



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109491369 A

(43)申请公布日 2019.03.19

(21)申请号 201811479522.9

(22)申请日 2018.12.05

(71)申请人 百度在线网络技术(北京)有限公司

地址 100085 北京市海淀区上地十街10号

百度大厦三层

(72)发明人 李祎翔

(74)专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

代理人 孟金喆

(51)Int.Cl.

G05B 23/02(2006.01)

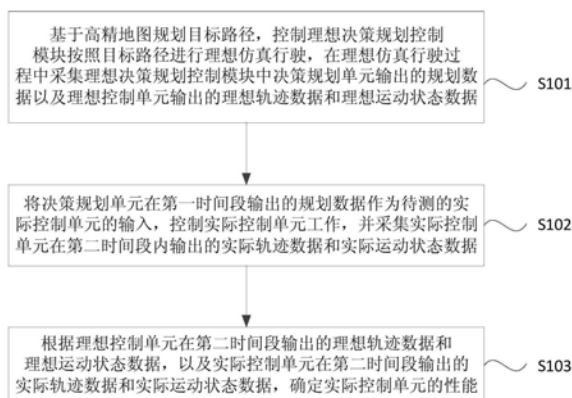
权利要求书2页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

车辆实际控制单元的性能评估方法、装置、设备和介质

(57)摘要

本发明实施例公开了一种车辆实际控制单元的性能评估方法、装置、设备和介质。包括：基于高精地图规划目标路径，控制理想决策规划控制模块按照目标路径进行理想仿真行驶，在理想仿真行驶过程中采集理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据；将决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入，控制实际控制单元工作，并采集实际控制单元在第二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据；根据理想控制单元在第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据，以及实际控制单元在第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据，确定实际控制单元的性能。提高了车辆实际控制单元的性能评估效率。



1. 一种车辆实际控制单元的性能评估方法,其特征在于,包括:

基于高精地图规划目标路径,控制理想决策规划控制模块按照所述目标路径进行理想仿真行驶,在理想仿真行驶过程中采集所述理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据;

将所述决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入,控制所述实际控制单元工作,并采集所述实际控制单元在第二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,其中所述第一时间段在所述第二时间段之前;

根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定所述实际控制单元的性能。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据和所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据,确定所述实际控制单元的性能,包括:

根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据,绘制第一轨迹图;

根据所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据,绘制第二轨迹图;

根据第一轨迹图和第二轨迹图之间的一致率,确定所述实际控制单元的性能。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想运动状态数据和所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际运动状态数据,确定所述实际控制单元的性能,包括:

根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想运动状态数据,与所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际运动状态数据之间的一致率,确定所述实际控制单元的性能;其中理想运动状态数据和实际运动状态数据包括速度和/或转角。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法将所述决策规划单元在第一时间段输出的运动状态数据作为待测的实际控制单元的输入之前,还包括:

根据车辆的静态属性参数构建车辆动力学模型;

根据所述车辆在道路实际运行过程中采集的车辆实际行驶参数之间的关系,对所述车辆动力学模型进行校准,形成所述实际控制单元。

5. 一种车辆实际控制单元的性能评估装置,其特征在于,包括:

行驶控制模块,用于基于高精地图规划目标路径,控制理想决策规划控制模块按照所述目标路径进行理想仿真行驶;

理想数据采集模块,用于在理想仿真行驶过程中采集所述理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据;

实际数据采集模块,用于将所述决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入,控制所述实际控制单元工作,并采集所述实际控制单元在第二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,其中所述第一时间段在所述第二时间段之前;

性能确定模块,用于根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定所述实际控制单元的性能。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述性能确定模块具体用于:
根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据,绘制第一轨迹图;
根据所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据,绘制第二轨迹图;
根据第一轨迹图和第二轨迹图之间的一致率,确定所述实际控制单元的性能。
7. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述性能确定模块具体用于:
根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想运动状态数据,与所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际运动状态数据之间的一致率,确定所述实际控制单元的性能;其中理想运动状态数据和实际运动状态数据包括速度和/或转角。
8. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,还包括实际单元形成模块,用于:
根据车辆的静态属性参数构建车辆动力学模型;
根据所述车辆在道路实际运行过程中采集的车辆实际行驶参数之间的关系,对所述车辆动力学模型进行校准,形成所述实际控制单元。
9. 一种设备,其特征在于,包括:
一个或多个处理器;
存储装置,用于存储一个或多个程序;
当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如权利要求1-4中任一所述的车辆实际控制单元的性能评估方法。
10. 一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该程序被处理器执行时实现如权利要求1-4中任一所述的车辆实际控制单元的性能评估方法。

车辆实际控制单元的性能评估方法、装置、设备和介质

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及自动驾驶技术,尤其涉及一种车辆实际控制单元的性能评估方法、装置、设备和介质。

背景技术

[0002] 在自动驾驶车辆道路测试过程中,行驶路径都是非定量,不可控的,因而为了保证自动驾驶车辆的行驶安全,对自动驾驶车辆在各种行驶路径下的实际控制算法进行测试是十分必要的。实际控制算法应用于实际控制单元,该模块基于决策规划控制模块输出的规划数据来实际控制车辆的行驶,目前,在对车辆的实际控制模块进行效果评估时,通常是在车辆出厂前对实际控制模块进行效果评估,而对于车辆实际行驶过程中,实际控制模块的评估十分低效。

发明内容

[0003] 本发明实施例提供了一种车辆实际控制单元的性能评估方法、装置、设备和介质,能够针对不同路径,基于理想决策规划控制模块输出的数据,对实际控制单元进行仿真测试,提高了车辆实际控制单元的评估效率。

