



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 111994067 A

(43) 申请公布日 2020. 11. 27

(21) 申请号 202010919277.X

(22) 申请日 2020.09.03

(71) 申请人 南京维思科汽车科技有限公司

地址 210028 江苏省南京市栖霞区尧化街
道科创路1号金港科创园2栋101

(72) 发明人 谢书港

(74) 专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237

代理人 刘辉

(51) Int. Cl.

B60W 30/02 (2012.01)

B60W 30/182 (2020.01)

B60W 50/14 (2020.01)

B60T 7/12 (2006.01)

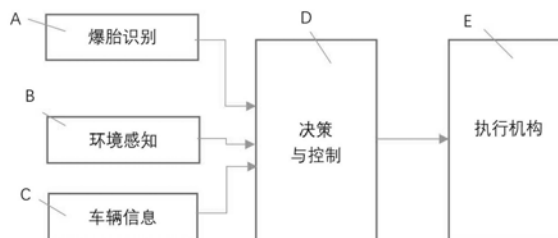
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法,控制系统包括爆胎识别模块、环境感知模块、车辆信息模块、决策与控制模块、执行机构。控制方法包括以下步骤:识别车辆是否存在爆胎故障、识别辆行驶环境、采集车辆本身信息;2) 进行决策,产生控制指令;根据决策与控制模块发出的控制指令,实现控制功能。本发明公开的一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法,根据多传感器信息,进行智能决策,然后后进行报警,采用控制车辆或辅助制动等方式进行干预,控制车辆安全停止运行,避免恶性事故发生。该控制系统和方法智能化程度和安全性高,能够有效预防和避免因爆胎故障而产生的事故。



1. 一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统,其特征在于,包括爆胎识别模块、环境感知模块、车辆信息模块、决策与控制模块、执行机构;所述爆胎识别模块、环境感知模块、车辆信息模块产生的信息均输入决策与控制模块,所述决策与控制模块控制执行机构;所述爆胎识别模块用于识别车辆在行驶过程中是否有爆胎故障发生;所述环境感知模块用于识别车辆行驶环境;所述车辆信息模块用于采集车辆本身信息;所述决策与控制模块根据爆胎识别模块、环境感知模块和车辆信息模块采集的信息,进行决策,产生控制指令;所述执行机构根据决策与控制模块发出的控制指令,实现控制功能。

2. 根据权利要求1所述的应对车辆爆胎的智能安全控制系统,其特征在于,所述爆胎识别模块包括若干爆胎识别子模块,所述若干爆胎识别子模块分别对应一只轮胎,判断该轮胎是否产生了爆胎故障。

3. 根据权利要求1所述的应对车辆爆胎的智能安全控制系统,其特征在于,所述环境感知模块包括车道线识别子模块、车辆前方运动物体识别子模块。

4. 根据权利要求1所述的应对车辆爆胎的智能安全控制系统,其特征在于,所述车辆信息模块包括车辆行驶速度子模块、方向盘转角子模块、驾驶员对转向系统施加扭矩子模块、制动踏板角度子模块、油门开度子模块。

5. 根据权利要求1所述的应对车辆爆胎的智能安全控制系统,其特征在于,决策与控制模块包括速度评估子模块、决策子模块、控制率计算子模块和控制指令输出子模块。

6. 一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 识别车辆是否存在爆胎故障、识别车辆行驶环境、采集车辆本身信息;

2) 根据步骤1) 识别和采集的信息,进行决策,产生控制指令;

3) 根据决策与控制模块发出的控制指令,实现控制功能。

7. 根据权利要求6所述的应对车辆爆胎的智能安全控制方法,其特征在于,所述识别车辆是否存在爆胎故障的过程包括识别产生爆胎事故的轮胎位置;所述识别爆胎的过程为:

$P_i < P_{thre}$, 并且在一定时间存在胎压降速 $DP_i > DP_{thre}$, 则存在爆胎,

下标 $i = 1, 2, 3, 4$; 分别表示左前轮胎、右前轮胎、左后轮胎、右后轮胎,

P_i 为 i 轮胎胎压,

P_{thre} 为爆胎后胎压阈值,

DP_i 为爆胎时 i 轮胎胎压降速,

DP_{thre} 为爆胎时胎压降速阈值。

8. 根据权利要求6所述的应对车辆爆胎的智能安全控制方法,其特征在于,所述识别车辆行驶环境的过程包括识别车道线、可行区域和车辆前方运动物体,具体过程为:

通过传感器得到车道线方程如下:

左车道线: $y = C_{01} + C_{11}x + C_{21}x^2 + C_{31}x^3$

右车道线: $y = C_{02} + C_{12}x + C_{22}x^2 + C_{32}x^3$

其中, x y 为车体坐标系两个坐标轴,车体坐标系为:原点为车辆最前端, x 方向为车辆正前方, y 为预 x 轴垂直,向左;

C_{01} C_{11} 为左右车道线方程零次项系数,与车辆距离左右车道线距离相关,

C_{11} C_{12} 为左右车道线方程一次项系数,与车辆与左右车道线夹角相关,

C_{21} C_{22} 为左右车道线方程二次项系数,与车道线曲率相关,

c_{31} c_{32} 为左右车道线方程三次项系数,与车道线曲率变化率相关;
车道中线方程系数计算如下:

$$c_0 = \frac{1}{2}(c_{01} + c_{02}) ;$$

$$c_1 = \frac{1}{2}(c_{11} + c_{12});$$

$$c_2 = \frac{1}{2}(c_{21} + c_{22}) ;$$

$$c_3 = \frac{1}{2}(c_{31} + c_{32});$$

测量前方运动物体是测量本车与前方物体距离 S 和前方物体速度 V_m 。

9. 根据权利要求6所述的应对车辆爆胎的智能安全控制方法,其特征在于,所述采集车辆本身信息的过程包括采集车辆行驶速度、方向盘转角、制动踏板角度、油门开度和驾驶员对转向系统施加扭矩。

10. 根据权利要求6所述的应对车辆爆胎的智能安全控制方法,其特征在于,所述步骤2)中进行决策、产生控制指令的过程包括:速度评估、决策、控制率计算,并输出控制指令;

速度评估是把车辆行驶速度划分为低速行驶、中速行驶和高速行驶三个区间;每个区间阈值是根据道路情况确定,所述道路情况是指道路限速和道路曲率;

车辆行驶速度判别公式如下:

如果车速 $V_c \leq V_{thre1}$,为低速行驶,

如果车速 $V_{thre1} < V_c \leq V_{thre2}$,为中速行驶,

如果车速 $V_c > V_{thre2}$,为高速行驶,

其中,阈值: $V_{thre1} = k_1 K_c V_R$

$V_{thre2} = k_2 K_c V_R$

k_1 为阈值系数 $k_1 = 0.3$,

k_2 为阈值系数 $k_2 = 0.6$,

K_c 与道路曲率有关系数,

V_R 等于道路限速;如果道路限速 $< 80\text{km/h}$ 则 $V_R = 80\text{km/h}$;

决策过程是根据速度评估得到车辆所处速度区间制定出自动控制策略,基本策略如下:车辆低速行驶时,通过驾驶员控制车辆,不进行自动控制,只发出报警信号,

车辆中速行驶时,以驾驶员控制车辆为主,自动控制为辅助,同时发出报警信号,

车辆高速行驶时,以自动控制方式接管驾驶员控制,同时发出报警信号;自动控制是指控制方向盘沿着局部路径规划的结果行进,不进行制动,只有存在发生碰撞危险时,进行点刹控制,此种情况下,即使驾驶员进行制动或控制油门,执行机构也不予响应;

控制率计算是指自动控制发生时,计算方向盘控制需要扭矩和角度;

控制率计算过程:

中速行驶,根据驾驶员对转向系统施加附加扭矩

$$T_z = K_{iz}(V) T_H$$

其中, T_H 为驾驶员施加扭矩,通过车上CAN网络信息得到,

$K_{iz}(V)$ 为第 i 轮胎爆胎时附加系数,该系数与速度有关,

$$K_{iz}(V) = a_0 + a_1 V_c + a_2 V_c^2$$

a_0 、 a_1 、 a_2 为系数,通过实验标定,

下标 $i=1,2,3,4$;分别表示左前轮胎、右前轮胎、左后轮胎、右后轮胎;

