

物联泛感知融合平台的研究与设计

闫 敏¹ 李 林¹ 张 宇¹ 李成中¹ 侯 琳¹

YAN Min LI Ling ZHANG Yu LI Chengzhong HOU Lin

摘 要

针对传统物联网因多品类物联网设备难接入、难编解码、难扩展,采集数据难处理、无法有效感知关键数据、缺乏支撑管控手段等问题,首先从物联感知接入、业务管理、输出管理三方面研究物联感知平台的实现,然后融合自主可扩展多源设备接入技术、云边协同采集网关泛适用技术、低代码化多源数据预处理及支撑技术等,最后设计物联泛感知融合平台,实现不同设备之间的快速接入,以及多元数据的融合和协同处理,使设备能够适应不同的环境和数据变化,构建高效、可靠的多模态感知应用,拓展物联网应用场景,提高感知系统的智能化水平。所设计的平台可广泛应用于智慧城市、智慧交通、智能制造、智能健康等领域多物联网设备接入的场景中。

关键词

物联感知;多源设备;数据融合;物联网;自主可扩展;云边协同

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.04.006

0 引言

大数据、物联网、移动互联网技术的迅速发展,促使各行各业的设备终端通过网络的形式快速汇聚在一起,这无疑标志着万物互联时代的来临^[1-2]。为推动物联网的发展,国家陆续推出相关政策和举措。2009年,我国提出“感知中国”,标志着我国物联网行业化发展的元年。在此以后,物联网被列入国家战略性新兴产业,国家层面先后发布多个专项基金、规划、标准,推进物联网产业发展。“十四五”规划指出,物联网作为七大“数字经济”重点行业之一。2023年2月,国务院出台《数字中国建设整体布局规划》提出要“推进移动物联网全面发展”。

2022年底,我国率先进入“物超人”时代,工信部等八部门联合印发《物联网新型基础设施建设三年行动计划(2021—2023年)》^[3],行动计划中明确指出:到2023年底,国内物联网连接数将突破20亿。随着智能时代的到来,物联网场景中连接设备数爆发,物联设备采集到的数据量也呈现出了指数级飞速增加,物联网已应用到智慧城市、智慧交通、智慧煤矿、智能电网、智慧停车、智能安防、智慧环保、智慧园区、智能制造、智慧物流、智慧零售、智慧社区、智慧楼宇等多场景中。目前,由于我国物联网技术的积累相对较少,这在很大程度上制约了物联网的应用能力。首先,在同一应用场景中会接入大量不同的物联网设备,物联感知设备通常使用不同的通信协议和数据格式,使得设备之间难以直接进行通信和集成,面临设备之间无法正常互联互通的

问题,导致物联设备产品难接入、难拓展;然后,物联网设备采集的数据需要通过不同的网络进行传输,传统物联网技术在数据传输过程中会出现传输延迟及占用宽带的情况,导致传输数据处理效率较低,并存在数据传输安全隐患;最后,物联网传感器设备在复杂多变的应用场景中,产生了近乎PB级规模的繁杂种类的感知数据,海量且结构复杂的感知数据背后蕴藏着无限的数据价值^[4],然而面对海量的物联网感知数据,采集的数据面临数据难处理、难分析的问题^[5]。

针对以上问题,本文通过物联感知自主可扩展的物联网设备接入技术、云边协同采集网关泛适用技术、低代码化数据预处理及支撑技术构建物联泛感知融合平台,解决物联感知设备通信协议多、数据协议多、接入复杂、数据解析复杂等问题,提升物联感知数据采集交互能力、多端模式下采集能力,具备强大的数据处理和分析能力,实现更智能化的数据处理和决策。

1 平台总体架构

为解决多品类物联网设备难接入、难编解码、难扩展,数据难处理、无法有效感知关键数据等问题,物联网泛感知融合平台向下可以连接不同类型物联网采集设备,对终端设备采集到的原始数据进行处理和转换,使其符合特定的数据格式和协议。构建业务管理功能,实现对物联网设备及数据的自主管理及分析。向上在云端平台上开发和部署API接口,实现对终端设备的远程控制和管理。通过规则引擎进行可视化自定义处理数据和转发数据,输出相关能力,支撑周边产品。整体建设架构如图1所示。

1. 浪潮通信信息系统有限公司 山东济南 250101

[基金项目] 崂山实验室科技创新项目(LSKJ202201800)