[0004] 第一方面,本发明实施例提供了一种车辆实际控制单元的性能评估方法,该方法包括:

[0005] 基于高精地图规划目标路径,控制理想决策规划控制模块按照所述目标路径进行理想仿真行驶,在理想仿真行驶过程中采集所述理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据;

[0006] 将所述决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入,控制所述实际控制单元工作,并采集所述实际控制单元在第二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,其中所述第一时间段在所述第二时间段之前;

[0007] 根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定所述实际控制单元的性能。

[0008] 第二方面,本发明实施例还提供了一种车辆实际控制单元的性能评估装置,该装置包括:

[0009] 行驶控制模块,用于基于高精地图规划目标路径,控制理想决策规划控制模块按照所述目标路径进行理想仿真行驶;

[0010] 理想数据采集模块,用于在理想仿真行驶过程中采集所述理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据;

[0011] 实际数据采集模块,用于将所述决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入,控制所述实际控制单元工作,并采集所述实际控制单元在第

二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,其中所述第一时间段在所述第二时间段之前;

[0012] 性能确定模块,用于根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定所述实际控制单元的性能。

[0013] 第三方面,本发明实施例还提供了一种设备,包括:

[0014] 一个或多个处理器;

[0015] 存储装置,用于存储一个或多个程序;

[0016] 当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如本发明任意实施例所述的车辆实际控制单元的性能评估方法。

[0017] 第四方面,本发明实施例还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时实现如本发明任意实施例所述的车辆实际控制单元的性能评估方法。

[0018] 本发明实施例的方案,理想决策规划控制模块在按照高精地图规划的目标路径行驶的过程中,输出规划数据以及理想轨迹数据和理想运动状态数据,将规划数据输入实际控制单元得到实际轨迹数据和实际运动状态数据,并将其与理想轨迹数据和理想运动状态数据一起对实际控制单元进行性能评估。实现了针对不同路径,基于理想决策规划控制模块输出的数据,对实际控制单元进行仿真测试,提高了自动驾驶车辆的实际控制单元的评估效率。

附图说明

[0019] 图1是本发明实施例一提供的一种车辆实际控制单元的性能评估方法的流程图;

[0020] 图2是本发明实施例二提供的一种车辆实际控制单元的性能评估方法的流程图;

[0021] 图3是本发明实施例三提供的一种车辆实际控制单元的性能评估装置的结构示意图;

[0022] 图4是本发明实施例四提供的一种设备的结构示意图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的详细说明。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本发明,而非对本发明的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本发明相关的部分而非全部结构。

[0024] 实施例一

[0025] 图1为本发明实施例一提供的车辆实际控制单元的性能评估方法的流程图,本实施例可适用于对自动驾驶车辆的实际控制单元进行性能评估的情况,该方法可以由本发明实施例提供的车辆实际控制单元的性能评估装置或设备来执行,该装置可采用硬件和/或软件的方式实现,可以配置在自动驾驶车辆中。如图1所示,具体包括如下步骤:

[0026] S101,基于高精地图规划目标路径,控制理想决策规划控制模块按照目标路径进行理想仿真行驶,在理想仿真行驶过程中采集理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据。

[0027] 其中,高精地图可以是自动驾驶车辆行驶过程中必不可少的地图数据,在自动驾驶过程中,高精地图起到了高精度定位、辅助环境感知以及协助决策规划控制单元进行决策、规划控制等作用。高精地图中包括车道线、车道线中心线和车道属性变化等道路的细节信息;道路的曲率、坡度、航向、等数学参数信息;以及交通标志牌、陆表标识等道路部件信息等。高精地图可以从互联网上下载得到,也可以是基于雷达激光器采集的三维点云数据和全球定位系统的定位数据离线制作得到。理想决策规划控制模块可以是自动驾驶车辆中的核心模块,该模块可以包括决策规划单元和理想控制单元,决策规划单元可以在自动驾驶车辆行驶过程中根据高精地图数据和车辆当前的行驶情况,生成行驶策略,并根据该策略生成规划数据。理想控制单元可以是完美执行决策规划单元生成的规划数据,得到理想行驶轨迹和理想运动状态数据。例如,根据高精地图和自动驾驶车辆的定位情况,决策规划单元发现前方需要转弯,且车辆当前的直线行驶,则会生成转弯的决策指令,并根据转弯的决策指令生成转弯规划数据(如,方向盘的转动惯量、前轮转角、后轮转角、车速等),理想控制单元完美执行该规划数据,得到理想的行驶轨迹和运动状态数据。控制自动驾驶车辆按照生成的转弯规划数据行驶。

[0028] 可选的,在本发明实施例中,基于高精地图规划目标路径,可以是测试人员在自动驾驶车辆系统中输入本次的起点位置和终点位置后,系统基于高精地图中起点位置和终点位置之间的地图数据自动规划本次行驶的最佳目标路径;也可以是测试人员在自动驾驶车辆系统中基于高精度地图手动规划的目标路径。该目标路径可以包括左/右转45度,掉头,绕八字弯的单/多车道等。目标路径规划完成后,自动驾驶车辆控制理想决策规划控制模块按照规划的目标路径进行理想仿真行驶。也就是说理想化的按照目标路径行驶,但是在自动驾驶车辆实际行驶过程中,车辆不可能完全按照规划的目标路径理想行驶,如行驶的过程中道路上存在障碍物,则此时就需要改变行驶路径绕行。因此,需要在自动驾驶车辆理想仿真行驶过程中,通过决策规划控制模块实时调整下一时刻的行驶策略,生成控制下一时刻行驶的规划数据,进而控制车辆安全的在道路上行驶。具体的,在车辆理想仿真行驶过程中,理想决策规划控制模块中的决策规划单元会根据当前的行驶情况和当前位置的高精地图数据生成控制自动驾驶车辆下一时刻的规划数据。理想控制单元完美执行该规划数据,得到理想轨迹数据和理想运动状态数据。其中,理想轨迹数据是完美执行规划数据,得到的轨迹数据,该轨迹数据可以包括各轨迹点的位置坐标、各轨迹点对应的时刻以及轨迹的航向等。理想运动状态可以是完美执行规划数据,得到运动状态数据,该运动状态数据可以包括速度和/或转角。

