



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95120526.9

[43] 授权公告日 2003 年 6 月 18 日

[11] 授权公告号 CN 1111999C

[22] 申请日 1995.12.6 [21] 申请号 95120526.9

[30] 优先权

[32] 1994.12.19 [33] US [31] 358741

[71] 专利权人 阿尔卡塔尔有限公司

地址 荷兰里斯威克

[72] 发明人 汉森·H·雷蒙德

莱斯帕诺·阿尔伯特

马斯雷尼·Y·托尼

米尔本·J·巴顿

怀特·B·R·乔纳森

戴伯·C·斯里尼瓦斯

审查员 焦景梅

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

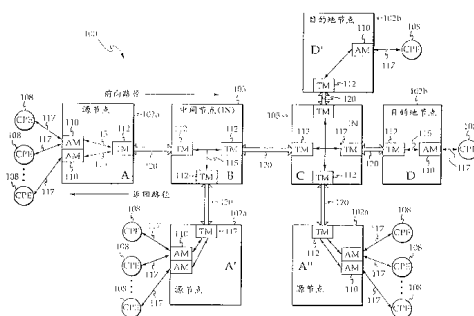
代理人 陆立英

权利要求书 7 页 说明书 20 页 附图 5 页

[54] 发明名称 对于以分组为基础的网络的业务量
管理和拥挤控制

[57] 摘要

一种以分组为基础的通信网(100)，在源节点(102a)与目的地节点(102b)之间建立虚拟连接，其间可包含中间节点。分组流沿着虚拟连接的前进方向行进中，由每个节点测量信道利用率，并将此信息插入返回方向内的分组流中。信道利用率指明虚拟连接的前向路径中任一资源(带宽、功率等)的最高利用率。如果信息指明虚拟连接的资源未充分利用，则使分组的呈现速率增大。如果信息指明虚拟连接过分利用，则使源节点上传输出分组的呈现速率减小。



1. 一种用以在一个以分组为基础的通信网(100)的虚拟连接上执行业务量管理和拥挤控制的系统, 具有:

用户室内业务设备(108), 用以在所述的虚拟连接上提供出分组, 以便于传输, 并用以在所述的虚拟连接上接收已被传送来的分组,

一个源节点(102a), 用以从相应的源节点用户室内业务设备(108)接收分组, 并用以通过所述的分组为基础的通信网在虚拟连接上以一种可变的呈现信息速率传输所述的分组, 其特征在于:

一个目的地节点(102b), 用以在虚拟连接上从所述的源节点(102a)到所述目的地节点(102b)在前进方向上接受已传输的所述分组, 和用以向相对应的与其相连接着的目的地节点用户室内业务设备(108)提供在前进方向上所传输的所述分组, 以及用以在返回方向上在所述的虚拟连接上从所述的目的地节点(102b)向所述的源节点(102a)传送返回的分组; 和

测量信道利用率的装置, 在所述的前进方向上传输分组期间, 所述的测量信道利用率的装置与网络资源的利用率程度直接相关, 并用以在所述的返回方向上行进的返回分组中插入所述信道利用率的值;

其中, 所述的源节点(102a)包括用以响应在所述的返回分组中所包含的所述信道利用率来控制所述的呈现信息速率的装置。

2. 根据权利要求 1 所述的系统, 其特征在于, 所述的源节点(102a)和所述的目的地节点(102b)包括:

至少一个存取模块(110), 用以与连接在用户室内业务设备的存取线(117)相互连接, 所述的存取线(117)在所述的存取模块(110)与所述的用户室内业务设备(108)之间提供出一条供分组使用的传输通路;

至少一个发送模块(112), 用以与一个网络中继线(120)相互连接; 和一个互连网(115), 用以使所述的存取模块(110)与所述发送模块(112)相互连接。

3. 根据权利要求 2 所述的系统, 其特征在于, 所述的信道利用率在所述的虚拟连接中的每个发送模块(112)处进行测量, 其中在发送模块(112)

处所测量的所述信道利用率只在其幅值大于先前插入在一个返回分组中的信道利用率的幅值时，它才插入到那个返回分组中。

4. 根据权利要求 1 至 3 中的任一项所述的系统，其特征在于，还具有：

至少一个中间节点，在所述的虚拟连接内在所述的源节点(102a)与所述的目的地节点(102b)之间，所述的中间节点含有：

至少两个发送模块(112)，其中每一个用来与一个网络中继线(120)相互连接；和

一个互连网(115)，用以互连所述的发送模块(112)。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的系统，其特征在于，所述存取模块(110)含有：

至少一个排队器(205)，用以对从用户室内业务设备所接收的分组进行排队，以便在所述的虚拟连接上用于传输，和用以对从所述的虚拟连接上接收到的分组进行排队，以便提供给用户室内业务设备(108)，其中至少一个排队器提供给与所述的存取模块(110)相互连的每个用户室内业务设备(108)；

至少一个服务器(210)，它响应包含在所述的返回分组中的所述信道利用率，用于以所述的呈现信息速率将来自所述排队器(205)的分组在所述的虚拟连接上进行传输，和用以将所述的返回分组提供给所述的排队器(205)，对每个排队器(205)提供至少一个服务器(210)。

6. 根据权利要求 2 或 3 所述的系统，其特征在于，所述发送模块(112)含有：

一个互连网排队器(305)，用以将从所述的互连网(115)所接收的分组进行排队；

一个中继线排队器，用以将从所述的中继线(120)所接收的分组进行排队；

一个互连网服务器(310)，用以将分组从所述的互连网排队器(305)传输到所述的中继线(120)；和

一个中继线服务器，用以将分组从所述中继线排队器来的传输到所述

的互连网(115)。

7. 根据权利要求6的系统,其特征在于,所述的互连网服务器(310)测量服务器利用率和中继线利用率,以其值较大者作为信道利用率,其中,所述服务器利用率是提供给所述的互连网排队器(305)或所述的中继线排队器的分组总数对所述的互连网服务器(310)或所述的中继线服务器的最大交换容量的比值,其中,所述中继线利用率是由所述的互连网服务器(310)提供给中继线的分组总数对该中继线的最大带宽容量的比值。

8. 根据权利要求1至3之中任一项所述的系统,其特征在于,在每一个往返延时期间呈现信息速率至少更新一次,其中,所述往返延时是指一个分组在所述的虚拟连接上从所述的源节点(102a)所传输到达所述的目的地节点(102b)并从那里返回到所述的源节点(102a)所花费的时间。

9. 根据权利要求1至3之中任一项所述的系统,其特征在于,所述信道利用率在一个拥挤监测周期内进行测量,其中,所述的拥挤监测周期要充分长,足以能精确地统计测量所述信道利用率,并且又充分地短,足以在每个往返延时时间内能测量几次所述信道利用率。

10. 根据权利要求1—3之中任一项所述的系统,其特征在于:

呈现信息速率总是大于或等于提交的信息速率;

呈现信息速率总是小于或等于过量的信息速率; 和

呈现信息速率初始设定为等于一个初始呈现速率,其中,所述提交的信息速率、所述过量的信息速率与所述初始呈现速率之间的关系式由下式确定:

提交的信息速率 \leq 初始呈现速率 \leq 过量的信息速率

11. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于,在每个往返延时之后,根据当前的呈现信息速率、所述信道利用率、所述提交的信息速率和所述过量的信息速率,由下式确定出一个新的呈现信息速率:

$$SIR_{i+1} = \text{MIN} \left[\text{MAX} \left[\frac{SIR_i}{CUF} (\alpha - FF_i), CIR \right], EIR_i (SIR_i \times \beta) \right]$$

式中, SIR_{i+1} 是新的呈现信息速率, SIR_i 是当前的呈现信息速率, CIR 是

提交的信息速率, EIR 是过量的信息速率, FF_i 是完好系数、 α 和 β 是常数, 选择得使通信网的性能最佳化, $\alpha = 0.95 \sim 1.0$, $\beta = 4.0 \sim 6.0$, $\gamma = 0.0 \sim 0.1$ 。

