



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103067287 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 05

(21) 申请号 201310020565. 1

US 2011/0283013 A1, 2011. 11. 17,

(22) 申请日 2013. 01. 18

审查员 常志沛

(73) 专利权人 浙江工商大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区学
正街 18 号

(72) 发明人 诸葛斌 王伟明 戴国伟

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公
司 33200

代理人 杜军

(51) Int. Cl.

H04L 12/771(2013. 01)

H04L 12/803(2013. 01)

(56) 对比文件

CN 1669280 A, 2005. 09. 14,

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

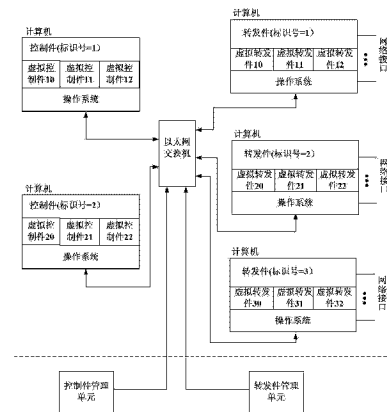
(54) 发明名称

在转发和控制分离架构下实现虚拟可编程路由器的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种在转发和控制分离架构下实现虚拟可编程路由器的方法。它包括如下步骤：
1) 控制件管理单元接收用户创建虚拟可编程路由器指令，计算所需创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、参数和它们之间的对应关系；
2) 控制件管理单元通知各个控制件创建所需的虚拟控制件，通过转发件管理单元通知各个转发件创建所需的虚拟转发件；
3) 将对应关系通知虚拟控制件和虚拟转发件；
4) 根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件请求建链，实现把多个虚拟控制件和多个虚拟转发件组成单个虚拟可编程路由器；
5) 单元实现管理维护虚拟可编程路由器。本发明提高了物理路由器的灵活性、动态性、可扩展性、可管理性，通过负载均衡来改善路由器总体性能。

CN 103067287 B



1. 在转发和控制分离架构下实现虚拟可编程路由器的方法,其特征在于包括如下步骤:

步骤(1) 控制件管理单元接收用户创建虚拟可编程路由器的指令,根据转发和控制分离架构物理路由器的资源情况计算所需创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、参数以及虚拟控制件和虚拟转发件之间的对应关系;

步骤(2) 控制件管理单元通知各个控制件创建所需的虚拟控制件,同时,控制件管理单元通过转发件管理单元通知各个转发件创建所需的虚拟转发件;

步骤(3) 控制件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟控制件;转发件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟转发件;

步骤(4) 各个虚拟转发件根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件请求建链,实现把多个虚拟控制件和多个虚拟转发件组成单个虚拟可编程路由器;

步骤(5) 控制件管理单元通过动态调整虚拟控制件和虚拟转发件的数量、参数和它们之间的对应关系实现管理维护虚拟可编程路由器;

步骤(6) 当虚拟可编程路由器需要拆除时,控制件管理单元通知该虚拟可编程路由器所对应的虚拟控制件,虚拟控制件通过 ForCES 协议通知虚拟转发件取消链接,控制件注销虚拟可编程路由器中的虚拟控制件,转发件注销虚拟可编程路由器中的虚拟转发件;

所述步骤(1)中的控制件管理单元接收用户创建虚拟可编程路由器指令,根据转发和控制分离架构物理路由器的资源情况计算所需创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、每个虚拟控制件和虚拟转发件的性能参数,性能参数包括 CPU 能力、内存大小、网络数据包转发速度、网络接口类型数量以及多个虚拟控制件控制多个虚拟转发件建链的集合对应关系;

所述的计算方式是指物理路由器根据创建虚拟可编程路由器指令中所要求的创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、每个虚拟控制件和虚拟转发件的性能参数,然后与物理路由器中的 CPU 能力、内存大小以及带宽进行匹配获得的;

所述的步骤(2)中控制件管理单元通知各个控制件创建所需的虚拟控制件,各控制件根据所指定的性能参数在本机上创建满足需求的虚拟机,在虚拟机中运行 ForCES 中间件,再运行各第三方的网络服务模块得到该虚拟控制件,转发件根据从转发件管理单元得到的性能参数在本机上创建满足需求的虚拟机,在虚拟机中运行 ForCES 中间件,再建立满足需求的逻辑功能块拓扑得到该虚拟转发件;

