



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110266677 A  
(43)申请公布日 2019.09.20

(21)申请号 201910509279.9

(22)申请日 2019.06.13

(71)申请人 广州中国科学院沈阳自动化研究所  
分所

地址 511458 广东省广州市南沙区海滨路  
1121号

申请人 中国科学院沈阳自动化研究所

(72)发明人 资双飞 林炜岚 肖金超 樊智一  
程海梅

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有  
限公司 44245

代理人 李斌

(51)Int.Cl.

H04L 29/06(2006.01)

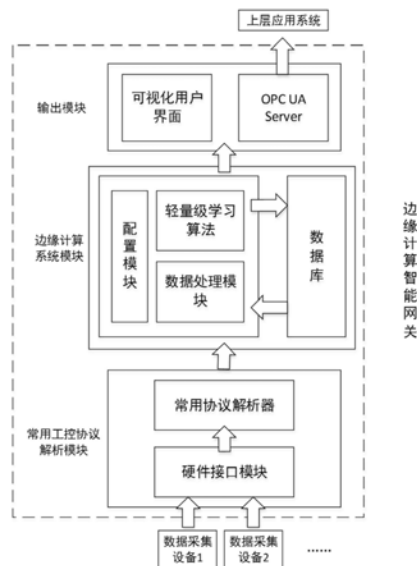
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种面向工业制造的边缘计算智能网关及实现方法

(57)摘要

本发明公开了一种面向工业制造的边缘计算智能网关及实现方法,该网关包括工控协议解析模块、边缘计算模块和输出模块,工控协议解析模块接入多种通信协议采集设备,进行通信协议数据解析后存入边缘计算模块,边缘计算模块通过轻量级机器学习算法子模块得到预测信息,数据处理子模块按照配置子模块预先设置好的处理方式进行处理,结合预测信息对设备进行诊断和预测性维护,处理后的数据存入数据库中,输出模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中处理数据区数据,进行人机交互操作,同时将数据传输上报。本发明适用多种工控协议设备接入,实现多维异构数据的互认与互联互通,能够在网络边缘处理数据,实现面向生产的智能优化管控功能。



CN 110266677 A

1. 一种面向工业制造的边缘计算智能网关,其特征在于,包括工控协议解析模块、边缘计算模块和输出模块;

所述工控协议解析模块用于接入多种通信协议采集设备,对接收的通信协议分配至相应的驱动库后进行数据解析,对解析数据之间的关联构建进行统一规定,形成统一描述语言存入边缘计算模块;

所述边缘计算模块包括数据库、轻量级机器学习算法子模块、配置子模块和数据处理子模块;

所述数据库包括统一数据区和处理数据区,所述统一数据区存储多个通信协议采集设备数据映射到数据库中的原始数据,所述处理数据区存储经过数据处理子模块处理后的数据;

所述轻量级机器学习算法子模块采用径向基学习算法,根据数据库中的历史原始数据样本,通过径向基学习算法逼近任意的非线性函数,得到预测信息;

所述配置子模块用于配置数据库中数据的处理方式;

所述数据处理子模块根据配置子模块的设置,对数据库中统一数据区的数据做出相应的数据处理,调用轻量级机器学习算法子模块进行辅助计算处理,处理后的数据存入数据库相应的处理数据区中;

所述输出模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中处理数据区数据,进行人机交互操作,同时与上层应用系统进行数据传输。

2. 根据权利要求1所述的面向工业制造的边缘计算智能网关,其特征在于,所述工控协议解析模块包括协议解析器和硬件接口模块;

所述协议解析器将接收的多种通信协议数据分配至相应的驱动库,进行数据解析后,将数据映射到数据库中;所述硬件接口模块包括多种网络通讯协议采集设备接口;

所述协议解析器包括可扩展的构件化驱动库单元和统一语义单元,所述可扩展的构件化驱动库单元用于将每种可解析的工控协议在驱动库中设置相应的可扩展驱动构件,所述统一语义单元采用XML方式记录解析后的用户数据,将解析后的数据按照统一的语义描述映射至数据库的统一数据区。

