



(21) 申请号 202110318579.6

G06F 119/02 (2020.01)

(22) 申请日 2021.03.25

审查员 卢秋茹

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113158552 A

(43) 申请公布日 2021.07.23

(73) 专利权人 中国市政工程中南设计研究总院
有限公司

地址 430010 湖北省武汉市江岸区解放公
园路41号

(72) 发明人 郑蓓

(74) 专利代理机构 武汉河山金堂专利事务所
(普通合伙) 42212

专利代理师 胡清堂

(51) Int. Cl.

G06F 30/27 (2020.01)

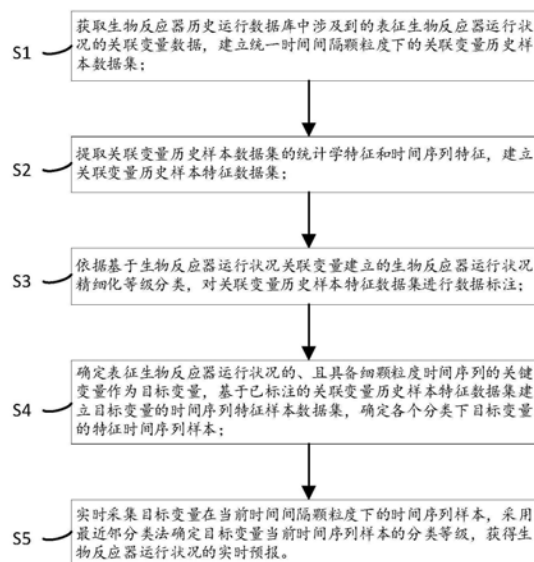
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

基于时间序列的生物反应器运行状况分级
预测方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法及系统,其首先建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集,依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,对建立的关联变量历史样本特征数据集进行数据标注;然后确定目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立目标变量的时间序列特征样本数据集,确定各个分类下目标变量的特征时间序列样本;最后实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报,为提高反应器实时响应能力,提供实时数据支持。



1. 一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,其特征在于,包括如下步骤:

获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集;

提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时间序列特征,建立关联变量历史样本特征数据集;

依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注;

确定表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立目标变量的时间序列特征样本数据集,确定各个分类下目标变量的特征时间序列样本;

实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

2. 根据权利要求1所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,其特征在于,所述实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报;包括:

实时计算目标变量当前时间序列样本与该变量的各个分类特征时间序列样本的距离度量值,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级。

3. 根据权利要求1所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,其特征在于,所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法还包括:

确定多个表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立多目标变量的时间序列特征样本组数据集,确定各个分类下多目标变量的特征时间序列样本组;

实时采集多目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本组,采用最近邻分类法确定多目标变量当前时间序列样本组的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

4. 根据权利要求3所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,其特征在于,所述实时采集多目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本组,采用最近邻分类法确定多目标变量当前时间序列样本组的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报;包括:

当前时间间隔颗粒度下,实时采集多目标变量时间序列样本组;

在每一个等级分类下,将当前时间序列样本组中每个目标变量样本与特征时间序列样本组中该变量特征样本的距离度量值加权平均,得到当前时间序列样本组与该分类特征时间序列样本组的加权距离度量值;

实时计算当前时间序列样本组与各个分类的特征时间序列样本组的加权距离度量值,采用最近邻分类法确定生物反应器在当前时间间隔颗粒度下的实时多目标变量时间序列样本组的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

5. 根据权利要求1或3所述一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,其特征在于,将不同时间间隔颗粒度的关联变量数据,按照统一时间间隔颗粒度进行数据转换,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集。

6. 一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统, 其特征在于, 包括如下功能模块:

历史数据预处理模块, 用于获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据, 建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集;

历史数据特征提取模块, 用于提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时间序列特征, 建立关联变量历史样本特征数据集;

历史数据标注模块, 用于依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类, 对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注;

目标变量特征选择模块, 用于确定表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量, 基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立目标变量的时间序列特征样本数据集, 确定各个分类下目标变量的特征时间序列样本;

