

综合卫星通信网支持QoS的定长短帧协议

杨峰¹, 宋爱民¹, 金野², 李刚²

(1. 空军工程大学电讯工程学院, 陕西西安 710077; 2. 北京大学信息科学技术学院, 北京 100871)

摘要:通过分析卫星通信网中支持综合业务的QoS的各种典型技术,提出了能更好地支持综合业务QoS的数据链路层协议—定长短分组协议FSP。文中给出了设计思想和关键技术,并用OPNET进行了相关仿真,证明了设计的正确性。

关键词:卫星网; QoS; FSP; 链路层协议

中图分类号: TN929. 5 文献标识码: A 文章编号: 1009-3516(2005)04-0055-04

卫星通信在远距离通信方面具有明显优势,但其不对称、大延迟的广播信道特性对其综合业务QoS提出了更高的要求。对综合卫星通信网QoS支持和相关协议的设计是卫星通信领域的一大研究热点。目前支持卫星通信网综合业务的ATM和IP协议在实际应用中皆有不足。相对复杂的ATM技术不适用于拓扑简单的卫星网络体系,而且卫星网络中往往采用低速率实时语音压缩算法,ATM定长信元会造成通信资源浪费而降低信道利用率,同时ATM对于常用TCP/IP数据业务提供的QoS的支持并不好。对于IP而言,卫星信道固有特性使其不能充分利用卫星信道的带宽,同时IP网络中的丢包、时延都会对实时业务传输产生不利影响,而且IP包的特殊格式也会造成卫星信道利用率的降低。针对这种情况,本文提出一种卫星通信网络的数据链路层协议:定长短帧协议(Fixed-length Short-frame Protocol, FSP),在卫星网中应用该协议可以提供良好的综合业务QoS支持。

1 FSP 协议

1. 1 FSP 的提出

卫星网对综合业务的QoS支持,可以从业务需求和传输平台两个角度进行分析。

从业务需求来讲,应优先保证实时业务的传输,其主要指标是传输中的时延和时延抖动。对于常用的TDM方式,为了保证各路语音的稳定传输需要各路语音间保持严格稳定的时间间隔,要求传输的语音包为固定长度。另一方面,只有固定长度传输的语音包,才可以最大限度上控制时延抖动为最小。而数据业务在传输时提供QoS控制也需要定长信元为基础。

从传输平台来讲,为了有效利用卫星信道传输语音业务,语音压缩和分组交换技术被大量使用。现有的高效语音压缩算法是以产生定长短语音报文作为结果的,因而可以考虑传递时采用定长短信元。对于分组交换而言,当分组长度固定和分组长度较短时,分组交换的效率较高。再者各种综合业务必须动态复用信道决定必须采用统一的信元格式和复接体制。

正是基于以上考虑,我们提出了FSP,即定长短帧协议。

1. 2 FSP 交换体系

在VSAT卫星通信网中,具有代表性的综合业务是传统的语音和IP数据业务。FSP对实时语音业务采取面向虚连接的交换方式,以最高优先级支持,而对数据业务采取非面向连接的交换方式。而小站用户接入的语音包直接在硬件层被封装为FSP信元后继续上行;下行的语音信元在硬件层解封装为语音包送给

收稿日期:2004-12-13

作者简介:杨峰(1975-),男,陕西三原人,讲师,硕士生,主要从事卫星通信技术研究。

用户话音处理单元。小站接入的数据包首先根据优先级将要发送的 IP 数据包分别拆分成不同的 FSP 信元组，然后按照据优先级的分拣机制从不同的 FSP 信元组挑选出优先发送的 FSP 信元上行。封装完成的话音、数据信元加上帧头进行 TDM 复接为 FSP 帧，通过上行链路发送。复接的原则是：一个信元占 FSP 帧的一个时隙，话音信元在每个 FSP 帧中占据预约的固定时隙，数据信元随机插入空闲时隙，没有话音和数据时填充空信元。

