



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115790626 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 14

(21) 申请号 202211398462.4

(22) 申请日 2022.11.08

(71) 申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72) 发明人 王军年 曹宇靖 付铁军 郑天惠

(74) 专利代理机构 长春市恒誉专利代理事务所
(普通合伙) 22212

专利代理师 李荣武

(51) Int. Cl.

G01C 21/34 (2006.01)

G01C 21/30 (2006.01)

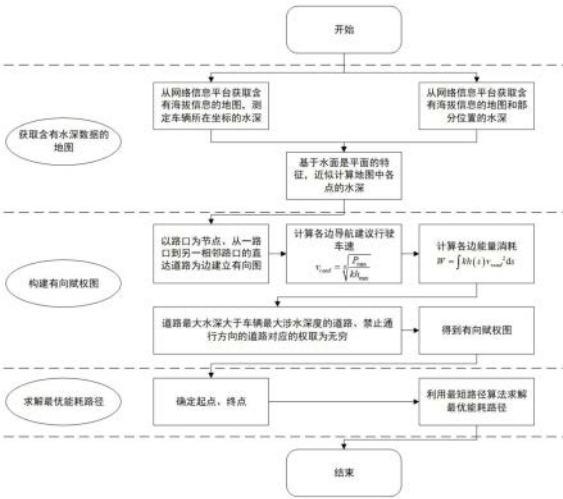
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

积水道路最优能耗路径确定方法

(57) 摘要

本发明涉及智能交通导航领域,公开了一种积水道路最优能耗路径确定方法,包括如下步骤:步骤一、获取含有水深数据的地图;步骤二、根据所述含有水深数据的地图,以路口为节点、从一路口到另一相邻路口的直达道路为边建立有向图,边的权取车辆通过该边对应道路涉水所需的能量消耗数值,但其中道路最大水深大于车辆最大涉水深度的道路以及禁止通行方向的道路对应的权取为无穷,从而得到有向赋权图;步骤三、确定起点、终点,依据所述有向赋权图,利用最短路径算法求解最优能耗路径。本发明可以在避开积水过深或禁止通行道路的基础上,求解起点至终点的最优能耗路径。



1. 一种积水道路最优能耗路径确定方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一、获取含有水深数据的地图;

步骤二、根据所述含有水深数据的地图,以路口为节点、从一路口到另一相邻路口的直达道路为边建立有向图,边的权取车辆通过该边对应道路涉水所需的能量消耗数值,但其中道路最大水深大于车辆最大涉水深度的道路以及禁止通行方向的道路对应的权取为无穷,从而得到有向赋权图;

步骤三、确定起点、终点,依据所述有向赋权图,利用最短路径算法求解最优能耗路径。

2. 根据权利要求1所述的积水道路最优能耗路径确定方法,其特征在于:所述含有水深数据的地图可以通过以下其中一种方法获取:

方法一、从网络信息平台获取含有海拔信息的地图,测定车辆所在坐标的水深,基于水面是平面的特征,近似计算该地图中各点的水深;

方法二、从网络信息平台获取含有海拔信息的地图和部分位置的水深,基于水面是平面的特征,根据附近位置的水深信息来近似计算该地图中各点的水深;所述附近位置的水深信息可以来自道路基础设施或其他具备测定水深功能的车辆。

3. 根据权利要求1所述的积水道路最优能耗路径确定方法,其特征在于:所述能量消耗的计算方法为:

$$W = \int k h(s) v_{road}^2 ds \quad (1)$$

式中, W 为所述能量消耗(J); k 为比例系数(kg/m^2),对于不同车辆可以基于试验来给定; s 为路程(m); $h(s)$ 为水深(m),是一个关于路程的函数; v_{road} 为所述该边对应道路的导航建议行驶车速(m/s)。

4. 根据权利要求3所述的积水道路最优能耗路径确定方法,其特征在于:所述导航建议行驶车速的计算方法为:

$$v_{road} = \sqrt[3]{\frac{P_{max}}{k h_{max}}} \quad (2)$$

式中, P_{max} 为车辆的最大行驶功率(W); h_{max} 为所述该边对应道路中的最大水深(m)。

5. 根据权利要求1所述的积水道路最优能耗路径确定方法,其特征在于:所述最短路径算法为一种依据某一含有节点、边及边的权的有向赋权图,求解由指定起点至指定终点的最短路径的方法,其具体步骤为:

步骤A、为 $\omega(u, v)$ 赋值:记图中的节点总数为 N ,对于图中任一节点 u 与节点 v ,定义 $\omega(u, v)$ 为节点 u 到节点 v 的距离;

若 $u=v$,则 $\omega(u, v)$ 取为0;

若 $u \neq v$ 且节点 u 到节点 v 存在边,则 $\omega(u, v)$ 取为该边的权;

