

分片报文流量限速方法、DPU 分片报文转发方法和装置

技术领域

5 本申请涉及数据处理技术领域，尤其涉及分片报文流量限速方法、DPU 分片报文转发方法和装置。

背景技术

 在网络传输过程中，当 IP 层协议传送字节数比较大的数据时，由于数据链路层最
10 大传输单元 MTU（Maximum Transmission Unit）的限制，发送端需要对上层报文进行分片处理，将报文分成若干长度不大于链路最大报文长度的分片，然后由 DPU 等数据处理设备对这些分片进行流量限速，并将符合限速规则的分片转发给接收端；接收端收到分片后，会对属于同一报文的各个分片进行重组，还原成原始数据报文。

 当前，如 DPU 等数据处理设备对需要其转发的分片报文进行流量限速主要是通过
15 令牌桶算法，当每一片分片报文到来时，通过令牌桶对其进行流量评估，如果未超过承诺流量或最大允许突发流量范围，则对分片进行相应颜色标记，后续进行转发，否则后续模块对超出约定速率的报文分片进行丢弃处理。

 然而，在对分片报文转发的过程中，如果一个 IP 报文的分片序列中的某个分片在
 数据处理设备转发过程中被丢弃处理，那么接收端就无法再进行分片重组，也就无法还
20 原该 IP 报文的原始数据，进而会导致由数据处理设备执行的转发过程中出现转发无效分片的情形，浪费大量的网络带宽资源也影响了如 DPU 等数据处理设备的数据处理效率及应用可靠性。

发明内容

25 鉴于此，本申请实施例提供了分片报文流量限速方法、DPU 分片报文转发方法和装置，以消除或改善现有技术中存在的一个或多个缺陷。

 本申请的第一个方面提供了一种分片报文流量限速方法，包括：

 根据预设的报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，使得该目标分片报文设有一颜色标记，所述颜色标记包括：丢弃颜色和保留颜色；

基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文进行流量评估以对该目标分片报文进行二次染色处理，并基于经二次染色后的目标分片报文的颜色标记更新所述报文分片染色表；

若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述丢弃颜色，则对该目标分片报文进行限速处理，若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

在本申请的一些实施例中，在所述根据预设的报文分片染色表对各个分片报文进行预染色处理，还包括：

创建用于存储分片报文所属的原始数据报文的标识与颜色标识之间对应关系的报文分片染色表；

其中，所述原始数据报文的标识包括：源 IP、目的 IP、协议类型和唯一身份标识。

在本申请的一些实施例中，所述根据预设的报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，使得该目标分片报文设有一颜色标记，包括：

获取当前接收的目标分片报文所属的原始数据报文的标识；

在所述报文分片染色表中查找是否包含有所述目标分片报文所属的原始数据报文的标识，若是，则根据该原始数据报文的标识对应的颜色标记，对所述目标分片报文进行预染色处理。

在本申请的一些实施例中，还包括：

若在所述报文分片染色表中未查找到包含有所述目标分片报文所属的原始数据报文的标识，则将所述保留颜色作为缺省颜色对该目标分片报文进行预染色，并将该目标分片报文所属的原始数据报文的标识以及颜色标记为所述保留颜色的对应关系存储至所述报文分片染色表中。

在本申请的一些实施例中，所述基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文进行流量评估以对所述目标分片报文进行二次染色处理，并基于经二次染色后的目标分片报文的颜色标记更新所述报文分片染色表，包括：

基于非色盲模式的令牌桶算法，先识别当前的目标分片报文的颜色标记，若识别得到所述目标分片报文的颜色标记为所述丢弃颜色，则确认该目标分片报文的二次染色的颜色标记不变；

若所述目标分片报文的颜色标记为所述保留颜色，则判断对应的令牌桶中的令牌数量是否满足所述目标分片报文的报文长度，若是，则确认该目标分片报文的二次染色的

颜色标记不变，并将所述令牌桶中减少符合所述目标分片报文的报文长度的令牌数；

若经判断获知所述令牌桶中的令牌数量不满足目标分片报文的报文长度，则将该目标分片报文的二次染色的颜色标记变更为所述丢弃颜色，并在所述报文分片染色表中更新该目标分片报文所属的原始数据报文的颜色标记。

- 5 在本申请的一些实施例中，在所述对该目标分片报文进行转发处理之前，还包括：
判断经流量评估的所述目标分片报文是否为各自所属的原始数据报文的最后一个分片报文；

若是，则在所述报文分片染色表中删除该目标分片报文所属的原始数据报文的记录。

本申请的第二个方面提供了一种 DPU 分片报文转发方法，包括：

- 10 在 DPU 本地接收待转发的目标分片报文；

基于第一方面提供的所述的分片报文流量限速方法对接收到的所述目标分片报文进行处理，若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

- 在本申请的一些实施例中，所述报文分片染色表用于存储分片报文所属的原始数据
15 报文的关键字信息与颜色标识之间对应关系；

其中，所述分片报文的关键字信息包括：唯一身份标识和本地流标签，该本地流标签预先基于所述原始数据报文的标识设置。

本申请的另一个方面提供了一种分片报文流量限速装置，包括：

- 预染色模块，用于根据预设的报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，使
20 得该目标分片报文设有一颜色标记，所述颜色标记包括：丢弃颜色和保留颜色；

