

无线异构网络的资源分配策略

胡致远,李 宁,郭建丁,许 磊

(重庆大学 通信工程学院,重庆 400030)

(hzy@cqu.edu.cn)

摘 要:无线异构网络要求实现不同工作模式通信系统间的资源合理分配。为了获得不同通信系统对无线资源的有效利用,参考 XG 架构定义了可承载不同通信系统业务需求的多维度资源容器,提出二级资源分配策略及相应的资源分配算法来实现多维度资源容器与各个通信系统之间各种业务承载需求的匹配。仿真与性能分析验证了该资源分配策略在实现不同通信系统共存的条件下,提高了无线网络频谱资源利用率。

关键词:异构网络;资源容器;布局算法;动态资源分配;装箱问题

中图分类号: TP393.03 **文献标志码:** A

Resource allocation strategy in wireless heterogeneous networks

HU Zhi-yuan, LI Ning, GUO Jian-ding, XU Lei

(College of Communications Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: The wireless heterogeneous networks require efficient resource allocation between different communication systems with different modes. To gain effective wireless resource utilization between different systems, a resource allocation strategy based on XG system architecture was proposed. And then a multidimensional resource container was presented, which can meet the traffic demands of different communication systems. A two-level resource allocation strategy and its corresponding resource allocation algorithm were utilized to match the multidimensional resource container with diversified traffic demands between different communication systems. The simulation and performance analysis show that the proposed strategy can improve wireless frequency resource utilization and satisfy the traffic demands between different communication systems.

Key words: heterogeneous network; resource container; placement algorithm; dynamic resource allocation; bin-packing problem

0 引言

现有无线通信中,集中式的静态频谱分配策略导致频谱资源利用率低,难以协调多种不同工作方式的通信系统之间资源竞争问题。因此,如何采用适当的动态频谱共享技术来开发有限的可用频谱,并实现无线通信系统之间的资源共享,对解决频谱资源分配难题至关重要。2003 年美国国防高级研究计划局(DARPA)启动了一个称为“XG”(neXt Generation Communications)的项目计划^[1-2]。XG 项目关注动态使用频谱的问题,构建了频谱资源管理的协议体系^[3]。XG 协议体系通过动态频谱策略,以有效地管理无线电信号。

图 1 为 XG 系统功能模块图,XG 系统主要由四个功能模块组成^[4]。1)终端模块:执行一般通信终端设备功能并负责实时地接入机会识别,与其他设备进行接入机会共享;2)感知处理模块:是 XG 系统感知的控制部分,实施接入机会感知;3)系统策略制定模块:XG 系统的核心部分,与其他三个模块相联系,根据系统综合信息制定用户的接入策略;4)规则分析模块:具有规则库以及规则的分析处理功能,从而使 XG 系统的资源分配建立在灵活的规则基础之上。

本文在参考 XG 系统资源管理架构的基础上研究资源分配策略及算法:首先构建了一种多维度的资源组织方式,然后根据异构网络的业务承载需求提供了有效的资源分配算法。

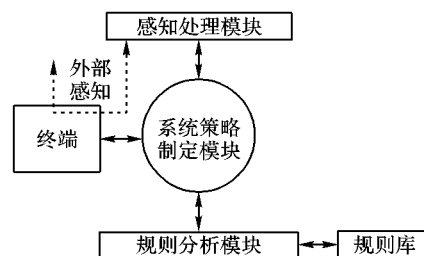


图 1 XG 系统功能模块

1 资源管理策略

目前的频谱资源归属不同运营商,不同运营商之间、不同的通信系统之间的频谱资源相互独立。这种使用方式不仅导致无线资源的利用率低,而且严重限制了不同无线通信系统在同一区域的混合部署。目前,认知无线电技术提出了对频谱资源空穴实时检测^[5],从而提供了实现跨系统的资源复用的可能性。本文则进一步提出了在 XG 系统模型下的资源组织方式,即采用分级资源控制模式。首先,构建顶层无线资源分配系统,融合 XG 系统的感知处理模块和系统策略制定模块功能,实现跨通信系统的区域性资源管理,在本文中称为第 1 级资源分配;其次,通信系统内部的资源分配,也就是通常讨论的通信制式的资源利用率问题,本文称为第 2 级资源分

