

文章编号:1001-5132(2009)01-0023-04

一种 QoS 机制下基于系统收益的 IEEE 802.16 接纳控制算法

丁鑫垚, 何加铭*

(宁波大学 信息科学与工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要: 鉴于 IEEE 802.16 协议未对接纳控制机制做出定义或建议的情况, 因此为充分地利用有限频谱资源, 提出一种保证服务质量的系统收益最大化接纳控制算法. 根据协议对 QoS 的定义引入 CSI 模型计算系统综合收益, 并针对计算量问题, 提出新的改进模型. 在 MMPP 队列模型下进行仿真验证, 结果表明: 该算法能明显区分不同业务收益, 有较高的接纳率和吞吐量, 并提高了带宽利用率.

关键词: 接纳控制; IEEE 802.16; 收益最大

中图分类号: TP393.01

文献标识码: A

无线频谱资源的匮乏日益成为制约无线移动通信技术发展的瓶颈, 影响着实时音视频等大批量数据在无线网络中的传输, 因此如何利用稀缺的频谱资源提供更多有质量保证的服务成为电信业的热点问题. 这要求网络能对不同 QoS(Quality of Service)的业务流进行统一管理, 因此良好的接纳控制机制必不可少. 而接纳控制(Admission Control)是决定能否接纳新建业务流或修改已有服务请求的机制, 是减少网络拥塞、保证服务质量和提高网络资源利用率的重要机制, 如何在保证服务质量的前提下尽可能地增加业务量是接纳控制算法追求的目标.

IEEE 802.16 是电信级 WMAN 协议, 为保证服务质量定义了复杂的 QoS 机制, 而接纳控制是 QoS 机制的重要组成部分, 但协议中并未进行明确

定义. 因此, 本文提出了一种保证服务质量的接纳控制算法, 并引入经济学中的收益/支出比作为判决准则, 使系统获得最大收益. 用最小二乘法拟合出各类业务的收益计算公式, 再通过 CSI 模型计算综合收益, 提出改进模型, 通过 MMPP(Markov Modulated Poisson Process)队列模型验证该算法, 并给出仿真结果.

1 基于系统收益的 IEEE 802.16 接纳控制算法

1.1 模型分析

在 PMP(Point-to-MultiPoint)网络中, BS(Base Station)与 SS(Subscriber Station)间新业务的创建和已有业务的更改由 BS 的接纳控制机制决定. 如果

收稿日期: 2008-03-23.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://3xb.nbu.edu.cn>

基金项目: 国家自然科学基金(60671037); 宁波市科技局工业攻关项目(2007B10051).

第一作者: 丁鑫垚(1983-), 男, 黑龙江绥化人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 通信系统. E-mail: yaoyao0517@gmail.com

*通讯作者: 何加铭(1949-), 男, 浙江杭州人, 博士/教授, 主要研究方向: 无线通信. E-mail: jmhe@mail.nbptt.zj.cn

请求被接纳, 接纳控制模块发送消息通知调度模块更新参数, 调度机制分配带宽给该业务流. QoS 框架下连接建立和数据传输的过程如图 1 所示.

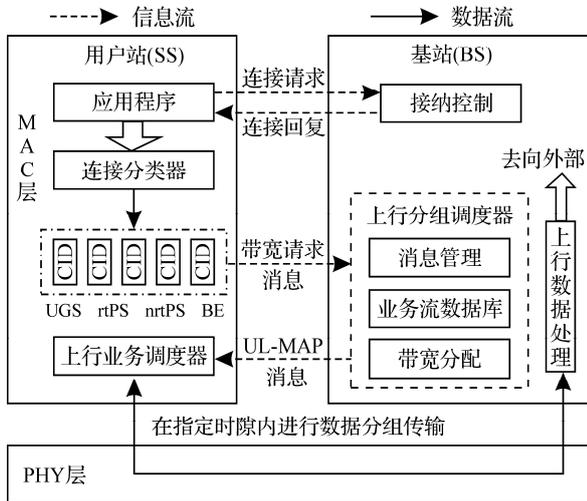


图 1 QoS 框架下连接建立与传输

IEEE 802.16 协议中定义了 4 种业务流类型: UGS、rtPS、nrtPS 和 BE, 特征类型见表 1. 在建立连接时, 由发起端定义该连接的业务类型, 并确定最大满意带宽 b_{max} 和最小忍受带宽 b_{min} , 而实际得到的带宽介于两者之间.

