

数据传输控制方法、装置、计算机可读存储介质、计算机设备及计算机程序产品

相关申请的交叉引用

5 本申请基于申请号为 202210835843.8、申请日为 2022 年 07 月 15 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及通讯技术领域，涉及但不限于一种数据传输控制方法、装置、计算机可读存储介质、计算机设备及计算机程序产品。

10 背景技术

近年来，随着各类短视频业务的不断兴起，音视频流量呈现爆炸式的增长，客户端不断提升的用户体验需求与网络传输性能的滞后之间的矛盾，已经成为当前亟需解决的主要矛盾。对此，本领域的技术人员提出了一系列的拥塞控制技术，例如基于丢包信息的立方二进制阻塞控制（Cubic，Cubic Binary Increase Congestion）算法、基于带宽探测的网络拥塞控制算法（BBR，Bottleneck Bandwidth and RTT）等。上述拥塞控制算法可以在一定程度上改善网络传输的质量。

15 然而，相关技术中的拥塞控制算法都是基于专家经验设置的符合固定规则的控制算法，难以适应多变的网络状态和网络业务，因此，当面对一些新的场景时，目前的拥塞控制算法无法适配这些新的场景，从而导致网络的数据传输性能降低和网络性能不稳定的问题。

发明内容

本申请实施例提供一种数据传输控制方法、装置、计算机可读存储介质、计算机设备及计算机程序产品，能够提升网络的数据传输性能和网络性能的稳定性。

25 本申请实施例提供一种数据传输控制方法，所述方法由计算机设备执行，包括：获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于所述历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据，所述多个对象群组由对所述多个数据传输对象进行划分得到；对每一对象群组的所述群组网络性能数据进行加权计算，得到所述多个数据传输对象的综合网络性能数据；将所述综合网络性能数据以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型，得到所述每一对象群组的数据传输质量指数；根据所述数据传输质量指数以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数；当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据所述目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于所述目标数据传输参数对所述数据传输请求对应的数据传输过程进行控制。

30 本申请实施例提供一种数据传输控制装置，包括：获取单元，配置为获取多个数

据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于所述历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据，所述多个对象群组由对所述多个数据传输对象进行划分得到；第一计算单元，配置为对每一对象群组的所述群组网络性能数据进行加权计算，得到所述多个数据传输对象的综合网络性能数据；学习单元，配置为将所述综合网络性能数据以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型，得到所述每一对象群组的数据传输质量指数；第二计算单元，配置为根据所述数据传输质量指数以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数；控制单元，配置为当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据所述目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于所述目标数据传输参数对所述数据传输请求对应的数据传输过程进行控制。

本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有多条可执行指令，所述可执行指令配置为被处理器执行时实现上述的数据传输控制方法。

本申请实施例提供一种计算机设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可以在所述处理器上运行的可执行指令，所述处理器执行所述可执行指令时实现上述的数据传输控制方法。

本申请实施例提供一种计算机程序产品或计算机程序，所述计算机程序产品或计算机程序包括可执行指令，所述可执行指令存储在计算机可读存储介质中；当计算机设备的处理器从所述计算机可读存储介质读取所述可执行指令，并执行所述可执行指令时，实现上述的数据传输控制方法。

本申请实施例通过获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据，对象群组为对多个数据传输对象进行划分得到的群组；然后，对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算，得到综合网络性能数据；并基于综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据，调用训练后的强化学习模型进行预测，得到每一对象群组的数据传输质量指数；再然后，根据数据传输质量指数以及群组网络性能数据，确定每一对象群组的数据传输参数；最后，当接收到多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于目标数据传输参数对数据传输过程进行控制。如此，本申请提供的数据传输控制方法，通过将数据传输对象进行群组划分，然后采用对每个对象群组在最近一段时间的历史网络性能数据来进行强化学习，以得到每一对象群组在当前时间最适合的网络数据传输参数。这样，通过对多个数据传输对象进行群组划分，以及，对每个对象群组的群组网络性能数据进行强化学习的过程，可以实现对数据传输参数进行更加精确的控制，为每一数据传输对象匹配最适合的数据传输参数，使得当前所确定出的数据传输参数更加适配当前的网络数据传输场景，从而提高数据传输控制方法的场景适配性和网络的数据传输性能，进而提高网络性能的稳定性。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例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申请的一些实施例，对于本领域技术人员来讲，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。

图1是本申请实施例提供的数据传输控制方法的一个场景示意图；

- 图 2 是本申请实施例提供的数据传输控制方法的流程示意图；
图 3 是本申请实施例提供的产品侧示意图；
图 4 是本申请实施例提供的数据传输控制方法的另一流程示意图；
图 5a 是本申请实施例提供的按照全部规则对 IP 地址划分的示意图；
5 图 5b 是本申请实施例提供的按照部分规则对 IP 地址划分的示意图；
图 6 是本申请实施例提供的网络测量模块进行 QoS 信息测量的实现流程示意图；
图 7 是本申请实施例提供的智能学习模块的处理流程示意图；
图 8 是本申请实施例提供的自适应控制模块的处理过程示意图；
图 9 是本申请实施例提供的数据传输控制方法的又一流程示意图；
10 图 10 是本申请实施例提供的数据传输控制装置的结构示意图；
图 11 是本申请实施例提供的计算机设备的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请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申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基
15 于本申请中的实施例，本领域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，都属于本申请保护的范围。

本申请实施例提供一种数据传输控制方法、装置、计算机可读存储介质、计算机设备及计算机程序产品。其中，该数据传输控制方法可以使用于数据传输控制装置中。该数据传输控制装置可以集成在计算机设备中，该计算机设备可以是终端也可以是服务器。
20 其中，终端可以为手机、平板电脑、笔记本电脑、智能电视、穿戴式智能设备、个人计算机（PC，Personal Computer）以及车载终端等设备。服务器可以是独立的物理服务器，也可以是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，还可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、网络加速服务（CDN，Content Delivery Network）、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。其中，服务器可以为区块链中的节点。

请参阅图 1，为本申请实施例提供的数据传输控制方法的一场景示意图。如图 1 所示，数据传输控制系统中至少包括网关服务器 A 和终端 B，终端 B 可以请求网关服务器 A 对特定的数据进行数据传输，即终端 B 可以向网关服务器 A 发送数据传输请求，以请求网关服务器 A 对待传输数据进行数据传输，网关服务器 A 可以响应于终端 B 的数据传输请求获取到请求数据，并将请求数据返回给终端 B。在网关服务器 A 接收终端 B 的数据传输请求之前，网关服务器 A 可以获取多个数据传输对象中的每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于历史网络性能数据计算每一对象群组的群组网络性能数据，对象群组为对多个数据传输对象进行划分得到的群组；对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算，得到对应于该多个数据传输对象的综合网络性能数据；然后，
30 基于综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据，调用训练后的强化学习模型进行预测，得到每一对象群组的数据传输质量指数；再然后，根据数据传输质量指数以及每一对象群组的群组网络性能数据，计算得到每一对象群组的数据传输参数。在一些实施例中，数据传输控制系统中还可以包括数据存储单元，当计算得到每一对象群组的数据传输参数之后，可以将每一对象群组的数据传输参数存储至数据存储单元中。
40 这样，当网关服务器 A 接收到终端 B 发送的数据传输请求时，便可以根据终端 B 所属的对象群组确定该对象群组对应的目标数据传输参数，然后基于该目标数据传输参数对终端 B 的数据传输过程进行控制。也就是说，将终端 B 作为一个数据传输对象，可以

根据终端 B 的终端标识, 确定该终端 B 属于哪一对象群组, 然后再从数据存储单元中获取该对象群组的数据传输参数, 将获取的数据传输参数确定为终端 B 的目标数据传输参数, 之后, 可以基于该目标数据传输参数对终端 B 的数据传输过程进行控制, 实现将请求数据返回给终端 B。