图 1 总体架构

1.1 感知接入层

感知接入层，在架构中属于物端，主要负责采集数据并发送至边缘节点，同时接收边缘节点的指令进行具体的操作执行，通过设计物联网接入网关以适配底层设备协议的异构性，确保了设备的唯一性和安全性^[6]。

通过构建 IoT 网关，满足无 IP 设备或需组网设备的接入采集需求。平台支持接入包括传感器类设备、摄像头、PLC、机械臂、可控设备等设备。利用传感器技术、射频识别技术、无线传感器网络技术等，感知和采集物联网设备周围的环境数据，并将数据传输到物联网平台或者其他设备进行处理和分析。感知接入层流程如图 2 所示。

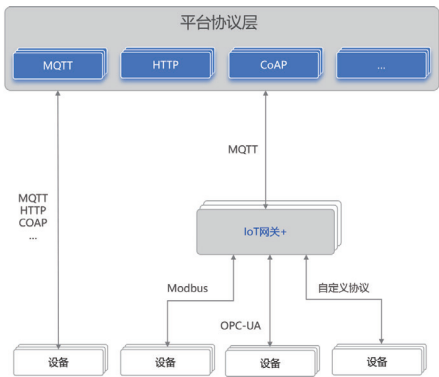


图 2 感知接入层流程

平台支撑多协议接入，设备接入网关聚合了设备接入平台所需要的配置信息，支持自定义接入、视频类设备接入等。设备接入网关为设备接入提供接入服务，接入类型包括：WebSocket 服务接入、HTTP 推送接入、UDP 接入、CoAP 接入、MQTT Broker 接入、MQTT 直连接入、TCP 透传接入等。

感知层的 LoT 网关 + 中利用边缘计算技术在物联网设备附近进行数据处理和分析，减少数据传输和延迟；利用数据封装与传输技术，如 MQTT（消息队列遥测传输）和 CoAP（受限应用协议）等，实现数据封装和传输到云端；利用云计算技术，与云平台集成将感知到的数据传输到云端进行进一步的分析和处理，同时通过身份认证、加密通信、访问控制等技术，确保数据的安全性和隐私保护。

1.2 业务管理层

业务管理层为平台的核心数据管理层，业务管理层包括产品与设备管理、物模型、租户管理、告警管理、运行状态、

固件升级、统计分析、系统管理等功能。

产品与设备管理实现物联网产品和设备的智能化管理和优化。通过为每个物联网设备配置唯一的标识符（如 MAC 地址或序列号），实现设备的一致性标识。通过设备注册过程，将设备与物联网平台进行关联，建立起设备与平台之间的通信和管理连接；通过远程管理和监控技术，实时监视设备的运行状态、数据传输和处理，以及设备的配置和升级，平台发送指令和配置参数到设备，或者从设备中获取数据，实现远程管理和控制。

物模型管理作用于产品或单个设备，通过数据描述语言如物联网描述语言（WDL）、物联网建模语言（WML）、设备描述语言（DDL），描述物联网设备的属性、行为和关系，使得设备之间能够共享和理解数据。研究物模型验证和验证方法验证物模型的正确性和一致性，确保不同设备的物模型之间的兼容，通过模型映射和转换技术将不同设备的物模型进行转换和映射，从而实现设备之间的数据交换和互操作，解决不同设备之间数据格式和通信协议的差异。

告警管理通过数据分析与智能算法对设备数据的实时分析和处理，应用智能算法识别设备运行中的异常情况。可以设定告警触发的规则和条件，如设定温度超过某个阈值、湿度下降到某个临界点等，当满足这些条件时触发告警；利用告警通知与推送技术通过多种方式将告警信息发送给用户，如手机短信、邮件、移动应用程序或智能设备的推送通知。用户可以即时收到告警信息，并采取相应的措施应对设备故障或异常情况。

固态升级包括设备固件新建、编辑、发布升级任务、推送固件消息等。固件签名方式支持 MD5、SHA256，利用远程升级技术通过物联网平台或云端管理系统，将新的软件或固件版本推送到物联网设备上；利用 OTA（over-the-air）升级方式，通过使用蜂窝网络、Wi-Fi、蓝牙等无线通信技术，将新的软件或固件版本传输到物联网设备上，实现无线升级；利用差分升级技术，通过对新版本和旧版本之间的差异进行计算和编码，只传输差异数据进行升级，减少升级过程中的数据传输量，提高升级效率。