在中心站，话音以信元为单位在硬件层进行时隙交换，而数据以报文为单位在软件层进行分组交换。交换单元将上行链路接收到的 FSP 帧首先解复接，其中的话音信元根据入时隙交换至对应的出时隙；数据信元在软件层解封为数据报文，根据入地址交换至对应的出地址，在软件层封装为数据信元。处理完成的话音和数据信元再复接成 FSP 帧后从下行链路发送，复接原则同上行链路。

1.3 FSP 信元/帧结构

设计的数据链路层协议应符合 OSI 参考模型对于数据链路层的定义，通常应包括帧的拆装、帧同步、流量控制和差错控制等功能，其实现主要体现在数据链路层的帧的设计上。FSP 信元结构如图 1 所示。

在 FSP 信元中，除应包括来自上层的业务数据段，还应包括业务类型字段和帧头差错控制字段。同时，出于重组 IP 数据报的需要，指示是否为一个数据包尾的字段也是必需的。

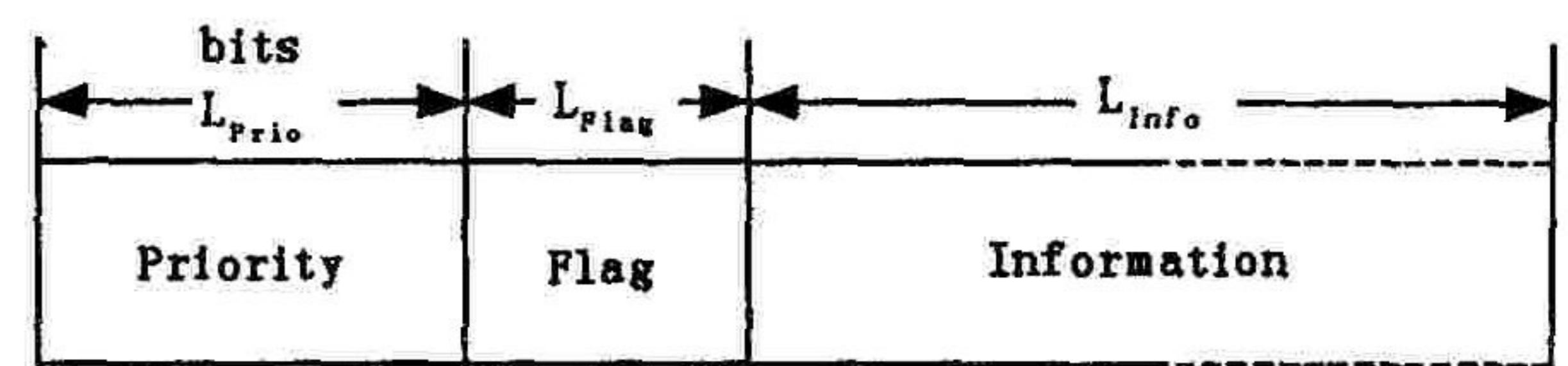


图 1 FSP 信元结构

其中优先级 Priority 标识该信元所携带分组的业务类型，标志 Flag 字段仅用于指示是否为一个数据包尾

的字段，信息 Information 字段为承载的话音/数据分组数据。由于 FSP 信元头（优先级 + 标志）中包含与业务类型和上层数据包重组有关的信息，因此必须对帧头进行检纠错。FSP 支持的实时话音业务对差错并不敏感，而数据业务有上层协议检纠错功能，所以，FSP 不提供信息字段差错控制功能。另外还需要注意的是 FSP 信元首部（优先级 + 标志）应尽可能短，以减小传输的通信税。信息字段长度的选择最基本的要求是大于或等于一个话音包长。除了话音和数据信元外，还应设计特殊的空信元用于没有话音和数据时填充帧。

