

文章编号:1002-0640-(2012)增刊-0047-02

A * 算法和多目标规划的炮兵兵力机动路线优化

邸江芬, 吴 琼, 石先国
(北方自动控制技术研究所, 太原 030006)

摘 要:炮兵兵力机动中多目标路线优化问题可以通过 A * 算法解决。但基于 GIS 平台下获取的原始道路网络拓扑结构不能满足最短路径算法对路径进行规划, 因此需要对原始道路网络拓扑结构进行进一步拓扑。并提出炮兵兵力机动路径的多目标路线优化设计的体系结构。

关键词:A * 算法, 炮兵兵力机动, 路线优化

中图分类号:TP311 **文献标识码:**A

Path Optimization of Artillery Military Maneuver Based on the A * Algorithm and Multi-Aimed

DI Jiang-fen, WU Qiong, SHI Xian-guo
(North Automatic Contrd Technology Institute, Taiyuan 030006, China)

Abstract:The multi-aimed path optimization problem in artillery military maneuver can be solved by A * algorithm . But the network topological structure of original road can 't be satisfied with the shortest path algorithm to make out path, so it is necessary to develop the network topological structure of original road . This paper puts forward the architecture of multi-aimed path optimization for artillery military maneuver .

Key words:A * algorithm, artillery military maneuver, path optimization

引 言

炮兵兵力机动是一种重要的作战行动,其目的是提高作战的主动性和攻防能力。炮兵机动往往在敌人航空兵、远程袭击兵器和各种侦查手段威胁和监视下进行,不易隐蔽、指挥容易中断,道路和桥梁易遭破坏,机动过程中往往有多条路线可以选择,不同的路线路况不一,决定其所用的时间不同,如何找出最优路径,是炮兵机动过程中炮兵生存的关键。

基于 GIS 的最短路径分析在交通网络分析系统中占有重要地位。从网络模型的角度看,最短路径分析就是在指定网络中两结点间找出一条阻碍强度最小的路径。根据阻碍强度的不同定义,最短路径不仅仅指一般意义上的距离最短,还可以引申到其他的度量,如时间、费用、线路容量等。本文分析了炮兵兵力机动的多目标路线优化问题,如机动距离最短问题、机动耗时最少问题及炮兵生存概率最大问题,均可

转化为线性规划问题,可以采取最短路径问题的解决方法,并已经运用到目前系统中,为指挥员制定作战方案和定下决心提供决策支持。

1 多目标路径规划模型及 A * 算法

1.1 A * 算法简介及其分析

A * 算法是建立在 Dijkstra 算法^[1]基础上的启发式搜索算法,其主要特点在于选择下一个路径节点时引入了已知的路网信息,特别是目标点信息,计算所有候选节点到目标点之间的某种目标函数(比如最短距离、最小时间等等),以此作为评价候选节点是否属于最优路径节点的指标,优先选择具有最优目标函数的候选节点作为下一个路径节点。

A * 算法的关键是确立如下形式的启发函数

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

式中: $g(n)$ 是从起点到候选节点实际花费的代价; $h(n)$ 是从候选节点到目标点的估计代价。通过比较 $f(n)$,选取代价最小的候选节点作为下一路径节点。

A * 算法的实现步骤如下:①以起点为第1个路径节点,寻找与之相连的候选节点;②对与之相连的每一个候选节点,计算其启发函数值,选出函数值最小的节点作为下一个

收稿日期:2011-09-28 修回日期:2012-01-08
作者简介:邸江芬(1976-),女,山西原平人,硕士研究生,
研究方向:军用软件应用。

路径节点;③如果该节点是目标点,则终止规划,否则,进入第 2 步,以新的路径节点为起点继续规划,并记录搜索到的最短路径;④将起始点、步骤②中获取的候选节点及目标点构成的点集,按顺序依次连接而组成的路线即最优路径。

1.2 多目标路径规划模型

炮兵兵力机动路线优化的多目标规划问题均为线性规划问题^[2],可以建立如下多目标线性规划模型。

1.2.1 机动距离最短

机动距离最短按照路径规划返回的路径结果即是最短路径。建立其线性规划模型如下:

$$D_L^{\min} = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^n d_i^L \right) \tag{1}$$

式中: D_L^{\min} 为最短路径长度; d_i^L 为第 i 个路径的长度。

1.2.2 转移时间最少

机动所消耗的时间主要与路径的长短、道路等级、道路的平均坡度、天候条件有关系。建立其线性规划模型如下:

$$D_T^{\min} = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^n (r_i^{dj} r_i^{dp} r_i^{dt} d_i^L) \right) \tag{2}$$