12. 根据权利要求 11 所述的系统, 其特征在于, 所述完好系数由下式确定:

$$FF_i = \left[\frac{SIR_i - CIR}{EIR - CIR} \right]^{\gamma}$$

式中, γ 是常数, 选择得使通信网性能最佳化, $\gamma = 0.0 \sim 0.1$ 。

13. 根据权利要求 1 至 3 之中任一项所述的系统, 其特征在于, 还具有: 带宽容许装置, 用以按照指配的业务预约参数使分组进入所述的虚拟连接, 其中所述的业务预约参数包括:

提交的信用, 它与所述的通信网上分配给所述虚拟连接的最小保证带宽相对应;

按统计地提交的信用, 它与所述的通信网上按统计地分配给所述虚拟连接的带宽相对应;

过量的信用, 它与所述的通信网的大于按统计地分配的和最小的保证带宽的可应用带宽相对应。

14. 根据权利要求 13 所述的系统, 其特征在于, 所述的指配的业务预约参数是在每一测量时段的基础上分配给所述的虚拟连接的, 其中, 在每个测量时段的结束时, 分配给虚拟连接的所述的提交的信用、按统计地提交的信用和过量的信用的数目进行更新; 其中, 在一个测量时段期间:

首先, 所述的源节点(102a)向所述的虚拟连接提供许多分组, 分组数目对应于提交的信用的数目, 并将这样的分组标志为提交的分组;

其次, 所述的源节点(102a)向所述的虚拟连接提供许多分组, 分组数目对应于按统计地提交的信用的数目, 并将这样的分组标志为按统计地提交的分组;

随后, 所述源节点(102a)向所述的虚拟连接提供许多分组, 分组数目对应于过量的信用的数目, 并对这样分组标志为过量的分组;

最后, 所述源节点(102a)舍弃掉任何剩余的分组。

15. 根据权利要求 13 所述的系统, 其特征在于, 在所述的虚拟连接上传输期间, 按照一个预定的协议, 在一定的网络拥挤情况下有选择性地舍弃一些分组, 其中, 首先舍弃过量的分组, 其次舍弃按统计地提交的分组, 最后舍弃提交的分组。

16. 根据权利要求 13 所述的系统, 其特征在于, 对通信网(100)规定出多个业务等级, 其中, 所述的常数 α 、 β 和 γ 的量值以及指配的提交的信用、按统计地提交的信用和过量的信用的总量都是根据所述的业务等级来选择的。

17. 根据权利要求 2 或 3 所述的系统, 其特征在于, 还包括一种用以响应极端的网络拥挤而提供出一个专门的信道利用率的装置, 所述源节点存取模块(110)响应所述的专门的信道利用率将呈现信息速率减低到提交的信息速率。

18. 一种用以在分组为基础的通信网的虚拟连接上对于从源节点(102a)到目的地节点(102b)在前进方向上行进的分组进行业务量管理和拥挤控制的方法, 包括以下步骤:

在虚拟连接上从所述的源节点(102a)到所述的目的地节点(102b)以一种可变的呈现信息速率传输分组;

其特征在于, 以下步骤:

在所述的前进方向上在传输分组期间, 测量出信道利用率, 它与网络资源的利用程度直接相关;

在所述的虚拟连接上从所述的目的地节点(102b)到所述的源节点(102a)的返回方向上行进的返回分组中, 插入所述信道利用率; 和

响应所述的返回分组中所包含的所述的信道利用率, 调整所述的呈现信息速率。

19. 根据权利要求 18 所述的方法, 其特征在于:

呈现信息速率总是大于或等于提交的信息速率;

呈现信息速率总是小于或等于过量的信息速率; 和

将呈现信息速率初始设定为等于初始的呈现速率, 其中, 所述的提交

的信息速率、所述的过量的信息速率和所述的初始的呈现速率之间的关系由下式确定：

提交的信息速率 \leq 初始的呈现速率 \leq 过量的信息速率

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

测量往返延时时间，它是一个分组在所述的虚拟连接上从所述的源节点(102a)行进到所述的目的地节点(102b)并返回所花费的时间；

在每个往返延时之后，根据当前的呈现信息速率、所述的信道利用率、所述的提交的信息速率和所述的过量的信息速率，由下式确定出一个新的呈现信息速率：

$$SIR_{i+1} = \text{MIN} \left[\text{MAX} \left[\frac{SIR_i}{CUF} (\alpha - FF_i), CIR \right], EIR, (SIR_i \times \beta) \right]$$

式中， SIR_{i+1} 是新的呈现信息速率， SIR_i 是当前的呈现信息速率， FF_i 是完好系数， α 和 β 是常数，选择得使通信网的性能最佳化， $\alpha = 0.95 \sim 1.0$ ， $\beta = 4.0 \sim 6.0$ ， $\gamma = 0.0 \sim 0.1$ 。

21. 根据权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述完好系数由下式确定：

$$FF_i = \left[\frac{SIR_i - CIR}{EIR - CIR} \right] \times \gamma$$

式中， γ 是常数，选择得使通信网性能最佳化， $\gamma = 0.0 \sim 0.1$ 。

22. 根据权利要求 18 至 20 其中任一项所述的方法，其特征在于，还包括：按照指配的业务预约参数使分组进入所述的虚拟连接的步骤，业务预约参数包括：

提交的信用，它与在所述的通信网上分配给所述的虚拟连接的最小保证带宽相对应；

按统计地提交的信用，它与在所述的通信网上按统计地分配给所述的虚拟连接的带宽相对应；

过量的信用，它与所述的通信网内大于按统计地分配的和最小保证带

宽的任何可应用带宽相对应。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

在每一个测量时段基础上将所述的指配的业务预约参数分配给所述的虚拟连接；

在每一个测量时段结束时，对分配给所述虚拟连接的提交的信用、按统计地提交的信用和过量的信用的数目进行更新；和

在一个测量时段期间执行以下工作：

首先，所述的源节点(102a)向所述的虚拟连接提供许多分组，分组数目对应于提交的信用的数目，并对分组标志为提交的分组；

其次，所述的源节点(102a)向所述的虚拟连接提供许多分组，分组数目对应于按统计地提交的信用的数目，并对这样的分组标志为按统计地提交的分组；

随后，所述的源节点(102a)向所述的虚拟连接提供许多分组，分组数目对应于过量的信用的数目，并对这样的分组标志为过量的分组；

最后，所述的源节点(102a)舍弃掉任何剩余的分组。

24. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤：

按照一个预定的协议，在一定的网络拥挤情况下有选择性地从虚拟连接中舍弃一些分组，其中，首先舍弃过量的分组，其次舍弃按统计地提交的分组，最后舍弃提交的分组。

25. 根据权利要求 18 至 21 之中任一项所述的方法，其特征在于，还包括以下步骤，响应极端的网络拥挤，提供出一个专门的信道利用率，所述的源节点存取模块(110)响应所述专门的信道利用率，将所述的呈现信息速率减少到提交的信息速率。

对于以分组为基础的网络的
业务量管理和拥挤控制

本发明涉及以分组为基础的网络 (*packet-based network*) (以下简称为“*PBN*”),具体涉及对于以 *PBN* 的业务量管理和拥挤控制。

一个以分组为基础的通信网络在该通信网络的各节点之间提供分组传输。一个“分组”含有任一固定或可变长度的比特群。*PBN* 的实例包括:帧延时网络,其中,一个分组对应于一个帧延时帧;一个网孔转接网络,例如是一个异步传输方式(*ATM*)网络,其中,一个分组对应于一个 *ATM* 网孔;等等。一个节点可以定义为两个或多个信道或线路的一个终端点,并且它通常包括有控制设备。

