



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109520499 B

(45)授权公告日 2020.06.26

(21)申请号 201811167355.4

G01S 19/38(2010.01)

(22)申请日 2018.10.08

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109520499 A

US 2003074132 A1,2003.04.17,  
CN 107291937 A,2017.10.24,  
CN 106504523 A,2017.03.15,  
CN 1796942 A,2006.07.05,

(43)申请公布日 2019.03.26

CN 107609682 A,2018.01.19,  
CN 108520354 A,2018.09.11,

(73)专利权人 浙江浙大中控信息技术有限公司  
地址 310053 浙江省杭州市滨江区滨康路  
352号2号楼23-25层

吴忠才 等.基于交通等时线的城市商圈识别及交通要素研究.《商学研究》.2018,第25卷(第3期),

(72)发明人 王晨 赵鸿鸣 钟会玲 杨霖  
沈斌 徐梦 汤灏 姜雪明

何亚坤 等.等时线模型支持下的路网可达性分析.《测绘学报》.2014,第43卷(第11期),

(74)专利代理机构 杭州杭诚专利事务有限公司  
33109

审查员 董丹丹

代理人 阎忠华

(51)Int.Cl.

G01C 21/20(2006.01)

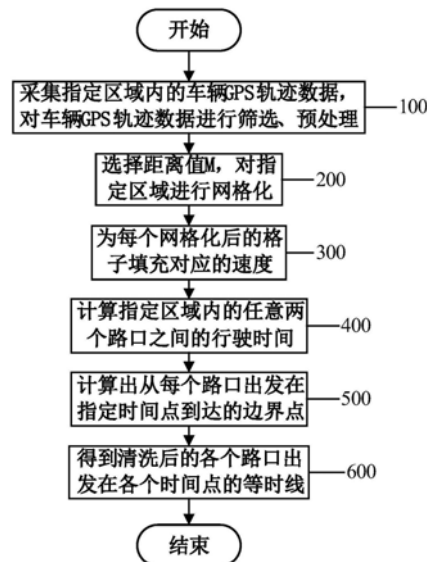
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,包括如下步骤:采集指定区域内的车辆GPS轨迹数据,对车辆GPS轨迹数据进行筛选、预处理;选择距离值M,对指定区域进行网格化;根据车辆GPS轨迹数据,为每个网格化后的格子填充对应的速度;视每个格子为一个路口,计算指定区域内的任意两个路口之间的行驶时间;本发明具有利用出租车的GPS数据提取出租车的驾驶路径,结合最短路径算法计算得到各格子对之间的行程时间,作为可达性的评价依据的特点。



1. 一种基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,包括如下步骤:

(1-1) 采集指定区域内的车辆GPS轨迹数据,对车辆GPS轨迹数据进行筛选、预处理;

(1-2) 选择距离值M,对指定区域进行网格化;

(1-3) 根据车辆GPS轨迹数据,为每个网格化后的格子填充对应的速度;

(1-4) 视每个格子为一个路口,计算指定区域内的任意两个路口之间的行驶时间;

(1-5) 给出5个指定时间点 $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$ ,计算出从每个路口出发在指定时间点到达的边界点;

(1-6) 连接每个时间点上的边界点,得到各个路口出发在各个时间点的等时线,清洗等时线中内凹严重边界点,最终得到从各个路口出发在5个指定时间点上的等时线。

2. 根据权利要求1所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,(1-1)包括如下步骤:

所述指定区域的经度位于 $[lo_1, lo_2]$ 区间,纬度位于 $[la_1, la_2]$ 区间,每条车辆GPS轨迹数据均包含字段车牌号car\_id、位置经度lo、位置纬度la、时间time,当前车速speed;根据时间顺序将每辆车的车辆GPS轨迹数据排序形成一条独立的轨迹线路。

3. 根据权利要求1所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,(1-2)包括如下步骤:

将指定区域按照边长M划分,生成多个等边长M的正方形,每个正方形的编号为正方形左下角的经纬度所在的位置,记为 $j * len(lo\_list) + i$ ,其中,j为纬度的位置,i为经度的位置,len(lo\_list)指定区域沿经度方向按照边长M划分后,得到的份数。

4. 根据权利要求1所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,(1-3)包括如下步骤:

遍历每一条车辆轨迹线路数据,对于指定区域内的数据,找到线路的起点经纬度所在的格子编号和终点经纬度所在的格子编号,在两个对角格子所形成的矩阵内的所有格子中均插入线路轨迹数据的当前车速speed。

5. 根据权利要求1所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,(1-4)包括如下步骤:

视每个格子为一个路口,格子左下角的经纬度视为路口的经纬度;计算任意两个格子的左下角之间的距离dist和方位角angle,angle为两个格子左下角的连线与正北方向的夹角;

对两个格子所形成的对角线所在的矩阵内包含的所有小格子中的当前车速speed进行排序,得到当前车速speed序列,取当前车速speed序列中的排在中位的当前车速speed的数值v,利用公式 $dist/v$ 计算得到两格子间的行驶时间。

6. 根据权利要求1所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,(1-5)包括如下步骤:

选出指定时间点 $T_i$ 范围内的数据, $i = 1, 2, \dots, 5$ ;将以同一个路口为起点的数据分成一组进行讨论,对于每一组数据,以起点为中心,将数据以指定方位角 $a_1$ 划分成 $\frac{360^\circ}{a_1}$ 个小组,

在每个小组中选出距离起点最远的路口,并将距离起点最远的路口作为时间点 $T_i$ 范围内车辆可行的边界点,将所得边界点按顺时针方向给予序列号,若相邻两个边界点之间的方位

差值大于 $a_2$ 度,则在相邻两个边界点之间添加起点作为边界点,并进行重新排序。

7.根据权利要求1或2或3或4或5或6所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,(1-6)包括如下步骤:

第一次清洗:删除 $T_i$ 内三点连线呈现内凹状态且夹角小于 $a_3$ 度的位于中间的边界点;

第二次清洗:删除每个起点的每个当前时间 $T_i$ 位于小时间 $T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_1$ 范围内的边界点,并同时删除在更大时间点 $T_{i+1}, T_{i+2}, \dots, T_5$ 上重复的边界点。

8.根据权利要求5所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,对于不存在路径的格子对,用所有存在路径的格子对信息中的最短路径除以对应的行程时间,计算出相应的速度值,将得到的所有速度值进行排序,得到速度值序列,取速度值序列中的中位值 $w$ ,作为缺失速度格子间的速度值,无路径的格子对间的行驶时间即为最短路径除以 $w$ 。

9.根据权利要求8所述的基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,其特征是,所述最短路径采用Floyd-Warshall算法获得:

设 $D_{i_1, j_1, k}$ 为从格子 $i_1$ 到格子 $j_1$ 的只以 $\{1, 2, \dots, k\}$ 集合中的节点为中间节点的最短路径的长度,若最短路径经过格子 $k$ ,则 $D_{i_1, j_1, k} = D_{i_1, k, k-1} + D_{k, j_1, k-1}$ ,

否则 $D_{i_1, j_1, k} = D_{i_1, j_1, k-1}$ ,因此 $D_{i_1, j_1, k} = \min \{D_{i_1, j_1, k-1}, D_{i_1, k, k-1} + D_{k, j_1, k-1}\}$ 。

## 基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及交通区域可达性技术领域,尤其是涉及一种基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法。

### 背景技术

[0002] 以数字化的方式表达城市空间信息,为智能化交通、动态导航和物流配送等日常需求提供最优决策支持是当前数字城市相关研究和信息化服务应用的热点问题,可达性作为上述热点问题研究中的主要空间动因,是空间行为和空间决策的决定性因素。可达性用于描述人们利用特定的交通系统从某一地点出发到达目的地的难易程度。作为一种反映交通成本的基本指标,可达性广泛应用于城市交通规划、时间地理学、交通运输经济学等研究领域。