高速行驶时对车辆控制计算如下:

控制率计算:

对转向施加扭矩为:

$$T_z = K_{iz}(V) U_0 + T_H$$

其中, $U_0 = k_{c0}C_0 + k_{c1}C_1 + k_{c2}C_2 - A_w$

A_w 方向盘转向角度,通过车辆转向扭矩传感器得到,

k_{c0} 、 k_{c1} 、 k_{c2} 控制比例系数;通过标定试验得到,

制动系统控制计算如下:

高速行驶时不进行制动,通过滑行低速时驾驶员控制;

当前方有运动物体时,对制动系统控制判断如下:

如果 $V_c \leq V_m$, 制动系统不进行制动控制,

如果 $V_c > V_m$, 当需求减速度 $A_{req} \leq A_{thre}$, 制动系统不进行制动控制,

其中, $A_{req} = \frac{V_c - V_m}{S}$; A_{thre} 为减速度阈值,为车辆滑行时候产生的加速度;

如果 $V_c > V_m$ 且 $A_{req} > A_{thre}$, 制动系统进行点刹,对制动系统点刹控制率为:

$$U_s = k_s S + k_v (V_c - V_m)$$

k_s 为本车与前方物体距离 S 的比例系数,通过试验标定得到,

k_v 为本车与前方物体速度差比例系数,通过试验标定得到,

V_m 为移动物体速度,通过环境感知模块得到,

S 为本车到移动物体距离,通过感知模块得到,

点刹时间间隔通过实验标定得到。

一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法

技术领域

[0001] 本发明属于车辆安全技术领域,具体是一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法。

背景技术

[0002] 爆胎是指轮胎在极短的时间(一般少于0.1秒)因破裂突然失去空气而瘪掉的现象,是一种严重威胁驾驶安全的故障。当发生车辆爆胎的情况时,不可以急刹车,应当缓慢减速,因为车在高速行驶的时候忽然爆胎会使车辆侧偏,急刹车会使这种侧偏更加严重,从而导致翻车。缓慢减速的同时,要双手紧握方向盘,向爆胎的反方向转,以保证车辆的直线行驶。

[0003] 为减少爆胎故障造成的安全事故,目前汽车安全相关规范要求厂商必须预装胎压传感器。但是由于胎压传感器仅能对胎压作出预警,且爆胎故障较为罕见,一般驾驶人员不具备相关经验,无法快速反应采取有效措施,因此造成安全事故的概率很高,后果也非常严重。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法,该智能安全控制系统和方法能够及时针对车辆爆胎故障进行智能决策,并根据决策结果进行报警和控制车辆,避免因车辆爆胎产生安全事故。

[0005] 为实现上述发明目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统,包括爆胎识别模块、环境感知模块、车辆信息模块、决策与控制模块、执行机构。所述爆胎识别模块、环境感知模块、车辆信息模块产生的信息均输入决策与控制模块,所述决策与控制模块控制执行机构。所述爆胎识别模块用于识别车辆在行驶过程中是否有爆胎故障发生。所述环境感知模块用于识别车辆行驶环境。所述车辆信息模块用于采集车辆本身信息。所述决策与控制模块根据爆胎识别模块、环境感知模块和车辆信息模块采集的信息,进行决策,产生控制指令。所述执行机构根据决策与控制模块发出的控制指令,实现控制功能。

[0007] 进一步的,所述爆胎识别模块包括若干爆胎识别子模块,所述若干爆胎识别子模块分别对应一只轮胎,判断该轮胎是否产生了爆胎故障。

[0008] 进一步的,所述环境感知模块包括车道线子模块、车辆前方运动物体子模块。

[0009] 进一步的,所述车辆信息模块包括车辆行驶速度子模块、方向盘转角子模块、制动踏板角度子模块、油门开度子模块和驾驶员对转向系统施加扭矩子模块。

[0010] 进一步的,决策与控制模块包括速度评估子模块、决策子模块、控制率计算子模块和控制指令输出子模块。

[0011] 使用上述智能安全控制系统应对车辆爆胎的方法,包括以下步骤:

[0012] 1) 识别车辆是否存在爆胎故障、识别车辆行驶环境、采集车辆本身信息;

