



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103661599 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201310639939. 8

(22) 申请日 2013. 12. 04

(73) 专利权人 奇瑞汽车股份有限公司

地址 241009 安徽省芜湖市经济技术开发区
长春路 8 号

(72) 发明人 施斌

(74) 专利代理机构 北京五月天专利商标代理有
限公司 11294

代理人 何宜章

(51) Int. Cl.

B62D 15/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2010/0211267 A1, 2010. 08. 19, 说明书第
62-70、78-79、85-97 段, 附图 1-8.

US 2006/0247834 A1, 2006. 11. 02, 说明书第
3-5、9-12、32-37、68、73 段, 附图 1-8.

JP 特开 2006-272990 A, 2006. 10. 12, 全文.

CN 101670815 A, 2010. 03. 17, 全文.

CN 102514615 A, 2012. 06. 27, 全文.

DE 102010048185 A1, 2012. 04. 19, 全文.

审查员 张靖

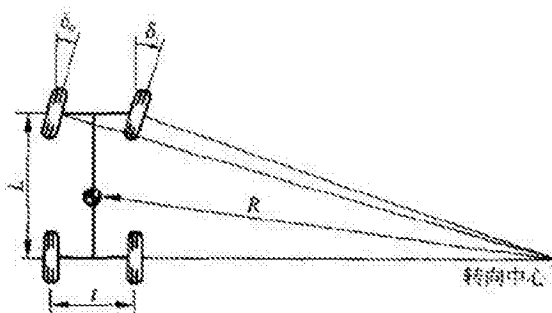
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种车辆转弯轨迹预测系统和方法

(57) 摘要

本发明提出一种车辆转弯轨迹预测系统和方法, 通过方向盘转角传感器或车轮角度传感器得到车辆前外侧转向轮的真实转角, 将转角信号发送给车载 ECU, ECU 根据外侧轮转角的算法计算得到车尾或车头最容易碰到障碍物的点的轨迹圆, 并将轨迹圆显示在车尾或车前摄像头拍摄的影像中, 如果轨迹圆离障碍物有一定距离则说明当前车轮转角下汽车可以安全避让障碍物, 如果轨迹圆穿过障碍物则说明不能安全避让, 这时需要增大转向角来减小转弯半径, 直到可以安全避让为止, 且轨迹圆随着前外侧转向轮转角的变化而在视频影像中不断更新。通过本发明的方法能够直观的预测汽车能否安全避让障碍物, 提高了驾驶安全性能和智能化水平。



1. 一种车辆转弯轨迹预测系统,其特征在于,包括角度传感器(1)、ECU 模块(2)、车载摄像头(3)和显示器(4),所述角度传感器(1)用于提供车辆转弯时的转向角度信息,并输出至 ECU 模块(2),所述 ECU 模块(2)基于角度传感器(1)的信息而计算得到车辆转弯时车辆前侧转向轮的转向角,并计算得到与所述转向角对应的车辆转弯最外侧轨迹,然后输出至所述显示器(4)中与车载摄像头(3)捕获的视频影像一同进行显示,其中所述转向角为车辆前外侧转向轮的转向角,所述轨迹为圆轨迹,在以车辆后轴中点为原点、x 向指向汽车前方、y 向沿后轴延长线的直角坐标系中,通过以下公式

$$\delta_o = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$$

确定所述圆轨迹的圆心坐标为(0, R),所述圆轨迹的半径为车身转向外侧最容易碰到障碍物的尾部端点或前部端点的坐标位置到圆心的距离,式中 δ_o 为车辆前外侧转向轮的转向角, L 为车辆前后轴距, t 为轮距。

2. 根据权利要求 1 所述的车辆转弯轨迹预测系统,其特征在于,所述尾部端点为车辆在所述直角坐标系俯视投影中,与所述圆心距离最大的转向外侧车尾端点,所述前部端点为车辆在所述直角坐标系俯视投影中,与所述圆心距离最大的转向外侧车头端点,所述圆轨迹随着转向角的改变由 ECU 模块自动更新。

3. 根据权利要求 1 所述的车辆转弯轨迹预测系统,其特征在于,所述角度传感器(1)为安装在转向柱上的方向盘转角传感器,所述 ECU 模块中存储有方向盘转角和车辆前侧转向轮转向角的关系曲线,并通过查找方向盘转角传感器所测方向盘转角在所述关系曲线中的位置得到车辆转弯时车辆前侧转向轮的转向角。