实时分类预测模块, 用于实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本, 采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级, 获得生物反应器运行状况的实时预报。

7. 根据权利要求6所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统, 其特征在于, 所述实时分类预测模块包括距离度量单元:

所述距离度量单元用于实时计算目标变量当前时间序列样本与该变量的各个分类特征时间序列样本的距离度量值, 采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级。

8. 根据权利要求6所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统, 其特征在于, 所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统还包括:

多目标变量特征选择模块, 用于确定多个表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量, 基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立多目标变量的时间序列特征样本组数据集, 确定各个分类下多目标变量的特征时间序列样本组;

多目标实时分类预测模块, 用于实时采集多目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本组, 采用最近邻分类法确定多目标变量当前时间序列样本组的分类等级, 获得生物反应器运行状况的实时预报。

9. 根据权利要求8所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统, 其特征在于, 所述多目标实时分类预测模块包括如下功能单元:

多目标采集单元, 用于当前时间间隔颗粒度下, 实时采集多目标变量时间序列样本组;

加权距离度量单元, 用于在每一个等级分类下, 将当前时间序列样本组中每个目标变量样本与特征时间序列样本组中该变量特征样本的距离度量值加权平均, 得到当前时间序列样本组与该分类特征时间序列样本组的加权距离度量值;

等级分类预测单元, 用于实时计算当前时间序列样本组与各个分类的特征时间序列样本组的加权距离度量值, 采用最近邻分类法确定生物反应器在当前时间间隔颗粒度下的实时多目标变量时间序列样本组的分类等级, 获得生物反应器运行状况的实时预报。

10. 根据权利要求6或8所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统, 其特征在于, 所述历史数据预处理模块包括颗粒度转换单元:

所述粒度转换单元用于将不同时间间隔颗粒度的关联变量数据,按照统一时间间隔粒度进行数据转换,建立统一时间间隔粒度下的关联变量历史样本数据集。

基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及生物反应器技术领域,尤其是涉及一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法及系统。

背景技术

[0002] 生物反应器往往是按照既定的设计条件来制造的,相关的自动控制系统或装置等也是按照既定的控制策略来执行的。对于实际过程中随时可能出现的外部条件的波动、干扰与变化,生物反应器及其自动控制系统或装置是不能产生实时响应的。生产过程中产生的各类运行数据总是躺在文件柜、档案室里,并没有真正发挥作用。生物反应器的长期运行管理更多地依赖于人工管理,并且需要具有丰富运行管理经验的人员。同时,不同生产企业之间或企业内部存在的生物反应器硬件设施配置差异、运行管理人员经验与素质的差异,都难以保证运行管理的及时性、有效性和稳定性。

[0003] 在实际生产过程中,生物反应器运行状况的优劣或者稳定与否,直接关系到生物反应器的产出是否稳定,关系到生物反应器产出的质量是否满足预期要求,关系到生物反应器状态的波动是否会造成其性能下降以及能耗增加等。

[0004] 因此,如何提高反应器的实时响应能力,保障反应器运行的稳定性是一个亟待解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述技术不足,提出一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法及系统,以提高生物反应器运行精细化水平,进而对生物反应器的运行状况进行提前预测,提供实时数据分析预报,为提高反应器实时响应能力提供重要技术支持。

[0006] 为达到上述技术目的,本发明提供一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,其包括如下步骤:

[0007] 获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集;

[0008] 提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时间序列特征,建立关联变量历史样本特征数据集;

[0009] 依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注;

[0010] 确定表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立目标变量的时间序列特征样本数据集,确定各个分类下目标变量的特征时间序列样本;

[0011] 实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

[0012] 本发明还提供一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统,其包括如下功能模块:

[0013] 历史数据预处理模块,用于获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集;

[0014] 历史数据特征提取模块,用于提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时间序列特征,建立关联变量历史样本特征数据集;

[0015] 历史数据标注模块,用于依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注;

[0016] 目标变量特征选择模块,用于确定表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立目标变量的时间序列特征样本数据集,确定各个分类下目标变量的特征时间序列样本;

