



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111475290 B

(45) 授权公告日 2023. 02. 14

(21) 申请号 202010227607.9

(22) 申请日 2020.03.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111475290 A

(43) 申请公布日 2020.07.31

(73) 专利权人 华南理工大学
地址 510640 广东省广州市天河区五山路
381号

(72) 发明人 王君君 陆以勤 金冬子 覃健诚

(74) 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245
专利代理师 李斌

(51) Int.Cl.
G06F 9/50 (2006.01)
G06F 16/906 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105897587 A, 2016.08.24
CN 106060015 A, 2016.10.26
CN 104980355 A, 2015.10.14
US 2017126790 A1, 2017.05.04

审查员 房琦

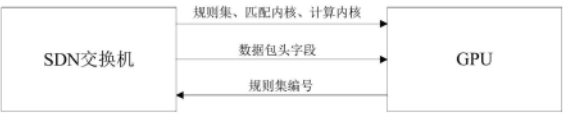
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于GPU的SDN网络包分类方法及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于GPU的SDN网络包分类方法及系统,该方法的步骤包括:SDN交换机创建二维数组,将规则集、匹配内核、计算内核和二维数组的初始数据发送到GPU;GPU接收并存储SDN交换机的初始数据;SDN交换机解析出SDN网络包中的包头字段并发送到GPU;GPU内多个线程并行计算,进行匹配内核和计算内核步骤;对包头字段和规则集字段进行匹配,将匹配结果保存到二维数组中;对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算,筛选运算结果后得到规则集编号;筛选优先级最高的规则集编号发送到SDN交换机;根据优先级最高的规则集编号对应的数据处理规则处理SDN网络包。本发明利用数据包并行匹配的特点,结合GPU的并行计算能力,实现快速匹配的同时也能保证更新速率不受影响。



1. 一种基于GPU的SDN网络包分类方法,其特征在于,包括下述步骤:
SDN交换机创建二维数组,将规则集、匹配内核、计算内核和二维数组发送到GPU;
GPU接收并存储SDN交换机的规则集、匹配内核、计算内核和二维数组;
SDN交换机接收SDN网络包,并解析出SDN网络包中的包头字段,将所述包头字段发送到GPU;
GPU内多个线程并行计算,进行匹配内核和计算内核步骤;
所述匹配内核具体步骤为:对所述包头字段和所述规则集的字段进行匹配,将匹配结果保存到二维数组中;
所述计算内核具体步骤为:对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算,筛选运算结果后得到规则集编号;
筛选优先级最高的规则集编号发送到SDN交换机;
根据优先级最高的规则集编号对应的数据处理规则,SDN交换机对SDN网络包进行数据处理。
2. 根据权利要求1所述的基于GPU的SDN网络包分类方法,其特征在于,所述SDN网络包包括源IP、目的IP、源端口号、目的端口号、传输类型和用户请求的网络数据内容,所述规则集为SDN网络中的流表,包括源IP、目的IP、源端口号、目的端口号和传输类型数据。
3. 根据权利要求2所述的基于GPU的SDN网络包分类方法,其特征在于,所述匹配内核步骤中,二维数组的行号对应规则集的编号,二维数组的列对应于规则集中的字段,进行源IP、目的IP、源端口号、目的端口号和传输类型数据的匹配,输出匹配结果。
4. 根据权利要求1-3任一项所述的基于GPU的SDN网络包分类方法,其特征在于,所述匹配内核步骤中,SDN网络包同时与多个规则集进行匹配。
5. 根据权利要求1所述的基于GPU的SDN网络包分类方法,其特征在于,所述匹配内核和计算内核步骤按照设定的先后顺序执行。
6. 根据权利要求1所述的基于GPU的SDN网络包分类方法,其特征在于,所述对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算,具体采用并行运算的方式,对二维数组中每一行的匹配结果进行逻辑与运算。
7. 根据权利要求1所述的基于GPU的SDN网络包分类方法,其特征在于,所述根据规则集编号对应的数据处理规则,所述数据处理规则包括转发或者丢弃数据包。
8. 一种基于GPU的SDN网络包分类系统,其特征在于,包括SDN交换机和GPU;
所述SDN交换机包括:二维数组创建模块、初始数据发送模块、SDN网络包解析模块和数据处理模块;
所述GPU包括:初始数据接收存储模块、匹配内核模块、计算内核模块和规则集编号筛选模块;
所述二维数组创建模块用于创建二维数组;
所述初始数据发送模块用于将规则集、匹配内核、计算内核和二维数组发送到GPU;
所述SDN网络包解析模块用于解析出SDN网络包中的包头字段,将所述包头字段发送到GPU;
所述数据处理模块用于根据优先级最高的规则集编号对应的数据处理规则,对SDN网络包进行数据处理;

