

# 基于数据优先级的物联网任务传输链路调度算法<sup>①</sup>

王彩玲

(河南警察学院 网络安全系 河南 郑州 450046)

**摘要:** 随着互联网技术的不断提升,物联网使用范围逐渐扩大。在为人们的生活提供便利的同时,也出现相应的数据传输问题。针对传统物联网任务传输链路调度算法为设定网络数据传输顺序,造成物联网数据传输丢包率过高,网络资源利用率较低的问题,设计基于数据优先级的物联网任务传输链路调度算法。构建物联网任务传输链路模型,采用数据优先级技术设定优先条件,完成任务数据等级分化。采用任务优先级划分结果,结合DS-FP算法,并根据原有物联网任务传输链路调度过程,设计任务链路调度器。至此,基于数据优先级的物联网任务传输链路调度算法设计完成。构建算例测试环节,通过与其他两种算法对比可知,此算法可有效解决物联网数据传输丢包率过高,网络资源利用率较低的问题,实现对物联网的高效利用。综上可知,此方法调度能力更佳。

**关键词:** 数据优先级;任务传输链路;网络资源利用率;调度算法;

**中图分类号:** TP319 **文献标识码:** A

## 0 引言

物联网是新一代信息科技的重要组成部分,也是信息化发展的重要体现之一。物联网顾名思义就是采用物质与物质相连的网络,但其核心依旧是互联网技术<sup>[1-2]</sup>。将具有感知、处理、通信能力的智能设备连接应用,优化管理过程,提升工作效率,实现智能化工作就是物联网使用的目标。网络的应用普及为人们的生产、生活方式带来了重大的变化。物联网的发展对于国民经济的发展造成了巨大的影响,其在工业领域、军事领域、环境保护领域以及医疗领域均做出了巨大的贡献<sup>[3]</sup>。

通过文献研究可知,一般物联网体系中包含四部分,分别为:感知层、管理层、网络层以及应用层。在物联网的使用过程中,主要通过将数据信息在这四层中传输,实现物联网的工作运转。在网络中,信息传输调度是影响其使用效果的主要因素。网络信息调度是对网络中存在的数据展开确定性规划的过程<sup>[4-5]</sup>。在以往的研究中,通常采用物联网任务传输链路调度算法实现对其的控制,但此种方法使用后系统资源利用率过低,无法实现网络信息

的最优传输。因而,在此次设计中,采用数据优先级技术对其展开优化,并设计基于数据优先级的物联网任务传输链路调度算法。通过设定数据类型的先后设定,实现网络传输中数据的调度。在此算法设计完成后,将采用其与文献[7]中的调度算法进行算例测试,以此完成对文中设计方法的研究。

## 1 基于数据优先级的物联网任务传输链路调度算法设计

针对原有物联网任务传输链路调度算法在日常使用中出现的問題,在此次设计中将采用数据优先级技术对其展开优化。常见的数据级优化技术通常采用对数据进行分类对比的形式,实现数据的先后顺序设定。在此次研究中将此技术应用至任务的排序中,并通过此排序结果将作为传输链路调度的基础。此次设计共分为3部分,具体设计内容如下。

### 1.1 构建物联网任务传输链路模型

为实现对物联网信息的调度,首先构建物联网

<sup>①</sup> 收稿日期: 2020-07-31

基金项目: 河南警察学院2019年调研项目(HNJC-2019-42)。

作者简介: 王彩玲(1977-),女,河南叶县人,硕士,讲师,研究方向: 电子数据取证、网络安全监管。

网络模型。假设在物联网以网络冲突图(图 1)为例,在物联网中存在  $a$  个通信节点,通过节点的信息为  $B = \{b_1, b_2, \dots, b_n\}$ ,无线网络区域为边长是  $c$  的树状网络结构<sup>[6]</sup>,各节点通过通信链路完成通信过程。通过研究可知,当两节点之间的链路长度为  $|m - n| \leq r$ ,可以实现通信过程。在此次研究中,设定传输半径为  $r$ ,且  $r$  值足够大,以此保证网络节点之间的正常通信。

