



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114418358 A

(43) 申请公布日 2022. 04. 29

(21) 申请号 202111669042.0

G06Q 50/06 (2012.01)

(22) 申请日 2021.12.31

(71) 申请人 新奥数能科技有限公司

地址 100102 北京市朝阳区望京东路1号10层

(72) 发明人 牛辰庚

(74) 专利代理机构 北京嘉科知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11687

代理人 司彦斌

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 10/04 (2012.01)

G06N 3/04 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

G06N 3/12 (2006.01)

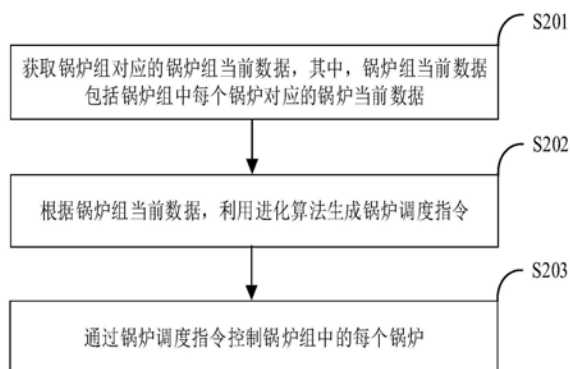
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

锅炉调度方法及装置

(57) 摘要

本公开涉及人工智能技术领域,提供了锅炉调度方法及装置。该方法包括:获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。采用上述技术手段,解决现有技术中,无法实现锅炉的自动调度的问题。



1. 一种锅炉调度方法,其特征在于,包括:

获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,所述锅炉组当前数据包括所述锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;

根据所述锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;

通过所述锅炉调度指令控制所述锅炉组中的每个锅炉。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令,包括:

对所述锅炉组当前数据进行数据预处理,其中,所述数据预处理包括:删除所述锅炉组当前数据中的干扰数据;

根据通过所述数据预处理后的锅炉组当前数据,利用所述进化算法生成所述锅炉调度指令。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令,包括:

获取锅炉组对应的锅炉组历史数据,其中,所述锅炉组历史数据包括所述锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据;

利用负荷预测算法处理所述锅炉组历史数据,得到负荷预测结果;

根据所述锅炉组当前数据和所述负荷预测结果,利用所述进化算法生成锅炉调度指令。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述利用负荷预测算法处理所述锅炉组历史数据,得到负荷预测结果之后,所述方法还包括:

根据所述锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算所述锅炉组中每个锅炉的锅炉特征;

根据所述锅炉组当前数据、所述负荷预测结果和所述锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用所述进化算法生成锅炉调度指令。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述根据所述锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令,包括:

获取锅炉组对应的锅炉组历史数据,其中,所述锅炉组历史数据包括所述锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据;

根据所述锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算所述锅炉组中每个锅炉的锅炉特征;

根据所述锅炉组当前数据和所述锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用所述进化算法生成锅炉调度指令。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,所述根据所述锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算所述锅炉组中每个锅炉的锅炉特征之后,所述方法还包括:

设置目标函数的自变量,其中,所述进化算法包括所述目标函数;

获取设置函数指令,并根据所述设置函数指令和所述锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,生成所述自变量的约束条件;

利用负荷预测算法处理所述锅炉组历史数据,得到负荷预测结果;

根据所述设置函数指令和所述负荷预测结果,生成所述目标函数的约束条件。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述设置目标函数的自变量,包括:设置所述自变量的取值范围、上下边界、维度和类型。

8. 一种锅炉调度装置,其特征在于,包括:

获取模块,被配置为获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,所述锅炉组当前数据包括所述锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;

生成模块,被配置为根据所述锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;

控制模块,被配置为通过所述锅炉调度指令控制所述锅炉组中的每个锅炉。

9. 一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并且可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

