

运用动态优先级轮询机制的数据链仿真

曾勇¹, 黄巍², 杨静¹, 陈远², 李绍荣¹

(1. 电子科技大学光电信息学院 成都 610054; 2. 中国西南电子技术研究所 成都 610036)

【摘要】提出了一种数据链的链路层协议——基于动态优先级轮询的接入方式,在OPNET网络仿真开发平台上,构建出基于动态优先级轮询机制的时分多址(TDMA)数据链协议仿真模型,描述了在OPNET仿真平台上的建模过程,给出和分析了动态优先级轮询机制下TDMA数据链性能(地面站入网注册时间、网络吞吐量、中心站和地面站的信道利用率、业务接入时延)的仿真结果。仿真结果表明采用动态优先级轮询机制,系统接入效率高,对于各站点数据上行有较好的均衡性,同时又不失灵活性。

关键词 动态优先级轮询; 网络仿真; OPNET; TDMA数据链
中图分类号 TN915.04 **文献标识码** A

Modeling of TDMA Data Link Based on Dynamic Priority Polling Mechanism

ZENG Yong¹, HUANG Wei², YANG Jing¹, CHEN Yuan², and LI Shao-rong¹

(1. School of Opt-Electronic Information, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054;

2. Southwest China Institute of Electronic Technology Chengdu 610036)

Abstract A kind of media access control (MAC) protocol for data link based on dynamic priority polling mechanism is Proposed, Using OPNET, this article constructs the simulating model of a time division multiple access (TDMA) data link based on dynamic priority polling mechanism, describes modeling process, and provides and analyses simulated results of a TDMA data link's capability from four aspects: common ground station's login time, network throughput, channel using efficiency, and media access delay. Simulation results show that TDMA data link's throughput with dynamic priority polling mechanism is high, and it has excellent network access efficiency and controllability.

Key words dynamic priority polling; network simulation; OPNET; TDMA data link

战术数据链在现代战争中发挥着极其重要的作用,数据链的建设是信息化战争发展的重要标志之一,数据链的应用水平在很大意义上决定着信息化战争的水平 and 能力。信息化武器的一个重要特点就是武器平台之间实现横向组网,并融入信息网络系统,达成信息资源共享,从而最大程度提高武器平台的效能。TDMA的强抗干扰性,使得它在军事方面有着广泛的应用,尤其是在数据链的研究方面^[1]。

目前,TDMA网络一般有四种时隙分配方案:固定分配、动态分配、竞争分配和预约分配。一般来说,基于固定分配的TDMA网络灵活性差、信道利用率低;基于动态分配的TDMA网络则实现较为复杂、系统开销大^[2]。本文就一种数据链的设计要求,对其组网协议进行了详细的分析和研究,针对竞争分配机制和预约分配机制存在的问题,提出一

种基于优先级的动态轮询机制。

1 动态优先级轮询机制

分布式协调功能(distributed coordination function, DCF)无线设备在发送数据前,先监听线路的忙闲状态,空闲则发送数据,并同时检测有无数据碰撞发生。这一方法能够尽量减少数据的传输碰撞和重试发送,避免各站点无序地争用信道。但它对所有用户都一视同仁,在共享通讯介质时没有任何优先级的规定,系统信道利用率不高,容易出现近端站强占远端站带宽的情况^[3]。点协同方式(point coordination function, PCF)采用集中控制方式,具有有限的QoS能力^[4]。

数据链采用TDMA接入方式使用用户共享一个载波频率,根据时间来划分频率。用户采用分组传送

收稿日期:2006-05-16; 修回日期:2006-09-10

基金项目:铁道部“铁路信息科学与工程”开放实验室基金(TDXX0502);北京市“现代信息科学与网络技术”重点实验室科学基金

作者简介:曾勇(1981-),男,硕士,主要从事通信协议、计算机网络及仿真等方面的研究。

的方式进行数据传输,应用不同的时隙进行收发,可以采用半双工模式而不必采用全双工模式,时隙分配灵活。采用基于优先级重新分配时隙的方法,不同用户可在帧中分配不同数目的时隙数,其波形结构^[5]如图1所示。

这种改进机制是建立在PCF的基础上,根据优

先级改变轮询元素的顺序,根据网内站点的分组紧迫程度定义各站点的优先级级别。紧迫程度的高低决定了优先级的高低,从而实现按照站点的优先级动态地分配时隙数^[6]。动态优先级轮询机制能够很好解决DCF的缺点,在保证站点数据传送公平性的同时更好地支持实时性业务。

