



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107239559 A

(43)申请公布日 2017. 10. 10

(21)申请号 201710436423.1

(22)申请日 2017.06.12

(71)申请人 中国电子科技集团公司第二十八研究所

地址 210007 江苏省南京市白下区苜蓿园东街1号

(72)发明人 刘辰炜 李亚钊 徐伟 孙翌晨 严逸 张晔嘉

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所 (普通合伙) 32204

代理人 郑晶

(51)Int. Cl.

G06F 17/30(2006.01)

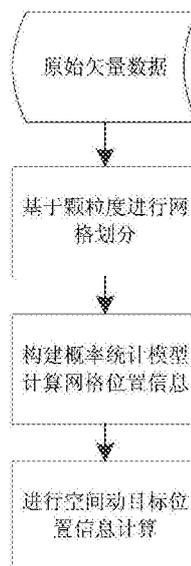
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,通过对原始矢量数据进行预处理,对离散数据进行网格划分,将连续的原始矢量数据按照指定的权重划分为离散网格矢量数据;对划分后的矢量网格提取其中包含的矢量数据,根据矢量数据位置的随机分布情况,利用概率统计计算矢量网格的最大概率位置信息;结合空间动目标的实时速度、当前方向、参考范围等实时变化的信息,通过与参考范围内的若干矢量网格进行并发计算,得到当前参考系统下空间动目标的实时位置信息。本发明解决了在海量矢量数据条件下,无法高效进行空间动目标实时位置信息计算的问题,实现了对空间动目标在指定参考系统下位置信息实时并发计算的能力。



1. 一种基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

(1) 根据预设精度进行多层次网格划分,所述网格的颗粒度由内向外按层次增加,将所有矢量数据分布在最内层的网格中;

(2) 对于最内层的每个网格,根据分布在其内的矢量数据所包含的位置信息获取该网格的最大似然位置信息,然后由内向外逐层次获取其余各层网格的最大似然位置信息;

(3) 对于空间中某一运动目标,沿着该运动目标当前运动方向做一条射线,得到该方向上对应的最内层网格,根据该运动目标当前所在网格与其运动方向上的最内层网格之间的距离与预设参考距离之间的差值与预设的距离差阈值之间的关系,以及该运动目标当前速度与预设的速度阈值之间的关系确定该运动目标的位置信息。

2. 根据权利要求1所述的基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,其特征在于,步骤(1)中各层次网格的颗粒度为: $G_{prk0} = G_{prk0} * 2^m$,其中,m表示网格的层次, $G_{prk0} = (90 * P_{rk}) \div (\pi * R_{earth})$, P_{rk} 为预设精度, R_{earth} 为地球半径。

3. 根据权利要求1所述的基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,其特征在于,步骤(2)中获取第m个最内层网格的最大似然位置信息,具体为:

1) 设该网格中第i个矢量数据所包含的经纬度位置信息为 V_i ,将该位置信息做直角化处理得到相应的直角坐标系坐标 $\{X_i, Y_i\}$;

2) 在直角坐标系中计算该网格中所有矢量数据的数学期望, $\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i \div n, \bar{Y} = \sum_{i=1}^n Y_i \div n$;

3) 获取第i个矢量数据距离该数学期望的距离 $Distance_i = \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$,得到相应的分布概率 $\varphi_i = |X_i - \bar{X}| |Y_i - \bar{Y}| \div Distance_i$;

4) 计算该网格的最大似然位置信息 $P_{(0,m)}: P_{(0,m)} = \sum_{i=1}^n \varphi_i V_i$,其中,n为该网格中矢量数据的个数。

4. 根据权利要求1所述的基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,其特征在于,步骤(2)中获取某一外层网格的最大似然位置信息,具体为:

1) 以该网格的四个顶点计算该网格中心点的参考位置信息;

2) 在与该网格邻接的各内层网格中,找到与该网格中心点距离最短的内层网格,记该网格中心点到该内层网格的距离为 $Distance_{center}$;获取该网格各顶点与该内层网格的距离,记第j个顶点到该内层网格的距离为 $Distance_{pj}$;