5 举例来说, 终端 B 上可以安装有短视频应用, 用户通过短视频应用的客户端进行刷新操作, 短视频应用的客户端响应于用户的刷新操作, 生成视频推荐请求, 并将视频推荐请求作为本申请实施例的数据传输请求发送给网关服务器 A; 网关服务器 A 在响应于终端 B 通过短视频应用的客户端发送的视频推荐请求之前, 可以采用本申请实施例提供的数据传输控制方法, 计算得到每一对象群组的数据传输参数, 这里, 对象群组可以是
10 短视频应用中的不同短视频账号。在网关服务器 A 响应终端 B 通过短视频应用的客户端发送的视频推荐请求时, 网关服务器 A 可以解析该视频推荐请求, 以获取到用户在短视频应用中的短视频账号, 该短视频账号与终端 B 之间具有映射关系, 因此, 基于该短视频账号可以确定出终端 B 所属的对象群组, 则可以根据终端 B 所属的对象群组确定该对象群组对应的目标数据传输参数, 然后基于该目标数据传输参数, 对终端 B 通过短
15 视频应用的客户端发送的视频推荐请求的短视频数据传输过程进行控制。

需要说明的是, 图 1 所示的数据传输控制场景示意图仅仅是一个示例, 本申请实施例描述的数据传输控制场景是为了更加清楚地说明本申请实施例的技术方案, 并不构成对于本申请实施例提供的技术方案的限定。本领域普通技术人员可知, 随着数据传输控制场景演变和新业务场景的出现, 本申请实施例提供的技术方案对于类似的技术问题,
20 同样适用。

基于上述实施场景, 以下分别进行详细说明。

在网络数据传输场景下, 当需要进行传输的音视频数据量较大时, 会出现数据传输堵塞的问题。为了解决数据传输堵塞问题, 提升数据传输效率和数据传输质量, 本领域相关技术人员提出了多种堵塞控制算法, 来改善网络传输质量。在这方面, 近几年随着
25 人工智能技术的愈发成熟, 基于机器学习的自适应堵塞控制可以自动适应网络状态的变化, 并通过参数设置等方式取得网络传输性能上的收益, 这些方法可通过强化学习的方法, 设置堵塞控制的相关参数, 来提升网络数据传输质量。然而这些方法由于参数集合是通过人为经验设定且这些方法完全脱离现有堵塞控制机制, 从而很难具备可行性。此外, 这些方法存在稳定性欠缺的问题, 导致在现网中无法部署使用。对此, 本申请实施
30 例提供了一种数据传输控制方法, 以期能够在一定程度上缓解数据传输中的堵塞问题, 提升数据传输性能。

本申请实施例将从数据传输控制装置的角度进行描述, 该数据传输控制装置可以集成在计算机设备中。其中, 计算机设备可以是终端也可以是服务器。如图 2 所示, 为本
35 申请实施例提供的数据传输控制方法的流程示意图, 本申请实施例以数据传输控制方法由计算机设备中的服务器执行为例进行说明, 该方法包括以下步骤 S101 至步骤 S105:

步骤 S101, 获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据, 并基于历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据。

本申请实施例中, 多个数据传输对象可以为某一应用程序的所有注册用户。例如, 即时通讯应用程序或者短视频应用程序, 其都具有提供数据服务的应用服务器, 以及注册
40 该应用的多个应用客户端。由于每个应用客户端都可以是该应用程序的应用服务器进行数据传输的对象, 那么在此处可以确定注册该应用程序的所有应用客户端为多个数据传输对象。或者, 在一些情况下, 也可以设置注册该应用程序的部分客户端为多个数据传输对象。例如前述短视频应用, 该短视频应用的应用客户端中, 只有部分注册用户的客户端为会员用户客户端, 那么可以只针对这些会员用户客户端进行数据传输控制, 以

优化对这些会员用户客户端进行数据传输时的数据传输性能,为这些会员用户客户端提供良好的数据传输服务和流畅的观看体验。又或者,在一些情况下,部分用户对数据传输需求较少而另一部分用户对数据传输需求较高,那么可以针对这些数据传输需求较高的用户进行针对性的优化,将这些数据传输需求较高的用户确定为多个数据传输对象,这里,可以根据用户的数据传输的频次和所请求传输的数据量来确定用户的数据传输需求参数,当任一用户的数据传输需求参数大于需求参数阈值时,表明该用户的数据传输需求较高;当任一用户的数据传输需求参数小于或等于需求参数阈值时,表明该用户的数据传输需求较低。也就是说,在本申请实施例中,多个数据传输对象可以进行个性化设置,此处不作限制。

数据传输对象的历史网络性能数据,可以为对该数据传输对象在当前时刻之前的一段时间长度内的网络性能数据进行统计后得到的数据。例如,可以对数据传输对象的网络性能数据进行周期性地统计,例如每隔T时间间隔对上次统计时刻到当次统计时刻之间的时间长度内的网络性能数据进行统计。在需要对数据传输进行控制时,则可以将最近一次统计的数据传输对象的网络性能数据作为该数据传输对象的历史网络性能数据。

在一些实施例中,数据传输对象的网络性能数据是用于反映该数据传输对象在进行数据传输时的网络传输性能的参数,数据传输对象的网络性能数据能够表征该数据传输对象在进行数据传输时网络服务质量信息(QoS, Quality of Service)。数据传输对象的历史网络性能数据是指在历史时间段内的网络性能数据,是用于反映该数据传输对象在该历史时间段内进行数据传输时的网络传输性能的参数。

举例来说,网络性能数据可以为数据传输对象在进行数据传输时的最小往返传输时间(RTT, Round Trip Time)(可以表示为 min_rtt)、最大往返传输时间(可以表示为 max_rtt)、平滑往返传输时间(可以表示为 srtt)、最大在途量(可以表示为 max_inflight)、有效吞吐量(可以表示为 goodput)、重传率(可以表示为 retran_ratio)、初始窗口(可以表示为 init_cwnd)以及最大窗口(可以表示为 max_cwnd)等 QoS 信息。

在一些实施例中,获取多个数据传输对象的历史网络性能数据,并基于历史网络性能数据计算每一对象群组的群组网络性能数据,可以通过以下方式实现:首先,获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的互联网协议地址数据,以及,获取每一数据传输对象的历史网络性能数据;然后,基于每一数据传输对象的互联网协议地址数据,将多个数据传输对象划分为多个对象群组;最后,根据每一对象群组中的数据传输对象的历史网络性能数据,计算该对象群组的群组网络性能数据。

本申请实施例中,对象群组是指对多个数据传输对象进行分组之后得到的群组,可以按照任意一种分组方式,将多个数据传输对象划分为多个群组,每个群组可以称为一个对象群组。如此,便可以根据每个对象群组中数据传输对象的历史网络性能数据计算出该对象群组对应的历史网络性能数据,即计算得到每一对象群组的群组网络性能数据。

本申请实施例中,对多个数据传输对象进行群组划分,可以为根据每个数据传输对象的互联网协议地址数据来进行划分。例如,互联网协议地址数据可以是数据传输对象的IP地址(Internet Protocol Address)。如前所述,数据传输对象可以是一个应用程序的客户端,那么数据传输对象的IP地址便可以为装载该客户端的终端的IP地址。该终端可以为智能手机、平板、智能手表或者个人电脑等任意可以进行互联网连接以及数据传输的终端。

举例来说,可以先获取多个数据传输对象的IP地址以及每个数据传输对象的历史网络性能数据。然后,可以基于每个数据传输对象的IP地址将多个数据传输对象划分为多个对象群组,例如,可以将属于预设地址区间内的IP地址对应的数据传输对象划分到一个对象群组中,也就是说,基于预设地址区间对数据传输对象的IP地址进行划

分,将属于同一预设地址区间内的 IP 地址对应的数据传输对象划分到一个对象群组中。再然后,根据每一对象群组中包含的数据传输对象的历史网络性能数据,计算每一对象群组的群组网络性能数据。其中,根据数据传输对象的 IP 地址进行群组划分,可以是根据 IP 地址的地域、运营商号、自治系统(AS, Autonomous System)号、接入方式等规则进行划分。按照数据传输对象的 IP 地址数据进行群组划分时,可以按照全部规则进行划分,也可以按照部分规则来进行划分,例如当按照全部规则进行划分时,可以按照地域+运营商+AS 号+接入方式这样的方式来进行划分;当按照部分规则进行划分时,则可以按照地域+运营商、地域+接入方式或者地域等规则来进行划分。可以理解的是,同一对象群组中的数据传输对象的数据传输过程具有相似的网络转发路径,同时也具有相似的网络状态信息。即相同对象群组的数据传输对象在进行数据传输控制时,可以采用同一数据传输参数进行控制。

