



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114598191 A

(43) 申请公布日 2022.06.07

(21) 申请号 202111470840.0

B60L 15/20 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.03

(30) 优先权数据

63/122,316 2020.12.07 US

17/484,010 2021.09.24 US

(71) 申请人 IP传输控股公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 R·麦卡尔

(74) 专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有

限公司 11415

专利代理人 韩果

(51) Int.Cl.

H02P 5/68 (2006.01)

H02P 7/03 (2016.01)

B60L 15/04 (2006.01)

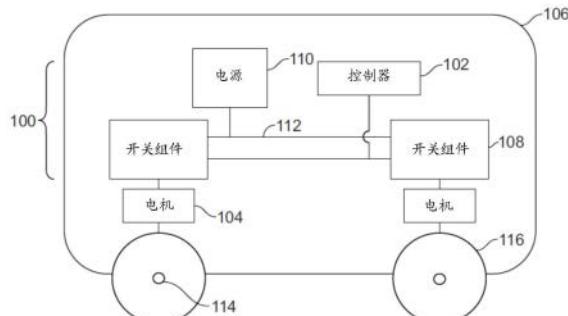
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

直流牵引电机控制系统和方法以及汽车驱动系统

(57) 摘要

一种直流牵引电机控制系统包括多个电机，每个所述电机被配置为与车辆的不同车轴耦接，并旋转所述车轴以推进所述车辆。所述电机与直流总线耦接，并配置为经由直流总线接收直流电以对所述电机供电。所述系统还包括多个开关组件，每个所述开关组件具有H桥电路，所述H桥电路与所述电机中的不同电机耦接以控制所述电机的旋转。所述系统包括控制器，所述控制器被配置为将控制信号传送至所述开关组件，以单独控制所述H桥电路，以控制所述电机输出的扭矩和/或所述电机的旋转方向。



1.一种控制系统,包括:

多个电机,每个所述电机被配置为与车辆的不同车轴耦接并旋转所述车轴以推进所述车辆,所述电机与直流DC总线耦接并配置为经由所述DC总线接收直流电以对所述电机供电;

多个开关组件,每个所述开关组件具有H桥电路,所述H桥电路与所述多个电机中的不同电机耦接以控制该电机的旋转;以及

控制器,被配置为将控制信号传送至所述开关组件,以单独控制所述H桥电路,以控制所述电机输出的扭矩和/或所述电机的旋转方向。

2.根据权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置为将所述控制信号作为脉宽调制PWM信号进行通信,以单独控制所述电机输出的扭矩和/或所述电机的旋转方向。

3.根据权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置为传送所述控制信号以单独控制所述电机输出的扭矩。

4.根据权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置为传送所述控制信号以单独控制所述电机的旋转方向。

5.根据权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置为,响应于检测到所述车辆的车轮打滑,将至少一个所述控制信号传送至至少一个所述开关组件,以减少至少一个所述电机输出的扭矩。

6.根据权利要求5所述的系统,其中,所述控制器被配置为传送至少一个所述控制信号,以减少至少一个所述电机输出的扭矩,而所述车辆的所述多个电机中的其他电机不减少所述其他电机输出的扭矩。

7.根据权利要求1所述的系统,其中,所述控制器被配置为将所述控制信号传送至所述开关组件,以改变所述电机的旋转方向。

8.根据权利要求7所述的系统,其中,所述控制器被配置为将所述控制信号传送至所述开关组件,以改变所述电机的旋转方向,而不改变所述电机与所述车轴的机械联动装置。

9.根据权利要求1至8中任一所述的系统,其中,所述车辆是轨道车辆、汽车、卡车或公共汽车中的一个或多个。

10.一种控制方法,包括:

将控制信号传送至多个直流DC电机的开关组件,每个所述直流电机与所述车辆的不同车轴耦接,以旋转所述车轴并推进所述车辆,所述开关组件包括多个H桥电路;

确定所述多个直流电机中的一个或多个的扭矩和/或旋转方向是否改变;以及

响应于确定所述多个直流电机中的一个或多个的所述扭矩和/或所述旋转方向要改变,改变传送到所述多个开关组件中的一个或多个的控制信号,以指示所述多个直流电机中的一个或多个改变所述扭矩和/或所述旋转方向。

11.根据权利要求10所述的方法,其中,所述控制信号为脉宽调制PWM信号。

12.根据权利要求10所述的方法,其中,响应于检测到所述车辆的车轮打滑,确定所述扭矩和/或旋转方向要改变。

13.根据权利要求12所述的方法,其中,改变的控制信号指示所述一个或多个开关组件减少所述多个电机中的一个或多个输出的扭矩,而所述车辆的所述多个电机中的其他电机不减少所述其他电机输出的扭矩。

14. 根据权利要求10所述的方法,还包括:切换所述多个电机中的一个或多个的旋转方向,而不改变所述电机与所述车轴的机械联动装置。

15. 一种汽车驱动系统,包括:

多个直流DC电机,每个所述直流电机被配置为与汽车的不同车轴耦接,并旋转所述车轴以推进所述汽车;

