

证书号第8401300号



专利公告信息

# 发明专利证书

发明名称：一种实现网络损伤的方法、系统及装置

专利权人：山东省计算中心（国家超级计算济南中心）

地址：250000 山东省济南市历下区科院路19号

发明人：谭立状;王新航;史慧玲;张玮

专利号：ZL 2023 1 0224941.2

授权公告号：CN 116208508 B

专利申请日：2023年03月03日

授权公告日：2025年10月28日

申请日时申请人：山东省计算中心（国家超级计算济南中心）

申请日时发明人：谭立状;王新航;史慧玲;张玮

国家知识产权局依照中华人民共和国专利法进行审查，决定授予专利权，并予以公告。  
专利权自授权公告之日起生效。专利权有效性及专利权人变更等法律信息以专利登记簿记载为准。

局长  
申长雨

申长雨





(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116208508 B

(45) 授权公告日 2025. 10. 28

(21) 申请号 202310224941.2

H04L 43/50 (2022.01)

(22) 申请日 2023.03.03

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104918042 A, 2015.09.16

申请公布号 CN 116208508 A

CN 113193998 A, 2021.07.30

(43) 申请公布日 2023.06.02

CN 113037657 A, 2021.06.25

(73) 专利权人 山东省计算中心(国家超级计算  
济南中心)

王军.网络损伤仿真系统的设计及实现.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2014,第3-5章.

地址 250000 山东省济南市历下区科院路  
19号

审查员 李姮

(72) 发明人 谭立状 王新航 史慧玲 张玮

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限  
公司 37221

专利代理师 李圣梅

(51) Int. Cl.

H04L 41/14 (2022.01)

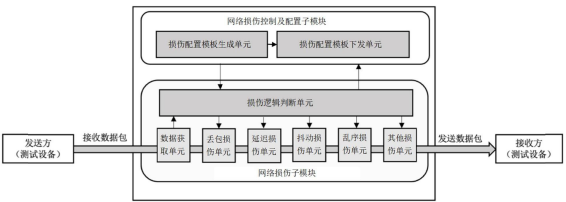
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种实现网络损伤的方法、系统及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种实现网络损伤的方法、系统及装置,该方法包括:接收用户损伤指令,生成并下发损伤配置模板;接收发送方发送的网络流数据包,根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断,识别待损伤网络流;根据损伤配置模板对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作;存储并转发经过损伤操作的网络流数据包至接收方。本发明基于可编程交换芯片的可编程交换机,通过网络编程语言对可编程交换机进行相应网络损伤逻辑设计,实现模拟网络损伤的功能和性能需求,提高网络损伤模拟的可定义性,有效降低进行网络测试实验的成本。



1. 一种实现网络损伤的方法,其特征是,包括:

接收用户损伤指令,生成并下发损伤配置模板,包括:接收用户基于网络测试要求下发的用户损伤指令;可编程交换芯片根据接收的用户损伤指令,确定待损伤网络流及损伤参数信息,转换并生成损伤配置模板,下发生成的损伤配置模板;

接收发送方发送的网络流数据包,根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断,识别待损伤网络流,包括:

可编程交换芯片利用哈希计算方法,分别计算发送方发送网络流数据包的八元组以及损伤配置模板中损伤流的八元组的哈希值,根据计算结果进行匹配,基于匹配结果识别待损伤网络流;

若匹配成功,则认为发送方发送的网络流是待损伤网络流,执行相应的网络损伤操作;若匹配失败,则认为发送方发送的网络流不是待损伤网络流,将数据包直接存储转发至接收方;

根据损伤配置模板对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作;

存储并转发经过损伤操作的网络流数据包至接收方;

所述损伤配置模板包括匹配项和参数项,所述匹配项为损伤流的八元组,所述参数项为损伤类型、损伤模式及损伤参数;

所述八元组为源MAC地址、目的MAC地址、网络层协议类型、源IP地址、目的IP地址、传输层协议类型、源端口号、目的端口号;

所述损伤类型包括丢包损伤、延迟损伤、抖动损伤、乱序损伤,每一损伤类型包括多种损伤模式,所述损伤参数为每一损伤类型中每一损伤模式对应的损伤参数值;

