(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118419049 A
(43)申请公布日 2024.08.02

(21)申请号 202410631848.8

(22)申请日 2024.05.21

(71)申请人 中国第一汽车股份有限公司
地址 130011 吉林省长春市汽车经济技术开发区新红旗大街1号

(72)发明人 张立亮 田玲玲 王金鹏 苗为为

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有限公司 44205
专利代理师 伍传松

(51)Int.Cl.
B60W 50/02(2012.01)
B62D 5/04(2006.01)
B60W 50/14(2020.01)
B60W 50/029(2012.01)

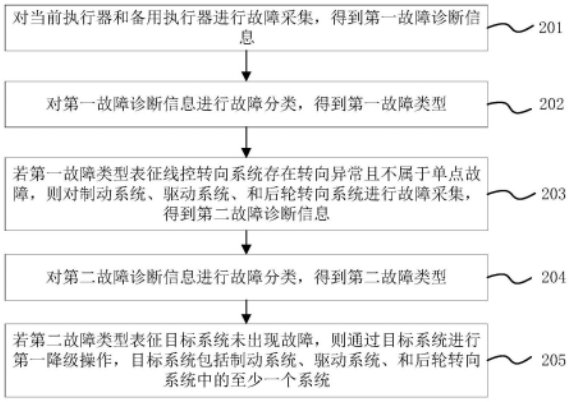
权利要求书3页 说明书14页 附图5页

(54)发明名称

集中式线控转向故障降级处理方法、车辆、设备和介质

(57)摘要

本申请提供一种集中式线控转向故障降级处理方法、车辆、设备及介质，其中，该方法，包括：对当前执行器和备用执行器进行故障采集，得到第一故障诊断信息；对第一故障诊断信息进行故障分类，得到第一故障类型；若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障，则对制动系统、驱动系统、和后轮转向系统进行故障采集，得到第二故障诊断信息；对第二故障诊断信息进行故障分类，得到第二故障类型；若第二故障类型表征目标系统未出现故障，则通过目标系统进行第一降级操作，目标系统包括制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统。本申请可以有效减少线控转向系统出现转向异常导致的安全危害。本申请涉及车辆技术领域。



CN 118419049 A

1.一种集中式线控转向故障降级处理方法,其特征在于,应用于车辆,所述车辆包括线控转向系统、制动系统、驱动系统、和后轮转向系统,所述线控转向系统包括执行器组,所述执行器组包括相同的当前执行器和备用执行器;所述方法包括:

对所述当前执行器和所述备用执行器进行故障采集,得到第一故障诊断信息;

对所述第一故障诊断信息进行故障分类,得到第一故障类型;

若所述第一故障类型表征所述线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障,则对所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统进行故障采集,得到第二故障诊断信息;其中,所述单点故障是指所述当前执行器出现故障且所述备用执行器未出现故障;

对所述第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型;

若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过所述目标系统进行第一降级操作,所述目标系统包括所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统中的至少一个系统。

2.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述车辆还包括人机交互系统,在所述对所述当前执行器和所述备用执行器进行故障采集,得到第一故障诊断信息之前,所述方法还包括:

对所述车辆的车速信号、所述制动系统、和所述驱动系统进行异常检测,得到第一检测结果;

若所述第一检测结果表征所述车速信号、所述制动系统和所述驱动系统中至少一个出现异常,则对所述车辆的故障降级功能进行异常检测,得到第二检测结果;

若所述第二检测结果表征所述车辆无法执行所述故障降级功能,则通过所述人机交互系统输出异常提示信息。

3.根据权利要求1所述的方法,其特征在于,第一降级操作包括制动力差动控制操作、驱动力差动控制操作、和后轮转向控制操作;所述若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过所述目标系统进行第一降级操作,包括:

若所述目标系统为所述制动系统,则通过所述制动系统进行制动力差动控制操作;

若所述目标系统为所述驱动系统,则通过所述驱动系统进行驱动力差动控制操作;

若所述目标系统为所述后轮转向系统,则通过所述后轮转向系统进行后轮转向控制操作。

4.根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过所述目标系统进行第一降级操作,还包括:

若所述目标系统包括所述制动系统、所述驱动系统和所述后轮转向系统,则通过所述后轮转向系统进行所述后轮转向控制操作,且对所述车辆的速度进行检测,得到速度检测结果;

若所述速度检测结果表征所述车辆未加速,则通过所述制动系统进行制动力差动控制操作;

若所述速度检测结果表征所述车辆在加速,则通过所述驱动系统进行驱动力差动控制操作。

5.根据权利要求1至4任一项所述的方法,其特征在于,在所述对所述第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型之后,所述方法还包括:

若所述第二故障类型表征目标系统出现故障,则对第一故障诊断信息进行状态确定,得到安全降级状态;

获取所述车辆的行驶状态,且根据所述安全降级状态和所述行驶状态进行操作方式确定,得到第二降级操作;

执行所述第二降级操作;其中,所述第二降级操作包括驱动扭矩清零操作和减速操作中的至少一个操作。

6.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述第二降级操作为驱动扭矩清零操作,所述执行所述第二降级操作,包括:

根据所述行驶状态进行斜率确定,得到目标扭矩斜率;

以所述目标扭矩斜率执行所述驱动扭矩清零操作。

7.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述第二降级操作为减速操作,所述执行所述第二降级操作,包括:

根据所述行驶状态进行减速度确定,得到第一减速度;

以所述第一减速度执行所述减速操作。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述以所述第一减速度执行所述减速操作,包括:

在执行所述减速操作的过程中,接收制动减速度请求,所述制动减速度请求包含第二减速度;

若所述第二减速度大于所述第一减速度,以所述第二减速度进行所述减速操作,直至所述车辆的速度小于预设的限速阈值。

9.根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在所述根据所述安全降级状态和所述行驶状态进行操作方式确定,得到第二降级操作之后,所述方法还包括:

在执行所述第二降级操作的过程中,检测所述车辆的油门踏板开度和油门踏板开度梯度;

若所述油门踏板开度大于预设的踏板开度阈值,或所述油门踏板开度梯度大于预设的踏板开度梯度阈值,则停止执行所述第二降级操作。

10.一种车辆,其特征在于,所述车辆包括区域控制器,线控转向系统、制动系统、驱动系统、和后轮转向系统,所述线控转向系统包括执行器组,所述执行器组包括相同的当前执行器和备用执行器;所述区域控制器,用于:

对所述当前执行器和所述备用执行器进行故障采集,得到第一故障诊断信息;

对所述第一故障诊断信息进行故障分类,得到第一故障类型;

若所述第一故障类型表征所述线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障,则对所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统进行故障采集,得到第二故障诊断信息;其中,所述单点故障是指所述当前执行器出现故障且所述备用执行器未出现故障;

对所述第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型;

若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过所述目标系统进行第一降级操作,所述目标系统包括所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统中的至少一个系统。

11.一种电子设备,其特征在于,包括:

至少一个处理器;

至少一个存储器,用于存储至少一个程序;

当所述至少一个程序被所述至少一个处理器执行,使得所述至少一个处理器实现如权利要求1至9中任一项所述的方法。

12.一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质存储有计算机程序,其特征在于,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1至9中任一项所述的方法。

集中式线控转向故障降级处理方法、车辆、设备和介质

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆技术领域，尤其涉及一种集中式线控转向故障降级处理方法、车辆、设备和介质。

背景技术

[0002] 当前许多车企正在做线控转向的开发，线控转向相比于传统的转向系统最大的差别就是线控转向系统在方向盘和转向车轮之间没有机械连接，通过传感器采集驾驶员的转向需求，并通过电控方式传输至执行器，以实现车轮转向，转向手感通过方向盘执行器提供给驾驶员。为保证线控转向的安全，通常会设置成冗余的控制执行系统，即感知驾驶员需求的传感器和模拟路感的路感模拟器都是冗余，轮边转向执行器和转角传感器也都是冗余的，以避免单点失效情况下出现转向功能丧失，然而出现多点失效后车辆的转向功能将无法保证。又或者，即使不出现单点失效，纯线控的转向系统依然会出现一些异常，比如自动转向、转向能力丧失、手感反馈力矩丧失、专项卡滞、转向盘域车轮转角不同步的问题。如果车辆在高速行驶的过程中出现转向故障，那么将会导致严重的安全危害。

