



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101497330 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 26

(21) 申请号 200910003247. 8

(56) 对比文件

(22) 申请日 2009. 01. 21

US 2007/0150196 A1, 2007. 06. 28, 全文.

(30) 优先权数据

EP 1661751 B1, 2008. 01. 09, 全文.

08150782. 4 2008. 01. 29 EP

CN 1745316 A, 2006. 03. 08, 全文.

(73) 专利权人 沃尔沃汽车公司

US 2003/0106732 A1, 2003. 06. 12, 全文.

地址 瑞典哥德堡

审查员 乔明侠

(72) 发明人 安德里亚斯·埃德霍尔

克莱尔斯·奥尔森 乔基恩·波尔

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286

权利要求书 1 页 说明书 22 页 附图 7 页

代理人 郭鸿禧 罗延红

(51) Int. Cl.

B60R 21/013(2006. 01)

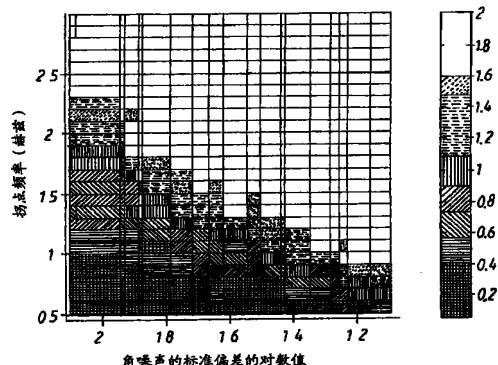
B60T 7/12(2006. 01)

## (54) 发明名称

用于碰撞过程预测的系统

## (57) 摘要

本发明公开一种用于碰撞过程预测的系统，包括：设置在主车辆(20)上的传感器系统(18)，所述传感器系统(18)被设置用于接收与所述主车辆(20)外部的目标车辆相关的输入数据，所述目标车辆位于所述传感器系统(18)的检测范围(34)之内，其中相对所述主车辆的物体位置(x, y)和物体速度( $\dot{x}, \dot{y}$ )与目标车辆相关，所述输入数据限定目标车辆的当前状态；碰撞时间估算器控制模块，其基于所述目标车辆相对于所述主车辆的纵向距离(x)、纵向速度( $\dot{x}$ )和纵向加速度( $\ddot{x}$ )计算碰撞估算时间 $T_{ttc}$ ；横向距离估算器控制模块，其在所述碰撞估算时间 $T_{ttc}$ 时估算所述主车辆与目标车辆的中心之间的所述横向距离(y)和包括用于碰撞过程预测的系统的车道退出辅助系统。



1. 一种用于碰撞过程预测的系统,包括:

设置在主车辆(20)上的传感器系统(18),所述传感器系统(18)设置用于接收与所述主车辆(20)外部的目标车辆相关的输入数据,所述目标车辆位于所述传感器系统(18)的检测范围(34)之内,其中相对所述主车辆的物体位置(x,y)和物体速度( $\dot{x}, \dot{y}$ )与目标车辆相关,所述输入数据限定目标车辆的当前状态;

碰撞时间估算器控制模块,其基于所述目标车辆相对于所述主车辆的纵向距离(x)、纵向速度( $\dot{x}$ )和纵向加速度( $\ddot{x}$ )计算碰撞估算时间 $T_{ttc}$ ;

横向距离估算器控制模块,其在所述碰撞估算时间 $T_{ttc}$ 估算所述主车辆与目标车辆的中心之间的横向距离( $y(T_{ttc})$ ),其特征在于所述系统进一步包括:

碰撞过程条件确定单元,其设置用于在所述碰撞估算时间 $T_{ttc}$ 之前确定瞬时t,根据所述横向距离是否在第一间距之内还是之外来确定所述目标车辆是否将与所述主车辆碰撞,其中所述第一间距的大小基于所述主车辆的横向宽度、所述目标车辆的横向宽度和修正项Z2,该修正项Z2取决于在确定瞬时t从所述主车辆至所述目标车辆的距离。

2. 依照权利要求1所述的系统,其特征在于:所述碰撞过程条件确定单元进一步设置用于根据所述碰撞估算时间 $T_{ttc}$ 是否在时间间隔 $T_{LC1} < T_{ttc} < T_{LC2}$ 之内来确定所述目标车辆是否将与所述主车辆碰撞,其中 $T_{LC1}$ 为所述主车辆进入所述目标车辆的车道的估算时间, $T_{LC2}$ 为所述主车辆离开所述目标车辆的所述车道的估算时间。

3. 依照权利要求1或2所述的系统,其特征在于:所述横向距离估算器控制模块在所述碰撞估算时间 $T_{ttc}$ 按照 $y(T_{ttc}) = y(t) + \dot{y}(t) \cdot T_{ttc} + \ddot{y}(t) \cdot T_{ttc}^2 / 2$ 估算所述主车辆和目标车辆的中心之间的横向距离( $y(T_{ttc})$ ),其中,y(t)为在确定瞬时t主车辆与目标车辆之间的横向距离, $\dot{y}(t)$ 为在确定瞬时t的横向速度,所述 $\ddot{y}(t)$ 为在确定瞬时t的横向加速度。

4. 依照权利要求1或2所述的系统,其特征在于:所述修正项Z2进一步取决于传感器噪声分布。

5. 依照权利要求1或2所述的系统,其特征在于:所述修正项Z2被确定为 $Z2 = Z0 + k * r$ ,其中 $Z0$ 为常数,k为取决于传感器噪声分布的因子,r为在所述确定瞬时t从所述主车辆至所述目标车辆的距离。

6. 一种设置用于评估主车辆离开当前车道并进入邻近车道的风险并且在所述主车辆将离开所述当前车道并进入所述邻近车道的情况下产生干预的车道退出辅助系统,所述车道退出辅助系统包括:

转向扭矩条件功能模块,评估避开所述邻近车道内的潜在碰撞所需的转向扭矩是否在范围内;

主车道威胁条件功能模块,其设置用于评估避开所述当前车道中的障碍物所需的制动力是否低于阈值;

时间状况功能模块,其设置用于确定碰撞估算时间是否低于阈值;以及

依照权利要求1至5项中任一项所述的碰撞过程预测的系统。

## 用于碰撞过程预测的系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于评估主车辆和目标车辆之间的相对运动并且确定目标车辆是否将要与主车辆碰撞的碰撞过程预测的系统。本发明也涉及一种设置用于评估主车辆离开当前车道并进入邻近车道的风险以及在主车辆将要离开所述当前车道并进入所述邻近车道的情况下产生干预的车道退出辅助系统，其中，所述车道退出辅助系统包括依照本发明的用于碰撞过程预测的系统。

### 背景技术

[0002] 近年来，通过在汽车中采用被动安全设施改善了安全性，这些被动安全设施包括例如安全带和在碰撞事件期间可运转用于吸收动能的溃缩区。此外，通过采用主动安全装置（例如多种类型的气囊）进一步提高安全性。最近，有兴趣将智能传感器安全系统包括在汽车中，这种智能传感器安全系统可运转以感应这种汽车外部的路况，并且当通过分析感应的路况识别到潜在的碰撞事件时，自动地采取避撞或减撞措施。

[0003] 这种智能传感器安全系统遇到的常规技术问题是潜在的碰撞事件检测的可靠性。不正确的路况分析可能导致这种传感器安全系统采取不适当的行为而潜在地导致危险情况。结果，汽车制造商已经倾向于设计智能传感器安全系统，例如主动转向和制动安全系统，这样当关于代表危险情况的路况状态具有很小疑问或没有疑问时它们可运转以进行干预。然而，这种谨慎的方法引起一些困难，因为在多种情况下，这种干预潜在地采取得太迟而不能避免严重的损害或伤害发生。

[0004] 在公开的美国专利 US 6,873,286 号中，描述了机动车辆驾驶辅助系统。该系统包括可操作以提供指示机动车辆对于其前方固定的或移动的障碍物的相对距离和相对速度的电信号的检测器装置。该系统进一步包括连接至检测器装置以接收来自检测器装置的检测信号并且也连接至制动驱动器以将制动指令输出到制动驱动器的处理和控制单元。在运转中，该处理和控制单元设置用于激活制动驱动器以当该机动车辆和出现在该车辆前方的障碍物之间的相对距离  $d_R$  位于第一预定极限值  $d_F$  和预选中间值  $d_E$  之间时对机动车辆应用自动紧急制动。第一值  $d_F$  与一种最小距离相应，在所述最小距离下，仍然可通过制动避免碰撞。

[0005] 距离  $d_E$  也表示一种距离，当小于该值  $d_E$  时，不再能够仅通过制动来避免机动车辆的碰撞事件，因此需要执行横向的障碍物避开操作。在机动车辆中通过连接至车辆的转向柱的转向传动装置（例如，电机）控制障碍物避开操作的驱动；该转向传动装置由转向控制单元控制。在调用避障功能可以避免碰撞事件发生的情况下，控制单元可运转以激活避障功能。

[0006] 驾驶辅助系统描述为包括用于感应车辆行驶道路上的障碍物的前方微波雷达设备。该微波雷达设置用于执行扫描功能，具体地，用于产生指示该机动车辆和其前方的潜在物体之间的相对速度  $V_R$  和相对距离  $d_R$ 。驾驶辅助系统也包括至少一个指向机动车辆前方区域的至少一个摄影机和一系列横向短程雷达系统以及一对用于监视车辆后侧区域的摄

影机,这些后侧区域被认为是“盲点”(blind spots)。本发明还公开了采用激光雷达(即,光定向和测距(light direction and ranging))用于检测障碍物的选择。

[0007] 该系统设有多组传感器和复杂的信号处理装置以便于提供增强的障碍物检测的稳定性;这样的稳定性在该系统可操作以自动运行并潜在地取代机动车辆驾驶员施加的控制时极其重要。然而,尽管这种防范设法达到障碍物检测的高稳定性,仍然存在系统故障或不准确的物体检测的风险,其可能潜在地将机动车辆的乘客的生命置于危险之中。

[0008] 应该正视的是汽车制造商将会在他们将来制造的汽车中提供前方碰撞警告(FCW)系统和前方碰撞减轻(FCM)系统。这种FCW和FCM系统采用微波雷达或激光传感器以测量可代表碰撞威胁的前方车辆或相似类型的物体的有效距离和速度。而且,期望这些系统包括可运转以执行用于确定前方车辆或物体是否代表威胁的决定算法并且开始自动制动的计算硬件。传感器装置例如与电动助力转向(EPAS, Electric Power Assisted Steering)和关联的数据处理系统结合的照相机和广角雷达能够通过自动转向干预潜在地提供避撞。而且用于执行关于转向决定的算法预期比用于执行自动制动的算法更复杂。用于执行关于转向决定的算法能够在错误地运行时导致碰撞或在正确地运行时避免碰撞,然而制动系统一般能够减轻碰撞。因此,错误的自动转向决定潜在地会比错误的关于制动的自动决定更危险。而且,应该正视的是自动避撞中所需的最大转向力不会受车辆物理特性限制而由顾客需求或法律规章限定。

[0009] 在公开的美国专利申请US2005/0090955中,描述了执行用于车辆的物体威胁评估的方法。这些方法涉及确定车辆和物体的运动。而且,这些方法包括计算制动威胁数量(BTNs)和转向威胁数量(STNs)。例如,可操作以执行这些方法的威胁评估系统包括用于产生至少一个物体检测信号的至少一个物体检测传感器和连接至该至少一个物体检测传感器的控制器。控制器可运转以响应处理该至少一个物体检测信号来计算制动威胁数量(BTN)和转向威胁数量(STN)。而且,控制器可运转以响应该制动威胁数量(BTN)和转向威胁数量(STN)确定该至少一个物体的威胁。

[0010] 尽管现有技术中已经存在用于碰撞过程预测的系统,仍然有进一步改善这些系统的需要。

[0011] 因此,本发明关注于提供先进的转向安全系统的技术问题,其可运转以在潜在碰撞情况下提供更可靠的转向干预。

## 发明内容

[0012] 本发明的目的在于提供用于碰撞过程预测的系统,所述系统不需要大的计算机处理性能,并且所述系统以高精确性分离与主车辆碰撞或不碰撞的物体。

[0013] 通过用于碰撞过程预测的系统达到该目的,所述系统包括:

[0014] 设置在主车辆20上的传感器系统18,所述传感器系统18设置用于接收与所述主车辆20外部的目标车辆有关的输入数据,所述目标车辆位于所述传感器系统18的检测范围之内,其中,相对所述主车辆的物体位置( $x, y$ )和物体速度( $\dot{x}, \dot{y}$ )与目标车辆相关,所述输入数据限定了目标车辆的当前状态;

[0015] 碰撞时间估算器控制模块,其基于所述目标车辆相对于所述主车辆的纵向距离x、纵向速度 $\dot{x}$ 和纵向加速度 $\ddot{x}$ 计算碰撞估算时间 $T_{ttc}$ ;

[0016] 横向距离估算器控制模块,其估算在所述碰撞估算的时间  $T_{ttc}$  所述主车辆与目标车辆的中心之间的横向距离  $y$ ,

[0017] 该传感器系统测量目标车辆的位置和目标车辆相对于主车辆的相对速度。传感器系统可进一步测量物体加速度( $\ddot{x}, \ddot{y}$ ),特别是目标车辆相对于主车辆的横向加速度( $\ddot{y}$ )。替代测量物体加速度( $\ddot{x}, \ddot{y}$ )特别是目标车辆相对于主车辆的横向加速度( $\ddot{y}$ ),可从目标车辆速度的测量估算物体加速度。

