



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106789698 B

(45)授权公告日 2020.03.20

(21)申请号 201611203852.6

(22)申请日 2016.12.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106789698 A

(43)申请公布日 2017.05.31

(73)专利权人 北京邮电大学
地址 100876 北京市海淀区西土城路10号
专利权人 中国电子科技集团公司第五十四研究所

(72)发明人 黄韬 李诚成 谢人超 杨帆
妥艳君 李吉良 张学敏

(74)专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事
务所(普通合伙) 11413
代理人 赵元 马敬

(51)Int.Cl.

H04L 12/801(2013.01)

(56)对比文件

US 2007299980 A1,2007.12.27,
CN 106105117 A,2016.11.09,

审查员 王怡轩

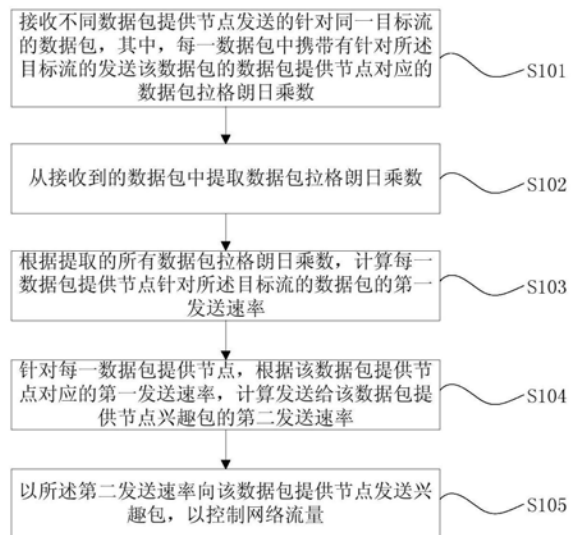
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54)发明名称

一种网络流量控制方法及装置

(57)摘要

本发明实施例公开了一种网络流量控制方法及装置,应用于客户端的所述方法包括:接收不同数据包提供节点发送的针对同一目标流的数据包,其中,每一数据包中携带有针对所述目标流的发送该数据包的数据包提供节点对应的数据包拉格朗日乘数;从接收到的数据包中提取数据包拉格朗日乘数;根据提取的所有数据包拉格朗日乘数,计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率;针对每一数据包提供节点,根据该数据包提供节点对应的第一发送速率,计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率;以所述第二发送速率向该数据包提供节点发送兴趣包,以控制网络流量。通过实施本发明实施例,提高了NDN中网络资源利用率。



1. 一种网络流量控制方法,其特征在于,应用于客户端,所述方法包括:

接收不同数据包提供节点发送的针对同一目标流的数据包,其中,每一数据包中携带有针对所述目标流的发送该数据包的数据包提供节点对应的数据包拉格朗日乘数;

从接收到的数据包中提取数据包拉格朗日乘数;

根据提取的所有数据包拉格朗日乘数,计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率;

针对每一数据包提供节点,根据该数据包提供节点对应的第一发送速率,计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率;

以所述第二发送速率向该数据包提供节点发送兴趣包,以控制网络流量;

所述根据提取的所有数据包拉格朗日乘数,计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率,包括:

根据公式 $x_i^{fD} = \operatorname{argmin}_{x_i^{fD} \geq 0} \sum_{i \in e(f)} \left(\frac{\lambda_{b(f),f}^I}{a_f} + \lambda_{i,f}^D \right) x_i^{fD} - U_f(\sum_{i \in e(f)} x_i^{fD})$, 计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率,其中, x_i^{fD} 为数据包提供节点 i 针对目标流 f 的数据包的第一发送速率; $e(f)$ 为发送所述目标流 f 的数据包的所有数据包提供节点的标识集合; $\lambda_{b(f),f}^I$ 为所述客户端 $b(f)$ 针对目标流 f 的兴趣包拉格朗日乘数; a_f 为目标流 f 的数据包与兴趣包大小的比值; $\lambda_{i,f}^D$ 为发送目标流 f 的数据包的数据包提供节点 i 对应的数据包拉格朗日乘数; $U_f(\cdot)$ 为目标流 f 的效益函数;

所述针对每一数据包提供节点,根据该数据包提供节点对应的第一发送速率,计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率,包括:

针对每一数据包提供节点,根据公式 $y_i^{fI} = \frac{x_i^{fD}}{a_f}$, 计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率,其中, y_i^{fI} 为发送给数据包提供节点 i 兴趣包的发送速率。

2. 一种网络流量控制装置,其特征在于,应用于客户端,所述装置包括:

接收模块,用于接收不同数据包提供节点发送的针对同一目标流的数据包,其中,每一数据包中携带有针对所述目标流的发送该数据包的数据包提供节点对应的数据包拉格朗日乘数;

提取模块,用于从接收到的数据包中提取数据包拉格朗日乘数;

第一计算模块,用于根据提取的所有数据包拉格朗日乘数,计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率;

第二计算模块,用于针对每一数据包提供节点,根据该数据包提供节点对应的第一发送速率,计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率;

发送模块,用于以所述第二发送速率向该数据包提供节点发送兴趣包,以控制网络流量;

所述第一计算模块,具体用于:

