



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111649465 B

(45) 授权公告日 2022. 04. 08

(21) 申请号 202010505056.8

F24F 11/88 (2018.01)

(22) 申请日 2020.06.05

G06N 20/00 (2019.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G06Q 10/04 (2012.01)

申请公布号 CN 111649465 A

F24F 110/12 (2018.01)

(43) 申请公布日 2020.09.11

F24F 110/22 (2018.01)

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

F24F 110/20 (2018.01)

地址 150006 黑龙江省哈尔滨市南岗区西
大直街92号

F24F 110/50 (2018.01)

F24F 110/30 (2018.01)

(72) 发明人 赵泽明 刘京 周志刚 靳崇渝
薛普宁

(56) 对比文件

CN 109405195 A, 2019.03.01

(74) 专利代理机构 北京高沃律师事务所 11569
代理人 杜阳阳

CN 110494697 A, 2019.11.22

CN 111043726 A, 2020.04.21

CN 110030704 A, 2019.07.19

US 2019293318 A1, 2019.09.26

CN 110425698 A, 2019.11.08

(51) Int. Cl.

审查员 孙莹

F24F 11/89 (2018.01)

F24F 11/64 (2018.01)

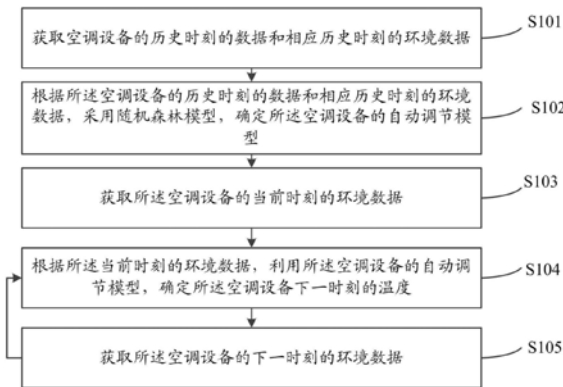
权利要求书3页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

一种空调设备自动控制方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及一种空调设备自动控制方法及系统。所述方法包括获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据;根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型;获取所述空调设备的当前时刻的环境数据;根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度;获取所述空调设备的下一时刻的环境数据,返回所述根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度的步骤。本发明实现智能家居空调设备的个性化、智能化的控制。



1. 一种空调设备自动控制方法,其特征在于,包括:

获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据;所述环境数据包括历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数以及风速;所述历史时刻的数据包括所述空调设备在相应时刻的所述环境数据下的工况、工作状态以及设定温度;所述工况包括供暖或供冷;所述工作状态包括开启或关闭;

根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型;所述自动调节模型以当前时刻的环境数据为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;所述自动调节模型包括空调设备的工况预测模型、工作状态预测模型和温度预测模型;所述空调设备的工况预测模型以室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及时间为输入,以空调设备的工况为输出;所述空调设备的工作状态预测模型以当前时刻的环境数据和当前时刻下的工况为输入,以所述空调设备的下一时刻的工作状态为输出;所述空调设备的温度预测模型以当前时刻的环境数据、当前时刻下的工况和当前时刻的工作状态为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;

获取所述空调设备的当前时刻的环境数据;

根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度;将下一时刻开、关空调设备供暖/供冷及空调设备供暖/供冷设定温度的预测结果作为对空调下一时刻自动调控的设定值;

获取所述空调设备的下一时刻的环境数据,返回所述根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度的步骤;

所述根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型,具体包括:

根据所述空调设备的历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及相应时刻下工况,采用随机森林模型,确定所述空调设备的工况预测模型;

根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态预测模型;

根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况、工作状态以及设定温度,采用随机森林模型,确定空调设备的温度预测模型;

所述根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态预测模型,具体包括:

当所述工况为供暖时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第一预测模型;

当所述工况为供冷时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数、风速以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第二预测模型;

根据所述工作状态第一预测模型和所述工作状态第二预测模型确定所述工作状态预测模型。

2. 根据权利要求1所述的一种空调设备自动控制方法,其特征在于,所述获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,之后还包括:

根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据确定空调设备的历

史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据随时间变化的矩阵。

3. 根据权利要求1所述的一种空调设备自动控制方法,其特征在于,所述随机森林模型包括20个基学习器。

4. 一种空调设备自动控制系统,其特征在于,包括:

历史数据获取模块,用于获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据;所述环境数据包括历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数以及风速;所述历史时刻的数据包括所述空调设备在相应时刻的所述环境数据下的工况、工作状态以及设定温度;所述工况包括供暖或供冷;所述工作状态包括开启或关闭;

自动调节模型确定模块,用于根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型;所述自动调节模型以当前时刻的环境数据为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;所述自动调节模型包括空调设备的工况预测模型、工作状态预测模型和温度预测模型;所述空调设备的工况预测模型以室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及时间为输入,以空调设备的工况为输出;所述空调设备的工作状态预测模型以当前时刻的环境数据和当前时刻下的工况为输入,以所述空调设备的下一时刻的工作状态为输出;所述空调设备的温度预测模型以当前时刻的环境数据、当前时刻下的工况和当前时刻的工作状态为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;

当前时刻的环境数据获取模块,用于获取所述空调设备的当前时刻的环境数据;

温度自动调节模块,用于根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度;将下一时刻开、关空调设备供暖/供冷及空调设备供暖/供冷设定温度的预测结果作为对空调下一时刻自动调控的设定值;