3. 根据权利要求2所述的面向工业制造的边缘计算智能网关,其特征在于,

所述统一语义单元包括索引接口和资源数据接口,索引接口将数据参数分为不同的属性,定义各个参数的存储地址入口,存储地址入口指向资源数据接口某一位置。

4. 根据权利要求1所述的面向工业制造的边缘计算智能网关,其特征在于,所述输出模块包括OPC UA输出子模块以及可视化用户界面子模块,

所述OPC UA输出子模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中数据,上报至上层应用系统;

所述可视化用户界面子模块包括用户配置单元和信息展示单元,所述用户配置单元通过用户的界面操作配置采集设备的数据库存储空间及对应的处理方式,所述信息展示单元提取数据库中数据处理区的数据,形成数据展示。

5. 根据权利要求1所述的面向工业制造的边缘计算智能网关,其特征在于,所述驱动库中移植了多个通讯协议驱动,包括Modbus协议栈、Profibus协议栈、Ethernet/IP协议栈、Ethernet/IP协议栈和OPC UA协议栈,并实现对应的协议功能;

驱动库中的Modbus协议栈实现Modbus主站功能,通过RS485接口实现串行的Modbus RTU协议功能,通过以太网接口实现Modbus TCP协议功能;

驱动库中的Profibus协议栈实现Profibus-DP主站功能,与通信协议采集设备中的Profibus从站进行双向通行,从站与主站之间物理接口采用RS485接口;

驱动库中的Ethernet/IP协议栈实现Ethernet/IP主站功能,物理层和数据链路层通过以太网控制器芯片实现,在网络层和传输层采用TCP/IP网络传送过程监控层流通的数据,采用UDP/IP网络传送面向控制的实时I/O数据;

驱动库中的OPC UA协议栈实现OPC UA客户端功能,接收的数据根据协议标识进入相应的协议驱动库,再由相应的协议驱动解析出应用层数据。

6. 根据权利要求1所述的面向工业制造的边缘计算智能网关,其特征在于,所述数据库包括MySQL、SQLServer或Oracle数据库。

7. 一种面向工业制造的边缘计算智能网关的实现方法,其特征在于,包括下述步骤:

获取多种通信协议数据并分配进入相应的驱动库进行数据解析,对解析数据之间的关联构建进行统一规定,形成统一描述语言存入边缘计算模块;

根据数据库中的历史原始数据样本,边缘计算模块通过径向基学习算法逼近任意的非线性函数,得到预测信息,并按照预先设置好的处理方式对数据进行特征分析和数据融合,通过识别不同的特征关键信息,将数据进行分类,再将同类数据进行过滤、相关及合成,最终处理完成后的数据存入数据库,用于提供简明有效的预测信息对设备进行诊断和预测性维护;

输出模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中数据,上报至上层应用系统,同时将数据显示在可视化用户界面上。

8. 根据权利要求7所述的面向工业制造的边缘计算智能网关,其特征在于,所述径向基学习算法具体计算方式为:

(1) 在算法的自组织学习阶段,从输入数据样本选取基函数的中心,并求解基函数方差,径向基采用高斯函数方式表示为:  $\varphi(r) = e^{-\alpha r^2}$ ,  $\alpha > 0$ , 选取h个中心做聚类,则方差可由公式求解:

$$\sigma_i = \frac{c_{max}}{\sqrt{2h}}, i = 1, 2, \dots, h;$$

(2) 在算法的监督学习阶段,求解隐含层到输出层之间的权值,隐含层至输出层之间的神经元的连接权值可以用最小二乘法直接计算得到,即对损失函数求解关于w的偏导数,使其等于0,可以化简得到计算公式为:  $\omega = \exp\left(\frac{h}{c_{max}^2} \|x_p - c_i\|^2\right)$ ,  $p = 1, 2, \dots, P; i = 1, 2, \dots, h$ 。

## 一种面向工业制造的边缘计算智能网关及实现方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及工业互联网及智能计算设备技术领域,尤其涉及一种面向工业制造的边缘计算智能网关及实现方法。

### 背景技术

[0002] 当前制造业融合工业互联网发展方面还存在一个共性难题:多源异构数据联网感知难题。同一生产线上不同厂商的设备常遵循不同的工控协议,通信接口各异,通信协议种类繁多,给工厂生产数据的全面感知和互联互通带来障碍,适用于异构设备数据接入的工具亟待开发。