10. 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如权利要求1至7中任一项所述方法的步骤。

锅炉调度方法及装置

技术领域

[0001] 本公开涉及锅炉技术领域,尤其涉及一种锅炉调度方法及装置。

背景技术

[0002] 随着工业用汽和集中供热需求的不断增多,对于拥有多台蒸汽锅炉的供热站的锅炉群组进行合理调度,使得在满足用户蒸汽用汽需求的前提下使得用能能耗最低、效率最高成为一个关键问题。但目前业内对锅炉群组调度优化方面的研究较少,主要依靠现场运营人员的主观经验为供热站定制策略,往往无法达到最优的调度状态。

[0003] 在实现本公开构思的过程中,发明人发现相关技术中至少存在如下技术问题:无法实现锅炉的自动调度的问题。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本公开实施例提供了一种锅炉调度方法、装置、电子设备和计算机可读的存储介质,以解决现有技术中,无法实现锅炉的自动调度的问题。

[0005] 本公开实施例的第一方面,提供了一种锅炉调度方法,包括:获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。

[0006] 本公开实施例的第二方面,提供了一种锅炉调度装置,包括:获取模块,被配置为获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;生成模块,被配置为根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;控制模块,被配置为通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。

[0007] 本公开实施例的第三方面,提供了一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在存储器中并且可在处理器上运行的计算机程序,该处理器执行计算机程序时实现上述方法的步骤。

[0008] 本公开实施例的第四方面,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方法的步骤。

[0009] 本公开实施例与现有技术相比存在的有益效果是:获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。采用上述技术手段,可以解决现有技术中,无法实现锅炉的自动调度的问题,进而提供一种锅炉的自动调度的方法。

附图说明

[0010] 为了更清楚地说明本公开实施例中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本公开的一些

实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0011] 图1是本公开实施例的应用场景的场景示意图;

[0012] 图2是本公开实施例提供的一种锅炉调度方法的流程示意图;

[0013] 图3是本公开实施例提供的一种锅炉调度装置的结构示意图;

[0014] 图4是本公开实施例提供的一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0015] 以下描述中,为了说明而不是为了限定,提出了诸如特定系统结构、技术之类的具体细节,以便透彻理解本公开实施例。然而,本领域的技术人员应当清楚,在没有这些具体细节的其它实施例中也可以实现本公开。在其它情况中,省略对众所周知的系统、装置、电路以及方法的详细说明,以免不必要的细节妨碍本公开的描述。

[0016] 下面将结合附图详细说明根据本公开实施例的一种锅炉调度方法和装置。

[0017] 图1是本公开实施例的应用场景的场景示意图。该应用场景可以包括终端设备1、2和3、服务器4以及网络5。

[0018] 终端设备1、2和3可以是硬件,也可以是软件。当终端设备1、2和3为硬件时,其可以是具有显示屏且支持与服务器4通信的各种电子设备,包括但不限于智能手机、平板电脑、膝上型便携计算机和台式计算机等;当终端设备1、2和3为软件时,其可以安装在如上的电子设备中。终端设备1、2和3可以实现为多个软件或软件模块,也可以实现为单个软件或软件模块,本公开实施例对此不作限制。进一步地,终端设备1、2和3上可以安装有各种应用,例如数据处理应用、即时通信工具、社交平台软件、搜索类应用、购物类应用等。

[0019] 服务器4可以是提供各种服务的服务器,例如,对与其建立通信连接的终端设备发送的请求进行接收的后台服务器,该后台服务器可以对终端设备发送的请求进行接收和分析等处理,并生成处理结果。服务器4可以是一台服务器,也可以是由若干台服务器组成的服务器集群,或者还可以是一个云计算服务中心,本公开实施例对此不作限制。

[0020] 需要说明的是,服务器4可以是硬件,也可以是软件。当服务器4为硬件时,其可以是为终端设备1、2和3提供各种服务的各种电子设备。当服务器4为软件时,其可以是为终端设备1、2和3提供各种服务的多个软件或软件模块,也可以是为终端设备1、2和3提供各种服务的单个软件或软件模块,本公开实施例对此不作限制。

[0021] 网络5可以是采用同轴电缆、双绞线和光纤连接的有线网络,也可以是无需布线就能实现各种通信设备互联的无线网络,例如,蓝牙(Bluetooth)、近场通信(Near Field Communication,NFC)、红外(Infrared)等,本公开实施例对此不作限制。