自动控制模块,用于获取所述空调设备的下一时刻的环境数据,返回所述根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度的步骤;

所述自动调节模型确定模块具体包括:

工况预测模型确定单元,用于根据所述空调设备的历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及相应时刻下工况,采用随机森林模型,确定所述空调设备的工况预测模型;

工作状态预测模型确定单元,用于根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态预测模型;

温度预测模型确定单元,用于根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况、工作状态以及设定温度,采用随机森林模型,确定空调设备的温度预测模型;

所述工作状态预测模型确定单元具体包括:

工作状态第一预测模型确定子单元,用于当所述工况为供暖时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第一预测模型;

工作状态第二预测模型确定子单元,用于当所述工况为供冷时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数、风速以及工作状

态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第二预测模型;

工作状态预测模型确定子单元,用于根据所述工作状态第一预测模型和所述工作状态第二预测模型确定所述工作状态预测模型。

5.根据权利要求4所述的一种空调设备自动控制系统,其特征在于,还包括:

矩阵确定模块,用于根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据确定空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据随时间变化的矩阵。

一种空调设备自动控制方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及智能家居领域,特别是涉及一种空调设备自动控制方法及系统。

背景技术

[0002] 近年来,大力推进智慧城市的建设部署,在智能化、自动化高新技术的驱动下,智能家居产业蓬勃发展。当前,智能影音、智能照明、家庭安防、智能门锁、智能门窗等多种场景应用火爆。而作为改善建筑室内环境、满足居住者热舒适需求的主力—建筑暖通空调设备,与其相关的智能家居场景则应用较少,且开发的功能相对单一,仅能实现对空调的远程控制,即用户在手机上远程、手动开启或关闭空调及设定空调温度等。由于居住者新陈代谢水平、个人习惯偏好、服装热阻等方面的差异,其热环境适应能力差异较大。因此,现阶段仍缺少从居住者行为习惯、个人需求出发,为其提供个性化、智能化的暖通空调设备定制服务,从而营造居住者偏好的室内热舒适环境。

[0003] 该问题的出现,一方面源于当前对居住者行为习惯进行研究较为困难。居住者行为具有将强的随机性、复杂性,对居住者行为进行测试、记录的难度较大;同时,居住者行为研究常引发居住者对个人隐私泄漏的担心,故调研数据量严重不足,居住者的空调调节行为习惯尚未得到充分认识。另一方面,现阶段居住者行为习惯的研究方法具有局限性。目前仍主要依赖于短期的实测调研及物理上的观察分析,而缺少以大数据、云平台为基础的长期、规律性研究。

[0004] 可见,现有技术中还不能实现智能家居空调设备的个性化、智能化的控制。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种空调设备自动控制方法及系统,实现智能家居空调设备的个性化、智能化的控制。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:

[0007] 一种空调设备自动控制方法,包括:

[0008] 获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据;所述环境数据包括历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数以及风速;所述历史时刻的数据包括所述空调设备在相应时刻的所述环境数据下的工况、工作状态以及设定温度;所述工况包括供暖或供冷;所述工作状态包括开启或关闭;

[0009] 根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型;所述自动调节模型以当前时刻的环境数据为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;所述自动调节模型包括空调设备的工况预测模型、工作状态预测模型和温度预测模型;所述空调设备的工况预测模型以室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及时间为输入,以空调设备的工况为输出;所述空调设备的工作状态预测模型以当前时刻的环境数据和当前时刻下的工况为输入,以所述空调设备的下一时刻的工作状态为输出;所述空调设备的温度预测模型以当前时刻的环境数据、当前

时刻下的工况和当前时刻的工作状态为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;

[0010] 获取所述空调设备的当前时刻的环境数据;

[0011] 根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度;

[0012] 获取所述空调设备的下一时刻的环境数据,返回所述根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度的步骤。

[0013] 可选的,所述获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,之后还包括:

[0014] 根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据确定空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据随时间变化的矩阵。

[0015] 可选的,所述根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型,具体包括:

[0016] 根据所述空调设备的历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及相应时刻下工况,采用随机森林模型,确定所述空调设备的工况预测模型;

[0017] 根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态预测模型;

[0018] 根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况、工作状态以及设定温度,采用随机森林模型,确定空调设备的温度预测模型。

[0019] 可选的,所述根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态预测模型,具体包括:

[0020] 当所述工况为供暖时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第一预测模型;

[0021] 当所述工况为供冷时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数、风速以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第二预测模型;

[0022] 根据所述工作状态第一预测模型和所述工作状态第二预测模型确定所述工作状态预测模型。

[0023] 可选的,所述随机森林模型包括20个基学习器。

[0024] 一种空调设备自动控制系统,包括:

[0025] 历史数据获取模块,用于获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据;所述环境数据包括历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数以及风速;所述历史时刻的数据包括所述空调设备在相应时刻的所述环境数据下的工况、工作状态以及设定温度;所述工况包括供暖或供冷;所述工作状态包括开启或关闭;

[0026] 自动调节模型确定模块,用于根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型;所述自动调节模型以当前时刻的环境数据为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;所述自动调节模型包括空调设备的工况预测模型、工作状态预测模型和温度预测模型;所述空调设备的工

况预测模型以室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及时间为输入,以空调设备的工况为输出;所述空调设备的工作状态预测模型以当前时刻的环境数据和当前时刻下的工况为输入,以所述空调设备的下一时刻的工作状态为输出;所述空调设备的温度预测模型以当前时刻的环境数据、当前时刻下的工况和当前时刻的工作状态为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;