- [0013] 2) 根据步骤1) 识别和采集的信息,进行决策,产生控制指令;
- [0014] 3) 根据决策与控制模块发出的控制指令,实现控制功能。
- [0015] 进一步的,所述识别车辆是否存在爆胎故障的过程包括识别产生爆胎事故的轮胎位置。
- [0016] 识别车辆是否有爆胎故障一般是根据传感器胎压变化情况,判断是否爆胎。所述识别爆胎的过程为:
- [0017] $P_i < P_{thre}$,并且在一定时间存在胎压降速 $DP_i > DP_{thre}$,则存在爆胎,
- [0018] 下标 $i = 1, 2, 3, 4$;分别表示左前轮胎、右前轮胎、左后轮胎、右后轮胎,
- [0019] P_i 为 i 轮胎胎压,
- [0020] P_{thre} 为爆胎后胎压阈值,
- [0021] DP_i 为爆胎时 i 轮胎胎压降速,
- [0022] DP_{thre} 为爆胎时胎压降速阈值。
- [0023] 进一步的,所述识别车辆行驶环境的过程包括识别车道线、可行区域和车辆前方运动物体,具体过程为:
- [0024] 通过传感器得到车道线方程如下:
- [0025] 左车道线: $yC_{01} + C_{11}x + C_{21}x^2 + C_{31}x^3$
- [0026] 右车道线: $yC_{02} + C_{12}x + C_{22}x^2 + C_{32}x^3$
- [0027] 其中, x y 为车体坐标系两个坐标轴,车体坐标系为:原点为车辆最前端, x 方向为车辆正前方, y 为预 x 轴垂直,向左;
- [0028] $c_{01}c_{11}$ 为左右车道线方程零次项系数,与车辆距离左右车道线距离相关,
- [0029] $c_{11}c_{12}$ 为左右车道线方程一次项系数,与车辆与左右车道线夹角相关,
- [0030] $c_{21}c_{22}$ 为左右车道线方程二次项系数,与车道线曲率相关,
- [0031] $c_{31}c_{32}$ 为左右车道线方程三次项系数,与车道线曲率变化率相关;
- [0032] 车道中线方程系数计算如下:
- [0033] $c_0 = \frac{1}{2}(c_{01} + c_{02})$;
- [0034] $c_1 = \frac{1}{2}(c_{11} + c_{12})$;
- [0035] $c_2 = \frac{1}{2}(c_{21} + c_{22})$;
- [0036] $c_3 = \frac{1}{2}(c_{31} + c_{32})$;
- [0037] 测量前方运动物体是测量本车与前方物体距离 S 和前方物体速度 V_m 。
- [0038] 进一步的,所述采集车辆本身信息的过程包括采集车辆行驶速度、方向盘转角、制动踏板角度、油门开度和驾驶员对转向系统施加扭矩信息。
- [0039] 进一步的,所述步骤2) 中进行决策、产生控制指令的过程包括:速度评估、局部路径规划、决策、控制率计算,并输出控制指令。
- [0040] 速度评估是把车辆行驶速度划分为低速行驶、中速行驶和高速行驶三个区间;每个区间阈值是根据道路情况确定,所述道路情况是指道路限速和道路曲率;
- [0041] 车辆行驶速度判别公式如下:
- [0042] 如果车速 $V_c \leq V_{thre1}$,为低速行驶,