[0003] 综上，相关技术中存在的技术问题有待得到改善。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于至少一定程度上解决相关技术中存在的技术问题之一。

[0005] 本申请实施例的主要目的在于提出一种集中式线控转向故障降级处理方法、车辆、设备和介质，其中，该方法可以有效减少线控转向系统出现非单点失效的故障导致的安全危害。

[0006] 为实现上述目的，本申请实施例的一方面提出了一种集中式线控转向故障降级处理方法，应用于车辆，所述车辆包括线控转向系统、制动系统、驱动系统、和后轮转向系统，所述线控转向系统包括执行器组，所述执行器组包括相同的当前执行器和备用执行器；所述方法包括：

[0007] 对所述当前执行器和所述备用执行器进行故障采集，得到第一故障诊断信息；

[0008] 对所述第一故障诊断信息进行故障分类，得到第一故障类型；

[0009] 若所述第一故障类型表征所述线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障，则对所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统进行故障采集，得到第二故障诊断信息；其中，所述单点故障是指所述当前执行器出现故障且所述备用执行器未出现故障；

[0010] 对所述第二故障诊断信息进行故障分类，得到第二故障类型；

[0011] 若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障，则通过所述目标系统进行第一降级操作，所述目标系统包括所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统中的至少一个系统。

[0012] 另外，根据本申请上述实施例的一种集中式线控转向故障降级处理方法，还可以具有以下附加的技术特征：

[0013] 在一些实施例中,所述车辆还包括人机交互系统,在所述对所述当前执行器和所述备用执行器进行故障采集,得到第一故障诊断信息之前,所述方法还包括:

[0014] 对所述车辆的车速信号、所述制动系统、和所述驱动系统进行异常检测,得到第一检测结果;

[0015] 若所述第一检测结果表征所述车速信号、所述制动系统和所述驱动系统中至少一个出现异常,则对所述车辆的故障降级功能进行异常检测,得到第二检测结果;

[0016] 若所述第二检测结果表征所述车辆无法执行所述故障降级功能,则通过所述人机交互系统输出异常提示信息。

[0017] 在一些实施例中,第一降级操作包括制动力差动控制操作、驱动力差动控制操作、和后轮转向控制操作;所述若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过所述目标系统进行第一降级操作,包括:

[0018] 若所述目标系统为所述制动系统,则通过所述制动系统进行制动力差动控制操作;

[0019] 若所述目标系统为所述驱动系统,则通过所述驱动系统进行驱动力差动控制操作;

[0020] 若所述目标系统为所述后轮转向系统,则通过所述后轮转向系统进行后轮转向控制操作。

[0021] 在一些实施例中,所述若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过所述目标系统进行第一降级操作,还包括:

[0022] 若所述目标系统包括所述制动系统、所述驱动系统和所述后轮转向系统,则通过所述后轮转向系统进行所述后轮转向控制操作,且对所述车辆的速度进行检测,得到速度检测结果;

[0023] 若所述速度检测结果表征所述车辆未加速,则通过所述制动系统进行制动力差动控制操作;

[0024] 若所述速度检测结果表征所述车辆在加速,则通过所述驱动系统进行驱动力差动控制操作。

[0025] 在一些实施例中,在所述对所述第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型之后,所述方法还包括:

[0026] 若所述第二故障类型表征目标系统出现故障,则对第一故障诊断信息进行状态确定,得到安全降级状态;

[0027] 获取所述车辆的行驶状态,且根据所述安全降级状态和所述行驶状态进行操作方式确定,得到第二降级操作;

[0028] 执行所述第二降级操作;其中,所述第二降级操作包括驱动扭矩清零操作和减速操作中的至少一个操作。

[0029] 在一些实施例中,所述第二降级操作为驱动扭矩清零操作,所述执行所述第二降级操作,包括:

[0030] 根据所述行驶状态进行斜率确定,得到目标扭矩斜率;

[0031] 以所述目标扭矩斜率执行所述驱动扭矩清零操作。

[0032] 在一些实施例中,所述第二降级操作为减速操作,所述执行所述第二降级操作,包

括：

[0033] 根据所述行驶状态进行减速度确定，得到第一减速度；

[0034] 以所述第一减速度执行所述减速操作。

[0035] 在一些实施例中，所述以所述第一减速度执行所述减速操作，包括：

[0036] 在执行所述减速操作的过程中，接收制动减速度请求，所述制动减速度请求包含第二减速度；

[0037] 若所述第二减速度大于所述第一减速度，以所述第二减速度进行所述减速操作，直至所述车辆的速度小于预设的限速阈值。

[0038] 在一些实施例中，在所述根据所述安全降级状态和所述行驶状态进行操作方式确定，得到第二降级操作之后，所述方法还包括：

[0039] 在执行所述第二降级操作的过程中，检测所述车辆的油门踏板开度和油门踏板开度梯度；

[0040] 若所述油门踏板开度大于预设的踏板开度阈值，或所述油门踏板开度梯度大于预设的踏板开度梯度阈值，则停止执行所述第二降级操作。

[0041] 为实现上述目的，本申请实施例的另一方面提出了一种车辆，所述车辆包括区域控制器，线控转向系统、制动系统、驱动系统、和后轮转向系统，所述线控转向系统包括执行器组，所述执行器组包括相同的当前执行器和备用执行器；所述区域控制器，用于：

[0042] 对所述当前执行器和所述备用执行器进行故障采集，得到第一故障诊断信息；

[0043] 对所述第一故障诊断信息进行故障分类，得到第一故障类型；

[0044] 若所述第一故障类型表征所述线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障，则对所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统进行故障采集，得到第二故障诊断信息；其中，所述单点故障是指所述当前执行器出现故障且所述备用执行器未出现故障；

[0045] 对所述第二故障诊断信息进行故障分类，得到第二故障类型；

[0046] 若所述第二故障类型表征目标系统未出现故障，则通过所述目标系统进行第一降级操作，所述目标系统包括所述制动系统、所述驱动系统、和所述后轮转向系统中的至少一个系统。

[0047] 为实现上述目的，本申请实施例的另一方面提出了一种电子设备，所述电子设备包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现前面所述的方法。

[0048] 为实现上述目的，本申请实施例的另一方面提出了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现前面所述的方法。

[0049] 本申请实施例至少包括以下有益效果：

[0050] 本申请提供一种集中式线控转向故障降级处理方法，该集中式线控转向故障降级处理方法通过对线控转向系统(包括当前执行器和备用执行器)进行故障采集，得到第一故障诊断信息，并且对第一故障诊断信息进行故障分类，得到第一故障类型；若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障，则对制动系统、驱动系统、和后轮转向系统进行故障采集，得到第二故障诊断信息，并且对第二故障诊断信息进行故障分类，得到第二故障类型；若第二故障类型表征目标系统未出现故障，则通过目标系统进行第一降级

操作,目标系统包括制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统。本申请实施例提供的方法通过对线控转向进行检测,然后在发现线控转向系统处于不可用状态(存在转向异常且不属于单点故障)时,能够驱动目标系统进行第一降级操作,可以有效减少因线控转向系统出现异常而导致的安全危害。

[0051] 本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出,部分将从下面的描述中变得明显,或通过本申请的实践了解到。

附图说明

[0052] 图1是本申请实施例提供的车辆的结构示意图;

[0053] 图2是本申请实施例提供的集中式线控转向故障降级处理方法的流程图;

[0054] 图3是本申请另一实施例提供的集中式线控转向故障降级处理方法的流程图;

[0055] 图4是图2中步骤205在一实施例的流程图;

[0056] 图5是本申请另一实施例提供的集中式线控转向故障降级处理方法的流程图;

[0057] 图6本申请实施例提供的集中式线控转向故障降级处理方法的示例图;

[0058] 图7是本申请实施例提供的一种电子设备的硬件结构示意图。

具体实施方式

[0059] 对本申请进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请,并不用于限定本申请。下面的描述涉及附图时,除非另有表示,不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所描述的实施方式并不代表与本申请实施例相一致的所有实施方式,它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请实施例的一些方面相一致的装置/设备和方法的例子。