[0022] 用户可以通过终端设备1、2和3经由网络5与服务器4建立通信连接,以接收或发送信息等。需要说明的是,终端设备1、2和3、服务器4以及网络5的具体类型、数量和组合可以根据应用场景的实际需求进行调整,本公开实施例对此不作限制。

[0023] 图2是本公开实施例提供的一种锅炉调度方法的流程示意图。图2的锅炉调度方法可以由图1的终端设备或服务器执行。如图2所示,该锅炉调度方法包括:

[0024] S201,获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;

[0025] S202,根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;

[0026] S203,通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。

[0027] 锅炉组当前数据是该锅炉组当前运行的数据,包括该锅炉组当前提供的能量,也就是该锅炉组当前的负荷。该锅炉组包括多个锅炉。锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据,包括每个锅炉当前的负荷。锅炉调度指令是用于调整该锅炉组中每个锅炉的负荷。比如该锅炉组包括A、B和C三个锅炉,A锅炉的负荷最大,C锅炉的负荷最小,为了安全起见,可以减小A锅炉的负荷,增大C锅炉的负荷。

[0028] 进化算法,或称“演化算法”(evolutionary algorithms,EAs)是一个“算法簇”,尽管它有很多的变化,有不同的遗传基因表达方式,不同的交叉和变异算子,特殊算子的引用,以及不同的再生和选择方法,但它们产生的灵感都来自于大自然的生物进化。与传统的基于微积分的方法和穷举法等优化算法相比,进化计算是一种成熟的具有高鲁棒性和广泛适用性的全局优化方法,具有自组织、自适应、自学习的特性,能够不受问题性质的限制,有效地处理传统优化算法难以解决的复杂问题。

[0029] 根据本公开实施例提供的技术方案,获取锅炉组对应的锅炉组当前数据,其中,锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据;根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令;通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。采用上述技术手段,可以解决现有技术中,无法实现锅炉的自动调度的问题,进而提供一种锅炉的自动调度的方法。

[0030] 在步骤S202中,根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令,包括:对锅炉组当前数据进行数据预处理,其中,数据预处理包括:删除锅炉组当前数据中的干扰数据;根据通过数据预处理后的锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0031] 因为锅炉在停炉后一段时间内依然存在蒸汽流量,干扰数据可以是锅炉在停炉后存在的蒸汽流量对应的负荷数据。通过数据预处理后的锅炉组当前数据,可以生成更加准确的锅炉调度指令。

[0032] 在步骤S202中,根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令,包括:获取锅炉组对应的锅炉组历史数据,其中,锅炉组历史数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据;利用负荷预测算法处理锅炉组历史数据,得到负荷预测结果;根据锅炉组当前数据和负荷预测结果,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0033] 锅炉组历史数据是锅炉组历史上运行的数据,包括该锅炉组历史提供的能量,也就是该锅炉组历史中的总负荷。该锅炉组包括多个锅炉。锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,包括每个锅炉历史中的总负荷。

[0034] 获取训练数据,其中,训练数据包括多个锅炉组对应的锅炉组历史数据;利用训练数据训练第一神经网络模型,使得第一神经网络模型学习并保存有锅炉组的运行的数据和负荷预测结果之间的对应关系。负荷预测算法可以理解为训练后的第一神经网络模型。

[0035] 负荷预测结果是预测的一段时间内的锅炉组需要承担的负荷,锅炉组当前数据包括锅炉组当前的负荷,根据锅炉组当前数据和负荷预测结果,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0036] 在步骤S202中,利用负荷预测算法处理锅炉组历史数据,得到负荷预测结果之后,方法还包括:根据锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算锅炉组

