



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108602529 A

(43)申请公布日 2018.09.28

(21)申请号 201780009900.4

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

(22)申请日 2017.02.05

代理人 董均华 刘林华

(30)优先权数据

1630022-0 2016.02.05 SE

(51)Int.Cl.

B62D 6/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.08.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/SE2017/050100 2017.02.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/135884 EN 2017.08.10

(71)申请人 感知公司

地址 瑞典哥德堡

(72)发明人 J.胡尔滕

权利要求书2页 说明书9页 附图2页

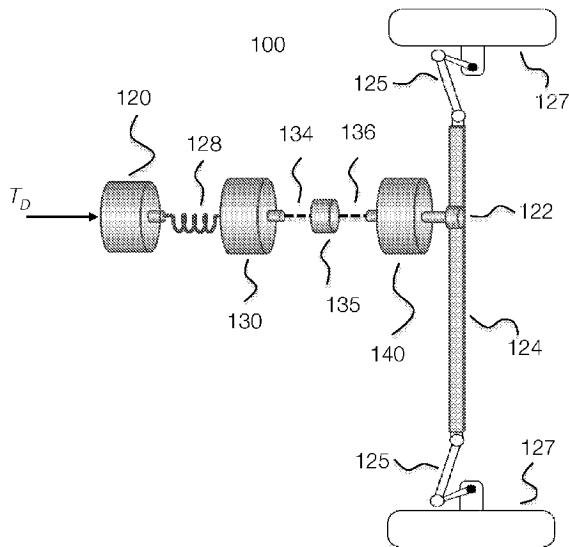
(54)发明名称

用于控制车辆转向和车辆行为的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于控制在线控转向的转向系统(100)中的反馈扭矩致动器(130)和至少一个偏航和/或侧向车辆状态致动器的方法,所述至少一个偏航和/或侧向车辆状态致动器例如是线控转向的转向系统(100)中的转向位置致动器(140),所述方法包括用于所述偏航和/或侧向车辆状态控制的下述方法步骤:-借助于传感器测量至少一个输入信号,-由上述输入信号确定由驾驶员经由方向盘(120)施加的扭矩的测量值,-将由驾驶员经由方向盘(120)施加的扭矩的测量值的上述输入信号转换成期望的偏航和/或侧向车辆状态,以及-针对所述车辆状态控制对所述一个或多个偏航和/或侧向车辆状态致动器进行控制,借此所述期望的偏航和/或侧向车辆状态被用作输入至所述控制器的输入信号,以及此外所述方法还包括用于所述反馈扭矩致动器控制的下述方法步骤:-限定描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系。根据本发明,

事实是:如果上述车辆位置控制导致偏航和/或侧向车辆状态误差,则该误差被转换成描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系的变化,并且该新的转向感觉关系被用作输入至控制器的输入信号,以用于所述反馈扭矩致动器(130)的所述控制,从而使所述驾驶员得到所述偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。



1. 一种用于控制在线控转向的转向系统(100)中的反馈扭矩致动器(130)和至少一个偏航和/或侧向车辆状态致动器的方法,所述至少一个偏航和/或侧向车辆状态致动器例如是转向位置致动器(140),所述方法包括用于所述偏航和/或侧向车辆状态控制的下述方法步骤:

- 借助于传感器测量至少一个输入信号,
 - 由上述输入信号确定由驾驶员经由方向盘(120)施加的扭矩的测量值,
 - 将由驾驶员经由方向盘(120)施加的扭矩的测量值的上述输入信号转换成期望的偏航和/或侧向车辆状态,以及
 - 针对所述车辆状态控制对所述一个或更多个偏航和/或侧向车辆状态致动器进行控制,借此所述期望的偏航和/或侧向车辆状态被用作输入至所述控制器的输入信号,以及
- 此外,所述方法还包括用于所述反馈扭矩致动器控制的下述方法步骤:
- 对描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系进行限定,

其特征在于如下事实:如果上述车辆位置控制导致偏航和/或侧向车辆状态误差,则该误差被转换成描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系的变化,并且该新的转向感觉关系被用作输入至控制器的输入信号,以用于所述反馈扭矩致动器(130)的所述控制,从而在没有损害所述目标偏航和/或侧向车辆状态的计算的情况下,使所述驾驶员得到所述偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的所述关系在所述控制器中被用作从方向盘扭矩至方向盘角度的函数,以致测量的方向盘扭矩被用作输入并且得到的方向盘角度被用作所述控制器的参考值,以便最小化所述方向盘角度误差。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的所述关系在所述控制器中被用作从方向盘角度至方向盘扭矩的函数,以致测量的方向盘角度被用作输入并且得到的方向盘扭矩被用作所述控制器的参考值,以便最小化所述方向盘扭矩误差。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,所述偏航和/或侧向车辆状态致动器是线控转向的转向系统(100)中的转向位置致动器(140)、后轮转向致动器、控制以下内容的致动器:轮的各个转向角度、制动器、发动机、可控四轮驱动离合器、可控差动器、主动阻尼器、电动或液压轮马达和电动或液压驱动的轴、每个轴上的外倾角或每个轮上的外倾角。

5. 根据权利要求1-4中任一项所述的方法,其特征在于如下事实:上述车辆位置控制偏航和/或侧向车辆状态误差被转换成方向盘扭矩振动信号,所述方向盘扭矩振动信号被添加到描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的所述关系,以便使所述控制器最小化所述控制器误差,从而使所述驾驶员获得所述偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述的方法,其特征在于如下事实:如果上述车辆位置控制偏航和/或侧向车辆状态误差也被转换成至所述车辆的音响系统的可听见的声音请求,以便使所述驾驶员获得所述偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