收稿日期:2010-10-08;修回日期:2010-11-07。 基金项目:国家 863 计划项目(2008AA01Z202);国家自然科学基金资助项目(60872038);“211 工程”三期建设项目(S-09102);中央高校基本科研业务费资助项目(CDJRC10160005)。

作者简介:胡致远(1965-),男,陕西西安人,副教授,博士,主要研究方向:无线通信; 李宁(1986-),女,山东济南人,硕士研究生,主要研究方向:无线通信; 郭建丁(1985-),男,湖南益阳人,硕士研究生,主要研究方向:无线通信; 许磊(1984-),男,山东淄博人,硕士研究生,主要研究方向:无线通信。

配。由此可见:通过采用分级的无线资源,既实现了不同系统之间的频谱资源共享,又兼容了现有无线通信系统的频谱使用方式,从而支持了XG系统的平滑演进。本文重点讨论第1级资源分配系统的实现。

本文首先定义了统一资源管理模块,融合了XG系统的感知处理模块和系统策略制定模块功能,实现跨通信系统的区域性资源管理。统一资源管理模块周期性地获得不同通信系统的业务承载需求及所辖区域的无线资源,并将掌握的无线资源根据特征属性构造成多维度无线资源容器,实现多维度资源容器与各个通信系统业务承载需求之间的匹配,从而支持异构网络拓扑架构下的频谱资源共享。

2 资源组织方式

无线资源的组织方式是由无线资源特点及其使用方式决定的:首先,为了防止不同频谱之间的干扰,同频段、邻频段之间需要有足够的空间隔离;其次,资源使用方式又产生了频分、空分、时分等资源使用模式,该资源组织方式应该适用不同无线通信系统的频谱资源使用模式;最后,需要考虑业务承载需求形态,也就是完成最终业务需求的承载支持。

针对异构网络中不同通信系统对有限资源有不同的业务承载需求,本文提出一种多维资源容器组织结构。根据统一资源管理模块获得的无线资源的特征属性构造成多维度无线资源容器。多维无线资源域及不同通信系统需求可能涉及时间域、频率域、地理位置域、码域、优先级等特性,因此,统一资源管理模块可将多维无线资源域构成欧氏空间上的多维度无线资源容器。

通常,一维无线资源容器由时间域的帧序列构成^[6];二维无线资源容器由时间域和频率域的帧序列构成;三维无线资源容器由时间域、频率域和地理位置域构成,或是由时间域、频率域和码域构成;四维无线资源容器由时间域、频率域、地理位置域或能量域,以及优先级特性构成。图2表示二维和三维资源容器组织结构。在多维资源容器中,多维空间由控制信息子容器和各个通信系统占用的子容器共同构成。

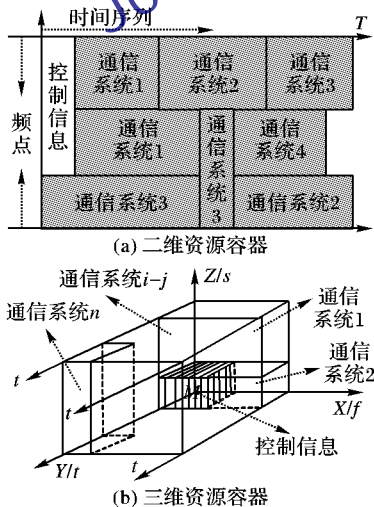


图2 二维和三维资源容器组织结构

3 资源分配算法

定义多维资源容器及资源需求的物理特征具有规则形状,于是上述资源需求的布局过程可以转化为多维空间容器的装箱问题^[7]来描述。装箱问题是一个经典的NP完全问题,多年来学术界就对装箱问题进行了广泛的探讨和研究。