[0060] 可以理解,本申请所使用的术语“第一”、“第二”等可在本文中用于描述各种概念,但除非特别说明,这些概念不受这些术语限制。这些术语仅用于将一个概念与另一个概念区分。例如,在不脱离本申请实施例范围的情况下,第一信息也可以被称为第二信息,类似地,第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境,如在此所使用的词语“若”、“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。

[0061] 本申请所使用的术语“至少一个”、“多个”、“每个”、“任一”等,至少一个包括一个、两个或两个以上,多个包括两个或两个以上,每个是指对应的多个中的每一个,任一是指多个中的任意一个。

[0062] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的术语只是为了描述本申请实施例的目的,不是旨在限制本申请。

[0063] 目前,线控转向通常会设置成冗余的控制执行系统,即感知驾驶员需求的传感器和模拟路感的路感模拟器都是冗余,车轮转向执行器和转角传感器也都是冗余的,以避免车辆在单个器件失效(也称单点失效、单点故障)下出现转向功能丧失的情况,然而在多个器件失效(也称多点失效、多点故障)后,车辆的转向功能也无法得到保证。又或者,即使不出现单点失效,纯线控的转向系统依然会出现一些转向异常,比如自动转向、转向能力丧失、手感反馈力矩丧失、专项卡滞、转向盘域车轮转角不同步的问题。如果车辆在高速行驶

的过程中出现转向异常,那么将会导致严重的安全危害。

[0064] 有鉴于此,本申请实施例中提供一种集中式线控转向故障降级处理方法,该集中式线控转向故障降级处理方法通过对线控转向系统(包括当前执行器和备用执行器)进行故障采集,得到第一故障诊断信息;对第一故障诊断信息进行故障分类,得到第一故障类型;若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障,则对制动系统、驱动系统、和后轮转向系统进行故障采集,得到第二故障诊断信息;对第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型;若第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过目标系统进行第一降级操作,目标系统包括制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统。本申请实施例提供的方法通过对线控转向进行检测,然后在发现线控转向系统处于不可用状态(存在转向异常且不属于单点故障)时,能够驱动目标系统进行第一降级操作,可以有效减少因线控转向系统出现异常而导致的安全危害。

[0065] 本申请实施例提供的一种集中式线控转向故障降级处理方法,可以应用于车联网应用场景中。在车联网应用场景中,车辆服务提供商可以通过本申请实施例提供的集中式线控转向故障降级处理方法来对车辆进行故障降级处理,以此有效减少线控转向系统出现转向异常导致的安全危害,从而提高用户体验。

[0066] 本申请实施例提供的集中式线控转向故障降级处理方法和车辆、电子设备及计算机可读存储介质,具体通过如下实施例进行说明,首先描述本申请实施例中的车辆。

[0067] 参照图1,本申请实施例的车辆包括驱动系统100、制动系统200、线控转向系统300、人机交互系统400、后轮转向系统500和区域控制器600。驱动系统100是用于提供驱动力的控制系统。一般地,驱动系统100通常包括前驱系统、后驱系统和四驱系统。本申请实施例所指的驱动系统可以是前驱系统、后驱系统和四驱系统中的至少一个。制动系统200是指用于停止车辆的运动的控制系统。制动系统200可以通过将动能转化为热能使车辆减速减速,从而确保车辆在行驶过程中能够安全地控制速度和停车。制动系统200可以包括制动踏板、制动器、制动液、制动片(或制动鞋)、制动助力器、制动分配系统等组成部分。制动系统200包括第一制动控制器210和第二制动控制器220。线控转向系统300是用于提供线控转向功能的控制系统。线控转向系统300包括多个执行器组。执行器组可以包括第一车轮转向智能执行器311和第二车轮转向智能执行器312,也可以包括第一方向盘智能执行器321和第二方向盘智能执行器322,也可以包括第一方向盘转角控制器331和第二方向盘转角控制器332。执行器组是指提供相同执行功能的多个执行器或控制器的组合。执行器组包括相同的当前执行器和备用执行器。相同的当前执行器和备用执行器是指执行功能完全相同的两个执行器。比如,第一车轮转向智能执行器311和第二车轮转向智能执行器312均用于提供车轮转向控制功能。又比如,第一方向盘智能执行器321和第二方向盘智能执行器322均用于提供方向盘控制功能。又比如,第一方向盘转角控制器331和第二方向盘转角控制器332均用于提供方向盘转角功能。

[0068] 需要说明的是,每个执行器组包括多个执行器,若多个执行器中的一个执行器作为当前执行器,则剩余的执行器均为备用执行器。比如,第一车轮转向智能执行器311为当前执行器,则第二车轮转向智能执行器312为备用执行器。

[0069] 线控转向系统300还包括多个传感器组。传感器组可以包括第一四轮速传感器341和第二四轮速传感器342,也可以包括第一位置传感器351和第二位置传感器352。传感器组

是指提供相同收集功能的多个传感器的组合。比如,第一四轮速传感器341和第二四轮速传感器342均是用于提供车辆速度收集功能。又比如,第一位置传感器351和第二位置传感器352均是用于提供位置信息收集功能。

[0070] 人机交互系统400是用于与驾驶对象或其他对象进行交互的控制系统。驾驶对象是指驾驶车辆的驾驶员,其他对象是指除了驾驶对象之外的其他同乘人员。本申请实施例主要利用人机交互系统400输出各种与车辆行驶相关的信息。具体输出何种信息将在下文描述,此处省略。后轮转向系统500是指车辆中用于控制车轮转向方向的系统。人机交互系统400通常由转向轴、转向机构、转向齿轮、转向柱等部件组成。后轮转向系统的主要作用是通过转向机构将驾驶员的方向盘操作转化为车轮的转向运动,从而控制车辆的行驶方向。常见的后轮转向系统包括机械转向系统、液压转向系统和电动转向系统等。区域控制器600是执行故障降级处理操作的主要器件,可以用来执行本申请实施例提供的集中式线控转向故障降级处理方法。

[0071] 需要说明的是,驱动系统100、制动系统200、线控转向系统300、人机交互系统400、后轮转向系统500均与区域控制器600相连,区域控制器600可以通过内嵌的控制算法和控制器的相关I/O接口对车辆的动力系统进行动力输出的控制,可以对后轮转向系统进行后轮转角控制,可以对制动系统进行主动制动的控制,同时也可以通过人机交互系统提示当前系统的故障状态。车辆可以为油车也可以为新能源车。当车辆为新能源车时,其可以为混动车,也可以为纯电车。

[0072] 在对车辆进行描述之后,下面对集中式线控转向故障降级处理方法进行描述。

[0073] 请参照图2,图2公开了一种集中式线控转向故障降级处理方法的一个可选的流程图。图2中的方法可以包括但不限于包括步骤201至步骤205。

[0074] 步骤201,对当前执行器和备用执行器进行故障采集,得到第一故障诊断信息;

[0075] 步骤202,对第一故障诊断信息进行故障分类,得到第一故障类型;

[0076] 步骤203,若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障,则对制动系统、驱动系统、和后轮转向系统进行故障采集,得到第二故障诊断信息;其中,单点故障是指当前执行器出现故障且备用执行器未出现故障;

[0077] 步骤204,对第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型;

[0078] 步骤205,若第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过目标系统进行第一降级操作,目标系统包括制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统。

[0079] 需要说明的是,图2中的方法可以应用于图1所示的车辆,可由车辆中的区域控制器600执行该方法。

[0080] 参照图3,在一实施例中,在步骤201之前,集中式线控转向故障降级处理方法还包括:

[0081] 步骤301,对车辆的车速信号、制动系统、和驱动系统进行异常检测,得到第一检测结果;

[0082] 步骤302,若第一检测结果表征车速信号、制动系统和驱动系统中至少一个出现异常,则对车辆的故障降级功能进行异常检测,得到第二检测结果;

