



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103072575 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 30

(21) 申请号 201310019933. 0

(22) 申请日 2013. 01. 18

(73) 专利权人 浙江吉利汽车研究院有限公司杭州分公司

地址 311228 浙江省杭州市萧山区临江工业园区农二场房屋 206 号

专利权人 浙江吉利汽车研究院有限公司
浙江吉利控股集团有限公司

(72) 发明人 宋超 张晖 江振伟 祝贺
周大永 刘卫国 赵福全

(74) 专利代理机构 上海智信专利代理有限公司
31002

代理人 吴林松

(51) Int. Cl.

B60W 30/09(2012. 01)

(56) 对比文件

US 6567748 B2, 2003. 05. 20,
CN 102627091 A, 2012. 08. 08,
US 7729841 B2, 2010. 06. 01,
CN 102673561 A, 2012. 09. 19,
JP 特开 2007-99262 A, 2007. 04. 19,

审查员 方赞

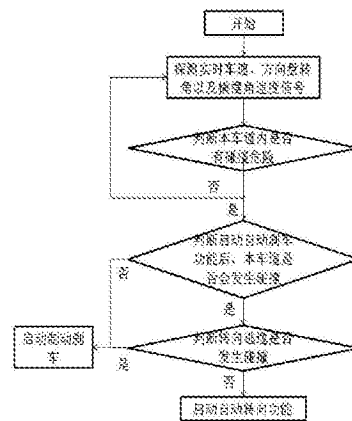
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

一种车辆主动防碰撞方法

(57) 摘要

一种车辆主动防碰撞方法,当系统监测本车道内有碰撞危险时,系统首先判断是否可以通过自动制动避免本车道内碰撞;若判断本车道内自动制动可以避免碰撞,在本车道内进行制动,并发出警告;若判断自动制动无法避免碰撞,但通过转向逃逸避免碰撞时,确定车辆转向逃逸时方向盘转向角,并基于此进行转向逃逸;若判断自动制动无法避免碰撞,自动转向逃逸也无法避免碰撞时,在本车道内进行制动,并发出警告;若判断危险解除,继续监测自车周围环境。通过在传统防正碰系统的基础之上增加了自动转向功能,并且算法逻辑增加了相应的判断,最大限度内的避免车辆碰撞的发生。



1. 一种车辆主动防碰撞方法,其特征在于:包括以下步骤,

(1) 等待模式:实时探测采集自车和周围车辆的速度、加速度以及相对位置信息,判断同一车道内是否与前车有碰撞危险:若判断无危险,继续步骤(1);若判断有碰撞危险,转入步骤(2);

(2) 自动制动模式:

(A) 判断是否可以通过自动制动避免本车道内碰撞:

(a) 若判断本车道内自动制动可以避免碰撞,转入步骤(B);

(b) 若判断自动制动无法避免碰撞,但通过转向逃逸避免碰撞时,确定车辆转向逃逸时方向盘转向角,转入步骤(3);

(c) 若判断自动制动无法避免碰撞,自动转向逃逸也无法避免碰撞时,转入步骤(B);

(B) 在本车道内进行制动,并发出警告;

(3) 自动转向模式:基于步骤(2)中确定车辆转向逃逸时方向盘转向角角度,进行转向逃逸;

所述步骤(b)中,包括以下步骤,设定车辆前进方向为第一方向,第二方向垂直于所述第一方向设置,

I、确定逃逸最大方向盘转角:计算车辆转向逃逸时最大车辆转向角,并基于所述最大车辆转向角确定车辆转向逃逸的最大方向盘转角角度;

II、确定碰撞范围:基于所述最大车辆转向角以及自车与相邻车道目标车辆的位置关系,计算自车逃逸至目标车辆行驶的轨道与目标车辆发生碰撞时,目标车辆从起始位置至碰撞位置的位移 S_2 ,同时设定一定裕量 γ ,以 $(S_2 - \gamma, S_2 + \gamma)$ 作为碰撞范围;

III、基于目标车辆车速,计算自车转向逃逸至设定目标位置的时间段中,目标车辆沿第一方向的位移 l_{o2x} ;

IV、比较所述位移 l_{o2x} 与所述碰撞范围,若位移 l_{o2x} 处于所述碰撞范围内,则判断转向逃逸时,碰撞仍不可避免;若位移 l_{o2x} 不属于所述碰撞范围,判断按照步骤(I)中确定最大方向盘转角度进行转向逃逸。

2. 根据权利要求1所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述步骤(2)与所述步骤(3)中,若判断危险解除,转入步骤(1)中等待模式。

3. 根据权利要求1所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述步骤(1)之前还包括初始化步骤,检测硬件设备状况是否良好,若硬件设备运行正常,转入步骤(1)。

4. 根据权利要求3所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述初始化步骤、等待步骤、自动制动步骤以及自动转向步骤中还包括中断步骤,当监测所述设备运行出现故障时,中断原工作步骤,转入故障模式。

5. 根据权利要求1所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:步骤(a)中基于自车与前车的车距 S_1 以及自车第一加速度和前车加速度,判断本车道内自动制动碰撞是否可以避免碰撞发生,包括以下步骤,

1) 计算自车以第一加速度开始减速制动至自车完全停止所需的时间;

2) 分别计算制动时间内,自车的制动距离以及前车的制动距离,并计算两车的制动距离之差;

3) 比较所述车距 S_1 与所述制动距离之差:若两车的制动距离之差小于车距 S_1 ,判断本

车道内碰撞可以避免,以所述第一加速度进行制动,并发出报警;若两车的制动距离之差大于车距 S_1 ,判断本车道内会发生碰撞,转入步骤 (b)。

6. 根据权利要求 1 所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述步骤 (I) 包括以下步骤,

- 1) 计算车辆最小转弯半径;
- 2) 基于几何关系及所述最小转弯半径确定对应的自车最大车辆转向角 β 度数;
- 3) 基于所述最大车辆转向角确定所述最大方向盘转角,所述最大车辆转向角与所述最大方向盘转角度数成线性关系。

7. 根据权利要求 1 所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述步骤 (II) 包括以下步骤,

- 1) 读取自车转向逃逸时,与相邻车道目标车辆在第一方向和第二方向上距离自车的距离 l_1 和 b_1 ;
- 2) 基于几何关系,计算当车辆以最大车辆转向角转向逃逸,自车行驶至目标车辆的轨道时,沿第一方向的位移 l_2 ;所述位移 S_2 为所述 l_1 与所述 l_2 之和。