多个H桥电路,每个所述H桥电路被配置为与所述电机中的不同电机耦接以控制所述电机的旋转;以及

控制器,被配置为将控制信号传送至所述H桥电路,以单独控制所述电机输出的扭矩和或所述电机的旋转方向。

16. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述控制器配置为将所述控制信号作为脉宽调制PWM信号进行通信,以单独控制所述直流电机输出的扭矩和/或所述直流电机的旋转方向。

17. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述控制器被配置为,响应于检测到所述汽车的车轮打滑,将至少一个所述控制信号传送到至少一个所述H桥电路,以减少至少一个所述直流电机输出的扭矩。

18. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述控制器被配置为传送所述至少一个所述控制信号以减小至少一个所述直流电机输出的扭矩,而所述汽车的所述直流电机中的其他直流电机不减小所述其他直流电机输出的扭矩。

19. 根据权利要求15所述的系统,其中,所述控制器被配置为将所述控制信号传送至所述H桥电路,以改变所述直流电机的旋转方向,而不改变所述直流电机与所述车轴的机械联动装置。

## 直流牵引电机控制系统和方法以及汽车驱动系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求美国临时申请No.63/122,316(2020年12月7日提交)的优先权，其全部内容通过引用结合于此。

### 技术领域

[0003] 本文所述的发明主题涉及车辆中直流(DC)牵引电机的控制。

### 背景技术

[0004] 一些车辆使用直流牵引电机，直流牵引电机由直流电供电以旋转车轮或车轴来驱动车辆。例如，一些轨道车辆(例如，机车)包括多个牵引电机，每个牵引电机旋转车辆的不同的车轴。但是，这些牵引电机可全部彼此电连接，使得牵引电机被一起控制。如果需要降低一台牵引电机为旋转车轴而产生的扭矩(例如，由于与车轴耦接的车轮打滑)，则由所有牵引电机在所有车轴上产生的扭矩都会降低。这些车辆可能无法单独控制由每个牵引电机为旋转不同的车轴而产生的扭矩。

[0005] 虽然某些车辆可包括可被单独控制的交流(AC)牵引电机，但交流牵引电机和相关的动力驱动系统比直流牵引电机更复杂且成本更高。具有与当前可用的系统和方法不同的系统和方法，可能是所需的。

### 发明内容

[0006] 在一个示例中，一种控制系统包括多个电机，每个所述电机被配置为与车辆的不同车轴耦接并旋转所述车轴以推进所述车辆。所述电机与直流DC总线耦接并可经由所述DC总线接收直流电以对所述电机供电。所述系统还包括多个开关组件，每个所述开关组件具有H桥电路，所述H桥电路与所述多个电机中的不同电机耦接以控制该电机的旋转。所述系统包括控制器，所述控制器被配置为将控制信号传送至所述开关组件，以单独控制所述H桥电路，以控制所述电机输出的扭矩和/或所述电机的旋转方向。

[0007] 在一个示例中，一种控制方法，包括：将控制信号传送至多个直流DC电机的开关组件，每个所述直流电机与所述车辆的不同车轴耦接，以旋转所述车轴并推进所述车辆，所述开关组件包括H桥电路。所述方法还包括：确定所述多个直流电机中的一个或多个的扭矩和/或旋转方向是否改变；以及响应于确定所述多个直流电机中的一个或多个的所述扭矩和/或所述旋转方向要改变，改变传送到所述H桥电路中的一个或多个的控制信号，以指示所述多个直流电机中的一个或多个改变所述扭矩和/或所述旋转方向。

[0008] 在一个示例中，一种汽车驱动系统包括多个直流DC电机，每个所述直流电机被配置为与汽车的不同车轴耦接，并旋转所述车轴以推进所述汽车；多个H桥电路，每个所述H桥电路被配置为与所述电机中的不同电机耦接以控制所述电机的旋转；以及控制器，被配置为将控制信号传送至所述H桥电路，以单独控制所述电机输出的扭矩和或所述电机的旋转方向。

## 附图说明

- [0009] 参考附图,阅读以下非限制性实施例的描述可以理解本发明的主题,其中:
- [0010] 图1示出了直流牵引电机控制系统的一个示例;
- [0011] 图2示出了开关组件的一个示例;
- [0012] 图3示出了脉宽调制(PWM)信号的一个示例;以及
- [0013] 图4示出了用于单独控制直流电机的方法的一个示例的流程图。

## 具体实施方式

[0014] 本文所述主题的实施例涉及用于直流牵引电机的控制系统。控制系统能够使用开关组件和传输至开关组件的控制信号单独控制同一车辆上直流牵引电机的扭矩和/或旋转方向。开关组件可包括具有多个电控开关的H桥电路(H-bridge circuit)。控制器可向开关组件发送PWM信号,以控制H桥电路中的不同开关何时打开或关闭,以及哪些开关同时打开或关闭(或在重叠时间段内)。这可以控制每个直流牵引电机产生的扭矩,可以使直流牵引电机同时或同步产生不同数量的扭矩(例如,用于同时旋转同一车辆的不同车轴),和/或可以改变一个或多个直流牵引电机的旋转方向(不改变直流牵引电机和相应车轴之间的机械联动装置(mechanical linkage),如齿轮)。

