



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105812253 A

(43) 申请公布日 2016. 07. 27

(21) 申请号 201410835886. 1

(22) 申请日 2014. 12. 29

(71) 申请人 中国科学院沈阳自动化研究所  
地址 110016 辽宁省沈阳市南塔街 114 号

(72) 发明人 邢涛 王侃侃 张华良 曾鹏  
于海斌

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

代理人 徐丽 周秀梅

(51) Int. Cl.  
H04L 12/66(2006. 01)

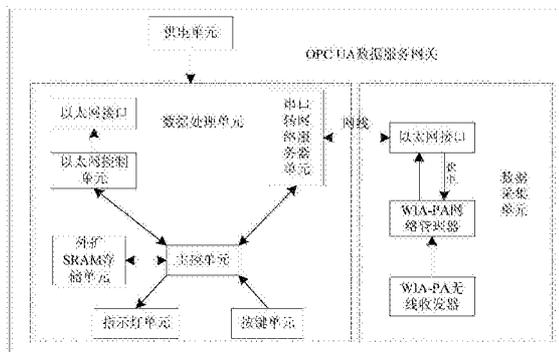
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种 OPC UA 数据服务网关装置及其实现方法

(57) 摘要

本发明涉及一种 OPC UA 数据服务网关装置及其实现方法,所述方法和装置用于在应用工业标准通信协议 OPC UA 情况下实现嵌入式 OPC UA 服务器,并可以周期性的采集仪表、PLC 等不同种类现场设备的相关信息数据,将这些设备映射到 OPC UA 地址空间中,建立相应的设备模型与设备关系模型,实现对现场设备的标识与管理,与此同时,为了能让 OPC UA 客户端与服务器交互而应用 OPC UA 事务管理机制,这样 OPC UA 服务器能为客户端提供监听、读写、查询等服务,本发明的主旨是利用 OPC UA 协议实现一种支持多无线通讯协议标准的设备接口技术,并且有低功耗、易扩展的服务适配器硬件做载体,使得在进行自动化控制时不用去关心底层协议与实现。



1. 一种 OPC UA 数据服务网关装置,其特征在于,包括:

串口转网络服务器单元,一端与主控单元连接,另一端用于连接现场设备,用于实现主控单元串口数据和以太网数据的双向转换,进而实现现场设备和主控单元之间的数据传输;

以太网接口单元,与以太网控制单元以及上位机连接,用于建立主控单元以及上位机之间的通信连接,为二者之间的数据传输提供通道;

以太网控制单元,与以太网接口单元以及主控单元连接,受主控单元控制,用于控制以太网接口的工作以及主控单元与上位机之间的数据传输;

外扩 SRAM 存储单元,与主控单元连接,用于存储 OPC UA SDK,并为采集到的数据提供存储空间;

主控单元,集成在现场设备的通信模块中,用于控制串口转网络服务器单元、以太网控制单元、外扩 SRAM 存储单元、控制按键和指示灯的工作,其内部的 SRAM 和 FLASH 作为一级缓存以及闪存,用于为程序的运行提供支持;

控制按键,与主控单元连接,用于在待机状态下唤醒网关或内部程序遇到问题时复位网关;

指示灯单元,与主控单元连接,用于指示网关的工作状态;

供电单元,用于将 220V 交流电压转换成以上所有单元所需的 3.3V 直流工作电压。

2. 根据权利要求 1 所述的一种 OPC UA 数据服务网关装置,其特征在于,所述串口转网络服务器单元包括 TCP/IP 串口协议转换模块及其外围电路以及以太网接口。

3. 根据权利要求 1 所述的一种 OPC UA 数据服务网关装置,其特征在于,所述以太网控制单元由以太网 PHY 控制器芯片及其外围电路组成。

4. 根据权利要求 1 所述的一种 OPC UA 数据服务网关装置,其特征在于,所述主控单元由 STM32F407 系列的 MCU 芯片及其外围电路组成。

5. 根据权利要求 1 所述的一种 OPC UA 数据服务网关装置,其特征在于,所述供电单元包括电源接头、降压开关电源模块、滤波电路、电路保护、线性稳压器,所述电源接头位于电路板的边缘处。

