第41卷 第1期　地 震 工 程 学 报　Vol. 41 No.1
2019年2月　CHINA EARTHQUAKE ENGINEERING JOURNAL　Feb., 2019

刘美灵,李锐.基于汽车物联网的震区最优通行道路选择算法[J].地震工程学报,2019,41(1):195-200.doi:10.3969/j.issn.1000－0844.2019.01.195
LIU Meiling,LI Rui.Algorithm Based on Vehicle Internet of Things for the Selection of the Optimal Passage Road in a Seismic Area[J].China Earthquake Engineering Journal,2019,41(1):195-200.doi:10.3969/j.issn.1000－0844.2019.01.195

基于汽车物联网的震区最优通行道路选择算法

刘美灵[1],李　锐[2]

(1.浙江交通职业技术学院,浙江 杭州 311112;2.河海大学,江苏 南京 210098)

摘要: 当前震区通行道路选择算法是以单一个体的计算形式进行的,易出现拥堵路段重叠问题,为此设计基于汽车物联网的震区通行道路选择算法。依据分布式算法步骤对地形信息素进行计算、构建汽车物联网最优通行道路算法模型、计算最优通行道路信息素趋势、标定重复路段信息、对障碍物进行栅格化、选择全程最优通行道路。对震区通行道路选择进行扩展,完成震区通行道路选择算法。实验数据表明,基于汽车物联网震区通行道路选择算法能够选择出最优震区通行道路。

关键词: 汽车物联网;震区通行道路选择;环境建模;扩展算法;最优通行道路

中图分类号: TP301　　**文献标志码:** A　　**文章编号:** 1000－0844(2019)01－0195－06

DOI:10.3969/j.issn.1000－0844.2019.01.195

Algorithm Based on Vehicle Internet of Things for the Selection of the Optimal Passage Road in a Seismic Area

LIU Meiling[1], LI Rui[2]

(*1. Zhejiang Institute of Communications, Hangzhou 311112, Zhejiang, China;*
2. Hohai University, Nanjing 210098, Jiangsu, China)

Abstract: The current algorithm for road selection in an earthquake zone is calculated in the form of a single individual that is prone to the problem of roadblock overlapping. Thus, a road selection algorithm based on the vehicle Internet of things is designed to address roadblock overlapping. The topographic pheromone is calculated on the basis of the distributed algorithm steps, and the optimal transit road algorithm model of the automobile Internet of things is constructed. The optimal traffic road pheromone trend is calculated, and the repeated road segment information is calibrated. The obstacle grid is constructed, and the optimal road for the whole path is selected. The expansion of the road selection in the earthquake zone and the road selection algorithm for the earthquake zone are completed. Experimental data show that the proposed algorithm can be used to select the optimal road in earthquake-prone zones.

Keywords: automobile Internet of things; road selection in earthquake zone; environmental modeling; extended algorithm; optimal road

---

收稿日期: 2018-08-08

基金项目: 国家自然科学基金(51579085);江苏省基础研究计划(青年基金项目)(BK20140851)

第一作者简介: 刘美灵(1972－),女,江西永新人,硕士,副教授,研究方向:汽车电子控制技术。E-mail:1018899012@qq.com。

0 引言

当前震区通行道路选择算法能够进行简单的震区通行道路选择，但是通行道路计算过程中是以单一个体的形式进行的，其选择最优通行道路能力较差[1-2]。汽车物联网是由车辆位置、速度和路线等信息构成的巨大交互网络。在震区可采用摄像和图像处理装置连接传感器，完成车辆状态信息和车辆自身的环境信息采集，以互联网为载体将采集的车辆信息传输至中央处理器，再通过计算机对中央处理器中的信息进行分析处理，并计算出车辆的最佳行驶路线[3-4]。针对上述背景，本文基于汽车物联网的震区通行道路选择算法整合了分布式算法结构体系，得出有效的承接汽车物联网的分布计算方式。建立汽车物联网最优通行道路算法模型，计算出通行道路信息素的倾向性，选择出全程最优通行道路。采用启发方式搜索震区最优通行道路，防止搜索过程中陷入局部最优解，算出震区通行道路扩展方式，实现震区通行道路选择算法。为保证算法的有效性，设置仿真试验。实验数据表明，基于汽车物联网的震区通行道路选择算法能够实现最优通行道路选择。