8. 根据权利要求 1 所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述步骤 (III) 包括以下步骤,

- 1) 基于几何关系,确定自车转向逃逸距离;
- 2) 基于逃逸时自车速度、第二加速度以及所述逃逸距离 l_3 确定自车转向逃逸时间 t_{es} ;
- 3) 基于所述转向逃逸时间 t_{es} 以及目标车辆速度,确定第二车辆的位移 l_{o2x} 。

9. 根据权利要求 5 所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述第一加速度为 $-0.7g$, g 为重力加速度。

10. 根据权利要求 8 所述的车辆主动防碰撞方法,其特征在于:所述第二加速度为 $-0.7g$, g 为重力加速度。

一种车辆主动防碰撞方法

技术领域

[0001] 本发明属于汽车安全领域,涉及车辆防碰撞技术,具体涉及一种带有转向控制功能的防碰撞方法。

背景技术

[0002] 随着汽车的不断普及,汽车安全系统市场需求量越来越大,自电子稳定控制系统问世以来,主动安全技术发展进入了高速时代。车道偏离报警系统、盲点检测系统、车道保持系统、泊车自动转向系统、防正碰系统等系统越来越受到了人们的期待。

[0003] 传统的防正碰系统,当探测到前方碰撞无法避免时,只能通过自动刹车来降低与前车碰撞的强度。这样做确实能够尽量避免车辆事故造成的损失,但是同时存在两个问题:一、如果自车后方紧跟有车辆,自动刹车很有可能造成后方车辆与自车发生二次碰撞,从而造成连环碰撞事故;二、车辆只能判断本车道的情况,但是往往在车流量小的地方,旁边车道没有车如果通过自动转向,完全可以避免事故的发生。因此需要提供一种带有转向控制功能的防碰撞系统,最大限度内的避免车辆碰撞事故的发生。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种带有转向控制功能的车辆主动防碰撞方法,当系统判断本车道内有碰撞危险且无法避免时,系统进行转向逃逸判断,通过自动转向寻找生存路径。

[0005] 本发明的实现方案如下:

[0006] 1、一种车辆主动防碰撞方法,包括以下步骤:

[0007] (1) 等待模式:实时探测采集自车和周围车辆的速度、加速度以及相对位置信息,判断同一车道内是否与前车有碰撞危险:若判断无危险,继续步骤(1);若判断有碰撞危险,转入步骤(2);

[0008] (2) 自动制动模式:

[0009] (A) 判断是否可以通过自动制动避免本车道内碰撞:

[0010] (a) 若判断本车道内自动制动可以避免碰撞,转入步骤(B);

[0011] (b) 若判断自动制动无法避免碰撞,但通过转向逃逸避免碰撞时,确定车辆转向逃逸时方向盘转向角,转入步骤(3);

[0012] (c) 若判断自动制动无法避免碰撞,自动转向逃逸也无法避免碰撞时,转入步骤(B);

[0013] (B) 在本车道内进行制动,并发出警告;

[0014] (3) 自动转向模式:基于步骤(2)中确定车辆转向逃逸时方向盘转向角角度,进行转向逃逸。

[0015] 所述步骤(2)与步骤(3)中,若判断危险解除,转入步骤(1)中等待模式。

[0016] 所述步骤(1)之前还包括初始化步骤,检测硬件设备状况是否良好,若硬件设备运行正常,转入步骤(1)。

[0017] 所述初始化步骤、等待步骤、自动制动步骤以及自动转向步骤中还包括中断步骤，当监测所述设备运行出现故障时，中断原工作步骤，转入故障模式。

[0018] 步骤(a)中基于自车与前车的车距 S_1 以及自车第一加速度和前车加速度，判断本车道内自动制动碰撞是否可以避免碰撞发生，包括以下步骤：

[0019] 1) 计算自车以第一加速度开始减速制动至自车完全停止所需的时间；

[0020] 2) 分别计算制动时间内，自车的制动距离以及前车的制动距离，并计算两车的制动距离之差；

[0021] 3) 比较所述车距 S_1 与所述制动距离之差：若两车的制动距离之差小于车距 S_1 ，判断本车道内碰撞可以避免，以所述第一加速度进行制动，并发出报警；若两车的制动距离之差大于车距 S_1 ，判断本车道内会发生碰撞，转入步骤(b)。

[0022] 所述第一减速加速度为 $0.7g$ ， g 为重力加速度。

[0023] 所述步骤(b)中，包括以下步骤：设定车辆前进方向为第一方向，第二方向垂直于所述第一方向设置，

[0024] I、确定逃逸最大方向盘转角：计算车辆转向逃逸时最大车辆转向角，并基于所述最大车辆转向角确定车辆转向逃逸的最大方向盘转角角度；

[0025] II、确定碰撞范围：基于所述最大车辆转向角以及自车与相邻车道目标车辆的位置关系，计算自车逃逸至目标车辆行驶的轨道与目标车辆发生碰撞时，目标车辆从起始位置至碰撞位置的位移 S_2 ，同时设定一定裕量 γ ，以 $(S_2 - \gamma, S_2 + \gamma)$ 作为碰撞范围；

[0026] III、基于目标车辆车速，计算自车转向逃逸至设定目标位置的时间段中，目标车辆沿第一方向的位移 l_{02x} ；

[0027] IV、比较所述位移 l_{02x} 与所述碰撞范围，若位移 l_{02x} 处于所述碰撞范围内，则判断转向逃逸时，碰撞仍不可避免；若位移 l_{02x} 不属于所述碰撞范围，判断按照步骤(I)中确定最大方向盘转角度进行转向逃逸。

[0028] 所述步骤(I)包括以下步骤：

[0029] 1) 计算车辆最小转弯半径；

[0030] 2) 基于几何关系及所述最小转弯半径确定对应的自车最大车辆转向角 β 度数；

[0031] 3) 基于所述最大车辆转角确定所述最大方向盘转角车辆转角确定最大方向盘转角，所述最大车辆转角与所述最大方向盘转角度数成线性关系。

[0032] 所述步骤(II)包括以下步骤：

[0033] 1) 读取自车转向逃逸时，与相邻车道目标车辆在第一方向和第二方向上距离自车的距离 l_1 和 b_1 ；

[0034] 2) 基于几何关系，计算当车辆以最大车辆转向角转向逃逸，自车行驶至目标车辆的轨道时，沿第一方向的位移 l_2 ；所述位移 S_2 为所述 l_1 与所述 l_2 之和。

