

基于边缘计算的物联网设备大数据实时处理架构优化研究

徐睿

苏州大学应用技术学院，江苏苏州，226405；

摘要：随着物联网设备激增，海量数据实时处理需求迫切。传统云计算架构在时延、带宽等方面的局限凸显，边缘计算为物联网大数据处理架构优化带来新契机。本文深入剖析基于边缘计算的物联网设备大数据实时处理架构，阐述其关键技术，分析现存挑战并提出优化策略，旨在提升物联网系统实时数据处理效能，推动物联网技术的广泛应用。

关键词：边缘计算；物联网；大数据；实时处理架构

DOI: 10.69979/3041-0673.25.12.007

引言

物联网技术快速发展，全球物联网设备数量预计 2025 年超 750 亿台，每日产生数据量达数 ZB。这些数据在工业生产、智能交通等领域蕴含巨大价值，但传统云计算架构在处理物联网大数据时，存在数据传输延迟高、带宽消耗大、隐私安全风险高及可扩展性受限等问题，难以满足实时处理需求。边缘计算通过在网络边缘部署计算节点，实现数据就近处理，为物联网设备大数据实时处理架构优化提供了有效途径，对推动物联网技术发展具有重要意义。

1 边缘计算与物联网设备大数据实时处理概述

1.1 边缘计算的概念与特点

边缘计算是一种在互联网边缘侧进行数据处理的分布式计算模式，它将计算任务从中心化的云服务器转移到靠近数据源的边缘节点。这种计算模式具备多个显著特点：首先，它能够显著降低数据传输的延迟，从而提高整体系统的响应速度；其次，边缘计算能够有效节省带宽资源，因为它减少了大量数据需要传输到云端的需求；再次，边缘计算具有高可靠性的特点，能够在网络不稳定或中断的情况下，依然保持数据处理和传输的连续性；最后，边缘计算在数据处理过程中能够更好地保护数据隐私，因为它将数据处理任务分散到边缘节点，减少了数据在传输过程中被截获的风险。这些特点使得边缘计算在处理实时性要求高的场景中，能够有效解决传统云计算所面临的弊端。

1.2 物联网设备大数据的特点与实时处理需求

物联网设备产生的大数据具有几个显著特点：首先，数据量巨大，随着物联网设备数量的不断增加，数据量呈指数级增长；其次，数据种类繁多，包括结构化、半结构化和非结构化数据，这些数据来源于各种传感器和

设备；再次，数据生成速度快，物联网设备通常需要实时或近实时地处理和分析数据；最后，数据价值密度低，即在海量数据中，真正有价值的信息可能只占很小的一部分。为了满足这些特点，物联网设备大数据的实时处理需求包括：首先，处理系统必须具备及时性，能够快速响应并处理数据；其次，处理结果需要具备准确性，确保分析结果的可靠性；最后，处理过程需要具备连续性，以保障关键应用如自动驾驶、医疗监测等的稳定运行。

1.3 传统云计算架构在物联网设备大数据实时处理中的挑战

传统云计算架构在处理物联网设备大数据时面临诸多挑战。首先，由于数据需要从边缘设备传输到云端，这一远程传输过程导致了高延迟，这对于实时性要求极高的应用来说是不可接受的；其次，大量原始数据的上传会消耗大量的带宽资源，这不仅增加了网络成本，还可能导致网络拥塞；再次，数据在传输和存储过程中增加了隐私泄露的风险，因为数据需要经过多个节点和网络，增加了被截获和攻击的可能性；最后，传统云计算架构在应对物联网设备数量快速增长时，资源扩展成本高且周期长，可扩展性受限，难以满足物联网设备的动态扩展需求。这些问题使得传统云计算架构在物联网设备大数据实时处理方面存在诸多不足。

2 基于边缘计算的物联网设备大数据实时处理架构设计

2.1 架构整体框架的详细描述

在架构的整体框架设计中，我们采用了分层的设计理念，以确保系统的高效运行和可扩展性。具体来说，设备层位于架构的最底层，主要负责数据的采集工作以及对采集到的数据进行初步的处理和预处理。这一层是

整个系统的基础，确保数据的准确性和完整性。

紧接着，位于中间的边缘层是整个架构的核心部分。它承担着数据实时处理、存储和转发的重要任务。边缘层通过边缘计算技术，能够快速响应数据变化，进行实时决策，并将处理结果及时反馈给设备层或上传至云层。边缘层的存在大大减轻了云层的负担，提高了系统的响应速度和可靠性。