所述初始数据接收存储模块用于接收并存储SDN交换机的规则集、匹配内核、计算内核和二维数组；

所述匹配内核模块用于对所述包头字段和所述规则集的字段进行匹配,将匹配结果保存到二维数组中；

所述计算内核模块用于对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算,筛选运算结果后得到规则集编号；

所述规则集编号筛选模块用于筛选优先级最高的规则集编号发送到SDN交换机。

9. 根据权利要求8所述的基于GPU的SDN网络包分类系统,其特征在于,在所述匹配内核模块中,SDN网络包同时与多个规则集进行匹配。

一种基于GPU的SDN网络包分类方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及SDN网络包分类技术领域,具体涉及一种基于GPU的SDN网络包分类方法及系统。

背景技术

[0002] 软件定义网络(Software Defined Networking,SDN)采用集中式控制与分布式转发思想,目前SDN网络中交换机采取的主流转发协议为OpenFlow协议,该协议中用于数据包匹配转发的字段明显增多,并且交换机中的流表规模急剧增加,传统的包分类系统已经远远不适用SDN网络,传统的网络只是以最大努力地将数据包传送到目的地,因此数据包会存在延时或丢包等情况。

[0003] 包分类系统是一种提取数据包头部的多个字段,以传统的五元组为例子,源/目的IP地址、源/目端口号和协议类型字段,按照各自的匹配方式与规则集中的规则进行匹配,并从中检索查找出最高优先级规则,从而执行规则动作的系统,对于SDN网络中目前常用的包分类系统包括:线性查找系统、元组空间查找系统和基于树结构的查找系统,其中,线性查找系统一次只能匹配一条规则,虽然系统流程简单,但是当规则集较大时,匹配速率太慢;虽然元组空间查找系统相对于线性查找算法提高了查找速度,但规则集在分组过程中预处理比较慢,计算掩码的过程也很耗时间,需要高性能的CPU才能满足计算;虽然基于树结构的查找算法极大提高了查找速度,但是构造查找树结构的算法较为复杂,并且过程很慢,不利于规则集的更新。

[0004] 综上,SDN网络中目前常用的包分类系统存在匹配速度缓慢,或者匹配速度变快了但规则集更新速度过慢的问题。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术存在的缺陷与不足,本发明提供一种基于GPU的SDN网络包分类方法及系统,本发明利用数据包并行匹配的特点,充分结合GPU的并行计算能力,实现快速匹配的同时也能保证更新速率不受影响。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 本发明提供一种基于GPU的SDN网络包分类方法,包括下述步骤:

[0008] SDN交换机创建二维数组,将规则集、匹配内核、计算内核和二维数组发送到GPU;

[0009] GPU接收并存储SDN交换机的规则集、匹配内核、计算内核和二维数组;

[0010] SDN交换机接收SDN网络包,并解析出SDN网络包中的包头字段,将所述包头字段发送到GPU;

[0011] GPU内多个线程并行计算,进行匹配内核和计算内核步骤;

[0012] 所述匹配内核具体步骤为:对所述包头字段和所述规则集的字段进行匹配,将匹配结果保存到二维数组中;

[0013] 所述计算内核具体步骤为:对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算,筛选运算

结果后得到规则集编号；

[0014] 筛选优先级最高的规则集编号发送到SDN交换机；

[0015] 根据优先级最高的规则集编号对应的数据处理规则，SDN交换机对SDN网络包进行数据处理。

[0016] 作为优选的技术方案，所述SDN网络包包括源IP、目的IP、源端口号、目的端口号、传输类型和用户请求的网络数据内容，所述规则集为SDN网络中的流表，包括源IP、目的IP、源端口号、目的端口号和传输类型数据。

