



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112428954 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 23

(21) 申请号 202011237203.4

(22) 申请日 2020.11.09

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112428954 A

(43) 申请公布日 2021.03.02

(73) 专利权人 江苏大学
地址 212013 江苏省镇江市京口区学府路
301号

(72) 发明人 袁朝春 张海峰 何友国 张厚忠
孙晓强

(51) Int. Cl.
B60R 21/0134 (2006.01)
B60W 50/14 (2020.01)
B60Q 9/00 (2006.01)
B60Q 1/34 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 107757623 A, 2018.03.06
- CN 107757623 A, 2018.03.06
- CN 110646800 A, 2020.01.03
- CN 107161146 A, 2017.09.15
- CN 110884423 A, 2020.03.17
- US 2012154135 A1, 2012.06.21
- US 2013085976 A1, 2013.04.04

审查员 李琳琳

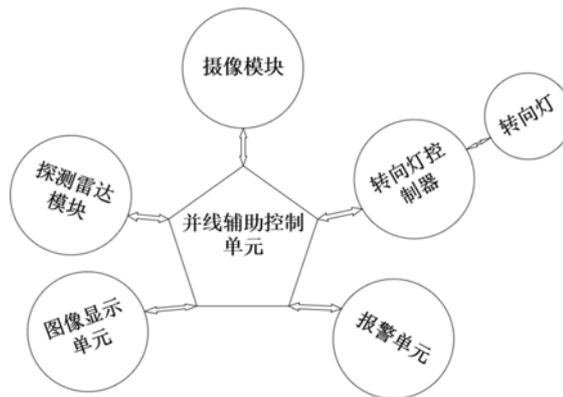
权利要求书3页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种自适应调节的并线辅助装置及控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种自适应调节的并线辅助装置及控制方法,包括:并线辅助控制单元、摄像模块、探测雷达模块、报警单元、图像显示单元、转向灯控制器;所述并线辅助控制单元与摄像模块、探测雷达模块、报警单元、图像显示单元、转向灯控制器相连接,所述转向灯控制器与转向灯相连接;所述并线辅助控制单元根据转向灯打开的信号,控制摄像头和探测雷达打开,并根据摄像头和探测雷达探测的信息计算相应的安全距离,控制蜂鸣器、报警灯和显示器,以提醒驾驶员能否安全并线操作。本发明根据车辆以及周边环境的状态信息计算得到自适应调节的安全距离和报警距离,通过控制蜂鸣器、报警灯提醒驾驶员,以辅助驾驶员进行安全的并线操作。



1. 一种自适应调节的并线辅助控制方法,其特征在于,包括如下几种情况:

①当驾驶员打开左转向灯准备开始并线操作时:车辆立即将左转向灯信号通过转向灯控制器传输给并线辅助控制单元,然后并线辅助控制单元立即激活左侧摄像头和左侧毫米波雷达以及前毫米波雷达对车辆周边行驶环境进行探测,并将探测到的数据传输给并线辅助控制单元,最后并线辅助控制单元经过计算控制蜂鸣器,报警灯和车载显示器,以提醒驾驶员能否安全并线操作;

当前侧毫米波雷达探测未发现前方存在障碍物,左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测未发现周边行驶环境存在障碍物时,蜂鸣器不发出报警声,报警灯呈绿色,车载显示器不进行周边行驶环境的显示;当左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测发现周边行驶环境存在障碍物时,并线辅助控制单元进行如下计算判断是否能够开始安全并线操作:

$$s = \left(v_r t_e + \frac{1}{2} a_0 t_e^2 \right) - \left(v_1 t_e + \frac{1}{2} a_1 t_e^2 \right) + S_0 - L$$

上式中,s是换道后自车和后车间的距离; v_r 是自车纵向速度; v_1 是后车纵向速度; t_e 是换道时间,此处取3s; a_0 是自车加速度; a_1 是后车纵向加速度; S_0 是并线操作开始时自车和后车的纵向距离;L是自车车身长度;

当 $5\text{m} < s \leq 10\text{m}$ 时,蜂鸣器不发出报警声,报警灯呈绿色,车载显示器不进行周边行驶环境的显示,此时驾驶员可以安全的进行并线操作;

当 $2\text{m} < s \leq 5\text{m}$ 时,蜂鸣器发出报警声,报警灯呈黄色,车载显示器显示周边行驶环境,此时驾驶员可以根据实际情况谨慎的进行并线操作;