[0003] 在城市中,不同的出行方向,其可达性往往是不同的。因此,有必要在可达性研究中考虑出行方向,分方向、分时段对其可达性进行分析。时空可达性是一种从个体角度出发,综合考虑空间因素和时间因素,研究在特定的时空约束下的可达时空范围的方法,该方法将GIS技术和时间地理学的概念结合起来研究交通网络可达性。等时线是基于道路网络的可达性分析方法,用来表示从出发点出发,在经过相同的时空约束所有能到达的点的连线,其生成需要分析道路网络特性及通行状况,其形态可以反映可达性规律。

[0004] 随着中国城市化进程的快速发展,大量的人口涌入城市,导致城市的规模不断扩大,城市交通需求量猛增。同时,由于社会经济水平的提高,中国机动车拥有量急剧增加,机动化出行的比例不断上升,导致城市交通问题日益突出,尤其是大城市交通拥堵非常严重。

[0005] 交通拥堵导致车辆在道路上并不能按设计速度行驶,其实际通行速度往往低于设计时速。因而采用设计时速会使可达性的估计产生偏差。

[0006] 随着无线定位和通讯技术的不断发展,基于GPS的浮动车能够实现全天候、大范围的动态交通信息采集,使得道路实际交通状况的可达性研究成为可能。目前浮动车GPS数据在交通和城市研究领域有着广泛应用,如交通事故自动监测、路网运行效率监控、人的出行行为分析以及道路通行时间的估计等。

[0007] 在传统的交通可达性研究中,由于受到技术条件的限制,大多侧重于理论分析,不能以图的方式直观地把结果显示出来,因此,在城市规划中应用交通可达性分析结果是比较困难的。

### 发明内容

[0008] 本发明的发明目的是为了克服现有技术中使用设计时速对可达性进行估计会带来偏差的不足,提供了一种基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0010] 一种基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,包括如下步骤:

[0011] (1-1) 采集指定区域内的车辆GPS轨迹数据,对车辆GPS轨迹数据进行筛选、预处理

理；

[0012] (1-2) 选择距离值M,对指定区域进行网格化；

[0013] (1-3) 根据车辆GPS轨迹数据,为每个网格化后的格子填充对应的速度；

[0014] (1-4) 视每个格子为一个路口,计算指定区域内的任意两个路口之间的行驶时间；

[0015] (1-5) 给出5个指定时间点 $T_1, T_2, T_3, T_4, T_5$ ,计算出从每个路口出发在指定时间点到达的边界点；

[0016] (1-6) 连接每个时间点上的边界点,得到各个路口出发在各个时间点的等时线,清洗等时线中内凹严重边界点,最终得到从各个路口出发在5个指定时间点上的等时线。

[0017] 本发明利用出租车的GPS数据提取出租车的驾驶路径,结合最短路径算法计算得到各格子对之间的行程时间,作为可达性的评价依据,根据行程时间得到等时线及其渲染图,效果符合实际。

[0018] 作为优选,(1-1)包括如下步骤：

[0019] 所述指定区域的经度位于 $[l_{o1}, l_{o2}]$ 区间,纬度位于 $[l_{a1}, l_{a2}]$ 区间,每条车辆GPS轨迹数据均包含字段车牌号car\_id、位置经度lo、位置纬度la、时间time,当前车速speed；根据时间顺序将每辆车的车辆GPS轨迹数据排序形成一条独立的轨迹线路。

[0020] 作为优选,(1-2)包括如下步骤：

[0021] 将指定区域按照边长M划分,生成多个等边长M的正方形,每个正方形的编号为正方形左下角的经纬度所在的位置,记为 $j \cdot \text{len}(lo\_list) + i$ ,其中,j为纬度的位置,i为经度的位置,len(lo\_list)指定区域沿经度方向按照边长M划分后,得到的份数。

[0022] 作为优选,(1-3)包括如下步骤：

[0023] 遍历每一条车辆轨迹线路数据,对于指定区域内的数据,找到线路的起点经纬度所在的格子编号和终点经纬度所在的格子编号,在两个对角格子所形成的矩阵内的所有格子中均插入线路轨迹数据的当前车速speed。