在一个以分组为基础的通信网络内,在一个源节点与一个目的地节点之间建立一个虚拟连接(*VC*),该虚拟连接通常通过一个或多个中间节点。对于在其中传输的分组来说,虚拟连接是源节点与目的地节点之间的一个逻辑连接(信道)。虚拟连接的每个节点起分组交换机的作用,用以接收和向它的目的地节点转发一个分组。在通信网络内的每个节点可以是各种虚拟连接的一部分。诸如源节点和目的地节点之类的终端节点具有必需的接口卡,用以接收预格式化的分组,和/或适当地使一个标准用户数据流中包含的数据

格式化成为分组信息,和/或将各分组信息重新组合成为标准用户数据流。

以分组为基础的通信网络能够将诸如局域网(LAN)数据、话音数据和图像/视频数据之类的各种各样数据综合成为分组,以便在高速数字中继线上传输。每个源节点和目的地节点互连到各个用户业务用设备(CPE)(诸如局域网、传真/调制解调器设备、话音设备、图像/视频设备及其它数据和/或分组设备)上,以便通过通信网将相应的分组传输到目的地节点。

在这样的 PBN 中,重要的是要对行经一个虚拟连接的分组业务量管理和拥挤控制提供出合适的协议。业已开发出各种方法,用来控制一个虚拟连接上分组传输的速率,又控制分组管理和拥挤控制方面对分组的有选择性的舍弃。

实现分组管理和拥挤控制的一种方法是以信用(credit)为基础的解决方案。该方案是在相邻节点之间起作用的一个协议,标识出发射机和接收机,其中,除非发射机知道接收机能无损失地接收该信息,否则不从该发射机上发送出该分组信息。接收机向发射机发送出控制信息,指明能接收新的分组。该方案不依赖于“端到端”信号来响应拥挤。在这样的方案中,利用了发射机的闭环控制,使得从发射机到接收机尽快地发送出数据,没有数据损失。

另一种拥挤管理方法是一种反馈解决方案,其中,测量虚拟连接的拥挤状态作为在从源节点到目的地节点的前进方向上的分组流,将拥挤状态的测量值从目的地节点返送回源节点,以调整该网络上分组的呈现(submission)。

本发明的目的包括对以分组为基础的通信网的业务量管理和

拥挤控制的改进。

本发明的另一种目的是一种以分组为基础的通信网,其中,虚拟连接的数据率是以“端到端”为基础进行控制的。

本发明的再一种目的是一种以分组为基础的通信网的业务量管理,其中,网络资源的利用率达到最大,而网络资源的过分利用受到限制。

本发明又一种目的是提供出一种以分组为基础的通信网,它具有一个初始的分组呈现速率,它被选择用于限制由突发式业务量所导致的延时,同时又使网络的会聚点上拥挤最小。

本发明的还有一种目的是提供出一种以分组为基础的通信网,它在有效的虚拟连接中具有快速、合理的资源分配。

本发明又有一种目的是向一个源适时地提供网络利用信息,以便由该源调整分组呈现速率,最适时的利用可与虚拟连接上一个关键的或入口节点有关的信息。

按照本发明,在一个以分组为基础的通信网中,在一个源节点与目的地节点之间建立起一个虚拟连接,它可以通过一个或多个中间节点;在分组信息从源节点到目的地节点沿虚拟连接按前进方向流动期间,由每个节点测量关键资源的利用率,这一利用率信息级联(*piggy-back*)在从目的地节点到源节点在后退(返回)方向上流动的分组上。

按照本发明,向源节点提供的利用率信息指明了虚拟连接的前向路径中任一个资源的最大利用率。

按照本发明,当返回方向上不存在分组流时,在目的地节点上产生一个专门的空白分组,以传输给源,在该空白分组上可以由中

间节点级联利用率信息。

按照本发明,如果网络利用率信息指明,一个虚拟连接的资源未充分利用,则使该虚拟连接上分组的呈现速率增加。然而,如果网络利用率信息指明,该虚拟连接的资源过分利用了,则在源节点处使网络上分组的呈现速率减小。

按照本发明,对于虚拟连接上,在分组呈现速率的两次相继的速率调整之间的时段被选择得在发生第二次调整之前,第一次调整已能在整个网络中起作用。

按照本发明,当一个虚拟连接变为起作用时,例如,一个源节点开始在虚拟连接上传输分组信息时,其它起作用的虚拟连接便减少它们对过量的网络资源的应用而支持新起作用的虚拟连接,由此,可以在起作用的诸虚拟连接之间快速、合理地分配资源。此外,当网络利用率信息指明,在网络上呈现出分组速率的减少为必要时,比之较少使用过量网络资源的虚拟连接来说,较多使用过量网络资源的虚拟连接将承受较高的分组呈现速率减小。

按照本发明,依据指配的业务类别对虚拟连接的容许带宽进行控制,以决定一些分组是否容许进入网络,并对容许进入网络的分组标识以指配的优先权,用以决定在某些拥挤情况下哪些分组予以放弃。

按照本发明,对于与每种业务类别相关联的信用,使得在每一测量期间 T 内指配给那个虚拟连接以不同的信用,以在该测量期间容许分组进入网络。对每个分组指配以一个信用,并在网络处于极度拥挤状态期间根据与指配的信用所对应的优先权来舍弃分组。

按照本发明,可以指定多种业务等级,它们规定出了一个给定

的虚拟连接的带宽容许、中继线排队、业务训练 *CUF* 测量和 *SIR* 控制。

参考以下附图阅读下文的描述将对本发明的上述目的、特性和优点更加明了。

图 1 示出以分组为基础的通信网的方框图；

图 2 示出图 1 的通信网中源节点或目的地节点内含的一个存取模块(*AM*)的方框图；

图 3 示出图 1 的通信网中一个节点内含的一个发送模块(*TM*)的方框图；

图 4 示出具有头标部分和数据部分的一个分组的示意图；

图 5 示出通信网中一个分组经一个网络的往返延时(*RTD*)测量曲线图；

图 6 示出速率控制与信道利用率(*CUF*)之间的关系的一个曲线图。

为了简明地说明本发明起见，在下文的说明中采用了缩写符号。下表给出缩写符号供读者参考。

缩写符号	全称名词
ATM	异步传输方式
CIR	提交(commited)信息速率
CMP	拥挤监测周期
CPE	用户室内业务(premises)设备
CPU	中央处理单元
CUF	信道利用率
EIR	过量信息速率
FF	完好(fairness)系的
ISR	初始呈现速率
PAD	分组组装器/拆散器
RTD	往返延时
SIR	呈现信息速率
VC	虚拟连接

参看图 1, 一个以分组为基础的通信网 100 含有多个节点, 其中包括终端节点或交换节点 102 和中间节点 105。本技术领域内众所周知, 在一个以分组为基础的通信网中, 分组在虚拟连接上从源节点 102a 发送到目的地节点 102b, 通常要通过一个或多个中间节点 105。源节点 102a 和目的地节点 102b 都是交换节点 102, 它们与 CPE108 接口。CPE108 可以包括一个局域网、话音设备、图像和视频设备, 或者其它的数据和分组传输设备, 它们给出分组形式的数据, 通过以分组为基础的通信网传输到目的地节点。

CPE108 通过存取模块 110 连接到交换节点 102 上。存取模块 110 与 CPE108 相接口, 实现下列功能: 分组分段和重新组装、带宽容许和强制、速率控制、拥挤恢复, 拥挤情况下的产生告警, 以及产生计费记录和统计记录。交换节点 102 还包括发送模块 112, 它实现下列功能: 路由确定, 发信令, 拥挤管理, 以及测量和报告资源利用率。

一个互连网 115 互连节点中的所有模块。所有的节点部件都能处理全双工通信。例如, 一个存取模块能同时交换从存取线 117 到连接网 115 的分组及反向传输的分组。

中间节点 105 中包括有由互连网 115 互连在一起的多个发送模块 112。中间节点 105 中的每一发送模块 112 与一个网络干线或中继线 120 接口, 并实现该中间节点 102 内发送模块 112 标识的所有功能。中间节点 105 内的发送模块 112 通过其中的连接网 115 向网络中继线 120 提供连接。

