

物联网中的边缘计算与云协同工作研究

韩 冬¹ 刘彧博² 倪翼天³ 蒋志伟⁴

1. 杭州鸿源金钰科技有限公司 浙江 杭州 310000

2. 时序动态(浙江)数据科技有限公司 浙江 杭州 310000

3. 浙江普文通科技有限公司 浙江 杭州 310000

4. 杭州水泽乾天科技有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要: 在物联网快速发展背景下,边缘计算与云协同工作成为提升物联网系统效能的关键。本研究聚焦此领域,深入剖析边缘计算与云计算技术原理,构建高效协同架构。通过探讨任务分配与调度、数据管理与处理、安全保障等关键技术,建立科学性能评估指标体系,并提出针对性优化策略。研究成果对解决物联网中数据处理延迟、资源分配不均等问题意义重大,有助于提升系统响应速度、资源利用率与安全性,为智能交通、工业物联网等多领域应用提供有力支撑,推动物联网产业向更高效、智能方向发展。

关键词: 物联网;边缘计算;云计算;协同工作;关键技术

1 引言

随着物联网设备呈指数级增长,数据量爆发式增长,传统云计算模式面临严峻挑战。在智能家居、工业制造、智能交通等物联网场景中,大量设备产生的数据需及时处理,可传统模式将数据全部上传至云端,带来传输延迟、网络拥塞等问题,难以满足实时性要求,还可能造成云端资源浪费。边缘计算作为新兴计算模式,靠近数据源在网络边缘执行数据处理,能有效减少数据传输量和处理延迟。将边缘计算与云计算协同,优势互补,既能发挥边缘计算实时性强、响应快的特点,又能利用云计算强大的存储和复杂分析能力。研究两者协同工作机制,对突破物联网发展瓶颈、提升系统整体性能、促进物联网产业升级,实现万物高效互联具有重要现实意义。

2 边缘计算与云协同基础理论

2.1 边缘计算技术原理

边缘计算是在靠近物或数据源头的网络边缘侧,融合网络、计算、存储、应用核心能力的分布式开放平台。其工作原理基于对本地数据的快速处理,借助边缘设备如智能摄像头、边缘网关等,在数据产生的现场就进行初步分析与筛选。例如在智能安防场景,摄像头实时捕捉画面,通过内置的边缘计算芯片,第一时间分析画面中的人物、动作等信息,快速识别异常行为,像闯入禁区、异常聚集等,仅将关键数据和预警信息上传至云端,减少了不必要的数据传输。这种本地处理方式大大降低了数据传输延迟,提高响应速度,同时也减轻了云端的计算压力,特别适用于对实时性要求高的物联网

应用场景^[1]。

2.2 云计算技术架构

云计算技术架构主要包含基础设施即服务(IaaS)、平台即服务(PaaS)和软件即服务(SaaS)三个层次。IaaS层为用户提供基础的计算、存储和网络资源,用户可按需租用虚拟机、存储硬盘等,灵活配置资源规模,节省硬件采购和维护成本。PaaS层则提供应用开发、测试、部署的平台环境,包含操作系统、数据库管理系统等中间件,开发者能基于此快速构建和运行应用程序,缩短开发周期。SaaS层直接面向终端用户,以软件服务的形式提供各种应用,如在线办公软件、客户关系管理系统等,用户通过浏览器即可使用,无需安装复杂软件。各层相互协作,为用户提供了便捷、灵活、可扩展的计算服务。

2.3 协同工作的理论基础

边缘计算与云协同工作依赖分布式系统和资源调度理论。分布式系统理论保障边缘节点与云数据中心分散却能协同,借一致性协议维护数据一致完整,呈现统一服务。资源调度理论依据任务需求及资源状态,分配计算、存储、网络资源。如智能工厂中,边缘节点处理实时性强的设备状态监测数据,云端负责海量历史生产数据深度分析。通过动态调度平衡负载,提高资源利用率,发挥两者优势,提升物联网系统性能^[2]。

3 边缘计算与云协同的架构设计

3.1 协同架构的设计原则

低延迟是首要原则。在诸如车联网、工业自动化控制等场景中,数据处理的及时性关乎系统的正常运行与安全。例如自动驾驶汽车需在极短时间内处理传感器数

据，低延迟的协同架构能确保车辆迅速响应路况变化，避免事故发生。高可靠性同样关键，架构需具备冗余设计与容错机制。当部分边缘节点或云服务器出现故障时，仍能保障整体系统稳定运行，如通过多备份链路传输数据，防止数据丢失。可扩展性原则则为架构的长远发展奠定基础。随着物联网规模扩大、设备增多，架构应能轻松容纳新的边缘节点和云资源，不影响既有系统性能，像分布式架构通过添加服务器节点就能便捷扩展存储与计算能力，满足未来业务增长需求。