[0015] 图1示出直流牵引电机控制系统100的一个示例。该控制系统包括控制器102,该控制器102经由开关组件108控制车辆106的多个直流牵引电机104的操作。在所示的实施例中,每个开关组件被用于控制不同的直流牵引电机。直流牵引电机可经由一个或多个直流总线112与电源110耦接。电源可以是一个或多个电池,与非车载电流源连接(例如,与接触网动力轨(catenary, powered rail)等连接的受电弓、导电靴等,用于向直流牵引电机供电)。直流牵引电机可以是接收直流电而非交流电并由其供电的电机。每个直流牵引电机与车辆的不同车轴114连接,以旋转与该车轴耦接的车轮116,从而推进车辆。或者,电机可以与车轮耦接,而不是与车轴耦接,使得电机旋转车轮(不具有连接车辆的车轮的旋转轴)。

[0016] 控制器表示硬件电路,该硬件电路包括一个或多个处理器和/或与一个或多个处理器连接(例如,集成电路、场可编程门阵列、微处理器等),所述一个或多个处理器执行本文所述操作以经由开关组件控制直流牵引电机。控制器可生成控制信号和/或向开关组件传送控制信号,以单独控制直流牵引电机输出的扭矩和/或所述电机的旋转方向。控制器可生成用于不同开关组件的不同控制信号,以使得由不同开关组件控制的直流牵引电机同时产生不同的扭矩和/或所述电机的旋转方向。

[0017] 例如,响应于与车辆的第一轴耦接的某一车轮在路线上打滑(例如,由于打滑,该车轮旋转速度比同一车辆的其他车轮快),控制器可控制第一开关组件,并同时或同步控制第二开关组件,该第一开关组件控制直流电传导至第一直流牵引电机(其旋转第一轴)以减少由第一直流牵引电机施加到第一轴上的扭矩,该第二开关组件控制直流电传导至第二直流牵引电机(其旋转第二轴)以增加或保持由第二直流牵引电机施加到第二轴上的扭矩。

[0018] 或者,直流牵引电机可以与车辆的车轮耦接,和/或车辆可以不包括车轮之间的车轴。例如,每个直流牵引电机可以旋转不同的车轮,而不向车轴施加扭矩。

[0019] 控制器还可以单独控制直流牵引电机,以响应于遇到或接近不同条件,如路线中的弯道(curve)、路线中的坡度变化、路线上的碎屑等。例如,当车辆在路线中的弯道上行驶

时,控制器可以增加由旋转车辆的一侧车轮的直流牵引电机施加的扭矩,相对于旋转车辆的另一侧车轮的直流牵引电机施加的扭矩。这可降低车轮在路线上打滑的可能性,可降低车辆翻倒的可能性,减少车辆的一侧车轮和/或路线上的磨损,等等。例如,相对于车辆的内侧(例如,车辆在左转或弯道上行驶时的左侧,或车辆在右转或弯道上行驶时的右侧),增加施加在车辆的外侧(例如,车辆在左转或弯道上行驶时的车辆右侧,或车辆在右转或弯道上行驶时的车辆左侧)的车轮上的扭矩,可降低车辆内侧的车轮打滑的可能性,可减少车辆外侧的车轮的磨损,可减少车辆外侧的路线部分的磨损,和/或可防止车辆倾翻。

[0020] 控制器可基于电机的健康状况单独控制直流牵引电机。例如,响应于第一台直流牵引电机的状态或状况恶化,控制器可降低第一台直流牵引电机产生的扭矩,而同一车辆中的一个或多个其他直流牵引电机不会降低扭矩或增加扭矩。当由电机产生的最大扭矩降低、电机过热、电机寿命达到或超过阈值等时,直流牵引电机的状态可能会恶化。

[0021] 控制器可使用控制信号来改变一个或多个直流牵引电机的旋转方向。这可允许控制器改变直流牵引电机推动车辆的方向,而无需改变电机和车轴(或车轮)之间的机械联动装置(例如,齿轮)。例如,控制信号可以改变车辆中的直流牵引电机的旋转方向,以使车辆改变车辆的移动方向。

[0022] 图2示出开关组件208的一个示例。图2中所示的开关组件可以表示图1中所示的一个(或每个)开关组件108。开关组件包括彼此导电耦接的多个开关218(例如,开关218A-D)和设置在H桥电路或布置中的直流牵引电机204。例如,电机可设置在开关组件的支路(leg)220、222之间,每个支路包括两个开关,电机与开关之间的支路连接。