[0018] 碰撞时间估算器控制模块从目标车辆相对于主车辆的纵向距离(x)、纵向速度( $\dot{x}$ )和纵向加速度( $\ddot{x}$ )计算直线前向确定路线上的碰撞估算时间。在最直的前向实施例中,碰撞时间  $T_{ttc}$  由该方程式计算:

$$[0019] x(t) + \dot{x}(t) \cdot T_{ttc} + \frac{\ddot{x}(t) \cdot T_{ttc}^2}{2} = 0$$

[0020] 其中,  $x(t)$  为在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  时与目标车辆的纵向距离,  $\dot{x}(t)$  为在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  时目标车辆相对于主车辆的相对纵向速度,  $\ddot{x}(t)$  为在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  时目标车辆相对于主车辆的相对纵向加速度。在纵向距离和纵向相对速度为估算时间 t 时的测量数据并且相对纵向加速度能够以传统方式在卡尔曼过程中被估算的情况下,碰撞的瞬时时间可通过求解用于碰撞时间的该方程式计算。必须注意,对于计算碰撞估算时间,其不需要建立道路形状并预测目标车辆和 / 或主车辆的未来路径,这在许多碰撞预防系统中被建议。这种预测要求巨大的计算机处理能力。

[0021] 用于碰撞过程预测的系统进一步包括横向距离估算器控制块,其在估算的碰撞时间估算主车辆与目标车辆的中心之间的横向距离( $y(T_{ttc})$ )。根据下面的方程式,从在估算时间(t) 测量的横向位置  $y(t)$ 、在估算时间(t) 测量的横向速度  $\dot{y}(t)$  和在估算时间(t) 测量的横向加速度  $\ddot{y}$  估算在碰撞时间  $T_{ttc}$  的横向距离  $y(t, T_{ttc})$ :

$$[0022] y(t, T_{ttc}) = \dot{y}(t) \cdot T_{ttc} + \frac{\ddot{y}(t) \cdot T_{ttc}^2}{2} + y(t)$$

[0023] 横向距离、横向速度和横向加速度可在构成用于估算为来自传感器系统的输入数据的时间单点时确定,或可替代地,横向距离、横向速度和横向加速度可以在连续滤波处理中被确定。

[0024] 用于碰撞过程预测的系统还包括碰撞过程条件确定单元,其设置用于在所述碰撞估算时间  $T_{ttc}$  之前确定瞬时 t,根据所述横向距离是否在第一间距之内或之外,确定所述目标车辆是否将与所述主车辆碰撞,其中,所述第一间距的大小基于所述主车辆的横向宽度、所述目标车辆的横向宽度,并且修正项 Z2 取决于在所述确定瞬时 t 时所述主车辆离所述目标车辆的距离。

[0025] 通过加入取决于在确定瞬时 t 时目标车辆离主车辆的距离的修正项,考虑到了目标角测量噪声。修正项 Z2 取决于该范围并且可取决于用于估算  $y(t)$  和其导数的滤波器的特性。用于估算  $y(t)$  和其导数的滤波器优选地设置为对于  $y, \dot{y}$  和  $\ddot{y}$  卡尔曼滤波器。

[0026] 目标角定义为主车辆的前进方向和目标车辆的位置之间的角度。在估算时间 t 横向距离可由  $y(t) = r \sin \alpha(t)$  确定,其中  $\alpha(t)$  为在估算时间 t 时的目标角,  $r$  为至目标车辆的距离。

[0027] 如图 1 所示的图表中, 可适当设定以下方程式中的系数 k :

$$[0028] Z_2 = Z_0 + k * r$$

[0029] 其中, 可设定  $Z_0$  为常数,  $r$  为离目标车辆的距离。

[0030] 在图表中, 用于确定目标角的传感器的拐点频率位于纵坐标轴上以及角噪声的标准偏差的对数值位于横坐标轴上。框中的值指示对于特定距离的  $Z_2$  的大小。因此, 对于具有角噪声的标准偏差的给定值的传感器, 可设定适当的大

$\begin{pmatrix} R \\ \alpha \end{pmatrix}$  小的项  $Z_2$ 。该图表通过用于估算  $y(t; t_{\text{ttc}})$  的滤波器的模拟产生。输入数据通过变换  $y = R \cos \alpha$  转变成横向距离, 其中  $R$  为至目标车辆的距离,  $\alpha$  为与目标车辆的角度。

[0031] 状态反馈观察器在下面的等式中使用 :

$$[0032] \hat{y}(t+1) = A\hat{y}(t) + K(t)[y(t) - C\hat{y}(t)],$$

[0033] 其中, 为包括横向位置、横向速度和横向加速度的状态向量  $\hat{y} = \begin{pmatrix} y \\ \dot{y} \\ \ddot{y} \end{pmatrix}$ 。

[0034]  $K(t)$  计算为 :

$$[0035] P(t) = AP(t-1)A' + Q$$

$$[0036] S(t) = CP(t)C' + R$$

$$[0037] K(t) = P(t)C' \text{ inv}((S(t))), \text{ and}$$

$$[0038] P(t+1) = P(t) - K(t)SK(t),$$

[0039] 该模型由  $A = \begin{pmatrix} 1 & T & T^2 / 2 \\ 0 & 1 & T \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ ,  $C = (100)$  定义。

[0040] 这里,  $T$  为采样间隔。

[0041] 参数  $Q$  和  $R$  被认为是设计参数, 一个选择的例子可以为  $Q = \begin{pmatrix} 0,3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0,1 \end{pmatrix}$  和  $R = 1$ 。

[0042] 此外,  $Q$  和  $R$  可比例变化以获得请求的带宽, 例如噪声抑制对速度权衡。依照第一测量值初始化  $X(t)$ 。 $P(t)$  的初始值也是设计参数。初始值的一个例子可以为

$$P_0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 100 & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{pmatrix}.$$

[0043] 因此, 通过对具有不同角噪声的不同标准偏差的传感器选择不同的  $Q$  和  $R$ , 可获得图 1 中的图表。

[0044] 通过使用估算的状态向量  $\hat{y}$  代入上述的状态反馈观察器计算估算的  $y(t, T_{\text{ttc}})$ , 如  $y(t, T_{\text{ttc}}) = y(t) + \dot{y}(t) * T_{\text{ttc}} + \ddot{y}(t) * T_{\text{ttc}}^2$ 。模拟没有噪声的理想传感器, 从初始距离解析计算  $y(t, T_{\text{ttc}})$  的值。这些两个测量之间的差构成用于特定标准的角噪声的  $Z_2$  值和用于通过  $Q$

和 R 给定的观察器的特定拐点频率。为了形成图 2 中的图表,对于每个 Q 和 R 的选择和传感器的角噪声的给定标准偏差多次执行该计算,并且形成平均值并进入该图表。

[0045] 图表显示了在特定距离 (100m) 的项 Z2 的大小作为卡尔曼频率的拐点频率和检测该物体的传感器的角噪声的给定标准偏差的函数。检测该物体的传感器的标准偏差为硬件参数,而拐点频率取决于以传统方式的滤波器的设计。因此,模拟使得本领域技术人员能够选择具有足够低的角噪声的标准偏差的适当的传感器用于特定滤波器以便获得期望的项 Z2 的值,或能够对于给定滤波器和传感器为项 Z2 设定正确值。

[0046] 在本发明的实施例中,碰撞过程条件确定单元进一步设置用于根据碰撞估算时间  $T_{ttc}$  是否在时间间隔内  $T_{LC1} < T_{ttc} < T_{LC2}$ ,确定目标车辆是否将与主车辆碰撞,其中  $T_{LC1}$  为主车辆进入目标车辆的车道的估算时间,  $T_{LC2}$  为主车辆离开目标车辆的车道的估算时间。在这种条件下确信主车辆将离开当前车道进入至在碰撞时间之前目标车辆所在的邻近车道内。该条件还保证主车辆不会在碰撞时间之前离开邻近车道。

[0047] 依照本发明的一种用于碰撞过程预测的系统可进一步为设置用于评估主车辆离开当前车道并进入邻近车道并且在所述主车辆将离开所述当前车道并进入所述邻近车道的情况下产生干预的车道退出辅助系统的一部分。所述车道退出辅助系统包括以下特征:

[0048] 评估避免所述邻近车道内的潜在碰撞所需的转向扭矩是否在范围内的转向扭矩条件功能模块;

[0049] 设置用于评估避开所述当前车道中的障碍物所需的制动力是否低于阈值的车道威胁条件功能模块;

[0050] 设置用于确定碰撞估算时间是否低于阈值的时间条件功能块;以及

[0051] 依照上面限定的用于碰撞过程预测的系统。

[0052] 转向扭矩条件功能模块确定避免与目标车辆碰撞所需的扭矩  $T_{req}$  是否在最小级别  $T_{min}$  之上以及所述需要的扭矩  $T_{req}$  是否在最大级别  $T_{max}$  之下。选择最小级别以确保尽可能迟地进行干预,同时仍维持安全距离。设置最大级别以确保干预控制器所叠加的方向盘扭矩不会超过关于 a) 法定要求和 b) 驾驶员超驰功能的限制。具有驾驶员超驰功能驾驶员通过手动超驰由干预控制器叠加的扭矩而重新获得车辆的控制。驾驶员从而能够经由方向盘应用大于可从干预控制器得到的最大扭矩的扭矩,或者通过应用在叠加扭矩相反方向上具有超过阈值的大小的扭矩来中断叠加的扭矩应用。如此应用的反向扭矩将会被解释为试图超驰自动转向控制,因此使得驾驶员可执行其期望的操纵。

[0053] 主车道威胁条件功能块设置用于评估避开在所述当前车道中的障碍物所需的制动力  $B_{req}$  是否在阈值之下。选择该阈值以使得可获得足够的制动力以停止车辆。合适的阈值设在 0.2 和 0.7g 之间,优选地在 0.2 和 0.5g 之间。时间条件功能模块设置用于确定碰撞估算时间  $T_{ttc}$  是否在阈值之下。设置阈值这样过远的交通情况不会触发干预。阈值适合选在 1-3 秒之间,优选地在 1.9-2.5 秒之间。

[0054] 依照一个实施例,车道退出辅助系统将设置用于仅在下面条件满足时产生干预:

[0055] 1) 避开所述当前车道中的障碍物所需的制动力  $B_{req}$  在阈值之下;

[0056] 2) 碰撞估算时间  $T_{ttc}$  在阈值之下;

[0057] 3) 避免与目标车辆碰撞所需的扭矩  $T_{req}$  在最小级别  $T_{min}$  之上以及所述需要的扭矩  $T_{req}$  在最大级别  $T_{max}$  之下;以及

[0058] 4) 碰撞过程条件确定单元已经在碰撞估算时间  $T_{ttc}$  之前确定瞬时  $t$  确定目标车辆将与主车辆碰撞。

[0059] 该碰撞过程条件确定单元可优选地形成碰撞过程预测系统的部分, 该碰撞过程预测系统包括 :

[0060] 设置在主车辆 20 上的传感器系统 18, 所述传感器系统 18 被设置用于接收与所述主车辆 20 外部的目标车辆相关的输入数据, 所述目标车辆位于所述传感器系统 18 的检测范围之内, 其中, 相对于所述主车辆的物体位置  $(x, y)$  和物体速度  $(\dot{x}, \dot{y})$  与目标车辆相关, 所述输入数据限定目标车辆的当前状态 ;

[0061] 碰撞时间估算器控制模块, 其基于所述目标车辆相对于所述主车辆的纵向距离  $(x)$ 、纵向速度  $(\dot{x})$  和纵向加速度  $(\ddot{x})$  计算碰撞估算时间  $T_{ttc}$  ;

[0062] 横向距离估算器控制模块, 其在所述碰撞估算时间  $T_{ttc}$  时估算所述主车辆与目标车辆的中心之间的所述横向距离  $(y)$  ; 以及

[0063] 碰撞过程条件确定单元, 其在所述碰撞估算时间  $T_{ttc}$  之前确定由于所述横向距离在第一间距之内所述目标车辆将与所述主车辆碰撞, 其中所述第一间距的大小基于所述主车辆的横向宽度、所述目标车辆的横向宽度, 和取决于在所述确定瞬时  $t$  时从所述主车辆至所述目标车辆的距离的修正项 Z2。

[0064] 依照优选实施例, 车道退出辅助系统将设置用于仅在满足所有下面条件时产生干预 :

[0065] 1) 避开所述当前车道中的障碍物所需的制动力  $B_{req}$  在阈值之下, 其设置在 0.2 和 0.7g 之间, 优选地在 0.2 和 0.5g 之间 ;

[0066] 2) 碰撞估算时间  $T_{ttc}$  在阈值之下, 其在 1-3 秒之间, 优选地在 1.9-2.5 秒之间 ;

[0067] 3) 避免与目标车辆碰撞所需的扭矩  $T_{req}$  在最小级别  $T_{min}$  之上以及所述所需的扭矩  $T_{req}$  在最大级别  $T_{max}$  之下 ; 以及

[0068] 4) 碰撞过程条件确定单元已经在碰撞估算时间  $T_{ttc}$  之前确定瞬时  $t$  确定目标车辆将与主车辆碰撞。

[0069] 该碰撞过程条件确定单元可优选地形成碰撞过程预测系统的部分, 该碰撞过程预测系统包括 :