4. 根据权利要求 1 所述的车辆转弯轨迹预测系统,其特征在于,所述角度传感器(1)为安装在车辆前外侧转向轮上的转角传感器。

5. 根据权利要求 1-4 任一项所述的车辆转弯轨迹预测系统,其特征在于,所述车载摄像头(3)为安装在车尾中间位置的倒车影像摄像头或安装在车前的前视摄像头。

6. 一种车辆转弯轨迹预测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、获取车辆前侧转向轮的转向角;

步骤二、计算车辆转弯最外侧轨迹,由步骤一的转向角获得对应的转向中心,然后将车辆转弯时最容易碰到障碍物的车身端点围绕该转向中心移动的轨迹作为车辆转弯最外侧轨迹,具体通过以下方式实现:(1)、以车辆后轴中点为原点、x 向指向汽车前方、

y 向沿后轴延长线建立车辆直角坐标系;(2)、通过公式

$$\delta_o = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$$

或

$$\delta_i = \arctan \frac{L}{R-t/2} \cong \frac{L}{R-t/2}$$

确定转向中心坐标(0, R),并以所述转向中心作为圆心、以车身转向外侧最容易碰到障碍物的尾部端点或前部端点的坐标位置到所述转向中心的距离为半径形成圆弧轨迹作为所述车辆转弯最外侧轨迹,式中 δ_o 为车辆前外侧转向轮的转向角, δ_i 为车辆前内侧转向轮的转向角, L 为车辆前后轴距, t 为轮距;

步骤三、将步骤二得到的车辆转弯最外侧轨迹结合显示于车载视频影像中,进而准确预测车辆转弯轨迹。

7. 根据权利要求 6 所述的车辆转弯轨迹预测方法,其特征在于,其中所述步骤一通过

以下方式实现：

(1)、在车辆转向柱上安装方向盘转角传感器,实时监测方向盘转角并输出至车载 ECU 模块中；

(2)、所述车载 ECU 模块中存储有方向盘转角和车辆前侧转向轮转向角的关系曲线,通过查找方向盘转角传感器所测方向盘转角在所述关系曲线中的位置获得车辆转弯时车辆前侧转向轮的转向角。

8. 根据权利要求 6 所述的车辆转弯轨迹预测方法,其特征在于,其中步骤二中所述尾部端点为车辆在所述直角坐标系的俯视投影中,与圆心距离最大的转向外侧车尾端点,所述前部端点为车辆在所述直角坐标系俯视投影中,与圆心距离最大的转向外侧车头端点。

9. 根据权利要求 6 所述的车辆转弯轨迹预测方法,其特征在于,其中所述步骤三具体包括：

(1)、基于当前视角坐标系下将车辆转弯最外侧轨迹结合显示于倒车后视影像或行车前视影像中；

(2)、若轨迹离障碍物有一定距离则说明当前车轮转向角下车辆可以安全避过障碍物,若轨迹穿过障碍物则说明当前车轮转向角下车辆不能避过障碍物,需要调节车轮转向角,同时所述轨迹随着车轮转向角的改变而在影像中自动更新。

一种车辆转弯轨迹预测系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆转向控制技术领域,更具体的涉及一种车辆转弯轨迹预测系统和方法。

背景技术

[0002] 现有技术中驾驶员在车辆转弯尤其是在倒车过程中经常会出现以下几种情况:一,汽车尾部两端较为突出,后视镜中的后方物体由于被车身所挡,倒车转弯时不容易判断是否能够避开后方障碍物,很多情况下需要他人帮忙指挥倒车;二,如今很多A级、B级轿车都配有倒车影像系统,挂倒档时通过尾部摄像头将后方视野显示在车载液晶屏上,有的倒车影像中会将离车尾的距离显示出来,这种显示方式只能提示汽车与障碍物的相对位置,但不能预测汽车能否安全避让障碍物。对于车辆向前转弯的情况也一样,尽管部分高级车辆在车头安装有摄像头,同样这种摄像头不能预测车辆的运行轨迹,进而无法预测汽车能否安全避开前方障碍物。因此现有技术中的车辆转弯影像系统都只是给出简单的视场影像,并不能预测车辆的转弯轨迹,从而使得驾驶员无法提前得知车辆转弯能否避开车辆前后的障碍物,因此开发一种能够预测车辆转弯轨迹的技术对于汽车的智能化发展意义重大。

