(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 122366666 A
(43)申请公布日 2026.07.10

(21)申请号 202610497603.X

(22)申请日 2026.04.15

(71)申请人 深圳市形意智能科技有限公司
地址 518000 广东省深圳市宝安区新安街道兴东社区69区洪浪北二路30号信义领御研发中心1栋905

(72)发明人 吴文辉 梁勇

(74)专利代理机构 深圳市道勤知酷知识产权代理事务所(普通合伙) 44439
专利代理师 李兰兰

(51)Int.Cl.
G06N 5/04(2023.01)
G06F 18/213(2023.01)
G06F 18/25(2023.01)

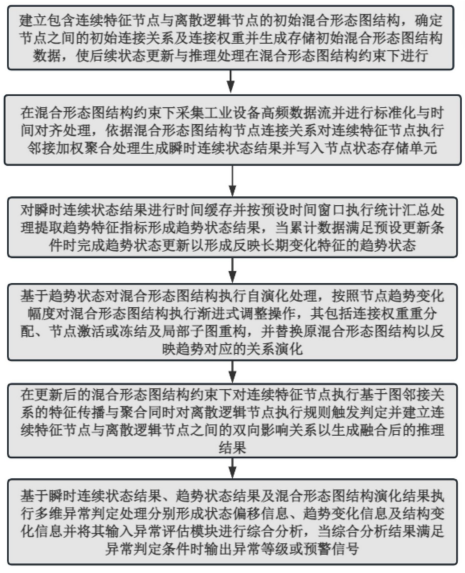
权利要求书4页 说明书24页 附图2页

(54)发明名称

一种基于混合形态动态系统的AI推理方法、装置及系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于混合形态动态系统的AI推理方法、装置及系统,涉及动态系统技术领域领域,包括如下步骤:S1、建立包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始混合形态图结构,确定节点之间的初始连接关系及连接权重并生成存储初始混合形态图结构数据,使后续状态更新与推理处理在混合形态图结构约束下进行。其通过构建包含连续特征节点与离散逻辑节点的混合形态图结构,在趋势状态与瞬时连续状态的双时间尺度驱动下实现结构自演化,并在混合形态图结构约束下建立连续特征节点与离散逻辑节点的双向调制关系,实现融合推理。



CN 122366666 A

1.一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:S1、建立包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始混合形态图结构,确定节点之间的初始连接关系及连接权重并生成存储初始混合形态图结构数据,使后续状态更新与推理处理在混合形态图结构约束下进行;

S2、在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流并进行标准化与时间对齐处理,依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合处理生成瞬时连续状态结果并写入节点状态存储单元;

S3、对瞬时连续状态结果进行时间缓存并按预设时间窗口执行统计汇总处理提取趋势特征指标形成趋势状态结果,当累计数据满足预设更新条件时完成趋势状态更新以形成反映长期变化特征的趋势状态;

S4、基于趋势状态对混合形态图结构执行自演化处理,按照节点趋势变化幅度对混合形态图结构执行渐进式调整操作,其包括连接权重重分配、节点激活或冻结及局部子图重构,并替换原混合形态图结构以反映趋势对应的关系演化;

S5、在更新后的混合形态图结构约束下对连续特征节点执行基于图邻接关系的特征传播与聚合同时对离散逻辑节点执行规则触发判定并建立连续特征节点与离散逻辑节点之间的双向影响关系以生成融合后的推理结果;

S6、基于瞬时连续状态结果、趋势状态结果及混合形态图结构演化结果执行多维异常判定处理分别形成状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息并将其输入异常评估模块进行综合分析,当综合分析结果满足异常判定条件时输出异常等级或预警信号。

2.根据权利要求1所述的一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,所述S1包括如下分步骤:S11、确定节点类型并构建节点集合,将连续特征节点用于表示工业设备的数值参数状态,将离散逻辑节点用于表示规则、事件或异常状态,从而实现连续信息与离散信息在同一混合形态图结构中的统一表示;

S12、定义节点间初始连接关系,根据节点之间的物理关联、功能依赖或历史数据统计生成连接边集合,并为每条边赋予初始连接权重以反映节点间关联强度;

S13、为节点和连接边分配属性,将连续特征节点的状态变量、采样频率及数值范围与离散逻辑节点的触发条件、逻辑类别及事件优先级统一设置,以支持后续状态更新与推理处理的约束和个性化执行;

S14、将节点集合、连接边及属性信息统一存储于初始混合形态图结构数据单元中,使后续快时间尺度状态更新、趋势状态构建和混合形态图结构自演化均在所述初始混合形态图结构约束下进行;

S15、对初始混合形态图结构执行智能校验与自适应优化,通过压缩低价值或重复连接、修正异常节点并冻结异常状态、融合孤立节点或低连通子图增强整体连通性,同时基于历史数据和预测趋势自适应调整节点及连接边属性,并通过迭代模拟评估稳定性与路径连通性形成稳定、可靠且可扩展的初始混合形态图结构。

3.根据权利要求1所述的一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,所述S2包括如下分步骤:S21、在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流,并对数据进行标准化处理以消除量纲差异和异常噪声,同时通过多源同步算法进行时间对齐,以保证连续特征节点和离散逻辑节点信息的时序一致性,同时可根据数据变化自适应调整采样策

略和处理窗口长度以优化数据质量;

S22、依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合,将节点邻居信息按权重融合生成瞬时连续状态结果,同时在聚合过程中结合历史节点行为模式与异常检测指标进行加权调整,以增强状态结果对突发事件和异常波动的敏感性;

S23、将生成的瞬时连续状态结果写入节点状态存储单元,并记录每条节点的时间戳、聚合信息及加权调整信息,为趋势状态构建、预测分析和混合形态图结构的动态调整提供多维基础数据,从而支撑后续混合形态图结构的数据驱动自适应优化;

S24、瞬时连续状态结果作为动态输入,为混合形态图结构的自适应调整提供参考,通过节点状态与邻接关系的实时分析实现结构稳定性评估、异常节点识别、低价值连接压缩及子图融合优化,使混合形态图结构在接收动态状态数据后能够主动调整拓扑和权重分布,从而提升整体结构的可靠性、信息流通效率及预测能力。

4.根据权利要求1所述的一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,所述S3包括如下分步骤:S31、对瞬时连续状态结果构建节点级时间序列缓存结构,按照时间顺序进行持续写入,并对缺失数据、异常跳变数据及采样间隔波动进行补偿与平滑处理,以维持时间序列的连续性与分析稳定性;

S32、在滑动时间窗口内对时间序列执行多维动态特征提取,通过分析局部变化结构计算统计分布特征并提取变化速率、波动梯度、趋势方向一致性、周期强度及稳定区间长度等指标,构建多维趋势特征向量以刻画节点的演化轨迹;

S33、基于多维趋势特征向量执行趋势模式识别与分级映射,将节点运行状态映射为稳定态、渐变态、波动态或突变态,并同步生成趋势强度与持续性标识以增强趋势表达能力;

S34、对趋势强度与持续性进行动态累积与权重更新,使趋势状态随时间连续演进并逐步固化为长期变化表征,从而形成区别于瞬时状态的慢时间尺度演化状态;

S35、将慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态共同输入混合形态图结构评估机制,通过节点演化方向与邻接关系变化的一致性分析驱动连接权重重分布、节点活跃度调节及局部拓扑重构,使混合形态图结构在双时间尺度数据驱动下实现持续自适应优化。

5.根据权利要求1所述的一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,所述S4包括如下分步骤:S41、基于慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态构建结构演化判据向量,对节点演化方向一致性、趋势强度累积量、邻接信息流稳定度及历史结构参与度进行联合分析,生成结构演化驱动矩阵以量化各节点对混合形态图结构调整的影响贡献度;

S42、依据结构演化驱动矩阵执行渐进式连接权重迁移,通过分阶段调节连接强度并设置权重变化缓冲区间,使权重重分配在连续时间内平滑过渡,以抑制结构突变引发的系统震荡;

S43、基于节点趋势持续性与信息流贡献度构建结构活跃域分层模型,将节点划分为核心演化层、过渡层及抑制层,并分别执行差异化激活、降权或冻结处理,实现结构资源的分层调控;

S44、根据节点间趋势耦合一致性与结构贡献度分布识别结构失衡区域,构建局部耦合一致性图,对低效子图执行融合、拆分或跨层重组,并保留结构映射关系以支持演化回溯与结构可追溯性;

S45、对完成调整的混合形态图结构执行演化稳定性验证,通过评估结构收敛度、信息

流连续性及节点活跃分布均衡度确定结构进入稳定区间后进行结构替换,使混合形态图结构在演化过程中保持连续性、稳定性与可解释性。

6.根据权利要求1所述的一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,所述S5包括如下分步骤:S51、在完成所确定的混合形态图结构稳定区间验证后,对混合形态图结构执行状态锁定,并建立演化缓冲区,使节点分层关系及连接权重在推理过程中保持连续性,同时允许局部微调以适应短期状态波动,从而形成兼具稳定性与适应性的推理环境;

S52、在锁定的混合形态图结构约束下,对连续特征节点执行多轮多尺度特征传播与加权聚合,结合节点趋势权重、邻接耦合度及历史演化贡献生成连续状态向量,以全面反映多时间尺度与多维关系下的综合影响;

S53、根据生成的连续状态向量及节点历史行为,对离散逻辑节点执行动态规则触发,并结合节点激活模式自适应机制生成逻辑判定结果和趋势激活标识,实现逻辑节点对状态变化的自适应响应;

S54、基于逻辑判定结果和趋势激活标识,对连续特征节点执行自适应反馈调制,将逻辑判定结果映射为权重修正或状态约束因子,并结合趋势强度及节点活跃度分层调节,实现连续特征节点与离散逻辑节点之间的动态双向影响;

S55、对双向调制后的连续状态向量与逻辑判定结果进行异构融合,生成融合推理结果,并将该结果反馈至混合形态图结构演化机制,用于更新节点趋势权重及局部拓扑,从而形成推理结果与混合形态图结构演化的闭环自适应优化。

7.根据权利要求1所述的一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,所述S6包括如下分步骤:S61分析瞬时连续状态结果中连续特征节点在时间序列上的幅度变化、突变行为及趋势偏离,生成节点级状态偏移信息,同时结合邻接节点关系识别局部子图异常特征,形成多层级状态偏移信息;

S62、基于趋势状态结果,对连续特征节点的慢时间尺度变化模式进行统计、累积异常特征提取,并结合历史演化数据和周期性模式生成趋势变化信息,用于识别潜在异常累积行为;

S63、依据混合形态图结构演化结果,提取节点分层变化、连接权重调整及局部子图拓扑演化特征,结合全局结构指标生成结构变化信息,实现对混合形态图结构自演化异常的量化识别;

S64、将状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息输入异常评估模块,基于历史演化行为动态调整各维权重,并采用加权融合、趋势一致性分析及异常模式匹配方法生成综合异常评分,同时预测潜在异常节点和区域;

S65、根据综合评分结果输出异常等级或预警信号,并将判定结果反馈至混合形态图结构演化机制和连续特征节点状态更新流程,实现异常信息、图结构演化与连续状态的闭环自适应优化,同时为后续推理和演化提供预测参考。

8.一种基于混合形态动态系统的AI推理装置,其用于执行如权利要求1~7任意一项所述的基于混合形态动态系统的AI推理方法,其特征在于,包括:混合形态图结构管理单元,用于构建包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始图结构,分配节点及边属性信息,并根据趋势状态与连续状态对图结构执行自演化调整,以形成反映节点关系演化的稳定图结构;

状态获取与融合推理单元,用于采集工业设备高频数据流并生成瞬时连续状态结果,基于混合形态图结构约束对连续特征节点执行特征传播与加权聚合,对离散逻辑节点执行动态规则触发,并通过双向反馈生成融合推理结果,实现连续与离散信息的闭环自适应调制;

异常判定与闭环优化单元,用于基于瞬时连续状态、趋势状态及图结构演化结果生成状态偏移、趋势变化及结构变化信息,输入异常评估模块进行综合分析,生成异常评分及预警信号,并将判定结果反馈至图结构管理单元及状态获取单元,实现推理、图结构演化与异常判定的闭环自适应优化。

9.根据权利要求8所述的一种基于混合形态动态系统的AI推理装置,其特征在于,所述混合形态图结构管理单元用于自动分析连续特征节点与离散逻辑节点的历史行为及关联强度,对低价值或重复连接执行压缩处理,并对孤立节点或低连通子图执行融合操作以增强整体图结构连通性;

基于趋势状态结果与瞬时连续状态结果构建节点演化判据向量,通过联合评估节点趋势持续性、信息流贡献度及历史结构参与度生成混合形态图结构演化驱动矩阵,并依据演化驱动矩阵执行分层节点激活、连接权重平滑迁移及局部子图重构操作,以完成混合形态图结构的自演化调整;

在完成自演化调整后,通过演化稳定区间验证对调整后的图结构进行稳定性确认,并在确认满足结构收敛度与信息流连续性条件时替换原混合形态图结构,从而形成混合形态图结构稳定区间,为后续状态更新与融合推理提供约束。

10.一种基于混合形态动态系统的AI推理系统,其特征在于,其包括执行如权利要求8~9任意一项的基于混合形态动态系统的AI推理装置,其包括数据采集单元,用于采集工业设备运行数据并传输至AI推理装置;

