



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101612938 B

(45) 授权公告日 2014. 02. 19

(21) 申请号 200910150490. 2

US 2003/0009275 A1, 2003. 01. 09, 全文.

(22) 申请日 2009. 06. 25

CN 1156507 A, 1997. 08. 06, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 郑湘南

12/145, 638 2008. 06. 25 US

(73) 专利权人 通用汽车环球科技运作公司

地址 美国密执安州

(72) 发明人 A·查特尔吉 P·R·威廉斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 张雪梅 蒋骏

(51) Int. Cl.

B60W 40/10 (2012. 01)

B60W 40/04 (2006. 01)

B60W 50/14 (2012. 01)

B60W 30/16 (2012. 01)

(56) 对比文件

US 6014601 A, 2000. 01. 11, 全文.

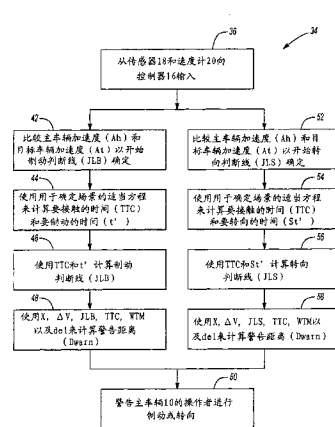
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

用于车辆安全系统的判断线计算

(57) 摘要

本发明涉及用于车辆安全系统的判断线计算。车辆具有安全系统,该安全系统包括至少一个对象传感器以检测距车辆路径上的对象的距离以及该对象的速度和加速度。传感器数据被输入到控制器中,以确定在车辆与对象之间的期望制动判断线和转向判断线。然后,安全系统比较车辆和对象加速度。之后,安全系统基于用于确定场景的方程,来计算对象与车辆之间的判断线。然后,使用所述判断线来确定警告距离并警告车辆操作者。



1. 一种用于车辆的安全系统,包括:

至少一个对象传感器,其配置为检测距在所述车辆的路径上的对象的距离以及所述对象的速度和加速度;

至少一个车辆传感器,其配置为确定所述车辆的速度和加速度;以及

控制器,用于比较车辆加速度和对象加速度,并基于所比较的加速度,对于可适用安全系统场景从一组预定方程中进行选择;基于用于确定的可适用安全系统场景的方程,计算直到所述对象与所述车辆之间的接触的第一时间量;基于用于确定的可适用安全系统场景的方程,计算直到所述对象与所述车辆之间的接触的第二时间量;基于所计算的第一时间量和第二时间量,计算警告距离;以及基于所确定的警告距离来警告车辆操作者。

2. 根据权利要求1所述的安全系统,其中,所述至少一个车辆传感器是速度计。

3. 根据权利要求1所述的安全系统,其中,所述第一时间量和所述第二时间量基于当完成制动和转向时在所述车辆与所述对象之间的预定距离。

4. 根据权利要求1所述的安全系统,其中,所述第一时间量和所述第二时间量的每一个基于所述车辆的速度和加速度以及所述对象的速度和加速度。

5. 一种用于为车辆安全系统确定警告的方法,包括:

利用至少一个输入来启动所述安全系统;

对车辆加速度和对象加速度进行比较,并基于所比较的加速度来从一组预定方程中进行选择;

使用所选择的预定方程,计算要执行制动和转向以避免与所述对象接触的第一时间量和第二时间量;

至少部分地基于第一时间量和第二时间量,确定在其处必须向车辆操作者传达警告的所述车辆与所述对象之间的距离;以及

基于所确定的距离,警告车辆操作者执行制动和转向中的一个。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,启动安全系统还包括利用传感器检测对象。

7. 根据权利要求5所述的方法,其中,第一时间量还包括计算要制动的的时间量以及要与对象接触的时间量。

8. 根据权利要求5所述的方法,其中,第二时间量还包括计算要转向的时间量以及要与对象接触的时间量。

9. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述一组预定方程包括基于如下情况的方程:车辆速度不变且对象速度不变;车辆速度不变而对象速度改变;车辆速度改变而对象速度不变;以及车辆速度改变且对象速度改变。

10. 一种用于为车辆安全系统确定警告的方法,包括:

利用至少一个输入来启动所述安全系统;

比较车辆加速度和对象加速度,并基于所比较的加速度,对于可适用安全系统场景从一组预定方程中进行选择;

基于用于确定的可适用安全系统场景的方程,计算直到所述对象与所述车辆之间的接触的第一时间量;

基于用于确定的可适用安全系统场景的方程,计算直到所述对象与所述车辆之间的接触的第二时间量;

基于所计算的第一时间量和第二时间量,计算警告距离;以及  
基于所确定的警告距离来警告车辆操作者。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,启动安全系统还包括利用传感器检测在车辆路径上的对象。

12. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,计算第一时间量还包括计算要制动的时间和要接触的时间。

13. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,计算第二时间量还包括计算要转向的时间和要接触的时间。

14. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,确定警告距离还包括:

计算制动警告距离;

计算转向警告距离;以及

对所述制动警告距离与所述转向警告距离进行比较,以确定期望警告距离。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,期望警告距离是所述制动警告距离和所述转向警告距离中的较远距离。

16. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,所述确定的可适用安全系统场景基于如下情况的一个:车辆速度不变且对象速度不变;车辆速度不变而对象速度改变;车辆速度改变而对象速度不变;以及车辆速度改变且对象速度改变。

## 用于车辆安全系统的判断线计算

### 技术领域

[0001] 本发明大体涉及一种用于汽车的车辆安全系统,以及更具体地涉及由车辆安全系统进行的制动和转向确定。

### 背景技术

[0002] 传统的车辆安全系统根据速度设置来调节车辆速度,车辆操作员能够在驾驶的同时对所述速度设置进行设置和调整。自适应巡航控制系统检测车辆路径中的移动对象(object),诸如前方车辆,以及如果需要则提供节气门和制动器控制,以维持距前方车辆的尾随距离(trailing distance)。

[0003] 然而,这些系统没有考虑到主车辆(host vehicle)或所检测的对象的加速或减速。由于当计及加速度变化时发生的情况的多样性,现有的车辆安全系统不能对所有情况执行计算而不发生无效值(null value)。因此,这些安全系统被编程为使用当前车辆速度维持尾随距离。这些安全系统使用车辆的速度并且频繁地执行计算以将速度的任何改变考虑进去。

### 发明内容

[0004] 期望提供一种车辆安全系统,其确定直到必须开始制动或转向以避免与对象接触的时间,包括计及(account for)车辆和所检测对象的加速度。

[0005] 车辆具有安全系统,该安全系统包括至少一个对象传感器,用于检测距该车辆的路径上的对象的距离以及该对象的速度和加速度。另外,至少一个车辆传感器确定车辆的速度和加速度。传感器数据被输入到控制器中,以基于传感器信息来确定直到车辆必须开始制动以避免与对象接触的时间(即“制动判断线(judgment line)”)以及直到车辆必须开始转向以避免与对象接触的另一时间(即“转向判断线”)。

[0006] 一种用于确定对车辆安全系统的警告的方法包括利用来自传感器的至少一个输入启动安全系统。该安全系统然后将车辆加速度与对象加速度进行比较以确定安全系统场景。基于为所确定的场景选择的方程,安全系统计算对象与车辆之间的判断线。该判断线然后被用于确定警告距离并警告车辆操作者。

[0007] 结合附图根据下面用于实施本发明的优选实施例和最佳模式的详细描述,本发明的以上特征和优点以及其他特征和优点将变得更加显而易见。

### 附图说明

[0008] 图1是示出具有车辆安全系统的车辆和目标车辆的示意性平面图;以及

[0009] 图2是示出用于图1的车辆安全系统的确定制动判断线和转向判断线的方法的流程图。

### 具体实施方式

[0010] 参考附图,其中,在多个视图中相同的参考数字表示相同或相似的部件。图 1 是示范性机动车辆的示意图,所述示范性机动车总体用 10 表示,且具有车辆安全系统 12。前方或目标车辆 14 位于主车辆 10 前面一定距离处的路上。

[0011] 控制器 16 管理车辆安全系统 12。控制器 16 被连接到对象传感器 18,所述对象传感器 18 用于检测在主车辆 10 与目标车辆 14 之间的距离,以及检测目标车辆 14 的速度及速度改变。传感器 18 可以是提供所需信息的任何类型的传感器,或可以合并各自提供一种类型信息的多个传感器。为了简化的目的,该实施例将所检测对象示为目标车辆 14。任何位于主车辆 10 所在路上的对象也会被检测到并受到车辆安全系统 12 的处理。

[0012] 另外,主车辆 10 包括用于测量主车辆 10 的速度的速度计 20。来自速度计 20 的信息被发送到控制器 16 以用于车辆安全系统 12 的操作。

[0013] 主车辆 10 的判断线 (JL) 确定最迟可能 (latest possible) 时间,在该最迟可能时间主车辆 10 应该制动或转向以避免与目标车辆 14 (或对象) 接触。车辆安全系统 12 的控制器 16 计算主车辆 10 的判断线 (JL),以便向车辆操作者提供充分的警告从而避免主车辆 10 与目标车辆 14 之间的接触。