[0083] 步骤303,若第二检测结果表征车辆无法执行故障降级功能,则通过人机交互系统输出异常提示信息。

[0084] 在本实施例中,首先确认当前车辆的状态,即检测当前收取的车速信号、车辆的驱动系统和制动系统中的至少一个是否有异常。其次判断当前状态,车辆是否具备故障降级功能(比如切断动力输出和主动进行制动等对应线控转向系统降级处理操作的能力)。如果当前车辆不具备故障降级功能,那么可以通过人机交互系统与驾驶对象进行交互,比如通过文字或者语音输出异常提示信息,该异常提示信息用于提示驾驶对象当前车辆存在故障,请马上进行维修。

[0085] 该实施例的益处在于,能够及时输出异常提示信息,提高人机交互的有效性。

[0086] 在步骤201中,需要对当前执行器和备用执行器进行故障采集,得到第一故障诊断信息。参照图1,在一例子中,可以通过区域控制器600,对第一车轮转向智能器311、第二车轮转向智能执行器312、第一方向盘智能执行器321、第二方向盘智能执行器322、第一方向盘转角控制器331和第二方向盘转角控制器332进行故障采集,得到第一故障诊断信息。

[0087] 第一故障诊断信息包含用于故障诊断的所需信息。第一故障诊断信息可以包括感知信号、执行器功能状态以及执行器故障状态。例如,感知信号包括:第一车轮转向智能器311的轮实际转角、第二车轮转向智能执行器312的车轮实际转角、第一方向盘智能执行器321的方向盘转角、第二方向盘智能执行器322的方向盘转角、第一四轮速传感器341的轮速和第二四轮速传感器342的轮速。执行器功能状态包括:第一车轮转向智能执行器311的功能状态、第二车轮转向智能执行器312的的功能状态、第一方向盘智能执行器321的功能状态、第二方向盘智能执行器322的功能状态。执行器故障状态包括:第一车轮转向智能执行器311的故障状态、第二车轮转向智能执行器312的的故障状态、第一方向盘智能执行器321的故障状态、第二方向盘智能执行器322的故障状态、第一方向盘转角控制器331的故障状态、第二方向盘转角控制器332的故障状态。

[0088] 在步骤202中,需要对第一故障诊断信息进行故障分类,得到第一故障类型。参照图1,在一例子中,可以通过区域控制器600,对第一故障诊断信息进行故障分类,得到第一故障类型。

[0089] 第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常,或不存在转向异常。若第一故障类型表征线控转向系统不存在转向异常,则说明车辆目前处于正常行驶状态,也称安全状态,无需进行故障降级处理。若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常,则说明车辆目前的行驶状态出现异常,需要根据预设的策略和逻辑进行相应的处理。例如,根据第一故障诊断信息可以得知车辆出现了自动转向、转向能力丧失、手感反馈力矩丧失、专项卡滞、转向盘域车轮转角不同步等异常情况,则得到的第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常。又例如,根据第一故障诊断信息可以得知执行器组的当前执行器出现故障,备用执行器出现故障或未出现故障,则得到的第一故障类型均表征线控转向系统存在转向异常。

[0090] 需要说明的是,第一故障类型可以在表征存在转向异常的同时,表征线控转向系统是否属于单点故障。单点故障是指当前控制器出现故障且备用控制器未出现故障。例如,参照图1,若当前控制器为第一车轮转向智能执行器311,且第一车轮转向智能执行器311出现故障,而第二车轮转向智能执行器312未出现故障,则得到的第一故障类型不仅表征线控转向系统存在转向异常,还表征线控转向系统属于单点故障。又例如,若当前控制器为第一车轮转向智能执行器311,且第一车轮转向智能执行器311和第二车轮转向智能执行器312均出现故障,则得到的第一故障类型不仅表征线控转向系统存在转向异常,还表征线控转

向系统不属于单点故障。

[0091] 在步骤203中,若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障,说明线控转向系统已经处于不可信状态,无法通过线控执行系统内的执行器进行故障降级,因此需要通过制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个进行故障降级。但制动系统、驱动系统、和后轮转向系统也可能出现故障,导致无法正常进行故障降级,因此需对制动系统、驱动系统、和后轮转向系统进行故障采集,得到第二故障诊断信息。例如,参照图1,可以通过区域控制器600,对驱动系统100、制动系统200和后轮转向系统500进行故障采集,得到第二故障诊断信息。第二故障诊断信息包含用于故障诊断的所需信息。第二故障诊断信息可以包括系统故障状态。例如,系统故障状态包括:驱动系统100的故障状态、制动系统200的故障状态和后轮转向系统500的故障状态。

[0092] 在得到第二诊断信息之后,在步骤204中,需要对第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型。参照图1,在一例子中,可以通过区域控制器600,对第二故障诊断信息进行故障分类,得到第二故障类型。第二故障类型可以包括以下情形:(1)表征驱动系统未出现故障。(2)表征制动系统未出现故障。(3)表征后轮转向系统未出现故障。(4)表征驱动系统和制动系统未出现故障。(5)表征驱动系统、制动系统和后轮转向系统未出现故障。(6)表征驱动系统、和后轮转向系统未出现故障。(7)表征制动系统、和后轮转向系统未出现故障。

[0093] 在步骤205中,若第二故障类型表征目标系统未出现故障,则通过目标系统进行第一降级操作,目标系统包括制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统。比如,制动系统通过四轮制动力差动控制车辆横摆进行转向(下文称制动力差动控制操作),驱动系统通过车轮之间的驱动力差动控制车辆横摆进行转向(下文称驱动力差动控制操作),后轮转向系统通过后轮转向控制车辆转向(后轮转向控制操作),或者三者进行融合控制。

[0094] 在一实施例中,第一降级操作包括制动力差动控制操作、驱动力差动控制操作、和后轮转向控制操作,步骤205包括:若目标系统为制动系统,则通过制动系统进行制动力差动控制操作;若目标系统为驱动系统,则通过驱动系统进行驱动力差动控制操作;若目标系统为后轮转向系统,则通过后轮转向系统进行后轮转向控制操作。该实施例通过制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的任一个完成车轮转向控制,在能够应对线控转向系统的故障问题的基础上,简化了控制逻辑。

[0095] 在另一实施例中,参照图4,步骤205还包括:

[0096] 步骤401,若目标系统包括制动系统、驱动系统和后轮转向系统,则通过后轮转向系统进行后轮转向控制操作,且对车辆的速度进行检测,得到速度检测结果;

[0097] 步骤402,若速度检测结果表征车辆未加速,则通过制动系统进行制动力差动控制操作;

[0098] 步骤403,若速度检测结果表征车辆在加速,则通过驱动系统进行驱动力差动控制操作。

[0099] 在本实施例中,当识别到线控转向系统故障后,如果制动系统、驱动系统、后轮转向系统均无故障,那么通过后轮转向系统进行后轮转向控制操作,以响应驾驶对象的转向需求,与此同时,对车辆的速度进行检测得到速度检测结果。若速度检测结果表征车辆未加速,则在响应驾驶对象的转向需求的同时,还通过制动系统控制四个车轮的制动力,使得四

个车轮的制动力产生差动扭矩让车辆实现转向。若速度检测结果表征车辆在加速,则在响应驾驶对象的转向需求的同时,还通过驱动系统控制四个车轮的驱动力或者前后轴的驱动力,使得个车轮的驱动产生差动扭矩让车辆实现转向。

[0100] 该实施例的益处在于,利用速度检测结果将后轮转向系统、制动系统和驱动系统进行有效融合,在能够应对线控转向系统的故障问题的基础上,兼顾了驾驶对象对车辆的转向需求,提高人机交互的准确性。

[0101] 在一实施例中,参照图5,在步骤204之后,集中式线控转向故障降级处理方法还包括:

[0102] 步骤501,若第二故障类型表征目标系统出现故障,则对第一故障诊断信息进行状态确定,得到安全降级状态;

[0103] 步骤502,获取车辆的行驶状态,且根据安全降级状态和行驶状态进行操作方式确定,得到第二降级操作;