所述延迟损伤的实现方式包括数据包再循环和异步流量整形,数据包再循环通过增加数据包在交换机中的处理循环次数,实现确定的包驻留时间,异步流量整形通过精准队列分配和排队,实现确定的包驻留时间。

2. 如权利要求1所述的实现网络损伤的方法,其特征是,对执行的网络损伤操作进行校验,包括:

获取经过损伤后接收方收到的网络流数据包信息和发送方发送的网络流数据包信息;

根据获取的数据包信息,校验实际损伤和丢包损伤配置的误差,实现对网络损伤操作的校验。

3. 一种实现网络损伤的系统,采用如权利要求1-2任一项所述的实现网络损伤的方法,其特征是,包括基于可编程交换机的网络损伤子模块和网络损伤控制及配置子模块;

所述网络损伤控制及配置子模块用于接收用户损伤指令,生成损伤配置模板,并下发至网络损伤子模块;

所述网络损伤子模块用于接收发送方发送的网络流数据包,根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断,识别待损伤网络流;根据损伤配置模板对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作。

4. 如权利要求3所述的实现网络损伤的系统,其特征是,所述网络损伤控制及配置子模块包括损伤配置模板生成单元和损伤配置模板下发单元;

所述损伤配置模板生成单元用于根据接收的用户损伤指令,确定待损伤网络流及损伤参数信息,转换并生成损伤配置模板;

所述损伤配置模板下发单元用于下发生成的损伤配置模板至网络损伤子模块。

5. 如权利要求3所述的实现网络损伤的系统,其特征是,所述网络损伤子模块包括数据获取单元、损伤逻辑判断单元和多个损伤单元;

所述数据获取单元用于获取发送方发送的网络流数据包的八元组,并将获取的八元组信息传输至损伤逻辑判断单元;所述损伤逻辑判断单元用于利用哈希计算方法,分别计算发送方发送网络流数据包的八元组以及损伤配置模板中损伤流的八元组的哈希值,根据计算结果进行匹配,基于匹配结果识别待损伤网络流,并根据损伤配置模板控制相应的损伤单元对识别的待损伤网络流执行网络损伤操作;所述多个损伤单元包括丢包损伤单元、延迟损伤单元、抖动损伤单元、乱序损伤单元。

6. 如权利要求3所述的实现网络损伤的系统,其特征是,所述网络损伤控制及配置子模块还包括数据包信息采集单元和数据包信息校验单元;

所述数据包信息采集单元用于获取经过损伤后接收方收到的网络流数据包信息和发送方发送的网络流数据包信息;所述数据包信息校验单元用于根据获取的数据包信息,校验实际损伤和丢包损伤配置的误差,实现对网络损伤操作的校验。

7. 一种实现网络损伤的装置,其特征是,包括执行如权利要求1-3任一项所述的实现网络损伤方法的可编程交换芯片、用于存储可执行程序代码和数据的存储器、用于连接被测设备的输入接口和输出接口以及用于接收用户损伤指令的管理接口。

## 一种实现网络损伤的方法、系统及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及互联网技术领域,尤其涉及一种实现网络损伤的方法、系统及装置。

### 背景技术

[0002] 网络测试能够为网络的研究、优化和运维提供技术支撑,故,网络测试被学术界和产业界广泛应用于网络协议优化验证、网络设备性能分析、网络故障定位排查、网络系统可靠性评估等领域。

[0003] 网络损伤模拟是一种常用于网络测试领域的方法,通常分为实物模拟和非实物仿真两种。其中,实物模拟通常采用专用设备,模拟互联网骨干网络、空天地一体化网络、云数据中心网络或其他网络场景的属性特征,这些属性特征通常包括网络功能特征和网络性能特征两种,例如网络拓扑、网络延迟、网络丢包率、网络乱序率等。现有技术中,网络损伤仪是通常用于网络性能特征模拟的实物设备。

[0004] 现有的网络损伤仪通常采用CPU等通用芯片或FPGA等专用集成芯片实现网络损伤,前者灵活性强,但性能较弱;后者性能较强,但功能定制能力较差。目前,通常使用专业的网络损伤仪来实现网络损伤,而专业的网络损伤仪价格高昂,导致网络性能测试成本高。