[0023] 控制器可经由导电路径224(例如,直流总线、另一总线、电线、电缆等)将控制信号传送至开关。控制信号指示开关在不同的时间打开或关闭。根据同时打开和/或关闭哪些开关,电机可能以增大或减小的扭矩运行和/或改变电机旋转的方向。例如,关闭开关218A、218D和打开开关218B、218C的控制信号将使直流电传导至直流牵引电机,并使电机沿第一个方向旋转。但是,关闭开关218B、218C并打开开关218A、218D的控制信号将使直流电传导至直流牵引电机,并使电机沿与第一个方向相反的第二个方向旋转。关闭电机同一侧的不同支路上的开关218A、218C并同时打开其他开关218B、218D(或关闭开关218B、218D并同时打开开关218A、218C)将导致电机制动。

[0024] 开关打开或关闭的时间段和/或开关打开和关闭的速率可增加或减少由电机产生的扭矩。例如,与更少时间保持开关218A、218D关闭以及开关218B、218C打开和/或更低频率地关闭开关218A、218D(和打开开关218B、218C)相比,更长时间保持开关218A、218D关闭以及开关218B、218C打开和/或更高频率地关闭开关218A、218D(和打开开关218B、218C)可增加电机在第一旋转方向上产生的扭矩。

[0025] 在一个实施例中,控制器可以生成控制信号作为脉冲波调制(PWM)信号。可以生成不同的PWM信号,并将其从控制器传送到不同的开关。PWM信号的特性可改变以改变开关组件的操作方式。

[0026] 图3示出PWM信号300的一个示例。沿着代表时间的水平轴302和代表PWM信号的不同值(例如,振幅)的垂直轴304,示出了PWM信号。在所示的实施例中,PWM信号在高值306和低值308之间交替,但是可选地可以在更多个值之间交替或变化。PWM信号的高值表示PWM信号的脉冲,这些脉冲通过低值相互分离。激活时间段310表示PWM信号保持在高值的时间,或

表示脉冲的持续时间。激活的时间段可表示开关(接收PWM信号)保持闭合(以将直流电通过开关传导至电机)的时间段。停用时间段312表示PWM信号保持在低值(或不在高值)的时间,或脉冲之间的时间延迟。停用时间段可表示开关(接收PWM信号)保持打开(以防止直流电通过开关传导至电机)的时间段。PWM信号的占空比是激活时间段延长的PWM信号的总百分比或分数。例如,如果PWM信号的总持续时间的四分之三由多个脉冲形成,则PWM信号的占空比为75%。作为另一示例,如果PWM信号的总持续时间的五分之四由多个脉冲形成,则PWM信号的占空比为80%。

[0027] 发送至开关的PWM信号的脉冲宽度和/或占空比可相互控制和/或基于彼此,以在不同时间打开或关闭开关组件中的不同开关。例如,相对于发送至这些开关218A、218D的具有较短脉冲宽度和/或占空比的PMW信号,可以增加发送到开关218A、218D的PWM信号的脉冲宽度和/或占空比(而开关218B、218C保持打开或更频繁地打开),以增加由直流牵引电机在第一方向上产生的扭矩。作为另一示例,相对于发送至这些开关218B、218C的具有较短脉冲宽度和/或占空比的PMW信号,可增加发送到开关218B、218C的PWM信号的脉冲宽度和/或占空比(而开关218A、218D保持打开或更频繁地打开),以增加由直流牵引电机在相反的第二方向上产生的扭矩。

[0028] 在操作中,控制器可改变发送至直流牵引电机开关的PWM信号的脉冲宽度和/或占空比,以单独控制由直流牵引电机产生的扭矩。例如,发送到开关218A、218D的PWM信号可以具有第一占空比,以使直流牵引电机产生相同或近似相同的扭矩(由于制造公差)。响应于确定由一个或多个直流牵引电机产生的扭矩将减小,控制器可以将发送到这些一个或多个电机的开关218A、218D的PWM信号的占空比减小到更小的第二占空比。这将减少由这些一个或多个电机产生的扭矩(相对于同一车辆中的一个或多个其他电机,PWM信号具有更长或更大的占空比)。例如,响应于确定车辆的车轴具有在路线的表面上打滑的车轮,控制器可降低发送至用于沿行驶方向旋转车轴的电机的开关组件的开关的PWM信号的占空比,同时保持发送至车辆的其他电机的开关的PWM信号的占空比。响应于确定车轴的车轮不再在路线的表面上打滑,控制器可增加发送至用于沿行驶方向旋转车轴的电机的开关组件的开关的PWM信号的占空比。

[0029] 作为另一个示例,其中,单个电机旋转不同的车轮(而不是旋转与多个车轮耦接的车轴的电机),响应于确定车辆的车轮已在路线的表面上打滑,控制器可降低发送至该电机的开关的PWM信号的占空比,同时保持或增加发送至车辆的其他电机的开关的PWM信号的占空比。响应于确定车轮不再在路线的表面打滑,控制器可增加发送至用于沿行驶方向旋转车轮的电机的开关组件的开关的PWM信号的占空比。