在一些实施例中,根据每一对象群组中数据传输对象的历史网络性能数据计算每一对象群组的群组网络性能数据,可以通过以下方式实现:首先,根据每一对象群组中每一数据传输对象的历史网络性能数据,确定相应对象群组对应的历史网络性能数据集合;然后,计算每一历史网络性能数据集合中的历史网络性能数据的平均值,将每一历史网络性能数据集合对应的平均值,确定为相应对象群组的群组网络性能数据。

本申请实施例中,对每一对象群组对应的群组网络性能数据的计算,可以对每一对象群组中包含的数据传输对象的历史网络性能数据求平均,得到历史网络性能数据平均值,将该历史网络性能数据平均值确定为相应的对象群组对应的群组网络性能数据。例如,可以先确定每一对象群组中包含的数据传输对象,然后确定该对象群组中每一数据传输对象的历史网络性能数据,得到每一对象群组对应的历史网络性能数据集合。之后,可以计算每一历史网络性能数据集合中的历史网络性能数据的平均值,也就是说,对历史网络性能数据集合中的全部历史网络性能数据求和,之后再将求和的结果除以历史网络性能数据集合中的历史网络性能数据的个数,得到历史网络性能数据集合中的历史网络性能数据的平均值,从而得到每一对象群组对应的群组网络性能数据。

在一些实施例中,在计算每一对象群组中的多个数据传输对象的历史网络性能数据的平均值,从而计算该对象群组的群组网络性能数据之前,还可以先对每一数据传输对象的历史网络性能数据进行异常检测,以确定该对象群组中数据传输对象的历史网络性能数据中是否存在异常数据,从而避免该对象群组中数据传输对象的历史网络性能数据中存在异常数据,以保证群组网络性能数据计算的准确性。其中,对每一数据传输对象的历史网络性能数据进行异常检测,可以基于预设长度的时间维度上的历史网络性能数据来进行检测,该预设长度大于历史网络性能数据对应的时间长度。例如,数据传输对象的历史网络性能数据为当前时间前溯 1 个小时内的 QoS 数据,那么可以采用数据传输对象的当前时间前溯 1 个月内的 QoS 数据,来对该数据传输对象前溯 1 个小时内的 QoS 数据来进行检测,以确定该 QoS 数据有没有发生明显异常。在实现的过程中,可以根据数据传输对象的当前时间前溯 1 个月内的 QoS 数据,来对数据传输对象当前时间前溯 1 小时内的 QoS 数据进行预测,得到预测 QoS 数据;然后计算预测 QoS 数据与实际统计的 QoS 之间的差异,如果差异率大于预设比率,则确定该数据传输对象的历史网络性能数据异常。

若确定数据传输对象的 QoS 数据存在异常,则在进行群组网络性能数据计算时可以去除该数据传输对象的历史网络性能数据。

步骤 S102,对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算,得到多个数据传输对象的综合网络性能数据。

这里,在计算得到每一对象群组的群组网络性能数据后,可以进一步对所有对象群

组的群组网络性能数据进行加权计算,以得到所有数据传输对象的整体网络性能数据,此处可以称为综合网络性能数据。

在一些实施例中,对群组网络性能数据进行加权计算,得到综合网络性能数据,可以通过以下方式实现:首先,获取每一对象群组的权重系数;然后,基于权重系数对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算,得到对应于多个数据传输对象的综合网络性能数据。

本申请实施例中,基于每一对象群组的群组网络性能数据计算综合网络性能数据,可以先获取每一对象群组对应的权重系数,然后基于每一对象群组的权重系数对该对象群组的群组网络性能数据进行加权计算,从而得到综合网络性能数据。

在一些实施例中,可以通过以下方式获取每一对象群组的权重系数:首先,获取每一对象群组中包含的数据传输对象的数量;然后,计算每一群组中数据传输对象的数量与多个数据传输对象的数量之间的比值,得到每一对象群组的权重系数,也就是说,将每一对象群组中数据传输对象的数量与多个数据传输对象的数量之间的比值,确定为相应对象群组的权重系数。

在本申请实施例中,每一对象群组的权重系数可以基于相应对象群组中包含的数据传输对象的数量来进行计算得到。例如,可以先获取每一对象群组中包含的数据传输对象的数量,然后计算每一群组中数据传输对象的数量与前述多个数据传输对象的数量之间的比值,即计算每一群组中的成员数量占整体成员数量的比值,进而得到每一对象群组的权重系数。

步骤 S103,将综合网络性能数据以及每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型,得到每一对象群组的数据传输质量指数。

这里,强化学习模型(RL, Reinforcement Learning)为机器学习领域中的模型之一,强化学习模型是基于强化学习实现的数据处理模型,强化学习受到行为心理学的启发,主要关注智能体如何在环境中采取不同的行动,以最大限度地提高累积奖励。强化学习主要由智能体(Agent)、环境(Environment)、状态(State)、动作(Action)、奖励(Reward)组成。智能体执行了某个动作后,环境将会转换到一个新的状态,对于该新的状态环境会给出奖励信号(正奖励或者负奖励)。随后,智能体根据新的状态和环境反馈的奖励,按照一定的策略执行新的动作。上述过程为智能体和环境通过状态、动作、奖励进行交互的方式。智能体通过强化学习,可以知道自己在什么状态下,应该采取什么样的动作使得自身获得最大奖励。由于智能体与环境的交互方式与人类与环境的交互方式类似,可以认为强化学习是一套通用的学习框架,可用来解决通用人工智能的问题。因此强化学习也被称为通用人工智能的机器学习方法。

在本申请实施例中,可以基于强化学习模型的上述特性来对数据传输过程中的网络性能数据设置进行控制。例如,可以基于综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据来设置对应的奖励和环境状态,以使得预设的强化学习模型学习到每一对象群组对应的数据传输质量指数,该数据传输质量指数可以用于对对应的对象群组的数据传输参数进行控制来获得更好的奖励值。也就是说,数据传输质量指数是强化学习模型输出的用于对相应的对象群组的数据传输参数进行控制的数据。

在一些实施例中,基于综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据,调用训练后的强化学习模型进行预测,得到每一对象群组的数据传输质量指数,可以是基于强化学习模型对综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据进行强化学习,从而得到每一对象群组的数据传输质量指数。在一些实施例中,可以通过以下方式得到每一对象群组的数据传输质量指数:首先,根据每一对象群组的群组网络性能数据计算每一对象群组的强化学习参数;然后,以综合网络性能数据为强化学习模型的

状态值、以强化学习参数为强化学习模型的奖励值输入至强化学习模型，得到输出的每一对象群组的数据传输质量指数。

5 在一些实施例中，训练后的强化学习模型可以是任意一种强化学习模型，例如，可以是深度强化学习（DRL，Deep Reinforcement Learning）模型、基于搜索与监督的 DRL 模型、基于值函数的 DRL 模型、基于策略梯度的 DRL 模型等。

在本申请实施例中，可以先根据每一对象群组的群组网络性能数据计算每一对象群组的强化学习参数，将强化学习参数作为强化学习模型的奖励值，然后以前述计算得到的综合网络性能数据为强化学习模型的状态值，并将奖励值和状态值输入至强化学习模型，基于上述奖励值和状态值来对强化学习模型进行强化学习处理，得到强化学习模型学习得到的输出参数，也就是说，通过强化学习模型输出每一对象群组的数据传输质量指数。

可以理解的是，由于对于不同的对象群组，其计算得到的强化学习参数不同，即强化学习模型的奖励值不同，那么学习到的输出参数也不相同。即对于不同的对象群组，强化学习模型可以学习到不同的输出参数，该输出参数可以对对应的对象群组的数据传输参数进行控制，以使得对象群组的强化学习参数不断提升，因此该输出参数也可以称为数据传输质量指数。

20 在一些实施例中，根据每一对象群组的群组网络性能数据计算每一对象群组的强化学习参数，可以通过以下方式实现：首先，在每一对象群组的群组网络性能数据中提取出有效吞吐量数据以及平滑往返传输时间数据；然后，计算每一对象群组对应的有效吞吐量数据与对应的平滑往返传输时间数据之间的比值，将该比值确定为每一对象群组的强化学习参数。