3) 计算该网格的最大似然位置信息 $P_{outer}: P_{outer} = \sum_{j=1}^4 \varphi_{pj} P_{pj}$,其中, P_{pj} 为该网格的第j个顶点的位置信息, $\varphi_{pj} = |Distance_{pj} - Distance_{center}| \div Distance_{center}$ 。

5. 根据权利要求1所述的基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,其特征在于,步骤(3)中对于某一运动目标,其位置信息 P_{Target} 的计算公式为:

$$P_{Target} = \begin{cases} \sum_{\alpha=0}^m P_{(\alpha,\beta)} \div m & 0 \leq \Delta_{Target} \leq \varepsilon, V_{Target} > \omega \\ P_{(m,j)} & \Delta_{Target} > \varepsilon, 0 \leq V_{Target} \leq \omega \end{cases}$$

式中, ε 为预设的距离差阈值, ω 为预设的速度阈值, Δ_{Target} 为该运动目标当前所在网

格与其运动方向上的最内层网格之间的距离与预设参考距离之间的差值, $P_{(m,j)}$ 为该运动目标当前所在网格的位置信息, $P_{(\alpha,\beta)}$ 为该运动目标当前运动方向上的射线所经过的各层网格的位置信息。

一种基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法

技术领域

[0001] 本发明属于GIS显示技术领域,涉及一种基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,适用于二维和三维显示环境。

背景技术

[0002] 基于矢量数据的空间动目标位置计算是GIS系统中一种重要应用,在三维游戏、空中管制系统以及军用的态势告警系统中都有着广泛的应用。目前,常用的矢量数据动目标位置计算是通过遍历矢量数据,依次计算动目标位置和所有矢量点的距离得到距离最近的那个距离,这种方法仅在数据量小,矢量数据所构成的图形简单时能得到很好的应用,一旦面对海量矢量数据,或者矢量数据构成的复杂不规则图形时,其性能低、运算量大的弊端就明显的体现出来了。

[0003] 针对遍历所有矢量数据所带来的效率较低、计算量大的弊端,目前的改进方法通过对原始矢量数据做预处理,利用简化矢量图形的方法将原始点的密度减小,使得简化后的矢量图形能够尽可能多的保留原始数据的特性,其根本目的是为了减少参与运算的矢量数据。这种方法在需要进行大规模计算且精度要求不高的情况下能得到很好的应用,但无法满足精度要求高的应用场景。

[0004] 网格化的思想最早出现在三维应用场景中,通过构建网格化的空间坐标系,实现对三维场景下静态目标、动态目标的精准定位。网格化的思想,对于三维场景下位置计算应用是一种降维处理的思想。假设需要在三维场景下计算某个目标与指定参考范围内的其他目标位置,通常的做法是以该目标为中心建立一个球面,以参考范围作为这个球体的最大半径,首先需遍历和球面相交的其他目标,而这个过程是非常耗时的。引入网格化的思想后,将该目标包括其周边一定区域做网格化处理,搜寻指定参考范围内的其他目标也从面上的操作变成了线上的操作,其复杂度、时间消耗都得到了降低。

[0005] 通常情况下,空间动目标具有方向、速度方面的不确定性,在基于矢量数据进行动目标位置信息分析时,不能直接简单的引用网格化的方法。在进行动目标位置分析计算时,通常的做法是将动目标及其参考范围内的空间进行网格化的划分,划分的粒度是一样的,这种方法适用于动目标位置变化不剧烈、速度较低、参考范围较小的情况。一旦动目标方向、速度变化剧烈,参考范围较大,简单的相同颗粒度空间网格化划分方法就不太适用了。我们需要针对空间动目标的特殊性,对原始的简单的空间网格化方法进行改进,以适用于基于矢量数据的动目标位置分析。

发明内容

[0006] 发明目的:为了解决现有技术海量矢量数据条件下无法高效进行空间动目标实时位置信息计算的问题,本发明提供一种基于网格化矢量数据处理计算空间动目标的方法,该方法可以应用于二维场景或三维场景中,通过构建适合海量矢量数据的网格化处理机制,结合空间动目标的特性,实现空间动目标位置高效分析、高精度计算的能力。

[0007] 技术方案:为了实现上述目的,本发明中基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法包括以下步骤:

[0008] (1) 根据预设精度进行多层次网格划分,所述网格的颗粒度由内向外按层次增加,将所有矢量数据分布在最内层的网格中;