表 1 QoS 业务流类型

类型	带宽范围	典型应用
UGS 实时	$b_{min} = b_{max}$	VOIP
rtPS 实时	$b_{min} \sim b_{max}$	MPEG
nrtPS 非实时	$b_{min} \sim b_{max}$	HTP
BE 非实时	$0 \sim b_{max}$	邮件

不同业务类型、不同传输速率以及切换连接与新连接的区别使得在同一系统内的服务类型及其多样. 接纳控制算法要能够对繁多的业务类型进行统一的判决和管理, 以参数区分业务类型. 不同业务关注参数不同, 实时服务和非实时服务分别关注系统的延迟和吞吐量, 所以不同服务的 QoS 参数要负以不同权值. 同时, 需优先考虑速率高的业务流, 提高吞吐量^[1].

1.2 模型建立

此处引入经济学概念“收益比” ϕ 做判决依据,

$\phi = \sum u_i / \sum b_i$, $\sum u_i$ 为系统收益, $\sum b_i$ 为系统消耗带宽. 当系统资源紧张时, 通过接纳控制使系统收益最大.

1.2.1 收益计算

802.16 的 QoS 机制旨在为用户提供有质量保证的服务, 故将用户满意程度作为系统收益是合适的, 此处引入使用广泛的 CSI 模型, 将感官满意度量化为系统收益.

UGS、rtPS、nrtPS 和 BE 服务关注的指标为带宽和时延 $\{b, t_{delay}\}$; CSI 对某业务的第 i 项指标的满意度 U_i 计算公式如下:

$$U_i = \sum_{j=1}^5 X_j Y_{ij}, Y_{ij} = y_{ij} / M,$$

其中, U_i 为第 i 项指标满意度; j 为满意度级数; Y_{ij} 为对第 i 项指标的满意度为 j 的比例; X_j 为满意程度为 j 对应的分值; M 为抽样调查数量. 且各业务流的各项指标有不同的权重, 通过权重 W_i 将新建业务与切换业务统一起来.

所以, 服务流的综合收益计算公式为:

$$S = \sum_{i=1}^n U_i \cdot W_i. \tag{1}$$

此时采用工程中广泛使用的 sigmod 和 log 函数作为函数原型进行拟合^[2], 将调研数据回归出收益 - 带宽 ($U - b$) 函数. 得到 UGS、rtPS 和 nrtPS 效用函数如下:

$$\begin{cases} U_{UGS}(b(i)) = (1 + \exp(-g_{UGS}b(i) + h_{UGS}))^{-1}, & (2) \\ U_{rtPS}(b(i)) = (1 + \exp(-g_{rtPS}b(i) + h_{rtPS}))^{-1}, & (3) \\ U_{nrtPS}(b(i)) = g_{nrtPS} \log(h_{nrtPS}b(i) + 1). & (4) \end{cases}$$

1.2.2 带宽计算

802.16 的带宽分配方式是 BS 按非竞争式时分多址 TDM/TDMA 方式将 0.5~20 ms 的帧周期 T_{frame} 以时隙为单位分配给辖区内各 SS 的业务流. 时隙与带宽可通过(5)式进行换算^[3].

$$b_i / b_{i,max} = r_k \tau_i / b_{i,max} T = \tau_i / \tau_{i,max}. \tag{5}$$

1.2.3 接纳控制流程

接纳流程如图 2 所示. 如网络中已接纳业务 N 个, 占用带宽为 $\sum b_i$, 对于新到达的业务流 f_{N+1} , 申请带宽为 $(b_{N+1,min}, b_{N+1,max})$, 系统根据带宽分配

