

文章编号: 2095-2163(2020)02-0290-04

中图分类号: TP273

文献标志码: A

面向抢险应急调度的最短路径寻优规划算法

李云锋¹, 郑勇平¹, 刘洋²

(1 武警警官学院, 成都 610213; 2 海军工程大学, 武汉 430033)

摘要: 为了提高抢险应急调度的响应能力, 需要进行路径优化规划设计, 提出基于粒子群算法的抢险应急调度最短路径寻优规划算法。采用粒子群寻优方法进行抢险应急调度区域的环境信息采样, 对采集的抢险应急调度区域数据进行自适应寻优控制, 建立抢险应急调度区域的路径空间区域自适应规划模型, 采用模糊状态寻优控制方法进行抢险应急调度最短路径寻优规划和自适应调度, 提取抢险应急调度最短路径寻优规划的信息素特征量, 采用最短路径规划法进行抢险应急调度特征分析, 分析车辆的运动惯性势能, 采用粒子群算法进行抢险应急调度最短路径寻优规划过程中的自适应寻优, 实现抢险应急调度最短路径寻优规划。仿真结果表明, 采用该方法进行抢险应急调度最短路径规划的寻优能力较好, 提高了抢险应急调度响应能力。

关键词: 抢险应急调度; 最短路径; 寻优; 规划

A shortest path optimization scheme for emergency scheduling

LI Yunfeng¹, ZHENG Yongping¹, LIU Yang²

(1 Police Officers College of the Chinese People's Armed Police Force, Chengdu 610213, China;

2 Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

[Abstract] In order to improve the response ability of emergency scheduling, it is necessary to carry out path optimization planning design, and propose the shortest path optimization planning algorithm based on particle swarm algorithm. Firstly, using the particle swarm optimization method to sample the environment information of the emergency dispatching area, the data of the emergency dispatching area is adaptively controlled, the adaptive planning model of the path space region of the emergency dispatching area is established. Then, the fuzzy state optimization control method is used to carry out the shortest path optimization planning and the adaptive dispatching of the emergency dispatching, the information element characteristic of the shortest path optimization planning of the emergency dispatching is extracted, and the inertia potential energy of the vehicle is analyzed by the shortest path planning method, therefore the adaptive optimization of the emergency dispatching shortest path optimization planning process is realized by the particle swarm algorithm. The simulation results show that the optimal ability of the shortest path planning is better and the response ability of emergency dispatch is improved.

[Key words] emergency scheduling; shortest path; optimization; planning

0 引言

随着抢险应急管理能力的不断发展, 对抢险应急调度的路径规划受到人们的关注, 采用人工智能学习和自适应控制算法, 进行抢险应急调度和规划设计, 建立人工智能学习方法, 进行抢险应急调度的路径规划设计, 采用智能学习技术, 结合人工智能的学习方法, 提高抢险应急调度最短路径的自适应规划的人工智能控制能力^[1], 相关的抢险应急调度最短路径寻优规划算法在抢险应急调度和管理中具有重要意义。对抢险应急调度最短路径寻优设计是建立在路径空间规划和信息融合基础上, 结合抢险应急调度最短路径寻优规划设计, 提高抢险应急能力^[2]。本文提出基于粒子群算法的抢险应急调度最短路径寻优规划算法。采用粒子群寻优方法进行抢险应急

调度区域的环境信息采样采用最短路径规划法进行抢险应急调度特征分析, 分析车辆的运动惯性势能, 采用粒子群算法进行抢险应急调度最短路径寻优规划过程中的自适应寻优, 实现抢险应急调度最短路径寻优规划。最后进行仿真测试分析, 得出有效性结论, 展示了本文方法在提高抢险应急调度的最短路径寻优规划能力方面的优越性能。

1 抢险应急调度最短路径寻优规划的三维信息采样和寻优控制

1.1 抢险应急调度最短路径寻优规划的三维信息采样

为了实现基于粒子群算法的抢险应急调度最短路径寻优规划, 进行抢险应急调度最短路径寻优规划的寻优控制, 建立抢险应急调度的路网模型^[3],

作者简介: 李云锋(1986-), 男, 学士, 讲师, 主要研究方向: 军事指挥、应急管理; 郑勇平(1987-), 男, 学士, 助教, 主要研究方向: 应急管理; 刘洋(1983-), 男, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 作战调度指挥控制。