1 基于汽车物联网最优通行道路算法步骤

本文的算法总体流程如图 1 所示。按照模型分布式的理念，主要将算法分为几个步骤：数据交互、通行道路计算处理、最优数据选择、通行道路算法[5-6]。各步骤之间处于协同计算状态，通过各步骤间的协同作用实现最优震区通行道路的选择。

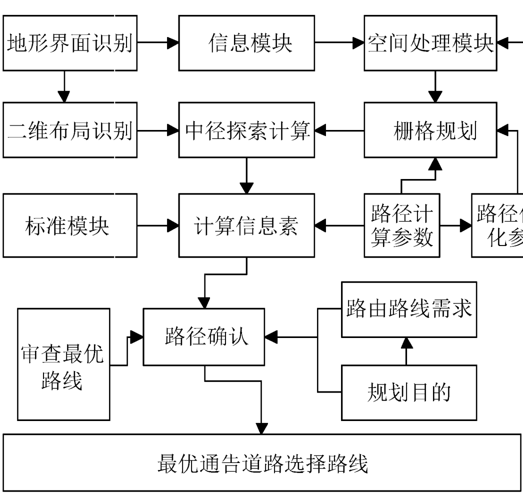


图 1 震区通行道路选择算法步骤

Fig.1 Steps of road selection algorithm in seismic zone

2 基于汽车物联网最优通行道路选择算法

2.1 最优通行道路信息素计算

通行道路的选择需要根据所采集的地理环境因素进行制定，对地形界面进行识别，识别的地形界面信息如下：

$$C = \frac{1}{|S|\cdot\|X^L\|}\left\|\sum_{k+1}(X - X^L_{(k+1)})\right\| \tag{1}$$

式中：S 为震区气候因素；X^L 为 X 地形下 L 个山体；K 为危险系数。根据所采集地理信息，对二维布局进行识别，其布局信息识别为：

$$L_E = \frac{|(X^L_{(k+1,i)} - X^L_{(k,j)}) \times (X^L_{(k+1,i)} - X^L_{(k,l)})|}{|X^L_{(k,i)} - X^L_{(k,l)}|} \tag{2}$$

式中：(k,j)、(k,i)、(k,l) 分别为二维地理信息中危险点 k 的三角坐标系中的坐标点，根据坐标点划分其二维地理信息中的可行范围，并达到信息数据交互。按汽车物联网划分栅格通行道路环境如图 2 所示，其中 a 和 b 为已标记地形坐标。栅格的划分尺度取决于行驶空间的大小，虚设障碍物的栅格便可作为通行道路选择，有震区障碍物的栅格视为非通行道路[7-8]。震区障碍物要经过选择处理，尽可能实现震区障碍物所占栅格的数量。如果所占空间不足一个栅格时，按一个栅格进行计算，将每个栅格按照一定顺序进行标记，方便通行道路坐标识别，汽车物联网的通行道路选择需要探求出每种可能的信息素趋势[9-10]，在可行栅格中探求一条有序栅格序列，将相邻栅格进行连接视为最优通行道路。