根据公式 $x_i^{fD} = \operatorname{argmin}_{x_i^{fD} \geq 0} \sum_{i \in e(f)} \left(\frac{\lambda_{b(f),f}^I}{a_f} + \lambda_{i,f}^D \right) x_i^{fD} - U_f(\sum_{i \in e(f)} x_i^{fD})$, 计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率, 其中, x_i^{fD} 为数据包提供节点 i 针对目标流 f 的数据包的第一发送速率; $e(f)$ 为发送所述目标流 f 的数据包的所有数据包提供节点的标识集合; $\lambda_{b(f),f}^I$ 为所述客户端 $b(f)$ 针对目标流 f 的兴趣包拉格朗日乘数; a_f 为目标流 f 的数据包与兴趣包大小的比值; $\lambda_{i,f}^D$ 为发送目标流 f 的数据包的数据包提供节点 i 对应的数据包拉格朗日乘数; $U_f(\cdot)$ 为目标流 f 的效益函数;

所述第二计算模块, 具体用于:

针对每一数据包提供节点, 根据公式 $y_i^{fI} = \frac{x_i^{fD}}{a_f}$, 计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率, 其中, y_i^{fI} 为发送给数据包提供节点 i 兴趣包的发送速率。

一种网络流量控制方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及无线通信系统,特别涉及一种网络流量控制方法及装置。

背景技术

[0002] 数据命名网络(NDN,Named Data Networking)是一种新型网络架构,与TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol,传输控制协议/因特网互联协议)架构最大的区别是其设计思想——以信息为中心。NDN将包含信息的数据与位置分离,从TCP/IP架构的“关注两点之间的通信”转移到“关注内容本身”上来。

[0003] NDN中的通信由客户端来驱动,通过兴趣包和数据包之间的交换来实现。客户端发出一定数量的兴趣包以请求数据,针对这些兴趣包,可以有多个节点提供相同数量的数据包作为反馈,上述整个过程实现了NDN对于“数据流”的传输。兴趣包和数据包都携带一个内容名,NDN用内容名来唯一标识内容,这个内容名确定了所请求的信息。由此,NDN的流包括拥有相同内容名前缀的所有兴趣包和数据包。

[0004] 现有无线NDN中的流量控制方法从两个方面着手:客户端和路由器端。客户端流量控制方法中将客户端接收到的所有数据包的ADQD(Average Data Queuing Delay,平均数据包排队时延)、AIDG(Average Inter Data Gap,平均数据包接收间隔)作为参数,根据以下公式求出IIG(Inter Interests GAP,兴趣包发送间隔): $IIG = \max(ADQD, \gamma \times AIDG)$, $0 < \gamma < 1$,进而获得兴趣包发送速率,控制NDN中的数据流量。但是,将平均接收间隔、平均排队时延作为兴趣包发送速率的参数的方法,无疑会使所需要的接收间隔小、排队时延少的数据包浪费更多时间等待,浪费网络资源;而对于所需要的接收间隔大、排队时延多的数据包,由于缩短了其实际的接收间隔、排队时延,会导致数据处理出现问题,降低网络传输可靠性。

[0005] 另一方面,路由器向其转发信息表中的所有接口发送所有待传输的数据包/兴趣包的嗅探数据,进而确定发送嗅探数据所对应的数据包/兴趣包的最优发送链路,占用上述最优发送链路发送数据可快速完成数据传输。在客户端以固定速率向传输网络内发送兴趣包的前提下,快速完成数据传输能够减小整个网络的传输流量,进而减小数据的排队时延。但是,发送嗅探数据的方式不可避免地使路由器与相邻节点进行通信,当链路阻塞时,存在无法使用嗅探数据确定最优发送链路的情况,也就无法达到上述减小数据排队时延的目的,导致网络传输实时性差的问题。

发明内容

[0006] 本发明实施例公开了一种网络流量控制方法及装置,解决了NDN中网络资源利用率低、网络传输可靠性差的问题,同时解决了网络传输实时性差的问题。

[0007] 为达到上述目的,本发明实施例公开了一种网络流量控制方法,应用于客户端,所述方法包括:

[0008] 接收不同数据包提供节点发送的针对同一目标流的数据包,其中,每一数据包中

携带有针对所述目标流的发送该数据包的数据包提供节点对应的数据包拉格朗日乘数；

[0009] 从接收到的数据包中提取数据包拉格朗日乘数；

[0010] 根据提取的所有数据包拉格朗日乘数，计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率；

[0011] 针对每一数据包提供节点，根据该数据包提供节点对应的第一发送速率，计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率；

[0012] 以所述第二发送速率向该数据包提供节点发送兴趣包，以控制网络流量。

[0013] 较佳的，所述根据提取的所有数据包拉格朗日乘数，计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率，包括：

[0014] 根据公式 $x_i^{fD} = \operatorname{argmin}_{x_i^{fD} \geq 0} \sum_{i \in e(f)} \left(\frac{\lambda_{b(f),f}^I}{a_f} + \lambda_{i,f}^D \right) x_i^{fD} - U_f(\sum_{i \in e(f)} x_i^{fD})$ ，计算

每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率，其中， x_i^{fD} 为数据包提供节点 i 针对目标流 f 的数据包的第一发送速率； $e(f)$ 为发送所述目标流 f 的数据包的所有数据包提供节点的标识集合； $\lambda_{b(f),f}^I$ 为所述客户端 $b(f)$ 针对目标流 f 的兴趣包拉格朗日乘数； a_f 为目标流 f 的数据包与兴趣包大小的比值； $\lambda_{i,f}^D$ 为发送目标流 f 的数据包的数据包提供节点 i 对应的数据包拉格朗日乘数； $U_f(\cdot)$ 为目标流 f 的效益函数。

[0015] 较佳的，所述针对每一数据包提供节点，根据该数据包提供节点对应的第一发送速率，计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率，包括：

