



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106870099 A
(43)申请公布日 2017.06.20

(21)申请号 201710138496.2

(22)申请日 2017.03.09

(71)申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市经十路17923号

(72)发明人 闫伟 潘鑫 胡玉平 白书战

张楠 王凯

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 张勇

(51)Int. Cl.

F01P 7/04(2006.01)

G06N 3/04(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

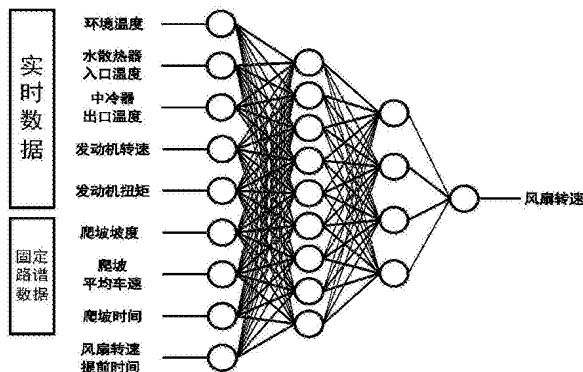
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法

(57)摘要

本发明公开了基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,包括以下步骤:采集车辆行驶的固定路谱的参数信息,在车辆进入爬坡工况前将其纳入控制器的控制方法的输入参数,训练神经网络,修正风扇转速的控制策略,以热管理系统提高冷却风扇转速和提前改变转速时间为输出变量,通过提前改变风扇转速对散热器进行预降温,使得车辆在爬坡工况下满足冷却要求。本发明可以根据不同的工况进行控制策略的灵活转换,在爬坡工况前就提前进行冷却风扇的运作,通过提前改变风扇转速对散热器进行预降温,使得车辆在爬坡工况下满足冷却要求的基础上、降低风扇的耗电的效果。



1. 基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:包括以下步骤:采集车辆行驶的固定路谱的参数信息,在车辆进入爬坡工况前将其纳入控制器的控制方法的输入参数,修正风扇转速的控制策略,以热管理系统提高冷却风扇转速和提前改变转速时间为输出变量,通过提前改变风扇转速对散热器进行预降温,使得车辆在爬坡工况下满足冷却要求。

2. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:所述风扇转速的控制策略为以环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩为输入参数,热管理系统冷却系统风扇占空比为输出参数,形成风扇转速的控制模型。

3. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:所述固定路谱的参数信息具体包括爬坡工况的爬坡坡度、爬坡时间和/或平均速度数据。

4. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:修正后的神经网络控制的输入参数具体包括当前时刻的环境温度、发动机转速、发动机扭矩、爬坡工况下的爬坡坡度、爬坡时间和/或平均速度。

5. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:所述热管理系统的风扇由控制器输出的占空比控制转速。

6. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:在控制过程中,根据当前时间的固定路谱检测任一时间下车辆的行驶工况以及即将进行的爬坡工况下的工况参数。

7. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:实时读取发动机的水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩。

8. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:所述控制器的控制方法通过BP神经元网络实现,初始将环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩为输入参数,对BP神经元网络进行训练。

9. 如权利要求8所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:所述BP神经元网络由一个输入层、两个隐含层、一个输出层组成,输入层根据输入参数的个数进行确定,两个隐含层均有4-8个神经元,输出层为1个神经元;其中输入层与隐含层、隐含层与隐含层之间采用S型激活函数,隐含层与输出层之间采用线性型激活函数。

10. 如权利要求1所述的基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,其特征是:在混合动力车辆处于非爬坡状态时,以环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩为输入参数,热管理系统冷却系统风扇占空比为输出参数,训练神经网络。

一种基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法。

背景技术

[0002] 具有固定行驶路谱的混合动力车辆,作为交通运输系统中不可或缺的一员,其具有较固定的行驶路线和较稳定的行驶周期,整个行驶路线主要由起步、匀速行驶、加速行驶、爬坡行驶、驻车等工况组成,爬坡行驶过程中,载客人数、坡度等因素会导致车辆处于高负荷状态、散热器散热量大幅度提高,以传统发动机动力总成为例,发动机机正常工作时的冷却水正常水温应保持在90℃至105℃之间,此时发动机可发出最大的功率,燃油消耗为最经济,机件磨损也为最小;同时,如果中冷器出口温度过高会导致发动机工作恶化。