若 $u \neq v$ 且节点 u 到节点 v 不存在边,则 $\omega(u, v)$ 取为 ∞ ;

循环上述过程,直至完成图中所有 (u, v) 对应 $\omega(u, v)$ 的遍历赋值,然后进入下一步骤;

步骤B、为 $l(v)$ 赋初值:记车头前方距离所述指定起点最近的节点为 u_0 ,定义 $l(v)$ 为节点 u_0 至节点 v 的最短距离;

对于 v 与 u_0 是同一节点的情况,令 $l(v)=0$;

对于不等于 u_0 的所有 v ,令 $l(v)=\infty$;然后进入下一步骤;

步骤C、为 i 赋初值、为 S_0 赋值:定义循环变量 i ,定义一个节点集合 S_j , S_j 包含的节点表示截止到 $i=j$ 时求出了 u_0 到所述 S_j 包含的节点的最短路径;令 $i=0$,令 $S_0=\{u_0\}$,进入下一步骤;

步骤D、更新 $l(v)$ 、 $b(v)$,为 S_{i+1} 赋值:记图中不在 S_i 的所有节点组成的集合为 $\overline{S_i}$,定义 $b(v)$ 为节点 u_0 至节点 v 的最短路径中节点 v 的上一节点;在 $\overline{S_i}$ 中遍历节点 v ,若 $l(v) > l(u_i) + \omega(u_i, v)$,则令 $l(v) = l(u_i) + \omega(u_i, v)$,并令 $b(v) = u_i$;循环上述过程,直至完成 $\overline{S_i}$ 中节点的遍历,设 u_{i+1} 是 $\overline{S_i}$ 的节点中 l 值最小的节点,令 $S_{i+1} = S_i \cup \{u_{i+1}\}$,进入下一步骤;

步骤E、判断是否完成节点 u_0 至任意节点最短距离的计算:若 $i < N-1$,则令 $i = i+1$,并跳转至上一步骤,否则进入下一步骤;

步骤F、为 k 、 $temp$ 赋初值:记图中距离所述指定终点最近的节点为 t ,定义一个临时变量 $temp$,该变量存储一个节点,定义循环变量 k ;为 k 赋初值1,为 $temp$ 赋初值 t ,进入下一步骤;

步骤G、输出所述由指定起点至指定终点的最短路径:定义节点向量 $road$ 为所述由指定起点至指定终点的最短路径所经过节点的顺序排列;令 $road(k) = temp$,令 $k = k+1$,令 $temp = b(temp)$,循环上述过程,直至 $temp = u_0$,随后令 $road(k) = u_0$,颠倒 $road$ 中元素的顺序,输出 $road$,即为所述由指定起点至指定终点的最短路径。

积水道路最优能耗路径确定方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能交通导航领域,具体涉及一种积水道路最优能耗路径确定方法。

背景技术

[0002] 节能是汽车技术的三大重要课题之一,目前,对于节能技术的研究主要基于常规道路,而对积水道路的研究较少。

[0003] 车辆在积水道路行驶时的受力情况不同于一般情况,积水路面中,车辆会额外受到来自道路积水的行驶阻力,并且由于迎风面积的减小,其受到的空气阻力会相应减小。

[0004] 车辆行驶于积水道路时,积水阻力可依据流体力学知识推测。在流体力学中,射流作用于垂直于射流的平面壁上的冲击力为:

$$[0005] \quad F = \rho A_0 v_0^2 \quad (1)$$

[0006] 式中, F 为射流作用于垂直于射流的平面壁上的冲击力(N); ρ 为流体密度(kg/m^3); A_0 为射流的横截面积(m^2); v_0 为射流速度(m/s)。

[0007] 车辆行驶于积水道路时,由式(1)可知,车辆受到的积水阻力与车辆前部浸泡在水中的面积近似成一次关系,与车速近似成二次关系。由于不同高度处车宽是较为接近的,所以车辆前部浸泡在水中的面积与车辆前部浸泡在水中的深度、即积水深度近似成一次线性关系,故车辆受到的积水阻力也与积水深度近似成一次线性关系。上述结论可以概况为公式:

$$[0008] \quad F_{\text{water}} = khv^2 \quad (2)$$

[0009] 式中, F_{water} 为积水阻力(N); k 为比例系数(kg/s^2),对于不同车辆可以通过试验进行测定; h 为积水深度(m); v 为车辆速度(m/s)。

[0010] 由于水的密度远大于空气,因此,车辆在积水道路行驶时受到的阻力显著大于在常规道路行驶时受到的阻力。式(2)表明,为了达到节能的目标,车辆应倾向于在水深较小的路面行驶,应以尽可能低的车速前进。但是,牺牲车速虽然减小了积水阻力,但也大大降低了交通效率,因此,积水路面行驶不应通过降低车速来实现。如何选取车速是本发明的一个难点。