[0016] 针对每一数据包提供节点，根据公式 $y_i^{fI} = \frac{x_i^{fD}}{a_f}$ ，计算发送给该数据包提供节点兴

趣包的第二发送速率，其中， y_i^{fI} 为发送给数据包提供节点 i 兴趣包的发送速率。

[0017] 另一方面，本发明实施例还提供了一种网络流量控制方法，所述方法包括：

[0018] 获得当前时隙每一链路的待传输数据流的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数；

[0019] 针对每一链路，根据所述数据包拉格朗日乘数和所述兴趣包拉格朗日乘数，分别计算当前时隙每一待传输数据流的数据包和兴趣包的转发权值，将所述转发权值中最大的转发权值确定为该链路的转发权值；

[0020] 根据所有链路的转发权值以及最大权值匹配链路调度规则，确定当前时隙客户端至数据包提供节点间用于传输数据包或兴趣包的链路；

[0021] 在所确定的链路上传输该链路的转发权值对应的数据流的数据包或兴趣包，以控制网络流量。

[0022] 较佳的，所述方法还包括：

[0023] 若当前时隙为满足预设更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数条件的时隙，针对每一链路的每一待传输数据流，计算下一时隙该链路的节点的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数；

[0024] 根据所计算的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数，更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数。

[0025] 相应于上述方法实施,本发明实施例还提供了一种网络流量控制装置,应用于客户端,所述装置包括:

[0026] 接收模块,用于接收不同数据包提供节点发送的针对同一目标流的数据包,其中,每一数据包中携带有针对所述目标流的发送该数据包的数据包提供节点对应的数据包拉格朗日乘数;

[0027] 提取模块,用于从接收到的数据包中提取数据包拉格朗日乘数;

[0028] 第一计算模块,用于根据提取的所有数据包拉格朗日乘数,计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率;

[0029] 第二计算模块,用于针对每一数据包提供节点,根据该数据包提供节点对应的第一发送速率,计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率;

[0030] 发送模块,用于以所述第二发送速率向该数据包提供节点发送兴趣包,以控制网络流量。

[0031] 较佳的,所述第一计算模块,具体用于:

[0032] 根据公式 $x_i^{fD} = \operatorname{argmin}_{x_i^{fD} \geq 0} \sum_{i \in e(f)} \left(\frac{\lambda_{b(f),f}^I}{a_f} + \lambda_{i,f}^D \right) x_i^{fD} - U_f(\sum_{i \in e(f)} x_i^{fD})$, 计算

每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率,其中, x_i^{fD} 为数据包提供节点 i 针对目标流 f 的数据包的第一发送速率; $e(f)$ 为发送所述目标流 f 的数据包的所有数据包提供节点的标识集合; $\lambda_{b(f),f}^I$ 为所述客户端 $b(f)$ 针对目标流 f 的兴趣包拉格朗日乘数; a_f 为目标流 f 的数据包与兴趣包大小的比值; $\lambda_{i,f}^D$ 为发送目标流 f 的数据包的数据包提供节点 i 对应的数据包拉格朗日乘数; $U_f(\cdot)$ 为目标流 f 的效益函数。

[0033] 较佳的,所述第二计算模块,具体用于:

[0034] 针对每一数据包提供节点,根据公式 $y_i^{fI} = \frac{x_i^{fD}}{a_f}$, 计算发送给该数据包提供节点兴趣包的

第二发送速率,其中, y_i^{fI} 为发送给数据包提供节点 i 兴趣包的发送速率。

[0035] 另一方面,本发明实施例还提供了一种网络流量控制装置,所述装置包括:

[0036] 获得模块,用于分别获得当前时隙每一链路的待传输数据流的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数;

[0037] 第三计算模块,用于针对每一链路,根据所述数据包拉格朗日乘数和所述兴趣包拉格朗日乘数,分别计算当前时隙每一待传输数据流的数据包和兴趣包的转发权值,将所述转发权值中最大的转发权值确定为该链路的转发权值;

[0038] 确定模块,用于根据所有链路的转发权值以及最大权值匹配链路调度规则,确定当前时隙客户端至数据包提供节点间用于传输数据包或兴趣包的链路;

[0039] 传输模块,用于在所确定的链路上传输该链路的转发权值对应的数据流的数据包或兴趣包,以控制网络流量。

[0040] 较佳的,所述装置还包括:

[0041] 第四计算模块,用于当当前时隙为满足预设更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数条件的时隙时,针对每一链路的每一待传输数据流,计算下一时隙该链路的节

点的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数；

[0042] 更新模块,用于根据所计算的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数,更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数。

[0043] 本发明实施例提供一种网络流量控制方法及装置,通过不同数据包提供节点针对目标流的数据包拉格朗日乘数,计算出不同数据包提供节点发送上述目标流的数据包的第一发送速率,进而计算出针对每一数据包提供节点的关于目标流的兴趣包的第二发送速率。本发明实施例,在客户端,将不同数据包提供节点针对同一目标流的数据包的第一发送速率分开计算,根据数据包提供节点的实际情况,决定针对不同数据包提供节点发送的兴趣包的第二发送速率,进而控制全网数据包数量,解决了将全网数据包的发送间隔统一为平均间隔的最大值的时间的方法所导致的,NDN数据网络资源利用率低、传输可靠性差的问题。进一步的,本发明实施例所提供的一种网络流量控制方法及装置,使用数据包/兴趣包所携带的拉格朗日乘数作为参数计算每一链路针对每一待传输数据包/兴趣包的权值,进而确定用于传输数据包或兴趣包的链路以及在该链路上传输效果最佳的数据包/兴趣包(即确定最优发送链路),以加快数据从网络的流出速度,减小整个网络的传输流量,减小数据的排队时延,进而提高网络传输实时性,进一步地,本发明实施例所提供的方法通过从数据包/兴趣包内提取参数的方式确定所传的数据,无需通信,相比现有技术通过发送嗅探数据的方式更为可靠。