中每个锅炉的锅炉特征;根据锅炉组当前数据、负荷预测结果和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0037] 获取训练数据,其中,训练数据包括多个锅炉组对应的锅炉组历史数据;利用训练数据训练第二神经网络模型,使得第二神经网络模型学习并保存有锅炉组的运行的数据和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征之间的对应关系。特征学习算法可以理解为训练后的第二神经网络模型。第一神经网络模型和第二神经网络模型可以是同一种神经网络模型。上文中的两次训练,主要是训练目的不同,或者是对训练数据的标注不同。在训练数据训练神经网络模型之前,都应该根据训练目的对训练数据进行标注。一个锅炉的锅炉特征可以是该锅炉的属性,比如该锅炉最大负荷和最合适的负荷等,一个锅炉最合适的负荷是该锅炉运行的最佳状态下的负荷。负荷预测结果是预测的一段时间内的锅炉组需要承担的负荷,锅炉组当前数据包括锅炉组当前的负荷。根据锅炉组当前数据、负荷预测结果和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0038] 在步骤S202中,根据锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令,包括:获取锅炉组对应的锅炉组历史数据,其中,锅炉组历史数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据;根据锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算锅炉组中每个锅炉的锅炉特征;根据锅炉组当前数据和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0039] 一个锅炉的锅炉特征可以是该锅炉的属性,负荷预测结果是预测的一段时间内的锅炉组需要承担的负荷,锅炉组当前数据包括锅炉组当前的负荷。根据锅炉组当前数据和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0040] 根据锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算锅炉组中每个锅炉的锅炉特征之后,方法还包括:设置目标函数的自变量,其中,进化算法包括目标函数;获取设置函数指令,并根据设置函数指令和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,生成自变量的约束条件;利用负荷预测算法处理锅炉组历史数据,得到负荷预测结果;根据设置函数指令和负荷预测结果,生成目标函数的约束条件。

[0041] 生成自变量约束条件:

[0042] 设自变量为 x_1, x_2, \dots, x_n ,对应的锅炉特征为 k_1, k_2, \dots, k_n ;则第 i 台锅炉对应的负荷值为: $Y_i = k_i * x_i$,对应的标准负荷为 \bar{Y}_i ,其中,标准负荷可以理解为在调整该锅炉的负荷之前,该锅炉最初时的负荷;最大升降负荷速率为 M ,频繁启停限制开启时间为 S_i ,频繁启停限制关闭时间为 P_i ,锅炉保持当前状态时间为 T_i

[0043] 单台锅炉升降负荷速率在设定范围内:

$$[0044] \quad |Y_i - \bar{Y}_i| \leq M$$

[0045] 设置单次最多只改变1台锅炉状态:

$$[0046] \quad \sum_{i=1}^n |sign(Y_i) - sign(\bar{Y}_i)| \leq 1$$

[0047] 其中,sign为符号函数。

[0048] 发生启停炉变化的锅炉需要满足设置的时间阈值：

$$[0049] \quad \max((Y_i - \bar{Y}_i), 0) * S_i + \max(\bar{Y}_i - Y_i, 0) * P_i \leq T_i$$

[0050] 生成的目标函数约束条件：

[0051] 变量之和 O_1 最小化：

$$[0052] \quad O_1 = \min\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)$$

[0053] 需要调整的锅炉的负荷的总负荷 O_2 最小：

$$[0054] \quad O_2 = \min\left(\sum_{i=1}^n |Y_i - \bar{Y}_i|\right)$$

[0055] 还需要设置进化算法相关参数：根据锅炉台数，设置锅炉组规模、最大进化代数、重组概率等参数，然后通过进化算法求得最优解。上述参数是进化算法中的常用参数，在此不再赘述。最优解可以理解为调度锅炉组中的每个锅炉的最优方案。

[0056] 设置目标函数的自变量，包括：设置自变量的取值范围、上下边界、维度和类型。

[0057] 上述设置，可以理解为设置自变量的属性，上述自变量的属性是数学计算中的常用属性，在此不再赘述。

[0058] 上述所有可选技术方案，可以采用任意结合形成本申请的可选实施例，在此不再一一赘述。

[0059] 下述为本公开装置实施例，可以用于执行本公开方法实施例。对于本公开装置实施例中未披露的细节，请参照本公开方法实施例。

[0060] 图3是本公开实施例提供的一种锅炉调度装置的示意图。如图3所示，该锅炉调度装置包括：

[0061] 获取模块301，被配置为获取锅炉组对应的锅炉组当前数据，其中，锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据；