[0030] 作为另一个示例,控制器可改变发送到开关组件的PWM信号,以改变车辆移动的方向。控制器可向直流牵引电机的开关组件发送PWM信号,其占空比在70%的时间内关闭开关218A、218D,并在70%的时间内保持开关218B、218C打开(使开关218B、218C具有30%的占空比)。这可促使电机沿第一个方向旋转车辆的车轴和/或车轮。控制器可改变PWM信号,以在70%的时间(或另一个量)内关闭开关218B、218C,并在70%的时间内保持开关218A、218D打开(使开关218A、218D具有30%的占空比)。这可促使电机以相反的第二个方向旋转车辆的车轴和/或车轮。

[0031] 控制器还可使用控制信号以快速关闭直流牵引电机。例如,控制器可将控制信号

发送至与一个电机相关联的开关组件的开关,该电机打开开关(例如,218A-D)或打开位于该开关组件的不同支路中但位于该电机的同一侧的开关(例如,打开开关218A、218C或打开开关218B、218D)。响应于接收到这些控制信号,开关可快速打开,以关闭电机,并将电机与包括并连接电源、开关组件和电机的电路隔离。响应于发生的一个或多个事件,如闪络事件、电机损坏等,控制器可关闭和隔离电机。

[0032] 使用H桥单独控制直流牵引电机可允许单独控制每个电机,从而可提供增加的牵引力,降低燃油消耗(由于电机的占空比小于100%)。此外,使用H桥可减少由于各种故障事件(例如,电机的闪络故障)导致的电机停机时间。闪络的电机可以更快地夹紧或关闭,从而防止闪络电离电机内部的大气并进一步损坏电机。

[0033] 图4示出了用于单独控制直流电机的方法400的一个示例的流程图。该方法可表示由控制器执行的操作,以单独控制车辆的多个直流牵引电机的扭矩和/或旋转方向。或者,该方法可用于控制除牵引电机以外的直流电机。在步骤402,确定直流电机的旋转方向。例如,控制器可基于操作员输入(例如,通过操纵操纵杆、按钮、开关等)、基于车辆的计划移动等来确定车辆的移动方向。在步骤404,确定将由直流电机产生的扭矩。例如,控制器可基于操作员输入、基于车辆的计划移动、基于检测到的车轮打滑、基于检测到的事件(例如,闪络事件)等来确定扭矩。

[0034] 在步骤406,基于确定的旋转方向和扭矩为电机生成PWM信号。如上所述,PWM信号具有用于电机的开关组件的不同开关的占空比,这两者都导致电机在步骤402确定的方向上旋转,并产生在步骤404确定的扭矩。如本文所述,PWM信号被传送到电机的开关以控制电机。对于要单独控制的每个直流电机,可以重复该方法。

[0035] 在一个示例中,一种系统包括多个电机,每个电机能够与车辆的不同车轴耦接,并旋转车轴以推进车辆。电机与直流总线耦接,并通过直流总线接收直流电以对电机供电。该系统还包括多个开关组件,每个开关组件具有与多个电机中的不同电机耦接的H桥电路,以控制电机的旋转。该系统包括控制器,该控制器可将控制信号传送至开关组件,以单独控制H桥电路,以控制电机输出的一个或多个扭矩或电机的旋转方向。

[0036] 控制器可将控制信号作为PWM信号进行通信,以单独控制电机输出的一个或多个扭矩或电机的旋转方向。控制器可传送控制信号以单独控制电机输出的扭矩。控制器可传送控制信号以单独控制电机的旋转方向。响应于检测到车辆的车轮打滑,控制器可将至少一个控制信号传送到至少一个开关组件以减少至少一个电机输出的扭矩。除了在绝对意义上降低扭矩外,控制器还可以控制电机运行的其他方面。例如,这可以降低以控制扭矩减小的变化率、扭矩减小量等。在一个示例中,控制器使用机器学习过程来确定扭矩减小曲线。

[0037] 控制器可传送至少一个控制信号以减少由多个电机中的至少一个电机输出的扭矩,而车辆中多个电机中的其他电机不减少由其他电机输出的扭矩。控制器可将控制信号传送至开关组件以改变电机的旋转方向。控制器可将控制信号传送至开关组件以改变电机的旋转方向,而无需改变电机与车轴的机械联动装置。合适的车辆可以是汽车、卡车或公共汽车中的一种或多种。或者,车辆可以是轨道车辆。

[0038] 在一个示例中,一种方法包括:将控制信号传送至多个直流电机的开关组件,每个直流电机与车辆的不同车轴耦接以旋转车轴并推进车辆。开关组件包括H桥电路。该方法还包括:确定一个或多个直流电机的扭矩和/或旋转方向是否改变;以及响应于确定一个或多

个直流电机的扭矩和/或旋转方向要改变,改变传送到一个或多个H桥电路的控制信号,以引导一个或多个直流电机改变扭矩和/或旋转方向。

[0039] 控制信号可以是PWM信号。响应于检测到车辆的车轮打滑,可改变扭矩和/或旋转方向。改变的控制信号可指示一个或多个开关组件降低由一个或多个电机输出的扭矩,而车辆中电机的其他电机不会降低由其他电机输出的扭矩。可以改变控制信号,以改变一个或多个电机的旋转方向,而不改变电机与车轴的机械联动装置。