[0014] 判断线 (JL) 的确定包括确定两个时间:制动判断线 (JLB) 确定主车辆 10 应该制动以避免与对象/目标车辆 14 接触的最后可能时刻,以及转向判断线 (JLS) 确定主车辆 10 应该转向以避免与对象/目标车辆 14 接触的最后可能时刻。JLB 和 JLS 都考虑了车辆特性,诸如重量、重心、车辆的转弯半径、轮胎、制动系统等。

[0015] 制动判断线

[0016] 制动判断线 (JLB) 被表示为:

[0017]  $JLB = TTC - t'$ ,

[0018] 其中 TTC 是要接触的时间,而  $t'$  是要制动的的时间。换句话说,要制动的的时间 ( $t'$ ) 是到该时间主车辆 10 必须开始制动以在主车辆 10 与目标车辆 14 之间的目标最小间隙 (TMG) 处达到目标速度 ( $V_t$ ) 的时间。目标最小间隙 (TMG) 是主车辆 10 与目标车辆 14 之间所期望的最小距离。典型的目标最小间隙 (TMG) 是大约 0.25m。目标最小间隙 (TMG) 距离可以根据主车辆 10 配置以及驾驶员标准来选择。本领域技术人员将能够选择适合的目标最小间隙 (TMG)。

[0019] 当任一一个车辆正在加速或减速时,要接触的时间 (TTC) 能够如下计算:

$$[0020] \quad TTC = \frac{\Delta V}{(\Delta A)} \mp \sqrt{\frac{(\Delta V)^2 - 2X * (\Delta A)}{(\Delta A)^2}},$$

[0021] 其中, X 是主车辆 10 与目标车辆 14 之间的距离,以及  $\Delta A$  是主车辆 10 与目标车辆 14 之间的加速度差。加速度差 ( $\Delta A$ ) 利用下式来计算:

$$[0022] \quad \Delta A = A_t - A_h,$$

[0023] 其中,  $A_t$  是目标车辆 14 的加速度/减速度,而  $A_h$  是主车辆 10 的加速度/减速度。 $\Delta V$  是主车辆 10 与目标车辆 14 之间的速度差。速度差 ( $\Delta V$ ) 能够利用下式来计算:

$$[0024] \quad \Delta V = V_h + A_h * t' - (V_t + A_t * t'),$$

[0025] 其中,  $V_h$  是主车辆 10 的速度,而  $V_t$  是目标车辆 14 的速度。

[0026] 因此,当主车辆速度 ( $V_h$ ) 和目标车辆速度 ( $V_t$ ) 在加速度上没有差别时 (也就是每个车辆的速度是不变的),则要接触的时间 (TTC) 能够被简化为:

$$[0027] \quad TTC = \frac{X}{\Delta V}。$$

[0028] 为了计算要制动的的时间 ( $t'$ ) 以用于在主车辆 10 和目标车辆 14 中的至少一个在加速时确定速度差 ( $\Delta V$ ) 以及用于确定制动判断线 (JLB), 首先必须计算要制动的距离 (Bd)。要制动的距离 (Bd) 是在要制动的的时间 ( $t'$ ) 期间所覆盖的距离, 即在制动必须发生的最后可能时刻之前所覆盖的距离。当达到要制动的距离 (Bd) 时, 主车辆 10 必须开始制动以避免与目标车辆 14 接触。要制动的距离 (Bd) 能够利用下式计算:

$$[0029] \quad Bd = TMG + \Delta V * T_{brake} + \frac{(A_{max} - At) * (T_{brake})^2}{2}$$

[0030] 其中,  $A_{max}$  是主车辆 10 能够减速的最大速率, 以及  $\Delta V$  在  $t'$  时取得 (见上述  $\Delta V$  的方程)。此外,  $T_{brake}$  是主车辆 10 达到目标车辆的速度 ( $V_t$ ) 所用的时间。也就是说, 在制动开始之后的时间段。  $T_{brake}$  在已经达到要制动的的时间 ( $t'$ ) 以及要制动的距离 (Bd) 之后开始。在制动时间 ( $T_{brake}$ ) 结束之后, 主车辆 10 与目标车辆 14 之间将保持目标最小间隙 (TMG)。

[0031] 制动时间 ( $T_{brake}$ ) 能够利用下式计算:

$$[0032] \quad T_{brake} = \frac{-\Delta V - (\Delta A) * t'}{At - A_{max}}。$$

[0033] 将用于要制动的的时间 ( $T_{brake}$ ) 的上述方程代入用于要制动的距离 (Bd) 的上述方程中, 则用于要制动的距离 (Bd) 的方程变成:

$$[0034] \quad Bd = TMG + \frac{-(\Delta V - \Delta A * t')^2}{2 * (At - A_{max})}。$$