[0062] 生成模块302，被配置为根据锅炉组当前数据，利用进化算法生成锅炉调度指令；

[0063] 控制模块303，被配置为通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。

[0064] 锅炉组当前数据是该锅炉组当前运行的数据，包括该锅炉组当前提供的能量，也就是该锅炉组当前的负荷。该锅炉组包括多个锅炉。锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据，包括每个锅炉当前的负荷。锅炉调度指令是用于调整该锅炉组中每个锅炉的负荷。比如该锅炉组包括A、B和C三个锅炉，A锅炉的负荷最大，C锅炉的负荷最小，为了安全起见，可以减小A锅炉的负荷，增大C锅炉的负荷。

[0065] 进化算法，或称“演化算法”(evolutionary algorithms, EAs)是一个“算法簇”，尽管它有很多的变化，有不同的遗传基因表达方式，不同的交叉和变异算子，特殊算子的引用，以及不同的再生和选择方法，但它们产生的灵感都来自于大自然的生物进化。与传统的基于微积分的方法和穷举法等优化算法相比，进化计算是一种成熟的具有高鲁棒性和广泛适用性的全局优化方法，具有自组织、自适应、自学习的特性，能够不受问题性质的限制，有效地处理传统优化算法难以解决的复杂问题。

[0066] 根据本公开实施例提供的技术方案，获取锅炉组对应的锅炉组当前数据，其中，锅炉组当前数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉当前数据；根据锅炉组当前数据，利用进

化算法生成锅炉调度指令;通过锅炉调度指令控制锅炉组中的每个锅炉。采用上述技术手段,可以解决现有技术中,无法实现锅炉的自动调度的问题,进而提供一种锅炉的自动调度的方法。

[0067] 可选地,生成模块302还被配置为对锅炉组当前数据进行数据预处理,其中,数据预处理包括:删除锅炉组当前数据中的干扰数据;根据通过数据预处理后的锅炉组当前数据,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0068] 因为锅炉在停炉后一段时间内依然存在蒸汽流量,干扰数据可以是锅炉在停炉后存在的蒸汽流量对应的负荷数据。通过数据预处理后的锅炉组当前数据,可以生成更加准确的锅炉调度指令。

[0069] 可选地,生成模块302还被配置为获取锅炉组对应的锅炉组历史数据,其中,锅炉组历史数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据;利用负荷预测算法处理锅炉组历史数据,得到负荷预测结果;根据锅炉组当前数据和负荷预测结果,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0070] 锅炉组历史数据是锅炉组历史上运行的数据,包括该锅炉组历史提供的能量,也就是该锅炉组历史中的总负荷。该锅炉组包括多个锅炉。锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,包括每个锅炉历史中的总负荷。

[0071] 获取训练数据,其中,训练数据包括多个锅炉组对应的锅炉组历史数据;利用训练数据训练第一神经网络模型,使得第一神经网络模型学习并保存有锅炉组的运行的数据和负荷预测结果之间的对应关系。负荷预测算法可以理解为训练后的第一神经网络模型。

