

自适应无线协议 性能分析 IP+协议 移动通信 (11)

自适应无线协议性能分析及与 IP 的捆绑实现

Adaptive Wireless Protocols Performance Evaluation and Realization of Their Binding with IP

46-49

王海兵 陈良刚 刘召伟 张根度

(复旦大学计算机系网络与信息工程中心 上海 200433)

TN/915.04

TN/929.5

Abstract This paper focuses on application of adaptive techniques in wireless protocols with examples of A-TDMA and A-CDMA. Their performances are analyzed and explained by data from simulation models. Furthermore, this paper shows shortcomings of A-TDMA and A-CDMA. At last, a model in which they are bound to IP is introduced.

Keywords Wireless protocols, A-TDMA, A-CDMA

在密度无线通信环境中,经常会遇到不可预料的不利条件,如间歇的连接中断,高比率的数据错误及碰撞,这些情况将导致无线媒体访问控制协议的性能大大降低,例如开槽 ALOHA/TDMA 和 DS/CDMA。如果在协议中采用自适应技术,会很好地减小这些不利情况对系统的影响,提高吞吐率。由此便产生了 Adaptive TDMA 和 Adaptive CDMA,以下将简称为 A-TDMA 和 A-CDMA。

1. 无线蜂窝网系统简介

图 1 是典型的蜂窝网系统拓扑图,基站(Base Station, BS)与移动宿主(Mobile Hosts, MH)之间是无线的,此界面在 GSM 中被称为 Um 界面,这个界面的通信通过无线媒体访问控制协议来进行,技术多为 ALOHA、开槽 ALOHA、TDM、FDM 或者它们的混合。GSM 中就同时采用 FDM 和 TDM 技术。其他的界面则有专线连接,采用的技术与无线情况下有本质的不同。本文讨论的范围旨在无线界面的协议改进。

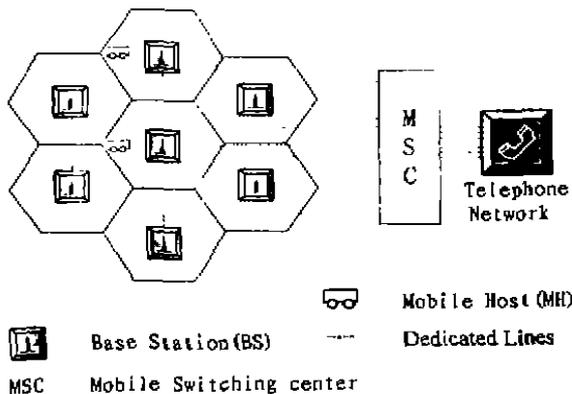


图 1 典型蜂窝网系统拓扑

王海兵 硕士研究生,主要研究领域为计算机网络,

移动通信的快速增长导致大量的无线设备接入,每个单元(cell)内的高密度使得无线协议必须更加有效地利用本单元内的带宽。在各种移动通信系统中,低劣的无线环境或者大量的无线设备共享通信媒体都有可能降低性能。例如,在一个单元里,可能会同时有多个无线设备,即移动宿主,需要与基站进行通信。

提高媒体访问控制协议性能的方法可以通过侦测当前网络状况并正确采取适当措施,快速调整协议来实现。本文将介绍如何在媒体访问控制协议中设计合适的自适应技术来减小延迟和数据包的丢失。低层协议的改进可以使高层在发生这些情况时减小所受到的影响。

2. 无线媒体访问协议

本文主要介绍两种广泛使用的无线网络协议 TDMA 和 CDMA 的自适应改进。更具体一些,本文针对开槽 ALOHA/TDMA 和 DS/CDMA,

2.1 基本的开槽 ALOHA/TDMA

开槽 ALOHA/TDMA 是开槽 ALOHA 协议和 TDMA 协议的混合体。它使用周期性的帧结构,每个周期有三个阶段,分别是:消息控制阶段、数据传输阶段和选择阶段。在消息控制阶段,一个 BS 将赋予最多四个 MH 的请求以可用的信息槽。当一个 MH 发现自己在这些 MH 之中,它便可以在接下去的数据传输阶段发送数据。否则,它在选择阶段再选一个 ALOHA 槽发送请求。