[0029] 需要说明的是,规划数据是为自动驾驶车辆接下来的行驶提供行驶依据,因此,自动驾驶车辆的决策规划单元当前时刻输出的规划数据实际上是控制车辆下一时刻行驶的规划数据。因此,理想控制单元执行该规划数据输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据为下一时刻车辆的理想轨迹数据和理想运动状态数据。

[0030] S102,将决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入,控制实际控制单元工作,并采集实际控制单元在第二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据。

[0031] 其中,第一时间段和第二时间段可以是两个相邻的时间段,且第一时间段在第二时间段之前,决策规划单元在第一时间段输出的规划数据,是为了控制自动驾驶车辆在第

二时间段行驶时使用。例如,当前时刻决策规划单元分析出车辆前方有障碍物,则会生成减速避让策略,生成的控制车辆减速、转向等规划数据,而减速、转向等规划数据是为了控制车辆在下一时刻行驶时减速并转向行驶。实际控制单元可以是实际控制自动驾驶车辆行驶的控制单元。该控制单元与理想控制单元相比,考虑到了车辆实际行驶过程的动力学影响因素,在执行决策规划单元输出的规划数据时,考虑到了动力学因素的影响,尽可能的保证车辆按照理想控制单元的理解轨迹和运动状态行驶。

[0032] 具体的,将S101中决策规划单元在第一时间段输出的用来控制车辆第二时间段行驶的规划数据作为要测试的实际控制单元的输入,来控制实际控制单元按照输入的规划数据控制自动驾驶车辆行驶,然后通过数据采集单元采集实际控制单元控制自动驾驶车辆行驶时,车辆输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据。其中,该实际轨迹数据和实际运动状态数据实质上是第一时间段的规划数据对应的第二时间段的实际轨迹数据和实际运动状态数据。可选的,数据采集单元采集实际控制单元输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据可以是按照实际控制单元控制算法的计算频率来确定采集周期,例如,若控制算法的计算频率是10Hz/s,则,采样周期可以是1s采集一次。

[0033] S103,根据理想控制单元在第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及实际控制单元在第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定实际控制单元的性能。

[0034] 可选的,自动驾驶车辆在基于决策规划单元输出的规划数据行驶时,由于车辆动力学或实际环境情况的影响,车辆不可能保证实际控制单元输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据与理想控制单元完美执行规划数据输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据完全一致。例如,规划数据是转角30度,理想控制单元完美执行规划数据输出的转角是30度,而实际由于摩擦阻力的影响,实际控制单元控制车辆实际转角只有25度。可以根据实际轨迹和实际运动状态数据与理想轨迹和理想运动状态数据之间的偏离程度,来确定实际控制单元的性能,进而完成对实际控制单元的性能评估。

[0035] 可选的,在本发明实施例中,根据理想控制单元和实际控制单元在第二时间段的轨迹数据和运动状态数据,确定实际控制单元的性能时,将实际控制单元的性能分为轨迹数据输出性能和运动状态数据输出性能进行评估,如可以是将理想控制单元在第二时间段输出的理想轨迹数据和实际控制单元在第二时间段输出的实际轨迹数据进行比较,确定两轨迹数据的相似程度,进而得到实际控制单元的轨迹数据输出性能;将理想控制单元在第二时间段输出的理想运动状态数据和实际控制单元在第二时间段输出的实际运动状态数据进行比较,确定两运动状态数据的相似程度,进而得到实际控制单元的运动状态数据输出性能。也可以是结合实际控制单元的轨迹数据输出性能和运动状态数据输出性能,评估实际控制单元的总性能。如可以是将轨迹数据输出性能和运动状态输出性能带入到预设的总性能计算公式中,计算得到实际控制单元的总性能;还可以是为轨迹数据输出性能和运动状态数据输出性能设置不同的权重值,计算轨迹数据输出性能和运动状态数据输出性能的加权性能,作为实际控制单元的总性能。

[0036] 示例性的,将理想控制单元在第二时间段输出的理想轨迹数据和实际控制单元在第二时间段输出的实际轨迹数据进行比较,确定两轨迹数据的相似程度,进而得到实际控制单元的轨迹数据输出性能,可以是:计算实际轨迹数据和理想轨迹数据之间的距离均值

(如可以是计算两轨迹数据中对应的每个轨迹点的距离差值,确定所有轨迹点的距离差值的平均值),根据距离均值和预设的判定标准,判断实际控制单元在输出轨迹数据时对应的性能评估情况,如距离均值越小,说明实际控制单元在输出轨迹数据时对应的性能评估效果越好;也可以是通过绘制轨迹图的方式来确定实际控制单元在输出轨迹数据时对应的性能评估结果。具体的,可以包括如下步骤:

[0037] A、根据理想控制单元在第二时间段输出的理想轨迹数据,绘制第一轨迹图。

[0038] 具体的,构建横坐标为第二时间段内的各时间,纵坐标为理想轨迹点位置的轨迹图,将理想轨迹数据中的每个轨迹点数据按照其对应的时间和轨迹位置标注在轨迹图中,对标注在轨迹图中的各轨迹点进行曲线拟合,得到理想轨迹数据图,即第一轨迹图。可选的,在绘制第一轨迹图时,可以通过曲线拟合软件,将理想轨迹数据输入到该曲线拟合软件中,该软件就会根据输入的理想轨迹数据,拟合得到该数据对应第一轨迹图。