一维装箱问题是研究比较早的一类问题,多年前就提出了NF、BF(Best Fit)、BFD等著名的近似算法^[8];二维装箱问题有经典启发式BL算法、HR算法^[9];三维装箱问题^[10]中,容器有固定的长度和宽度,但有无深度,装箱问题是把所有物品都装入容器中,而使容器的深度尽可能小。本文采取了类似装箱问题中HR算法的一种递归方案进行资源布局以满足通信系统的资源需求。

3.1 容器空间模型

装箱问题的研究对象包括一维、二维、三维和高维物体, N 维资源容器的布局问题可以理解为 N 维装箱问题;在不考虑容器多个参考特征维度时,容器布局问题最多涉及三维空间,本文首先从空间维度上对多维容器布局问题做出简单的描述。

一维容器可以描述为一段连续的时间帧序列,在布局过程中,不同通信系统的时间需求序列从时间序列起始点开始依次布局,直至所有需求布局完毕。二维容器布局过程相对复杂,描述如下: N 个不同规格的通信系统矩形需求 $\{D_1, D_2, \dots, D_N\}$,装入宽度 W 固定、高度 L 不限的需求容器 C 中,矩形需求 m 的宽度为 W_m ,高度为 H_m ,其中 $1 \leq m \leq N$,约束条件为装完所有矩形需求后占用高度 H 最小,从而达到容器空间占用率尽量高的目的。定义 (X_{lm}, Y_{lm}) 和 (X_{rm}, Y_{rm}) 分别为通信系统矩形需求 m 的左下角坐标和右上角坐标,且装填方式只限于直角装填。该优化问题可用数学表述如下:

$$\max \left\{ \left(\sum_{m=1}^N W_m H_m \right) / HW \right\} \quad (1)$$

$$\text{s.t. } X_{rm} - X_{lm} = W_m \text{ 且 } Y_{rm} - Y_{lm} = H_m \quad (2)$$

$$X_{ri} \leq X_{lm} \text{ 或 } X_{li} \geq X_{rm} \text{ 或 } Y_{ri} \leq Y_{lm} \text{ 或 } Y_{li} \geq Y_{rm}, \text{ 对所有的 } 1 \leq i \leq N \text{ 成立, 其中 } i \neq m \quad (3)$$

$$0 \leq X_{lm} < X_{rm} \leq W \text{ 且 } 0 \leq Y_{lm} < Y_{rm} \leq H \quad (4)$$

$$\sum_{m=1}^N W_m H_m \leq WH, H \text{ 为布局后容器高度} \quad (5)$$

式(2)表示矩形坐标受矩形本身宽度和高度的限制;式(3)保证 D_i, D_j 互不重叠,其中 $i \neq j, i, j = 1, 2, \dots, N$;式(4)限制矩形在装入过程中不超出容器 C 的宽度 W ;式(5)保证容器空间占用率不大于1。

考虑三维容器布局过程,即:给定三维容器 $C(LWH_x)$, L 、 W 、 H_x 分别表示空间维度、频谱宽度、布局后的时间序列(容器深度); n 个长方体需求 $D_i[(l_i, w_i, h_i) | i \in (1, 2, \dots, n)]$,其中 l_i, w_i, h_i 分别表示规则三维需求的空间、频谱、时间特性尺度;布局问题是将各通信系统需求装入容器 C 中,三个方向的中轴线与箱子的三条中轴线平行且使容器空间利用率最大;其目标函数可以描述为 $\max \left\{ \left(\sum_{i=1}^n l_i w_i h_i \right) / LWH_x \right\}$, H_x 表示布局后的容器深度,因此,在三维容器布局中约束条件为要求装完所有需求后占用高度 H 最小。同样在布局过程中,需求之间不能重叠。

n 维资源容器布局过程可用数学表述为目标函数:

$$f_{\max} = \frac{\sum_{i=1}^n l_{i1} l_{i2} \dots l_{in}}{\sum_{i=1}^n l_{i1} l_{i2} \dots l_{in} + \sum_{j=1}^m v_j}$$