流量评估模块，用于基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文进行流量评估以对该目标分片报文进行二次染色处理，并基于经二次染色后的目标分片报文的颜色标记更新所述报文分片染色表；

- 分片限速模块，用于若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述丢弃颜色，则对该
25 目标分片报文进行限速处理，若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

本申请的另一个方面提供了一种 DPU 分片报文转发装置，包括：

分片接收模块，用于在 DPU 本地接收待转发的目标分片报文；

- 流量限速模块，用于基于第一个方面提供的所述的分片报文流量限速方法对接收到
30 的所述目标分片报文进行处理；

分片转发模块，用于若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

本申请的另一个方面提供了一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现第一个方面提供的所述的分片报文流量限速方法，或者，用于实现第二个方面提供的所述的 DPU 分片报文转发方法。

本申请的另一个方面提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现第一个方面提供的所述的分片报文流量限速方法，或者，用于实现第二个方面提供的所述的 DPU 分片报文转发方法。

10

本申请提供的分片报文流量限速方法，通过在采用令牌桶算法进行分片报文的流量评估之前，先对接收到的分片报文进行预染色处理，使得流量评估过程能够直接对预染色为丢弃颜色的分片报文进行丢弃处理，无需再针对每一个分片报文均进行令牌桶中令牌评估，能够有效降低流量评估过程的资源消耗并提高流量评估效率；通过基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的分片报文进行流量评估以对分片报文进行二次染色处理，能够在提高流量评估效率的基础上，进一步丢弃虽预染色为保留染色，但大小超过令牌桶中剩余领域的分片报文，进而保证分片报文流量限速的有效性及可靠性，通过在转发前对预染色和二次染色的颜色标记为丢弃颜色的分片报文进行限速处理，能够有效避免转发无效分片报文，并提高分片报文转发效率，能够有效降低网络带宽资源的浪费，使得接收端设备能够根据接收的各个分片报文还原得到原始数据报文，进而提高分片报文转发的有效性及可靠性。

本申请的附加优点、目的，以及特征将在下面的描述中将部分地加以阐述，且将对于本领域普通技术人员在研究下文后部分地变得明显，或者可以根据本申请的实践而获知。本申请的目的是和其它优点可以通过在说明书以及附图中具体指出的结构实现到并获

得。

本领域技术人员将会理解的是，能够用本申请实现的目的和优点不限于以上具体所述，并且根据以下详细说明将更清楚地理解本申请能够实现的上述和其他目的。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，并不构

成对本申请的限定。附图中的部件不是成比例绘制的，而只是为了示出本申请的原理。为了便于示出和描述本申请的一些部分，附图中对应部分可能被放大，即，相对于依据本申请实际制造的示例性装置中的其它部件可能变得更大。在附图中：

- 图 1 为本申请一实施例中的分片报文流量限速方法的总流程示意图。
- 5 图 2 为本申请一实施例中的分片报文流量限速方法的一种具体流程示意图。
- 图 3 为本申请另一实施例中的 DPU 分片报文转发方法的流程示意图。
- 图 4 为本申请另一实施例中的分片报文流量限速装置的结构示意图。
- 图 5 为本申请另一实施例中的 DPU 分片报文转发装置的结构示意图。
- 图 6 为本申请应用实例中提供的 DPU 对分片报文进行流量限速的方法的举例流程
- 10 示意图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚明白，下面结合实施方式和附图，对本申请做进一步详细说明。在此，本申请的示意性实施方式及其说明用于解释本申请，
15 但并不作为对本申请的限定。

在此，还需要说明的是，为了避免因不必要的细节而模糊了本申请，在附图中仅仅示出了与根据本申请的方案密切相关的结构和/或处理步骤，而省略了与本申请关系不大的其他细节。

应该强调，术语“包括/包含”在本文使用时指特征、要素、步骤或组件的存在，但并不
20 不排除一个或多个其它特征、要素、步骤或组件的存在或附加。

在此，还需要说明的是，如果没有特殊说明，术语“连接”在本文不仅可以指直接连接，也可以表示存在中间物的间接连接。

在下文中，将参考附图描述本申请的实施例。在附图中，相同的附图标记代表相同或类似的部件，或者相同或类似的步骤。

25 针对现有的数据处理设备执行的转发过程中出现转发无效分片的情形，浪费大量的网络带宽资源也影响了如 DPU 等数据处理设备的数据处理效率及应用可靠性等问题，本申请首先考虑到：如果分片序列中某个分片被丢弃，则后续分片没有必要再进行流量评估和转发，否则，这些后续分片在经过令牌桶时也可能消耗令牌桶中剩余令牌，抢占了其他报文拿到令牌的机会，浪费大量的网络带宽资源。

30 发明人在进行分片报文限速研究时发现，现有技术中存在上述缺陷的原因是，令牌

桶只具备进行流量评估的能力，并不具备识别哪些后续分片报文不需要被转发的能力。发明人对分片报文流量评估结果进行优化时发现，可以通过引入一个报文分片染色表，在分片报文经过令牌桶前，先对每个分片进行预染色，基于预染色结果，再使用非色盲模式令牌桶算法进行流量评估，则可以精确识别哪些后续分片报文应染为红色，进而在后续处理中进行丢弃。