[0003] 因此当发动机处于大负荷的恶劣工况时,需要不同程度上增大冷却风扇转速,将水散热器的入口温度和中冷器的出口温度保持在正常工作温度范围内。

[0004] 然而,冷却风扇转速提高的同时,风扇消耗功率也会以转速的三次方的比例大幅度提高,导致耗电变大;对于爬坡这种大负荷工况下风扇耗电增大的这种现象,如何建立有效的风扇转速控制策略,将水散热器的入口温度和中冷器的出口温度保持在正常工作范围内,并尽可能地降低冷却风扇的功耗,对于混合动力车辆的热管理系统的稳定工作和实现节能减排具有较大的实际意义和应用价值。

发明内容

[0005] 本发明为了解决上述问题,提出了一种基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,本发明在对风扇转速进行常规控制的基础上,添加车辆行驶的固定路谱并对控制策略进行相应修正,实现车辆在爬坡工况下对风扇转速的特殊控制,通过提前提高风扇转速,对冷却部件进行预冷却,使得在爬坡工况下满足冷却要求。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 基于固定路谱的混合动力车辆热管理系统的控制方法,包括以下步骤:采集车辆行驶的固定路谱的参数信息,在车辆进入爬坡工况前将其纳入控制器的控制方法的输入参数,修正风扇转速的控制策略,以热管理系统提高冷却风扇转速和提前改变转速时间为输出变量,通过提前改变风扇转速对散热器进行预降温,使得车辆在爬坡工况下满足冷却要求。

[0008] 所述固定路谱的参数信息具体包括爬坡工况的爬坡坡度、爬坡时间和/或平均速度数据。

[0009] 所述风扇转速的控制策略为以环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩为输入参数,热管理系统冷却系统风扇占空比为输出参数,形成风扇转速的控制模型。

[0010] 修正后的输入参数具体包括当前时刻的环境温度、发动机转速、发动机扭矩、爬坡工况下的爬坡坡度、爬坡时间和/或平均速度。

- [0011] 所述热管理系统的风扇由控制器输出的占空比控制转速。
- [0012] 在控制过程中,根据当前时间的固定路谱预测车辆的行驶工况以及即将进行的爬坡工况下的工况参数。
- [0013] 实时读取发动机的水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩。
- [0014] 优选的,所述控制器的控制方法为神经网络控制方法。
- [0015] 优选的,神经网络控制方法通过BP神经元网络实现,初始将环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩为输入参数,对BP神经元网络进行训练。
- [0016] 优选的,所述BP神经元网络由一个输入层、两个隐含层、一个输出层组成,输入层根据输入参数的个数进行确定,两个隐含层均有4-8个神经元,输出层为1个神经元;其中输入层与隐含层、隐含层与隐含层之间采用S型激活函数,隐含层与输出层之间采用线性型激活函数。
- [0017] 在混合动力车辆处于非爬坡状态时,以环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速和发动机扭矩为输入参数,热管理系统冷却系统风扇占空比为输出参数,训练神经网络。
- [0018] 本发明的工作原理为:在对风扇转速进行常规控制的基础上,添加车辆行驶的固定路谱并对控制策略进行相应修正,实现车辆在爬坡工况下对风扇转速的特殊控制,从而形成完整的控制策略。该控制策略主要以环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速、发动机扭矩为输入变量,热管理系统冷却风扇转速占空比为输出变量,训练神经网络,得到通用工况下的冷却风扇的转速控制模型;在此基础上,针对固定路谱中的爬坡工况,对控制策略进行一定修正,通过固定路谱对混合动力汽车进行实时监控和预判,当预判到一定时间为爬坡工况时,从固定路谱上提取爬坡工况下的爬坡坡度、平均车速、爬坡时间,并以当前时刻的环境温度、发动机转速、发动机扭矩、爬坡工况下的爬坡坡度、平均车速、爬坡时间为输入变量,热管理系统冷却风扇转速占空比和提前改变转速时间为输出变量,训练神经网络,得到爬坡工况下的冷却风扇的特殊转速控制模型。该系统有以下特点:在普通工况下,根据实时工况参数对风扇转速进行控制;在爬坡工况下,通过提前改变风扇转速对散热器进行预降温,使得车辆在爬坡工况下满足冷却要求的基础上、降低风扇的耗功。
- [0019] 本发明的有益效果为:
- [0020] (1) 本发明根据行驶时间和车辆行驶的固定路谱来检测是否即将进行爬坡工况,根据不同的检测结果进行不同的风扇控制策略;
- [0021] (2) 本发明可以根据不同的工况进行控制策略的灵活转换,在爬坡工况前就提前进行冷却风扇的运作,通过提前改变风扇转速对散热器进行预降温,使得车辆在爬坡工况下满足冷却要求的基础上、降低风扇的耗功的效果;
- [0022] (3) 有效地降低冷却风扇的功耗有利于混合动力车辆的热管理系统的稳定工作和实现节能减排。

