



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106920393 B

(45)授权公告日 2019.05.31

(21)申请号 201710182017.7

(22)申请日 2017.03.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106920393 A

(43)申请公布日 2017.07.04

(73)专利权人 银江股份有限公司
地址 310012 浙江省杭州市益乐路223号1
幢1层

(72)发明人 吴越 屈万荣 徐建军 葛志华
袁昆

(74)专利代理机构 杭州斯可睿专利事务所有限
公司 33241
代理人 王利强

(51)Int.Cl.
G08G 1/01(2006.01)

(56)对比文件

CN 103578273 A,2014.02.12,
CN 101710449 A,2010.05.19,
CN 103824126 A,2014.05.28,
CN 105070056 A,2015.11.18,
CN 106530684 A,2017.03.22,
US 9014954 B2,2015.04.21,
US 5353021 A,1994.10.04,
JP H03209599 A,1991.09.12,

审查员 吴莎

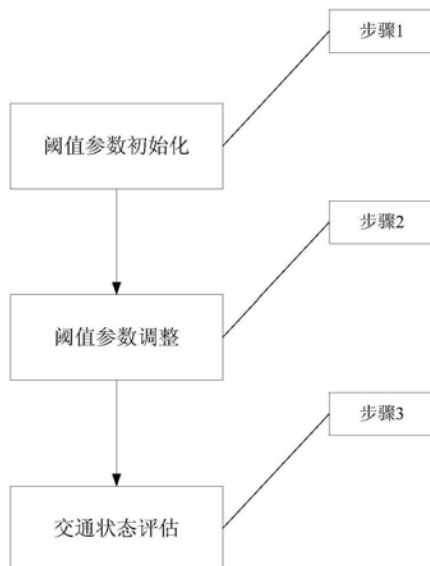
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法

(57)摘要

一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,包括以下步骤:步骤1、阈值参数的初始化;步骤2、在经过阈值参数初始化、系统正常运行一段时间后,对阈值参数进行调整,阈值参数的调整需要结合饱和度和速度进行;步骤3、基于调整后的饱和度阈值和速度阈值两个指标,运用模糊推理的方法,对交通状态进行评估;步骤4、在系统正常运行一段时间后,对阈值参数进行优化。本发明提供一种可靠性和可操作性较高的、可以供诱导系统现场工作人员使用的基于阈值参数配置的交通状态评估方法。



1. 一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1、阈值参数的初始化,阈值与路段等级相关,根据城市道路设计规范与交通数据分析确定;

步骤2、经过阈值参数初始化并正常运行一段时间后,对阈值参数进行调整,阈值参数的调整需要结合饱和度和速度进行;

阈值参数的调整过程如下:

步骤21、确定最大通行能力,饱和度参数由实时流量与最大通行能力确定,其中最大通行能力由流量运行数据确定;

步骤22、确定饱和度阈值参数,饱和度阈值参数由流量阈值FT与路段最大通行能力确定,其中流量阈值包括低流量阈值LFT、中流量阈值MFT和高流量阈值HFT,根据步骤1中各等级路段规定的LSR、MSR、HSR,设定路段最大通行能力MRC1,再根据公式 $LFT = LSR \times MRC1$ 、 $MFT = MSR \times MRC1$ 、 $HFT = HSR \times MRC1$ 近似计算得到各等级路段流量阈值;在确定流量阈值后,根据流量阈值计算饱和度阈值参数:

$$LSR = LFT \div MRC,$$

$$MSR = MFT \div MRC,$$

$$HSR = HFT \div MRC;$$

步骤23、确定路段平均运行速度,选取路段在系统运行期间每天07:00~23:00时间段的周期速度运行数据,统计所选取时间段内的速度均值作为路段平均运行速度RMS;

步骤24、确定速度阈值参数,速度阈值参数包括低速度阈值参数LSD、中速度阈值参数MSD和高速度阈值参数HSD,RMS表示路段平均运行速度;根据RMS确定MSD的值,计算LSD和HSD:

$$LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$$

$HSD = MSD + \Delta_H$,其中 Δ_L 和 Δ_H 根据实际情况选取10~15之间的值;

步骤3、基于调整后的饱和度阈值和速度阈值两个指标,运用模糊推理的方法,对交通状态进行评估,过程如下:

步骤31、获取路段最大通行能力MRC并估计饱和度SR,获取各路段最大通行能力,再由公式饱和度=实际流量÷最大通行能力确定饱和度;

步骤32、统计计算各路段平均速度;

步骤33、为每条路段自动生成个性化的隶属度函数,饱和度和速度均为精确数值,需要对其进行模糊化操作,模糊化的方法为设计隶属度函数,将输入映射为隶属度值,隶属度的取值范围为[0,1],

步骤34、基于模糊规则进行推理;

步骤35、去模糊化,得到各路段交通状态。

2. 如权利要求1所述的一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在于:所述步骤21中,确定最大通行能力包括如下步骤:

步骤a1、按车道依次统计路段中,每个车道在系统运行时间内的周期最大流量值;

步骤a2、比较各个车道的最大流量值,将其中最大的流量值作为路段最大车道流量值MLF;

步骤a3、根据MLF与路段等级对照表,确定路段最大车道通行能力MLC;