其中: l_{ni} 为第 n 个资源块第 i 个维度的大小; m 为浪费的子容器数; v_j 为其中第 j 个子容器的容积,等于其各个维度的乘积。在布局过程中要满足需求之间不相互重叠。

3.2 资源布局算法

针对上述二维资源布局的优化问题,本文讨论二维资源布局算法,采用的策略是:首先按照通信系统矩形需求面积递减的顺序对矩形需求进行排序,然后采用一种简单且快速有效的递归算法。其基本思想是将原问题分成若干个与原问题类似,但是规模更小的子问题,递归解决子问题,然后将子问题的解合并即得出原问题的解。接着使用一种贪心策略,通过交换两个矩形的位置得到新的序列,比较两种序列从而得到优化解。考虑资源需求的优先级时,先将资源块按优先级从大到小排列,将优先级大的资源块优先装入资源容器,其余不具优先级的资源块按上述方案进行合理布局,这样更能满足实际资源需求。

二维资源布局算法描述如下。

算法的输入为通信系统矩形需求 $\{D_1, D_2, \dots, D_N\}$, 包括每个矩形需求 $m (1 \leq m \leq N)$ 的宽度 W_m 、高度 H_m 、资源容器 C 的宽度 W 以及资源块的优先级,算法的输出为优化后的资源布局方式和资源容器的利用率(或占用资源容器的高度)。本算法的基本步骤如下。

1) 初始化,获得通信系统需求资源块和区域资源,然后构造资源容器。

2) 将具有优先级的矩形资源块按优先级从大到小的顺序排列,将不具有优先级的矩形资源块两个维度相乘得到矩形的面积,然后按照面积递减的顺序依次排列。

3) 先将具有优先级的矩形按优先级从大到小的顺序划分资源,优先级大的资源块优先装入资源容器中,然后将剩余不具优先级的矩形资源块再次装入。参照图3,该资源分配程序可分为两部分:①装入通信系统第一个矩形需求 D_1 后,资源容器 C 被划分为无界容器 C_1 和有界容器 C_2 , 此时 C_1 跟 C 一样都是无界容器;②在 C_2 中装入矩形后,容器 C_2 被划分为 C_3 和 C_4 , C_3 、 C_4 和 C_2 一样都为有界容器。因此,给有界容器 C_2 装箱时采用递归资源布局, C_3 与 C_4 依此类推。

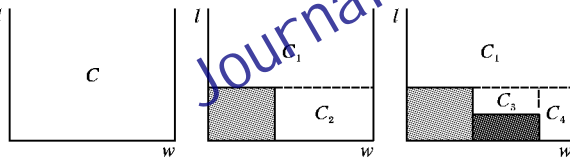


图3 资源容器划分示意图

4) 递归资源布局程序的基本步骤:①将一个通信系统矩形需求 D_i 放入资源容器空间的左下角,使得未装容器 C 被划分为两个子容器 C_1 和 C_2 , 且 C_1 为无界容器, C_2 为有界容器;②对每个子容器按照步骤①递归地进行资源布局,如果子容器的尺寸足够小,只能装下一个矩形,那么就把该矩形装入子容器中;③将子容器的解组合成整个资源布局算法的解。

5) 任意调换两个无优先级矩形需求的位置,执行步骤2),尝试得到使资源利用率最高的序列。

6) 保存最佳序列,得到优化后的布局方式。

本算法具体流程如图4所示。

对于三维以及高维资源布局,我们采用同样的方案,在不考虑资源块的优先级时,先将所有资源块按其各个维度乘积递减的顺序排列,然后采用递归算法将其逐个装入矩形资源容器中,资源块的排列顺序直接关系到容器中的资源利用率,因此可以任意调换两个资源块在排列中的位置,尝试得到利用率最高的资源布局方案,从而得到一个近似的最优解。若考虑资源块的优先级,则先将具有优先级的资源块按其优先级