6. 一种 OPC UA 数据服务网关装置的实现方法,其特征在于,包括以下步骤:

通过主控单元设置其连接的现场设备的节点名,并描述每个现场设备的静态属性和地址 ID;

当上位机 OPC UA 客户端发起监听服务时,主控单元通过串口 / 以太网获取现场设备的动态属性;

串口 / 以太网将获取到的动态属性输出给 OPC UA 服务器相对应的节点;

OPC UA 客户端调用 OPC UA SDK 内部的读服务,获取到 OPC UA 服务器中相应节点的属性。

7. 一种 OPC UA 数据服务网关装置的实现方法,其特征在于,包括以下步骤:

通过主控单元设置其连接的现场设备的节点名,并描述每个现场设备的静态属性和地址 ID;

主控单元通过串口 / 以太网将获取到的动态属性输出给 OPC UA 服务器的缓存中,等待 OPC UA 客户端发起服务;

当上位机 OPC UA 客户端发起监听服务时,主控单元将缓存中数据赋给 OPC UA 服务器相对应的节点的属性;

OPC UA 客户端调用 OPC UA SDK 内部的读服务,获取到 OPC UA 服务器中相应节点的属性。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的 OPC UA 数据服务网关装置的实现方法,其特征在于,还包括:

当现场设备的属性值超过 OPC UA 服务器设定的阈值,停止 OPC UA SDK 内部的读服务,将该属性值通过 OPC UA SDK 内部的报警机制传输到 OPC UA 客户端中。

9. 根据权利要求 6 或 7 所述的 OPC UA 数据服务网关装置的实现方法,其特征在于,所述 OPC UA 客户端获取到的动态数据插入到预先配置的数据库中,用于现场设备数据的历史信息查询。

10. 根据权利要求 6 或 7 所述的 OPC UA 数据服务网关装置的实现方法,其特征在于,还包括:所述 OPC UA SDK 产生 OPC UA 服务器唯一的序列号,并提供给 OPC UA 客户端,用于标识 OPC UA 服务器的唯一性。

## 一种 OPC UA 数据服务网关装置及其实现方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种 OPC UA 数据服务网关,具体涉及一种 OPC UA 数据服务网关装置及其实现方法,用于根据标准协议 OPC UA 设计嵌入式服务适配器。

### 背景技术

[0002] 随着当今工业的快速发展,生产效率需求的不断提升,以及控制技术、信息技术和网络技术的快速发展和融合,不同工业领域对数据采集和远距离传输的需求也是越来越多。由于工业设备的生产商众多,不同厂商生产的应用在不同工业场合上的设备产生的数据格式和类型也有很大不同。现有的数据网关大多通过 RS485/CAN/ModBus 等总线技术完成数据采集,只支持单一类型的采集终端,多类型的计量装置兼容性差甚至不能兼容;现有的数据采集网关由于在硬件结构上采用时钟频率小于 100MHz 的微处理器,所能支持的总线接口较少,因此造成单网关支持的计量终端设备少,无法满足使用的需求。综上所述,数据网关在满足基本采集数据功能的基础上,应添加更丰富的功能和设计来进行不断完善。

[0003] OPC UA 是目前已经使用的 OPC 工业标准的补充,提供更多重要特性,包括平台独立性,扩展性,高可靠性和连接互联网的能力。OPC UA 不再依靠 DCOM,而是基于面向服务的架构(SOA),OPC UA 的使用更简便、灵活,实现原始数据和预处理的信息从制造层级到生产计划或 ERP 层级的传输。现在,OPC UA 已经成为独立于微软,UNIX 或其他的操作系统的企业层和嵌入式自动组态之间的桥梁。