[0024] 作为优选,(1-4)包括如下步骤：

[0025] 视每个格子为一个路口,格子左下角的经纬度视为路口的经纬度；计算任意两个格子的左下角之间的距离dist和方位角angle,angle为两个格子左下角的连线与正北方向的夹角；

[0026] 对两个格子所形成的对角线所在的矩阵内包含的所有小格子中的当前车速speed进行排序,得到当前车速speed序列,取当前车速speed序列中的排在中位的当前车速speed的数值v,利用公式 $\text{dist}/v$ 计算得到两格子间的行驶时间。

[0027] 作为优选,(1-5)包括如下步骤：

[0028] 选出指定时间点 $T_i$ 范围内的数据, $i = 1, 2, \dots, 5$ ；将以同一个路口为起点的数据分成一组进行讨论,对于每一组数据,以起点为中心,将数据以指定方位角 $a_1$ 划分成 $\frac{360^\circ}{a_1}$ 个

小组,在每个小组中选出距离起点最远的路口,并将距离起点最远的路口作为时间点 $T_i$ 范围内车辆可行的边界点,将所得边界点按顺时针方向给予序列号,若相邻两个边界点之间的方位差值大于 $a_2$ 度,则在相邻两个边界点之间添加起点作为边界点,并进行重新排序。

[0029] 作为优选,(1-6)包括如下步骤：

[0030] 第一次清洗:删除 $T_i$ 内三点连线呈现内凹状态且夹角小于 $a_3$ 度的位于中间的边界

点；

[0031] 第二次清洗:删除每个起点的每个当前时间 $T_i$ 位于小时间 $T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_1$ 范围内的边界点,并同时删除在更大时间点 $T_{i+1}, T_{i+2}, \dots, T_5$ 上重复的边界点。

[0032] 作为优选,对于不存在路径的格子对,用所有存在路径的格子对信息中的最短路径除以对应的行程时间,计算出相应的速度值,将得到的所有速度值进行排序,得到速度值序列,取速度值序列中的中位值 $w$ ,作为缺失速度格子间的速度值,无路径的格子对间的行驶时间即为最短路径除以 $w$ 。

[0033] 行程时间根据车辆GPS轨迹数据上的格子对的两个格子所对应的时刻计算得到。

[0034] 作为优选,所述最短路径采用Floyd-Warshall算法获得:

[0035] 设 $D_{i1,j1,k}$ 为从格子 $i1$ 到格子 $j1$ 的只以 $\{1, 2, \dots, k\}$ 集合中的节点为中间节点的最短路径的长度,若最短路径经过格子 $k$ ,则 $D_{i1,j1,k} = D_{i1,k,k-1} + D_{k,j1,k-1}$ ,

[0036] 否则 $D_{i1,j1,k} = D_{i1,j1,k-1}$ ,因此 $D_{i1,j1,k} = \min \{D_{i1,j1,k-1}, D_{i1,k,k-1} + D_{k,j1,k-1}\}$ 。

[0037] 因此,本发明具有如下有益效果:利用出租车的GPS数据提取出租车的驾驶路径,结合最短路径算法计算得到各格子对之间的行程时间,作为可达性的评价依据,根据行程时间得到等时线及其渲染图,效果符合实际,有利于对交通可达性进行分析。

## 附图说明

[0038] 图1是本发明的一种流程图;

[0039] 图2是本发明的一种区域结果示意图。

## 具体实施方式

[0040] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步的描述。

[0041] 如图1所示,一种基于车辆GPS轨迹数据实现区域实时等时线的方法,包括如下步骤:

[0042] 步骤100,采集指定区域内的车辆GPS轨迹数据,对车辆GPS轨迹数据进行筛选、预处理:

[0043] 采集经度位于 $[120.5, 121.0]$ ,纬度位于 $[30.5, 31.0]$ 范围内的车辆GPS轨迹数据,每一辆车的GPS轨迹数据根据时间排序形成一条独立的轨迹线路;