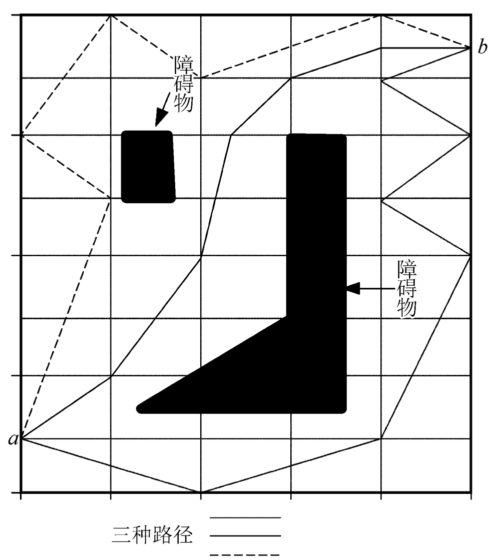


图 2 震区障碍物栅格划分选定

Fig.2 Selection of grid division of barriers in seismic area

设通行道路信息素与信源距离都是平散的分布，信息素趋势只能向其临近的无震区障碍通行道路选择方向进行扩散（不包含有震区障碍物的通行道路），设置 L 为扩散趋势，γ 为趋势半径，那么 ab 两点之间的信息素 L_{ab} 计算公式为：

$$L_{ab}=q\tan\frac{\gamma}{2} \tag{3}$$

式中：q 是信息扩算取值常数[11]；由于计算过程中将计算环境视为二维，那么信息素趋势会向着阻碍最少的通行道路进行扩散。

2.2 通行道路选择细化计算

计算出最优通行道路信息素趋势后能够保证通行道路最优化，同时避免通行道路选择出现重复。计算最优通行道路信息素趋势后能够选择出多条通行道路，但由于起始点的不同会存在细微差别[12]。需要通过信息素计算路线重叠部分，再对重叠部分进行删除。其重叠路线筛选如下：

$$(X^{L}_{k+1})-\overline{X}^{L}_{k+1})$$

$$L_{H}=\frac{|(\overline{X}^{L}_{(k,j)}-\overline{X}^{L}_{(k,j)})\times(\overline{X}^{L}_{(k,j)}-\overline{X}^{L}_{(k,m)})|}{|(\overline{X}^{L}_{(k,j)}-\overline{X}^{L}_{(k,j)})\times(\overline{X}^{L}_{(k,j)}-\overline{X}^{L}_{(k,m)})|} \tag{4}$$

式中：(k,m) 为已标记地形坐标；$\overline{X}^{L}$ 为已被标记 X 地形下 L 个山体的重叠部分。通过重复标记地形信息素对重复路线进行筛选，将筛选路线转入世界坐标系下，对重复路段删除得到不重复的通行道路：

$$L_{K}=\frac{|(\widetilde{X}^{L}_{(k+1,i)}-\overline{X}^{L}_{(k,j)})\times(\widetilde{X}^{L}_{(k+1,i)}-\overline{X}^{L}_{(k,l)})|}{|\widetilde{X}^{L}_{(k,i)}-\overline{X}^{L}_{(k,l)}|} \tag{5}$$

式中：$\widetilde{X}^{L}$ 表示已被确认的 X 地形下 L 个山体在坐标轴上的位置信息。

经过通行道路划分，实现汽车物联网最优通行道路算法模型的建立，汽车物联网最优通行道路算法模型通行道路细化过程如图3所示，每一个节点都是通行道路中的中转点，将每个中转节点进行连接便可以得到很多条件下的最优通行道路。