[0017] 实时分类预测模块,用于实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

[0018] 与现有技术相比,本发明所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法及系统,其具有以下有益效果:

[0019] (1) 充分利用生物反应器运行状况各关联变量的运行数据,对不同来源、不同采集频率、不同时间间隔颗粒度的采集数据包容性好。

[0020] (2) 基于关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,是生物反应器运行状况综合性评估的精细化分类。以此为依据,对生物反应器运行状况分类预测,比对单一指标或单一变量的预测更具有代表性、综合性和可靠性。

[0021] (3) 利用细颗粒度时间间隔的关联变量时间序列来分类预测,可以避免不同来源数据之间因时间间隔颗粒度差异产生的限制,可以在其他数据不同步或实时数据缺失的情况下,完成分类预测任务。

[0022] (4) 不仅可以对单变量时间序列样本分类预测,也可以对多变量时间序列样本组进行分类预测,能够更好地贴近业务场景的实际需求。

[0023] (5) 将应用场景下的业务领域知识、数据挖掘、机器学习算法三者更紧密地结合起来,有利于提高预测过程的现实意义,预测结果的可解释性好。

附图说明

[0024] 图1为本发明所述一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法的流程框图;

[0025] 图2为本发明所述一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统的功能模块框图;

[0026] 图3为本发明所述一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法的另一流程框图;

[0027] 图4为图3中步骤S5a的分流程框图;

[0028] 图5为本发明所述一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统的另一

功能模块框图。

具体实施方式

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0030] 实施例1

[0031] 本发明提供一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,如图1所示,其包括如下步骤:

[0032] S1、获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集。

[0033] 生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量包括生物反应器输入变量(如流量、组分浓度等)、输出变量(如流量、组分浓度等)、过程变量(如溶解氧、氧化还原电位、pH、水温等)、关联设备运行参数(如进水设备、空气压缩机等)、序批周期设置参数、气象条件温度湿度等;过程变量的数据来源是在线监测仪表实时数据,其他变量的数据来源包括但不限于在线监测仪表实时数据、人工检测数据、人工记录数据。

[0034] 根据生物反应器运行的周期性特征、以及上述各变量数据采集频率的时间间隔颗粒度差异,设定统一的时间序列时间间隔颗粒度,将不同时间间隔颗粒度的数据,按照统一时间间隔颗粒度进行数据转换,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集。

[0035] S2、提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时间序列特征,建立关联变量历史样本特征数据集。

[0036] 所述关联变量数据的统计学特征,包括但不限于关联变量数据的中心特征、离散度特征、分布特征、相关性特征等。

[0037] 所述关联变量数据的时间序列特征,包括但不限于关联变量时间序列的时间特征、时间序列聚合特征、时间序列季节性特征、时间序列趋势特征等。

[0038] S3、依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注。

[0039] 基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况等级分类,是生物反应器运行状况综合性评估的精细化分类,也是监督学习中数据标注的依据,因此,需要依据生物反应器运行状况等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注。

[0040] S4、确定表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立目标变量的时间序列特征样本数据集,确定各个分类下目标变量的特征时间序列样本。

[0041] 具体的,例如确定表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量溶解氧作为目标变量;每一组已标注的特征数据样本,都有对应的目标变量的时间序列样本;在每一个等级分类下,目标变量筛选出相同数量的、符合指定时间间隔颗粒度的典型时间序列样本,作为该分类的特征时间序列样本。

[0042] S5、在当前时间间隔颗粒度范围内,实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级,获得生

物反应器运行状况的实时预报。

[0043] 具体的,首先实时计算目标变量当前时间序列样本与该变量的各个分类特征时间序列样本的距离度量值,然后采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级。

[0044] 实施例2

[0045] 相应的,本发明还提供一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统,如图2所示,其包括如下功能模块:

[0046] 历史数据预处理模块10,用于获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集;

[0047] 历史数据特征提取模块20,用于提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时间序列特征,建立关联变量历史样本特征数据集;

[0048] 历史数据标注模块30,用于依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注;

[0049] 目标变量特征选择模块40,用于确定表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立目标变量的时间序列特征样本数据集,确定各个分类下目标变量的特征时间序列样本;