[0035] 另外, 也能够利用如下方程来计算要制动的距离 (Bd):

$$[0036] \quad Bd = X - \Delta V * t' + \frac{\Delta A * (t')^2}{2}。$$

[0037] 通过组合用于要制动的距离 (Bd) 的前述方程, 能够得出要制动的的时间 ( $t'$ )。因为方程的复杂性以及为了避免无效值 (例如导致计算变得不可能由控制器 16 来求解的值), 根据多个操作场景对用于要制动的的时间 ( $t'$ ) 的方程进行简化。

[0038] 第一场景是当主车辆 10 具有不变的速度且目标车辆 14 具有不变的速度 (也就是对于  $A_h = 0, A_t = 0$ ), 以及用于要制动的的时间 ( $t'$ ) 的方程为:

$$[0039] \quad t' = \frac{X}{\Delta V} + \frac{\Delta V}{2 * A_{max}} - \frac{TMG}{\Delta V}。$$

[0040] 将该方程代入上面用于制动判断线 (JLB) 确定的方程中, 则得到下面的方程:

$$[0041] \quad JLB = \frac{TMG}{\Delta V} - \frac{\Delta V}{2 * A_{max}}。$$

[0042] 第二场景是当主车辆 10 具有不变的速度而目标车辆 14 具有改变的速度 (也就是对于  $A_h = 0, A_t \neq 0$ ), 以及用于要制动的的时间 ( $t'$ ) 以及制动判断线 (JLB) 的方程变成:

$$[0043] \quad t' = \frac{\Delta V}{At} \mp \left( \frac{(\Delta V)^2}{(At)^2} - \frac{\Delta V 2 + 2(TM G - X)(At - A_{max})}{At * A_{max}} \right)^{\frac{1}{2}};$$

$$[0044] \quad JLB = -\left(\frac{(\Delta V)^2}{At^2} - \frac{2X}{At}\right)^{\frac{1}{2}} + \left(\frac{(\Delta V)^2}{At^2} - \frac{2(At - Amax)(TMG - X) + (\Delta V)^2}{At * Amax}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

[0045] 第三场景是当主车辆 10 具有改变的速度而目标车辆 14 具有不变的速度（也就是对于  $Ah \neq 0$ , 且  $At = 0$ ), 以及用于要制动的时间 ( $t'$ ) 和制动判断线 (JLB) 的方程变成:

$$[0046] \quad t' = -\frac{\Delta V}{Ah} \mp \left(\frac{Amax * (\Delta V)^2 - 2 * Ah * (TMG - X)}{Ah * (Amax - Ah)}\right)^{\frac{1}{2}};$$

$$[0047] \quad JLB = -\left(\frac{(\Delta V)^2 + 2 * X * Ah}{(Ah)^2}\right)^{\frac{1}{2}} + \left(\frac{Adec * (\Delta V)^2 - 2 * Ah * (TMG - X)}{Ah * (Amax - Ah)}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

[0048] 最后, 第四场景是当主车辆 10 和目标车辆 14 都具有改变的速度（也就是对于  $Ah \neq 0$  且  $At \neq 0$ ), 以及用于要制动的时间 ( $t'$ ) 和制动判断线 (JLB) 的方程变成:

$$[0049] \quad t' = -\frac{\Delta V}{\Delta A} \mp \frac{1}{\Delta A} \left(\frac{(Amax - At) * ((\Delta V)^2 + 2X * \Delta A)}{(Amax - Ah)}\right)^{\frac{1}{2}};$$

$$[0050] \quad JLB = -\left(\frac{(\Delta V)^2 + 2 * X * \Delta A}{2 * (Amax - Ah)^2}\right)^{\frac{1}{2}} \mp \frac{1}{\Delta A} \left(\frac{(Amax - At) * ((\Delta V)^2 + 2X * \Delta A)}{(Amax - Ah)}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

[0051] 使用所计算的 JLB 以及以基于达到最大减速度 (Amax) 所用的时间的延迟来工作 (working in a time delay), 能够利用下式来计算警告距离 (Dwarn):

$$[0052] \quad Dwarn = X - \Delta V * (TTC - JLB - WTM)$$

[0053] 其中, WTM 是警告时间裕度。换句话说, 就是在其之后必须警告主车辆 10 的操作者以在制动时间 ( $T_{brake}$ ) 结束后允许得到目标最小间隙 (TMG) 的时间量。警告时间裕度 (WTM) 将操作者和主车辆 10 对警告做出响应所花费的时间量考虑在内。适合的警告时间裕度 (WTM) 是 0.8 秒。将警告时间裕度 (WTM) 和 JLB 时间加到一起给出了警告时间 (Twarn) 或者应该在此时警告驾驶员的碰撞之前的时间量。