[0017] 作为优选的技术方案，所述匹配内核步骤中，二维数组的行号对应规则集的编号，二维数组的列对应于规则集中的字段，进行源IP、目的IP、源端口号、目的端口号和传输类型数据的匹配，输出匹配结果。

[0018] 作为优选的技术方案，所述匹配内核步骤中，SDN网络包同时与多个规则集进行匹配。

[0019] 作为优选的技术方案，所述匹配内核和计算内核步骤按照设定的先后顺序执行。

[0020] 作为优选的技术方案，所述对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算，具体采用并行运算的方式，对二维数组中每一行的匹配结果进行逻辑与运算。

[0021] 作为优选的技术方案，所述根据规则集编号对应的数据处理规则，所述数据处理规则包括转发或者丢弃数据包。

[0022] 本发明还提供一种基于GPU的SDN网络包分类系统，包括SDN交换机和GPU；

[0023] 所述SDN交换机包括：二维数组创建模块、初始数据发送模块、SDN网络包解析模块和数据处理模块；

[0024] 所述GPU包括：初始数据接收存储模块、匹配内核模块、计算内核模块和规则集编号筛选模块；

[0025] 所述二维数组创建模块用于创建二维数组；

[0026] 所述初始数据发送模块用于将规则集、匹配内核、计算内核和二维数组发送到GPU；

[0027] 所述SDN网络包解析模块用于解析出SDN网络包中的包头字段，将所述包头字段发送到GPU；

[0028] 所述数据处理模块用于根据优先级最高的规则集编号对应的数据处理规则，对SDN网络包进行数据处理；

[0029] 所述初始数据接收存储模块用于接收并存储SDN交换机的规则集、匹配内核、计算内核和二维数组；

[0030] 所述匹配内核模块用于对所述包头字段和所述规则集的字段进行匹配，将匹配结果保存到二维数组中；

[0031] 所述计算内核模块用于对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算，筛选运算结果后得到规则集编号；

[0032] 所述规则集编号筛选模块用于筛选优先级最高的规则集编号发送到SDN交换机。

[0033] 作为优选的技术方案，在所述匹配内核模块中，SDN网络包同时与多个规则集进行匹配。

[0034] 本发明与现有技术相比，具有如下优点和有益效果：

[0035] (1) 本发明利用数据包可以并行匹配的特点,采用了与GPU相结合的技术方案,解决了匹配速度提高但更新速率变慢问题,达到了快速匹配的同时也能保证更新速率不受影响的技术效果。

附图说明

[0036] 图1为本实施例基于GPU的SDN网络包分类系统的结构框架示意图;

[0037] 图2为本实施例基于GPU的SDN网络包分类方法的流程示意图。

具体实施方式

[0038] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0039] 实施例

[0040] 如图1所示,本实施例提供一种基于GPU的SDN网络包分类系统,该系统包括SDN交换机和图形处理器GPU(Graphics Processing Unit),SDN交换机包和提取数据包头字段,并和GPU之间进行数据传输;本实施例的SDN网络数据包包括源IP、目的IP、源端口号、目的端口号、传输类型(TCP或者UDP)和用户请求的网络数据内容等信息,SDN交换机将规则集、包头字段、二维数组、匹配内核、计算内核传递给GPU,然后接收GPU计算后的结果并根据接收结果处理数据包;GPU负责接收来自SDN交换机发送的数据和内核,并执行内核,然后把最后得到的数据返回给SDN交换机。

[0041] 在本实施例中,SDN交换机包括:二维数组创建模块、初始数据发送模块、SDN网络包解析模块和数据处理模块;GPU包括:初始数据接收存储模块、匹配内核模块、计算内核模块和规则集编号筛选模块;

[0042] 在本实施例中,二维数组创建模块用于创建二维数组;初始数据发送模块用于将规则集、匹配内核、计算内核和二维数组发送到GPU;SDN网络包解析模块用于解析出SDN网络包中的包头字段,将所述包头字段发送到GPU;述数据处理模块用于根据优先级最高的规则集编号对应的数据处理规则,对SDN网络包进行数据处理;初始数据接收存储模块用于接收并存储SDN交换机的规则集、匹配内核、计算内核和二维数组;匹配内核模块用于对所述包头字段和所述规则集的字段进行匹配,将匹配结果保存到二维数组中;计算内核模块用于对二维数组中每一行的数据进行逻辑运算,筛选运算结果后得到规则集编号;规则集编号筛选模块用于筛选优先级最高的规则集编号发送到SDN交换机。