[0039] B、根据实际控制单元在第二时间段输出的实际轨迹数据,绘制第二轨迹图。

[0040] 具体的,绘制第二轨迹图时,可以是基于实际轨迹数据,构建横坐标为第二时间段内的各时间,纵坐标为实际轨迹点位置的实际轨迹数据图,即第二轨迹图,具体的绘制方式可以与绘制第一轨迹图一样,对此不再进行赘述。

[0041] C、根据第一轨迹图和第二轨迹图之间的一致率,确定实际控制单元的性能。

[0042] 具体的,判断第一轨迹图和第二轨迹图之间的一致率,两轨迹图的一致率越高,说明实际控制单元在输出轨迹数据时对应的性能评估效果越好。可选的,判断第一轨迹图和第二轨迹图之间的一致率时,可以通过计算第一轨迹图和第二轨迹图的重合率、误差率等方式来判断。

[0043] 示例性的,将理想控制单元在第二时间段输出的理想运动状态数据和实际控制单元在第二时间段输出的实际运动状态数据进行比较,确定两运动状态数据的相似程度,进而得到实际控制单元的运动状态数据输出性能,可以是:根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想运动状态数据,与所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际运动状态数据之间的一致率,确定所述实际控制单元的性能。具体的,可以是将实际运动状态数据中的速度和/或转角中的至少一个,与理想运动状态数据中对应的速度和/或转角中的至少一个进行比较,来确定实际运动状态数据和理想运动状态数据的相似程度,得到实际控制单元的运动状态数据输出性能。如可以是相似程度越高,则实际控制单元的运动状态数据输出性能越好。还可以是分别为运动状态数据中的速度和转角设置不同的权重值,(如可以是依据运动状态数据在实际控制单元控制车辆行驶过程中所占的重要程度来为不同的类型的数据设置不同的权重值);然后再计算实际运动状态数据与理想运动状态数据之间的加权相似程度,根据加权相似程度作为实际控制单元的运动状态数据输出性能。

[0044] 可选的,本发明实施例中,比较两轨迹数据的一致性和两运动状态的一致性时,可以是比较对应时间和/或对应的具体数值的一致性。例如,可以是比较两轨迹数据中相互对应的各轨迹点的对应时间是否一致,和/或两轨迹数据中相互对应的各轨迹点的对应位置是否一致。

[0045] 可选的,在根据理想控制单元在第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及实际控制单元在第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定实际控制单元的性能时,还可以是采用预先训练好的性能测试模型来确定实际控制单元的性能。

能。具体的,可以是理想轨迹数据、理想运动状态数据、实际轨迹数据和实际运动状态数据都输入预先训练好的性能测试模型中,该模型可以依据训练时的算法,对输入的数据进行分析,输出对实际控制单元的性能分析结果。其中,性能测试模型可以是预先通过大量的不同路径、不同场景下的多组理想轨迹数据、理想运动状态数据、实际轨迹数据和实际运动状态数据,以及每组数据对应的实际控制单元的性能分析结果作为样本数据,通过采用多种神经网络算法对神经网络模型训练得到的。

[0046] 可选的,为了提高实际控制单元性能评估的准确性,可以是基于高精地图规划多种不同的目标路径,在多种不同的目标路径下多次执行上述方法,确定实际控制单元在不同目标路径下的性能。根据多次确定的实际控制单元的性能评估结果,分析得出实际控制单元最终的性能评估结果。

[0047] 本实施例提供了一种车辆实际控制单元的性能评估方法,理想决策规划控制模块在按照高精地图规划的目标路径行驶的过程中,输出规划数据以及理想轨迹数据和理想运动状态数据,将规划数据输入实际控制单元得到实际轨迹数据和实际运动状态数据,并将其与理想轨迹数据和理想运动状态数据一起对实际控制单元进行性能评估。实现了针对不同路径,基于理想决策规划控制模块输出的数据,对实际控制单元进行仿真测试,提高了自动驾驶车辆的实际控制单元的评估效率。

[0048] 实施例二

[0049] 图2是本发明实施例二提供了一种车辆实际控制单元的性能评估方法的流程图,该方法在上述实施例的基础上进一步的优化,具体给出了在进行车辆实际控制单元性能评估前,形成自动驾驶车辆的实际控制单元的具体过程介绍。如图2所示,该方法包括:

[0050] S201,根据车辆的静态属性参数构建车辆动力学模型。

[0051] 其中,静态属性参数可以是造成决策规划控制值与车辆行驶实际输出值存在误差的车辆本身自带的固定参数。例如,可以包括车辆空载质量、车辆轮距和车辆轴距等。车辆空载质量可以是车辆没有承载任何物体时,车辆本身的质量;车辆的轮距可以是车辆上对称设置的左右两轮之间的距离;车辆的轴距可以是车辆同侧的前后两轮之间的距离。车辆动力学模型可以是研究作用于车辆上的受力情况与车辆运动的关系而建立的模型,可以包括2自由度1/4模型、7自由度1/2模型以及15自由度整车模型等。

[0052] 可选的,根据车辆的静态属性参数构建车辆动力学模型时,可以是分析导致理想输出值与实际输出值存在误差的原因,从而确定从哪些自由度着手根据车辆的静态属性参数,构建符合当前自动驾驶车辆的车动力学模型;也可以是采用现有的动力学理论中的已有的车辆动力学模型(如2自由度1/4模型、7自由度1/2模型或15自由度整车模型),结合当前自动驾驶车辆的静态属性参数,构建当前自动驾驶车辆的车动力学模型,例如,可以将获取的车辆的静态属性参数导入第三方动力学软件中,软件即可以自动构建出该自动驾驶车辆的车动力学模型。