收稿日期: 2019-11-28

采用一个 5 元组表示抢险应急调度最短路径寻优规划的路网, 即有向图中的一条边, 如公式所示:

$$Edge = \{StartID, EndID, c_a, x_a, t_a\}, \quad (1)$$

其中, c_a 表示抢险应急调度最短路径寻优规划的道路特性; x_a 表示抢险应急调度最短路径寻优规划过程中的车辆运行动态特性; $Edge$ 表示一条抢险应急调度的有向边; $StartID$ 表示抢险应急调度最短路径寻优规划的道路动态分布的 ID; $EndID$ 表示有向边的终止结点的 ID。根据抢险应急调度最短路径寻优规划的路网模型, 进行道路环境信息采样, 根据抢险应急调度的传感节点通信范围和相对距离关系完成抢险应急调度的信息聚簇处理, 抢险应急调度最短路径的分布集中, 用 N 表示抢险应急调度的节点个数, 边的集合为:

$$E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_M\}, \quad (2)$$

根据节点在路段内不同调度通道, 建立抢险应急调度最短路径寻优规划模型, 空间规划函数为:

$$t_a = t_a^0 \frac{c_a}{c_a - x_a} + J \left(\frac{x_a}{c_a - x_a} \right). \quad (3)$$

其中, J 为调度通道的负载; t_a^0 为修正自适应系数; c_a 为抢险应急调度的拥挤系数。采用二乘规划方法进行抢险应急调度和路径寻优, 提高抢险应急调度最短路径寻优规划能力^[4]。

1.2 抢险应急调度的寻优算法

建立抢险应急调度区域的路径空间区域自适应规划模型, 采用模糊状态寻优控制方法进行抢险应急调度最短路径寻优规划和自适应调度, 进行抢险应急调度最短路径寻优规划的信息融合^[5], 抢险应急调度最短路径寻优规划的负载为:

$$[\tilde{N}F(x)]_j = \frac{\partial F(x)}{\partial x_j} = 2 \sum_{i=1}^N v_i(x) \frac{\partial v_i(x)}{\partial x_j}, \quad (4)$$

式中, $F(x)$ 表示抢险应急调度最短路径寻优规划的模糊度函数, $v_i(x)$ 为抢险应急调度最短路径空间分布函数, 采用相似度信息寻优方法, 进行抢险应急调度最短路径寻优规划, 提高抢险应急调度最短路径寻优规划能力^[6], 得到抢险应急调度最短路径寻优规划的物理信息融合参数为:

$$[\tilde{N}^2F(x)]_y = 2 \sum_{i=1}^N \frac{\partial v_i(x)}{\partial x_k} \cdot \frac{\partial v_i(x)}{\partial x_j} + v_i(x) \frac{\partial^2 v_i(x)}{\partial x_k \partial x_j} = 2J^\Gamma(x)J(x) + 2S(x), \quad (5)$$

采用模糊信息聚类方法, 进行抢险应急调度最短路径寻优规划, 得到路径控制模型为:

$$l(v_n) = l(av) + l(cv) + l(bv), \quad (6)$$

统计第 i 个方案的调度指令, 对抢险应急调度

交通网络布局方案进行综合评价, 得到节点 v_a, v_b 和 v_c 中的调度评价函数表示为:

$$l(v_a) = l(ba) + l(ca), \quad (7)$$

$$l(v_b) = l(ab) + l(cb), \quad (8)$$

$$l(v_c) = l(ac) + l(bc). \quad (9)$$

在许多不确定因素的影响下, 采用模糊状态寻优控制方法进行抢险应急调度最短路径寻优规划, 提高自适应调度能力。

2 抢险应急调度最短路径寻优规划

2.1 抢险应急调度最短路径规划的粒子群算法

采用模糊状态寻优控制方法进行抢险应急调度最短路径寻优规划过程中的并行调度, 提取抢险应急调度最短路径寻优规划的信息素特征量, 抢险应急调度最短路径规划的粒子群状态参数为 T_0^6 , 在路径分布坐标系下抢险应急调度最短路径规划的 Hama 寻优分布为 $X_i(t) = (x_{i1}(t), x_{i2}(t), \dots, x_{id}(t))$, 在并行寻优控制算法下, 得到最短分布距离 T_0, U_0, V_0 , 在交通道路最短路径规划下进行抢险应急调度最短路径的输出避障控制, 建立抢险应急调度最短路径的并行控制模型, 得到蚁群的个体信息素为 T_6^1 , 模糊融合参数为 $p^1 = (p_x^1, p_y^1, p_z^1)^T$, 以最短路径为寻优目标函数, 进而得到抢险应急调度的模糊度信息量为 T_1, U_1, V_1 , 得到抢险应急调度最短路径的智能规划模糊参数为:

$$\begin{aligned} \Delta x &= (p_x^1 - p_x^0) / n, \quad \Delta T = (T_1 - T_0) / n, \\ \Delta y &= (p_y^1 - p_y^0) / n, \quad \Delta U = (U_1 - U_0) / n, \\ \Delta z &= (p_z^1 - p_z^0) / n, \quad \Delta V = (V_1 - V_0) / n. \end{aligned} \quad (10)$$

选择不同的指标权重, 得到粒子群寻优参数 $x_i, y_i, z_i, T_i, U_i, V_i (i = 1, 2, \dots, 6)$ 。根据模糊控制方法, 进行粒子群寻优, 得到粒子群控制方程:

$${}_{i-1}T_i = \begin{pmatrix} \hat{e} & c\theta_i & -s\theta_i & 0 & a_{i-1} & \hat{u} \\ \hat{e}s\theta_i c\alpha_{i-1} & c\theta_i c\alpha_{i-1} & -s\alpha_{i-1} & -d_i s\alpha_{i-1} & \hat{u} & \hat{u} \\ \hat{e}s\theta_i s\alpha_{i-1} & c\theta_i s\alpha_{i-1} & c\alpha_{i-1} & d_i c\alpha_{i-1} & \hat{u} & \hat{u} \\ \hat{e} & 0 & 0 & 0 & 1 & \hat{u} \end{pmatrix} \quad (11)$$

式中, s 表示抢险应急调度最短路径寻优的定位误差; c 表示抢险应急调度最短路径规划的寻优参数; $P_0, P_1, P_2, \dots, P_n$ 为粒子群变异系数; ${}^0T_0, {}^0T_1, \dots, {}^0T_n$ 为应急调度的空间变化矩阵, 得到优化的并行蚁群寻优函数为:

$${}^0T = {}^0T_1 T_2^1 T_3^2 T_4^3 T_5^4 T_6^5 T. \quad (12)$$

求出抢险应急调度最短路径规划的寻优参数, 结合模糊度寻优方法, 进行抢险应急调度最短路径

的智能规划设计^[7]。

2.2 抢险应急调度最短路径寻优规划

采用粒子群算法进行抢险应急调度最短路径寻优规划,给定抢险应急调度最短路径的空间规划矩阵,得到路径规划的误差测量参数为:

$$l = \frac{1}{N_0} \int_{T_0}^{T_f} \int_{T_1}^{T_f} \tilde{x}(t) \tilde{h}(t, u) \tilde{x}(u) du dt, \quad (13)$$

采用自适应寻优方法,进行抢险应急调度最短路径寻优规划,得到 n 个决策变量构成的抢险应急调度最短路径寻优规划的模糊控制模型,表示为:

$$\begin{aligned} \min \quad & F(x) = (f_1(x), f_2(x), \dots, f_m(x))^T, \\ \text{s.t.} \quad & g_i \leq 0, \quad i = 1, 2, \dots, q, \\ & h_j = 0, \quad j = 1, 2, \dots, p, \end{aligned} \quad (14)$$

采用二乘规划方法进行抢险应急调度最短路径寻优,得到抢险应急调度最短路径规划相似度信息为:

$$\eta = \frac{a}{a+b+c} \cdot \frac{E[M_A] + E[M_B]}{E[V_A] + E[V_B]}, \quad (15)$$

构建抢险应急调度最短路径规划的测量模型,得到测量方程为:

$$E[M_A] = E[V_A] = \sum_{i=0}^{\infty} i (1-p)^i p = \frac{1-p}{p}, \quad (16)$$