1.3 输出管理层

输出管理层负责数据的向上赋能，通过规则引擎技术进行可视化自定义处理数据和转发数据，通过输出相关能力，对接周边产品，提升数据支撑能力。

规则引擎技术是通过规则和条件的配置来处理决策和业务流程的技术。规则引擎技术的核心是规则引擎，规则引擎允许根据业务需求，定义各种规则和条件，通过可视化的界面或编程方式，灵活地定义和配置规则。实时监测设备和数据的变化，当满足预先定义的规则条件时，触发相应的规则执行，并生成相应的反馈和结果。同时，支持动态的规则变化和调整，处理多个事件和条件的组合和关联，实现复杂事件的推演和处理，提高设备的智能化和自动化水平。规则引

擎提供数据转发、场景联动、可视化配置能力。规则引擎流程如图 3 所示。

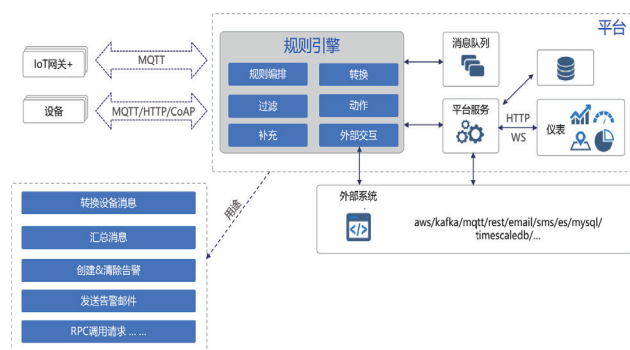


图 3 规则引擎流程

规则引擎的数据转发支持标准 SQL 语法与拓展函数，支持聚合函数、窗口函数，包括实时和定时两种转发类型。使用 SQL 来订阅消息网关中的数据，并对数据进行处理后转发到指定的地方，比如发送消息通知或推送到消息队列（MQ）中。使用 SQL 语句也可对数据进行筛选、过滤和转换，以满足特定的业务需求，使数据的处理和转发变得更加智能和自动化。

场景联动通过可视化的方式定义设备之间的联动规则。当触发条件指定的事件或属性变化事件发生时，平台通过判断执行条件是否已满足，来决定是否执行规则中定义的执行动作。场景联动触发条件支持手动触发、定时触发、设备触发、场景触发，执行动作支持消息通知和设备输出。规则引擎使用特定的规则语言来定义条件、触发事件和执行操作。常用的规则语言包括 Drools、Jess 和 BRMS（business rule management system）等。通过复杂事件处理技术可以识别和分析与定义的规则和条件相匹配的事件，并采取相应的操作，将实时数据流与预定义的规则进行匹配和分析。

在可视化编辑器中对可视化节点进行拖拽、连接和配置，以构建一个完整的规则引擎流程。通过可视化节点，用户可以直观地创建和编辑规则，实现对数据的处理、决策和自动化操作。可视化通用规则节点支持定时任务、延迟、路由、监听完成、捕获错误、注释；可视化功能节点支持函数、ReactorQL、设备指令、消息通知；可视化网络节点支持订阅 MQTT、推送 MQTT、监听 HTTP、响应 HTTP、HTTP 请求；其他节点支持 Kafka、ES、时序数据库、关系型数据库等。

2 关键技术

2.1 物联感知自主可扩展物联网设备接入技术

针对不同物联网设备接入难、扩展难等问题，基于自主的、可扩展的思想，设计实现物联感知平台设备接入机制。该机制以设备数据协议扩展、通信网络扩展、通信网关扩展为核心，辅以物联网标准功能产品管理和设备管理，以及在协议插件包开发人员、运维实施人员的参与下，可自主扩展的物联网设备接入能力，实现物联网设备的快速部署、管理和升级，以适应不断变化和增长的设备规模和需求。自主可