对于信道中传输的帧，包含若干个 FSP 信元，为了实现中心站和当前被分配话音信道的小站同步，需要加入同步帧头。另外还要考虑的是帧的长度问题。假设上行链路帧长度为 L_{UL} 、下行链路帧长度为 L_{DL} 、话音包长度为 L_{voice} 、信元长度为 L_{cell} 、上行卫星信道速率为 C_{UL} 、下行卫星信道速率为 C_{DL} 、话音的传输速率为 C_{voice} 、 N 为网内同时接入小站数、 M 为每小站支持用户数，则有 $L_{UL} = (M + 1) L_{cell}$ ， $L_{DL} = (NM + 1) L_{cell}$ 和 $\frac{L_{UL}}{C_{UL}} = \frac{L_{DL}}{C_{DL}} = \frac{L_{voice}}{C_{voice}} = \tau_{voice}$ 。如果话音压缩编码后的 $L_{voice} = 54$ bits， $C_{voice} = 2.4$ kbps；VSAT 卫星网 $C_{UL} = 19.2$ kbps， $N = 64$ ；则 $L_{UL} = 432$ bits， $(L_{cell})_{min} = 72$ bits， $M_{max} = 5$ ， $(L_{DL})_{min} = 2312$ bits， $(C_{DL})_{min} = 1.0272$ Mbps。

2 综合业务卫星通信网络仿真模型的构建

我们选用 OPNET 作为仿真工具，选取实时话音业务和一类数据业务，考察 FSP 技术的性能。图 2 是以 FSP 技术为平台的 VSAT 卫星通信网络仿真模型。其中 Ku1、Ku2 代表连接到 Ku 网关的小站；C1、C2 代表连接到 C 网关的小站；Server 代表位于中心站的业务服务器；Switch、KuGW、CGW 共同组成位于中心站的交换单元，实现对综合业务的交换。图 3 是基于 FSP 的 VSAT