[0003] 另一方面,“数据量大、信息量少”是当前制造业在工业大数据应用方向的突出问题,工业数据量爆发式增长,对带宽和时延的要求已不是传统的云计算系统可满足的。将大量数据上传到服务器端进行处理,再返回结果给设备,这个大闭环数据响应时延高,设备端数据的无法及时处理,网络拥塞对其影响大。因此,急需研究能够在网络边缘处理数据并快速作出反应的边缘计算关键技术,并针对数据隐藏价值的挖掘和应用手段,形成关键边缘设备的研发,实现面向生产的智能优化管控功能。

### 发明内容

[0004] 为了克服现有技术存在的缺陷与不足,本发明提供一种面向工业制造的边缘计算智能网关及实现方法,本发明支持多种工控协议的多个数据采集设备的接入和解析,提供实时数据和历史数据的存储,通过边缘计算模块对采集数据进行信号处理和特征提取,通过可视化用户界面为用户提供报表展示、监控信息等各种不同的用户应用,通过OPC UA服务器为上层系统提供相应的数据和服务。

[0005] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0006] 本发明一种面向工业制造的边缘计算智能网关,包括工控协议解析模块、边缘计算模块和输出模块;

[0007] 所述工控协议解析模块用于接入多种通信协议采集设备,对接收的通信协议分配至相应的驱动库后进行数据解析,对解析数据之间的关联构建进行统一规定,形成统一描述语言存入边缘计算模块;

[0008] 所述边缘计算模块包括数据库、轻量级机器学习算法子模块、配置子模块和数据处理子模块;

[0009] 所述数据库包括统一数据区和处理数据区,所述统一数据区存储多个通信协议采集设备数据映射到数据库中的原始数据,所述处理数据区存储经过数据处理子模块处理后的数据;

[0010] 所述轻量级机器学习算法子模块采用径向基学习算法,根据数据库中的历史原始数据样本,通过径向基学习算法逼近任意的非线性函数,得到预测信息;

[0011] 所述配置子模块用于配置数据库中数据的处理方式;

[0012] 所述数据处理子模块根据配置子模块的设置,对数据库中统一数据区的数据做出相应的数据处理,调用轻量级机器学习算法子模块进行辅助计算处理,处理后的数据存入数据库相应的处理数据区中;

[0013] 所述输出模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中处理数据区数据,进行人机交互操作,同时与上层应用系统进行数据传输。

[0014] 作为优选的技术方案,所述工控协议解析模块包括协议解析器和硬件接口模块;

[0015] 所述协议解析器将接收的多种通信协议数据分配至相应的驱动库,进行数据解析后,将数据映射到数据库中;所述硬件接口模块包括多种网络通讯协议采集设备接口;

[0016] 所述协议解析器包括可扩展的构件化驱动库单元和统一语义单元,所述可扩展的构件化驱动库单元用于将每种可解析的工控协议在驱动库中设置相应的可扩展驱动构件,所述统一语义单元采用XML方式记录解析后的用户数据,将解析后的数据按照统一的语义描述映射至数据库的统一数据区。

[0017] 作为优选的技术方案,所述统一语义单元包括索引接口和资源数据接口,索引接口将数据参数分为不同的属性,定义各个参数的存储地址入口,存储地址入口指向资源数据接口某一位置。

[0018] 作为优选的技术方案,所述输出模块包括OPC UA输出子模块以及可视化用户界面子模块,

[0019] 所述OPC UA输出子模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中数据,上报至上层应用系统;

[0020] 所述可视化用户界面子模块包括用户配置单元和信息展示单元,所述用户配置单元通过用户的界面操作配置采集设备的数据库存储空间及对应的处理方式,所述信息展示单元提取数据库中数据处理区的数据,形成数据展示。

[0021] 作为优选的技术方案,所述驱动库中移植了多个通讯协议驱动,包括Modbus协议栈、Profibus协议栈、Ethernet/IP协议栈、Ethernet/IP协议栈和OPC UA协议栈,并实现对应的协议功能;

[0022] 驱动库中的Modbus协议栈实现Modbus主站功能,通过RS485接口实现串行的Modbus RTU协议功能,通过以太网接口实现Modbus TCP协议功能;