[0044] 步骤200,选择距离值 $M$ ,对指定区域进行网格化:

[0045] 选择合理的距离值 $M = 500m$ ,将经度位于 $[120.5, 121.0]$ ,纬度位于 $[30.5, 31.0]$ 的区域网格化,每个格子对应一个编号;

[0046] 步骤300,根据车辆GPS轨迹数据,为每个网格化后的格子填充对应的速度:

[0047] 根据步骤100中的车辆GPS线路轨迹数据,找到线路的起点经纬度所在的格子编号和终点经纬度所在的格子编号,将两个对角格子所形成的矩阵内的所有格子都插入该线路轨迹数据的当前车速 $speed$ ;

[0048] 步骤400,视每个格子为一个路口,计算指定区域内的任意两个路口之间的行驶时间:

[0049] 对于网格化后的区域,视每个格子为一个路口,格子左下角的经纬度视为路口的经纬度。计算任意两个格子间之间的距离 $dist$ ,方位角 $angle$ , $angle$ 为两个格子左下角的连

线与正北方向的夹角,其中,dist距离采用欧式距离计算。

[0050] 对两个格子所形成的对角线所在的矩阵内包含的所有小格子中的当前车速speed进行排序,得到当前车速speed序列,取当前车速speed序列中的排在中位的当前车速speed的数值v,利用公式 $\text{dist}/v$ 计算得到两格子间的行驶时间。

[0051] 其中,最短路径采用Floyd-Warshall算法获得:

[0052] 设 $D_{i1,j1,k}$ 为从格子 $i1$ 到格子 $j1$ 的只以 $\{1,2,\dots,k\}$ 集合中的节点为中间节点的最短路径的长度,若最短路径经过格子 $k$ ,则 $D_{i1,j1,k}=D_{i1,k,k-1}+D_{k,j1,k-1}$ ,

[0053] 否则 $D_{i1,j1,k}=D_{i1,j1,k-1}$ ,因此 $D_{i1,j1,k}=\min\{D_{i1,j1,k-1},D_{i1,k,k-1}+D_{k,j1,k-1}\}$ 。

[0054] 步骤500,给出指定时间点 $T_i, i=1,2,\dots,5; T_1=200$ 秒,  $T_2=400$ 秒,  $T_3=600$ 秒,  $T_4=800$ 秒,  $T_5=1000$ 秒,循环每一个时间点,指定时间范围内的数据,将以同一个路口为起点的数据分成一组进行讨论,对于每一组数据,以起点为中心,将数据以指定方位角1度划分成360个小组,在每个小组中选出距离起点最远的路口,并将距离起点最远的路口作为时间点 $T_i$ 范围内车辆可行的边界点;所得边界点按顺时针方向给予序列号,若相邻两个边界点之间的方位差值大于180度,则在相邻两个边界点之间添加起点作为边界点,并进行重新排序求出每个起点每个时间段的边界点;

[0055] 步骤600,连接每个时间点上的边界点,得到各个路口出发在各个时间点的等时线;清洗等时线中的内凹严重且时间不符合实际的边界点:第一次清洗,删除 $T_i$ 内三点连线呈现内凹状态且夹角小于90度的位于中间的边界点;第二次清洗,删除每个起点的每个当前时间 $T_i$ 位于小时间 $T_{i-1}, T_{i-2}, \dots, T_1$ 范围内的边界点,并同时删除更大时间 $T_{i+1}, T_{i+2}, \dots, T_5$ 范围内重复的边界点。例如,当前时间点为 $T_3=600$ 秒,则删除位于时间200秒和400秒范围内的边界点,并同时删除在于时间800秒,1000秒上的边界点。

[0056] 如图2所示,得到区域结果示意图,其中,图2中部的点为一个路口,路口周边的4个等时线为以该路口为起点的 $T_1=200$ 秒,  $T_2=400$ 秒,  $T_3=600$ 秒,  $T_4=800$ 秒的等时线,本发明可通过图的方式直观地把等时线进行展示,有利于对交通可达性进行分析。