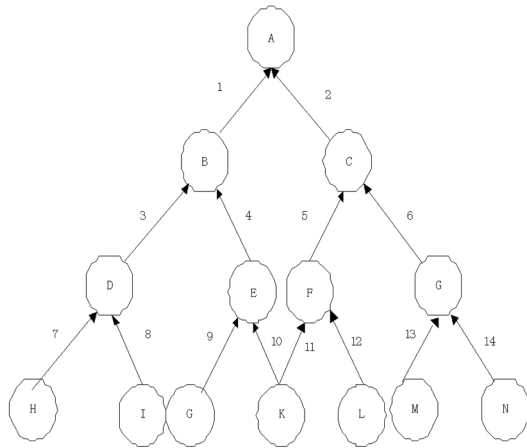


图 1 网络链路模型图

图 1 中,通过字母显示物联网中的信息节点,数字表示链路的序号。通过此模型图可知,每个节点都会有相应的子节点,并产生数据传输。在此物联网中处在多个任务,设定  $p_m$  为第  $m$  个节点的任务。各任务的定义设定为  $M = \{m_1, m_2, \dots, m_n\}$ 。每个节点的任务  $p_i$  随机确定使用的通信链路。

在图 1 中,采用了有向网络冲突图的形式,绘制了物联网的网络结构。由此图可知,网络中的通信链路可以表示为  $u = (m, n)$ ,其表示了节点  $m$ ,  $n$  之间的信息传输方向  $m \rightarrow n$ ,链路的任务量采用  $g_{mn}$  表示。通过上述设计,完成了对物联网的模型构建过程。在此设计中,将以模型作为链路调度设计的基础。

## 1.2 任务数据等级分化

由上文中设计的网络模型可知,物联网任务传输链路调度问题可定义为:在给定的任务链路  $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ ,当  $Y$  在两节点之间拥有相应的任务数据中, $Y$  为物联网中的一个可行调度<sup>[8-9]</sup>。因而,在任务信息传输的过程中,将  $h$  个时间片组成的调度  $d$  是网络任务传输的必要条件。通过此定义可知,任务传输链路的任务传输量可以表示为:

$$g_{if} = g_d + g_{mn} \quad (1)$$

上式中,  $g_d$  传输链路的信息传输总量。通过文献研究可知,物联网中存在多种任务信息,此次数据优先级设定根据任务的重要程度进行划分<sup>[10-11]</sup>。给定任务信息为  $L$ ,定义  $L$  的优先级需要综合任务时间以及任务位置两种因素,设定当前  $L$  信息所处位置为  $(x_L, y_L)$ ,当前任务处理时间为  $t_L$ ,则此任务在链路  $k$  上的优先级为:

$$Q_k = S_k(L) * T_k(L) * V_L \quad (2)$$

上式中,  $S_k(L)$  为任务数据所在的链路位置,  $T_k(L)$  为任务的额定处理时间,  $V_L$  为任务的数据类型。通过此公式,对链路中的任务信息进行排序,并根据排序过程对任务链路进行调度。

## 1.3 构建调度器

采用上述设定的数据级优先结果,设定适用于物联网任务传输链路的调度器,具体设计流程如图 2 所示。

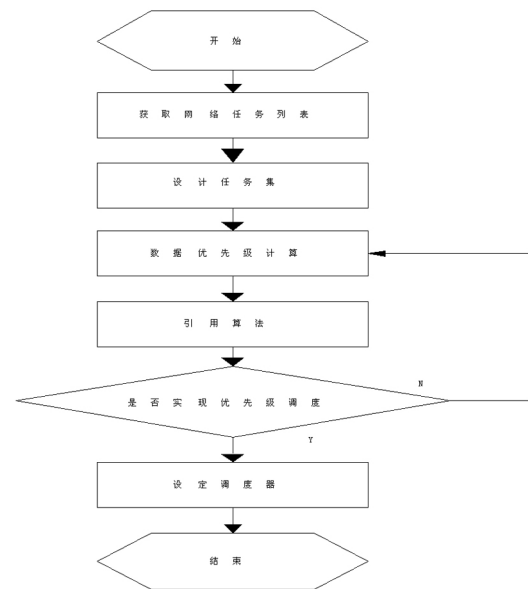


图 2 调度器设计流程

为了使文中设定的数据优先级结果可应用至此调度器中,使用 DS-FP 算法<sup>[12-13]</sup>完成设计内容。设定任务链路中,更新任务集为  $T = \{\beta_i, y_{i-1}^m\}$ ,各任务的执行时间为  $R_i$ 、有效间隔长度为  $D_i$ 。将所有的任务采用递增进行排序,并将带入公式(2)中,得出数据优先级结果,而后计算各任务的相对时限,为保证调度器使用中的稳定性,设定各任务的第一个通过响应时间不得长于相对时限,则有:

$$\sum_{j=1}^i \left( \left[ \frac{D_i}{U_i} \right] * R_i \right) \leq D_i \quad (3)$$

