



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1976318 B

(45) 授权公告日 2011.06.29

(21) 申请号 200610162913.9

Bit RateService in ATM Networks.

(22) 申请日 2006.11.29

G00beCom. 1996, 2108-2117.

(30) 优先权数据

审查员 杨丹

05292539.3 2005.11.30 EP

(73) 专利权人 阿尔卡特公司

地址 法国巴黎市

(72) 发明人 鲁文·蔡塔克

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

H04L 12/56(2006.01)

H04L 12/00(2006.01)

(56) 对比文件

EP 1553740 A1, 2005.07.13, 全文.

EP 1324553 A2, 2003.07.02, 全文.

US 2003/0154272 A1, 2003.08.14, 全文.

Chiussi F. M. et al. Dynamic Max

Rate Control Algorithm for Available

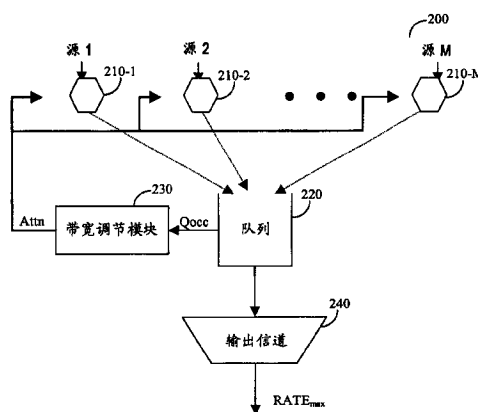
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 5 页

(54) 发明名称

加权公平带宽分配系统

(57) 摘要

公开了一种有效的基于策略器 (201-1, ..., 210-M) 的加权公平带宽分配系统 (200)。该系统 (200) 基于多个策略器 (201-1, ..., 210-M) 和至少一个队列 (220)。为实现公平, 自适应地控制用于队列分组的速率。具体而言, 首先确定队列占用, 然后用该队列占用来计算衰减值 (Attn)。该值与每个策略器 (201-1, ..., 210-M) 的超额信息速率相乘以得到待应用的新的超额信息速率。



1. 一种加权公平策略系统 (200、500、600), 用于公平地分配通信网络中多个数据流的带宽, 所述加权公平策略系统包括:

多个策略器 (210-1、...、210-M、510-1、...、510-3、610-1、...、610-N), 每个策略器具有待应用的超额信息速率, 其中所述多个策略器 (210-1、...、210-M、510-1、...、510-3、610-1、...、610-N) 中的每一个策略器都耦合到一个队列 (220、520、620-1、...、620-3); 以及

带宽调节模块 (230、530、630), 耦合至所述一个队列 (220、520、620-1、...、620-3) 和所述多个策略器 (210-1、...、210-M、510-1、...、510-3、610-1、...、610-N), 其中所述带宽调节模块 (230、530、630) 能够用于控制所述多个策略器 (210-1、...、210-M、510-1、...、510-3、610-1、...、610-N) 以根据所述一个队列的队列占用来改变它们的超额信息速率,

其中如果数据流的分组的瞬时速率不超过与新计算的超额信息速率相等的速率, 则他们被从策略器传送至队列。

2. 根据权利要求 1 所述的加权公平策略系统, 进一步包括输出信道 (240、540、640), 耦合至所述一个队列 (220、520、620-1、...、620-3), 用于输出离开所述一个队列的各数据流的分组。

3. 根据权利要求 1 所述的加权公平策略系统, 其中, 所述带宽调节模块 (230、530、630) 能够产生至少一个衰减值 $Attn$, 所述至少一个衰减值用于所述超额信息速率的确定, 其中所述衰减值是基于队列的占用而确定的。

4. 根据权利要求 3 所述的加权公平策略系统, 其中, 所述至少一个衰减值 $Attn$ 在 0 和 1 之间变化。

5. 根据权利要求 3 所述的加权公平策略系统, 其中, 所述超额信息速率与所述至少一个衰减值 $Attn$ 成线性比例地改变。

6. 根据权利要求 5 所述的加权公平策略系统, 其中, 所述超额信息速率 EIR 根据下列等式改变:

$$EIR = Attn * EIR_{max},$$

其中, EIR_{max} 是所述策略器 (210-1、...、210-M、510-1、...、510-3、610-1、...、610-N) 应用的最大超额信息速率。

