



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114919548 A

(43) 申请公布日 2022.08.19

(21) 申请号 202210455614.3

(22) 申请日 2022.04.27

(71) 申请人 一汽奔腾轿车有限公司

地址 130000 吉林省长春市高新开发区蔚山路4888号

(72) 发明人 路文哲 马文峰 王子军 王亮  
李成浩 赵一 程门立雪 张诗宇  
王瑞琳 贾梦池

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任公司 22201

专利代理师 刘世纯

(51) Int.Cl.

B60T 7/12 (2006.01)

B60Q 9/00 (2006.01)

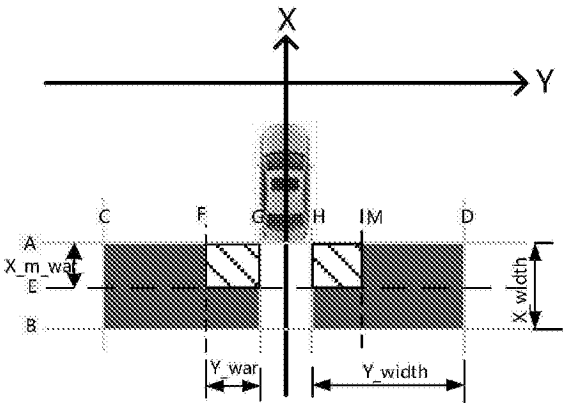
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,属于车辆智能技术领域,包括,第一步:判断倒车侧向制动功能是否激活;第二步:通过毫米波雷达探测驾驶车辆RCTB作用区域中的运动目标,若满足运动目标与驾驶车辆发生碰撞条件时,RCTB系统发出紧急制动和报警命令,并采取相应的自适应减速度策略。通过毫米波对车辆后方物体进行探测跟踪,参考车辆日常使用场景并结合ENCAP标准,设计出高风险障碍物识别判定算法及策略,能够有效判定来自后方的高风险碰撞目标;并根据车辆及目标的运动状态,控制本车进行自适应制动,起到有效避免碰撞的同时,提高驾驶人员舒适度,大大改善车辆驾驶安全性及驾驶感受。



1. 一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,具体包括如下步骤:

第一步:判断倒车侧向制动功能是否激活;

第二步:通过毫米波雷达探测驾驶车辆RCTB作用区域中的运动目标,若满足运动目标与驾驶车辆发生碰撞条件时,RCTB系统发出紧急制动和报警命令,并采取相应的自适应减速度策略。

2. 如权利要求1所述的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,所述倒车侧向制动功能的激活条件如下:

(a)、挡位:R挡;

(b)、车速: $-8\text{km/h}\sim 0\text{km/h}$ ;

(c)、加速踏板开度:不大于80%;

(d)、非拖车模式;

(e)、ESP诊断正常。

3. 如权利要求1所述的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,倒车侧向制动功能的工作状态包括:RCTB功能关闭、RCTB功能待机、无制动、制动及系统故障;

所述RCTB功能关闭,倒车侧向制动功能默认处于待机状态,可通过虚拟开关关闭此系统;

所述RCTB功能待机,系统处于开启状态,但倒车侧向制动功能未激活;

所述无制动,系统激活,但不满足制动条件;

所述制动,系统激活,RCTB发送制动请求和请求减速度值;

所述系统故障,RCTB系统故障。

4. 如权利要求3所述的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,所述倒车侧向制动功能的工作状态之间的相互转换如下:

A、在RCTB功能关闭状态下,如同时满足下列条件,则进入RCTB功能待机状态;

所述条件如下:

A1、电源模式为ON;

A2、驾驶员操作开关开启RCTB功能,或上次供电循环结束时RCTB功能为开启状态;

A3、车辆配置有RCTB功能;

B、在RCTB功能为待机状态下,如满足下列任一条件,则进入功能关机状态;

所述条件如下:

B1、电源模式非ON;

B2、驾驶员操作开关关闭RCTB功能,或上次供电循环结束时RCTB功能为关闭状态;

C、在RCTB功能为待机状态下,如同时满足下列所有条件,则进入功能激活状态;

所述条件如下:

C1、挡位信息为“R”挡;

C2、车速在 $[-8\text{km/h}, 0]$ 范围内;

D、在RCTB功能准备状态下,如同时满足下列任一条件,则进入功能待机状态;

所述条件如下:

D1、挡位信息为非“R”挡;

D2、车速不在 $[-10\text{km/h}, 0.72\text{km/h}]$ 之间;

D3、加速踏板开度大于80%；

D4、拖车模式；

D5、ESP诊断失败；

E、在RCTB功能为准备状态下,但不满足制动条件,则进入功能激活但不制动状态；

F、在RCTB功能准备状态下,如满足制动条件；则进入功能激活且制动状态；

G、在RCTB功能为激活状态下,若功能故障,则进入功能故障状态；

H、在RCTB功能故障状态下,如故障解除,则进入功能待机状态。

5. 如权利要求1所述的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,所述运动目标与驾驶车辆发生碰撞条件,具体包括:运动目标进入碰撞区域且速度 $\geq 5\text{kph}$ 或运动目标进入RCTB作用区域且预碰撞时间(TTC)小于1.5s。

6. 如权利要求1所述的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,所述碰撞区域为驾驶车辆后方保险杠末端左右两侧的矩形区域,所述矩形区域的长为1m,宽为0.8m。

7. 如权利要求1所述的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,所述碰撞区域为驾驶车辆后方保险杠末端左右两侧的矩形区域,所述矩形区域的长为1m,宽为0.8m。

8. 如权利要求1所述的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,其特征在于,所述自适应减速度策略如下:

A、倒车车速 $\leq 2\text{kph}$ ,减速度请求值为0.12g；

B、倒车车速 $\leq 3\text{kph}$ ,减速度请求值为0.12g；

C、倒车车速 $\leq 4\text{kph}$ ,减速度请求值为0.16g；

D、倒车车速 $\leq 6\text{kph}$ ,减速度请求值为0.24g；

E、倒车车速 $\leq 8\text{kph}$ ,减速度请求值为0.28g。

## 一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于车辆智能技术领域,具体涉及一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法。

### 背景技术

[0002] 现阶段,市内行车百分之七十左右的车祸来自追尾,轻则车辆受损,重则伤及生命,汽车追尾事故是在不知不觉中就发生的,汽车追尾已成为世界性道路交通问题,无法避免。防止汽车追尾产品的出现是市场需求的必然结果,现阶段国内外出现了一些防止汽车追尾的产品。

[0003] 车载毫米波雷达作为一种高精度的传感器,通过发射和接收波长短、频段宽的电磁波窄波束来识别和探测道路上其他汽车的相对距离、速度和方位等车身周围的物理信息,从而为智能驾驶辅助功能提供路况信息。

[0004] 相应地,本领域需要一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法来解决上述问题,用于解决追尾事件的发生。

### 发明内容

[0005] 为了克服现有技术中存在的上述问题,本发明提供了一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,该方法可以实现车辆倒车场景下,有效识别来自车辆后方的障碍物目标,并通过判定策略算法,有效识别高碰撞风险目标,以实现车辆的自动制动控制功能,避免车辆与目标发生碰撞,降低发生交通事故的可能性,大大提高驾驶安全性以及车辆智能技术水平。

[0006] 本发明通过如下技术方案实现:

[0007] 一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,具体包括如下步骤:

[0008] 第一步:判断倒车侧向制动功能是否激活;

[0009] 第二步:通过毫米波雷达探测驾驶车辆RCTB作用区域中的运动目标,若满足运动目标与驾驶车辆发生碰撞条件时,RCTB系统发出紧急制动和报警命令,并采取相应的自适应减速度策略。

[0010] 进一步地,所述倒车侧向制动功能的激活条件如下:

[0011] (a)、挡位:R挡;

[0012] (b)、车速:-8km/h~0km/h;

[0013] (c)、加速踏板开度:不大于80%;

[0014] (d)、非拖车模式;

[0015] (e)、ESP诊断正常。

[0016] 进一步地,倒车侧向制动功能的工作状态包括:RCTB功能关闭、RCTB功能待机、无制动、制动及系统故障;