存储单元,用于存储连续特征节点状态数据、趋势状态数据及混合形态图结构演化数据;

控制与反馈单元,用于根据AI推理装置输出的融合推理结果或异常预警信号执行控制调整并形成闭环反馈。

一种基于混合形态动态系统的AI推理方法、装置及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及动态系统技术领域,具体涉及一种基于混合形态动态系统的AI推理方法、装置及系统。

背景技术

[0002] 随着工业设备运行复杂度不断提高,设备运行过程呈现出多变量耦合、多时间尺度变化及结构关联动态演化等特征,多源异构数据在运行监测、状态评估及智能决策中的作用日益增强。为应对复杂数据环境,现有工业智能分析系统通常采用单一时间尺度的数据建模方式,或者基于静态图结构、固定规则引擎及单向神经网络结构进行状态分析与异常检测。

[0003] 然而,在复杂动态系统场景下,上述技术路径逐渐暴露出结构性局限。首先,在结构层面,现有系统多采用静态拓扑结构或预定义规则框架进行推理处理,图结构在运行过程中保持固定或仅支持有限调整,难以根据设备运行状态变化进行持续自适应演化,导致节点之间的关联关系无法反映真实运行过程中的动态耦合特征。

[0004] 其次,在信息表达层面,连续数值特征与离散逻辑规则通常采用分离式建模方式,缺乏统一结构下的协同表达机制,连续特征变化无法有效驱动逻辑规则动态调整,而规则触发结果亦难以反向调制连续状态,使得数值信息与逻辑信息之间缺乏双向联动关系,从而限制了推理深度与表达能力。

[0005] 再次,在时间尺度层面,现有异常检测方法多基于单一时间尺度或单一指标进行判定,难以同时兼顾瞬时波动、趋势累积变化以及结构关系演化异常,尤其对于渐进式异常或结构性异常的识别能力不足,导致潜在风险难以及时预警。

[0006] 进一步地,在系统优化机制层面,现有推理结果通常仅用于输出判定结果,而未参与模型结构的持续优化,模型结构更新依赖人工干预或离线训练方式,缺乏运行过程中的闭环反馈机制,难以实现持续自适应优化与长期演化稳定。

[0007] 因此,在复杂动态工业场景下,亟需一种能够在统一混合形态图结构约束下实现连续特征节点与离散逻辑节点协同推理,并在多时间尺度驱动下执行结构自演化及多维异常综合判定,同时形成推理、结构演化与异常反馈闭环优化机制的智能推理方法与系统。

发明内容

[0008] 本发明的目的是提供一种基于混合形态动态系统的AI推理方法、装置及系统,以解决现有技术中的上述不足之处。

[0009] 为了实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,该方法包括如下步骤:S1、建立包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始混合形态图结构,确定节点之间的初始连接关系及连接权重并生成存储初始混合形态图结构数据,使后续状态更新与推理处理在混合形态图结构约束下进行;

S2、在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流并进行标准化与时间对齐处理,依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合处理生成瞬时连续状态结果并写入节点状态存储单元;

S3、对瞬时连续状态结果进行时间缓存并按预设时间窗口执行统计汇总处理提取趋势特征指标形成趋势状态结果,当累计数据满足预设更新条件时完成趋势状态更新以形成反映长期变化特征的趋势状态; S4、基于趋势状态对混合形态图结构执行自演化处理,按照节点趋势变化幅度对混合形态图结构执行渐进式调整操作,其包括连接权重重分配、节点激活或冻结及局部子图重构,并替换原混合形态图结构以反映趋势对应的关系演化;

S5、在更新后的混合形态图结构约束下对连续特征节点执行基于图邻接关系的特征传播与聚合同时对离散逻辑节点执行规则触发判定并建立连续特征节点与离散逻辑节点之间的双向影响关系以生成融合后的推理结果;

S6、基于瞬时连续状态结果、趋势状态结果及混合形态图结构演化结果执行多维异常判定处理分别形成状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息并将其输入异常评估模块进行综合分析,当综合分析结果满足异常判定条件时输出异常等级或预警信号。

[0010] 作为上述的进一步补充,其中,所述S1包括如下分步骤:S11、确定节点类型并构建节点集合,将连续特征节点用于表示工业设备的数值参数状态,将离散逻辑节点用于表示规则、事件或异常状态,从而实现连续信息与离散信息在同一混合形态图结构中的统一表示;S12、定义节点间初始连接关系,根据节点之间的物理关联、功能依赖或历史数据统计生成连接边集合,并为每条边赋予初始连接权重以反映节点间关联强度;S13、为节点和连接边分配属性,将连续特征节点的状态变量、采样频率及数值范围与离散逻辑节点的触发条件、逻辑类别及事件优先级统一设置,以支持后续状态更新与推理处理的约束和个性化执行;S14、将节点集合、连接边及属性信息统一存储于初始混合形态图结构数据单元中,使后续快时间尺度状态更新、趋势状态构建和混合形态图结构自演化均在所述初始混合形态图结构约束下进行;S15、对初始混合形态图结构执行智能校验与自适应优化,通过压缩低价值或重复连接、修正异常节点并冻结异常状态、融合孤立节点或低连通子图增强整体连通性,同时基于历史数据和预测趋势自适应调整节点及连接边属性,并通过迭代模拟评估稳定性与路径连通性形成稳定、可靠且可扩展的初始混合形态图结构。

[0011] 作为上述的进一步补充,其中,所述S2包括如下分步骤:S21、在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流,并对数据进行标准化处理以消除量纲差异和异常噪声,同时通过多源同步算法进行时间对齐,以保证连续特征节点和离散逻辑节点信息的时序一致性,同时可根据数据变化自适应调整采样策略和处理窗口长度以优化数据质量;S22、依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合,将节点邻居信息按权重融合生成瞬时连续状态结果,同时在聚合过程中结合历史节点行为模式与异常检测指标进行加权调整,以增强状态结果对突发事件和异常波动的敏感性;S23、将生成的瞬时连续状态结果写入节点状态存储单元,并记录每条节点的时间戳、聚合信息及加权调整信息,为趋势状态构建、预测分析和混合形态图结构的动态调整提供多维基础数据,从而支撑后续混合形态图结构的数据驱动自适应优化;S24、瞬时连续状态结果作为动态输入,为混合形态图结构的自适应调整提供参考,通过节点状态与邻接关系的实时分析实现结构稳定性评估、异常节点识别、低价值连接压缩及子图融合优化,使混合形态图结构在接收动态状态数

据后能够主动调整拓扑和权重分布,从而提升整体结构的可靠性、信息流通效率及预测能力。

[0012] 作为上述的进一步补充,其中,所述S3包括如下分步骤:S31、对瞬时连续状态结果构建节点级时间序列缓存结构,按照时间顺序进行持续写入,并对缺失数据、异常跳变数据及采样间隔波动进行补偿与平滑处理,以维持时间序列的连续性与分析稳定性;S32、在滑动时间窗口内对时间序列执行多维动态特征提取,通过分析局部变化结构计算统计分布特征并提取变化速率、波动梯度、趋势方向一致性、周期强度及稳定区间长度等指标,构建多维趋势特征向量以刻画节点的演化轨迹;S33、基于多维趋势特征向量执行趋势模式识别与分级映射,将节点运行状态映射为稳定态、渐变态、波动态或突变态,并同步生成趋势强度与持续性标识以增强趋势表达能力;S34、对趋势强度与持续性进行动态累积与权重更新,使趋势状态随时间连续演进并逐步固化为长期变化表征,从而形成区别于瞬时状态的慢时间尺度演化状态;S35、将慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态共同输入混合形态图结构评估机制,通过节点演化方向与邻接关系变化的一致性分析驱动连接权重重分布、节点活跃度调节及局部拓扑重构,使混合形态图结构在双时间尺度数据驱动下实现持续自适应优化。

[0013] 作为上述的进一步补充,其中,所述S4包括如下分步骤:S41、基于慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态构建结构演化判据向量,对节点演化方向一致性、趋势强度累积量、邻接信息流稳定度及历史结构参与度进行联合分析,生成结构演化驱动矩阵以量化各节点对混合形态图结构调整的影响贡献度;S42、依据结构演化驱动矩阵执行渐进式连接权重迁移,通过分阶段调节连接强度并设置权重变化缓冲区间,使权重重分配在连续时间内平滑过渡,以抑制结构突变引发的系统震荡;S43、基于节点趋势持续性与信息流贡献度构建结构活跃域分层模型,将节点划分为核心演化层、过渡层及抑制层,并分别执行差异化激活、降权或冻结处理,实现结构资源的分层调控;S44、根据节点间趋势耦合一致性与结构贡献度分布识别结构失衡区域,构建局部耦合一致性图,对低效子图执行融合、拆分或跨层重组,并保留结构映射关系以支持演化回溯与结构可追溯性;S45、对完成调整的混合形态图结构执行演化稳定性验证,通过评估结构收敛度、信息流连续性及节点活跃分布均衡度确定结构进入稳定区间后进行结构替换,使混合形态图结构在演化过程中保持连续性、稳定性与可解释性。

[0014] 作为上述的进一步补充,其中,所述S5包括如下分步骤:S51、在完成所确定的混合形态图结构稳定区间验证后,对混合形态图结构执行状态锁定,并建立演化缓冲区,使节点分层关系及连接权重在推理过程中保持连续性,同时允许局部微调以适应短期状态波动,从而形成兼具稳定性与适应性的推理环境;S52、在锁定的混合形态图结构约束下,对连续特征节点执行多轮多尺度特征传播与加权聚合,结合节点趋势权重、邻接耦合度及历史演化贡献生成连续状态向量,以全面反映多时间尺度与多维关系下的综合影响;S53、根据生成的连续状态向量及节点历史行为,对离散逻辑节点执行动态规则触发,并结合节点激活模式自适应机制生成逻辑判定结果和趋势激活标识,实现逻辑节点对状态变化的自适应响应;S54、基于逻辑判定结果和趋势激活标识,对连续特征节点执行自适应反馈调制,将逻辑判定结果映射为权重修正或状态约束因子,并结合趋势强度及节点活跃度分层调节,实现连续特征节点与离散逻辑节点之间的动态双向影响;S55、对双向调制后的连续状态向量与

逻辑判定结果进行异构融合,生成融合推理结果,并将该结果反馈至混合形态图结构演化机制,用于更新节点趋势权重及局部拓扑,从而形成推理结果与混合形态图结构演化的闭环自适应优化。

[0015] 作为上述的进一步补充,其中,所述S6包括如下分步骤:S61分析瞬时连续状态结果中连续特征节点在时间序列上的幅度变化、突变行为及趋势偏离,生成节点级状态偏移信息,同时结合邻接节点关系识别局部子图异常特征,形成多层级状态偏移信息;S62、基于趋势状态结果,对连续特征节点的慢时间尺度变化模式进行统计、累积异常特征提取,并结合历史演化数据和周期性模式生成趋势变化信息,用于识别潜在异常累积行为;S63、依据混合形态图结构演化结果,提取节点分层变化、连接权重调整及局部子图拓扑演化特征,结合全局结构指标生成结构变化信息,实现对混合形态图结构自演化异常的量化识别;S64、将状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息输入异常评估模块,基于历史演化行为动态调整各维权重,并采用加权融合、趋势一致性分析及异常模式匹配方法生成综合异常评分,同时预测潜在异常节点和区域;S65、根据综合评分结果输出异常等级或预警信号,并将判定结果反馈至混合形态图结构演化机制和连续特征节点状态更新流程,实现异常信息、图结构演化与连续状态的闭环自适应优化,同时为后续推理和演化提供预测参考。

[0016] 一种基于混合形态动态系统的AI推理装置,其用于执行的基于混合形态动态系统的AI推理方法,包括:混合形态图结构管理单元,用于构建包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始图结构,分配节点及边属性信息,并根据趋势状态与连续状态对图结构执行自演化调整,以形成反映节点关系演化的稳定图结构;状态获取与融合推理单元,用于采集工业设备高频数据流并生成瞬时连续状态结果,基于混合形态图结构约束对连续特征节点执行特征传播与加权聚合,对离散逻辑节点执行动态规则触发,并通过双向反馈生成融合推理结果,实现连续与离散信息的闭环自适应调制;异常判定与闭环优化单元,用于基于瞬时连续状态、趋势状态及图结构演化结果生成状态偏移、趋势变化及结构变化信息,输入异常评估模块进行综合分析,生成异常评分及预警信号,并将判定结果反馈至图结构管理单元及状态获取单元,实现推理、图结构演化与异常判定的闭环自适应优化。

[0017] 作为上述的进一步补充,其中,所述混合形态图结构管理单元用于自动分析连续特征节点与离散逻辑节点的历史行为及关联强度,对低价值或重复连接执行压缩处理,并对孤立节点或低连通子图执行融合操作以增强整体图结构连通性;基于趋势状态结果与瞬时连续状态结果构建节点演化判据向量,通过联合评估节点趋势持续性、信息流贡献度及历史结构参与度生成混合形态图结构演化驱动矩阵,并依据演化驱动矩阵执行分层节点激活、连接权重平滑迁移及局部子图重构操作,以完成混合形态图结构的自演化调整;在完成自演化调整后,通过演化稳定区间验证对调整后的图结构进行稳定性确认,并在确认满足结构收敛度与信息流连续性条件时替换原混合形态图结构,从而形成混合形态图结构稳定区间,为后续状态更新与融合推理提供约束。