当 $s \leq 2\text{m}$ 时,蜂鸣器发出高频报警声,报警灯呈红色,车载显示器显示周边行驶环境,此时驾驶员停止进行并线操作,直至警报声消除,报警灯呈绿色,才可再进行并线操作;

②当驾驶员打开左转向灯准备开始并线操作时:车辆立即将左转向灯信号通过转向灯控制器传输给并线辅助控制单元,然后并线辅助控制单元立即激活左侧摄像头和左侧毫米波雷达以及前毫米波雷达对车辆周边行驶环境进行探测,并将探测到的数据传输给并线辅助控制单元,最后并线辅助控制单元经过计算相应的安全距离,控制蜂鸣器,报警灯和车载显示器,以提醒驾驶员能否安全并线操作;

当前毫米波雷达探测发现前方存在障碍物,设车辆并线换道过程中,纵向速度保持不变,并线辅助控制单元进行如下计算判断此时并线换道与前方车辆是否有碰撞风险,

采用如下五次多项式并线避撞模型,计算的横向位移为:

$$y(t) = y_e \left[10 \left(\frac{t}{t_e} \right)^3 - 15 \left(\frac{t}{t_e} \right)^4 + 6 \left(\frac{t}{t_e} \right)^5 \right] \quad (1)$$

式中, y_e 为车辆完成并线的横向位移,取3.75m, t_e 为车辆换道时间;

对上式进行两次求导,得到并线过程中的侧向加速度的公式如下:

$$a_y(t) = \frac{60y_e}{t_e^5} (2t^3 - 3t_e t^2 + t_e^2 t)$$

则并线过程中,最大侧向加速度为

$$a_{y\max} = \frac{10\sqrt{3}y_e}{3t_e^2}$$

考虑车辆稳定性和驾乘人员舒适性,取

$$|a_{y\max}| \leq 0.6\mu \cdot g$$

式中, μ 为路面附着系数, g 为重力加速度;

则有:

$$t_{emin} = \frac{5}{3} \times \sqrt{\frac{2\sqrt{3}y_e}{\mu \cdot g}}$$

设在车辆并线避撞过程中相邻车道无车辆干扰,将车辆在纵向上离碰撞时间点 t_c 为:

$$t_c = \frac{S_3 - v_r \tau_{delay} - d_0}{v_r - v_f}$$

式中 τ_{delay} 为车辆检测规划时滞, v_f 为前车纵向速度, d_0 为预留安全距离,取2.5m;

在横向上必须满足车辆质心的横向位移 $y(t_c)$ 减去 L_{OB} 的距离要大于前车相对于车辆质心的横向宽度 W_b ,其中 $L_{OB} = L_{OA} \cos\alpha$,其中 L_{OA} 为车辆质心到右后点的距离,以O点为圆心对车辆进行旋转,根据(1)式进行求导可得车辆航向角 ϕ 在 $t_c/2$ 取最大值,此时 L_{OB} 也取最大值, β 此时为车辆中心轴线与OA之间的夹角,所以车辆在横向上满足下式即可:

$$W_b = y_e \left[10 \left(\frac{t_c}{t_{ec}} \right)^3 - 15 \left(\frac{t_c}{t_{ec}} \right)^4 + 6 \left(\frac{t_c}{t_{ec}} \right)^5 \right] - L_{OA} \cdot \cos(90 - \phi_{max} - \beta)$$

根据上式可以求解出满足并线避撞要求的临界最小换道时间 t_{ec} ,令 η 为临界避撞最小换道时间与当前路面下允许的最小换道时间的比值,即 $\eta = t_{ec}/t_{emin}$;

若 η 小于1则说明临界换道时间小于此附着条件下的最小换道时间,此时不允许进行并线换道避撞,蜂鸣器发出高频报警声,报警灯呈红色,车载显示器显示周边行驶环境,此时驾驶员停止进行并线操作,直至警报声消除,报警灯呈绿色,才可再进行并线操作;

若 η 大于1说明有一定的并线换道缓冲,可以进一步充分利用纵向距离来减小横向加速度,取 $1 \leq \eta \leq 1.5$,此时,如果左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测未发现周边行驶环境存在障碍物,蜂鸣器不发出报警声,报警灯呈绿色,车载显示器不进行周边行驶环境的显示;如果左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测发现周边行驶环境存在障碍物,并线辅助控制单元进行如下计算判断是否能够开始安全并线操作;