7. 根据权利要求 3 所述的加权公平策略系统, 其中, 所述至少一个衰减值 ($Attn$) 基于队列的占用。

8. 根据权利要求 7 所述的加权公平策略系统, 其中, 产生所述至少一个衰减值 ($Attn$) 包括:

监视所述队列的占用; 以及

关于所述队列的占用来应用衰减函数, 从而确定所述至少一个衰减值 $Attn$ 。

9. 根据权利要求 8 所述的加权公平策略系统, 进一步包括:

为所述多个策略器 (210-1、...、210-M、510-1、...、510-3、610-1、...、610-N) 的每一个提供所述至少一个衰减值 $Attn$ 中的一个。

10. 根据权利要求 8 所述的加权公平策略系统, 其中,

监视所述队列的占用包括:

测量所述一个队列 (220、520、620-1、...、620-3) 的平均深度, 以应用于所述衰减函数

来确定所述至少一个衰减值 (Attn)。

11. 根据权利要求 1 所述的加权公平策略系统,其中:

所述多个策略器 (610-1、...、610-N) 中的每一个策略器都耦合到多个队列 (620-1, ..., 620-3) 之一,其中所述多个队列 (620-1, ..., 620-3) 中的每一个被赋予不同的优先级,并且其中,所述带宽调节模块 (630) 能够针对所述多个队列 (620-1, ..., 620-3) 中的每一个计算不同的衰减值 (Attn)。

12. 根据权利要求 11 所述的加权公平策略系统,其中,所述较高优先级队列 (620-1) 的衰减值 (Attn) 基于所述较高优先级队列 (620-1) 中的队列占用和队列进入速率 Q_{occ} 以及所有的较低优先级队列 (620-2, 620-3) 中的预定信息速率 CIR 字节 Q_{occ_C} 的占用。

13. 根据权利要求 11 所述的加权公平策略系统,其中,所述衰减值 (Attn) 是相应队列中约定信息速率分组数量的函数。

14. 一种用于通过执行加权公平策略来公平地分配多个数据流的带宽的方法,其中所述多个数据流中的每一个数据流被提供一个策略器,每个策略器具有待应用的超额信息速率,所述方法包括以下步骤:

监视至少一个队列 (220、520、620-1、...、620-3) 的占用;

利用所述队列的占用和衰减函数来计算衰减值 Attn,其中所述衰减值确定当前拥塞;
以及

利用所述衰减值,自适应地且直接地改变所述待应用的超额信息速率。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,监视所述队列的占用包括:测量所述至少一个队列 (220、520、620-1、...、620-3) 的平均深度,以应用于所述衰减函数来确定所述衰减值 (Attn)。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,自适应地改变所述超额信息速率进一步包括:
在多个策略器 (610-1、...、610-N) 处接收所述衰减值 (Attn);以及

通过所述多个策略器 (610-1、...、610-N) 中的每一个,计算待应用的新的超额信息速率值。

加权公平带宽分配系统

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及通信网络,且更特别地涉及用于对通信网络中的数据业务进行排队的技术。

背景技术

[0002] 加权公平排队 (WFQ) 是一种公知的基于流的排队技术。WFQ 同时将交互业务调度到队列前部以减少响应时间,并且其公平地共享高带宽流之间的剩余带宽。图 1 示出了传统的 WFQ 系统 100,其包括 N 个队列 110-1 至 110-N。每个队列 110 服务单一源 (或连接) 并且被赋予相应加权。离开其相应队列 110 的每个分组被直接转发到输出信道 120。在 WFQ 系统 100 中实现的调度方法确保队列 110 中分组的等待时间总是与队列的加权重比例。

