



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109297501 B

(45) 授权公告日 2021.02.02

(21) 申请号 201811070675.8

审查员 刘敬坤

(22) 申请日 2018.09.13

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109297501 A

(43) 申请公布日 2019.02.01

(73) 专利权人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72) 发明人 吴杭彬 瞿一航

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限

公司 31225

代理人 杨宏泰

(51) Int.Cl.

G01C 21/34 (2006.01)

G06F 16/29 (2019.01)

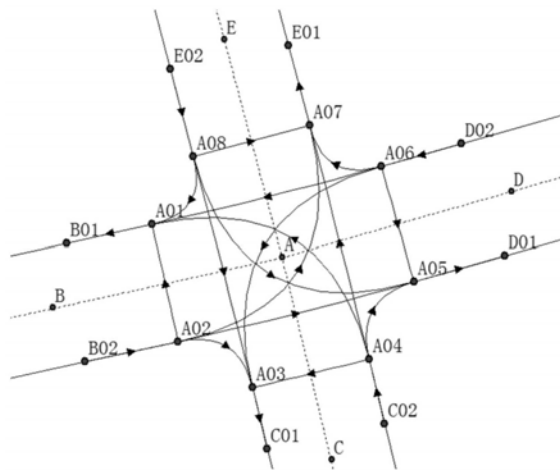
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法,包括以下步骤:1)获取单线路网模型的GIS道路数据,包括节点图层和路网图层数据,并根据交叉口位置和道路位置判断交叉口类型和道路类型;2)确定路网节点的偏移方向并计算偏移,形成双线路网的道路边界,并生成路网节点的偏移节点;3)对偏移节点进行曲线插值,用以表示车辆在路网节点的行驶路径,最终生成双线路网。与现有技术相比,本发明具有成本低、周期短、适用于精度要求不高的道路地图等优点。



1. 一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 获取单线路网模型的GIS道路数据,包括节点图层和路网图层数据,并根据交叉口位置和道路位置判断交叉口类型和道路类型,当交叉口位置周边的道路为2时,交叉口类型为一字型交叉口;当交叉口位置周边的道路为3时,交叉口类型为丁字型交叉口;当交叉口位置周边的道路为4时,交叉口类型为十字型交叉口;当交叉口位置周边的道路超过4时,交叉口类型为特殊交叉口;

当正向车道数和逆向车道数其中至少一个为0时,道路类型为单行道,当均不为0时,道路类型为双行道;

2) 确定路网节点的偏移方向并计算偏移,形成双线路网的道路边界,并生成路网节点的偏移节点,具体包括以下步骤:

21) 根据节点图层和路网图层数据,分别对路网节点周边道路路段进行全程正向、半程正向、全程逆向和半程逆向偏移,偏移矢量方向与路段起点和终点间的连线方向垂直,并确定全程偏移矢量和半程偏移矢量的长度,确定偏移矢量的方向具体为:

设起点到终点方向为正向,则正向偏移矢量为起点到终点方向顺时针旋转90度,设终点到起点方向为逆向,则逆向偏移矢量为起点到终点方向逆时针旋转90度;

确定偏移矢量长度的具体计算式为:

$$\overline{J_{1AB}} = \frac{1}{2\rho_{AB}} n_{1AB} W (x_2 - x_1, y_2 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$\overline{J_{2AB}} = \frac{1}{\rho_{AB}} n_{1AB} W (x_2 - x_1, y_2 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$\rho_{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

其中, ρ_{AB} 为AB路段的逆向偏移矢量, $\overline{J_{1AB}}$ 为AB路段的逆向半距偏移矢量, $\overline{J_{2AB}}$ 为AB路段的逆向全距偏移矢量, (x_1, y_1) 为路段起点A的位置坐标, (x_2, y_2) 为路段终点B的位置坐标, n_{1AB} 为AB路段的正向车道数, W 为机动车道宽;

22) 对于每个路网节点,将相邻路段的全程偏移线段与半程偏移线段之间的交点作为偏移节点,当路网节点为一字型交叉口时,偏移节点的数量为4;