发明内容

[0003] 本发明基于上述现有技术情况,创新的提出一种车辆转弯轨迹预测系统和方法,通过方向盘转角传感器或车轮角度传感器得到车辆前外侧转向轮的真实转角,将转角信号发送给车载ECU, ECU根据外侧轮转角的算法计算得到车尾或车前最容易碰到障碍物的点的轨迹圆,并将轨迹圆显示在车尾或车前摄像头拍摄的影像中,如果轨迹圆离障碍物有一定距离则说明当前车轮转角下汽车可以安全避让障碍物,如果轨迹圆穿过障碍物则说明不能安全避让,这时需要增大转向角来减小转弯半径,直到可以安全避让为止,且轨迹圆随着前外侧转向轮转角的改变而在视频影像中不断更新。通过本发明的方法能够直观的预测汽车能否安全避让障碍物,提高了驾驶安全性能和智能化水平。

[0004] 本发明解决上述技术问题所采取的技术方案如下:

[0005] 一种车辆转弯轨迹预测系统,包括角度传感器1、ECU模块2、车载摄像头3和显示器4,所述角度传感器1用于提供车辆转弯时的转向角度信息,并输出至ECU模块2,所述ECU模块2基于角度传感器1的信息而计算得到车辆转弯时车辆前侧转向轮的转向角,并计算得到与所述转向角对应的车辆转弯最外侧轨迹,然后输出至所述显示器4中与车载摄像头3捕获的视频影像一同进行显示。

[0006] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测系统,其中所述转向角为车辆前外侧转向轮的转向角,所述轨迹为圆轨迹,在以车辆后轴中点为原点、x向指向汽车前方、y向

沿后轴延长线的直角坐标系中,通过以下公式 $\delta_s = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$ 确定所述

圆轨迹的圆心坐标为 O, R , 所述圆轨迹的半径为车身转向外侧最容易碰到障碍物的尾部端点或前部端点的坐标位置到圆心的距离, 式中 δ_0 为车辆前外侧转向轮的转向角, L 为车辆前后轴距, t 为轮距。

[0007] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测系统, 其中所述尾部端点为车辆在所述直角坐标系俯视投影中, 与原点(或圆心)距离最大的转向外侧车尾端点, 所述前部端点为车辆在所述直角坐标系俯视投影中, 与原点(或圆心)距离最大的转向外侧车前端点, 所述圆轨迹随着转向角的改变由 ECU 模块自动更新。

[0008] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测系统, 其中所述角度传感器 1 为安装在转向柱上的方向盘转角传感器, 所述 ECU 模块中存储有方向盘转角和车辆前侧转向轮转向角的关系曲线, 并通过查找方向盘转角传感器所测方向盘转角在所述关系曲线中位置得到车辆转弯时车辆前侧转向轮的转向角。

[0009] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测系统, 其中所述角度传感器 1 为安装在车辆前侧转向轮上的转角传感器。

[0010] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测系统, 其中所述车载摄像头 3 为安装在车尾中间位置倒车影像摄像头或安装在车前的前视摄像头。

[0011] 一种车辆转弯轨迹预测方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

[0012] 步骤一、获取车辆前侧转向轮的转向角;

[0013] 步骤二、计算车辆转弯最外侧轨迹, 由步骤一的转向角获得对应的转向中心, 然后将车辆转弯时最容易碰到障碍物的车身端点围绕该转向中心移动的轨迹作为车辆转弯最外侧轨迹;

[0014] 步骤三、将步骤二得到的车辆转弯最外侧轨迹结合显示于车载视频影像中, 进而准确预测车辆转弯轨迹。

[0015] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测方法, 其中所述步骤一通过以下方式实现:

[0016] 1)、在车辆转向柱上安装方向盘转角传感器, 实时监测方向盘转角并输出至车载 ECU 模块中;

[0017] 2)、所述车载 ECU 模块中存储有方向盘转角和车辆前侧转向轮转向角的关系曲线, 通过查找方向盘转角传感器所测方向盘转角在所述关系曲线中的位置获得车辆转弯时车辆前侧转向轮的转向角。

[0018] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测方法, 其中所述步骤二通过以下方式实现:

[0019] 1)、以车辆后轴中点为原点、 x 向指向汽车前方、 y 向沿后轴延长线建立车辆直角坐标系;