每个虚拟连接通过中间节点 105 在网络源节点 102a 之一与

一个相应的网络目的地节点 102b 之间建立和一条通信链路。图 1 上的虚拟连接例子中,源节点 A 通过中间节点 B 和 C 与目的地节点 D 连接。图 1 的另一个虚拟连接是源节点 A' 通过中间节点 B 和 C 与目的地节点 D' 连接。虽然图 1 示明的全部虚拟连接都利用到中间节点 105,但本领域的技术人员知道,按照本发明,在源节点 102a 与目的地节点 102b 之间也可以直接建立一个虚拟连接。

如上所述,通信网 100 内的所有节点部件都能处理全双工通信,所以,一个交换节点在某一个虚拟连接中可以是一个源节点,而在另一个虚拟连接中可以是一个目的地节点。例如图 1 中,通过中间节点 C 和 B 可以在源节点 A'' 与目的地节点 A' 之间建立起一个虚拟连接。

在通过一个虚拟连接进行通信期间,由用户业务用设备 108 产生的数据通过存取线 117 提供给源节点 102a 内的一个存取模块 110。该数据可以由 CPE108 格式化合适的分组格式,或者,存取模块 110 内可以包含一个周知的分组组装器/拆散器(PAD),使 CPE108 提供的数据合适地格式化,以供给通信网 100。图 2 是一个高层的方框图,它示明源节点 102a 中一个存取模块 110 的某些基本特性。参看图 2,CPE108 经存取线 117 向存取模块 110 提供数据。对于连接到存取块 110 上的每一个 CPE108,至少各建立一个专用的虚拟连接。每一个虚拟连接中包括:一个排队器 205,在其中初始地存储由用户业务用设备 108 提供的分组信息;一个服务器 210,用以控制从排队器 205 提供给发送模块 112 的分组信息。如上所述,如果由 CPE 给出的信息或数据并不呈现为提供给通信网的合适分组格式,则可以配置一个分组组装器/拆散器 215,以使

CPE108 给出的数据格式化成合适的分组格式。各个排队器和服务器与每个虚拟连接和关联可以由一个中央处理单元(CPU)来实施,本领域内技术人员众所周知,中央处理单元内包含有合适的处理装置和存储装置,用以完成上面所述的和后面关于存取模块110 方面的功能。

现在,参看图1和图3,在源节点102a、中间节点105和目的地节点102b内,与每个虚拟连接关联的分组依靠发送模块112而能够在连接网115上来回传输。每个发送模块112安排成在连接网115与网络中继线120之间实现全双工通信。在发送模块112内的两个传输方向上各有一个排队器305,用以接收来自连接网115或网络中继线120的输入分组,并各有一个服务器310,用以检索来自排队器305的分组,并将它们个别地提供给网络中继线120或连接网115。

按照本发明,当在一个源节点102a与一个目的地节点102b之间(其中可包括一个或多个中间节点)建立起一个虚拟连接时,分组信息初始是沿着虚拟连接的前进方向也即从源节点102a到目的地节点102b的方向流动的。在每个节点内,与该虚拟连接的前进方向关联的服务器310对信道利用率(CUF)进行测量,这是在分组沿着虚拟连接的前进方向传输期间测量关键资源的带宽、处理功率等的利用率。然后,由该虚拟连接的返回方向上所关联的服务器310将此利用率信息级联在虚拟连接返回方向内的分组流中。当不存在返回话务量时,由目的地节点产生一个专门的空白分组,以使得利用率信息可提供给源节点。

后面将较详细地说明,在一个虚拟连接的返回分组业务中包含

的 *CUF* 信息在传输期间更新,以使得当返回话务量到达源节点时,该返回业务中包含的 *CUF* 信息能指明由该虚拟连接内任一个资源所指出的最大程度的利用率。按照本发明,所给出的 *CUF* 信息是提供到最为适时和有效状态中的源节点的。由一个在前进方向中行进的分组经受的资源利用率方面关联的 *CUF* 信息并不与该分组自始至终地一起行进到目的地节点。而是代之以使特定节点所关联的当前的 *CUF* 信息直接级联在去往源节点的返回方向内的分组流上。本领域的技术人员可以明白,在前进方向内行进的分组所遇到的第一个节点(入口节点)一般是在虚拟连接中该分组所遇到的关键的和可能地最限制性的节点(就资源利用率而言)。与前进方向内第一节点相关联的 *CUF* 信息是由虚拟连接上的源节点在传输分组信息期间提供给该源节点的最适时的信息。

如果 *CUF* 指明,虚拟连接上的资源未充分利用,则源节点指令虚拟连接服务器 210 增大其送入网络的分组呈现速率。然而,如果 *CUF* 指明,虚拟连接上的资源过分利用了,则源节点指令虚拟连接服务器 210 减小其送入网络的分组呈现速率。两次相继的速率调整之间的时段选择得在发生第二次调整之前,第一次调整已在整个网络上起作用。这一时段选择得至少等于网络的一个往返延时(*RTD*)。一个网络往返延时是指这样长的时间,即通过该虚拟连接一个分组从源节点传送到目的地节点并从那里返回到源节点的时间。在轻度负载的网络中,一个典型的 *RTD* 值约是 80 到 100 毫秒,在重负载的网络中,一个典型的 *RTD* 值约是 200 到 250 毫秒。这些时间量只是用来举例,它们会依随节点数目和网络连接等而变化。

源节点 102a 中的存取模块 110 对于在每一个虚拟连接基础上提交给网络的分组速率进行控制。如上面所述,每个虚拟连接各有一个排队器 205 和服务器 210,由服务器 210 给出的分组呈现速率是作为网络反馈的一个函数进行更新的。对于一个给定的虚拟连接,由服务器 210 向网络提交的分组的速率称为呈现信息速率 (*SIR*)。除了网络处于极度拥挤情况下之外, *SIR* 尽可能经常地更新,但不快于网络往返延时,这在后面要较详细地叙述。

参看图 2 和图 4,每个分组 400 有一个头标部分 402 和一个数据部分 405。头标部分 402 含有各种所需的网络信息(诸如路由、信令、奇偶校验或误码校验,以及本领域的技术人员周知的各种其它信息)。数据部分 405 含有要从源节点 102a 传送到目的地节点 102b 上的数据(信息)。为了测量沿每一虚拟连接的 *RTD* 值,每个分组的头标部分 402 内含一个传送标志位 (*S*)410 和一个接收标志位 (*R*)411。提交给网络的一群分组可以为突发性形式的分组,或者该群分组可以是一个长的分组流。当源节点存取模块 110 更新 *SIR* 时,便改变传送标志位 410 的值,并将这个传送标志位 410 的新值置入在前进方向内发送着的该群分组里所有分组 400 的头标 402 中。

此外,服务器 210 记录下该群分组中第一个分组在虚拟连接上传输的时间。例如,该时间可记录在服务器 210 内的存储寄存器 220 中。目的地节点存取模块 110 内的服务器 210 对给定的虚拟连接上所有接收到的分组 400 中的传送标志位 410 进行读出,将它置入返回方向内传送所有分组的接收标志位 411 中。源节点存取模块 110 一起等候着,直至对于该给定的虚拟连接它从网络内接

收到的分组信息里的接收标志位 411, 正等于存储寄存器 220 中在存储时所对应的分组里的传送标志位 410。在此时刻, 源节点存取模块 110 便确认, 自从上一个 *SIR* 更新以来, 至少一个往返时间已经过去。从该群分组开始传输起, 也即从存储寄存器 220 中存储的时候起, 到接收到该群分组中的第一个返回分组止, 这期间的时间差便是测得的 *RTD* 值。