计算公式如下:

$$s = v_r t_e - \left(v_1 t_e + \frac{1}{2} a_1 t_e^2 \right) + S_0 - L$$

上式中, s 是换道后自车和后车间的距离; v_r 是自车纵向速度; v_1 是后车纵向速度; t_e 是换道时间,此处取 $3s$; a_1 是后车纵向加速度; S_0 是并线操作开始时自车和后车的纵向距离; L 是自车车身长度;

当 $5m < s \leq 10m$ 时,蜂鸣器不发出报警声,报警灯呈绿色,车载显示器不进行周边行驶环境的显示,此时驾驶员可以安全的进行并线操作;

当 $2m < s \leq 5m$ 时,蜂鸣器发出报警声,报警灯呈黄色,车载显示器显示周边行驶环境,此时驾驶员可以根据实际情况谨慎的进行并线操作;

当 $s \leq 2m$ 时,蜂鸣器发出高频报警声,报警灯呈红色,车载显示器显示周边行驶环境,此

时驾驶员停止进行并线操作,直至警报声消除,报警灯呈绿色,才可再进行并线操作;

③当车辆两侧摄像头检测到车轮压线时,ECU自动打开对应转向灯,若探测到前方无障碍物时,控制方法和情况①相同;

④当车辆两侧摄像头检测到车轮压线时,ECU自动打开对应转向灯,若探测到前方有障碍物时,控制方法步骤和情况②相同;

上述左转并线的方法同样适用于右转并线。

2. 根据权利要求1所述的一种自适应调节的并线辅助控制方法,其特征在于,所述自车纵向速度 v_r 和纵向加速度 a_0 由自车车辆传感器测得,后车纵向速度 v_1 和纵向加速度 a_1 由毫米波雷达和摄像头所测数据经过简单的数据融合所获得,并线操作开始时自车和后车的纵向距离 S_0 由毫米波雷达测得,自车车身长度 L 由自车实际尺寸信息得到。

一种自适应调节的并线辅助装置及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种汽车辅助装置,特别是一种自适应调节的并线辅助装置及控制方法。

背景技术

[0002] 随着社会经济的发展,人民生活水平日益提高,汽车保有量不断增加,随之而来的交通事故也越来越多。由于汽车后视镜本身存在视觉盲区,以致驾驶员无法及时、准确地获知后方车辆的动向。同时,并线换道过程中经常忽略与自车前方车辆的碰撞风险。因此,车辆并线刮蹭在两车碰撞事故中非常常见。

[0003] 目前,针对后视镜本身存在的视觉盲区无法观测的问题,主要有以下两种解决方案:一是基于雷达(通常是毫米波雷达)和摄像头对车辆周边行驶环境进行检测,用摄像头检测车辆两侧的近端环境,用雷达监测车辆后方的远端环境,以此实现对车辆周边行驶环境的检测;二是基于双目识别系统对车辆周边行驶环境进行检测。以上两种方案在正常情况下都能够很好的对车辆周边形式环境进行检测,以使车辆安全并线行驶。但是,雷达常常会检测到一些干扰、障碍物,形成虚报,同时也会受周围其他车辆雷达的电磁波影响,导致检测数据失准。此外,摄像头受天气等因素影响比较严重,恶劣环境难以准确检测周边行驶环境。因此,本发明提供了一种自适应调节的并线辅助装置,该装置在任何环境下都能够准确检测车辆周边行驶环境,且在并线换道过程中预留了一定的与前方车辆的安全距离,实现安全换道。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术方案的缺点,提供一种能够自适应调节的并线辅助装置。

[0005] 本发明的目的通过以下技术方案来实现:一种自适应调节的并线辅助装置,所述装置包括并线辅助控制单元、摄像模块、探测雷达模块、报警单元、图像显示单元、转向灯控制器。

[0006] 所述并线辅助控制单元与摄像模块、探测雷达模块、转向灯控制器相互连接,所述并线辅助控制单元还与报警单元、图像显示单元相连接。

[0007] 所述转向灯控制器与转向灯相连接。

[0008] 所述摄像模块包括两个摄像头,分别安装在车辆左右后视镜下方,用于拍摄车辆左右两侧行驶环境。

[0009] 所述探测雷达模块包括三个毫米波雷达,分别安装在车辆前保险杠中间位置和车辆侧后方两侧,用于探测车辆前方、两侧及其侧后方的行驶环境。

[0010] 所述报警单元包括蜂鸣器和警报灯,蜂鸣器安装在车辆内部,警报灯分别安装在左后视镜和右后视镜上,所述报警单元用于提醒驾驶员是否能够进行安全并线操作。

[0011] 所述图像显示单元为车载系统显示器,用于显示摄像模块所拍摄的车辆两侧画

面,此画面包括后视镜视觉盲区。

[0012] 所述并线辅助控制单元根据转向灯打开的信号,控制摄像头和探测雷达打开,并根据摄像头和探测雷达探测的信息计算相应的安全距离,控制蜂鸣器、报警灯和显示器,以提醒驾驶员能否安全并线操作。