[0104] 步骤503,执行第二降级操作。

[0105] 在步骤501中,若第二故障类型表征目标系统出现故障,则说明驱动系统、制动系统和后轮转向系统均出现故障,无法通过目标系统应对线控转向系统的故障问题,需根据第一故障诊断信息确定安全降级状态。在一例子中,第一故障诊断信息包括第一车轮转向智能执行器的信息、第二车轮转向智能执行器的信息、第一方向盘智能执行器的信息、第二方向盘智能执行器的信息、以及车辆的车速信息等。根据这些信息确定当前需要故障降级到哪种安全降级状态,比如,安全降级状态可以包括降级到限速行驶、降级到蠕行行驶、降级到车辆静止等状态。

[0106] 在步骤502中,判断出安全降级状态后,还可以通过区域控制器获取车辆的行驶状态,然后根据车辆的行驶状态(如车速)等确认从行驶状态转换为安全降级状态的操作方式,得到第二降级操作。

[0107] 在步骤503中,通过区域控制器执行第二降级操作。其中,第二降级操作包括驱动扭矩清零操作和减速操作中的至少一个操作。具体地,通过区域控制器将驱动扭矩按一定斜率进行清零,或者根据一定的减速度进行减速。

[0108] 该实施例的益处在于,基于安全降级状态和车辆的行驶状态确定第二降级操作,在能够应对线控转向系统的故障问题的基础上,充分考虑了车辆的实际行驶情况,具有较高的普适性。

[0109] 在一实施例中,步骤503还包括:在执行第二降级操作的过程中,检测车辆的油门踏板开度和油门踏板开度梯度;若油门踏板开度大于预设的踏板开度阈值,或油门踏板开度梯度大于预设的踏板开度梯度阈值,则停止执行第二降级操作。

[0110] 本实施例中,在执行第二降级操作的过程中,若油门踏板开度大于踏板开度阈值,或油门踏板开度梯度大于踏板开度梯度阈值,说明驾驶对象正在尝试对车辆进行控制,因此应当停止对车辆进行第二降级操作。

[0111] 该实施例的益处在于,在进行第二降级操作的过程中,充分考虑驾驶对象是否踩下油门踏板,从而有效避免降级操作与驾驶对象的主动控制产生冲突,提高了控制安全性。

[0112] 在一实施例中,第二降级操作为驱动扭矩清零操作,步骤503包括:根据行驶状态进行斜率确定,得到目标扭矩斜率;以目标扭矩斜率执行驱动扭矩清零操作。

[0113] 不同的行驶状态对应不同的扭矩斜率。在一例子中,若车辆的车速大于或等于100km/h,则行驶状态为高级状态;若车辆的车速小于100km/h,大于或等于10km/h,则行驶状态为中级状态;若车辆的车辆小于10km/h,则行驶状态为低级状态。行驶状态依次为高级状态、中级状态和低级状态,则扭矩斜率依次为最大、中间、和最小。在一实施例中,可以事先设置状态与斜率映射表,然后根据行驶状态对状态与斜率映射表进行查找,得到目标扭矩斜率。在得到目标扭矩斜率之后,可以通过区域控制器以目标扭矩斜率进行驱动扭矩清零操作。需要说明的是,以目标扭矩斜率进行驱动扭矩清零操作需要一定的时间,并不会造成车辆短时间内由比较高的驱动扭矩转变为零。

[0114] 上述实施例的益处在于,区分不同的行驶状态,且为不同的行驶状态设置对应的扭矩斜率,在能够实现驱动扭矩清零的同时,提高驱动扭矩清零的适用性。

[0115] 在一实施例中,在步骤503之后,集中式线控转向故障降级处理方法还包括:控制驱动扭矩处于零,且检测车辆的速度,得到第一速度;若第一速度小于预设的限速阈值,接收扭矩驱动请求,且响应于扭矩驱动请求进行扭矩控制。

[0116] 例如,如果第一速度小于限速阈值(比如10km/h),则说明车辆已经处于安全状态,区域控制器可以接收并响应于驾驶对象的扭矩驱动请求进行扭矩控制。本实施例的益处在于,可以确保车辆在安全范围内及时响应驾驶对象的扭矩驱动请求,提高车辆控制的灵活性。

[0117] 在一实施例中,第二降级操作为减速操作,步骤503包括:根据行驶状态进行减速度确定,得到第一减速度;以第一减速度执行减速操作。

[0118] 不同的行驶状态对应不同的减速度。若行驶状态依次为高级状态、中级状态和低级状态,则减速度依次为最大、中间、和最小。在一实施例中,可以事先设置状态与减速度映射表,然后根据行驶状态对状态与减速度映射表进行查找,得到第一减速度。在得到第一减速度之后,通过区域控制器以第一减速度进行减速操作,直至车辆的速度小于预设的限速阈值。需要说明的是,以第一减速度进行减速操作需要一定的时间,并不会造成车辆短时间内由比较高的速度转变为较低的速度。

[0119] 上述实施例的益处在于,区分不同的行驶状态,且为不同的行驶状态设置对应的减速度,在能够实现减速的同时,提高减速的适用性。

[0120] 在一例子中,如果车辆的车速是100kph以上,且检测到两个方向盘转角控制器均出现了故障,那么车辆极有可能正在以一个未知的转角进行行驶,此时驾驶员转动方向盘是没办法控制的,需要进行降速处理,可以将车速降低到10kph以下;如果此时车速是零,那么需要将车速保持在零。

[0121] 在一实施例中,步骤503包括:

[0122] 在进行减速操作的过程中,接收制动减速度请求,制动减速度请求包含第二减速度;

[0123] 若第二减速度大于第一减速度,以第二减速度进行减速操作,直至车辆的速度小于预设的限速阈值。

[0124] 例如,在进行减速操作的过程中,如果此时驾驶对象踩下制动踏板,则自动生成制动减速度请求。若制动减速度请求中的第二减速度大于第一减速度,那么按照第二减速度进行减速操作,直至车辆小于限速阈值(比如10km/h)。本实施例的益处在于,在确保不影响

车辆的安全的前提下,实现了人机交互。

[0125] 在一实施例中,在以第一减速度进行减速操作之后,集中式线控转向故障降级处理方法还包括:检测车辆的速度,得到检测速度;若检测速度小于预设的限速阈值,接收制动请求,且以制动请求中包含的第三减速度进行速度控制。

[0126] 本实施例中,若检测速度小于预设的限速阈值(比如10km/h),则说明车辆已经进入安全状态,可以接收并响应于驾驶对象的制动请求进行速度控制。因此,无论制动请求包含的第三减速度为多大,均直接通过制动系统以第三减速度进行速度控制。本实施例的益处在于,在确保车辆处于安全状态的前提下,实现了人机交互。

[0127] 参照图6,在一具体示例中,集中式线控转向故障降级处理方法包括以下实施步骤:

[0128] (1)开始。

[0129] (2)对车辆的车速信号、制动系统、和驱动系统进行异常检测,得到第一检测结果。若第一检测结果表征车速信号、制动系统和驱动系统中至少一个出现异常,进入步骤(3)。

[0130] (3)对车辆的故障降级功能进行异常检测,得到第二检测结果。若第二检测结果表征车辆无法执行故障降级功能,进入步骤(4);若第二检测结果表征车辆能够执行故障降级功能,进入步骤(5)。

[0131] (4)通过人机交互系统输出异常提示信息。

[0132] (5)检测线控转向系统是否有故障。具体地,对当前执行器和备用执行器进行故障采集,得到第一故障诊断信息;对第一故障诊断信息进行故障分类,得到第一故障类型;若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障,进入步骤(6),否则进入步骤(2)

[0133] (6)检测是否可以通过制动系统、驱动系统、和后轮转向系统实现冗余控制。具体地,对制动系统、驱动系统、和后轮转向系统进行故障采集,得到第二故障诊断信息,若第二故障类型表征目标系统未出现故障,进入步骤(7),否则进入步骤(8)。

[0134] (7)通过目标系统进行第一降级操作,目标系统包括制动系统、所述驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统。

[0135] (8)对第一故障诊断信息进行状态确定,得到安全降级状态。

[0136] (9)根据安全降级状态和行驶状态进行操作方式确定,得到第二降级操作;其中,第二降级操作包括驱动扭矩清零操作和减速操作中的至少一个操作。

[0137] (10)以目标扭矩斜率执行驱动扭矩清零操作。

[0138] (11)以第一减速度执行减速操作。

[0139] (12)在执行第二降级操作的过程中,判断油门踏板开度是否大于踏板开度阈值,或油门踏板开度梯度是否大于踏板开度梯度阈值,如果是,则进入步骤(13),否则进入步骤(14)。