附图说明

[0023] 图1为本发明的普通工况控制策略神经网络训练结果 (ConStr_main) 示意图;

[0024] 图2为本发明的爬坡工况风扇转速控制策略神经网络训练结果 (ConStr_fan) 示意图;

[0025] 图3为本发明的爬坡工况风扇转速提前时间控制策略神经网络训练结果 (ConStr_time) 示意图。

具体实施方式:

[0026] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0027] 针对具有固定路谱的混合动力车辆,本发明提出一种风扇转速控制策略,通过提前提高风扇转速,对冷却部件进行预冷却,使得在爬坡工况下满足冷却要求。在该控制策略中,从固定路谱中提取爬坡工况下的爬坡坡度、平均车速、爬坡时间,以爬坡前某工况下的环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速、发动机扭矩以及爬坡工况下的爬坡坡度、平均车速、爬坡时间为输入参数,分别以冷却风扇占空比和提前时间为输出参数,对两个神经网络进行训练,最终形成冷却风扇转速的综合控制策略。

[0028] 混合动力车辆热管理系统包括中冷器、水散热器、风扇、风道、水泵、控制器等零部件。为现有系统,具体结构在此不再赘述。其中风扇由控制器控制,通过风扇占空比对风扇转速进行控制,风扇占空比与风扇转速成正比,因此使用占空比作为输出参数。

[0029] 在控制过程中,根据时间和路谱可检测到任一时间下车辆的行驶工况以及即将进行的爬坡工况下的工况参数,如平均车速、加速时间、爬坡坡度、爬坡时间等。

[0030] 采用一维和三维CFD技术联合进行仿真运算,设置不同的环境温度、车速、水散热器散热量(等效于发动机转速、发动机扭矩),仿真得到水散热器的入口温度和中冷器的出口温度均满足冷却要求的风扇转速,转换得到风扇占空比(作为输出参数);将上述数据作为神经网络的训练样本;在此基础上,针对爬坡工况下,根据固定路谱上的工况参数对模型中的车速、水散热器散热量进行修正,仿真得到水散热器的入口温度和中冷器的出口温度均满足冷却要求的提前改变的风扇转速和时间。

[0031] 控制策略采用BP神经元网络来实现,由一个输入层、两个隐含层、一个输出层组成,输入层根据输入参数的个数进行确定,两个隐含层均有4-9个神经元,输出层为1个神经元;其中输入层与隐含层、隐含层与隐含层之间采用S型激活函数,隐含层与输出层之间采用线性型激活函数。

[0032] 当车辆处于非爬坡工况外的工况下,采集环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速、发动机扭矩作为输入变量,风扇占空比作为输出变量,对神经网络进行训练,得到主控制策略ConStr_main。

[0033] 当车辆即将处于爬坡工况时,从固定路谱中提取爬坡工况下的爬坡坡度、平均车速、爬坡时间,以爬坡工况前所处工况的环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速、发动机扭矩、爬坡工况下的爬坡坡度、平均车速、爬坡时间作为输入变量,分别将风扇转速提前改变时间和风扇占空比作为输出变量,对两个神经网络进行修正训练,分别得到控制策略ConStr_fan、ConStr_time。