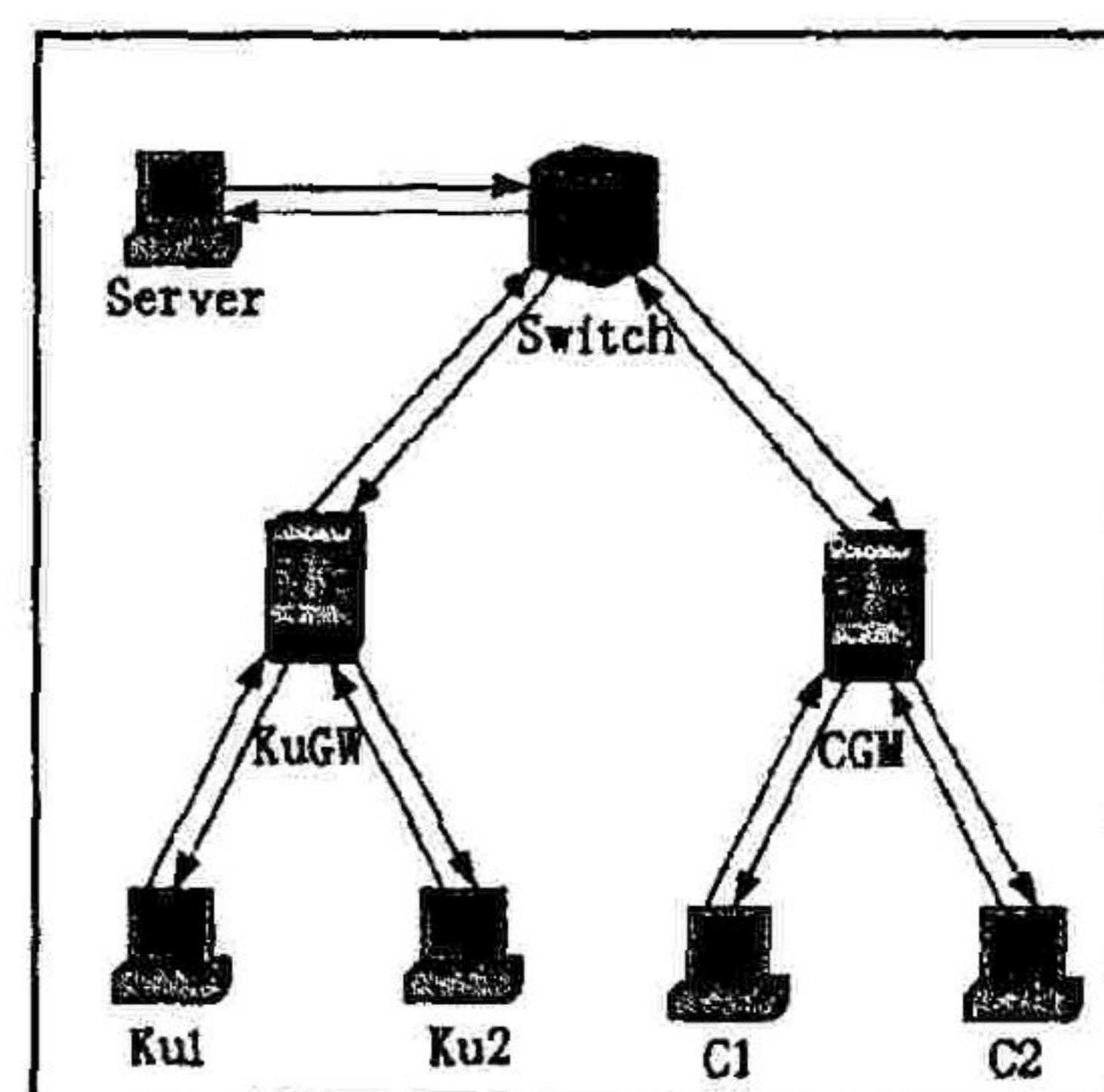


图 2 基于 FSP 的 VSAT 网络仿真模型

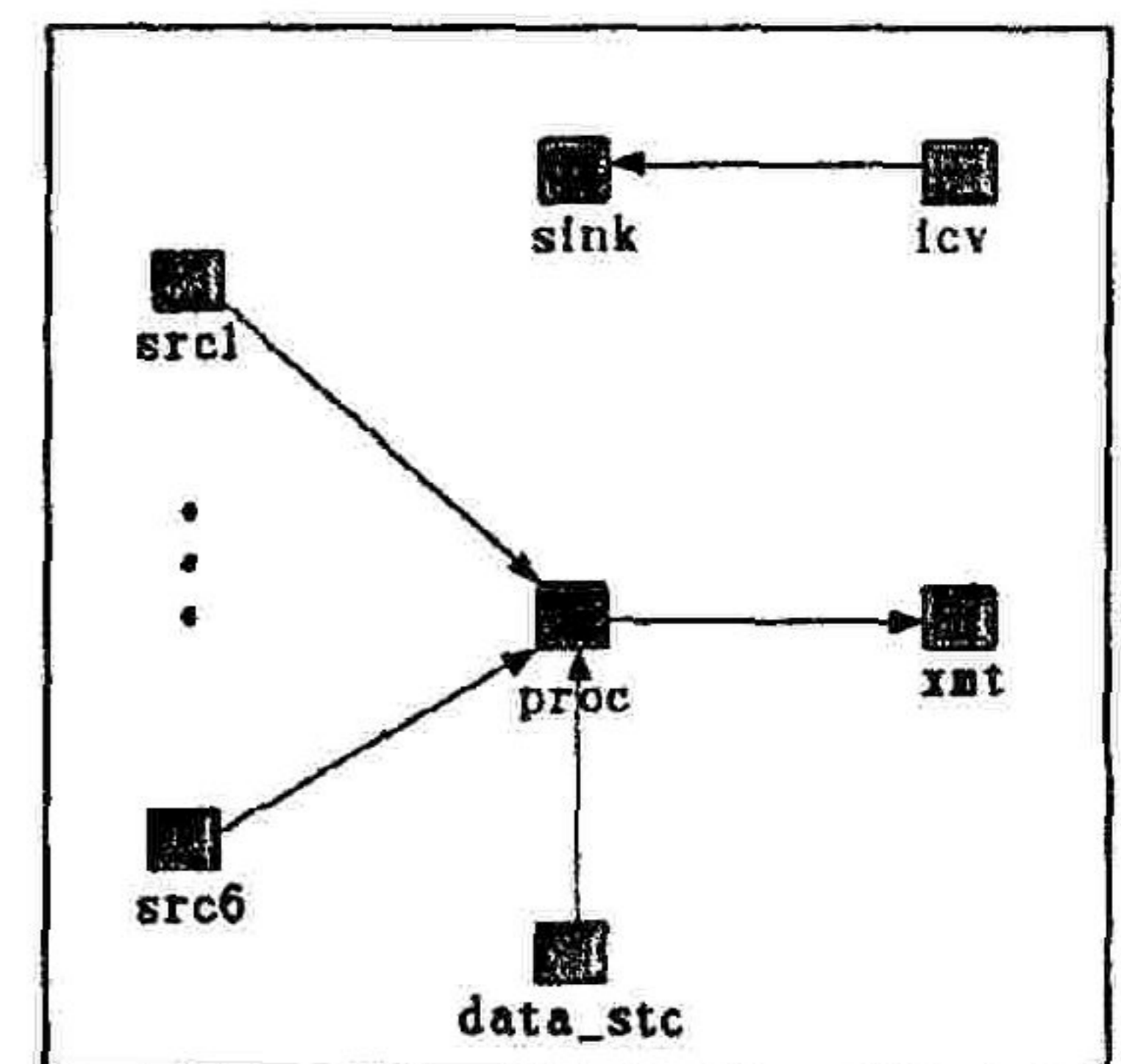


图 3 基于 FSP 的 VSAT 小站模型

小站模型。该模型包括收发两部分，其中发送部分包括若干个语音产生模块 (src)、一个数据产生模块

(data_src)、一个综合业务处理模块(proc)和一个发送模块(xmt);接收部分包括一个接收模块(rcv)和一个接收业务处理模块(sink)。发送模块只负责以指定的速率将一定格式的帧发送,接收模块只负责以指定的速率接收一定格式的帧。

3 FSP 和其它典型技术对卫星综合业务支持的仿真结果

FSP 与其它典型技术(主要为IP和ATM)对卫星综合业务支持进行仿真对比分为数据量固定、语音业务增加和语音业务固定、数据量增加两种情况进行,下面我们仅给出其中一种较典型的结果提供给读者参考(见图4、图5)。此种情况下,数据占总上行信道资源的10%,5.3 kbps 语音为4路(其一次通话时长和两次通话间隔均服从均值为120的均匀分布)。