2.2 自适应的开槽 ALOHA/TDMA

在发生间歇的连接中断,高比率的数据错误,干扰和碰撞的情况下,基本开槽 ALOHA/TDMA 协议的

性能十分低。这种现象发生的主要原因在于它需要两个同步点。第一个同步点在 MH 向 BS 请求对一个数据通道的访问权。第二个同步点在 BS 到 MH 的应答,通知 MH 数据发送的状态:成功或者失败,并引发下一个数据的发送。为了在这些同步点避免不必要的延迟,系统侦测低劣的通信条件并向媒体访问控制层 A-TDMA 发出指示。A-TDMA 则对当前数据发送中最显著的情况进行相应的调节。本文考虑以下三种:连接中断,拥塞和高比率错误。

连接中断可由 BS 端或者 MH 端的侦测设备(snooping device)发现。当一个与 MHT 的连接中断被 BS 端的侦测设备发现并通知链路层后,所有赋给 T 的数据槽将被重新分配给具有良好连接状态的 MH, T 所要求的资源预留也都会被释放。这样,数据传输将总是在好的连接上进行,系统吞吐量提高。

高比率数据错误也有可能被侦测设备发现,在这种情况下,数据会间歇地丢失。A-TDMA 的方法是,如果没有收到应答,在超时之前发送多次重复数据。通过在易丢失数据的无线媒体中重发数据,数据丢失降低,系统吞吐量提高。但是这种方法只有在碰撞很低的情况下才能采用。

当一个单元内的许多 MH 试图与 BS 通信,就会有很高的碰撞率。在预留阶段的高碰撞率被侦测设备发现将被认为是系统发生拥塞。为了避免通信性能的下降,侦测设备指示媒体访问控制层,等待一段短时间后再进行下一次预留。这里, BEB(Binary Exponential Backoff)算法被采用。虽然 BEB 是一个众所周知的技术,但自适应协议只有在发生拥塞的时候才使用它。

2.3 基本的 DS/CDMA

CDMA 采用扩展频谱技术把原始信号扩展到更宽的带宽上,从而可以支持多路同时访问。扩展的方法是把要发送的数据信号与一个和要发送的数据无关且唯一确定的代码结合起来。有两种具体的扩展技术: Direct Sequence(DS)和 Frequency Hopping(FH)。在本文中,以 DS 技术为例。

与开槽 ALOHA/TDMA 不同, DS/CDMA 不要求帧结构的同步。于是 MH 不需要预先进行资源的预留就可以自由发送数据。

2.4 自适应的 DS/CDMA

虽然 DS/CDMA 优于开槽 ALOHA/TDMA,在不利条件发生时,它仍然会大幅度降低性能。原因在于数据的丢失和坏数据发送产生的带宽浪费。在间歇连接中断和高比率数据错误这两种情况发生时, DS/CDMA 采用相似的自适应方法。当侦测设备发现这两种情况,便向媒体访问层发出指示, A-CDMA 则在应答没有收到且超时未到之前很快地重复发送。就像 A-

TDMA 一样, A-CDMA 也因为更多的无错数据包的发送而提高性能。

当侦测设备发现有很高的干涉率而导致网络拥塞时,它向媒体访问层指示, A-CDMA 则强制发送者等待一段短时间之后再发送数据。BEB 算法再次在这里被使用。由于更多的数据包将被成功发送,系统吞吐量提高。