[0017] 所述RCTB功能关闭,倒车侧向制动功能默认处于待机状态,可通过虚拟开关关闭

此系统；

- [0018] 所述RCTB功能待机,系统处于开启状态,但倒车侧向制动功能未激活;
- [0019] 所述无制动,系统激活,但不满足制动条件;
- [0020] 所述制动,系统激活,RCTB发送制动请求和请求减速度值;
- [0021] 所述系统故障,RCTB系统故障。
- [0022] 进一步地,所述倒车侧向制动功能的工作状态之间的相互转换如下:
- [0023] A、在RCTB功能关闭状态下,如同时满足下列条件,则进入RCTB功能待机状态;
- [0024] 所述条件如下:
- [0025] A1、电源模式为ON;
- [0026] A2、驾驶员操作开关开启RCTB功能,或上次供电循环结束时RCTB功能为开启状态;
- [0027] A3、车辆配置有RCTB功能;
- [0028] B、在RCTB功能为待机状态下,如满足下列任一条件,则进入功能关机状态;
- [0029] 所述条件如下:
- [0030] B1、电源模式非ON;
- [0031] B2、驾驶员操作开关关闭RCTB功能,或上次供电循环结束时RCTB功能为关闭状态;
- [0032] C、在RCTB功能为待机状态下,如同时满足下列所有条件,则进入功能激活状态;
- [0033] 所述条件如下:
- [0034] C1、挡位信息为“R”挡;
- [0035] C2、车速在 $[-8\text{km/h}, 0]$ 范围内;
- [0036] D、在RCTB功能准备状态下,如同时满足下列任一条件,则进入功能待机状态;
- [0037] 所述条件如下:
- [0038] D1、挡位信息为非“R”挡;
- [0039] D2、车速不在 $[-10\text{km/h}, 0.72\text{km/h}]$ 之间;
- [0040] D3、加速踏板开度大于80%;
- [0041] D4、拖车模式;
- [0042] D5、ESP诊断失败;
- [0043] E、在RCTB功能为准备状态下,但不满足制动条件,则进入功能激活但不制动状态;
- [0044] F、在RCTB功能准备状态下,如满足制动条件;则进入功能激活且制动状态;
- [0045] G、在RCTB功能为激活状态下,若功能故障,则进入功能故障状态;
- [0046] H、在RCTB功能故障状态下,如故障解除,则进入功能待机状态。
- [0047] 进一步地,所述运动目标与驾驶车辆发生碰撞条件,具体包括:运动目标进入碰撞区域且速度 $\geq 5\text{kph}$ 或运动目标进入RCTB作用区域且预碰撞时间(TTC)小于1.5s。
- [0048] 进一步地,所述碰撞区域为驾驶车辆后方保险杠末端左右两侧的矩形区域,所述矩形区域的长为1m,宽为0.8m。
- [0049] 进一步地,所述RCTB作用区域为目标行驶方向与驾驶车辆行驶方向夹角在 $45^\circ - 135^\circ$ 的区域内。
- [0050] 进一步地,所述自适应减速度策略如下:
- [0051] A、倒车车速 $\leq 2\text{kph}$ ,减速度请求值为 $0.12g$ ;
- [0052] B、倒车车速 $\leq 3\text{kph}$ ,减速度请求值为 $0.12g$ ;

[0053] C、倒车车速 $\leq 4\text{kph}$ ,减速度请求值为 $0.16g$ ;

[0054] D、倒车车速 $\leq 6\text{kph}$ ,减速度请求值为 $0.24g$ ;

[0055] E、倒车车速 $\leq 8\text{kph}$ ,减速度请求值为 $0.28g$ 。

[0056] 与现有技术相比,本发明的优点如下:

[0057] 本发明的一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,通过毫米波对车辆后方物体进行探测跟踪,参考车辆日常使用场景并结合ENCAP标准,设计出高风险障碍物识别判定算法及策略,能够有效判定来自后方的高风险碰撞目标;并根据车辆及目标的运动状态,控制本车进行自适应制动,起到有效避免碰撞的同时,提高驾驶人员舒适度,大大改善车辆驾驶安全性及驾驶感受。

## 附图说明

[0058] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。在所有附图中,类似的元件或部分一般由类似的附图标记标识。附图中,各元件或部分并不一定按照实际的比例绘制。

[0059] 图1为RCTB作用区域示意图;

[0060] 图2为目标行驶方向与驾驶车辆行驶方向夹角为 $45^\circ$ 的RCTB作用区域;

[0061] 图3为目标行驶方向与驾驶车辆行驶方向夹角为 $90^\circ$ 的RCTB作用区域;

[0062] 图4为目标行驶方向与驾驶车辆行驶方向夹角为 $135^\circ$ 的RCTB作用区域;