[0018] 一种基于混合形态动态系统的AI推理系统,该系统包括执行基于混合形态动态系统的AI推理装置,其包括数据采集单元,用于采集工业设备运行数据并传输至AI推理装置;存储单元,用于存储连续特征节点状态数据、趋势状态数据及混合形态图结构演化数据;控制与反馈单元,用于根据AI推理装置输出的融合推理结果或异常预警信号执行控制调整并形成闭环反馈。

[0019] 有益效果

在上述技术方案中,本发明提供的一种基于混合形态动态系统的AI推理方法、装置及系统,其通过构建包含连续特征节点与离散逻辑节点的混合形态图结构,在趋势状态与瞬时连续状态的双时间尺度驱动下实现结构自演化,并在混合形态图结构约束下建立连续特征节点与离散逻辑节点的双向调制关系,实现融合推理;同时基于状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息执行多维异常综合判定,并将异常结果反馈至混合形态图结构演化机制及连续特征节点状态更新流程,形成推理、结构演化与异常识别的闭环自适应优化体系,从而提升系统的动态适应能力与异常识别准确性。

[0020] 应当理解,前面的一般描述和以下详细描述都仅是示例性和说明性的,而不是用于限制本公开。

[0021] 本申请文件提供本公开中描述的技术的各种实现或示例的概述,并不是所公开技术的全部范围或所有特征的全面公开。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本申请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中记载的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0023] 图1为本发明实施例提供的基于混合形态动态系统的AI推理方法流程图;

图2为本发明实施例提供的基于混合形态动态系统的AI推理装置的结构示意图;

图3为本发明实施例提供的基于混合形态动态系统的AI推理系统的结构示意图。

具体实施方式

[0024] 为使得本公开实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本公开实施例的附图,对本公开实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然,所描述的实施例是本公开的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本公开的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本公开保护的范围。

[0025] 参照图1-3所示,本发明提供一种基于混合形态动态系统的AI推理方法,该方法包括如下步骤:S1、建立包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始混合形态图结构,确定节点之间的初始连接关系及连接权重并生成存储初始混合形态图结构数据,使后续状态更新与推理处理在混合形态图结构约束下进行;

其中,S1包括如下分步骤:S11、确定节点类型并构建节点集合,将连续特征节点用于表示工业设备的数值参数状态,将离散逻辑节点用于表示规则、事件或异常状态,从而实现连续信息与离散信息在同一混合形态图结构中的统一表示;S12、定义节点间初始连接关系,根据节点之间的物理关联、功能依赖或历史数据统计生成连接边集合,并为每条边赋予初始连接权重以反映节点间关联强度;S13、为节点和连接边分配属性,将连续特征节点的状态变量、采样频率及数值范围与离散逻辑节点的触发条件、逻辑类别及事件优先级统一设置,以支持后续状态更新与推理处理的约束和个性化执行;S14、将节点集合、连接边及属性信息统一存储于初始混合形态图结构数据单元中,使后续快时间尺度状态更新、趋势状态构建和混合形态图结构自演化均在初始混合形态图结构约束下进行;S15、对初始混合形

态图结构执行智能校验与自适应优化,通过压缩低价值或重复连接、修正异常节点并冻结异常状态、融合孤立节点或低连通子图增强整体连通性,同时基于历史数据和预测趋势自适应调整节点及连接边属性,并通过迭代模拟评估稳定性与路径连通性形成稳定、可靠且可扩展的初始混合形态图结构。

[0026] 具体的,在步骤S11中,连续特征节点采用向量化状态结构表示,每一个连续特征节点定义为状态向量Xt＝{x1,x2,…,xn},其中n为节点的状态变量维度,可根据设备参数数量设定为1~64维。在单参数监测场景,Xt为一维向量;在多变量耦合场景,Xt为多维特征向量,同时表示温度、压力、电流、振动等多个运行参数。状态向量可通过结构化数据对象或张量结构存储,并通过时间戳字段记录采样时刻,以支持时间序列缓存和趋势状态构建。为保证不同量纲参数在混合形态图结构中的可比性与稳定传播性,可对状态向量执行标准化或归一化处理,例如采用Z-score标准化x'＝(x-μ)/σ,其中μ为历史均值,σ为历史标准差,可基于滑动窗口长度50~1000个采样点动态更新,或采用区间归一化将原始数据映射至0~1或-1~1区间,更新周期为0.1~300秒,并可在标准化前引入中值滤波或指数平滑算法,平滑系数0.1~0.5,以抑制瞬时噪声对后续推理的干扰。

[0027] 离散逻辑节点用于表示规则、事件或异常状态,其数据来源可包括专家规则库、报警规则集合、运行策略库或历史异常标注数据。离散逻辑节点可采用布尔逻辑表达式或规则触发树结构进行建模,例如逻辑表达式F＝(A∧B)∨C,其中A、B、C表示连续特征节点是否满足阈值条件,阈值可基于历史统计区间或工程经验设定,采用动态阈值机制,范围为历史均值±2~4倍标准差。规则触发树可采用多层条件判断结构,根节点表示规则入口,分支节点表示判断条件,叶节点表示触发结果,支持递归遍历算法实现判定,并可配置优先级1~10级及延迟触发0~300秒,以避免瞬时异常误触发。连续特征节点与离散逻辑节点统一存储于图数据库或内存图结构中,连续节点保存状态向量字段,离散节点保存逻辑表达式字段或规则树索引字段,推理过程中,连续节点完成状态更新与标准化后,将判断结果输入离散逻辑节点执行规则判定,判定结果再反馈混合形态图结构,用于调节连接权重或触发结构演化,实现连续信息与离散逻辑的协同运行。

[0028] 在步骤S12中,节点间初始连接关系基于工业设备物理结构、功能依赖及历史数据统计结果综合构建,通过结构映射算法和统计关联计算形成统一的连接边集合。物理结构连接基于设备部件或功能单元映射,构建邻接矩阵N×N表示节点间直接连接关系,矩阵元素为1表示存在连接,为0表示无连接。功能依赖连接基于控制逻辑或信号传递链路构建有向边集合,通过邻接矩阵非对称存储因果方向。统计关联边通过连续特征节点时间序列分析计算皮尔逊相关系数、互信息值或因果指标,当相关系数或归一化互信息值超过阈值时建立连接,阈值范围相关系数0.5~0.95,归一化互信息0.3~0.7。物理、功能和统计边集合通过边融合算法整合,权重分级设定,物理结构连接权重0.6~0.9,功能依赖0.5~0.8,统计关联0.1~0.7,节点出边权重总和归一化为1。稀疏化控制机制确保节点连接数在3~20之间,超过上限保留高权重连接,低于下限补充辅助边以增强连通性。

[0029] 在步骤S13中,为节点和连接边分配属性。连续特征节点属性包括状态变量维度1~64维、采样频率0.1Hz~10kHz、更新周期0.1~300秒、数值范围根据设备参数设定(如温度-50℃~1200℃、压力0~50MPa、振动0~100mm/s),异常阈值区间均值±2~4倍标准差。离散逻辑节点属性包括触发条件表达式、逻辑类别、事件优先级1~10级、延迟触发0~300秒、持续保持时

间1~3600秒。连接边属性包括权重0.1~0.9、权重衰减因子0.8~1.0、动态调整步长0.001~0.1。

[0030] 在步骤S14中,将节点集合、连接边及属性信息统一存储于初始混合形态图结构数据单元,支持快时间尺度状态更新、趋势状态构建及混合形态图结构自演化。存储可采用图数据库或邻接矩阵结合属性映射表,实现节点与边的快速访问与动态更新。每个节点分配唯一ID并建立索引表,记录节点类型、状态向量及时间戳,连续节点状态向量采用固定长度数组或张量存储,离散节点存储逻辑表达式或规则树索引及优先级信息。每条边建立索引表,记录起始节点ID、终止节点ID、初始权重及属性字段,支持邻接映射和加权聚合计算。优化存储可采用稀疏矩阵、哈希映射及分区存储机制,实现局部快速更新与全局一致性维护。

[0031] 在步骤S15中,对初始混合形态图结构执行智能校验与自适应优化,包括低价值与重复连接压缩、异常节点修正与冻结、孤立节点及低连通子图融合、属性自适应调整和迭代模拟与稳定性评估。连接边通过节点关联强度、历史交互频次和信息流贡献度评估,低价值或重复边删除或调整权重;节点异常通过历史状态波动、趋势偏离及异常触发次数分析进行修正或冻结;孤立节点及低连通子图根据拓扑距离、功能相关性及历史数据相似性进行融合或合并为超级节点;属性调整通过规则引擎、统计模型或机器学习预测模型动态调整连续节点数值范围、采样频率、趋势权重及离散节点触发延迟和优先级,边权重上限和更新速率同步优化。迭代模拟对图结构进行多轮节点状态更新与边权聚合,评估路径连通性、节点活跃度、信息流连续性及结构收敛度,并进一步微调节点和边属性,直至满足稳定性、连通性及可扩展性要求,形成稳定、可靠、可扩展的基础结构,为后续AI推理、趋势状态构建及异常判定提供高效数据支撑和结构保障。

[0032] 在本发明的一种优选实施方式中,S2、在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流并进行标准化与时间对齐处理,依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合处理生成瞬时连续状态结果并写入节点状态存储单元;

其中,S2包括如下分步骤:S21、在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流,并对数据进行标准化处理以消除量纲差异和异常噪声,同时通过多源同步算法进行时间对齐,以保证连续特征节点和离散逻辑节点信息的时序一致性,同时可根据数据变化自适应调整采样策略和处理窗口长度以优化数据质量;

S22、依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合,将节点邻居信息按权重融合生成瞬时连续状态结果,同时在聚合过程中结合历史节点行为模式与异常检测指标进行加权调整,以增强状态结果对突发事件和异常波动的敏感性;

S23、将生成的瞬时连续状态结果写入节点状态存储单元,并记录每条节点的时间戳、聚合信息及加权调整信息,为趋势状态构建、预测分析和混合形态图结构的动态调整提供多维基础数据,从而支撑后续混合形态图结构的数据驱动自适应优化;

S24、瞬时连续状态结果作为动态输入,为混合形态图结构的自适应调整提供参考,通过节点状态与邻接关系的实时分析实现结构稳定性评估、异常节点识别、低价值连接压缩及子图融合优化,使混合形态图结构在接收动态状态数据后能够主动调整拓扑和权重分布,从而提升整体结构的可靠性、信息流通效率及预测能力。

[0033] 具体的,在步骤S2中,在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流,并对采集数据进行标准化与时间对齐处理,同时依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节

点执行邻接加权聚合处理,生成瞬时连续状态结果并写入节点状态存储单元,为后续趋势状态构建、预测分析及混合形态图结构自适应优化提供基础数据支持。

[0034] S21中,在混合形态图结构约束下,利用工业设备传感器采集高频数据流,包括温度、压力、电流、振动、转速等参数。采集频率可根据设备类型设定为0.1Hz~10kHz,以兼顾慢速设备和高速动态设备的数据需求。采集数据首先进行标准化处理,可采用Z-score标准化$x'=(x-\mu)/\sigma$或区间归一化映射至0~1或-1~1区间,其中历史均值μ和标准差σ可基于滑动窗口长度50~1000个采样点动态更新,归一化区间随历史最小值和最大值动态调整,更新周期0.1~300秒。同时可在标准化处理前引入中值滤波或指数平滑算法去噪,平滑系数0.1~0.5,以消除瞬时异常干扰。对于多源数据,采用时间对齐算法,包括同步时间戳、插值填充、信号重采样或时间窗口滑动方法,保证连续特征节点和离散逻辑节点信息的时序一致性。数据变化较大时,可自适应调整采样策略和处理窗口长度,以优化数据质量和实时性。

[0035] 在S22中,依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合,将节点邻居信息按权重融合生成瞬时连续状态结果,同时在聚合过程中结合历史节点行为模式与异常检测指标进行加权调整。为实现该功能,可为每个连续特征节点获取其所有邻居节点状态向量,并结合节点连接权重执行加权求和,其中瞬时状态向量表示节点当前状态,邻居集合表示与该节点直接连接的所有节点,连接权重范围可设为0.1~0.9,并通过归一化处理保证总和为1。邻接节点状态向量可采用矩阵运算或张量乘法实现高效批量计算,支持大规模节点实时聚合。同时,为每个连续特征节点维护滑动窗口内历史状态序列,通过计算状态均值、趋势向量及方差指标获得历史行为模式,在聚合计算中根据节点当前状态与历史模式偏离程度动态调整邻居权重,当邻居节点近期状态偏离历史均值较大时可对其权重进行衰减处理,增强聚合结果对正常状态节点的稳定性。在此基础上,实时计算异常指标,如Z-score偏离、异常触发频率或Mahalanobis距离,将异常指标纳入权重调整,使异常程度高的节点权重降低,异常程度低或稳定节点权重提升,从而使瞬时连续状态结果对突发异常敏感而不受噪声干扰。在实现方式上,连续特征节点状态向量和权重可存储于图数据库或内存图结构中,通过索引表快速检索邻居节点状态与权重,聚合计算可采用稀疏矩阵或张量运算实现并行处理,历史行为模式可通过滑动窗口缓存或环形缓冲区维护,异常指标可结合实时计算或增量更新机制保证低延迟响应。通过上述技术手段,邻接加权聚合能够在瞬时连续状态生成过程中同时兼顾历史行为模式和异常检测指标,实现状态结果的稳定性与敏感性兼顾,为后续趋势状态构建、预测分析及混合形态图结构自适应优化提供高可靠性、多维度基础数据支持