3. 模拟模型

从以上的论述可以看出,理论上讲, A-TDMA 和 A-CDMA 都将比相应的不采用自适应技术的协议有更高的性能。以下是一个模拟模型,用来评估特定细节条件下, A-TDMA 和 A-CDMA 相对基本的开槽 ALOHA/TDMA 和基本的 DS/CDMA 的具体优势。模拟模型的设计和参数主要参照文[1]。

3.1 协议模型

假定 BS 和 MH 能量都是有限的。在这些设备上,协议的执行使每处理一个 64 字节的数据包,要耗费 5 μ s, TDMA 和 CDMA 的细节请参阅文[2]。

比特损坏概率 ρ , 用来确定一个数据包是否被破坏。在每个 64 字节的数据块中,采用容量为 20 比特的正向纠错码。一个数据包只有在错误比特超过此容量的情况下才会被声明错误。快速重传中,每发现一个问题只允许重传两次。其目的是减少 BS 多余的包处理。在重传两次的情况下,系统经过观察会获得很好的效率。A-CDMA 在拥塞情况下采取的 BEB 算法与 A-TDMA 相同。

3.2 模拟参数

表 1 模拟参数

Parameter	Description	Value
Traffic		
BS	Number of base station	5
MH	Number of mobile hosts in a cell for each BS	10, 50, 100, 150
Load		
dms	Size of a data message (in bytes)	512
Link Property		
urlb	Uplink radio link bandwidth (in kbps)	9.6
drfb	Downlink radio link bandwidth (in kbps)	9.6
Mobile Condition		
bep	Burst error probability for uplink packet transmissions	0.25, 0.5, 0.75
oldp	Uplink disconnection probability	0.1, 0.3, 0.5

在一个单元内的MH从10到150变化时,系统将获得不同的网络流量。假设并不存在MH越过单元边界的情况。BS对一个恒定大小的数据信息($dms=512$ bytes)给予批响应。这些信息被分成64字节的数据块进行线性传送。对于两个协议模型相同的模拟参数列于表1。uldp是连接中断发生的概率。连接中断的时间是数学期望为10秒的一个指数分布。

4. 实验结果与观察

以上模型采用CSIM模拟引擎模拟,对该引擎的详细了解,请参阅文[3]。为了简化对各种协议的性能比较,平均包时间及其提高比率作为主要的比较参数。平均包时间是指一个数据包从MH到达BS所过的时间。它包括协议处理时间和包在信道中的传播时间。在多数情况下,它也包含重传和连接中断产生的延迟。另外,协议完成自适应所需的额外开销也被适当地加入。性能提高百分比都是相对于相应的基本协议而言。

4.1 间歇性上行连接中断

图2(a)中,A-TDMA在所有的uldp值上,包时间都有很大缩短。在MH=150,uldp=0.3及uldp=0.5时,包时间都减少至1/12左右。图2(b)也说明A-CDMA比它的基本协议有更好的性能。它在各种情况下的性能提高更加一致一些。在uldp=0.5,MH=150的情况下,性能提高4倍左右。图2(c)显示了A-TDMA和A-CDMA的性能提高百分比。

4.2 突发错

A-TDMA通过快速重传来提高在突发错发生时的系统性能。图3(a)显示在各种情况下,性能提高相对一致。在低MH值时,可以减少包时间的一半,在高MH值时,速度是基本协议的1.5倍。图3(b)显示A-CDMA在大多数情况下,速度是基本协议的2倍。图3(c)则显示,所有情况下,A-CDMA的提高百分比优于