在本申请实施例中，计算每一对象群组的强化学习参数，可以采用每一对象群组的群组网络性能数据中的有效吞吐量数据以及平滑往返传输时间数据来进行计算。可以先从每一对象群组的群组网络性能数据中提取出有效吞吐量数据以及平滑往返传输时间数据，然后计算有效吞吐量数据与平滑往返传输时间数据之间的比值，将该比值作为相应对象群组的强化学习参数。本申请实施例中，将有效吞吐量数据与平滑往返传输时间数据之间的比值设置为对象群组的强化学习参数，可以是将该比值作为强化学习模型的奖励值。这里主要是考虑强化学习模型的学习目标是获得更高的奖励值，也就是希望得到更大的有效吞吐量以及更少的平滑往返传输时间，即为了得到更好的 QoS，因此，将有效吞吐量数据与平滑往返传输时间数据之间的比值作为强化学习模型的奖励值。

30 这里，需要说明的是，吞吐量是指每秒接收到的不包括控制数据在内的比特数（当没有帧时，设备会降低最大速率）。有效吞吐量数据（goodput）是指单位时间内发送到正确目标接口的比特数如果减少了就丢弃或者重传。在计算机网络（包括无线网络），goodput 是应用程序级的吞吐量，即每个单位使用位来表示，来自某个源地址的网络转发到某个目的地的数目，不包括协议开销和数据包重传数据。例如，如果一个文件被传输的有效吞吐量，用户体验对应于文件传输的时间分为位文件的大小。在有效吞吐量普遍低于吞吐量（总比特率传输物理），通常低于网络接入连接速度（信道容量和带宽）。有效吞吐量数据是指网络传输的数据量，有效吞吐量数据可以衡量网络的性能，有效吞吐量数据是指网络传输的有效数据量。

40 平滑往返传输时间数据是指加权平均往返时间，这里，往返时间是指报文段发出的时间和收到相应确认的时间之差，往返时间的计算方法是 TCP 报文首部的选项中有时间戳选项，其中有时戳值和时间戳回送字段，可以基于时间戳值和时间戳回送字段计算往返时间。而加权平均往返时间又称平滑往返时间，是对往返时间进行平均加权后得到的往返时间。

在一些实施例中，采用强化学习模型学习每一对象群组的数据传输质量指数，可以采用强化学习模型，基于综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据进行多次强化学习，得到每一对象群组的多个数据传输质量指数。然后再进一步计算这多个数据传输质量指数的均值，最后得到每一对象群组更为准确的数据传输质量指数。在本申请实施例中，通过将多次学习得到的输出参数的均值作为最终的输出参数，可以避免学习误差导致学习到的数据传输质量指数不准确的问题，从而可以提升学习到的数据传输质量指数的准确性。

步骤 S104，根据数据传输质量指数以及每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数。

在采用强化学习模型学习得到了每一对象群组的数据传输质量指数后，便可以进一步根据每一对象群组的数据传输质量指数，对每一对象群组的各自的群组网络性能数据进行调整，以得到每一对象群组的数据传输参数。通过每一对象群组的数据传输参数对对应的对象群组的数据传输过程进行控制，便可以得到更为良好的数据传输效果，即可以提升数据传输性能。

本申请实施例中，数据传输参数是用于对数据传输过程进行控制的控制参数。在进行数据传输过程中，可以基于数据传输对象的数据传输参数控制相应数据传输对象的网络带宽，从而避免网络拥塞，保证整个网络的传输性能。

在一些实施例中，根据数据传输质量指数以及群组网络性能数据计算得到每一对象群组的数据传输参数，可以通过以下方式实现：首先，从群组网络性能数据中提取出每一对象群组的有效吞吐量数据以及最小往返传输时间数据；然后，基于每一对象群组的有效吞吐量数据、最小往返传输时间数据以及数据传输质量指数，计算相应对象群组的初始窗口数据，并基于每一对象群组的初始窗口数据确定相应对象群组的数据传输参数。

在本申请实施例中，基于学习到的每一对象群组的数据传输质量指数对相应的对象群组的群组网络性能数据进行调整，可以为先从每一对象群组的群组网络性能数据中提取出有效吞吐量数据以及最小往返传输时间数据，然后基于有效吞吐量数据、最小往返传输时间数据以及学习到的数据传输质量指数，计算得到每一对象群组的初始窗口数据，进而可以将每一对象群组的初始窗口数据确定为相应对象群组的数据传输参数。在一些实施例中，还可以将每一对象群组的数据传输参数与对应的对象群组进行关联存储，这样在需要使用数据传输参数进行数据传输控制时，可以从存储的数据中查询到对象群组的数据传输参数，从而提高数据传输的效率。

步骤 S105，当接收到多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于目标数据传输参数对数据传输请求对应的数据传输过程进行控制。

在确定了每一对象群组对应的数据传输参数后，在下一个周期的历史网络性能数据统计完成之前，都可以基于上述每一对象群组对应的数据传输参数对相应的数据传输对象的数据传输过程进行控制。

在实现的过程中，当接收到目标数据传输对象发送的数据传输请求时，可以先确定该目标数据传输对象对应的对象群组，然后获取该对象群组的目标数据传输参数，并基于该目标数据传输参数对该目标数据传输对象的数据传输过程进行控制。例如，当接收到某一应用的客户端向应用服务器发送的数据连接请求时，可以确定该客户端所属的目标对象群组，并确定该目标对象群组的初始窗口数据，然后采用该初始窗口数据对该客户端进行数据传输过程的控制。

根据上述描述可知，本申请实施例提供的数据传输控制方法，通过获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于历史网络性能数据计算每一对

象群组的群组网络性能数据,对象群组为对多个数据传输对象进行划分得到的群组;然后,对群组网络性能数据进行加权计算,得到综合网络性能数据;并基于综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据,调用训练后的强化学习模型进行预测,得到每一对象群组的数据传输质量指数;再然后,根据数据传输质量指数以及群组网络性能数据计算得到每一对象群组的数据传输参数;这样,当接收到目标数据传输对象发送的数据传输请求时,可以根据目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数,并基于目标数据传输参数对数据传输过程进行控制。如此,本申请实施例提供的数据传输控制方法,通过将数据传输对象进行群组划分,然后采用对每个对象群组在最近一段时间的历史网络性能数据来进行强化学习,以得到每一对象群组在当前时间最适合的网络数据传输参数。该方法可以对网络数据传输参数进行细粒度的控制,从而为每一数据传输对象匹配当前时间最适合的网络数据传输参数,如此可以大大提升数据传输对象的数据传输性能。而且,本申请实施例提供的数据传输控制方法,可以使得数据传输控制更为细粒度而且也更为精确,对连接到达时会话参数的设定也更具有针对性。这种为每个对象群组设置符合其网络特征的数据传输控制参数值的方法,有利于提升网络系统整体的传输质量。也就是说,通过对多个数据传输对象进行群组划分,以及,对每个对象群组的群组网络性能数据进行强化学习的过程,可以实现对数据传输参数进行更加精确的控制,为每一数据传输对象匹配最适合的数据传输参数,使得当前所确定出的数据传输参数更加适配当前的网络数据传输场景,从而提高数据传输控制方法的场景适配性和网络的数据传输性能,进而提高网络性能的稳定性。

需要说明的是,在本申请实施例中,涉及到用户信息的内容,例如,每一用户的历史网络性能数据(即每一数据传输对象的历史网络性能数据)、每一用户所属的用户群组(即对象群组)、每一对象群组的数据传输参数等信息,如果涉及与用户信息或企业信息相关的数据,当本申请实施例运用到具体产品或技术中时,需要获得用户许可或者同意,且相关数据收集处理在实例应用时应该严格根据相关国家法律法规的要求,获取个人信息主体的知情同意或单独同意,并在法律法规及个人信息主体的授权范围内,开展后续数据使用及处理行为。

在一些实施例中,上述数据传输控制方法可以是一种在网络通信系统中面向用户群组划分的自适应拥塞控制技术,属于网络流量传输性能优化领域。在本申请实施例中,服务器首先根据地域、运营商等信息将客户端 IP 地址划分成不同的对象群组;并每隔一段时间统计每个对象群组的网络流在上一个时间周期的网络性能数据;服务器根据上述统计的上一周期网络性能数据,通过专家经验或人工智能方法输出适用于本周期的每个对象群组的网络传输参数值(如初始发送窗口、初始发送速率等);当来自客户端的新的连接请求达到服务器时,服务器根据客户端的 IP 地址查询获得该客户端对应的对象群组标识和网络传输参数;服务器根据该网络传输参数响应客户端请求,并发送相应的网络数据。本申请实施例涉及的自适应拥塞控制技术具备稳定性强、精细化控制、自适应程度高、轻量级等优势,在保证可行性的同时,有利于提高整个网络系统的传输性能。