[0040] 在一个示例中,汽车驱动系统包括:多个直流电机,每个直流电机被配置为与汽车的不同车轴耦接,并旋转车轴以推动汽车;多个H桥电路,每个H桥电路能够与电机中的不同电机耦接以控制电机的旋转;以及控制器,可将控制信号传送到H桥电路以单独控制电机输出的扭矩和/或电机的旋转方向。

[0041] 控制器可将控制信号作为PWM信号进行通信,以单独控制直流电机输出的扭矩和/或直流电机的旋转方向。响应于检测到汽车的车轮打滑,控制器可将至少一个控制信号传送到至少一个H桥电路以减少至少一个直流电机输出的扭矩。控制器可传送至少一个控制信号以减小由多个直流电机中的至少一个输出的扭矩,而汽车中的多个直流电机中的其他直流电机不减小由其他直流电机输出的扭矩。控制器可将控制信号传送至H桥电路,以改变直流电机的旋转方向,而不改变直流电机与车轴的机械联动装置。

[0042] 在一个实施例中,控制器部署有本地数据收集系统,该本地数据收集系统可使用机器学习来实现基于派生的学习结果。控制器可通过进行数据驱动的预测并根据数据集进行调整,从一组数据(包括各种传感器提供的数据)中学习并做出决策。在实施例中,机器学习可涉及通过机器学习系统执行多个机器学习任务,例如有监督学习、无监督学习和强化学习。有监督学习可包括向机器学习系统呈现一组示例输入和期望输出。无监督学习可包括通过诸如模式检测和/或特征学习等方法构造其输入的学习算法。强化学习可包括在动态环境中执行、然后提供关于正确和错误决策的反馈的机器学习系统。在示例中,机器学习可包括基于机器学习系统的输出的多个其他任务。在示例中,任务可以是机器学习问题,例如分类、回归、聚类、密度估计、降维、异常检测等。在示例中,机器学习可包括多种数学和统计技术。在示例中,多种类型的机器学习算法可包括基于决策树的学习、关联规则学习、深度学习、人工神经网络、遗传学习算法、归纳逻辑编程、支持向量机(SVM)、贝叶斯网络、强化学习、表示学习、基于规则的机器学习、稀疏字典学习、相似性和度量学习、学习分类器系统(LCS)、逻辑回归、随机森林、K均值、梯度提升、K近邻(KNN)、先验算法等。在实施例中,可使用某些机器学习算法(例如,用于解决可基于自然选择的约束和无约束优化问题)。在示例中,可使用算法来解决混合整数规划的问题,其中,一些组件被限制为整数值。算法和机器学习技术和系统可用于计算智能系统、计算机视觉、自然语言处理(NLP)、推荐系统、强化学习、构建图形模型等。在示例中,机器学习可用于车辆性能和行为分析等。

[0043] 在一个实施例中,控制器包括可应用一个或多个策略的策略引擎。这些策略可至少部分基于给定设备或环境项目的特征。例如,引领车辆可具有包括只有可验证的本地控制器可以改变车辆操作的某些参数的策略的策略。例如,这可以避免黑客的远程“接管”。通过基于数据收集系统反馈的变化和选择,策略引擎可以随着时间的推移,学会跨大量电机自动创建、部署、配置和管理策略。

[0044] 关于控制策略,神经网络可以接收大量环境和任务相关参数的输入。这些参数可

包括确定的车辆组行程计划的标识、来自各种传感器的数据以及方位和/或位置数据。可以对神经网络进行训练,以基于这些输入生成输出,输出表示车辆组为完成行程计划应采取的动作或动作序列。在操作期间,动作的选择可通过神经网络的参数处理输入,以在输出节点处生成指定该动作作为所需动作的值。该动作可转化为使车辆运行的信号。这可以通过反向传播、前馈过程、闭环反馈或开环反馈来实现。或者,控制器的机器学习系统可以使用进化策略技术来调整人工神经网络的各种参数,而不是使用反向传播。控制器可以使用神经网络架构,其中的函数可并不总是可以使用反向传播求解,例如非凸的函数。在一个实施例中,神经网络具有表示其节点连接的权重的一组参数。生成该网络的多个副本,然后对参数进行不同的调整,并进行模拟。一旦获得了各种模型的输出,就可以使用确定的成功指标对其性能进行评估。选择最佳模型,车辆控制器执行该计划以获得所需的输入数据,以反映预测的最佳结果场景。例如,合适的成功指标可包括完成行程计划所需的最低燃油或能源消耗、或到达目的地的最快吞吐量、或设备上预期的最小磨损或应变、或碰撞(或脱轨)的最低可能性等。此外,成功度量可以是上述各项的组合,器可以相对于彼此进行加权(或者使用绝对极限——例如,在零碰撞情况下尽可能快)。