式中: D_T^{\min} 为满足时间最少的最短路径; r_i^{dj} 为第 i 个路段的道路等级时间影响系数; r_i^{dp} 为第 i 个路段的道路坡度时间影响系数; r_i^{dt} 为第 i 个路段的天候条件时间影响系数; d_i^L 见式(1)。

1.2.3 炮兵生存概率最大

炮兵机动过程中生存概率最大主要与路径的长短、道路等级、桥梁(隘口)数量、和经过敌火力封锁区数量等因素有关系。建立其线性规划模型如下:

$$D_F^{\min} = \text{Min} \left(\sum_{i=1}^n (r_i^{dj} r_i^{qf} r_i^{dhf} d_i^L) \right) \tag{3}$$

式中: D_F^{\min} 为满足风险最小的最短路径; r_i^{dj} 为第 i 个路段的道路等级风险影响系数; r_i^{qf} 为第 i 个路段的桥梁(隘口)数量风险影响系数; r_i^{dhf} 为第 i 个路段的经过敌火力封锁区数量风险影响系数; d_i^L 见式(1)。

以上各参数均为经验数据。

2 炮兵兵力机动路线优化总体设计

炮兵兵力机动路线优化的体系结构如图 1 所示。

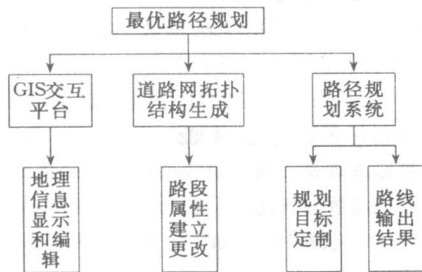


图 1 炮兵兵力机动路线优化的体系结构

2.1 GIS 交互平台^[3]

GIS 提供炮兵兵力机动最为基础的数据平台,具有强大的网络分析功能,在 GIS 的道路层网络中提取路段、交叉点的属性值,获取原始的道路网络拓扑结构,以此分析最优路

径规划问题。

2.2 道路网络拓扑结构生成

通常一条公路是以一个地理对象表示的,而在计算过程中,由于路径可能在一条公路与另一条公路的交会处转向另一条公路,所以必须在公路的交会处设置网络节点,并将该公路分割成为两个地理对象表示。在数学模型的表示中将未分割的公路网络表示为一个非平面图,因此,需要将用户提供的粗糙的非平面图的交通网络转换成程序可用的平面图,对于非平面图中的相交道路进行分割处理,使其形成一个平面图。

针对上述原始的道路网络拓扑结构这种路段彼此交叉、没有交叉节点属性图层的问题,本文采用道路网络拓扑结构生成模块来处理,生成道路交叉点和新道路网络拓扑结构。

* 原始道路网络拓扑以线型或折线型表示公路,不能智能地对道路的交叉节点进行判断,即不能形成交通网络,因此,不能应用网络上的最短路径算法对路径进行规划,需要对这样的交通网络图进行交叉节点生成,即将交叉的两条公路进行分割处理,在道路交叉处生成可以终结并转向的交叉节点。

* 原始道路拓扑结构中没有生成交叉节点和路段的对应关系,需要建立交叉节点和路段的对应关系。在此基础上实现最优路线规划。

2.3 路径规划系统

2.3.1 规划目标定制

炮兵兵力机动中路线最优的规划目标定制包括如下内容:①上节中的多目标规划设置以此确定 A * 算法中的估价函数;②设置起始点、目标点、机动途中必须经过的点;③禁止点的设置和禁止区域的设置;④禁止区域指一般禁止区域、核、生、化受灾区、破坏区、泛滥区、可能遭遇区、敌火力封锁区;⑤炮兵在机动过程中各装备的战技指标对通行道路的约束,如装备重量对道路、桥梁的承重要求,装备的转弯半径,装备的宽度等。

2.3.2 路线输出结果

路线输出结果是将通过路径规划模块求得的结果路径复制到输出路径层,同时以 XML 文件形式输出路线结果,以便在地图上标绘、保存到数据库。

3 总 结

本文采用 A * 算法对炮兵兵力机动过程中多目标路线规划进行建模,并分析了 GIS 基础上获取的原始道路网络不能满足 A * 算法实现最优路径规划的原因,通过对道路网络重新拓扑实现了炮兵兵力机动中多目标路线规划,此方法已在某重点工程项目中得到应用。

参考文献:

- [1] 漆阳华,杨战平,黄清华.A * 的改进路径规划算法[J].信息与电子工程,2009(8):326-329.
- [2] 张要一,王颖龙.基于图论和多目标规划的兵力机动路线优化[J].空军工程大学学报,2006,29(2):35-38.
- [3] 刘柱恒,叶贤良.基于GIS路径规划系统的研究与实现[J].电脑设计与技术,2009,36(8):6213-6214.