[0035] 所述步骤(III)包括以下步骤：

[0036] 1) 基于几何关系，确定自车转向逃逸距离；

[0037] 2) 基于逃逸时自车速度、第二加速度以及所述逃逸距离 l_3 确定自车转向逃逸时间 t_{es} ；

[0038] 3) 基于所述转向逃逸时间 t_{es} 以及目标车辆速度，确定第二车辆的位移 l_{02x} 。

[0039] 所述第二减速加速度为 $0.7g$ ， g 为重力加速度。

[0040] 本发明的有益效果如下：

[0041] 在传统防正碰系统的基础之上增加了自动转向功能，并且算法逻辑增加了相应的判断，当前方碰撞被系统判断为直接自动刹车无法避免时，系统开始探测和计算周围是否存在生存路径，当系统计算出可以逃脱的路径后，系统就开始启动自动转向功能，从而成功的避免事故的发生。

附图说明

[0042] 图 1 为本发明的工作流程图；

[0043] 图 2 为同一轨道内自动制动时时，自车与前车行驶轨迹示意图；

[0044] 图 3 为转向逃逸时，自车与目标车辆行驶轨迹示意图；

[0045] 图 4 为车辆转向逃逸时，车辆转向半径示意图；

[0046] 图 5 为转向逃逸时，自车与目标车辆发生碰撞的行驶路径示意图；

[0047] 图 6 为本发明实施例的结构图；

[0048] 图 7 为本发明实施例的工作状态迁移图。

具体实施方式

[0049] 如图 1 所示，一种车辆主动防碰撞方法，包括以下步骤：

[0050] (1) 等待模式：实时探测采集自车和周围车辆的速度、加速度以及相对位置信息，判断同一车道内是否与前车有碰撞危险；若判断无危险，继续步骤(1)；若判断有碰撞危险，转入步骤(2)；

[0051] 本实施例中，通过监测前车速度，判断是否有碰撞危险，若监测前车车速突然降低，则系统判断有碰撞危险。

[0052] (2) 自动制动模式：

[0053] (A) 判断是否可以通过本车道内自动制动避免碰撞：

[0054] (a) 若判断本车道内自动制动可以避免碰撞，转入步骤(B)；

[0055] (b) 若判断自动制动无法避免碰撞，但通过转向逃逸避免碰撞时，确定车辆转向逃逸时方向盘转向角，转入步骤(3)；

[0056] (c) 若判断自动制动无法避免碰撞，自动转向逃逸也无法避免碰撞时，转入步骤(B)；

[0057] (3) 自动转向模式：基于步骤(2)中确定车辆转向逃逸时方向盘转向角角度，进行转向逃逸。

[0058] 其中，步骤(a)中基于自车与前车的车距 S_1 以及自车第一加速度和前车加速度，判断本车道内自动制动碰撞是否可以避免碰撞发生，包括以下步骤：

[0059] 1) 计算自车以第一加速度开始制动，直至自车完全停止所需的时间；

[0060] 2) 分别计算制动时间内，自车的制动距离 S_{ex} 以及前车的制动距离 S_{ox} ，并计算两车的制动距离之差；

[0061] 3) 将两车的制动距离之差与车距 S_1 进行比较：若两车的制动距离之差小于车距 S_1 ，判断本车道内碰撞可以避免，自动刹车，并发出报警；若两车的制动距离之差大于车距 S_1 ，判断本车道内会发生碰撞。

[0062] 判断过程如下：如图 2 所示，当汽车判断有碰撞危险后，启动自动紧急制动系统，此时系统测得自车车速为 V_{ex} ，设定第一减速加速度为 a_{ex} ，前方车辆的车速和减速度分别为 V_{o1x} 、 a_{o1x} 。

[0063] 1) 系统计算自前车开始刹车时，自车同时开始制动，直至自车完全停止所需的时间。系统经由车速传感器以及雷达监测系统，可获知自车速 V_{ex} 和加速度 a_{ex} ，因此，由公式

$$V_{o1x} - a_{o1x}t = 0, \text{ 可知自车制动时间 } t = \frac{V_{o1x}}{a_{o1x}}。$$

[0064] 2) 计算当自车开始制动到完全停止时间内，自车及目标车辆各自行驶距离。由此可知

[0065]

$$\text{前车制动距离 } S_{o1x} = V_{o1x} \frac{V_{o1x}}{a_{o1x}} - \frac{1}{2} a_{o1x} \left(\frac{V_{o1x}}{a_{o1x}} \right)^2 = \frac{V_{o1x}^2}{a_{o1x}} - \frac{1}{2} \frac{V_{o1x}^2}{a_{o1x}};$$

[0066]

$$\text{自车制动距离 } S_{ex} = V_{ex} \frac{V_{o1x}}{a_{o1x}} - \frac{1}{2} a_{ex} \left(\frac{V_{o1x}}{a_{o1x}} \right)^2 = \frac{V_{ex} V_{o1x}}{a_{o1x}} - \frac{1}{2} \frac{a_{ex} V_{o1x}^2}{a_{o1x}^2}$$

[0067] 3) 判断本车道内碰撞是否可以避免。分析可知如果自车以及前车分别以目前状态行驶，若自车向前行驶，自车制动距离 S_{ex} 距离大于前车行驶制动距离 S_{o1x} 与两车车距 S_1 ，则说明碰撞不可避免。

[0068] 因此，当 $S_{ex} - S_{o1x} < S_1$ ，判断碰撞可以避免，此时系统自动制动，并进行警报；

[0069] 当 $S_{ex} - S_{o1x} \geq S_1$ 时，判断碰撞无法避免，此时系统将开始计算能否通过转向进行逃逸，

[0070] 转入步骤(3)。

[0071] 本实施例中，第一减速加速度 a_{ex} 的大小为 $0.7g$ ，其中 g 为自由落体重力加速度。

[0072] 步骤(b)中，基于转向角以及自车与相邻车道目标车辆的位置关系，判断车辆转向逃逸时，是否与目标车辆碰撞：若碰撞不可避免，在原车道全力制动；否则，按确定转向角度转向进行转向逃逸。包括以下步骤：

[0073] 设定车辆前进方向为第一方向，第二方向垂直于所述第一方向设置，如图所示，本实施例中，第一方向为 x 方向，第二方向为 y 方向。

[0074] I、确定逃逸最大方向盘转角：计算车辆转向逃逸时最大车辆转向角，并基于所述最大车辆转向角确定车辆转向逃逸的最大方向盘转角角度；

[0075] II、确定碰撞范围：基于所述最大车辆转向角以及自车与相邻车道目标车辆的位置关系，计算自车逃逸至目标车辆行驶的轨道与目标车辆发生碰撞时，目标车辆从起始位置至碰撞位置的位移 S_2 ，同时设定一定裕量 γ ，以 $(S_2 - \gamma, S_2 + \gamma)$ 作为碰撞范围；