[0013] 依据上述装置,本发明提出了一种并线辅助控制方法,具体内容在具体实施方式部分记载。

[0014] 本发明的有益效果:

[0015] (1) 将摄像头和毫米波雷达采集的数据进行融合,以使任何环境下都能够准确检测车辆周边行驶环境;

[0016] (2) 设置可根据车辆以及周边环境的状态信息自适应调节的安全距离和报警距离,以使驾驶员进行安全的并线操作。

附图说明

[0017] 图1是本发明的各部件连接示意图;

[0018] 图2是本发明的各部件安装位置示意图;

[0019] 图3是本发明的传感器可探测范围示意图;

[0020] 图4是本发明的车辆安全并线避让示意图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0022] 本发明提供一种自适应调节的并线辅助装置,如图1所示,所述装置包括并线辅助控制单元、摄像模块、探测雷达模块、报警单元、图像显示单元、转向灯控制器。

[0023] 所述并线辅助控制单元与摄像模块、探测雷达模块、转向灯控制器相互连接,所述并线辅助控制单元还与报警单元、图像显示单元相连接,如图1所示。

[0024] 所述转向灯控制器与转向灯相连接,如图1所示。

[0025] 所述摄像模块包括两个摄像头,分别安装在车辆左右后视镜下方,用于拍摄车辆左右两侧行驶环境,如图2所示。

[0026] 所述摄像头的探测范围是车辆两侧4至6米,如图3所示,图中虚线所示区域分别为左摄像头和右摄像头的探测范围。

[0027] 所述探测雷达模块包括三个毫米波雷达,分别安装在车辆前保险杠中间位置和车辆侧后方两侧,用于探测车辆前方、两侧及其侧后方的行驶环境,如图2所示。

[0028] 所述毫米波雷达采用77GHz毫米波雷达,探测距离为50至100米,如图3所示,灰色区域分别为三个毫米波雷达的探测范围。

[0029] 所述毫米波雷达同时测量多组数据,将所测量的数据进行拟合,得出精确的车辆周围的行驶环境实时信息,主要包括:他(后)车纵向速度 v_1 ,他(后)车纵向加速度 a_1 ,并线操作开始时自车和他(后)车的纵向距离 S_0 。

[0030] 所述左右两侧毫米波雷达探测距离根据自车纵向速度进行自动调整,当车速处于0-12km/h时,毫米波雷达探测距离为100米;当车速处于12-30km/h时,毫米波雷达探测距离为90米;当车速处于30-48km/h时,毫米波雷达探测距离为75米;当车速处于48-66km/h时,

毫米波雷达探测距离为60米;当车速处于66-84km/h时,毫米波雷达探测距离为45米;当车速超过84km/h时,毫米波雷达探测距离为30米。

[0031] 所述前毫米波雷达探测距离根据自车纵向速度进行自动调整,当车速处于0-36km/h时,毫米波雷达探测距离为30米;当车速处于36-54km/h时,毫米波雷达探测距离为45米;当车速处于54-72km/h时,毫米波雷达探测距离为60米;当车速处于72-90km/h时,毫米波雷达探测距离为75米;当车速处于90-108km/h时,毫米波雷达探测距离为90米;当车速超过108km/h时,毫米波雷达探测距离为110米。

[0032] 所述毫米波雷达探测距离仅适用于本发明的并线辅助工况。

[0033] 所述报警单元包括蜂鸣器和警报灯,蜂鸣器安装在车辆内部,警报灯分别安装在左右后视镜上,如图2所示,所述报警单元用于提醒驾驶员是否能够进行安全并线操作。