[0070] 设置在主车辆 20 上的传感器系统 18, 所述传感器系统 18 被设置用于接收与所述主车辆 20 外部的目标车辆相关的输入数据, 所述目标车辆位于所述传感器系统 18 的检测范围之内, 其中, 相对于所述主车辆的物体位置  $(x, y)$  和物体速度  $(\dot{x}, \dot{y})$  与目标车辆相关, 所述输入数据限定目标车辆的当前状态 ;

[0071] 碰撞时间估算器控制模块, 其基于所述目标车辆相对于所述主车辆的纵向距离  $(x)$ 、纵向速度  $(\dot{x})$  和纵向加速度  $(\ddot{x})$  计算碰撞估算时间  $T_{ttc}$  ;

[0072] 横向距离估算器控制模块, 其在所述碰撞估算时间  $T_{ttc}$  时估算所述主车辆与目标车辆的中心之间的所述横向距离  $(y)$  ; 以及

[0073] 碰撞过程条件确定单元, 其在所述碰撞估算时间  $T_{ttc}$  之前确定由于所述横向距离在第一间距之内所述目标车辆将与所述主车辆碰撞, 其中所述第一间距的大小基于所述主车辆的横向宽度、所述目标车辆的横向宽度和取决于在确定瞬时  $t$

时从所述主车辆至所述目标车辆的距离的修正项 Z2, 其中所述间距为不是 [ $y(T_{ttc}) > (HW/2+TW/2+Z1+Z2)$  或  $y(T_{ttc}) < -(HW/2+TW/2+Z1+Z2)$ ]。

[0074] 现在将参考附图对下面的本发明实施例进行描述。

## 附图说明

- [0075] 图 1 显示了作为滤波器设置和目标角噪声特性的函数的横向距离偏差的图表。
- [0076] 图 2 显示了包括主车辆和目标车辆的交通场景的图表。
- [0077] 图 3 显示了在碰撞时的交通情况。
- [0078] 图 4 显示了用于碰撞过程预测的系统的框图。
- [0079] 图 5 显示了车道退出辅助系统的框图。
- [0080] 图 6 为根据本发明的汽车的平面图。
- [0081] 图 7 为包括配置以依照本发明而运行的汽车的一段公路、收费公路或高速公路的平面图。
- [0082] 图 8 为示出速度范围的图形, 其中包括在图 1 的汽车中的自动制动系统和自动转向系统配置为在该速度范围内运行。
- [0083] 图 9 为用于实现本发明的在图 1 汽车的自动转向和制动系统的数据处理单元中可执行的算法的流程图。
- [0084] 图 10 为在其中可采用本发明的第一场景。
- [0085] 图 11 为在其中可采用本发明的第二场景。
- [0086] 图 12 为在其中可采用本发明的第三场景。
- [0087] 图 13 为在其中可采用本发明的第四场景。

## 具体实施方式

[0088] 在图 2 中, 显示了包括主车辆 2 和目标车辆 4 的交通情况。主车辆 2 在当前车道 6 中以用箭头 8 指示的方向行驶。目标车辆 4 在邻近车道 10 中以用箭头 12 指示的方向行驶。

[0089] 当目标车辆 4 位于传感器系统 14 的检测范围 16 内时, 设置在主车辆 2 上的传感器系统 14 接收与外部目标车辆 4 有关的输入数据。传感器系统为传统类型, 其能够检测至少位置 ( $r, \Phi$ ) 和相对于目标的径向距离的变化率 ( $\dot{r}$ )。从这些检测到的变量, 可合适地以卡尔曼 (Kalman) 处理从所述检测到的位置 ( $r, \Phi$ ) 和变化率 ( $\dot{r}$ ) 估算目标车辆 4 相对于主车辆 2 的位置 ( $x, y$ )、速度 ( $\dot{x}, \dot{y}$ ) 和加速度 ( $\ddot{x}, \ddot{y}$ )。

[0090] 车道标记 18、20、22 将主车辆 2 的当前车道与目标车辆 4 的邻近车道 10 分开。车道标记的知识或出现不是最一般形式的本发明的操作所必需的。然而, 在本发明的实施例中, 传感器系统 14 包括用于检测车道标记的装置 26。用于检测车道标记的装置 26 可按照惯例地连接至用于确定道路坐标的装置 28, 其优选地设置为连续地更新道路坐标的估值并且确定主车辆和外部物体 (例如在道路坐标系中的目标车辆) 的位置的卡尔曼滤波器处理。用于执行车道检测和道路坐标的计算的适当的系统以 Mobi1Eye 的交易名销售。该基本理论更详细的解释可以在 A. Eidehall Thesis no 1122, Linköping Studies in Science and Technology, Linköping 2004 的《汽车车道导航系统》(" An automotive Lane Guidance

System" ) 中找到。

[0091] 传感器系统 14 检测主车辆 2 与目标车辆 4 之间的相对距离  $r$  和相对速度  $\dot{r}$ 。在确定瞬时  $t$  主车辆 2 与目标车辆 4 之间的横向距离可表达为：

[0092]  $y(t) = r(t) \sin \alpha(t)$ ,

[0093] 其中  $\alpha(t)$  为估算时间的目标角。

[0094]  $x(t)$  表示在主车辆和目标车辆之间的纵向距离。

[0095]  $x(t) = r(t) \cos \alpha(t)$

[0096] 应该注意的是  $x(t)$  和  $y(t)$  不是指道路坐标,而是安装至主车辆上的坐标系统,其  $x$  轴为车辆行进方向,  $y$  轴与  $x$  轴横交的。

[0097] 在图 3 中,显示了碰撞时的交通情况。碰撞的时间是在主车辆和目标车辆之间的距离为零的时间点。安全区域 Z1 可以添加至目标车辆和 / 或主车辆的宽度用于预防。

[0098] 在图 4 中,显示了用于碰撞过程预测的系统 30 的框图。

[0099] 系统 30 包括设置在主车辆 2 上的传感器系统。传感器系统 14 设置用于接收与主车辆 2 外部的目标车辆 4 相关的输入数据。传感器系统 14 检测目标车辆相对于主车辆的目标位置 ( $r, \Phi$ ) 和距离的变化速度( $\dot{r}$ )中至少一个。从目标位置 ( $r, \Phi$ ),可确定目标车辆相对于主车辆的目标位置 ( $x, y$ ) 和目标速度( $\dot{x}, \dot{y}$ )。为了确定目标车辆的目标位置 ( $r, \Phi$ ) 和目标速度( $\dot{r}$ ),可使用例如雷达 32 的传统传感器。雷达 32 检测主车辆 2 与目标车辆 4 之间的相对距离  $r$  和相对速度  $\dot{r}$ 。目标加速度( $\ddot{x}, \ddot{y}$ )可在卡尔曼处理器中以状态更新方程式确定或由目标速度计算得出。可从相对距离和相对速度以及如上所述的目标角  $\alpha$  确定纵向与横向距离 ( $x, y$ ) 和横向与纵向速度。可以传统的方式从传感器经由来自雷达的输入和 / 或与来自照相机 34 的输入结合来确定目标角  $\alpha$ 。相机 34 可构成用于检测车道标记的装置 26。此外,传感器系统还可连接至用于确定道路坐标的装置 28,其优选地设置为连续地更新道路坐标估值并确定主车辆和外部物体(例如在道路标记系统中的目标车辆)的位置的卡尔曼滤波方法。该用于估算道路坐标的装置从检测到的车道标记产生实线,从而产生了用于道路形状的坐标系统 ( $x', y'$ ) 并且可将主车辆和检测到的目标车辆的位置定位在道路坐标系统中。

[0100] 系统 30 进一步包括碰撞时间估算器控制块,其基于目标车辆相对于主车辆的纵向距离 ( $x$ )、纵向速度( $\dot{x}$ )和纵向加速度( $\ddot{x}$ )计算估算碰撞时间  $T_{ttc}$ 。碰撞时间估算器控制块从目标车辆相对于主车辆的纵向距离 ( $x$ )、纵向速度( $\dot{x}$ )和纵向加速度( $\ddot{x}$ )计算在直前方确定的路线上的碰撞估算时间。在最直的前向实施例中,碰撞时间  $T_{ttc}$  由下面的方程式计算：

$$[0101] x(t) + \dot{x}(t) \cdot T_{ttc} + \frac{\ddot{x}(t) \cdot T_{ttc}^2}{2} = 0$$

[0102] 其中  $x(t)$  为在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  时至目标车辆的纵向距离,  $\dot{x}(t)$  为在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  时目标车辆相对于主车辆的相对纵向速度,  $\ddot{x}(t)$  为在在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  时目标车辆相对于主车辆的相对纵向加速度。在纵向距离和纵向相对速度为估算时间  $t$  时的测量数据并且相对纵向加速度可以传统方法在卡尔曼过程中确定情况下,则瞬时碰撞时间可通过求解该方程式计算出。

[0103] 系统 30 还包括横向距离估算器控制模块 38,其估算在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  主车辆中

心与目标车辆的中心之间的横向距离 (y)。

[0104] 根据以下方程式从在估算时间 (t) 测量的横向距离、在估算时间 (t) 测量的横向速度  $\dot{y}(t)$  和在估算时间的横向加速度  $\ddot{y}$  估算出在碰撞时间的横向距离  $y(t)$  :

$$[0105] \quad y(t, T_{ttc}) = \dot{y}(t) \cdot T_{ttc} + \frac{\ddot{y}(t) \cdot T_{ttc}^2}{2} + y(t)$$

[0106] 横向距离、横向速度和横向加速度可在构成用于估算为来自传感器系统的输入数据的时间单点时确定, 或可替代地, 横向距离、横向速度和横向加速度能够以连续滤波方法确定。

[0107] 系统也包括碰撞过程条件确定单元 40, 其设置用于在估算碰撞时间  $T_{ttc}$  之前的确定瞬时  $t$ , 根据所述横向距离在第一间隔之内或之外, 确定目标车辆是否将要与主车辆碰撞, 其中, 所述第一间隔的大小是基于主车辆的横向延伸、目标车辆的横向延伸和取决于在所述测定瞬时  $t$  目标车辆离主车辆的距离的修正项 Z2。

[0108] 如果满足下面的条件, 碰撞过程确定单元 40 确定主车辆将与目标车辆碰撞:

[0109]  $\text{not}[y(T_{ttc}) > (\text{HW}/2+\text{TW}/2+Z1+Z2) \text{ or } y(T_{ttc}) < -(\text{HW}/2+\text{TW}/2+Z1+Z2)]$ , 其中 HW 为主车辆的宽度, TW 为目标车辆的宽度, Z1 为可被设置为零、预定的正数大小或取决于目标车辆宽度的安全间距。主车辆的宽度是已知的。目标车辆的宽度由目标车辆从雷达和 / 或以传统方式的照相机的输入来确定。

[0110] 通过加入取决于在确定瞬时  $t$  时目标车辆离主车辆的距离的修正项, 考虑了目标角测量噪声。修正项 Z2 取决于范围并且可取决于用于估算  $y(t)$  及其导数的滤波器的特性。对于  $y, \dot{y}$ , 和  $\ddot{y}$ , 用于估算  $y(t)$  及其导数的滤波器优选地设置为卡尔曼滤波器。

[0111] 目标角定义为主车辆的前进方向和目标车辆的位置之间的角度。在估算时间  $t$  横向距离可由  $y(t) = r \sin \alpha(t)$  确定, 其中  $\alpha(t)$  为在估算时间  $t$  的目标角,  $r$  为离目标车辆的距离。

[0112] 从图 1 中所示的图表中, 适当设定以下方程式中的系数  $k: Z2 = Z0+k*r$ ,

[0113] 其中, 可设定  $Z0$  为常数,  $r$  为距离目标车辆的距离。

[0114] 碰撞过程确定单元 40 产生表示主车辆 2 可能与目标车辆 4 碰撞的输出和表示主车辆 2 不会与目标车辆 4 碰撞的另一个输出。输出可由高信号或低信号、数字 0 或 1 信号或者任何表示两个不同场景的其他形式表示。这里, 1 意味着主车辆和目标车辆具有可能导致碰撞的过程。

[0115] 可选地, 系统 30 包括主车辆在邻近车道中的控制模块 42。主车辆在邻近车道中的控制模块 42 确定主车辆 2 是否将要进入有目标车辆的邻近车道 10。这通过照相机 34 观察定义由参考数字 20 和 22 表示的车道  $L_1$  和  $L_2$  的车道标记的位置来完成。在用于确定道路坐标的装置 28 中确定至车道标记的距离  $x_{L1}$  和  $x_{L2}$ 。限定邻近车道的第一车道和第二车道的车道穿越时间  $T_{LC1}, T_{LC2}$  可从了解的主车辆的当前速度以直线前向方式确定。可选择地, 通过使用卡尔曼滤波器确定车道穿越时间。

[0116] 如果满足下面的条件, 则碰撞过程确定单元 40 确定主车辆将与目标车辆碰撞:

[0117]  $\text{not}[y(T_{ttc}) > (\text{HW}/2+\text{TW}/2+Z1+Z2) \text{ or } y(T_{ttc}) < -(\text{HW}/2+\text{TW}/2+Z1+Z2)]$ ; 和

[0118] 碰撞估算时间  $T_{ttc}$  在  $T_{LC1} < T_{ttc} < T_{LC2}$  的时间间隔内。

[0119] 在图 5 中, 显示了车道退出辅助系统 100 的框图。车道退出辅助系统 100 包括:

[0120] 转向扭矩条件功能模块 50 用于评估避免在所述邻近车道内的潜在的碰撞所需的转向扭矩是否在范围内。转向扭矩条件功能模块确定避免与目标车辆碰撞所需扭矩  $T_{req}$  是否在最小级别之上以及所述所需扭矩  $T_{req}$  是否在最大级别  $T_{max}$  之下。选择最小级别以确保尽可能迟地进行干预，同时仍维持安全距离。设置最大级别以确保干预控制器所叠加的方向盘扭矩不会超过关于 a) 法定要求和 b) 驾驶员超驰功能的限制。具有驾驶员超驰功能是意图具有让驾驶员通过手动超驰由干预控制器的叠加扭矩而重新获得车辆的控制。驾驶员从而能够经由方向盘应用大于可从干预控制得到的最大扭矩的扭矩。

[0121] 车道退出辅助系统还包括主车道威胁条件功能模块 60，其设置用于评估避免在所述当前车道内的障碍物所需的制动力是否在阈值之下。主车道威胁条件功能模块设置用于评估避开在所述当前车道内的障碍物所需的制动力  $B_{req}$  是否在阈值之下。选择该阈值以使得可获得足够的制动力以停止车辆。合适的阈值设在 0.2 和 0.7g 之间，优选地在 0.2 和 0.5g 之间。

[0122] 车道退出辅助系统 100 还包括时间条件功能块 70，其设置用于确定碰撞估算时间是否在阈值之下。

[0123] 时间条件功能模块设置用于确定碰撞估算时间  $T_{ttc}$  是否在阈值之下。设置阈值以使得在较远的交通情况不会触发干预。阈值适合选在 1-3 秒之间，优选地在 1.9-2.5 秒之间。

[0124] 车道退出辅助系统 100 也包括如上面详细解释的用于碰撞过程预测的系统 40。

[0125] 参考图 6 至图 13 进一步详细描述车道退出辅助系统。

[0126] 依照本发明车道退出辅助系统的第一方面，提供了可运行以响应涉及识别一个或多个潜在危险的物体的潜在的碰撞事件，将转向扭矩应用于汽车的转向装置的转向安全系统，该系统包括：

[0127] (a) 传感器装置 30，其可运转以询问汽车 20 外部的传感区域 40 并产生相应的传感器信号；以及

[0128] (b) 处理装置 60，其可运转以接收传感器信号并计算在传感区域 40 内的一个或多个潜在的危险物体 230 的位置和相对速度，计算表示需要被应用于转向所述汽车 20 在避免所述危险物体的方向上的转向扭矩的值，检索表示所述汽车 20 在所述方向上的可用的最大扭矩的值，比较表示可用的最大扭矩的值与表示避免所述危险物体所需的转向扭矩的值，以及响应于所述比较决定如何干预。

[0129] 车道退出辅助系统的优点在于响应接收传感器信号在处理装置内计算所需的转向扭矩，并且比较所需的转向扭矩与代表将所述汽车 20 在所述方向转向的最大可用扭矩的检索值对改善响应与潜在的碰撞事件的转向干预的稳定性敏感。具体地，通过比较代表所需的转向扭矩与代表最大可用扭矩的值，获得用于决定是否应该允许干预、以及在允许干预的情况下干预时间的非常足够的措施。

[0130] 为了通过使用设计用于在某些交通情况下应用额外的转向扭矩以避免或降低碰撞风险的主动转向安全系统而获得增强的安全性，重要的是要以正确的方式应用转向扭矩的干预。过早的应用转向扭矩会导致车辆具有不可靠的运行特性，而过迟的应用会导致紧急行为或可能不能避免事故。此外，重要的是在干预不会导致避免碰撞的情况下不进行干预，因为在这种情况下让驾驶员具有车辆的完全控制而不由额外转向扭矩应用任何干预是

安全的。

[0131] 通过比较代表最大可用扭矩的测量值  $T_{MAX}$  与代表所需转向扭矩的值  $T_s$  (其如果应用的话会确保避免碰撞), 可获得用于关于转向安全系统的干预的决定的合适措施。优先地由形成指示所需转向扭矩的计算值与指示最大可用扭矩的检索值的比值  $STN$  做出该比较, 即  $STN = T_s/T_{MAX}$ 。代表最大转向扭矩与转向扭矩的值的比较可由其它代表这些扭矩的表达式 (而非线性指标  $STN = T_s/T_{ITMAX}$ ) 形成。其他适合的扭矩的表达式的例子可以为扭矩的平方 ( $T_s/T_{MAX}$ )<sup>2</sup>, 扭矩的平方根 ( $T_s/T_{MAX}$ )<sup>1/2</sup> 或允许估算最大可用扭矩与所需转向扭矩的相对大小的扭矩的任何其他函数  $f, g (f(T_s)/g(T_{MAX}))$ 。函数  $f$  和  $g$  的要求为它们不含有任何奇点并且他们在扭矩的相关间隔为平滑函数。此外, 他们在扭矩的相关间隔上必须都为连续增加或都为连续减小。

[0132] 避开危险物体所需的转向扭矩可根据已知原理计算, 例如像 Wong, J. Y., Theory of ground vehicles (1993), John Wiley&Sons, Inc 解释的那样。最大可用转向扭矩可从存储器单元、存储在处理装置中的地图检索出或计算出。最大可用转向扭矩可以为法律要求规定的极限, 即通过安全系统应用的额外的转向扭矩应该不超过某一极限。最大可用转向扭矩可替代地为与从伺服马达输出的最大扭矩相应的极限。可替代地, 可选择最大可用转向扭矩从而标准驾驶员应该总是能够超驰应用的转向扭矩。可提供传感器装置来设定可适应的上限, 其中可适应的上限取决于在该事件下驾驶员所采取的行动。传感器装置通常可意识到驾驶员是否正以应用的扭矩相反的方向转向。

[0133] 在车道退出辅助系统的优选实施例中, 转向安全系统可包括下面进一步的单独或如明显来自于附属权利要求中的组合特征:

[0134] • 转向安全系统可设置用于在所需转向扭矩超过用于避开危险物体最大可用扭矩的情况下不应用任何额外的转向扭矩;

[0135] • 转向安全系统可设置用于计算代表所需转向扭矩与最大可用扭矩的比例的比值;

[0136] • 转向安全系统可设置用于在所述比值在第一阈值之下的情况下不应用任何额外的转向扭矩;

[0137] • 转向安全系统可设置用于在所述比值在第一阈值之上的情况下进行干预; 和 / 或

[0138] • 转向安全系统可设置用于通过应用转向扭矩进行干预以避免所述危险物体。

[0139] 在车道退出辅助系统的优选实施例中, 当指示所需转向扭矩的计算值与指示最大可用扭矩的检索值的比例  $STN$  超过第一阈值级别时, 即  $STN = (T_s/T_{MAX}) > T_1$ , 通过转向安全系统应用转向扭矩做出干预。如果该比例在第一阈值之下或者如果所需转向扭矩超过最大可用扭矩则不做出干预。第一阈值适合选择在 0.6 至 0.95 之间, 优选的在 0.75 至 0.90 之间。

[0140] 在转向安全系统的其他实施例中, 可进一步包括:

[0141] (b1) 处理装置, 其可运转以接收传感器信号并计算来自传感区域内的一个或多个潜在的危险物体的位置和相对速度, 计算来自所述传感区域的沿该汽车能够运转行驶以设法避免一个或多个潜在危险物体的相对最安全方向 ( $F_{lane}$ ), 计算应用以将车辆转向在最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 上所需的转向扭矩, 计算将汽车转向在最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 上的最大可用扭

矩,计算代表所需转向扭矩与最大可用扭矩的比例的比值,以及计算是否响应该比值对应用转向扭矩进行干预以将汽车转向在最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 上。

[0142] 作为一个例子,最安全方向可选择在通过向左转或向右转以在车辆不同侧通过物体避免潜在危险物体。该选择可基于对在潜在危险物体的各个侧分配威胁级别。该威胁级别可通过考虑危险物体的未来轨迹来评估。

[0143] 在这种转向安全系统的实施例中,处理装置可运转以计算潜在地阻塞所述最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 的一个或多个潜在危险物体的未来轨迹,该处理装置在潜在碰撞事件中可运转以经由转向装置应用转向扭矩以将汽车的行驶方向转向最安全方向 ( $F_{lane}$ )。因此,该系统能够应用转向扭矩以避免直接的潜在的碰撞事件和未来发展出的潜在的碰撞事件。

[0144] 优选地,在转向安全系统中,传感器装置包括可运转以向传感区域发射射线并从该处接收相应的反射射线的第一传感器组件、可运转以成像该传感区域的第二传感器组件、可运转以关联从第一和第二传感器组件接收到的与一个或多个潜在的危险物体相应的传感信号并关联一个或多个潜在危险物体中每个危害风险,其中,该处理装置可运转以计算由于一个或多个潜在的危险物体的危害风险的作用而潜在地不被阻塞的一部分最安全的方向 ( $F_{lane}$ )。通过由一个或多个潜在的危险物体中每个所代表的碰撞危险的计算能够使得由该系统选择最合适的安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 以降低或避免碰撞伤害。

[0145] 优选地,当汽车以大于第一阈值速度的速度行驶时,转向安全系统是可运转的。这样的第一阈值使得能够在较低速度下采取自动制动作为自动碰撞减轻或避免的单一的措施。

[0146] 优选地,在转向安全系统中,处理装置可运转以将转向力限制在上限,上限低于可由汽车驾驶员应用的扭矩,从而在运转时驾驶员能够超驰由该系统应用的转向扭矩。限制该系统能够提供的扭矩使得驾驶员在系统错误解释传感区域内出现的道路状况的非常少见的情况下超驰该系统,从而改善了驾驶员安全。

[0147] 依照车道退出辅助系统的第二方面,提供了响应被识别的包括一个或多个潜在的危险物体的潜在的碰撞事件在转向安全系统中将转向扭矩应用到汽车的转向装置的方法,该方法包括如下步骤:

[0148] (a) 使用传感器装置 30 询问汽车 20 外部的传感区域 40 并产生相应的传感器信号;

[0149] (b) 在处理装置 60 中接收该传感器信号并计算来自传感区域 40 内的一个或多个潜在的危险物体 230 的位置和相对速度;

[0150] (c) 计算被应用以将汽车 20 转向在一个方向上以避免所述物体所需的转向扭矩;

[0151] (d) 计算将所述汽车 20 转向在所述方向上的最大可用扭矩;

[0152] (e) 比较代表最大可用扭矩的值与代表避免所述危险物体所需的转向扭矩的值;

[0153] (f) 以及响应所述比较决定如何干预。

[0154] 在进一步优选的实施例中,下面额外的方法步骤可单独或明显从附属权利要求的结合执行:

[0155] - 在所述所需转向扭矩超过避开所述危险物体的所述最大可用扭矩的情况下,所述转向安全系统可防止应用转向扭矩;

[0156] - 所述转向安全可计算代表所述所需转向扭矩与所述最大可用扭矩的比例的比

值；

[0157] - 在所述比值在第一阈值之下的情况下，所述转向安全系统可防止应用转向扭矩；

[0158] - 在所述比值在第一阈值之上的情况下，所述转向安全系统可进行干预；和 / 或

[0159] - 所述转向安全系统可通过应用转向扭矩进行干预以避开所述危险物体。

[0160] 在另一实施例中，执行下面的方法步骤：

[0161] a) 使用传感器装置询问汽车外部的传感区域并产生相应的传感器信号；

[0162] b) 在处理装置中接收该传感器信号并计算来自传感区域内的一个或多个潜在的危险物体的位置和相对速度，并计算从该传感区域汽车能够在以最小碰撞风险运转中行驶的相对最安全方向 ( $F_{lane}$ )；

[0163] c) 计算被应用以将车辆转向在最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 上所需的转向扭矩；

[0164] d) 计算将所述汽车转向在所述方向上的最大可用扭矩；

[0165] e) 比较代表所需转向扭矩与最大可用扭矩的比例的比值；

[0166] f) 以及响应于所述比值计算是否进行干预以应用转向扭矩以将汽车转向在最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 上。

[0167] 优选地，该方法在步骤 (a) 中包括步骤：

[0168] a1) 从传感器装置的第一传感器组件向传感区域放射射线并从该处接收相应的反射射线；以及

[0169] a2) 从传感器装置的第二传感器组件成像该传感区域；

[0170] 并且其中，该方法在步骤 (b) 中包括步骤：

[0171] b1) 在处理装置内关联与从第一和第二传感器组件接收的一个或多个潜在危险物体相应的传感信号，并关联一个或多个潜在危险物体中每一个的危害风险；以及

[0172] b2) 在处理装置内计算由于一个或多个潜在的危险物体的危害风险的作用而潜在地不被阻塞的一部分最安全的方向 ( $F_{lane}$ )。

[0173] 依照车道退出辅助系统的第三方面，在数据载体上提供了软件产品，软件产品在计算硬件上可执行以实现依照车道退出辅助系统的第二方面的方法。依照车道退出辅助系统的第四方面，提供了包括依照车道退出辅助系统第一方面的转向安全系统的汽车。

[0174] 表达“汽车”应该解释为包括：私人机动车辆、轿车、敞篷货车、卡车、货车、公交车、摩托车、滑行车以及任何其他类型的被驱动的路面车辆。在图 6 至图 13 中，标号被包括以结合下面描述的车道退出辅助系统的实施例来识别特征。当空间上位于他们相关的特征之内时标号具有下划线。而且，当没有下划线时通过识别这些特征的线条将标号连接至标号相关的特征。此外，当他们用于指示完整的零件或系统时用箭头连接标号。

[0175] 车道退出辅助系统的实施例描述

[0176] 总的看法，本发明车道退出辅助系统采用前方碰撞警告系统 (FCW) 和前方碰撞减轻系统 (FCM)。而且，本发明车道退出辅助系统可运转以采用在专用硬件中实现决定算法，如在计算硬件上可执行的软件，或这些硬件和软件的混合物。