所述的步骤(3)中控制件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟控制件;转发件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟转发件,具体如下:

控制件管理单元和转发件管理单元把对应关系和建链参数通过配置文件的方式通知虚拟控制件和虚拟转发件,对应关系是指虚拟转发件需要和哪个虚拟控制件建链,建链参数包括虚拟控制件 ID、虚拟转发件 ID、虚拟控制件 IP 地址、虚拟转发件 IP 地址和虚拟控制件 SCTP 端口;

所述的步骤(4)中各个虚拟转发件根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件请求建链,其中虚拟转发件和虚拟控制件可在单个或多个物理单元上,以单对单、单对多、多对多或多对单的形式进行建链;

若以多对多形式建链,则多个虚拟控制件同时承担面向多个虚拟转发件的网络服务功能,多虚拟控制件不区分主从,实现网络服务的载均衡,由多个虚拟控制件和多个虚拟转发件集合组成单个虚拟可编程路由器;

所述步骤(5)中控制件管理单元通过改变配置文件设置动态调整虚拟控制件和虚拟转发件的数量,各虚拟单位的CPU能力、内存大小、网络数据包转发速度,网络接口类型数量参数,同时改变各虚拟单位之间建链的对应关系,管理维护虚拟可编程路由器;

所述的虚拟单位指的是单个虚拟控制件和单个或多个虚拟转发件建链的组合,各虚拟单位根据用户对虚拟可编程路由器带宽、处理器和缓存等的性能需求,或者网络服务的负载情况动态的调整各自的参数。

在转发和控制分离架构下实现虚拟可编程路由器的方法

技术领域

[0001] 本发明属于通信领域,具体涉及一种在转发和控制分离架构下实现虚拟可编程路由器的方法。

背景技术

[0002] 众所周知,互联网长期以来所面临的地址紧缺、QoS、安全、IP 组播等问题一直未能得到有效解决。根本原因在于互联网庞大的规模、复杂异质的管理体系使得诸如 IPv6、DiffServ、安全路由、PIM-SM 等技术难以大规模部署和应用,导致互联网在技术创新上面临僵化境地。网络虚拟化是解决目前互联网僵化问题的关键所在,其核心思想是在资源虚拟化的基础上,将网络的服务提供与基础设施提供两大功能分离开。在一个实际的物理网络上构建多个独立且互不干扰的虚拟网络平面,不同的虚拟网络平面可以采用不同的体系结构与协议栈,多个虚拟网络可以分别处理不同类型的业务流量,并根据业务的特性提供功能扩展服务。物理网络为虚拟网提供传输通道,虚拟网为用户提供特定价值的服务,通过将网络服务提供从基础设施提供中分离出来,网络虚拟化将二者间传统的紧耦合关系转变为松耦合关系,使得网络技术的创新变得更灵活,这种逻辑上的分离使得二者可以独立地演进,可以在支持现有服务的同时灵活地部署新的网络服务。为此作为互联网核心设备的路由器显得非常重要,必须具备虚拟化与隔离性,在一台物理路由器上可同时生成多个彼此隔离的虚拟路由器。每个虚拟路由器独立拥有带宽、处理器和缓存等资源,并实现相互隔离的配置管理。网络由处理节点和传输链路构成。传统网络节点功能固定、结构封闭。将虚拟化技术和灵活可编程机制引入网络处理节点后,网络节点就演变成开放式可编程虚拟化路由器系统,支持面向业务的功能植入与重组,从而支持新技术和应用的快速便捷部署。

[0003] 目前,在路由器虚拟化方面, N. Egi 和 A. Greenhalgh 等于 2007-2008 年对 XEN 和 OpenVZ 网络虚拟化转发性能和公平性评估,验证 x86 体系结构上支撑虚拟路由器的可行性。2008 年, Bhatia 和 Motiwala 等提出一种基于 vServer 和 NetNS 的虚拟化控制面实现方法,允许用户定义内核态 IP 协议栈。E. Keller 和 E. Green 于 2008 年提出一种轻量级的 Click 和 vServer 虚拟化方案^[30]。G. Xie 和 P. He 等 2011 年提出基于 LXC (Linux Container) 的 PEARL 虚拟路由器平台,允许用户实现新的互联网协议等。在路由器可编程方面,日本工学院大学的 Michihiro AOKI 使用工业标准的硬件和软件模块以及 Linux 操作系统,基于 ATCA 架构实现了一个开放可编程的路由器。Cisco 基于 GSMP 开发了新一代的支持多服务交换的开放可编程交换机 MGX8000。北京交通大学的研究小组针对基于 IXP2400 和通用 CPU 的 IPv4 和 IPv6 路由器控制平面的实现展开了研究,在控制面和转发面间采用了 ForCES (Forwarding and Control Element Separation, 转发和控制件分离)协议进行通信,并实现了原型系统。西安理工大学的研究小组对基于 ForCES 协议的软件集群路由器模型作了相关研究。