附图说明

[0044] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0045] 图1为本发明实施例所提供的一种网络流量控制方法的流程示意图；

[0046] 图2为本发明实施例所提供的一种网络流量控制方法的另一流程示意图；

[0047] 图3为本发明实施例所提供的一种网络流量控制装置的结构示意图；

[0048] 图4为本发明实施例所提供的一种网络流量控制装置的另一结构示意图。

具体实施方式

[0049] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0050] 本发明实施例提供了一种网络流量控制方法及装置。

[0051] 以下首先对本发明实施例所提供的一种网络流量控制方法进行介绍。

[0052] 本发明实施例所提供的一种网络流量控制方法的执行主体可以为台式计算机、笔记本电脑、平板电脑、智能手机等。

[0053] 如图1所示,本发明实施例提供一种网络流量控制方法,应用于客户端,包括如下步骤:

[0054] S101:接收不同数据包提供节点发送的针对同一目标流的数据包,其中,每一数据包中携带有针对所述目标流的发送该数据包的数据包提供节点对应的数据包拉格朗日乘数;

[0055] 上述数据包提供节点可以为服务器、路由器、交换机等带有信息存储、信息处理、信息发送功能的电子设备,所述数据包特指包含客户端所发出的兴趣包所请求数据的包。

[0056] 另一方面,所述数据包拉格朗日乘数可以理解为辅助计算的变量,使用该变量能够使计算所得出的结果最佳,结果最佳可以体现为时间最短、开销最低、误差最小等。

[0057] S102:从接收到的数据包中提取数据包拉格朗日乘数;

[0058] 需要说明的是,当本发明实施例的执行主体存在空闲的资源时,执行S101后立即执行S102;当执行主体处于忙碌状态时,可以将S101所接收到的数据包存入缓存,当检测到执行主体存在空闲资源时,再继续执行S102。

[0059] S103:根据提取的所有数据包拉格朗日乘数,计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率;

[0060] 其中,可以根据公式:

[0061] $x_i^{fD} = \operatorname{argmin}_{x_i^{fD} \geq 0} \sum_{i \in e(f)} \left(\frac{\lambda_{b(f),f}^I}{a_f} + \lambda_{i,f}^D \right) x_i^{fD} - U_f(\sum_{i \in e(f)} x_i^{fD})$, 计算每一数

据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率,其中, x_i^{fD} 为数据包提供节点i针对目标流f的数据包的第一发送速率; $e(f)$ 为发送所述目标流f的数据包的所有数据包提供节点的标识集合; $\lambda_{b(f),f}^I$ 为所述客户端b(f)针对目标流f的兴趣包拉格朗日乘数; a_f 为目标流f的数据包与兴趣包大小的比值; $\lambda_{i,f}^D$ 为发送目标流f的数据包的数据包提供节点i对应的数据包拉格朗日乘数; $U_f(\cdot)$ 为目标流f的效益函数。

[0062] 需要说明的是,所述兴趣包拉格朗日乘数可以理解为辅助计算的变量,使用该变量能够使计算所得出的结果最佳,结果最佳可以体现为时间最短、开销最低、误差最小等。

[0063] 可以理解的是,对于同一目标流的数据,可能存在多个数据包提供节点作为内容提供者来提供数据包,因此对多个不同数据包提供节点的第一发送速率的计算可以是顺序执行,同时也可以并行处理。

[0064] S104:针对每一数据包提供节点,根据该数据包提供节点对应的第一发送速率,计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率;

[0065] 较佳的,针对每一数据包提供节点,根据公式 $y_i^{fI} = \frac{x_i^{fD}}{a_f}$,计算发送给该数据包提供

节点兴趣包的第二发送速率,其中, y_i^{fI} 为发送给数据包提供节点i兴趣包的发送速率。

[0066] 需要说明的是,对多个不同数据包提供节点的第二发送速率的计算可以是顺序执行,同时也可以并行处理,这都是合理的。

[0067] S105:以所述第二发送速率向该数据包提供节点发送兴趣包,以控制网络流量。

[0068] 可以理解的是,客户端发送兴趣包是NDN中数据进入网络的唯一渠道,客户端针对不同数据包提供节点,以不同的第二发送速率发送兴趣包,相当于控制了NDN入口的口径,进而控制了网络流量。

[0069] 本发明实施例提供一种网络流量控制方法,通过不同数据包提供节点针对目标流的数据包拉格朗日乘数,计算出不同数据包提供节点发送上述目标流的数据包的第一发送速率,进而计算出发往每一数据包提供节点的关于目标流的兴趣包的第二发送速率。本发明实施例,在客户端,将不同数据包提供节点针对同一目标流的数据包的第一发送速率分开计算,根据数据包提供节点的实际情况,决定针对不同数据包提供节点发送的兴趣包的第二发送速率,进而控制全网数据包数量,解决了将全网数据包的发送间隔统一为平均间隔的最大值的时间的方法所导致的,NDN数据网络资源利用率低、传输可靠性差的问题。