[0072] 负荷预测结果是预测的一段时间内的锅炉组需要承担的负荷,锅炉组当前数据包括锅炉组当前的负荷,根据锅炉组当前数据和负荷预测结果,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0073] 可选地,生成模块302还被配置为根据锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算锅炉组中每个锅炉的锅炉特征;根据锅炉组当前数据、负荷预测结果和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0074] 获取训练数据,其中,训练数据包括多个锅炉组对应的锅炉组历史数据;利用训练数据训练第二神经网络模型,使得第二神经网络模型学习并保存有锅炉组的运行的数据和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征之间的对应关系。特征学习算法可以理解为训练后的第二神经网络模型。第一神经网络模型和第二神经网络模型可以是同一种神经网络模型。上文中的两次训练,主要是训练目的不同,或者是对训练数据的标注不同。在训练数据训练神经网络模型之前,都应该根据训练目的对训练数据进行标注。一个锅炉的锅炉特征可以是该锅炉的属性,比如该锅炉最大负荷和最合适的负荷等,一个锅炉最合适的负荷是该锅炉运行的最佳状态下的负荷。负荷预测结果是预测的一段时间内的锅炉组需要承担的负荷,锅炉组当前数据包括锅炉组当前的负荷。根据锅炉组当前数据、负荷预测结果和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0075] 可选地,生成模块302还被配置为获取锅炉组对应的锅炉组历史数据,其中,锅炉组历史数据包括锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据;根据锅炉组中每个锅炉对应的锅炉历史数据,利用特征学习算法计算锅炉组中每个锅炉的锅炉特征;根据锅炉组当前数据和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0076] 一个锅炉的锅炉特征可以是该锅炉的属性,负荷预测结果是预测的一段时间内的锅炉组需要承担的负荷,锅炉组当前数据包括锅炉组当前的负荷。根据锅炉组当前数据和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,利用进化算法生成锅炉调度指令。

[0077] 可选地,生成模块302还被配置为设置目标函数的自变量,其中,进化算法包括目标函数;获取设置函数指令,并根据设置函数指令和锅炉组中每个锅炉的锅炉特征,生成自变量的约束条件;利用负荷预测算法处理锅炉组历史数据,得到负荷预测结果;根据设置函数指令和负荷预测结果,生成目标函数的约束条件。

[0078] 生成自变量约束条件:

[0079] 设自变量为 x_1, x_2, \dots, x_n ,对应的锅炉特征为 k_1, k_2, \dots, k_n ;则第 i 台锅炉对应的负荷值为: $Y_i = k_i * x_i$,对应的标准负荷为 \bar{Y}_i ,其中,标准负荷可以理解为在调整该锅炉的负荷之前,该锅炉最初时的负荷;最大升降负荷速率为 M ,频繁启停限制开启时间为 S_i ,频繁启停限制关闭时间为 P_i ,锅炉保持当前状态时间为 T_i

[0080] 单台锅炉升降负荷速率在设定范围内:

$$[0081] \quad |Y_i - \bar{Y}_i| \leq M$$

[0082] 设置单次最多只改变1台锅炉状态:

$$[0083] \quad \sum_{i=1}^n |sign(Y_i) - sign(\bar{Y}_i)| \leq 1$$

[0084] 其中,sign为符号函数。

[0085] 发生启停炉变化的锅炉需要满足设置的时间阈值:

$$[0086] \quad \max((Y_i - \bar{Y}_i), 0) * S_i + \max(\bar{Y}_i - Y_i, 0) * P_i \leq T_i$$

[0087] 生成的目标函数约束条件:

[0088] 变量之和 O_1 最小化:

$$[0089] \quad O_1 = \min\left(\sum_{i=1}^n x_i\right)$$

[0090] 需要调整的锅炉的负荷的总负荷 O_2 最小:

$$[0091] \quad O_2 = \min\left(\sum_{i=1}^n |Y_i - \bar{Y}_i|\right)$$

[0092] 还需要设置进化算法相关参数:根据锅炉台数,设置锅炉组规模、最大进化代数、重组概率等参数,然后通过进化算法求得最优解。上述参数是进化算法中的常用参数,在此不再赘述。最优解可以理解为调度锅炉组中的每个锅炉的最优方案。

[0093] 可选地,生成模块302还被配置为设置自变量的取值范围、上下边界、维度和类型。

[0094] 上述设置,可以理解为设置自变量的属性,上述自变量的属性是数学计算中的常用属性,在此不再赘述。

[0095] 应理解,上述实施例中各步骤的序号的大小并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不对本公开实施例的实施过程构成任何限定。

[0096] 图4是本公开实施例提供的电子设备4的示意图。如图4所示,该实施例的电子设备

4包括:处理器401、存储器402以及存储在该存储器402中并且可在处理器401上运行的计算机程序403。处理器401执行计算机程序403时实现上述各个方法实施例中的步骤。或者,处理器401执行计算机程序403时实现上述各装置实施例中各模块/单元的功能。