步骤a4、根据最大车道通行能力MLC与车道数,由公式 $MRC = MLC \times \text{车道数}$,确定路段最大通行能力MRC。

3. 如权利要求1或2所述的一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在于:所述步骤33中,采用三角形隶属度函数,具体方法为:a) 饱和度隶属度:当 $SR \leq LSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为1,属于饱和度中等的隶属度为0,属于饱和度大的隶属度为0;当 $LSR < SR \leq MSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为 $\frac{MSR-SR}{MSR-LSR}$,属于饱和度中等的隶属度为 $\frac{SR-LSR}{MSR-LSR}$,属于饱和度大的隶属度为0;当 $MSR < SR \leq HSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为0,属于饱和度中等的隶属度为 $\frac{HSR-SR}{HSR-MSR}$,属于饱和度大的隶属度为 $\frac{SR-MSR}{HSR-MSR}$;当 $SR > HSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为0,属于饱和度中等的隶属度为0,属于饱和度大的隶属度为1;b) 速度隶属度:当 $RMS \leq LSD$ 时,则属于速度小的隶属度为1,属于速度中等的隶属度为0,属于速度大的隶属度为0;当 $LSD < RMS \leq MSD$ 时,则属于速度小的隶属度为 $\frac{MSD-RMS}{MSD-LSD}$,属于速度中等的隶属度为 $\frac{RMS-LSD}{MSD-LSD}$,属于速度大的隶属度为0;当 $MSD < RMS \leq HSD$ 时,则属于速度小的隶属度为0,属于速度中等的隶属度为 $\frac{HSD-RMS}{HSD-MSD}$,属于速度大的隶属度为 $\frac{RMS-MSD}{HSD-MSD}$;当 $RMS > HSD$ 时,则属于速度小的隶属度为0,属于速度中等的隶属度为0,属于速度大的隶属度为1。

4. 如权利要求1或2所述的一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在于:所述步骤34中,基于模糊规则进行推理,设计模糊规则矩阵,在模糊规则的基础上,通过模糊推理获取模糊度;事先分别赋予畅通、缓行和拥堵3个常数:100、50、10,然后对于每一组输入数据(速度、饱和度),用公式 $X \text{ AND } Y = \min(\text{truth}(x), \text{truth}(y))$,计算每一条规则的强度,其中 $\text{truth}(x)$ 表示x的隶属度, $\min(a, b)$ 表示取a, b中的最小值;在相同输出的规则强度中,选择最大的规则强度作为该输出的强度;将3种输出的最大规则强度依次记作: w_1 、 w_2 和 w_3 , w_1 与畅通对应, w_2 与缓行对应, w_3 与拥堵对应;用公式 $Z = \frac{w_1*100+w_2*50+w_3*10}{w_1+w_2+w_3}$ 输出Z;

所述步骤35中,把输出的Z值与3个常数进行比较,与100最接近则判定为畅通,与50最接近则判定为缓行,与10最接近则判定为拥堵。

5. 如权利要求1或2所述的一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在于:所述交通状态评估方法还包括以下步骤:

步骤4、在正常运行一段时间后,对阈值参数进行优化,参数优化包括优化规则1,

所述优化规则1是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果为缓行或者畅通,路段实际交通状况拥堵的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

步骤411、提高中速度阈值参数MSD,调节步长为0~5km/h;

步骤412、提高低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

步骤413、提高中饱和度阈值参数MSR,调节步长为0.01~0.1;

步骤414、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$, 对应调

整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

6. 如权利要求5所述的一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在於:所述步骤4中,所述参数优化还包括优化规则2,所述优化规则2是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果拥堵,路段实际交通状况缓行的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

步骤421、提高中速度阈值参数MSD,调节步长为1~2km/h;

步骤422、降低低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

步骤423、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$, 对应调

整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

7. 如权利要求5所述的一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在於:所述步骤4中,所述参数优化还包括优化规则2,所述优化规则2是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果畅通,路段实际交通状况缓行的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

步骤431、降低中速度阈值参数MSD,调节步长为1~2km/h;

步骤432、提高低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

步骤433、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$, 对应调

整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

8. 如权利要求5所述的一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,其特征在於:所述步骤4中,所述参数优化还包括优化规则3,所述优化规则3是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果为拥堵或者缓行,路段实际交通状况畅通的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

步骤441、降低中速度阈值参数MSD,调节步长为0~5km/h;

步骤442、降低低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

步骤443、降低中饱和度阈值参数MSR,调节步长为0.01~0.1;

步骤444、提高高饱和度阈值参数HSR,调节步长为0.01~0.1;

步骤445、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$, 对应调

整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法

技术领域

[0001] 本发明涉及城市智能交通技术领域的交通状态评估技术,特别涉及一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法

背景技术

[0002] 近年来,随着我国智能交通技术的快速发展,大量用于交通管理与控制的检测器安装于城市道路上,比如微波检测器、超声波检测器、视频检测器、路口信号机等。以北京为例,五环以内的1300个路口装设有10000多个地面线圈检测系统,快速路交通流检测系统已覆盖四环内快速路的339个检测断面,覆盖四环内快速路与主干道、各个奥运会场馆周边区域的228块交通诱导室外显示屏已经运行。

[0003] 地面道路由于有信号灯的控制,从而形成了交通的间断流,考虑到实际采集的交通参数的可靠性,交通流量和道路平均速度可以用来对交通状态进行评估;由于断面的车流量与实际的道路渠化设计和断面检测器的安装位置有一定的关联性,因而只能通过对各个路段的交通流量进行不同阈值的设定,而通过对断面的速度可以对交通状态进行定量的评估。

[0004] 目前,交通状态评估已经在国内外发达国家和地区得到应用;比如GPS浮动车的交通状态评估,但是这些交通状态评估方法的理论性都较强,可靠性、精度、实时性和可操作性比较差,对于处于诱导系统现场的工作人员,没有一个具体的参数配置方法,除此以外,很多的交通状态评估时,没有一个具体的指数参考,或者只是具备某个城市某个区域的指数,没有某个路段的指数,这样会影响交警人员对交通状态的判断。

发明内容

[0005] 为了克服现有交通状态评估方法的可靠性、精度、实时性和可操作性比较差的不足,本发明提供一种可靠性和可操作性较高的、可以供诱导系统现场工作人员使用的基于阈值参数配置的交通状态评估方法。

[0006] 为了解决上述技术问题本发明提出的技术方案为:

[0007] 一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,包括以下步骤:

[0008] 步骤1、阈值参数的初始化,阈值与路段等级相关,根据城市道路设计规范与交通数据分析确定;

[0009] 步骤2、经过阈值参数初始化并正常运行一段时间后,对阈值参数进行调整,阈值参数的调整需要结合饱和度和速度进行;

[0010] 步骤3、基于调整后的饱和度阈值和速度阈值两个指标,运用模糊推理的方法,对交通状态进行评估,过程如下:

[0011] 步骤31、获取路段最大通行能力MRC并估计饱和度SR,获取各路段最大通行能力,再由公式饱和度=实际流量÷最大通行能力确定饱和度;

[0012] 步骤32、统计计算各路段平均速度;

[0013] 步骤33、为每条路段自动生成个性化的隶属度函数,饱和度和速度均为精确数值,需要对其进行模糊化操作,模糊化的方法为设计隶属度函数,将输入映射为隶属度值,隶属度的取值范围为[0,1],

[0014] 步骤34、基于模糊规则进行推理;

[0015] 步骤35、去模糊化,得到各路段交通状态。

[0016] 进一步,所述步骤2中,阈值参数的调整过程如下:

[0017] 步骤21、确定最大通行能力,饱和度参数由实时流量与最大通行能力确定,其中最大通行能力由流量运行数据确定;

[0018] 步骤22、确定饱和度阈值参数,饱和度阈值参数由流量阈值FT与路段最大通行能力确定,其中流量阈值包括低流量阈值LFT、中流量阈值MFT和高流量阈值HFT,根据步骤1中各等级路段规定的LSR、MSR、HSR,设定路段最大通行能力MRC1,再根据公式 $LFT = LSR \times MRC1$ 、 $MFT = MSR \times MRC1$ 、 $HFT = HSR \times MRC1$ 近似计算得到各等级路段流量阈值;在确定流量阈值后,根据流量阈值计算饱和度阈值参数:

[0019] $LSR = LFT \div MRC$,

[0020] $MSR = MFT \div MRC$,

[0021] $HSR = HFT \div MRC$;

[0022] 步骤23、确定路段平均运行速度,选取路段在系统运行期间每天07:00~23:00时间段的周期速度运行数据,统计所选取时间段内的速度均值作为路段平均运行速度RMS;

[0023] 步骤24、确定速度阈值参数,速度阈值参数包括低速度阈值参数LSD、中速度阈值参数MSD和高速度阈值参数HSD,RMS表示路段平均运行速度;根据RMS确定MSD的值,计算LSD和HSD:

[0024]
$$LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$$

[0025] $HSD = MSD + \Delta_H$,其中 Δ_L 和 Δ_H 根据实际情况选取10~15之间的值。

[0026] 优选的,所述步骤21中,确定最大通行能力包括如下步骤:

[0027] 步骤a1、按车道依次统计路段中,每个车道在系统运行时间内的周期最大流量值;

[0028] 步骤a2、比较各个车道的最大流量值,将其中最大的流量值作为路段最大车道流量值MLF;

[0029] 步骤a3、根据MLF与路段等级对照表,确定路段最大车道通行能力MLC;

[0030] 步骤a4、根据最大车道通行能力MLC与车道数,由公式 $MRC = MLC \times \text{车道数}$,确定路段最大通行能力MRC。

[0031] 再进一步,所述步骤33中,采用三角形隶属度函数,具体方法为:a)饱和度隶属度:当 $SR \leq LSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为1,属于饱和度中等的隶属度为0,属于饱和度大的隶属度为0;当 $LSR < SR \leq MSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为 $\frac{MSR - SR}{MSR - LSR}$,属于饱和度中等的

隶属度为 $\frac{SR - LSR}{MSR - LSR}$,属于饱和度大的隶属度为0;当 $MSR < SR \leq HSR$ 时,则属于饱和度小的隶属

度为0,属于饱和度中等的隶属度为 $\frac{HSR - SR}{HSR - MSR}$,属于饱和度大的隶属度为 $\frac{SR - MSR}{HSR - MSR}$;当 $SR >$

HSR 时,则属于饱和度小的隶属度为0,属于饱和度中等的隶属度为0,属于饱和度大的隶属

度为1;b)速度隶属度:当 $RMS \leq LSD$ 时,则属于速度小的隶属度为1,属于速度中等的隶属度为0,属于速度大的隶属度为0;当 $LSD < RMS \leq MSD$ 时,则属于速度小的隶属度为 $\frac{MSD-RMS}{MSD-LSD}$,属于速度中等的隶属度为 $\frac{RMS-LSD}{MSD-LSD}$,属于速度大的隶属度为0;当 $MSD < RMS \leq HSD$ 时,则属于速度小的隶属度为0,属于速度中等的隶属度为 $\frac{HSD-RMS}{HSD-MSD}$,属于速度大的隶属度为 $\frac{RMS-MSD}{HSD-MSD}$;当 $RMS > HSD$ 时,则属于速度小的隶属度为0,属于速度中等的隶属度为0,属于速度大的隶属度为1。

[0032] 更进一步,所述步骤34中,基于模糊规则进行推理,设计模糊规则矩阵,在模糊规则的基础上,通过模糊推理获取模糊度;事先分别赋予畅通、缓行和拥堵3个常数:100、50、10,然后对于每一组输入数据(速度、饱和度),用公式 $X \text{ AND } Y = \min(\text{truth}(x), \text{truth}(y))$,计算每一条规则的强度,其中 $\text{truth}(x)$ 表示 x 的隶属度, $\min(a, b)$ 表示取 a, b 中的最小值;在相同输出的规则强度中,选择最大的规则强度作为该输出的强度;将3种输出的最大规则强度依次记作: w_1 、 w_2 和 w_3 , w_1 与畅通对应, w_2 与缓行对应, w_3 与拥堵对应,用公式 $Z = \frac{w_1 \cdot 100 + w_2 \cdot 50 + w_3 \cdot 10}{w_1 + w_2 + w_3}$ 输出 Z ;