[0070] 更进一步的,当客户端以第二发送速率发送兴趣包,也就是说当网络中的数据流入速度为第二发送速率(固定速率)时,为了进一步减小整个网络的传输流量,进而提高网络传输的实时性。本发明实施例还包括另一种网络流量控制方法,以确定每一链路最适合传输的数据包/兴趣包,进而加快数据流出的速度,快速完成数据传输,如图2所示,包括如下步骤:

[0071] S201:获得当前时隙每一链路的待传输数据流的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数;

[0072] 需要说明的是,上述数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数从待传输数据流的数据包和兴趣包中提取而得。

[0073] 上述数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数可以理解为辅助计算的变量,使用该变量能够使计算所得出的结果最佳,例如在网络中,该结果最佳可以为时间最短、开销最低、误差最小等。

[0074] S202:针对每一链路,根据所述数据包拉格朗日乘数和所述兴趣包拉格朗日乘数,分别计算当前时隙每一待传输数据流的数据包和兴趣包的转发权值,将所述转发权值中最大的转发权值确定为该链路的转发权值;

[0075] 其中,针对同一节点的不同待传输数据流的数据包和兴趣包的转发权值的计算可以是顺序执行,也可以是并行执行。

[0076] 较佳的,根据公式 $\omega_{(i,j)}^f(t) = V_k(\lambda_{i,f}^I - \lambda_{j,f}^I) - a_f P_{(i,j)}^f(t)$ 计算当前时隙每一待传输数据流的兴趣包的转发权值,其中, $\omega_{(i,j)}^f(t)$ 为当前时隙链路*i-j*待传输数据流*f*的兴趣包的转发权值, t 为当前时隙, $V_k = \frac{1}{S_k}$, $S_k = \frac{1}{k^p}$, k 为迭代次数, $0.5 < p < 1$, $\lambda_{i,f}^I$ 为链路*i-j*中节点*i*针对数据流*f*的兴趣包拉格朗日乘数, $\lambda_{j,f}^I$ 为链路*i-j*中节点*j*针对数据流*f*的兴趣包拉格朗日乘数, a_f 为数据流*f*的数据包与兴趣包大小的比值, $P_{(i,j)}^f(t)$ 是当前时隙的针对链路*i-j*和目标流*f*的虚拟队列值,其数值在获得拉格朗日乘数的时隙被初始化为0,下一时隙(即*t+1*时隙)数值由当前时隙(即*t*时隙)数值根据 $P_{(i,j)}^f(t+1) = \max \left[P_{(i,j)}^f(t) - \mu_{(j,i)}^{fD}(t), 0 \right] + a_f \mu_{(i,j)}^f$ 迭代, $\max[]$ 为求最大值函数, $\mu_{(j,i)}^{fD}$ 为链路*j-i*针对数据流*f*的数据包的转发速率, $\mu_{(i,j)}^f$ 为链路*i-j*针对数据流*f*的兴趣包的转发速率。

[0077] 较佳的,根据公式 $\omega_{(i,j)}^{fD}(t) = V_k(\lambda_{i,f}^D - \lambda_{j,f}^D) - P_{(j,i)}^f(t)$ 计算当前时隙每一待传输数据流的数据包的转发权值,其中, $\omega_{(i,j)}^{fD}(t)$ 为当前时隙链路i-j待传输数据流f的数据包的转发权值, $\lambda_{i,f}^D$ 为链路i-j中节点i针对数据流f的数据包拉格朗日乘数, $\lambda_{j,f}^D$ 为链路i-j中节点j针对数据流f的数据包拉格朗日乘数, $P_{(j,i)}^f(t)$ 为当前时隙的针对链路j-i和目标流f的虚拟队列值,其数值在获得拉格朗日乘数时被初始化为0,下一时隙(即t+1时隙)数值由当前时隙(即t时隙)数值根据 $P_{(j,i)}^f(t+1) = \max [P_{(j,i)}^f(t) - \mu_{(i,j)}^{fD}(t), 0] + a_f \mu_{(j,i)}^{fI}(t)$ 迭代, $\mu_{(i,j)}^{fD}$ 为链路i-j针对数据流f的数据包的转发速率, $\mu_{(j,i)}^{fI}$ 为链路j-i针对数据流f的兴趣包的转发速率。

[0078] 其中,确定链路的转发权值的具体过程可以为:从所计算的每一链路对于该链路待传输数据包/兴趣包的转发权值中,为每一链路选取该链路对应的数据包/兴趣包的转发权值中最大的权值,将这个最大权值赋予相应的链路。例如,假设存在三条链路,一个时隙内三条链路待传输数据流的数据包/兴趣包的对应关系如表1所示。

[0079] 表1

	链路1待传输数据	链路2待传输数据	链路3待传输数据
	流a的兴趣包	流a的数据包	流b的数据包
[0080]	流b的兴趣包	流e的数据包	流c的兴趣包
	流c的数据包	流f的兴趣包	流d的兴趣包
	流d的数据包	流b的数据包	流e的数据包

[0081] 计算出链路1上所有兴趣包和数据包的转发权值中的最大权值为“流a的兴趣包”的转发权值,计算出链路2上所有兴趣包和数据包的转发权值中的最大权值为“流e的数据包”的转发权值,计算出链路3上所有兴趣包和数据包的转发权值中的最大权值为“流c的兴趣包”的转发权值。则链路1的转发权值为传输流a的兴趣包的转发权值,链路2的转发权值为传输流e的数据包的转发权值,链路3的转发权值为传输流c的兴趣包的转发权值。

[0082] S203:根据所有链路的转发权值以及最大权值匹配链路调度规则,确定当前时隙客户端至数据包提供节点间用于传输数据包或兴趣包的链路;

