

物联网数据采集系统设计中 云平台与边缘计算运用分析

文◆中车青岛四方机车车辆股份有限公司 张雨萱 冯 巍 郭宗鹏

引言

在现代科技迅速发展背景下，物联网（IoT）技术已经成为推动工业自动化、智慧城市建设和健康监控系统等多个领域革新的关键力量。随着物联网技术的飞速发展，数据采集系统正面临着数据处理及实时性方面的巨大挑战。为克服这些难题，本文以物联网数据采集系统为实证，研究云平台与边缘计算在物联网数据采集系统的应用情况。通过论述物联网数据采集系统核心组件，总结云平台与边缘计算各自的具体运用情况，以促进数据处理的高效性。

1 物联网数据采集系统核心组件分析

1.1 传感器和执行器

在物联网数据采集体系中，传感器和执行器作为关键前端设备，能够与物理世界进行互动。传感器的主要功能是监测周围环境的各种参数，如温度、湿度、压强、位置等，并将这些物理信号转换为电子信号，以便后续进行进一步处理与分析。执行器需要按照接收到的指令作出反应，

其能够改变物理状态，如使装置开启或关停、调整机械部件的位置或更改环境条件。凭借这种能力，物联网系统不仅能进行环境监控，还可对环境实施干预，实现自动化管控操作^[1]。

1.2 数据转发装置

数据转发装置的主要功能是接收来自传感器的原始数据，进行必要的初步处理后再进行转发。一般来说，初步处理包括数据格式化和清洗，目的是确保发送到下一阶段的数据准确可用。格式化处理涉及将数据转换成一种更适合存储和分析的格式，而数据清洗则负责去除任何错误或无用的信息，如异常值或损坏的数据点。同时，数据转发装置还负责对数据进行有效压缩，以减少在网络上传输时所需的带宽，提高整体系统效率。这一点对于大规模物联网部署尤为重要，因为数据量非常庞大，需要高效管理以避免网络拥堵和数据处理瓶颈^[2]。除了数据处理外，这些装置还具有路由功能，能够根据数据类型或优先级决定数据应发送到云平台还是边缘计算节点。这种智能路由确保了数据处理的灵活性和效率，使系统能够根据实际需要，在云计算和边缘计算之间做出最优选择。

1.3 通信协议与网络

通信协议是一组规定如何在设备之间传输数据的规则和标准，它使得不同设备和技术之间能够实现兼容与有效沟通。通信协议还定义了数据如何封装、传输、解封装以及如何处理传输中的错误，这些都是确保数据准确送达的基础。数据可靠传输意味着数据在从源头到目的地的过程中不会丢失、损坏或被篡改，从而确保数据的完整性和准确性。网络架构涉及数据传输的路径选择和数据流量管理，一个良好的网络架构可以优化数据传输路径，减少延迟和阻塞，提高数据传输效率和可靠性。同时，网络还需要支持高并发连接，以应对大量设备同时在线和发送数据的情况^[3]。此外，通信协议与网络设计必须考虑各种可能环境条件和应用场景，以确保无论在任何情况下，系统都能稳定运行，数据传输始终保持高效和可靠。

【作者简介】张雨萱（2001—），女，河北张家口人，本科，助理工程师，研究方向：计算机技术。

2 云平台在物联网数据采集系统中应用

2.1 数据存储和管理

对于大规模数据的存储，云平台提供了多种有效方法，以确保数据安全、可靠且易于扩展。

分布式存储系统是处理大规模物联网数据的基石。该存储系统利用多个服务器存储资源，将数据分散存储，提高了数据的可靠性和访问速度。结合复制和分片技术，数据被复制到多个节点，即使部分节点发生故障，也不会导致数据丢失。分布式存储系统能够根据需要动态调整资源，增加更多存储节点以应对数据量的增加。对象存储是另一种适用于大规模数据处理的技术。对象存储将数据作为对象进行保存，并为每个对象分配一个唯一的标识符，使得数据存取变得更加高效。该存储方式非常适合存储非结构化数据，如视频、图片等，而这些都是物联网中常见的数据类型。相比较而言，对象存储的可扩展性极佳，可以无缝扩展到多个地理位置。此外，利用数据湖框架用以管理存储在不同物理位置的海量数据，数据湖支持多种数据格式的存储，包括原始数据和经过处理的数据。它允许用户直接在原数据上运行分析工具，无需进行数据转换，从而大大提高了数据处理的灵活性和效率。