- [0043] 如果车速 $V_{thre1} < V_c \leq V_{thre2}$,为中速行驶,
- [0044] 如果车速 $V_c > V_{thre2}$,为高速行驶,
- [0045] 其中,阈值: $V_{thre1} = k_1 K_c V_R$
- [0046] $V_{thre2} = k_2 K_c V_R$
- [0047] k_1 为阈值系数 $k_1 = 0.3$,
- [0048] k_2 为阈值系数 $k_2 = 0.6$,
- [0049] K_c 与道路曲率有关系数,
- [0050] V_R 等于道路限速;如果道路限速 $< 80\text{km/h}$ 则 $V_R = 80\text{km/h}$;
- [0051] 决策过程是根据速度评估得到车辆所处速度区间制定出自动控制策略,基本策略如下:车辆低速行驶时,通过驾驶员控制车辆,不进行自动控制,只发出报警信号,
- [0052] 车辆中速行驶时,以驾驶员控制车辆为主,自动控制在辅助,同时发出报警信号,
- [0053] 车辆高速行驶时,以自动控制方式接管驾驶员控制,同时发出报警信号;自动控制是指控制方向盘沿着局部路径规划的结果行进,不进行制动,只有存在发生碰撞危险时,进行点刹控制,此种情况下,即使驾驶员进行制动或控制油门,执行机构也不予响应;
- [0054] 控制率计算是指自动控制发生时,计算方向盘控制需要扭矩和角度;
- [0055] 控制率计算过程:
- [0056] 中速行驶,根据驾驶员对转向系统施加附加扭矩
- [0057] $T_z = K_{iz}(V) T_H$
- [0058] 其中, T_H 为驾驶员施加扭矩,通过车上CAN网络信息得到,
- [0059] $K_{iz}(V)$ 为第*i*轮胎爆胎时附加系数,该系数与速度有关,
- [0060] $K_{iz}(V) = a_0 + a_1 V_c + a_2 V_c^2$
- [0061] a_0 、 a_1 、 a_2 为系数,通过实验标定,
- [0062] 下标*i*=1、2、3、4;分别表示左前轮胎、右前轮胎、左后轮胎、右后轮胎;
- [0063] 高速行驶时对车辆控制计算如下:
- [0064] 控制率计算:
- [0065] 对转向施加扭矩为:
- [0066] $T_z = K_{iz}(V) U_0 + T_H$
- [0067] 其中, $U_0 = k_{c0} C_0 + k_{c1} C_1 + k_{c2} C_2 - A_w$
- [0068] A_w 方向盘转向角度,通过车辆转向扭矩传感器得到,
- [0069] k_{c0} 、 k_{c1} 、 k_{c2} 控制比例系数;通过标定试验得到,
- [0070] 制动系统控制计算如下:
- [0071] 高速行驶时不进行制动,通过滑行低速时驾驶员控制;
- [0072] 当前方有运动物体时,对制动系统控制判断如下:
- [0073] 如果 $V_c \leq V_m$,制动系统不进行制动控制,
- [0074] 如果 $V_c > V_m$,当需求减速度 $A_{req} \leq A_{thre}$,制动系统不进行制动控制,
- [0075] 其中, $A_{req} = \frac{V_c - V_m}{s}$; A_{thre} 为减速度阈值,为车辆滑行时候产生的加速度;
- [0076] 如果 $V_c > V_m$ 且 $A_{req} > A_{thre}$,制动系统进行点刹,对制动系统点刹控制率为:
- [0077] $U_s = k_s S + k_v (V_c - V_m)$

[0078] k_s 为本车与前方物体距离 S 的比例系数,通过试验标定得到,
[0079] k_v 为本车与前方物体速度差比例系数,通过试验标定得到,
[0080] V_m 为移动物体速度,通过环境感知模块得到,
[0081] S 为本车到移动物体距离,通过感知模块得到,
[0082] 点刹时间间隔通过实验标定得到。
[0083] 本发明公开的一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法,根据多传感器信息,进行智能决策,然后后进行报警,采用控制车辆或辅助制动等方式进行干预,控制车辆安全停止运行,避免恶性事故发生。该控制系统和方法智能化程度和安全性高,能够有效预防和避免因爆胎故障而产生的事故。

附图说明

[0084] 图1是本发明的应对车辆爆胎的智能安全控制系统的组成框图。

具体实施方式

[0085] 下面结合附图,对本发明提出的一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法进行详细说明。在本发明的描述中,需要理解的是,术语“左侧”、“右侧”、“上部”、“下部”、“底部”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,“第一”、“第二”等并不表示零部件的重要程度,因此不能理解为对本发明的限制。本实施例中采用的具体尺寸只是为了举例说明技术方案,并不限制本发明的保护范围。