[0020] 2)、通过公式 $\delta_c = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$ 或 $\delta_i = \arctan \frac{L}{R-t/2} \cong \frac{L}{R-t/2}$ 确定转

向中心坐标 O, R , 并以所述转向中心作为圆心、以车身转向外侧最容易碰到障碍物的尾部端点或前部端点的坐标位置到所述转向中心的距离为半径形成圆弧轨迹作为所述车辆转弯最外侧轨迹, 式中 δ_0 为车辆前外侧转向轮的转向角, δ_i 为车辆前内侧转向轮的转向角, L 为车辆前后轴距, t 为轮距。

[0021] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测方法,其中所述尾部端点为车辆在所述直角坐标系的俯视投影中,与原点(或圆心)距离最大的转向外侧车尾端点,所述前部端点为车辆在所述直角坐标系俯视投影中,与原点(或圆心)距离最大的转向外侧车前端点。

[0022] 进一步的根据本发明所述的车辆转弯轨迹预测方法,其中所述步骤三具体包括:

[0023] 1)、基于当前视角坐标系下将车辆转弯最外侧轨迹结合显示于倒车后视影像或行车前视影像中;

[0024] 2)、若轨迹离障碍物有一定距离则说明当前车轮转向角下车辆可以安全避开障碍物,若轨迹穿过障碍物则说明当前车轮转向角下车辆不能避开障碍物,需要调节车轮转向角,同时所述轨迹随着车轮转向角的改变而在影像中自动更新。

[0025] 通过本发明的技术方案至少能够达到以下技术效果:

[0026] (1)、如今汽车的倒车影像中会将离车尾的距离显示出来,这种显示方式只能提示汽车与障碍物的相对位置,但不能预测汽车能否安全避让障碍物,而本发明的技术方案则实现了在汽车倒车转向时将倒车的轨迹圆显示在后视影像中,可以直观的预测汽车能否安全避让障碍物,为汽车驾驶提供了很大的便利性。同时对于车头安装摄像头的车辆,本发明所述方案也能够将向前转弯的轨迹圆显示在前视影像中,方便汽车向前转弯,提高了驾驶安全性能和智能化水平。

[0027] (2)、将车辆转弯轨迹配合影像显示于液晶屏上,显示更加直观,在实现车辆转弯可视化的同时,准确预测了行车或倒车轨迹,最大程度地保证了车辆的转弯安全,完全避免了障碍物对车辆转弯可能造成的麻烦。

附图说明

[0028] 附图 1 为本发明所述车辆转弯轨迹预测方法的基本原理示意图;

[0029] 附图 2 为本发明所述车辆转弯轨迹预测系统的组成结构图;

[0030] 图中 1- 角度传感器;2-ECU 模块;3- 车载摄像头;4- 显示器。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图对本发明的技术方案进行详细的描述以使本领域技术人员能够更加清楚的理解本发明的方案,但并不因此限制本发明的保护范围。

[0032] 首先对本发明的技术原理进行说明,以汽车倒车转弯为例进行详细说明,汽车向前转弯与倒车转弯完全对应。

[0033] 现有技术中的车辆多数都利用前轮进行转向,对于前轮转向的汽车,后轮始终沿着车身纵向而没有转角。在倒车转向时车速较低,轮胎不需要产生侧向力,这种情况下,轮胎滚动时没有侧偏角,此时汽车如附图 1 所示进行转向。如果后轮没有侧偏角,则转向中心一定在后车轴的延长线上。同样,垂直于每个前轮的直线也须通过同一点即转向中心,如果不通过同一点,则转向时两个前轮胎会彼此干涉,导致刮磨。前后轮通过同一转向中心使得外侧轮转角小于内侧轮转角。

[0034] 前外侧轮转角计算公式近似为： $\delta_o = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$