### 发明内容

[0005] 为解决上述现有技术的不足,本发明提供了一种实现网络损伤的方法、系统及装置,基于可编程交换芯片的可编程交换机,通过网络编程语言对可编程交换机进行相应网络损伤逻辑设计,实现模拟网络损伤的功能和性能需求,提高网络损伤模拟的可定义性,有效降低进行网络测试实验的成本。

[0006] 第一方面,本公开提供了一种实现网络损伤的方法。

[0007] 一种实现网络损伤的方法,包括:

[0008] 接收用户损伤指令,生成并下发损伤配置模板;

[0009] 接收发送方发送的网络流数据包,根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断,识别待损伤网络流;

[0010] 根据损伤配置模板对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作;

[0011] 存储并转发经过损伤操作的网络流数据包至接收方。

[0012] 进一步的技术方案,所述接收用户损伤指令,生成并下发损伤配置模板,包括:

[0013] 接收用户基于网络测试要求下发的用户损伤指令;

[0014] 根据接收的用户损伤指令,确定待损伤网络流及损伤参数信息,转换并生成损伤配置模板;

[0015] 下发生成的损伤配置模板。

[0016] 进一步的技术方案,所述损伤配置模板包括匹配项和参数项,所述匹配项为损伤流的八元组,所述参数项为损伤类型、损伤模式及损伤参数;

[0017] 所述八元组为源MAC地址、目的MAC地址、网络层协议类型、源IP地址、目的IP地址、

传输层协议类型、源端口号、目的端口号；

[0018] 所述损伤类型包括丢包损伤、延迟损伤、抖动损伤、乱序损伤，每一损伤类型包括多种损伤模式，所述损伤参数为每一损伤类型中每一损伤模式对应的损伤参数值。

[0019] 进一步的技术方案，所述根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断，识别待损伤网络流，包括：

[0020] 利用哈希计算方法，分别计算发送方发送网络流数据包的八元组以及损伤配置模板中损伤流的八元组的哈希值，根据计算结果进行匹配，基于匹配结果识别待损伤网络流；

[0021] 若匹配成功，则认为发送方发送的网络流是待损伤网络流，执行相应的网络损伤操作；若匹配失败，则认为发送方发送的网络流不是待损伤网络流，将数据包直接存储转发至接收方。

[0022] 进一步的技术方案，对执行的网络损伤操作进行校验，包括：

[0023] 获取经过损伤后接收方收到的网络流数据包信息和发送方发送的网络流数据包信息；

[0024] 根据获取的数据包信息，校验实际损伤和丢包损伤配置的误差，实现对网络损伤操作的校验。

[0025] 第二方面，本公开提供了一种实现网络损伤的系统。

[0026] 一种实现网络损伤的系统，包括基于可编程交换机的网络损伤子模块和网络损伤控制及配置子模块；

[0027] 所述网络损伤控制及配置子模块用于接收用户损伤指令，生成损伤配置模板，并下发至网络损伤子模块；

[0028] 所述网络损伤子模块用于接收发送方发送的网络流数据包，根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断，识别待损伤网络流；根据损伤配置模板对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作。

[0029] 进一步的技术方案，所述网络损伤控制及配置子模块包括损伤配置模板生成单元和损伤配置模板下发单元；

[0030] 所述损伤配置模板生成单元用于根据接收的用户损伤指令，确定待损伤网络流及损伤参数信息，转换并生成损伤配置模板；

[0031] 所述损伤配置模板下发单元用于下发生成的损伤配置模板至网络损伤子模块。

[0032] 进一步的技术方案，所述网络损伤子模块包括数据获取单元、损伤逻辑判断单元和多个损伤单元；

[0033] 所述数据获取单元用于获取发送方发送的网络流数据包的八元组，并将获取的八元组信息传输至损伤逻辑判断单元；所述损伤逻辑判断单元用于利用哈希计算方法，分别计算发送方发送网络流数据包的八元组以及损伤配置模板中损伤流的八元组的哈希值，根据计算结果进行匹配，基于匹配结果识别待损伤网络流，并根据损伤配置模板控制相应的损伤单元对识别的待损伤网络流执行网络损伤操作；所述多个损伤单元包括丢包损伤单元、延迟损伤单元、抖动损伤单元、乱序损伤单元。