[0050] 实时分类预测模块50,用于在当前时间间隔颗粒度范围内,实时采集目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

[0051] 其中,所述历史数据预处理模块10包括颗粒度转换单元11:

[0052] 所述颗粒度转换单元11用于将不同时间间隔颗粒度的关联变量数据,按照统一时间间隔颗粒度进行数据转换,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集。

[0053] 所述实时分类预测模块50还包括距离度量单元51:

[0054] 所述距离度量单元51用于实时计算目标变量当前时间序列样本与该变量的各个分类特征时间序列样本的距离度量值,采用最近邻分类法确定目标变量当前时间序列样本的分类等级。

[0055] 实施例3

[0056] 本发明还提供另外一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法,如图3所示,其包括如下步骤:

[0057] S1、获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集。

[0058] 生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量包括生物反应器输入变量(如流量、组分浓度等)、输出变量(如流量、组分浓度等)、过程变量(如溶解氧、氧化还原电位、pH、水温等)、关联设备运行参数(如进水设备、空气压缩机等)、序批周期设置参数、气象条件温度湿度等;过程变量的数据来源是在线监测仪表实时数据,其他变量的数据来源包括但不限于在线监测仪表实时数据、人工检测数据、人工记录数据。

[0059] 根据生物反应器运行的周期性特征、以及上述各变量数据采集频率的时间间隔颗粒度差异,设定统一的时间序列时间间隔颗粒度,将不同时间间隔颗粒度的数据,按照统一

时间间隔颗粒度进行数据转换,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集。

[0060] S2、提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时间序列特征,建立关联变量历史样本特征数据集。

[0061] 所述关联变量数据的统计学特征,包括但不限于关联变量数据的中心特征、离散度特征、分布特征、相关性特征等。

[0062] 所述关联变量数据的时间序列特征,包括但不限于关联变量时间序列的时间特征、时间序列聚合特征、时间序列季节性特征、时间序列趋势特征等。

[0063] S3、依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注。

[0064] 基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况等级分类,是生物反应器运行状况综合性评估的精细化分类,也是监督学习中数据标注的依据,因此,需要依据生物反应器运行状况等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注。

[0065] S4a、确定多个表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立多目标变量的时间序列特征样本组数据集,确定各个分类下多目标变量的特征时间序列样本组。

[0066] 具体的,例如可以确定表征生物反应器运行状况、且具备细颗粒度的关键变量溶解氧、氧化还原电位为多目标变量,每一组已标注的特征数据样本都有对应的目标变量的时间序列样本;每一个多目标变量时间序列样本组由多个目标变量的时间序列样本构成;在每一个等级分类下,筛选出相同数量的、符合指定时间间隔颗粒度的典型多目标变量时间序列样本组,作为该分类的多目标变量特征时间序列样本组。

[0067] S5a、在当前时间间隔颗粒度范围内,实时采集多目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本组,采用最近邻分类法确定多目标变量当前时间序列样本组的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

[0068] 如图4所示,所述步骤S5a包括如下分步骤:

[0069] S5a1、当前时间间隔颗粒度下,实时采集多目标变量时间序列样本组;

[0070] S5a2、在每一个等级分类下,将当前时间序列样本组中每个目标变量样本与特征时间序列样本组中该变量特征样本的距离度量值加权平均,得到当前时间序列样本组与该分类特征时间序列样本组的加权距离度量值;

[0071] S5a3、在当前时间间隔颗粒度范围内,实时计算当前时间序列样本组与各个分类的特征时间序列样本组的加权距离度量值,采用最近邻分类法确定生物反应器在当前时间间隔颗粒度下的实时多目标变量时间序列样本组的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

[0072] 实施例4

[0073] 相应的,本发明还提供一种基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测系统,如图5所示,其包括如下功能模块:

[0074] 历史数据预处理模块10,用于获取生物反应器历史运行数据库中涉及到的表征生物反应器运行状况的关联变量数据,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集;

