

# 面向智慧城市的物联网感知层动态资源分配算法研究

王晗

河北科技学院, 河北省邯郸市, 056000;

**摘要:** 随着智慧城市建设的不断推进, 物联网作为其重要支撑技术, 在城市管理、公共安全、交通调度与环境监测等领域发挥着关键作用。感知层作为物联网体系的基础部分, 承担着数据采集与信息感知的重要任务, 其资源分配效率直接影响系统整体性能。然而, 在实际应用中, 感知节点数量庞大、分布复杂、资源受限且任务需求动态变化, 传统静态资源分配方式难以满足高效运行需求。本文围绕智慧城市背景下物联网感知层资源管理问题, 提出一种面向动态环境的资源分配算法模型, 通过构建多维度资源描述体系, 引入任务优先级与节点状态感知机制, 实现资源的自适应调度。同时结合负载均衡与能耗优化策略, 提升系统稳定性与运行效率。研究表明, 该算法能够在复杂场景下实现资源利用率与响应性能的有效提升, 为智慧城市物联网系统优化提供了理论参考。

**关键词:** 智慧城市; 物联网; 感知层; 资源分配; 动态调度

**DOI:** 10.69979/3029-2700.26.02.083

## 引言

智慧城市是以新一代信息技术为依托, 对城市运行中各种资源进行数字化整合、智能化管理。物联网是连接现实世界和信息系统的纽带, 对城市感知、数据采集、信息传输起着基础性的作用。随着城市规模的扩大以及应用场景的多样化, 物联网系统中感知设备的数量越来越多, 节点分布也越来越密, 任务类型也越来越多样, 而且会不断发生变化。在此情况下, 感知层资源的合理分配就成了决定系统运行效率的关键因素。传统的资源分配方式大多使用固定策略或者简单的调度方法, 不能适应复杂的环境中动态的需求, 容易造成资源的浪费或者节点的过载。另外, 由于感知设备的能耗限制以及计算能力的限制, 所以资源分配变得更加困难。因此, 对智慧城市物联网感知层动态资源分配算法进行研究, 对提高系统的响应速度、减少能耗、提高系统的稳定性都有重要的意义。本文从感知层资源特性出发, 分析目前存在的问题并提出相应的算法设计和优化策略, 给相关研究提供新的思路。

## 1 物联网感知层资源分配的理论基础与特征分析

### 1.1 感知层资源构成与属性特征

物联网感知层是由各种传感器节点、采集设备和边缘网关组成的, 它的资源主要有计算能力、通信带宽、存储空间和能源供给等。不同的节点在资源分配上存在很大的差别, 有些节点有很强的处理能力, 低功耗设备只能做简单的数据采集工作。感知层资源有分布广、动态变化大、受限明显的三个特点。节点一般工作于复杂

的环境中, 外界因素对其的影响比较大, 它的运行状况会随着时间的变化而变化。节点间的通信能力以及覆盖范围也不同, 给资源分配提出更高的要求。从另一方面来说, 节点的异构性也表现在硬件性能以及通信协议的不同之处, 从而给统一调度带来一些困难。因此在资源管理的过程中要考虑节点个体的差别以及环境的变化, 从而达到更合理地配置资源的目的。同时伴随着应用规模的不断扩大, 节点之间相互影响的关系也越来越复杂, 不同的任务对于资源的占用也出现交错叠加的情况, 这就使得调度策略要更加精细化、实时化。

### 1.2 智慧城市场景下的资源需求特点

智慧城市应用中各个业务场景对于感知层资源的需求是不一样的。交通监控系统需要的是实时的动态数据, 环境监测系统需要稳定的、连续的静态数据。公共安全领域对快速响应、高可靠性有要求, 城市管理系统对数据全面性、准确性有要求。因此, 资源分配要具有灵活性、适应性。任务负荷有明显的时序变化, 高峰时段资源需求大增, 低谷时段比较平缓, 必须对分配策略作出及时的调整, 从而达到提升资源利用率的目的。另外不同地区的发展水平、应用重点也存在着差别, 这就加大了资源调配的难度, 必须根据实际情况开展细致的管理。

### 1.3 动态资源分配的基本原理

动态资源分配就是按照系统运行状况以及任务需求的变动情况, 对资源实施即时的调整和优化安排。核心就是对节点的状态、任务的优先级、网络负载进行综合分析来达到资源的合理调度。动态分配机制一般是状