[0063] 图5为本发明的倒车侧向制动功能的工作状态之间的相互转换示意图。

## 具体实施方式

[0064] 为清楚、完整地描述本发明所述技术方案及其具体工作过程,结合说明书附图,本发明的具体实施方式如下:

[0065] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0066] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触,或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且,第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方,或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方,或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0067] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结

合和组合。

[0068] 实施例1

[0069] 本实施例提供了一种基于毫米波雷达的自适应制动控制方法,具体包括如下步骤:

[0070] 第一步:判断倒车侧向制动功能是否激活;

[0071] 第二步:通过毫米波雷达探测驾驶车辆RCTB作用区域中的运动目标,若满足运动目标与驾驶车辆发生碰撞条件时,RCTB系统发出紧急制动和报警命令,并采取相应的自适应减速度策略。

[0072] 在本实施例中,所述倒车侧向制动功能的激活条件如下:

[0073] (a)、挡位:R挡;

[0074] (b)、车速:  $-8\text{km/h} \sim 0\text{km/h}$ ;

[0075] (c)、加速踏板开度:不大于80%;

[0076] (d)、非拖车模式;

[0077] (e)、ESP诊断正常。

[0078] 在本实施例中,倒车侧向制动功能的工作状态包括:RCTB功能关闭、RCTB功能待机、无制动、制动及系统故障;

[0079] 所述RCTB功能关闭,倒车侧向制动功能默认处于待机状态,可通过虚拟开关关闭此系统;

[0080] 所述RCTB功能待机,系统处于开启状态,但倒车侧向制动功能未激活;

[0081] 所述无制动,系统激活,但不满足制动条件;

[0082] 所述制动,系统激活,RCTB发送制动请求和请求减速度值;

[0083] 所述系统故障,RCTB系统故障。

[0084] 在本实施例中,所述倒车侧向制动功能的工作状态之间的相互转换如下:

[0085] A、在RCTB功能关闭状态下,如同时满足下列条件,则进入RCTB功能待机状态;

[0086] 所述条件如下:

[0087] A1、电源模式为ON;

[0088] A2、驾驶员操作开关开启RCTB功能,或上次供电循环结束时RCTB功能为开启状态;

[0089] A3、车辆配置有RCTB功能;

[0090] B、在RCTB功能为待机状态下,如满足下列任一条件,则进入功能关机状态;

[0091] 所述条件如下:

[0092] B1、电源模式非ON;

[0093] B2、驾驶员操作开关关闭RCTB功能,或上次供电循环结束时RCTB功能为关闭状态;

[0094] C、在RCTB功能为待机状态下,如同时满足下列所有条件,则进入功能激活状态;

[0095] 所述条件如下:

[0096] C1、挡位信息为“R”挡;

[0097] C2、车速在  $[-8\text{km/h}, 0]$  范围内;

[0098] D、在RCTB功能准备状态下,如同时满足下列任一条件,则进入功能待机状态;

[0099] 所述条件如下:

[0100] D1、挡位信息为非“R”挡;

- [0101] D2、车速不在 $[-10\text{km/h}, 0.72\text{km/h}]$ 之间；
- [0102] D3、加速踏板开度大于80%；
- [0103] D4、拖车模式；
- [0104] D5、ESP诊断失败；
- [0105] E、在RCTB功能为准备状态下，但不满足制动条件，则进入功能激活但不制动状态；
- [0106] F、在RCTB功能准备状态下，如满足制动条件；则进入功能激活且制动状态；
- [0107] G、在RCTB功能为激活状态下，若功能故障，则进入功能故障状态；
- [0108] H、在RCTB功能故障状态下，如故障解除，则进入功能待机状态。
- [0109] 在本实施例中，所述运动目标与驾驶车辆发生碰撞条件，具体包括：运动目标进入碰撞区域且速度 $\geq 5\text{kph}$ 或运动目标进入RCTB作用区域且预碰撞时间(TTC)小于1.5s。
- [0110] 在本实施例中，所述碰撞区域为驾驶车辆后方保险杠末端左右两侧的矩形区域，所述矩形区域的长为1m，宽为0.8m。
- [0111] 在本实施例中，所述RCTB作用区域为目标行驶方向与驾驶车辆行驶方向夹角在 $45^\circ - 135^\circ$ 的区域内。
- [0112] 在本实施例中，所述自适应减速度策略如下：
- [0113] A、倒车车速 $\leq 2\text{kph}$ ，减速度请求值为0.12g；
- [0114] B、倒车车速 $\leq 3\text{kph}$ ，减速度请求值为0.12g；
- [0115] C、倒车车速 $\leq 4\text{kph}$ ，减速度请求值为0.16g；
- [0116] D、倒车车速 $\leq 6\text{kph}$ ，减速度请求值为0.24g；
- [0117] E、倒车车速 $\leq 8\text{kph}$ ，减速度请求值为0.28g。
- [0118] 表1倒车侧向制动标定参数定义

