

支持语音/数据分组并传的 UPMA 多址接入协议

周亚建, 李建东, 吴 杰

(西安电子科技大学 ISN 国家重点实验室信息科学研究所, 陕西西安 710071)

摘 要: 本文提出了一种新的、支持数据/语音业务并传的多址接入协议))根据用户数目妥善安排分组传输的多址接入(Use2dependent Perfect2scheduling Multiple Access))UPMA)协议,它根据实际需求对上、下行带宽资源实行动态分配. UPMA 协议对不同的业务类型赋予不同的优先级,并用轮询方式妥善地安排节点的分组传输;同时,它采用独特的帧结构,使语音业务总是能够得到优先传输. 本文还提出了一种高效的竞争接入算法,以保证激活的节点能够快速接入信道. 最后,对 UPMA 协议的性能进行了仿真并与 MPRMA 协议的性能进行了比较,结果证明 UPMA 协议有更好的性能.

关键词: 多址接入协议; 服务质量 (QoS)

中图分类号: TN915. 04 **文献标识码:** A **文章编号:** 03722112 (2003) 08 122205

A User2Dependent Perfect2Scheduling Multiple Access Protocol for Voice2Data Integration in Wireless Networks

ZHOU Ya2jian, LI Jian2dong, WU Jie

(National Key Lab. of ISN, Xidian University, Xi. an, Shaanxi 710071, China)

Abstract: A novel multiple access control (MAC) protocol)) Use2dependent Perfect2scheduling Multiple Access (UPMA) protocol, which supports joint transmission of voice and data packets, is proposed. By this MAC protocol, the bandwidth can be allocated dynamically to the uplink and downlink traffic according to their respective service requirements. UPMA protocol endows different priority levels to different types of traffic, and can perfectly schedule the transmission of mobile terminals (MTs) by means of polling. Meanwhile, a unique frame structure is designed to guarantee that the voice traffic is always transmitted prior to the data traffic. Furthermore, an effective collision resolution algorithm is proposed to guarantee rapid channel access for activated MTs. Finally, performance of UPMA protocol is evaluated by simulation and compared with that of MPRMA protocol. Simulation results show that UPMA protocol has better performance.

Key words: MAC protocol; quality of service (QoS)

1 引言

对于一个支持多媒体通信的无线接入网来说,设计一个高效的媒体接入协议是保证所有的节点有效共享有限的信道资源、而且满足各种服务质量(QoS)要求的关键. 鉴于语音业务和数据业务分别被看作是典型的实时业务和非实时业务,一般说来,这样一类接入网应该支持语音业务和数据业务的并传. 目前有多个 MAC 层协议可以用于这类接入网,其中最具代表性的是 PRMA 协议^[1]. 自从 Goodman 提出它以来,很多文献^[2,3]对它进行了不断的改进,即利用语音业务的间歇性特性来安排数据分组的传输,其中最有代表性的是 MPRMA 协议^[4]. 它采用固定帧长支持数据和语音业务的并传. 语音业务和数据业务以不同的允许概率 p_v 和 p_d 竞争空闲时隙. 和 PRMA 不同的是,中心基站以经典的穷尽轮询协议(exhaustive

polling protocol)^[5]安排竞争成功的数据节点的分组传输. 允许概率 p_v 和 p_d 是影响 MPRMA 协议性能的两个重要的设计参数(文献[4]给出了优化的方法). 然而,迄今为止的大多数媒体接入协议都有一个共同的特征:上、下行业务在不同的物理信道上传输,那么当上行业务负载很重时,即使下行信道空闲,上行业务也无法利用下行信道中的空闲资源,反之亦然. 这就造成信道资源不能得到充分利用,因为上、下行业务负载总是动态变化的.

针对这个问题,本文提出了一种新的多址接入协议))根据用户数目妥善安排传输的多址接入(UPMA) Use2dependent Perfect2scheduling Multiple Access)协议,它根据上、下行业务的负载动态地分配信道资源,从而极大地提高了信道利用率. 该协议利用文献[6]中提出的自组织算法确定网络中处于激活态节点的个数,从而妥善地安排节点的分组传输. 同时,

收稿日期: 200201211; 修回日期: 200207210

基金项目: 教育部科学技术研究重点项目/宽带自组织分布式移动无线 IP 网络技术研究0; 国家/8630 计划(No. 2001AA123031)

©1994-2010 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

送一个分组的机会,因为节点即使处在非激活态仍然可以接收分组.对数据节点来说,CAP把成功接入的节点的标志号(ID)保存在一个循环队列(非实时轮询队列)中,当一个节点被轮询之后,它被转移到循环队列的末尾,而下一个节点则移动到队首.CAP以这种方式连续地轮询数据节点,直到每一个节点的发送队列变空或者当前帧已经达到最大帧长.同样地,如果所有的数据节点无分组要发送而当前帧并没有达到最大帧长,在当前帧达到最大帧长之前CAP可以连续地发送其数据分组,直到其发送队列变空.在这个过程中的任何时候,一旦当前帧达到最大帧长,必须结束该帧以开始下一帧.