[0177] 参考图 6，显示了总体上用 20 指示的汽车。在汽车 20 的前方区域，具有包括用于在汽车 20 前方总体上用 40 指示的传感区域内传感的一个或多个传感器的传感器装置 30。包括在汽车 20 中的额外的部件包括数据处理单元 60、转向装置 70 以及与汽车 20 的车轮相

关的一个或多个制动单元 80, 所述一个或多个制动单元 80 在应用时可运转以减小汽车 20 的速度; 数据处理单元 60 传统上也称为数据处理装置。可运转以产生动力的发动机和连接在发动机与汽车 20 的车轮之间的动力传动也包括在汽车 20 中, 但为了图画简单未在图 6 和 7 中显示。在潜在的碰撞场景中, 应用至前轮 90 的转向力潜在地能够通过如在后面更详细说明的转向提供自动碰撞避免。另外, 数据处理单元 60 连接至前述一个或多个制动单元 80 用于在潜在的碰撞场景下将制动力自动应用到汽车 20, 这将在后面说明。

[0178] 在图 7 中, 显示了总体上用 200 指示的一段道路、高速公路等。该段 10 分别包括第一车道 210a 和第二车道 210b。汽车 20 可运转以箭头 220 指示的前向方向沿第二车道 210b 行驶。

[0179] 在正常安全驾驶情况下, 传感区域 40 将在汽车 20 行驶前向方向 220 上不会出现一个或多个潜在的危险物体 230, 尽管一个或多个潜在的物体会潜在地分别出现在如说明的传感区域 40 的左手侧外围区域 240a 和右手侧外围区域 240b, 这些外围物体对于汽车 20 不代表危险。传感器装置 30 包括第一传感器组件可运转:

[0180] (a) 以朝向包括潜在地出现在低安全驾驶状况下的一个或多个潜在的危险物体 230 的传感区域 40 放射射线;

[0181] (b) 以感应这种从一个或多个物体 230 反射的射线; 以及

[0182] (c) 以产生相应的第一组传感器信号。

[0183] 有利地, 第一传感器组件包括角度扫描传感器或能够在潜在的危险的一个或多个物体 230 之间提供角鉴别以及感应它们的接近速度  $V_{Cl}$  (例如经由多普勒频移) 的传感器。更有利地, 实现第一传感器组件以包括下面的至少一个: 角鉴别红外 (IR) 光方向和测距 (激光雷达), 角鉴别微波方向和测距 (雷达)。传感器装置 30 进一步包括有利地包括用于提供传输前述传感区域 40 的光学图像的第二组传感器信号的一个或多个摄影机的第二传感器组件。可选地, 传感器装置 30 进一步补充有其他类型的传感器, 例如可运转以雷达方式扫描区域 40 的超声波传感器。可选地, 一个或多个摄像机可运转以感应人类可见光谱、红外 (IR) 光谱中的一个或多个, 所述 IR 光谱对于夜间行驶和薄雾或大雾情况下特别有利。如将在后面说明, 数据处理单元 60 可运转以处理第一组和第二组信号以从该处识别相应于具体物体 230 的信号, 其中所述第一组信号在确定前述接近速度  $V_{Cl}$  和距离或位置  $d_{Ri}$  中最有用, 第二组信号在下面情况下最有用:

[0184] a) 提供与从处理该第一组信号识别的一个或多个物体 230 相关的信息; 及

[0185] b) 得到从处理该第一组信号识别的一个或多个物体 230 的空间范围的测量。

[0186] 例如, 关于空间范围, 吹落在该段道路 200 上的一片铝片容易潜在地提供比从卡车上掉落到该段道路 200 上的混凝土块更强的微波反射信号; 混凝土块代表对汽车 20 潜在的比所述铝片更危险的碰撞风险。在执行风险评估中, 数据处理单元 60 需要关于一个或多个物体 230 种类的进一步的信息, 即由一个或多个物体 230 代表的碰撞危险; 第一和第二组信号的使用提供了该进一步的信息, 从而一个或多个物体 230 均已经在数据处理单元 60 中与指示由该物体提供的风险的相应的危险评估数字  $Ki$  相关联, 在传感区域 40 中有  $n$  个物体, 每个物体单独地使用整数指标  $i$  指示以使得  $i \leq n$ 。

[0187] 数据处理单元 60 有利地在专用数字硬件和 / 或使用可运转以执行软件的计算硬件中实现。而且, 数据处理单元 60 连接至传感器装置 30 用于接收来自该处的前述第一和

第二组传感器信号。此外，数据处理单元 60 连接至包括在转向装置 70 内的一个或多个驱动器，例如可运转以产生使汽车 20 的前轮 90 调整方向的转向扭矩的一个或多个电机，该转向扭矩在运转中也可以被接触汽车 20 的方向盘 100 的驾驶员感觉到并有益地提供了由一个或多个物体 230 代表的潜在的风险的触觉指示。如将在后面更详细地说明，在潜在的碰撞场景中，应用至前轮 90 的转向扭矩能够潜在地提供自动的碰撞避免。另外，如将在后面更详细地说明，数据处理单元 60 连接至前述一个或多个制动单元 80 用于在潜在的碰撞场景中将制动力自动应用至汽车 20。

[0188] 在运转中，数据处理单元 60 从关于传感器装置 30 的第一组传感器信号计算一个或多个潜在的危险物体 230 的角位置或距离  $d_{Ri}$  和接近速度  $V_{Ci}$ 。处理装置 60 分析位置或距离  $d_{Ri}$  和接近速度  $V_{Ci}$  以确定：

[0189] 数据处理单元 60 可运转以实现一系列步骤：

[0190] (a) 识别代表碰撞风险的一个或多个物体 230；

[0191] (b) 估算避免一个或多个物体 230 所需转向扭矩的值；

[0192] (c) 计算可被应用以转向避开一个或多个物体 230 以避免与之碰撞的最大可用扭矩  $T_{MAX}$ ；

[0193] (d) 计算最大可用扭矩  $T_{MAX}$  与所需转向扭矩  $T_s$  的比例；以及

[0194] (e) 确定如何响应计算的比例值通过将转向扭矩应用至转向装置 70 来进行干预。

[0195] 步骤 (a) 优选地如前面说明来执行。可选地，当最大可用扭矩  $T_{MAX}$  小于避免一个或多个物体 230 所需转向扭矩  $T_s$  时，阻止数据处理单元 60 进行干预。而且，当所需转向扭矩  $T_s$  为大于高扭矩阈值或低于低扭矩阈值中至少一种时，阻止数据处理单元 60 进行干预。

[0196] 使用模拟车辆模型可计算所需转向扭矩。如何执行模型的充分描述可在 Wong, J. Y., Theory of ground vehicles (1993), John Wiley&Sons, Inc 中找到。替代模拟，当以相对于物体已知的速度行驶时，可使用提供避免某一物体所需扭矩的信息的地图或表格，其中该物体的未来轨迹可以确定。

[0197] 最大可用扭矩可从存储器单元、存储在处理装置中的地图检索出或计算出。最大可用转向扭矩可以为法律要求规定的极限，即通过安全系统应用的额外的转向扭矩不应该超过某一极限。最大可用转向扭矩可替代地为与从伺服马达输出的最大扭矩相应的极限。可替代地，可选择最大可用转向扭矩以使得标准驾驶员应该总是能够超驰应用的转向扭矩。可提供传感器装置以使得设定可适应的上限，其中可适应的上限取决于在该事件下驾驶员所采取的行动。传感器装置通常可意识到驾驶员是否正以应用的扭矩相反方向转向。

[0198] 在步骤 e) 下确定的干预可以为下下面定义的事件的任何一个或其组合：

[0199] - 转向安全系统可设置用于在所需转向扭矩超过用于避开所述危险物体的最大可用扭矩的情况下不应用任何额外的转向扭矩；

[0200] - 转向安全系统可设置用于计算代表所需转向扭矩与最大可用扭矩的比例的比值；

[0201] - 转向安全系统可设置用于在比值在第一阈值之下的情况下则不应用任何转向扭矩；

[0202] - 转向安全系统可设置用于在所述比值在第一阈值之上的情况下进行干预；和 / 或

[0203] 转向安全系统可设置用于通过应用转向扭矩进行干预以避开所述危险物体。

[0204] 在车道退出辅助系统的优选实施例中,当指示所需转向扭矩的计算值与指示最大可用扭矩的检索值的比例 STN 超过第一阈值水准时,即  $STN = (Ts/T_{MAX}) > T_1$ ,通过转向安全系统应用转向扭矩做出干预。如果该比例在第一阈值之下或者如果所需转向扭矩超过最大可用扭矩则不做出干预。第一阈值适合选择在 0.6 至 0.95 之间,优选的在 0.75 至 0.90 之间。

[0205] 数据处理单元 60 通过发送指令至包括在转向装置 70 内的一个或多个驱动器以将碰撞避免矫正扭矩应用到转向前方车轮 90 来执行前述自动转向功能。数据处理单元 60 受限于关于能够经由前述一个或多个驱动器应用至前轮的最大转向扭矩  $T_M$ 。最大转向扭矩  $T_M$  可选地由法律或规章要求确定。可替代地或作为补充地,最大转向扭矩  $T_M$  可结合汽车 20 的驾驶员能够应用至汽车 20 的方向盘 100 的最大扭矩  $T_{DRIVER}$  确定。因此,可选地,选择最大转向扭矩  $T_{MAX}$  以使得驾驶员总是能够超驰由数据处理单元 60 执行的转向决定;换句话说,如果数据处理单元 60 响应不正确地评估碰撞情况并试图应用转向力时,汽车 20 的驾驶员总是潜在地能够通过方向盘 100 应用反向力以补偿由数据处理单元 60 请求的力来防止这种不正确的评估导致不必要的碰撞。

[0206] 所需转向扭矩  $T_s$  的计算是复杂的,将在下面进一步说明;例如,所需转向扭矩  $T_s$  的计算是基于检测到的一个或多个物体 230 的空间位置和它们距离汽车 20 的距离  $dg$  和 / 或它们的接近速度  $V_{C1}$ 。如先前说明的,力  $T_{DRIVER} > T_s$  是有利的。

[0207] 在与方程式 1 (Eq. 1) 类似的方式中,算法可运转以计算由方程式 2 (Eq. 2) 定义的转向威胁数量 (STN) :

$$[0208] STN = Ts/T_{MAX}$$

[0209] 当转向威胁数量 STN 小于单位元素即  $STN < 1$  时,数据处理单元 60 对通过将转向扭矩应用至转向装置 70 能够转向车辆 20 以避开潜在的碰撞敏感。因此,当威胁数量数据小于单位元素时,处理单元 60 可有利地运转以对转向装置 70 应用自动碰撞避免转向。

[0210] 本发明的车道退出辅助系统也与用于处理大于单位元素的转向威胁数量的策略有关,避免碰撞所需的扭矩  $T_s$  远大于数据处理单元 60 允许从转向装置 70 中调用的最大扭矩  $T_M$ 。数据处理单元 60 可运转以在这种  $STN > 1$  的情况下抑制将任何碰撞避免转向力应用至转向装置 70 ;如果转向不能够避免碰撞,则必须使汽车 20 的驾驶员具有汽车 20 的完全控制以尽力选择最大程度减轻潜在的碰撞伤害的转向汽车 20 的相同方向。

[0211] 在从转向装置 70 调用所需转向扭矩  $T_s$  应用的同时,即在当威胁数 STN 小于单位元素时,该数据处理单元 60 试图通过转向干预避免碰撞的相对短的时间周期期间,数据处理单元 60 可运转以计算对于转向威胁数量 STN 更新值。因此,在干预发生的同时,数据处理单元 60 能够动态监视其转向干预的成功。因此,如果在转向车道退出辅助系统期间转向威胁数量 STN 减少,则数据处理单元 60 可运转以解释这种减少作为指示汽车 20 正在成功地自动转向离开潜在的碰撞情况。反之,如果在转向干预期间转向威胁数量 STN 增加,则处理单元 60 易被解释这样的增加为如下:

[0212] a) 干预潜在地不成功,例如结果是不正确地评估区域 40 内的一个或多个物体 230 ;或

[0213] b) 汽车 20 的驾驶员正应用相反力以立刻超驰数据处理单元 60 的运转;当威胁数

量 STN 超过单位元素的情况下,数据处理单元 60 可运转以终止转向干预。

[0214] 可选地,数据处理单元 60 配置为可运转从而在转向干预期间任何增加 n 个威胁数量 STN 可运转以终止该转向干预。

[0215] 在车道退出辅助系统的一个实施例中,提供确定汽车最安全方向的方法步骤。

[0216] 汽车 20 的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 被定义为朝向对于汽车 20 以与任何物体(考虑到这些物体的轨迹)碰撞的最小风险行驶的安全方向的一部分传感区域 40;而且,最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 不会与该段道路 200 的前述第二车道 210b 搞乱。此外,数据处理单元 60 可运转以按照其关于最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 的角方向的数据临时重复的方式被连续更新。在正常驾驶情况下在汽车 20 的行驶方向上不具有潜在的危险,数据处理单元 60 将计算传感区域 40 的中央部分为不具有一个或多个障碍物,这样汽车 20 可以中央部分的方向安全地行驶;在这样的情况下,中央部分被数据处理单元 60 认为是前述最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300。在正常行驶情况下,多种物体会被处理单元 60 偶然地识别为位于传感区域 40 的右手侧外围区域和左手侧外围区域,其具有相对速度  $V_{ci}$  和位置或距离  $d_{ri}$ ,其不可能解释为最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 并且不会在碰撞汽车 20 的过程。在这样的场景下,数据处理单元 60 可运转以经由与转向装置 70 关联的一个或多个前述的驱动器可选择地应用扭矩以将汽车 20 转向在最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 上,从而驾驶离开任何潜在的危险。在正常运转中,汽车驾驶员将汽车 20 转向没有危险物体的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 上使得数据处理单元 60 可获得用于定义最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 的提示以在后续遵循。当汽车 20 的驾驶员将汽车转向至该段道路 200 的出口时,随后最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 将不再与如汽车 20 离开的第二车道 210b 相应。