A-TDMA。

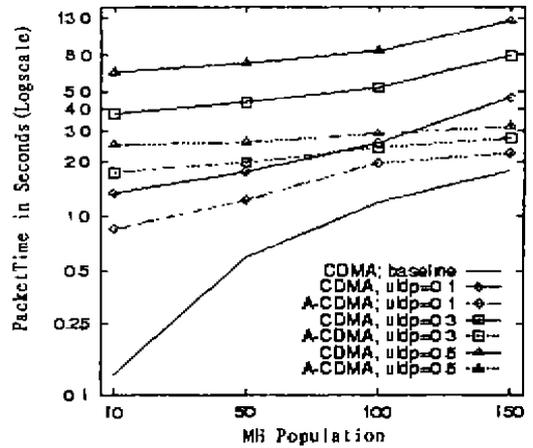


图2(b) Adaptive CDMA

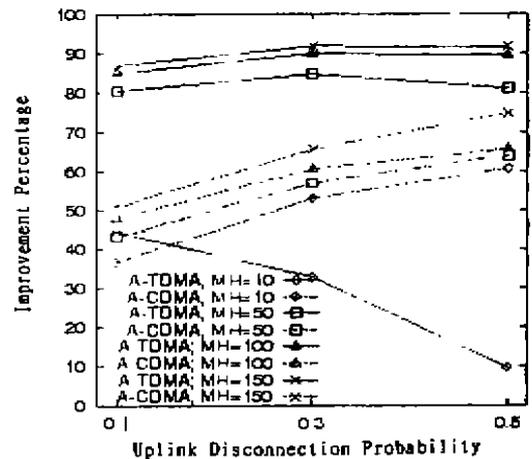


图2(c) Performance Improvement

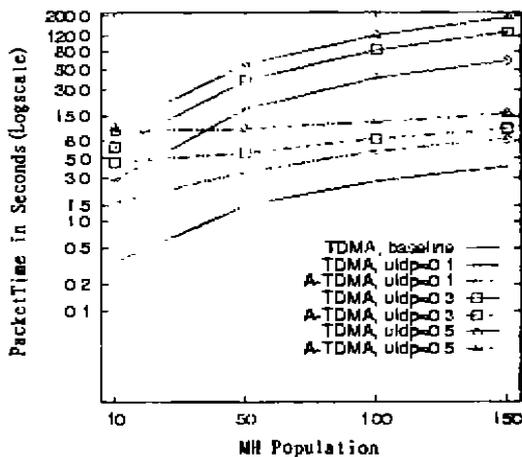


图2(a) Adaptive TDMA

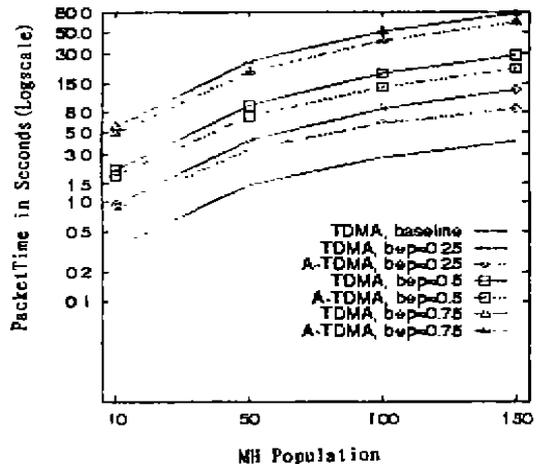


图3(a) Adaptive TDMA

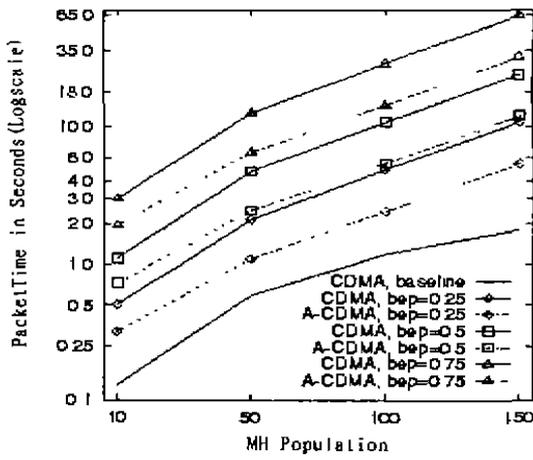


图 3(b) Adaptive CDMA

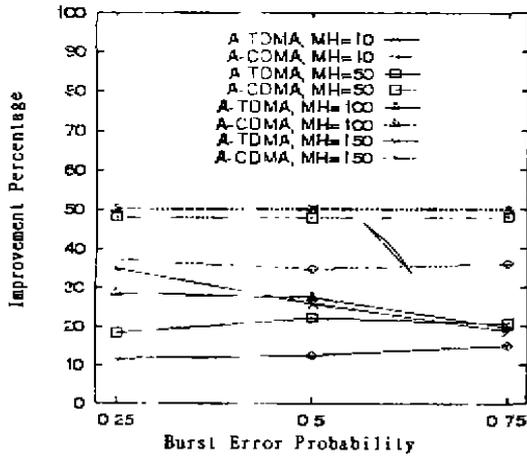


图 3(c) Performance Improvement

5. 与 IP 捆绑的系统实现

未来的无线通信系统,不仅仅是用在话音领域,通过它接入因特网的应用将会越来越多。如何使低层的无线协议更好地为 IP 协议族服务,是一个需要探讨的问题。一个进行数据应用的 MH 模块如图 4 所示。

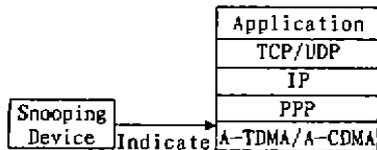


图 4 MH 的模块图

从原理上看,这应该与电话拨号的方式相似,但由于无线通信有其特殊性,在 PPP 层应该进行适当的滑动来适应这些特殊性,另外,采用或不采用自适应技术虽然在理论上讲对高层协议的影响不大,但还是有一定差别的,例如在信道有间歇的连接中断情况发生时,如果不采用自适应技术,高层的 TCP 在性能降低的情况下仍可以保持连接,若采用自适应技术,信道将会被剥夺并给其他有良好连接的信道使用,这带来了某种意义上不公平性。为了避免这一现象的发生,自适应方法需要改进。

结论 从性能分析来看,三种情况会使系统的性能降低,它们是:间歇的连接中断、碰撞和高比率错误,这些情况在高密度的单元里发生的概率较大。虽然开槽 ALOHA/TDMA 比 DS/CDMA 性能下降更快,但后者也会受到影响。为了解决这些问题,A-TDMA 和 A-CDMA 在发现这些情况时被及时指示,采取适当的措施使得不利条件的影响降到最低。