3.2.2 优先级 当一个节点成功接入之后,CAP对TA分组中附带的业务类型标志进行解码,然后把该节点的ID插入实时轮询队列或者非实时轮询队列.若当前帧已经达到最大帧长时有一个语音节点企图接入,CAP将回收某一个数据节点占用的信道资源供该语音节点使用,如果此时非实时轮询队列非空.否则,该语音节点只能等待.而在相同的情况下,数据节点的接入请求只能被拒绝.

3.2.3 碰撞解决算法 一般情况下,每一帧只有一个new微时隙.在其发送的End分组中,CAP首先通知语音节点竞争接入.当第一次碰撞发生时,CAP把new微时隙的个数增加一倍,在当前帧中立即开始新一轮的竞争.CAP在End分组中指定new微时隙的个数,而且在每一个new微时隙之后发送一个new信标(NB),以指明下一个new微时隙的开始.激活的节点通过产生均匀分布或者截短几何分布随机数的方法选择某一个new微时隙进行竞争接入.如果此时的竞争碰撞不是很严重,那么下一帧中new微时隙的个数保持不变;若大多数new微时隙中都发生了碰撞,则下一帧中new微时隙的个数将再次加倍.如果当前帧中不再有语音节点的碰撞发生,下一帧的End分组将提示数据节点进行竞争接入.但是第一个new微时隙保留给语音节点使用,其余的供数据节点使用.如果多个语音节点在第一个new微时隙进行竞争接入时发生碰撞,则后面的所有new微时隙都用来供语音节点竞争接入.由此可见,在任何时候UPMA协议都能保证语音节点比数据节点更优先地接入信道.如果当前帧中没有发生任何碰撞,下一帧的new微时隙的个数将减少到1.

4 性能仿真

本文采用的参数如表1所示.

表1 UPMA协议性能仿真采用的参数

语音源突发期平均长度	1.00s
语音源静默期平均长度	1.35s
语音速率	32kbit/s
信道速率	1440kbit/s
最大可接受语音分组时延	32ms
语音节点数(N_v)	8
数据节点数(N_d)	10
分组大小(语音或数据,包括64bit的分组头)	576bits
信标,new微时隙,Start分组,End分组,NB长度	64bits

图3和图4给出了UPMA协议和MPRMA协议性能的比较.图中,语音分组丢弃率 P_{drop} 和平均消息延迟 T_M 定义如下:

$$P_{drop} = \frac{N_{drop}}{N_{succ} + N_{drop}} @ 100\% \tag{1}$$

$$T_M = \frac{\sum_{i=1}^{N_d} (T_{arrival}^i - T_{finish}^i)}{N_d} \tag{2}$$

其中 N_{drop} 和 N_{succ} 分别代表仿真过程中丢弃的语音分组总数和成功传输的语音分组总数; $T_{arrival}^i$ 和 T_{finish}^i 分别代表第 i 个消息的到达时刻和服务结束(即该消息包含的所有分组都被传输)时刻; N_d 表示仿真期间传输的消息总数.

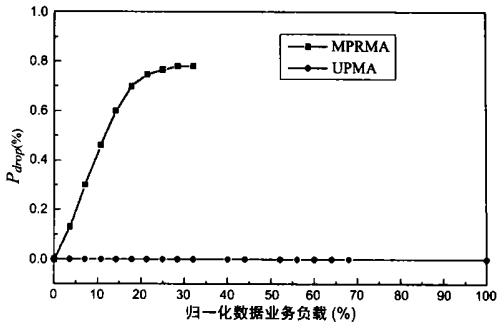


图3 语音分组丢弃率的比较($L_d=5$)

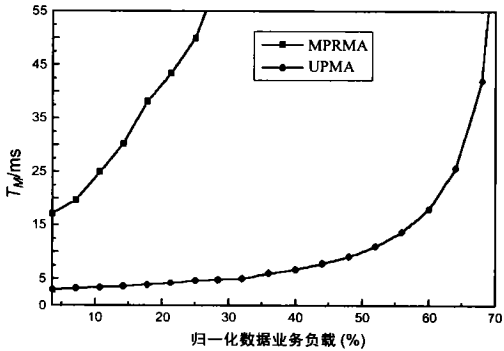


图4 平均消息延迟的比较($L_d=5$)