态感知、决策计算、执行反馈三个部分构成的。通过对系统运行情况进行持续监测,采用优化算法产生调度策略,根据执行结果对分配方案进行不断的调整,从而达到闭环控制的目的。实际应用中还需要具备一定的自适应性,即可以根据环境的变化来改变参数,使系统在复杂的环境中仍然可以稳定地工作。同时利用预测分析的方法提前应对负载的变化,使资源分配更加前瞻性、有效性。

## 2 感知层资源分配存在的主要问题分析

### 2.1 资源利用不均衡问题

由于缺少有效的调度机制,造成部分节点负载过高,另一些节点闲置,从而造成整体资源利用率低。资源分配不均会降低系统的性能,也会缩短节点的寿命,增大维护费用。另外,各个节点之间的通信能力存在较大差别,如果不能合理地分配任务,就会引起网络拥塞或者数据延迟。就更深层次而言,不均衡现象常常是由于系统不能对节点的状态有全面的了解,并且调度策略没有考虑到实时的负载和网络状况而造成的。高密度部署环境下,由于节点位置或者通信链路原因被多次选中的节点被称为热点节点,周边节点资源没有得到充分利用。数据传输路径的选择不合理也会造成局部网络的负载过大,造成链路拥堵或者数据丢失。除此之外,在任务分配时没有考虑到节点剩余的能量以及处理能力,就会造成一部分节点一直处在高负荷的工作状态中,从而加快硬件的老化速度。从长远来看,它不但会破坏系统的稳定,还会增大整个系统的运维成本。因此有必要利用更细粒度的调度策略和负载均衡算法来实现节点资源的动态配置,提高整个系统的运行效率。

### 2.2 能耗与性能之间的矛盾

感知层节点一般使用电池供电,能耗控制是主要问题。在保证系统性能的基础上,怎样才能降低能耗,这是资源分配中的一大难题。过度使用高性能节点可以提高处理效率,但是会加快能量消耗;过度节约资源会影响系统的响应速度。因此要在这两个方面找到一个平衡点。从实际应用的角度来讲,感知节点在数据采集、处理以及传输的过程中都会耗费能量,通信能耗所占比例比较大。调度策略如果不能对数据传输频率和路径进行优化,那么就会大大增加整个系统的能耗。同时部分节点执行高频任务的时候,电量消耗速度远远大于其它节点,容易造成能量失衡,从而影响网络连通性。另外不同任务对于性能要求不同,一些重要的任务要迅速反应,一般的任务可以稍作推迟,这就给能耗优化留有余地。

合理划分任务类型并结合节点能量状态来调度,在某种程度上可以缓解能耗和性能之间的矛盾。从理论上讲,加入能量感知机制和自适应调度策略可以保证系统的正常工作,使网络的整个寿命得到延长。

## 3 面向智慧城市的动态资源分配算法设计

### 3.1 基于任务优先级的调度模型

在算法设计时加入任务优先级的概念,按照不同的应用需求把任务分门别类。高优先级任务先于低优先级任务获得资源支持,保证关键业务的实时性和可靠性。利用优先级队列对任务进行有次序的调度,可以提高系统的响应速度。根据任务的紧急程度、时延要求以及数据敏感程度等来对任务进行分级管理。对于紧急事件的处理、公共安全类的任务要给予较高的优先级,保证系统可以快速作出反应;对于周期性的监测、低时效性的任务则降低其优先级,以达到合理分配资源的目的。调度模型还可以结合任务执行的历史和预测信息来对未来的资源需求做出预估,进而提前对资源进行预留或者调整。优先级机制可以提高关键任务的处理速度,也可以防止由于资源分配无序造成的无谓的冲突。根据任务的合理安排和调度,在复杂的环境中可以达到资源利用最优化的目的。

### 3.2 节点状态感知与负载均衡机制

通过对实时监测到的节点状态进行分析,即节点剩余能量、当前负载和通信质量等信息来实现资源分配的动态调整。根据负载均衡策略把任务合理地分派到不同的节点上,防止局部过载,提高整个系统的稳定性。实际应用时可以创建节点状态感知模型,对各个节点的运行情况加以持续跟踪,并把有关信息传送给调度中心。根据以上数据可以动态调节任务分配策略,把任务分给负载低、状态好的节点上,达到资源均衡利用的目的。另外负载均衡机制还可以和网络拓扑结构结合起来,从而对任务传输路径进行最佳的选择,以减少不必要的数据传输量。复杂场景下可以采用分布式调度的方式,使节点具有一定的自主决策能力,从而减小中心节点的压力。经过多层次的协同调度之后,不但可以提高系统的运行效率,而且可以提高整个系统的抗故障能力。