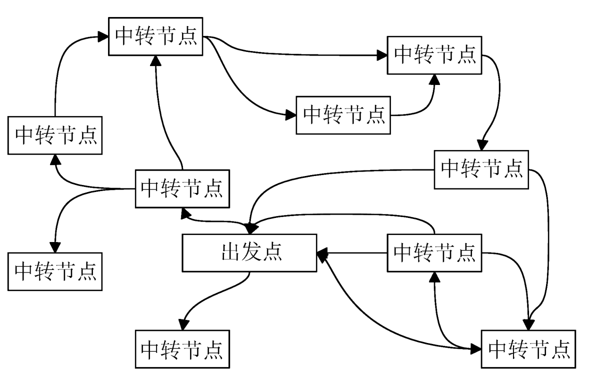


图 3　最优通行道路算法模型通行道路细化过程

Fig.3　Pass road refinement process using the optimal passage road model

2.3 震区通行道路选择扩展计算

在汽车物联网最优通行道路算法模型建立过程中能够确定多条“最优通行道路”。震区通行道路的选择一般需要考虑“最短路径”和“安全第一”要素，还要考虑相对的地理因素以及特殊并发灾害[13]，如震区通行道路的选择目的是为了尽可能地减短道路行驶，在保障安全的基础上对救援物资及时运送和对受灾群众及时送离，不仅要考虑当前安全区域的选择，还要对地震有可能造成的山体滑坡以及受暴雨影响可能造成的泥石流的山地区域进行路径判别。最优道路的扩展是通过代码实现的，关键判别扩展代码为：

```
@prefix do:http://purl. org/dc;/elements/1. 1
@prefixtourism:http://www.semantic;web. org/
tourism＃@prefixgeo:http://www.3w.org/2003/
O1/geo/wgs84_pos＃
    tourism:Taipei101 a Leo:Point;
    do:description "Taipei101"
    Leo:lat:"121.56925939520644"
    Geo:long:"25.0309634827797"
    tnnrism :SnnMnonT,akr ageo : Point;
    do:description "SunMoonLake"
    Leo:lat:"120.9285775792026"
    Geo:long:"23.84980884011882"
    tourism : AIiM ountain a geo : Point;
```

在此基础上，使用 JTS Topology 框架判别最优通行道路的选择是否贴合目的性。JTS 框架能够提供最优通行道路选择的应用数值，包含了汽车物联网中的通行道路可能性，方便进行高分配下的相关索引，每种方式的选择通行道路都能以特征的形式进行体现。最佳选择结果要经过三次审核才能够通过，选择最优通行道路的基本条件与目的必须贴合需求，经过框架的层次审核，能够排除局部最优通行道路的解集，并在此基础上，确认一个最优通行道路。本文中震区通行道路需求扩展确认流程如图 4所示。

经过关键扩展代码以及结构的审核，实现震区通行道路需求扩展方式的调整，最终实现震区通行道路的选择算法。

3 基于汽车物联网最优通行道路算法仿真实验

3.1 实验准备

本文仿真实验对基于汽车物联网的震区通行道

路选择算法进行测试，模拟使用环境以及使用过程对震区通行道路进行选择。使用当前震区通行道路选择算法与本文的震区通行道路选择算法进行对比。分别测试最优通行道路的迭代指数、最优通行道路结果、选择性最优通行道路。

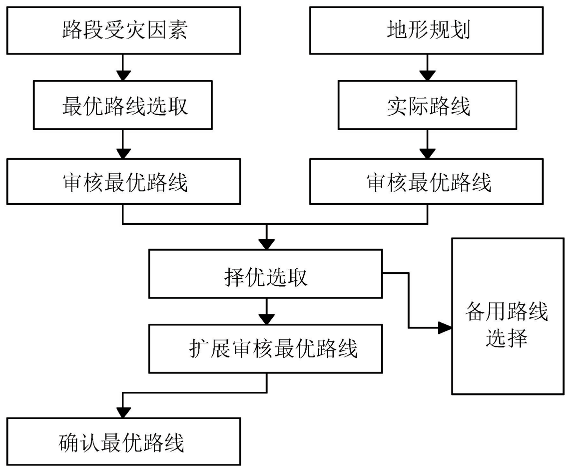


图 4　震区通行道路需求扩展确认流程

Fig.4　Road demand expansion confirmation process in seismic area

3.2　最优通行道路的迭代指数测试

最优通行道路的迭代指数是衡量震区通行道路选择算法完整性的参数，能够有效地反映出通行道路选择过程中不同条件下通行道路选择的完整程度，判断出其是否存在通行道路上有重复。每次选择的结果会以迭代指数形式呈现，并且不会出现数据性的失误。最优通行道路的迭代指数是在上下极限范围之间，超越上下极限迭代指数的数据是非有效数据，超越上极限说明选择通行道路存在重叠，超越下极限说明选择通行道路无法实现诉求。本文基于汽车物联网的震区通行道路选择算法与当前震区通行道路选择算法的最优通行道路的迭代指数测试结果如图 5 所示。

