效实现[J]. 中国图象图形学报, 2003, 8(5): 145-148.

融合教学模式在Dijkstra最短路径算法中的应用

作者: [冯莹莹, 周红志](#)
作者单位: [阜阳师范学院 信息工程学院, 安徽 阜阳 236041](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201305027.aspx