[0023] 驱动库中的Profibus协议栈实现Profibus-DP主站功能,与通信协议采集设备中的Profibus从站进行双向通行,从站与主站之间物理接口采用RS485接口;

[0024] 驱动库中的Ethernet/IP协议栈实现Ethernet/IP主站功能,物理层和数据链路层通过以太网控制器芯片实现,在网络层和传输层采用TCP/IP网络传送过程监控层流通的数据,采用UDP/IP网络传送面向控制的实时I/O数据;

[0025] 驱动库中的OPC UA协议栈实现OPC UA客户端功能,接收的数据根据协议标识进入相应的协议驱动库,再由相应的协议驱动解析出应用层数据。

[0026] 作为优选的技术方案,所述数据库包括MySQL、SQLServer或Oracle数据库。

[0027] 本发明还提供了一种面向工业制造的边缘计算智能网关的实现方法,包括下述步骤:

[0028] 获取多种通信协议数据并分配进入相应的驱动库进行数据解析,对解析数据之间的关联构建进行统一规定,形成统一描述语言存入边缘计算模块;

[0029] 根据数据库中的历史原始数据样本,边缘计算模块通过径向基学习算法逼近任意的非线性函数,得到预测信息,并按照预先设置好的处理方式对数据进行特征分析和数据融合,通过识别不同的特征关键信息,将数据进行分类,再将同类数据进行过滤、相关及合成,最终处理完成后的数据存入数据库,用于提供简明有效的预测信息对设备进行诊断和预测性维护;

[0030] 输出模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中数据,上报至上层应用系统,同时将数据显示在可视化用户界面上。

[0031] 作为优选的技术方案,所述径向基学习算法具体计算方式为:

[0032] (1) 在算法的自组织学习阶段,从输入数据样本选取基函数的中心,并求解基函数方差,径向基采用高斯函数方式表示为:  $\varphi(r) = e^{-\alpha r^2}$ ,  $\alpha > 0$ ,选取h个中心做聚类,则方差可由公式求解:

$$[0033] \quad \sigma_i = \frac{c_{max}}{\sqrt{2h}}, i = 1, 2, \dots, h;$$

[0034] (2) 在算法的监督学习阶段,求解隐含层到输出层之间的权值,隐含层至输出层之间的神经元的连接权值可以用最小二乘法直接计算得到,即对损失函数求解关于w的偏导数,使其等于0,可以化简得到计算公式为:  $\omega = \exp\left(\frac{h}{c_{max}^2} \|x_p - c_i\|^2\right)$ ,  $p = 1, 2, \dots, P; i = 1, 2, \dots, h$ 。

[0035] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0036] (1) 本发明采用工控协议解析模块接入多个不同协议的数据采集设备,对数据之间的关联构建进行统一规定,形成统一描述语言存入数据库,并对存入数据库的数据进行统一管理和数据搜索,解决了当前工业设备存在多种工控协议,不同厂商的设备在软硬件标准上都无法互联互通的难题,实现多维异构数据的互认与互联互通。

[0037] (2) 本发明通过边缘计算模块,对海量感知数据实时处理,进行特征分析或数据融合,解决了终端设备运算能力不足,被采集的数据只能通过云端分析和管理的,造成关键信息的延误或干扰,实现了工业制造过程中近设备端的机器诊断与预测性维护,以及实时的过程管控与分析决策等。

[0038] (3) 本发明通过输出模块实现分析数据、监控信息的展示,以及配置信息的设置,同时将处理的数据以OPC UA方式上传到上层应用系统,解决了终端设备信息展示能力不足和参数设置困难等问题,为用户提供报表展示、监控信息等各种不同的用户应用。