当路网节点不为一字型交叉口时,偏移节点的数量为该路网节点位置周边的道路数量的2倍;

并且,当路网节点周边的路段存在单行线时,每存在一条单行线,偏移节点数量减少一个;

3) 对偏移节点进行曲线插值,用以表示车辆在路网节点的行驶路径,最终生成双线路网,采用三次曲线插值法进行插值,并对插值过程进行优化,防止出现突拐现象,具体为:

31) 在插值前,将待插值的节点A01和A02围绕其中心点A00旋转角度 α_1 ,使A02和A03处于

同一水平线上,并将节点A01和A02的原斜率分别转换成角度增加 α_1 角;

32) 根据旋转后节点A01和A02的坐标采用三次插值公式,得到节点A01和A02间的三次多项式插值曲线,并在旋转后的节点A01和A02横坐标之间等距取10个点,加入起点和重点完成点组,将点组中的每个点绕中心点A00旋转 $-\alpha_1$ 角,并将旋转后的点组转换为插值曲线。

2. 根据权利要求1所述的一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法,其特征在于,所述的步骤3)中,车辆在路网节点的行驶路径包括右转路径、掉头路径、左转路径和直行路径。

一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及GIS路网领域,尤其是涉及一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法。

背景技术

[0002] GIS路网是将真实道路,通过GIS数据的形式可视化表达出来。目前主流的道路网模型是单线双属性的节点-路段模型(简称单线路网模型)、双线双属性的节点-路段模型(简称双线路网模型)以及车道级路网模型。其中手机导航路网一般采用单线路网模型;车道级路网一般用于辅助驾驶、无人驾驶等场景。双线路网模型则一般用于表现道路场景下,两个通行方向的不同性质,如不同的路况、不同流量等。

[0003] 目前的双线路网模型一般基于实际测量的数据,经后期图形编辑、加工、属性处理等制作工艺,形成双线路网。这种生产工艺流程虽然精度高、信息准确,然而制作成本高、周期长,限制了这一路网的生产效率。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了解决上述现有技术存在的缺陷而提供一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0006] 一种GIS单线路网自动生成双线路网的方法,包括以下步骤:

[0007] 1) 获取单线路网模型的GIS道路数据,包括节点图层和路网图层数据,并根据交叉口位置和道路位置判断交叉口类型和道路类型;

[0008] 2) 确定路网节点的偏移方向并计算偏移,形成双线路网的道路边界,并生成路网节点的偏移节点;

[0009] 3) 对偏移节点进行曲线插值,用以表示车辆在路网节点的行驶路径,最终生成双线路网。

[0010] 所述的步骤1)中,当交叉口位置周边的道路为2时,交叉口类型为一字型交叉口;当交叉口位置周边的道路为3时,交叉口类型为丁字型交叉口;当交叉口位置周边的道路为4时,交叉口类型为十字型交叉口;当交叉口位置周边的道路超过4时,交叉口类型为特殊交叉口;

[0011] 当正向车道数和逆向车道数其中至少一个为0时,道路类型为单行道,当均不为0时,道路类型为双行道。

[0012] 所述的步骤2)具体包括以下步骤:

[0013] 21) 根据节点图层和路网图层数据,分别对路网节点周边道路路段进行全程正向、半程正向、全程逆向和半程逆向偏移,偏移矢量方向与路段起点和终点间的连线方向垂直,并确定全程偏移矢量和半程偏移矢量的长度;

[0014] 22) 对于每个路网节点,将相邻路段的全程偏移线段与半程偏移线段之间的交点

作为偏移节点。

[0015] 确定偏移矢量的方向具体为：

[0016] 设起点到终点方向为正向，则正向偏移矢量为起点到终点方向顺时针旋转90度，设终点到起点方向为逆向，则逆向偏移矢量为起点到终点方向逆时针旋转90度。

[0017] 确定偏移矢量长度的具体计算式为：

$$[0018] \quad \overline{J}_{1AB} = \frac{1}{2\rho_{AB}} n_{1AB} W (x_2 - x_1, y_2 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$[0019] \quad \overline{J}_{2AB} = \frac{1}{\rho_{AB}} n_{1AB} W (x_2 - x_1, y_2 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$[0020] \quad \rho_{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