[0076] III、基于目标车辆车速，计算自车转向逃逸至设定目标位置的时间段中，目标车辆沿第一方向的位移 l_{o2x} ；

[0077] IV、比较所述位移 l_{o2x} 与所述碰撞范围，若位移 l_{o2x} 处于所述碰撞范围内，则判断转向逃逸时，碰撞仍不可避免；若位移 l_{o2x} 不属于所述碰撞范围，判断按照步骤(I)中确定最大方向盘转角度进行转向逃逸。

[0078] 在步骤(I)中，当车辆行驶时，在车速过高的情况下，如果方向盘转角过大将会

造成侧滑或者翻车事故,因此对于不同的车速都应该有最大方向盘转角限制。车辆在进行转向时,由于受到离心力的作用,车辆有发生侧滑的趋势,该离心力的值与车速以及转弯半径有关,在同样车速下转弯半径越小则离心力越大;同时由于摩擦力的存在可以抑制侧滑的发生,因此在相同车速下,当离心力大于摩擦力时系统,可以取得车辆的最小转弯半径 R_{\min} ,此时对应最大的车辆转角 β_{\max} 。又因为方向盘转角 α 与车辆转弯半径及后轴夹角 β 成线性关系,即 $\beta = k\alpha$;其中 k 可以根据汽车动力学相关知识得到;因此,当选取最小转弯半径 R_{\min} 作为车辆转弯半径时,车辆转向角最大,也对应着车辆最大方向盘转角度数。

[0079] 当选取最大方向盘转角作为转向逃逸角进行逃逸能够保证在车辆不翻车的情况下,最大限度的实现车辆转向逃生。

[0080] 车辆方向盘最大转向角确定包括以下步骤:

[0081] 1) 确定车辆最小转弯半径 R_{\min} ;

[0082] 当自车车速为 V_{ex} (不考虑在纵向上的车速)时,车辆所受的离心力的大小:

$$[0083] \quad F_G = \frac{mV_{ex}^2}{R}$$

[0084] 此时,车辆所受的侧向摩擦力的大小 $F_f = \mu mg$:

[0085] 如果 $F_G = F_f$,此时的半径即为最小转弯半径 R_{\min} ,所以可知:

[0086]

$$\text{最小半径 } R_{\min} = \frac{V_{ex}^2}{\mu g}$$

[0087] 2) 基于几何关系计算最大车辆转角:当车辆以最小转弯半径进行逃逸时,此时车辆的转角对应为最大车辆转角 β_{\max} 。

[0088] 如图 4 所示,图中, l 为车辆前后轴轴距,由图可知,

$$[0089] \quad \sin \beta_{\max} = \frac{\frac{l}{2}}{R_{\min}};$$

$$[0090] \quad \text{即 } \sin \beta_{\max} = \frac{\mu g l}{2V_{ex}^2};$$

$$[0091] \quad \text{所以 } \beta_{\max} = \sin^{-1} \frac{\mu g l}{2V_{ex}^2};$$

[0092] 3) 确定最大方向盘转角;

[0093] 又 $\beta = k\alpha$

$$[0094] \quad \text{所以可得知最大方向盘转角 } \alpha_{\max} = \frac{1}{k} \sin^{-1} \frac{\mu g l}{2V_{ex}^2};$$

[0095] 步骤(II)中,位移 S_2 的确定包括以下步骤:

[0096] 1) 读取此时自车与相邻车道目标车辆在第一方向和第二方向上距离自车的距离 l_1 和 b_1

[0097] 2) 当车辆以 β 角开始转向行驶的时候,基于几何关系,计算自车行驶至目标车辆的轨道时,自车沿第一方向的位移 l_2 ;所述位移 S_2 为所述 l_1 与所述 l_2 之和。

[0098] 具体计算过程如下:如图 5 所示,假设进行自车转向逃逸,若行驶至目标车辆所在车道时,正好与目标车辆相撞,此时的车辆逃逸路径如图 5 所示,此处假设车辆为质点进行说明。

[0099] 从图 5 中可得知,依据几何关系,目标车辆的位移 S_2 包括两段距离:目标车辆落后自车距离 l_1 和自车沿第一方向的位移 l_2 。

[0100] 其中, l_1 大小经由位于车辆上的雷达传感器的探测系统可直接探测获得,位移 l_2 具体计算过程如下:

[0101] 根据图 5 分析可知: $l_2 = b_1 \tan \beta$, 其中 β 为自车转向逃逸角度,步骤(2)中已经计算得知,因此,可获知位移 S_2 的大小。

[0102] 由于我们假设车辆为质点忽略了车辆本身的长度对碰撞的影响,同时为了得到一个更加安全的逃逸区间,需要在 l_2 的基础上增加一定的安全系数 γ (γ 值的大小取决于系统标定的结果),因此碰撞范围的区间为 $((l_1 + l_2 - \gamma), (l_1 + l_2 + \gamma))$ 。

[0103] 步骤(III)中,位移 l_{02x} 的确定包括以下步骤:

[0104] 1) 基于几何关系,确定自车转向逃逸距离 l_3 ;

[0105] 2) 基于逃逸时自车速度、第二加速度以及逃逸距离 l_3 确定自车转向逃逸时间 t_{es} ; 本实施例中,所述第二加速度大小为 $0.7g$ 。

[0106] 3) 基于所述转向逃逸时间 t_{es} 以及目标车辆速度,确定目标车辆的位移 l_{02x} 。

[0107] 具体分析过程如下:为了不干扰相邻车道车辆的正常行驶,并且防止相邻车道驾驶员未注意到自车的逃逸而不进行制动的情况发生,因此系统在计算逃逸路线时假定相邻车道的目标车辆以 V_{02x} 车速匀速行驶 ($a_{02x} = 0$)。

[0108] 如图 4 所示,其中, l_3 为自车从自车道逃逸到相邻车道所需行驶的距离, t_{es} 为自车从自车道逃逸到相邻车道所需行驶的时间。 V_{02x} 为目标车辆的车速,第二减速加速度设为 a_{ex1} , 本实施例中,第二减速加速度为 $0.7g$, 其中 g 为自由落体重力加速度。

[0109] 由几何关系可知 $l_3 = \frac{b_1}{\sin \beta}$;