从大到小排列,再对剩余的资源块按不考虑优先级时的方法进行布局,从而使得到的资源布局方案既具有较高资源利用率,又能更好地满足实际通信需求。

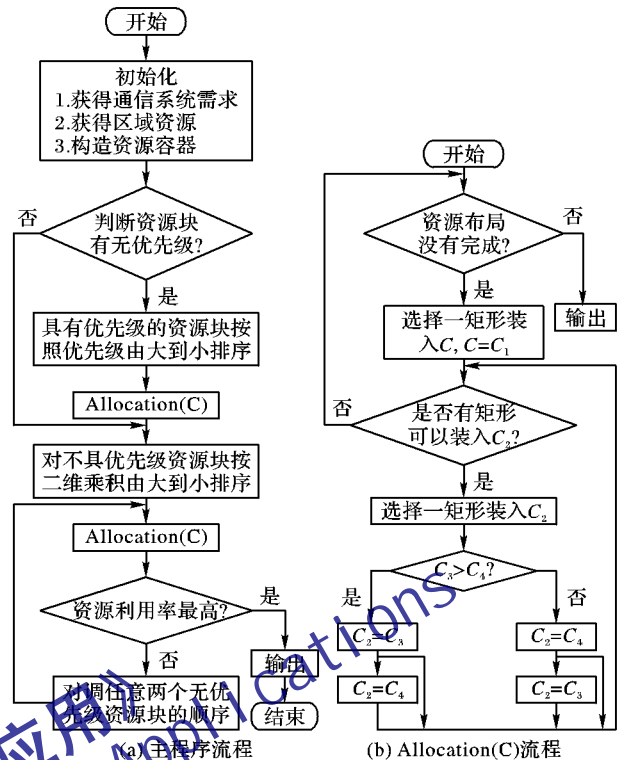


图4 资源布局算法流程

4 仿真与性能分析

以二维资源容器为例:该资源容器由位于 5.8 GHz 的 8 个频点组成,每个频点提供 3 Mbps 业务承载能力(设异构网络采用的帧格式为:帧长 10 ms,每帧包括 30 个业务时隙,每个时隙的有效信息为 128 B),即异构网络共享 8×3 Mbps 的资源容量。仿真考虑语音、数据和视频三种承载业务。其中,VoIP 语音业务选用 G.729 编码、10 ms 打包周期,其带宽为 60.8 Kbps,占用 1 个时隙;视频选用 H.264 标准、码率为 384 Kbps 的 IP 视频,支持分辨率为 320×240 阵点,该视频流以 64 KB 打包,则带宽为 384.7 Kbps,约占用 4 个时隙;假设数据业务峰值带宽为 2 Mbps,系统提供 25% 的保证率,即数据业务带宽为 0.5 Mbps,约占用 5 个时隙。

考虑异构网络中的业务种类和数量,以及单工、双工、多播、广播工作模式,从而获得不同的资源需求块,为了研究方便,我们选用其中不同的 20 个资源需求块。语音业务的优先级最高,图像业务次之,数据业务的优先级最低,语音业务中又有 4 个具有较高优先级,视频中有 2 个具有较高优先级,数据中也有 2 个具有较高优先级。当横轴方向表示占用频点数,纵轴方向表示占用时隙数时,则一个周期的资源块由 8 个频点 \times 30 个时隙组成。

下面来比较不进行排序的全匹配方式、资源需求块排序方式(对 n 个资源需求块按从大到小先进行排序)和异构网络优先级方式(先根据业务优先级进行排序,然后根据用户优先级进行排序,再对剩余资源需求块按从大到小进行排序)的性能。