7. 根据权利要求1-6中任一项所述的方法,其特征在于如下事实:如果上述车辆位置控制偏航和/或侧向车辆状态误差也被转换成视觉显示实体,诸如例如梯级或连续的色彩变

化,以便使所述驾驶员获得所述偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的方法,其特征在于如下事实:描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的所述关系被改变成描述转向感觉的方向盘扭矩与偏航和/或侧向车辆状态的关系,并且该偏航和/或侧向车辆状态是感测的偏航和/或侧向车辆状态、来自车辆模型的偏航和/或侧向车辆状态、两者的线性组合或频率混合。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的方法,其特征在于如下事实:如果由所述驾驶员经由方向盘(120)施加的扭矩的上述测量值在所述偏航和/或侧向车辆状态控制以及所述反馈扭矩致动器控制二者中由补偿扭矩补偿。

10. 一种反馈扭矩致动器控制装置,包括至少一个偏航和/或侧向车辆状态致动器,例如线控转向系统中的转向位置致动器(140),用于偏航和/或侧向车辆状态控制,进一步包括:用于测量至少一个输入信号的至少一个传感器、准备输入到不同类型的控制器的所述至少一个输入信号的转换和控制单元、用于控制反馈扭矩的装置以及用于限定方向盘扭矩与规定的方向盘角度的关系的装置,

其特征在于,所述反馈扭矩致动器控制装置还包括:用于确定可能的车辆误差的装置、用于将所述可能的误差转换成描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系的变化的装置,其由信号表示并且能够连接到所述反馈扭矩致动器(130),以便使所述驾驶员获得所述偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

11. 一种线控转向系统,包括:在前轴道路轮(127)和转向位置致动器(140)之间的连杆机构,其中,所述连杆机构由具有相关联拉杆(125)的转向齿条(124)构成,所述转向齿条(124)经由小齿轮(122)被连接到所述转向位置致动器(140),所述转向位置致动器(140)由辅助马达和ECU构成;转向柱,包括扭杆(128),所述扭杆(128)具有扭矩传感器,以用于测量由驾驶员施加的转向扭矩;转向反馈致动器(130),其由辅助马达和ECU构成,以用于将反馈给予所述驾驶员;方向盘(120),所述驾驶员将驾驶员扭矩 T_b 施加到所述方向盘(120);以及中间轴,其由上部部分(134)、安全离合器(135)和下部部分(136)构成,

其特征在于,所述线控转向系统还包括:用于确定可能的车辆误差的装置、用于将所述可能的误差转换成描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系的变化的装置,其由信号表示并且能够连接到所述反馈扭矩致动器(130),以便使所述驾驶员获得所述偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

用于控制车辆转向和车辆行为的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于控制线控转向的转向系统(steer-by-wire steering system)中的反馈扭矩致动器和在线控转向的转向系统中的至少一个偏航和/或侧向车辆状态致动器(例如转向位置致动器)的方法,该方法包括用于偏航和/或侧向车辆状态控制的下述方法步骤:

- 借助于传感器测量至少一个输入信号,
- 由上述输入信号确定由驾驶员经由方向盘施加的扭矩测量值,
- 将由驾驶员经由方向盘施加的扭矩测量值的上述输入信号转换成期望的偏航和/或侧向车辆状态,以及

- 针对车辆状态控制对所述一个或多个偏航和/或侧向车辆状态致动器进行控制,借此所述期望的偏航和/或侧向车辆状态被用作输入至控制器的输入信号,以及

此外所述方法还包括用于反馈扭矩致动器控制的下述方法步骤:

- 限定描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系。

[0002] 本发明还涉及对应装置以及用于控制线控转向的转向系统中的反馈扭矩致动器的系统。

背景技术

[0003] 几十年来线控转向已经可用于飞机,并且现在出现在客用车辆上。线控转向提供多个益处,例如:

- 可以具有可变转向比,这意味着方向盘和道路轮之间的比在车辆速度上不恒定,
- 在转向齿条(steering rack)和转向柱之间断开,以便使得包装更容易,特别是用于左车道和右车道交通,以及

- 可以引入控制功能,其中方向盘不根据道路轮而运动,诸如例如由转向支持的过度转向,其中当道路轮被控制成实现车辆的逆向转向时方向盘不运动。

[0004] 为了实现线控转向的不同益处,已经产生了多种发明。

[0005] WO 0222397-A1 (Kaufman等人)提出了一种线控转向控制以致转向反馈力仅由数学模型产生。由这种模型产生的转向感觉主要是基于方向盘角度和车辆速度的信号。

[0006] 在EP 1228941-A2 (Sanset等人)中提出了一种完全不同的方法,其中描述了一种控制,从而估计齿条负载并且转向反馈致动器参考扭矩基于该齿条负载。这意味着系统“模拟”了传统的基于增压曲线的电功率辅助转向系统。

[0007] 在US20050189161-A1 (Zheng和Lenart)中提出了仍另一方法,其中线控转向控制从不期望的情况(例如转向不足和过度转向)给驾驶员提供反馈。

[0008] 欧洲专利申请EP 2440442-A4 (Birk)提出了一种用于电功率辅助转向的控制构思,其非常接近线控转向。驾驶员的意图基于方向盘扭矩,并且方向盘位置被控制成该驾驶员意图的位置。因此,转向感觉不受干扰,正如Kaufman等人提出的线控转向构思。