[0075] 历史数据特征提取模块20,用于提取关联变量历史样本数据集的统计学特征和时

间序列特征,建立关联变量历史样本特征数据集;

[0076] 历史数据标注模块30,用于依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,对关联变量历史样本特征数据集进行数据标注;

[0077] 多目标变量特征选择模块60,用于确定多个表征生物反应器运行状况的、且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,基于已标注的关联变量历史样本特征数据集建立多目标变量的时间序列特征样本组数据集,确定各个分类下多目标变量的特征时间序列样本组;

[0078] 多目标实时分类预测模块70,用于在当前时间间隔颗粒度范围内,实时采集多目标变量在当前时间间隔颗粒度下的时间序列样本组,采用最近邻分类法确定多目标变量当前时间序列样本组的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

[0079] 其中,所述历史数据预处理模块10包括颗粒度转换单元11:

[0080] 所述颗粒度转换单元用于将不同时间间隔颗粒度的关联变量数据,按照统一时间间隔颗粒度进行数据转换,建立统一时间间隔颗粒度下的关联变量历史样本数据集。

[0081] 如图5所示,所述多目标实时分类预测模块70包括如下功能单元:

[0082] 多目标采集单元71,用于当前时间间隔颗粒度下,实时采集多目标变量时间序列样本组;

[0083] 加权距离度量单元72,用于在每一个等级分类下,将当前时间序列样本组中每个目标变量样本与特征时间序列样本组中该变量特征样本的距离度量值加权平均,得到当前时间序列样本组与该分类特征时间序列样本组的加权距离度量值;

[0084] 等级分类预测单元73,用于在当前时间间隔颗粒度范围内,实时计算当前时间序列样本组与各个分类的特征时间序列样本组的加权距离度量值,采用最近邻分类法确定生物反应器在当前时间间隔颗粒度下的实时多目标变量时间序列样本组的分类等级,获得生物反应器运行状况的实时预报。

[0085] 本发明所述基于时间序列的生物反应器运行状况分级预测方法及系统,其依据基于生物反应器运行状况关联变量建立的生物反应器运行状况精细化等级分类,以表征生物反应器运行状况且具备细颗粒度时间序列的关键变量作为目标变量,建立各个等级分类下目标变量的特征时间序列样本数据集,实时采集目标变量当前时间序列样本,采用最近邻分类算法,实时预测反应器运行状况分类等级。本发明为提高反应器的实时响应能力,提供重要的实时数据分析技术支持,预测结果可解释性好。

[0086] 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。

[0087] 以上所述,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,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发明各实施例技术方案的精神和范围。