#### [0054] 转向判断线

[0055] 能够为转向判断线 (JLS) 完成类似的计算。例如, 转向判断线 (JLS) 能够利用下式计算:

$$[0056] \quad JLS = TTC - St',$$

[0057] 其中,  $St'$  是其主车辆 10 必须开始转向或转弯以避免与目标车辆 14 接触的时间。以与上述相同的方式, 在方程中使用要转向的时间 ( $St'$ ) 而非要制动的时间 ( $t'$ ), 来计算要接触的时间 (TTC)。用于确定要接触的时间 (TTC) 和转向判断线 (JLS) 的要转向的时间 ( $St'$ ) 利用下式计算:

$$[0058] \quad St' = \frac{X - Sd}{\Delta V}.$$

[0059] 如上,  $X$  是主车辆 10 与目标车辆 14 之间的距离。Sd 是在要转向的时间 ( $St'$ ) 之前行进的距離。也就是说, 直到转向必须开始为止所行进的距離。当已经达到要转向的距離 (Sd) 时, 主车辆 10 必须开始转向 (也就是转弯以避免目标车辆 14)。要转向的距離 (Sd) 能够通过如下来计算: 确定主车辆 10 转弯需要多少前方距离; 并将目标车辆 14 在相同时间量内将行进的距離考虑进去。因此, 要转向的距離 (Sd) 能够利用下式来计算:

[0060]  $S_d = X_h - X_t$ ,

[0061] 其中,  $X_h$  是主车辆 10 在它们开始转弯之后向前行进的距离。  $X_t$  是在主车辆 10 开始转弯之后目标车辆 14 所行进的距离。主车辆 10 向前行进距离 ( $X_h$ ) 能够利用下式计算:

[0062]  $X_h = R_f \sin \Theta - L$ ,

[0063] 其中,  $L$  是主车辆 10 的轴距 (wheelbase)。  $R_f$  是从主车辆 10 的侧镜 22 的外缘到转弯中心 24 的半径, 如图 1 所示。  $\Theta$  是主车辆 10 与目标车辆 14 之间在转弯中心 24 处形成的角度, 如图 1 所示。

[0064] 到最远轮胎 (furthest tire) 的角 ( $\Theta$ ) 使用最远轮胎的外缘来计算。也就是说, 主车辆 10 的后轮 26 到转弯中心 24 和目标车辆 14 的后角 (rear corner) 28 到转弯中心 24 所形成的角度。顺便提及, 从目标车辆 14 的后角 28 到主车辆 10 的转弯中心 24 的距离与从主车辆 10 的侧镜 22 的外缘到转弯中心 24 的距离相同, 都是  $R_f$ 。

[0065] 到最远轮胎的角度 ( $\Theta$ ) 如下计算:

[0066]  $R_f \cos \Theta = R_{avg}$ ;

[0067] 其中,  $R_{avg}$  是从主车辆 10 到转弯中心 24 的平均半径。来自主车辆 10 的平均半径 ( $R_{avg}$ ) 能够表示为:

[0068]  $R_{avg} = \sqrt{(R_f)^2 - L^2}$ 。

[0069] 将该方程代入上述方程并对到最远轮胎的角度 ( $\Theta$ ) 求解, 我们得到:

[0070]  $\Theta = \cos^{-1} \left( \frac{\left( (R_f)^2 - L^2 \right)^{1/2} + \frac{V_h}{R_f}}{R_f} \right)$ 。

[0071] 到侧镜的半径 ( $R_f$ ) 能够利用下式计算:

[0072]  $R_f = \frac{L}{\sin \delta f}$ 。

[0073]  $\delta f$  是主车辆 10 的轮胎的滑移角。滑移角 ( $\delta f$ ) 利用下式计算:

[0074]  $\delta f = \sin^{-1} \frac{1}{\sqrt{\frac{\left( \sqrt{R^2 - b^2} + \frac{w}{2} \right)^2}{L^2} + 1}}$ ;

[0075] 其中,  $b$  是在重心 30 与主车辆 10 的后轴 32 之间的距离, 以及  $w$  是主车辆 10 的轴距 (track width)。  $R$  是从重心 30 到转弯中心 24 的半径, 如图 1 所示并用下式来表示:

[0076]  $R = \frac{(V_h)^2}{G}$ ;

[0077] 其中,  $G$  是主车辆 10 的重心 30。通过将用于滑移角 ( $\delta f$ ) 和到重心的半径 ( $R$ ) 的方程代回到上述用于到侧镜的半径 ( $R_f$ ) 的方程中, 得到以下的方程:

[0078]  $R_f = \sqrt{\left( (R^2 - b^2)^{1/2} + \frac{w}{2} \right)^2 + L^2}$ 。

[0079] 通过将该方程代入到用于到最远轮胎的角度 ( $\Theta$ ) 的方程中, 我们得到:



$$[0080] \quad \Theta = \sin^{-1} \frac{L^2 + 2w\sqrt{R^2 - b^2}}{\sqrt{L^2 + \left(\sqrt{R^2 - b^2} + \frac{w}{2}\right)^2}}.$$

[0081] 回到用于要转向的距离 (Sd) 的方程, 我们依然必须确定目标车辆已经行进的距离 (Xt)。目标车辆已经行进的距离 (Xt) 能够利用下式计算:

$$[0082] \quad X_t = V_t * T_{\text{turn}}$$

[0083] 其中, T<sub>turn</sub> 是主车辆 10 转弯所需的时间。换句话说, 是从主车辆 10 开始转弯直到主车辆 10 达到目标最小间隙 (TMG) 的时间。要转弯的时间 (T<sub>turn</sub>) 能够利用下式计算:

$$[0084] \quad T_{\text{turn}} = \frac{R_f * \Theta'}{V_h}.$$

[0085] 其中,  $\Theta'$  是从主车辆 10 的侧镜 22 的外缘到转弯中心 24 与从目标车辆 14 到转弯中心 24 所形成的角, 如图 1 所示。来自侧视镜的角度 ( $\Theta'$ ) 能够利用下式计算:

$$[0086] \quad \Theta' = \Theta - B;$$

[0087] 其中, B 是从主车辆 10 的侧镜 22 的外缘到转弯中心 24 与从主车辆 10 的后轮 26 到转弯中心 24 形成的角度。我们知道:

$$[0088] \quad R_f \sin B = L.$$

[0089] 因此, 已知轴距 (L) 和从后轮胎 26 到转弯中心 24 的半径 (R<sub>f</sub>), 我们可以替换这些值并对角度差 (B) 求解, 方程变成:

$$[0090] \quad B = \sin^{-1} \frac{L}{\sqrt{L^2 + \left(\sqrt{R^2 - b^2} + \frac{t}{2}\right)^2}}.$$

[0091] 已知角度差 (B) 以及之前计算的到最远轮胎的角度值 ( $\Theta$ ), 我们现在能够计算目标车辆向前行进距离 (Xt)。因此, 通过组合这些方程, 我们能够对要转向的距离 (Sd) 求解:

$$[0092] \quad S_d = R_f \sin \Theta - L - V_t \left( \frac{R_f * \Theta'}{V_h} \right).$$

[0093] 使用要转向的距离 (Sd) 的上方方程, 能够得出要转向的时间 (St'):

$$[0094] \quad S_t' = \frac{X - R_f \sin \Theta - L - V_t \left( \frac{R_f * \Theta'}{V_h} \right)}{\Delta V}.$$

[0095] 这能够被插入到上方的方程 (JLS = TTC - St') 以确定转向判断线 (JLS)。再次, 能够针对每个上述的场景, 与主车辆 10 和目标车辆 14 的加速度相关联地, 简化对于要接触的时间 (TTC)、要转向的时间 (St') 以及转向判断线 (JLS) 的计算, 以输入到控制器 16 中。通过针对每个场景来分离和简化上述方程, 可以避免对于控制器 16 的任何无效输入。

[0096] 图 2 示出控制器 16 使用的处理过程 34 的概示。在步骤 36 中, 控制器 16 接收来自传感器 18 的输入以及来自速度计 20 的输入, 所述来自传感器 18 的输入诸如在主车辆 10 的路径上检测到对象的指示。然后, 控制器 16 开始制动判断线 (JLB) 确定或转向判断线 (JLS) 确定。另外, 控制器 16 可以具有同时地执行这两个确定的能力。在步骤 42 中, 对于制动判断线 (JLB) 确定, 控制器 16 对主车辆的加速度 (A<sub>h</sub>) 和目标车辆加速度 (A<sub>t</sub>) 进行比较以确定使用哪些方程。然后, 在步骤 44 中, 控制器 16 使用适当的方程计算要接触的时间

(TTC) 以及要制动的的时间 ( $t'$ )。在步骤 46 中,使用所计算的要接触的时间 (TTC) 以及要制动的的时间 ( $t'$ ),来计算制动判断线 (JLB)。在步骤 48 中,使用所确定的制动判断线 (JLB),控制器 16 计算警告距离。在步骤 50 中,控制器 16 在适当的时间启动警告信号给主车辆 10 的操作者。警告信号可以是但不局限于音频信号、视觉信号或这些的任何组合。