[0110] 又由通过距离计算公式,可知 $l_3 = V_{ex} t_{es} - \frac{1}{2} a_{ex1} t_{es}^2$;

[0111] 由此可知:

$$[0112] \quad t_{es} = \frac{-(-V_{ex}) - \sqrt{(-V_{ex})^2 - 2(\frac{1}{2} a_{ex1}) \frac{b_1}{\sin \beta}}}{2 \cdot \frac{1}{2} a_{ex1}} = \frac{V_{ex} - \sqrt{(V_{ex})^2 - 2(a_{ex1}) \frac{b_1}{\sin \beta}}}{a_{ex1}};$$

[0113] 由于假设相邻车道的目标车辆匀速行驶因此,相邻车道目标车辆的行驶距离

$$[0114] \quad l_{02x} = V_{02x} * t_{02x} = V_{02x} * t_{es} = V_{02x} * \frac{V_{ex} - \sqrt{(V_{ex})^2 - 2(a_{ex1}) \frac{b_1}{\sin \beta}}}{a_{ex1}};$$

[0115] 因此,在自车逃逸到相邻车道的时间内,如果相邻车道的目标车辆沿第一方向行驶距离 $l_{02x} \in ((l_1 + l_2 - \gamma), (l_1 + l_2 + \gamma))$, 那么认为无法通过自动转向进行逃逸,反之,则按照选定的方向盘转角进行自动转向逃逸。

[0116] 以上即为本实施例中,系统判断有碰撞危险时,具体的操作方法与算法判断过程。

[0117] 在其中一实施例中,步骤(2)与步骤(3)中还包括危险解除判断步骤,若系统判断危险解除,转入步骤(1)中等待模式。若系统在自动制动模式与转向模式中,判断之前的产生危险的条件已经解除,则转入步骤(1)的等待模式中。

[0118] 在其中一实施例中,步骤(1)之前还包括初始化步骤,初始化步骤中检测硬件设备状况是否良好,若硬件设备运行正常,则转入步骤(1),进行防碰撞监测。

[0119] 在其中一实施例中,上述初始化步骤、等待步骤、自动制动步骤以及自动转向步骤中还包括中断步骤,当系统监测所述设备运行出现故障时,中断原工作步骤,转入故障模式。

[0120] 下面结合汽车硬件设备以及系统工作状态迁移图对上述带有转向控制功能的防碰撞方法

[0121] 的工作原理进行进一步解释。

[0122] 如图 6 所示,一种带有转向控制功能的防碰撞系统,包括分别与总线 CAN 相连的车身控制模块、仪表显示器、电子稳定控制系统 ESC、电子助力转向系统 EPS、传感器模块和环境探测模块。

[0123] 其中,传感器模块包括分别与总线相连的横摆角传感器 YAW-RATE、轮速传感 Speed-Sensor 以及方向盘转角传感器 SAS。YAW-RATE 用于向系统提供当前车辆的横摆角速度;Speed-Sensor 用于告知当前的车速;SAS 用于探测车辆当前的方向盘转角,监测车辆的运动姿态,以及系统自动转向时计算所需要的方向盘转角值。

[0124] 环境探测模块包括分别与总线相连的雷达探测模块与摄像头模块。

[0125] 雷达模块包括三个规格为 77GHZ 的雷达,用于探测自车与周围车辆的位置信息以及周围车辆的速度信息,其中本系统的控制模块被集成在前雷达的控制模块中,用于接收处理环境探测模块以及传感器模块传来的数据,根据上述数据确定自车的安全状态,适时候向系统发送报警、减速、刹车以及自动转向的指令。

[0126] 雷达模块中,前雷达布置在车辆前徽标后方,与车辆各向轴线夹角为 $0 \pm 3^\circ$,后雷达(左)布置在后保险杠后方,与车辆纵向轴线夹角为 $40 \pm 3^\circ$,后雷达(右)也布置在后保险杠后方,与车辆纵向轴线夹角亦为 $40 \pm 3^\circ$ 。以保证能够实现对自车周围环境的监测。

[0127] 摄像头模块包括两个摄像头,辅助雷达模块监测自车的行驶环境,摄像头(左)布置在左侧外后视镜下方,覆盖前后雷达未覆盖的其他左侧区域;侧摄像头(右)布置在左侧外后视镜下方,覆盖前后雷达未覆盖的其他右侧区域。

[0128] 上述传感器模块与环境探测模块感知车辆周围的环境,通过传感器模块与环境探测模块探测的数据,实现对自车周围 360° 范围内的其它车辆进行监测。

[0129] 车身控制模块包括与总线相连的车身控制器以及分别与车身控制器相连的系统关闭按键、制动灯控制模块和转向灯控制模块。当车内乘员选择不需要打开防碰撞系统时,可通过系统关闭按键关闭该系统;当系统判断车辆行驶过程中发生危险,需要通过车辆制动来避免危险时,系统通过制动灯控制模块来点亮制动灯,提示车内人员车辆即将紧急制动;当系统判断需要通过转向来避免危险时,除点亮制动灯外,系统还通过转向灯控制模块,打开车辆转向时对应侧的转向灯,提示周围其他车辆的驾驶人员,自车即将进行转向。

[0130] ESC 系统用于根据前雷达内系统控制模块发出加速度值,进行自动制动;EPS 系统用于根据前雷达内系统控制模块发出的方向盘转角值,进行自动转向。

[0131] 仪表显示器作用主要是根据控制模块的指令实现本系统进行人机交互显示。

[0132] 当上述系统具体工作时,工作状态迁移图如图 7 所示。其中,状态迁移图中的各条件详见以下表格。

[0133]

条件	解释	动作
初始化条件	将点火锁打到 IGN 档	无
初始化结束条件	硬件自检通过	故障警告灯熄灭
前方危险条件	系统通过前方雷达感知到的信息判断前方碰撞不可避免	仪表显示“系统将启动自动制动功能”及声音报警信号
转向逃逸条件	系统判断前方碰撞无法通过自动刹车来完全避免，并且判断出可以通过自动转向的方式来避免碰撞	仪表显示“系统将启动自动转向功能”及声音报警信号
危险解除条件	系统判断到当前危险已经被解除，无需继续进行制动或者转向	无
关闭系统条件	系统判断驾驶员按下关闭按键，要求系统关闭	仪表显示“防碰撞系统关闭”
系统故障条件	系统通过网络监测到系统出现总线丢失、硬件错误等故障	仪表显示“防碰撞系统故障”
初始化自循环条件	系统处于硬件自检过程中	故障灯闪烁
等待自循环条件	车辆行驶正常，前方未探测出危险时	无
自动制动自循环条件	自动制动过程中	以系统计算的减速度进行制动，仪表显示“自动制动标识”，并且点亮制动灯
自动转向自循环条件	自动转向过程中	以系统计算的方向盘转角和减速度进行转向和制动，仪表显示“自动转向标识”，点亮制动灯，并且打开对应侧的转向灯
关闭自循环条件	系统开启按键未被按下	无
故障自循环条件	系统故障未得到解除	仪表内故障灯常亮。