[0009] (2) 对于最内层的每个网格,根据分布在其内的矢量数据所包含的位置信息获取该网格的最大似然位置信息,然后由内向外逐层次获取各外层网格的最大似然位置信息;

[0010] (3) 对于空间中某一运动目标,沿着空间动目标的当前运动方向做一条射线,得到该方向上对应的最内层网格,根据该运动目标当前所在网格与其运动方向上的最内层网格之间的距离与预设参考距离之间的差值以及该运动目标当前速度与预设的速度阈值之间的关系确定该运动目标的位置信息。

[0011] 其中,步骤(1)中各层次网格的颗粒度为: $G_{p_{rk}m} = G_{p_{rk}0} * 2^m$,其中,m表示网格的层次, $G_{p_{rk}0} = (90 * P_{rk}) \div (\pi * R_{earth})$, P_{rk} 为预设精度, R_{earth} 为地球半径。

[0012] 其中,步骤(2)中获取第m个最内层网格的最大似然位置信息,具体为:

[0013] 1) 设该网格中第i个矢量数据所包含的经纬度位置信息为 V_i ,将该位置信息做直角化处理得到相应的直角坐标系坐标 $\{X_i, Y_i\}$;

[0014] 2) 在直角坐标系中计算所有矢量数据的数学期望, $\bar{X} = \sum_1^n X_i \div n$, $\bar{Y} = \sum_1^n Y_i \div n$;

[0015] 3) 获取第i个矢量数据距离该数学期望的距离 $Distance_i = \sqrt{(X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2}$,得到其分布概率 $\varphi_i = |X_i - \bar{X}| |Y_i - \bar{Y}| \div Distance_i$;

[0016] 4) 计算该网格的最大似然位置信息 $P_{(0,m)}$: $P_{(0,m)} = \sum_{i=1}^n \varphi_i V_i$,其中,n为该网格中矢量数据的个数。

[0017] 其中,步骤(2)中获取某一外层网格的最大似然位置信息,具体为:

[0018] 1) 以该网格的四个顶点计算该网格中心点的参考位置信息;

[0019] 2) 在与该网格邻接的内层网格中,找到与该网格中心点距离最短的内层网格,记该网格中心点到该内层网格的距离为 $Distance_{center}$;获取该网格各顶点与该内层网格的距离,记第j个顶点到该内层网格的距离为 $Distance_{pj}$;

[0020] 3) 计算该网格的最大似然位置信息 P_{outer} : $P_{outer} = \sum_{j=1}^4 \varphi_{pj} P_{pj}$,其中, P_{pj} 为该网格的第j个顶点的位置信息, $\varphi_{pj} = |Distance_{pj} - Distance_{center}| \div Distance_{center}$ 。

[0021] 其中,步骤(3)中对于某一运动目标,其位置信息计算公式为:

$$[0022] P_{Target} = \begin{cases} \sum_{\alpha=0}^m P_{(\alpha,\beta)} \div m & 0 \leq \Delta_{Target} \leq \varepsilon, V_{Target} > \omega \\ P_{(m,j)} & \Delta_{Target} > \varepsilon, 0 \leq V_{Target} \leq \omega \end{cases}$$

[0023] 式中, ε 为预设的距离差阈值, ω 为预设的速度阈值, Δ_{Target} 为该运动目标当前所在网格与其运动方向上的最内层网格之间的距离与预设参考距离之间的差值, $P_{(m,j)}$ 为该运动目标当前所在网格的位置信息, $P_{(\alpha,\beta)}$ 为该运动目标当前运动方向上的射线所经过的各层网格的位置信息。

[0024] 有益效果:本发明中基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法首先对原始矢

量数据进行网格化划分,根据实际使用的精度要求设置网格化的颗粒度,在保证精确度的前提下降低了利用矢量数据进行空间动目标位置计算的时间消耗,提高了计算性能;同时,可以并行计算不同精度下的矢量网格空间动目标位置信息,针对实际应用场景对精确度的要求进行实时调整;对单个网格根据矢量数据分布情况建立概率分布统计模型计算其最大似然位置信息,使得整个网格空间内所有的网格都具有高精度的位置信息属性,进一步提高了空间动目标位置计算的效率与精确度;网格化预处理的两个过程都采用了并发技术,提高了预处理的效率,特别适用于矢量数据量大、精度范围广的情况;综合考虑空间动目标的速度、方向、参考范围,根据需要、应用场景的不同采用不同的计算方法进行动目标位置信息的计算,在保证计算精度的情况下提高了计算效率。