[0011] 选取车辆行驶速度应考虑到积水路面行驶的特点。积水路面行驶时,如果车辆速度波动大,则可能导致水面震荡激烈、引发发动机熄火,因此,车辆速度应尽可能恒定。积水阻力的数值一般远大于常规道路的其他阻力,当车辆以较高的车速前进时,可能会因为发动机功率不足而熄火,因此,积水道路中车速不宜过快。综上,对于一段不含路口的道路,本发明将该段道路中水深最大处车辆仍可以匀速通过的最大车速,作为这段道路的导航建议行驶车速。

[0012] 车辆的行驶功率与车辆速度、驱动力存在以下关系:

$$[0013] \quad F_t = \frac{P}{v} \quad (3)$$

[0014] 式中, P 为车辆的行驶功率(W); F_t 为驱动力(N)。

[0015] 忽略涉水行驶时的空气阻力与轮胎滚动阻力,将积水阻力视为积水道路行驶的主要行驶阻力,当汽车匀速涉水行驶时,驱动力应约等于积水阻力,即:

$$[0016] \quad \frac{P}{v} = khv^2 \quad (4)$$

[0017] 车辆的最大行驶功率可以近似为一定值 $P_{\max}$ (W),将式(4)中的P取为这一定值,水深取为目标道路中的最大水深 $h_{\max}$ (m),则可以计算目标道路的导航建议行驶车速 v_{road} (m/s) 应为:

$$[0018] \quad v_{\text{road}} = \sqrt[3]{\frac{P_{\max}}{kh_{\max}}} \quad (5)$$

[0019] 因此,车辆通过目标道路的能量消耗W (J) 约为积水阻力对积水路段路程s (m) 积分,即:

$$[0020] \quad W = \int F_{\text{water}} ds = \int kh(s) v_{\text{road}}^2 ds \quad (6)$$

[0021] 对于一张含有水深数据的地图,可以以路口为节点、从一路口到另一相邻路口的直达道路为边建立有向图。各边的权由式(6) 计算得到,这样可以得到有向赋权图。值得注意的是,为确保安全性,积水过深的道路不应出现在导航路线中,对于这类道路,其权应取为无穷,而不通过式(6) 计算;如果道路为单行线,则禁止通行的方向对应的权也应取为无穷。

发明内容

[0022] 本发明公开了一种积水道路最优能耗路径确定方法,包括如下步骤:

[0023] 步骤一、获取含有水深数据的地图;

[0024] 步骤二、根据所述含有水深数据的地图,以路口为节点、从一路口到另一相邻路口的直达道路为边建立有向图,边的权取车辆通过该边对应道路涉水所需的能量消耗数值,但其中道路最大水深大于车辆最大涉水深度的道路以及禁止通行方向的道路对应的权取为无穷,从而得到有向赋权图;

[0025] 步骤三、确定起点、终点,依据所述有向赋权图,利用最短路径算法求解最优能耗路径。

[0026] 进一步的,所述含有水深数据的地图可以通过以下一种或多种方法获取:

[0027] 方法一、从网络信息平台获取含有海拔信息的地图,测定车辆所在坐标的水深,基于水面是平面的特征,近似计算该地图中各点的水深;

[0028] 方法二、从网络信息平台获取含有海拔信息的地图和部分位置的水深,基于水面是平面的特征,根据附近位置的水深信息来近似计算该地图中各点的水深;所述附近位置的水深信息可以来自道路基础设施或其他具备测定水深功能的车辆。

[0029] 进一步的,所述能量消耗的计算方法为:

$$[0030] \quad W = \int kh(s) v_{\text{road}}^2 ds \quad (7)$$

[0031] 式中,W为所述能量消耗(J);k为比例系数(kg/m^2),对于不同车辆可以基于试验来给定;s为路程(m);h(s)为水深(m),是一个关于路程的函数; v_{road} 为所述该边对应道路的导航建议行驶车速(m/s)。

[0032] 进一步的,所述导航建议行驶车速的计算方法为:

$$[0033] \quad v_{road} = \sqrt[3]{\frac{P_{max}}{kh_{max}}} \quad (8)$$

[0034] 式中, P_{max} 为车辆的最大行驶功率(W); h_{max} 为所述该边对应道路中的最大水深(m)。

[0035] 进一步的,所述最短路径算法为一种依据某一含有节点、边及边的权的有向赋权图,求解由指定起点至指定终点的最短路径的方法,其具体步骤为:

[0036] 步骤A、为 $\omega(u, v)$ 赋值:记图中的节点总数为N,对于图中任一节点u与节点v,定义 $\omega(u, v)$ 为节点u到节点v的距离;