首先比较不同资源布局方式的资源利用率。对于二维资源布局问题,执行完毕后资源容器填充高度可以直接反映出无线资源的利用率。即通过二维容器布局目标函数

$\max \left\{ \left(\sum_{m=1}^N W_m H_m \right) / WH \right\}$ 可知, H 越小, 其二维容器的填充率越高, 则无线资源的利用率越高。表1是在占用频点数(容器宽度)不同时三种方式布局后占用时隙数(填充高度)的比较。

从表1可以看出, 异构网络优先级方式相对资源需求块排序方式和未排序的全匹配方式来说资源利用率比较接近。

表1 时隙占用数(填充高度)比较

频点占用数	全匹配	资源需求块排序	异构网络优先级
3	32	33	35
4	24	24	28
5	20	21	22
6	17	17	19
7	15	15	15
8	13	15	15
9	11	13	15
10	10	10	11
11	10	10	11
12	10	10	11
13	10	10	11

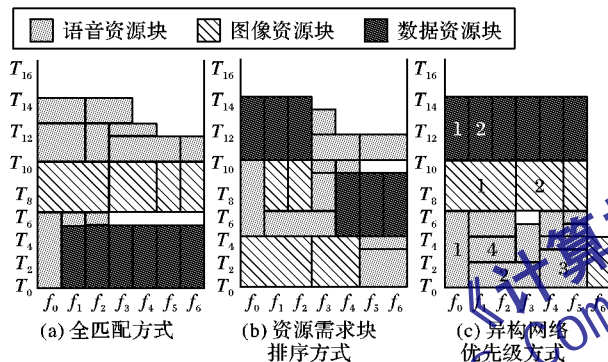


图5 占用7个频点单位时的装箱图

图5为装箱示意图, 其中(a)、(b)、(c)分别是不进行排序的全匹配方式、资源需求块排序方式和异构网络优先级方式三种情况在占用7个频点单位时的装箱图。由图可以看出, 此时三种方式得到的资源布局方案有相同的资源利用率。

然后比较不同资源布局方式下的时间复杂度。由于所采用递归算法的思想是分层递归, 这种递归程序中, 所有的操作都能在常数时间内完成, 这种算法本身的时间复杂度为 $T(n) = O(n)$, 因此计算时间比较短, 但该算法的资源利用率不高, 因此, 怎样选择一个合理的矩形序列装入资源容器 C 对提高递归算法的性能非常重要。不难得出, 全匹配方式为得到最优资源布局方案, 需尝试 n 种不同排列顺序的资源布局情况, 比较后得到一种最佳布局方式, 此时整个算法的时间复杂度为 $T(n) = O(n \cdot n!)$ 。资源需求块排序方式只需要比较 $\frac{n(n-1)}{2}$ 次, 整个算法的平均时间复杂度为 $T(n) = O(n^3)$ 。例如: 假设语音业务的 n 个资源需求块中有 m 个具有不同优先级, 则先将这 m 个资源需求块按优先级大小进行排列, 然后再将剩余的 $n-m$ 个资源需求块按二维乘积大小进行排列, 则异构网络优先级方式只需比较 $\frac{(n-m)(n-m-1)}{2}$ 次, 整个算法的时间复杂度为 $T(n) = O(n^3)$ 。表2是三种方式在不同资源需求块数时的计算时间复杂度比较。

从表2可以看出, 异构网络优先级方式和资源需求块排

序方式相对全匹配方式都大大降低了时间复杂度, 但异构网络优先级方式能保证优先级高的业务承载需求优先得到服务, 从而能更好地满足实际通信系统需求。

表2 计算时间复杂度比较

资源需求块数	全匹配	资源需求块排序	异构网络优先级
2	4	8	8
4	96	64	64
6	4320	216	216
8	3.20E+05	512	512
10	3.60E+07	1000	1000
12	5.70E+09	1728	1728
14	1.20E+12	2744	2744
16	3.30E+14	4096	4096
18	1.20E+17	5832	5832
20	4.80E+19	8000	8000