[0045] 如本文所使用的,术语“处理器”和“计算机”以及相关术语,例如“处理设备”、“计算设备”和“控制器”可不仅限于本领域中称为计算机的那些集成电路,而是指微控制器、微型机、可编程逻辑控制器(PLC)、现场可编程门阵列、专用集成电路和其他可编程电路。合适的存储器可包括例如计算机可读介质。计算机可读介质可是例如随机存取存储器(RAM)、计算机可读非易失性介质(例如闪存)。术语“非暂时性计算机可读介质”表示实现用于短期和长期存储信息的基于计算机的有形设备,例如计算机可读指令、数据结构、程序模块和子模块、或任何设备中的其他数据。因此,本文描述的方法可被编码为体现在有形的、非暂时性的、计算机可读介质中的可执行指令,包括但不限于存储设备和/或存储器设备。在由处理器执行时,这样的指令使得处理器执行本文所描述的方法的至少一部分。因此,该术语包括有形的计算机可读介质,包括但不限于非暂时性计算机存储设备,包括但不限于易失性和非易失性介质,以及可移动和不可移动介质,例如固件、物理和虚拟存储器、CD-ROM、DVD和其他数字源,例如网络或互联网。

[0046] 单数形式“一”和“该”包括复数含义,除非上下文另有明确规定。“可选”或“可选地”是指随后描述的事件或情况可能发生或不发生,并且该描述可包括事件发生的实例和事件不发生的实例。如本文在说明书和权利要求书中所使用的近似语言,可应用于调整任何可允许变化的定量表示,而不会导致与其相关的基本功能的变化。因此,由诸如“大约”、“实质上”和“大约”的一个或多个术语调整的值可不限于指定的精确值。至少在某些情况下,近似语言可能对应于测量该值的仪器的精度。在这里以及在整个说明书和权利要求书中,可组合和/或交换范围限制,除非上下文或语言另有指示,否则可识别这些范围并包括其中包含的所有子范围。

[0047] 本书面描述使用示例来公开实施例,包括最佳模式,并使本领域的普通技术人员能够实践实施例,包括制造和使用任何装置或系统以及执行任何合并的方法。权利要求限定了本发明的可专利范围,并包括本领域普通技术人员可能想到的其他示例。如果这些其他示例具有与权利要求书的文字语言没有区别的结构元件,或者如果它们包括与权利要求书的文字语言没有实质性区别的等效结构元件,则这些示例应该在权利要求书的范围内。