最好以实例来阐述往返延时的测量。参看图 4 和图 5, 假定由源节点存取模块 110(图 1)给出的一群分组 400 含有一个等于 1 的传送标志位 410($S=1$)和一个等于 0 的接收标志位 411($R=0$)。于是, 该群分组内的每个分组有一个 *S* 位等于 1 和一个 *R* 位等于 0。当该群分组内的第一个分组 400 到达目的地节点存取模块 110(图 1)时, 每个分组中传送标志位 410 的值由服务器 210(图 2)读出, 将它置入接收标志位 411, 使每个分组的接收标志位被置为等于 1($R=1$)。一旦源节点存取模块 110(图 1)检测得知所接收的各分组的接收标志位 411 等于该模块内存储的传送标志位 410, 便会知道一个往返延时, 并确定出这个往返延时是发送时间与该模块接收到返回分组时间两者间的时间差。

测得的 *RTD* 反映出沿给定的虚拟连接上当前的网络负载(或延时)情况。因此, 在低的网络负载情况下, *SIR* 的更新发生得较为频繁。*SIR* 更新的高频率加速了“端到端”通过量的频率, 可使所有起作用的虚拟连接通过量增加。然而, 在高的网络负载情况下, *SIR* 的更新发生得较不频繁, 因而容许进行速率调整, 以扩展和充分发挥整个网络的作用。对于传输突发性业务量的虚拟连接, 这种调整特性特别有好处。突发性业务量加到虚拟连接上时, 短时地造成

高的网络负载,随后该突发性业务量大致会很快地脱离线路。如后面叙述的,在此种情况下,较不频繁的 *SIR* 更新容许在虚拟连接的 *SIR* 被阻塞之前该网络能通过此虚拟连接立刻传送出那突发性业务量中的一大部分。

参看图 1,一个虚拟连接的源节点存取模块 110 将 *SIR* 作为自该网络上接收到的 *CUF* 的函数来进行调整。*SIR* 总是大于或等于提交信息速率(*CIR*)而小于或等于过量信息速率(*EIR*)。*CIR* 可以根据用户预约来确定。例如,一个用户可以预约 *64kbps* 或是 *64kbps* 倍数的 *CIR*,直到 *512kbps*。*EIR* 值依赖于所使用的存取线的类型,例如,使用 *T1* 存取线的情况下,*EIR* 为 *1.536Mbps*。当用户业务用设备开始通过一个虚拟连接提供出分组需要传输时,或是在虚拟连接不起作用的一个长时间之后,*SIR* 的值便置为等于初始呈现速率(*ISR*)。*CIR*、*ISR* 与 *EIR* 之间的关系如下面所给出:

$$0 \leq CIR \leq ISR \leq EIR$$

ISR 是一个很重要的参数,尤其是对于突发性业务量,*ISR* 就每个虚拟连接受到确定,而它的设定直接影响总的虚拟连接延时性能。如果 *ISR* 设定得较靠近 *CIR*,则由一个虚拟连接在一段不起作用的时间之后提交给网络的初始突发业务量有经受较大延时的趋势。这个延时在 *ISR* 接近 *EIR* 时便大为减小。然而,较大的 *ISR* 设定有可能在网络的会聚点上增大短时间拥挤。这种类型的拥挤可借助于拥挤管理和“端对端”速率控制来减轻。*ISR* 还对速率控制机构的总体完好有重大影响,这在后面将予以讨论。

在一个虚拟连接工作期间,由源节点存取模块 110 检测出往返时间,然后,该模块力图使 *SIR* 与虚拟连接上可应用的网络资源

相匹配。速率匹配的实现是借助于用一个倍乘系数来增大或减小 SIR , 该倍乘系数是先前的 SIR 与当前的 CUF 、 CIR 和 EIR 的函数。如果当前的 CUF 指明, 虚拟连接上的资源未充分利用, 例如, CUF 小于 100%, 则存取模块增大 SIR 。如果 CUF 的当前值指明, 虚拟连接上的资源过分利用, 例如 CUF 大于或等于 100%, 则存取模块减小 SIR 。 SIR 作为 CUF 函数的一般情况示例于图 6 中。

对于一个空闲的虚拟连接, 在一段长的不起作用时间之后, 速率匹配机构由下面的关系式作出控制:

$$SIR = ISR$$

对于一个起作用的虚拟连接, SIR 由下面的关系式给定:

$$SIR_{i+1} = \text{MIN} \left[\text{MAX} \left[\frac{SIR_i}{CUF} (\alpha - FF_i), CIR \right], EIR, (SIR_i \times \beta) \right]$$

式中, FF_i 表示完好系数, α 和 β 是常数, 选择得对于特定的话务量类型使网络性能最佳化。 α 的典型值在 0.95 与 1.0 之间, β 的典型值在 4.0 与 6.0 之间。这些值只是提供出来作为例子, 本领域的技术人员可以明白, 这些值会依随本发明的具体实施例而变化。

SIR 控制受完好系数 (FF) 的支配而对所有虚拟连接完好地分配资源, 以在过渡期间达到快速的 SIR 会聚。 FF 是一个虚拟连接的 SIR 如何地靠近 EIR 的一个量度, 当 $SIR = EIR$ 时, FF 最大, 当 $SIR = CIR$ 时, FF 最小, 如下面所示:

$$FF_i = \left[\frac{SIR_i - CIR}{EIR - CIR} \right] \times \gamma$$

参数 γ 也选择得对于特定的业务量类型使网络性能最佳化, γ 的典型值在 0 至 0.1 范围内。

FF 对 *SIR* 有三个主要作用。第一,当一个虚拟连接变为起作用时,对于新的起作用的虚拟连接来说,*FF* 与 *ISR* 的组合强制其它起作用的诸虚拟连接快速减少它们的过量使用资源而支持新起作用的虚拟连接。这使得在起作用的诸虚拟连接中能快速和完好地分配资源。第二,当必需减少速率时,较多地过量使用资源的虚拟连接比之较少地过量使用资源的虚拟连接要承受多些的速率减少。第二,当网络利用率变化时,对于所有起作用的虚拟连接由 *FF* 导引到快速的 *SIR* 稳定上。

CUF 是业务量管理系统的关键系数,它是网络资源需求对总的可应用资源之比。*CUF* 在一个称为拥挤监测周期(*CMP*)的时间长度内进行测量。*CMP* 要充分长,足以得到 *CUF* 精确的统计测量值,与此同时,它又要充分地短,足以在每个 *RID* 内作几次测量。被监测的网络资源是处理器功率和中继线带宽。由每个节点报告的 *CUF* 值是处理器利用率和中继线利用率两者中的最大值。

在 *CMP* 期间,每个发送模块对给定的处理器累计所呈现的分组的总数(包括输入和输出两者),对给定的中继线累计所呈现的字节总数(只包括输出)。在一个 *CMP* 结束时,计算处理器利用率,它是呈现的分组的总数对处理器的最大交换容量之比。中继线利用率的计算是呈现的字节总数对中继线最大带宽容量之比。由于 *CUF* 是呈现的负载对可应用容量之比,所以 *CUF* 可以大于 1。

参看图 4,*CUF* 被编码并置入分组头标 402 的 *CUF* 字段 415 内。例如,*CUF* 字段 415 可以表示从 0% 到 1000% 的值。此外,根据极度的网络拥挤情况,可以产生一个专门的 *CUF* 值。该专门的 *CUF* 值指令虚拟连接中的存取模块 110(图 1)立刻将 *SIR* 减小至

CIR。该专门的 *CUF* 可以由放在 *CUF* 字段 415 内的一个专门代码来表明。另一种方法是头标部分 402 内提供一个附加的字段,供该专门代码应用。

再参看图 1,本发明提供出一种独特方法将 *CUF* 值从网络 100 传送到源节点 102a 上。假定如图 1 中所示,从源节点 A 通过中间节点 B 和 C 到目的地节点 D 建立起一个虚拟连接。当分组信息从节点 A 流往节点 D 时,沿着该虚拟连接上的所有发送模块 112 测量出处理器利用率和中继线利用率。在每个 CMP 的终端,每一发送模块 112 只当其测量得的 *CUF* 大于分组中所存储的 *CUF* 时,才将该测量得的 *CUF* 插入从节点 D 到节点 A 的所有分组流中。因此,到达节点 A 的各分组中包含有沿着虚拟连接的前向路径上所遇到最大 *CUF*。于是,源节点存取模块 110 便应用这个信息来调整该虚拟连接的 *SIR*。