[0037] 若 $u=v$,则 $\omega(u, v)$ 取为0;

[0038] 若 $u \neq v$ 且节点u到节点v存在边,则 $\omega(u, v)$ 取为该边的权;

[0039] 若 $u \neq v$ 且节点u到节点v不存在边,则 $\omega(u, v)$ 取为 ∞ ;

[0040] 循环上述过程,直至完成图中所有 (u, v) 对应 $\omega(u, v)$ 的遍历赋值,然后进入下一步骤;

[0041] 步骤B、为 $l(v)$ 赋初值:记车头前方距离所述指定起点最近的节点为 u_0 ,定义 $l(v)$ 为节点 u_0 至节点v的最短距离;

[0042] 对于v与 u_0 是同一节点的情况,令 $l(v) = 0$;

[0043] 对于不等于 u_0 的所有v,令 $l(v) = \infty$;然后进入下一步骤;

[0044] 步骤C、为i赋初值、为 S_0 赋值:定义循环变量i,定义一个节点集合 S_j , S_j 包含的节点表示截止到 $i = j$ 时求出了 u_0 到所述 S_j 包含的节点的最短路径;令 $i = 0$,令 $S_0 = \{u_0\}$,进入下一步骤;

[0045] 步骤D、更新 $l(v)$ 、 $b(v)$,为 S_{i+1} 赋值:记图中不在 S_i 的所有节点组成的集合为 $\overline{S_i}$,定义 $b(v)$ 为节点 u_0 至节点v的最短路径中节点v的上一节点;在 $\overline{S_i}$ 中遍历节点v,若 $l(v) > l(u_i) + \omega(u_i, v)$,则令 $l(v) = l(u_i) + \omega(u_i, v)$,并令 $b(v) = u_i$;循环上述过程,直至完成 $\overline{S_i}$ 中节点的遍历,设 u_{i+1} 是 $\overline{S_i}$ 的节点中l值最小的节点,令 $S_{i+1} = S_i \cup \{u_{i+1}\}$,进入下一步骤;

[0046] 步骤E、判断是否完成节点 u_0 至任意节点最短距离的计算:若 $i < N-1$,则令 $i = i+1$,并跳转至上一步骤,否则进入下一步骤;

[0047] 步骤F、为k、temp赋初值:记图中距离所述指定终点最近的节点为t,定义一个临时变量temp,该变量存储一个节点,定义循环变量k;为k赋初值1,为temp赋初值t,进入下一步骤;

[0048] 步骤G、输出所述由指定起点至指定终点的最短路径:定义节点向量road为所述由指定起点至指定终点的最短路径所经过节点的顺序排列;令 $road(k) = temp$,令 $k = k+1$,令 $temp = b(temp)$,循环上述过程,直至 $temp = u_0$,随后令 $road(k) = u_0$,颠倒road中元素的顺序,输出road,即为所述由指定起点至指定终点的最短路径。

附图说明

[0049] 图1为积水道路最优能耗路径确定方法的逻辑框图。

[0050] 图2为最短路径算法的逻辑框图。

[0051] 图3为示例地图。

[0052] 图4为算例中的有向赋权图。

具体实施方式

[0053] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0054] 本发明公开了一种积水道路最优能耗路径确定方法,包括如下步骤:

[0055] 步骤一、获取含有水深数据的地图;

[0056] 步骤二、根据所述含有水深数据的地图,以路口为节点、从一路口到另一相邻路口的直达道路为边建立有向图,边的权取车辆通过该边对应道路涉水所需的能量消耗数值,但其中道路最大水深大于车辆最大涉水深度的道路以及禁止通行方向的道路对应的权取为无穷,从而得到有向赋权图;

[0057] 步骤三、确定起点、终点,依据所述有向赋权图,利用最短路径算法求解最优能耗路径。

[0058] 如图1所示为积水道路最优能耗路径确定方法的逻辑框图。

[0059] 步骤一中,含有水深数据的地图可以通过以下一种或多种方法获取:

[0060] 方法一、从网络信息平台获取含有海拔信息的地图,测定车辆所在坐标的水深,基于水面是平面的特征,近似计算该地图中各点的水深;

[0061] 方法二、从网络信息平台获取含有海拔信息的地图和部分位置的水深,基于水面是平面的特征,根据附近位置的水深信息来近似计算该地图中各点的水深;所述附近位置的水深信息可以来自道路基础设施或其他具备测定水深功能的车辆。

[0062] 步骤二中,所述能量消耗的计算方法为:

$$[0063] \quad W = \int k h(s) v_{road}^2 ds \quad (9)$$

[0064] 式中, W 为所述能量消耗(J); k 为比例系数(kg/m^2),对于不同车辆可以基于试验来给定; s 为路程(m); $h(s)$ 为水深(m),是一个关于路程的函数; v_{road} 为所述该边对应道路的导航建议行驶车速(m/s)。