## 附图说明

[0039] 图1为本发明的边缘计算智能网关的结构示意图。

## 具体实施方式

[0040] 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。

[0041] 实施例

[0042] 如图1所示,本实施例提供一种面向工业制造的边缘计算智能网关,包括:工控协

议解析模块、边缘计算模块以及输出模块；

[0043] 在本实施例中，所述工控协议解析模块包括协议解析器和硬件接口模块，所述协议解析器可解析但不限于Modbus、Profibus、EtherNet/IP、OPC UA协议，其中Modbus协议包括Modbus TCP和Modbus RTU协议；所述硬件接口模块包括但不限于RS232、RS485、RS422、以太网接口、Mini-PCIe接口，其中，RS232、RS485、RS422接口用于Modbus RTU、Profibus等协议设备接入，以太网接口用于Modbus TCP、Ethernet/IP、OPC UA等协议设备接入，网关内嵌入3G/4G模块、WIFI模块、WIA模块及LoRa模块，其中3G/4G模块、WIFI模块、WIA模块、LoRa模块用于无线接入。

[0044] 在本实施例中，所述工控协议解析模块，包括可扩展的构件化驱动库单元和统一语义单元。所述可扩展的构件化驱动库单元，指在驱动库中，每种可解析的工控协议都有相应的驱动构件，并且该驱动库的构件是可扩展的；所述统一语义单元，指统一的语义描述标准化框架，不同协议的应用数据都映射到统一语义单元中。该统一语义描述标准化框架包含数据索引接口和资源数据接口，以XML方式记录，数据映射存储到数据库。数据索引接口通过将数据参数分为不同的属性，定义了各个参数的存储地址入口，这些地址指向资源数据接口中的某一个位置，数据存取程序通过索引接口找到特定数据的存储地址，并在资源数据接口中实现对数据的存取。本实施例的工控协议解析模块接入多个不同协议的数据采集设备，对数据之间的关联构建进行统一规定，形成统一描述语言存入数据库，并对存入数据库的数据进行统一管理和数据搜索，实现多维异构数据的互认与互联互通。

[0045] 在本实施例中，硬件接口模块可连接多个数据采集设备，协议解析器避免各数据的冲突，并使接收下来的各个不同协议的数据进入相应的驱动库，解析出来的用户数据按照统一的语义描述映射到数据库的统一数据区中。

[0046] 在本实施例中，驱动库中移植了多个协议驱动，驱动库中的Modbus协议栈实现Modbus主站功能，通过使用RS485实现串行的Modbus RTU协议功能，通过使用以太网接口实现Modbus TCP协议功能；驱动库中的Profibus协议栈实现Profibus-DP主站功能，与数据采集设备中的Profibus从站进行双向通行，从站与主站之间物理接口采用RS485接口，使用基本的RS485格式通行；驱动库中的Ethernet/IP协议栈实现Ethernet/IP主站功能，物理层和数据链路层由以太网控制器芯片来实现，在网络层和传输层采用TCP/IP技术来传送过程监控层流通的数据，采用UDP/IP技术来传送面向控制的实时I/O数据；驱动库中的OPC UA协议栈实现OPC UA客户端功能，如与UA Server通讯的API接口、通讯管理、实时数据访问、订阅、历史管理、事物调用、事件&报警功能。接收的数据根据协议标识进入相应的协议驱动库，再由该协议驱动解析出应用层数据。

[0047] 在本实施例中，所述边缘计算模块，包括轻量级机器学习算法子模块、数据处理子模块、配置子模块和数据库，本实施例通过边缘计算模块对海量感知数据实时处理，进行特征分析或数据融合，实现工业制造过程中近设备端的机器诊断与预测性维护，以及实时的过程管控与分析决策等。

[0048] 在本实施例中，解析后的数据进入边缘计算模块时，保存在数据库的统一数据区，数据处理子模块提取统一数据区的数据，根据数据类型对数据进行处理，对于复杂处理要求的数据，数据处理子模块将调用轻量级机器学习算法子模块进行辅助计算处理，处理完成的数据存入数据库的处理数据区，等待OPC UA输出模块的提取，或作为控制和故障诊断

的判断条件；

[0049] 在本实施例中，所述数据库分为统一数据区和处理数据区，统一数据区中存储各协议设备数据映射到数据库中的原始数据，包含当前原始数据和历史原始数据，处理数据区中存储经过数据处理子模块处理后的数据，包含当前处理数据和历史处理数据；所述数据库包括MySQL、SQLServer、或Oracle数据库。

[0050] 在本实施例中，配置子模块用于给边缘计算模块配置针对不同数据类型采取不同的处理方法及其他基础配置；所述配置子模块规定待处理的统一数据区中某个空间属性的数据执行何种类型的数据处理方式，而配置模块的某种属性与某种处理方式的关联规则由可视化用户界面输入。所述配置子模块配置所采集数据的处理方式，配置方式为通过可视化用户界面，进入配置系统进行配置；