扩展物联网设备接入技术如图 4 所示。

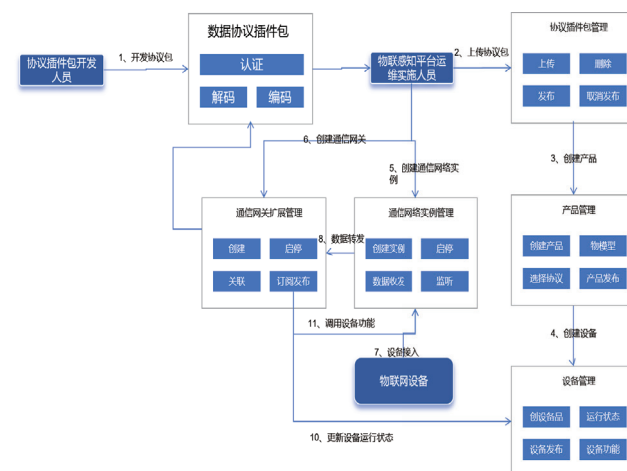


图 4 自主可扩展物联网设备接入技术

针对不同的通信协议，开发数据协议插件包，协议插件包中包含对应协议的 API 和库，这些 API 和库提供了一组函数和类，用于处理特定的数据协议。在使用数据协议插件包时，通过调用这些 API 和库提供的函数和方法来实现与设备之间的数据通信。运维对协议插件包进行管理，并根据需要自主地添加、删除和调整物联网产品及设备，设备接入时可自动进行配置和管理，无需手动设置网络参数。

创建通信网络实例，并对其进行必要的配置，如网络拓扑、协议选择、安全设置。将物联网设备注册到通信网络实例中，并管理设备的身份、权限和属性信息，监控和管理通信网络实例中设备和网关的连接状态，确保稳定的数据传输。根据设备和应用程序之间的通信需求，配置路由规则和消息分发策略，确保数据正确地传递到目标设备或应用程序。利用通信网关拓展管理实现通信网关与其他设备（如传感器、执行器、终端设备等）之间的网络连接，包括配置和管理网络接口、协议选择、网络拓扑规划等，确保通信网关能够正确解析和处理不同协议的数据，并进行必要的转换和适配。

物联感知自主可扩展物联网设备接入技术使设备通过认证授权机制，自主连接和注册到云平台，并获取相应的服务和资源，减少对中间平台或第三方服务的依赖。根据设备数量和负载的变化，自动进行资源分配和负载均衡，采用标准化的接口和协议，使不同厂商的设备能够互相通信和协同工作，支持和集成各种第三方服务和应用，以满足不同的业务需求。采用安全认证和加密技术，提供设备身份认证和访问控制机制，以保护设备和数据免受非法访问和攻击。通过该自主可扩展物联网设备接入技术能够方便地将物联网设备接入到云平台或者其他控制系统中，解决物联产品设备难接入、难拓展的问题，在提升自身适应性的同时，也为数字化项目降本增效带来显著成效。

2.2 物联感知云边协同采集网关泛适用技术

为提高数据传输处理效率及安全性，设计了一套云边协同采集网关接入与交互规则，帮助实现物联网设备数据的采

集、处理和传输,以及实现云端与边缘设备之间的数据交互和协同操作。云边协同采集网关泛适用技术如图5所示。

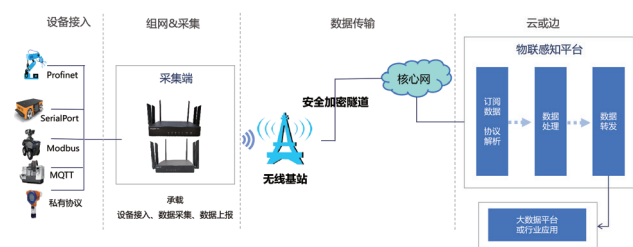


图5 云边协同采集网关泛适用技术

云边协同采集网关泛适用技术通过执行一些边缘计算任务,例如实时数据分析、模型推理、规则匹配等,对采集到的数据进行预处理和分析,包括数据解析、格式转换、数据清洗、数据聚合等操作,减少数据传输到云端的量,降低延迟并节省带宽,使数据传输具备设备身份认证、数据加密、访问控制等功能,以防止潜在的网络攻击。

物联感知云边协同采集技术实现边缘计算,在离数据产生地更近的位置进行计算和处理,以减少数据传输延迟和网络负载,将边缘设备采集到的数据进行预处理、过滤和聚合,然后将汇总后的数据传输到云端进行进一步处理。采用分布式架构,允许在不同的边缘设备和边缘网关之间进行协同工作,提高数据处理效率和实时性。同时,实现端云协同,即云端与边缘设备之间的数据交互和协同操作,将边缘设备采集到的数据上传至云端进行存储和分析,同时将云端下发的指令传递给边缘设备进行执行,实现云端与边缘设备之间的双向数据流动和协同工作。