[0021] 其中， ρ_{AB} 为AB路段的逆向偏移矢量， \overline{J}_{1AB} 为AB路段的逆向半距偏移矢量， \overline{J}_{2AB} 为AB路段的逆向全距偏移矢量， (x_1, y_1) 为路段起点A的位置坐标， (x_2, y_2) 为路段终点B的位置坐标， n_{1AB} 为AB路段的正向车道数， W 为机动车道宽。

[0022] 所述的步骤2)中，

[0023] 当路网节点为一字型交叉口时，偏移节点的数量为4；

[0024] 当路网节点不为一字型交叉口时，偏移节点的数量为该路网节点位置周边的道路数量的2倍；

[0025] 并且，当路网节点周边的路段存在单行线时，每存在一条单行线，偏移节点数量减少一个。

[0026] 所述的步骤3)中，车辆在路网节点的行驶路径包括右转路径、掉头路径、左转路径和直行路径。

[0027] 所述的步骤3)中采用三次曲线插值法进行插值，并对插值过程进行优化，防止出现突拐现象，具体为：

[0028] 31) 在插值前，将待插值的节点A01和A02围绕其中心点A00旋转角度 α_1 ，使A02和A03处于同一水平线上，并将节点A01和A02的原斜率分别转换成角度增加 α_1 角；

[0029] 32) 根据旋转后节点A01和A02的坐标采用三次插值公式，得到节点A01和A02间的三次多项式插值曲线，并在旋转后的节点A01和A02横坐标之间等距取10个点，加入起点和重点完成点组，将点组中的每个点绕中心点A00旋转 $-\alpha_1$ 角，并将旋转后的点组转换为插值曲线。

[0030] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0031] 本发明利用城市已有的单线路网模型，通过路网描述参数和自动化处理技术，自动生成双线路网，相比传统方案，本方法成本低、周期短，仅需数小时就可以获得整个城市的双线路网，适合用于快速生成精度要求不高的道路地图，如手机导航路网、交通仿真路

网等,另外,本发明通过点组旋转插值避免了插值过程中产生的曲线一阶导数斜率突变导致内插得到的曲线不光滑的情况。

附图说明

- [0032] 图1为单线路网的输入数据图。
- [0033] 图2为偏移节点的计算过程图。
- [0034] 图3为计算出的偏移节点图。
- [0035] 图4为偏移节点的连接插值曲线。
- [0036] 图5为偏移节点三次曲线插值前旋转示意图。
- [0037] 图6为一字路口的转换效果图。
- [0038] 图7为丁字路口的转换效果图。
- [0039] 图8为十字路口的转换效果图。
- [0040] 图9为单行道的转换效果图。

具体实施方式

[0041] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0042] 实施例

[0043] 本发明采用单线路网模型的GIS道路数据,通过一定的数据处理,完成双线道路数据的自动生产。

[0044] 单线双属性的道路数据,主要包括单线路网的节点图层(Point类型)和路网图层(Polyline),节点图层需包含节点ID字段和坐标字段,id字段用于标示不同节点之间的编号差别。坐标字段标识节点的位置;见图1中的A、B、C、D节点,路网图层需包含正向车道数(CDS)、逆向车道数(RCDS)、起点节点ID、终点节点ID等四个字段。其中起点节点ID、终点节点ID与节点图层的ID字段存在关联关系。见图1中的AB、AC、AD、AE路段。

[0045] 本发明的具体方法包括以下步骤:

[0046] 1、判断交叉口类型和道路类型:

[0047] 根据输入的交叉口位置和道路位置,进行GIS空间叠置分析。当交叉口位置周边的道路为2时,交叉口为一字型交叉口;为3时为丁字型交叉口;为4时为十字型交叉口;超过4为特殊交叉口。

[0048] 当CDS和RCDS中,有一个0的时候,表明道路为单行道;当不存在0时,表明为双行道;