附图说明

- [0025] 图1是本发明中基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法的流程示意图;
 [0026] 图2是需进行网格化处理的原始矢量数据示意图;
 [0027] 图3是利用本发明方法进行原始矢量数据网格化划分示意图;
 [0028] 图4是经过概率统计模型处理后的矢量网格示意图;
 [0029] 图5是利用本发明方法结合矢量网格对空间动目标位置计算的示意图,图5(a)为距离在阈值内、速度超过阈值的情况;图5(b)为距离超过阈值,速度在阈值内的情况。

具体实施方式

- [0030] 下面结合附图对本发明作进一步的详细描述。
- [0031] 如图1所示,本发明中基于矢量网格进行空间动目标位置计算的方法,包括以下步骤:
- [0032] 步骤1、加载原始矢量数据,进行矢量数据网格划分处理,如图2所示。指定划分精度 P_{rk} ,根据划分精度计算最内层网格颗粒度 $G_{p_{rk}0}$,最内层网格是完全将矢量数据进行划分的网格,以国界线为例,国界线所包含的全部矢量数据在最内层的一系列网格上是随机分布的。其下标0表示最内层网格,记录0层每个网格所分布的矢量数据。紧贴最内层,即0层的外围网格,定义为1层网格,以此类推。颗粒度计算公式如下: ,
- [0033]
$$P_{rk} \in \{P_{rMin}, P_{r1}, \dots, P_{rMax}\}$$
- [0034]
$$G_{p_{rk}0} = (90 * P_{rk}) \div (\pi * R_{earth})$$
- [0035] 其中 R_{earth} 表示地球半径。上述公式中各参数如图3所示,根据最内层网格颗粒度,可以推算出外围的网格划分颗粒度,如下公式:
- [0036]
$$G_{p_{rk}m} = G_{p_{rk}0} * 2^m$$
- [0037] 步骤2、以基于步骤1所获得的矢量网格为基础,进行矢量网格概率统计。如图4所示,遍历0层网格,对每个网格利用大熵概率分布统计模型基于其内部的矢量数据计算最大似然位置信息。对于外层的网格根据其四个点的位置以及所靠近的内层的网格的位置信息,建立概率统计模型,计算其最大似然位置,依此类推。具体算法如下:
- [0038] a) 遍历0层网格,根据步骤1的记录获得每个网格的矢量数据。
- [0039] 记单个矢量数据为 V ,每个网格所包含的矢量数据为 $\{V_{m1}, \dots, V_{mm}\}$,其中 m 表示网格

的索引号,n表示当前网格矢量数据的索引号,n在不同网格的数量不一定相等。

[0040] b) 根据数据建立概率分布统计模型。

[0041] 针对步骤a)中每个网格抽取出的对应矢量数据计算离散数据的分布概率。矢量数据包含位置信息如下:

$$[0042] \quad V_{mi} = \{V_{long.}, V_{lat.}\}$$

[0043] 在二维情况下矢量数据是通过经纬度来表示的,利用通用的经纬度二维直角转换公式对其做直角化处理,得到的结果记为:

$$[0044] \quad RightAngle_v = \{X_v, Y_v\}$$

[0045] 由于矢量数据在0层网格的分布是随机的,对于第m个0层网格,该网格所有矢量数据的数学期望值:

$$[0046] \quad \bar{X} = \sum_{i=1}^n X_{mi} \div n$$

$$[0047] \quad \bar{Y} = \sum_{i=1}^n Y_{mi} \div n$$

[0048] 对于该网格中的第i个矢量数据,该矢量数据到数学期望的距离为:

$$[0049] \quad Distance_{mi} = \sqrt{(X_{mi} - \bar{X})^2 + (Y_{mi} - \bar{Y})^2}$$

[0050] 则对应的分布概率为:

$$[0051] \quad \varphi_{mi} = |X_{mi} - \bar{X}| |Y_{mi} - \bar{Y}| \div Distance_{mi}$$