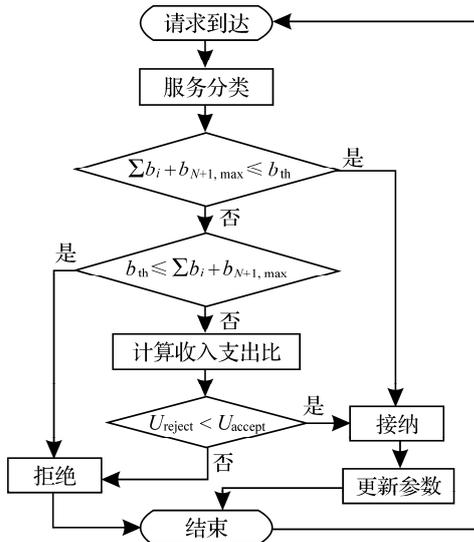


图 2 接纳控制流程

策略和当前系统状况计算出门限值 b_{th} 和最大可用带宽 b_{avail} , 当 $b_{N+1,max} + \sum b_i$ 超过门限 b_{th} 时, 调用接纳控制算法判决, 过程如下: (1) $b_{N+1,max} + \sum b_i \leq b_{th}$ 时, 系统资源有剩余, 直接接受请求; (2) $b_{avail} \leq b_{N+1,min} + \sum b_i$ 时, 系统资源严重不足, 直接拒绝请求; (3) 当 $b_{th} < b_{N+1,max} + \sum b_i < b_{avail}$ 时, 系统资源紧张, 调用接纳控制算法判决. 根据带宽分配算法计算系统收益(实际获得带宽与带宽分策略有关, 这里假设均匀分配以简化问题), 当接纳的收益大于拒绝的收益则接纳, 否则拒绝.

2 算法改进

因为判决需要根据带宽分配算法计算系统的收益, 当带宽调度和收益的计算带来的延时大于 DSA (DSC) 对话的时限, 则进行二进制指数后退算法避让, 此过程需消耗额外的带宽资源, 由此提出相应的改进模型.

在调用算法判决前进行预判决, 预判决包括负载预判决和带宽预判决. 负载预判决是当负载数很小或很大时, 可直接接纳或拒绝以避免计算; 带宽预判决是根据业务队列模型建立 1 个经验公式, 用经验公式来估算恶劣情况下所占用带宽 b_{est} ,

如 $b_{est} + b_{N+1,max}$ 小于指定门限则接纳, 否则进一步判决. 经仿真得到该 MMPP 模型的特征曲线, 经拟合得出负载量 n 与经验带宽 b_{est} 的函数关系 $b_{est}(n)$, 曲线如图 3 所示.

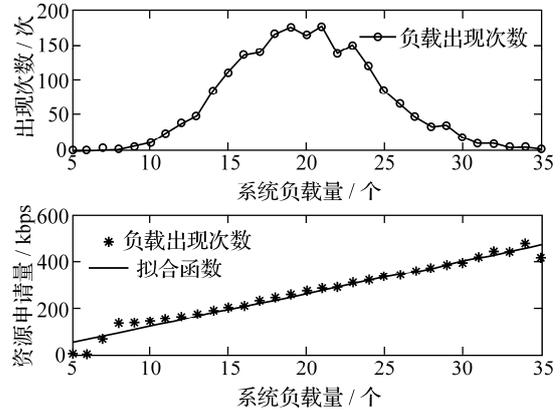


图 3 MMPP 模型特征曲线

3 仿真及性能分析

由队列理论分析可知, UGS、rtPS、nrtPS 及 BE 4 类业务流到达彼此独立, 且到达过程均服从均值为 λ_s 的 Poisson 分布, 整个系统构成 1 个四维的离散时间 Markov 链模型, 简称 MMPP 模型.

采用 Matlab 对 PMP 模式下 1 个 BS 管辖 5 个 SS 的网络进行仿真. 每个 SS 每秒产生 UGS、rtPS、nrtPS 3 类服务的个数分别服从均值为 $\lambda_s = \{1, 1, 2\}$ 的 Poisson 分布; 带宽服从 $1/\mu_s = \{1.2, 12, 20\}$ 的指数分布; 而业务流权重分别为 $W = \{4, 4, 2\}$, 帧长 $T_{frame} = 20$ ms, 占用频带 $B = 3.5$ MHz.