[0049] 2、计算交叉口节点偏移方向和偏移量

[0050] 根据输入的节点图层和路网图层,对路网分别左向/右向偏移。偏移方向选择和路段起点终点连线方向垂直。正向(起点到终点方向)偏移矢量为起点到终点向量顺时针旋转90度,逆向(终点到起点方向)偏移矢量为起点到终点向量逆时针旋转90度。

[0051] 偏移矢量长度取决于该方向道路车道数。以路口A为例,路段AB起点、终点分别是A(x_1, y_1), B(x_2, y_2), 车道数分别是CDS和R-CDS, 分别记为符号 n_{1AB}, n_{2AB} 。路段AE起点、终点分别是A(x_1, y_1), E(x_5, y_5), 车道数为符号 n_{1AE}, n_{2AE} 。每条机动车道宽为W, 一般城市道路取3.5米, 高速公路取3.75米。

[0052] 则AB路段向E方向的偏移矢量可用以下公式计算：

$$[0053] \quad \rho_{AB} = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

$$[0054] \quad \text{半距偏移矢量: } \vec{J}_{1AB} = \frac{1}{2\rho_{AB}} n_{1AB} W(x_2 - x_1, y_2 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$[0055] \quad \text{全距偏移矢量: } \vec{J}_{2AB} = \frac{1}{\rho_{AB}} n_{1AB} W(x_2 - x_1, y_2 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(-\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(-\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

[0056] 路段AE向B方向的偏移矢量可以通过下面的式子计算

$$[0057] \quad \rho_{AE} = \sqrt{(x_5 - x_1)^2 + (y_5 - y_1)^2}$$

$$[0058] \quad \text{半距偏移矢量: } \vec{J}_{1AE} = \frac{1}{2\rho} n_{1AE} W(x_5 - x_1, y_5 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

$$[0059] \quad \text{全距偏移矢量: } \vec{J}_{2AE} = \frac{1}{\rho} n_{1AE} W(x_5 - x_1, y_5 - y_1) \begin{bmatrix} \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) & -\sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \\ \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{2}\right) \end{bmatrix}$$

[0060] \vec{J}_1, \vec{J}_2 分别是某条路段的正向车道偏移向量和逆向车道偏移向量。根据该向量，可以实现路段AB、AE向外侧平移后的矢量，半距偏移后为L1、L3，全距偏移后为L2和L4。然后分别计算L1和L4，L2和L3的交点，记为A0和A1。

[0061] 因此，同理可以计算得到A路口的其他偏移点和偏移矢量，如A04、A05等。一个路口的完整节点偏移效果如图3所示。虚线为单线路网，虚线端点A01-A08 为生成的偏移节点。

[0062] 3、偏移节点曲线插值

[0063] 在两个偏移节点之间构建连接曲线，用来表示车辆在该路口的行驶路径，如图4所示，A02-A03表示右转路径，A02-A01表示车辆掉头路径，A02-A07代表左转路径，A02-A05代表直行路径。

[0064] 在传统的三次曲线插值法基础上，对插值过程进行优化，避免插值曲线的突拐现象。

[0065] 如图5所示，插值前，将待插值的节点A02和A03围绕它们的中心点A00旋转 α_1 角，使得A02和A03处于同一水平线上。A02和A03处记录的斜率 k_1 和 k_2 ，也分别转换成角度增加 α_1 角，连同旋转后的A02和A03坐标，代入式(5)，得到一组 $a'b'c'd'$ ，算出三次多项式插值曲线。

$$[0066] \quad \begin{cases} y_1 = ax_1^3 + bx_1^2 + cx_1 + d \\ y_2 = ax_2^3 + bx_2^2 + cx_2 + d \\ y'_1 = 3ax_1^2 + 2bx_1 + c \\ y'_2 = 3ax_2^2 + 2bx_2 + c \end{cases} \quad (5)$$

$$[0067] \quad y = ax^3 + bx^2 + cx + d \quad (6)$$

[0068] 然后在旋转后的A02和A03横坐标之间等距取10个值,算出纵坐标,加上起 点终点,点组计算完成。然后将点组里的每个点绕A00旋转 $-\alpha_1$ 角。将旋转后的点 组转为线,即为连接节点的插值曲线。