[0134] 当自车启动，点火档处于 IGN 档位时，系统开始进行初始化进行自检。系统在进行硬件自检的过程中，故障灯闪烁，提示车内人员正在进行系统硬件检测。若系统通过网络

监测到系统出现总线丢失、硬件错误等故障时，系统退出初始化模式，并转入故障模式。若经确认硬件设备处于正常状态后，系统初始化过程完成，故障警告灯熄灭，提示车辆设备正常，系统开始工作，进入等待模式。

[0135] 等待模式中，传感器模块与环境监测模块对自车周围环境进行监测，当系统经由传感器模块与环境监测模块传来的数据判断周围车辆行驶正常，前方未探测出危险时，继续进行等待模式，在此过程中，当系统通过网络监测到系统出现总线丢失、硬件错误等故障，转入故障模式。若系统判断周围车辆正常行驶，未探测到前方出现危险，继续执行等待模式。

[0136] 在以上初始化模式与等待模式中，如果车内乘员按下关闭按键，要求系统关闭，则系统转至关闭模式，并通过仪表显示器显示“防碰撞系统关闭”的字样，提示车内乘员该系统已关闭。

[0137] 在等待模式中，若系统处理前方雷达和其他设备提供的信息后，判断会与前车发生碰撞，系统转入自动制动模式。

[0138] 在自动制动模式中，若系统通过网络监测到系统出现总线丢失、硬件错误等故障时，将通过仪表显示器显示仪表显示“防碰撞系统故障”，转入故障模式。若系统判断前方探测的危险可以通过自动制动避免碰撞时或者前方探测出危险无法通过制动避免碰撞也无法通过自动转向避免碰撞，系统继续自动制动模式，ESC 系统根据前雷达内系统控制模块发出加速度值，在原车道上进行自动制动，并在仪表显示器上显示“自动制动标识”，同时，点亮制动灯，提示车内驾驶人员，车辆正转进行自动制动。当系统判断当前危险已经被解除，无需继续进行制动或者转向时，则转入等待模式中，继续正常行驶。

[0139] 自动制动模式中，若系统判断前方碰撞无法通过自动刹车来完全避免，但是系统计算转向逃逸的方向盘转角和减速度后，判断出可以通过自动转向的方式来避免碰撞时，系统转入自动转向模式。

[0140] 在自动转向模式中，若系统通过网络监测到系统出现总线丢失、硬件错误等故障时，将通过仪表显示器显示仪表显示“防碰撞系统故障”。若系统判断可以经过转向逃逸时，EPS 系统根据前雷达内系统控制模块发出的方向盘转角值和减速度进行转向和制动，同时，仪表显示器显示“自动转向标识”，点亮制动灯，并且打开对应侧的转向灯，分别提醒车内乘员和车外其他车辆的驾驶人员，自车即将转向；若系统判断当前危险已经被解除，无需继续进行制动或者转向时，则转入等待模式中，继续正常行驶。

[0141] 上述对实施例的描述是为了便于该技术领域的普通技术人员能理解和应用本发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对上述实施例做出各种修改，并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此，本发明不限于这里的实施例，本领域技术人员根据本发明的揭示，不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