在S23中,将生成的瞬时连续状态结果写入节点状态存储单元,并记录每条节点的时间戳、聚合信息及加权调整信息,为趋势状态构建、预测分析和混合形态图结构的动态调整提供多维基础数据,从而支撑后续混合形态图结构的数据驱动自适应优化。在实现层面,可为每个连续特征节点和离散逻辑节点分配唯一节点标识,并在节点状态存储单元中建立索引表,将节点ID与其瞬时状态向量、时间戳及邻接聚合信息关联存储,时间戳可采用系统高精度时钟或采样时间记录字段,确保数据时间顺序的一致性与可追溯性;聚合信息包括邻居节点状态、连接权重及加权求和结果,可通过结构化数组、张量或嵌套映射表进行存储,以支持高效访问与并行计算;加权调整信息包括历史行为模式偏离值、异常指标、权重衰减系数及动态调整记录,可通过滑动窗口缓存、环形缓冲区或增量更新表实现实时更新,

同时结合事件日志记录关键状态变化以便追踪节点演化。在数据存储结构方面,可采用图数据库或内存图结构,将节点状态、聚合信息及加权调整信息统一管理,并为大规模图结构引入分区存储、索引优化及稀疏矩阵表示,提高数据检索效率和内存利用率。能够精确记录每条节点在不同时间点的状态及邻接聚合特征,并同时捕获历史偏离与异常调整信息,从而为趋势状态构建、预测分析和混合形态图结构自适应优化提供多维、可操作、实时的数据基础,保证后续推理、结构调整与异常判定的高可靠性和可复现性。

[0036] S24中,将瞬时连续状态结果作为动态输入,为混合形态图结构的自适应调整提供参考,通过节点状态与邻接关系的实时分析实现结构稳定性评估、异常节点识别、低价值连接压缩及子图融合优化,使混合形态图结构在接收动态状态数据后能够主动调整拓扑和权重分布。在实现层面,可构建结构自适应分析模块,该模块基于邻接矩阵与节点状态向量执行周期性或事件触发式计算,首先对结构稳定性进行评估,通过计算节点活跃度指标、状态方差、趋势斜率、邻居状态加权偏差以及全图平均路径长度、节点度分布和聚类系数等拓扑参数形成稳定性评价向量,当任一指标超过预设阈值范围时触发拓扑优化流程;异常节点识别可基于实时状态向量与历史统计模型计算偏离度,采用Z-score、局部离群因子或Mahalanobis距离判定异常等级,并结合持续时间窗口判断瞬时异常与持续异常,对持续异常节点执行权重衰减、邻接限制或状态冻结处理,以降低异常传播风险;低价值连接压缩可依据边权变化率、历史交互频次、信息流贡献度和互信息指标构建边价值评分模型,当评分低于设定阈值区间时执行边删除或权重下调,同时通过稀疏矩阵更新算法实时维护邻接结构以保持计算效率;子图融合优化可通过连通分量检测算法识别孤立节点或低连通子图,利用拓扑距离、功能相似度或历史行为相关性计算相似度矩阵,在相似度满足设定区间时建立新连接或合并节点形成超级节点,并同步更新节点索引与边索引映射表;拓扑和权重分布调整可采用加权归一化算法、梯度下降优化或基于强化学习的策略更新模型,使信息传播路径长度最小化且结构收敛速度最大化,权重更新步长可设定为0.001~0.1以保证平滑调整。通过上述技术手段,混合形态图结构能够在接收动态状态数据后完成稳定性检测、异常隔离、低效连接削减及子图重构,实现拓扑结构与权重分布的自适应优化,提高整体结构可靠性、信息流通效率及预测能力,并为后续趋势状态构建和智能推理提供稳定的数据与结构基础。

[0037] 在本发明的一种优选实施方式中,S3、对瞬时连续状态结果进行时间缓存并按预设时间窗口执行统计汇总处理提取趋势特征指标形成趋势状态结果,当累计数据满足预设更新条件时完成趋势状态更新以形成反映长期变化特征的趋势状态。

[0038] 其中,S3包括如下分步骤:S31、对瞬时连续状态结果构建节点级时间序列缓存结构,按照时间顺序进行持续写入,并对缺失数据、异常跳变数据及采样间隔波动进行补偿与平滑处理,以维持时间序列的连续性与分析稳定性;

S32、在滑动时间窗口内对时间序列执行多维动态特征提取,通过分析局部变化结构计算统计分布特征并提取变化速率、波动梯度、趋势方向一致性、周期强度及稳定区间长度等指标,构建多维趋势特征向量以刻画节点的演化轨迹;

S33、基于多维趋势特征向量执行趋势模式识别与分级映射,将节点运行状态映射为稳定态、渐变态、波动态或突变态,并同步生成趋势强度与持续性标识以增强趋势表达能力;

S34、对趋势强度与持续性进行动态累积与权重更新,使趋势状态随时间连续演进并逐步固化为长期变化表征,从而形成区别于瞬时状态的慢时间尺度演化状态;

S35、将慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态共同输入混合形态图结构评估机制,通过节点演化方向与邻接关系变化的一致性分析驱动连接权重重分布、节点活跃度调节及局部拓扑重构,使混合形态图结构在双时间尺度数据驱动下实现持续自适应优化。

[0039] 具体的,在S3中,对瞬时连续状态结果进行时间缓存并按预设时间窗口执行统计汇总处理提取趋势特征指标形成趋势状态结果,当累计数据满足预设更新条件时完成趋势状态更新,以形成反映长期变化特征的趋势状态,实现由快时间尺度向慢时间尺度的状态演化映射。

[0040] S31中,对瞬时连续状态结果构建节点级时间序列缓存结构,可为每个连续特征节点建立独立时间序列缓冲区,采用环形缓冲区或滑动窗口数组结构按时间顺序持续写入数据,缓存长度可设为100~10000个采样点以适配不同时间尺度分析需求。针对缺失数据可采用线性插值、样条插值或基于相邻窗口均值的估算方式进行补偿;针对异常跳变数据可通过中值滤波、限幅滤波或基于阈值的异常剔除算法进行平滑处理;针对采样间隔波动可采用重采样算法统一时间步长,例如将原始数据映射至固定时间间隔0.1~10秒的标准时间轴,以维持时间序列连续性与分析稳定性。缓存结构可同时记录时间戳索引与原始状态向量索引,支持快速区间查询与批量统计运算。

[0041] S32中,在滑动时间窗口内对时间序列执行多维动态特征提取,窗口长度可设为10秒~24小时以适配不同设备运行节奏。统计分布特征包括均值、方差、偏度、峰度及分位数区间;变化速率通过相邻时间点差分或线性回归斜率计算获得;波动梯度可通过标准差变化率或能量谱密度估计得到;趋势方向一致性可通过连续符号一致率或向量夹角余弦值计算;周期强度可采用快速傅里叶变换或自相关函数提取主频幅值;稳定区间长度通过连续低波动区间统计获得。上述指标组合形成多维趋势特征向量,维度可设为5~32维,用于刻画节点在当前窗口内的演化轨迹。

[0042] S33中,基于多维趋势特征向量执行趋势模式识别与分级映射,可采用阈值判别、聚类算法或轻量级分类模型实现状态分级。稳定态对应低波动、低变化速率且趋势方向一致性高的区间;渐变态对应变化速率中等且趋势方向持续一致的区间;波动态对应波动梯度较高但无明显长期方向的区间;突变态对应变化速率或异常指标超过设定阈值的区间。分类完成后生成趋势强度指标与持续性标识,其中趋势强度可依据变化速率与方向一致性综合评分0~1范围表示,持续性标识可依据连续满足条件的窗口数量表示,以增强趋势表达能力。

[0043] S34中,对趋势强度与持续性进行动态累积与权重更新,可采用指数加权移动平均或递推累积算法,使趋势状态随时间连续演进。权重更新步长可设为0.001~0.05,以保证慢时间尺度平滑过渡。当趋势强度在连续多个窗口内保持高于阈值时,将其固化为长期趋势标签,并写入趋势状态存储单元,实现与瞬时状态分离的慢时间尺度演化表征。趋势状态更新周期可设为1分钟~24小时,以适配不同应用场景。

[0044] S35中,将慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态共同输入混合形态图结构评估机制,通过节点演化方向与邻接关系变化的一致性分析驱动结构优化。实现方式包括计算节点趋势方向与邻居趋势方向的相似度,若相似度高于设定阈值则提升连接权重,若方向相

反或一致性低则降低权重;结合趋势强度调节节点活跃度系数,使长期稳定节点在结构中保持高权重传播能力,而波动或突变节点权重适度受限;当趋势状态显示局部结构长期低连通或低信息流效率时,可触发局部拓扑重构流程,包括新增辅助连接或合并功能相近节点。通过双时间尺度数据驱动机制,使混合形态图结构在瞬时状态快速响应能力与趋势状态长期演化能力之间形成协同优化,实现持续、自适应的结构更新与推理能力增强。在本发明的一种优选实施方式中,S4、基于趋势状态对混合形态图结构执行自演化处理,按照节点趋势变化幅度对混合形态图结构执行渐进式调整操作,其包括连接权重重分配、节点激活或冻结及局部子图重构,并替换原混合形态图结构以反映趋势对应的关系演化。

[0045] 其中,S4包括如下分步骤:S41、基于慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态构建结构演化判据向量,对节点演化方向一致性、趋势强度累积量、邻接信息流稳定度及历史结构参与度进行联合分析,生成结构演化驱动矩阵以量化各节点对混合形态图结构调整的影响贡献度;

S42、依据结构演化驱动矩阵执行渐进式连接权重迁移,通过分阶段调节连接强度并设置权重变化缓冲区间,使权重分配在连续时间内平滑过渡,以抑制结构突变引发的系统震荡;

S43、基于节点趋势持续性与信息流贡献度构建结构活跃域分层模型,将节点划分为核心演化层、过渡层及抑制层,并分别执行差异化激活、降权或冻结处理,实现结构资源的分层调控;

S44、根据节点间趋势耦合一致性与结构贡献度分布识别结构失衡区域,构建局部耦合一致性图,对低效子图执行融合、拆分或跨层重组,并保留结构映射关系以支持演化回溯与结构可追溯性;

S45、对完成调整的混合形态图结构执行演化稳定性验证,通过评估结构收敛度、信息流连续性及节点活跃分布均衡度确定结构进入稳定区间后进行结构替换,使混合形态图结构在演化过程中保持连续性、稳定性与可解释性。

[0046] 具体的,在S4中,基于趋势状态对混合形态图结构执行自演化处理,按照节点趋势变化幅度对混合形态图结构执行渐进式调整操作,包括连接权重重分配、节点激活或冻结及局部子图重构,并在完成稳定性验证后替换原混合形态图结构,以反映趋势对应的关系演化,实现结构在慢时间尺度驱动下的持续优化与有序更新。

[0047] 在S41中,基于慢时间尺度趋势状态与瞬时连续状态构建结构演化判据向量,并形成结构演化驱动矩阵以量化各节点对混合形态图结构调整的影响贡献度。

[0048] 具体实现时,首先对构成结构演化判据向量的各项指标进行无量纲归一化处理,使其统一映射至0至1区间以保证可比性与融合稳定性。演化方向一致性通过节点趋势向量与邻居趋势向量的夹角余弦值计算,原始范围为-1至1,经线性映射转换为0至1区间;趋势强度累积量通过指数加权移动平均方式对趋势强度进行时间累加并归一化至0至1区间;邻接信息流稳定度通过邻居节点状态方差倒数或信息熵变化率反向指标计算并归一化至0至1区间;历史结构参与度通过统计节点在历史结构调整过程中的权重贡献比例并归一化至0至1区间。

[0049] 将上述指标按预设融合权重构成结构演化判据值Vi,其中融合权重满足总和为1。优选设置演化方向一致性权重为0.2至0.4,趋势强度累积量权重为0.3至0.5,信息流稳定

度权重为0.1至0.3,历史结构参与度权重为0.05至0.2。在趋势驱动型应用场景中提高趋势强度权重,在结构稳定优先场景中提高信息流稳定度权重。

[0050] 基于结构演化判据值构建N×N结构演化驱动矩阵M,矩阵元素Mij表示节点i对节点j连接权重调整的驱动贡献度。Mij通过节点i的结构演化判据值、当前邻接权重值及节点间趋势耦合一致性系数的乘积计算得到,并经归一化处理限定在0至1区间。趋势耦合一致性系数通过节点趋势方向一致性计算获得,范围为0至1。

[0051] 为保证结构调整的连续性与稳定性,设置分级驱动阈值机制,当Mij小于0.05时不触发权重调整,当Mij处于0.05至0.2区间时执行渐进式权重迁移,当Mij大于0.2时进入优先调整队列,并结合权重变化缓冲区间限制单周期内权重变化幅度不超过原值的5%至20%。