3.2 架构组成与功能模块

边缘计算与云协同架构主要由边缘节点和云数据中

心构成。边缘节点包含大量分布在物联网终端附近的设备，像智能摄像头、工业传感器等，它们负责实时采集各类数据，利用本地的计算资源进行初步的数据预处理，如过滤噪声数据、简单汇总分析等，减少上传至云端的数据量。云数据中心则拥有强大的存储与计算能力，承担复杂的数据分析任务，如机器学习模型训练、大数据挖掘等。其功能模块包括数据存储模块，采用分布式存储技术保存海量历史数据；数据分析模块运用各类算法对数据深度分析，挖掘数据潜在价值；资源调度模块根据边缘节点和云中心负载情况，合理分配计算与存储资源，实现资源的高效利用，提升整体系统性能。如图一所示：

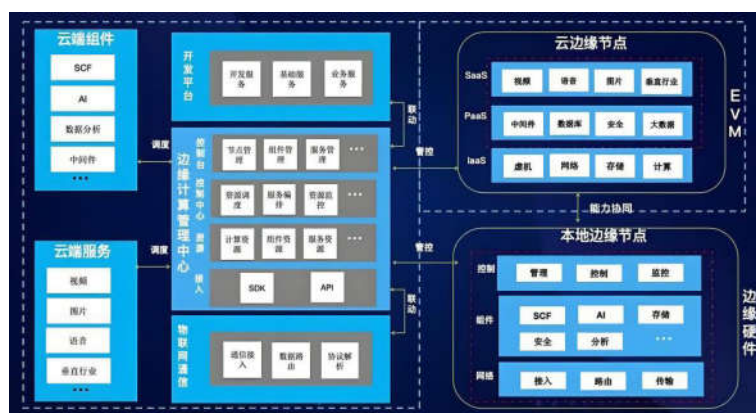


图1 物联网边缘计算架构图

3.3 架构的通信与交互机制

通信与交互机制是边缘计算与云协同架构正常运行的桥梁。数据通信采用消息队列、HTTP/HTTPS协议等方式。消息队列用于异步传输数据,适用于数据量较大、对实时性要求稍低的场景,能有效缓解网络压力,确保数据可靠传输。HTTP/HTTPS协议则常用于实时性要求高的短数据交互,如边缘节点向云中心请求配置信息。在交互过程中,需统一数据格式,例如采用JSON格式,方便不同设备和系统解析与处理。同时,制定严格的传输协议,规定数据的发送、接收、确认流程。如边缘节点发送数据后,云中心需及时返回确认信息,若未收到确认,边缘节点将重新发送,保障数据传输的准确性与完整性,实现边缘与云之间高效、稳定的交互^[3]。

4 边缘计算与云协同的关键技术

4.1 任务分配与调度技术

在边缘计算与云协同工作中，合理的任务分配与调度至关重要。不同的任务具备各异的属性，比如计算密集型任务需要强大的计算资源，而数据密集型任务则对数据存储和传输能力要求较高。为实现高效协同，需依据任务类型、边缘节点和云端的资源状况，采用科学的

分配与调度算法。例如，基于优先级的调度算法，可根据任务的紧急程度和重要性划分优先级，优先处理高优先级任务，确保关键业务的时效性；基于负载均衡的算法，则能实时监测边缘节点和云端的负载情况，将任务分配到负载较低的计算资源上，避免出现资源过度使用或闲置的现象，充分提升资源利用率，保障整个系统稳定、高效运行。

4.2 数据管理与处理技术

数据是边缘计算与云协同的核心要素。在数据管理方面,边缘节点通常采用分布式存储和缓存机制。分布式存储能将数据分散存储在多个节点上,提升数据的可靠性和读取速度;缓存机制则可暂存常用数据,减少数据重复传输,降低延迟。云端凭借强大的存储能力,用于存储海量的历史数据和备份数据。在数据处理环节,边缘节点侧重实时数据的预处理,像数据清洗、格式转换等,过滤掉无效数据,减轻云端处理压力。云端则负责复杂的数据挖掘和深度分析,例如通过机器学习算法挖掘数据价值,为决策提供依据。此外,还需保障数据在边缘与云端之间传输的一致性和完整性,确保数据准确可用^[4]。

4.3 安全保障技术

安全是边缘计算与云协同应用的基石。在数据隐私保护上,采用加密技术对传输和存储的数据进行加密,即使数据被截获,非法获取者也难以解读。身份认证和访问控制技术也不可或缺,严格验证边缘节点和云端用户的身份,依据用户角色和权限分配相应的数据访问级别,防止非法访问和数据泄露。同时,针对网络攻击,部署防火墙、入侵检测与防御系统。防火墙可阻挡外部非法网络访问,入侵检测与防御系统实时监测网络流量,一旦发现异常流量或攻击行为,立即采取阻断措施,维护系统网络安全,为边缘计算与云协同工作营造安全可靠的运行环境。如图二所示:

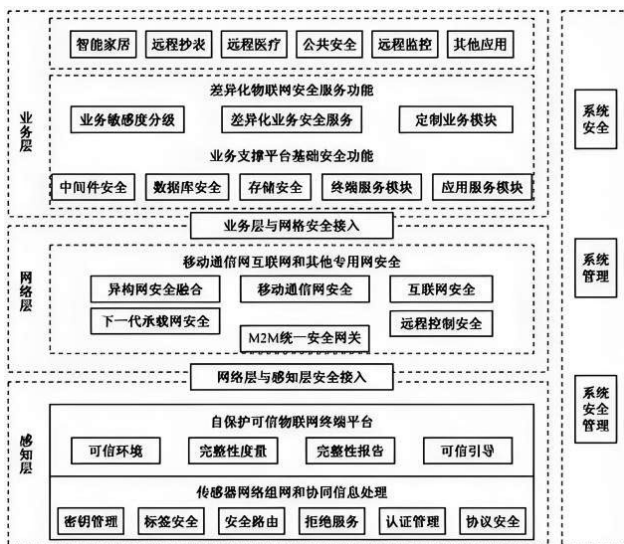


图2 物联网安全架构图

5 边缘计算与云协同的性能评估

5.1 性能指标体系构建

全面评估边缘计算与云协同效能,需构建科学性能指标体系。响应时间是关键,反映任务请求到处理结果的时长,像智能交通中,关乎行车安全与流畅。吞吐量体现系统单位时间处理任务数量,高吞吐量保障设备数据高效处理。资源利用率关注边缘与云端资源(CPU、内存等)使用效率,合理利用可降成本。能耗指标在分布式边缘设备大量运行时重要,低能耗代表绿色可持续。综合响应时间、吞吐量、资源利用率、能耗等指标,能准确评估协同工作性能^[5]。

5.2 评估方法与实验设计

评估边缘计算与云协同性能,可采用模拟实验与实际场景测试相结合的方法。在模拟实验中,利用专业仿真软件搭建虚拟的边缘计算与云协同环境,设定不同的任务负载、网络状况等参数,方便控制变量进行研究。

例如,通过调整任务数量和数据大小,观察系统响应时间和吞吐量的变化。实际场景测试则选取典型物联网应用场景,如智慧工厂,在真实环境中部署边缘设备和云平台,采集设备运行数据。实验设计时,明确实验目的,根据评估指标确定测量方法和工具。同时设置多组对比实验,如对比不同任务分配策略下的性能表现,保证实验结果的可靠性与有效性,为性能优化提供真实依据。

5.3 性能优化策略

基于性能评估结果,可针对性地制定优化策略。针对响应时间过长问题,优化任务分配算法,依据任务实时性需求和边缘设备、云端负载状况,合理分配任务,将实时性要求高的任务优先分配至边缘设备处理。若资源利用率低,可采用动态资源分配机制,根据业务量变化自动调整边缘设备与云端资源分配,如在业务低谷期减少资源占用。对于能耗过高,可升级边缘设备硬件,采用低功耗芯片,优化设备休眠与唤醒策略,降低能源消耗。此外,优化数据传输协议,减少数据传输冗余,提升网络传输效率,全方位提升边缘计算与云协同工作性能,使其更好地服务于物联网应用。

6 结语

本研究围绕物联网中边缘计算与云协同工作展开,成功剖析关键技术,搭建有效协同架构,建立完善性能评估体系并提出优化策略,为解决物联网数据处理困境提供了可行方案。展望未来,随着物联网应用场景不断拓展,边缘计算与云协同将在智能医疗、智慧城市等领域发挥更大价值,推动各行业智能化变革。后续研究可聚焦于融合新兴技术,如结合人工智能实现更智能的任务调度,探索量子通信保障更高安全等级的数据传输,持续深化对两者协同工作的理解与应用,进一步提升物联网系统性能,助力数字经济高质量发展。

参考文献

- [1]朱余浩,张绪坤.边缘计算在物联网中的应用研究[J].信息系统工程,2024(11):44-47.
- [2]董磊.边缘计算与通信技术在云计算环境中的协同优化研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(1):0005-0008.
- [3]方锐.计算机技术在物联网中的应用与研究[J].信息记录材料,2024,25(5):78-81.
- [4]张森,张英威,席珺琳,包鹏赞.智能物联网中的边缘计算与数据处理[J].通讯世界,2024,31(3):132-135.
- [5]卢彪,邱慧丽,吴孝银.云计算技术在物联网平台中的应用研究[J].兰州文理学院学报(自然科学版),2016,30(3):49-52+74.