[0069] 4、不同交叉口的处理方法

[0070] 按照不同的道路交叉口类型,进行分别处理。

[0071] 4.1一字路口

[0072] 如图6所示,一字路口表示中间节点只有两根连接路段。中间节点偏移为4 个点。

[0073] 4.2丁字路口

[0074] 如图7所示,丁字路口代表中间节点存在三个路段交叉情况。偏移节点为6 个。

[0075] 4.3十字路口

[0076] 如图8所示,十字路口代表存在四个路段交叉情况。偏移节点为8个。

[0077] 4.4单行道的处理

[0078] 如图9所示,当交叉口节点周边的路段存在单行线时,每存在一条单行线,偏 移节点数量减少一个。

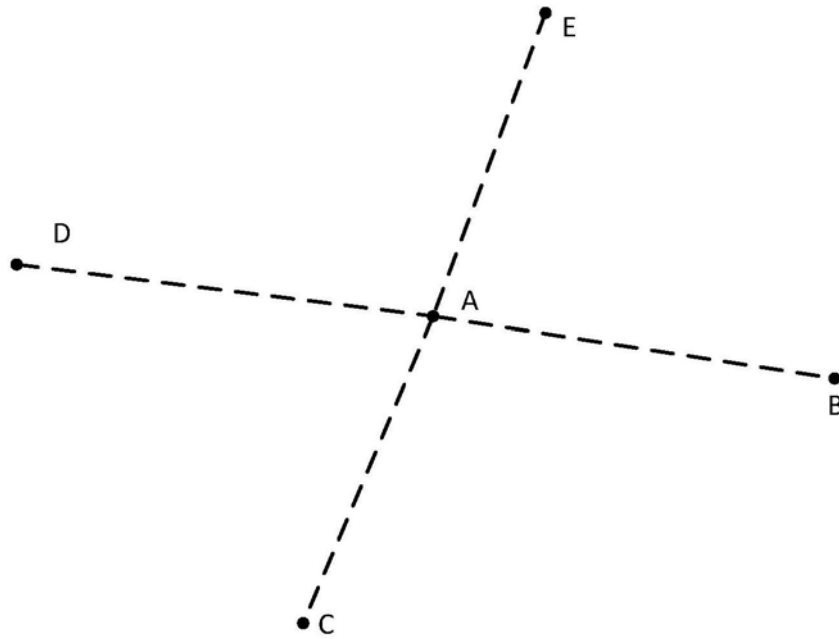


图1