[0004] 从以上研究现状可以看出,国内外研究人员在路由器虚拟化和可编程的实现上有着多种方式。本课题组从 2003 年开始即对 ForCES 技术的实现进行了多方面多层次的研究,

和 ForCES 协议制定始终保持同步。在 2004 年开发了基于 GRMP 协议的开放可编程软件路由器原型系统, GRMP 为自主设计的转发面与控制面间接口协议, 后被 IETF ForCES 工作组选为 ForCES 候选协议。该系统的转发器基于通用 PC 上的 Linux 内核进行开发, 主要采用内核模块机制实现网络功能的灵活扩展。从 2005 年开始, 本课题组在 Intel IXP2400/2851 网络处理器的开发板上, 以 Intel IXA-SDK4.1 为基础, 基于系统集成方式开发了 ForCES 结构路由器的原型系统。随着互联网等计算机网络应用领域的迅速扩大, 新特性、新需求不断出现并不断变化, 采用 ForCES 技术实现的虚拟可编程路由器能够很好的满足新一代网络的需求, 因为它具有足够的灵活性, 能快速地对新业务、新需求做出相应; 具有足够的开放可编程性, 使用户可以根据所开放的资源灵活组合, 以提供不同的网络需求服务。

发明内容

[0005] 本发明的目的是针对现有技术的不足, 提供一种在转发和控制分离架构下实现虚拟可编程路由器的方法。

[0006] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案包括如下步骤:

[0007] 步骤 (1) 控制件管理单元接收用户创建虚拟可编程路由器的指令, 根据转发和控制分离架构物理路由器的资源情况计算所需创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、参数以及虚拟控制件和虚拟转发件之间的对应关系;

[0008] 步骤 (2) 控制件管理单元通知各个控制件创建所需的虚拟控制件, 同时, 控制件管理单元通过转发件管理单元通知各个转发件创建所需的虚拟转发件;

[0009] 步骤 (3) 控制件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟控制件; 转发件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟转发件;

[0010] 步骤 (4) 各个虚拟转发件根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件请求建链, 实现把多个虚拟控制件和多个虚拟转发件组成单个虚拟可编程路由器;

[0011] 步骤 (5) 控制件管理单元通过动态调整虚拟控制件和虚拟转发件的数量、参数和它们之间的对应关系实现管理维护虚拟可编程路由器;

[0012] 步骤 (6) 当虚拟可编程路由器需要拆除时, 控制件管理单元通知该虚拟可编程路由器所对应的虚拟控制件, 虚拟控制件通过 ForCES 协议通知虚拟转发件取消链接, 控制件注销虚拟可编程路由器中的虚拟控制件, 转发件注销虚拟可编程路由器中的虚拟转发件。

[0013] 所述步骤 (1) 中的控制件管理单元接收用户创建虚拟可编程路由器指令, 根据转发和控制分离架构物理路由器的资源情况计算所需创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、每个虚拟控制件和虚拟转发件的性能参数, 性能参数包括 CPU 能力、内存大小、网络数据包转发速度、网络接口类型数量以及多个虚拟控制件控制多个虚拟转发件建链的集合对应关系。

[0014] 所述的计算方式是指物理路由器根据创建虚拟可编程路由器指令中所要求的创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、每个虚拟控制件和虚拟转发件的性能参数, 然后与物理路由器中的 CPU 能力、内存大小以及带宽进行匹配获得的。

[0015] 所述的步骤 (2) 中控制件管理单元通知各个控制件创建所需的虚拟控制件, 各控制件根据所指定的性能参数在本机上创建满足需求的虚拟机, 在虚拟机中运行 ForCES 中