[0035] 前内侧轮转角计算公式近似为： $\delta_i = \arctan \frac{L}{R-t/2} \cong \frac{L}{R-t/2}$

[0036] 以上说明,在转角确定的情况下,汽车将会以转向中心为圆心进行圆周运动,此时汽车上的每个质点的运动轨迹组成了以转向中心为圆心的一组同心圆。在倒车的情况下,对于汽车尾部来讲,最大轨迹圆的点为转向外侧的尾部端点,这个点也是汽车倒车转向时最容易碰到障碍物的点。由于不同车的造型不一样,倒车转向时最容易碰到障碍物的点具体位置稍有差别,但对于某一款具体的车来讲,这个点可以根据具体的造型精确确定。确定方法如下:以汽车为参考物,汽车运动按右手直角坐标系来定义,坐标系以汽车后轴中点为原点,且与汽车一起运动。坐标系 x 向在纵向对称平面上且指向汽车前方;y 向沿后轴指向车辆右侧;z 向指向车辆下方,由于车身的刚性结构,在自身坐标系确定的前提下车身上任意一点的坐标位置便可唯一确定。因此在以后轴中点为原点的上述坐标系下,当倒档转向时转向外侧最容易碰到障碍物的车尾点的坐标便可确定,对于任意车型都能够通过这种方式唯一确定车尾最容易碰到障碍物的车尾点的位置,对于车前最容易碰到障碍物的车前点的位置也能够通过这种方式确定。当汽车轴距 L、轮距 t 以及前轮外侧转角 δ_o 明确的情

况下,根据前外侧轮转角计算公式 $\delta_o = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$ 即可计算得到转向半

径 R,进而能够得到转向中心点的位置坐标,在附图 1 所示示例中,以汽车后轴中点为原点,转向中心处于后车轴的延长线上,其坐标位置即为(0, R, 0)。在转向中心和车尾最容易碰到障碍物的车尾点的位置坐标确定的前提下,以转向中心为原点、车尾最容易碰到障碍物的车尾点与转向中心的距离为半径的圆就可以唯一确定,也就是说,在某一特定转角 δ_o 下倒车转向时,车尾最容易碰到障碍物的车尾点的轨迹圆是唯一确定的,从而在当前视角坐标系下,将该轨迹圆同时描绘在倒车的后视影像中,便可直观的判断轨迹圆与障碍物的相对位置,如果轨迹圆离障碍物有一定距离则说明当前的车轮转角下汽车可以安全避让障碍物,如果轨迹圆穿过障碍物则说明不能安全避让,这时需要增大转向角来减小转弯半径,直到可以安全避让为止。由上述公式可知当转角 δ 变化时,半径 R 跟着变化,进而转向中心和轨迹圆也跟随者发生变化,因此随着前外侧转向轮转角的改变在倒车后视影像中不断更新车尾最容易碰到障碍物的车尾点的轨迹圆。同样的原理对于车辆向前转弯时,在某一特定转角 δ 下转向时,车前最容易碰到障碍物的点的轨迹圆也是唯一确定的,在车头安装摄像头的条件下,便可在其视角坐标系下(如上坐标系),将车前最容易碰到障碍物的点的轨迹圆同时描绘在车辆的前视影像中,方便汽车向前转弯。

[0037] 描述了本发明的基本原理后,接下来进一步说明本发明的技术方案,首先给出实现本发明目的的车辆转弯轨迹预测系统的结构,整体如附图 2 所示包括角度传感器 1、ECU 模块 2、车载摄像头 3 和显示器 4,其中角度传感器 1 用于提供车辆转向角度信息,并输出至 ECU 模块 2,ECU 模块 2 基于角度传感器 1 的角度信息能够处理获得准确真实的车辆前轮转角如前外侧转向轮转角信息,并基于这种转角信息计算得到车辆转向中心和半径,进而计

算出车辆转弯时的最外侧轨迹,然后输出至显示器 4 中与车载摄像头 3 捕获的视频影像一同进行显示。下面对本发明基于上述车辆转弯轨迹预测系统实现车辆转弯轨迹预测的过程进行详细的描述。

[0038] 本发明所提供的车辆转弯轨迹预测方法整体包括以下步骤:

[0039] (一)、获取车辆前轮转角,优选获取前外侧转向轮转角。获取前轮转角有两种方法:一种方法是在转向柱的特定位置安装方向盘转角传感器,实时监测方向盘转角,从方向盘转角到前轮转角的传动比通常随转角而变化,两个转角不是线性关系,这就需要汽车在出厂前通过方向盘转角和前外侧转向轮转角的标定得到方向盘任意操控下的前外侧转向轮精确转角,这样在实际驾驶中由方向盘转角传感器测得方向盘转角,再由车载 ECU 中已经存储的方向盘转角和前外侧转向轮转角的关系曲线得到实际的前外侧转向轮转角(说明:前内侧转向轮转角亦可,为便于计算取前外侧转向轮转角)。另一种方法更为直接,就是在前轮的适当位置安装角度传感器,如在前外侧转向轮处直接安装角度传感器,从而直接测量前外侧转向轮的转角。同时值得注意的是,汽车在调教时会引入车轮前束角等参数,以上两种方法也应该将车轮前束角等参数考虑在内,最终得到前外侧转向轮的真实转角。