[0034] 所述图像显示单元为车载系统显示器,用于显示摄像模块所拍摄的车辆两侧画面,此画面包括后视镜视觉盲区。

[0035] 所述并线辅助装置各模块在无并线操作或是车辆未压线时均处于休眠状态,以防止干扰驾驶员正常操作。

[0036] 结合以下提供四个实施例对本发明所述并线辅助装置的控制过程和方法做详细描述。

[0037] 第一实施例中,当驾驶员打开左转向灯准备开始并线操作时:车辆立即将左转向灯信号通过转向灯控制器传输给所述装置的并线辅助控制单元,然后并线辅助控制单元立即激活左侧摄像头和左侧毫米波雷达以及前毫米波雷达对车辆周边行驶环境进行探测,并将探测到的数据传输给并线辅助控制单元,最后并线辅助控制单元经过计算控制蜂鸣器,警报灯和车载显示器,以提醒驾驶员能否安全并线操作。

[0038] 具体的,本实施例中,前毫米波雷达探测未发现前方存在障碍物。当左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测未发现周边行驶环境存在障碍物时,蜂鸣器不发出报警声,警报灯呈绿色,车载显示器不进行周边行驶环境的显示;当左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测发现周边行驶环境存在障碍物时,并线辅助控制单元进行如下计算判断是否能够开始安全并线操作。

[0039] 计算公式如下:

$$[0040] \quad s = \left(v_r t_e + \frac{1}{2} a_0 t_e^2 \right) - \left(v_1 t_e + \frac{1}{2} a_1 t_e^2 \right) + S_0 - L$$

[0041] 上式中,s是换道后自车和他(后)车间的距离; v_r 是自车纵向速度; v_1 是他(后)车纵向速度; t_e 是换道时间,此处取3s; a_0 是自车加速度; a_1 是他(后)车纵向加速度; S_0 是并线操作开始时自车和他(后)车的纵向距离;L是自车车身长度。

[0042] 上述中,自车纵向速度 v_r 和纵向加速度 a_0 由自车车辆传感器测得,他(后)车纵向速度 v_1 和纵向加速度 a_1 由毫米波雷达和摄像头所测数据经过简单的数据融合所获得,并线操作开始时自车和他(后)车的纵向距离 S_0 由毫米波雷达测得,自车车身长度L由自车实际尺寸信息得到。

[0043] 当 $5m < s \leq 10m$ 时,蜂鸣器不发出报警声,警报灯呈绿色,车载显示器不进行周边行驶环境的显示,此时驾驶员可以安全的进行并线操作;当 $2m < s \leq 5m$ 时,蜂鸣器发出报警声,警报灯呈黄色,车载显示器显示周边行驶环境,此时驾驶员可以根据实际情况谨慎的进行

并线操作;当 $s \leq 2m$ 时,蜂鸣器发出高频报警声,报警灯呈红色,车载显示器显示周边行驶环境,此时驾驶员停止进行并线操作,直至警报声消除,报警灯呈绿色,才可再进行并线操作。第二实施例中,当驾驶员打开左转向灯准备开始并线操作时:车辆立即将左转向灯信号通过转向灯控制器传输给所述装置的并线辅助控制单元,然后并线辅助控制单元立即激活左侧摄像头和左侧毫米波雷达以及前毫米波雷达对车辆周边行驶环境进行探测,并将探测到的数据传输给并线辅助控制单元,最后并线辅助控制单元经过计算相应的安全距离,控制蜂鸣器,报警灯和车载显示器,以提醒驾驶员能否安全并线操作。

[0044] 具体的,本实施例中,前毫米波雷达探测发现前方存在障碍物。假设车辆并线换道过程中,纵向速度保持不变。并线辅助控制单元进行如下计算判断此时并线换道与前方车辆是否有碰撞风险。

[0045] 采用如下五次多项式并线避撞模型,横向位移为:

$$[0046] \quad y(t) = y_e \left[10 \left(\frac{t}{t_e} \right)^3 - 15 \left(\frac{t}{t_e} \right)^4 + 6 \left(\frac{t}{t_e} \right)^5 \right] \quad (1)$$

[0047] 式中, y_e 为车辆完成并线的横向位移,取3.75m, t_e 为车辆换道时间。

[0048] 对上式进行两次求导,得到并线过程中的侧向加速度的公式如下:

$$[0049] \quad a_y(t) = \frac{60y_e}{t_e^5} (2t^3 - 3t_e t^2 + t_e^2 t)$$

[0050] 则并线过程中,最大侧向加速度为

$$[0051] \quad a_{ymax} = \frac{10\sqrt{3}y_e}{3t_e^2}$$

[0052] 考虑车辆稳定性和驾乘人员舒适性,取

$$[0053] \quad |a_{ymax}| \leq 0.6\mu \cdot g$$

[0054] 式中, μ 为路面附着系数, g 为重力加速度。

[0055] 则有:

$$[0056] \quad t_{emin} = \frac{5}{3} \times \sqrt{\frac{2\sqrt{3}y_e}{\mu \cdot g}}$$