[0052] 在实现层面,指标归一化采用最小最大归一化算法并引入10^-6数量级稳定项防止分母为零,驱动矩阵计算采用稀疏邻接矩阵压缩存储与向量化并行计算方式,时间复杂度控制在与有效边数量呈线性关系的范围内。融合权重可通过自适应更新机制进行动态优化,学习率优选设置为0.001至0.01,使结构演化判据向量在长期运行过程中保持最优表征能力。

[0053] S42、依据结构演化驱动矩阵执行渐进式连接权重迁移,通过分阶段权重更新算法将迁移过程划分为若干时间步,每一步按照无量纲权重更新步长0.001至0.05递推调整,并设置权重变化缓冲区间,例如单周期内权重变化不超过原值的5%至20%,以抑制突变引发系统震荡。权重迁移可通过稀疏邻接矩阵增量更新实现,同时结合平滑函数或指数衰减函数控制过渡速率,实现连续时间内平滑变化。

[0054] 在更新模型上,将固定平滑系数优化为自适应动态阻尼系数λ(t,i,j),由结构演化驱动值Mij、节点局部稳定度Si及全局结构震荡度Ω(t)共同决定,更新公式为Wij(t+1)=Wij(t)+λ(t,i,j)×ΔWij,其中λ(t,i,j)=λmax×Mij×Si×exp(-ρ×Ω(t)),λmax取0.05至0.2,ρ取0.5至2,当结构震荡升高时指数项自动降低更新速率,实现全局阻尼自适应调节。结构震荡度Ω(t)通过连续周期内全图平均权重变化率ΔWavg与邻接矩阵最大特征值变化率Δλmaxeig联合计算:Ω(t)=α1×ΔWavg+α2×Δλmaxeig,α1、α2为比例系数。

[0055] 在迁移路径控制上,引入双阶段收敛机制:第一阶段保持高λ实现快速响应,第二阶段当ΔWij低于0.02时进入缓收敛模式,采用Wij(t+1)=Wij(t)+λ(t,i,j)×ΔWij×exp(-γ×|ΔWij|),γ取5至20,使小差值更新更缓慢,实现渐进逼近目标权重。在多边同步更新场景中,引入节点级守恒归一化控制,对节点i所有出边权重变化量ΔWiΣ超过原出边总权重10%至15%时按比例缩放ΔWij_new=ΔWij×(Threshold/ΔWiΣ),更新完成后执行出边归一化Wij=Wij/ΣWij,保持信息流守恒与能量平衡。在时间平滑层面,将滑动平均升级为二阶惯性平滑:$\tilde{W}ij(t)=a\times Wij(t)+b\times\tilde{W}ij(t-1)+c\times\tilde{W}ij(t-2)$,a+b+c=1,a取0.2至0.4,b取0.4至0.6,c取0.1至0.2,通过惯性记忆项抑制高频震荡,提高演化轨迹连续性。在工程实现中,采用稀疏矩阵分块更新,将驱动值>0.2的边划入优先更新队列,0.05~0.2的边划入常规队列,<0.05的边延迟更新,通过分层队列并行执行增量更新操作,时间复杂度与有效边数量线性相关,同时避免全局矩阵重复遍历。结构稳定监测闭环机制设置连续K个周期内结构收敛度<0.01且谱半径变化率<0.02时自动锁定λ上限并进入低扰动维护模式,保证结构在接近稳定区间时不发生过度调整。通过自适应阻尼控制、双阶段收敛、守恒归一化、二阶惯性平滑及分层队列更新的协同优化,使连接权重迁移兼具高响应性与稳定性,实现趋势

驱动下的渐进式结构演化,同时降低震荡概率并提升整体收敛效率与可解释性。

[0056] 在S43中,基于节点趋势持续性与信息流贡献度构建结构活跃域分层模型。具体实现时,可将趋势持续时间、趋势强度及信息流贡献度作为输入特征,通过阈值分层或聚类算法将节点划分为核心演化层、过渡层及抑制层。核心演化层节点具有高趋势强度和高信息流贡献度,执行权重提升与优先连接策略;过渡层节点执行适度调节策略;抑制层节点则执行降权或冻结处理,限制其对结构传播的影响。冻结处理可通过锁定节点出边权重或限制其参与聚合计算实现,从而实现结构资源的分层调控与优化配置。

[0057] S44中,根据节点间趋势耦合一致性与结构贡献度分布识别结构失衡区域,并对低效子图执行融合、拆分或跨层重组,同时保留结构映射关系以支持演化回溯与结构可追溯性。在实现过程中,可首先构建局部耦合一致性图,以原混合形态图结构为基础,对每一对存在连接关系的节点i与j计算趋势方向一致性系数Cij与结构贡献度耦合值Dij,其中趋势方向一致性系数通过趋势特征向量夹角余弦值计算Cij=(Ti·Tj)/(|Ti||Tj|),原始范围-1至1,经线性映射后归一化至0至1区间;结构贡献度耦合值通过节点结构演化判据值Vi与Vj的乘积或调和平均计算Dij=2ViVj/(Vi+Vj+ε)并归一化至0至1区间;局部耦合一致性图的边权Wij^c定义为Wij^c=αCij+βDij,其中α+β=1,优选α取0.5~0.7,β取0.3~0.5,当Wij^c小于预设阈值θ1例如0.3时标记为弱耦合边,当Wij^c大于θ2例如0.7时标记为强耦合边,中间区间视为过渡耦合。

[0058] 接着执行结构失衡区域检测,可采用连通分量检测或模块度分析。连通分量检测步骤包括对弱耦合边进行临时删除或降权处理,在更新后的局部耦合一致性图上执行深度优先遍历或并查集算法识别连通分量,计算每个连通分量的内部平均耦合权重$\bar{W}in$与外部平均耦合权重$\bar{W}out$,当$\bar{W}in<\bar{W}out$或$\bar{W}in$低于全图平均耦合值的某一比例阈值例如0.6时,判定该连通分量为潜在低效子图。模块度分析步骤包括构建模块度函数Q=1/(2m)Σij[Wij^c-(kikj)/(2m)]δ(ci,cj),通过谱分解或基于贪婪优化的社区发现算法对图进行划分,计算模块度增量ΔQ,当某一子图的模块度贡献为负值或低于预设阈值例如Q<0.05时,判定其为结构失衡区域。

[0059] 为了增强识别稳定性,可引入多指标联合判据,定义结构失衡指数BI=ω1(1-$\bar{W}in$)+ω2($\bar{W}out/\bar{W}in$)+ω3(σlocal/σglobal),其中σlocal为子图内部权重方差,σglobal为全图权重方差,ω1、ω2、ω3为比例系数,当BI超过预设阈值例如0.5~0.8时标记为结构失衡区域。

[0060] 在工程实现中,可采用稀疏邻接矩阵存储局部耦合一致性图,仅对活跃边集合进行计算,连通分量检测时间复杂度为O(N+E),模块度优化采用近似贪婪算法将复杂度控制在O(ElogN),同时设置滑动时间窗口对失衡判定结果进行平滑验证,仅当连续K个周期内均被判定为失衡区域时才触发后续子图融合、拆分或重组操作,以避免瞬时波动导致误判。通过构建局部耦合一致性图、耦合权重计算、连通分量分析、模块度优化及多指标联合失衡指数计算,可实现对结构失衡区域与低效子图的可量化识别,并为局部拓扑重构、跨层重组及演化回溯提供明确、可执行的技术基础。

[0061] S45中,对完成调整的混合形态图结构执行演化稳定性验证,通过结构收敛度、信息流连续性及节点活跃分布均衡度进行综合评估,以确保结构在演化过程中保持稳定、连续及高效。在实现过程中,结构收敛度通过连续多个更新周期内各连接边权重变化幅度计

算得到,可采用无量纲归一化差值ΔWij_norm=|Wij(t+1)-Wij(t)|/Wij(t)进行量化,并设置阈值范围0.001至0.01,当所有边权变化幅度连续K个周期均低于阈值时判定结构收敛;信息流连续性通过全图平均最短路径长度Lavg及连通分量数量Nc变化率进行计算,可采用ΔLavg/Lavg和ΔNc/Nc联合指标评估结构信息传递效率与连通性稳定性,其中阈值可设置为0.5%至5%,以判定信息流连续性是否满足稳定要求;节点活跃分布均衡度通过节点活跃度Ai的方差σA^2或标准差计算评估节点参与度均衡性,活跃度可定义为节点在多个更新周期内参与权重聚合或触发结构演化的次数,方差阈值可设置为0.01至0.05,以判断节点活跃分布是否均衡。在具体实现中,可通过稀疏矩阵或邻接列表快速获取边权变化信息,通过并行计算方式统计全图平均路径长度及连通分量数量,通过时间滑动窗口统计节点活跃度并更新方差指标,同时将收敛度、信息流连续性及活跃分布均衡度通过加权融合生成综合稳定性评分Sstab,以支持自动判定结构是否进入稳定区间或触发进一步微调操作。在工程实现层面,可结合批量计算、增量更新及并行处理技术,确保大规模混合形态图结构的稳定性验证高效可执行,同时为后续混合形态图结构替换或维持提供可靠参考,保障AI推理及趋势自适应优化的连续性。

[0062] 在本发明的一种优选实施方式中,S5、在更新后的混合形态图结构约束下对连续特征节点执行基于图邻接关系的特征传播与聚合同时对离散逻辑节点执行规则触发判定并建立连续特征节点与离散逻辑节点之间的双向影响关系以生成融合后的推理结果。

[0063] 其中,S5包括如下分步骤:S51、在完成所确定的混合形态图结构稳定区间验证后,对混合形态图结构执行状态锁定,并建立演化缓冲区,使节点分层关系及连接权重在推理过程中保持连续性,同时允许局部微调以适应短期状态波动,从而形成兼具稳定性与适应性的推理环境;

S52、在锁定的混合形态图结构约束下,对连续特征节点执行多轮多尺度特征传播与加权聚合,结合节点趋势权重、邻接耦合度及历史演化贡献生成连续状态向量,以全面反映多时间尺度与多维关系下的综合影响;

S53、根据生成的连续状态向量及节点历史行为,对离散逻辑节点执行动态规则触发,并结合节点激活模式自适应机制生成逻辑判定结果和趋势激活标识,实现逻辑节点对状态变化的自适应响应;

S54、基于逻辑判定结果和趋势激活标识,对连续特征节点执行自适应反馈调制,将逻辑判定结果映射为权重修正或状态约束因子,并结合趋势强度及节点活跃度分层调节,实现连续特征节点与离散逻辑节点之间的动态双向影响;

S55、对双向调制后的连续状态向量与逻辑判定结果进行异构融合,生成融合推理结果,并将该结果反馈至混合形态图结构演化机制,用于更新节点趋势权重及局部拓扑,从而形成推理结果与混合形态图结构演化的闭环自适应优化。

[0064] 具体的,在S51中,在完成混合形态图结构稳定区间验证后,对图结构执行状态锁定,并建立演化缓冲区,使节点分层关系及连接权重在推理过程中保持连续性,同时允许局部微调以适应短期状态波动,形成兼具稳定性与适应性的推理环境。实现上,可为每个节点与连接边分配锁定标识位和缓冲权重区间,锁定标识位用于固定节点的核心属性和主要权重,缓冲权重区间用于允许节点权重在±5%~±20%范围内微调;权重微调通过稀疏邻接矩阵增量更新实现,结合二阶惯性平滑算法控制更新步长,使局部波动不会引起全局结构震

荡;同时引入动态优先级调度机制,对受短期状态变化影响较大的节点优先计算微调,低影响节点延迟更新;对连续特征节点,可采用趋势权重和邻接耦合度控制微调幅度,对离散逻辑节点,可根据激活模式和规则优先级控制触发敏感性,从而保证推理环境在短期动态波动下保持稳定性,同时能够快速响应节点状态变化,实现稳定性与适应性的有机结合。

[0065] 在S52中,在锁定的混合形态图结构约束下,对连续特征节点执行多轮多尺度特征传播与加权聚合,通过邻接节点信息融合、节点趋势权重、邻接耦合度及历史演化贡献加权生成连续状态向量。实现时,可将每个节点的连续状态向量存储为张量结构或固定长度数组,通过稀疏邻接矩阵表示节点间连接关系,并在每轮传播中按照节点邻居权重对邻居状态向量执行加权求和,同时结合节点自身趋势权重和历史演化贡献进行加权修正,使状态更新结果既反映当前邻接信息,又考虑节点长期演化模式。在多尺度传播层面,可设定不同时间窗口和邻接阶数,例如一阶邻居用于快速局部响应,二阶或三阶邻居用于捕捉更广范围的结构依赖,通过并行矩阵运算或消息传递算法实现高效计算。在加权策略上,可将邻接耦合度与历史演化贡献映射为0~1区间的动态权重系数,并通过自适应阻尼系数$\lambda(t,i,j)$控制每轮状态更新步长,实现节点状态向量在多轮迭代中平滑收敛,避免高频震荡。同时,对连续状态向量的更新结果可在每轮计算后执行归一化处理,将数值映射至统一区间,以保证不同节点、多维特征间的可比性和融合稳定性。可在保持节点状态连续性与趋势表达能力的同时,实现多时间尺度、多维关系下的综合影响刻画,为后续离散逻辑判定、双向调制及融合推理提供高可靠性连续状态输入。