若采用将分片流传送到相匹配的子令牌桶中进行专项处理的方式，即：要求对同一报文各片同时处理且分桶，这种方式的可用性较差。首先，各分片处理一般都是串行的，除非有额外 buffer 对分片进行缓存。另外每流的原始报文大小，很多并不一样，片数也不会相同。分桶进行计算会大量耗费计算资源，并不符合实际报文处理场景。

而本申请提供的分片报文流量限速方法，符合实际报文处理场景且适应同流串行，至少是同报文分片串行（且不强制要求），无需对报文进行缓存，且对报文分片数的一致性无要求。

具体通过下述实施例进行详细说明。

基于此，本申请实施例提供一种可以由分片报文流量限速装置执行的分片报文流量限速方法，参见图 1，所述分片报文流量限速方法具体包含有如下内容：

步骤 100：根据预设的报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，使得该目标分片报文设有一颜色标记，所述颜色标记包括：丢弃颜色和保留颜色。

在步骤 100 中，用于执行分片报文流量限速方法的数据处理设备可以先接收来自不同的发送端设备的各个分片报文，并将当前处理的分片报文确定为目标报文，这些分片报文均至少携带自身所属的原始数据报文的标识、分片报文自身唯一标识以及接收端设备的唯一标识。例如，可以包含有：源 IP、目的 IP、协议类型和身份标识。

可以理解的是，报文分片染色表为用于存储各个原始数据报文的标识与颜色标记之间对应关系的数据表，例如，在接收到一个分片报文 A113 时，可以先获取该分片报文 A113 所属的原始数据报文的标识 A100，然后根据 A100 在报文分片染色表中查找是否包含有该原始数据报文对应的颜色标记，若根据 A100 查找到报文分片染色表中确实包含属于该原始数据报文的颜色标记，则根据该颜色标记，对所述分片报文 A113 进行相同颜色标记的预染色，具体通过后续实施例对所述报文分片染色表进行详细说明。

在本申请的一个或多个实施例中，所述颜色标记可以至少包含有丢弃颜色和保留颜色，这两种颜色可以根据实际应用需求进行选取，仅需保证二者之间颜色不同即可。在一种优选举例中，可以将丢弃颜色定义为红色，将保留颜色定义为绿色，以更符合令牌

桶算法的应用习惯，进而提高分片报文流量限速方法的应用可靠性及效率。

在另一种举例中，所述颜色标记还可以包含有三种或更多种颜色标记，例如绿色、黄色及红色，以适用于三色令牌桶等。

步骤 200：基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文进行流量
5 评估以对该目标分片报文进行二次染色处理，并基于经二次染色后的目标分片报文的颜色标记更新所述报文分片染色表。

在步骤 200 中，令牌桶可以看作是一个存放令牌的容器，预先设定一定的容量。系统按给定的速度向桶中放置令牌，当桶中令牌满时，多余的令牌溢出。非色盲模式（Color-Aware，也叫“色敏模式”）的令牌桶算法是指：

10 （1）先识别分片报文的预染色的颜色标记，若为丢弃颜色，则直接丢弃该分片报文，并确认该分片报文的二次染色的颜色标记不变；

（2）若分片报文的预染色的颜色标记为保留颜色，则先根据该分片报文的大小判断令牌桶中是否包含有与其大小相当的令牌数量；

若有，则取出与数据大小相当的令牌数量用来传输数据，并确认该分片报文的二次
15 染色的颜色标记不变；

若没有，则丢弃该分片报文，并将分片报文的二次染色的颜色标记从保留颜色变更为丢弃颜色。这就可以限制报文的流量只能小于等于令牌生成的速度，达到限制流量的目的。

步骤 300：若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述丢弃颜色，则对该目标分片
20 报文进行限速处理，若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

在步骤 300 中，对颜色标记为所述丢弃颜色的分片报文进行限速处理方式可以根据实际应用需求设置，例如，可以将颜色标记为所述丢弃颜色的分片报文直接丢弃（删除），使得留下的分片报文均用于后续转发；还可以将颜色标记为所述丢弃颜色的分片报文存
25 储至一个不转发分组中，再将未存储至该分组中的其他分片报文进行转发处理，这样能够便于用户后续在所述不转发分组查找未被转发的分片报文以对其进行重新降低优先级转发等处理。

从上述描述可知，本申请实施例提供的分片报文流量限速方法，通过在采用令牌桶算法进行分片报文的流量评估之前，先对接收到的分片报文进行预染色处理，使得流量
30 评估过程能够直接对预染色为丢弃颜色的分片报文进行丢弃处理，无需再针对每一个分

片报文均进行令牌桶中令牌评估,能够有效降低流量评估过程的资源消耗并提高流量评估效率;通过基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的分片报文进行流量评估以对分片报文进行二次染色处理,能够在提高流量评估效率的基础上,进一步丢弃虽预染色为保留染色,但大小超过令牌桶中剩余领域的分片报文,进而保证分片报文流量限速的有效性;及可靠性,通过在转发前对预染色和二次染色的颜色标记为丢弃颜色的分片报文进行限速处理,能够有效避免转发无效分片报文,并提高分片报文转发效率,能够有效降低网络带宽资源的浪费,使得接收端设备能够根据接收的各个分片报文还原得到原始数据报文,进而提高分片报文转发的有效性及可靠性。