间件,再运行各第三方的网络服务模块得到该虚拟控制件,转发件根据从转发件管理单元得到的性能参数在本机上创建满足需求的虚拟机,在虚拟机中运行 ForCES 中间件,再建立满足需求的逻辑功能块拓扑得到该虚拟转发件。

[0016] 所述的步骤(3)中控制件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟控制件;转发件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟转发件,具体如下:

[0017] 控制件管理单元和转发件管理单元把对应关系和建链参数通过配置文件的方式通知虚拟控制件和虚拟转发件,对应关系是指虚拟转发件需要和哪个虚拟控制件建链,建链参数包括虚拟控制件 ID、虚拟转发件 ID、虚拟控制件 IP 地址、虚拟转发件 IP 地址和虚拟控制件 SCTP 端口。

[0018] 所述的步骤(4)中各个虚拟转发件根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件请求建链,其中虚拟转发件和虚拟控制件可在单个或多个物理单元上,以单对单、单对多、多对多或多对单的形式进行建链;

[0019] 若以多对多形式建链,则多个虚拟控制件同时承担面向多个虚拟转发件的网络服务功能,多虚拟控制件不区分主从,实现网络服务的载均衡,由多个虚拟控制件和多个虚拟转发件集合组成单个虚拟可编程路由器。

[0020] 所述步骤(5)中控制件管理单元通过改变配置文件设置动态调整虚拟控制件和虚拟转发件的数量,各虚拟单位的 CPU 能力、内存大小、网络数据包转发速度,网络接口类型数量参数,同时改变各虚拟单位之间建链的对应关系,管理维护虚拟可编程路由器。

[0021] 所述的虚拟单位指的是单个虚拟控制件和单个或多个虚拟转发件建链的组合,各虚拟单位根据用户对虚拟可编程路由器带宽、处理器和缓存等的性能需求,或者网络服务的负载情况动态的调整各自的参数。

[0022] 本发明有益效果如下:

[0023] 本发明解决新一代网络实现过程中对路由设备所需特性的重要问题,即一种有效可实施的虚拟化可编程机制,并定义了虚拟控制平面和虚拟数据平面间生成虚拟路由器的方法。从虚拟化可编程路由器研究现状看,本发明具有可行的解决方案、可部署分布在新一代网络中。本发明显著优点有:1)满足了新一代网络对路由设备的需求;2)通过虚拟化技术,将网络服务提供从基础设施提供分离出来,使得网络技术的创新变得更灵活;3)通过开放可编程,用户可以根据自己的实际需求生成虚拟路由器;2)通过负载均衡机制,充分发挥了各个虚拟控制平面的性能,有利于虚拟数据平面对外提供的服务性能;3)本发明已经被实际系统使用证明是切实可行的。

附图说明

[0024] 图 1 是虚拟可编程路由器的结构示意图;

[0025] 图 2 为本发明的实施例的系统结构示意图;

[0026] 图 3 为本发明的实施例的结果示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图对本方面做进一步说明。

[0028] 如图 1 所示,在转发和控制分离架构下实现虚拟可编程路由器的方法,包括如下步骤:

[0029] 步骤 (1) 控制件管理单元接收用户创建虚拟可编程路由器的指令,根据转发和控制分离架构物理路由器的资源情况计算所需创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、参数以及虚拟控制件和虚拟转发件之间的对应关系;

[0030] 步骤 (2) 控制件管理单元通知各个控制件创建所需的虚拟控制件,同时,控制件管理单元通过转发件管理单元通知各个转发件创建所需的虚拟转发件;

[0031] 步骤 (3) 控制件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟控制件;转发件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟转发件;

[0032] 步骤 (4) 各个虚拟转发件根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件请求建链,实现把多个虚拟控制件和多个虚拟转发件组成单个虚拟可编程路由器;

[0033] 虚拟转发件与虚拟控制件组成虚拟可编程路由器的过程,包括以下步骤:

[0034] A、虚拟转发件读取配置文件,根据虚拟控制件建链参数中的 ID、IP 地址、SCTP 端口,向所要链接的虚拟控制件发送链接请求消息,等待虚拟控制件的应答;

[0035] B、虚拟控制件收到链接请求消息,读取配置文件核对虚拟转发件建链参数中的 ID、IP 地址,如果符合对应关系,则向虚拟控制件反馈同意链接消息,并与发送请求的虚拟转发件建立链接,然后查询该虚拟转发件的信息(如逻辑功能块拓扑),获取并控制虚拟控制件的当前状态;