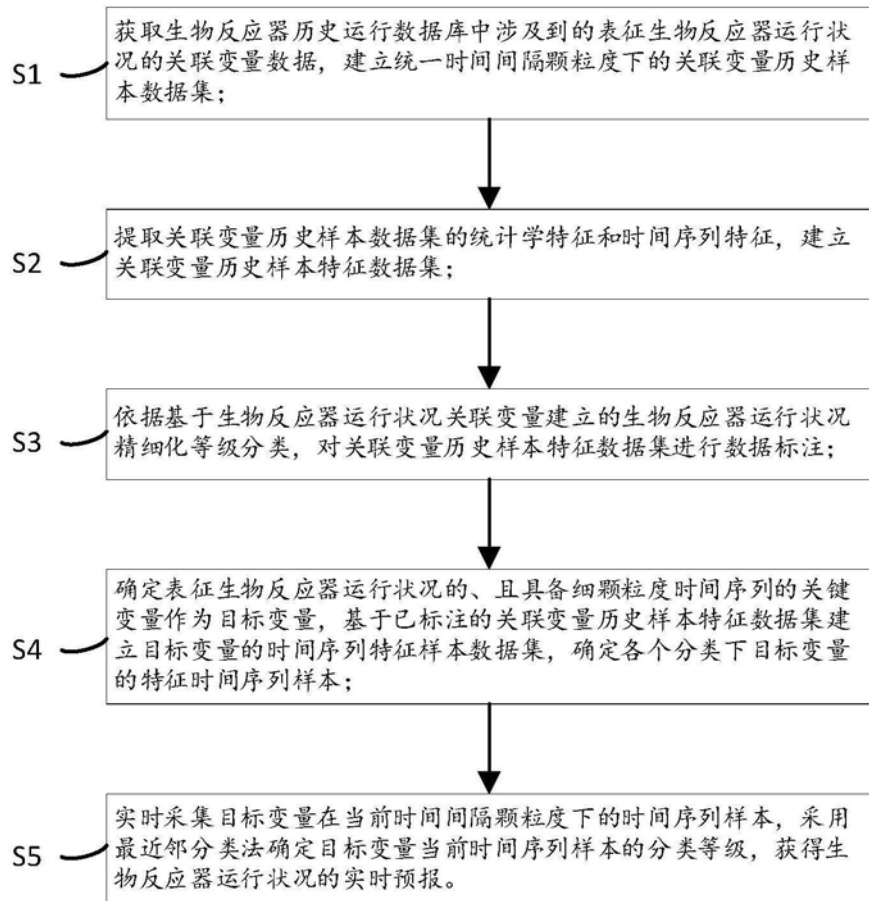


图1

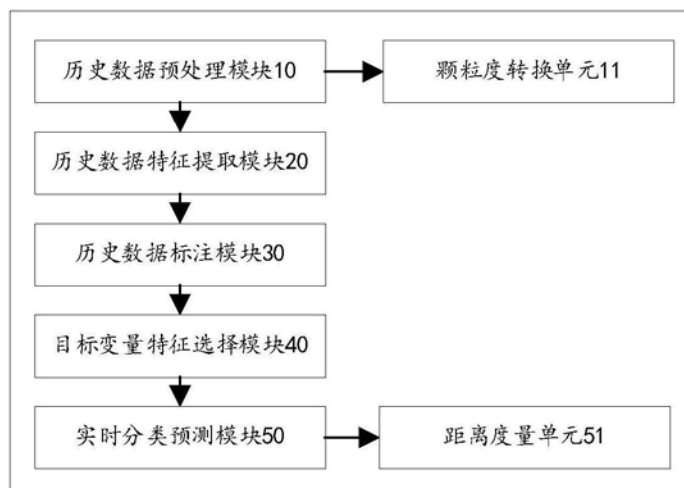


图2

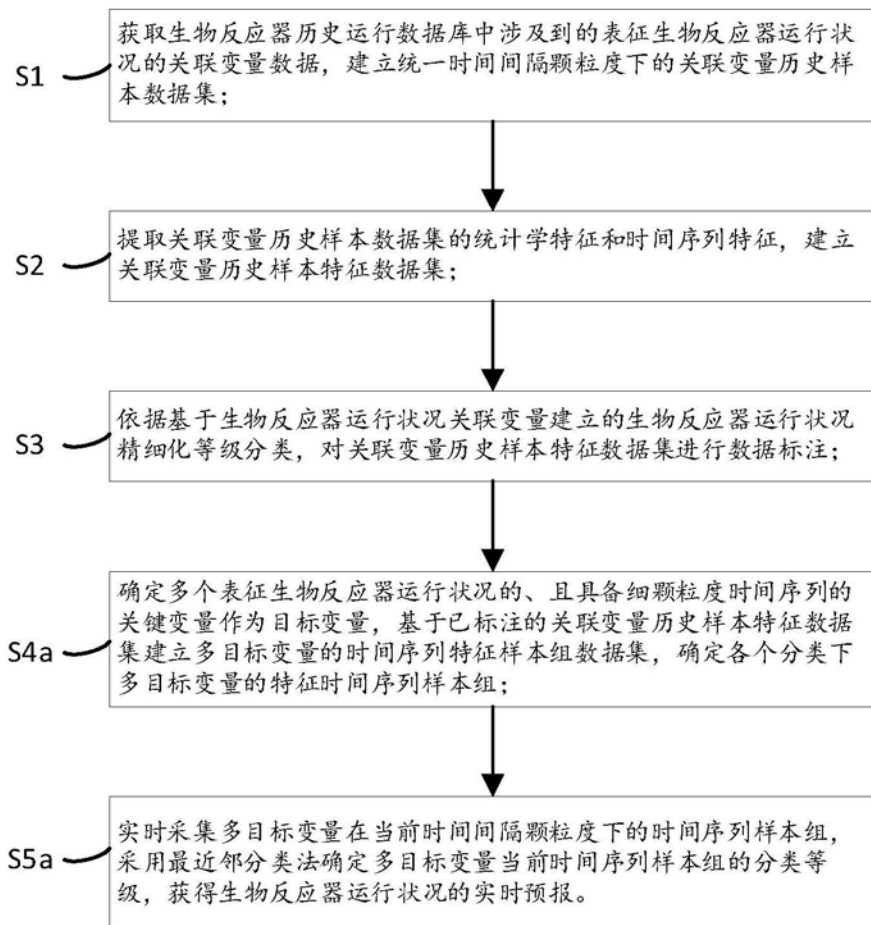