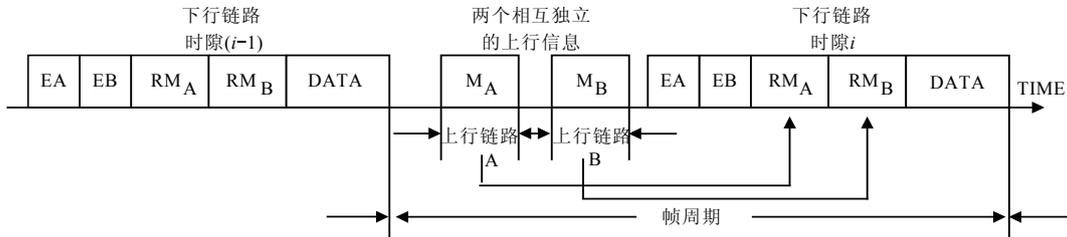
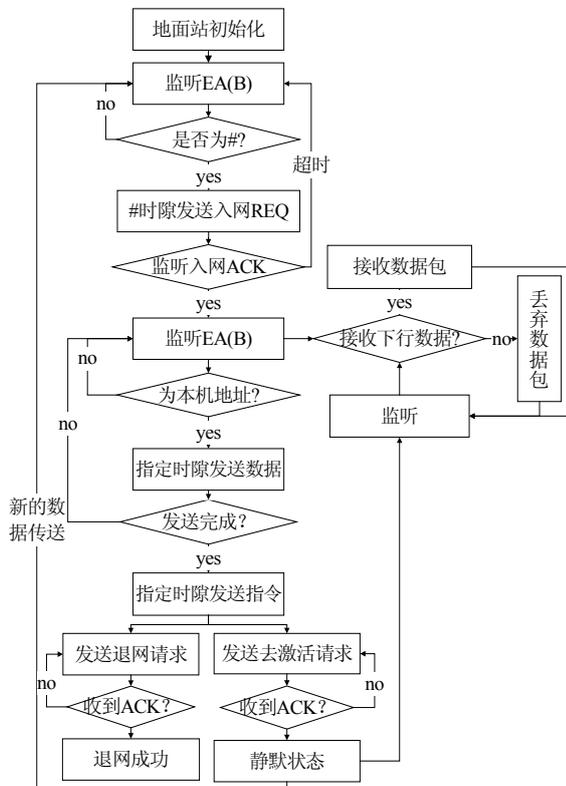


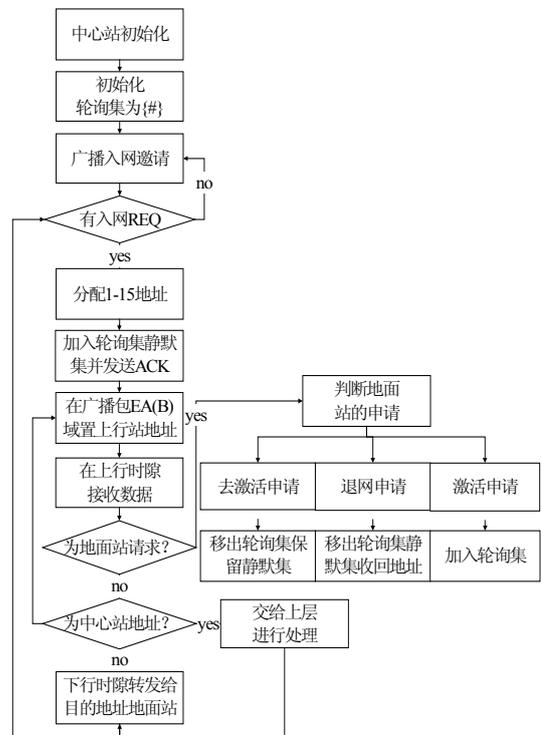
图1 波形结构

1.1 动态优先级轮询机制入网流程描述

一般轮询协议的周期为轮询-请求-轮询-数据(poll-request-poll-data),根据一种数据链技术指标要求,网络的上行时隙划分具有自身特色(上行速率远小于下行速率,而上下行具有相同大小的物理传输单元,上行传输数据量较小,上传频率较低)^[7]。协议中将轮询协议改为轮询-数据(poll-data),即不需要地面站对主站是否使用上行时隙进行应答,减少对上行时隙的占用,只在地面站申请激活时执行轮询-请求-确认请求的操作^[5]。



a. 地面站MAC层的工作流程



b. 中心站MAC层的工作流程

图2 动态优先级轮询机制MAC层工作流程

中心站进行上行链路时隙分配时,先读取轮询序列列表,依次将每个时隙周期的两个上行链路时隙分配给轮询用户表中的用户,当到达轮询序列末尾时,时隙分配又将从轮询序列列表中的首元素开始^[8]。中心站初始化过程中将建立两个存储集:轮询集、静默集。轮询集={#},静默集={}。字符#表示在此上行链路中各地面站可以发送各种请求消息。图2是地面站、中心站MAC层的工作流程图。