[0004] 现有技术中,根据标准协议 OPC UA 设计的服务适配器采用上位机来实现,使用灵活性较差,不易与现场设备集成,且能源消耗量大。

[0005] 上位机中的 OPC UA 服务器为客户端提供的对象和相关信息都是与服务器的地址空间有关的,提供一个一致的、完整的地址空间和服务模型。这就允许一个单一的 OPC UA 服务器把数据、报警与事件和历史信息统一到它的地址空间里,并且可以用一套统一的服务为它们向外提供接口,这些服务也包括一个统一的安全模型。OPC UA 服务器将各自独立的地址空间集成到一个唯一的地址空间中,客户端访问实时数据、历史数据等都是访问的一个集成的地址空间,同时实现数据存取、历史数据存取、控制命令、复杂数据的交互通信。

[0006] 上位机为 OPC UA 服务器提供了较大的存储空间,上位机的主频也为 OPC UA 服务器提供了更高的处理速度,且上位机具备的系统平台使开发人员的工作量大大降低。但是,由于上位机无法与设备集成,造成了其无法实时的处理现场设备信息数据。而且其编译过程也是经过了不同层次的进化,而嵌入式硬件环境使得服务器通过高速的 C 编译直接与底层现场设备交互,并且其实现的成本相对于上位机来说也是非常低,比较适合工业化场合的大批量成产,全面提高产线的生产效率。

[0007] 针对现场设备实时数据处理的需要,采用嵌入式的方式实现 OPC UA 服务适配器具有较大的优势。

## 发明内容

[0008] 针对现有技术中存在的上述不足之处,本发明要解决的技术问题是克服现有网关的缺陷,提供一种 OPC UA 数据服务网关装置及其实现方法,不仅能够将工业现场的不同格式和类型数据进行实时采集和传输,还能将数据封装成 OPC UA 信息模型,并通过以太网实时传递给上位机 OPC UA 客户端,从而对数据进行存储、访问和分析,进而达到对工业现场进行实时监测的目的;采用嵌入式 OPC UA 技术实现,对外提供一种不依赖于底层通信协议的数据采集技术,并向用户提供 Web Service 服务,实现不同类型的 OPC UA 客户端都可以访问服务器,相对于传统的 OPC,具有更高的扩展性和灵活性

[0009] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:一种 OPC UA 数据服务网关装置,包括:

[0010] 串口转网络服务器单元,一端与主控单元连接,另一端用于连接现场设备,用于实现主控单元串口数据和以太网数据的双向转换,进而实现现场设备和主控单元之间的数据传输;

[0011] 以太网接口单元,与以太网控制单元以及上位机连接,用于建立主控单元以及上位机之间的通信连接,为二者之间的数据传输提供通道;

[0012] 以太网控制单元,与以太网接口单元以及主控单元连接,受主控单元控制,用于控制以太网接口的工作以及主控单元与上位机之间的数据传输;

[0013] 外扩 SRAM 存储单元,与主控单元连接,用于存储 OPC UA SDK,并为采集到的数据提供存储空间;

[0014] 主控单元,集成在现场设备的通信模块中,用于控制串口转网络服务器单元、以太网控制单元、外扩 SRAM 存储单元、控制按键和指示灯的工作,其内部的 SRAM 和 FLASH 作为一级缓存以及闪存,用于为程序的运行提供支持;

[0015] 控制按键,与主控单元连接,用于在待机状态下唤醒网关或内部程序遇到问题时复位网关;

[0016] 指示灯单元,与主控单元连接,用于指示网关的工作状态;

[0017] 供电单元,用于将 220V 交流电压转换成以上所有单元所需的 3.3V 直流工作电压。

[0018] 所述串口转网络服务器单元包括 TCP/IP 串口协议转换模块及其外围电路以及以太网接口。

[0019] 所述以太网控制单元由以太网 PHY 控制器芯片及其外围电路组成。

[0020] 所述主控单元由 STM32F407 系列的 MCU 芯片及其外围电路组成。

[0021] 所述供电单元包括电源接头、降压开关电源模块、滤波电路、电路保护、线性稳压器,所述电源接头位于电路板的边缘处。

[0022] 一种 OPC UA 数据服务网关装置的实现方法,包括以下步骤:

[0023] 通过主控单元设置其连接的现场设备的节点名,并描述每个现场设备的静态属性和地址 ID;

[0024] 当上位机 OPC UA 客户端发起监听服务时,主控单元通过串口/以太网获取现场设备的动态属性;

[0025] 串口/以太网将获取到的动态属性输出给 OPC UA 服务器相对应的节点;

[0026] OPC UA 客户端调用 OPC UA SDK 内部的读服务, 获取到 OPC UA 服务器中相应节点的属性。

[0027] 一种 OPC UA 数据服务网关装置的实现方法, 包括以下步骤:

[0028] 通过主控单元设置其连接的现场设备的节点名, 并描述每个现场设备的静态属性和地址 ID;

[0029] 主控单元通过串口 / 以太网将获取到的动态属性输出给 OPC UA 服务器的缓存中, 等待 OPC UA 客户端发起服务;

[0030] 当上位机 OPC UA 客户端发起监听服务时, 主控单元将缓存中数据赋给 OPC UA 服务器相对应的节点的属性;

[0031] OPC UA 客户端调用 OPC UA SDK 内部的读服务, 获取到 OPC UA 服务器中相应节点的属性。

[0032] 还包括:

[0033] 当现场设备的属性值超过 OPC UA 服务器设定的阈值, 停止 OPC UA SDK 内部的读服务, 将该属性值通过 OPC UA SDK 内部的报警机制传输到 OPC UA 客户端中。

[0034] 所述 OPC UA 客户端获取到的动态数据插入到预先配置的数据库中, 用于现场设备数据的历史信息查询。

[0035] 还包括: 所述 OPC UA SDK 产生 OPC UA 服务器唯一的序列号, 并提供给 OPC UA 客户端, 用于标识 OPC UA 服务器的唯一性。

[0036] 本发明具有以下优点及有益效果:

[0037] 1. 采用基于 WIA-PA 协议的无线通信装置来进行数据的接收与采集, 适用于复杂工业环境, 它在时间上、频率上和空间上的综合灵活性, 使这个相对简单而又很有效的协议具有嵌入式的自组织和自愈能力, 大大降低了安装的复杂性, 确保了无线网络具有长期而且可预期的性能; 可实现点对点、一点对多点、多点对多点之间的设备间数据的透明传输; 可组成星型、树型和蜂窝型网状网络结构, 组网方式非常灵活;

[0038] 2. 能够真正实现多类型数据的兼容。网关内置 OPC UA 服务器, 能够将采集到的不同节点的不同类型的数据封装成统一的 OPC UA 信息模型, 并通过以太网实时发送到上位机存储并由 OPC UA 客户端来解析模型, 分析数据, 实现快速的数据采集 - 传输 - 封装 - 传输 - 存储 - 解析的过程;

[0039] 3. 能够以可以设定的频率采集一组大小为 KB 级别的数据, 数据即时通过以太网传送到上位机储存, 因此后续的数据可以随时覆盖之前的数据, 这种机制只需要在网关中留出一块存储数据的空间作为缓存, 而无需担心数据存储空间的不足。

[0040] 4. 本发明可实现与多种现场总线设备通信的功能, 其中包括 Profibus 设备, Modbus 总线设备、Can 总线设备、HART 总线设备。

[0041] 5. 本发明可应用于大部分的数据通信环境中, 并采用异构总线模式, 通过 OPC UA 地址空间对现场设备进行分层标识, 建立设备之间的层次关系模型, 并利用数据模型对数据进行分析处理。