[0119]

参数	描述	参数值	参数值
X_width	车辆 X-方向制动区域宽度	6	m
Y_width	车辆 Y-方向制动区域宽度	10	m
X_m_war	车辆 X-方向不计算 TTC 制动区域宽度	1	m
Y_war	车辆 Y-方向不计算 TTC 制动区域宽度	0.8	m
TTC_RCTB	倒车侧向制动碰撞时间	1.5	sec
RCTB_min_speed_activation	倒车侧向制动最小激活速度	-8	kph
RCTB_min	倒车侧向制动最小退出速度	-10	kph

[0120]

_speed_deactivation			
RCTB_max_speed_activation	倒车侧向制动最大激活速度	0	kph
RCTB_max_speed_deactivation	倒车侧向制动最大退出速度	0.72	kph
Target_Vehicle_min_speed	目标物体速度最小速度	5	kph



- [0121] 实施例2
- [0122] 下面详细介绍碰撞区域及RCTB作用区域；
- [0123] 如图1所示，图示中的直线解释如下：
- [0124] X轴为车身中心线平行，车辆行驶方向；Y轴与X轴垂直；
- [0125] 所述碰撞区域为驾驶车辆后方保险杠末端左右两侧的矩形区域，所述矩形区域的长为1m，宽为0.8m。
- [0126] 在本实施例中，所述RCTB作用区域为目标行驶方向与驾驶车辆行驶方向夹角在 $45^{\circ}$ - $135^{\circ}$ 的区域内。
- [0127] 图2中，X轴为车身中心线平行，车辆行驶方向；Y轴与X轴垂直，Y'轴与X轴呈 $45^{\circ}$ 角
- [0128] 直线A与车尾保险杠末端边缘平行，距车尾保险杠末端0m；
- [0129] 直线B与车尾保险杠末端边缘平行，距车尾保险杠末端6m；
- [0130] 直线C与车身中心线平行，距车身左边缘10m；
- [0131] 直线D与车身中心线平行，距车身右边缘10m；
- [0132] 直线A1与Y'轴平行，距车尾保险杠右端0m；
- [0133] 直线B1与直线A1平行，距直线A1为6m；
- [0134] 车身中心线与Y'轴夹角 $45^{\circ}$ ；
- [0135] 区域I：直线A、B、C、G围成的矩形区域；
- [0136] 区域II：直线A、B、H、D围成的矩形区域；
- [0137] 区域III：直线A1、B1、C1、G1围成的矩形区域；
- [0138] 区域IV：直线A1、B1、H1、D1围成的矩形区域；
- [0139] 区域I、区域II、区域III及区域IV均为RCTB作用区域。
- [0140] 图3中，直线A与车尾保险杠末端边缘平行，距车尾保险杠末端0m；
- [0141] 直线A与车尾保险杠末端边缘平行，距车尾保险杠末端6m；
- [0142] 直线C与车身中心线平行，距车身左边缘10m；
- [0143] 直线D与车身中心线平行，距车身右边缘10m；
- [0144] 区域I(III)：直线A、B、C、G围成的矩形区域；
- [0145] 区域II(IV)：直线A、B、H、D围成的矩形区域；
- [0146] 区域I及区域II均为RCTB作用区域。
- [0147] 图4中，直线A与车尾保险杠末端边缘平行，距车尾保险杠末端0m；
- [0148] 直线A与车尾保险杠末端边缘平行，距车尾保险杠末端6m；
- [0149] 直线C与车身中心线平行，距车身左边缘10m；
- [0150] 直线D与车身中心线平行，距车身右边缘10m；
- [0151] 直线A1与Y'轴平行，距车尾保险杠右端0m；
- [0152] 直线B1与直线A1平行，距直线A1 6m；
- [0153] 车身中心线与Y'轴夹角 $135^{\circ}$ ；
- [0154] 区域I：直线A、B、C、G围成的矩形区域；
- [0155] 区域II：直线A、B、H、D围成的矩形区域；
- [0156] 区域III：直线A1、B1、C1、G1围成的矩形区域；
- [0157] 区域IV：直线A1、B1、H1、D1围成的矩形区域；