[0097] 示例性地,计算机程序403可以被分割成一个或多个模块/单元,一个或多个模块/单元被存储在存储器402中,并由处理器401执行,以完成本公开。一个或多个模块/单元可以是能够完成特定功能的一系列计算机程序指令段,该指令段用于描述计算机程序403在电子设备4中的执行过程。

[0098] 电子设备4可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等电子设备。电子设备4可以包括但不仅限于处理器401和存储器402。本领域技术人员可以理解,图4仅仅是电子设备4的示例,并不构成对电子设备4的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件,例如,电子设备还可以包括输入输出设备、网络接入设备、总线等。

[0099] 处理器401可以是中央处理单元(Central Processing Unit,CPU),也可以是其它通用处理器、数字信号处理器(Digital Signal Processor,DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit,ASIC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array,FPGA)或者其它可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0100] 存储器402可以是电子设备4的内部存储单元,例如,电子设备4的硬盘或内存。存储器402也可以是电子设备4的外部存储设备,例如,电子设备4上配备的插接式硬盘,智能存储卡(Smart Media Card,SMC),安全数字(Secure Digital,SD)卡,闪存卡(Flash Card)等。进一步地,存储器402还可以既包括电子设备4的内部存储单元也包括外部存储设备。存储器402用于存储计算机程序以及电子设备所需的其它程序和数据。存储器402还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0101] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为了描述的方便和简洁,仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明,实际应用中,可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成,即将装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块,以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块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。另外,各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分,并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0102] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述或记载的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0103] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本公开的范围。

[0104] 在本公开所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置/电子设备和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置/电子设备实施例仅仅是示意性的,例如,模块或单元的划分,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,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讯连接可以通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通讯连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0105] 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。

[0106] 另外,在本公开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。

[0107] 集成的模块/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,可以存储在一个计算机可读存储介质中。基于这样的理解,本公开实现上述实施例方法中的全部或部分流程,也可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成,计算机程序可以存储在计算机可读存储介质中,该计算机程序在被处理器执行时,可以实现上述各个方法实施例的步骤。计算机程序可以包括计算机程序代码,计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。计算机可读介质可以包括:能够携带计算机程序代码的任何实体或装置、记录介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。需要说明的是,计算机可读介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减,例如,在某些司法管辖区,根据立法和专利实践,计算机可读介质不包括电载波信号和电信信号。

[0108] 以上实施例仅用以说明本公开的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本公开各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本公开的保护范围之内。