[0009] 现在,人类不能直接控制例如臂的位置并且因此不能直接控制方向盘角度。能够

证明,施加的方向盘扭矩确定了意图的车辆路径。这个事实能够通过驾驶情景被容易地描述,其中有经验的驾驶员在过度转向情况下会逆向转向。在这样的情况下,方向盘角度将指向与行进方向相比相反的方向。因此,方向盘角度不是驾驶员意图路径的指示。

[0010] 总结用于线控转向和转向感觉的上述现有技术的控制原理得到:

-Sanset等人提出:

-基于方向盘和道路轮之间的预定车辆速度依赖比(dependent ratio)的位置控制构思,和

-反馈控制构思,其中在位置控制致动器中估计齿条力,之后是基于上述齿条力的逆增压曲线控制,以产生在方向盘处的反馈扭矩;

-Kaufman等人提出:

-基于方向盘和道路轮之间的预定车辆速度依赖比的位置控制构思,和

-反馈控制构思,其中数学模型根据方向盘角度和车辆速度来描述转向感觉扭矩,以产生方向盘处的反馈扭矩;

-Zheng和Lenart提出:

-在方向盘致动器上的变化的扭矩(delta torque),以便给出转向不足或过度转向的反馈,

-基于方向盘角度的位置控制,作为驾驶员意图的指示。

[0011] 在第一构思中,在其优缺点均具备的情况下模拟了传统的基于增压曲线的电功率转向的转向感觉。例如,即使方向盘和道路轮物理断开,但是来自道路的扰动仍被馈送给驾驶员。另一方面,这样的扰动能够改进被连接到道路轮的感觉。不过,没有完全利用线控转向的潜能,这是因为齿条力基于轮力如何进入齿条并且因此取决于转向系统构思和几何构型。

[0012] 在第二构思中,转向感觉是纯粹人造的,并且能够产生人造的和断开的感觉。另一方面,没有扰动被馈送给驾驶员。并且关于系统设计和几何构型,实现了完全硬件独立并且因此充分发挥了线控转向系统的潜力。

[0013] 线控转向控制的另一方面是干预控制。关于干预,我们意味着例如在过度转向情形期间,道路轮能够被用于逆向转向并稳定车辆。在线控转向车辆中,在这样的干预期间,方向盘不需要运动。另一方面,驾驶员将可能希望得到对这样的控制的适当反馈。如果他知道实施了干预,则他能够至少考虑降低例如车辆速度。

[0014] 在第三构思中,给出这样的反馈,但是驾驶员的意图不被更新成将新产生的方向盘角度变化考虑到驾驶员的意图计算中。

[0015] 因此,当前现有技术的线控转向控制在干预期间根本没有给出反馈,基于转向系统设计和几何构型的反馈或者丢失了关于驾驶员意图路径的信息的反馈。

[0016] 用于电功率的Birk's控制器解决了实现驾驶员意图车辆路径的问题,但是没有解决在线控转向系统中的干预情况下如何给驾驶员提供反馈的问题。

[0017] 为了解决在干预期间得到良好反馈的问题以及发挥线控转向系统的全部潜力,我们提出了一种基于下述原理的新控制:

1. 建立驾驶员意图车辆路径并相应地控制车辆,并且
2. 给予驾驶员关于车辆运动的反馈。

发明内容

[0018] 因此,本发明的目的至少部分是借助于一种改进方法来消除上述问题,该方法用于控制车辆的转向系统中包括的两个或更多个线控转向的转向致动器,以致车辆被控制并稳定到由驾驶员指示的路径并且驾驶员得到转向不足和过度转向的反馈。

[0019] 该目的通过根据权利要求1的特征部分的用于控制车辆的线控转向系统的方法来实现。

[0020] 输入信号能够例如是由驾驶员经由方向盘施加的扭矩的测量值或由该量得出的信号,其中在方向盘和轮之间某处测量该测量值。

[0021] 使用传感器测量的扭矩包括对应于扭矩的该部分的驾驶员扭矩、对应于驾驶员希望获得的车辆状态的转向扭矩、并且还有是测量的扭矩和转向扭矩之间的差的补偿扭矩。与转向扭矩一起,补偿扭矩的作用是描述车辆在方向盘中的扭矩积累。其目标是计算转向扭矩。通过使用补偿扭矩来补偿测量的扭矩,获得实际转向信号,其直接对应于车辆中的期望的运动样式。

[0022] 作为根据本发明的方法的示例,补偿扭矩包括如下扭转贡献中的一个或多个:转向系统摩擦扭矩、轮胎摩擦扭矩、阻尼扭矩和方向盘自对齐扭矩。

[0023] 轮胎摩擦扭矩考虑到轮角度、轮角度历史、车辆位置和车辆速度,其在低车辆速度的情况下是重要的,因为轮胎接触比在高速度下的轮胎扭转变化得更快。转向系统摩擦扭矩考虑到如下事实,即转向系统必须具有一定摩擦以便驾驶员能够倚靠,以致全部转向扭矩不必要由驾驶员给出。也需要一定的迟滞,以致不感觉到小汽车“颤动”或“难以驾驭”。阻尼扭矩提供了对转向角度的重要阻尼且因此对车辆响应的重要阻尼。当向前笔直行驶时和当转弯时,不同地向外或向内阻尼能够是优选的,以致阻尼将匹配扭矩水平和坡度。方向盘自对齐扭矩意味着方向盘也在非常低的速度下返回到笔直向前位置,以致没有偏航和/或侧向车辆状态反馈。方向盘自对齐扭矩能够是内插表或者软件功能。

[0024] 定义

致动器

转向反馈致动器是能够被用于影响方向盘扭矩或者方向盘角度的致动器。

[0025] 转向位置致动器是能够被用于经由控制转向齿条位置、小齿轮角度、转向摇臂角度(pitman arm angle)或者各个道路轮角度来影响前道路轮角度的致动器。