[0034] 进一步的技术方案，所述网络损伤控制及配置子模块还包括数据包信息采集单元和数据包信息校验单元；

[0035] 所述数据包信息采集单元用于获取经过损伤后接收方收到的网络流数据包信息

和发送方发送的网络流数据包信息;所述数据包信息校验单元用于根据获取的数据包信息,校验实际损伤和丢包损伤配置的误差,实现对网络损伤操作的校验。

[0036] 第三方面,本公开还提供了一种实现网络损伤的装置,包括执行第一方面所述的实现网络损伤方法的可编程交换芯片、用于存储可执行程序代码和数据的存储器、用于连接被测设备的输入接口和输出接口以及用于接收用户损伤指令的管理接口。

[0037] 以上一个或多个技术方案存在以下有益效果:

[0038] 1、本发明提供了一种实现网络损伤的方法、系统及装置,基于可编程交换芯片的可编程交换机,通过网络编程语言对可编程交换机进行相应网络损伤逻辑设计,实现模拟网络损伤的功能和性能需求,提高网络损伤模拟的可定义性,有效降低进行网络测试实验的成本。

[0039] 2、本发明利用可编程交换机来实现模拟网络损伤的功能,并且支持任意定制的网络损伤测试需求,支持丢包损伤、延迟损伤、抖动损伤、乱序损伤和其他损伤等多种网络损伤功能,能够满足100Gbps以上的高速网络损伤性能需求,具有灵活可定制损伤功能、部署成本低的积极效果。

## 附图说明

[0040] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0041] 图1为本发明实施例一所述实现网络损伤的方法的流程图;

[0042] 图2为本发明实施例一中进行网络损伤逻辑判断的流程图;

[0043] 图3为本发明实施例二所述实现网络损伤的系统的示意图;

[0044] 图4为本发明实施例三所述实现网络损伤的装置的示意图。

## 具体实施方式

[0045] 应该指出,以下详细说明都是示例性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0046] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0047] 实施例一

[0048] 本实施例提供了一种实现网络损伤的方法,基于可编程交换机或可编程交换芯片实现,如图1所示,包括以下步骤:

[0049] 接收用户损伤指令,生成并下发损伤配置模板;

[0050] 接收发送方发送的网络流数据包,根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断,识别待损伤网络流;

[0051] 根据损伤配置模板对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作;

[0052] 存储并转发经过损伤操作的网络流数据包至接收方。

[0053] 在本实施例中,发送方和接收方为被测设备,发送方发送网络流数据包,此时,用户根据网络测试要求下发用户损伤指令或损伤意图,根据所下发的指令或意图对相应的网络流进行网络损伤操作,接收方接收经过损伤操作的网络流数据包。相较于现有网络损伤实现方法,本实施例所述方法具有运行高性能且定制灵活的特点。

[0054] 具体的,首先,根据网络测试要求,用户下发损伤指令或损伤意图,根据接收的损伤指令或损伤意图,确定待损伤网络流及其损伤参数信息,转换并生成损伤配置模板。如,用户下发损伤指令或损伤意图为“以1%的概率丢弃目的IP为192.168.0.1、源IP为192.168.0.2的数据包,并增加10us的固定延迟,并且以1000个数据包为的丢包周期丢弃TCP数据包”,则转换自动生成如下表1所示的损伤配置模板,其中包括待损伤网络流及其损伤参数信息。

[0055] 表1损伤配置模板

目的MAC	源MAC	类型	目的IP	源IP	协议类型	目的端口号	源端口号	丢包参数1	丢包参数值1	丢包参数...	丢包参数值...	丢包参数n	丢包参数值n
NaN	NaN	NaN	192.168.0.1	192.168.0.2	NaN	NaN	NaN	概率丢包	0.01	...	...	固定延迟	10
NaN	NaN	NaN	NaN	NaN	6	NaN	NaN	概率周期	1000	...	...	NaN	NaN
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