[0086] 如图1所示,一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统,包括爆胎识别模块A、环境感知模块B、车辆信息模块C、决策与控制模块D、执行机构E。爆胎识别模块、环境感知模块、车辆信息模块产生的信息均输入决策与控制模块,决策与控制模块控制执行机构。爆胎识别模块用于识别车辆在行驶过程中是否有爆胎故障发生。环境感知模块用于识别车辆行驶环境。车辆信息模块用于采集车辆本身信息。决策与控制模块根据爆胎识别模块、环境感知模块和车辆信息模块采集的信息,进行决策,产生控制指令。执行机构根据决策与控制模块发出的控制指令,实现控制功能。

[0087] 爆胎识别模块包括若干爆胎识别子模块,若干爆胎识别子模块分别对应一只轮胎,判断该轮胎是否产生了爆胎故障。比如,在一般的四轮小轿车中,爆胎识别模块包括左前爆胎识别子模块、右前爆胎识别子模块、左后爆胎识别子模块和右后爆胎识别子模块;

[0088] 爆胎识别方法:

[0089] $P_i < P_{thre}$ 并且在一定时间(如10毫秒内)存在胎压降速 $DP_i > DP_{thre}$

[0090] 下标 $i=1,2,3,4$;分别表示左前轮胎、右前轮胎、左后轮胎、右后轮胎;

[0091] P_i 为 i 轮胎胎压;

[0092] P_{thre} 为爆胎后胎压阈值;

[0093] DP_i 为爆胎时 i 轮胎胎压降速;

[0094] DP_{thre} 为爆胎时胎压降速阈值;

[0095] 环境感知模块包括车道线、车辆前方运动物体。一般采用摄像头传感器、毫米波雷达传感器以及激光雷达传感器中的一种或几种经过数据融合完成环境感知功能。

[0096] 通过传感器可以得到车道线方程如下：

[0097] 左车道线： $y = c_{01} + c_{11}x + c_{21}x^2 + c_{31}x^3$

[0098] 右车道线： $y = c_{02} + c_{12}x + c_{22}x^2 + c_{32}x^3$

[0099] 其中 x y 为车体坐标系两个坐标轴，车体坐标系为：原点为车辆最前端， x 方向为车辆正前方， y 为预 x 轴垂直，向左；

[0100] $c_{01}c_{11}$ 为左右车道线方程零次项系数，与车辆距离左右车道线距离相关；

[0101] $c_{11}c_{12}$ 为左右车道线方程一次项系数，与车辆与左右车道线夹角相关；

[0102] $c_{21}c_{22}$ 为左右车道线方程二次项系数，与车道线曲率相关；

[0103] $c_{31}c_{32}$ 为左右车道线方程三次项系数，与车道线曲率变化率相关；

[0104] 车道中线方程系数计算如下：

[0105] $c_0 = \frac{1}{2}(c_{01} + c_{02})$ ；

[0106] $c_1 = \frac{1}{2}(c_{11} + c_{12})$ ；

[0107] $c_2 = \frac{1}{2}(c_{21} + c_{22})$ ；

[0108] $c_3 = \frac{1}{2}(c_{31} + c_{32})$ ；

[0109] 前方运动物体测量主要是测量本车与前方物体距离 S 和前方物体速度 V_m

[0110] 车辆信息模块主要通过读取车上CAN网络信息可以到车辆行驶速度 V_c 、方向盘转角 A_w 、制动踏板角度 A_b 、油门开度 K 和驾驶员对转向系统施加扭矩 T_H ；