[0026] 车辆状态控制器被限定为用于以受控方式实现车辆中的目标状态的动态函数。

[0027] 车辆偏航和/或侧向车辆状态致动器是当被致动时影响一个或几个车辆偏航和/或侧向车辆状态的致动器。车辆偏航和/或侧向车辆状态致动器是后轮转向致动器、控制如下内容的致动器:轮的各个转向角度、制动器、发动机、可控四轮驱动离合器、可控差动器、主动阻尼器、电动或液压轮马达和电动或液压驱动的轴、每个轴上的外倾角或每个轮上的外倾角。

[0028] 致动器是由ECU操作并且将能量源(通常是电流、液压流体压力或者气动压力)转换成运动、力或者扭矩的机构或系统。

[0029] 车辆状态

状态被限定为平移或旋转位置、速度或加速度,或者由这些前述状态得到的状态,诸如

例如车辆转移角度,即在车辆局部X轴线和车辆速度矢量之间的角度。

[0030] 转向角度是在转向系统中某处测量的以某种方式对应于前道路轮角度的角度,并且因为正常的前道路轮角度具有阿克曼转向几何构型(Ackermann steering geometry),所以转向角度是两个前道路轮角度的线性组合,例如平均值。

[0031] 阿克曼转向几何构型是小汽车或其它车辆的转向中的连杆机构的几何设置,其被设计成解决转弯时内侧和外侧上的轮需要描绘出不同半径的圆的轨迹的问题。

[0032] 方向盘角度在此指代在方向盘和道路轮之间的任意角度乘以在角自由度和方向盘角自由度之间的比。其也能够是齿条位置乘以其在齿条平移自由度和方向盘角自由度之间的比。

[0033] 车辆偏航速率是围绕车辆的Z轴线的角速度,其指向上并且垂直于地面的xy-平面。

[0034] 车辆主体侧滑角度是在车辆实际行进方向和其指向的方向之间的角度。

[0035] 车辆侧向加速度是车辆在侧向方向上的加速度。

[0036] 车辆偏航和/或侧向车辆状态,即车辆偏航速率或者车辆偏航加速度、车辆侧向速度或者车辆侧向加速度和车辆主体侧滑角度中的任意或线性组合。

[0037] 扭杆扭矩是通过使用对被安装在转向柱中某处的特定扭杆的扭转敏感的传感器测量的扭矩。

[0038] 方向盘扭矩是被驾驶员施加到方向盘的扭矩。该方向盘扭矩通常由扭杆扭矩近似。

[0039] 驾驶员扭矩等于方向盘扭矩。

[0040] 电气架构

信号总线是信号能够在其上被读取和/或传输的传输路径。

[0041] 输入信号能够例如是由驾驶员经由方向盘施加的扭矩的测量值或由该量得出的信号,其中在方向盘和轮之间某处测量该测量值。

[0042] ECU是电气控制单元,其被用于读取例如能够在信号总线上传来的模拟传感器信号和数字信号,执行任何类型的计算,诸如例如执行控制任务并致动致动器,要么经由被发送的模拟或数字信号,要么通过直接控制例如来自马达控制级的电动马达。

[0043] 控制理论

对致动器的控制意味着使用控制器,以便以受控方式实现该致动器中的期望的状态。在要控制多个致动器的情况下,使用控制器,以便以受控方式实现前述致动器中的期望的状态。

[0044] 控制器是由一系列输入信号来计算一个或几个控制器信号以便控制一或几个致动器的动态函数。可能的控制器的数量是无限的,并且对于本申请的目的来说对此不感兴趣,因为本领域技术人员已知各种不同种类的控制器的数量,其能够用于上述控制。

[0045] 可控性描述了外部输入在有限时间间隔内将系统的内部状态从任意初始状态移动成任意其它最终状态的能力。

[0046] 过度致动系统是致动器的数量大于待控制的自由度的数量的系统。目标值、参考值或请求是通过使用闭环控制器和/或前馈控制器实现的致动器的设定点。

[0047] 转换被限定为使用一个或更多个输入值来产生一个或更多个输出值的数学函数

或查找表。

[0048] 方向盘扭矩测量值是在转向柱或方向盘中测量的扭矩或者在转向齿条中测量的力乘以在转向齿条和方向盘之间的扭矩比。

[0049] 频率混合是两个信号的频域中的加权和,以致信号中的一个被特定滤波器滤波且另一个被互补滤波器滤波。频率混合的示例是在这两个信号中的一个上使用线性一阶低通滤波器并且在另一个上使用线性一阶高通滤波器并且这两个滤波器的结果加在一起。

[0050] 互补滤波器是使得互补滤波器和其所互补的滤波器的和在全频率范围上是1的滤波器。

[0051] 车辆动力学

车辆模型是将道路轮角度和车辆速度转换成若干车辆偏航和/或侧向状态(即车辆偏航速率和加速度、车辆侧向速度和加速度以及车辆主体侧滑角度)的数学模型。

[0052] 转向不足被限定为车辆转向小于车辆模型指示的转向的情况。

[0053] 过度转向被限定为车辆转向大于车辆模型指示的转向的情况。

[0054] 峰值摩擦是指完全利用了轮胎-道路摩擦。

[0055] 轮胎拖距(pneumatic trail)是在轮胎-道路接触中心和轮胎的侧向力的结果之间的距离。

[0056] 转向感觉

基础或正常方向盘扭矩是在没有扭矩斜坡的情况下将产生的扭矩。

[0057] 双扭矩注入。在这样的双扭矩注入的情况下,在增压曲线之前和之后两者处均添加变化的方向盘扭矩,并且因此增压曲线沿着具有负梯度1的线运动,以致变化的方向盘扭矩使平衡位置移位。