[0043] 在本实施例中,传输的规则集作为数据包字段匹配的依据,二维数组作为匹配结果的存储介质,匹配内核用于GPU执行匹配操作,计算内核用于GPU执行计算操作,通过依次执行匹配内核和计算内核来得到规则编号,然后把规则编号返回给SDN交换机,计算内核对二维数据做行与运算,选择出其中行与运算结果为1的规则编号,最后从选择出的规则编号中取出优先级最高的规则编号发送给SDN交换机,SDN交换机根据行号所对应的规则动作处理数据包。

[0044] 如图2所示,本实施例还提供一种基于GPU的SDN网络包分类系统的分类方法,包括以下步骤:

- [0045] 初始化状态：
- [0046] SDN交换机在初始化状态创建一个空的二维数组，将SDN网络规则集、匹配内核Match_Kernel，计算内核Calculate_Kernel和二维数组发送给GPU；
- [0047] GPU在初始化状态接收来自SDN交换机的规则集、匹配内核Match_Kernel和计算内核Calculate_Kernel并存储；
- [0048] 运行状态：
- [0049] SDN交换机在运行状态时用于接收数据包并解析用于匹配的包头字段，发送包头字段和规则集数据到GPU，同时接受来自GPU发送的规则编号，根据该规则编号找到规则相应的动作处理数据包；
- [0050] 计算匹配状态：
- [0051] GPU在计算匹配状态时接收来自SDN交换机的数据包头字段并进行匹配；
- [0052] 本实施例利用GPU的并行计算特性，将SDN网络数据包同时与批量的规则集进行并行匹配，该过程主要分为匹配和计算两个步骤，分别对应于两个GPU运行内核，即匹配内核，计算内核，两个内核利用GPU多个线程并行计算，两个内核按顺序执行。
- [0053] 在本实施例中，规则集为SDN网络中的流表，包含源IP、目的IP、源端口号、目的端口号和传输类型(TCP或者UDP)，当一个数据包同时可以和多个流表匹配时，选择优先级最高的流表作为匹配结果；
- [0054] 匹配步骤中，GPU执行匹配内核Match_Kernel，对数据包头字段和规则集字段进行匹配，GPU将匹配结果保存到二维数组中。
- [0055] 二维数组的行号对应规则集的编号，列则对应于规则集中的字段，进行源IP、目的IP、源端口号、目的端口号和传输类型(TCP或者UDP)等信息的匹配，若包头字段与规则集对应字段相匹配，该位置的规则字段匹配结果为1，反之为0。
- [0056] 计算步骤中，GPU执行计算内核Calculate_Kernel，用于并行地对所得二维数组保存的匹配数据做行与运算，具体地，进行二维数组中每一行的数据之间的与运算，例如：1&1&0运算结果为0，1&1&1运算结果为1；并选择出运算结果为1规则集编号(即二维数组的行号)，规则集编号作为与数据包头相匹配的规则集合，最后再从规则集编号中找到优先级最高的规则作为匹配结果并发送给SDN交换机，从而SDN交换机执行相应的规则动作对数据包进行处理，流表中规定的对数据包的处理动作，包括转发或者丢弃数据包；
- [0057] 本实施例通过在数据包匹配的过程中设计GPU内核和相应的工作线程来对流表并行匹配，根据GPU的线程计分配方式和计算能力，最大限度地利用GPU的并行匹配计算能力，实现快速匹配的同时也能保证更新速率不受影响。
- [0058] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