[0036] C、虚拟控制件继续等待其他虚拟转发件的链接请求,重复步骤 B,直到没有请求,与已建链虚拟转发件组合成单个虚拟可编程路由器。

[0037] 步骤 (5) 控制件管理单元通过动态调整虚拟控制件和虚拟转发件的数量、参数和它们之间的对应关系实现管理维护虚拟可编程路由器;

[0038] 步骤 (6) 当虚拟可编程路由器需要拆除时,控制件管理单元通知该虚拟可编程路由器所对应的虚拟控制件,虚拟控制件通过 ForCES 协议通知虚拟转发件取消链接,控制件注销虚拟可编程路由器中的虚拟控制件,转发件注销虚拟可编程路由器中的虚拟转发件。

[0039] 所述的控制件管理单元接收用户创建虚拟可编程路由器指令,根据转发和控制分离架构物理路由器的资源情况计算所需创建虚拟控制件和虚拟转发件的数量、每个虚拟控制件和虚拟转发件的性能参数,性能参数包括 CPU 能力、内存大小、网络数据包转发速度、网络接口类型数量以及多个虚拟控制件控制多个虚拟转发件建链的集合对应关系。

[0040] 所述的步骤 (2) 中控制件管理单元通知各个控制件创建所需的虚拟控制件,各控制件根据所指定的性能参数在本机上创建满足需求的虚拟机,在虚拟机中运行 ForCES 中间件,再运行各第三方的网络服务模块得到该虚拟控制件,转发件根据从转发件管理单元得到的性能参数在本机上创建满足需求的虚拟机,在虚拟机中运行 ForCES 中间件,再建立满足需求的逻辑功能块拓扑得到该虚拟转发件。

[0041] 逻辑功能块的拓扑结构是根据数据处理流程而定义的,用于描述虚拟控制件内部的数据通道。每个逻辑功能块动态加载到拓扑中,使得虚拟控制件在虚拟路由器运行时,根据用户的需求动态的更改虚拟路由器所提供的网络服务。

[0042] 所述的步骤 (3) 中控制件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应

关系通知虚拟控制件；转发件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系通知虚拟转发件，具体如下：

[0043] 控制件管理单元和转发件管理单元把对应关系和建链参数通过配置文件的方式通知虚拟控制件和虚拟转发件，对应关系是指虚拟转发件需要和哪个虚拟控制件建链，建链参数包括虚拟控制件 ID、虚拟转发件 ID、虚拟控制件 IP 地址、虚拟转发件 IP 地址和虚拟控制件 SCTP 端口。

[0044] 如图 1 所示，所述的步骤 (4) 中各个虚拟转发件根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件请求建链，其中虚拟转发件和虚拟控制件可在单个或多个物理单元上，以单对单、单对多、多对多或多对单的形式进行建链；

[0045] 若以多对多形式建链，则多个虚拟控制件同时承担面向多个虚拟转发件的网络服务功能，多虚拟控制件不区分主从，实现网络服务的载均衡，由多个虚拟控制件和多个虚拟转发件集组成单个虚拟可编程路由器。

[0046] 所述建链的对应关系可以是开发人员预先在配置文件中定义的，也可以是控制件管理单元根据网络服务的负载动态改变的。

[0047] 所述步骤 (5) 中控制件管理单元通过改变配置文件设置动态调整虚拟控制件和虚拟转发件的数量，各虚拟单位的 CPU 能力、内存大小、网络数据包转发速度，网络接口类型数量参数，同时改变各虚拟单位之间建链的对应关系，管理维护虚拟可编程路由器。

[0048] 所述的虚拟单位指的是单个虚拟控制件和单个或多个虚拟转发件建链的组合，各虚拟单位根据用户对虚拟可编程路由器带宽、处理器和缓存等的性能需求，或者网络服务的负载情况动态的调整各自的参数。

[0049] 所述的控制件管理单元是一个逻辑上的模块，在 ForCES 协议中已有定义，可作为一个软件模块存在于控制件或转发件上，通过自己的协议进行互相信息交互，也可以仅仅是一个配置文件或是由网络件管理员手工设置。在本实施例中采用配置文件方式实现其功能，通过管理员手工编辑配置文件，在各个控制件上保存各个虚拟转发件信息的配置文件，而在转发件上保存各个虚拟控制件的配置文件。