[0040] (二)、计算车辆转弯最外侧轨迹。首先由上述步骤获取车辆前外侧转向轮的真实转角 δ 后,车载 ECU 模块自动获取本车的轴距 L 、轮距 t 并根据公式

$$\delta_s = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$$

计算得到半径 R ,然后在以车辆后轴中点为原点、 x 向在

纵向对称平面上指向汽车前方、 y 向沿后轴指向车辆右侧、 z 向指向车辆下方的汽车运动直角坐标系中,确定在上述转向条件下,车身外侧最容易碰到障碍物的点的坐标和转向中心坐标,车身外侧最容易碰到障碍物的点的坐标通常选择车辆转向外侧的尾部端点和 / 或前部端点的坐标,不同车型的尾部或前部结构形状可能存在差异,但这种差异相对于较大的转向半径 R 来说,并不会对车辆转向最大轨迹圆造成大的影响,而且对于任意车型,其 ECU 模块能够计算得到本车转向外侧的尾部端点和 / 或前部端点相对于车身坐标系的坐标位置。最后以转向中心为原点、以车身最容易碰到障碍物的点与转向中心的距离为半径由 ECU 计算在所述转角 δ 下车辆转弯时最外侧的轨迹圆。当转角 δ 变化时,ECU 自动计算更新变化的轨迹圆。该轨迹圆对于倒车情况下,为车尾最容易碰到障碍物的车尾端点的轨迹,对于向前转弯情况下,为车前最容易碰到障碍物的车头端点的轨迹。

[0041] (三)、将车辆转弯最外侧轨迹结合显示于车载视频影像中,对于摄像头安装在车尾中间位置的情况下,摄像头安装位置确定之后拍摄视角也就确定了,ECU 模块将上述步骤计算得到的基于当前视角坐标系下的车尾最容易碰到障碍物的点的轨迹圆图像同时叠加显示于车辆后视影像中,从而可以直观的判断轨迹圆与障碍物的相对位置,如果轨迹圆离障碍物有一定距离则说明当前的车轮转角下汽车可以安全避让障碍物,如果轨迹圆穿过障碍物则说明不能安全避让,这时需要增大转向角来减小转弯半径,直到可以安全避让为止,轨迹圆随着前外侧转向轮转角的改变而在后视影像中不断更新。同理对于摄像头安装在车前的情况下,ECU 模块亦将上述步骤计算得到的基于当前视角坐标系下的车前最容易碰到障碍物的点的轨迹圆图像同时叠加显示于车辆前视影像中,从而可以直观的判断轨迹圆与车前障碍物的相对位置,同样轨迹圆随着前外侧转向轮转角的改变而在前视影像中不断更

新。

[0042] 实施例：

[0043] 作为本发明的优选实施例，以下给出一种前轮转向汽车的倒车轨迹预测方法，首先获取车辆前外侧转向轮的转向角 δ_0 ，具体方法是在转向柱的特定位置安装方向盘转角传感器，实时监测方向盘转角，在车载的 ECU 模块中存储有方向盘转角和前外侧转向轮转角的关系曲线，ECU 模块通过查找方向盘转角传感器所测方向盘转角在该关系曲线中位置即可获取车辆前外侧转向轮的转向角 δ_0 ，并考虑车轮前束角参数以得到前外侧转向轮的真实转向角 δ_0 。

[0044] 其次，在 ECU 得到车辆前外侧转向轮的真实转向角 δ_0 之后，结合车辆轴距 L、轮距

t 和公式 $\delta_0 = \arctan \frac{L}{R+t/2} \cong \frac{L}{R+t/2}$ 计算得到该转向角 δ_0 下的半径 R，并在以车辆

后轴中点为原点、x 向指向汽车前方、y 向沿后轴指向车辆右侧的直角坐标系中，确定转向中心位置坐标 (0, R)，然后确定车辆转向外侧的尾部端点的位置坐标，该尾部端点为车辆在 XY 坐标系俯视投影中，与原点 (也可以是转向中心圆心，对于多数车辆两者均能够确定同一车尾端点) 距离最大的转向外侧车尾端点。因为前轮转向汽车的转向中心一定在后车轴的延长线上，且垂直于每个前轮的直线也须通过转向中心，使得这种计算容易实现。