[0027] 当前时刻的环境数据获取模块,用于获取所述空调设备的当前时刻的环境数据;

[0028] 温度自动调节模块,用于根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度;

[0029] 自动控制模块,用于获取所述空调设备的下一时刻的环境数据,返回所述根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度的步骤。

[0030] 可选的,还包括:

[0031] 矩阵确定模块,用于根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据确定空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据随时间变化的矩阵。

[0032] 可选的,所述自动调节模型确定模块具体包括:

[0033] 工况预测模型确定单元,用于根据所述空调设备的历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及相应时刻下工况,采用随机森林模型,确定所述空调设备的工况预测模型;

[0034] 工作状态预测模型模型确定单元,用于根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态预测模型;

[0035] 温度预测模型确定单元,用于根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况、工作状态以及设定温度,采用随机森林模型,确定空调设备的温度预测模型。

[0036] 可选的,所述工作状态预测模型确定单元具体包括:

[0037] 工作状态第一预测模型确定子单元,用于当所述工况为供暖时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第一预测模型;

[0038] 工作状态第二预测模型确定子单元,用于当所述工况为供冷时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数、风速以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第二预测模型;

[0039] 工作状态预测模型确定子单元,用于根据所述工作状态第一预测模型和所述工作状态第二预测模型确定所述工作状态预测模型。

[0040] 根据本发明提供的具体实施例,本发明公开了以下技术效果:

[0041] 本发明所提供的一种空调设备自动控制方法及系统,通过根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型,根据自动调节模型和实时的环境数据,空调设备的调节实时更新,随时间动态变化,并且,能动态反映居住者的个人习惯偏好及需求的变化。无需人员操作,从而有效指导智能家居空调设备场景的个性化、智能化定制服务。

附图说明

[0042] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例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发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0043] 图1为本发明所提供的一种空调设备自动控制方法流程示意图;

[0044] 图2为本发明所提供的空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据随时间变化的矩阵示意图;

[0045] 图3为本发明所提供的基学习器结构示意图;

[0046] 图4为二分类法的中位点示意图;

[0047] 图5为本发明所提供的基学习器在剪枝过程中对考察替换内部结点的示意图;

[0048] 图6为本发明所提供工况调节示意图;

[0049] 图7为本发明所提供的一种空调设备自动控制系统结构示意图。

具体实施方式

[0050] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0051] 本发明的目的是提供一种空调设备自动控制方法及系统,实现智能家居空调设备的个性化、智能化的控制。

[0052] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0053] 图1为本发明所提供的一种空调设备自动控制方法流程示意图,如图1所示,本发明所提供的一种空调设备自动控制方法,包括:

[0054] S101,获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据;所述环境数据包括历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数以及风速;所述历史时刻的数据包括所述空调设备在相应时刻的所述环境数据下的工况、工作状态以及设定温度;所述工况包括供暖或供冷;所述工作状态包括开启或关闭。

[0055] 其中,根据建筑室内外环境数据采集系统与智慧家居平台获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据。建筑室外环境数据采集系统应具备对室外空气温度、室外相对湿度、降水情况、空气中污染物浓度(臭氧、一氧化碳、二氧化氮、二氧化硫、PM10、PM2.5)、风速的实时监测;各空调房间应具备对室内相对湿度的实时监测。智慧家居平台将实时记录、上传居住者开关空调设备供暖、供冷及温度设定的情况。

[0056] 空调设备的历史时刻的数据中的工况、工作状态以及设定温度都是根据相应环境数据,居住者制定的符合自身的行为习惯及个人偏好策略数据。即空调设备的历史时刻的数据中的工况、工作状态以及设定温度体现了居住者的习惯。

[0057] 空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据如表1:

参数名称 (单位)	参数类型	参数表示形式
室外空气温度 (°C)	连续变量	监测数值
室外相对湿度 (%)	连续变量	监测数值
室内相对湿度 (%)	连续变量	监测数值
月	分类变量	具体月份
日	分类变量	具体日期
工作日	分类变量	1: 工作日; 0: 休息日
[0058] 时段	分类变量	1: 1:00~1:59; 2: 2:00~2:59; 3: 3:00~3:59; 4: 4:00~4:59; 23: 23:00~23:59; 24: 0:00~0:59;
降水情况	分类变量	1: 降水; 0: 非降水
空气质量指数	连续变量	计算数值, 计算公式如下式
风速 (m/s)	连续变量	监测数值
该房间下一时刻空调设备供	分类变量	1: 供暖; 0: 供冷
暖、供冷工况		
[0059] 该房间下一时刻空调开启、关闭状态	分类变量	1: 开启; 0: 关闭
该房间下一时刻空调的设定温度 (°C) (开启前提下)	连续变量	具体数值

[0060] 其中,空气质量指数 (AQI) 依据《环境空气质量指数 (AQI) 技术规定 (试行) HJ633-2012》的规定,计算方法如下:

$$[0061] \quad AQI = \max \{IAQI_1, IAQI_2, IAQI_3, \dots, IAQI_6\} \quad (1)$$

[0062] 式中AQI—空气质量指数;

[0063] IAQI—某污染物项目的空气质量分指数。

$$[0064] \quad IAQI_i = \frac{IAQI_{Hi} - IAQI_{Li}}{BP_{Hi} - BP_{Li}}(C_i - BP_{Li}) + IAQI_{Li} \quad (2)$$