云边协同采集网关泛适用技术不限硬件类型、软件类型,可适用于不同操作系统采集网关,该技术整合云端计算、边缘计算、网关设备以及各种通信和数据处理技术,解决物联网传输数据处理效率低的问题,以实现更灵活、高效的物联网数据采集和处理方式,实现设备数据的高效采集和处理。

2.3 物联感知低代码化数据预处理及支撑技术

针对海量且结构复杂的感知数据,以可视化、配置化、模型驱动的低代码思想,设计多种数据预处理规则及数据支撑功能,包括基于SQL语法的设备数据实时/定时查询、汇聚,基于物模型的设备告警配置、数据转发、联动控制;基于通信网络扩展和通知管理的数据输出配置;基于Node-Red物联网网编程工具的可视化规则引擎以及开放接口,为上层应用提供丰富的设备管理和设备交互方法,简化和加快物联网应用的开发过程,并提供强大的数据处理和支持功能。

通过低代码化数据预处理及支撑技术,提供图形化界面和预设组件,帮助用户轻松地清洗和过滤物联网设备采集的原始数据,通过简单的拖拽和配置,设置数据清洗规则和筛选条件,例如去除异常值、处理缺失数据、过滤无效数据等;同时,提供各种数据聚合和计算组件,通过拖拽和配置,对物联网设备采集的数据进行聚合统计和计算。将不同的数据处理组件进行连接和配置,形成一个完整的数据处理流程,

快速搭建复杂的数据处理流程,包括数据预处理、数据分析、模型训练等。

物联感知低代码化数据预处理及支撑技术能够通过低代码化方式实现对物联网数据的预处理和支撑,解决采集的数据面临数据难处理、难分析的问题,大大简化开发过程,并提供强大的数据处理和支撑能力。

3 总结

物联泛感知融合平台通过对物联网感知接入层、业务管理层、输出管理层的详细架构设计,同时融合物联感知自主可扩展物联网设备接入技术、物联感知云边协同采集网关泛适用技术、物联感知低代码化数据预处理及支撑技术等关键技术,解决物联网多设备数据难接入、难拓展、采集传输效率低、数据难处理、难分析等一系列问题。平台面向多行业提供物联感知通信协议、数据协议、采集协同调度、数据存储、规则引擎、联动控制、数据共享、设备能力化以及数据监测分析等关键技术能力,为行业物联应用提供数字化支撑能力。

参考文献:

- [1] 王世伟.万物互联时代的中国大趋势:对“互联网+”的多维度观察[J].学术前沿,2015(10):15-24.
- [2] BESSIS N, DOBRE C.Big Data and Internet of Things: A Roadmap for Smart Environments[M].Switzerland:Springer cham,2014.
- [3] 中华人民共和国工业和信息化部.八部门关于印发《物联网新型基础设施建设三年行动计划(2021—2023年)》的通知[EB/OL].(2022-12-20)[2024-01-20].https://www.miit.gov.cn/jgsj/kjs/gzdt/art/2021/art_e18c8420f3b242dc8adb-1c3e9618e26f.html.
- [4] 程学旗,靳小龙,王元卓,等.大数据系统和分析技术综述[J].软件学报,2014(9):1889-1908.
- [5] 舒珏琳,曹杨,迟雪,等.面向物联网应用的大数据平台研究与设计[J].计算机时代,2023(7):127-132.
- [6] 肖漫漫,马迎,刘骥琛.基于端边云协同的物联网平台的设计与实现[J].物联网技术,2023(11):55-58.

【作者简介】

闫敏(1994—),女,山东烟台人,硕士,中级工程师,研究方向:物联感知平台、可视化平台、数智化应用等。

李林(1977—),通讯作者,男,重庆江北人,硕士,高级工程师,研究方向:智能物联、软件工程、5G、新型传感技术等。

张宇(1984—),男,重庆江津人,本科,研究方向:智能网关、边缘计算、物联网、软件工程、5G等。

李成中(1985—),男,重庆九龙坡人,本科,中级工程师,研究方向:边缘计算、物联网、软件工程等。

侯琳(1985—),女,山西临汾人,博士,中级工程师,研究方向:智能物联、数字孪生、AI分析控制、5G等。

(收稿日期:2024-02-04)