[0058] 扭矩参考生成器是方向盘扭矩在参考生成器中被计算的转向感觉控制构思,并且该参考方向盘扭矩之后与测量的方向盘扭矩进行比较并且差(方向盘扭矩误差)被馈送到控制器以致最小化该误差。

[0059] 角度参考生成器是方向盘角度在参考生成器中被计算的转向感觉控制构思,并且该参考方向盘角度之后与测量的方向盘角度进行比较并且差(方向盘角度误差)被馈送到控制器以致最小化该误差。

[0060] 参考生成器子函数

轮胎摩擦扭矩是在轮胎和道路之间的摩擦或该摩擦的模型。

[0061] 转向系统摩擦或者摩擦扭矩是转向系统的连杆机构的部分的摩擦或者该摩擦的模型。

[0062] 阻尼扭矩由于轮胎和转向系统的阻尼或者该阻尼的模型而发生。

[0063] 回复扭矩源自转向系统的几何构型或转向系统的模型。

[0064] 补偿扭矩是上述轮胎摩擦扭矩、摩擦扭矩、阻尼扭矩和回复扭矩的和。补偿扭矩的部分由不同扭矩部分的数学模型计算。

[0065] 轮胎摩擦扭矩的数学模型是角度或角速度驱动迟滞的模型。轮胎的数学模型也包含松弛部分,诸如轮胎卷(tyre roll),以致迟滞的扭矩将具有松弛长度,从而迟滞扭矩将随轮胎的滚动长度而减小。松弛能够优选地是公知的半衰期指数衰减函数(half-life exponential decay function)。

[0066] 轮胎摩擦的模型是迟滞和松弛的组合,以致例如由于迟滞扭矩产生的增加能够与由于松弛产生的扭矩减少同时发生。模型所得到的扭矩是这两个部分的和。

[0067] 摩擦扭矩的数学模型是角度或角速度驱动迟滞的模型。迟滞中的最大扭矩能够由一函数给出,以致与偏离中心处相比,在中心处的最大扭矩不同。

[0068] 阻尼扭矩的数学模型由阻尼常数乘以在道路轮和方向盘之间的连杆机构中某处测量的角速度或平移速度(诸如例如齿条速度)构成。阻尼常数能够使得阻尼有放空(blow-off),以致针对大角速度或平移速度,阻尼常数减小。阻尼常数能够取决于车辆速度并且针对向外和向内转向是不同的。阻尼常数也能够是方向盘或扭杆扭矩的函数。

[0069] 回复扭矩是取决于车辆速度且取决于方向盘角度的扭矩。

附图说明

[0070] 参考优选实施例在之后将更详细地描述本发明,所述优选实施例示出了信号流并且也示出了根据本发明的转向控制的基本计算步骤:

图1:线控转向车辆转向的转向系统;

图2:位置和反馈控制的控制方案。

[0071] 图1是线控转向的转向系统(100)的示意图。在车辆的线控转向的转向系统中,在前轴道路轮(127)和转向位置致动器(140)之间存在连杆机构。连杆机构由具有相关联拉杆(125)的转向齿条(124)构成,其经由小齿轮(122)被连接到转向位置致动器(140)。转向位置致动器由辅助马达和ECU构成。转向柱包括扭杆(128),其具有扭矩传感器以用于测量由驾驶员施加的转向扭矩。辅助扭矩由转向反馈致动器(130)致动,该转向反馈致动器由辅助马达和ECU构成。驾驶员在方向盘(120)中施加驾驶员扭矩 T_D 。在转向反馈致动器(130)和转向位置致动器(140)之间能够存在具有上部部分(134)和下部部分(136)的中间轴。中间轴的这两部分由安全离合器(135)连接。

[0072] 图2是用于控制车辆运动和方向盘扭矩反馈致动器的控制方案的示意图。存在来自车辆(290)的车辆状态(205)的信息。通过使用传感器(210)来感测这些车辆状态。现在,存在两个控制路径,即一个车辆路径控制路径和一个转向反馈致动器控制路径。在车辆路径控制路径中,驾驶员扭矩被计算(220),之后计算目标车辆偏航和/或侧向车辆状态(230)。通过使用从驾驶员扭矩到目标偏航和/或侧向车辆状态的预定函数来计算这个目标偏航和/或侧向车辆状态。然后,目标偏航和/或侧向车辆状态与感测的实际状态相比较,并且得到的控制误差通过车辆状态控制器(240)被最小化。使用这个路径,控制车辆路径。在第二控制路径中,转向反馈扭矩致动器应该以如下方式被控制,即驾驶员实现在目标和实际偏航和/或侧向车辆状态之间的偏差的反馈。这通过计算在目标和实际偏航和/或侧向车辆状态之间的偏差(260)的加权和来实现。基于目标和实际偏航和/或侧向车辆状态之间的这个偏差,驾驶员扭矩与方向盘角度的关系被重新限定(270)。基于这个重新限定的关系,转向反馈致动器角度被控制(280),以使得实现重新限定的驾驶员扭矩与方向盘角度的关系。

具体实施方式

[0073] 本发明的线控转向控制是基于如下事实:反馈扭矩致动器(130)和转向位置致动

器(140)二者被控制成使得车辆被控制成期望的偏航和/或侧向车辆状态,同时驾驶员通过使用用于偏航和/或侧向车辆状态控制的下述方法步骤获得了关于上述偏航和/或侧向车辆状态控制的进程的反馈:

1. 借助于传感器测量至少一个输入信号。在此,对于偏航和/或侧向车辆状态控制,需要的传感器信号是扭杆扭矩、转向角度、偏航和/或侧向车辆状态的一些测量值(诸如例如车辆偏航速率、车辆侧向加速度或车辆主体侧滑角度)或者它们的线性组合;

2. 由扭杆扭矩确定驾驶员扭矩(即由驾驶员经由方向盘(120)施加的扭矩)的测量值。驾驶员扭矩是由补偿扭矩补偿的扭杆扭矩,进一步参见在这个第一实施例示例之后对补偿扭矩的描述;

3. 将上述被补偿的驾驶员扭矩转换成期望的偏航和/或侧向车辆状态。当驾驶员扭矩被补偿扭矩补偿时,偏航和/或侧向车辆状态是该驾驶员扭矩的函数;

4. 控制用于车辆状态控制的所述一个或更多个偏航和/或侧向车辆状态致动器,其中所述期望的偏航和/或侧向车辆状态被用作输入至控制器的输入信号。在此,要么仅由单输入单输出控制器来直接地控制转向角度,要么针对过度致动系统通过使用控制器来控制多个偏航和/或侧向车辆状态致动器,转向角度和偏航和/或侧向车辆状态的一些测量值被用于车辆状态控制中。

[0074] 此外,除了偏航和/或侧向车辆状态控制之外,本发明还包括用于反馈扭矩反馈致动器控制的下述方法步骤:

1. 比较目标偏航和/或侧向车辆状态与通过使用传感器测量的偏航和/或侧向车辆状态并且计算偏航和/或侧向车辆状态偏差。在此,偏差能够是目标偏航和/或侧向车辆状态与通过使用传感器测量的偏航和/或侧向车辆状态(且因此也仅测量的偏航和/或侧向车辆状态)的任意线性组合;

2. 基于偏航和/或侧向车辆状态偏差重新限定描述转向感觉的上述被补偿的驾驶员扭矩与方向盘角度的关系。描述转向感觉的重新限定的被补偿的驾驶员扭矩与方向盘角度的关系能够是任意形式,诸如例如方向盘角度偏移、驾驶员扭矩偏移、成比例缩放的驾驶员扭矩或其组合;

3. 使用新的驾驶员扭矩与方向盘角度的关系将转向辅助致动器控制成对应于重新限定的驾驶员扭矩与方向盘角度的关系的角度。

[0075] 这意味着在本发明中存在两个并行路径,即偏航和/或侧向车辆状态控制和反馈扭矩致动器控制。现在,通常,车辆路径不需要除了转向位置致动器控制之外的来自任何控制器的任何干预。因此通常,将不会从意图的偏航和/或侧向车辆状态偏离。然而,在低 μ 道路条件、猛烈侧风或极限处理期间,在没有任何类型的干预的情况下将不会自动地实现意图的偏航和/或侧向车辆状态。因此,本发明的最重要步骤是,如果上述车辆位置控制导致偏航和/或侧向车辆状态误差,则这个误差被转换成描述转向感觉的方向盘扭矩与方向盘角度的关系的变化。这意味着使用这个新的关系,驾驶员将感觉到在偏航和/或侧向车辆状态误差方面正有某种情况发生。驾驶员能够使用这个反馈了解到他应该降低速度或者采取其它补偿措施。

[0076] 使用传感器测量的扭矩包括对应于扭矩的该部分的驾驶员扭矩、对应于驾驶员希望获得的车辆状态的转向扭矩、并且还有是测量的扭矩和转向扭矩之间的差的补偿扭矩。

与转向扭矩一起,补偿扭矩的作用是描述车辆在方向盘中的扭矩积累。其目标是计算转向扭矩。通过使用补偿扭矩来补偿测量的扭矩,获得实际转向信号,其直接对应于车辆中的期望的运动样式。

[0077] 作为根据本发明的方法的示例,补偿扭矩包括如下扭转贡献中的一个或多个:转向系统摩擦扭矩、轮胎摩擦扭矩、阻尼扭矩和方向盘自对齐扭矩。

[0078] 以此方式,可以更好地评估补偿扭矩,并且这意味着更好地抑制干扰。轮胎摩擦扭矩考虑到轮角度、轮角度历史、车辆位置和车辆速度,其在低车辆速度的情况下是重要的,因为轮胎接触比在高速度下的轮胎扭转变化得更快。转向系统摩擦扭矩考虑到如下事实,即转向系统必须具有一定摩擦以便驾驶员能够倚靠,以致全部转向扭矩不必要由驾驶员给出。也需要一定的迟滞,以致不感觉到小汽车“颤动”或“难以驾驭”。阻尼扭矩提供了对转向角度的重要阻尼且因此对车辆响应的重要阻尼。当向前笔直行驶时和当转弯时,不同地向外或向内阻尼能够是优选的,以致阻尼将匹配扭矩水平和坡度。方向盘自对齐扭矩意味着方向盘也在非常低的速度下返回到笔直向前位置,以致没有偏航和/或侧向车辆状态反馈。方向盘自对齐扭矩能够是内插表或者软件功能。

[0079] 作为根据本发明的方法的示例,补偿扭矩是下述变量中的一个或多个的函数:转向角度、转向角速度和/或转向角加速度。

[0080] 以此方式,能够在车辆状态具有期望的变化的情况下评估补偿扭矩中包括的参数。

[0081] 通过使用第一实施例的控制方案,车辆被控制成在与驾驶员实现任何转向不足或者过度转向偏差的反馈的同时实现基于驾驶员扭矩的目标偏航和/或侧向车辆状态。特别注意到,在没有不良地影响目标偏航和/或侧向车辆状态的计算的情况下实现了至驾驶员的这个反馈。