[0065] 式中IAQI_i—污染物项目i的空气质量分指,C_i—污染物项目i的质量浓度值, BP_{Hi}—表2中与C_i相接近的污染物浓度限值的高位值, BP_{Li}—表2中与C_i相接近的污染物浓度限值的低位值, IAQI_{Hi}—表2中与BP_{Hi}相对应的空气质量分指数, IAQI_{Li}—表2中与BP_{Li}相对应的空气质量分指数,表2为空气质量分指数及对应的污染物项目浓度限值,表2如下:

[0066] 表2

空气质量分指数 IAQI	污染物项目浓度限值					
	二氧化硫 (μg/m ³)	二氧化氮 (μg/m ³)	PM10 (μg/m ³)	一氧化碳 (μg/m ³)	臭氧 (μg/m ³)	PM2.5 (μg/m ³)
0	0	0	0	0	0	0
50	150	100	50	5	160	35
100	500	200	150	10	200	75
150	650	700	250	35	300	115
200	800	1200	350	60	400	150
300	1600	2340	420	90	800	250
400	2100	3090	500	120	1000	350
500	2620	3840	600	150	1200	500

[0069] 为了提高空调设备的自动调节模型的建模效率,本发明所提供的一种空调设备自动控制方法根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据确定空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据随时间变化的矩阵。所述矩阵如图2所示。

[0070] S102,根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型;所述自动调节模型以当前时刻的环境数据为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;所述自动调节模型包括空调设备的工况预测模型、工作状态预测模型和温度预测模型;所述空调设备的工况预测模型以室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及时间为输入,以空调设备的工况为输出;所述空调设备的工作状态预测模型以当前时刻的环境数据和当前时刻下的工况为输入,以所述空调设备的下一时刻的工作状态为输出;所述空调设备的温度预测模型以当前时刻的环境数据、当前时刻下的工况和当前时刻的工作状态为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出。

[0071] 空调设备的工况预测模型的具体预测过程为:

[0072] 根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据获取2个最邻近的“下一时刻开启空调设备供暖状态”的样本与“下一时刻开启空调设备供冷状态”的样本(或2个最邻近的“下一时刻开启空调设备供冷状态”的样本与“下一时刻开启空调设备供暖状态”的样本);判定以上2样本间的空调设备的状态是否均为关闭状态,且关闭状态样本数 $c \geq (1440/a-1)$,其中,a为采样时间间隔(min),即以上2样本间的时间间隔 ≥ 1 天。若满足上述条件,则判定2样本间的空调设备关闭状态样本的“下一时刻空调设备工况=0,空档”;关闭状态前的最邻近“下一时刻开启空调设备供暖(供冷)状态”的样本及其以前的该年份全部样本均判定“下一时刻空调设备工况=1,供暖(=2,供冷)”;关闭状态后的最邻近“下一时刻开启空调设备供冷(供暖)状态”的样本及其以后的该年份全部样本均判定“下一时刻空调工况=2,供冷(=1,供暖)”。如图6所示。

[0073] 若历史时刻数据中未识别出“空档”,即识别出历史时刻数据中仅存在“下一时刻开启空调设备供暖状态”的样本或仅存在“下一时刻开启空调设备供冷状态”的样本,即该房间仅存在空调设备供暖(或供冷)工况,则判定全部历史样本为“下一时刻空调设备的工况=1,供暖(或=2,供冷)”。

[0074] 所述随机森林模型包括20个基学习器,基学习器结构示意图如图3所示。各基学习器的构建方法均相同,任意基学习器 $i (1 \leq i \leq 20)$ 的具体构建步骤如下:

[0075] 1) 根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据确定样本集D。

[0076] 2) 从样本集D中随机抽取多个属性,作为候选划分属性;从候选划分属性中选出最优划分属性。将所述最优划分属性放置于“根结点”处(如图3所示)，“根结点”的分支分别为该属性划分的各个类别;而当该属性是连续变量时,没有划分明确的属性类别,程序则以该连续变量所有取值的中位点为界,自动实现二分类,如图4所示。

[0077] 其中,最优划分属性的具体选择过程为:首先,计算样本集合D的“信息熵”,如公式(3);在此基础上,计算各候选划分属性的“信息增益”,如公式(4);再计算各候选划分属性的“增益率”,如公式(5);在信息增益值高于平均信息增益的属性中,选择增益率最大的属性作为最优划分属性。

$$[0078] \quad Ent(D) = -\sum_{k=1}^m p_k \cdot \log_2 p_k \quad (3);$$

[0079] 式中D—样本集合D;Ent(D)—样本集合D的信息熵;k—样本标签的类别, $k=1, 2, \dots, m$; p_k —第k类样本标签出现的概率。

$$[0080] \quad Gain(D, a) = Ent(D) - \sum_{v=1}^V \frac{|D^v|}{|D|} Ent(D^v) \quad (4);$$

[0081] 式中a—任一候选划分属性;Gain(D, a)—属性a对样本D进行划分时的信息增益;|D|—样本集合D的样本数;Ent(D)—样本集合D的信息熵;v—属性a的任一分支, $v=1, 2, \dots, V$, V为属性a的总分支个数;

[0082] D^v —属性a中v分支的样本集合; $|D^v|$ —样本集合 D^v 的样本数;