10 为了提高报文分片染色表的应用可靠性及有效性，在本申请实施例提供的一种分片报文流量限速方法中，参见图 2，所述分片报文流量限速方法中的步骤 100 之前还具体包含有如下内容：

步骤 010：创建用于存储分片报文所属的原始数据报文的标识与颜色标识之间对应关系的报文分片染色表；其中，所述原始数据报文的标识包括：源 IP、目的 IP、协议类型和唯一身份标识（即：Identification）。

15 在一种具体举例中，以所述分片报文所属的原始数据报文的标识为源 IP、协议类型、目的 IP（接收端设备的唯一标识）和 Identification 进行举例。参见表 1 所示的报文分片染色表的结构举例。

表 1

原始数据报文的标识（KEY）				值（VALUE）
源 IP	目的 IP	协议类型	唯一身份标识（Identification）	染色
10.10.10.8	192.168.14.4	TCP	0x4ae1	绿色
10.10.10.7	192.168.14.4	TCP	0x2bc3	红色
10.10.8.2	192.168.16.3	UDP	0xd465	绿色

20 为了提高预染色处理的应用可靠性及有效性，在本申请实施例提供的一种分片报文流量限速方法中，所述分片报文流量限速方法中的步骤100具体包含有如下内容：

步骤 110: 获取当前接收的目标分片报文所属的原始数据报文的标识。

步骤 120: 在所述报文分片染色表中查找是否包含有所述目标分片报文所属的原始数据报文的标识, 若是, 则根据该原始数据报文的标识对应的颜色标记, 对所述目标分片报文进行预染色处理。

可以理解的是，采用报文分片染色表对分片进行预染色的过程，实际上是将同属一个原始 IP 报文的各个分片与该分片序列中最近一个过桶分片的颜色进行关联。进而优化非色盲模式令牌桶的流量评估结果。

5 为了进一步提高预染色处理的应用可靠性及有效性，在本申请实施例提供的一种分片报文流量限速方法中，所述分片报文流量限速方法中的步骤 120 还具体包含有如下内容：

步骤 121：若在所述报文分片染色表中未查找到包含有所述目标分片报文所属的原始数据报文的标识，则将所述保留颜色作为缺省颜色对该目标分片报文进行预染色，并将该目标分片报文所属的原始数据报文的标识以及颜色标记为所述保留颜色的对应关系存储至所述报文分片染色表中。

例如，收到 IP 报文的第一个分片（如果出现乱序，可能非分片首片），提取报文信息（上述 KEY 值）查询报文分片染色表，未查找到对应表项，则会新增一条新的表项记录，染色值缺省为绿色。后续对该分片报文进行流量限速时，按非色盲模式令牌桶算法（多种经典令牌桶算法可选）进行评估。如果评估为绿色，则无需修改分片信息表，按绿色对应的行为（缺省发送）处理报文。如果评估为红色，则将对分片信息表的染色值修改为红色，并按红色对应的行为（缺省丢弃）处理报文。当收到该 IP 报文的后续分片，同样查询分片报文染色信息表，会查到对应表项，如果之前第一片已设置染色值为红色，则直接为报文预染色为红色。后续对该分片报文进行流量限速时，按非色盲模式令牌桶算法，直接按红色进行处理（缺省丢弃）。

20 为了进一步提高流量评估过程的应用可靠性及有效性，在本申请实施例提供的一种分片报文流量限速方法中，所述分片报文流量限速方法中的步骤 200 还具体包含有如下内容：

步骤 210：基于非色盲模式的令牌桶算法，先识别当前的目标分片报文的颜色标记，若识别得到所述目标分片报文的颜色标记为所述丢弃颜色，则确认该目标分片报文的二次染色的颜色标记不变。

步骤 220：若所述目标分片报文的颜色标记为所述保留颜色，则判断对应的令牌桶中的令牌数量是否满足所述目标分片报文的报文长度，若是，则确认该目标分片报文的二次染色的颜色标记不变，并将所述令牌桶中减少符合所述目标分片报文的报文长度的令牌数。

30 步骤 230：若经判断获知所述令牌桶中的令牌数量不满足目标分片报文的报文长度，

则将该目标分片报文的二次染色的颜色标记变更为所述丢弃颜色，并在所述报文分片染色表中更新该目标分片报文所属的原始数据报文的颜色标记。

举例来说：

以单速单桶令牌桶为例，简述非色盲模式令牌桶算法内容：

5 算法在对到达报文进行流量评估时，遵循以下规则：

如果报文已被染为绿色但报文长度（假设为 B ）不超过令牌桶中的剩余令牌数（假设为 Tc ），则报文被染为绿色，且 $Tc = Tc - B$ ；

如果报文已被染为绿色且报文长度超过令牌桶中的剩余令牌数 Tc ，则报文被染为红色， Tc 保持不变；

10 如果报文已被染为红色，报文保持红色， Tc 保持不变。

本方法中使用非色盲模式令牌桶算法对分片报文进行流量评估时，基于上述关键点 1 中分片报文预染色结果。

之所以对已染色的后续分片仍要使用令牌桶算法进行流量评估，是为了避免过大的报文（分片数较多）或是恶意分片攻击导致流量突发过大，使得实际限速失效，最终造成非可控带宽抢占及丢包。即：在尽量避免发送无效分片的基础上，也能够兼顾限速效果，避免恶意突发（全绿色发送）。