[0111] 决策与控制模块包括速度评估子模块、决策子模块、控制率计算子模块和控制指令输出子模块。决策与控制模块通过微型控制器实现。

[0112] 速度评估主要是根据道路限速和曲率评估车速是低速行驶、中速行驶、高速行驶判别公式如下：

[0113] 如果车速 $V_c \leq V_{thre1}$ 为低速行驶；

[0114] 如果车速 $V_{thre1} < V_c \leq V_{thre2}$ 为中速行驶；

[0115] 如果车速 $V_c > V_{thre2}$ 为高速行驶；

[0116] 其中阈值： $V_{thre1} = k_1 K_c V_R$

[0117] $V_{thre2} = k_2 K_c V_R$

[0118] k_1 为阈值系数 $k_1 = 0.3$ ；

[0119] k_2 为阈值系数 $k_2 = 0.6$ ；

[0120] K_c 与道路曲率有关系数；

[0121] V_R 等于道路限速；如果道路限速 $< 80\text{km/h}$ 则 $V_R = 80\text{km/h}$ ；

[0122] 决策模块主要是根据速度评估结果给出控制策略

[0123] 控制策略如下：

[0124] 车辆低速行驶时，通过驾驶员控制车辆，不进行自动控制，只发出报警信号；

[0125] 车辆中速行驶时，以驾驶员控制车辆为主，自动控制在辅助，同时发出报警信号；

[0126] 车辆高速行驶时，以自动控制方式接管驾驶员控制，同时发出报警信号；自动控制是指控制方向盘沿着局部路径规划的结果行进，一般不进行制动，只有存在发生碰撞危险时，进行点刹控制，此种情况下，即使驾驶员进行制动或控制油门，执行机构也不予响应；

- [0127] 控制率计算子模块：
- [0128] 中速行驶，根据驾驶员扭矩对转向系统施加附加扭矩
- [0129] $T_z = K_{iz}(V) T_H$
- [0130] 其中： T_H 为驾驶员施加扭矩；通过车上CAN网络信息得到；
- [0131] $K_{iz}(V)$ 为第*i*轮胎爆胎时附加系数，该系数与速度有关；
- [0132] $K_{iz}(V) = a_0 + a_1 V_c + a_2 V_c^2$
- [0133] a_0 、 a_1 、 a_2 为系数，通过实验标定；
- [0134] 下标*i*=1、2、3、4；分别表示左前轮胎、右前轮胎、左后轮胎、右后轮胎；
- [0135] 高速行驶时对车辆控制计算如下：
- [0136] 控制率计算：
- [0137] 对转向施加扭矩为：
- [0138] $T_z = K_{iz}(V) U_0 + T_H$
- [0139] 其中：
- [0140] $U_0 = k_{c0} C_0 + k_{c1} C_1 + k_{c2} C_2 - A_w$
- [0141] A_w 方向盘转向角度，通过车辆转向扭矩传感器得到；
- [0142] k_{c0} 、 k_{c1} 、 k_{c2} 控制比例系数；通过标定试验得到；
- [0143] 制动系统控制计算如下：
- [0144] 高速行驶时一般不进行制动，通过滑行低速时驾驶员才能控制；
- [0145] 但是当前方有运动物体时，对制动系统控制判断如下：
- [0146] 如果 $V_c \leq V_m$ 制动系统不进行制动控制
- [0147] 如果 $V_c > V_m$ 当需求减速度 $A_{req} \leq A_{thre}$ 制动系统不进行制动控制
- [0148] 其中： $A_{req} = \frac{V_c - V_m}{S}$ ； A_{thre} 为减速度阈值，一般为车辆滑行时候产生的加速度；
- [0149] 如果 $V_c > V_m$ 且 $A_{req} > A_{thre}$ 制动系统进行点刹，对制动系统点刹控制率为：
- [0150] $U_s = k_s S + k_v (V_c - V_m)$
- [0151] k_s 为本车与前方物体距离*S*的比例系数，通过试验标定得到；
- [0152] k_v 为本车与前方物体速度差比例系数，通过试验标定得到；
- [0153] V_m 为移动物体速度，通过环境感知模块得到；
- [0154] S 为本车到移动物体距离，通过感知模块得到；
- [0155] 点刹时间间隔通过实验标定得到；
- [0156] 执行机构模块主要功能是根据决策与控制模块发出的控制指令，实现控制功能。
- [0157] 执行机构包括方向盘系统、制动系统、油门控制以及声光电报警等。对方向盘系统控制可以由电子助力系统(EPS)完成，也可以是线控转向系统，制动系统是电子稳定系统(EPS)完成，也可以是线控制动系统。
- [0158] 使用上述智能安全控制系统应对车辆爆胎的方法，包括以下步骤：
- [0159] 1) 识别车辆是否存在爆胎故障、识别行驶环境、采集车辆本身信息；
- [0160] 2) 根据步骤1) 识别和采集的信息，进行决策，产生控制指令；
- [0161] 3) 根据决策与控制模块发出的控制指令，实现控制功能。
- [0162] 识别车辆是否存在爆胎故障的过程包括识别产生爆胎事故的轮胎位置。识别车辆