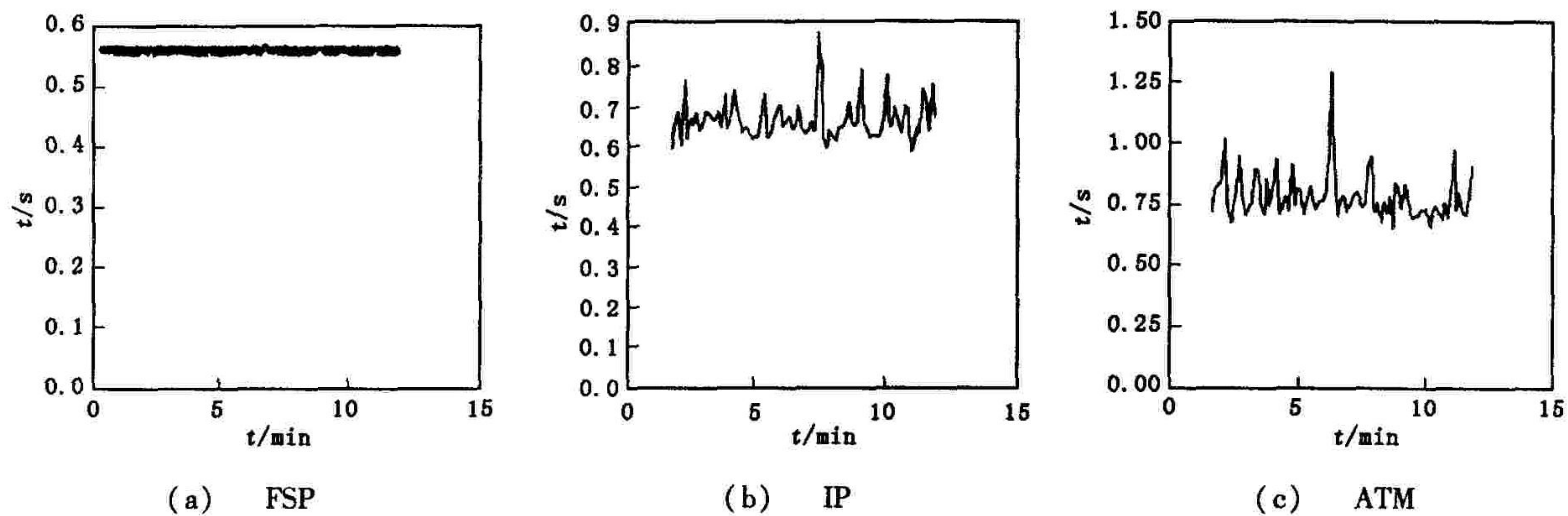


图4 语音时延性能对比(4路语音时)

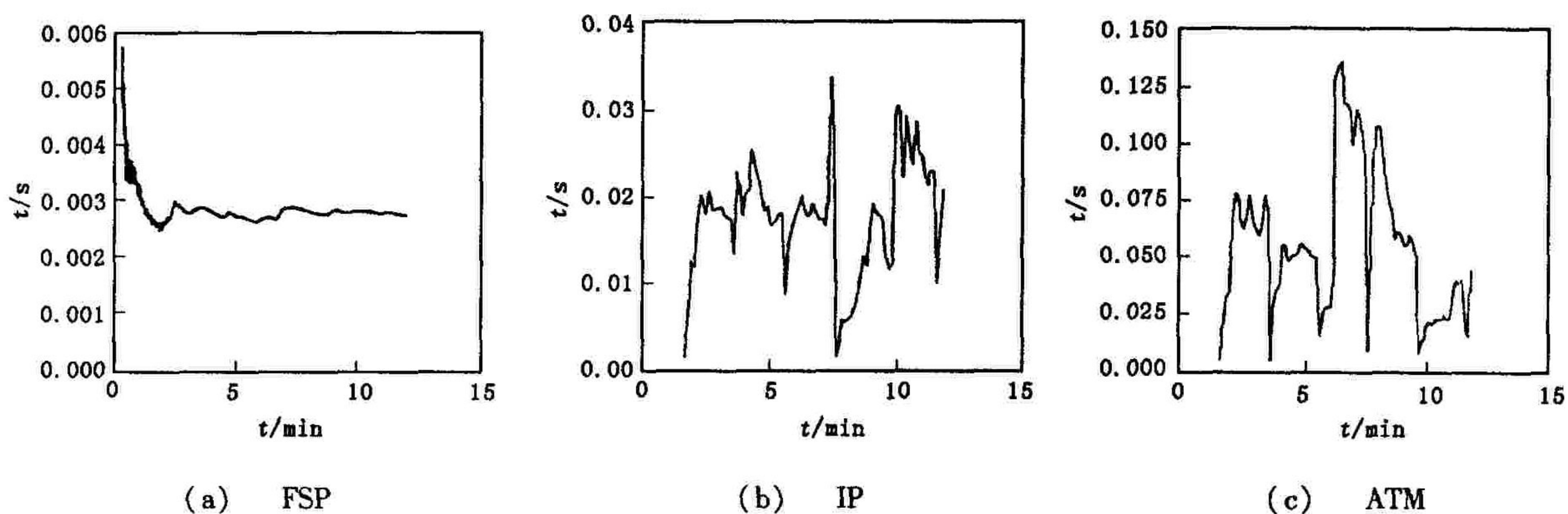


图5 语音时延抖动性能对比(4路语音时)