[0066] 在S53中,根据生成的连续状态向量及节点历史行为,对离散逻辑节点执行动态规则触发判定,规则可采用布尔逻辑表达式或多层规则触发树结构实现。实现时,可将每个离散逻辑节点的规则表达式或规则树索引存储于图结构的属性字段中,触发判定过程中,首先从连续状态向量中提取对应节点的多维数值特征,并通过阈值判断、趋势方向一致性分析或变化速率比较生成布尔输入信号,作为逻辑表达式的输入项。对于规则触发树,可采用递归遍历或深度优先遍历算法执行节点条件判断,将连续特征节点的数值状态映射为逻辑条件满足与否,并根据规则优先级、延迟触发参数及历史触发频率动态调整判定权重,实现节点对瞬时和趋势状态变化的自适应响应。在判定过程中,可引入滑动时间窗口或指数加权平均方法对输入状态进行平滑处理,以抑制短时异常波动引起的误触发,并对触发结果生成趋势激活标识和置信度指标,通过数值化方式量化逻辑判定强度,实现逻辑节点对状态变化的动态响应与历史行为耦合,同时为后续连续特征节点的自适应反馈调制提供可计算的映射因子。

[0067] 在S54中,基于逻辑判定结果,将其映射为连续特征节点的权重修正因子或状态约束因子,实现时可将每条逻辑判定结果数值化为0~1区间的修正系数,并结合节点趋势强度指标与活跃度分层信息进行加权分配,其中趋势强度可通过滑动时间窗口内的连续状态变化速率或多维趋势特征向量计算得到,节点活跃度分层可依据历史激活频率、邻接耦合度及信息流贡献度划分为高活跃层、过渡层和低活跃层。在自适应反馈调制过程中,可将逻辑修正因子与趋势强度及分层权重通过加权求和生成最终调制系数,用于调整节点的邻接权重或状态值范围,同时可引入指数平滑或二阶惯性滤波算法对调制系数进行平滑处理,以抑制短周期异常波动对连续状态的干扰。具体实现可采用矩阵化操作,将逻辑判定结果、趋势强度向量和活跃度权重矩阵进行逐元素运算生成调制矩阵,再与连续特征节点状态向量

或邻接权重矩阵相乘完成反馈修正。在多节点同步调制场景中,可结合守恒归一化方法对节点出边权重或状态约束总量进行归一化,以保持信息流守恒和全局能量平衡。同时,可引入调制速率上限限制(如单周期内调制系数变化不超过原值的5%~20%)及动态阻尼控制(根据节点活跃度和全局震荡度自动调整调制步长),确保连续特征节点在逻辑反馈作用下实现平稳、渐进且可控的状态调整,从而实现连续特征节点与离散逻辑节点之间的动态双向影响和融合调节。

[0068] S55中,对双向调制后的连续状态向量与逻辑判定结果执行异构融合,采用加权平均、图注意力机制或投影映射方式生成融合推理结果。加权平均方法通过为连续状态向量与逻辑判定结果分配动态权重α、β(α+β=1,取值范围0.3~0.7)完成线性融合,其中权重可根据节点活跃度、趋势强度及历史推理贡献动态调整;图注意力机制通过计算节点间特征相关性与逻辑触发影响力生成注意力系数矩阵A,融合过程中连续状态向量X与逻辑判定结果L通过矩阵乘法映射X'=A·X+L·(I-A)完成非线性加权聚合;投影映射方法通过将连续状态向量与逻辑判定结果映射至统一高维特征空间Z=Wc·X+Wl·L+b,其中Wc、Wl为可训练或预设映射权重矩阵,b为偏置向量,完成异构信息的统一表达。

[0069] 融合生成的推理结果同时保留时间戳、节点ID及贡献权重信息,并反馈至混合形态图结构演化机制,用于更新节点趋势权重、局部拓扑及演化缓冲区。反馈实现可采用增量更新策略,将推理结果的变化量ΔX_fusion映射至对应节点权重调整ΔW_ij,并通过稀疏邻接矩阵增量更新实现局部拓扑优化,同时引入二阶平滑与归一化约束保证信息流守恒与结构稳定性。在多节点同步更新场景下,可采用分层队列策略,将变化量较大的节点优先执行更新,变化量中等节点执行常规更新,变化量低的节点延迟更新,从而实现高效且稳定的闭环自适应优化。

[0070] 通过融合推理结果既能够充分整合连续状态向量与离散逻辑判定信息,又能够在反馈至混合形态图结构时保证演化连续性、信息流均衡性及结构稳定性,从而为后续趋势权重调整、局部拓扑优化及异常识别提供可靠支撑。

[0071] 在本发明的一种优选实施方式中,S6、基于瞬时连续状态结果、趋势状态结果及混合形态图结构演化结果执行多维异常判定处理分别形成状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息并将其输入异常评估模块进行综合分析,当综合分析结果满足异常判定条件时输出异常等级或预警信号。

[0072] S6包括如下分步骤:S61分析瞬时连续状态结果中连续特征节点在时间序列上的幅度变化、突变行为及趋势偏离,生成节点级状态偏移信息,同时结合邻接节点关系识别局部子图异常特征,形成多层级状态偏移信息;

S62、基于趋势状态结果,对连续特征节点的慢时间尺度变化模式进行统计、累积异常特征提取,并结合历史演化数据和周期性模式生成趋势变化信息,用于识别潜在异常累积行为;

S63、依据混合形态图结构演化结果,提取节点分层变化、连接权重调整及局部子图拓扑演化特征,结合全局结构指标生成结构变化信息,实现对混合形态图结构自演化异常的量化识别;

S64、将状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息输入异常评估模块,基于历史演化行为动态调整各维权重,并采用加权融合、趋势一致性分析及异常模式匹配方法生

成综合异常评分,同时预测潜在异常节点和区域;

S65、根据综合评分结果输出异常等级或预警信号,并将判定结果反馈至混合形态图结构演化机制和连续特征节点状态更新流程,实现异常信息、图结构演化与连续状态的闭环自适应优化,同时为后续推理和演化提供预测参考。

[0073] 具体的,S6、基于瞬时连续状态结果、趋势状态结果及混合形态图结构演化结果构建三层异常特征输入体系,分别形成节点级状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息,并将三类信息按照统一时间索引与节点标识输入异常评估模块执行综合分析,当综合分析结果满足预设异常判定条件时输出异常等级或预警信号,同时生成可反馈的控制参数,实现异常识别与结构调节之间的联动基础。

[0074] S61、分析瞬时连续状态结果中连续特征节点在时间序列上的幅度变化、突变行为及趋势偏离,生成节点级状态偏移信息,同时结合邻接节点关系识别局部子图异常特征,形成多层级状态偏移信息;为实现该功能,可为每个连续特征节点构建滑动时间窗口缓存结构,将节点瞬时连续状态写入时间序列数据库,并在每个时间窗口内计算幅值变化率、局部梯度及趋势偏离量,通过局部极值检测与滑动标准差分析识别突变事件,同时结合节点邻接矩阵及权重信息计算邻接节点加权平均状态偏移,以捕捉局部子图异常行为,偏移信息以向量形式存储,包括节点自身偏移值、邻接加权平均偏移及局部子图异常指标,并对偏移值执行标准化处理以消除量纲差异和跨节点对比偏差,同时可在缓存结构中维护历史偏移趋势,用于生成多层级状态偏移信息,为后续趋势状态分析、异常识别和混合形态图结构演化提供实时、可量化的基础数据。

[0075] S62、基于趋势状态结果,对连续特征节点的慢时间尺度变化模式进行统计和累积异常特征提取,并结合历史演化数据和周期性模式生成趋势变化信息,用于识别潜在异常累积行为;

具体实现时,可为每个连续特征节点建立慢时间尺度趋势缓冲区,将趋势状态结果按固定时间步长写入趋势序列存储单元,并构建多窗口统计分析模块,分别在长周期窗口与中周期窗口内计算趋势均值、趋势斜率、趋势波动幅度及趋势持续时间,用于刻画节点慢时间尺度变化特征;在累积异常特征提取方面,可通过计算趋势残差序列(即趋势值与历史基准趋势模型之间的差值)生成累积偏差指标,并采用递推累计和算法或滑动积分方法计算趋势累积异常强度,当累积偏差在连续多个周期内持续增长时标记为潜在异常累积行为;

在周期性模式识别方面,可对趋势序列执行频域分析或自相关分析,提取主周期成分及周期振幅,并将当前趋势周期特征与历史周期模板进行相似度匹配,生成周期偏离指数,用于识别异常周期扰动;同时结合节点历史演化数据,包括节点分层迁移记录、连接权重历史变化曲线及历史异常触发记录,构建趋势演化基准模型,通过模型预测值与实际趋势值之间的偏差生成趋势异常置信度;

在趋势变化信息生成阶段,可将趋势强度指标、趋势持续性指标、周期偏离指数及累积异常强度进行归一化处理,并通过加权融合形成趋势变化向量,其中权重可依据历史异常识别准确率或节点稳定度自适应调整;在工程实现层面,可采用递推更新方式对趋势统计量进行增量计算,避免全序列重复计算,同时设置趋势变化阈值区间(例如趋势斜率变化率超过历史均值的10%~30%或周期偏离指数超过设定置信区间时触发标记),从而实现对

慢时间尺度潜在异常累积行为的实时识别;

通过慢时间尺度统计分析、累积异常提取、周期性模式匹配及历史演化基准对比机制的协同作用,能够生成结构化趋势变化信息,为后续异常评估模块提供稳定、可量化且具备预测能力的输入特征。

[0076] S63、依据混合形态图结构演化结果,提取节点分层变化、连接权重调整及局部子图拓扑演化特征,结合全局结构指标生成结构变化信息,实现对混合形态图结构自演化异常的量化识别;具体实施时,可在每一轮结构演化完成后对当前图结构生成结构快照,并与上一演化周期的结构快照进行差分计算,构建结构变化分析模块。节点分层变化通过建立节点层级编码矩阵实现,将核心层、过渡层及抑制层分别赋予不同层级标识,计算节点层级迁移矩阵及迁移频率,得到节点分层迁移强度指标,当单位时间内迁移比例超过设定范围时标记为分层异常候选特征。

[0077] 连接权重调整特征通过邻接权重差分矩阵提取,计算各边权重变化幅度、变化速率及累计迁移量,并生成权重变化统计向量;在实现层面可采用稀疏矩阵增量更新机制,仅对发生变化的边执行差分运算,同时计算边权变化的均值、方差及分布偏态系数,用于衡量整体权重重分配是否呈现异常集中或异常离散趋势。

[0078] 局部子图拓扑演化特征通过对子图连通性、聚类系数、局部密度及节点度分布进行对比分析获得;具体可采用连通分量检测算法识别子图合并或拆分情况,计算子图数量变化率及平均规模变化率,同时利用谱特征分析方法提取子图结构特征向量,对比连续周期内的谱差异度量结构重构强度,从而识别局部拓扑突变行为。

[0079] 在全局结构指标层面,可计算全图平均路径长度、全局聚类系数、图直径、谱半径及模块度等统计指标,并建立结构稳定基准区间,通过滑动窗口方式监测各指标的变化率与波动幅度;当多个全局指标在同一时间窗口内出现协同偏移时,提高结构异常置信度。

[0080] 结构变化信息生成阶段,将节点分层迁移强度、权重变化统计特征、子图拓扑差异指标及全局结构指标统一归一化处理,并通过加权融合形成结构变化向量;权重系数可依据历史演化稳定性记录或异常检测准确率进行自适应调整,同时设置结构异常判定区间,例如权重平均变化速率超过历史均值的预设比例、子图数量变化率超过稳定阈值或谱差异度量连续多周期上升时触发异常标记。

[0081] 通过结构快照差分、分层迁移分析、权重统计监测、拓扑谱特征比对及全局指标联合评估机制的协同运行,实现对混合形态图结构自演化异常的多维量化识别,为异常评估模块提供结构层面的高可靠输入特征,并为后续结构回滚、局部重构或演化抑制策略提供决策依据。

[0082] S64、将状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息输入异常评估模块,基于历史演化行为动态调整各维权重,并采用加权融合、趋势一致性分析及异常模式匹配方法生成综合异常评分,同时预测潜在异常节点和区域。

[0083] 具体实施时,可构建多维异常评估计算框架,该框架包括数据对齐单元、动态权重调节单元、融合评分单元、一致性分析单元及异常预测单元。

[0084] 在数据对齐阶段,将来自瞬时层、趋势层及结构层的三类异常特征按照节点标识及时间戳进行统一索引,并建立节点级多维异常特征向量:$F_i(t)=[D_i(t),T_i(t),S_i(t)]$,其中$D_i(t)$表示节点状态偏移强度,$T_i(t)$表示趋势变化强度,$S_i(t)$表示结构变化

强度。对各维特征进行区间归一化处理,统一映射至[0,1]区间,以消除量纲差异。

[0085] 在动态权重调节阶段,建立历史演化行为记忆库,记录历史异常判定结果、真实反馈标签及误报漏报统计数据,通过递推更新方式计算各维特征在历史周期内的识别准确率与稳定贡献度;权重更新可采用指数加权更新模型:$w_k(t)=(1-\beta)\times w_k(t-1)+\beta\times Acc_k(t)$,