图3

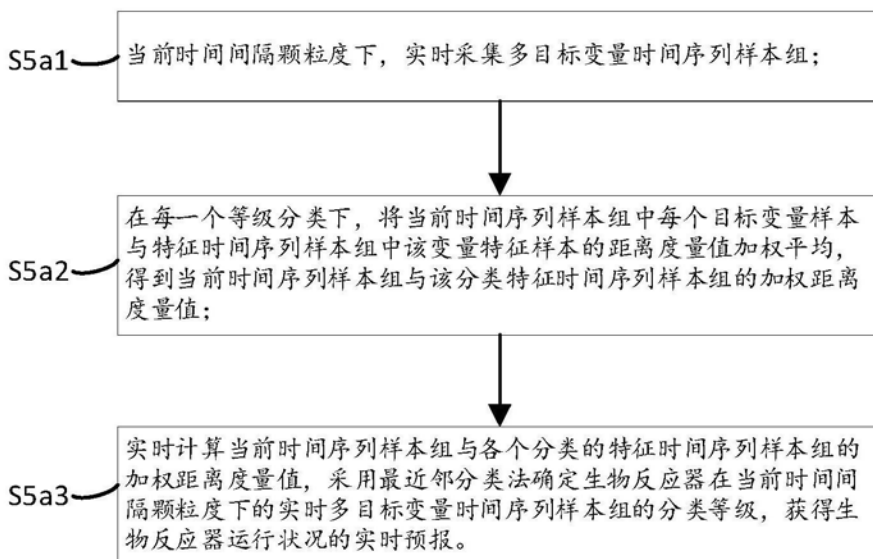


图4

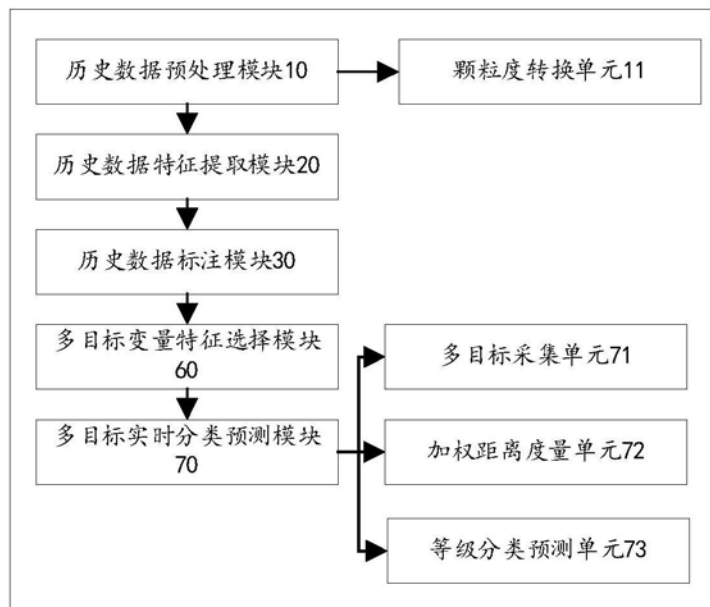


图5