使用数学归纳法<sup>[14]</sup>,设定每条链路中以此仅

能传输一个任务,则有:

$$R_i \leq \sum_{j=1}^i \left( \left\lceil \frac{D_i}{U_i} \right\rceil * R_i \right) * \frac{1}{m} \quad (4)$$

将此约束条件引入调度器,其余调度部分采用原有调度算法<sup>[15]</sup>中的设计部分,实现采用数据优先级技术对物联网任务传输链路调度算法的优化过程。至此,基于数据优先级的物联网任务传输链路调度算法设计完成。

## 2 算例测试

在上述部分中,完成了对基于数据优先级的物联网任务传输链路调度算法的设计过程。在此部分中,设计算例测试环节,对文中设计算法的有效性进行研究。

### 2.1 测试环境

在此次测试中,为保证测试结果的有效性,对测试链路进行设定,具体数据如表1所示。

表1 测试链路参数设定

参数序号	参数内容	数值设定
1	载频	4GHz
2	带宽	6MHz
3	节点数目	30
4	任务数目	10~30
5	任务分布情况	随机分布
6	任务运行速度	独立变速
7	网络半径	1km
8	系统模型	NRTV
9	最大距离	500M
10	允许误差值	5%

采用上述参数,对物联网任务传输链路进行仿真,并将此作为测试环境,采用文中设计算法与其他两种算法展开对照测试。

### 2.2 测试过程

在此次测试中,将采用文中设计算法与其他两种算法展开对比。为保证测试结果的可靠性,将此次测试环境设定为物联网任务传输的上行链路以及下行链路两部分。使用文中设计算法以及其他两种算法对上述两部分链路进行信息调度,并设定测试指标对其进行衡量,通过变换物联网中的任务数目,为此次测试提供变量。

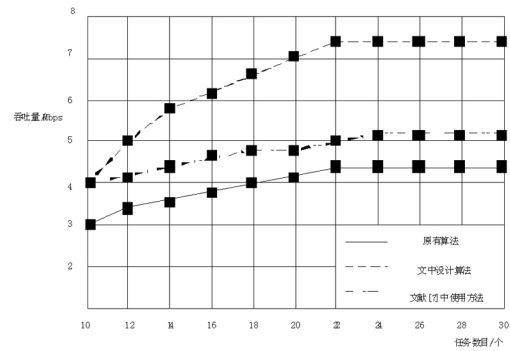
为保证测试结果的有效性,将原有物联网中使

用的调度公式与文献[7]中使用的调度公式显示如下,并采用此两种公式与文中设计算法进行对比。

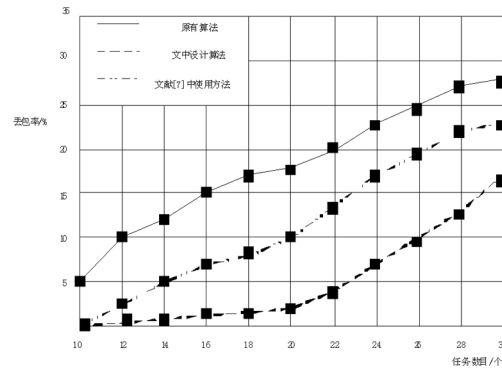
$$PRF_i(t, \alpha) = \frac{e_i(t, \alpha)}{E_{ave}(i, t)} \quad (5)$$

$$PRF_j(t, \alpha) = e_j(t, \alpha) * \beta_j * o_j(t) \quad (6)$$

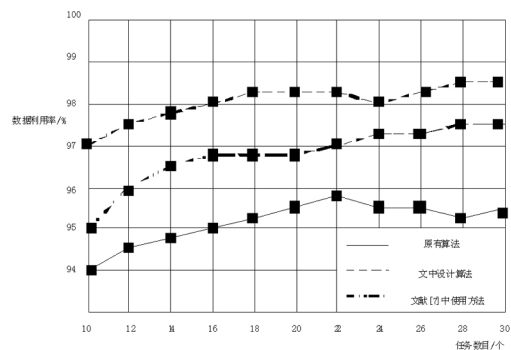
上式中, $e_j(t, \alpha)$ 、 $e_i(t, \alpha)$ 为 $t$ 时刻,信息在第 $\alpha$ 个链路上的传输时间。 $\beta_j$ 为调度常量,用来调整不同的数据在链路中的传输速度, $E_{ave}(i, t)$ 为传输的平均时间, $i$ 为原有算法中的参数, $j$ 为文献[7]中算法的参数。采用上述两公式与文中设计算法进行对比,并将调度结果通过测试指标体现出来。