[0140] (13)停止执行第二降级操作。

[0141] (14)在执行减速操作的过程中,接收制动减速度请求,判断制动减速度请求中的第二减速度是否大于第一减速度,如果是,则进入步骤(15),否则进入步骤(16)。

[0142] (15)以第二减速度进行减速操作。

[0143] (16)检测车辆的速度是否小于预设的限速阈值,若小于,则进入步骤(17)。

[0144] (17)功能退出。

[0145] 可以理解的是,上述方法实施例中的内容均适用于车辆实施例中,车辆实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同,并且达到的有益效果与上述方法实施例所达到的有益效果也相同。

[0146] 本申请实施例还提供了一种电子设备,电子设备包括存储器和处理器,存储器存储有计算机程序,处理器执行计算机程序时实现上述的方法。该电子设备可以为包括平板电脑、车载电脑等任意智能终端。

[0147] 可以理解的是,上述方法实施例中的内容均适用于本设备实施例中,本设备实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同,并且达到的有益效果与上述方法实施例所达到的有益效果也相同。

[0148] 请参阅图7,图7示意了另一实施例的电子设备的硬件结构,电子设备包括:

[0149] 处理器701,可以采用通用的CPU(Central Processing Unit,中央处理器)、微处理器、应用专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、或者一个或多个集成电路等方式实现,用于执行相关程序,以实现本申请实施例所提供的技术方案;

[0150] 存储器702,可以采用只读存储器(Read Only Memory,ROM)、静态存储设备、动态存储设备或者随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)等形式实现。存储器702可以存储操作系统和其他应用程序,在通过软件或者固件来实现本说明书实施例所提供的技术方案时,相关的程序代码保存在存储器702中,并由处理器701来调用执行本申请实施例的方法;

[0151] 输入/输出接口703,用于实现信息输入及输出;

[0152] 通信接口704,用于实现本设备与其他设备的通信交互,可以通过有线方式(例如USB、网线等)实现通信,也可以通过无线方式(例如移动网络、WIFI、蓝牙等)实现通信;

[0153] 总线705,在设备的各个组件(例如处理器701、存储器702、输入/输出接口703和通信接口704)之间传输信息;

[0154] 其中处理器701、存储器702、输入/输出接口703和通信接口704通过总线705实现彼此之间在设备内部的通信连接。

[0155] 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现上述的方法。

[0156] 可以理解的是,上述方法实施例中的内容均适用于本存储介质实施例中,本存储介质实施例所具体实现的功能与上述方法实施例相同,并且达到的有益效果与上述方法实施例所达到的有益效果也相同。

[0157] 存储器作为一种非暂态计算机可读存储介质,可用于存储非暂态软件程序以及非暂态性计算机可执行程序。此外,存储器可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非暂态存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施方式中,存储器可选包括相对于处理器远程设置的存储器,这些远程存储器可以通过网络连接至该处理器。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0158] 本申请实施例描述的实施例是为了更加清楚的说明本申请实施例的技术方案,并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定,本领域技术人员可知,随着技术的演变

和新应用场景的出现,本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题,同样适用。

[0159] 本领域技术人员可以理解的是,图中示出的技术方案并不构成对本申请实施例的限定,可以包括比图示更多或更少的步骤,或者组合某些步骤,或者不同的步骤。

[0160] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0161] 本领域普通技术人员可以理解,上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统、设备中的功能模块/单元可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。

[0162] 本申请的说明书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外,术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形,意图在于覆盖不排他的包含,例如,包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元,而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0163] 应当理解,在本申请中,“至少一个(项)”是指一个或者多个,“多个”是指两个或两个以上。“和/或”,用于描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,“A和/或B”可以表示:只存在A,只存在B以及同时存在A和B三种情况,其中A,B可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项(个)”或其类似表达,是指这些项中的任意组合,包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如,a,b或c中的至少一项(个),可以表示:a,b,c,“a和b”,“a和c”,“b和c”,或“a和b和c”,其中a,b,c可以是单个,也可以是多个。

[0164] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,上述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0165] 上述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

[0166] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。

[0167] 集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括多指令用以使得一台计算机设备(可

以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例的方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(Read-Only Memory,简称ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,简称RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序的介质。

[0168] 以上参照附图说明了本申请实施例的优选实施例,并非因此局限本申请实施例的权利范围。本领域技术人员不脱离本申请实施例的范围和实质内所作的任何修改、等同替换和改进,均应在本申请实施例的权利范围之内。

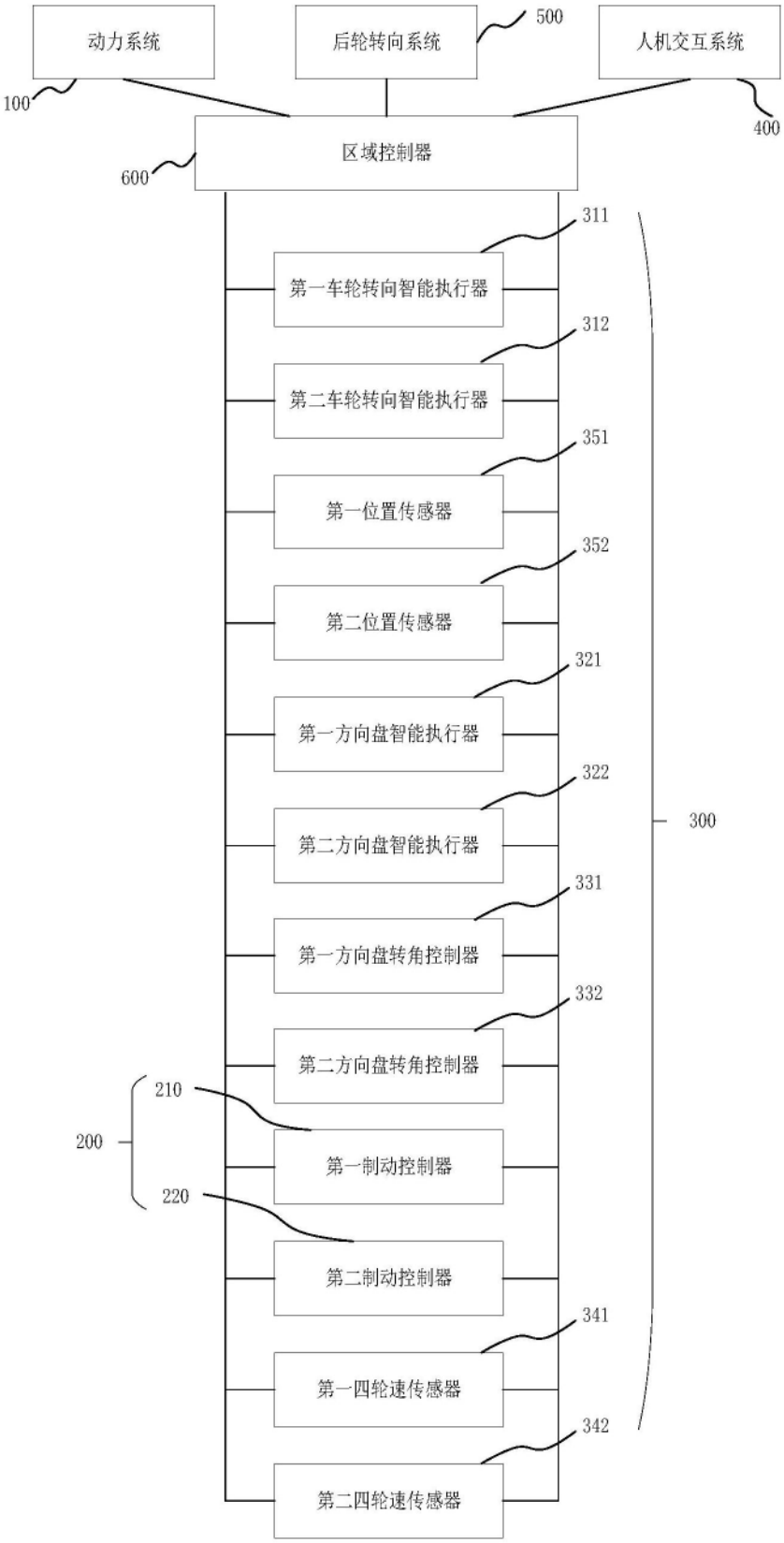

动力系统
后轮转向系统
人机交互系统
500
100
400
区域控制器
600
311
第一车轮转向智能执行器
312
第二车轮转向智能执行器
351
第一位置传感器
352
第二位置传感器
321
第一方向盘智能执行器
322
第二方向盘智能执行器
300
331
第一方向盘转角控制器
332
第二方向盘转角控制器
210
200
第一制动控制器
220
第二制动控制器
341
第一四轮速传感器
342
第二四轮速传感器