[0082] 在本发明的第二实施例中,描述转向感觉的前述方向盘扭矩与方向盘角度的关系在控制器中被用作从方向盘扭矩至方向盘角度的函数,以致测量的方向盘扭矩被用作输入并且得到的方向盘角度被用作反馈控制器的参考值,以便最小化方向盘角度误差。

[0083] 同样,车辆被控制成在与驾驶员实现任何转向不足或者过度转向偏差的反馈的同时实现基于驾驶员扭矩的目标偏航和/或侧向车辆状态。并且在此同样地,在没有不良地影响目标偏航和/或侧向车辆状态的计算的情况下实现了至驾驶员的这个反馈。

[0084] 在第三实施例中,描述转向感觉的前述方向盘扭矩与方向盘角度的关系在控制器中被用作从方向盘角度至方向盘扭矩的函数,以致测量的方向盘角度被用作输入并且得到的方向盘扭矩被用作反馈控制器的参考值,以便最小化方向盘扭矩误差。

[0085] 并且在此同样地,车辆被控制成在与驾驶员实现任何转向不足或者过度转向偏差的反馈的同时实现基于驾驶员扭矩的目标偏航和/或侧向车辆状态,以致在没有不良地影响目标偏航和/或侧向车辆状态的计算的情况下实现了至驾驶员的反馈。

[0086] 在本发明的第四实施例中,前述偏航和/或侧向车辆状态致动器是线控转向的转向系统(100)中的转向位置致动器(140)、后轮转向致动器、控制如下内容的致动器:轮的各个转向角度、制动器、发动机、可控四轮驱动离合器、可控差动器、主动阻尼器、电动或液压轮马达和电动或液压驱动的轴、每个轴上的外倾角或每个轮上的外倾角。

[0087] 并且同样,车辆被控制成在与驾驶员实现任何转向不足或者过度转向偏差的反馈

的同时实现基于驾驶员扭矩的目标偏航和/或侧向车辆状态,以致在没有不良地影响目标偏航和/或侧向车辆状态的计算的情况下实现了至驾驶员的反馈。

[0088] 在本发明的第五实施例中,描述转向感觉的前述方向盘扭矩与方向盘角度的关系被改变成描述转向感觉的方向盘扭矩与偏航和/或侧向车辆状态的关系并且这个偏航和/或侧向车辆状态是感测的偏航和/或侧向车辆状态、来自车辆模型的偏航和/或侧向车辆状态、这两者的线性组合或频率混合。

[0089] 并且同样,车辆被控制成在与驾驶员实现任何转向不足或者过度转向偏差的反馈的同时实现基于驾驶员扭矩的目标偏航和/或侧向车辆状态,以致在没有不良地影响目标偏航和/或侧向车辆状态的计算的情况下实现了至驾驶员的反馈。

[0090] 在本发明的第六实施例中,前述偏航和/或侧向车辆状态误差被转变成方向盘扭矩振动信号,其被添加到描述转向感觉的所述方向盘扭矩与方向盘角度的关系,以便使控制器最小化控制器误差,从而使驾驶员获得偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

[0091] 在本发明的第七实施例中,前述偏航和/或侧向车辆状态误差被转换成至车辆的音响系统的可听见的声音请求,以便使驾驶员获得偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

[0092] 在本发明的第八实施例中,前述偏航和/或侧向车辆状态误差被转换成视觉显示实体,诸如例如梯级或连续的色彩变化,以便使驾驶员获得偏航和/或侧向车辆状态误差的反馈。

[0093] 从结合附图考虑的详细描述中将显而易见到本发明的仍其它的目标和特征。然而,应该理解的是,附图仅被设计用于图释目的并且不作为对本发明限制的限定,应将所附权利要求和说明书作为一个整体加以参考。进一步应该理解的是,附图不一定成比例绘制,并且除非另作说明,否则其仅仅意图概念性地说明本文所描述的结构和过程。