[0003] 以具有三个队列 Q1、Q2 和 Q3 的 WFQ 系统为例,这些队列分别被赋予加权 $W_1 = 5$ 、 $W_2 = 2$ 和 $W_3 = 3$ 。输出信道的最大允许速率是 10MB/秒。在该示例系统中,如果所有的队列都具有等待分组,则 Q2 和 Q3 分别接收 2MB/秒和 3MB/秒的保证带宽,Q1 接收 5MB/秒的保证带宽。如果 Q1 没有任何等待分组,则超额带宽等于 5MB/秒。在 WFQ 系统中,与具有等待分组的队列的相关加权重比例地对该超额带宽进行再分配。也就是说,当队列 Q1 不具有等待分组时,与队列 Q2 和 Q3 成比例地对该超额带宽进行分配,从而队列 Q2 和 Q3 现在分别接收 4MB/秒和 6MB/秒的带宽。

[0004] WFQ 技术的一个优点是端对端延迟保证,即对流中的每个分组流,保证每个分组都有一定速率。另一个优点为,特别是当流处于突发空闲时间时容量的未充分使用。在这种情况下,WFQ 技术便于未用带宽的再分配,从而保持工作守恒特性 (work-conservation property)。WFQ 技术的缺陷来自于其实现。传统的 WFQ 系统基于多队列,这种配置成本高并且复杂。而且,基于队列的系统要求维护每个分组的状况。这种要求与大多数通信网络不相适应。

[0005] 因此,提供一种有效的加权公平带宽分配系统是有利的。

发明内容

[0006] 本发明提供一种能够进行加权公平带宽分配的有效的加权公平策略 (WFP: weighted fair policing) 系统。该系统基于与一个或多个队列连接的多个策略器 (policer)。为实现公平,策略器自适应地控制策略分组的速率。

[0007] 进一步的有利实施方式在从属权利要求中进行限定。

附图说明

[0008] 下面参考附图来描述本发明的优选实施方式,其中:

[0009] 图 1 示出了传统的 WFQ 系统 (现有技术);

[0010] 图 2 示出了公开本发明一个实施方式的有效的加权公平系统的非限制性示例框图;

[0011] 图 3 示出了衰减函数的非限制性示例图；

[0012] 图 4 示出了所公开的加权公平系统的操作的示例；

[0013] 图 5 示出了描述用于执行公开了本发明实施方式的加权公平策略的方法的非限制性流程图；以及

[0014] 图 6 示出了公开本发明一个实施方式的具有优先次序队列的有效的加权公平策略系统的非限制性示例图。

具体实施方式

[0015] 图 2 示出了公开本发明一个实施方式的 WFP 系统 200 的非限制性示例框图。WFP 系统 200 包括 M 个连接至单一队列 220 的策略器 210-1 至 210M、带宽调节模块 230 以及输出信道 240。每个策略器 210 通过输入速率 (InRate) 和最大超额信息速率 (EIR_{max}) 来参数化。策略器是一种速率限制装置,其拒绝以超过某一预定阈值速率的瞬时速率到达该策略器的数据分组。具体而言,每个策略器 210 能够处理单一数据流并能够计算待应用 (enforce) 的新的 EIR。亦即,如果相应数据流的分组的瞬时速率不超过与新计算的 EIR 相等的速率,则它们被从策略器 210 传送至队列 220。新的 EIR 根据下列等式进行计算：

$$[0016] \quad EIR_{new} = Attn * EIR_{max} \quad (1)$$

[0017] 其中,参数“Attn”由衰减函数来确定,下面将进行更详细的描述。 EIR_{max} 是策略器能够传送的最大带宽。实际上, EIR_{max} 是预先配置的确定的 WFP 算法的加权的值。流经策略器的数据分组不能超过 InRate。对于策略器 210 的示例可以在 Zeidak 的转让给共同受让人的名称为“APolicer and Method for Resource Bundling”的 PCT 申请 No. PCT/112004/00781 中找到,据此将其包含的所有内容通过参考引入。