[0057] 上述损伤配置模板包括匹配项和参数项,对应待损伤网络流和损伤参数信息,其匹配项为损伤流的八元组,参数项为损伤类型、模式及参数,其中,八元组为源MAC地址、目的MAC地址、网络层协议类型、源IP地址、目的IP地址、传输层协议类型、源端口号、目的端口号;损伤类型包括丢包损伤、延迟损伤、抖动损伤、乱序损伤和其他损伤等,每一损伤类型包括多种损伤模式,如对于丢包损伤,其模式包括周期丢包损伤、固定概率丢包损伤、突发丢包损伤等,损伤参数为每一损伤类型中每一损伤模式对应的损伤参数值。

[0058] 进一步的,在接收到发送方发送的网络流数据包后,根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断,识别待损伤网络流。具体的,如图2所示,针对接收的网络流数据包,利用哈希计算方法,分别计算发送方发送网络流数据包的八元组以及损伤配置模板中损伤流的八元组的哈希值,根据计算结果(即计算的哈希值)进行匹配,基于匹配结果识别待损伤网络流。若二者匹配成功,则认为发送方发送的网络流是待损伤网络流,对其执行损伤配置模板中的参数项,即执行相应的网络损伤操作;若匹配失败,则认为不是待损伤网络流,将数据包直接存储转发至接收方。

[0059] 进一步的,也可采用布隆滤波器等计算方法进行计算及匹配。

[0060] 根据损伤配置模板中的参数项(即损伤类型、模式及参数),通过P4等网络编程语言,实现对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作,包括丢包损伤、延迟损伤、抖动损伤、乱序损伤和其他损伤等。

[0061] 在本实施例中,区分了不同的丢包损伤模式,其所实现的丢包损伤包括但不限于周期丢包损伤、固定概率丢包损伤和突发丢包损伤,其具体实现方式如下:

[0062] (1) 周期丢包:经过一定的周期后连续丢弃特定数量的数据包。输入(即上述损伤参数值)包括周期数T和丢包数n,通过使用寄存器来维护一个计数器,逐包加1,若计数器值 $> (T-n)$ ,则执行丢包;若计数器值 $> T$ ,则重置计数器值。



[0063] (2) 固定概率丢包:对于每一次数据包的转发都有固定概率会丢弃。输入参数为固定概率 $p$ ,使用P4或其他网络编程中的一个原始的方法来从一个给定的范围内生成一个随机整数 $v$ ,其范围在0至 $2^n-1$ 之间,因此,对于给定的阈值 $\lambda$ , $v<\lambda$ 的概率为 $\lambda/2^n$ ,故,可以将固定概率设置为 $p=\lambda/2^n$ ,以此可以实现以固定的概率进行丢包操作。

[0064] (3) 突发丢包:设定固定概率值,一旦固定概率被触发,就会连续丢弃一定数量的数据包。输入包括固定概率、连续丢包最小值和最大值,该丢包模式可以通过将周期丢包和固定概率丢包两种丢包模式的实现方法相结合来实现。

[0065] 在本实施例中,所实现的延迟损伤包括固定延迟损伤和任意概率分布的随机延迟损伤,具体如下:

[0066] (1) 固定延迟:逐包增加固定时间长度的延迟。输入包括延迟时间。

[0067] (2) 任意概率分布的随机延迟:逐包增加对应任意概率分布的随机时间长度的延迟。输入包括概率分布参数,如正态分布延迟,其输入参数为延迟均值和方差。

[0068] 实现上述延迟损伤的方式包括数据包再循环和异步流量整形这两种,前者通过增加数据包在交换机中的处理循环次数,实现确定的包驻留时间,后者通过精准队列分配和排队,实现确定的包驻留时间。

[0069] 在本实施例中,抖动损伤复用上述延迟损伤的处理逻辑,根据RFC 3393规定的抖动损伤定义方法和其他常见的抖动损伤定义方法,实现同一条网络流的不同数据包的传输延迟抖动损伤。

[0070] 在本实施例中,乱序损伤复用上述延迟损伤的处理逻辑,输入为乱序增量 $\Delta n=3$ ,为待损伤流维护乱序计数器,以及逐包更新计数器 $m$ ,赋值为转发包的序号,采用延迟损伤增加乱序数据包驻留时间;判断乱序数据包出端口时执行逻辑,若待乱序包序号 $>m-\Delta n$ ,则转发;若不满足,则执行延迟损伤及数据包再循环。