最上层是云层，它利用强大的计算资源进行数据的深度分析和挖掘。云层不仅负责对来自边缘层的数据进行进一步的分析和处理，还实现了对整个架构中边缘节点的管理和优化。通过云计算技术，云层能够提供强大的计算能力和存储能力，确保数据处理的高效性和准确性。

2.2 各层关键技术的详细阐述

在架构的每一层中，都有一些关键技术支撑着其运行。设备层的关键技术主要包括传感器技术、通信技术和数据预处理技术。传感器技术确保了数据采集的高精度和高可靠性；通信技术则保证了数据传输的稳定性和实时性；数据预处理技术则对采集到的数据进行初步的清洗和格式化，为后续处理打下基础。

边缘层以边缘计算技术为核心，结合实时数据处理和边缘存储技术，确保了数据处理的实时性和高效性。边缘计算技术使得数据处理更加靠近数据源，减少了数据传输的延迟，提高了系统的响应速度。实时数据处理技术确保了数据在到达云层之前就能进行初步的分析和决策，而边缘存储技术则对这些数据提供了临时的存储空间，确保数据的完整性和可用性。

云层则依赖于大数据分析、云计算以及数据安全与隐私保护技术。大数据分析技术使得云层能够对海量数据进行深入的挖掘和分析，提取有价值的信息。云计算技术则提供了强大的计算资源和存储资源，确保了数据处理的高效性和可靠性。数据安全与隐私保护技术则确保了数据在传输和存储过程中的安全性，防止数据泄露和滥用。

2.3 架构中的数据流向与处理流程的详细说明

在架构中，数据的流向和处理流程是整个系统高效运行的关键。数据首先从设备层采集并进行预处理，然后传输至边缘层。在边缘层，数据经过实时处理和决策，部分数据根据需要上传至云层。云层接收到数据后，利用其强大的计算资源进行深度分析，提取有价值的信息，并将分析结果反馈给边缘层。边缘层根据反馈结果进行进一步的优化和决策，实现架构内的协同优化。这一过程确保了数据在整个架构中的高效流动和处理，提高了

系统的整体性能和响应速度。

3 基于边缘计算的物联网设备大数据实时处理架构优化策略

3.1 边缘节点资源优化

在硬件方面，我们需要根据具体任务的需求来选择合适的硬件平台，并对硬件配置进行优化，以确保硬件资源得到充分利用。例如，对于计算密集型任务，可以选择具有高性能处理器的平台；而对于存储密集型任务，则可以选择具有大容量存储空间的平台。此外，还可以通过升级硬件组件，如增加内存或使用更快的存储设备，来进一步提升硬件性能。为了实现更高效的资源利用，我们还可以考虑采用模块化设计，使得硬件资源可以根据任务需求灵活调整和扩展。

在软件方面，采用轻量级的操作系统和框架可以有效减少系统开销，从而提高边缘节点的资源利用效率。例如，可以选择基于 Linux 的轻量级发行版，或者使用专门为边缘计算设计的轻量级框架。此外，对代码进行优化，例如通过减少不必要的计算和内存使用，以及采用高效的算法和数据结构，也可以显著提升资源利用效率。为了进一步优化软件性能，我们还可以考虑采用容器化技术，如 Docker，来实现应用的快速部署和隔离，从而提高系统的稳定性和可靠性。同时，通过持续集成和持续部署（CI/CD）流程，可以实现代码的自动化测试和部署，确保软件的高效运行和及时更新。

3.2 数据处理算法优化

为了显著提升实时数据处理的效率，我们可以采取增量式计算方法。这种方法的核心在于仅处理数据的变化部分，而不是每次都对全部数据进行处理。通过这种方式，我们可以大幅减少计算量，从而提高处理速度。此外，进一步优化算法的并行性也是提升处理速度的有效手段。例如，通过采用多线程技术或分布式计算框架，可以充分利用多核处理器或多台计算资源，从而实现更高的并行处理能力。

在数据处理过程中，采用智能数据过滤与聚合算法可以有效减少数据处理量。具体来说，我们可以通过设置合理的阈值来识别和过滤掉不重要的数据，或者利用机器学习方法来自动识别和过滤掉不重要的数据。此外，还可以将多个数据点合并为一个具有代表性的数据点，从而进一步减少数据处理的负担。这种方法不仅可以提高数据处理的效率，还可以在在一定程度上保证数据处理的准确性。

结合机器学习算法实现数据的自适应处理，可以显著提高算法处理的精度和效率。具体来说，我们可以通

过训练模型来识别数据中的模式和异常,从而自动调整处理策略,以适应不同类型的数据。这种方法不仅可以提高数据处理的精度,还可以在在一定程度上提高数据处理的效率。通过这种方式,我们可以实现更加智能化和自动化的数据处理,从而更好地满足实际应用的需求。