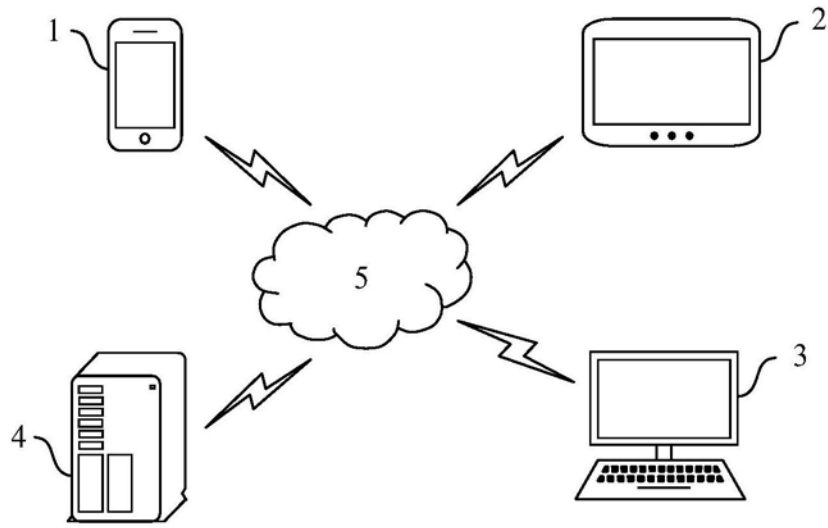


图1

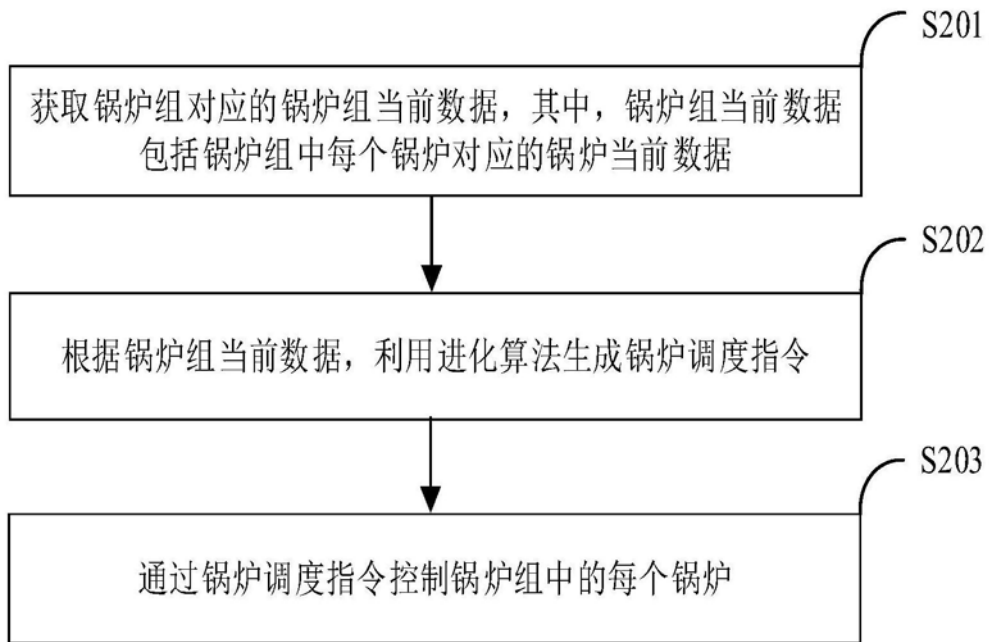


图2

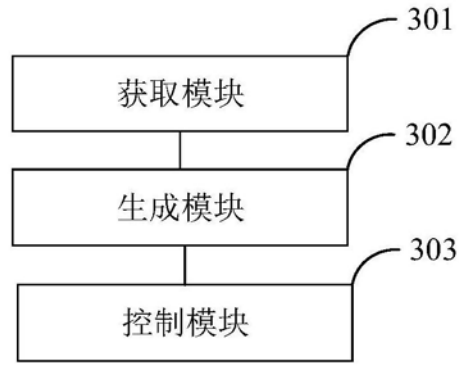


图3

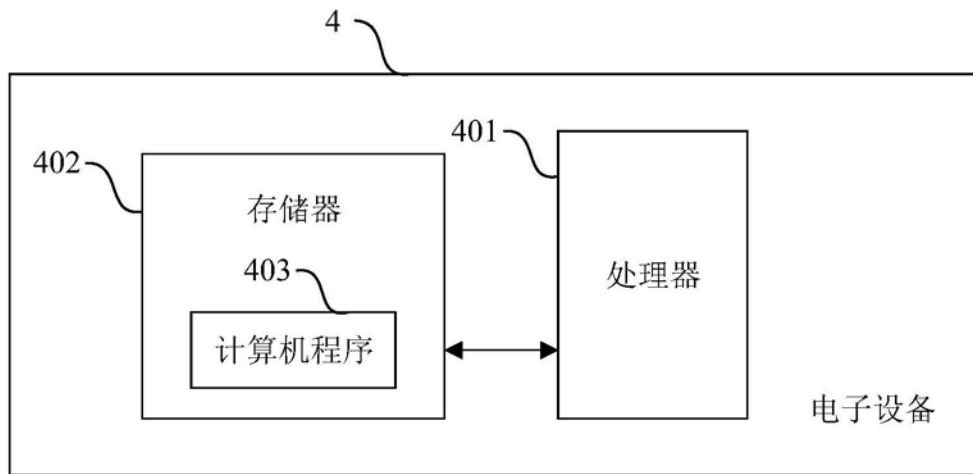


图4