[0083] Ent(D^v)—样本集合 D^v 的信息熵。

$$[0084] \quad Gain_ratio(D, a) = \frac{Gain(D, a)}{IV(a)} \quad (5);$$

[0085] 式中Gain_ratio(D,a)一属性a对样本D进行划分时的增益率；

[0086] Gain(D,a)一属性a对样本D进行划分时的信息增益；IV(a)一属性a的固有值，

$$IV(a) = -\sum_{v=1}^V \frac{|D^v|}{|D|} \cdot \log_2 \frac{|D^v|}{|D|}.$$

[0087] 3) 基于步骤2中根结点的划分情况，若程序识别出某一分支的样本“标签”属于同一种类型，则该分支的样本无法进一步划分，程序将自动将该分支的末端标记为“叶结点”（如图3所示）。若识别出某一分支的样本集合可以继续划分，则程序将继续自动从上述输入属性中，随机抽取3个属性，作为候选划分属性。若该结点上一层级的结点（如根结点）属性为分类变量，则该属性不能再次作为候选划分属性；若该结点上一层级的结点（如根结点）属性为连续变量，则在上一层级划分的基础上，可以在该层级继续作为候选划分属性。基于划分属性的确定，程序将自动选出最优划分属性放置于“内部结点”处（如图3所示，选择方法与2中相同）。基于上述划分原则，程序将继续自动对样本进行划分、对结点进行标记，直至不再有可用的划分属性或样本已无法进一步划分，则将分支标记为叶结点。最终，形成形如图3的基学习器一决策树。

[0088] 4) 从样本集合A中，取步骤1中样本集合D的补集（命名为样本集合B）。程序将自动把集合B中的样本代入3中构建的基学习器，使B中各样本遍历基学习器，得到各样本的标签类别，即为基于该基学习器的“预测结果”。程序将自动统计集合B中样本的“预测结果”与其原始值。

[0089] 在具体的实施例中，输出变量“该房间下一时刻的空调设备供暖、供冷的工况”为分类变量，程序将自动计算基于该基学习器的预测准确率（Accuracy），计算公式如公式6。

$$[0090] \quad Accuracy = \frac{n_{correct}}{n_{total}} \quad (6);$$

[0091] 式中 $n_{correct}$ —集合中分类正确的样本数； n_{total} —集合中的总样本数。

[0092] 5) 从最底层的“内部结点”开始，如图3中内部结点①，由底至顶对逐个“内部结点”进行以下操作：如图5所示，以内部结点①为例，将其替换为“叶结点”，即把该内部结点下的全部样本标记为当前结点下数目最多的标签类别；再自动把集合B中的样本代入3中构建的基学习器中，使B中各样本遍历基学习器，得到各样本的标签类别，即得到基于该基学习器的“预测结果”。程序将自动统计集合B中样本的新“预测结果”与其原始值。计算此时基学习器的预测准确率2。若此时基学习器的预测准确率2高于5中的基学习器预测准确率1，则将当前“内部结点”替换为“叶结点”，即进行“剪枝”；反之，则不进行替换，即不“剪枝”。

[0093] 6) 剪枝完成，即完成基学习器 i ($1 \leq i \leq 20$) 的构建。

[0094] 根据所述空调设备的历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及相应时刻下工况，采用随机森林模型，确定所述空调设备的工况预测模型。

[0095] 根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态，采用随机森林模型，确定空调设备的工作状态预测模型。

[0096] 当所述工况为供暖时，根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况以及工作状态，采用随机森林模型，确定空调设备的工作状态第一预测模型。

[0097] 当所述工况为供冷时，根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相

对湿度、降水情况、空气质量指数、风速以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第二预测模型。

[0098] 根据所述工作状态第一预测模型和所述工作状态第二预测模型确定所述工作状态预测模型。

[0099] 根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况、工作状态以及设定温度,采用随机森林模型,确定空调设备的温度预测模型。即根据工况为供暖或供冷的不同,所述空调设备的温度预测模型用于空调设备供暖温度的预测,还用于空调供冷温度的预测。

[0100] S103,获取所述空调设备的当前时刻的环境数据。

[0101] S104,根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度。

[0102] 将下一时刻开、关空调设备供暖/供冷及空调设备供暖/供冷设定温度的预测结果作为对空调下一时刻自动调控的设定值。同时,用户可通过空调设备的控制面板自主干预以上空调设备的调控,系统将记录真实的空调设备的开关及温度设定值,作为后续时刻建模的历史数据(即用户不干预空调设备的调控时,系统将基于预测结果自动调控,并记录下各时刻的空调调控情况;用户干预空调调控时,用户的调控将控制空调的设定,系统将记录空调真实的调控、使用情况)。

[0103] S105,获取所述空调设备的下一时刻的环境数据,返回所述根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度的步骤。

[0104] 图7为本发明所提供的一种空调设备自动控制系统结构示意图,如图7所示,本发明所提供的一种空调设备自动控制系统,包括:历史数据获取模块701、自动调节模型确定模块702、当前时刻的环境数据获取模块703、温度自动调节模块704和自动控制模块705。

[0105] 历史数据获取模块701用于获取空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据;所述环境数据包括历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数以及风速;所述历史时刻的数据包括所述空调设备在相应时刻的所述环境数据下的工况、工作状态以及设定温度;所述工况包括供暖或供冷;所述工作状态包括开启或关闭。