本申请实施例的目的是解决目前网络流量无法实现自适应拥塞控制的难题,同时兼顾稳定性、精细控制等优势,本申请实施例提出的面向用户群组(即上述对象群组)的自适应拥塞控制技术,该技术通过网络测量的历史信息与强化学习相结合的方法,有效解决机器学习在执行过程中遇到的稳定性问题;通过用户群组划分和面向用户群组的网络测量的方式,为每个用户群组设置特定的初始化网络参数,实现对网络流量发送初始阶段的精细化控制。

图 3 是本申请实施例提供的产品侧示意图,如图 3 所示,云服务器 301A 与网关服

服务器 302A 连接，网关服务器 302A 根据地域、运营商、接入方式等不同规则，将客户端 IP 划分为不同的用户群组（UG，User Group）303A，并根据最新的网络状态通过强化学习的方式为该用户群组的会话设置专属的拥塞控制参数。当网关服务器 302A 收到来自客户端的连接请求时，通过查询客户端 IP 对应的用户群组标识，可获取适配该用户群组的（初始化）拥塞控制参数，并基于该拥塞控制参数来响应客户端请求。

本申请实施例还提供了一种数据传输控制方法，该方法可以使用于计算机设备中，该计算机设备可以为服务器。如图 4 所示，为本申请实施例提供的数据传输控制方法的另一流程示意图，方法包括以下步骤 S201 至步骤 S209：

步骤 S201，服务器对用户进行群组划分，得到多个用户群组。
这里，服务器可以对用户对应的客户端的 IP 地址按照地域、运营商、AS 号、接入方式等规则进行划分，将客户端 IP 地址划分为不同的用户群组，其中每个用户群组的连接（或会话）具备相似的网络转发路径，同时也具备相似的网络状态信息。用户群组的划分不限于针对所有客户端的 IP 地址进行划分，也可以针对某些特定 IP 地址前缀或某些流量占比大于流量占比阈值的 IP 地址前缀进行划分。

在一些实施例中，用户群组划分的规则可按照全部规则（即地域、运营商、AS 号、接入方式等）来进行划分；也可以按照部分规则来进行划分，则如地域+运营商、地域+接入方式、地域。如图 5a 以及图 5b 所示，为对用户客户端的 IP 地址进行划分的方案示意图。其中，图 5a 为按照全部规则进行划分，图 5b 则按照部分规则（地域）来进行划分。

表 1 用户群组划分信息表

IP前缀	用户群组标识
192.168.0.0/24	UG_1
192.168.1.0/24	UG_1
192.168.2.0/24	UG_1
192.168.3.0/24	UG_2
192.168.4.0/24	UG_2

如表 1 所示，为用户群组划分信息表，可以按照 IP 地址前缀来进行用户群组的划分。属于同一用户群组的 IP 地址都有相同的用户群组标识。

步骤 S202，服务器对统计周期内的 QoS 数据进行统计，并根据统计的 QoS 数据计算得到每一用户群组的 QoS 数据。

在本申请实施例中，服务器能够记录每条数据流的网络的 QoS 信息（即 QoS 数据）和客户端 IP 地址。例如，当每条流结束时，服务器会将这条流的相关 QoS 信息和客户端 IP 地址写入到服务器的日志文件中。QoS 信息包括：最小 RTT（min_rtt）、最大 RTT（max_rtt）、平滑 RTT（srtt）、最大在途量（max_inflight）、有效吞吐量（goodput）、重传率（retran_ratio）、初始窗口（init_cwnd）、最大窗口（max_cwnd）等信息。即上述 QoS 信息指示了网络的服务质量。服务器在每条数据流传输结束后，便会对该条数据流的 IP 地址以及该条数据流的最小 RTT（min_rtt）、最大 RTT（max_rtt）、平滑 RTT（srtt）、最大在途量（max_inflight）、有效吞吐量（goodput）、重传率（retran_ratio）、初始窗口（init_cwnd）、最大窗口（max_cwnd）等信息进行记录，从而实现对数据流的 QoS 信息的获取。

服务器可以每隔一段时间（记为统计周期T）统计每个用户群组在周期T内的QoS均值及相关分位点值（如50分位点或90分位点的QoS值）。例如，服务器端从日志文件中逐个读取每一条流的QoS信息和客户端IP地址，通过查询IP地址与用户群组标识之间的对应关系，获得每一条数据流的用户群组标识。并将具有相同用户群组标识的数据流的QoS信息取平均值或相关分位点（如50或90分位点）。

例如，时间周期T=15mins，这段时间包含IP地址为192.168.0.0/24的会话有100条，IP地址为192.168.1.0/24和192.168.2.0/24的会话各有200条，IP地址为192.168.3.0/24和192.168.4.0/24的会话各有50条。因此，用户群组1（UG₁）的会话数量为500，用户群组2（UG₂）的会话数量为100。在本申请实施例中，假设UG₁中500条会话的QoS均值（QoS_avg₁）分别为：最小RTT均值（min_rtt_avg₁）、最大RTT均值（max_rtt_avg₁）、平滑RTT均值（srtt_avg₁）、有效吞吐量均值（goodput_avg₁）、重传率均值（retran_ratio_avg₁）、初始窗口均值（init_cwnd_avg₁）和最大窗口均值（max_cwnd_avg₁），UG₂中100条会话的QoS均值（QoS_avg₂）分别为最小RTT均值（min_rtt_avg₂）、最大RTT均值（max_rtt_avg₂）、平滑RTT均值（srtt_avg₂）、有效吞吐量均值（goodput_avg₂）、重传率均值（retran_ratio_avg₂）、初始窗口均值（init_cwnd_avg₂）和最大窗口均值（max_cwnd_avg₂）。因此，UG₁的奖励值（reward）为goodput_avg₁/srtt_avg₁，UG₂的奖励值为goodput_avg₂/srtt_avg₂。

在一些实施例中，每隔一段时间测量并统计每个用户群组在上一时间周期的QoS信息，可以通过服务器中的网络测量模块来实现，图6是本申请实施例提供的网络测量模块进行QoS信息测量的实现流程示意图，如图6所示，首先获取会话日志信息601和用户群组信息602，然后，对获取的会话日志信息601和用户群组信息602进行网络测量与数据统计603，从而得到不同用户群组的QoS信息，如图6中所示的用户群组1的QoS信息、用户群组2的QoS信息……用户群组n的QoS信息，n为大于2的整数。

步骤S203，服务器对每一用户群组的QoS数据进行加权计算，并将加权计算得到的数据作为强化学习模型的状态值。

进一步地，服务器可以获取每一用户群组的权重系数，该权重系数可以为用户人工设置的，也可以为根据用户群组中的用户数量进行计算得到的。在确定了每一用户群组的权重系数后，便可以基于每一用户群组的权重系数对每一用户群组的QoS数据进行加权计算，并将加权计算得到的结果作为强化学习模型的状态值。

在一些实施例中，可以通过服务器中的智能学习模块对每一用户群组的QoS数据进行加权计算；在另一些实施例中，智能学习模块不仅可位于服务器，或者，智能学习模块还可以位于网关，也可以位于远端的专属服务器。智能学习模块中包含一个强化学习模型，该强化学习模型可以实现针对多个用户群组流量传输的初始化参数控制，即该强化学习模型可以为多个用户群组的流量进行拥塞控制参数设置。

本申请实施例中，服务器将QoS信息按照用户群组进行加权，其中用户群组i的QoS数据记为QoS_i，QoS_i的权重记为w_i，此时加权之后的QoS如公式（1）所示：

$$QoS = w_1 * QoS_1 + w_2 * QoS_2 + \dots + w_n * QoS_n \quad (1)$$

步骤S204，服务器提取每一用户群组QoS数据中的有效吞吐量数据和平滑往返传输时间数据，并计算有效吞吐量数据和平滑往返传输时间数据的比值，将该比值确定为强化学习模型的奖励值。

本申请实施例中，服务器对每一用户群组的QoS数据中的有效吞吐量数据goodput和平滑往返传输时间数据srtt进行提取，并计算有效吞吐量数据goodput和平滑往返传输时间数据srtt的比值，将该比值确定为强化学习模型的奖励值。其中，强化学习模型的奖励值Reward的计算公式如以下公式（2）：

$$Reward = goodput / srtt \quad (2)。$$

在一些实施例中，公式(2)中的有效吞吐量数据(*goodput*)还可以替换为吞吐量(*throughput*)或者替换为数据从应用层到网络层的下载速率(*download_speed*)。在另一些实施例中，公式(2)中的有效吞吐量数据(*goodput*)还可以替换为平均RTT、最小RTT或最大RTT。