[0051] 在本实施例中，轻量级机器学习算法子模块根据数据库中的历史原始数据样本，建立新数据与模型的匹配机制，从而对数据趋势做出预测，为设备控制和故障诊断提供依据。所述轻量级机器学习算法子模块指适用于边缘计算网关资源受限条件下的径向基学习算法，在算法的自组织学习阶段，从输入数据样本选取基函数的中心，并求解基函数方差，在监督学习阶段，求解隐含层到输出层之间的权值。通过算法逼近任意的非线性函数，可以处理系统内的难以解析的规律性，提高采集数据的信号处理与分析决策能力；

[0052] 在本实施例中，所述数据处理子模块是根据应用需求，针对不同的数据进行不同的数据处理，包括仪表设备当前状态表现与正常状态表现的比较、生产过程特征值的归纳与预测；数据处理子模块根据配置子模块的设置，对规定的统一数据区中的数据做相应的处理，再存入规定的处理数据区中。相应的处理方式包括但不限于：对数据的格式处理方面，如提取数据中的关键参数，及多数据的融合等；对数据的简单处理方面，如当前状态表现与正常状态表现的对比告警等；对数据的深入处理方面，如根据学习算法的预测信息作出预告警等。

[0053] 在本实施例中，所述输出模块包括OPC UA输出子模块以及可视化用户界面子模块；所述OPC UA输出子模块提供OPC UA服务器服务，包括基本的UA服务器功能，如UA服务器管理、会话管理、地址空间数据管理、实时数据访问、订阅与发布、事件&报警、历史数据存储、以及事务调度；所述可视化用户界面子模块指相关的处理数据的调用及用户交互的界面的显示，包括展示分析结果、监报告警、过程报表等；本实施例通过输出模块实现分析数据、监控信息的展示，以及配置信息的设置，同时将处理的数据以OPC UA方式上传到上层应用系统，为用户提供报表展示、监控信息等各种不同的用户应用。

[0054] 在本实施例中，可视化用户界面子模块包括用户配置单元和信息展示单元，可视化用户交互界面模块是可配置的，根据不同的应用场景选择不同的数据处理方法，调用相应的处理数据在用户界面上显示，将工业数据变为简单易懂的信息，将具体的控制指令转化为直观的操作方法。如显示多个或单个数据采集设备的即时动态监控界面、显示各个数据采集设备的健康评估和告警、展示产品质量追踪报表等。

[0055] 在本实施例中，用户配置单元通过用户的界面操作可配置对所连接数据采集设备的数据库存储空间及所对应的处理方式，

[0056] 在本实施例中，信息展示单元可提取数据库数据处理区中的数据，形成各种用途的展示，如历史数据报表展示、过程数据的动态监控、设备健康评估曲线、产品品质分析曲



线等等。

[0057] 在本实施例中,所述OPC UA服务器读取数据库中统一数据区或处理数据区的数据,上报给上层应用系统。OPC UA服务可通过自定义信息模型及自定义处理逻辑,适应不同应用场景需求,再通过OPC UA通信协议对上层的OPC UA客户端程序提供相应的数据与服务。

[0058] 本实施例还提供一种面向工业制造的边缘计算智能网关的实现方法,包括下述步骤:

[0059] S1:获取多种通信协议数据并分配进入相应的驱动库进行数据解析,对解析数据之间的关联构建进行统一规定,形成统一描述语言存入边缘计算模块;

[0060] S2:根据数据库中的历史原始数据样本,边缘计算模块通过径向基学习算法逼近任意的非线性函数,得到预测信息,并按照预先设置好的处理方式对数据进行特征分析和数据融合,结合预测信息对设备进行诊断和预测性维护,处理完成后的数据存入数据库;

[0061] S3:输出模块提供OPC UA服务器服务,读取数据库中数据,上报至上层应用系统,同时将数据显示在可视化用户界面上。

[0062] 在本实施例中,径向基学习算法的自组织学习阶段,从输入数据样本选取基函数的中心,并求解基函数方差,在算法的监督学习阶段,求解隐含层到输出层之间的权值。