[0071] 在完成上述网络损伤操作后,存储并转发经过损伤操作的网络流数据包至接收方。

[0072] 作为另一种实施方式,对上述网络损伤操作进行校验,包括:

[0073] 获取经过损伤后接收方收到的网络流数据包信息和发送方发送的网络流数据包信息;

[0074] 根据获取的数据包信息,校验实际损伤和丢包损伤配置的误差,实现对网络损伤操作的校验。

[0075] 以丢包损伤操作为例,首先获取经过丢包损伤后接收方收到的数据包数量和发送方发送的数据包数量,根据获取的数据包数量信息,校验实际损伤和丢包损伤配置的误差,完成对丢包损伤操作的校验。优选的,该校验结果可通过外接显示器进行结果数据的可视化显示。

[0076] 本实施例上述方案,通过网络编程语言对可编程交换机进行相应网络损伤逻辑设计,基于上述设计的方案,实现模拟网络损伤的功能和性能需求,提高网络损伤模拟的可定义性,有效降低进行网络测试实验的成本。

[0077] 实施例二

[0078] 本实施例提供了一种实现网络损伤的系统,如图3所示,包括基于可编程交换机的网络损伤子模块和网络损伤控制及配置子模块;其中,所述网络损伤控制及配置子模块用

于接收用户损伤指令,生成损伤配置模板,并下发至网络损伤子模块;所述网络损伤子模块用于接收发送方发送的网络流数据包,根据损伤配置模板对接收的数据包进行网络损伤逻辑判断,识别待损伤网络流;根据损伤配置模板对待损伤网络流执行相应的网络损伤操作。

[0079] 所述网络损伤控制及配置子模块初始化、周期或按需与基于可编程交换机的网络损伤子模块进行远程连接,并实现双向的数据交互。网络损伤控制及配置子模块面向被测设备(发送方),接收用户下发的用户损伤指令,该用户损伤指令可以为用户损伤测试需求。优选的,用户只需要声明损伤测试需求,通过该网络损伤控制及配置子模块即可将用户损伤需求转换为用户损伤配置模板。

[0080] 在本实施例中,所述网络损伤控制及配置子模块包括损伤配置模板生成单元和损伤配置模板下发单元,该损伤配置模板生成单元用于根据接收的用户损伤指令,确定待损伤网络流及其损伤参数信息,转换并生成损伤配置模板,该损伤配置模板下发单元用于下发生成的损伤配置模板至网络损伤子模块。该损伤配置模板的匹配项为损伤流的八元组,参数项为损伤类型、模式及参数。其中,八元组为源MAC地址、目的MAC地址、网络层协议类型、源IP地址、目的IP地址、传输层协议类型、源端口号、目的端口号。

[0081] 网络损伤控制及配置子模块将生成的损伤配置模板发送至网络损伤子模块,所述网络损伤子模块包括数据获取单元、损伤逻辑判断单元和多个损伤单元。其中,网络损伤子模块接收发送方发送的数据包,通过数据获取单元获取网络流数据包的八元组,并将获取的八元组信息传输至损伤逻辑判断单元,该损伤逻辑判断单元用于利用哈希或布隆过滤器等计算方法,分别计算发送方发送网络流数据包的八元组以及损伤配置模板中损伤流的八元组的哈希值,根据计算结果(即计算的哈希值)进行匹配,基于匹配结果识别待损伤网络流。具体的,若二者匹配成功,则认为发送方发送的网络流是待损伤网络流,对其执行损伤配置模板中的参数项,即执行相应的网络损伤操作;若匹配失败,则认为不是待损伤网络流,将数据包直接存储转发至接收方。

[0082] 在本实施例中,通过P4等网络编程语言实现对可编程交换机损伤功能的模块化设计,设计出多个损伤单元,包括丢包损伤单元、延迟损伤单元、抖动损伤单元、乱序损伤单元和其他损伤单元等,实现对待损伤流的丢包损伤、延迟损伤、抖动损伤、乱序损伤和其他损伤等。各个损伤单元根据损伤逻辑判断单元的判断结果和接收的损伤配置模板,执行相应的网络损伤操作。