[0018] 输出信道 240 的输出速率由最大允许速率 (下文指“ $RATE_{max}$ ”) 参数来确定。一旦策略器 210 允许的总速率超过该 $RATE_{max}$ 则发生拥塞。带宽调节模块 230 监视队列占用和队列进入速率 (下文指“Qocc”),并利用衰减函数计算 Attn 值。图 3 示出了衰减函数 310 的非限制性示意图。可以看到,Attn 值的范围在 0 和 1 之间,其中 1 值表示队列 220 为空,0 值表示队列 220 为满。该 Attn 值被发送到每个策略器 210,策略器 210 进而计算待应用的 EIR_{new} 。衰减函数 (AT) 的示例实施方式为：

[0019]

$$AT(Qocc) = \begin{cases} 1; & \text{如果 } Qocc < Th1 [\text{变化的}] \\ 0; & \text{如果 } Qocc > Th2 \\ \frac{Th2 - Qocc}{Th2 - Th1}; & \text{如果 } Th < Qocc < Th2 \end{cases} \quad (2)$$

[0020] 其中, Th2 是归一化因子,其确定队列的最大占用 (字节), Th1 是等于 $\alpha * Th2$ 的阈值。参数 α 是可配置的,在该示例实施方式中设为 0.6。

[0021] 本领域技术人员应当认识到,策略器基于带宽,从而它们不能仿真加权公平排队。然而,通过使用队列占用来自适应地且直接地控制每个策略器的带宽,能够确保对于最大允许速率的公平。也就是说,通过控制策略器的带宽,在低于其 EIR_{max} 的速率下进行传输的源可以继续递送未分配的业务;否则降低 EIR_{max} 。

[0022] 图 4 示出了描述用于执行公开了本发明一个实施方式的加权公平排队的方法的

非限制性流程图 400。该方法仅在检测到拥塞的时候才应用。在 S410, 确定队列 220 的 Q_{occ} 值。在一个实施方式中, Q_{occ} 计算为队列在时间上的平均深度。这是通过对每次在队列中插入分组或从队列中移除分组时队列中所存储的字节数量进行测量来执行的。对队列深度求平均提供 Q_{occ} 的稳定值。在 S420, 基于衰减函数, 利用 Q_{occ} 来计算 $Attn$ 值。 $Attn$ 值可以利用等式 2 来计算。需要注意的是, 在 $Attn$ 值到达其均衡点之前, 该值可能会有稍微的变化。当满足下列等式时获得该均衡点:

$$[0023] \quad RATE_{max} = \sum_{policers} \min(InRate, Attn * EIR_{max}) \quad (3)$$

[0024] 可替换地, 在没有拥塞的情况下, 当满足下列等式时获得该均衡点:

$$[0025] \quad RATE_{max} < \sum_{policers} \min(InRate, EIR_{max}) \quad (4)$$

[0026] 在 S430, 将 $Attn$ 值发送至每个策略器 210。该 $Attn$ 值用于计算 EIR_{new} 并将该 EIR_{new} 应用到进入的分组, 如 S440 所示。可以利用等式 1 来计算该 EIR_{new} 。

[0027] 下面是描述本发明所执行的加权公平排队的非限制性示例。图 5 示出了包括三个与队列 520 连接的策略器 510-1、510-2 和 510-3 的示例 WFP 系统 500。策略器 510-1、510-2 和 510-3 的每一个都配置有等于例如 30MB/秒的 EIR_{new} 值。源 A 通过策略器 510-1 以等于例如 10MB/秒的速率传输分组; 源 B 通过策略器 510-2 以等于例如 20MB/秒的速率传输分组; 以及源 C 的输出速率是例如 30MB/秒。输出信道 540 的 $RATE_{new}$ 是例如 30MB/秒。很清楚, 在这种示例配置中会发生拥塞。

[0028] 为了公平地调度输入源的分组, 计算 $Attn$ 值。在上述示例中, 当 $Attn$ 值为 1/3 时达到均衡点。该值被发送至计算 EIR_{new} 值的策略器 510-1、510-2 和 510-3。计算出的所有策略器 510-1、510-2 和 510-3 的 EIR_{new} 值都等于 10MB/秒。策略器 510 不能在超过计算出的 EIR_{new} 的速率下传输分组, 并因此, 策略器一起都不能在高于 $RATE_{max}$ 的速率下递送分组。