2.2 数据分析和处理

在物联网数据采集系统设计中，云平台扮演着数据分析和处理核心角色。云计算提供了必要的硬件资源和高级分析工具，这些工具能够处理和分析从各种设备收集来的大规模数据集。

在数据预处理阶段，数据会被清洗和标准化，以适应后续分析。预处理包括去除异常值、填补缺失数据、数据归一化等操作，目的在于提高数据质量，确保分析结果的准确性。数据聚合环节，鉴于物联网设备会生成大量冗余数据，云平台巧妙运用数据聚合技术，将来自多个源的数据合并成更少的数据集，从而减少处理所需资源和时间。此过程还涉及时间序列分析，即将数据按照时间顺序进行整理，便于进行趋势分析或模式识别。特征工程阶段，云平台根据业务需求选择有助于分析任务的数据特征，包括转换变量、创建新的交互变量或提取关键指标。良好特征工程能够显著提升模型的表现和分析的有效性。此外，深度学习和机器学习模型应用是云平台数据分析的又一亮点。云平台利用其强大的计算能力训练模型，模型能够基于历史数据学习并预测未来趋势或行为。经过不断训练和调整，这些模型在准确性和可靠性方面得到优化。

2.3 用户接口和访问控制

在用户接口应用方面，需要进一步加强对用户界面的设计，开展适应性设计，确保用户界面能够在不同设备上均有良好展示，如手机、平板、笔记本电脑等。界面应自动调整布局以适应不同屏幕尺寸和分辨率，同时要求界面设计具有简洁明了的菜单结构和图标，使功能模块一目了然，减少用户的学习成本，并使用清晰的指示符和文档支持用户操作。此外，要为所有操作提供即时反馈，以增强用户操作的直观性。

在访问控制强化方面，以身份验证方式为基础，采用多因素认证机制，结合用户名和密码以外的身份验证方式，如短信验证码或生物识别技术，增加账户安全性。接着，根据用户角色分配访问权限，限定某些

敏感数据或操作功能仅对特定级别的用户可用。可利用基于角色的访问控制（RBAC）策略来实施这一点，设置会话超时限制，当用户在长时间未进行操作后自动登出系统，减少未授权访问的风险。同时，对所有会话活动进行记录，便于事后审计^[4]。

3 边缘计算在物联网数据采集系统中应用

3.1 实时数据处理

边缘计算中的实时数据处理功能，通常发生在数据源近端，即在生成数据设备或其附近的网络节点上。首先，在数据采集过程中，传感器会连续监测环境或设备状态，并生成数据流。以温度传感器为例，其每秒可产生若干数据点，形成时间序列数据，这些数据通过局部网络传输至最近的边缘计算节点。一旦数据到达边缘节点，立即进行初步数据清洗和预处理，数据清洗包括滤除异常值和填补缺失数据。例如，可利用一个简单的滑动平均滤波器来处理温度数据，其计算公式如下。

$$T(t) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} T(t-k) \quad (1)$$

式（1）中， $T(t)$ 是时间 t 时所对应的实际温度读数， N 是考虑范畴内的时间窗口长度， k 是经过滤波处理后的温度读数。利用此计算公式，可实现短期波动的平滑效果，更精准把握温度变化趋势。其次，边缘计算节点会借助更复杂算法对处理后的数据展开分析。例如，快速傅里叶变换（FFT）是一种有效算法，以实现时域信号到频域信号转变，该变换辅助识别数据内部的周期性模式，公式如下。

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \cdot e^{-i2\pi kn/N} \quad (2)$$

式(2)中, $x(n)$ 是时间点 n 所对应的输入信号, kn 是频率 k 给出的输出复数信号, N 是总样本数的标识。通过对频域表征的研判, 系统能实时对周期性变化开展检测与响应操作, 如检测设备产生的振动频率。最后, 凭借上述分析得出的结果, 边缘计算节点可迅速作出决策与响应。当面对温度超出阈值的情况时, 节点能自动发出控制信号调整相关设备状态, 从而避免设备陷入过热状态。实时分析结果是这一决策过程的基础, 可保障系统的高效可靠运行。