[0158] 区域I、区域II、区域III及区域IV均为RCTB作用区域。

[0159] 以上结合附图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简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0160] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0161] 此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

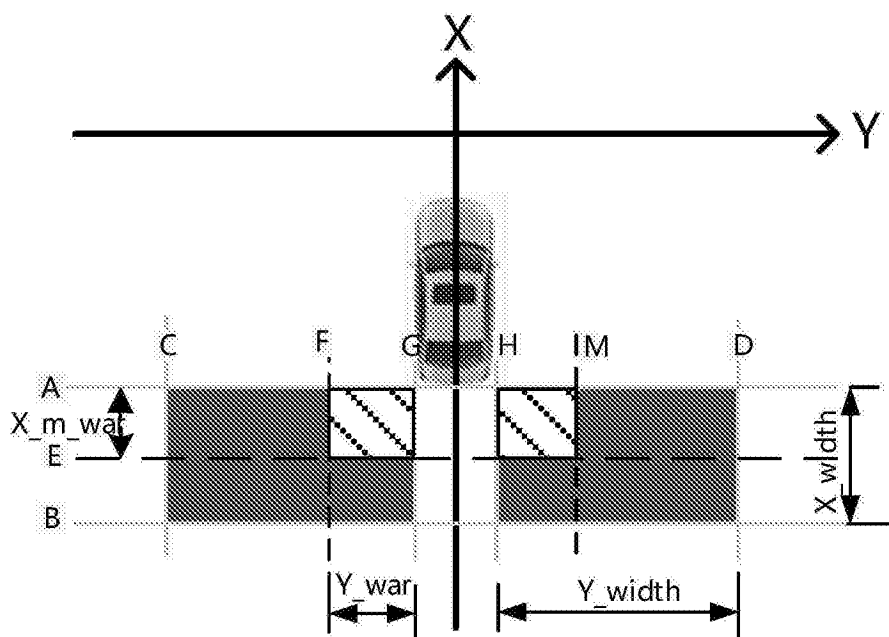


图1

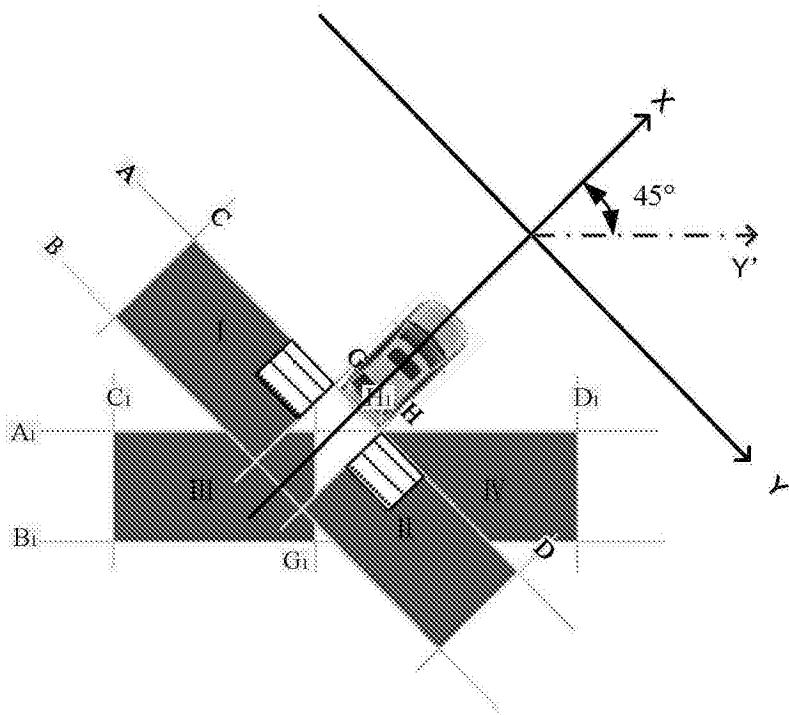


图2

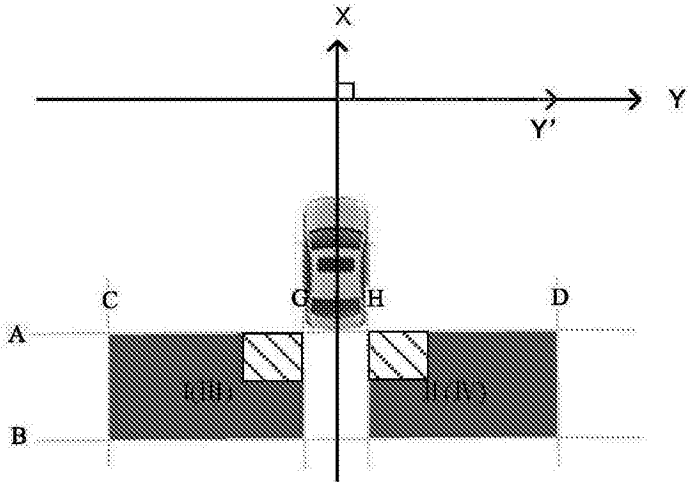


图3

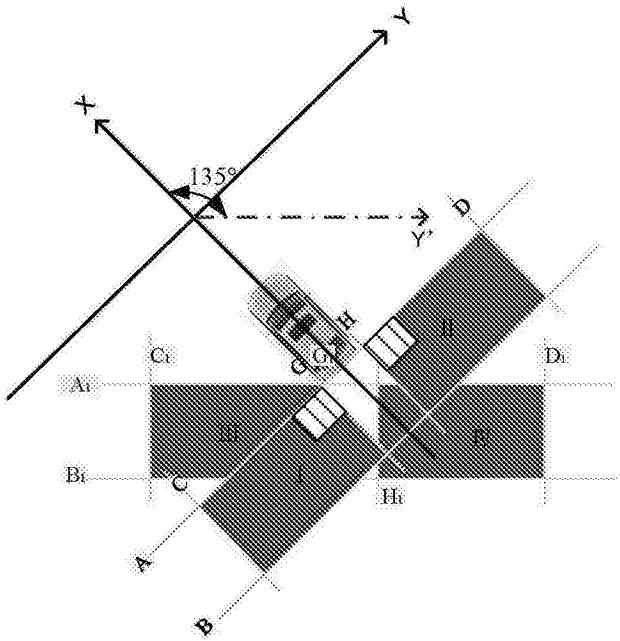


图4

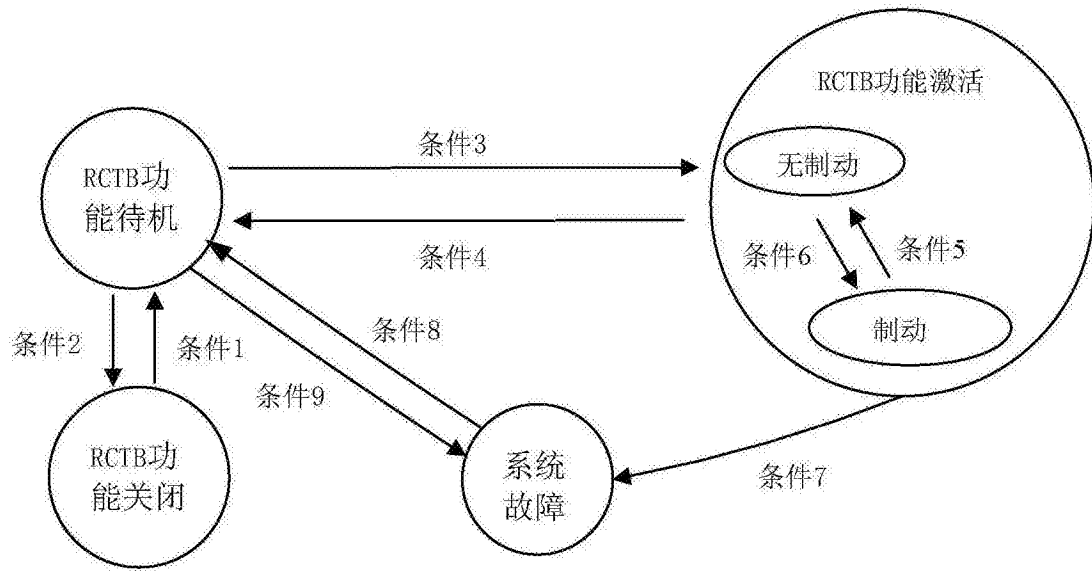


图5