图1

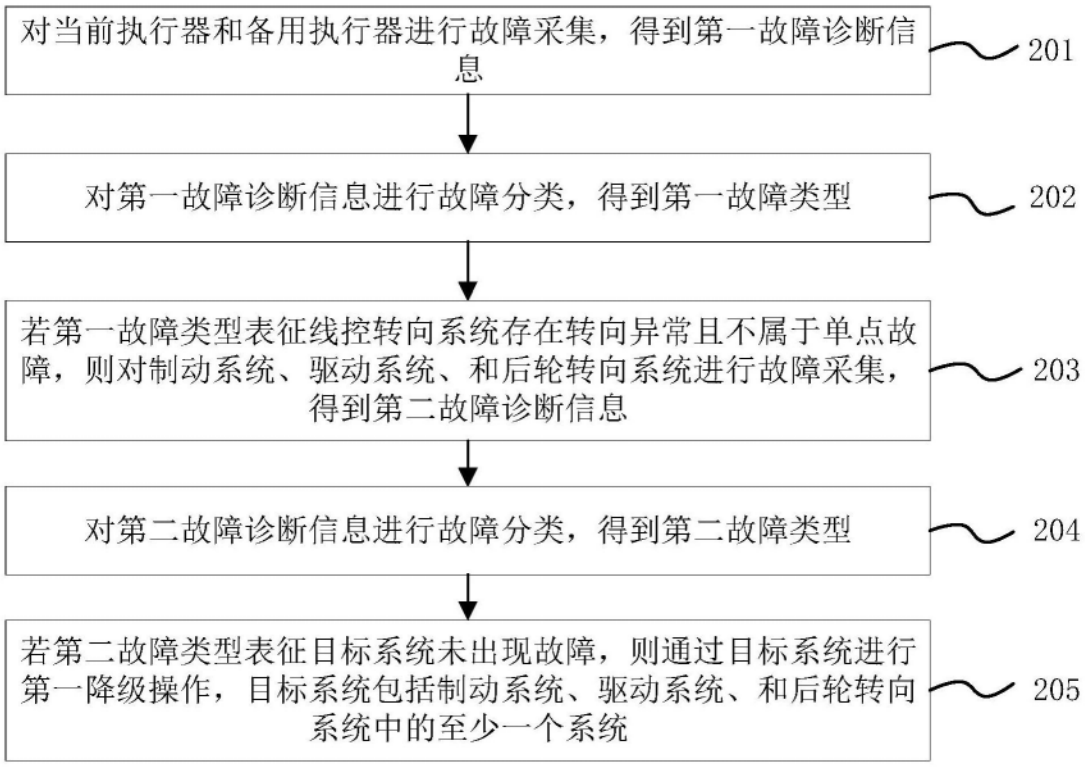

对当前执行器和备用执行器进行故障采集，得到第一故障诊断信息
201
对第一故障诊断信息进行故障分类，得到第一故障类型
202
若第一故障类型表征线控转向系统存在转向异常且不属于单点故障，则对制动系统、驱动系统、和后轮转向系统进行故障采集，得到第二故障诊断信息
203
对第二故障诊断信息进行故障分类，得到第二故障类型
204
若第二故障类型表征目标系统未出现故障，则通过目标系统进行第一降级操作，目标系统包括制动系统、驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统
205

图2

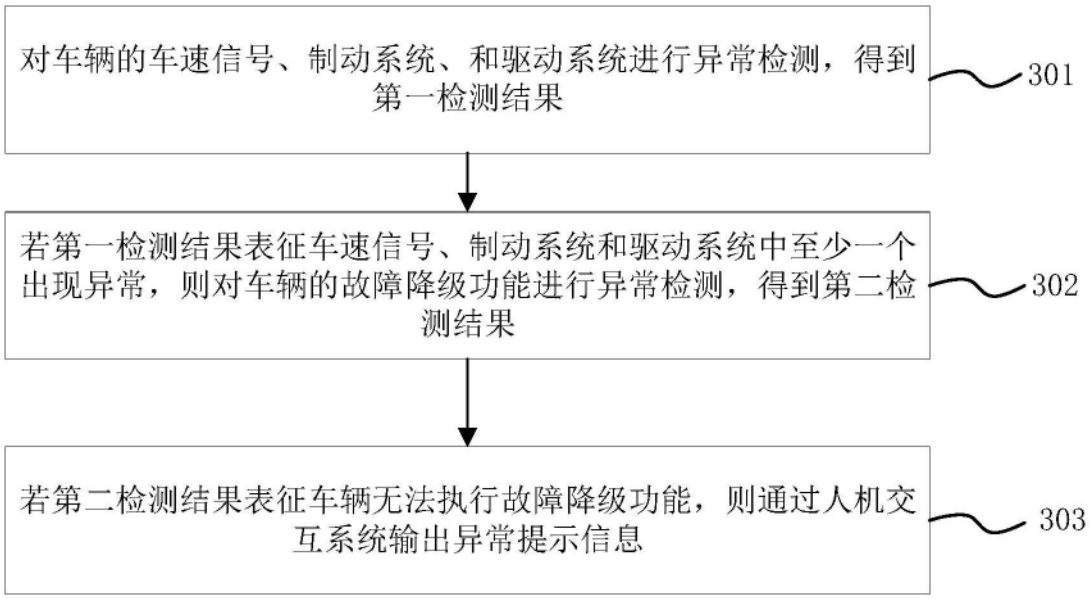

对车辆的车速信号、制动系统、和驱动系统进行异常检测，得到第一检测结果
301
若第一检测结果表征车速信号、制动系统和驱动系统中至少一个出现异常，则对车辆的故障降级功能进行异常检测，得到第二检测结果
302
若第二检测结果表征车辆无法执行故障降级功能，则通过人机交互系统输出异常提示信息
303

图3

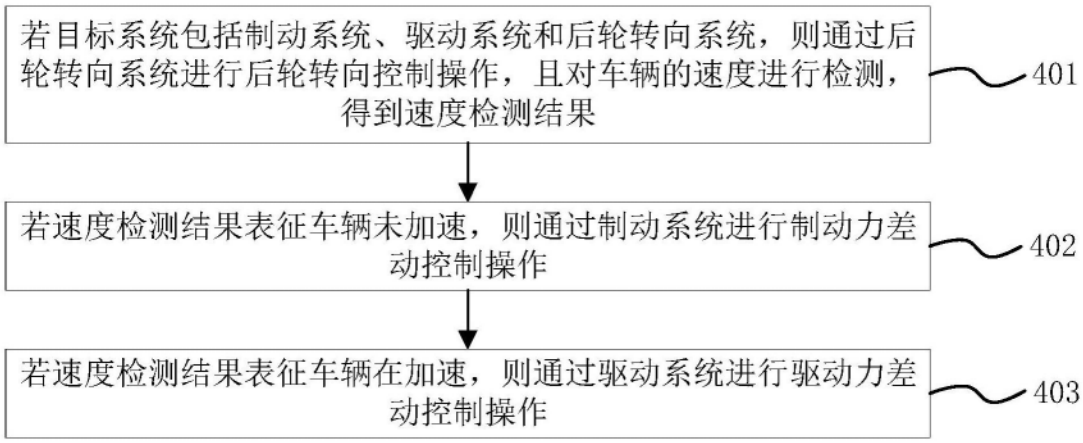

若目标系统包括制动系统、驱动系统和后轮转向系统，则通过后轮转向系统进行后轮转向控制操作，且对车辆的速度进行检测，得到速度检测结果
401
若速度检测结果表征车辆未加速，则通过制动系统进行制动力差动控制操作
402
若速度检测结果表征车辆在加速，则通过驱动系统进行驱动力差动控制操作
403