步骤S205，服务器基于强化学习模型对状态值与每一用户群组对应的奖励值进行强化学习，得到强化学习模型输出的每一用户群组对应的学习参数。

在确定了强化学习模型的状态值和奖励值后，便可以将上述状态值和奖励值输入至强化学习模型进行强化学习，得到强化学习模型输出的参数 α 。其中，此处强化学习模型可以为一个强化学习模型也可以为多个强化学习模型。不同的用户群组为强化学习模型提供了不同的奖励值，因此对于不同的用户群组，强化学习模型学习到的学习参数也不相同。举例来说，强化学习模型的输出可以为参数集 $\{-1, -0.5, 0, 0.5, 1\}$ 中的其中一个(记为 α ，默认值为0)。

图7是本申请实施例提供的智能学习模块的处理流程示意图，如图7所示，输入至智能学习模块700中的强化学习模型701的输入参数为用户群组加权QoS数据702，用户群组加权QoS数据702包括但不限于：RTT、有效吞吐量数据(*goodput*)、最大在途量(*max_inflight*)、奖励值。强化学习模型701的输出为参数 α 。

步骤S206，服务器基于每一用户群组对应的学习参数和每一用户群组的QoS信息计算相应用户群组对应的数据传输参数。

这里，在学习得到每一用户群组对应的学习参数后，便可以进一步根据每一用户群组的学习参数和QoS信息计算该用户群组对应的数据传输参数。此处，数据传输参数也可以称为初始化拥塞控制参数，每一用户群组的数据传输参数包括初始发送窗口*init_cwnd*和初始RTT的值*init_rtt*，其中，初始发送窗口*init_cwnd*和初始RTT的值*init_rtt*可以按如下公式(3)和公式(4)计算：

$$init_rtt = min_rtt \quad (3);$$

$$init_cwnd = 2\alpha * (goodput * init_rtt) \quad (4)。$$

例如对于上述用户群组1，即UG_1，用户群组1的初始化拥塞控制参数，即用户群组1的初始发送窗口*init_cwnd_1*和用户群组1的初始RTT的值*init_rtt_1*，计算公式如下公式(5)和公式(6)：

$$init_rtt_1 = min_rtt_avg_1 \quad (5);$$

$$init_cwnd_1 = 2\alpha * (goodput_avg_1 * init_rtt_1) \quad (6)。$$

其中，*min_rtt_avg_1*表示用户群组1的最小RTT均值；*goodput_avg_1*表示用户群组1的有效吞吐量均值。

对于每一用户群组，都可以采用上述方法计算得到该用户群组的数据传输参数。然后可以将每一用户群组的数据传输参数进行保存以备使用。如表2所示，为保存的初始化参数表的示意。

用户群组ID	Init_rtt	Init_cwnd
UG_1	Init_rtt_1	Init_cwnd_1
UG_2	Init_rtt_2	Init_cwnd_2

表2 初始化参数表

本申请实施例中，上述数据传输参数的计算过程可以通过自适应控制模块实现，图

8 是本申请实施例提供的自适应控制模块的处理过程示意图,如图 8 所示,自适应控制模块基于用户群组 i 的 QoS 信息 (QoS_i) 和参数 α 和参,通过参数计算的方式为每个用户群组 (UG_i) 计算适用于该用户群组的初始拥塞参数值。在本申请实施例中,所有用户群组的初始拥塞参数共同构成初始参数列表,如图 8 中最终得到的数据传输参数中的 UG_1 、 UG_2 ... UG_n 对应的 $init_rtt$ 和 $init_cwnd$ 。

步骤 S207,当服务器接收到用户客户端发送的数据传输请求时,获取用户客户端的 IP 地址。

当服务器在接收到用户客户端发送的数据传输请求时,便可以对该连接请求中包含的 IP 地址进行获取。

步骤 S208,服务器根据用户客户端的 IP 地址确定对应的群组信息,并确定该群组信息对应的数据传输参数。

在获取到用户客户端的 IP 地址后,便可以进一步确定该用户客户端对应的群组信息,以及进一步基于群组信息在初始化参数表中查找到该群组对应的初始化参数,即查找到对应的数据传输参数。

步骤 S209,服务器根据对应的数据传输参数响应用户客户端的连接请求并向用户客户端发送数据。

本申请实施例中,当服务器端收到来自用户客户端的数据传输请求(例如可以是一会话请求)时,首先,基于用户客户端的 IP 地址查询用户群组标识 (UG_i),然后根据获得的 UG_i 查询初始参数列表,获得 UG_i 对应的初始化拥塞参数 $init_rtt$ 和 $init_cwnd$ 。

最后,服务器以 $init_rtt$ 和 $init_cwnd$ 来响应用户客户端的数据传输请求,并发送数据。

在确定了用户客户端对应的用户群组的数据传输参数后,便可以根据该参数来响应用户客户端的数据连接请求,并向用户客户端发送请求数据。例如,当根据用户 ID 确定了用户所属的用户群组为 UG_2 ,那么便可以确定该用户群组的初始数据传输参数中初始 RTT 为 $init_rtt_2$,初始 $cwnd$ 为 $init_cwnd_2$ 。如此,便可以将向用户客户端发送数据时的初始网络参数中的 RTT 设置为 $init_rtt_2$,以及将初始网络参数中 $cwnd$ 设置为 $init_cwnd_2$,然后再进行相应的数据传输。

由于相关技术中的拥塞控制算法可以分为两类,一是基于专家经验的“规则式”拥塞控制算法,这类算法基于丢包信息、时延信息或带宽探测信息等方式判断当前网络中是否出现拥塞现象,从而执行拥塞避免等动作,但这些方法往往依赖网络人员的经验来设置拥塞避免的方式,对网络状态和相关业务(如音视频业务)缺乏很好的适应性,致使网络传输性能优化收益较少。另一类拥塞控制算法主要基于人工智能的方式,这类方法要么完全推翻现有拥塞控制算法,要么在稳定性、精细控制等方面存在诸多问题而无法真正得到部署。而本申请实施例提出的面向用户群组的自适应拥塞控制方法(即上述数据传输控制方法)能够较好地解决上述问题,通过利用网络测量技术,将传统拥塞控制的优点保留,新的拥塞控制参数是在传统拥塞控制算法的基础上进行设置,避免了相关技术中基于机器学习的拥塞控制算法在收敛性上面临的挑战,可在一定程度上保证提出的自适应拥塞控制方法的稳定性;与此同时,本申请实施例根据地域、运营商、接入方式等规则将客户端 IP 进行划分成不同的用户群组,并基于强化学习的方式,通过单个强化学习模块为每个用户群组设置专门的初始化拥塞控制参数,实现了网络流量传输过程中拥塞避免的精细化和轻量级控制。本申请实施例提出的自适应拥塞控制方法可在现有拥塞控制算法初始化参数设置等方面取得较大收益,有利于提升音视频流量的网络传输性能,提升音视频业务的竞争力。

图 9 为本申请实施例提供的数据传输控制方法的又一流程示意图,如图 9 所示,该流程可以由以下四个模块执行:网络测量模块 10、智能学习模块 20、参数计算模块 30

以及传输控制模块 40。其中，网络测量模块 10 可以获取多个用户的历史网络性能数据 101 以及可以将用户按照 IP 地址划分为多个用户群组，得到每个用户的用户群组信息 102，并基于每个用户的历史网络性能数据 101 确定每个用户群组对应的群组网络性能数据。进一步地，网络测量模块 10 还可以对多个用户群组的群组网络性能数据进行加权计算，得到加权网络性能数据 103。智能学习模块 20 可以以加权网络性能数据为状态值，以及以群组网络性能数据中的有效吞吐量和平滑 RTT 的比值为奖励值，经强化学习模型进行强化学习，得到学习到的数据传输质量指数。参数计算模块 30 则可以采用强化学习模型 201 学习到的数据传输质量指数 301，来计算出每一用户群组对应的数据传输参数 302，形成数据传输参数列表 403。传输控制模块 40 则可以在接收到用户上传的数据传输请求 401 时，根据用户的 IP 地址确定用户所属的用户群组，得到用户群组信息 402，然后在数据传输参数列表 403 中查询到与其用户群组对应的数据传输参数，采用对应的数据传输参数对数据传输过程进行数据传输控制 404，从而可以提升数据传输的传输性能。