其中，对于各种经典令牌桶算法，最后的输出是对报文染色，一般为三色：绿（令牌足够）、黄（中间情况，不同算法判定不同，比如 C 桶无令牌， E 桶有令牌，或者 P 桶有令牌， C 桶无令牌）、红（令牌不足）。部分简化的令牌桶算法（单速双色）只有 20 绿和红。对于不同的染色结果，会对应不同的报文的处理方式（用户配置），一般缺省采用绿色 pass，红色 drop。所以本申请实施例描述令牌桶算法时，大多按染色描述。

为了进一步提高流量评估过程的应用可靠性及有效性，在本申请实施例提供的一种分片报文流量限速方法中，参见图 2，所述分片报文流量限速方法中的步骤 200 和步骤 300 之间还具体包含有如下内容：

25 步骤 020：判断经流量评估的所述目标分片报文是否为各自所属的原始数据报文的最后一个分片报文；若是，则在所述报文分片染色表中删除该目标分片报文所属的原始数据报文的记录。

DPU（Data Processing Unit）是以数据为中心构造的专用处理器，采用软件定义技术路线支撑基础设施层资源虚拟化，支持存储、安全、服务质量管理等基础设施层服务。

30 DPU 可为数据中心、5G 边缘计算以及云计算等提供核心组件。在 DPU 进行数据转发的

过程中,针对 IP 层协议传送字节数比较大的数据,由于数据链路层的最大传输单元 MTU (Maximum Transmission Unit)的限制,发送端需要对上层原始数据报文进行分片处理,将报文分成若干长度不大于链路最大报文长度的分片,然后再将得到的各个分片发送至 DPU,再由 DPU 对需要其转发的分片进行流量限速后,将符合限速规则的分片转发至接收端;接收端收到各个分片后,对属于同一报文的各个分片进行重组,还原成原始数据报文。

当前 DPU 对需要其转发的分片报文进行流量限速主要方式是通过令牌桶算法,当每一个分片到来时,通过令牌桶对其进行流量评估,如果未超过承诺流量或最大允许突发流量范围,则对该分片进行相应颜色标记,后续进行转发,否则后续模块对超出约定速率的分片进行丢弃处理。

然而,当前 DPU 对分片报文转发的策略是存在明显缺陷的。在对分片报文转发的过程中,如果一个 IP 报文的分片序列中的某个分片在 DPU 转发过程中被丢弃处理,那么接收端就无法再进行分片重组,也就无法还原该 IP 报文的原始数据,进而会导致 DPU 转发过程中出现无效流量限速评估及转发无效分片过程,浪费大量的网络带宽资源也影响了 DPU 的数据处理效率及应用可靠性。

基于此,基于上述分片报文流量限速方法的实施例,本申请还提供一种 DPU 分片报文转发方法的实施例,参见图 3,所述 DPU 分片报文转发方法具体包含有如下内容:

步骤 400: 在 DPU 本地接收待转发的目标分片报文。

步骤 500: 基于所述分片报文流量限速方法对接收到的所述目标分片报文进行处理。具体来说,所述步骤 500 中的所述分片报文流量限速方法的执行内容参照上述所述分片报文流量限速方法的实施例,此处不再赘述。

步骤 600: 若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色,则对该目标分片报文进行转发处理。

为了进一步提高 DPU 分片报文转发过程的效率及有效性,在本申请实施例提供了一种 DPU 分片报文转发方法中,所述 DPU 分片报文转发方法中的所述报文分片染色表用于存储分片报文所属的原始数据报文的关键字信息与颜色标识之间对应关系;

其中,所述分片报文的关键字信息包括:唯一身份标识和本地流标签,该本地流标签预先基于所述原始数据报文的标识设置。

具体来说,在 DPU 的场景,部分 IP 报文分片被卸载到 DPU 上进行,为便于识别流信息,可以为每流(一般为五元组,包括源 IP、目的 IP、协议类型、源端口、目的端

口) 设置流标签(一般使用 2 字节, 作为报文的本机元数据 metadata), 该流标签保证同一时刻设备内唯一即可。在这种场景下, DPU 的分片染色表结构可优化调整, 仅使用流标签和身份标识 Identification 字段为 KEY, 针对本机分片的限速进行加速识别使用。使用流标签要比之前通用的提取报文三元组(源 IP、目的 IP、协议类型)信息更方便, 性能有所提升, 表占用空间更少。

从软件层面来说, 本申请还提供一种用于执行所述分片报文流量限速方法中全部或部分内的分片报文流量限速装置, 参见图 4, 所述分片报文流量限速装置具体包含有如下内容:

预染色模块 10, 用于根据预设的报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理, 使得该目标分片报文设有一颜色标记, 所述颜色标记包括: 丢弃颜色和保留颜色;

流量评估模块 20, 用于基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文进行流量评估以对该目标分片报文进行二次染色处理, 并基于经二次染色后的目标分片报文的颜色标记更新所述报文分片染色表;

分片限速模块 30, 用于若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述丢弃颜色, 则对该目标分片报文进行限速处理, 若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色, 则对该目标分片报文进行转发处理。

本申请提供的分片报文流量限速装置的实施例具体可以用于执行上述实施例中的分片报文流量限速方法的实施例的处理流程, 其功能在此不再赘述, 可以参照上述分片报文流量限速方法实施例的详细描述。