[0029] 需要注意的是, $Attn$ 根据输入源的业务速率进行自适应改变。例如, 如果源 A 停止传输分组, 则队列 520 的深度降低并因此产生新的 $Attn$ 值。这里, 当 $Attn$ 值等于 1/2 的时候达到均衡。因此, 策略器 510-1 和 510-2 的 EIR_{new} 值被设为 10MB/秒。

[0030] 在本发明的另一实施方式中, 这里所公开的 WFP 技术的原理可以在具有多个队列的系统中使用, 其中每个队列有其自身的优先级。图 6 示出了包括 N 个连接至队列 620-1、620-2 和 620-3 的策略器 610-1 至 610-N 的示例系统 600。赋予队列 620-1、620-2 和 620-3 的优先级分别为高、低和中。优先级确定队列中分组的等待时间, 即高优先级队列中分组的排队时间相对少于低优先级队列中分组的排队时间。在此实施方式中, 不同的衰减函数与每个队列相关。低优先级队列 620-3 的 $Attn$ 函数 (AT_L) 基于该队列的 Q_{occ} , 即 $AT_L = F[Q_{occ}_L]$ 。中优先级队列 620-2 的 $Attn$ 函数 (AT_M) 基于该队列的 Q_{occ} (Q_{occ}_M) 并且基于低优先级队列 620-3 中 CIR 字节 $Q_{occ}LC$ 的占用, 即 $AT_M = F[Q_{occ}_M, Q_{occ}LC]$ 。高优先级队列 620-1 的 $Attn$ 函数 (AT_H) 基于队列 620-1 的 Q_{occ} 以及低优先级队列 620-2 中 CIR 字节 $Q_{occ}LC$ 的占用和中优先级队列 620-3 中 CIR 字节 $Q_{occ}MC$ 的占用, 即 $AT_H = F[Q_{occ}_H, Q_{occ}MC, Q_{occ}LC]$ 。使用较低优先级队列的 CIR 占用值来设置较高优先级队列的值, 以递送来自较低优先级队列的、具有约定信息速率 (CIR) 的分组。实际上, 低优先级和中优先级队列的 Q_{occ}_C 是相应队列中 CIR 字节数量的函数。