[0097] 替代地或者附加地,在步骤 52 中,控制器 16 通过比较主车辆加速度 ( $A_h$ ) 和目标车辆加速度 ( $A_t$ ) 来确定使用哪些方程,开始转向判断线 (JLS) 确定。然后,在步骤 54 中,控制器 16 使用适当的方程计算要接触的时间 (TTC) 以及要转向的时间 ( $St'$ )。在步骤 56 中,使用所计算的要接触的时间 (TTC) 和要转向的时间 ( $St'$ ),来计算转向判断线 (JLS)。在步骤 58 中,使用所确定的转向判断线 (JLS),控制器 16 确定警告距离。在步骤 50 中,控制器在适当的时间启动警告信号给主车辆 10 的操作者。

[0098] 控制器 16 可以向车辆操作者警告制动警告距离 ( $D_{warn}$ ) 和转向警告距离 ( $SD_{warn}$ ) 两者。替代地,警告车辆操作者的步骤 50 也能够包括制动警告距离 ( $D_{warn}$ ) 与转向警告距离 ( $SD_{warn}$ ) 的比较。然后,控制器 16 能够基于作为最远点的警告距离 ( $D_{warn}$  或  $SD_{warn}$ ) 来警告车辆操作者。也就是说,车辆能够制动或转向的最后可能距离。在这种情况下,安全系统 12 必须在制动警告与转向警告之间进行区分,使得车辆操作者将知道所需的适当行为 (也就是对于车辆操作者来说警告必须能够区分)。