所述分片报文流量限速装置进行分片报文流量限速的部分可以在服务器中执行, 例如边缘服务器, 而在另一种实际应用情形中, 也可以所有的操作都在客户端设备中完成。具体可以根据所述客户端设备的处理能力, 以及用户使用场景的限制等进行选择。本申请对此不作限定。若所有的操作都在所述客户端设备中完成, 所述客户端设备还可以包括处理器, 用于分片报文流量限速的具体处理。

上述的客户端设备可以具有通信模块(即通信单元), 可以与远程的服务器进行通信连接, 实现与所述服务器的数据传输。所述服务器可以包括任务调度中心一侧的服务器, 其他的实施场景中也可以包括中间平台的服务器, 例如与任务调度中心服务器有通信链接的第三方服务器平台的服务器。所述的服务器可以包括单台计算机设备, 也可以包括多个服务器组成的服务器集群, 或者分布式装置的服务器结构。

上述服务器与所述客户端设备端之间可以使用任何合适的网络协议进行通信, 包

括在本申请提交日尚未开发出的网络协议。所述网络协议例如可以包括 TCP/IP 协议、UDP/IP 协议、HTTP 协议、HTTPS 协议等。当然，所述网络协议例如还可以包括在上述协议之上使用的 RPC 协议(Remote Procedure Call Protocol, 远程过程调用协议)、REST 协议(Representational State Transfer, 表述性状态转移协议)等。

5 从上述描述可知，本申请实施例提供的分片报文流量限速装置，通过在采用令牌桶算法进行分片报文的流量评估之前，先对接收到的分片报文进行预染色处理，使得流量评估过程能够直接对预染色为丢弃颜色的分片报文进行丢弃处理，无需再针对每一个分片报文均进行令牌桶中令牌评估，能够有效降低流量评估过程的资源消耗并提高流量评估效率；通过基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的分片报文进行流量评估以对分
10 片报文进行二次染色处理，能够在提高流量评估效率的基础上，进一步丢弃虽预染色为保留染色，但大小超过令牌桶中剩余领域的分片报文，进而保证分片报文流量限速的有效性及可靠性，通过在转发前对预染色和二次染色的颜色标记为丢弃颜色的分片报文进行限速处理，能够有效避免转发无效分片报文，并提高分片报文转发效率，能够有效降低网络带宽资源的浪费，使得接收端设备能够根据接收的各个分片报文还原得到原始数
15 据报文，进而提高分片报文转发的有效性及可靠性。

基于上述分片报文流量限速方法和/或 DPU 分片报文转发方法的实施例，本申请还提供一种用于实现 DPU 分片报文转发方法的 DPU 分片报文转发装置，参见图 5，该 DPU 分片报文转发装置具体包含有如下内容：

分片接收模块 40，用于在 DPU 本地接收待转发的目标分片报文。
20 流量限速模块 50，用于若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

具体来说，所述流量限速模块 50 中的所述分片报文流量限速方法的执行内容参照上述所述分片报文流量限速方法的实施例，此处不再赘述。

分片转发模块 60，用于对经流量评估后的颜色标记为所述保留颜色的分片报文进行
25 转发处理。

具体来说，DPU 分片报文转发装置可以作为一个功能模块实现在 DPU 中。

为了进一步说明本方案，本申请还提供一种应用于 DPU 的分片报文流量限速方法的具体应用实例，以解决当前 DPU 上对分片报文进行流量限速时，存在带宽无效损耗的问题，所述应用于 DPU 的分片报文流量限速方法的应用实例具体包括以下改进内容：

30 (一) 引入报文分片染色表对分片报文预染色；

所述报文分片染色表是一个索引表。同属一个原始 IP 报文的分片序列对应索引表中的一个表项记录。表项以 IP 首部中携带信息为 KEY（例如以 IP 首部中的源 IP、目的 IP、协议类型、Identification 字段为 KEY），以最近一个通过令牌桶的分片染色作为 Value。报文第一个分片对应后面描述的查询不到表项的场景，会创建表项，缺省染色为绿色。

5 在分片报文经过令牌桶前，先以报文 IP 首部中携带信息为 KEY，去染色表中查询分片对应表项的染色信息，如果查询不到（报文分片首片）则在表中为该报文所属的分片序列创建一条新表项记录，缺省染色为绿色；如果查询到则以查询到的结果为分片报文预染色。

因此，分片染色表对分片进行预染色的过程，实际上是将同属一个原始 IP 报文的各个分片与该分片序列中最近一个过桶分片的颜色进行关联。进而优化非色盲模式令牌桶的流量评估结果。

（二）基于预染色结果，结合非色盲模式令牌桶算法进行流量限速；

所述非色盲模式，是指当前报文或分片经过令牌桶时，基于之前的染色结果进行流量评估。

15 为说明方法效果，在此以单速单桶令牌桶为例，简述非色盲模式令牌桶算法内容：算法在对到达报文进行流量评估时，遵循以下规则：

1. 如果报文已被染为绿色但报文长度（假设为 B）不超过令牌桶中的剩余令牌数（假设为 T_c ），则报文被染为绿色，且 $T_c = T_c - B$ ；

2. 如果报文已被染为绿色且报文长度超过令牌桶中的剩余令牌数 T_c ，则报文被染为红色， T_c 保持不变；

3. 如果报文已被染为红色，报文保持红色， T_c 保持不变。

本方法中使用非色盲模式令牌桶算法对报文分片进行流量评估时，基于上述关键点 1 中分片报文预染色结果。

之所以对已染色的后续分片仍要使用令牌桶算法进行流量评估，是为了避免过大的报文（分片数较多）或是恶意分片攻击导致流量突发过大，使得实际限速失效，最终造成非可控带宽抢占及丢包。