[0217] 在汽车 20 的驾驶员随时失去注意力、暂时性地打断和 / 或不能够感觉到出现或很快会出现在最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 上的一个或多个潜在的危险物体的情况下,容易出现潜在的危险状况;在这样的情况下,驾驶员正在不正确地定义汽车 20 的行驶方向 220。注意力不集中可能会来自于驾驶员疲劳,其中驾驶员在汽车 20 的方向盘 100 睡觉。在驾驶员暴露于以小角度射过汽车 20 的前窗进入驾驶员的眼睛的明亮的阳光从而会临时性的使驾驶员的视野失明时,可能发生临时的中断;这样的问题在汽车 20 的前挡风玻璃蒙上雾气和 / 或不清楚时会尤其严重。疲劳或汽车内的分心(例如噪声和在汽车 20 后座上运输的淘气的孩子)的结果,可能会出现缺少感知力。如前面说明的,数据处理单元 60 可运转以计算一个或多个物体 230 的接近速度 V 和位置或距离  $d_{ri}$  以确定他们是否可能阻塞最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300。

[0218] 如果汽车 20 的驾驶员睡觉使得汽车 20 驶向如图 7 所示的第一车道 210b 内以相反方向 360 行驶的车辆 350,则数据处理单元 60 将识别车辆 360 处于从左手侧外围侧区域 210a 进入最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 的轨迹,这样最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 已经有效地开始转向右手侧外围侧区域 210b。在这样的场景下,数据处理单元 60 可运转以应用矫正扭矩至转向组件 70 以驾驶离开车辆 350 朝向第二车道 210b。如将在后面说明,矫正转向扭矩优选地为与由车辆 350 代表的碰撞风险  $K_i$  相应的大小;例如,转向扭矩具有由车辆 350 代表的碰撞风险  $K_i$  的线性函数、平方律函数或其他多项式函数的大小。随着汽车 20 接近车辆 350,由于潜在地增加由车辆 350 代表的危险,因此试图将汽车 20 转向朝向第二车道 210b 的矫正扭矩变得逐渐增大。而且,由数据处理单元 60 经由转向组件 70 应用的矫正转向扭矩有

利地为由前述驱动器设计的最大值,或由数据处理单元 60 有意限制为最大值,这样驾驶员能够在数据处理单元 60 已经不正确地评估一个或多个潜在危险物体 230 的重要性的潜在的情况下超驰矫正转向扭矩。

[0219] 汽车 20 可选地也可具有如图 8 所代表的碰撞减轻或碰撞避免的自动制动。在图 8 中,显示了包括代表汽车 200 离出现在最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 上的潜在的危险物体的距离的横坐标轴 400。而且,图表包括代表在运转中易于由数据处理单元 60 调用的制动力或矫正力的纵坐标轴 410。当潜在的危险物体 230 处于大于来自汽车 20 的  $d_{R3}$  的范围时,其太远而不能被传感器装置 30 可靠地感应到,因此随后数据处理单元 60 可运转以忽视潜在的危险物体 230 ;作为一个例子,当前的传感技术使得距离  $d_{R3}$  在 100 至 150 米的范围内。而且,当潜在的危险物体 230 处于如区块 420 指示的距离汽车 20 的  $d_{R2}$  和  $d_{R3}$  之间的范围,数据处理单元 60 可运转以应用碰撞避免转向扭矩而被在方向盘 100 上的驾驶员感觉到,其中,扭矩由随着一个或多个潜在的危险物体 230 接近汽车 20 逐渐增加的曲线  $F_s$  代表。在距离  $d_{R2}$  之下,数据处理单元 60 可运转以计算通过转向的碰撞避免不可能帮助驾驶员,在这样的情况下,由驱动器应用的碰撞避免转向扭矩被维持在最大可允许的扭矩  $T_m$  以保持驾驶员意识到潜在的逼近的碰撞,或降低至基本为零,如图 8 中虚线所示,以便为驾驶员提供完全转向控制。低于距离  $d_{R2}$  的增加的碰撞避免转向扭矩应用会潜在地容易导致汽车 20 旋转,其代表在该段道路 200 上潜在的更大的危险。低于距离  $d_{R2}$ ,位于区块 430 内,数据处理单元 60 可运转以应用自动制动作为最后的手段以提供碰撞避免或碰撞减轻。自动应用的制动力  $F_B$  随着距离  $d_{Ri}$  的减小而增加,制动力被限制于可被汽车 20 安全地应用的最大力  $F_A$ 。

[0220] 因此,如图 7 所示,如果驱动器响应来自数据处理单元 60 的指令产生的碰撞避免转向扭矩不能够将汽车 20 转向而防止与车辆 350 碰撞,汽车 20 应用自动制动作为最后的手段。然而,在运转中由传感器装置 30 产生的信号可协同提供至数据处理单元 60 和前述用于汽车 20 的自动制动。有利地,自动制动也可经由数据处理单元 60 实现。

[0221] 当在汽车 20 中执行自动碰撞或避撞时,在数据处理单元 60 中计算避免与前方车辆碰撞所需的至汽车 20 的制动力  $F_B$ ;制动力  $F_B$  的计算要求可选地考虑由包括在汽车 20 之内或之上的传感器装置 30 的额外传感器感应的道路状况,例如雨量和温度传感器。数据处理单元 60 执行制动算法并随后比较避免碰撞所需的制动力  $F_B$  与汽车 20 的物理限制,例如包括轮胎与道路摩擦、制动系统上升时间的限制,即汽车 20 能够提供的制动力  $F_B$ 。

[0222] 数据处理单元 60 可运转以计算方程式 1(Eq. 1) 定义的制动威胁数量 (BTN) :

$$[0223] \quad BTN = F_R/F_A$$

[0224] 在当所需制动力  $F_B$  大于汽车 20 能够提供的制动力  $F_A$  情况下,制动威胁数量 BTN 大于单位元素且该数据处理单元 60 检测到不能通过制动避免潜在的碰撞;随后数据处理单元 60 可运转以自动将制动力应用至一个或多个制动单元 80 用于减轻碰撞,即减小碰撞事件导致的可能伤害的严重程度。

[0225] 将参考图 9 进一步说明在前面描述的数据处理单元 60 中执行的算法。算法的步骤在图 9 中描述,其易于参考表 1 解释。

[0226] 表 1

[0227]

标号	解释
500	算法的开始
510	使用传感器装置 30 感测区域 40 以从 i 物体的角 $\theta$ 和距离 $d_{R_i}$ 感测区域 40 中的 i 物体 230 的相对位置 $(x_i, y_i)$ ;还从传感器装置感测接近速度 $V_{ci}$ ;总共感测时间 $t + \Delta t$ 。
520	计算 i 物体 230 的轨迹 ;从摄影机输出得到物体的图像以确定物体的空间延伸。
530	确定任何物体或物体的组是否被认为是潜在的危险物体。如果主车辆的未来路径将通过具有空间延伸的 i 物体,则物体被认为具有潜在的危险。
540	从等式 2 计算 STN,这包括以下步骤 :计算应用到转向装置 70 以避免碰撞所需的转向扭矩 $T_{REQ}$ ;检索代表最大可用扭矩的值。
550	确定如何根据计算的 STN 值进行干预。所述干预可优选地包括步骤 :在 STN 在第一阀值 (可适当地设置在 0.63 到 0.95 之间,优选地在 0.75 到 0.95 之间) 之下的情况下,不进行干预 ;在所需的转向扭矩超过最大可用扭矩 (即 $STN > 1$ ) 的情况下,不进行干预 ;在 STN 在上述第一阀值之上且最大可用扭矩超过所需的转向扭矩 ( $STN < 1$ ) 的情况下,进行干预。选择应用的转向扭矩的大小,以避免具有较小的安全系数的潜在的危险物体。因此,应用的转向扭矩适当地总共为由稍大于 1 的安全系数相乘的所需的转向扭矩。安全系数被适当地选择在 1.01 和 1.2 之间,优选地在 1.05 和 1.15 之间。
560	在实施例中,可选步骤 :检查一个或多个 i 物体 230 在最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 300 内是否更接近于阀值距离 $d_{R_i}$ ;如果最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 300 被堵塞或可能被堵塞,则在更新时间 $\Delta t$ : $t = t + \Delta t$ 之后沿着路径 590 行进。如果不存在碰撞危险,则沿着路径 600 行进。
570	在实施例中,还可包括可选步骤 :从传感器装置 30 计算来自信号的所需的制动力 (例如,道路表面条件、雨水量),并自发地将制动力应用到汽车 20 的制动部件 80。
590	

[0228] 尽管方程式 2(Eq. 2) 包括所需转向扭矩  $T_{REQ}$  的参数,应该明白的是所需转向扭矩  $T_{REQ}$  的大小和方向 (即向右还是向左传) 的计算,是与最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 的更新计算相关的复杂的任务。

[0229] 在数据处理单元 60 的最简单实现中,该算法可运转以考虑将区域 40 细分为左部分和右部分。扭矩  $T_{REQ}$  被引导的方向有利地离开该区域 40 的部分,当由传感器装置 30 询问

时其导致最强的反馈信号、至物体最短的距离和至物体最快的接近速度中的一个或多个。可能是更复杂的实现,其中区域 40 被细分为多于两个部分并且合并来自包括在传感器装置 30 内的一些类型的传感器的信号;例如,微波雷达传感器可容易提供来自相对较小的金属物体比相对较大的混凝土物体更强的信号,然而包括在传感器装置 30 内的激光传感器会受包括在物体内的特殊类型的光学镀膜相当大的影响。而且,光学摄影机易受区域内的强的环境光放射和一个或多个物体 230 的颜色对比影响。代表汽车 20 前方的一个或多个物体 230 的来自传感器装置 30 的最可靠代表信号可通过合并由包括在装置中的互相不同类型传感器(例如激光雷达和微波雷达的结合)产生的信号来潜在地获得。

[0230] 在汽车 20 中,警告定义为没有来自驾驶员适当的反应不会改变汽车 20 的路径或轨迹的听觉、触觉或视觉警告。而且,通过数据处理单元 60 应用的干预为数据处理单元 60 直接影响汽车 20 的轨迹的能力;在本发明车道退出辅助系统中,关于转向,干预具有受限的权限并且意图放大来自驾驶员的指令。如之前说明的,最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 300 定义为汽车 20 希望行驶在没有任何阻塞(例如一个或多个物体 230)的道路区域。当汽车 20 的一个前轮在相应的车道边界之外时,车道偏离及时定义为一点。

[0231] 参考图 10 至图 13 将描述多个驾驶场景,其中本发明车道退出辅助系统用于通过转向提供碰撞避免。参考图 10,显示了汽车 20 正沿车道 210b 行驶。在这样的情况下,汽车 20 的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 为沿车道 210b 的直前方;因此,最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 由箭头 710 限定。随后,驾驶员导致汽车 20 改变为如箭头 700 指示的方向。由于传感器装置 30 结合数据处理单元 60 没有在改变的方向 700 上检测到障碍物,数据处理单元 60 将这样的情况解释为驾驶员的真实操作,从而最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 由数据处理单元 60 解释以从方向 710 改变至方向 700。

[0232] 接下来参考图 11,显示了包括三段 750、850、950 的更复杂的多车道路场景。在段 750 中,汽车 20 在时间 t 正沿着由箭头 790 指示的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 行驶。在时间  $t + \Delta t$ ,驾驶员导致汽车 20 转向朝向在箭头 770 指示的另一方向上行驶的车辆 760 的由箭头 780 指示的左手方向。数据处理单元 60 结合传感器装置 30 可运转以检测车辆 760 的出现并且也确定其行驶方向。数据处理单元 60 基于摄影机信息计算可代表碰撞危险的车辆 760。然而,数据处理单元 60 也可运转以计算最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 是否应该更新至相应的方向 780,当被假定为方向 780 时,车辆 780 将离开最安全的方向 ( $F_{lane}$ )。在这样的场景下,车辆 760 被正确地认为不是相当大的危险并且数据处理单元 60 可运转将适度转向扭矩应用至转向装置 70 以致使汽车 20 轻微地转向如箭头 800 指示的右手侧。

[0233] 在段 850 中,汽车 20 在时间 t 正在其最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 相应的由箭头 880 指示的方向上行驶。随后汽车 20 的驾驶员在时间  $t + \Delta t$  致使汽车 20 将由箭头 860 指示的方向改变为物体 870 的方向,数据处理单元 60 结合传感器装置 30 将该物体 870 识别为静止物体并代表对于汽车 20 的碰撞危险。数据处理单元 60 可运转以确定在箭头 880 上的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 是正确的并且汽车 20 的驾驶员正在通过转向至方向 860 尝试危险操作。结果,数据处理单元 60 可运转以经由转向装置应用由箭头 890 指示的相对强的扭矩以将汽车转向方向 880 上的最安全的方向 ( $F_{lane}$ )。扭矩的大小由几个因素确定:

- [0234] a) 物体 870 能够代表从视频信息识别的碰撞危险,从而具有高 Ki 风险值;
- [0235] b) 物体 870 不在离开方向 860 的轨迹上,这样如果在时间  $t + \Delta t$  方向 860 被假定

为更新的最安全的方向 ( $F_{lane}$ )，则物体 870 可位于这样的更新的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 的道路上，因此代表不可接受的危险情况；以及

[0236] c) 物体 870 为静止地引起关于汽车 20 的潜在的高接近速度  $V_{ci}$ 。

[0237] 在段 950 中，汽车 20 在时间  $t$  正沿着用箭头 970 指示的方向上的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 行驶。随后驾驶员致使汽车 20 改变其如用箭头 960 指示行驶方向朝向在方向 1000 上行驶的车辆 990 的方向。数据处理单元 60 结合传感器装置 80 识别车辆 990 代表碰撞危险，但认为其以几乎与汽车 2 本身相似的总体方向上移动，即具有相对低的接近速度  $V_{ci}$ 。在这样的情况下，数据处理单元 60 致使转向装置 70 应用由箭头 980 指示的更适当的扭矩以将汽车 20 转回朝向由箭头 970 指示的初始最安全的方向 ( $F_{lane}$ )。然而，当车辆 990 被感应到正移动离开汽车 20 时，则扭矩 980 将相应地较小或基本可以忽略。

[0238] 在图 12 中，显示了经常在高速公路和其类似上遇到的道路情况。汽车 20 在时间  $t$  正在由箭头 1060 定义的汽车最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 的方向上行驶。在汽车 20 的前方为行驶在方向 1130 上的第二车辆 1120，方向 1130 基本上与汽车 20 的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 相同。由于汽车 20 和第二车辆 1120 具有基本上零的相对接近速度  $V_{ci}$ ，数据处理单元 60 可运转以解释第二车辆 1120 对于汽车 20 不是碰撞危险。随后汽车 20 的驾驶员决定超过第二车辆 1120 并且改变用箭头 1050 指示的朝向在用箭头 1110 指示的方向上行驶的第一车辆 1100 的方向，该方向 1110 基本上相似于第二车辆 1120 的行驶方向 1130。在第一车辆 1100 正行驶离开汽车 20 的速度快于第二车辆 1120 的情况下，数据处理单元 60 结合传感器装置 80 可运转以确定用箭头 1050 指示的汽车 20 行驶方向改变是安全的操纵并且后续在时间  $t + \Delta t$  更新关于与箭头 1050 方向相应的汽车的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 的信息。然而，在第一车辆 1100 正行驶离开汽车 20 的速度慢于第二车辆 1120 的情况下，数据处理单元 60 识别汽车 20 和第一车辆 1100 具有有助于汽车 20 的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 仍然沿方向 1060 的接近速度  $V_{ci}$ ；在这样的情况下，数据处理单元 60 经由转向装置 70 应用扭矩以促使汽车朝向方向 1060。由于两个车辆 1100 和 1120 为基本上相似的物体，它们的危险等级  $K_i$  将会互相类似，随着从摄影机确定的信息提供至数据处理单元 60，因此最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 的确定是基于车辆相对速度信息，例如接近速度信息。

[0239] 接下来参考图 13，显示了汽车 20 正沿着定义汽车 20 的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 的箭头 1510 指示的方向上行驶。汽车 20 的直接前方为静止物体 1540，例如道路工程或丢弃的车辆，并在左手车道行驶的为在基本上平行于汽车 20 的最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 的用箭头 1530 指示的方向上移动的车辆 1520。数据处理单元 60 通过处理从传感器装置 30 输出的传感信息将识别物体 1540 相对于汽车 20 具有相比于车辆 1520 的高接近速度  $V_{ci}$ 。数据处理单元 60 将在这样的情况下以用箭头 1550 指示的左手侧方向上应用强扭矩以将汽车 20 转向朝向用箭头 1500 指示的车辆 1520 以避开与静止物体 1540 的碰撞。因此，箭头 1500 限定了汽车 20 的更新的最安全的方向 ( $F_{lane}$ )，甚至尽管该最安全的方向 ( $F_{lane}$ ) 正控制朝向车辆。

[0240] 在图 10 至图 13 所示和之前的描述的例子中，应该明白的是数据处理单元 60 可运转以经由一些参数的复杂函数的转向装置应用扭矩。该复杂函数表示在方程式 3 (Eq. 3) 中的一般形式。

$$[0241] T_{REQ} = \Psi \left[ \sum_{i=1}^n ((x_i, y_i), \theta_i, t, V_{auto}, (v_{xi}, v_{yi}), F_i) \right] \text{Eq. 3}$$

[0242] 从而,当  $T_{FEQ} > T_M$  时,  $|T_{REQ}| = T_M$ ,

[0243] 其中:

[0244]  $T_{REQ}$  = 将由数据处理单元 60 经由转向装置 70 应用以通过转向避免碰撞的扭矩;

[0245]  $\Psi$  = 由数据处理单元 60 实现的复杂算法函数,见图 4;

[0246]  $i$  = 物体识别索引;

[0247]  $n$  = 在传感装置 30 的传感区域 40 内的物体的总数;

[0248]  $V_{auto}$  = 例如,使用连接到汽车 20 的轮胎 90 的转速表感应的汽车 20 的行驶速度;

[0249]  $(v_{xi}, v_{yi})$  = 由从来自第  $i$  个物体的信号得到的多个相对位置计算所确定的第  $i$  个物体相对于汽车 20 的速度;

[0250]  $(x_i, y_i)$  = 第  $i$  个物体相对于汽车 20 的相对位置;以及

[0251]  $F_1$  = 汽车 20 的最安全方向 ( $F_{lane}$ ) 的当前方向。

[0252] 应该明白的是表示在方程式 3(Eq. 3) 中的复杂函数为在可运转以提供如所描述的自动转向特性的数据处理单元 60 中执行信号处理的例子,例如参考图 10 至图 13,但不限于此。方程式 3(Eq. 3) 中采用的参数可取决于所需转向特性变化;例如道路状况传感器也可输入至传感器装置 30 以便在道路状况比较滑的时候,例如在结冰的冬季状况,可实现更保守的转向操纵。传感器装置 30 可进一步地补充有安装在汽车 20 后面的传感器以传感汽车 20 上追尾碰撞,例如将汽车 20 转向离开潜在的追尾碰撞。

[0253] 在前面,应该明白的是响应由传感器装置 30 提供的信号通过处理单元首先应用自动转向。如图 13 所描述,在转向操纵不能够避开碰撞的情况下,当汽车与一个或多个物体 230 之间的距离小于  $d_R$  时,为碰撞避免或碰撞减轻数据处理单元 60 可运转以执行自动制动。

[0254] 可实现数据处理单元 60 以使得如前述的避免碰撞的自动转向仅在汽车 20 的速度  $v_{auto}$  在较低阈值速度之上时激活,例如  $v_{auto} > 65\text{km/h}$ 。而且,这种自动转向可选地在汽车 20 的速度  $v_{auto}$  在较高阈值速度之上时停止,例如  $v_{auto} > 120\text{km/h}$ ;在 120 公里 / 时与大约 40 米 / 秒相应的情况下具有 150 米范围的传感器装置 30 仅能够感应最多 5 秒钟的汽车 20 的行驶,这样的限制是需要的。可选地,数据处理单元 60 可运转以处理 250 米或更大的道路曲率半径。可选地,在碰撞不能够避免的情况下数据处理单元 60 可配置用于中断自动转向干预,从而让汽车 20 的驾驶员完全控制汽车。

[0255] 包括在权利要求中的括号内的参考数字用于帮助理解权利要求中主张的主题,并且不解释为权利要求范围的限制。参考单数也会解释为复数,用于描述和主张本发明的术语例如“包括”、“包含”、“由 ... 组成”、“具有”、“为”或“合并”将以非排它的方式解释,即允许出现其他零件或部件(未明确地指示)。