[0083] 进一步的,所述网络损伤控制及配置子模块还包括数据包信息采集单元和数据包信息校验单元,其中,数据包信息采集单元用于初始化、周期或按需获取经过损伤后接收方收到的网络流数据包信息和发送方发送的网络流数据包信息,数据包信息校验单元用于根据获取的数据包信息,校验实际损伤和丢包损伤配置的误差,以此实现对网络损伤操作的校验。优选的,该校验结果可通过外接显示器进行结果数据的可视化显示。

[0084] 实施例三

[0085] 本实施例给出了一种实现网络损伤的装置,如图4所示,该装置为基于可编程交换机实现的网络损伤装置,包括执行实施例一所述的实现网络损伤方法的可编程交换芯片、用于存储可执行程序代码和数据的存储器、用于连接被测设备的输入接口和输出接口以及用于接收用户损伤指令的管理接口(即配置接口)。

[0086] 本实施例所述装置使用可编程交换机的多个端口,包括若干个管理接口和若干个

数据接口,管理接口用于连接网络损伤控制及配置子模块和外部管理系统,完成上架初始化、损伤逻辑下发等配置工作,并上报设备状态、端口流量、业务统计等数据;数据接口为光端口、电端口或其他交换端口,用于连接被测网络。

[0087] 以上实施例二至三中涉及的各步骤与方法实施例一相对应,具体实施方式可参见实施例一的相关说明部分。术语“计算机可读存储介质”应该理解为包括一个或多个指令集的单个介质或多个介质;还应当被理解为包括任何介质,所述任何介质能够存储、编码或承载用于由处理器执行的指令集并使处理器执行本发明中的任一方法。

[0088] 本领域技术人员应该明白,上述本发明的各模块或各步骤可以用通用的计算机装置来实现,可选地,它们可以用计算装置可执行的程序代码来实现,从而,可以将它们存储在存储装置中由计算装置来执行,或者将它们分别制作成各个集成电路模块,或者将它们中的多个模块或步骤制作成单个集成电路模块来实现。本发明不限制于任何特定的硬件和软件的结合。

[0089] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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,均应包含在本发明的保护范围之内。