[0057] 如图4所示,假设在车辆并线避撞过程中相邻车道无车辆干扰,根据给定的五次多项式并线避撞路径,在并线过程中自车与他(前)车最容易发生右前后点角碰和车身侧刮,其中右后点为最后一个碰撞点,因此只需要在有限的纵向距离 S_3 内保证自车右后点跨过障碍物即可。所以,车辆在纵向上临碰撞时间点 t_c 为:

$$[0058] \quad t_c = \frac{S_3 - v_r \tau_{delay} - d_0}{v_r - v_f}$$

[0059] 式中 τ_{delay} 为车辆检测规划时滞, v_f 为他(前)车纵向速度, d_0 为预留安全距离,取2.5m。

[0060] 在横向上必须满足车辆质心的横向位移 $y(t_c)$ 减去 L_{OB} 的距离要大于他(前)车相对于车辆质心的横向宽度 W_b ,其中 $L_{OB} = L_{OA} \cos\alpha$,其中 L_{OA} 为车辆质心到右后点的距离,以0点为圆心对车辆进行旋转,根据(1)式进行求导可得车辆航向角 θ 在 $t_e/2$ 取最大值,此时 L_{OB} 也取最大值, β 为车辆中心轴线与0A之间的夹角,所以车辆在横向上满足下式即可。

$$[0061] \quad W_b = y_e \left[10 \left(\frac{t_c}{t_{ec}} \right)^3 - 15 \left(\frac{t_c}{t_{ec}} \right)^4 + 6 \left(\frac{t_c}{t_{ec}} \right)^5 \right] - L_{OA} \cdot \cos(90 - \phi_{max} - \beta)$$

[0062] 根据上式可以求解出满足并线避撞要求的临界最小换道时间 t_{ec} ，令 η 为临界避撞最小换道时间与当前路面下允许的最小换道时间的比值，即 $\eta = t_{ec}/t_{emin}$ 。

[0063] 若 η 小于1则说明临界换道时间小于此附着条件下的最小换道时间，此时不允许进行并线换道避撞，蜂鸣器发出高频报警声，报警灯呈红色，车载显示器显示周边行驶环境，此时驾驶员停止进行并线操作，直至警报声消除，报警灯呈绿色，才可再进行并线操作。

[0064] 若 η 大于1说明有一定的并线换道缓冲，可以进一步充分利用纵向距离来减小横向加速度。但是 η 不应过大，使较短时间内完成并线以保证道路利用效率，这里取 $1 \leq \eta \leq 1.5$ 。此时，如果左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测未发现周边行驶环境存在障碍物，蜂鸣器不发出报警声，报警灯呈绿色，车载显示器不进行周边行驶环境的显示；如果左侧摄像头和左侧毫米波雷达探测发现周边行驶环境存在障碍物，并线辅助控制单元进行如下计算判断是否能够开始安全并线操作。

[0065] 计算公式如下：

$$[0066] \quad s = v_r t_e - \left(v_1 t_e + \frac{1}{2} a_1 t_e^2 \right) + S_0 - L$$

[0067] 上式中， s 是换道后自车和他（后）车间的距离； v_r 是自车纵向速度； v_1 是他（后）车纵向速度； t_e 是换道时间，此处取 $3s$ ； a_1 是他（后）车纵向加速度； S_0 是并线操作开始时自车和他（后）车的纵向距离； L 是自车车身长度。

[0068] 上述中，自车纵向速度 v_r 由自车车辆传感器测得，他（后）车纵向速度 v_1 和纵向加速度 a_1 由毫米波雷达和摄像头所测数据经过简单的数据融合所获得，以使数据准确，并线操作开始时自车和他车的纵向距离 S_0 由毫米波雷达测得，自车车身长度 L 由自车实际尺寸信息得到。