[0033] 所述步骤35中,把输出的 Z 值与3个常数进行比较,与100最接近则判定为畅通,与50最接近则判定为缓行,与10最接近则判定为拥堵。

[0034] 所述交通状态评估方法还包括以下步骤:

[0035] 步骤4、在系统正常运行一段时间后,对阈值参数进行优化,参数优化包括优化规则1,

[0036] 所述优化规则1是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果为缓行或者畅通,路段实际交通状况拥堵的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0037] 步骤411、提高中速度阈值参数 MSD ,调节步长为 $0 \sim 5$ (km/h);

[0038] 步骤412、提高低饱和度阈值参数 LSR ,调节步长为 $0.01 \sim 0.1$;

[0039] 步骤413、提高中饱和度阈值参数 MSR ,调节步长为 $0.01 \sim 0.1$;

[0040] 步骤414、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$,对

应调整低速度阈值参数 LSD 与高速度阈值参数 HSD 。

[0041] 所述步骤4中,所述参数优化还包括优化规则2,所述优化规则2是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果拥堵,路段实际交通状况缓行的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0042] 步骤421、提高中速度阈值参数 MSD ,调节步长为 $1 \sim 2$ (km/h);

[0043] 步骤422、降低低饱和度阈值参数 LSR ,调节步长为 $0.01 \sim 0.1$;

[0044] 步骤423、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$,对

应调整低速度阈值参数 LSD 与高速度阈值参数 HSD 。

[0045] 或者是:所述步骤4中,所述参数优化还包括优化规则2,所述优化规则2是指与运

算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果畅通,路段实际交通状况缓行的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0046] 步骤431、降低中速度阈值参数MSD,调节步长为1~2 (km/h);

[0047] 步骤432、提高低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

[0048] 步骤433、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$, 对

应调整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

[0049] 所述步骤4中,所述参数优化还包括优化规则3,所述优化规则3是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况相同,则无需优化,若运算结果为拥堵或者缓行,路段实际交通状况畅通的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0050] 步骤441、降低中速度阈值参数MSD,调节步长为0~5 (km/h);

[0051] 步骤442、降低低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

[0052] 步骤443、降低中饱和度阈值参数MSR,调节步长为0.01~0.1;

[0053] 步骤444、提高高饱和度阈值参数HSR,调节步长为0.01~0.1;

[0054] 步骤445、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$, 对

应调整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

[0055] 本发明的有益效果为:有效运用一种操作性和实用性很好的阈值参数配置方法,解决了某个路段的交通状态指数情况;可靠性和可操作性较高的、可以供诱导系统现场工作人员使用。

附图说明

[0056] 图1为本发明所述基于阈值参数配置的交通状态评估方法的总体流程示意图。

[0057] 图2为本发明阈值参数调整步骤图。

[0058] 图3为本发明计算最大通行能力步骤图。

[0059] 图4为本发明交通状态评估方法步骤图。

[0060] 图5为本发明阈值参数优化调整步骤图。

具体实施方式

[0061] 下面结合附图对本发明作进一步描述。

[0062] 参照图1~图5,一种基于阈值参数配置的交通状态评估方法,包括以下步骤:

[0063] 步骤1、阈值参数的初始化,其与路段等级相关,主要是根据城市道路设计规范与交通数据分析确定,路段初始阈值参数配置如下表1所示,其中,路段各路段定义等级分别为:1——高速公路路段,2——快速路路段,3——主干道路段,4——次干道路段,5——支路路段;表中各参数说明为:LSR——低饱和度阈值,MSR——中饱和度阈值,HSR——高饱和度阈值,LSD——低速度阈值,MSD——中速度阈值,HSD——高速度阈值。

[0064]

路段等级	LSR	MSR	HSR	LSD	MSD	HSD
1、2	0.2	0.55	0.85	15	30	40

3	0.2	0.48	0.9	10	25	35
4、5	0.2	0.48	0.9	10	20	35

[0065] 表1

[0066] 步骤2、在经过阈值参数初始化,系统正常运行一段时间(系统连续运行至少超过一个工作日时间)后,对阈值参数进行调整,阈值参数的调整需要结合饱和度和速度进行;

[0067] 步骤3、基于调整后的饱和度阈值和速度阈值两个指标,运用模糊推理的方法,对交通状态进行评估;

[0068] 步骤4、在系统正常运行一段时间(系统连续运行至少超过一个工作日时间)后,对阈值参数进行优化,参数优化主要根据优化规则1、优化规则2和优化规则3进行。

[0069] 图2为本发明阈值参数调整步骤图。如图2所示,步骤2中,所述的阈值参数的调整需要结合饱和度和速度进行,包括如下步骤:

[0070] 步骤21、确定最大通行能力,饱和度参数由实时流量与最大通行能力确定,其中最大通行能力由流量运行数据确定;

[0071] 图3为本发明计算最大通行能力步骤图。如图3所示,步骤21中,确定最大通行能力包括如下步骤:

[0072] 步骤a1、按车道依次统计路段中,每个车道在系统运行时间内的周期(5min)最大流量值;

[0073] 步骤a2、比较各个车道的最大流量值,将其中最大的流量值作为路段最大车道流量值(MLF);

[0074] 步骤a3、根据MLF与路段等级对照表(如下表2),确定路段最大车道通行能力(MLC);

[0075] 步骤a4、根据最大车道通行能力(MLC)与车道数,由公式 $MRC = MLC \times \text{车道数}$,确定路段最大通行能力(MRC)。

[0076]

路段等级	MLF	MLC
1、2	≤ 150	150

[0077]