5 结语

本文针对不同工作模式通信系统间的资源合理分配问题, 定义了多维无线资源组织结构, 并提出了低计算复杂度的动态资源分配算法。在异构网络的无线资源竞争中, 实现了各个通信系统间业务承载需求与多维度容器之间的匹配, 更好地满足了异构网络中不同通信系统间的资源需求, 从而提高了无线宽带网络的频谱资源利用率。

参考文献

- [1] PERICH J, MCHENRY M. Policy-based spectrum access control for dynamic spectrum access network radios [J]. Web Semantics, 2009, 7(1): 21-27.
- [2] MCHENRY M, STEADMAN K, LEU A E, et al. XG DSA radio system [C]// DySPAN 2008: 3rd IEEE Symposium on New Frontiers in Dynamic Spectrum Access Networks. Washington, DC: IEEE, 2008: 497-507.
- [3] XG Working Group. The XG vision request for comments, Version 2.0 [EB/OL]. [2010-09-08]. http://www.darpa.mil/ato/programs/xg/rfc_vision.pdf.
- [4] AKYLIDIZ L F, LEE W Y, VURAN M C, et al. NeXt generation/dynamic spectrum access/cognitive radio wireless networks: A survey [J]. Computer Networks, 2006, 50(13): 2127-2159.
- [5] DENG FAN, ZENG FANZI, LI RENFA. Clustering-based compressive wide-band spectrum sensing in cognitive radio network [C]// MSN '09: 5th International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2009: 218-222.
- [6] KANG M K, JANG C S, YOON K S. Heuristics with a new block strategy for the single and multiple containers loading problems [J]. Journal of the Operational Research Society, 2010, 61(1): 95-107.
- [7] BANSAL N, CAPRARA A, SVIRDENKO M. A new approximation method for set covering problems, with applications to multidimensional bin packing [J]. SIAM Journal on Computing, 2009, 39(4): 1256-1278.
- [8] LI C L, CHEN Z L. Bin-packing problem with concave costs of bin utilization [J]. Naval Research Logistics, 2006, 53(4): 298-308.
- [9] ZHANG D F, KANG Y, DENG A S. A new heuristic recursive algorithm for the strip rectangular packing problem [J]. Computers & Operations Research, 2006, 33(8): 2209-2217.
- [10] BISCHOFF E E. Three-dimensional packing of items with limited load bearing strength [J]. European Journal of Operational Research, 2006, 168(3): 952-966.

自适应 p 坚持时隙ALOHA近似算法性能分析

方飞^{1,2},毛玉明¹,冷甦鹏¹,毛建兵¹

(1. 电子科技大学 通信与信息工程学院,成都 610054; 2. 内江师范学院 物理与电子信息工程学院,四川 内江 641112)

(fangfei_nj@sohu.com)

摘要:动态频谱共享通信系统(DSSCS)的分布式网络中使用 p 坚持时隙ALOHA作为媒体接入控制协议,MAC驱动不支持浮点运算。分析了动态自适应 p 坚持算法的工作原理,并针对该算法中需要进行对数运算的问题,提出了二进制移位和泰勒级数展开两种近似处理算法。对近似算法对系统性能的影响进行了数值计算和仿真测试,结果表明,该近似算法在降低了运算复杂度的基础上,能获得接近于 p 坚持理论算法相近的性能。

关键词:动态频谱共享通信系统;时隙ALOHA;自适应 p 坚持;近似算法

中图分类号: TP393.2 **文献标志码:** A

Analysis of approximate algorithm about adaptative p -persistent slotted ALOHA

FANG Fei^{1,2}, MAO Yu-ming¹, LENG Su-peng¹, MAO Jian-bing¹

(1. School of Communication and Information Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu Sichuan 610054, China;