根据上述描述可知，本申请实施例提供的数据传输控制方法，通过获取多个数据传输对象的历史网络性能数据，并基于历史网络性能数据计算每一对象群组（即上述用户群组）的群组网络性能数据，对象群组为对多个数据传输对象进行划分得到的群组；对群组网络性能数据进行加权计算，得到综合网络性能数据；并基于综合网络性能数据以及每一对象群组的群组网络性能数据，调用训练后的强化学习模型进行预测，得到每一对象群组的数据传输质量指数；根据数据传输质量指数以及群组网络性能数据计算得到每一对象群组的数据传输参数；当接收到目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于目标数据传输参数对数据传输过程进行控制。

以此，本申请实施例提供的数据传输控制方法，通过将数据传输对象进行群组划分，然后采用每个对象群组在最近一段时间的历史网络性能数据来进行强化学习，以得到每一对象群组在当前时间最适合的网络数据传输参数。该方法可以对网络数据传输参数进行细粒度的控制，从而为每一数据传输对象匹配当前时间最适合的网络数据传输参数，如此可以大大提升数据传输对象的数据传输性能。

为了更好地实施以上数据传输控制方法，本申请实施例还提供一种数据传输控制装置，该数据传输控制装置可以集成在终端或服务器中。

如图 10 所示，为本申请实施例提供的数据传输控制装置的结构示意图，该数据传输控制装置可以包括获取单元 1001、第一计算单元 1002、学习单元 1003、第二计算单元 1004 以及控制单元 1005，其中：获取单元 1001，配置为获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于所述历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据，所述多个对象群组由对所述多个数据传输对象进行划分得到；第一计算单元 1002，配置为对每一对象群组的所述群组网络性能数据进行加权计算，得到所述多个数据传输对象的综合网络性能数据；学习单元 1003，配置为将所述综合网络性能数据以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型，得到所述每一对象群组的数据传输质量指数；第二计算单元 1004，配置为根据所述数据传输质量指数以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数；控制单元 1005，配置为当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据所述目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于所述目标数据传输参数对所述数据传输请求对应的数据传输过程进行控制。

在一些实施例中，学习单元还配置为：根据每一对象群组的群组网络性能数据计算

相应对象群组的强化学习参数；将所述综合网络性能数据确定为所述强化学习模型的状态值，将所述强化学习参数确定为所述强化学习模型的奖励值；将所述状态值和所述奖励值输入至所述训练后的强化学习模型，通过所述训练后的强化学习模型输出每一对象群组的数据传输质量指数。

5 在一些实施例中，第一计算子单元还配置为：获取每一对象群组的群组网络性能数据；在每一对象群组的群组网络性能数据中提取出有效吞吐量数据以及平滑往返传输时间数据；计算每一对象群组对应的有效吞吐量数据与平滑往返传输时间数据之间的比值；将所述比值确定为相应对象群组的强化学习参数。

10 在一些实施例中，获取单元还配置为：获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的互联网协议地址数据，以及，获取每一数据传输对象的历史网络性能数据；基于每一数据传输对象的互联网协议地址数据，将所述多个数据传输对象划分为多个对象群组；根据每一对象群组中的数据传输对象的历史网络性能数据，计算相应对象群组的群组网络性能数据。

15 在一些实施例中，第二计算子单元还配置为：根据每一对象群组中的每一数据传输对象的历史网络性能数据，确定相应对象群组对应的历史网络性能数据集合；计算每一历史网络性能数据集合中的历史网络性能数据的平均值；将每一历史网络性能数据集合对应的平均值，确定为相应对象群组的群组网络性能数据。

20 在一些实施例中，第一计算单元还配置为：获取每一对象群组的权重系数；基于所述权重系数对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算，得到对应于所述多个数据传输对象的综合网络性能数据。

在一些实施例中，第一计算单元还配置为：获取每一对象群组中包含的数据传输对象的数量；将每一对象群组中数据传输对象的数量与所述多个数据传输对象的数量之间的比值，确定为相应对象群组的权重系数。

25 在一些实施例中，第二计算单元还配置为：从每一对象群组各自的所述群组网络性能数据中，提取出每一对象群组的有效吞吐量数据以及最小往返传输时间数据；基于每一对象群组的有效吞吐量数据、最小往返传输时间数据以及数据传输质量指数，计算相应对象群组的初始窗口数据；基于每一对象群组的初始窗口数据确定相应对象群组的数据传输参数。

30 在一些实施例中，控制单元还配置为：当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，获取所述目标数据传输对象的目标互联网协议地址；根据所述目标互联网协议地址确定所述目标数据传输对象所属的目标对象群组；获取所述目标对象群组的目标数据传输参数；基于所述目标数据传输参数对所述目标数据传输对象进行数据传输。

35 需要说明的是，以上各个单元可以作为独立的实体来实现，也可以进行任意组合，作为同一或若干个实体来实现，以上各个单元的具体实施可参见前面的方法实施例，在此不再赘述。

40 根据上述描述可知，本申请实施例提供的数据传输控制装置，通过获取单元 1001 获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据；第一计算单元 1002 对群组网络性能数据进行加权计算，得到多个数据传输对象的综合网络性能数据；学习单元 1003 将综合网络性能数据以及每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型，得到每一对象群组的数据传输质量指数；第二计算单元 1004 根据数据传输质量指数以及每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数；当接收到多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求

时,控制单元 1005 根据目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数,并基于目标数据传输参数对数据传输过程进行控制。

以此,本申请实施例提供的数据传输控制方法,通过将数据传输对象进行群组划分,然后采用每个对象群组在最近一段时间的历史网络性能数据来进行强化学习,以得到每一对象群组在当前时间最适合的网络数据传输参数。该数据传输控制方法可以对网络数据传输参数进行细粒度的控制,从而为每一数据传输对象匹配当前时间最适合的网络数据传输参数,如此可以大大提升数据传输对象的数据传输性能。

本申请实施例还提供一种计算机设备,该计算机设备可以为终端或服务器,如图 11 所示,为本申请实施例提供的计算机设备的结构示意图。该计算机设备可以包括一个或者一个以上处理核心的处理单元 1101、一个或一个以上存储介质的存储单元 1102、电源模块 1103 和输入模块 1104 等部件。本领域技术人员可以理解,图 11 中示出的计算机设备结构并不构成对计算机设备的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。其中,处理单元 1101 是该计算机设备的控制中心,利用各种接口和线路连接整个计算机设备的各个部分,通过运行或执行存储在存储单元 1102 内的软件程序和模块中的至少一个,以及调用存储在存储单元 1102 内的数据,执行计算机设备的各种功能和处理数据。在一些实施例中,处理单元 1101 可包括一个或多个处理核心;处理单元 1101 可集成应用处理器和调制解调处理器,其中,应用处理器主要处理操作系统、对象界面和应用程序等,调制解调处理器主要处理无线通信。可以理解的是,上述调制解调处理器也可以不集成到处理单元 1101 中。

存储单元 1102 可配置为存储软件程序以及模块,处理单元 1101 通过运行存储在存储单元 1102 的软件程序以及模块,从而执行各种功能应用以及数据处理。存储单元 1102 可主要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、至少一个功能所需的应用程序(比如声音播放功能、图像播放功能以及网页访问等)等;存储数据区可存储根据计算机设备的使用所创建的数据等。此外,存储单元 1102 可以包括高速随机存取存储器,还可以包括非易失性存储器,例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件或其他易失性固态存储器件。存储单元 1102 还可以包括存储器控制器,以提供处理单元 1101 对存储单元 1102 的访问。

计算机设备还包括给各个部件供电的电源模块 1103,电源模块 1103 可以通过电源管理系统与处理单元 1101 逻辑相连,从而通过电源管理系统实现管理充电、放电、以及功耗管理等功能。电源模块 1103 还可以包括一个或一个以上的直流或交流电源、再充电系统、电源故障检测电路、电源转换器或者逆变器和电源状态指示器等任意组件。

在一些实施例中,该计算机设备还可包括输入模块 1104,该输入模块 1104 可配置为接收输入的数字或字符信息,以及产生与对象设置以及功能控制有关的键盘、鼠标、操作杆、光学或者轨迹球信号输入。