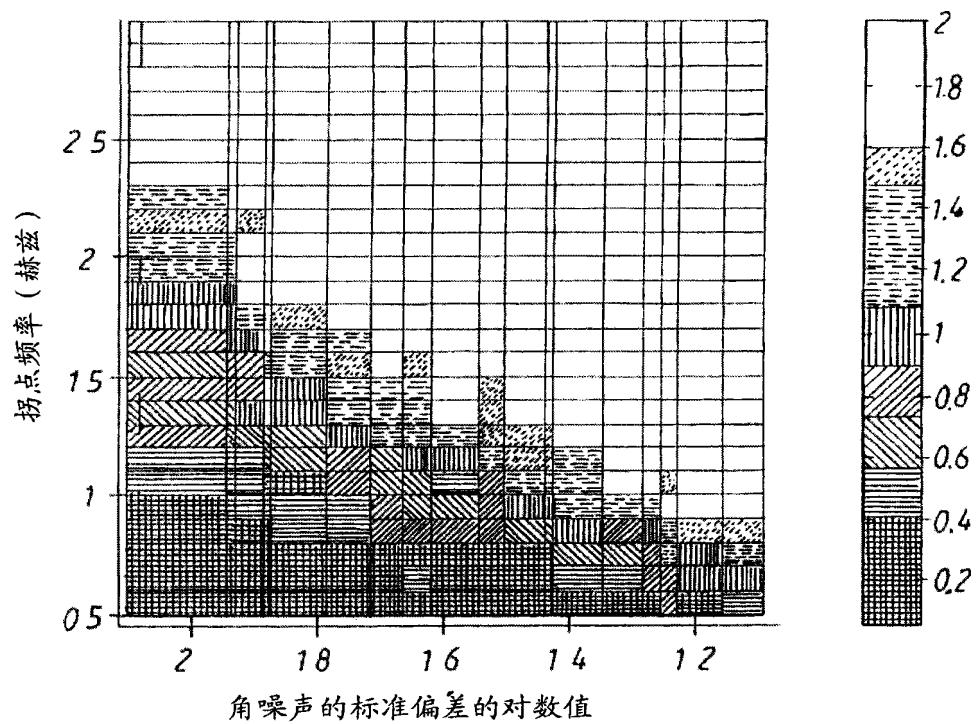


图 1

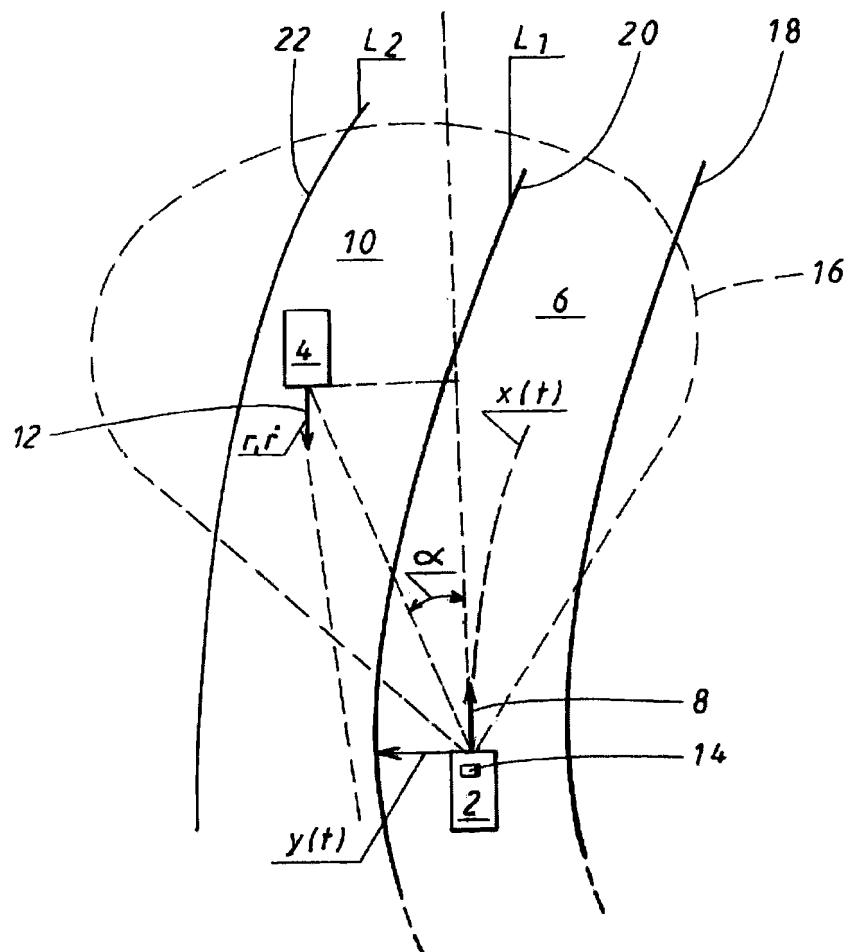


图 2

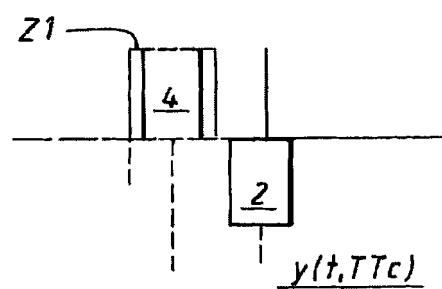


图 3

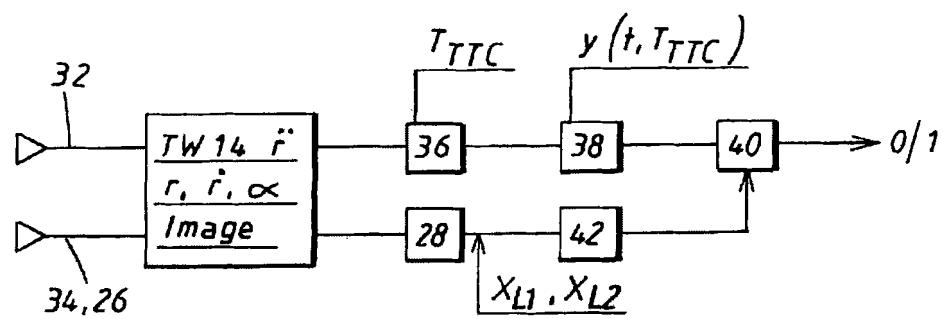


图 4

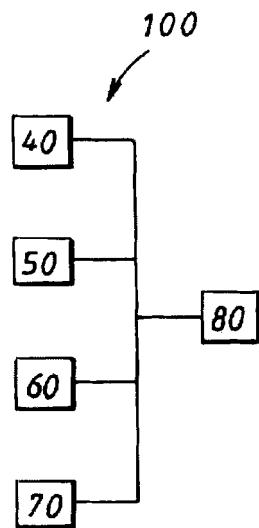


图 5

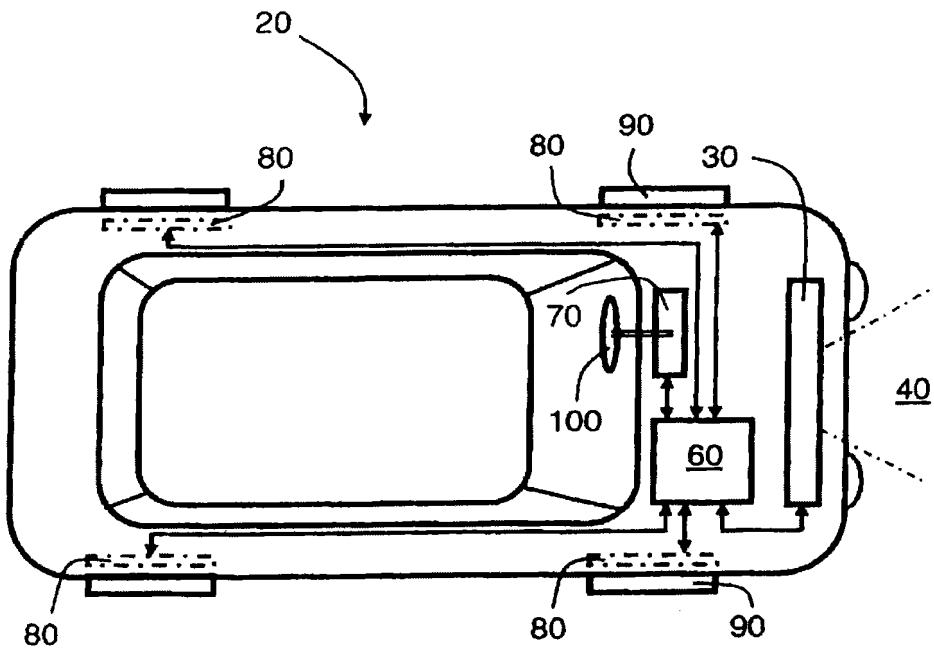


图 6

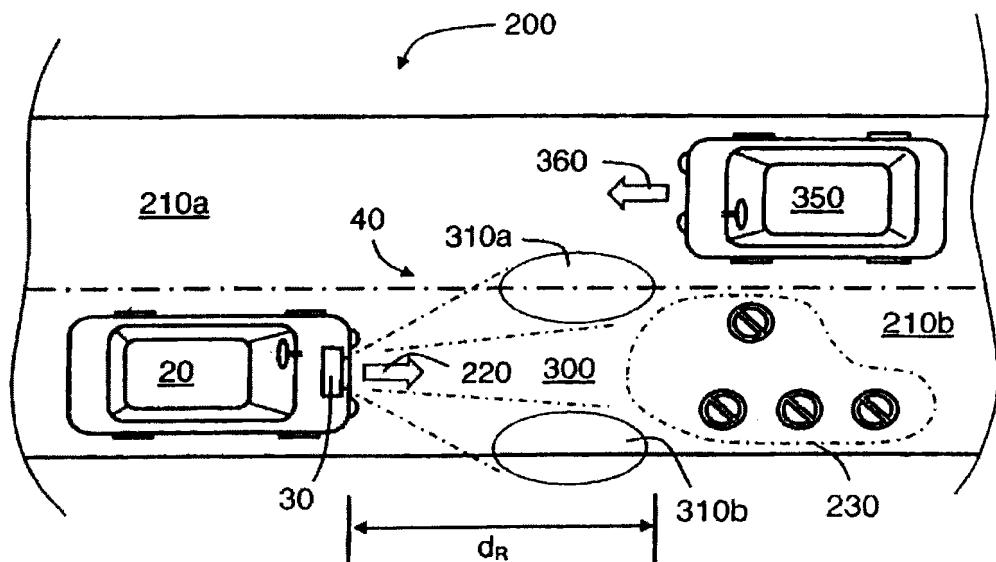


图 7

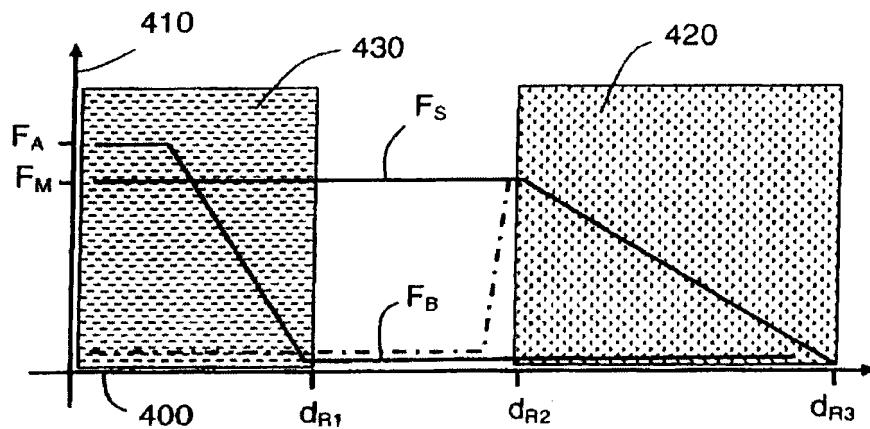


图 8

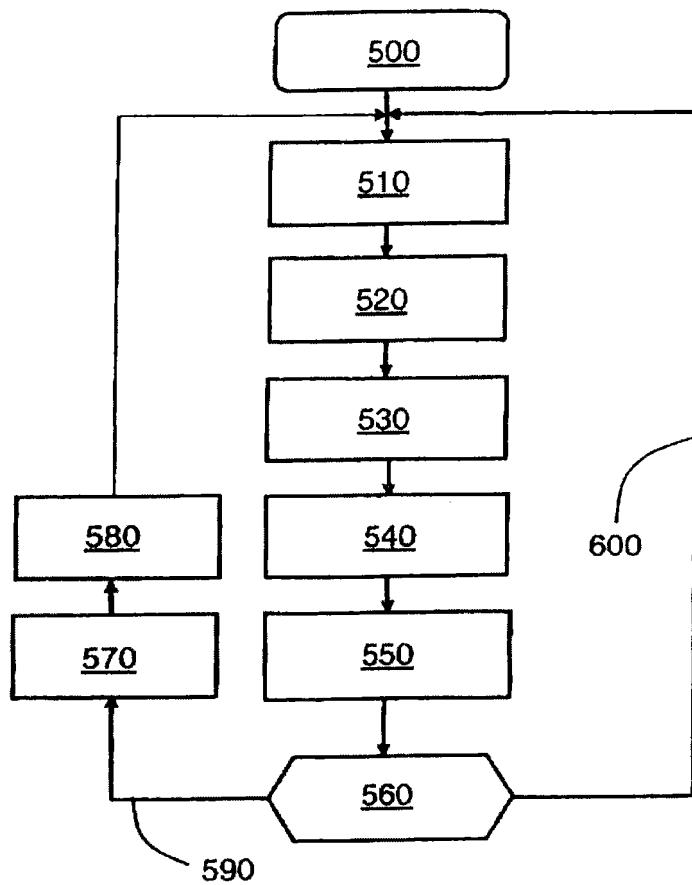


图 9

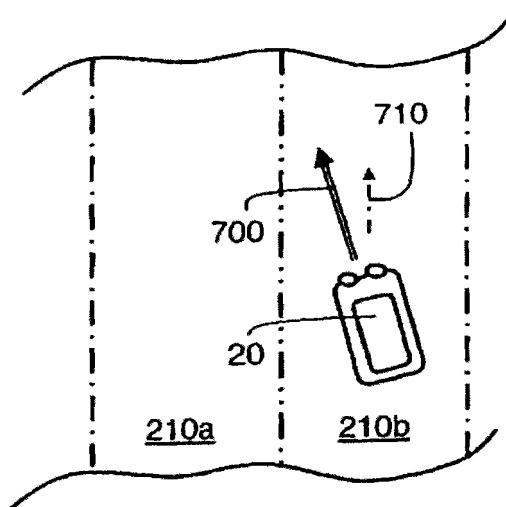


图 10

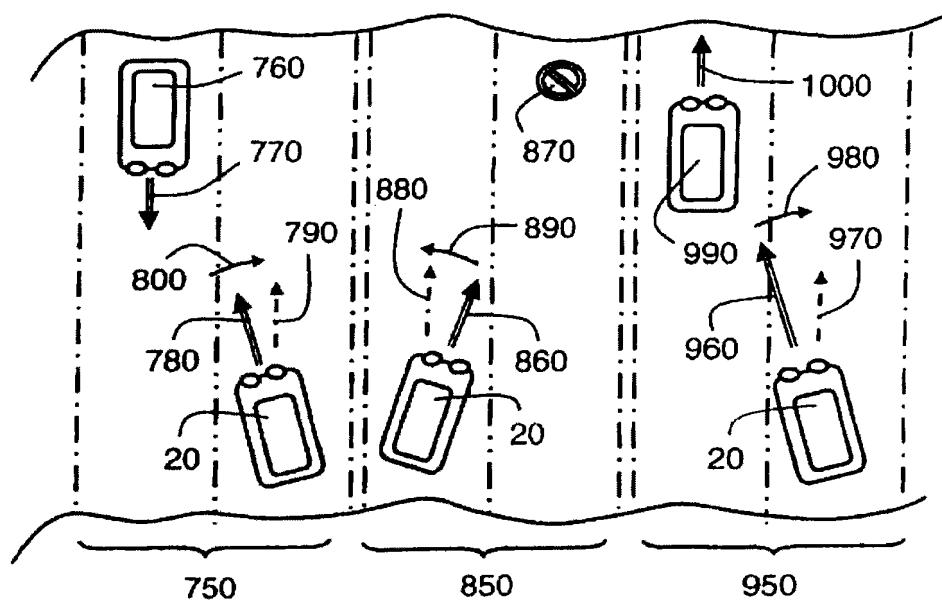


图 11

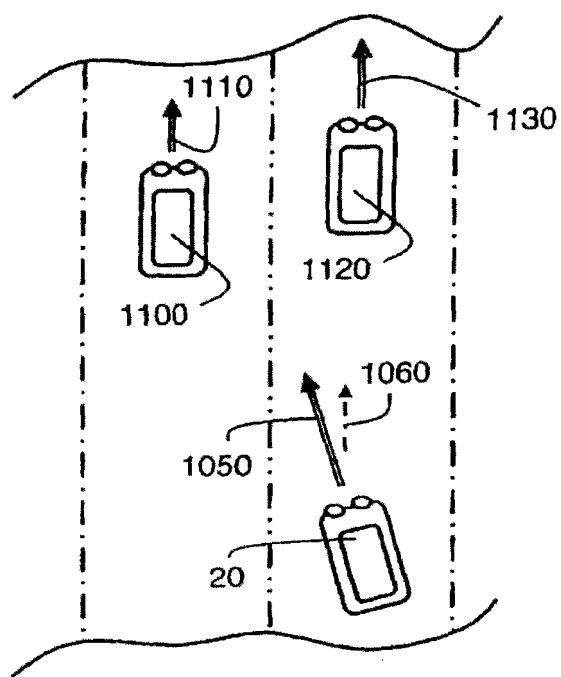


图 12

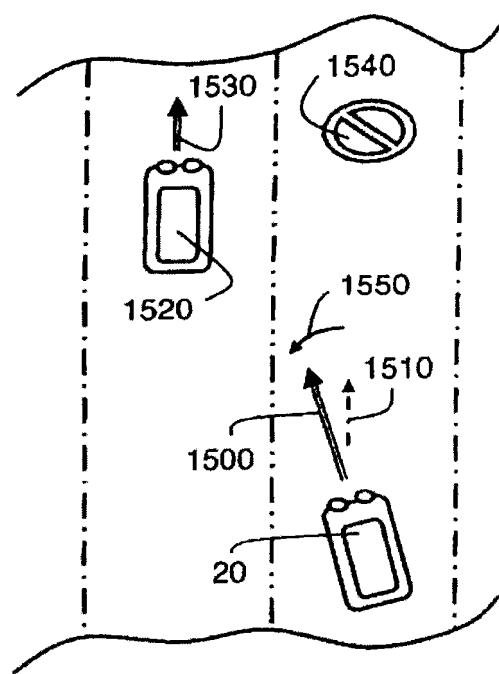


图 13