图3表示的是 $L_d=5$ 时,UPMA协议和MPRMA协议的语音分组丢弃率(P_{drop})的仿真结果.后者采用优化的参数 p_v 和 p_d ($p_v=0.08$, $p_d=0.31$).图3清楚地表明UPMA协议的性能超过了MPRMA协议的性能:在不破坏 $P_{drop} \leq 0.01$ 这个前提下,UPMA协议支持相当高的数据负载.实际上对UPMA协议来说,即使在很高的业务负载之下,语音分组的丢弃率仍然很低,接近于0.这是因为UPMA协议保证了语音业务比数据业务享有绝对的优先权,即在竞争过程中,语音业务对new微时隙的使用具有排他性.而在MPRMA协议中,语音业务和数据业务的优先权是通过不同的 p_v 和 p_d 来体现的:语音节点以较大的概率参加竞争,而数据节点以较小的概率参加竞争.也就是说,语音业务仅仅从概率的意义比数据业务具有更高的优先级.本文用信道速率对数据业务负载进行归一化.

图4对 $L_d=5$ 时UPMA协议的 T_M 和MPRMA协议的 T_M 进行了比较.这里 T_M 可看作是归一化数据业务负载的函数.

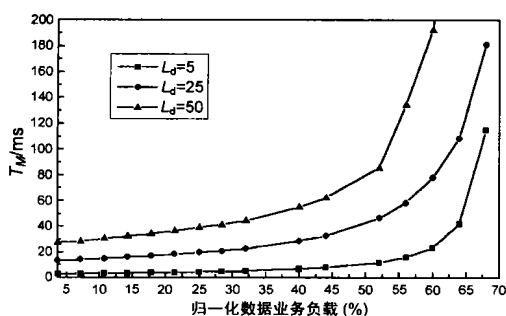
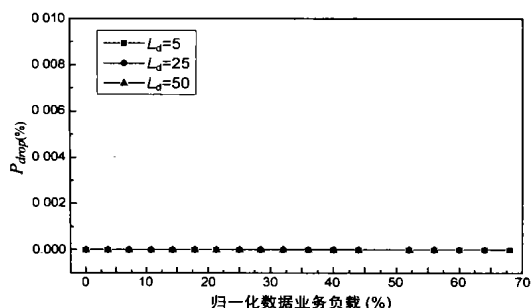
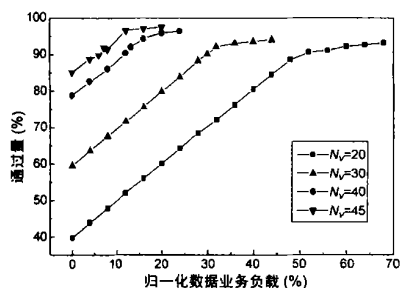
图 5 不同 L_d 时 UPMA 协议的平均消息延迟图 6 不同 L_d 时 UPMA 协议的语音分组丢弃率

图 7 UPMA 协议的通过量

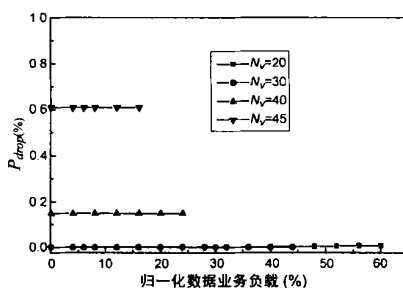


图 8 UPMA 协议的语音分组丢弃率

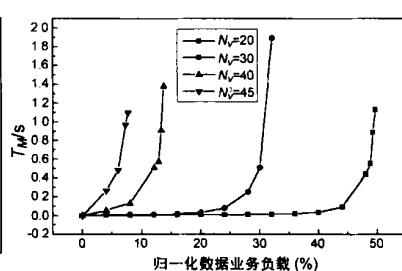


图 9 UPMA 协议的平均消息延迟

的结论:UPMA 协议能够承受很大的 L_d , 即很大的消息。

图 7~ 图 9 给出了在不同的语音业务负载和数据业务负载下,UPMA 协议性能的仿真结果。

图 7 中,系统的通过量定义为系统的信道带宽中用来传输业务的比率。从图 7 可见,随着业务负载的增加,系统的通过量明显地呈现出一种线性上升))饱和的趋势。即对每一个 N_v 值来说,通过量先是随着数据业务的增加而线性地增大,直到归一化的数据业务负载到达某个门槛值。当归一化数据业务负载超过该门槛值时,通过量将不再增加,这说明系统已经达到饱和状态,即系统已经不能再支持更多的数据业务负载,这可以从图 9 中得到证明。从图 9 可见,对于每一个 N_v , T_M 从门槛值开始会急剧地上升。而从图 8 中可见,对于每一个 N_v , P_{drop} 的规律与图 3 和图 6 中所示的相同,即随数据业务的增加保持不变。从图 8 和图 9 中还可以得出的结论是:该系统能够支持至少 45 个语音节点产生的业务负载。