图4

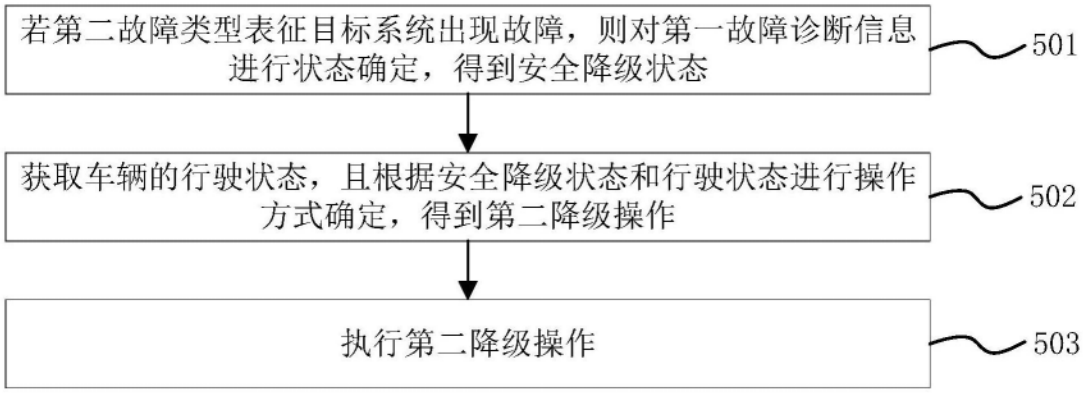

若第二故障类型表征目标系统出现故障，则对第一故障诊断信息进行状态确定，得到安全降级状态
501
获取车辆的行驶状态，且根据安全降级状态和行驶状态进行操作方式确定，得到第二降级操作
502
执行第二降级操作
503

图5

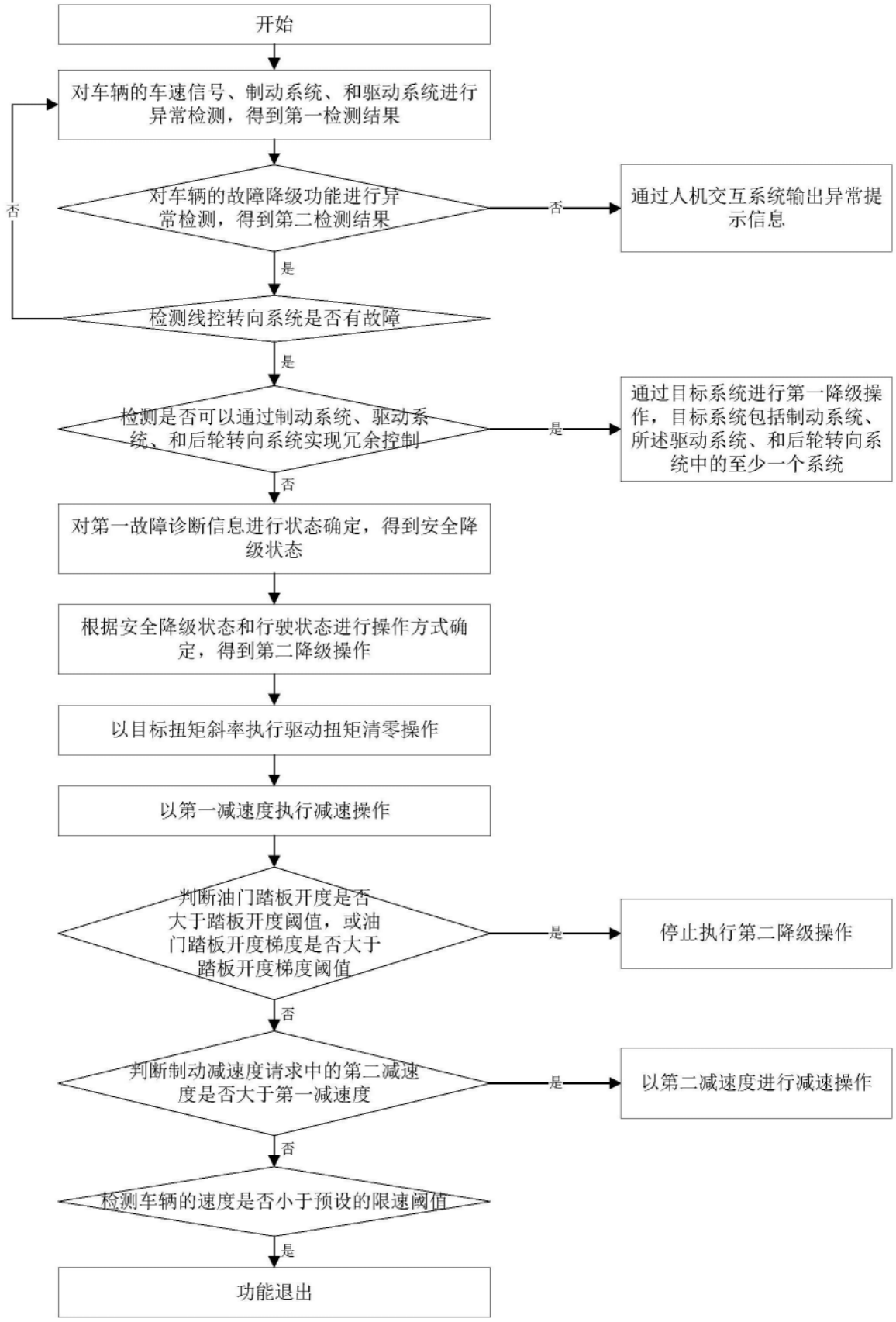

开始
对车辆的车速信号、制动系统、和驱动系统进行异常检测，得到第一检测结果
对车辆的故障降级功能进行异常检测，得到第二检测结果
否
通过人机交互系统输出异常提示信息
是
否
检测线控转向系统是否有故障
是
检测是否可以通过制动系统、驱动系统、和后轮转向系统实现冗余控制
是
通过目标系统进行第一降级操作，目标系统包括制动系统、所述驱动系统、和后轮转向系统中的至少一个系统
否
对第一故障诊断信息进行状态确定，得到安全降级状态
根据安全降级状态和行驶状态进行操作方式确定，得到第二降级操作
以目标扭矩斜率执行驱动扭矩清零操作
以第一减速度执行减速操作
判断油门踏板开度是否大于踏板开度阈值，或油门踏板开度梯度是否大于踏板开度梯度阈值
是
停止执行第二降级操作
否
判断制动减速度请求中的第二减速度是否大于第一减速度
是
以第二减速度进行减速操作
否
检测车辆的速度是否小于预设的限速阈值
是
功能退出

图6

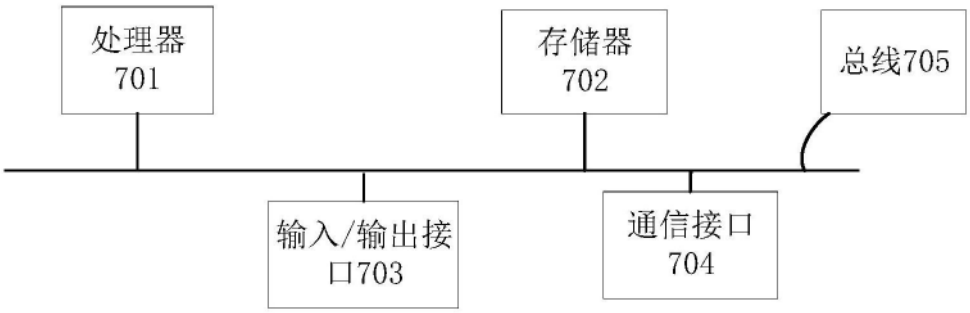


图7