[0045] 然后 ECU 以上述转向中心为原点、以尾部端点和转向中心的距离为半径在当前坐标视角下绘制所述转向角 δ_0 对应的倒车时车尾最容易碰到障碍物的点的轨迹圆并输出显示在车尾摄像头拍摄的倒车影像中，从而可以直观地预测汽车能否顺利避开障碍物，如果轨迹圆离障碍物有一定距离则说明当前的车轮转角下汽车可以安全避让障碍物，如果轨迹圆穿过障碍物则说明不能安全避让，这时需要增大转向角来减小转弯半径，直到可以安全避让为止。所述轨迹圆随着前外侧转向轮转向角 δ 的改变而在后视影像中不断更新，这种更新由 ECU 自动重新计算轨迹圆圆心位置和半径实现。

[0046] 以上仅是对本发明的优选实施方式进行了描述，并不将本发明的技术方案限制于此，本领域技术人员在本发明的主要技术构思的基础上所作的任何公知变形都属于本发明所要保护的技术范畴，本发明具体的保护范围以权利要求书的记载为准。

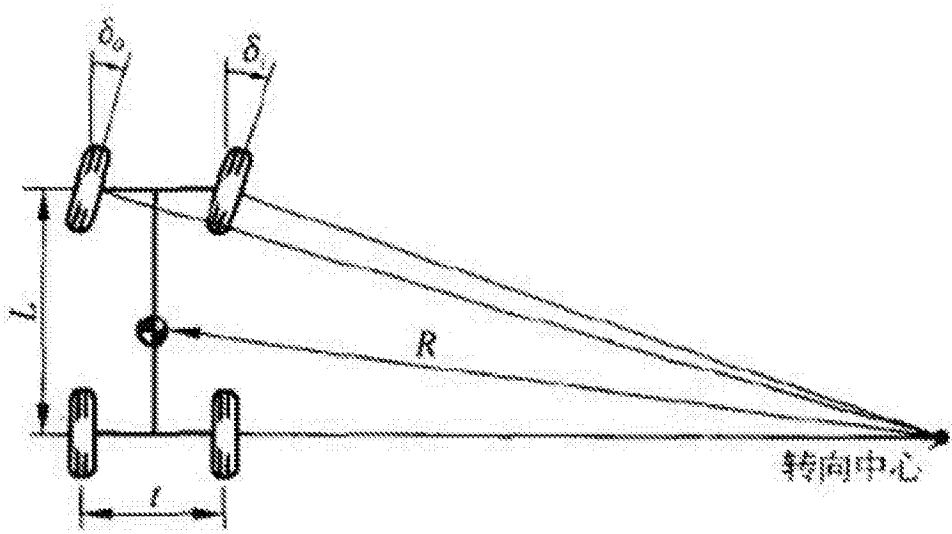


图 1

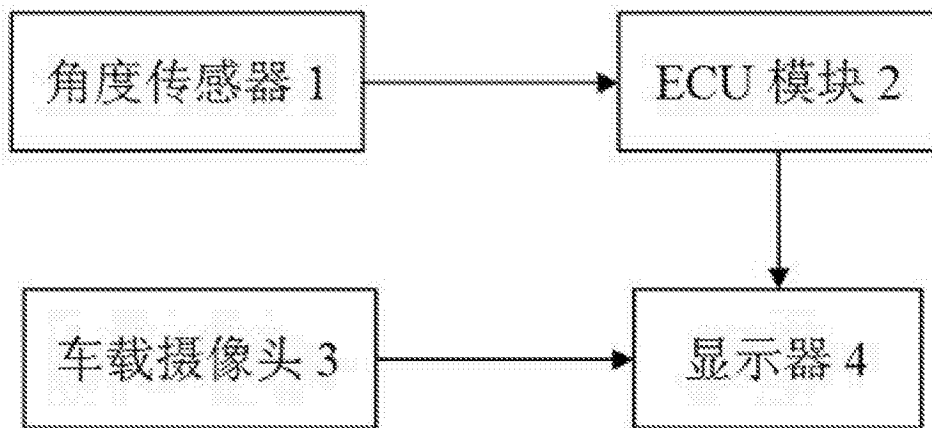


图 2