[0065] 所述导航建议行驶车速的计算方法为:

$$[0066] \quad v_{road} = \sqrt[3]{\frac{P_{max}}{k h_{max}}} \quad (10)$$

[0067] 式中, P_{max} 为车辆的最大行驶功率(W); h_{max} 为所述该边对应道路中的最大水深(m)。

[0068] 如图2所示为最短路径算法的逻辑框图。步骤三中,所述最短路径算法为一种依据某一含有节点、边及边的权的有向赋权图,求解由指定起点至指定终点的最短路径的方法,其具体步骤为:

[0069] 步骤A、为 $\omega(u, v)$ 赋值:记图中的节点总数为 N ,对于图中任一节点 u 与节点 v ,定义 $\omega(u, v)$ 为节点 u 到节点 v 的距离;

[0070] 若 $u=v$,则 $\omega(u, v)$ 取为0;

[0071] 若 $u \neq v$ 且节点 u 到节点 v 存在边,则 $\omega(u, v)$ 取为该边的权;

[0072] 若 $u \neq v$ 且节点 u 到节点 v 不存在边,则 $\omega(u, v)$ 取为 ∞ ;

[0073] 循环上述过程,直至完成图中所有 (u, v) 对应 $\omega(u, v)$ 的遍历赋值,然后进入下一步骤;

[0074] 步骤B、为 $l(v)$ 赋初值:记车头前方距离所述指定起点最近的节点为 u_0 ,定义 $l(v)$

为节点 u_0 至节点 v 的最短距离;

[0075] 对于 v 与 u_0 是同一节点的情况,令 $l(v)=0$;

[0076] 对于不等于 u_0 的所有 v ,令 $l(v)=\infty$;然后进入下一步骤;

[0077] 步骤C、为 i 赋初值、为 S_0 赋值:定义循环变量 i ,定义一个节点集合 S_j , S_j 包含的节点表示截止到 $i=j$ 时求出了 u_0 到所述 S_j 包含的节点的最短路径;令 $i=0$,令 $S_0=\{u_0\}$,进入下一步骤;

[0078] 步骤D、更新 $l(v)$ 、 $b(v)$,为 S_{i+1} 赋值:记图中不在 S_i 的所有节点组成的集合为 $\overline{S_i}$,定义 $b(v)$ 为节点 u_0 至节点 v 的最短路径中节点 v 的上一节点;在 $\overline{S_i}$ 中遍历节点 v ,若 $l(v)>l(u_i)+\omega(u_i,v)$,则令 $l(v)=l(u_i)+\omega(u_i,v)$,并令 $b(v)=u_i$;循环上述过程,直至完成 $\overline{S_i}$ 中节点的遍历,设 u_{i+1} 是 $\overline{S_i}$ 的节点中 l 值最小的节点,令 $S_{i+1}=S_i\cup\{u_{i+1}\}$,进入下一步骤;

[0079] 步骤E、判断是否完成节点 u_0 至任意节点最短距离的计算:若 $i<N-1$,则令 $i=i+1$,并跳转至上一步骤,否则进入下一步骤;

[0080] 步骤F、为 k 、 $temp$ 赋初值:记图中距离所述指定终点最近的节点为 t ,定义一个临时变量 $temp$,该变量存储一个节点,定义循环变量 k ;为 k 赋初值1,为 $temp$ 赋初值 t ,进入下一步骤;

[0081] 步骤G、输出所述由指定起点至指定终点的最短路径:定义节点向量 $road$ 为所述由指定起点至指定终点的最短路径所经过节点的顺序排列;令 $road(k)=temp$,令 $k=k+1$,令 $temp=b(temp)$,循环上述过程,直至 $temp=u_0$,随后令 $road(k)=u_0$,颠倒 $road$ 中元素的顺序,输出 $road$,即为所述由指定起点至指定终点的最短路径。

[0082] 接下来通过一个算例来演示本发明提出的方法。

[0083] 如图3所示为示例地图。地图中包含A、B、C、D四个路口,由A至C的道路为单行线,其余道路可双向通行;

[0084] AC长300m,由A至C水深由0.1m均匀增加至0.2m;

[0085] AD长800m,由A至D的路段中,前400m水深由0.1m均匀增加至0.5m,后400m水深由0.5m均匀减少至0.05m;

[0086] CD长600m,由C至D水深由0.2m均匀减少至0.05m;

[0087] BC长600m,由C至B的路段中,前300m水深由0.2m均匀增加至0.6m,后300m水深由0.6m均匀减少至0.2m;

[0088] BD长600m,由D至B水深由0.05m均匀增加至0.2m;