[0034] 该控制策略根据行驶时间和车辆行驶的固定路谱来检测是否即将进行爬坡工况,根据不同的检测结果进行不同的风扇控制策略。

[0035] 如图1所示,当混合动力车辆工作在非爬坡工况下、并且在预定时间间隔后未检测到爬坡坡度信号,那么以环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速、发动机扭矩为输入数据,风扇转速占空比为输出数据,对神经网络进行训练,得到如图所示的已训练好的神经网络模型,其中输入层神经元个数为5、隐含层神经元个数分别为5个、3个,输出层神经元个数为1个。

[0036] 如图2、图3所示,当混合动力车辆工作在非爬坡工况下、并且通过固定路谱在预定时间间隔后检测到爬坡坡度信号,以目前环境温度、水散热器入口温度、中冷器出口温度、发动机转速、发动机扭矩、爬坡下的爬坡坡度、平均车速、爬坡时间为输入数据,风扇转速提前时间为输出数据,对神经网络进行训练,得到如图2所示的已训练好的神经网络模型,其中输入层神经元个数为8、隐含层神经元个数分别为9个、4个,输出层神经元个数为1个;再将风扇转速提前时间作为增加的输入数据,将风扇转速作为输出数据,对神经网络进行训练,得到如图3所示的已训练好的神经网络模型,其中输入层神经元个数为9个、隐含层神经元个数分别为9个、4个,输出层神经元个数为一个。