模拟实验的结果显示,在某些情况下,A-TDMA 的性能比基本开槽 ALOHA/TDMA 性能提高 12 倍,A-CDMA 比基本 DS/CDMA 性能提高 4 倍。其他情况也都有不同程度的性能提高,确实能很好地发挥作用。但是,自适应技术的采用也带来了一些问题,需要进行进一步的研究。

参考文献

- 1 Lim A, Mok K. Improving Performance of Adaptive Media Access Control Protocols for High-density Wireless Networks. IEEE International Symposium on Parallel Architectures, Algorithms and Networks, Perth, Australia, June 1999
- 2 Lim A, Mok K. Wireless Media Access Control for Highly Mobile Information Servers: Simulation and Performance Evaluation. ACM Mobile Computing and Communication Review, 1997, 1(2)
- 3 CSIM18 Simulation Engine. User's Guide, Mesquite Software, Inc
- 4 Tanenbaum A S. Computer Networks, 3rded, New Jersey, Prentice-Hall, Inc. a Simon & Schuster Company, 1996
- 5 Black U. Emerging Communication Technologies, 2nded, New Jersey, Prentice-Hall, Inc. a Simon & Schuster Company, 1997
- 6 Richard D J van Nee, et al. Slotted ALOHA and Code Division Multiple Access Techniques for Land-Mobile Satellite Personal Communications. IEEE J. Select. Areas Commun., 1995(Feb.), 382~388