[0052] 根据每个网格所包含的矢量数据求得该网格最大似然位置信息为:

$$[0053] \quad P_{(0,m)} = \sum_{i=1}^n \varphi_i V_{mi}$$

[0054] 其中 $V_{mi} = (X_{mi}, Y_{mi})$ 表示网格m所包含的矢量数据,矢量数据的个数为n。

[0055] c) 计算外围网格的位置信息,筛选出离网格最近的内部网格:

[0056] 记需要计算位置信息的外围网格为Grid_{outer},网格的四个顶点位置参照所在矢量图的位置记为P_{p1}、P_{p2}、P_{p3}、P_{p4},计算网格的中心点参考位置信息P_{center},

$$[0057] \quad P_{center} = \sum_{j=1}^4 P_{pj} \div 4$$

[0058] 记与Grid_{outer}接边的内部网格{Grid_{inner1}, Grid_{inner2}, ..., Grid_{innerk}} ,其对应的位置信息为{P_{inner1}, P_{inner2}, ..., P_{innerk}} ,计算P_{center}与每个位置的距离,选取距离最短的内部网格作为计算参照对象。直角化处理后计算距离的公式为:

$$[0059] \quad Distance_{center} = \sqrt{(X_{center} - X_i)^2 + (Y_{center} - Y_i)^2}$$

[0060] 其中, $i \in \{1, 2, \dots, k\}$,选取距离最短的网格作为计算参照对象。

[0061] 记距离最短的内部网格为Grid_{inner-min},其位置信息为(X_{inner-min}, Y_{inner-min}),待计算网格Grid_{outer}四个点距离内部网格的距离概率分布计算如下:

$$[0062] \quad Distance_{pj} = \sqrt{(X_j - X_{inner-min})^2 + (Y_j - Y_{inner-min})^2}$$

$$[0063] \quad \varphi_{pj} = |Distance_{pj} - Distance_{center}| \div Distance_{center}$$

$$[0064] \quad P_{outer} = \sum_{j=1}^4 \varphi_{pj} P_{pj}$$

[0065] 其中, $j \in \{1, 2, 3, 4\}$ 为外部网格四个点的序号, P_{outer} 为外部网格的最大似然位置。

[0066] 步骤3、进行空间动目标位置计算, 记空间动目标为 $Target$, 目标的实时速度、当前方向、参考距离分别标记为 V_{Target} 、 D_{Target} 、 R_{Target} , 针对不同的应用场景, 计算所采取的方法也不一样。记空间动目标的位置信息为 P_{Target} , 在矢量数据为国界线的情况下, P_{Target} 即空间动目标相对于国界线的实时位置。如图5所示, 沿着空间动目标的当前方向 D_{Target} 做一条射线, 得到该方向上对应的0层网格 $Grid_{(0,k)}$, 下标中的 k 表示该网格的索引号, 记动目标当前所在网格为 $Grid_{(m,j)}$, 下标中的 m 表示网格所在的层次, j 表示网格在该层次上的索引号。根据0层网格的位置信息 $P_{(0,k)}$ 以及当前所在网格的位置信息 $P_{(m,j)}$ 计算之间沿着 D_{Target} 方向上的距离, 如下:

$$[0067] \quad Distance_{(m,j)(0,k)} = \sqrt{(X_{(m,j)} - X_{(0,k)})^2 + (Y_{(m,j)} - Y_{(0,k)})^2}$$

[0068] 根据 $Distance_{(m,j)(0,k)}$ 与参考范围 R_{Target} 的差值 $\Delta_{Target} = Distance_{(m,j)(0,k)} - R_{Target}$, 采用不同的方法计算动目标位置信息, 公式如下:

$$[0069] \quad P_{Target} = \begin{cases} \sum_{\alpha=0}^m P_{(\alpha,\beta)} \div m & 0 \leq \Delta_{Target} \leq \varepsilon, V_{Target} > \omega \\ P_{(m,j)} & \Delta_{Target} > \varepsilon, 0 \leq V_{Target} \leq \omega \end{cases}$$