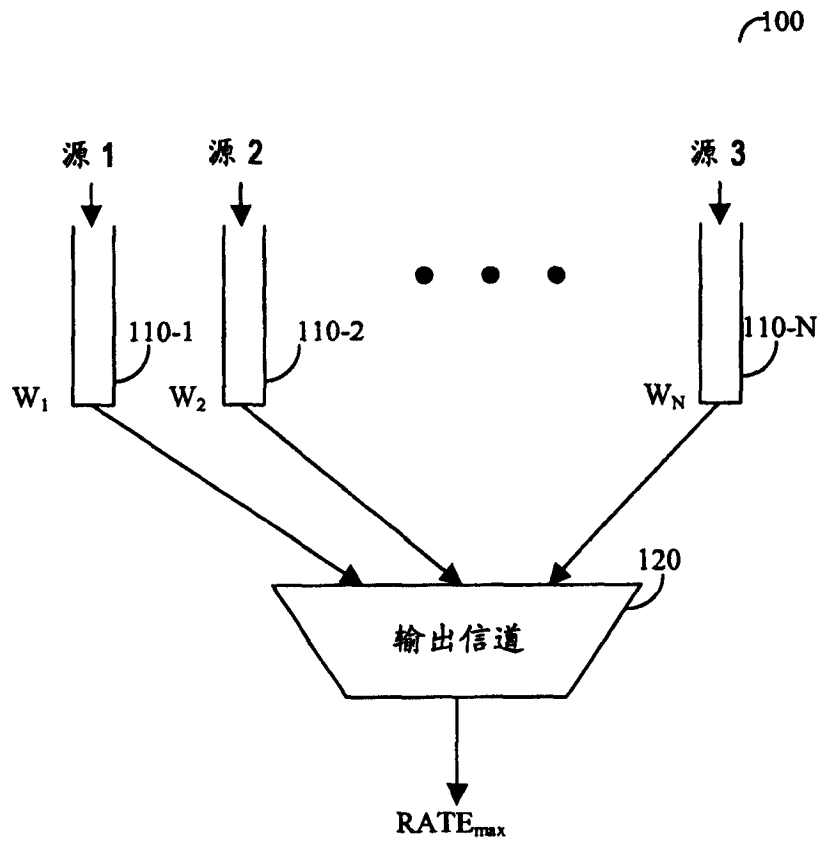


图 1 现有技术

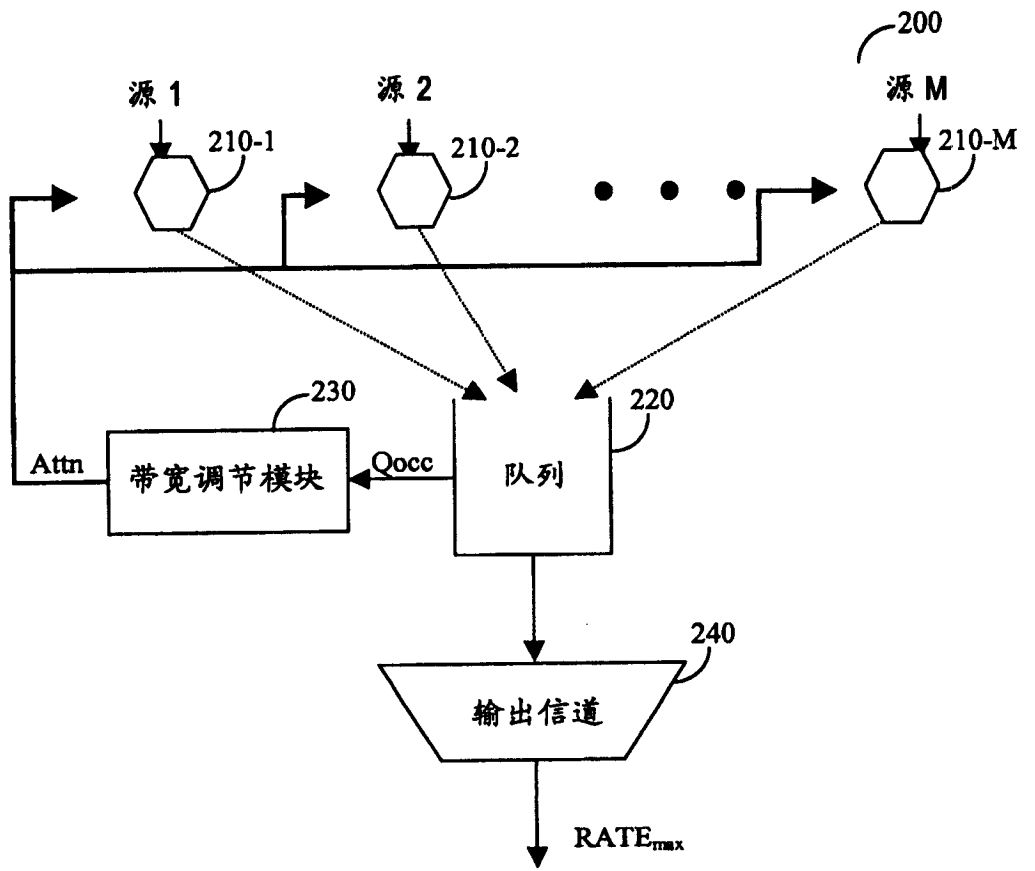