[0106] 自动调节模型确定模块702用于根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据,采用随机森林模型,确定所述空调设备的自动调节模型;所述自动调节模型以当前时刻的环境数据为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出;所述自动调节模型包括空调设备的工况预测模型、工作状态预测模型和温度预测模型;所述空调设备的工况预测模型以室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及时间为输入,以空调设备的工况为输出;所述空调设备的工作状态预测模型以当前时刻的环境数据和当前时刻下的工况为输入,以所述空调设备的下一时刻的工作状态为输出;所述空调设备的温度预测模型以当前时刻的环境数据、当前时刻下的工况和当前时刻的工作状态为输入,以所述空调设备下一时刻的温度为输出。

[0107] 当前时刻的环境数据获取模块703用于获取所述空调设备的当前时刻的环境数据。

[0108] 温度自动调节模块704用于根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的

自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度。

[0109] 自动控制模块705用于获取所述空调设备的下一时刻的环境数据,返回所述根据所述当前时刻的环境数据,利用所述空调设备的自动调节模型,确定所述空调设备下一时刻的温度的步骤。

[0110] 本发明所提供的一种空调设备自动控制系统,还包括:矩阵确定模块。

[0111] 矩阵确定模块用于根据所述空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据确定空调设备的历史时刻的数据和相应历史时刻的环境数据随时间变化的矩阵。

[0112] 所述自动调节模型确定模块具体包括:工况预测模型确定单元、工作状态预测模型确定单元和温度预测模型确定单元。

[0113] 工况预测模型确定单元用于根据所述空调设备的历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度以及相应时刻下工况,采用随机森林模型,确定所述空调设备的工况预测模型。

[0114] 工作状态预测模型确定单元用于根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况和工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态预测模型。

[0115] 温度预测模型确定单元用于根据所述历史时刻的环境数据以及相应时刻下所述空调设备的工况、工作状态以及设定温度,采用随机森林模型,确定空调设备的温度预测模型。

[0116] 所述工作状态预测模型确定单元具体包括:工作状态第一预测模型确定子单元、工作状态第二预测模型确定子单元和工作状态预测模型确定子单元。

[0117] 工作状态第一预测模型确定子单元用于当所述工况为供暖时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第一预测模型。

[0118] 工作状态第二预测模型确定子单元用于当所述工况为供冷时,根据所述历史时刻的室外空气温度、室外相对湿度、室内相对湿度、降水情况、空气质量指数、风速以及工作状态,采用随机森林模型,确定空调设备的工作状态第二预测模型。

[0119] 工作状态预测模型确定子单元用于根据所述工作状态第一预测模型和所述工作状态第二预测模型确定所述工作状态预测模型。

[0120] 本发明所提供的一种空调设备自动控制方法及系统,普适性强、适用范围广。由于居住者间的行为习惯差异较大,居住者的热舒适偏好、房间的建筑性能及设备性能等也不相同。故本发明以住宅的逐个房间为研究单位,对各空调房间分别建模,因此,本发明不受建筑地理位置、房间户型、房间功能、人员数量等限制,均能有效建立居住者空调调节行为的相关模型,实现居住者的行为预测。

[0121] 本发明的预测结果能充分体现居住者的个人习惯偏好、热舒适需求,且能随居住者行为习惯的变化进行动态预测、适应居住者行为变化的能力强。由于该模型是基于房间居住者空调调节行为的历史数据建立的,历史数据中蕴含了居住者的生活作息、习惯偏好、热舒适需求等,而机器学习算法能有效挖掘出以上信息,从而将以上信息反映在预测结果中。同时,本方法用于建模的数据集实时从云平台下载、实时更新,随时间动态变化,因此该预测方法能动态反映居住者的个人习惯偏好及需求的变化。

[0122] 本发明的建模及预测方法操作简便、实用性强,模型简单、功能强大且具有实际意义。依托于智慧家居平台及室内外环境监测系统获取数据,本发明体系能够自动完成行为模型的建立及行为预测,无需人员操作。同时,模型简单实用,模型的输入、输出变量易测易得,所需参数均可由智慧家居平台获取,且模型能反映出真实物理环境、时间因素等对居住者行为的影响,实际意义较强。基于本发明体系可一次性、自动实现对房间空调设备供冷、供热工况的预测、居住者开、关空调设备供冷或供暖行为的预测及居住者供暖及供冷温度调节行为的预测,功能全面。

[0123] 采用本发明对居住者行为进行建模及预测,能有效保证用户的个人权益,不会涉及用户个人身份信息的暴露问题。这是由于该方法以房间为研究单位进行建模,无需消除通用模型中各房间居住者的信息差异,可减少对居住者个人身份信息的采集,更能保护用户的个人隐私权益。

[0124] 经实际案例验证,本发明的预测准确性好、效率高,能满足对居住者空调调节行为的实时、精准预测需求,且模型的稳定性好。这是由建模及预测的方法—随机森林算法决定的。基于随机森林算法的以上模型均能够满足对居住者行为的实时、精准预测的需求,且具有较强的实际意义和应用价值。

[0125] 本说明书中各个实施例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,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的系统而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0126] 本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