[0063] 本实施例适用多种工控协议设备接入,实现多维异构数据的互认与互联互通,能够在网络边缘处理数据,实现面向生产的智能优化管控功能。

[0064] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

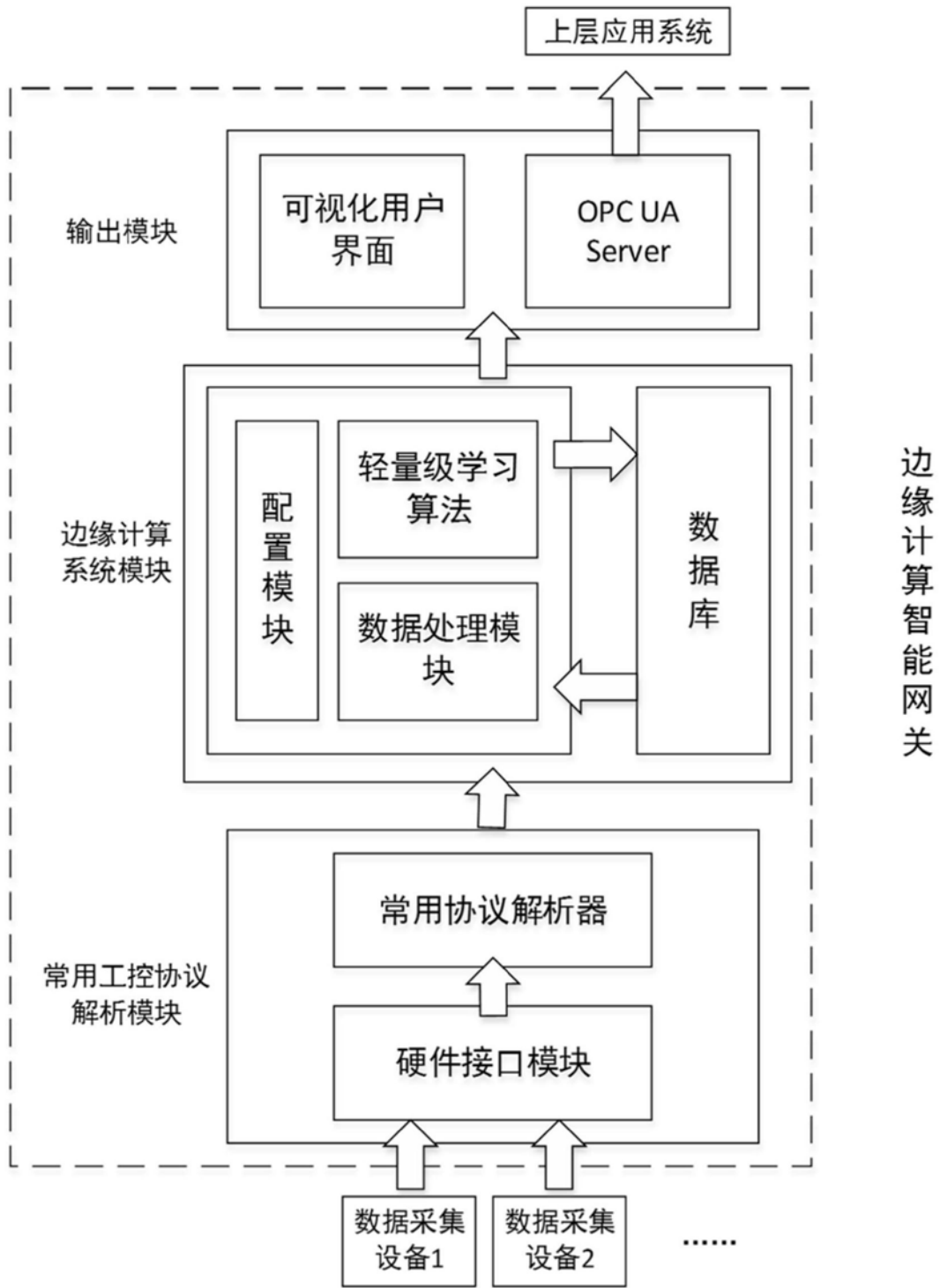


图1