[0070] 公式中的 ε 和 ω 分别表示人为根据使用经验和需求选择的距离差阈值、速度阈值。如图5(a)所示, 当距离在阈值内、速度超过阈值即速度很快、动目标位置变化剧烈时, 空间动目标的位置和它所在网格关联的内部网格有关; 如图5(b)所示, 当距离超过阈值, 速度在阈值内即速度慢、动目标位置变化不剧烈时动目标所在网格的位置信息即它的位置信息。其中关联网格即为步骤3中通过由动目标位置发出的一条与国界线距离最短的线段上所经过的网格。 $P_{(\alpha,\beta)}$ 表示内部0层至 m 层线段所经过网格的位置信息, 此时 β 表示在 α 层时网格的索引。

[0071] 本发明方法同样适用于三维场景, 只需将二维平面坐标系扩展为三维空间坐标系, 矢量数据的网格划分扩展为对三维数字地球的网格划分, 其计算方法本质上是一致的。

[0072] 以上详细描述了本发明的优选实施方式, 但是, 本发明并不限于上述实施方式中的具体细节, 在本发明的技术构思范围内, 可以对本发明的技术方案进行多种等同变换, 这些等同变换均属于本发明的保护范围。



图1

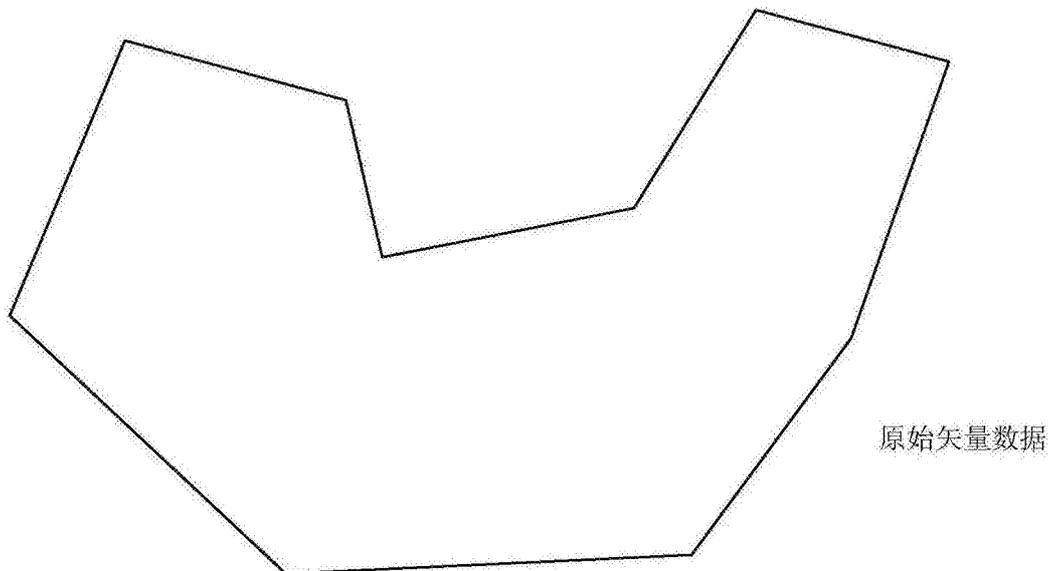


图2

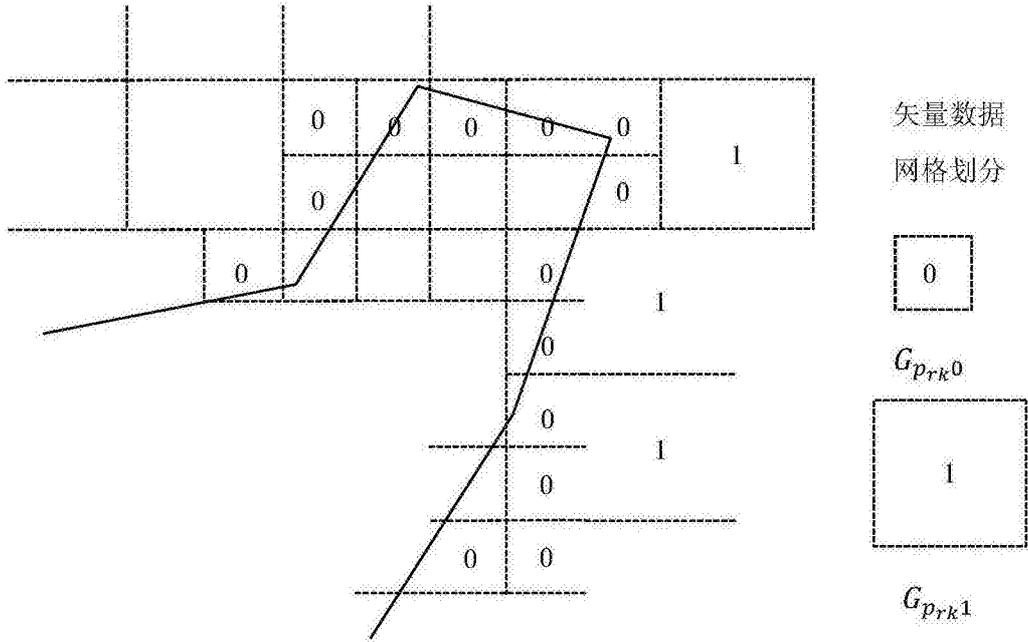


图3

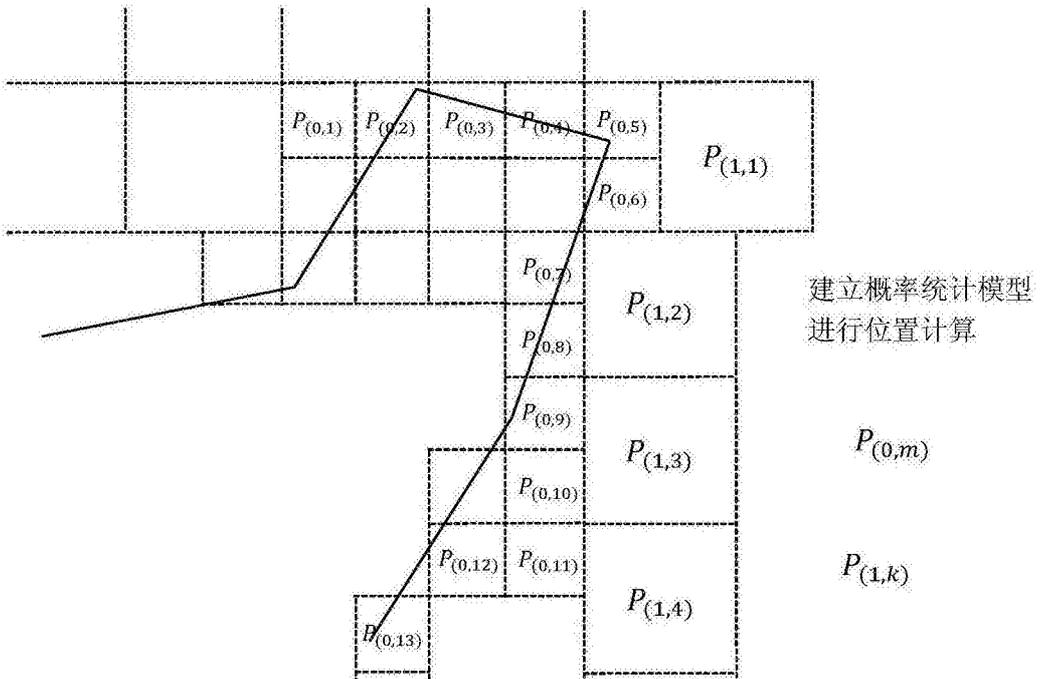
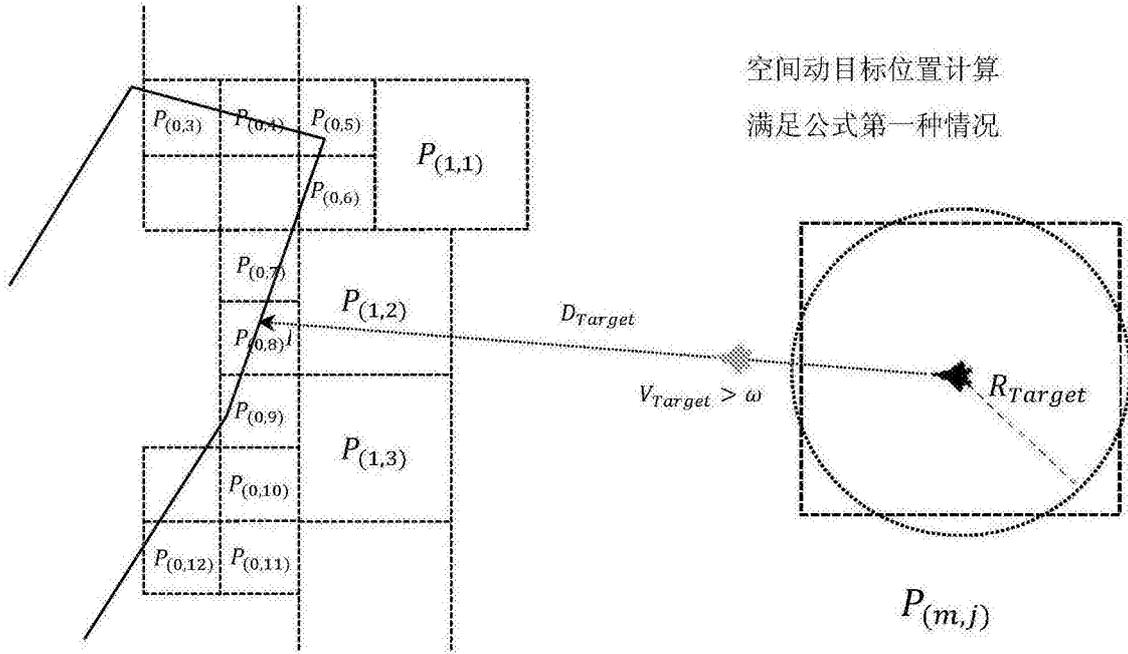
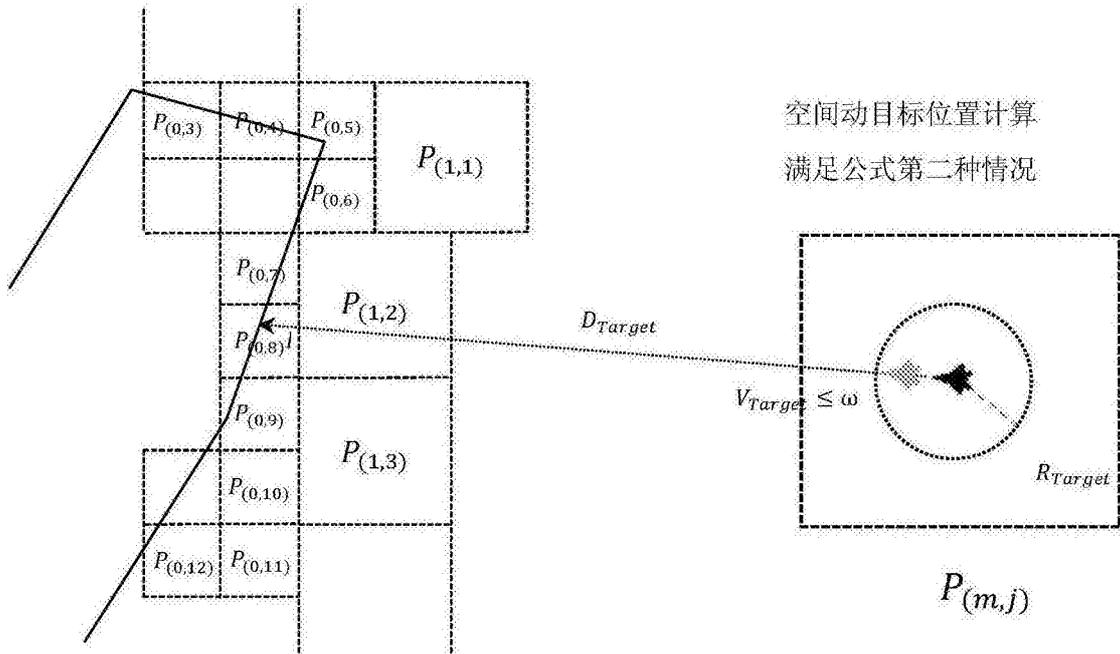


图4



(a)



(b)

图5