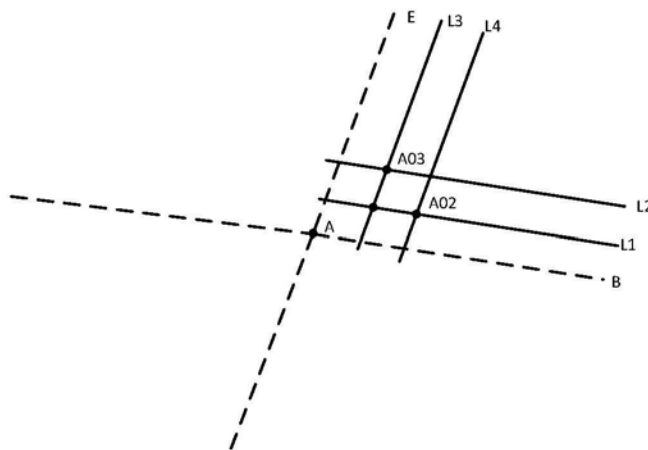


图2

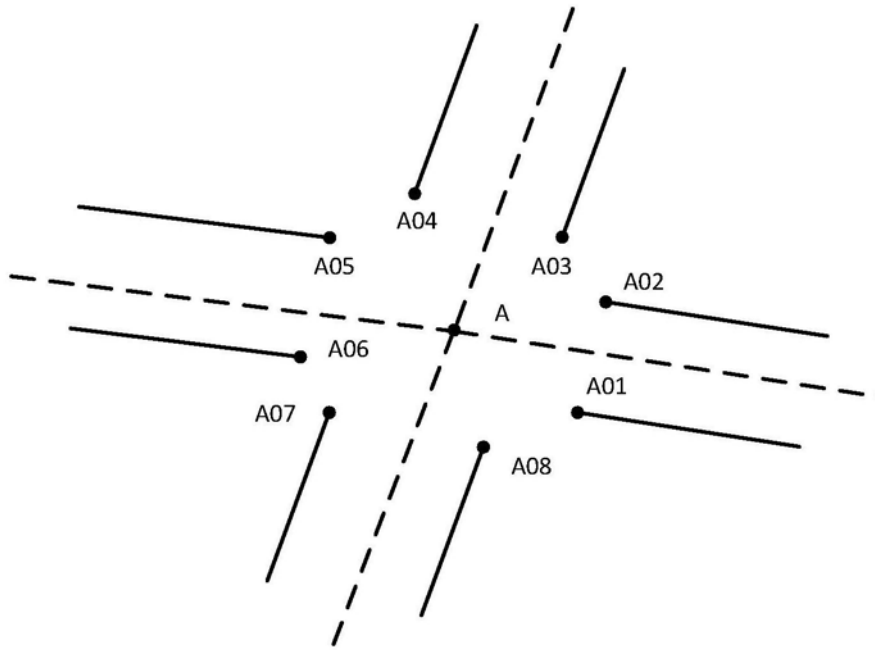


图3

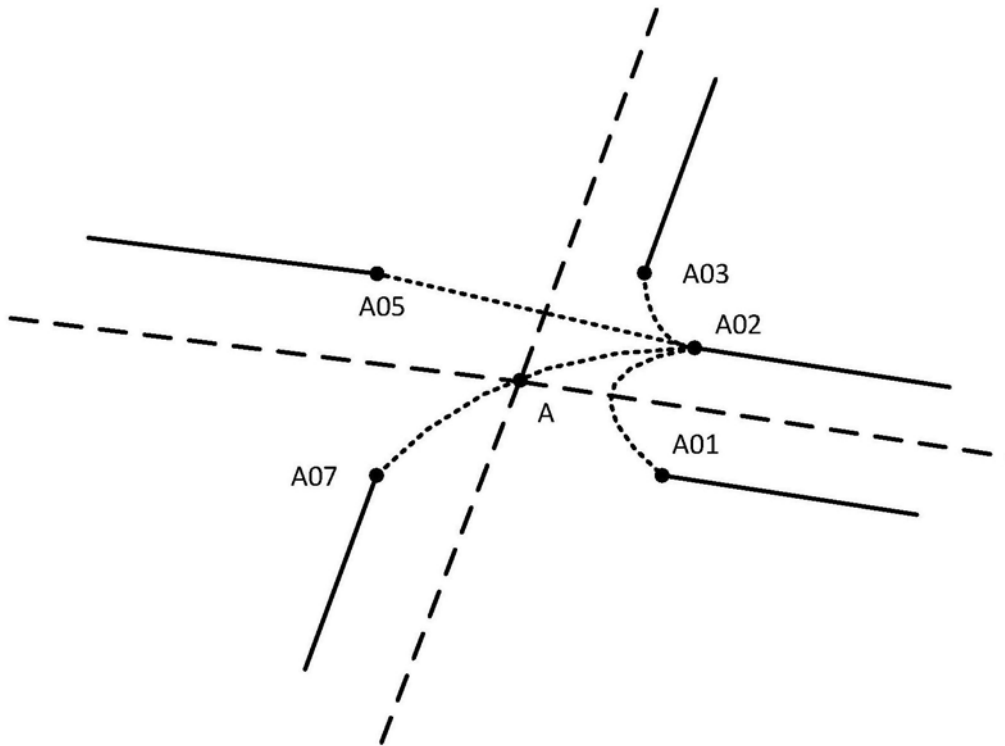


图4

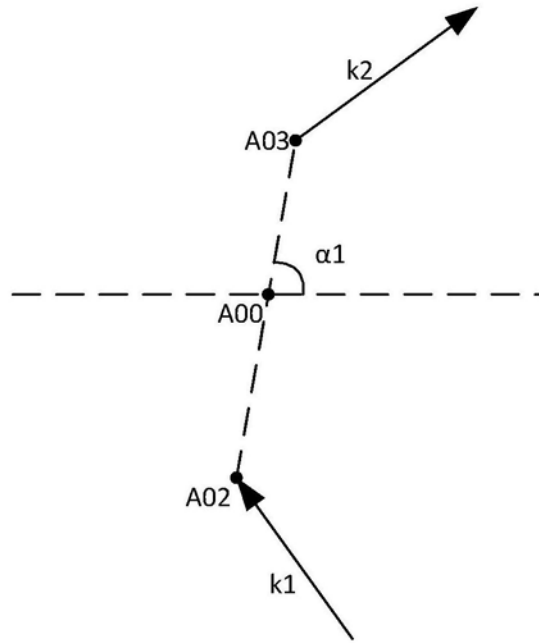


图5