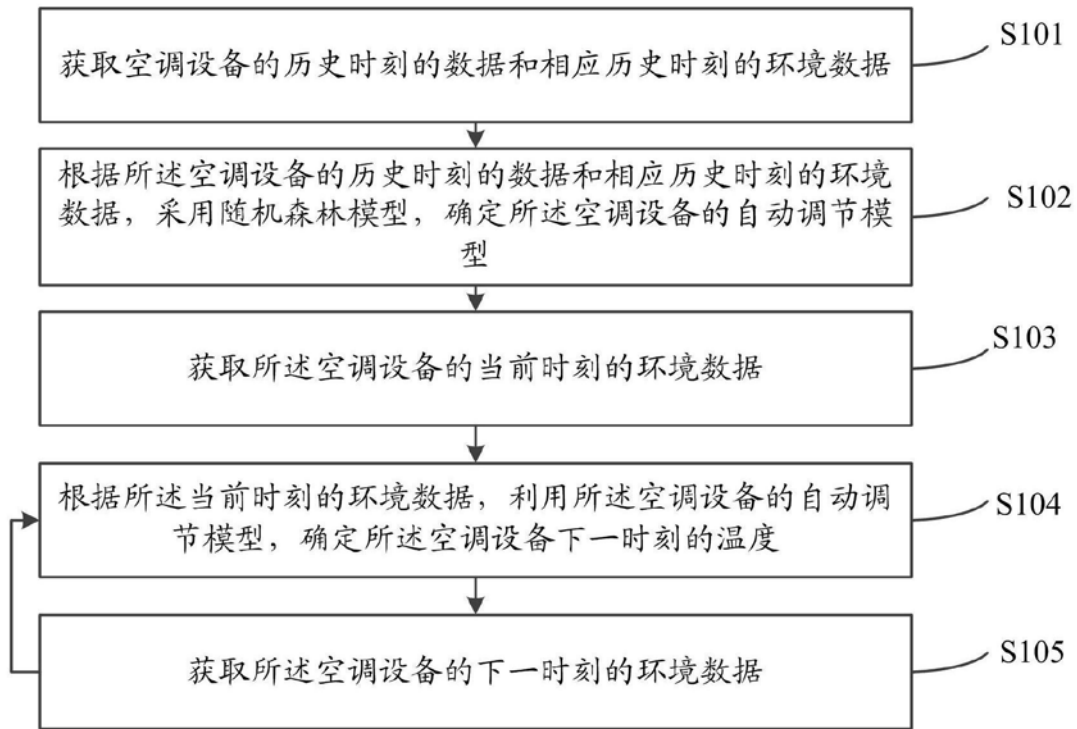


图1

	参数1	参数2	参数3	参数4	参数5	参数6	参数7	参数8	参数9	参数10	参数11	参数12	参数13
	↑ 室外 空气 温度	↑ 室外 相对 湿度	↑ 室内 相对 湿度	↑ 月	↑ 日	↑ 工作日	↑ 时段	↑ 降水 情况	↑ 空气 质量 指数	↑ 风速	↑ 下一刻 供暖供 冷工况	↑ 下一刻 空调开 关状态	↑ 下一刻 空调设 定温度
时刻1 ← 2019.1.1, 10:00	a ₁	b ₁	c ₁	d ₁	e ₁	f ₁	g ₁	h ₁	i ₁	j ₁	k ₂	l ₂	m ₂
时刻2 ← 2019.1.1, 10:05	a ₂	b ₂	c ₂	d ₂	e ₂	f ₂	g ₂	h ₂	i ₂	j ₂	k ₃	l ₃	m ₃
时刻3 ← 2019.1.1, 10:10	a ₃	b ₃	c ₃	d ₃	e ₃	f ₃	g ₃	h ₃	i ₃	j ₃	k ₄	l ₄	m ₄
.....													
时刻(t-1) ← 2020.1.1, 10:00	a _(t-1)	b _(t-1)	c _(t-1)	d _(t-1)	e _(t-1)	f _(t-1)	g _(t-1)	h _(t-1)	i _(t-1)	j _(t-1)	k _t	l _t	m _t
时刻t ← 2020.1.1, 10:05	a _t	b _t	c _t	d _t	e _t	f _t	g _t	h _t	i _t	j _t	k _(t+1)	l _(t+1)	m _(t+1)