3.3 任务调度优化

为了提高系统的整体性能和资源利用率,设计一种动态任务分配策略是至关重要的。这种策略可以根据各个节点的实时负载情况以及数据的特性来进行任务的合理分配。具体来说,对于那些当前负载较轻的节点,可以考虑分配更多的计算密集型任务,因为这些节点拥有足够的计算资源来处理这些任务,从而充分利用其计算能力。相反,对于那些负载较重的节点,则可以分配更多的存储或 I/O 密集型任务,以避免进一步增加其计算负担,从而保持系统的稳定运行。

此外,构建一个优先级调度机制也是至关重要的。通过这种方式,可以确保关键任务得到优先处理,从而提高系统的响应速度和任务完成的效率。优先级的设置可以根据任务的重要性和紧急程度来进行,例如,对于那些对系统性能影响较大的关键任务,可以赋予较高的优先级,而在调度过程中优先考虑这些高优先级的任务。这样可以确保在有限的资源条件下,关键任务能够得到及时处理,从而提高系统的整体性能。

为了进一步提升整体处理性能,可以考虑通过边缘节点间的协同调度来实现资源的优化利用。多个边缘节点可以共享计算资源和数据,通过协同合作,实现负载均衡。例如,当某个节点的负载过高时,可以将部分任务转移到其他负载较低的节点上,从而实现资源的优化配置。这种协同调度不仅可以提高单个节点的处理能力,还可以通过整体协作,提升整个系统的处理性能和资源利用率。

3.4 架构协同优化

为了实现架构的协同优化,我们需要在边缘层与云层之间建立一个智能交互机制。这个机制的核心目的是明确数据交互的规则,确保数据在两者之间高效、安全地传输。具体来说,这些规则包括数据传输的频率、数据的格式以及数据传输过程中的安全性要求。通过这些明确的规则,我们可以确保数据传输的高效性和安全性,从而提升整个系统的性能。

此外,实现多边缘节点的协同工作也是架构协同优化的重要方面。通过将任务分散到多个边缘节点上进行

并行处理,我们可以显著提升系统的整体处理能力。这种分布式计算和存储的方式不仅可以提高处理速度,还能增强系统的可靠性。例如,当某个边缘节点出现故障时,其他节点可以迅速接管其任务,从而确保系统的稳定运行。

为了进一步提升系统的灵活性和降低成本,架构的动态扩展与收缩也是至关重要的。通过根据数据量的变化动态地增加或减少边缘节点的数量,我们可以实现资源的最优配置。这种动态扩展与收缩的机制可以有效地适应数据量的波动,从而降低运营成本。例如,在数据量激增时,系统可以自动增加边缘节点的数量,以应对更高的数据处理需求;而在数据量减少时,系统则可以减少边缘节点的数量,以节省资源。

综上所述,通过建立智能交互机制、实现多边缘节点的协同工作以及架构的动态扩展与收缩,我们可以有效地优化架构协同,提升系统的整体性能和灵活性,同时降低运营成本。

4 结语

本研究围绕基于边缘计算的物联网设备大数据实时处理架构展开,深入分析其架构设计、关键技术与优化策略。边缘计算的引入有效解决了传统云计算架构在物联网大数据实时处理中的诸多问题,通过对边缘节点资源、数据处理算法、任务调度及架构协同等方面的优化,显著提升了系统的实时处理能力、可靠性与可扩展性。然而,随着物联网技术的持续发展,未来仍需进一步探索更高效的边缘计算模型、优化资源管理策略,并加强数据安全与隐私保护技术的研究。同时,推动边缘计算与人工智能、区块链等新兴技术的深度融合,将为物联网设备大数据实时处理架构带来更多创新可能,助力物联网产业迈向更高发展阶段。

参考文献

- [1] 陈炳杰. 基于边缘计算的大数据实时处理机制探索[J]. 互联网周刊, 2025(3): 36-38.
- [2] 陈茂. 工业物联网中基于边缘计算的大数据清洗算法的研究[D]. 东华大学, 2021.
- [3] 韩春雷, 范文新, 杨清, 等. 基于边缘计算的物联网混合区块链架构[J]. 物联网技术, 2022(005): 012. DOI: 10.16667/j.issn.2095-1302.2022.05.019.

作者简介: 徐睿, 男(2002-03-25), 汉族, 江苏南通, 本科, 研究方向: 计算机方向。