[0042] 6. 本发明还可通过以太网连接多个主机设备, 向主机提供 OPC UA 服务, 与此同时可以通过 Modbus 总线进行周期性的数据采集工作。

[0043] 7. 本发明通过嵌入式 OPC UA 技术对现场设备建立关系模型, 并对外提供统一的

接口数据模型。

### 附图说明

- [0044] 图 1 是本发明实施例的组成框图；
- [0045] 图 2 是通信接口转换模块的组成框图；
- [0046] 图 3 是供电单元的组成框图；
- [0047] 图 4 是本发明实施例的工作原理图；
- [0048] 图 5 是本发明提供的软件示意图；
- [0049] 图 6 是本发明提供的应用示意图。

### 具体实施方式

[0050] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0051] 如图 1 所示,本发明实例由 WIA-PA 无线收发器单元、WIA-PA 网络管理器单元、以太网接口单元、以太网控制单元、外扩 SRAM 存储单元、主控单元、串口转网络服务器单元、控制按键、指示灯单元、供电单元十个单元组成,这十个单元根据功能又分为数据采集单元以及数据处理单元两部分,这两部分之间通过以太网接口以及网线连接,其中数据采集单元包括 WIA-PA 无线收发器单元和 WIA-PA 网络管理器单元,由以太网接口供电;数据处理单元中主控单元与以太网控制单元、外扩 SRAM 存储单元、串口转网络服务器单元、控制按键、指示灯单元呈星形连接;所述供电单元为数据处理单元中其他所有单元供电。

[0052] 其中,所述串口转网络服务器单元结构框图如图 2 所示。所述串口转网络服务器单元包括引脚、TCP/IP 串口协议转换模块及其外围电路以及以太网接口组成;所述串口转网络服务器单元通过引脚与主控单元以及供电单元连接,所述 TCP/IP 串口协议转换模块能够实现单片机串口数据和以太网数据的转换,实现 WIA-PA 网络管理器单元和单片机之间的透明数据传输;

[0053] 所述主控单元由 ST 公司生产的 STM32F407 系列微控制器及其外围电路组成;

[0054] 所述外扩 SRAM 存储器单元由 ISSI 公司生产的 IS61WV102416BLL 芯片及其外围电路组成;

[0055] 所述以太网控制单元由 TI 公司生产的 DP83848CVV 芯片及其外围电路组成;

[0056] 所述指示灯单元由贴片 LED 组成;

[0057] 所述供电单元由电源接头以及一级降压单元和二级稳压单元组成,如图 3 所示,一级降压单元由金升阳公司生产的降压开关电源模块及其外围保护、滤波电路组成,220V 交流电通过电源接头接入,经过防浪涌保护电路后作为降压开关电源模块的输入,防浪涌保护电路使本网关具有抗雷击和冲击的性能;降压开关电源模块输出 5V 直流电压,经过保护与滤波电路后作为二级稳压单元的输入;二级稳压单元由 AS1117 线性稳压器及其外围滤波、指示灯电路组成,线性稳压器将 5V 直流电压降为上述各单元所需工作电压 3.3V,线性稳压器的输出再经过一层滤波电路后,供给各单元使用。在二级稳压单元的末端还接有指示灯电路,用来指示供电单元是否正常工作。

[0058] 图 4 给出了本发明实施例的工作原理流程图,如图 4 所示,在工业现场将 OPC UA 数据服务网关硬件设备布置好,将其通上 220V 交流电,网关启动后,通过 WIA-PA 无线收发

器单元访问工业现场布置的节点,并将收集到的数据实时转发给 WIA-PA 网络管理器单元;WIA-PA 网络管理器单元内部有实时操作系统来采集数据并暂时存储,接着通过串口转网络服务器单元将数据传递给主控单元,主控单元将数据转移到外扩 SRAM 中存储;另外外扩 SRAM 存储单元也用来存储 OPC UA SDK;由于采集到的数据可能是不同格式和类型的,主控单元通过 OPC UA SDK 将接收到的不同格式的数据封装成统一的 OPC UA 服务,即 OPC UA 的信息模型,然后通过以太网控制单元以及以太网接口经网线传输给上位机进行存储,上位机上的 OPC UA 客户端便可以通过通用服务集对信息模型进行访问、浏览和操作,用户进而可以分析数据,实时监测工业现场设备的运行情况,发现工业现场设备可能存在的问题,最终解决问题。