图 4 和图 5 所示改进前算法的接纳率在 15~25 ms 内接纳率都低于传统截止优先权方法 CF, 但在系统繁忙时, 改进后算法体现出接纳率和吞吐量的优势, 这是因为在系统繁忙时该算法通过计算系统收益, 尽量增加业务流数量, 挖掘出潜在的可接纳服务流, 从而提高接纳率. 同时节省了判决时间, 减少系统额外开销, 使更多时隙用于数据传输, 提高了吞吐量. 另一方面, 非实时业务接纳率高于实时业务接纳率, 因为非实时业务占用带宽

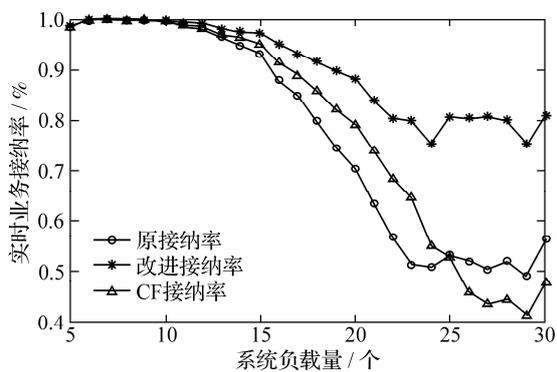


图4 系统接纳率

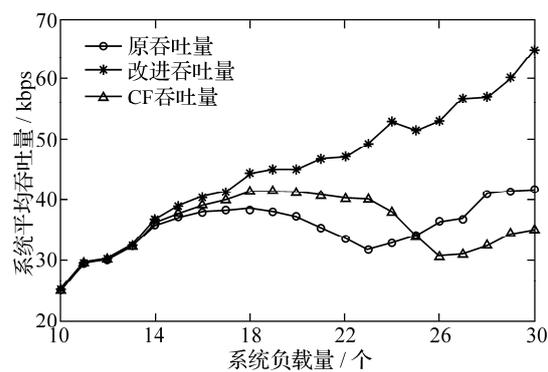


图5 系统平均吞吐量

的弹性范围较实时业务大, 增加或减小相同量带宽对非实时业务的收益影响小, 故以较高接纳率接纳, 接纳后动态压缩其带宽为其他业务流服务。

4 结语

本文提出了一种基于系统收益最大化的接纳控制算法, 根据协议对QoS的定义引入CSI模型计算系统收益, 并针对减少运算的问题提出了改进模型。仿真结果表明: 改进后的算法与传统的预留信道的截至优先权算法相比, 在系统繁忙时系统

接纳率和吞吐量都有所提高。

参考文献:

- [1] Fang Yuguang, Zhang Yi. Thinning schemes for call admission control in wireless networks[J]. IEEE Trans on Computers, 2003, 52(5):685-687.
- [2] Dusit Niyato, Ekram Hossain. QoS-aware bandwidth allocation and admission control in IEEE 802.16 broadband wireless access networks: A non-cooperative game theoretic approach[J]. Computer Networks, 2007, 51:3 305-3 321.
- [3] Fang Yuguang, Zhang Yi. Call admission control schemes and performance analysis in wireless mobile networks[J]. IEEE Trans on Veh Technol, 2002, 51(2):371-382.

An IEEE 802.16 Admission Control Algorithm Based on System Utility under QoS Mechanism

DING Xin-yao, HE Jia-ming*

(Faculty of Information Science and Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China)

Abstract: Due to the fact that the admission control algorithm has not come into being in IEEE 802.16 protocol, in this paper an admission control algorithm aiming at maximizing system efficiency in terms of ensuring service quality is proposed in order to reasonably make full use of limited spectrum resources. According to the definition of QoS, CSI model is introduced to calculate system utility. An improved algorithm is also designed for increasing system execution speed. Simulation result obtained from MMPP model (Markov Modulated Poisson Process) indicates that the proposed algorithm can discriminate different service flow, and achieve higher acceptable admission rate and throughput in its technical performance.

Key words: admission control; IEEE 80.216; maximal efficiency

CLC number: TP393.01

Document code: A

(责任编辑 章践立)