[0083] 其中,最大权值匹配(Maximum Weight Matching)链路调度规则为,选出网络中客户端至数据包提供节点间“链路权值和”最大的链路集合(这个链路集合中的链路互相之间没有干扰)的算法。例如,客户端至数据包提供节点间存在3个链路集合a、b、c,链路集合a、链路集合b、链路集合c所包括的链路及链路的转发权值如表2所示:

[0084] 表2

	链路集合a	链路集合b	链路集合c
	链路1 权值: 2	链路5 权值: 3	链路4 权值: 2
[0085]	链路2 权值: 3		链路6 权值: 3
	链路3 权值: 2		

[0086] 根据最大权值匹配链路调度规则,链路集合a的链路权值和为链路1、链路2、链路3的转发权值之和,即为7;链路集合b的链路权值和为链路5的转发权值,即为3;链路集合c的链路权值和为链路4、链路6的转发权值之和,即5。以上三个链路集合中,链路权值和最大的为链路集合a,则最大权值匹配链路调度规则的结果为:将链路1、链路2、链路3确定为当前时隙客户端至数据包提供节点间用于传输数据包或兴趣包的链路。

[0087] S204:在所确定的链路上传输该链路的转发权值对应的数据流的数据包或兴趣包,以控制网络流量。

[0088] 例如,所确定的链路为链路1、链路2、链路3,由S202中例子可知,链路1的转发权值对应的是传输流a的兴趣包、链路2的转发权值对应的是传输流e的数据包、链路3的转发权值对应的是传输流c的兴趣包,则分别在链路1、链路2、链路3上传输传输流a的兴趣包、传输流e的数据包、传输流c的兴趣包,其它链路不进行传输。

[0089] 需要说明的是,针对同一链路,不同数据流的数据包/兴趣包分别对应固定的转发速率,所确定链路根据数据包/兴趣包的转发速率转发数据包/兴趣包。

[0090] 需要说明的是,S204的控制链路的网络流量侧重于将网络流量向流量少的方向控制。

[0091] 为了让发送速率和转发速率逐渐趋于最优值,让网络运行在最佳状态,本发明实施例还包括:

[0092] S205:若当前时隙为满足预设更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数条件的时隙,针对每一链路的每一待传输数据流,计算下一时隙该链路的节点的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数;

[0093] 其中,预设更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数的条件可以为,当前时隙为第M个时隙或第 $N \times M$ 个时隙(M、N均为自然数)。也就是说,只有当当前时隙为第M个时隙(或第M的整数倍个时隙)时,才会对上述数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数进行计算和更新,即进行迭代。

[0094] 若当前时隙为满足预设更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数条件的时隙,根据公式:

[0095] $\lambda_{i,f}^{I^{k+1}} = \left[\lambda_{i,f}^{I^k} - s_k (\sum_{j \in R(f,i)} \mu_{(i,j)}^{fI} - x_i^{fI} I_{\{i \in b(f)\}} - \sum_{j: i \in R(f,j)} \mu_{(j,i)}^{fI}) \right]^+$, 对下一时隙节点*i*针对其所有待传输数据流的兴趣包拉格朗日乘数进行计算, 其中, $\lambda_{i,f}^{I^{k+1}}$ 为下一时隙节点*i*的某一待传输数据流*f*的兴趣包拉格朗日乘数, $\lambda_{i,f}^{I^k}$ 为当前时隙节点*i*的某一待传输数据流*f*的兴趣包拉格朗日乘数, $s_k = \frac{1}{k^p}$, k 为迭代次数, $0.5 < p < 1$, $R(f, i)$ 为节点*i*某一待传输数据流*f*的兴趣包的可选下一跳节点集合, $\mu_{(i,j)}^{fI}$ 为所述目标链路*i-j*针对数据流*f*的兴趣包的转发速率, $x_i^{fI} = \frac{\sum_{i \in e(f)} x_i^{fD}}{a^f}$, $e(f)$ 为发送数据流*f*的数据包的所有节点的标识集合, x_i^{fD} 为节点*i*针对数据流*f*的数据包的第一发送速率, $I_{\{i \in b(f)\}}$ 为针对客户端集合*b(f)*的指示函数, $\mu_{(j,i)}^{fI}$ 为链路*j-i*针对数据流*f*的兴趣包的转发速率;

[0096] 若当前时隙为满足预设更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数条件的时隙, 根据公式:

[0097] $\lambda_{i,f}^{D^{k+1}} = \left[\lambda_{i,f}^{D^k} - s_k (\sum_{j: i \in R(f,j)} \mu_{(i,j)}^{fD} - x_i^{fD} I_{\{i \in e(f)\}} - \sum_{j \in R(f,i)} \mu_{(j,i)}^{fD}) \right]^+$, 对下一时隙节点*i*针对其所有待传输数据流的数据包拉格朗日乘数进行迭代, 其中, $\lambda_{i,f}^{D^{k+1}}$ 为下一时隙节点*i*的某一待传输数据流*f*的数据包拉格朗日乘数, $\lambda_{i,f}^{D^k}$ 为当前时隙节点*i*的某一待传输数据流*f*的数据包拉格朗日乘数, $R(f, j)$ 为节点*j*某一待传输数据流*f*的兴趣包的可选下一跳节点集合, $\mu_{(i,j)}^{fD}$ 为链路*i-j*针对数据流*f*的数据包的转发速率, x_i^{fD} 为节点*i*发送的针对某一待传输数据流*f*的数据包的发送速率, $I_{\{i \in e(f)\}}$ 为针对数据包提供节点集合*e(f)*的指示函数, $\mu_{(j,i)}^{fD}$ 为链路*j-i*针对数据流*f*的数据包的转发速率。