通过图 5 分析可知，本文的震区通行道路选择算法的最优通行道路迭代指数都在上下极限范围之内，并且跳跃的幅度不是很大，上下差值比较稳定，没有出现剧烈变化的现象。当前震区通行道路选择算法的最优通行道路的迭代指数上下极限都有溢出现象，并且具有极限的数据跳跃性，将会出现选择通行道路重叠以及非诉求性通行道路。通过最优通行道路的迭代指数实验能够说明，本文的基于汽车物联网的震区通行道路选择算法能够稳定地实现震区通行道路的选择。

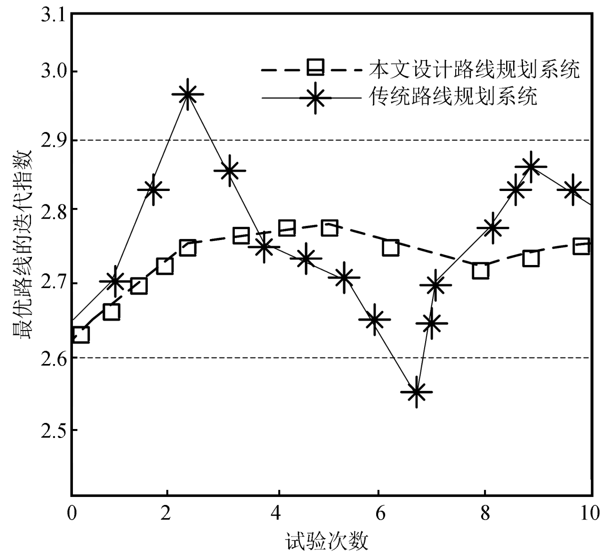


图 5　迭代指数测试对比结果

Fig.5　Comparative results of iteration index test

3.3　最优通行道路实验

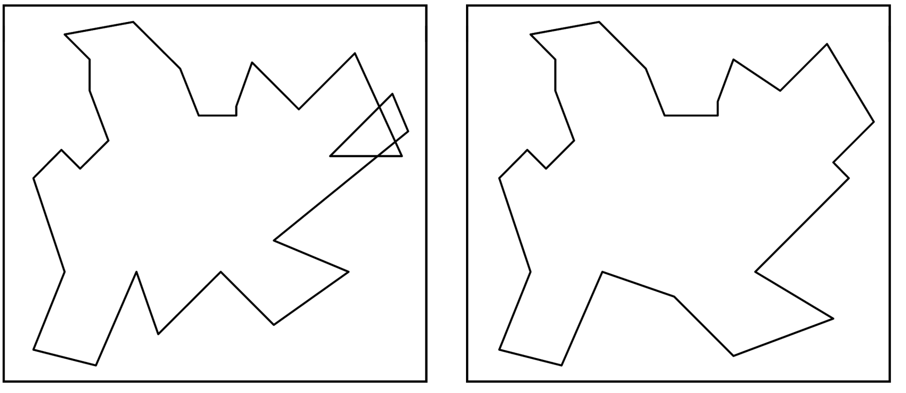
最优通行道路实验是利用一片实验地带摆设震区障碍物作为路障，使用两种通行道路选择算法对该片震区进行环城式通行道路选择，观察选择后的通行道路结果。其中主要观察的是通行道路是否存在重叠以及选择通行道路环城的有效面积。最优通行道路选择对比结果是以简化图像的形式进行体现的，因此图像只会显示选择通行道路，不会显示震区障碍物以及环境因素。本文基于汽车物联网的震区通行道路选择算法与当前震区通行道路选择算法最优通行道路选择对比结果如图 6 所示。