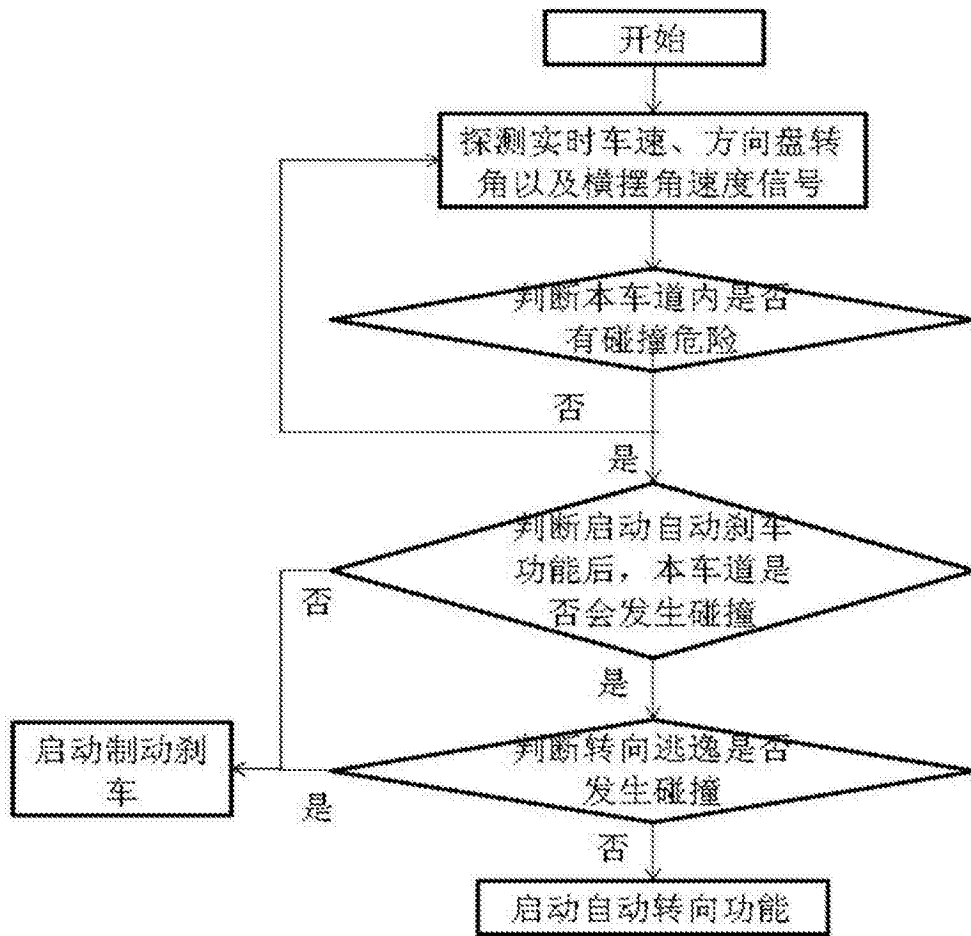


图 1

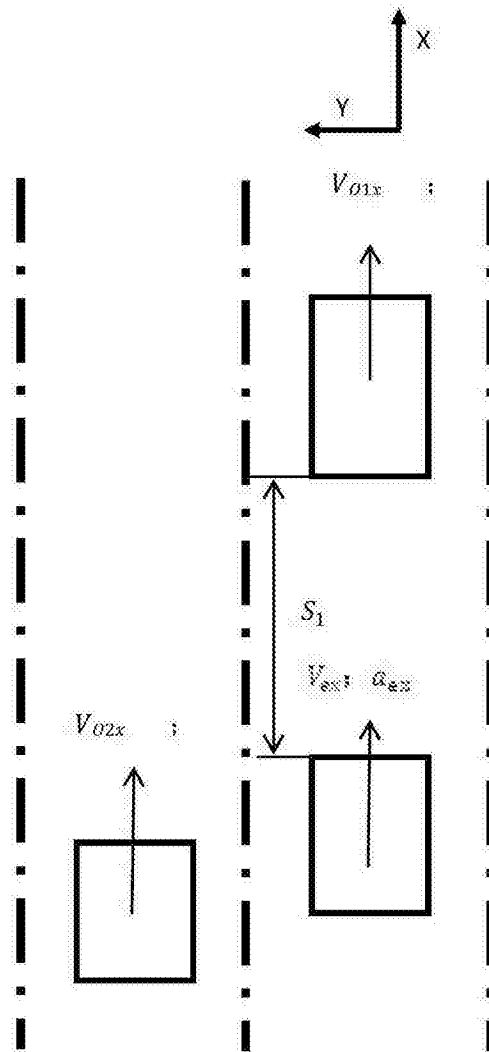


图 2

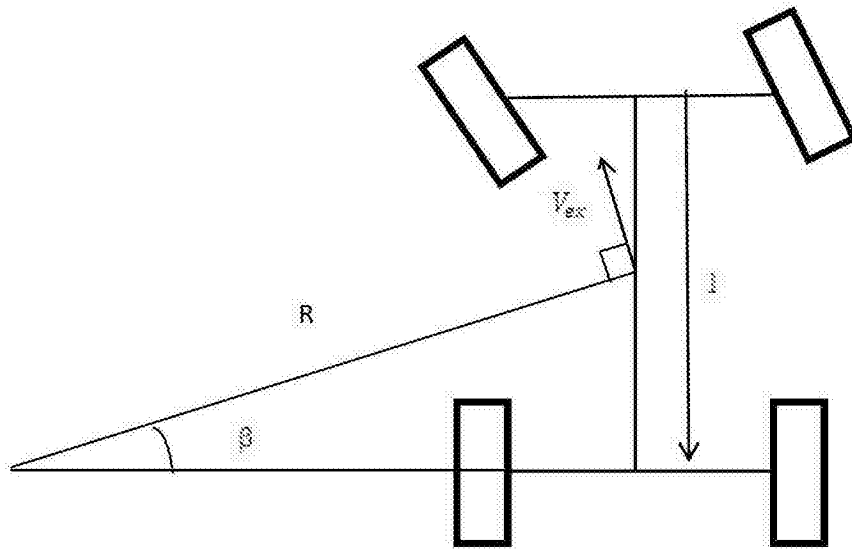


图 4