[0098] S206: 根据所计算的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数, 更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数。

[0099] 需要说明的是, 执行S205-S206时, S205中的节点*i*为客户端至数据包提供节点间某一个链路中的一个节点。而对于客户端至数据包提供节点间所有链路的所有节点, 均执行上述步骤。以实现全网络中数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数的迭代更新。

[0100] 本发明实施例提供的一种网络流量控制方法, 使用数据包/兴趣包所携带的拉格朗日乘数作为参数计算每一链路针对每一待传输数据包/兴趣包的权值, 进而确定在每一链路上传输效果最佳的数据包/兴趣包(即确定最优发送链路), 以加快数据从网络的流出速度, 减小整个网络的传输流量, 减小数据的排队时延, 进而提高网络传输实时性, 进一步地, 本发明实施例所提供的方法通过从数据包/兴趣包内提取参数的方式确定所传的数据, 无需与其他节点通信, 相比现有技术通过发送嗅探数据的方式更为可靠。

[0101] 相应于上述方法实施例, 如图3所示, 本发明实施例还提供一种网络流量控制装

置,应用于客户端,所述装置包括:

[0102] 接收模块310,用于接收不同数据包提供节点发送的针对同一目标流的数据包,其中,每一数据包中携带有针对所述目标流的发送该数据包的数据包提供节点对应的数据包拉格朗日乘数;

[0103] 提取模块320,用于从接收到的数据包中提取数据包拉格朗日乘数;

[0104] 第一计算模块330,用于根据提取的所有数据包拉格朗日乘数,计算每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率;

[0105] 第二计算模块340,用于针对每一数据包提供节点,根据该数据包提供节点对应的第一发送速率,计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二发送速率;

[0106] 发送模块350,用于以所述第二发送速率向该数据包提供节点发送兴趣包,以控制网络流量。

[0107] 较佳的,所述第一计算模块330,具体用于:

[0108] 根据公式 $x_i^{fD} = \operatorname{argmin}_{x_i^{fD} \geq 0} \sum_{i \in e(f)} \left(\frac{\lambda_{b(f),f}^I}{a_f} + \lambda_{i,f}^D \right) x_i^{fD} - U_f(\sum_{i \in e(f)} x_i^{fD})$, 计算

每一数据包提供节点针对所述目标流的数据包的第一发送速率,其中, x_i^{fD} 为数据包提供节点 i 针对目标流 f 的数据包的第一发送速率; $e(f)$ 为发送所述目标流 f 的数据包的所有数据包提供节点的标识集合; $\lambda_{b(f),f}^I$ 为所述客户端 $b(f)$ 针对目标流 f 的兴趣包拉格朗日乘数; a_f 为目标流 f 的数据包与兴趣包大小的比值; $\lambda_{i,f}^D$ 为发送目标流 f 的数据包的数据包提供节点 i 对应的数据包拉格朗日乘数; $U_f(\cdot)$ 为目标流 f 的效益函数。

[0109] 较佳的,所述第二计算模块340,具体用于:

[0110] 针对每一节点,根据公式 $y_i^{fI} = \frac{x_i^{fD}}{a_f}$, 计算发送给该数据包提供节点兴趣包的第二

发送速率,其中, y_i^{fI} 为发送给数据包提供节点 i 兴趣包的发送速率。

[0111] 本发明实施例提供一种网络流量控制装置,通过不同数据包提供节点针对目标流的数据包拉格朗日乘数,计算出不同数据包提供节点发送上述目标流的数据包的第一发送速率,进而计算出针对每一数据包提供节点的关于目标流的兴趣包的第二发送速率。本发明实施例,在客户端,将不同数据包提供节点针对同一目标流的数据包的第一发送速率分开计算,根据数据包提供节点的实际情况,决定针对不同数据包提供节点发送的兴趣包的第二发送速率,进而控制全网数据包数量,解决了将全网数据包的发送间隔统一为平均间隔的最大值的时间的方法所导致的,NDN数据网络资源利用率低、传输可靠性差的问题。

[0112] 更进一步的,当客户端以上述第二发送速率发送兴趣包,也就是说当网络中的数据流入速度为第二发送速率时,为了确定每一链路最适合传输的数据包/兴趣包,以快速完成数据传输,减小整个网络的传输流量,进而提高网络传输的实时性,如图4所示,本发明实施例还包括一种网络流量控制装置,所述装置包括:

[0113] 获得模块410,用于分别获得当前时隙每一链路的待传输数据流的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数;

[0114] 第三计算模块420,用于针对每一链路,根据所述数据包拉格朗日乘数和所述兴趣

包拉格朗日乘数,分别计算当前时隙每一待传输数据流的数据包和兴趣包的转发权值,将所述转发权值中最大的转发权值确定为该链路的转发权值;

[0115] 确定模块430,用于根据所有链路的转发权值以及最大权值匹配链路调度规则,确定当前时隙客户端至数据包提供节点间用于传输数据包或兴趣包的链路;

[0116] 传输模块440,用于在所确定的链路上传输该链路的转发权值对应的数据流的数据包或兴趣包,以控制网络流量。

[0117] 较佳的,所述装置还包括:

[0118] 第四计算模块,用于当当前时隙为满足预设更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数条件的时隙时,针对每一链路的每一待传输数据流,计算下一时隙该链路的节点的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数;