[0059] 本发明将基于现场的设备信息统一映射到构建的统一地址空间和服务集中,并通过 Web Service 服务为用户提供统一的访问接口。

[0060] 本发明通过嵌入式 OPC UA 技术对现场设备建立关系模型,并对外提供统一的接口数据模型,包括设备对象,属性集和属性。设备对象就是物理设备在程序中的映射;属性集包括通用属性集、动态属性集和静态属性集。通用属性集包括设备类型、设备生产厂商、设备作用等。静态属性集包括设备额定电压、额定电流、额定功率等。动态属性集包括设备状态、设备目前的电压、电流、功率,设备运行时间等。

[0061] 参照图 5,本发明的软件具体实施方式采用以下具体方案:一种基于嵌入式 OPC UA 技术的服务适配器,其包括:1、OPC UA SDK,2、FreeRTOS 嵌入式实时操作系统,3、STM32F407 外设驱动,4、以太网硬件驱动模块,5、OPC UA 服务器。所述的 OPC UA SDK 为 OPC UA 服务器提供了:开发所用的库函数,TCP 网络连接的基本配置,地址空间的基本配置;所述的 FreeRTOS 嵌入式实时操作系统可支持 STM32F407 芯片的 Cortex M4 架构;所述的 STM32F407 外设驱动包含定时器驱动,Modbus 驱动,GPIO 驱动,FSMC 驱动,为 OPC UA 服务器提供了所需的外设驱动函数;所述的以太网硬件驱动模块提供了对以太网通信所需的外设驱动函数,实现了 OPC UA 服务器的网络通信功能,使得 OPC UA 客户端能够通过 TCP 访问到 OPC UA 服务器;所述的 OPC UA 服务器为 OPC UA 客户端提供了标准的 OPC UA 访问接口以及设备数据模型。

[0062] 参照图 6,本发明可以直接嵌入到不同种类的设备中,并直接通过以太网与上位机中的 OPC UA 客户端进行通信,在客户端可以为用户展示现场设备之间的关系以及每个设备的数据模型。