[0069] 当 $5m < s \leq 10m$ 时，蜂鸣器不发出报警声，报警灯呈绿色，车载显示器不进行周边行驶环境的显示，此时驾驶员可以安全的进行并线操作；当 $2m < s \leq 5m$ 时，蜂鸣器发出报警声，报警灯呈黄色，车载显示器显示周边行驶环境，此时驾驶员可以根据实际情况谨慎的进行并线操作；当 $s \leq 2m$ 时，蜂鸣器发出高频报警声，报警灯呈红色，车载显示器显示周边行驶环境，此时驾驶员停止进行并线操作，直至警报声消除，报警灯呈绿色，才可再进行并线操作。

[0070] 第三实施例中，当车辆两侧摄像头检测到车轮压线时，ECU自动打开对应转向灯，若未探测到前方障碍物，其他方法步骤和第一实施例相同。

[0071] 第四实施例中，当车辆两侧摄像头检测到车轮压线时，ECU自动打开对应转向灯，若探测到前方障碍物，其他方法步骤和第二实施例相同。

[0072] 本发明所提供的自适应调节的并线辅助装置及控制方法同样适用于车辆进行右转向安全并线操作。

[0073] 上文所列出的一系列的详细说明仅仅是针对本发明的可行性实施方式的具体说明，它们并非用以限制本发明的保护范围，凡未脱离本发明技术所创的等效方式或变更均应包含在本发明的保护范围之内。