图2

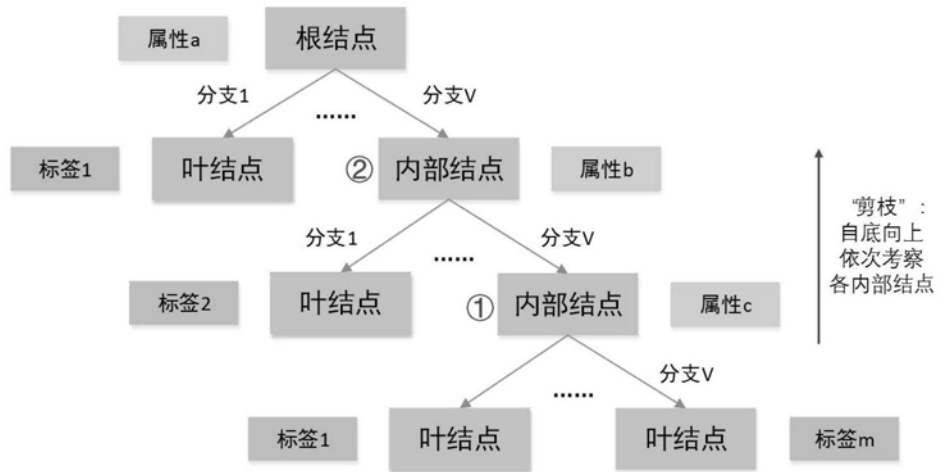


图3

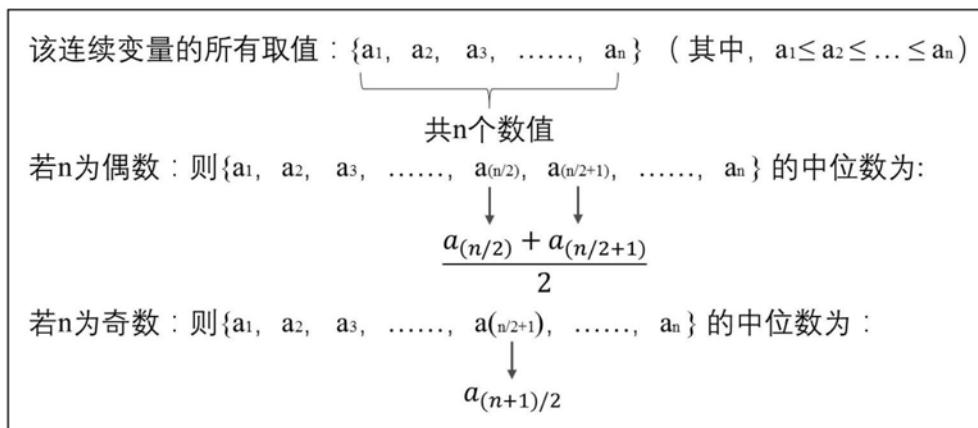


图4

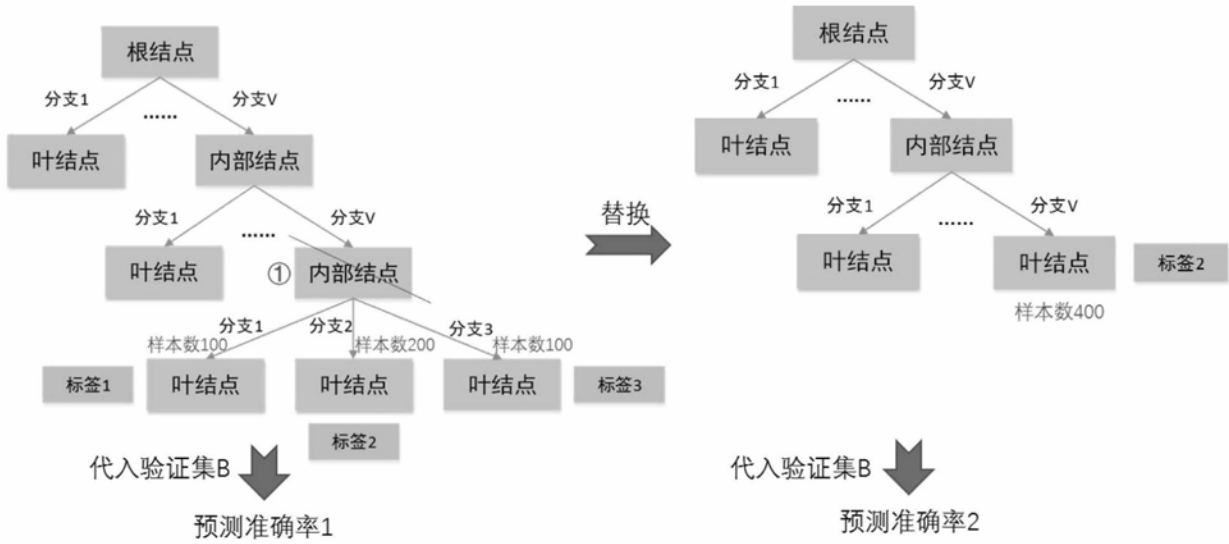


图5

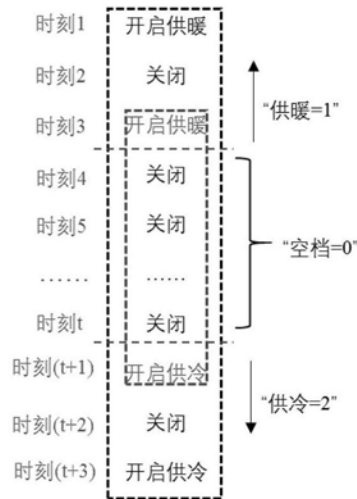


图6

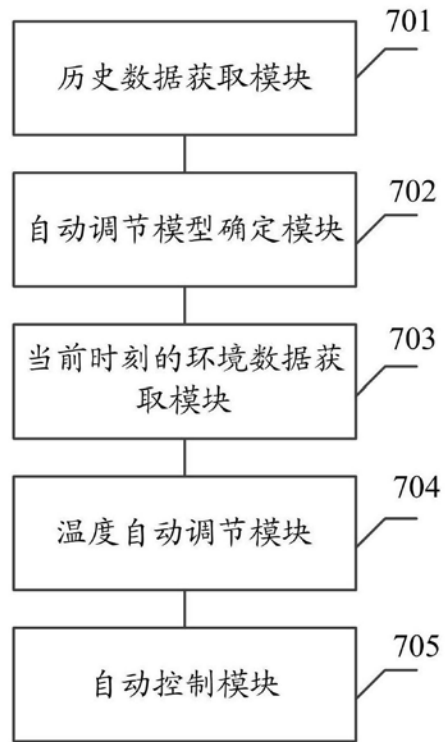


图7