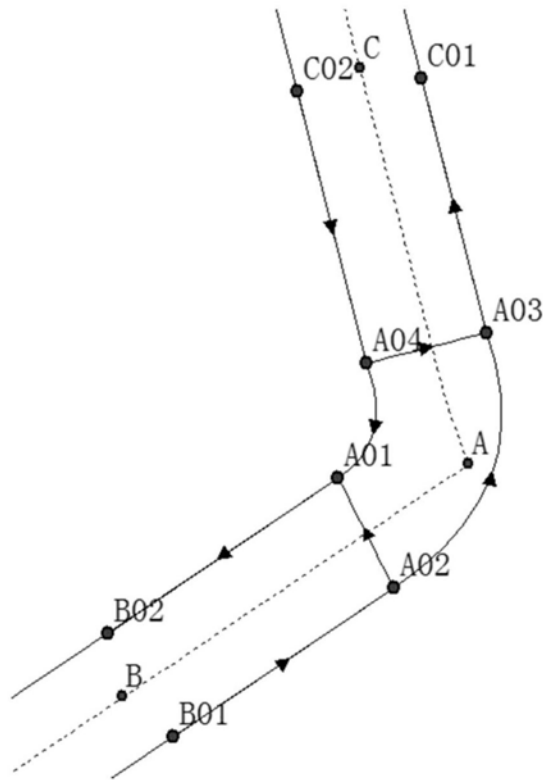


图6

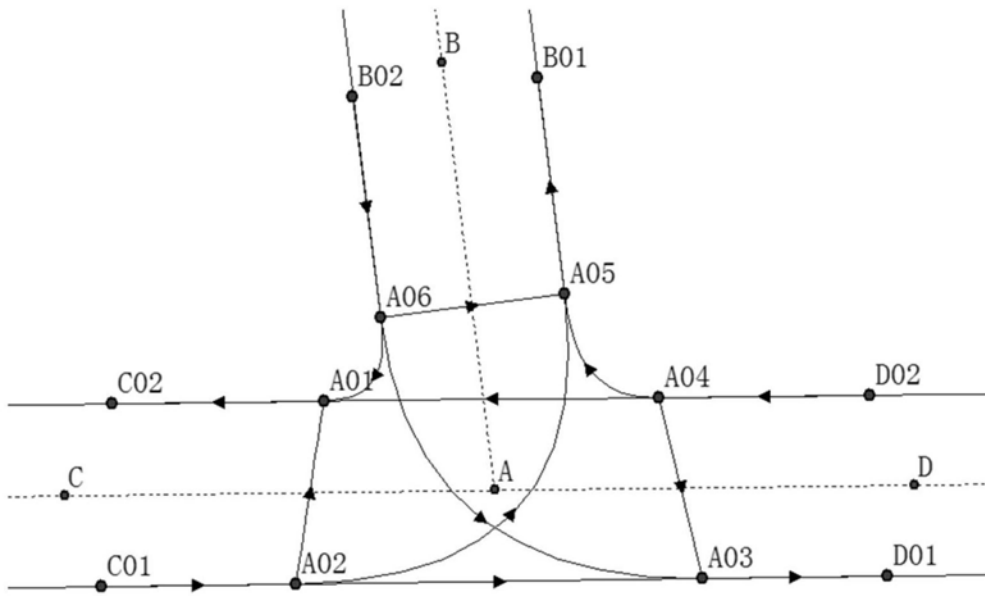


图7

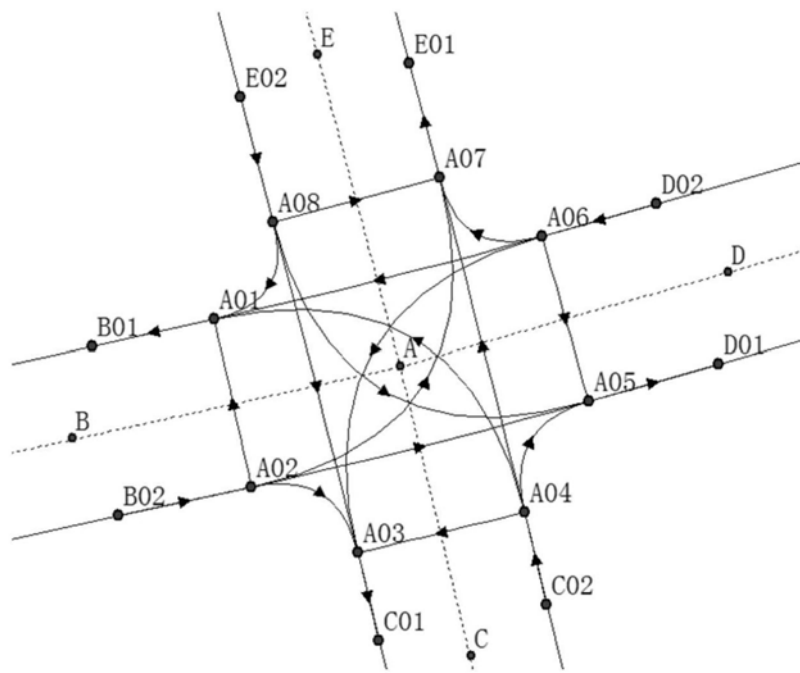


图8

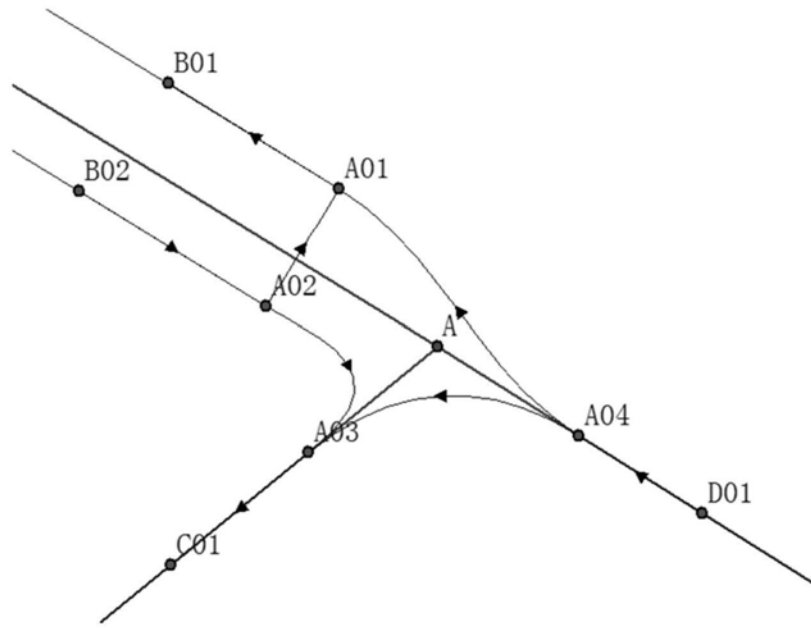


图9