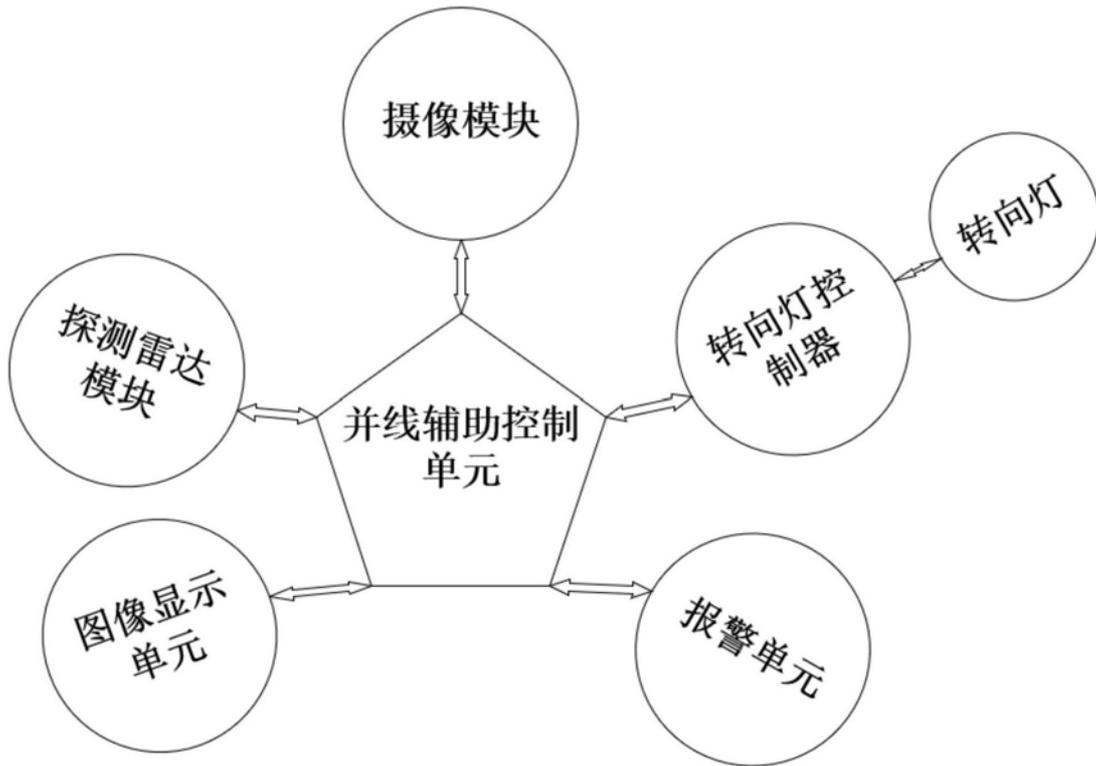


图1

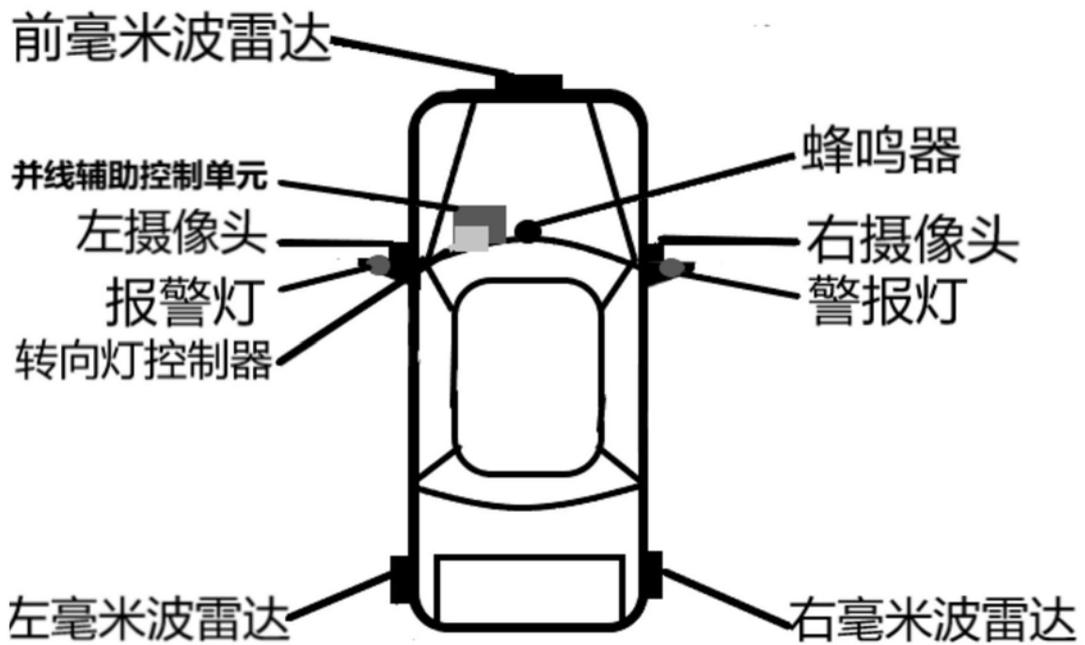


图2

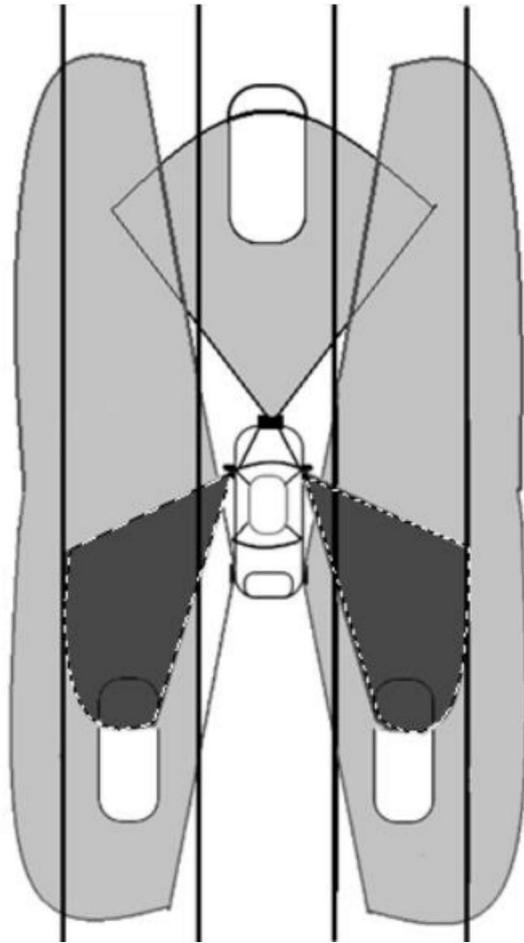


图3

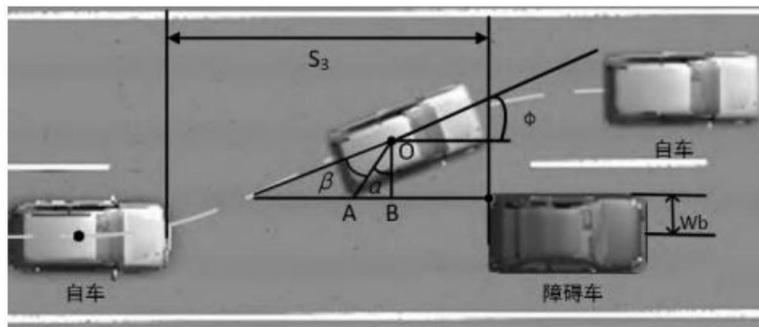


图4