	(150, 180]	MLF
	> 180	180
3	≤ 120	120
	(120, 150]	MLF
4、5	> 150	150
	≤ 100	100
	(100, 120]	MLF
	> 120	120

[0078] 表2

[0079] 步骤22、确定饱和度阈值参数,饱和度阈值参数由流量阈值(FT)与路段最大通行

能力确定,其中流量阈值包括低流量阈值(LFT)、中流量阈值(MFT)和高流量阈值(HFT),根据步骤1中各等级路段规定的LSR、MSR、HSR,再设定路段最大通行能力MRC1(区别于步骤a4中的MRC),根据城市道路设计规范与交通数据分析确定,为了方便计算,这里对于1、2级道路,取450,3级道路,取320,4、5级道路取300,再根据公式 $LFT=LSR \times MRC1$ 、 $MFT=MSR \times MRC1$ 、 $HFT=HSR \times MRC1$ 近似计算得到各等级路段流量阈值如下表3所示,比如 $LFT(90)=450 \times 0.2$ 、 $MFT(248) \approx 450 \times 0.55$ 、 $HFT(383) \approx 450 \times 0.85$;在确定流量阈值后,根据流量阈值计算饱和度阈值参数:

$$[0080] \quad LSR=LFT \div MRC,$$

$$[0081] \quad MSR=MFT \div MRC,$$

$$[0082] \quad HSR=HFT \div MRC;$$

[0083]

路段等级	LFT	MFT	HFT
1、2	90	248	383
3	64	153	288
4、5	60	144	270

[0084] 表3

[0085] 步骤23、确定路段平均运行速度,选取路段在系统运行期间(主要考虑工作日时间)每天07:00~23:00时间段的周期(5min)速度运行数据,统计所选取时间段内的速度均值作为路段平均运行速度(RMS);

[0086] 步骤24、确定速度阈值参数,速度阈值参数包括低速度阈值参数(LSD),中速度阈值参数(MSD),高速度阈值参数(HSD)三个参数,其中MSD根据下表4来确定,表中RMS表示路段平均运行速度;在确定MSD的值后,计算LSD和HSD:

$$[0087] \quad LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$$

[0088] $HSD=MSD+\Delta_H$,其中 Δ_L 和 Δ_H 可以根据实际情况选取10~15之间合适的值。

[0089]

路段等级	RMS	MSD
1、2、3、4、5	[0, 20]	20
	(20, 30]	RMS
1、2	(30, 50]	$0.5 \times RMS + 15$
	> 50	40
3	(30, 40]	$0.5 \times RMS + 15$
	> 40	35
4、5	> 30	30

[0090] 表4

[0091] 图4为本发明交通状态评估方法步骤图。如图4所示,基于模糊推理的交通状态评估方法具体步骤包括如下:

[0092] 步骤31、获取路段最大通行能力并估计饱和度,根据步骤21中的步骤a1至步骤a4

获取各路段最大通行能力,再由公式饱和度 (SR) = 实际流量 ÷ 最大通行能力;

[0093] 步骤32、统计计算各路段平均速度,根据步骤23获取平均速度 (RMS);

[0094] 步骤33、为每条路段自动生成个性化的隶属度函数,饱和度和速度均为精确数值,需要对其进行模糊化操作,模糊化的方法一般为设计恰当的隶属度函数,将输入映射为隶属度值,隶属度的取值范围为[0,1],本方法采用三角形隶属度函数,具体方法为:a) 饱和度隶属度:当 $SR \leq LSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为1,属于饱和度中等的隶属度为0,属于饱和度和大的隶属度为0;当 $LSR < SR \leq MSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为 $\frac{MSR - SR}{MSR - LSR}$,属于饱和度

中等的隶属度为 $\frac{SR - LSR}{MSR - LSR}$,属于饱和度大的隶属度为0;当 $MSR < SR \leq HSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为0,属于饱和度中等的隶属度为 $\frac{HSR - SR}{HSR - MSR}$,属于饱和度大的隶属度为 $\frac{SR - MSR}{HSR - MSR}$;

当 $SR > HSR$ 时,则属于饱和度小的隶属度为0,属于饱和度中等的隶属度为0,属于饱和度大的隶属度为1;b) 速度隶属度:当 $RMS \leq LSD$ 时,则属于速度小的隶属度为1,属于速度中等的隶属度为0,属于速度大的隶属度为0;当 $LSD < RMS \leq MSD$ 时,则属于速度小的隶属度为 $\frac{MSD - RMS}{MSD - LSD}$,属于速度中等的隶属度为 $\frac{RMS - LSD}{MSD - LSD}$,属于速度大的隶属度为0;当 $MSD < RMS \leq HSD$

时,则属于速度小的隶属度为0,属于速度中等的隶属度为 $\frac{HSD - RMS}{HSD - MSD}$,属于速度大的隶属度为 $\frac{RMS - MSD}{HSD - MSD}$;当 $RMS > HSD$ 时,则属于速度小的隶属度为0,属于速度中等的隶属度为0,属于速度大的隶属度为1;规整成如下表5;

[0095]

隶属度 \ 饱和度	$SR \leq LSR$	$LSR < SR \leq MSR$	$MSR < SR \leq HSR$	$SR > HSR$
小	1	$\frac{MSR - SR}{MSR - LSR}$	0	0
中等	0	$\frac{SR - LSR}{MSR - LSR}$	$\frac{HSR - SR}{HSR - MSR}$	0
大	0	0	$\frac{SR - MSR}{HSR - MSR}$	1
隶属度 \ 速度	$RMS \leq LSD$	$LSD < RMS \leq MSD$	$MSD < RMS \leq HSD$	$RMS > HSD$
小	1	$\frac{MSD - RMS}{MSD - LSD}$	0	0
中等	0	$\frac{RMS - LSD}{MSD - LSD}$	$\frac{HSD - RMS}{HSD - MSD}$	0
大	0	0	$\frac{RMS - MSD}{HSD - MSD}$	1