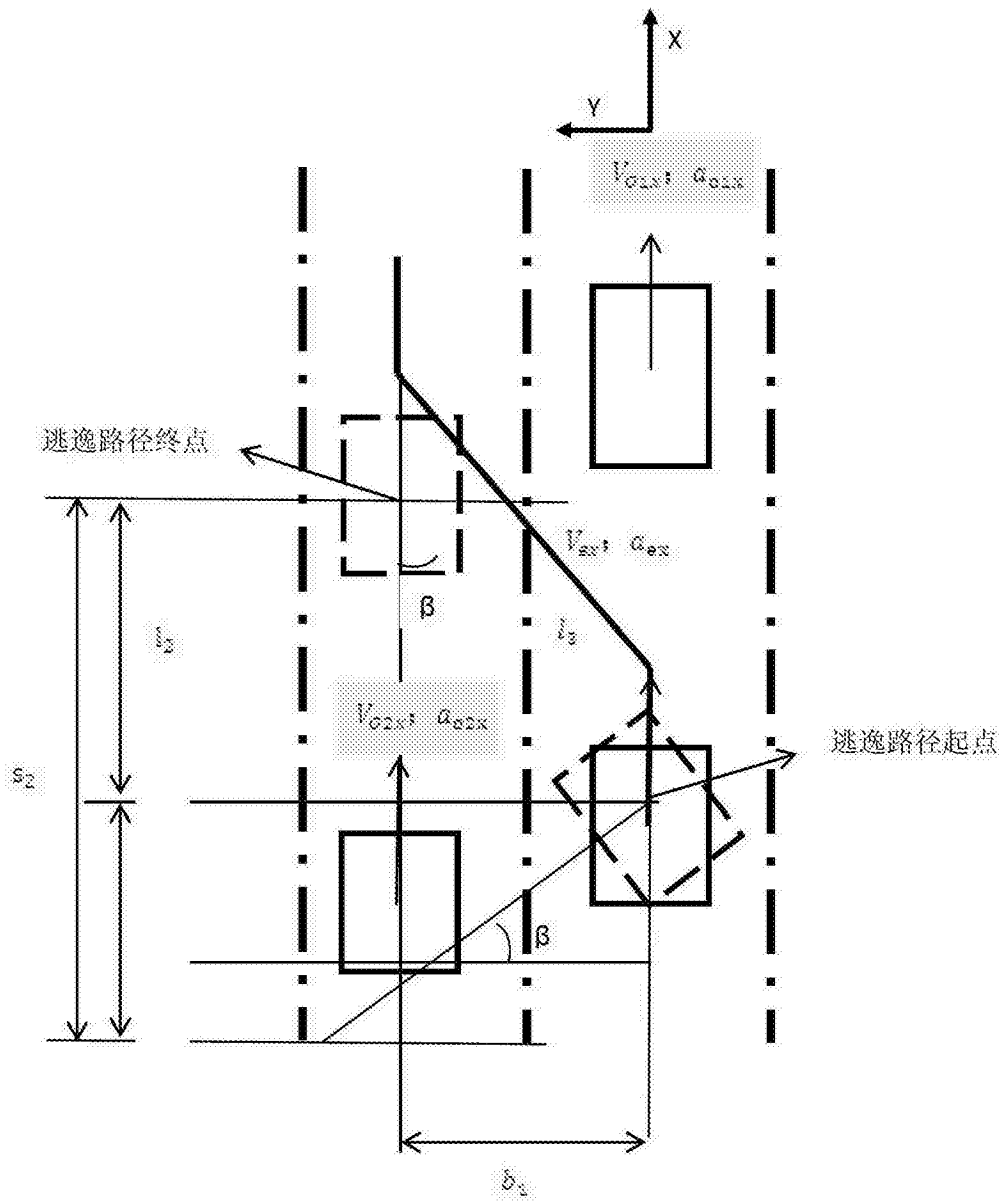


图 5

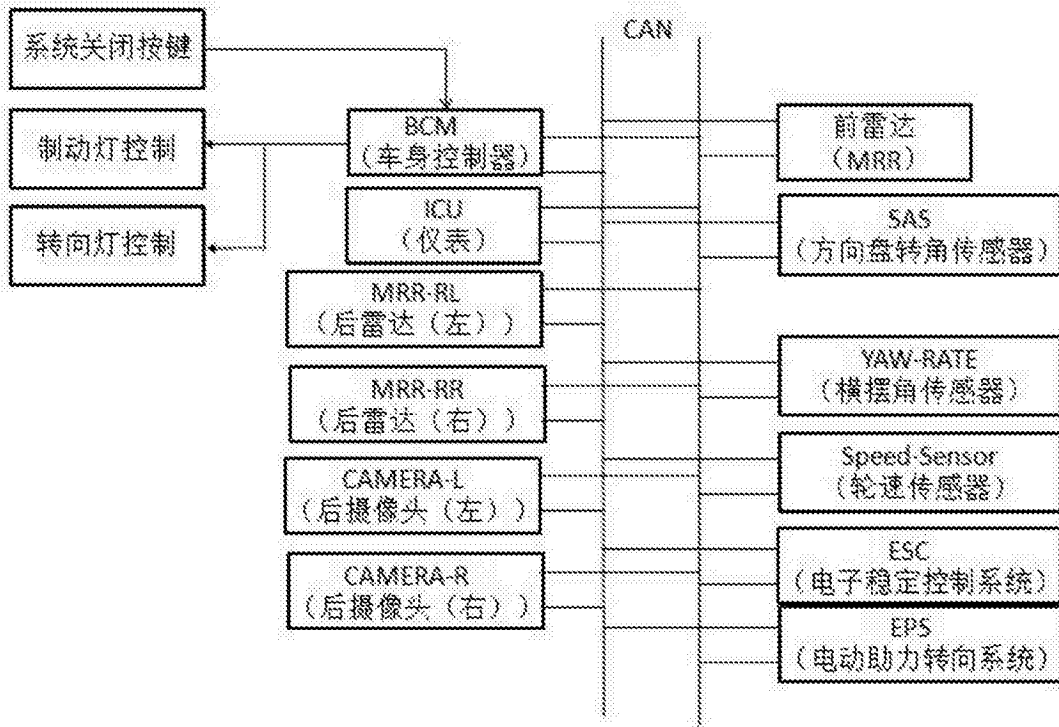


图 6

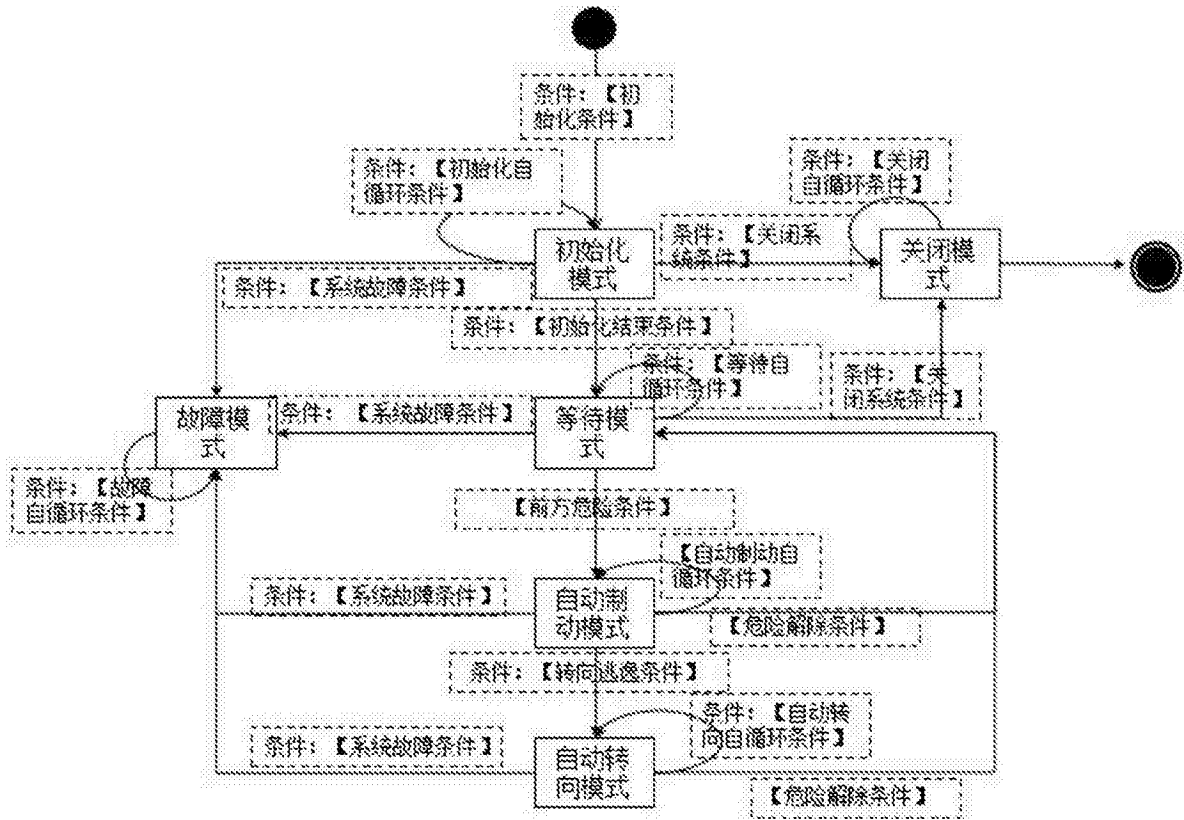


图 7