通过图 6 对比分析可知，依据本文的震区通行道路选择算法选择的最优通行道路，在环城范围内，通行过程中没有出现通行道路上的重叠，相对震区障碍物的躲避方式比较贴合实际的最优通行道路，通行道路的选择过程中折叠次数比较少，实际的行程比较短，满足避绕震区障碍的同时保证通行道路的最短距离。而依据当前震区通行道路选择算法选择后的最优通行道路，存在明显的通行道路重叠现象，并且在通行道路的选择上节点较多，上下连接距离较大，说明有很大程度的通行道路选择失误，并且伴随一定程度的诉求失误。通过最优通行道路选择对比结果能够说明，基于汽车物联网的震区通行道路选择算法能够实现最优通行道路的选择，并且没有通行道路重叠的事件发生。

3.4　选择性最优通行道路实验

选择性最优通行道路实验是在最优通行道路实验基础上进行的。摆设震区障碍物作为路障，使用

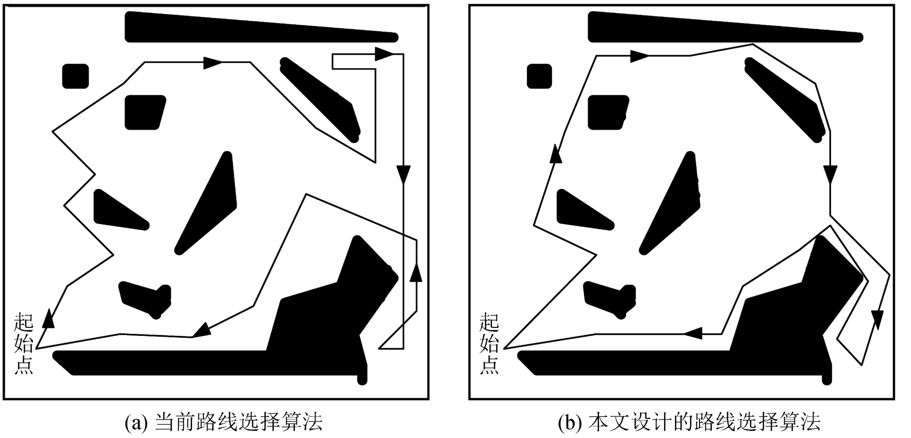
两种通行道路选择算法对该片震区进行环城式通行道路选择，观察选择后的选择性最优通行道路。实验中主要观察选择通行道路的最短距离。选择性最优通行道路选择对比结果也是以简化图像的形式体现的，但是会在图像中显示选择通行道路的行进方向以及震区障碍物。基于汽车物联网的震区通行道路选择算法与当前震区通行道路选择算法选择性最优通行道路选择对比结果如图 7 所示。



(a) 当前路线选择算法　　(b) 本文设计的路线选择算法

图 6　最优通行道路选择对比结果

Fig.6　Comparative results of the selection of optimal passage road



(a) 当前路线选择算法　　(b) 本文设计的路线选择算法

图 7　最优通行道路选择结果对比分析

Fig.7　Comparison and analysis of the selection results of optimal road

通过图 7 分析可知，本文的震区通行道路选择算法的选择性最优通行道路结果能够有效地避开震区障碍区，并且环城过程中没有通行道路上的道路重叠，基本上能够躲避受灾的震区路段，且实际的行程比较短，避开了受灾区域障碍物，满足通行安全的目的。当前震区通行道路选择算法的选择性最优通行道路结果存在明显的通行道路重叠现象，在经过通行道路障碍物时，在通行道路距离上有较大的波动，并且不能很好的躲避障碍。综上所述，本文基于汽车物联网的震区通行道路选择算法能够进行最优通行道路的有效计算以及选择。

4　总结

本文基于汽车物联网的震区通行道路选择算法，通过汽车物联网计算出最优通行道路的信息素，通过多次判别的方式，实现震区通行道路的选择。通过实验结果证明，本文算法在最优通行道路的选择以及震区行驶安全中都具有极强的可行性。

参考文献(References)

[1]　陈雅良，温朝晖，周浩然，等.基于 Floyd 算法对交通流最优路径选择的研究[J].佳木斯大学学报(自然科学版)，2016，34(6)：917-919.