[0096] 表5

[0097] 步骤34、基于模糊规则进行推理,根据交通工程理论,车流模式分为自由流、跟驰流和阻塞流3种典型的车流模式,这3种车流模式与畅通、缓行和拥堵相对应。自由流是指车

速大,流量小,车辆处于自由超车模式,跟驰流是指车辆集结成队,以较均匀的车头时距,相近的行车速度,较大的流量行进,阻塞流是指车速小,车流密度大,流量小的行进模式,基于此,设计模糊规则矩阵,如下表6所示,在模糊规则的基础上,通过模糊推理获取模糊度。事先分别赋予畅通、缓行和拥堵3个常数:100、50、10,然后对于每一组输入数据(速度、饱和度),用公式 $X \text{ AND } Y = \min(\text{truth}(x), \text{truth}(y))$,计算每一条规则的强度,其中 $\text{truth}(x)$ 表示 x 的隶属度, $\min(a, b)$ 表示取 a, b 中的最小值。在相同输出的规则强度中,选择最大的规则强度作为该输出的强度。将3种输出的最大规则强度依次记作: w_1 (与畅通对应)、 w_2 (与缓行对应)、 w_3 (与拥堵对应),用公式 $Z = \frac{w_1*100+w_2*50+w_3*10}{w_1+w_2+w_3}$ 输出 Z ;

[0098] 步骤35、去模糊化,得到各路段交通状态。把输出的 Z 值与3个常数(100、50、10)进行比较,与100最接近则判定为畅通,与50最接近则判定为缓行,与10最接近则判定为拥堵。
[0099]

速度 饱和度	小	中等	大
小	拥堵	拥堵	缓行
中等	缓行	缓行	缓行
大	畅通	畅通	缓行

[0100] 表6

[0101] 图5为本发明阈值参数优化调整步骤图。步骤4中,所述优化规则1是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况(人工定点去采集点采集速度运行数据,并换算成平均速度,再根据浙江省地方规定的道路交通运行状态等级划分表得出实际交通状况,规范表如下表7)相同,则无需优化,若运算结果为缓行或者畅通,路段实际交通状况拥堵的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0102] 步骤411、适当提高中速度阈值参数MSD,调节步长为0~5(km/h);

[0103] 步骤412、适当提高低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

[0104] 步骤413、适当提高中饱和度阈值参数MSR,调节步长为0.01~0.1;

[0105] 步骤414、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$,对

应调整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

[0106]

道路等级	运行状态等级		
	畅通	缓行	拥堵
1、2	$\bar{V} > 50$	$30 < \bar{V} \leq 50$	$\bar{V} \leq 30$
3	$\bar{V} > 35$	$18 < \bar{V} \leq 35$	$\bar{V} \leq 18$
4、5	$\bar{V} > 25$	$15 < \bar{V} \leq 25$	$\bar{V} \leq 15$

注: \bar{V} 表示道路平均速度。

[0107] 表7

[0108] 步骤4中,所述优化规则2是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况(同上)相同,则无需优化,若运算结果拥堵,路段实际交通状况(同上)缓行的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0109] 步骤421、适当提高中速度阈值参数MSD,调节步长为1~2 (km/h);

[0110] 步骤422、适当降低低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

[0111] 步骤423、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$,对

应调整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

[0112] 步骤4中,所述优化规则2是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况(同上)相同,则无需优化,若运算结果畅通,路段实际交通状况(同上)缓行的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0113] 步骤431、适当降低中速度阈值参数MSD,调节步长为1~2 (km/h);

[0114] 步骤432、适当提高低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

[0115] 步骤433、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$,对

应调整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

[0116] 所述步骤4中,所述优化规则3是指与运算结果相比,若运算结果与路段实际交通状况(同上)相同,则无需优化,若运算结果为拥堵或者缓行,路段实际交通状况畅通的情况下,参数优化规则包括如下步骤:

[0117] 步骤441、适当降低中速度阈值参数MSD,调节步长为0~5 (km/h);

[0118] 步骤442、适当降低低饱和度阈值参数LSR,调节步长为0.01~0.1;

[0119] 步骤443、适当降低中饱和度阈值参数MSR,调节步长为0.01~0.1;

[0120] 步骤444、适当提高高饱和度阈值参数HSR,调节步长为0.01~0.1;

[0121] 步骤445、根据公式 $LSD = \begin{cases} MSD - \Delta_L, & MSD - \Delta_L \geq 8 \\ 8, & MSD - \Delta_L < 8 \end{cases}$ 和 $HSD = MSD + \Delta_H$,对

应调整低速度阈值参数LSD与高速度阈值参数HSD。

[0122] 本发明阈值参数人工配置,具体步骤如下:

[0123] C1、考查是否存在路段运行数据,如果存在,则直接进入步骤2,如果不存在,则进入到步骤1;

[0124] C2、按照步骤1中的方法配置路段初始阈值参数;

[0125] C3、根据步骤23和步骤24所述方法,结合路段运行数据,配置阈值参数;

[0126] C4、系统运行一段时间后,将系统运算结果与实际交通状况对比,根据对比结果,选择步骤4中的优化规则,并遵照优化原则,对阈值参数进行优化;