[0089] A直达B的路段长1500m,由A至B水深由0.1m均匀增加至0.2m。

[0090] 导航时,起点取为车辆前方最近的一个路口,终点取为目的地附近的一个路口,如果导航目标设置为能耗最优,则可以使用本发明提出的方法进行路径求解。

[0091] 假设车辆的最大涉水深度取为0.5m,取 P_{max} 为80000W,取 k 为5000kg/m²。由A至C的道路为单行线,故由C至A的能量消耗为 $W_{CA}=\infty$;BC最大水深为0.6m,超过了车辆的最大涉水深度,故 $W_{BC}=W_{CB}=\infty$ 。

[0092] 由式(10)可求得其他各路段的导航建议行驶车速: $v_{AC}=4.3\text{m/s}$ (约15.5km/h), $v_{AD}=v_{DA}=3.2\text{m/s}$ (约11.4km/h), $v_{CD}=v_{DC}=4.3\text{m/s}$ (约15.5km/h), $v_{BD}=v_{DB}=4.3\text{m/s}$ (约15.5km/h), $v_{AB}=v_{BA}=4.3\text{m/s}$ (约15.5km/h)。

[0093] 由式(9)可求得其他各路段的能量消耗: $W_{AC}=4160250J$, $W_{AD}=W_{DA}=11776000J$, $W_{CD}=W_{DC}=6933750J$, $W_{BD}=W_{DB}=6933750J$, $W_{AB}=W_{BA}=20801250J$ 。

[0094] 根据上述分析可得如图4所示的有向赋权图,其 ω 矩阵为:

$$[0095] \quad \begin{bmatrix} 0 & 20801250 & 4160250 & 11776000 \\ 20801250 & 0 & \infty & 6933750 \\ \infty & \infty & 0 & 6933750 \\ 11776000 & 6933750 & 6933750 & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

[0096] 矩阵中,行/列号为1、2、3、4时分别代表A、B、C、D,如第2行第1列的元素 $\omega(2,1)$ 表示 $\omega(B,A)$ 。

[0097] 假设起点为A,终点为B,利用最短路径算法解得最优能耗路径为A、C、D、B。该路径虽然比A、D、B路程上略长,但由于该路径的水深较浅,因此能耗更小。

[0098] 假设起点为B,终点为A,利用最短路径算法解得最优能耗路径为B、D、A。将该结果与上一结果比较,可以发现本发明提出的方法成功避免了在导航中出现单行线不允许行驶的方向。

[0099] 尽管上述实施例只对本发明的部分实施方式进行了阐述,但是对于本领域技术人员而言,本发明的具体表现形式显然不限于上述实施例,上述实施例的作用是示范性的而非限制性的,本发明可以在不偏离其基本特征的条件以下其他形式实施,因此,本发明涵盖不脱离本发明中权利要求的所有变化形式。