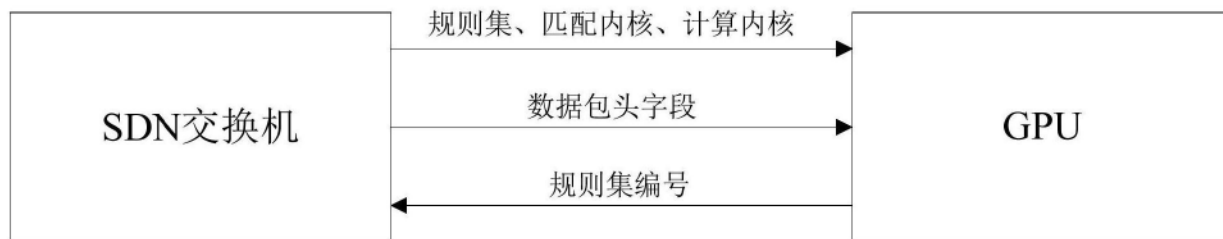


图1

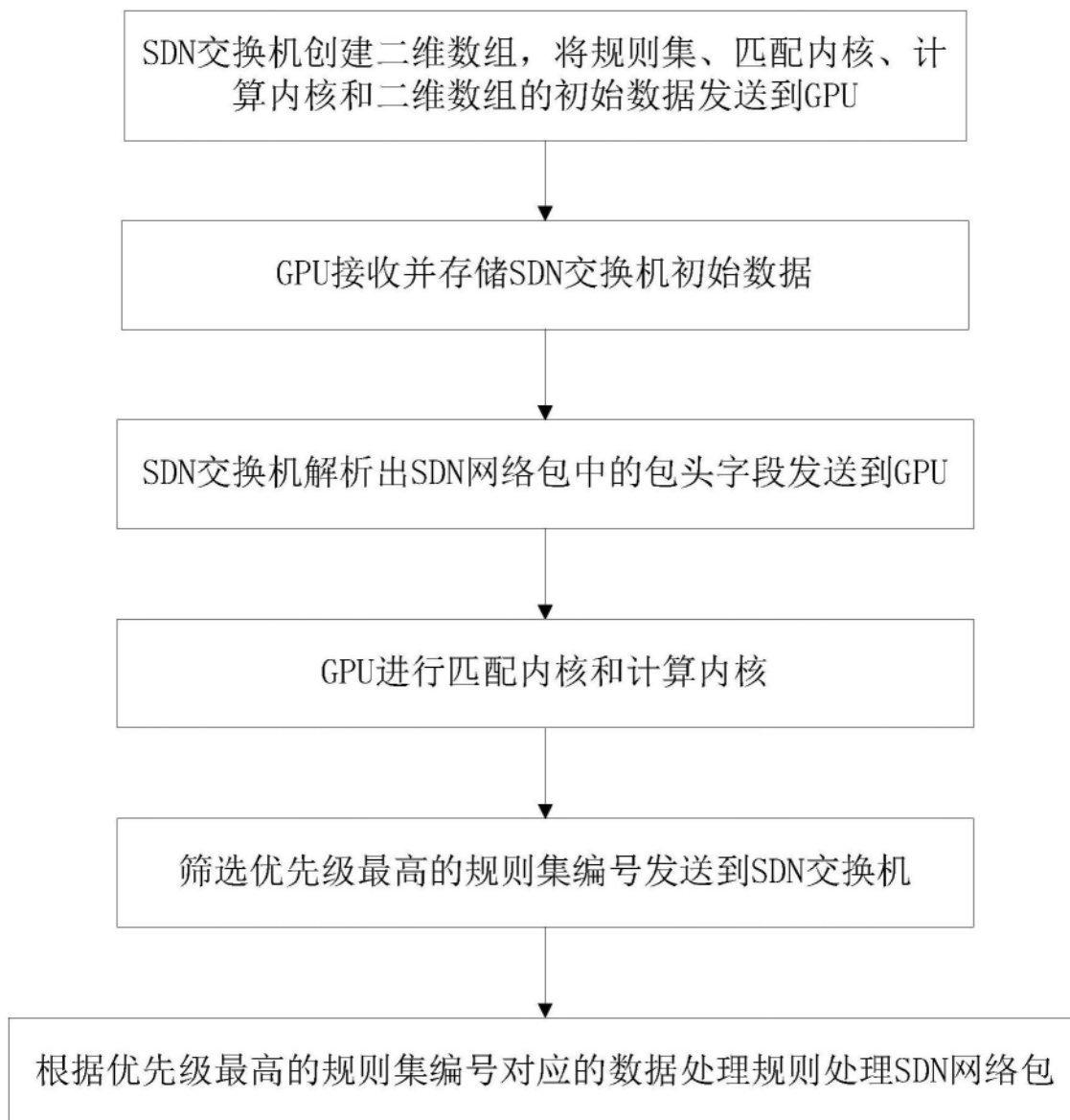


图2