2. School of Physics and Electronic Information Engineering, Neijiang Normal University, Neijiang Sichuan 641112, China)

Abstract: The distribution network of Dynamic Spectrum Sharing Communication System (DSSCS) uses p -persist slotted ALOHA as media access control protocol, but Media Access Control (MAC) driver does not support floating-point operations. After analyzing the principle of dynamic adaptive p -persistent algorithm (DA-pPAA), and toward the issue of calculating the logarithm function, the replaceable algorithms as Binary Shifted Approximate Algorithm (BSAA) and Thaler Series Approximate Algorithm (TSAA) were proposed. The system performance of approximate algorithm was tested via numerical calculation and simulation. Test results show that the approximate algorithm has simplified the computational complexity, and can get the same performance as the p -persistent theoretical algorithm.

Key words: Dynamic Spectrum Sharing Communication System (DSSCS); slotted ALOHA; adaptative p -persistent; approximately algorithms

0 引言

基于频谱认知技术^[1-3]的动态频谱共享通信系统(Dynamic Spectrum Sharing Communication System, DSSCS)近年来受到了广泛关注。在DSSCS的网络协议设计中,媒体访问控制(Media Access Control, MAC)层需要实现逻辑信道的分配、收发信机的收/发控制、可用频谱认知信息的协同处理以及频谱信道的接入控制等多方面的功能。从某种意义上讲,MAC层的设计根本上决定着整个系统的性能^[3]。DSSCS在物理层采用正交频分复用(Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM)技术,各OFDM符号要求严格同步,用户使用随机接入的方式访问信道。802.11a/g物理层规范中也采用了OFDM的调制方式,但与DSSCS中的OFDM符号相比,其符号较短,每个符号可以携带的数据也较少。DSSCS由于受到需要进行节点间符号同步、不能采用握手交互的限制,信道的竞争访问机制退化成为了时隙ALOHA(Slotted ALOHA)机制。

文献[4-7]在有限用户及无缓冲区的情况下分析了时

隙ALOHA马尔可夫模型,并基于类似 p 坚持载波监听多路访问(Carrier Sense Multiple Access/Collision Detect, CSMA)的方法给出了系统稳定性算法;文献[8]分析基于用户间协作的时隙ALOHA的性能;文献[9-11]通过估计发送节点的方式分析了用户数在较小范围变化时系统的稳定性调整过程,并未对突发性流量较大的情况做出分析,然而无线通信系统中用户突发较强,使用文献[9-11]中的算法将使调整周期变得过长,从而造成系统资源的浪费。另外文献[4-11]都只是从理论的角度探讨了如何获得时隙ALOHA的最大性能及稳定性,但在实际开发中,由于受物理设备及底层驱动的一些条件限制,必须对理论模型进行必要的近似。本文主要研究DSSCS分布式网络中动态自适应 p 坚持时隙ALOHA控制算法的工作原理,并结合实际设计中的问题采用相关的近似替换算法模型,以期达到与原理论算法相同的系统性能。

1 DSSCS时隙ALOHA模型

DSSCS分为三种模式:集中式、分布式和混合式(同时包括集中式和分布式)。集中式网络包括一个中心接入点

收稿日期:2010-08-13;修回日期:2010-12-01。 基金项目:国家863计划项目(2009AA011801);国家科技重大专项(2008ZX03006-001;2008ZX03003-005);国家自然科学基金资助项目(60802024)。

作者简介:方飞(1974-),男,四川南江人,讲师,博士研究生,主要研究方向:动态频谱共享网络、宽带无线网络;毛玉明(1956-),男,四川德阳人,教授,博士生导师,主要研究方向:宽带通信网、无线通信网;冷甦鹏(1973-),男,四川攀枝花人,教授,博士生导师,博士,主要研究方向:下一代无线网络、无线自组织网络;毛建兵(1981-),男,四川乐山人,博士,主要研究方向:无线自组织网络、无线传感器网络。