如上面所述,本发明并不将网络利用率信息通知目的地节点,并随后再由目的地节点将该同一信息返送回给源节点。这样的方法会导致网络利用率信息在到达源节点之前遭受完全的网络往返延时。在本发明中,是代之以将网络利用率信息直接通知源节点,因而能使该利用率信息快速地到达源节点,在最坏情况下的延时将是网络往返延时的一半。

此外,本发明的 *CUF* 通信机构提供出快速的反馈,尤其是关于网络中最关键节点(一般是入口节点)资源利用率的反馈。由一个节点内诸模块间连接成的网络可给出宽带宽的媒体,它通常不是模块之间通信的瓶颈。因此,节点 A 中的存取模块能相对说来无限制地接通发送模块。如果 *CPE* 业务量是突发的,发送模块可能暂

时地变成拥挤,因而严重地影响网络延时性能。所以,节点 A 中的存取模块需要快速的网络反馈以便以适时方式调整模块的 *SIR*。本发明中,由于反向传输分组中的 *CUF* 字段能由同一节点中的发送模块立即更新,所以可使节点 A 快速地响应内部拥挤。与之不同,在一个速率控制系统中,它从节点 A 向节点 D 送出拥挤信息,然后从节点 D 返送回节点 A,因而对源节点中的拥挤响应极慢。

除了上面所述的“端到端”速率控制之外,本发明还在网络过载期间对诸分组给以排队。存取模块 110 中的排队是以每个虚拟连接为基础来完成的。对每个虚拟连接排队器 205,服务器 210 的工作速率等于相应的 *SIR* 值。发送模块中的排队是以每个中继线为基础来完成的。因此,在一个给定的中继线上建立起的所有虚拟连接是以单一的队列排队的。用于这种排队器的服务器工作在中继线速率上。

为了包含“端到端”网络延时和检测初始的拥挤,要连续地监测每个排队器的占用率,并与一组排队器阈值或拥挤等级进行比较。例如,发送模块可以监测 9 个拥挤等级,其中 0 级对应于“无拥挤”,8 级对应于“极度拥挤”。应用上面所述的 *CUF* 机构,将各个中间拥挤等级通知源节点存取模块 110。这能使存取模块合适地减小它们的 *SIR* 以避免拥挤。如果发生较高等级的拥挤,则受影响的发送模块可应用专门的 *CUF* 选用来强使所有有关的虚拟连接将它们的 *SIR* 减低到 *CIR* 值。如果所有这些关于避免拥挤的测量不能够防止网络进到极度拥挤状态,则可以如下面要叙述的那样作为一个拥挤恢复的量度,强制该网络从受影响的排队器中选择性地舍弃一些分组。

除了应用 *SIR* 来控制速率,如上面所述地在这种速率上容许分组信息进入网络之外,一个源节点 102a 中的网络存取模块 110 根据所指配的业务预约参数,可决定网络的容许业务量(带宽容许)。业务预约参数与三类业务相关联,包括提交的业务、统计上提交的业务和过量的业务。存取模块 110 根据指定的或指配的业务类别,应用一个信用分配方案来实行带宽容许规则,供给网络的容许业务量。上述提交的业务类别(提交的信用)对应于就一个给定的虚拟连接分配给的最小保证带宽。上述统计上提交的业务类别(统计上提交的信用)对应于就一个给定的虚拟连接统计上分配给的带宽。上述过量的业务类别(过量的信用)对应于在提交的或统计上提交的带宽之上的任一个可应用的带宽。

每个虚拟连接的信用使用率是在一个称为测量时段 T 的时段内测量得到的。每个虚拟连接分配到一定数目的信用,例如是提交的信用、统计上提交的信用和过量的信用,它们就是在每个测量时段 T 内被使用着的那类信用。

当分组信息从 *CPE108* 到达一个存取模块 110 时,该存取模块 110 在每一测量时段 T 内实施带宽准入和带宽通行。该存取模块首先利用提交的信用,它对以提交信用类别传输到网络的有关分组加上标志,指明是提交的分组。如果提交的信用已经用尽,则存取模块 110 利用统计上提交的信用,据此将分组标志为统计上提交的信用。最后,如果统计上提交的信用也已经用尽,则存取模块 110 利用过量的信用,并对有关分组标志为过量的信用的分组。在一个测量时段期间若是所有信用的业务类别都已经用尽,则舍弃这些分组。在每一测量时段的开始,诸信用业务类别被刷新。这些准入

规则可以确保,对于一个给定的虚拟连接违反其有关的业务预约参数的那种话务量,网络对之不会溢出。

对分组作标志,可使得在极度的网络拥挤情况下发送模块选择性地舍弃一些分组。例如,在极度拥挤情况下,发送模块将首先舍弃过量的分组。如果仍然拥挤,则再舍弃统计上提交的分组。最后,在十分严重的拥挤情况下,舍弃掉提交的分组。本领域技术人员可以知道,涉及到舍弃提交的分组的情况是极不可能发生的。

虽然,所叙述的本发明对带宽容许上具三种不同的业务预约参数,但本领域技术的人员可以知道,对于一种给定的网络应用,可以规定出附加的业务预约参数。

本发明可以应用在具有多个业务等级的一个网络中。确定一个业务等级有着三个网络特征:

- 1)在网络存取点上的带宽容许和强制;
- 2)中继线排队和业务规则;
- 3)CUF 测量及其对 SIR 控制的应用。

一个存取模块 110 可以实施不同的带宽容许和带宽强制准则以及不同的 SIR 控制,这取决于指配的业务等级。例如,对于一个与高优先权通信信道相关联的虚拟连接,可以指配给大数目的提交的信用以确保带宽容许。此外,可选择 α 、 β 和 γ ,以确保由 SIR 决定网络上诸分组的通信。

在本发明的一个实施例中,每个业务等级可对应于发送模块中不同的排队器。在此情况下,由发送模块 112 测量每个排队例如每一虚拟连接的网络资源利用率,并产生一个 CUF 加到同一业务等级的所有虚拟连接上。另一种方法,可以对所有业务等级提供单