[0050] 虚拟控制件包含 ForCES 中间件和各类第三方软件，ForCES 中间件遵循 ForCES 协议，提供了与 ForCES 框架、协议、模型等相关的内容，为使用者提供了一套完整的开发平台，用户可以开发 ForCES 架构下的各种网络设备，如路由器、VPN 等；各类第三方软件是研发人员根据实现不同的具体应用服务（如：路径发现服务、用户操作管理服务）而选择相应第三方软件，如 Zebra 路由模块、SNMP 网管模块等。

[0051] 虚拟转发件是基于 ForCES 中间件的软件结构，核心工作是通过底层资源抽象，即 ForCES 资源注册系统，完成各种底层资源（各种类型的逻辑功能块 LFB）的注册，以实现 ForCES 中间件对各种不同的 LFB（如分类器、调度器、IPv4 或 IPv6 转发器）进行直接管理。

[0052] 所述的控制件管理单元和转发件管理单元负责把各个虚拟控制件和虚拟转发件的对应关系和相关的建链参数通知虚拟控制件和虚拟转发件；控制件管理单元和转发件管理单元把对应关系和相关的建链参数通过配置文件的方式通知虚拟控制件和虚拟转发件，对应关系是指虚拟转发件需要和哪个虚拟控制件建链，相关的建链参数包括虚拟控制件 ID、虚拟转发件 ID、虚拟控制件 IP 地址、虚拟转发件 IP 地址和虚拟控制件 SCTP 端口。

[0053] 配置文件中控制件管理单元维护的参数包括各虚拟转发件的 ID、IP 地址，转发件

管理单元维护的参数包括各虚拟控制件的 ID、IP 地址和 SCTP 端口,同时它们共同维护虚拟转发件和虚拟控制键之间的对应关系参数。

[0054] 实施例

[0055] 如图 2、图 3 所示,本实施例中共有两个标号分别为 1 和 2 的控制件(各包含 3 个虚拟控制件)和三个标号分别为 1、2 和 3 的转发件(各包含 3 个虚拟转发件)组成一个 ForCES 物理路由器,其中控制件管理单元通过配置文件的形式存在于各个控制件中,而转发件管理单元通过把控制件中的配置文件复制到转发件上而实现。转发件具有多个与外部网络连接的网络接口,转发件和控制件间通过以太网交换机相互连接实现相互通信。本实施例包含两个控制件,它们互相备份,并共同负担对转发件的控制。本实施例所采用的虚拟可编程机制主要体现在虚拟控制件和虚拟转发件,经过较小的修改后该模块可以运行在不同的操作系统和硬件平台上。在实施例中,转发件和控制件均使用计算机构成,虚拟转发件和虚拟控制件均使用虚拟机实现,采用 Redhat Linux 操作系统。

[0056] 下面对本实施例中创建虚拟可编程路由器的过程进行详细的说明:

[0057] 步骤 a:在 ForCES 物理路由器启动之后,用户通过 GUI 对控制件管理单元发出创建 3 个虚拟可编程路由器的指令,同时指定 3 个虚拟可编程路由器的性能参数分别为低、中和高,则控制件管理单元计算出至少需要虚拟控制件和虚拟转发件各 3 个、每个虚拟控制件和转发件的 CPU 能力、内存大小、网络数据包转发速度、网络接口类型数量以及设定配置文件中虚拟控制件与虚拟转发件建链的集合对应关系。计算出个虚拟可编程路由器的参数以及虚拟单元之间的对应关系后,设置配置文件中参数的值,其中:

[0058] 虚拟可编程路由器 1 的控制面包含:虚拟控制件 10 和虚拟控制件 20,两者间是备份关系,转发面包含虚拟转发件 10 和虚拟转发件 21;

[0059] 虚拟可编程路由器 2 的控制面只有虚拟控制件 11,转发面包含:虚拟转发件 12、虚拟转发件 30 和虚拟转发件 31;

[0060] 虚拟可编程路由器 3 的控制面包含:虚拟控制件 21、虚拟控制件 12 和虚拟控制件 22,三个虚拟控制件实现负载均衡,转发面包含:虚拟转发件 11、虚拟转发件 20、虚拟转发件 22 和虚拟转发件 32。