[0053] 可选的,根据车辆的静态属性参数构建车辆动力学模型时,可以是对同一型号或车辆构成类似的一类自动驾驶车辆构建一种车辆动力学模型。

[0054] S202,根据车辆在道路实际运行过程中采集的车辆实际行驶参数之间的关系,对车辆动力学模型进行校准,形成实际控制单元。

[0055] 其中,车辆实际行驶参数可以是指自动驾驶车辆在道路实际运行过程中输出的行

驶参数,可以包括:自动驾驶车辆的加速度、速度、油门、刹车、方向盘转动惯量、扭矩、摩擦力系数、前轮转角、后轮转角、整车转向误差等。

[0056] 为了防止S201构建的车辆动力学模型由于测量误差或行驶环境不同,导致车辆动力学模型的参数不准确的情况出现,在基于车辆动力学模型生成实际控制单元前,需要先对构建的车辆动力学模型进行校准,避免因车辆动力学模型的误差导致生成的实际控制单元性能差的情况出现。

[0057] 可选的,采集到的车辆实际行驶参数之间通常存在着一定的对应关系,例如,加速度与速度、油门之间的关系、方向盘转动惯量与前轮转角、后轮转角之间的关系等等。在本发明实施例中,可以通过自动驾驶车辆实际行驶过程中输出的行驶参数之间的关系,对车辆动力学模型进行校准,例如,可以根据加速度与速度、油门之间的关系,对车辆动力学模型中和加速度、速度、油门相关的模型公式参数进行调整。还可以通过自动驾驶车辆实际行驶过程中输出的行驶参数之间的关系以及通过该车辆的动力学模型由理想决策规划控制模块规划的理想行驶参数之间的关系,来对车辆动力学模型进行校准。具体的,可以是根据实际行驶参数之间的关系和规划的理想行驶参数之间的关系进行比较,调整车辆动力学模型中的参数值,进而完成对车辆动力学模型的校准;也可以是根据实际行驶参数之间的关系和仿真测试得到的行驶参数之间的关系,构建代价函数,求得误差最小时对应的动力学模型公式参数,进而完成对车辆动力学模型的校准;还可以是基于神经网络模型,将实际行驶参数之间的关系和规划的理想行驶参数之间的关系输入神经网络模型,该神经网络模型会按照训练时的样本数据以及对应的算法分析输出动力学模型对应的最优参数值,从而完成对车辆动力学模型的校准。需要说明的是,本发明实施例还可以采用其他方式根据车辆在道路实际运行过程中采集的车辆实际行驶参数之间的关系,对车辆动力学模型进行校准,对此本实施例不进行限定。

[0058] 可选的,车辆动力学模型校准后,可以基于该车辆动力学模型形成自动驾驶车辆中的实际控制单元,这样构建的实际控制单元就避免了因车辆的静态属性参数和车辆动力学因素导致实际输出与理想决策规划控制模块中理想控制单元的输出存在差异的情况。提高了实际控制单元依据规划数据输出结果的准确性。具体的,根据校准后的车辆动力学模型,形成实际控制单元时可以是:将校准后的车辆动力学模型对应的公式嵌入到实际控制单元的控制算法中,对于输入实际控制单元中的各规划数据,要先基于控制算法中的车辆动力学模型公式处理后,在用来控制自动驾驶车辆的行驶。

[0059] S203,基于高精地图规划目标路径,控制理想决策规划控制模块按照目标路径进行理想仿真行驶,在理想仿真行驶过程中采集理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据。

[0060] S204,将决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入,控制实际控制单元工作,并采集实际控制单元在第二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据。

[0061] S205,根据理想控制单元在第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及实际控制单元在第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定实际控制单元的性能。

[0062] 本实施例提供了一种车辆实际控制单元的性能评估方法,通过构建车辆动力学模

型,并对构建的车辆动力学模型进行校准后生成车辆的实际控制单元,在对实际控制单元进行性能评估时,理想决策规划控制模块输出规划数据以及理想轨迹数据和理想运动状态数据,将规划数据输入实际控制单元得到实际轨迹数据和实际运动状态数据,并将其与理想轨迹数据和理想运动状态数据一起进行实际控制单元性能的评估。能够在生成实际控制单元时尽可能保证其控制的准确性,然后再针对不同路径,基于理想决策规划控制模块输出的数据,对实际控制单元进行仿真测试,提高了车辆实际控制单元的评估效率,进而提高了自动驾驶车辆行驶的安全性。

[0063] 实施例三

[0064] 图3是本发明实施例三提供的一种车辆实际控制单元的性能评估装置的结构示意图,该装置可执行本发明任意实施例所提供的车辆实际控制单元的性能评估方法,具备执行方法相应的功能模块和有益效果,可配置在自动驾驶车辆中。如图3所示,该装置包括:

[0065] 行驶控制模块301,用于基于高精地图规划目标路径,控制理想决策规划控制模块按照所述目标路径进行理想仿真行驶;

[0066] 理想数据采集模块302,用于在理想仿真行驶过程中采集所述理想决策规划控制模块中决策规划单元输出的规划数据以及理想控制单元输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据;

[0067] 实际数据采集模块303,用于将所述决策规划单元在第一时间段输出的规划数据作为待测的实际控制单元的输入,控制所述实际控制单元工作,并采集所述实际控制单元在第二时间段内输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,其中所述第一时间段在所述第二时间段之前;