[0057] 应理解,本实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

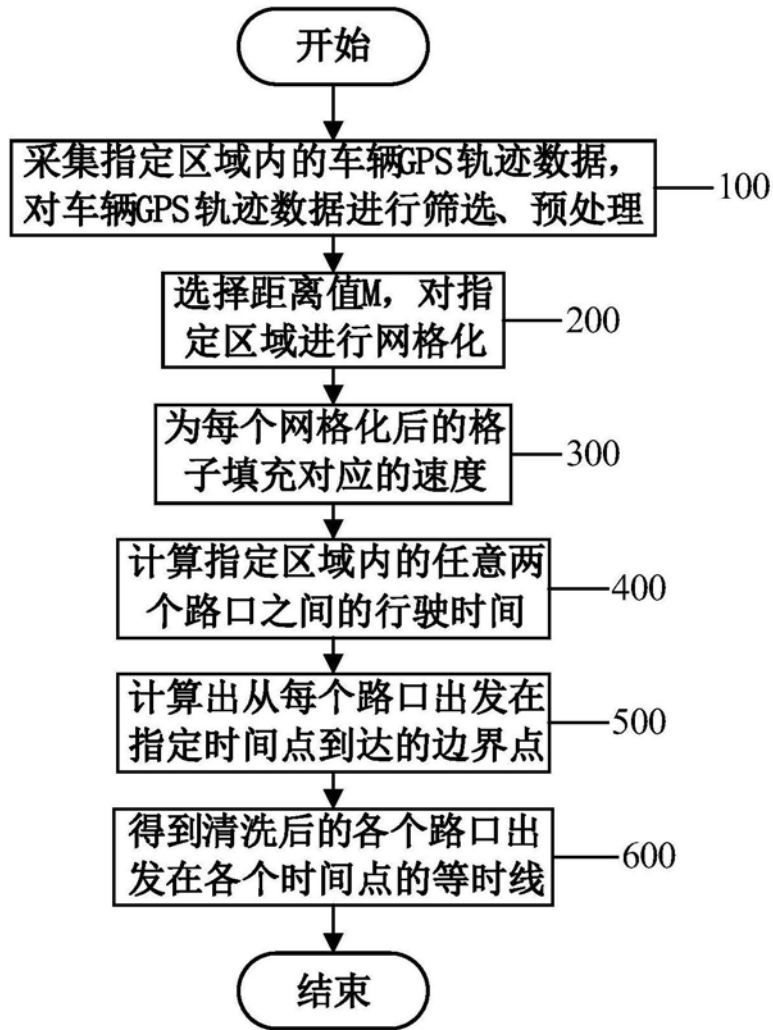


图1

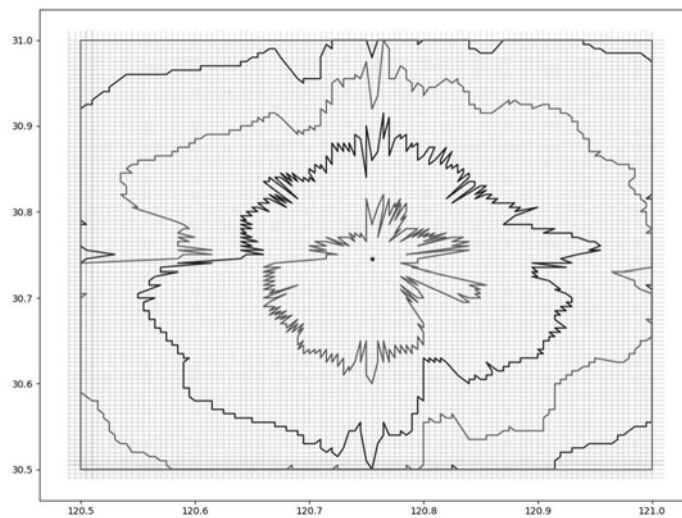


图2