(a) 网络吞吐量



(b) 网络传输丢包率



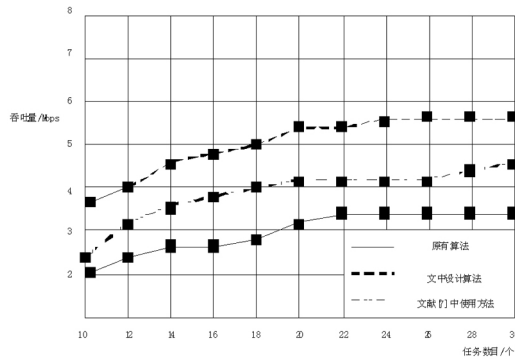
(c) 网络资源利用率

图3 上行链路测试结果

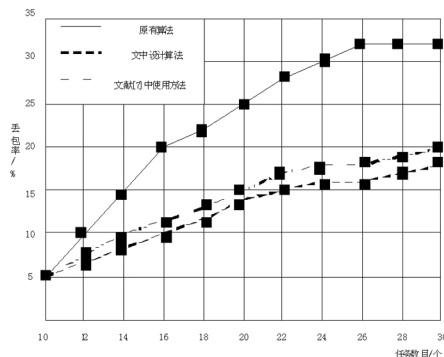
## 2.3 测试指标

在此次测试中,共设定三类测试指标,通过指标计算结果,验证文中设计算法、原有算法以及文献[7]中的调度算法的使用差异。

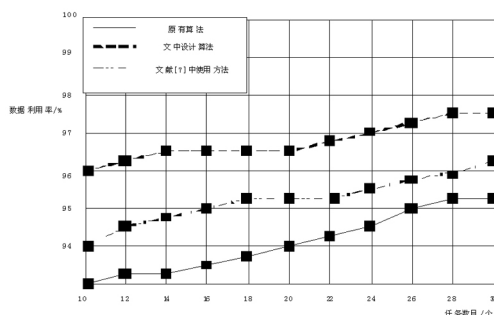
此次测试指标设定如下:网络传输信息吞吐量、网络传输丢包率以及网络资源利用率。



(a) 网络吞吐量



(b) 网络传输丢包率



(c) 网络资源利用率

图4 下行链路测试结果

**网络吞吐量:** 吞吐量是指对网络、设备、端口、虚电路或其他设施,单位时间内成功地传送数据的数量。在此次测试中,主要为链路在单位时间内数据传输数量。通过公式可将其表示为:

$$QPS = x_i / t_i \quad (7)$$

在此公式中, $QPS$ 为网络传输信息量, $x_i$ 为网络同一时间处理的事务量, $t_i$ 为网络响应时间。

网络信息丢包率通过公式可以表示为:

$$U = \frac{S_i}{S_{all}} * 100\% \quad (8)$$

上式中, $U$ 为网络链路丢包率, $S_i$ 为有效传输数据量, $S_{all}$ 为总传输数据量。

网络资源利用率可通过公式表示为:

$$P = QPS * U \quad (9)$$

其余两指标与定义设定内容基本相同。使用上述指标作为此次算例测试的衡量标准,并采用此指标组实现对文中设计算法与其他两种算法的使用效果研究。

## 2.4 测试结果

通过上述实验结果可知,在上行链路环境下,文中设计算法的使用效果更佳,通过数据分析可知,将三种算法分别使用后,原有算法在网络吞吐量以及网络传输丢包率方面均为三种方法中的最差效果。已知网络吞吐量以及网络传输丢包率直接影响着网络资源利用率。由上可知,原有方法的使用效果不佳。文献[7]中的算法使用效果优于原有算法,但不及文中算法的使用效果。由此可知,在上行链路环境下,文中设计方法使用效果更佳。

通过上述实验结果可知,在下行链路环境下,三种算法的使用效果均有小幅度下降,但文中算法使用效果依旧为三种算法中使用效果最佳的算法。文献中[7]算法出现了丢包率的波动性,由此可知其使用效果不稳定。原有算法的测试指标均值较低,不能作为下行链路的调度控制方法。由此可知,在下行链路环境下,文中设计算法使用效果更佳。