[0068] 性能确定模块304,用于根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据和理想运动状态数据,以及所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据和实际运动状态数据,确定所述实际控制单元的性能。

[0069] 本实施例提供了一种车辆实际控制单元的性能评估装置,理想决策规划控制模块在按照高精地图规划的目标路径行驶的过程中,输出规划数据以及理想轨迹数据和理想运动状态数据,将规划数据输入实际控制单元得到实际轨迹数据和实际运动状态数据,并将其与理想轨迹数据和理想运动状态数据一起对实际控制单元进行性能评估。实现了针对不同路径,基于理想决策规划控制模块输出的数据,对实际控制单元进行仿真测试,提高了自动驾驶车辆的实际控制单元的评估效率。

[0070] 进一步的,上述性能确定模块304具体用于:

[0071] 根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想轨迹数据,绘制第一轨迹图;

[0072] 根据所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际轨迹数据,绘制第二轨迹图;

[0073] 根据第一轨迹图和第二轨迹图之间的一致率,确定所述实际控制单元的性能。

[0074] 进一步的,上述性能确定模块304具体用于:

[0075] 根据所述理想控制单元在所述第二时间段输出的理想运动状态数据,与所述实际控制单元在所述第二时间段输出的实际运动状态数据之间的一致率,确定所述实际控制单元的性能;其中理想运动状态数据和实际运动状态数据包括速度和/或转角。

[0076] 进一步的,上述装置还包括实际单元形成模块,用于:

[0077] 根据车辆的静态属性参数构建车辆动力学模型;

[0078] 根据所述车辆在道路实际运行过程中采集的车辆实际行驶参数之间的关系,对所述车辆动力学模型进行校准,形成所述实际控制单元

[0079] 实施例四

[0080] 图4为本发明实施例四提供的一种设备的结构示意图。图4示出了适于用来实现本发明实施方式的示例性设备40的框图。图4显示的设备40仅仅是一个示例,不应对本发明实施例的功能和使用范围带来任何限制。如图4所示,该设备40以通用计算设备的形式表现。该设备40的组件可以包括但不限于:一个或者多个处理器或者处理单元401,系统存储器402,连接不同系统组件(包括系统存储器402和处理单元401)的总线403。

[0081] 总线403表示几类总线结构中的一种或多种,包括存储器总线或者存储器控制器,外围总线,图形加速端口,处理器或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。举例来说,这些体系结构包括但不限于工业标准体系结构(ISA)总线,微通道体系结构(MAC)总线,增强型ISA总线、视频电子标准协会(VESA)局域总线以及外围组件互连(PCI)总线。

[0082] 设备40典型地包括多种计算机系统可读介质。这些介质可以是任何能够被设备40访问的可用介质,包括易失性和非易失性介质,可移动的和不可移动的介质。

[0083] 系统存储器402可以包括易失性存储器形式的计算机系统可读介质,例如随机存取存储器(RAM)404和/或高速缓存存储器405。设备40可以进一步包括其它可移动/不可移动的、易失性/非易失性计算机系统存储介质。仅作为举例,存储系统406可以用于读写不可移动的、非易失性磁介质(图4未显示,通常称为“硬盘驱动器”)。尽管图4中未示出,可以提供用于对可移动非易失性磁盘(例如“软盘”)读写的磁盘驱动器,以及对可移动非易失性光盘(例如CD-ROM,DVD-ROM或者其它光介质)读写的光盘驱动器。在这些情况下,每个驱动器可以通过一个或者多个数据介质接口与总线403相连。系统存储器402可以包括至少一个程序产品,该程序产品具有一组(例如至少一个)程序模块,这些程序模块被配置以执行本发明各实施例的功能。

[0084] 具有一组(至少一个)程序模块407的程序/实用工具408,可以存储在例如系统存储器402中,这样的程序模块407包括但不限于操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据,这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。程序模块407通常执行本发明所描述的实施例中的功能和/或方法。

[0085] 设备40也可以与一个或多个外部设备409(例如键盘、指向设备、显示器410等)通信,还可与一个或者多个使得用户能与该设备交互的设备通信,和/或与使得该设备40能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备(例如网卡,调制解调器等等)通信。这种通信可以通过输入/输出(I/O)接口411进行。并且,设备40还可以通过网络适配器412与一个或者多个网络(例如局域网(LAN),广域网(WAN)和/或公共网络,例如因特网)通信。如图4所示,网络适配器412通过总线403与设备40的其它模块通信。应当明白,尽管图中未示出,可以结合设备40使用其它硬件和/或软件模块,包括但不限于:微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

[0086] 处理单元401通过运行存储在系统存储器402中的程序,从而执行各种功能应用以及数据处理,例如实现本发明实施例所提供的车辆实际控制单元的性能评估方法。

[0087] 实施例五

[0088] 本发明实施例五还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该程序被处理器执行时可实现上述实施例所述的车辆实际控制单元的性能评估方法。

[0089] 本发明实施例的计算机存储介质,可以采用一个或多个计算机可读的介质的任意组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者计算机可读存储介质。计算机可读存储介质例如可以是但不限于:电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者任意以上的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本文件中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0090] 计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质,该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

[0091] 计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输,包括但不限于:无线、电线、光缆、RF等等,或者上述的任意合适的组合。

[0092] 可以以一种或多种程序设计语言或其组合来编写用于执行本发明操作的计算机程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言,诸如Java、Smalltalk、C++,还包括常规的过程式程序设计语言—诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络,包括局域网(LAN)或广域网(WAN),连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0093] 上述实施例序号仅仅为了描述,不代表实施例的优劣。