一个排队器。因而可以知道,对于一个给定业务等级来说,取决于发送排队器如何服务,CUF 测量也会依赖于共享同一中继线的其它业务等级的资源利用率。

虽然,就举例的实施例已说明和例证了本发明,但本领域技术人员需明白,对上述发明可对之加上或省略各种别的内容,而它们偏离不开本发明的精神实质和范围。

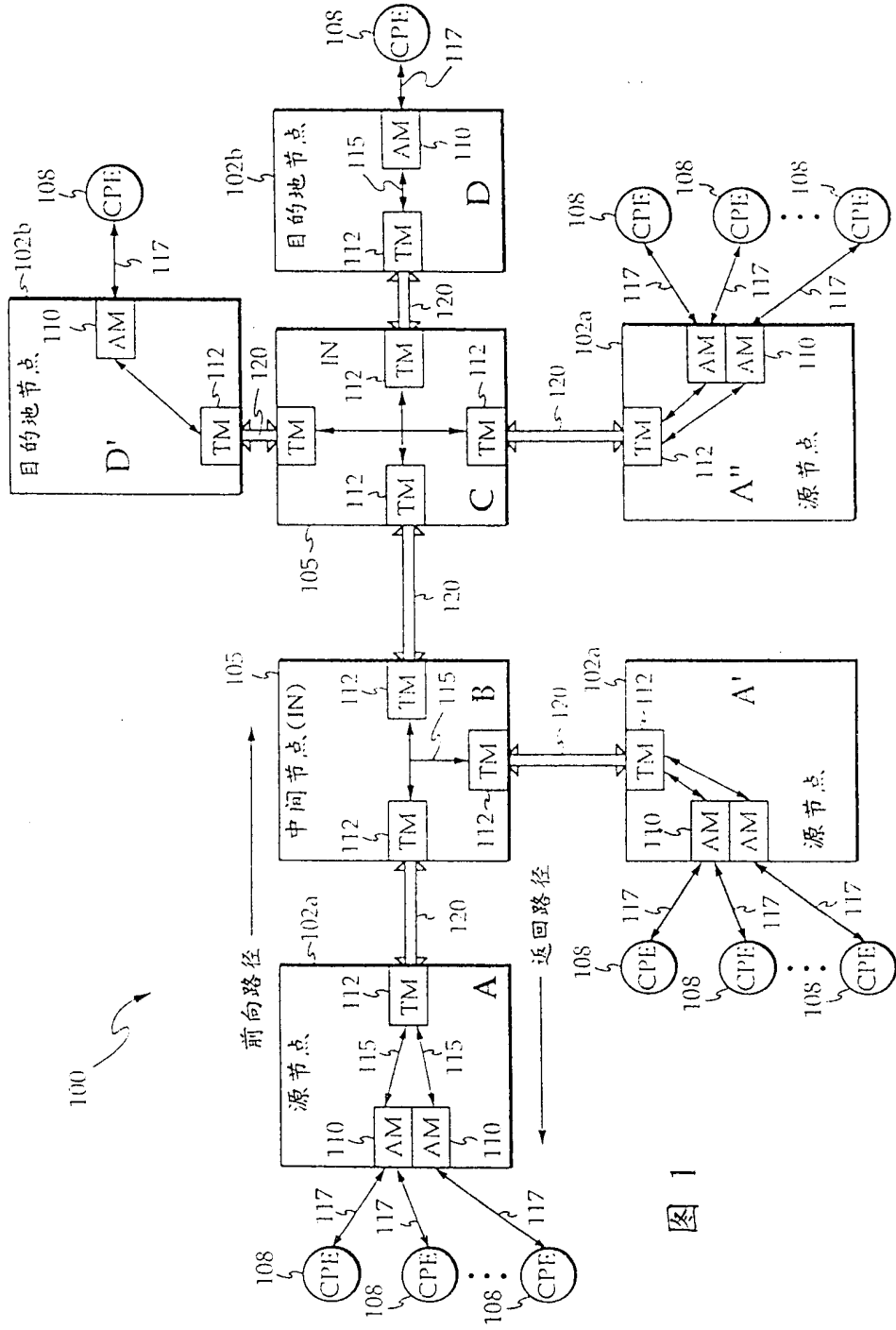


图 1