[0127] C5、重复步骤c4,直到诱导系统运行达到较好的效果。

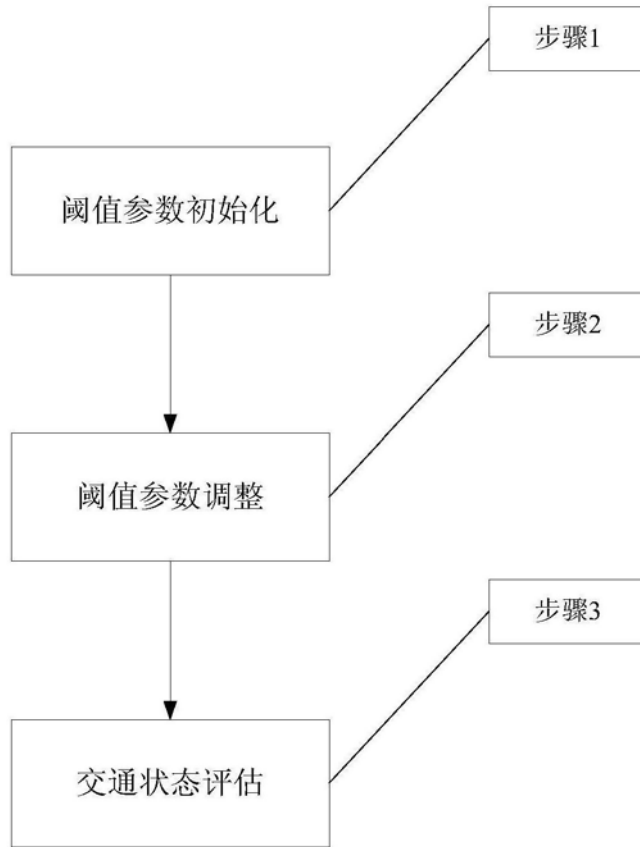


图1

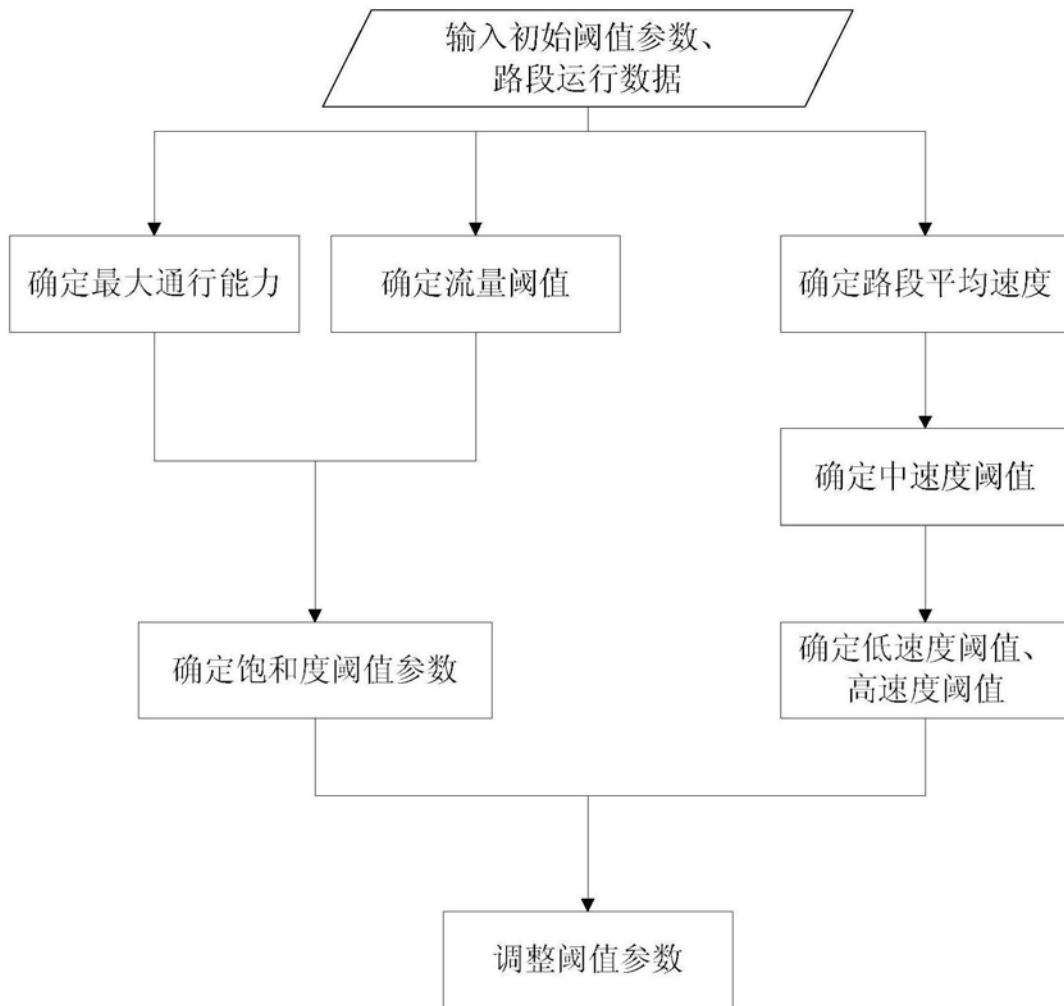


图2