1.2 动态优先级轮询机制中需要解决的重点问题

1.2.1 地面站之间的数据传送解决方法

各地面站之间的数据传送需通过中心站进行中

继转发,中心站读取上行数据包的目的地址判断属于上行还是需要中继。如是中心站地址,则交由上层进行处理;如是地面站地址则进行中继转发^[9]。

1.2.2 地面站进入去激活状态的两种处理方式

地面站完成数据发送后,一定时间内没有数据发送,在指定的上行时隙主动发送去激活指令,退出轮询集,但保留在静默集中,只接收中心站的广播数据包,不再占用上行时隙,提高上行时隙的利用率。地面站由于掉电等意外原因,没有主动发送去激活指令,中心站在检测到地面站一定时间内没有再上行数据,将地面站移出轮询集,保留在静默集中。在静默集中的地面站有新的数据需要上行时,在检测到下行数据包EA、EB域中有“#”字符时发送激活申请,转入轮询集中,根据中心站分配的时隙进行数据上行。

1.2.3 需要快速应答的时隙重分配

中心站在下发数据中需要某些地面站进行快速的应答,这些地面站的优先级将被提高。中心站动态调整轮询序列,根据优先级高低将其插入轮询序列中的当前轮询指针后,地面站完成应答后中心站恢复原有的轮询序列^[8]。

1.2.4 大容量紧急数据上传的时隙重分配

采用轮询序列的方式为地面站分配上行链路时隙可实现资源的公平分配。但当一地面站需要上传大容量的数据信息(如图像信息)时,由于上行链路带宽较窄,这种公平分配的方式使得数据传输持续时间较长。可通过对轮询序列的调整实现上行大容量数据的快速传输。根据优先级的高低采用两种轮询序列更新方法。数据量较小并且要求实时传送的数据(关键图像信息)可以采取将其优先级置顶,中心站安排密集的上行时隙(通过计算得出),暂时剥夺其他地面站的上行机会,将其数据传送完毕后恢复原有的轮询序列。数据信息相对较大且为非紧急的数据,通过查询优先级表设置并提高其在轮询序列中出现的概率,可在单位时间内获得几倍的传输速率,任务完成后恢复到原有优先级。

2 数据链节点及网络模型建模

2.1 数据链节点建模

对数据链节点及网络的建模采用了美国MIL3公司的网络仿真软件OPNET,它采用分层建模机制、离散事件调度方法、基于包的通信机制,并且内嵌了多种流量建模方法,因此特别适合于通信网络的建模与仿真^[10]。本文研究基于动态优先级轮询

协议的数据链实现机制,由于动态优先级轮询是MAC层协议,所以在模型仿真时侧重分析网络各节点MAC层的接入和传输问题,简化对MAC层之上各层建模。将节点模型按分层结构抽象为图3所示结构。节点中各模块的说明如下:

AP节点模型中各模块实现的功能: application模块用于配置业务产生发向各SU的不同类型的数据信息包,接受并销毁各SU发送上来的数据包,释放内存; ip_encap模块和ip模块对application层数据进行加头封装,对MAC层数据进行去头解封包; TDMA_MAC模块完成TDMA网络的动态优先级轮询协议下分组的接入和传输; TDMA_RX / TDMA_TX模块完成物理层上无线信道的分组收发过程; SU的节点模型中 application模块用于处理接收到的数据包,配置业务,模拟高层应用(如各种申请消息;数据包上行); TDMA_RX / TDMA_TX模块实现的功能与AP相同。

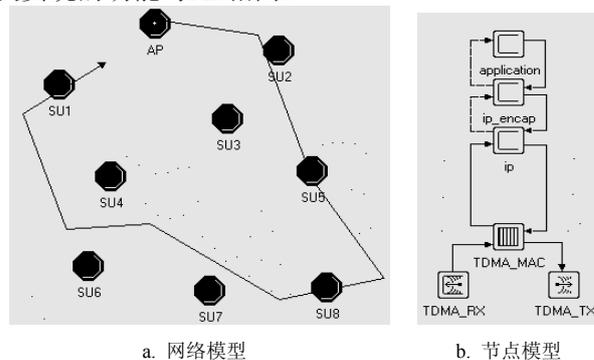


图3 TDMA网络模型及节点模型

2.2 数据链网络模型建模

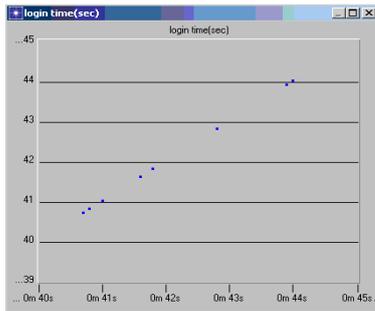
网络模型的建模就是在某一地域内按一定的分布密度分布一定数量的节点形成网络拓扑的过程。数据链系统中,可以同时通信的节点数最多为15个。为了验证按上述的时隙分配算法构建的网络能否正常运行,创建一个由9个节点构成的网络,如图3a所示。网络由一个中心站AP和8个地面站SU(SU1~SU8)组成,AP与各SU之间通过无线链路通信。