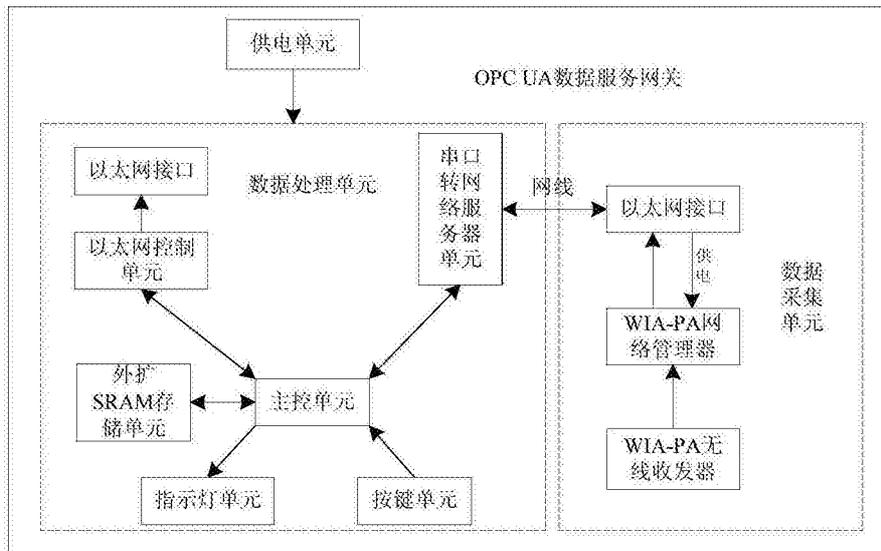


图 1

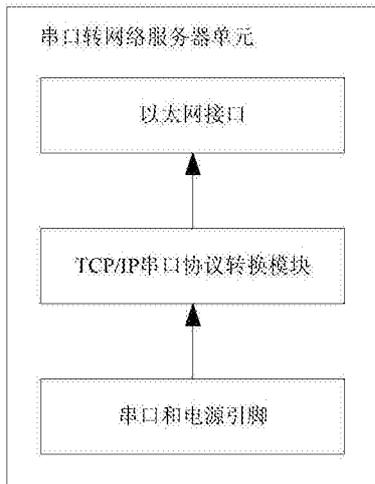


图 2

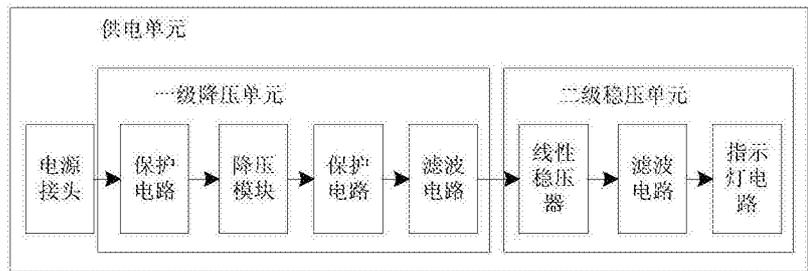


图 3