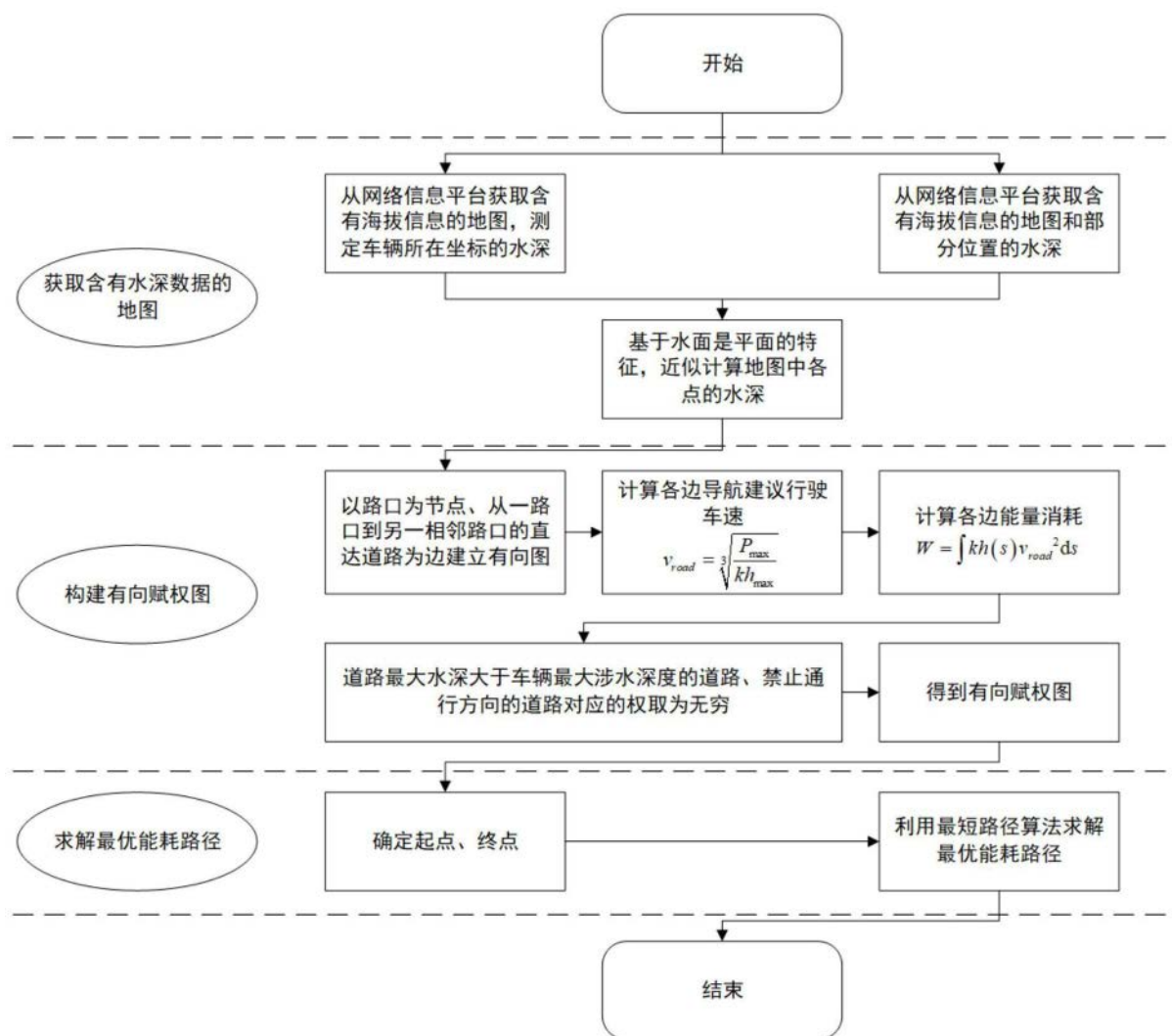


图1

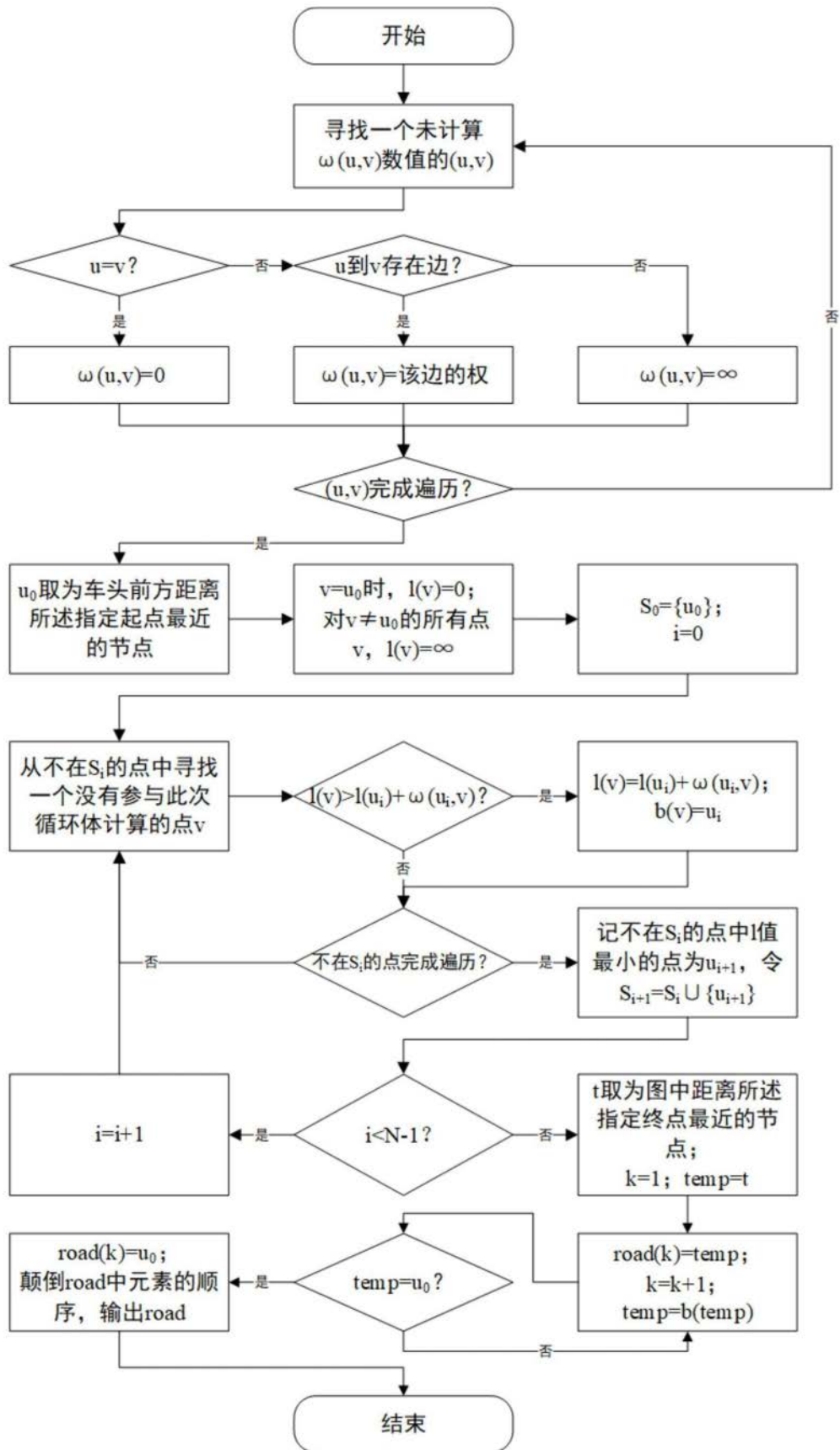


图2