CHEN Yaliang，WEN Zhaohui，ZHOU Haoran，et al.The Optimal Path Selection Based on the Realistic Situation[J].Journal of Jiamusi University (Natural Science Edition)，2016，34(6)：917-919.

[2]　周熙阳，杨兆升，张伟，等.考虑信号交叉口转向类型的最优路径规划算法[J].华南理工大学学报(自然科学版)，2016，44

(4):101-108.

ZHOU Xiyang,YANG Zhaosheng,ZHANG Wei,et al.Optimal Route Planning Algorithm Considering Movement Type at Signal Intersections[J].Journal of South China University of Technology (Natural Science Edition),2016,44(4):101-108.

[3] 张继荣,袁晓洁.基于改进蚁群算法的交通最优路径方法研究[J].计算机测量与控制,2016,24(6):271-273.
ZHANG Jirong,YUAN Xiaojie.Research of Traffic Optimal Path Method Based on Improved Ant Colony Algorithm[J].Computer Measurement & Control,2016,24(6):271-273.

[4] 吴澎,朱家明,朱林波.基于多选择规划和智能优化算法的旅游线路设计研究[J].数学的实践与认识,2016,46(15):105-114.
WU Peng,ZHU Jiaming,ZHU Linbo.Research on the Design of Travel Route Based on the Multi-objective Programming and Intelligent Optimization Algorithm[J].Mathematics in Practice and Theory,2016,46(15):105-114.

[5] 孙琼,李林.旅游路线规划蚁群算法的伪随机比例规则优化[J].科技通报,2016,32(1):175-178.
SUN Qiong,LI Lin.Optimized Pseudo-random Proportion Rule of Ant Colony Algorithm for Tourist Routes Planning[J].Bulletin of Science and Technology,2016,32(1):175-178.

[6] 侯乐,杨辉华,樊永显.基于ILS-CS优化算法的个性化旅游线路研究[J].计算机科学与探索,2016,10(1):142-150.
HOU Le,YANG Huihua,PAN Yongxian.Research on Personalized Trip Itinerary Based on ILS-CS Optimization[J].Journal of Frontiers of Computer Science & Technology,2016,10(1):142-150.

[7] 孙薇,徐燕锋,孙静怡.关于旅游路线规划问题的建模与研究[J].数学的实践与认识,2016,46(15):115-124.
SUN Wei,XU Yanfeng,SUN Jingyi.Modeling and Research on Tourism Route Planning[J].Mathematics in Practice and Theory,2016,46(15):115-124.

[8] 郭奇青,李伟.基于灰熵决策模型的景区旅游线路规划算法[J].计算机工程与设计,2017,38(7):1988-1991.
GUO Qiqing,LI Wei.Algorithm of Tourist Routes Based on Grey Entropy Decision Model[J].Computer Engineering and Design,2017,38(7):1988-1991.

[9] 邓必年.基于蚁群优化算法的物流配送路径研究[J].现代电子技术,2017,40(15):167-170.
DENG Binian.Study on Logistics Distribution Route Based on Ant Colony Optimization Algorithm[J].Modern Electronics Technique,2017,40(15):167-170.

[10] 彭云建,黄璐.基于蚁群优化算法的ReInForM动态路由[J].计算机工程,2017,43(8):138-143.
PENG Yunjian,HUANG Lu.ReInForM Dynamic Routing Based on Ant Colony Optimization Algorithm[J].Computer Engineering ,2017,43(8):138-143.

[11] HU Q,XU L.Real-time Road Traffic Awareness Model Based on Optimal Multi-channel Self-organized Time Division Multiple Access Algorithm[J].Computers & Electrical Engineering,2016,58.

[12] LU G,XIONG Y,DING C,et al.An Optimal Schedule for Urban Road Network Repair Based on the Greedy Algorithm[J].Plos One,2016,11(10):e0164780.

[13] JING L I.One Way Logistics Distribution Route Optimization Based on Ant Colony Optimization Algorithm[J].Electronic Design Engineering,2016,78(67):345-389.