[0090] 上述虽然结合附图对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

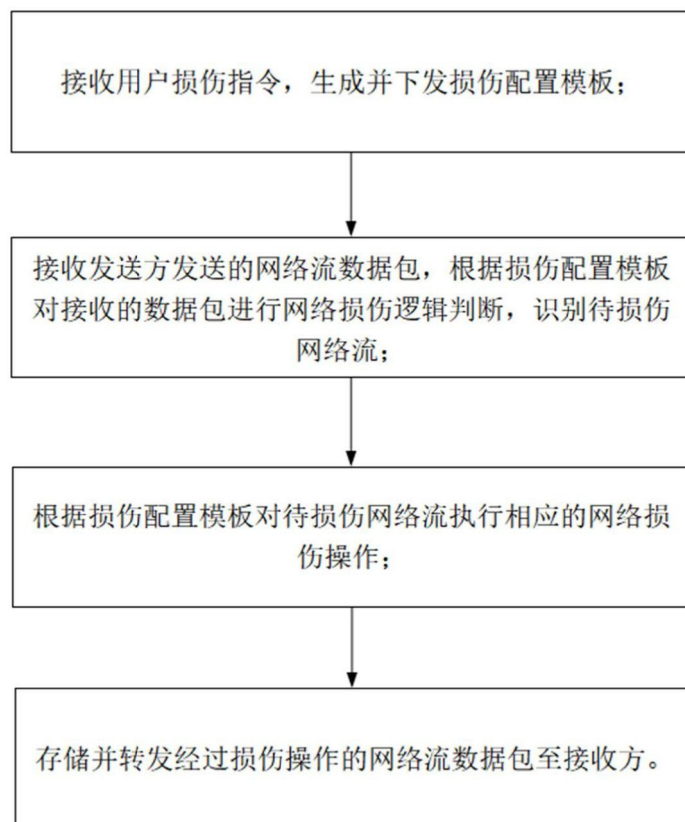


图1

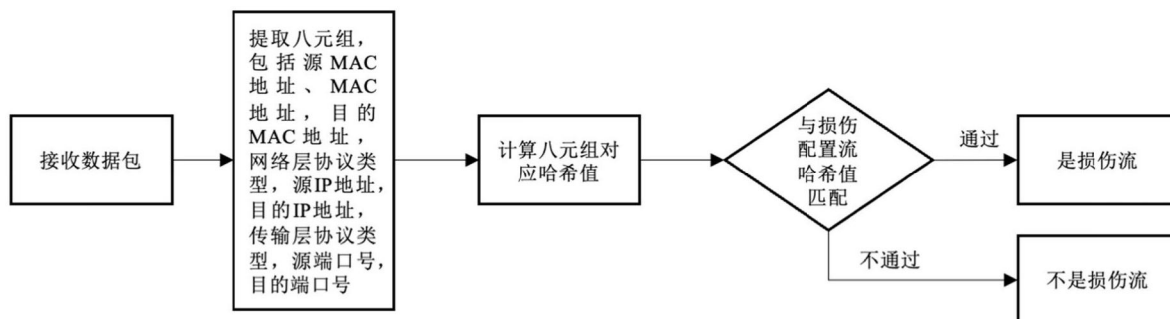


图2

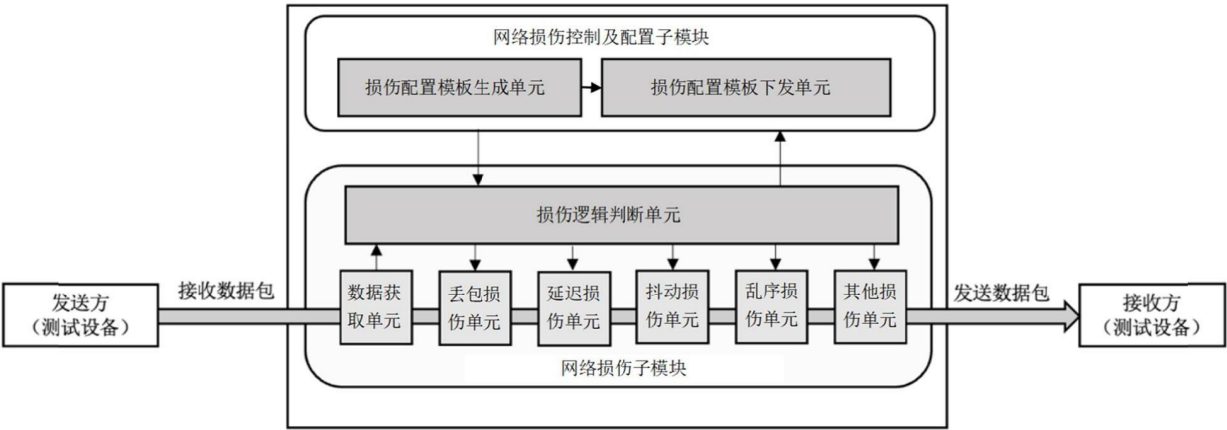


图3

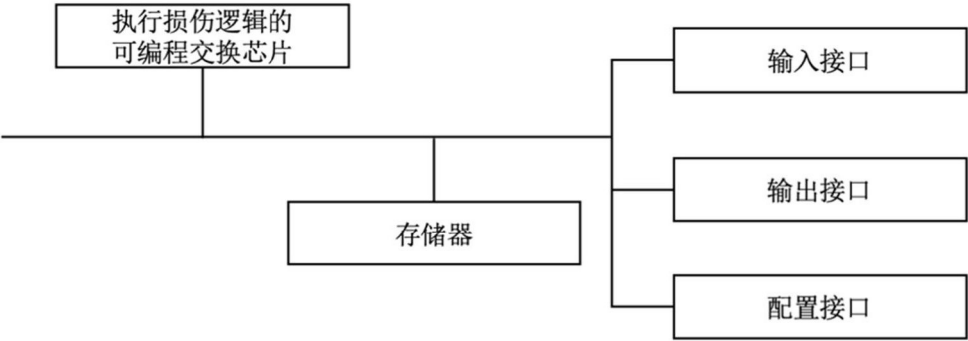


图4