从仿真结果可以明显看出:与IP和ATM相比较,FSP对于实时语音的语音时延更小,对语音时延抖动的控制更强。通过仿真对比分析其它各种情况,得出的最终结论是:

1) 对于实时语音业务:①语音时延:FSP最优,ATM次之,IP最差;ATM的传输时延、平滑时延抖动所引入的时延导致了其传输的语音时延大于FSP;IP传输时延、交换时延都大于FSP。②语音时延抖动:ATM在实时语音业务量峰值小于信道资源时最优,但在语音业务量峰值大于信道资源时,其时延特性显著下降,同时对时延抖动的控制也减弱;IP对语音业务时延抖动的支持不好,传输4路语音时,很多时候超过了上限20ms;FSP对语音时延抖动的支持较强。③信道利用率:FSP最高,能支持多达7路语音而保持较好的特性;ATM只能支持两路高质量语音或4路一般质量的语音;IP只能支持4路语音。

2) 对于数据业务:ATM所能支持的数据吞吐量最低,IP的通信税(4%)虽然低于FSP(15.6%),但是只要有一路语音存在,FSP所能支持的数据吞吐量(75.9%)就大于IP(62.5%)。

4 结论

本文从卫星网和综合业务的基本特性出发,通过对QoS支持需求的分析,提出了一种面向综合业务

QoS 的卫星网链路协议, 即定长短帧协议 (FSP)。本文设计了 FSP 信元的结构, 分析了 FSP 话音和数据交换体系协议栈, 并通过计算机仿真与现有 ATM、IP 进行了性能对比。理论分析和仿真结果都表明, 在 VSAT 卫星网中, FSP 对实时话音业务和数据业务的支持是比较好的。

参考文献:

- [1] 陈锡生. ATM 交换技术 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.
- [2] 王文博, 张金文. OPNET Modeler 与网络仿真 [M]. 北京: 人民邮电出版社, 2000.
- [3] 姚燕玲. 卫星通信网中分组话音业务研究 [D]. 北京: 北京大学, 2004.
- [4] 陈 晨. 卫星通信网综合数据业务一体化问题的研究 [D]. 北京: 北京大学, 2004.
- [5] 范 勇. TCP 协议在 VSAT 通信中的应用和性能分析 [D]. 北京: 北京大学, 2002.

(编辑: 门向生)

A Data Link Layer Protocol Stack, FSP- Providing strong QoS Support
to Integrated Services in Satellite Communication Network

YANG Feng¹, SONG Ai - rain¹, JIN Ye², LI Gang²

(1. The Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710077, China; 2. Department of Electronics, School of Information Science Technology, Peking University, Beijing 100871, China)

Abstract: This paper proposes a data link layer protocol stack, FSP on the analysis of various kinds of classical techniques that support the integrated services in VSAT satellite communication network. The design and key technique of FSP are presented, which are simulated to compare FSP and other well - accepted technologies by OPNET, and the result shows that FSP is capable of performing better than the others.

Key words: satellite communication network; QoS; FSP; data link layer protocol

(上接第 36 页)

The Threshold Analysis of Kay of Method and Improvement

YANG Bao - qiang¹, LIU Cang - yi², ZHU Lin - hu²

(1. The Training Department of Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710051, China; 2. The Science Institute, Air Force Engineering University, Xi'an, Shaanxi 710051)

Abstract: This paper discusses SNR threshold behavior, the reasons for it's formation, and proposes some methods of reducing the SNR threshold. The advantage of these methods is that the increase in the amount of calculation is not great with the degradation of SNR threshold. The computer simulation results are included to demonstrate the performance of these methods.

Key words: Kay's method; phase -difference; SNR threshold