3 仿真结果及分析

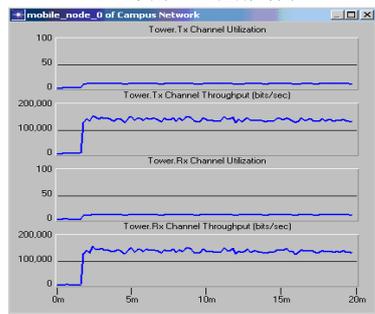
系统初始化的时间和场景中的节点数目有着直接联系,从系统初始化到所有的8个地面站都加入轮询集中约为44 s左右,如图4a所示,在15个地面站的情况下约为62 s。

采用FTP业务来体现各地面站之间的数据中继过程。根据网络的实际业务需要,业务配置为下载业务量占全部业务量的50%,两次文件传输请求的间隔时间为指数分布20 s,每次传输的文件大小固定

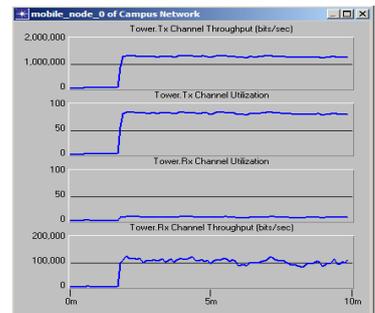
为20 000 B。通过图4b可以看出在比较重载的FTP业务中继过程中，中心站的中继吞吐量约为150 Kb/s，中继时，下行的信道利用率约为10%左右。采用视频业务来体现中心站的数据广播过程。下行数据量较大，业务配置为视频数据为15 帧/s，帧格式信息为128×240像素，持续时间为直到仿真结束。通过图4c可以看到，中心站的信道利用率和信道吞吐量较高，下行信道的利用率大概在80%左右，中心站的吞吐量可接近1.3 Mb/s。



a. 地面站入网注册时间



b. 中心站纯中继时信道利用率及吞吐量



c. 中心站视频广播和中继信道利用率及吞吐量

图4 地面站注册时间及两种情况下中心站的信道利用率、吞吐量

通过中继，Su5和Su7进行FTP业务时下载响应时间如图5所示。初始化设置中Su5优先级较Su7优先级高，随后Su7由于上行数据的紧迫性，中心站动态

提升Su7优先级，响应时间减小，Su7完成上行后，两站优先级恢复为相同等级，下载响应时间曲线基本相同。通过对图5的分析可以看出，设计符合要求，达到了预期的目的。

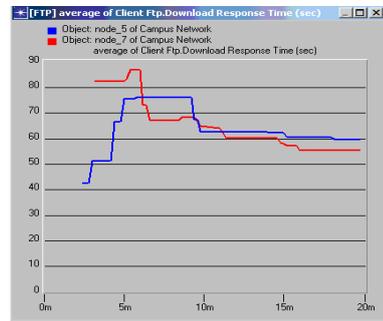


图5 Su5、Su7的FTP下载响应时间

4 结 论

本文提出了一种新的基于动态优先级轮询机制的TDMA数据链协议，建立了具有较强的可扩展性和通用性网络通信系统模型。该TDMA数据链利用率较高、时隙分配较为灵活、实现相对简单，吞吐量、信道利用率等性能均较好，系统接入效率高。

参 考 文 献

- [1] 邱洪云. 军事通信数据链路[J]. 空间电子技术, 2003, (2): 4-9.
- [2] 何非常. 军事通信[M]. 北京: 国防工业出版社, 2000.
- [3] 曾家智. 计算机网络[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2002.
- [4] 魏 麟. IEEE 802.11 DCF网络的优化[C]//2005火控雷达会议论文集. [出版地不详]: [出版者不详], 2005.
- [5] SORGI A, BAKHRU K. Surveillance and control data link network(scdln)for joint stars[C]//Military Communications Conference. Fort Monmouth, NJ: IEEE, 1994, 2: 485-489.
- [6] STEVENS W R. TCP/IP详解卷1: 协议[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [7] 孙义明, 杨丽萍. 信息化战争中的战术数据链[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2005.
- [8] DEMEIS R. JSTARS in the European skies[J]. Aerospace America, 1991, 28(2): 26-30.
- [9] 智少游. 现代指挥控制通信情报(C3I)互通体系机构[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 1994.
- [10] 陈 敏. OPNET网络仿真[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

编辑 漆 蓉