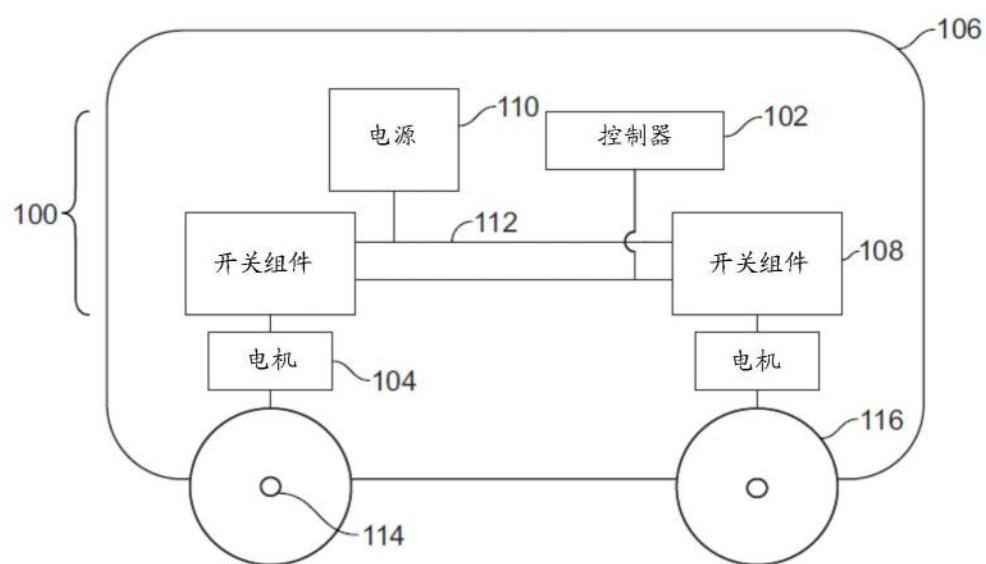


图1

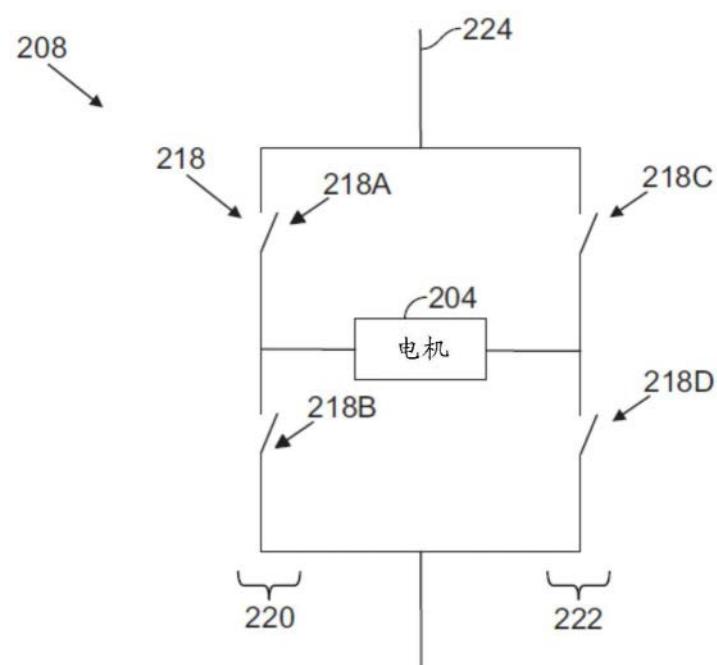


图2

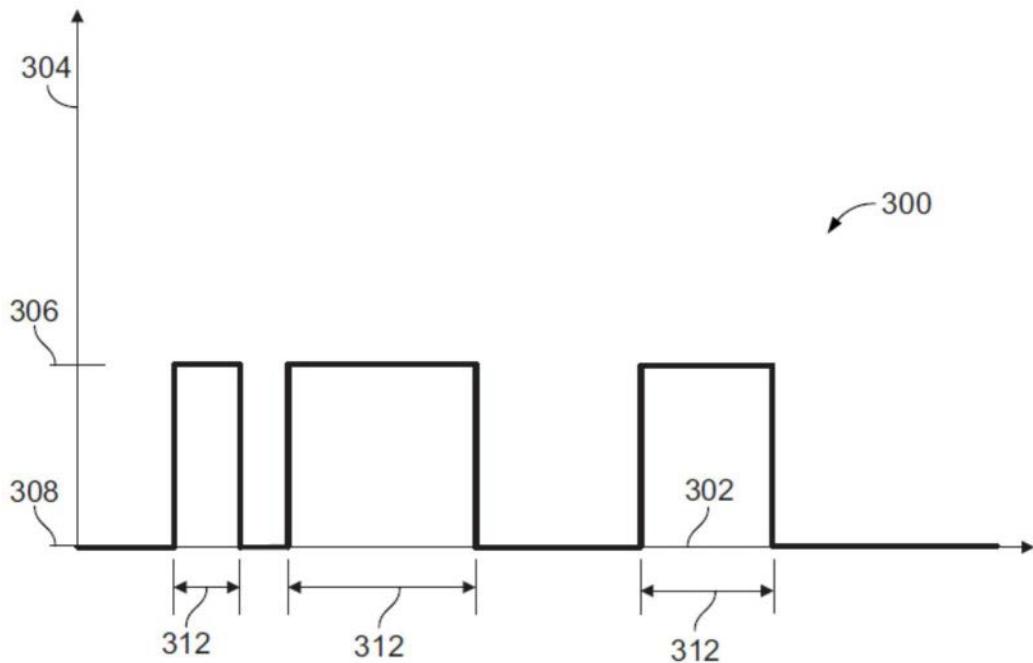


图3

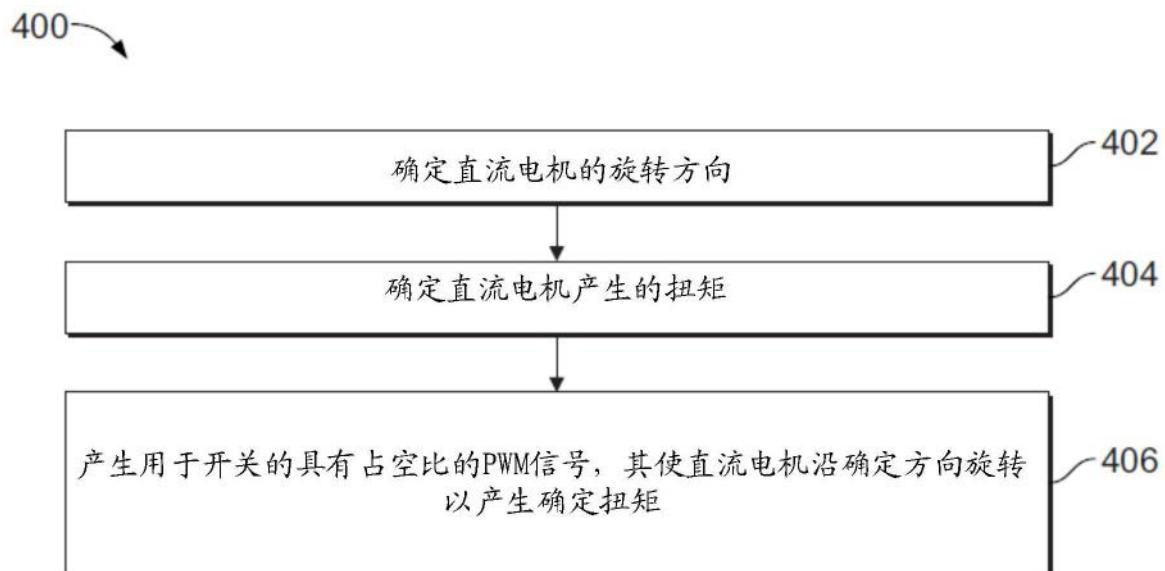


图4