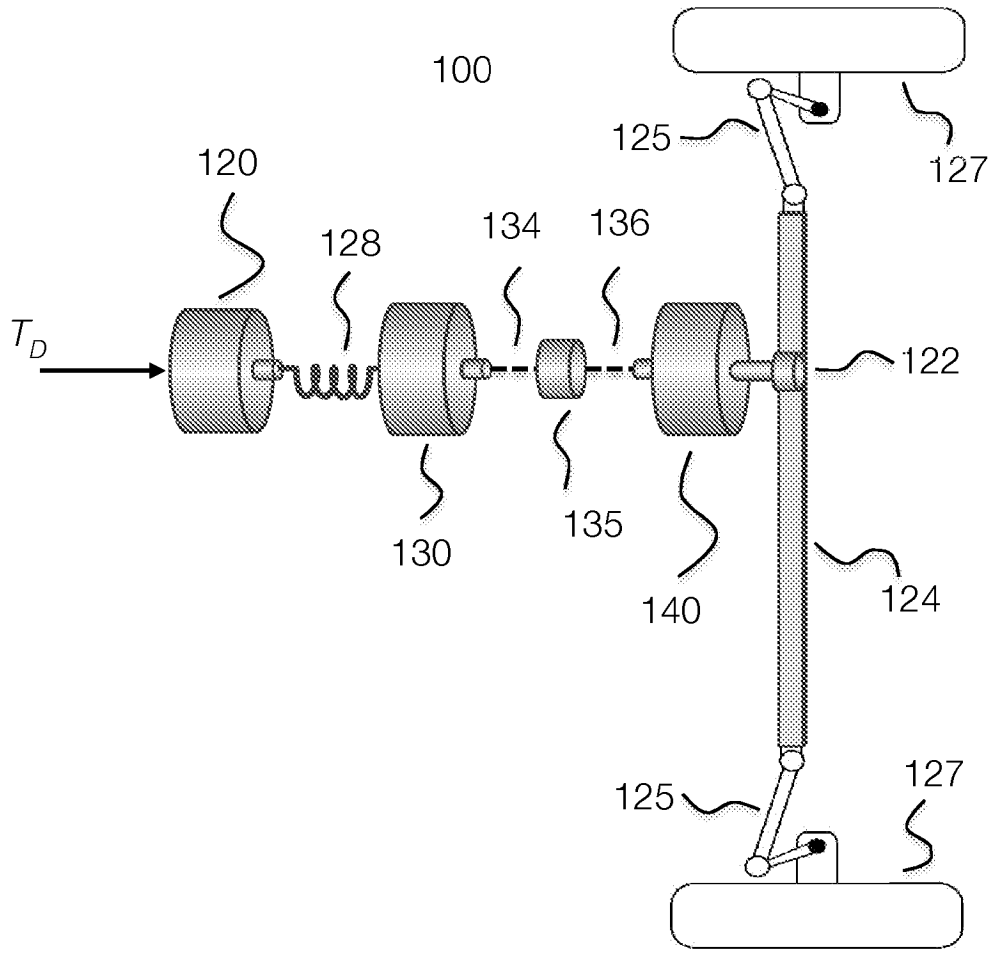


图 1

205
车辆
状态

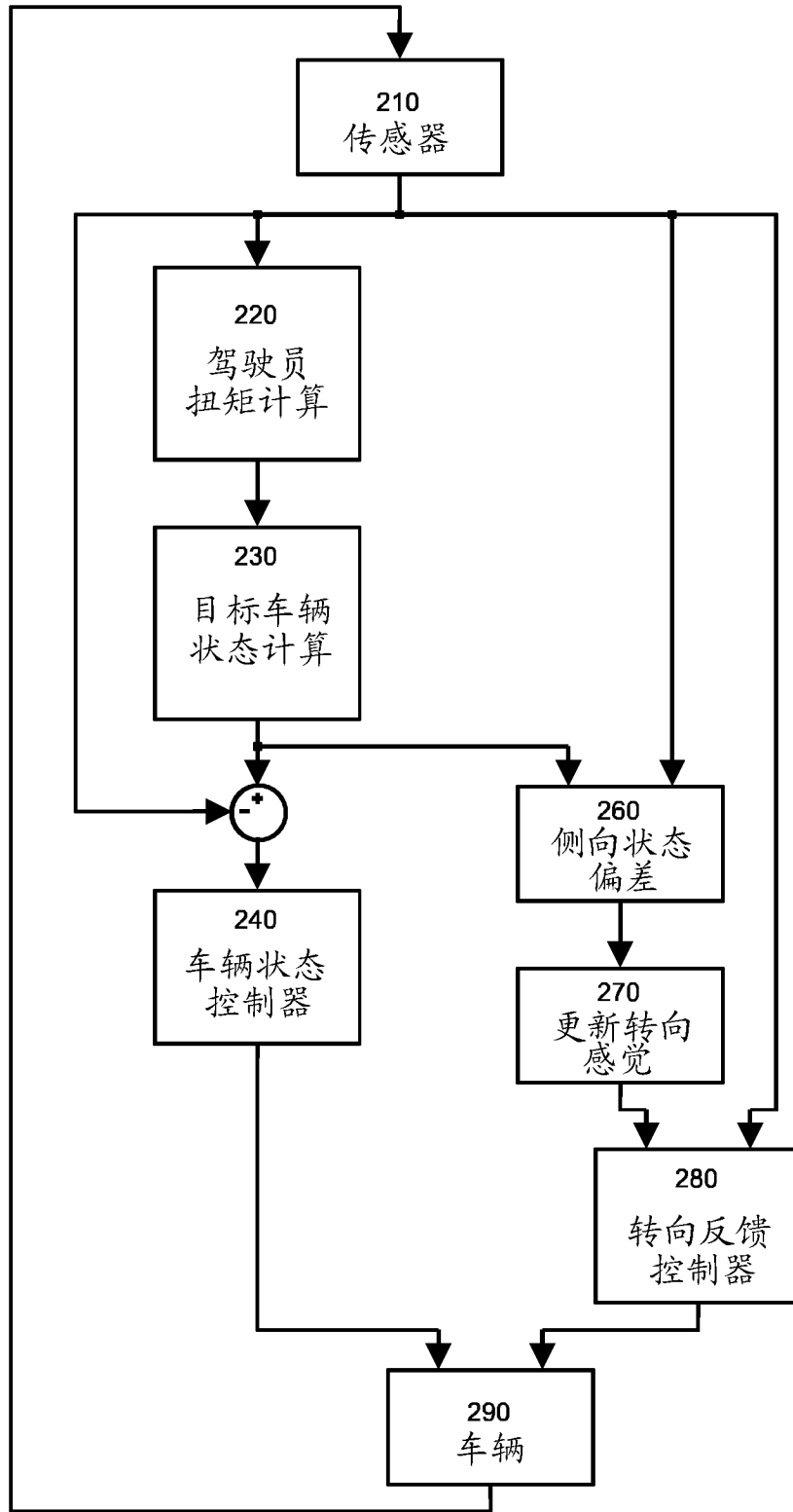


图 2