图 2

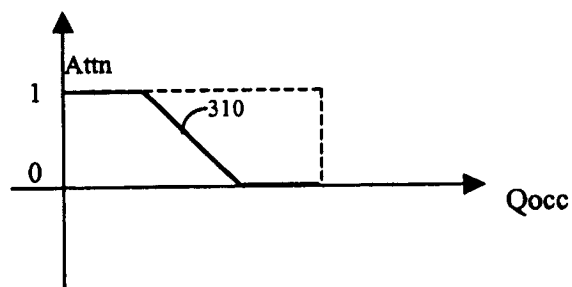


图 3

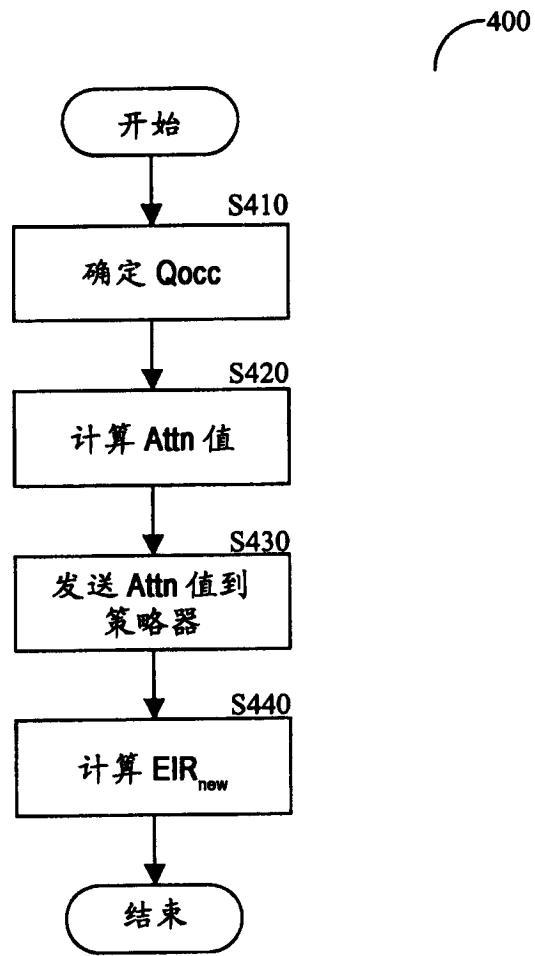