建立抢险应急调度最短路径的最短寻优函数,表示为:

$$\begin{aligned} \ddagger A &= \frac{\partial^2}{\partial f^2} [D_s(f, \mu)]_{\mu_{0k}}^{f_{0k}}; \\ \ddagger B &= \frac{\partial^2}{\partial \mu^2} [D_s(f, \mu)]_{\mu_{0k}}^{f_{0k}}; \\ \ddagger C &= \frac{\partial^2}{\partial f \partial \mu} [D_s(f, \mu)]_{\mu_{0k}}^{f_{0k}}. \end{aligned} \quad (17)$$

式中, τ 为抢险应急调度最短路径寻优规划过过程中的位置信息; f 为抢险应急调度最短路径分布的频率特征量; t 为时间参数。综上分析,采用粒子群算法进行抢险应急调度最短路径寻优规划过程中的自适应寻优,实现抢险应急调度最短路径寻优规划优化设计^[8]。

3 仿真实验与结果分析

为了测试本文方法在实现抢险应急调度最短路径寻优规划中的应用性能,进行仿真实验,实验建立在 Matlab 仿真平台基础上,抢险应急调度的空间分布节点数为 80,最短响应时间 14 s,指标权重为 $\lambda = (0.135, 0.132, 0.135, 0.154, 0.156, 0.143, 0.156, 0.134)$ 。抢险区域地图大小 $1\ 200 \times 1\ 200$ 像素,抢险应急调度的工作环境坐标如图 1 所示。

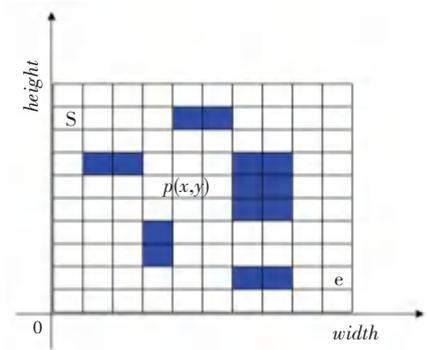


图 1 抢险应急调度的工作环境坐标

Fig. 1 Working environment coordinates of emergency dispatch

在图 1 所示的环境中,进行抢险应急调度,得到寻优路径如图 2 所示。

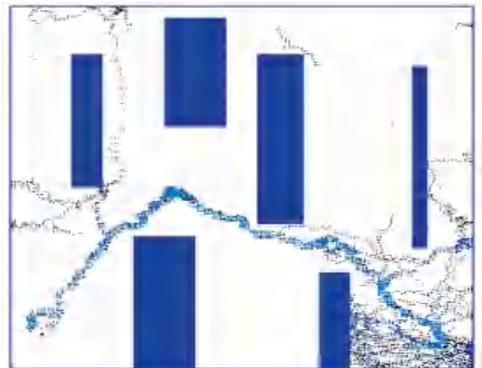


图 2 抢险应急调度寻优路径

Fig. 2 Emergency dispatching optimization path

根据图 2 所示的抢险应急调度寻优路径,进行抢险应急调度的寻优规划,得到优化规划模型如图 3 所示。

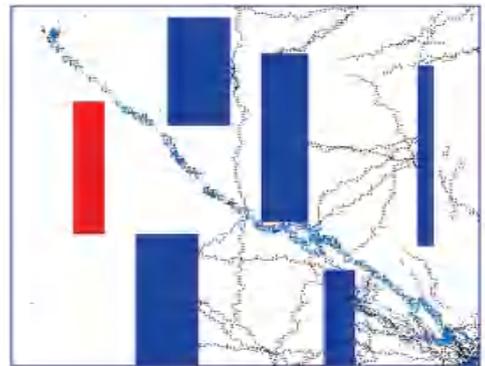


图 3 抢险应急调度的优化规划结果

Fig. 3 Optimal planning results of emergency scheduling

分析上述仿真结果得知,采用该方法进行抢险应急调度最短路径规划的寻优能力较好,提高了抢险应急调度响应能力。测试应急调度的响应时间,得到对比结果如图 4 所示,分析图 4 得知,本文方法进行应急调度的路径规划,有效缩短了响应时间。

(下转第 296 页)