### 3.3 能耗优化与自适应调整策略

在资源分配时采用能耗评价模型,对不同的调度方案加以比较,选取能耗低且能满足性能要求的方案。同时采用自适应调节的方式,按照系统的运行情况来不断改变参数,从而达到资源分配不断改善的目的。具体的

设计当中,可以创建节点能耗模型,对数据处理和通信过程中的能量耗费加以量化分析,然后把它们当作调度决定的关键参照。系统可以依据节点当前的能量水平来改变任务的分配方式,把高负载的任务分配给能量比较充足节点。另外,在设置能量阈值的时候,对于那些低能量的节点加以保护,防止它们因为使用过多而提前失效。另外,自适应机制可以利用历史运行数据来不断改善调度策略,从而保证系统在各种环境之下都有较好的性能。这样既可以保证系统的功能,又可以延长网络的使用寿命,提高整个系统的运行稳定性。

## 4 关键技术实现与性能优化分析

### 4.1 算法实现流程与系统架构设计

动态资源分配算法一般包含数据采集、状态分析、调度决策、执行反馈这四个过程。以统一的系统架构为基础,使各个模块可以相互协作来提高算法的执行速度。实际使用时可以将部分计算任务下沉到边缘节点来减轻中心系统压力。数据采集模块负责获取节点的状态和任务信息,给后面分析提供基础的数据,状态分析模块对采集到的数据进行处理,提取出主要的特征,调度决策模块根据分析结果来产生资源分配方案,执行反馈模块会评价调度的结果并把它回馈给系统,从而形成一个闭环的控制。除此之外,采用模块化设计可以使系统具有更好的扩展性以及可维护性,从而可以适应各种不同的应用场景。结合边缘计算的使用可以提高系统的响应速度,也可以降低数据传输的压力,从而提高整个系统的运行效率。

### 4.2 性能评估与优化方法

通过对仿真和实际测试的结果来评价算法在各个场景中表现的情况。主要指标为资源利用率、响应时间和能耗水平。根据评估结果来调整算法参数,从而达到性能优化的目的。另外还可以采用机器学习的方法对历史数据进行分析,从而提高调度策略的智能化程度。在具体的评价过程中可以建立各种典型的场景,对算法在不同的负载条件下表现出来的情况做对比分析,从而检验算法的稳定性和适应性。对重要指标进行持续监测,可以发现系统运行过程中存在的问题并及时予以调整。另外,用数据驱动的方法可以发现系统的运行规律,进而改善资源的分配策略。经过不断的迭代优化,可以使

算法在复杂的环境下仍然有较好的表现,给智慧城市的应用提供可靠的支撑。

## 5 结语

本文在智慧城市背景下对物联网感知层资源分配问题进行研究,提出一种动态资源分配算法,对关键技术进行了分析和实现。经过研究发现,此方法可以提高系统的资源利用率以及性能,给物联网系统优化提供新的思路。从全局来讲,动态资源分配机制一方面可以改善资源不均的问题,另一方面也能一定程度上减小系统的能耗,并且可以延长设备的使用寿命。在未来的物联网发展过程中,由于物联网的规模越来越大,应用越来越广泛,因此资源调度问题会变得越来越复杂,需要使用更加智能化的算法来优化。可以借助人工智能技术开展自学习调度,依靠大数据分析来改善决策的准确度。除此之外,跨系统协同以及多层架构的融合还存在着很多的研究空间。不断完善的有关技术体系,将会促使智慧城市物联网系统朝着更高效、更稳定、更智能的方向发展。

## 参考文献

- [1]王承祥,高跃,郭庆,等. 6G 跨域通感智算融合物联网[J/OL]. 物联网学报,1-33[2026-04-02]. <https://link.cnki.net/urlid/10.1491.tp.20260311.1854.002>.
- [2]柴建勇. 智慧城市一体化集成 5G 路灯系统施工技术[J]. 科技与创新,2026,(03):89-91. DOI:10.15913/j.cnki.kjycx.2026.03.023.
- [3]周荣艳,李孟. 人工智能赋能物联网工程专业课程体系优化探索[J]. 物联网技术,2026,16(05):160-162. DOI:10.16667/j.issn.2095-1302.2026.05.036.
- [4]王力,高桂芳. 面向智慧城市的多节点通信系统搭建[J]. 数字技术与应用,2026,44(01):52-54.
- [5]王琮之. 智慧物联技术在智慧园区的应用及实现[J]. 绿色建筑与智能建筑,2026,(01):162-166.

作者简介:王晗(2004.1),男,汉族,籍贯:河北省邯郸市,学历:本科(未毕业),研究方向:物联网工程。