图 4

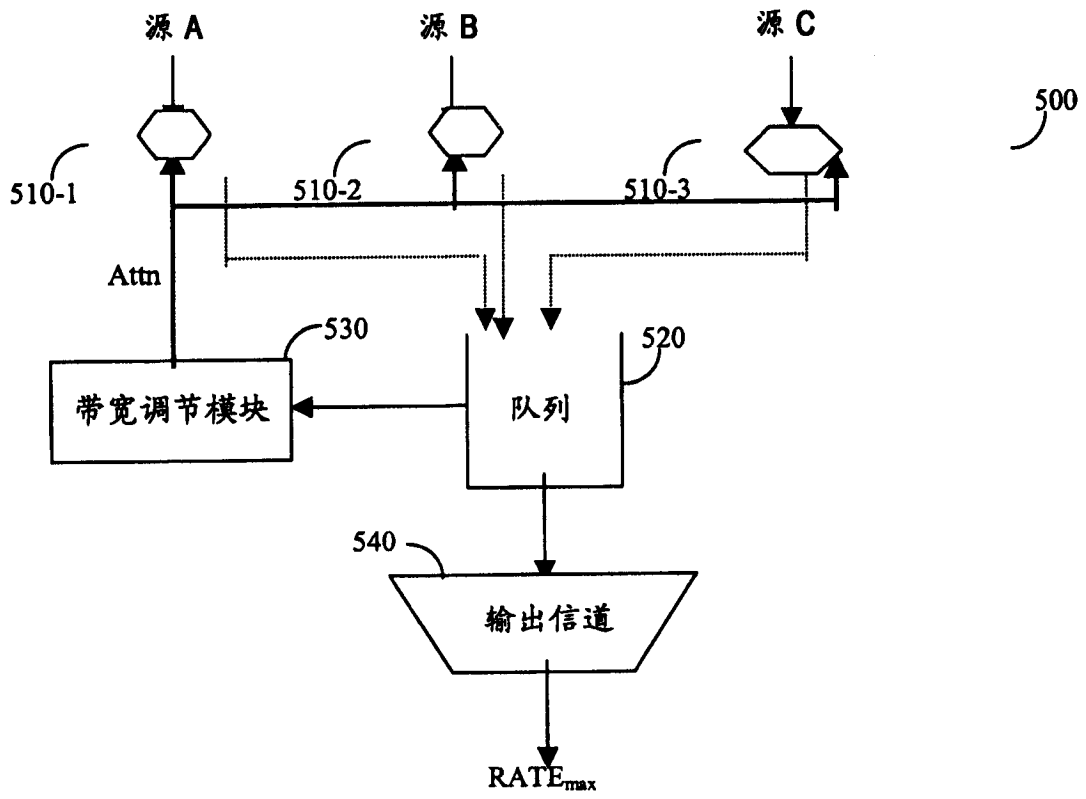


图 5

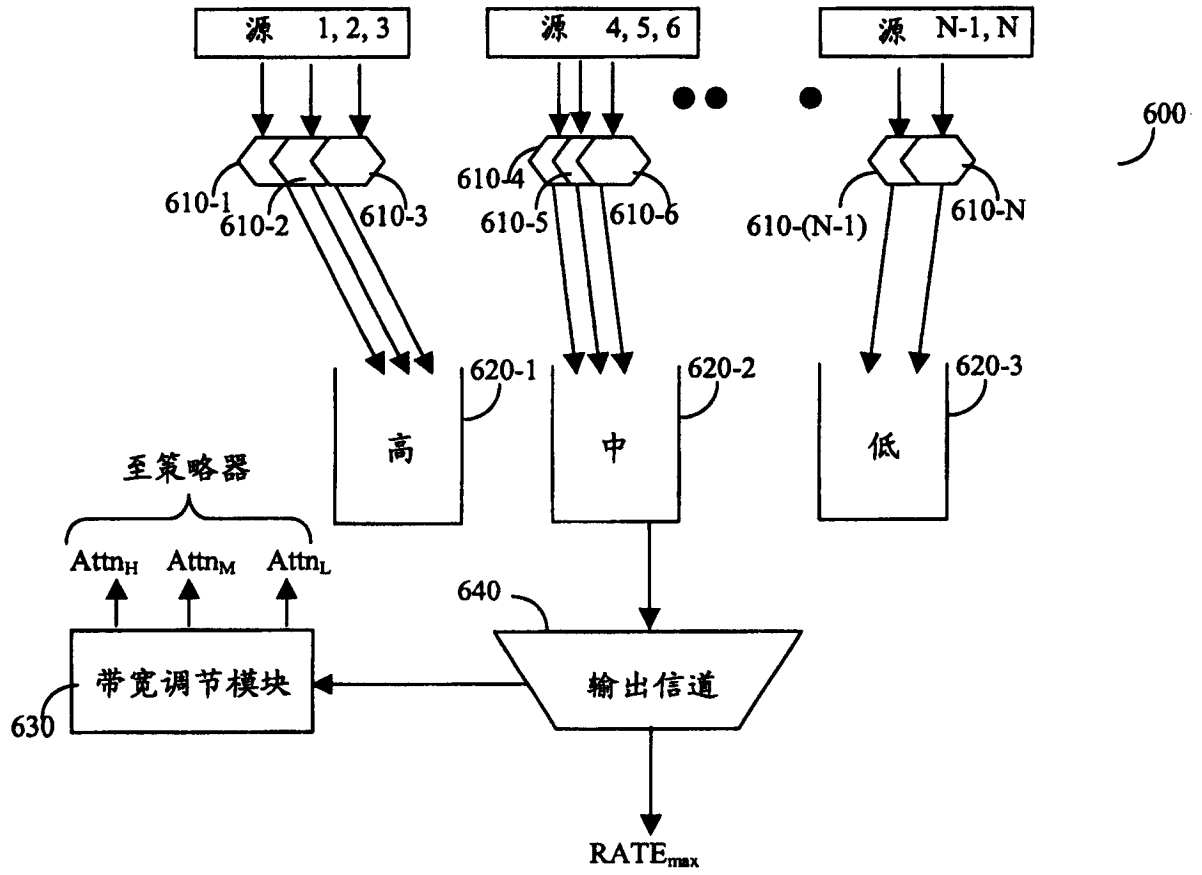


图 6