从图 3 到图 9 中还可以看出,随着数据业务负载的增大,语音分组的丢弃率基本上保持为 0,这保证了语音业务的传输质量能得到保证,但却牺牲了一定的数据业务的性能:当数

UPMA 相对于 MPRMA 的优越性能在该图中也十分明显:MPRMA 协议的 T_M 当归一化数据业务负载从 0 开始增长时就迅速增大,而 UPMA 协议的 T_M 在很高的数据业务负载下才急剧增大。这种性能的差别应该和两个协议对数据节点不同的轮询方式有关:对于 UPMA 协议,当 CAP 轮询到每一个数据节点时,该节点最多发送一个分组,这样使得各节点可以获得均等的机会;而 MPRMA 采用的是穷尽轮询的方式,每一个数据节点在中心基站轮询到它时,要一直发送,直到其先进先出缓存器变空,这样一个节点发送较长的消息很有可能给其他节点带来更大的时延。

图 5 和图 6 给出了 L_d 对 UPMA 协议的 P_{drop} 和 T_M 的影响时的仿真结果。

在上两图中, P_{drop} 和 T_M 都是归一化数据业务负载的函数。在相同的数据业务负载下, L_d 的增大造成 T_M 的增加,而 P_{drop} 基本上保持为 0。这主要是因为:在低负载下,节点之间的接入碰撞很轻,接入时延很小, T_M 主要是由传输时延造成的,那么较长的消息(即较大的 L_d)需要更长的传输时间,从而 T_M 较大;在重负载下,若消息很长,那么往往前一个消息尚未传输完,后一个消息已经到达,从而带来额外的等待时延,使得 T_M 持续增大。 P_{drop} 保持为 0 是由于语音业务相对于数据业务的绝对优先权,如前所述。所以,可以从这两幅图得出这样

据业务的负载达到一定值时,消息延迟急剧增加。说明系统能支持的数据业务量是有限的。

5 结论

本文提出了一种全新的、能够提供 QoS 支持的多址接入协议))UPMA 协议,并对其性能,主要是语音分组的丢弃率 P_{drop} 和数据分组的平均消息延迟 T_M 进行了仿真研究。由于其独特的帧结构和高效的接入碰撞解析算法,UPMA 协议能够为语音业务提供 QoS 保障。在无差错理想信道这一相同条件下的仿真结果表明,UPMA 协议的性能比 MPRMA 协议的性能要优越得多。

参考文献:

- [1] D J Goodman, R A Valenzuela, et al. Packet reservation multiple access for local wireless communications [J]. IEEE Trans. on Compu, 1989, 37(8): 885- 890.
- [2] Sanjiv Nanda. Stability evaluation and design of the PRMA joint voice data system [J]. IEEE Trans on Commun, 1994, 42(5): 2092- 2104.

- [3] Giuseppe Bianchi, Flaminio Borroni, et al. C2PRMA: A centralized packet reservation multiple access for local wireless communications [J]. IEEE Trans on Veh. Technol, 1997, 46 (2): 422- 435.
- [4] Romano Fantacci, Francesco Innocenti. Performance evaluation of a modified PRMA protocol for joint voice and data packet wireless networks [J]. IEEE Trans on Commun. , 1999, 47(12): 1837- 1948.
- [5] Romano Fantacci. Performance evaluation of polling systems for wireless local communications networks [J]. IEEE Trans on Veh. Technol, 2000, 49(6): 2148- 2157.
- [6] 李建东. 多信道自组织分组无线电网的组网算法和实验系统 [J]. 电子学报, 1993, 21(10): 38- 46.
- [7] G D Stamoulis, M E Anagnostou, et al. Traffic source models for ATM networks: a survey [J]. Computer Communications, 1994, 17(6): 428

- 438.

作者简介:

周亚建 男, 1971 年生于陕西省镇安县, 1996 年在北京航空航天大学获得工学硕士学位, 从 1999 年至今在西安电子科技大学攻读通信与信息系统博士学位, 感兴趣的研究领域包括无线局域网、调制解调和宽带无线 IP 等. Email: yjzhou@pn.xidian.edu.cn.

李建东 男, 1962 年生于江苏省阜宁县, 西安电子科技大学教授、博士生导师、通信工程学院院长、中国通信学会会士、中国电子学会高级会员、IEEE 高级会员、第一届和第四届 863 个人通信技术专业专家组成员, 主要的研究领域包括个人通信、移动通信、分组无线网、分布式无线网络、软件无线电和宽带无线 IP 等方面. Email: jdli@xidian.edu.cn.