[0119] 更新模块,用于根据所计算的数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数,更新数据包拉格朗日乘数和兴趣包拉格朗日乘数。

[0120] 本发明实施例提供的一种网络流量控制装置,使用数据包/兴趣包所携带的拉格朗日乘数作为参数计算每一链路针对每一待传输数据包/兴趣包的权值,进而确定用于传输数据包或兴趣包的链路以及在该链路上传输效果最佳的数据包/兴趣包(即确定最优发送链路),以加快数据从网络的流出速度,减小整个网络的传输流量,减小数据的排队时延,进而提高网络传输实时性,进一步地,本发明实施例所提供的方法通过从数据包/兴趣包内提取参数的方式确定所传的数据,无需与其他节点通信,相比现有技术通过发送嗅探数据的方式更为可靠。

[0121] 对于装置实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0122] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0123] 本领域普通技术人员可以理解,实现上述方法实施方式中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成,所述的程序可以存储于计算机可读取存储介质中,这里所称得的存储介质,如:ROM/RAM、磁碟、光盘等。

[0124] 本说明书中的各个实施例均采用相关的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于装置实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0125] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均包含在本发明的保护范围内。

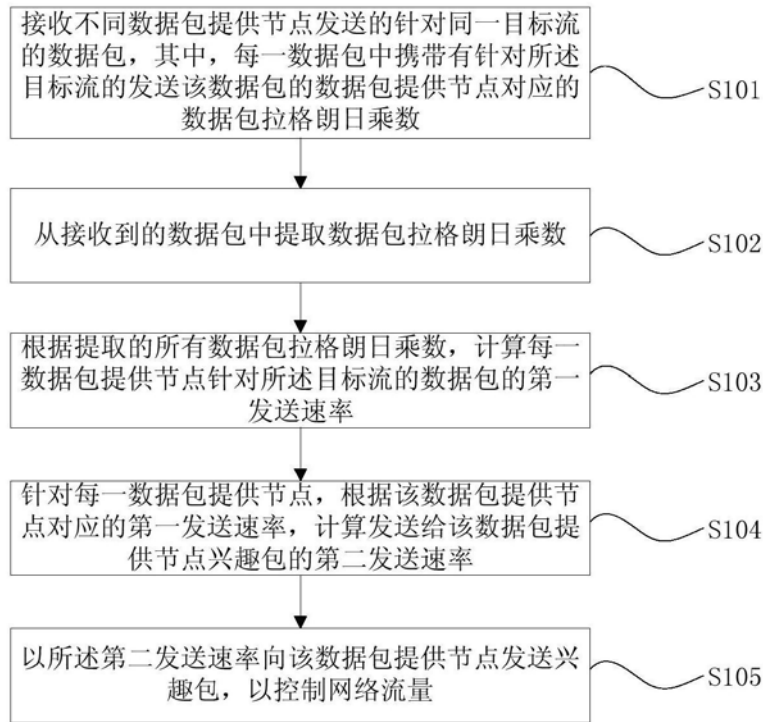


图1

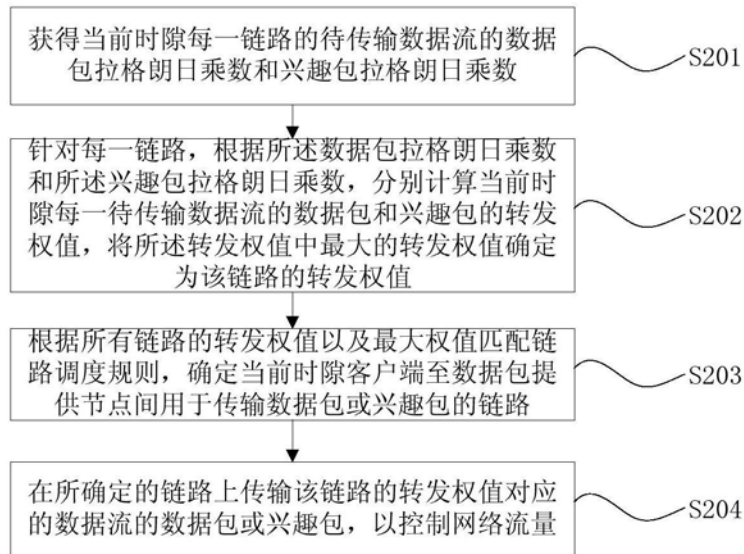


图2

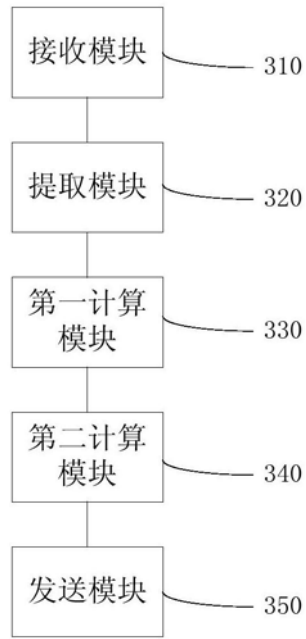


图3

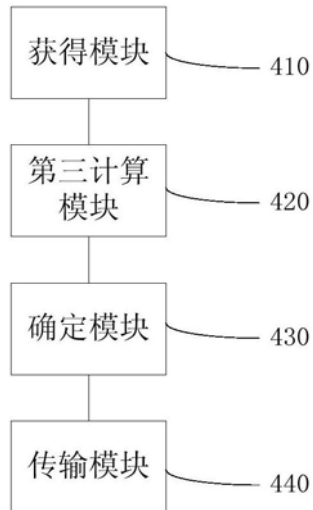


图4