其中k表示异常维度类别,$Acc_k(t)$表示该维度在当前窗口内的识别贡献度指标,β取0.05~0.2。通过该方式使高稳定性、高区分度的特征维度获得更高融合权重,实现自适应权重优化。

[0086] 在融合评分阶段,对节点级异常特征向量执行加权求和运算,生成综合异常评分:$Score_i(t)=\Sigma w_k(t)\times F_i\hat{}k(t)$。为避免单一维度异常导致误判,可引入非线性增强函数,例如Sigmoid或分段放大函数,对接近阈值区间的评分进行平滑放大处理,从而增强边界异常识别能力。

[0087] 在趋势一致性分析阶段,对节点i与其邻接节点集合执行趋势方向一致性计算,构建局部一致性指标:$C_i(t)=(1/|N_i|)\Sigma sign(F_i(t))\times sign(F_j(t))$。

[0088] 当节点异常方向与邻域整体方向高度一致时,提高异常置信度;当节点偏离邻域整体趋势时,标记为局部孤立异常。通过一致性因子对综合评分进行修正:$Score_i'(t)=Score_i(t)\times(1+\eta\times C_i(t))$,η取0.1~0.3。

[0089] 在异常模式匹配阶段,建立异常模式库,包括突变型、累积型、扩散型及结构重构型异常模板。对当前多维特征序列执行相似度匹配,可采用动态时间规整或向量余弦相似度计算当前演化轨迹与模板之间的匹配度,当匹配度超过设定阈值时生成异常类别标识,并修正综合评分权重分布。

[0090] 在潜在异常预测阶段,引入短期预测模型,对综合评分时间序列执行递推预测,可采用一阶递推模型或滑动线性外推方法计算未来Δt周期的评分估计值;若预测评分将在未来周期内超过异常阈值,则提前生成潜在异常节点标识。

[0091] 在区域级异常识别方面,可基于综合评分构建加权子图,将评分高于阈值的节点作为种子节点,通过连通分量检测算法识别异常簇区域,并计算区域异常强度指数(区域内平均评分与节点数量乘积),以识别异常扩散风险。

[0092] 在实现层面,可采用增量更新机制,仅对评分变化超过设定比例的节点执行完整融合计算,其余节点执行快速更新,从而保证时间复杂度与异常活跃节点数量线性相关;同时设置稳定缓冲区,当连续多个周期综合评分变化率低于0.01时降低计算频率,实现资源优化。

[0093] 通过多维数据对齐、动态权重自适应调节、加权融合评分、一致性修正、异常模式匹配及预测扩散识别机制的协同运行,实现异常评估模块的高精度综合判定能力,不仅能够识别当前异常节点,还能够预测潜在异常区域及其扩散趋势,为后续预警输出与结构调节提供决策依据。

[0094] 在S65中,根据综合评分结果输出异常等级或预警信号,并将判定结果反馈至混合形态图结构演化机制和连续特征节点状态更新流程,实现异常信息、图结构演化与连续状态的闭环自适应优化,同时为后续推理和演化提供预测参考。

[0095] 具体实施时,可构建异常输出与反馈控制模块,该模块包括等级映射单元、预警触

发单元、结构反馈调节单元、状态抑制调节单元及预测调度单元。

[0096] 在异常等级映射阶段,将节点级或区域级综合异常评分映射至分级区间,例如设定评分区间[0,1]内的多级阈值区段,当评分处于0.3以下时标记为正常区间,0.3~0.6标记为轻度异常,0.6~0.8标记为中度异常,大于0.8标记为重度异常;阈值可依据历史统计分布通过分位数方法或均值加标准差方法自适应更新,使等级划分与系统整体波动水平保持一致。

[0097] 在预警触发阶段,可建立时间连续性约束机制,当节点异常等级在连续多个更新周期内保持在中度及以上区间时触发持续性预警标识;同时引入突发检测因子,当单周期评分跃升幅度超过历史均值的一定比例时触发突发预警标识;预警信号可采用结构化标志位或编码向量形式输出,用于后续模块调用。

[0098] 在结构反馈调节阶段,将异常等级信息映射为结构调节控制因子,通过权重抑制函数对异常节点相关连接执行抑制或缓冲处理;具体可采用指数衰减控制模型对异常节点出入边权进行阶段性下调:$W_{ij}(t+1)=W_{ij}(t)\times\exp(-\lambda\times Level_i)$,其中$\lambda$为调节系数,$Level_i$为节点异常等级数值映射值;当节点异常等级下降至正常区间时,通过缓慢恢复函数逐步恢复原有连接强度,从而避免结构剧烈震荡。

[0099] 在状态更新反馈阶段,可将异常等级作为连续特征节点状态更新过程中的约束因子,引入状态抑制增益项或稳定补偿项;例如在节点状态递推公式中加入异常抑制系数:$X_i(t+1)=X_i(t+1)-\gamma\times Level_i\times\Delta X_i(t)$,其中$\gamma$为抑制增益系数,$\Delta X_i(t)$为状态变化增量;该机制可在异常等级升高时减缓状态扩散速率,防止异常信号在图结构中快速传播。

[0100] 在区域级异常反馈方面,可对异常子图执行局部隔离或连接缓冲策略,通过限制异常区域与核心演化层之间的信息流权重上限,实现风险扩散控制;当区域异常指数超过设定范围时,可触发局部重构准备标识,为后续结构重构模块提供优先级信号。

[0101] 在预测调度阶段,可将异常等级时间序列输入短期预测模型,对未来若干周期的异常趋势进行外推估计,当预测值超过阈值时提前输出预警信号并同步提高结构调节强度,实现前瞻性控制;预测模型可采用滑动递推或线性趋势外推方式实现增量计算,降低系统计算负担。

[0102] 在实现层面,可采用事件驱动机制,当异常等级发生跨级变化时触发反馈计算,否则维持低频监测状态;同时构建异常历史记录缓存区,记录节点异常等级变化轨迹、结构调节幅度及恢复周期,用于后续自适应参数优化。

[0103] 通过等级映射、持续性判定、结构抑制调节、状态更新约束及预测性控制机制的协同运行,实现异常信息与混合形态图结构演化及连续状态更新之间的闭环反馈控制,使系统在检测异常后能够主动调节拓扑与状态传播路径,在保证结构稳定性的同时提升整体鲁棒性与自适应能力,并为后续推理过程提供风险参考与趋势预测依据。

[0104] 本发明提供的一种基于混合形态动态系统的AI推理装置,其用于执行的基于混合形态动态系统的AI推理方法,包括:混合形态图结构管理单元,用于构建包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始图结构,分配节点及边属性信息,并根据趋势状态与连续状态对图结构执行自演化调整,以形成反映节点关系演化的稳定图结构;

状态获取与融合推理单元,用于采集工业设备高频数据流并生成瞬时连续状态结果,基于混合形态图结构约束对连续特征节点执行特征传播与加权聚合,对离散逻辑节点

执行动态规则触发,并通过双向反馈生成融合推理结果,实现连续与离散信息的闭环自适应调制;

异常判定与闭环优化单元,用于基于瞬时连续状态、趋势状态及图结构演化结果生成状态偏移、趋势变化及结构变化信息,输入异常评估模块进行综合分析,生成异常评分及预警信号,并将判定结果反馈至图结构管理单元及状态获取单元,实现推理、图结构演化与异常判定的闭环自适应优化。

[0105] 混合形态图结构管理单元用于自动分析连续特征节点与离散逻辑节点的历史行为及关联强度,对低价值或重复连接执行压缩处理,并对孤立节点或低连通子图执行融合操作以增强整体图结构连通性;

基于趋势状态结果与瞬时连续状态结果构建节点演化判据向量,通过联合评估节点趋势持续性、信息流贡献度及历史结构参与度生成混合形态图结构演化驱动矩阵,并依据演化驱动矩阵执行分层节点激活、连接权重平滑迁移及局部子图重构操作,以完成混合形态图结构的自演化调整;

在完成自演化调整后,通过演化稳定区间验证对调整后的图结构进行稳定性确认,并在确认满足结构收敛度与信息流连续性条件时替换原混合形态图结构,从而形成混合形态图结构稳定区间,为后续状态更新与融合推理提供约束。

[0106] 具体的,为使本发明在系统层面具备完整的技术闭环逻辑、明确的因果驱动关系以及可工程实现的运行路径,现对基于混合形态动态系统的AI推理装置进行整体性扩充说明,通过统一的动态主线对各功能单元进行逻辑重构与结构优化,使状态生成、融合推理、结构演化、异常判定及反馈调节形成递进式耦合关系,从而满足系统层级结构清晰、技术路径连续、功能作用明确以及可实施性充分公开的要求。

[0107] 本发明以混合形态图结构为核心运行载体,将连续特征节点与离散逻辑节点统一纳入同一图结构框架,通过动态状态驱动与结构自演化机制构建可持续迭代的推理体系。整体逻辑遵循数据驱动状态生成、状态驱动融合推理、推理驱动结构演化、演化驱动异常识别、异常驱动结构与状态调节、调节结果重新进入状态生成阶段的循环运行机制,从而构成具备自适应能力与自稳定能力的动态闭环系统。

[0108] 在总体协同结构上,装置包括混合形态图结构管理单元、状态获取与融合推理单元以及异常判定与闭环优化单元。三者之间并非独立并列,而是形成层级递进式耦合关系。状态获取与融合推理单元作为运行起始层,负责对工业设备高频数据流进行采集与处理,生成连续特征节点的瞬时连续状态结果,并在当前混合形态图结构约束下完成特征传播与多轮加权聚合,同时触发离散逻辑节点执行动态规则判定,生成融合推理结果。该融合推理结果不仅作为输出信息,同时作为结构演化驱动信号传递至混合形态图结构管理单元,实现由状态向结构的正向驱动。

[0109] 混合形态图结构管理单元接收融合推理结果后,基于趋势持续性、信息流贡献度以及历史结构参与度构建节点演化判据向量,并通过联合计算生成结构演化驱动矩阵。该驱动矩阵量化各节点在当前周期中的结构影响贡献,用于指导节点分层迁移、连接权重渐进式平滑迁移以及局部子图重构操作。在结构调整过程中同步执行低价值连接压缩、重复连接融合以及孤立子图整合,从而维持图结构复杂度稳定并增强整体连通性。完成调整后,通过结构收敛度、信息流连续性、路径长度变化率及节点活跃度分布均衡度等指标执行演

化稳定区间验证,当验证满足预设稳定条件时,以更新后的图结构替换原图结构,形成新的稳定运行基础。由此形成推理结果驱动结构演化、结构演化经稳定验证确认的闭合结构调整链路。

[0110] 异常判定与闭环优化单元在结构更新后对系统运行状态进行风险评估。该单元以瞬时连续状态结果、趋势状态结果以及结构演化结果为输入,分别生成节点级状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息,并构建统一的多维异常特征向量。通过动态权重调节机制对各维特征进行自适应加权融合,生成节点级与区域级综合异常评分,并结合趋势一致性分析与异常模式匹配算法识别异常类型与扩散趋势。当综合评分达到预设异常判定区间时输出异常等级或预警信号,并将异常等级映射为结构调节控制因子与状态更新抑制因子,分别作用于混合形态图结构管理单元与状态获取与融合推理单元,实现对连接权重迁移速率、节点激活层级及状态传播强度的动态调节。该反馈机制形成由异常向结构与状态的反向调节链路,使在出现潜在风险时自动进入受控运行区间。

[0111] 通过正向驱动链与反向调节链的协同运行,形成双通道闭环动态框架。正向链路体现为状态生成驱动融合推理、融合推理驱动结构演化;反向链路体现为异常识别调节结构形态与状态传播强度。两条链路在时间维度上交替迭代,使混合形态图结构既能够根据环境变化持续优化拓扑与权重分布,又能够在异常波动条件下保持结构稳定与信息流连续。

[0112] 逻辑优化后,各功能单元之间形成清晰的因果依赖关系。状态层承担数据驱动与信息生成职能,结构层承担关系建模与拓扑演化职能,异常层承担稳定控制与风险抑制职能。推理过程嵌入结构演化框架之中运行,结构形态受推理结果与异常信号双向影响而动态调整,异常判定结果不再局限于输出告警,而是转化为结构与状态的控制变量,从而实现真正意义上的自演化与自稳定协同机制。

[0113] 通过技术路径的系统化整合,本发明在工程实现层面具备明确的模块划分、可量化的运行指标以及可递推更新的计算机制,在逻辑层面具备连续驱动关系与双向闭环控制结构,在功能层面实现连续信息与离散逻辑的深度融合,在稳定性层面实现结构演化与异常抑制的协同调节,从而形成结构层、状态层与异常层三层动态耦合的混合形态动态系统AI推理装置。

[0114] 本发明提供一种基于混合形态动态系统的AI推理系统,该系统包括执行基于混合形态动态系统的AI推理装置,其包括数据采集单元,用于采集工业设备运行数据并传输至AI推理装置;

存储单元,用于存储连续特征节点状态数据、趋势状态数据及混合形态图结构演化数据;

控制与反馈单元,用于根据AI推理装置输出的融合推理结果或异常预警信号执行控制调整并形成闭环反馈。

[0115] 具体的,为使本发明在系统层面具备完整运行逻辑、数据闭环处理能力及自适应控制能力,现对基于混合形态动态系统的AI推理系统进行说明书形式的扩充说明,通过明确各模块之间的数据流、控制流及功能耦合关系,使具备从数据采集到推理执行、再到异常反馈与控制调节的完整闭环机制。