3.2 延迟敏感应用

针对需要快速响应的场景, 边缘计算能够提供即时或近实时的数据处理解决方案, 减少数据传输到云平台的时间延迟。其系统架构设计需进行优化, 以确保数据处理尽可能接近数据源。通过在物理设备近端部署边缘计算节点, 可以直接在数据产生点进行初步的数据分析和处理。这一策略显著降低了传输延迟, 因为数据不必长距离传输到中心服务器或云基础设施。针对操作的实时性, 边缘计算节点可以配置高性能处理器和专门的运算加速硬件, 如 GPU 或 FPGA, 这些硬件专为快速数据处理和复杂算法执

行而设计。边缘设备还可以通过预装机器学习模型来即刻分析数据, 使决策制定更加迅速和准确。而网络优化也是保证快速响应的关键一环, 使用更高效的通信协议和技术可降低数据传输延迟, 边缘节点之间的网络连接也需优化, 确保节点间的通信快速且稳定。在软件层面, 边缘计算节点应部署智能调度系统, 该系统根据数据处理优先级以及节点的处理能力动态调度任务。其中, 智能调度系统通过算法优化, 可确保紧急任务获得优先处理, 从而满足延迟敏感的应用需求。最后, 为进一步做好系统维护和监控, 应实施实时监控系統来持续跟踪边缘计算节点的性能状态, 及时发现并解决可能导致处理延迟的问题。

3.3 带宽节约和数据预处理

在物联网数据采集体系中, 边缘计算可通过在本地进行有效数据预处理来减少向云端传输的数据量, 进而实现带宽节约。其中, 常用的数据预处理技术之一是数据聚合, 此技术通过汇总多个数据点降低需传输到云端的数据总量。借助边缘设备实现数据聚合, 可以将采集到的大量细粒度数据转换为更凝练的信息。例如, 能把传感器收集的每分钟温度读数聚合成为每小时平均值, 从而达到减少数据点数量的目的。特征提取是数据预处理中的关键环节, 能够从原始数据中萃取出最有价值的信息。在边缘计算实施阶段, 能利用算法对原始数据进行分析, 仅提取关键特征后传至云端。这意味着仅上传最有价值的数 据, 能大幅降低数据流量。此外, 通过有效的数据压缩策略可以减轻带宽负担。在边缘设备中采用数据压缩技术, 可以在重要信息未受损失的情况下, 降低数据的大小规格。采用无损压缩算法可保障即便压缩后, 数据仍可完整地恢复后运用。

结语

本文针对物联网数据采集系统设计中云平台 and 边缘计算的关键应用进行了深度探讨。采用这两种技术可显著提高数据处理的效能、缩短响应时间, 并实现整体网络带宽使用的优化。云平台提供了强大的数据存储与深度分析能力, 边缘计算则在靠近用户端实现数据的实时处理。这种双重策略不仅加快了决策过程, 还增进了系统的可靠性与水平。随着技术的进一步发展, 结合边缘计算与云计算的物联网系统将愈发智能, 为未来数字化转型挖掘新方向。因此, 需提升重视程度, 增进技术创新成效, 从而推动物联网领域向更广泛、更深度的应用迈进。■

引用

- [1] 孙望舒,倪夏冰,孙天瑜,等.基于边缘计算的云平台电力设备多传感可信数据自动集成[J].信息技术与信息化,2024(11):165-168.
- [2] 戴瑞海,万燕珍,罗曼,等.基于电力数据驱动的云控平台边缘计算优化策略[J].电工电气,2024(10):37-41.
- [3] 甄黎明,梁超,赵邦国.基于云平台与边缘计算的物联网数据采集系统设计[J].中国信息化,2024(9):46-48.
- [4] 王曦,周惠兴,王舜,等.基于边缘计算的室内测量设备远程控制系统设计与实现[J].国外电子测量技术,2022,41(8):159-166.