因此，结合分片报文预染色结果进行流量评估，可以保证只要 IP 报文的分片中，有一个分片过桶时被染为红色，该分片序列中后续到达的分片也会被染为红色。按照惯例，后续处理中通常对染为绿色的报文进行转发，对染为红色的报文进行丢弃。从而避免无效分片占用带宽造成损耗。

参见图 6，以基于非色盲模式的单速单桶令牌桶为例，描述本方法所述的 DPU 对分片报文进行流量限速的方法的流程如下：

1.开始对到来流量中的分片报文进行流量限速，根据 IP 报文首部中的源 IP、目的 IP、协议类型、Identification 字段为 KEY 查询染色表；

5 1.1.若查询成功，根据染色信息为分片预染色；

1.2.若查询失败，在分片染色表中以 IP 头中的源 IP、目的 IP、协议类型、Identification 字段为 KEY，为该报文所属的分片序列创建表项记录，并将分片预染色为绿色；

2.基于分片报文的预染色，使用非色盲模式的令牌桶算法对分片报文进行流量评估；

3.若过桶后分片报文由绿色变为红色，则将染色表中对应分片序列的染色更新为红色；

4.若当前分片报文为尾片，则删除分片染色表中当前分片序列对应的表项记录；

5.根据报文染色结果，后续转发或丢弃报文。

综上所述，本申请应用实例提供的方法能够确保 DPU 对接收到的同一 IP 报文的各个分片进行流量评估时，出现首个被染为红色的分片后，后续分片在流量评估中均被染为红色进而丢弃，从而避免网络中转发无效分片造成的带宽损耗。

本申请实施例还提供了一种电子设备（也即电子设备），例如，该电子设备可以包括处理器、存储器、接收器及发送器，处理器用于执行上述实施例提及的分片报文流量限速方法或 DPU 分片报文转发方法，其中处理器和存储器可以通过总线或者其他方式连接，以通过总线连接为例。该接收器可通过有线或无线方式与处理器、存储器连接。

20 所述电子设备可自所述无线多媒体传感器网络中的传感器接收实时运动数据，并自所述视频采集装置接收原始视频序列。

处理器可以为 DPU。处理器还可以为其他通用处理器、数字信号处理器（Digital Signal Processor, DSP）、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit, ASIC）、现场可编程门阵列（Field-Programmable Gate Array, FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等芯片，或者上述各类芯片的组合。

存储器作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序、非暂态计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的分片报文流量限速方法或 DPU 分片报文转发方法对应的程序指令/模块。处理器通过运行存储在存储器中的非暂态软件程序、指令以及模块，从而执行处理器的各种功能应用以及数据处理，即实现上述方法实施例

30 中的分片报文流量限速方法或 DPU 分片报文转发方法。

存储器可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；存储数据区可存储处理器所创建的数据等。此外，存储器可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施例中，存储器可选包括相对于
5 处理器远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至处理器。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述一个或者多个模块存储在所述存储器中，当被所述处理器执行时，执行实施例中的分片报文流量限速方法或 DPU 分片报文转发方法。

在本申请的一些实施例中，用户设备可以包括处理器、存储器和收发单元，该收发
10 单元可包括接收器和发送器，处理器、存储器、接收器和发送器可通过总线系统连接，存储器用于存储计算机指令，处理器用于执行存储器中存储的计算机指令，以控制收发单元收发信号。

作为一种实现方式，本申请中接收器和发送器的功能可以考虑通过收发电路或者收发的专用芯片来实现，处理器可以考虑通过专用处理芯片、处理电路或通用芯片实现。

15 作为另一种实现方式，可以考虑使用通用计算机的方式来实现本申请实施例提供的服务器。即将实现处理器，接收器和发送器功能的程序代码存储在存储器中，通用处理器通过执行存储器中的代码来实现处理器，接收器和发送器的功能。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时以实现前述分片报文流量限速方法或 DPU 分片报文转发方法的步
20 骤。该计算机可读存储介质可以是有形存储介质，诸如随机存储器（RAM）、内存、只读存储器（ROM）、电可编程 ROM、电可擦除可编程 ROM、寄存器、软盘、硬盘、可移动存储盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质。

本领域普通技术人员应该可以明白，结合本文中所公开的实施方式描述的各示例性的组成部分、系统和方法，能够以硬件、软件或者二者的结合来实现。具体究竟以硬件
25 还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。当以硬件方式实现时，其可以例如是电子电路、专用集成电路（ASIC）、适当的固件、插件、功能卡等等。当以软件方式实现时，本申请的元素是被用于执行所需任务的程序或者代码段。程序或者代码段可以存储在机器可读介质中，或者通过载波
30 中携带的数据信号在传输介质或者通信链路上传送。