[0099] 虽然详细描述了用于实施本发明的最佳模式,但是本发明所涉及领域的技术人员将认识到在所附权利要求书的范围内的用于实施本发明的多种可选设计和实施例。

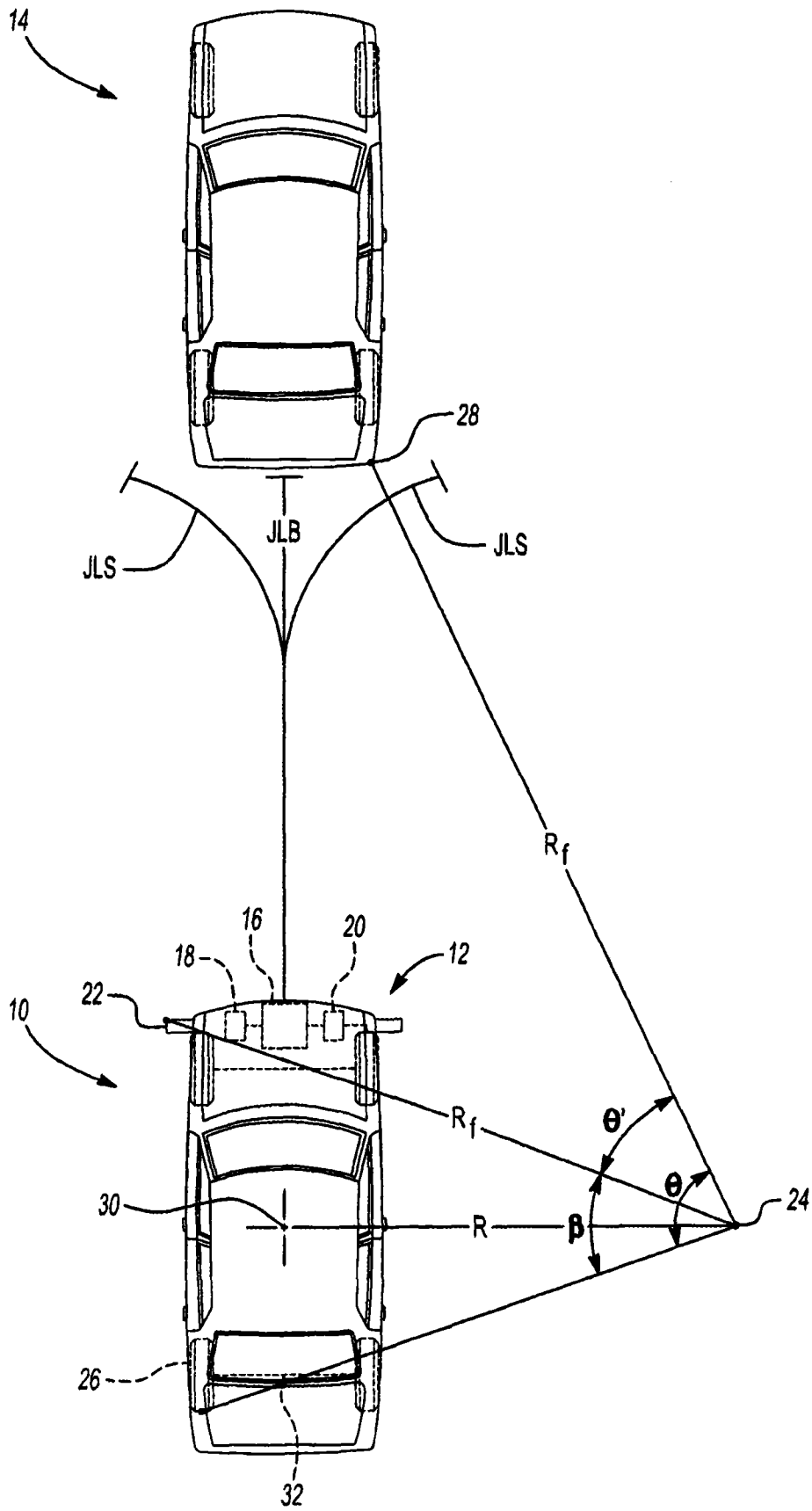


图 1

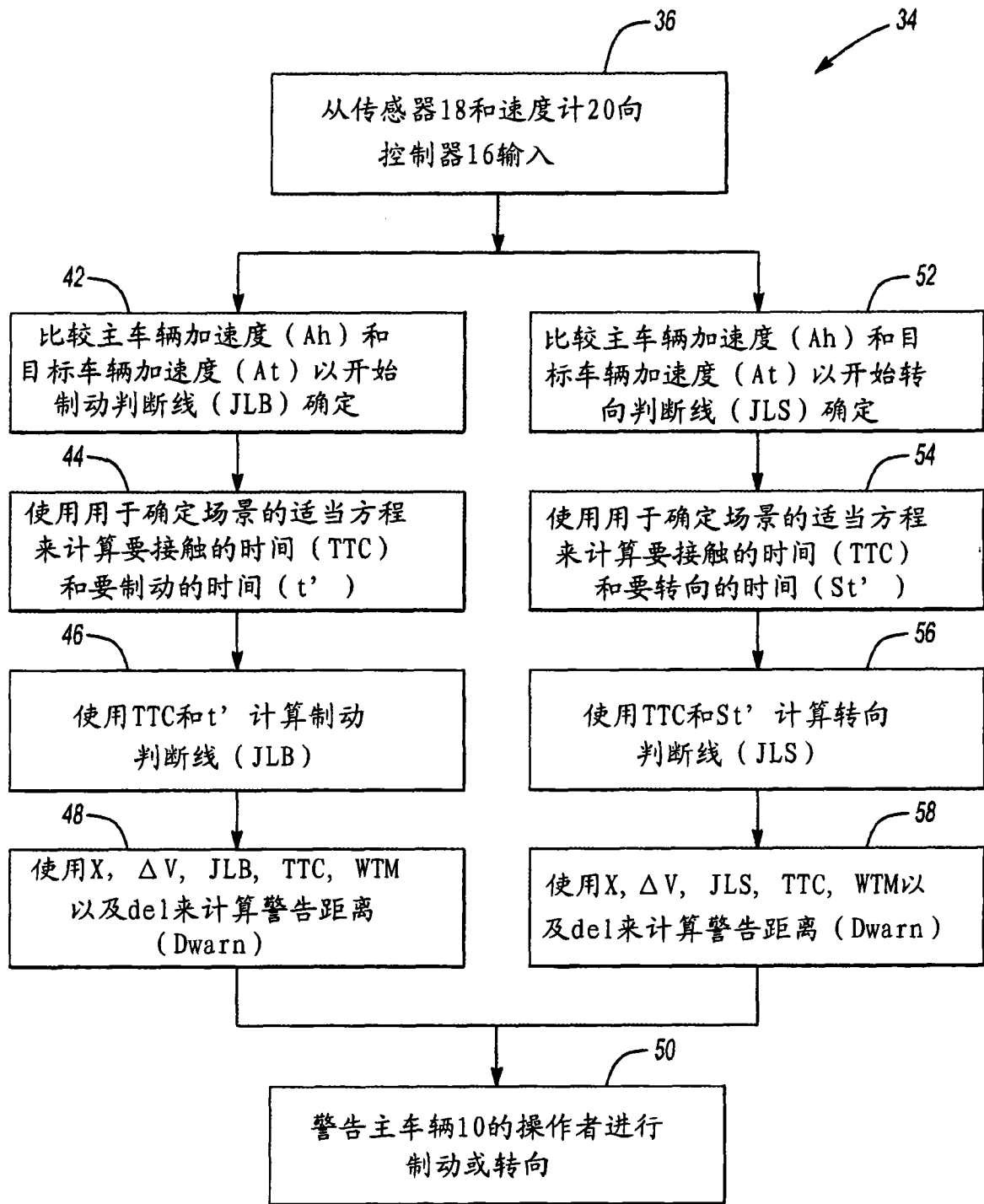


图 2