是否有爆胎故障一般是根据传感器胎压变化情况,判断是否爆胎。比如,在一般的四轮小轿车中,识别左前、右前、左后或者右后轮胎是否爆胎,以及哪一只轮胎爆胎。

[0163] 识别辆行驶环境的过程包括识别车道线、可行区域和车辆前方运动物体。车辆前方运动物体一般有车辆、行人、非机动车等。

[0164] 采集车辆本身信息的过程包括采集车辆行驶速度、方向盘转角、制动踏板角度、油门开度和档位信息。以上信息都是车辆本身信息,在车辆内网可以得到。速度信息也可以通过卫星定位系统得到。

[0165] 步骤2)中进行决策、产生控制指令的过程包括:速度评估、局部路径规划、决策、控制率计算,并输出控制指令。

[0166] 速度评估是把车辆行驶速度划分为低速行驶、中速行驶和高速行驶三个区间。每个区间阈值是根据道路情况和道路上车流量等确定,道路情况是指道路限速以及道路曲率等,速度评估是采用模糊数学方法进行。

[0167] 局部路径规划是指避免车辆碰撞,在可行驶区域内规划出车辆最优的行驶路径。

[0168] 决策过程是根据速度评估得到车辆所处速度区间制定出自动控制策略,基本策略如下:车辆低速行驶时,通过驾驶员控制车辆,不进行自动控制,只发出报警信号;

[0169] 车辆中速行驶时,以驾驶员控制车辆为主,自动控制为辅助,同时发出报警信号;

[0170] 车辆高速行驶时,以自动控制方式接管驾驶员控制,同时发出报警信号;自动控制是指控制方向盘沿着局部路径规划的结果行进,一般不进行制动,只有存在发生碰撞危险时,进行点刹控制,此种情况下,即使驾驶员进行制动或控制油门,执行机构也不予响应。

[0171] 控制率计算是指自动控制发生时,计算方向盘控制需要扭矩和角度。

[0172] 本发明公开的一种应对车辆爆胎的智能安全控制系统和方法,可以单独为系统完成,也可以作为高级辅助驾驶(ADAS)和无人驾驶内一个分系统。本发明的控制系统按照功能分为五个模块,但实际根据情况可以任意组合分成不同模块。

[0173] 基于对本发明优选实施方式的描述,应该清楚,由所附的权利要求书所限定的本发明并不仅仅局限于上面说明书中所阐述的特定细节,未脱离本发明宗旨或范围的对本发明的许多显而易见的改变同样可能达到本发明的目的。

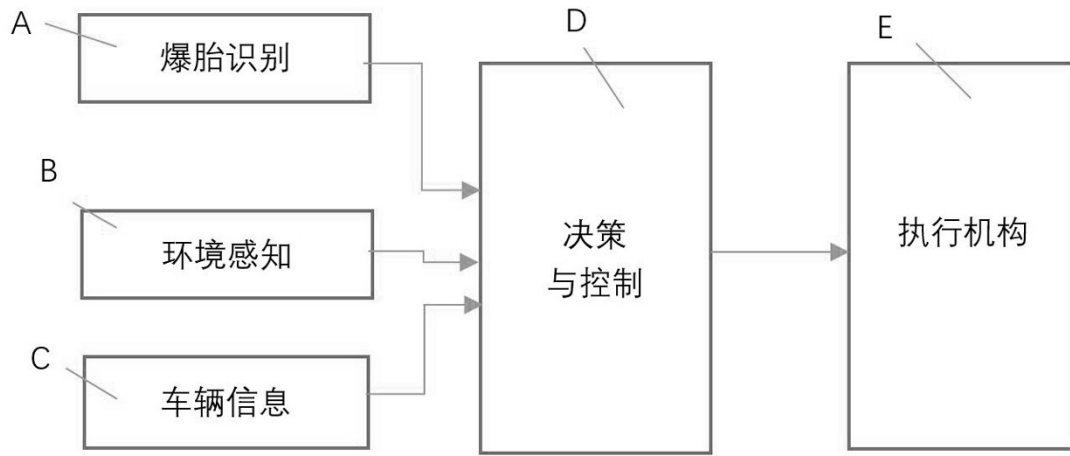


图1