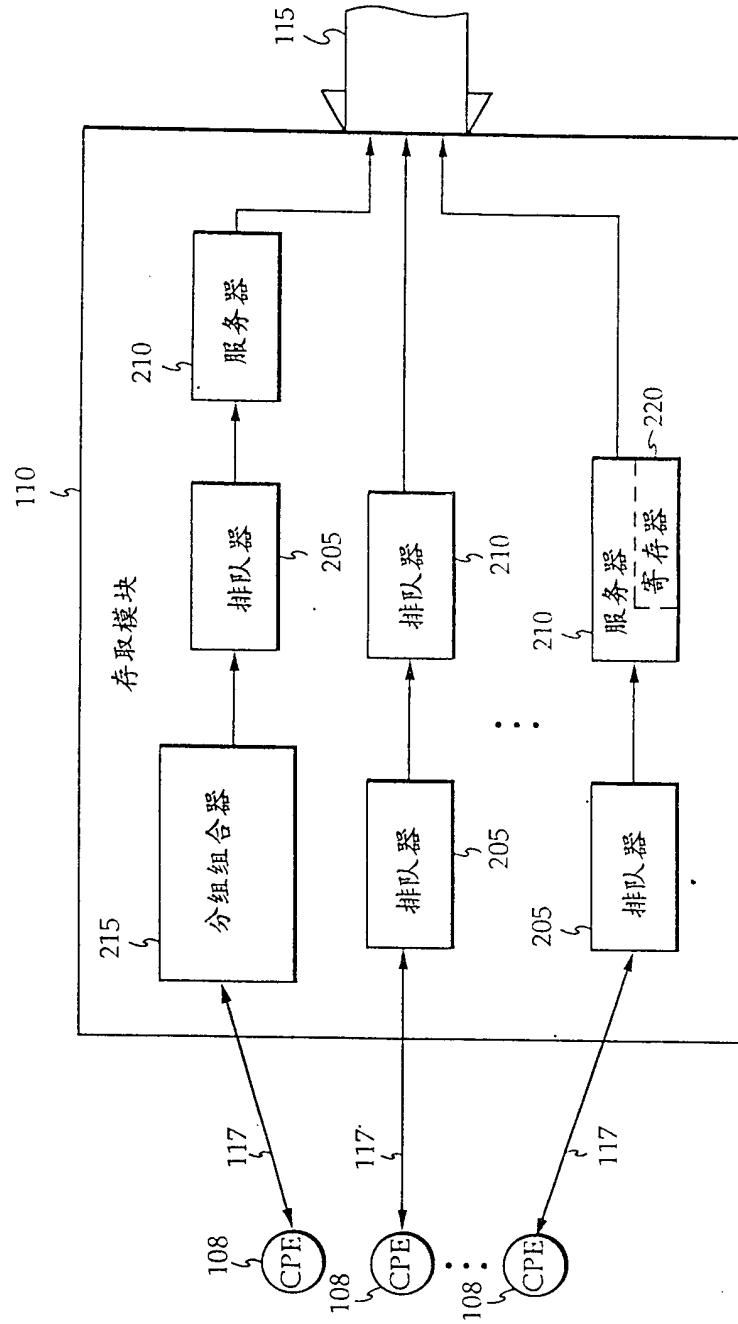


图 2

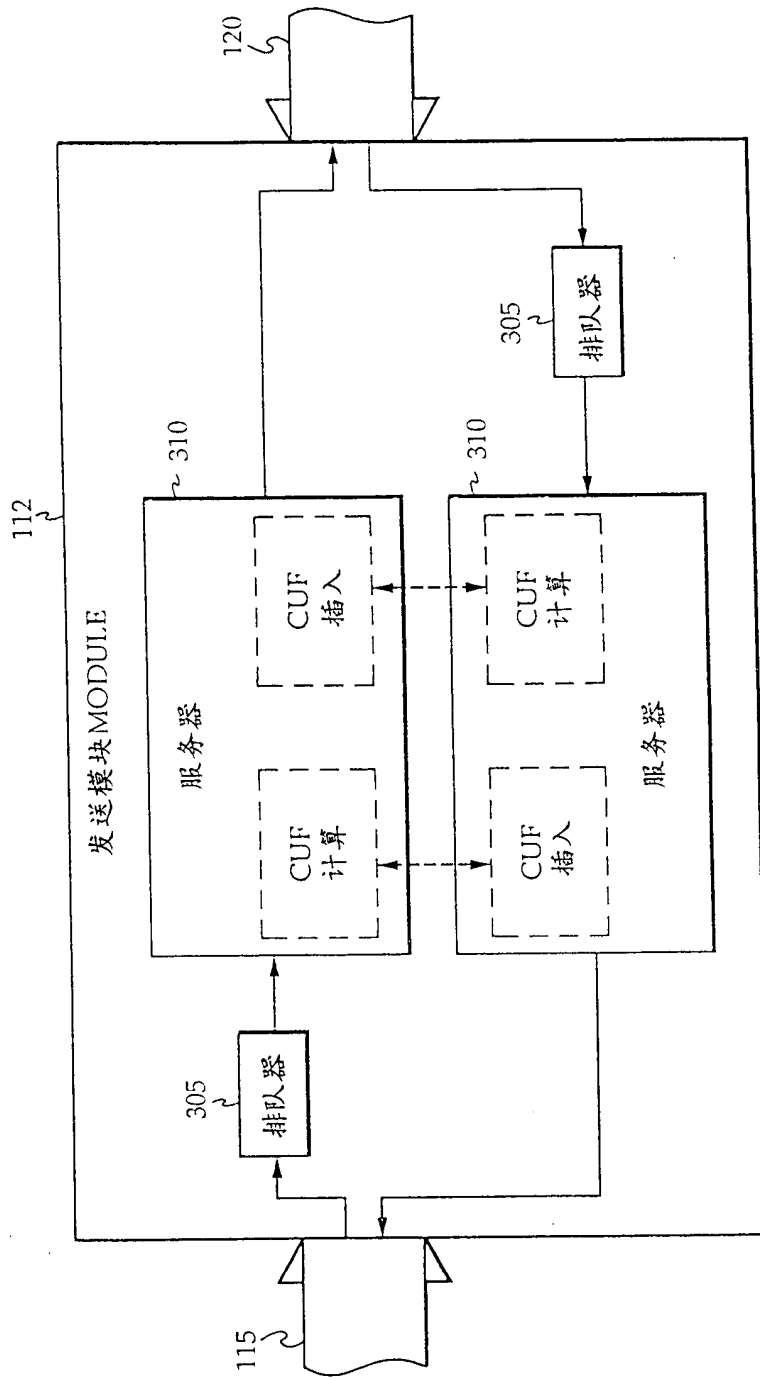


图 3

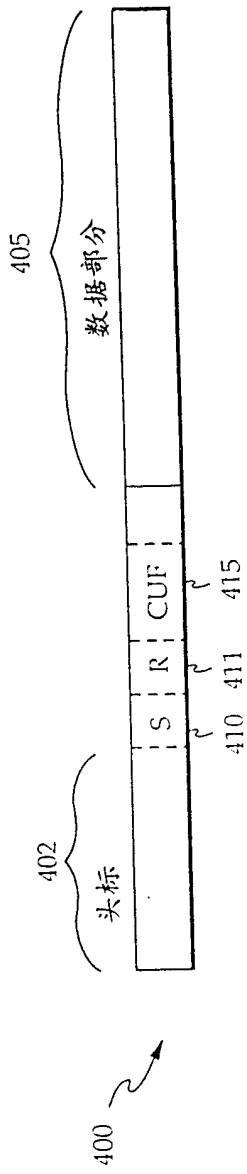


图 4

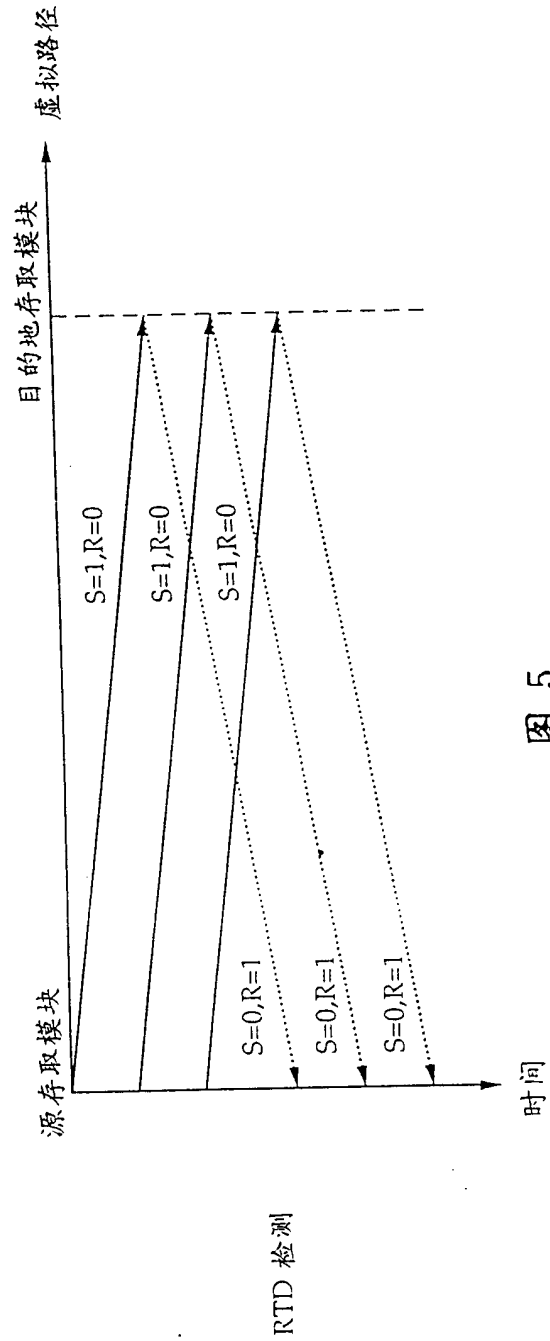


图 5

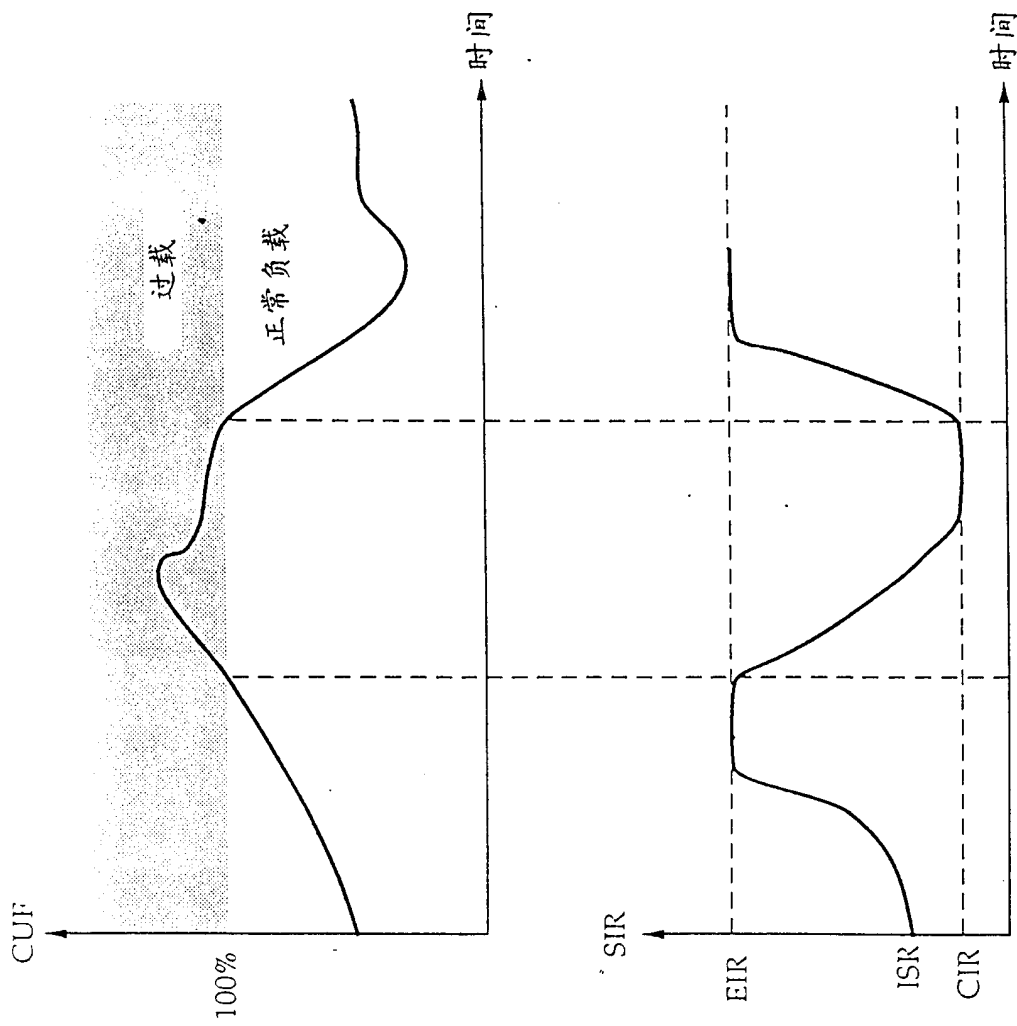


图 6