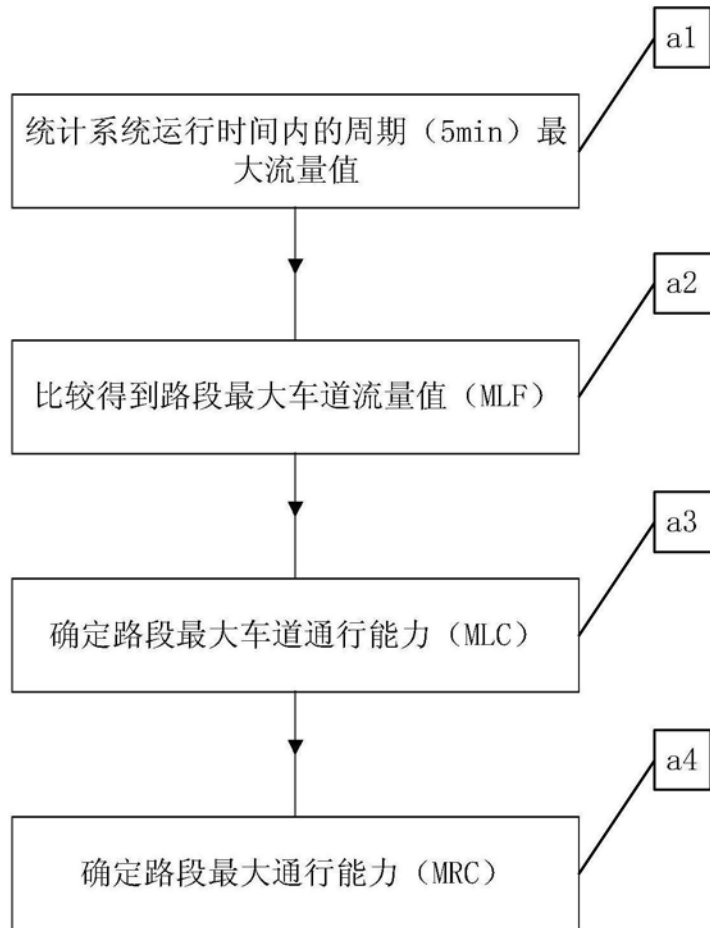


图3

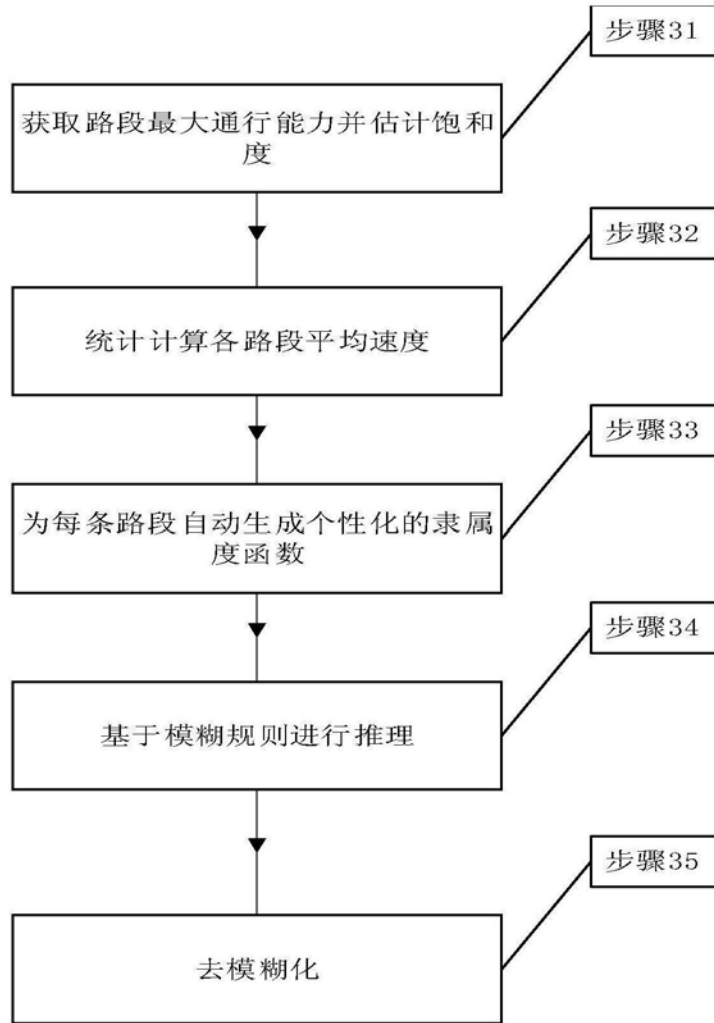


图4

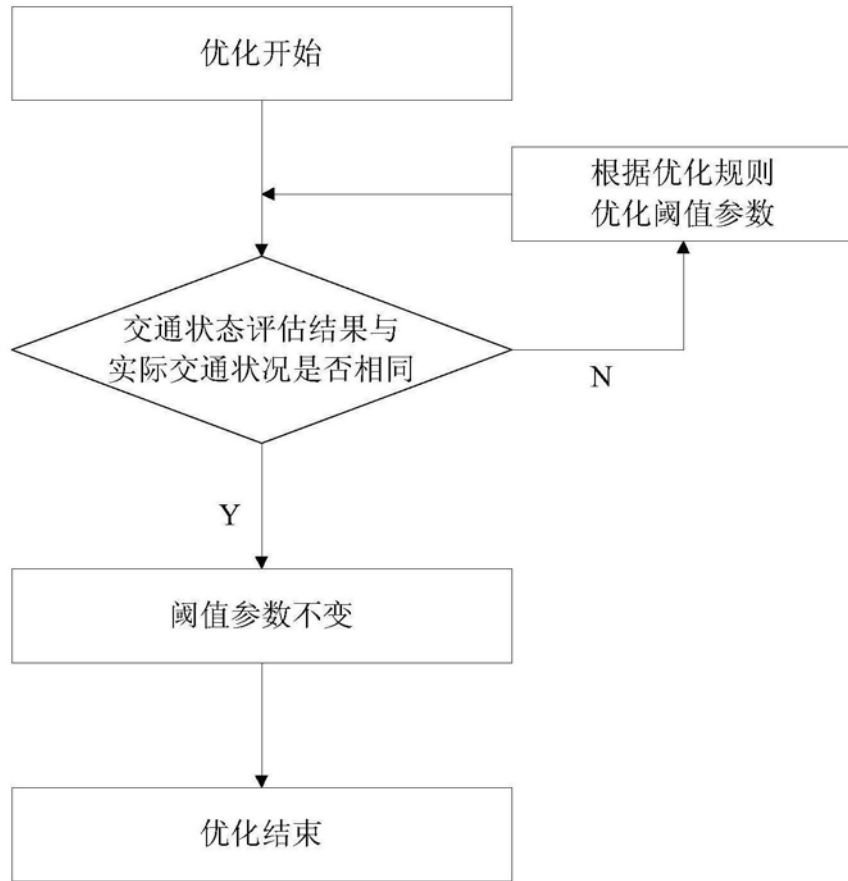


图5