将此部分测试结果,结合上行链路测试结果可知,文中设计方法在物联网环境下使用效果最佳。

## 3 结 语

在进行了大量的文献研究的基础上,本文选择了数据优先级技术对原有的物联网任务传输链路调度算法进行优化。与常见的调度算法不同,重点关注一个优先级队列中其他数据的工作时间。此次研究中设计的方法主要关注在使用此方法后,网络中数据的资源利用情况。通过算法测试分析结果可知,文中设计算法的使用效果更加适用于物联网任务传输链路,由此,可将此方法应用于日常计算中。

在此次设计中,还存在部分不足,在优先级的管理上没有考虑到高、低优先级数据的交换次数,造成数据传输中时间较长的问题,在日后的研究中还应加以改进。

#### 参考文献:

- [1] 王晓明,王晨,王志强,等. LTE 系统上行链路调度算法研究[J]. 通信技术, 2020, 53(03): 667-672.
- [2] 丁男,高壮林,许力,等. 基于数据优先级和交通流密度的异构车联网数据链路层调度算法[J]. 计算机学报, 2020, 43(03): 526-536.
- [3] 孔凡凤,陈曦,宋燕辉,等. 基于高阶马尔可夫链 WSN 低时延调度算法[J]. 科技通报, 2019, 35(05): 90-96.
- [4] 盛雪丰,姚宇峰. 协作资源分配的无人驾驶车联网链路调度算法[J]. 电子技术应用, 2018, 44(08): 105-108+117.
- [5] 赵晶,虞志刚,冯旭,等. 无线传感器网络多路径传输时延优化调度算法研究[J]. 中国电子科学研究院学报, 2018, 13(03): 264-271.
- [6] 刘海,余翔,李金茹. 毫米波回程网络中的路由与 QoS 调度算法[J]. 计算机工程, 2019, 45(04): 56-60.
- [7] 史琰,郝威威. 基于 TDMA 的分布式全双工链路调度算法研究[J]. 电子学报, 2018, 46(02): 507-512.
- [8] 边璐. 基于大数据的 C/S 架构移动终端通信系统数据优先级技术研究[J]. 信息与电脑(理论版), 2019, 31(18): 190-192.
- [9] 吴奶明. 液压支架数据动态优先级调度策略分析[J]. 山西焦煤科技, 2019, 43(07): 49-52.
- [10] 梁少勋,孙红胜,胡泽明. 采用优先级排序的数据流驱动调度算法[J]. 信息工程大学学报, 2018, 19(04): 509-512.
- [11] 刘灏,杨智伟,毕天姝,等. 基于优先级分配策略的 PMU 数据恢复方法[J]. 电网技术, 2018, 42(09): 2814-2820.
- [12] 刘洪,伊鹏,胡宇翔. 基于动态优先级的数据中心网络闲时感知 TCP 协议[J]. 计算机应用研究, 2018, 35(01): 190-194.
- [13] 张瑞聪,任鹏程,房凯,等. Hadoop 环境下分布式物联网设备状态分析处理系统[J]. 计算机系统应用, 2019, 28(12): 79-85.
- [14] 孙广明,张宇. 供热计量物联网数据信息安全系统[J]. 辽宁科技大学学报, 2019, 42(06): 470-473.
- [15] 吴俊辉,吴桂初,陈冲,等. 基于 MQTT 协议的物联网网关设计[J]. 温州大学学报(自然科学版), 2019, 40(04): 54-61.

## Task Transmission Link Scheduling Algorithm of Internet of Things Based on Data Priority

WANG Cai - Ling

(Network Security Department of Henan Police College, Zhengzhou 450046, China)

**Abstract:** With the continuous improvement of Internet technology, the use of Internet of things has gradually expanded. While providing convenience for people's life, there are also corresponding data transmission problems. Aiming at the problem of high packet loss rate and low utilization rate of network resources caused by the traditional task transmission link scheduling algorithm of Internet of things to set the network data transmission order, a task transmission link scheduling algorithm based on data priority is designed. Build the task transmission link model of the Internet of things, set the priority conditions by using data priority technology, and complete the task data level differentiation. The task link scheduler is designed based on the task priority division results, DS-FP algorithm and the original scheduling process of IOT task transmission link. So far, the design of task transmission link scheduling algorithm based on data priority is completed. By comparing with the other two algorithms, this algorithm can effectively solve the problem of high packet loss rate and low utilization rate of network resources in the Internet of things, and realize the efficient utilization of the Internet of things. In conclusion, the scheduling ability of this method is better.

**Key words:** data priority; task transmission link; network resource utilization; scheduling algorithm