尽管未示出,计算机设备还可以包括显示单元等,在此不再赘述。在本实施例中,计算机设备中的处理单元 1101 会按照如下的指令,将一个或一个以上的应用程序的进程对应的可执行指令加载到存储单元 1102 中,并由处理单元 1101 来运行存储在存储单元 1102 中的应用程序,从而实现各种功能,例如以下功能:获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据,并基于历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据;对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算,得到综合网络性能数据;将综合网络性能数据以及每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型,得到每一对象群组的数据传输质量指数;根据数据传输质量指数以及每一对象群组各自的群组网络性能数据,确定相应对象群组的数据传输参数;当接收到多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求

时,根据目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数,并基于目标数据传输参数对数据传输过程进行控制。

应当说明的是,本申请实施例提供的计算机设备与上文实施例中的方法属于同一构思,以上各个操作的具体实施可参见前面的实施例,在此不作赘述。

5 本领域普通技术人员可以理解,上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤可以通过指令来完成,或通过指令控制相关的硬件来完成,该指令可以存储于一计算机可读存储介质中,并由处理器进行加载和执行。

为此,本申请实施例提供一种计算机可读存储介质,其中存储有多条可执行指令,该可执行指令能够被处理器进行加载,以执行本申请实施例所提供的任一种方法中的步骤。例如,该可执行指令可以执行如下步骤:获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据,并基于历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据;对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算,得到综合网络性能数据;将综合网络性能数据以及每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型,得到每一对象群组的数据传输质量指数;根据数据传输质量指数以及每一对象群组各自的群组网络性能数据,确定相应对象群组的数据传输参数;当接收到多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时,根据目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数,并基于目标数据传输参数对数据传输过程进行控制。

以上各个操作的具体实施可参见前面的实施例,在此不再赘述。

20 该计算机可读存储介质可以包括:只读存储器(ROM, Read Only Memory)、随机存取记忆体(RAM, Random Access Memory)、磁盘或光盘等。

由于该计算机可读存储介质中所存储的可执行指令,可以执行本申请实施例所提供的任一种方法中的步骤,因此,也可以实现本申请实施例所提供的任一种方法所能实现的有益效果,详见前面的实施例,在此不再赘述。

25 根据本申请实施例的一个方面,提供了一种计算机程序产品或计算机程序,该计算机程序产品或计算机程序包括可执行指令,该可执行指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该可执行指令,处理器执行该可执行指令,使得该计算机设备执行上述数据传输控制方法中各种可选实现方式中提供的方法。

30 以上对本申请实施例所提供的数据传输控制方法、装置、计算机可读存储介质、计算机设备及计算机程序产品进行了详细介绍,本文中应用了具体个例对本申请的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本申请的方法及其核心思想;同时,对于本领域的技术人员,依据本申请的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上,本说明书内容不应理解为对本申请的限制。

35

权利要求书

- 1、一种数据传输控制方法，所述方法由计算机设备执行，所述方法包括：
获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于所述历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据，所述多个对象群组由对所述多个数据传输对象进行划分得到；
对每一对象群组的所述群组网络性能数据进行加权计算，得到所述多个数据传输对象的综合网络性能数据；
将所述综合网络性能数据以及每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型，得到所述每一对象群组的数据传输质量指数；
根据所述数据传输质量指数以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数；
当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据所述目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于所述目标数据传输参数对所述数据传输请求对应的数据传输过程进行控制。
- 2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述将所述综合网络性能数据以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型，得到所述每一对象群组的数据传输质量指数，包括：
根据每一对象群组的群组网络性能数据计算相应对象群组的强化学习参数；
将所述综合网络性能数据确定为所述强化学习模型的状态值，将所述强化学习参数确定为所述强化学习模型的奖励值；
将所述状态值和所述奖励值输入至所述训练后的强化学习模型，通过所述训练后的强化学习模型输出每一对象群组的数据传输质量指数。
- 3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据每一对象群组的群组网络性能数据计算相应对象群组的强化学习参数，包括：
获取每一对象群组的群组网络性能数据；
在每一对象群组的群组网络性能数据中提取出有效吞吐量数据以及平滑往返传输时间数据；
计算每一对象群组对应的有效吞吐量数据与平滑往返传输时间数据之间的比值；
将所述比值确定为相应对象群组的强化学习参数。
- 4、根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的方法，其中，所述获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于所述历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据，包括：
获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的互联网协议地址数据，以及，获取每一数据传输对象的历史网络性能数据；
基于每一数据传输对象的互联网协议地址数据，将所述多个数据传输对象划分为多个对象群组；
根据每一对象群组中的数据传输对象的历史网络性能数据，计算相应对象群组的群组网络性能数据。
- 5、根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述根据每一对象群组中的数据传输对象的历史网络性能数据，计算相应对象群组的群组网络性能数据，包括：
根据每一对象群组中的每一数据传输对象的历史网络性能数据，确定相应对象群组对应的历史网络性能数据集合；
计算每一历史网络性能数据集合中的历史网络性能数据的平均值；

将每一历史网络性能数据集对应的平均值，确定为相应对象群组的群组网络性能数据。

6、根据权利要求1至5中任一项所述的方法，其中，所述对每一对象群组的所述群组网络性能数据进行加权计算，得到所述多个数据传输对象的综合网络性能数据，包括：

获取每一对象群组的权重系数；

基于所述权重系数对每一对象群组的群组网络性能数据进行加权计算，得到对应于所述多个数据传输对象的综合网络性能数据。

7、根据权利要求6所述的方法，其中，所述获取每一对象群组的权重系数，包括：

获取每一对象群组中包含的数据传输对象的数量；

将每一对象群组中数据传输对象的数量与所述多个数据传输对象的数量之间的比值，确定为相应对象群组的权重系数。

8、根据权利要求1至7中任一项所述的方法，其中，所述根据所述数据传输质量指数以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数，包括：

从每一对象群组各自的所述群组网络性能数据中，提取出每一对象群组的有效吞吐量数据以及最小往返传输时间数据；

基于每一对象群组的有效吞吐量数据、最小往返传输时间数据以及数据传输质量指数，计算相应对象群组的初始窗口数据；

基于每一对象群组的初始窗口数据确定相应对象群组的数据传输参数。

9、根据权利要求1至8中任一项所述的方法，其中，所述当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据所述目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于所述目标数据传输参数对所述数据传输请求对应的数据传输过程进行控制，包括：

当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，获取所述目标数据传输对象的目标互联网协议地址；

根据所述目标互联网协议地址确定所述目标数据传输对象所属的目标对象群组；

获取所述目标对象群组的目标数据传输参数；

基于所述目标数据传输参数对所述目标数据传输对象进行数据传输。

10、一种数据传输控制装置，所述装置包括：

获取单元，配置为获取多个数据传输对象中每一数据传输对象的历史网络性能数据，并基于所述历史网络性能数据计算多个对象群组中的每一对象群组的群组网络性能数据，所述多个对象群组由对所述多个数据传输对象进行划分得到；

第一计算单元，配置为对每一对象群组的所述群组网络性能数据进行加权计算，得到所述多个数据传输对象的综合网络性能数据；

学习单元，配置为将所述综合网络性能数据以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据输入至训练后的强化学习模型，得到所述每一对象群组的数据传输质量指数；

第二计算单元，配置为根据所述数据传输质量指数以及所述每一对象群组各自的群组网络性能数据，确定相应对象群组的数据传输参数；

控制单元，配置为当接收到所述多个数据传输对象中的任一目标数据传输对象发送的数据传输请求时，根据所述目标数据传输对象所属的对象群组确定目标数据传输参数，并基于所述目标数据传输参数对所述数据传输请求对应的数据传输过程进行控制。

11、一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有多条可执行指令，所述可执行指令配置为被处理器执行时实现权利要求1至9中任一项所述的数据传输控

制方法。

12、一种计算机设备，包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可以在所述处理器上运行的可执行指令，所述处理器执行所述可执行指令时实现权利要求 1 至 9 中任一项所述的数据传输控制方法。

- 5 13、一种计算机程序产品或计算机程序，所述计算机程序产品或计算机程序包括可执行指令，所述可执行指令存储在计算机可读存储介质中；

当计算机设备的处理器从所述计算机可读存储介质读取所述可执行指令，并执行所述可执行指令时，实现权利要求 1 至 9 中任一项所述的数据传输控制方法。