[0094] 本领域普通技术人员应该明白,上述的本发明实施例的各模块或各操作可以用通用的计算装置来实现,它们可以集中在单个计算装置上,或者分布在多个计算装置所组成的网络上,可选地,它们可以用计算机装置可执行的程序代码来实现,从而可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或操作制作成单个集成电路模块来实现。这样,本发明不限制于任何特定的硬件和软件的结合。

[0095] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间的相同或相似的部分互相参见即可。

[0096] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员而言,本发明可以有各种改动和变化。凡在本发明的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

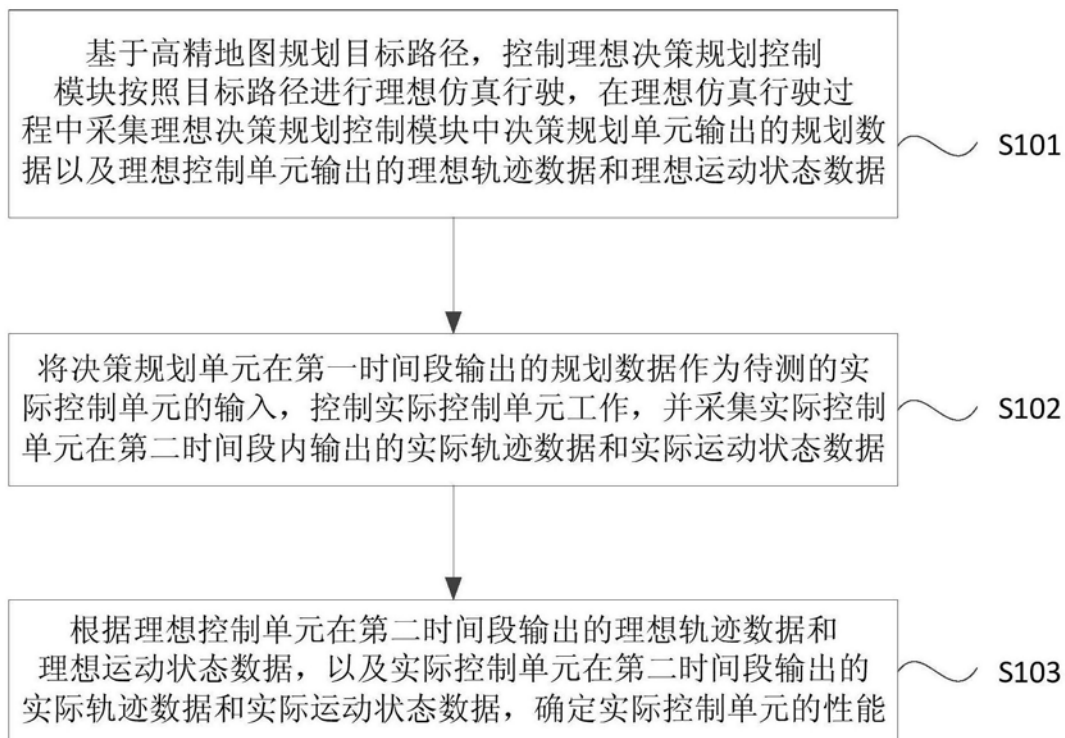


图1

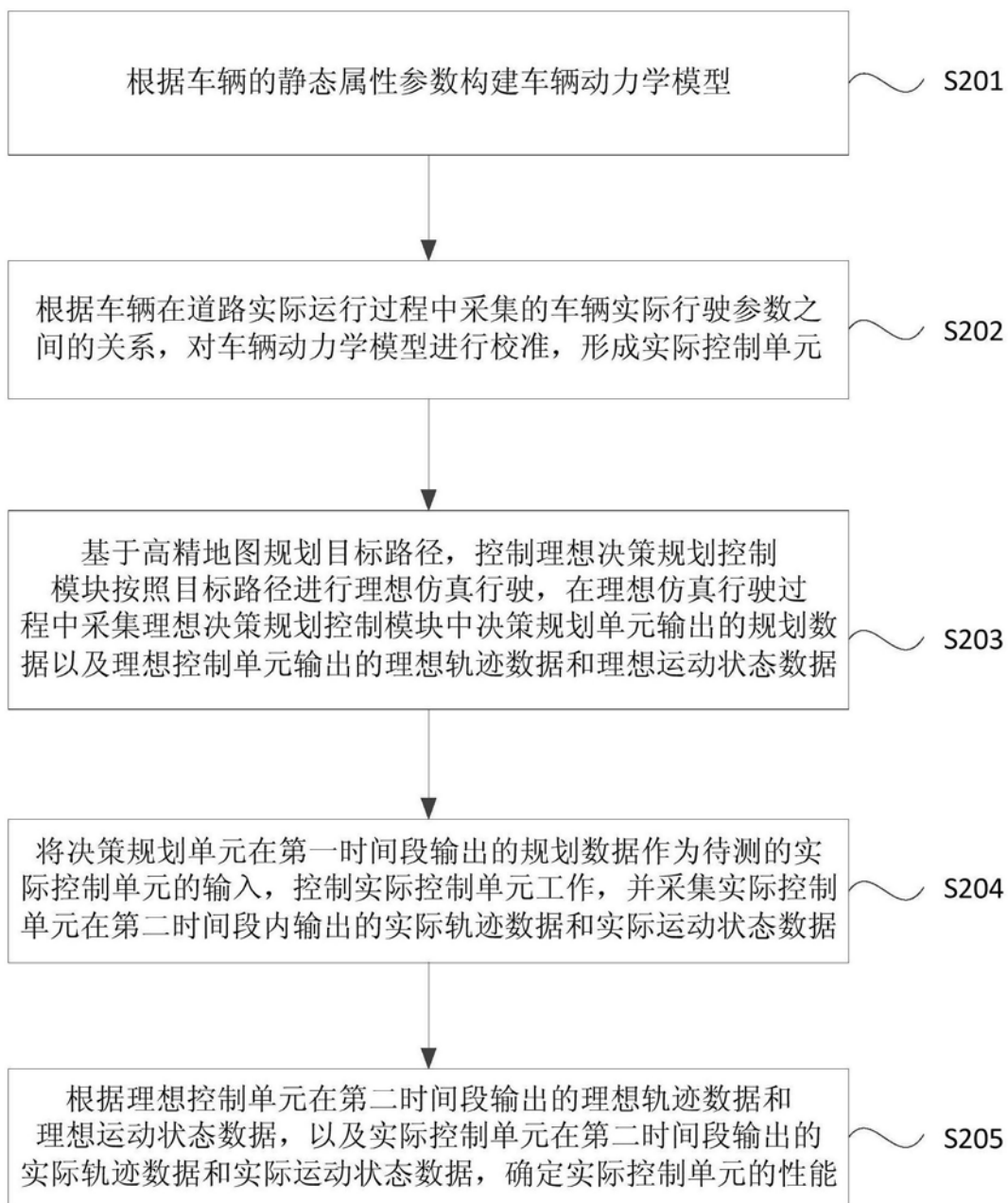


图2

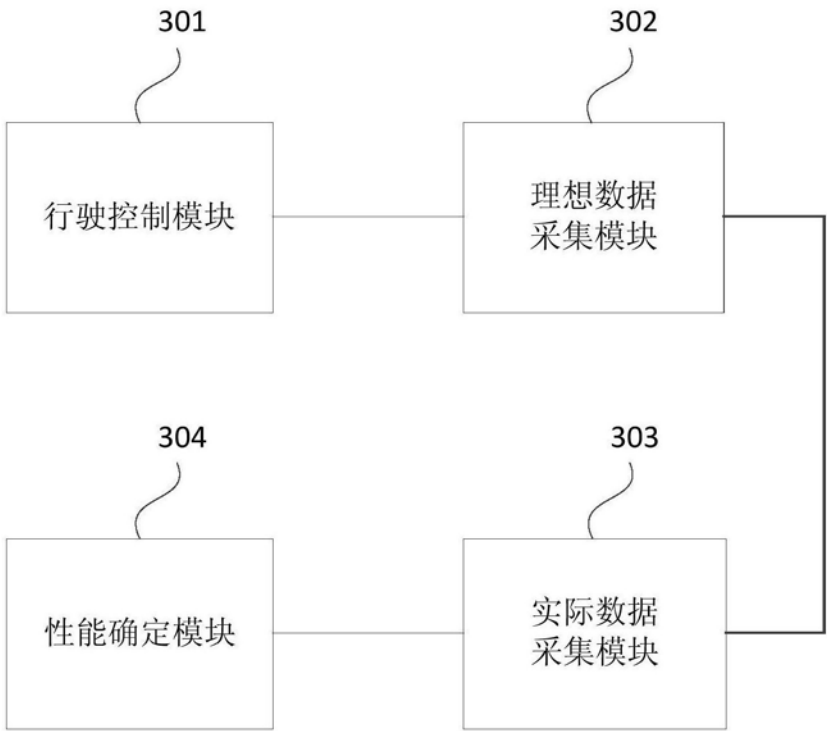


图3

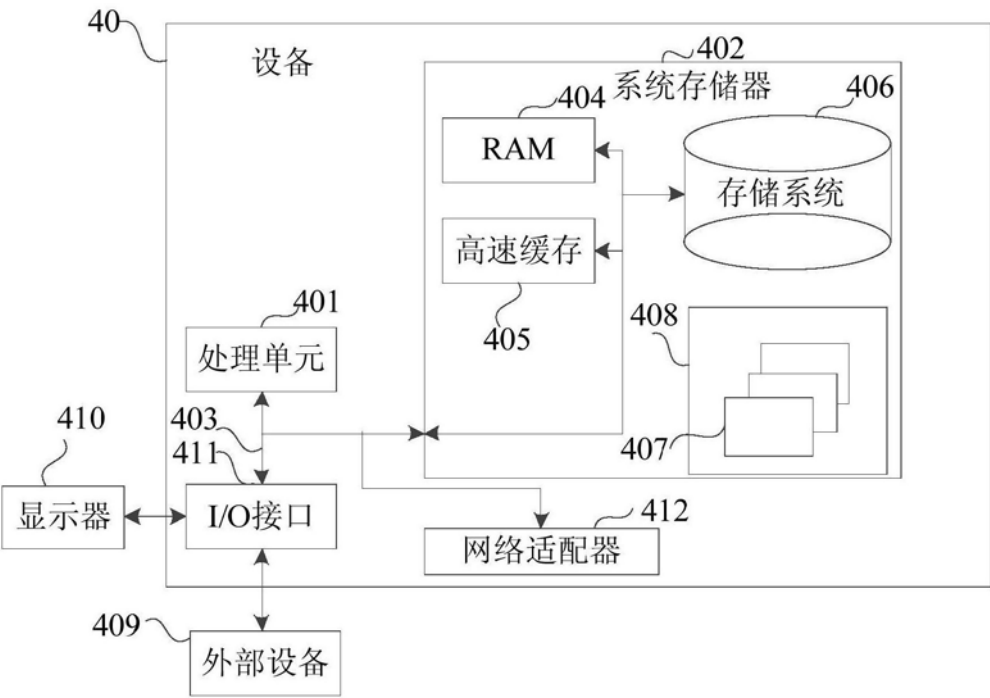


图4