[0037] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

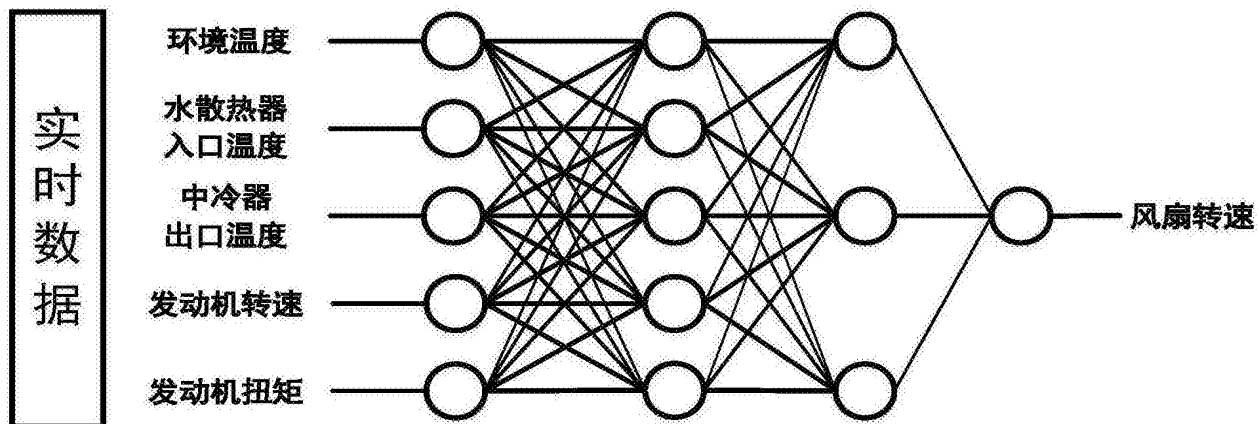


图1

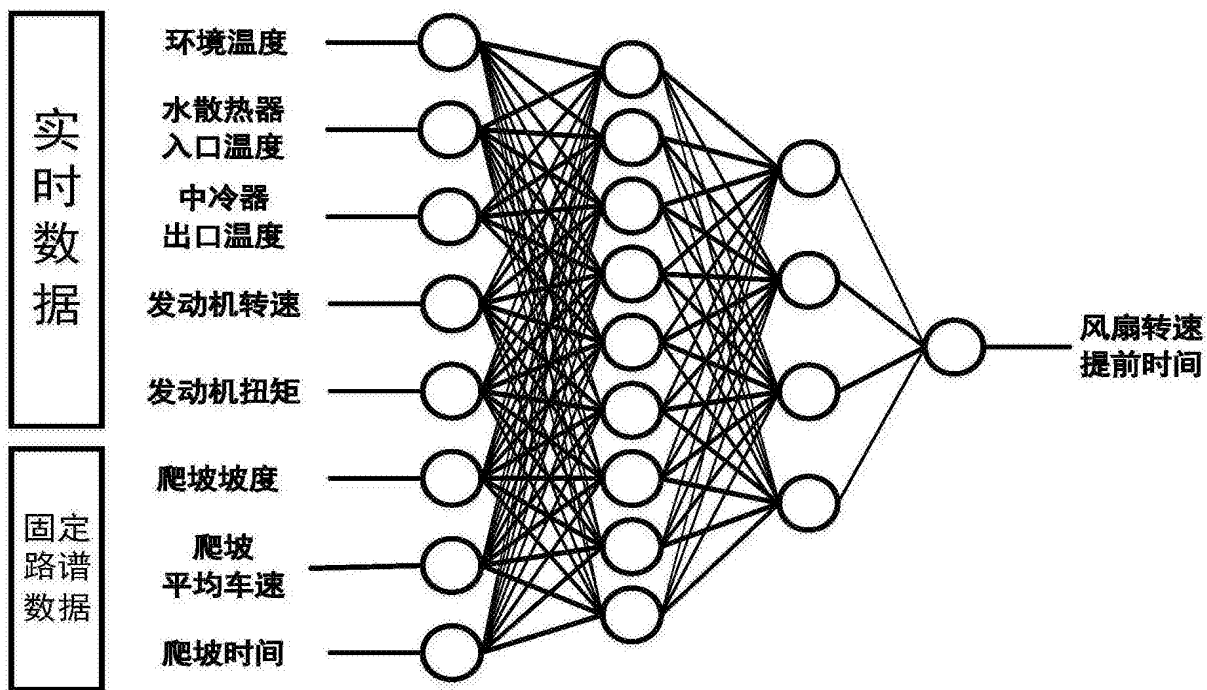


图2

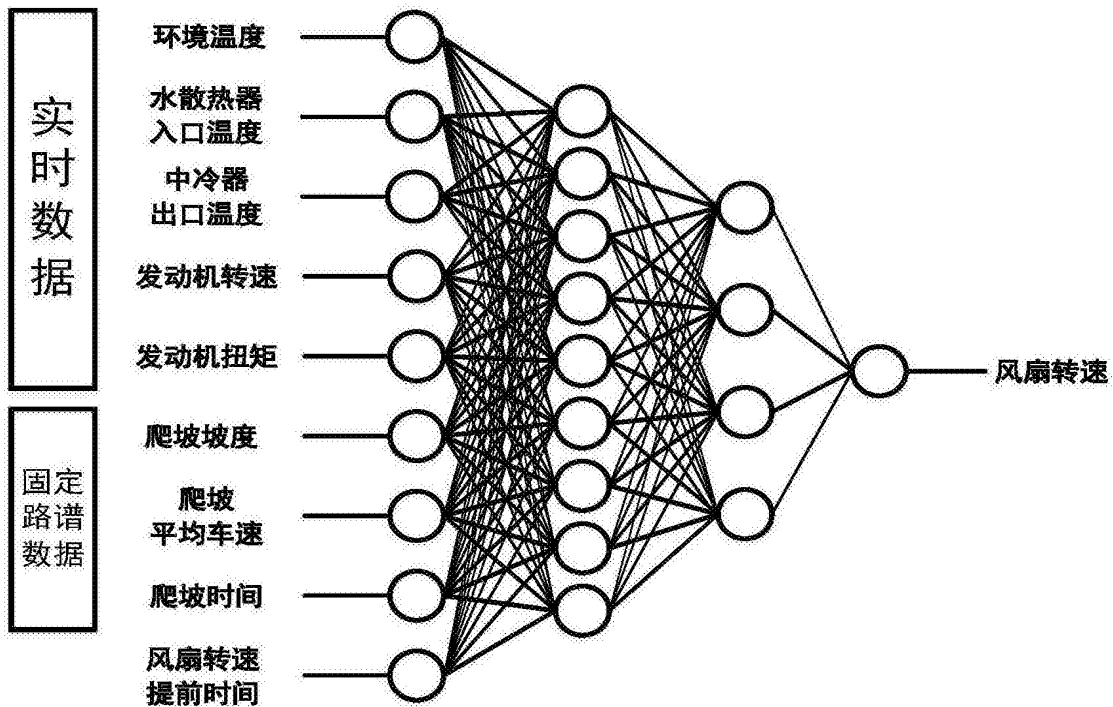


图3