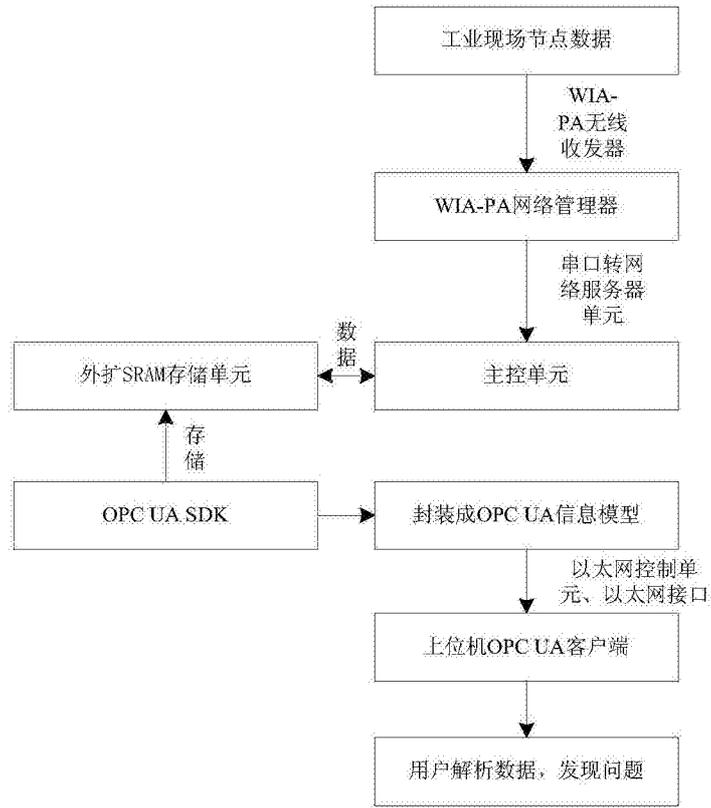


图 4

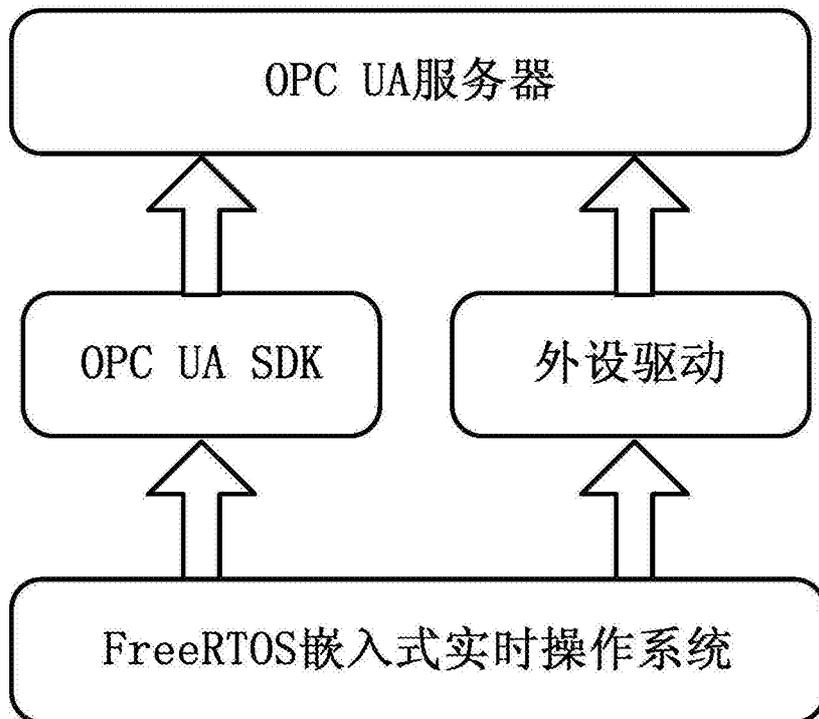


图 5

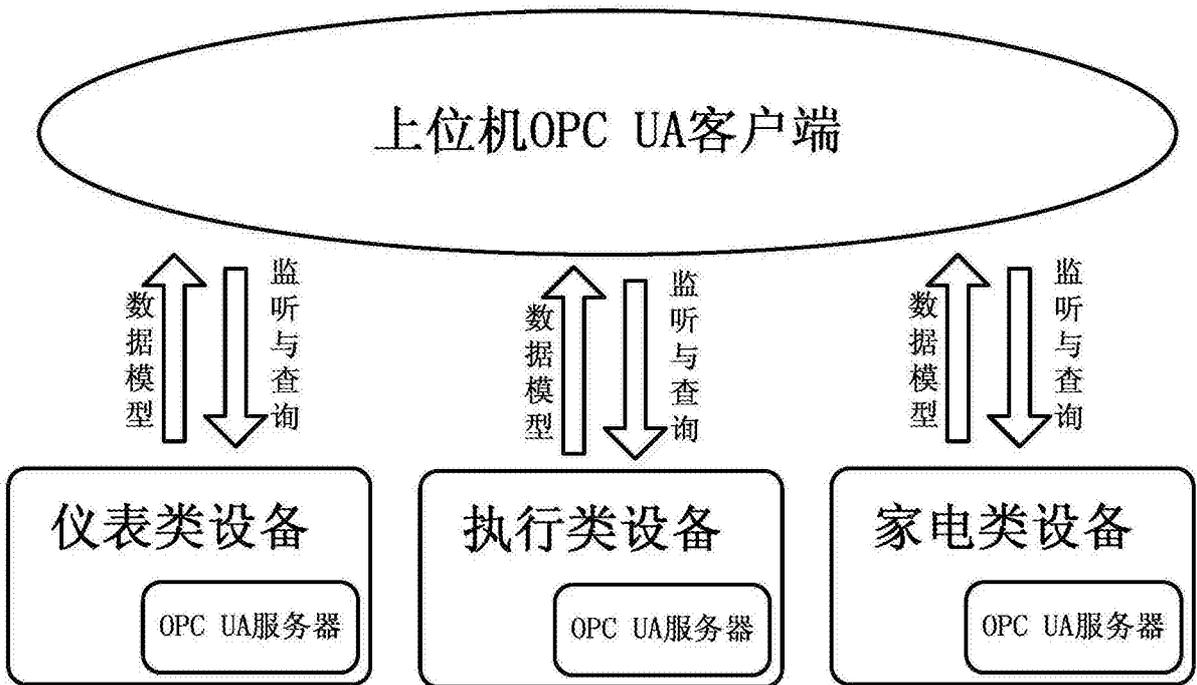


图 6