需要明确的是，本申请并不局限于上文所描述并在图中示出的特定配置和处理。为了简明起见，这里省略了对已知方法的详细描述。在上述实施例中，描述和示出了若干具体的步骤作为示例。但是，本申请的方法过程并不限于所描述和示出的具体步骤，本领域的技术人员可以在领会本申请的精神后，作出各种改变、修改和添加，或者改变步骤之间的顺序。

本申请中，针对一个实施方式描述和/或例示的特征，可以在一个或更多个其它实施方式中以相同方式或以类似方式使用，和/或与其他实施方式的特征相结合或代替其他实施方式的特征。

以上所述仅为本申请的优选实施例，并不用于限制本申请，对于本领域的技术人员来说，本申请实施例可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

- 1.一种分片报文流量限速方法，其特征在于，包括：
- 根据预设的报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，使得该目标分片报文设有一颜色标记，所述颜色标记包括：丢弃颜色和保留颜色；
- 5 基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文进行流量评估以对
- 该目标分片报文进行二次染色处理，并基于经二次染色后的目标分片报文的颜色标记更
- 新所述报文分片染色表；
- 若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述丢弃颜色，则对该目标分片报文进行限
- 速处理，若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进
- 10 行转发处理。
- 2.根据权利要求1所述的分片报文流量限速方法，其特征在于，在所述根据预设的
- 报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，还包括：
- 创建用于存储分片报文所属的原始数据报文的标识与颜色标识之间对应关系的报
- 文分片染色表；
- 15 其中，所述原始数据报文的标识包括：源IP、目的IP、协议类型和唯一身份标识。
- 3.根据权利要求2所述的分片报文流量限速方法，其特征在于，所述根据预设的报
- 文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，使得该目标分片报文设有一颜色标记，
- 包括：
- 获取当前接收的目标分片报文所属的原始数据报文的标识；
- 20 在所述报文分片染色表中查找是否包含有所述目标分片报文所属的原始数据报
- 文的标识，若是，则根据该原始数据报文的标识对应的颜色标记，对所述目标分片报
- 文进行预染色处理。
- 4.根据权利要求3所述的分片报文流量限速方法，其特征在于，还包括：
- 若在上述报文分片染色表中未查找到包含有所述目标分片报文所属的原始数据报
- 25 文的标识，则将所述保留颜色作为缺省颜色对该目标分片报文进行预染色，并将该目
- 标分片报文所属的原始数据报文的标识以及颜色标记为所述保留颜色的对应关系存储至
- 所述报文分片染色表中。
- 5.根据权利要求1所述的分片报文流量限速方法，其特征在于，所述基于非色盲模
- 式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文进行流量评估以对所述目标分片报

进行二次染色处理，并基于经二次染色后的目标分片报文的颜色标记更新所述报文分片染色表，包括：

基于非色盲模式的令牌桶算法，先识别当前的目标分片报文的颜色标记，若识别得到所述目标分片报文的颜色标记为所述丢弃颜色，则确认该目标分片报文的二次染色的

5 颜色标记不变；

若所述目标分片报文的颜色标记为所述保留颜色，则判断对应的令牌桶中的令牌数量是否满足所述目标分片报文的报文长度，若是，则确认该目标分片报文的二次染色的颜色标记不变，并将所述令牌桶中减少符合所述目标分片报文的报文长度的令牌数；

若经判断获知所述令牌桶中的令牌数量不满足目标分片报文的报文长度，则将该目标分片报文的二次染色的颜色标记变更为所述丢弃颜色，并在所述报文分片染色表中更新该目标分片报文所属的原始数据报文的颜色标记。

6.根据权利要求 1 至 5 任一项所述的分片报文流量限速方法，其特征在于，在所述对该目标分片报文进行转发处理之前，还包括：

判断经流量评估的所述目标分片报文是否为各自所属的原始数据报文的最后一个
15 分片报文；

若是，则在所述报文分片染色表中删除该目标分片报文所属的原始数据报文的记录。

7.一种 DPU 分片报文转发方法，其特征在于，包括：

在 DPU 本地接收待转发的目标分片报文；

基于权利要求 1 至 6 任一项所述的分片报文流量限速方法对接收到的所述目标分片
20 报文进行处理，若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

8.根据权利要求 7 所述的 DPU 分片报文转发方法，其特征在于，所述报文分片染色表用于存储分片报文所属的原始数据报文的关键字信息与颜色标识之间对应关系；

其中，所述分片报文的关键字信息包括：唯一身份标识和本地流标签，该本地流标签预先基于所述原始数据报文的标识设置。

9.一种分片报文流量限速装置，其特征在于，包括：

预染色模块，用于根据预设的报文分片染色表对目标分片报文进行预染色处理，使得该目标分片报文设有一颜色标记，所述颜色标记包括：丢弃颜色和保留颜色；

流量评估模块，用于基于非色盲模式的令牌桶算法对经预染色的所述目标分片报文
30 进行流量评估以对该目标分片报文进行二次染色处理，并基于经二次染色后的目标分片

报文的颜色标记更新所述报文分片染色表；

分片限速模块，用于若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述丢弃颜色，则对该目标分片报文进行限速处理，若所述目标分片报文当前的颜色标记为所述保留颜色，则对该目标分片报文进行转发处理。

- 5 10.一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 6 任一项所述的分片报文流量限速方法，或者，用于实现权利要求 7 所述的 DPU 分片报文转发方法。