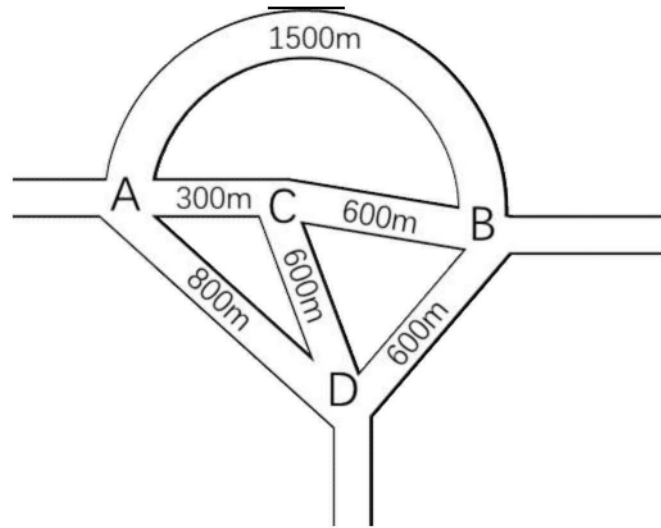


图3

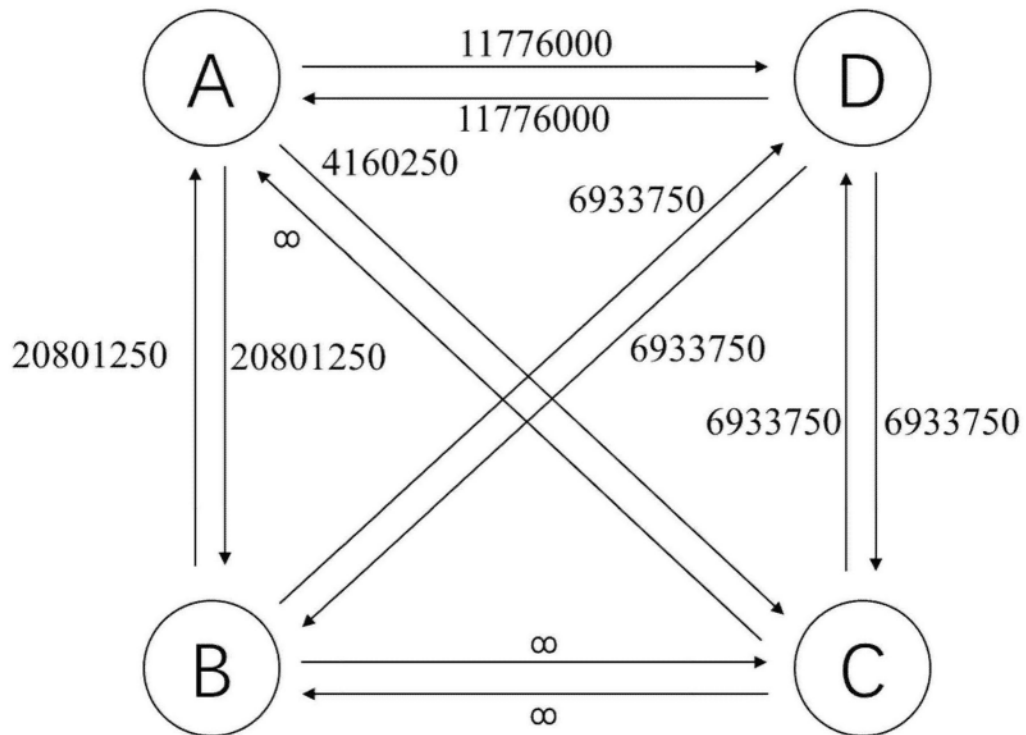


图4