[0116] 本发明的AI推理系统以混合形态动态系统为核心运行框架,将连续特征节点与离

散逻辑节点统一纳入混合图结构,通过连续状态驱动、趋势演化分析及结构自适应调整实现信息融合与推理优化。包括数据采集单元、存储单元及控制与反馈单元,并协同执行由AI推理装置提供的混合形态动态推理方法,实现状态获取、融合推理、结构演化及异常闭环调节的全流程处理。

[0117] 数据采集单元用于对工业设备运行状态进行高频数据流采集,包括温度、电流、电压、压力及机械动作信号等多维实时数据,通过接口模块将数据传输至AI推理装置。在传输过程中,数据采集单元对原始信号执行时间同步、缺失值填充及初步滤波处理,以保证输入数据的时序一致性和质量可靠性,为后续连续特征节点状态生成与趋势分析提供准确基础数据。数据采集单元可采用环形缓存结构或滑动窗口机制,将采集的高频数据按时间步长划分,并在每个窗口内进行局部特征提取,包括瞬时幅值变化、局部梯度及极值事件检测,生成节点级初始状态向量供AI推理装置调用。

[0118] 存储单元用于对连续特征节点状态数据、趋势状态数据及混合形态图结构演化数据进行分层存储管理,包括短期缓存区用于实时状态处理、中期趋势存储区用于累积趋势统计及周期性模式分析、长期结构演化数据库用于历史演化记录和异常模式库维护。存储单元支持增量写入、历史回溯查询及高效向量化操作,使AI推理装置能够快速访问连续状态、趋势演化及图结构信息,实现实时融合推理和多维异常判定。在实现上,存储单元可采用时间序列数据库结合稀疏矩阵存储方式,支持节点级状态向量、趋势向量及邻接矩阵的增量更新和快速索引访问,同时维护节点历史行为及结构参与度,以便生成混合形态图结构演化驱动矩阵和异常评估特征。

[0119] 控制与反馈单元用于根据AI推理装置输出的融合推理结果及异常预警信号执行闭环控制调节,形成对工业设备或系统状态的主动响应。具体实施时,控制与反馈单元将融合推理结果映射为结构调节因子、节点状态抑制系数及行为执行指令,分别作用于混合形态图结构管理单元及状态获取与融合推理单元,实现节点连接权重平滑迁移、局部子图重构及状态传播速率调节。同时,异常预警信号触发的调控包括节点局部抑制、区域异常隔离及预测性控制调度,通过指数衰减控制模型和缓冲恢复函数对结构连接和状态增量进行阶段性调整,从而保持整体图结构稳定性和信息流连续性。控制与反馈单元通过事件驱动机制及短期预测模型实现前瞻性调节,当潜在异常在未来周期内可能扩散时提前调整结构和状态传播路径,实现闭环自适应优化。

[0120] 在整体运行中,数据采集单元持续生成节点级连续状态信息并传输至AI推理装置,AI推理装置在混合形态图结构约束下执行连续特征节点特征传播、离散逻辑节点规则判定及双向反馈生成融合推理结果,控制与反馈单元将推理结果映射为结构调节和状态约束信号作用于系统,结构演化与异常调节结果进一步反馈至状态生成与融合推理流程,形成由数据采集、状态生成、融合推理、结构演化、异常判定及控制调节构成的闭环动态循环。

[0121] 通过数据采集、存储及控制反馈单元的协同作用,本发明的AI推理系统实现了连续状态与离散逻辑的深度融合、图结构自演化调节、异常预测与闭环控制调节的有机结合,确保系统在工业设备复杂动态环境下能够高效、稳定且自适应地完成推理、异常识别及结构优化,为连续与离散信息闭环处理提供技术基础和工程可实施性保障。

[0122] 以上只通过说明的方式描述了本发明的某些示范性实施例,毋庸置疑,对于本领域的普通技术人员,在不偏离本发明的精神和范围的情况下,可以用各种不同的方式对所

描述的实施例进行修正。因此,上述附图和描述在本质上是说明性的,不应理解为对本发明权利要求保护范围的限制。

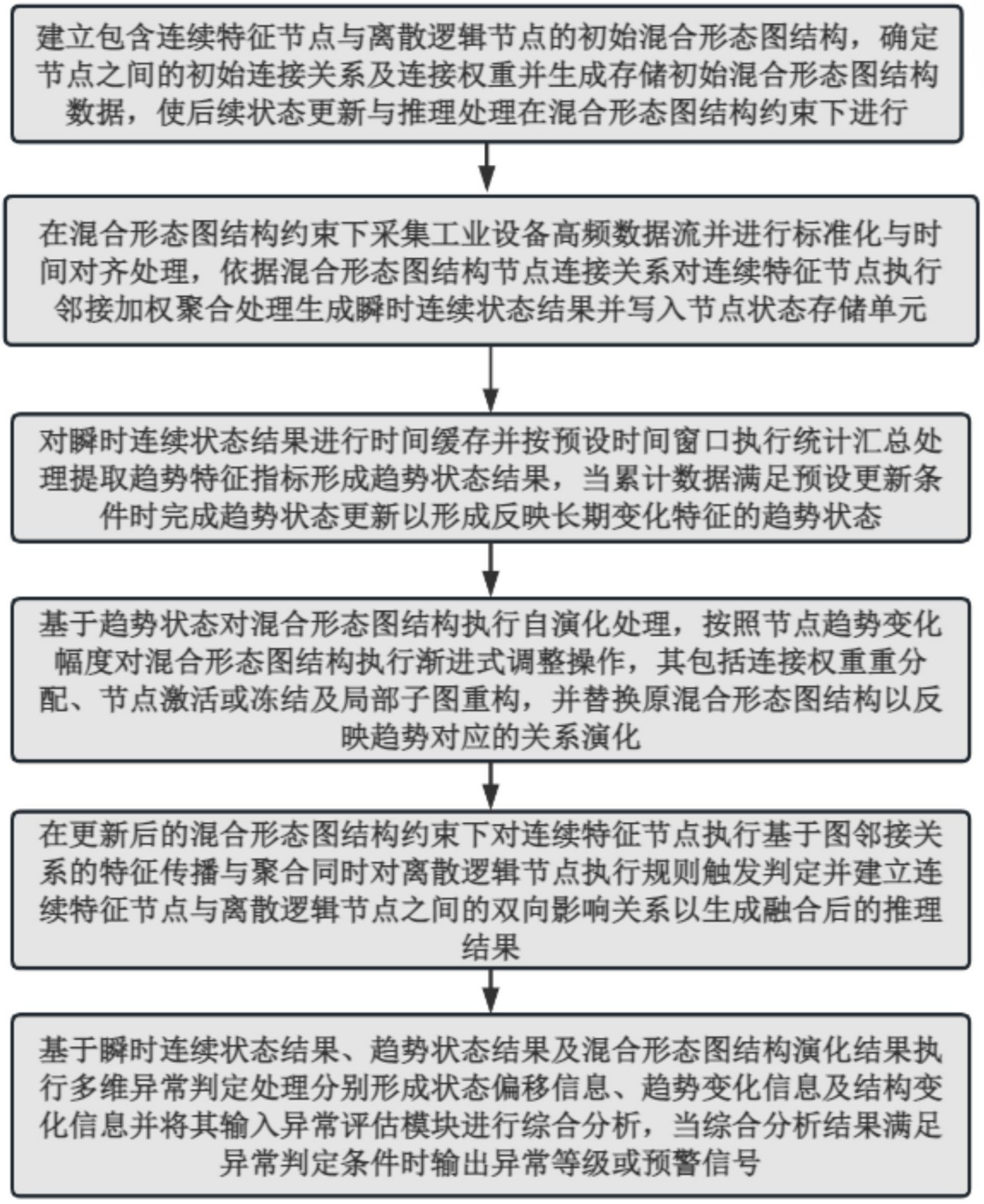

建立包含连续特征节点与离散逻辑节点的初始混合形态图结构，确定节点之间的初始连接关系及连接权重并生成存储初始混合形态图结构数据，使后续状态更新与推理处理在混合形态图结构约束下进行
在混合形态图结构约束下采集工业设备高频数据流并进行标准化与时间对齐处理，依据混合形态图结构节点连接关系对连续特征节点执行邻接加权聚合处理生成瞬时连续状态结果并写入节点状态存储单元
对瞬时连续状态结果进行时间缓存并按预设时间窗口执行统计汇总处理提取趋势特征指标形成趋势状态结果，当累计数据满足预设更新条件时完成趋势状态更新以形成反映长期变化特征的趋势状态
基于趋势状态对混合形态图结构执行自演化处理，按照节点趋势变化幅度对混合形态图结构执行渐进式调整操作，其包括连接权重重分配、节点激活或冻结及局部子图重构，并替换原混合形态图结构以反映趋势对应的关系演化
在更新后的混合形态图结构约束下对连续特征节点执行基于图邻接关系的特征传播与聚合同时对离散逻辑节点执行规则触发判定并建立连续特征节点与离散逻辑节点之间的双向影响关系以生成融合后的推理结果
基于瞬时连续状态结果、趋势状态结果及混合形态图结构演化结果执行多维异常判定处理分别形成状态偏移信息、趋势变化信息及结构变化信息并将其输入异常评估模块进行综合分析，当综合分析结果满足异常判定条件时输出异常等级或预警信号

图1

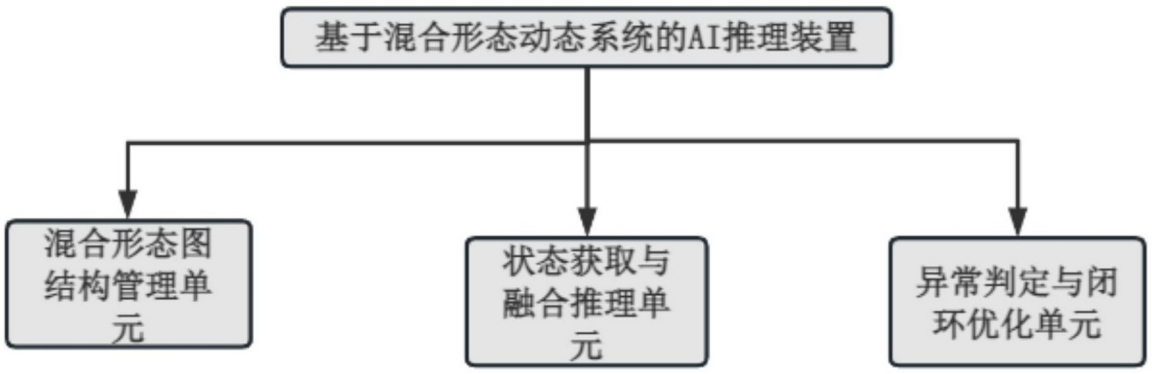

基于混合形态动态系统的AI推理装置
混合形态图结构管理单元
状态获取与融合推理单元
异常判定与闭环优化单元

图2

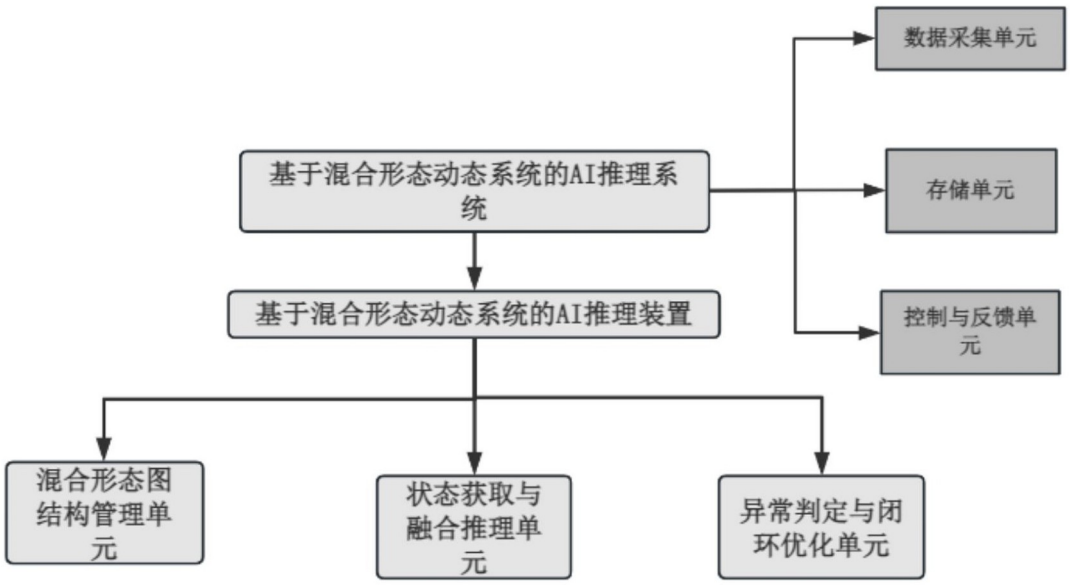

数据采集单元
基于混合形态动态系统的AI推理系统
存储单元
基于混合形态动态系统的AI推理装置
控制与反馈单元
混合形态图结构管理单元
状态获取与融合推理单元
异常判定与闭环优化单元

图3