[0061] 上述三个虚拟可编程路由器的转发面根据设定的参数通过 ForCES 协议和控制面进行建链,组成一台虚拟的 ForCES 路由器。

[0062] 步骤 b:控制件管理单元通过步骤 a 设定的配置文件通知控制件 1、2 创建所需的虚拟控制件分别为 3 个,其中虚拟控制件 11 是自备份,控制件 1 和控制件 2 根据性能参数在本机上创建虚拟机,在虚拟机中运行 ForCES 中间件,再运行各第三方的网络服务模块得到虚拟控制件 10、11、12 和 20、21、22,转发件 1、2、3 根据从转发件管理单元得到的性能参数在本机上创建虚拟机,在虚拟机中运行 ForCES 中间件,再建立满足需求的逻辑功能块拓扑得到虚拟转发件 10、11、12、20、21、22 和 30、31、32。

[0063] 步骤 c:控制件管理单元和转发件管理单元把步骤 a 设定的配置文件中的对应关系和相关的建链参数通知给所有的虚拟控制件和虚拟转发件,以此所有的虚拟单元查找配置文件就可知道自己在哪个虚拟可编程路由器中以及所起的功能,例如在虚拟可编程路由器中,虚拟控制件 10 是控制件的功能,虚拟控制件 20 是备份的功能,虚拟转发件 10 和 21 都是转发件的功能。

[0064] 步骤d:虚拟转发件 10、21 根据对应关系通过 ForCES 协议向虚拟控制件 10 发送请求建链消息,同时虚拟控制件 20 作为虚拟控制件 10 的备份关系,弥补虚拟控制件 10 因故障而失效;虚拟转发件 12、30、31 根据对应关系向虚拟控制件 11 发送请求建链消息,同时虚拟控制件 11 作为自身的备份关系;虚拟转发件 11、20 根据对应关系向虚拟控制件 21 发送请求建链消息,虚拟转发件 22、32 根据对应关系向虚拟控制件 22 发送请求建链消息,同时虚拟控制件 12 作为虚拟控制件 21、22 之间的备份以及合作关系,三者之间形成负载均衡。虚拟可编程路由器中多个虚拟控制件可实现网络服务的负载均衡和高可用性,当所有虚拟控制件查询配置文件中的对应关系接受上述虚拟转发件的建链请求并完成建链后,它们就分别组成了虚拟可编程路由器 1、2、3,如图 3 所示。

[0065] 步骤e:虚拟可编程路由器 1、2、3 的维护过程主要是满足对用户的需求,控制件管理单元根据虚拟控制件 10、11、21 和 22 的性能参数进行调整,比如改变虚拟可编程路由器之间虚拟转发件和虚拟控制件的数量。其策略分为静态和动态两种方式,静态方式由管理员对虚拟可编程路由器性能事先估算,然后根据各虚拟控制件的性能和个数进行分配;动态方式是在单个虚拟可编程运行过程中由虚拟控制件的服务质量模块,实时地对性能参数进行量化,一旦性能失真就采取参数重设置从而实现性能稳定。本系统中采用动态方式实现虚拟可编程路由器的维护,根据网络服务的负载情况动态调整性能参数。

[0066] 通过以上几个步骤,整个网络件开始正常工作,下面针对四类异常情况的处理流程来第一步说明本发明创建虚拟可编程路由器的机制:

[0067] 1、某个虚拟转发件加入虚拟可编程路由器

[0068] 当新的虚拟转发件需要加入某个虚拟可编程路由器,首先通过和转发件管理单元通信,从配置文件中读取与自己有对应关系的虚拟控制件的参数信息,包括虚拟控制件的 ID、IP 地址和 SCTP 端口。然后虚拟转发件通过 ForCES 协议向虚拟控制件发送请求建链消息。然后虚拟控制件核对配置文件中的建链对应关系,如果包含此对应关系,则虚拟控制件向虚拟转发件发送同意建链请求并建立链接,否则虚拟控制件回送拒绝建链消息,虚拟转发件停止请求。

[0069] 2、某个虚拟转发件退出虚拟可编程路由器

[0070] 当某个虚拟转发件退出某个虚拟可编程路由器,可能是为了维护升级,也可能是软硬件故障。虚拟转发件的退出首先通过所控制的虚拟控制件 ForCES 中间件发现,并告知网络管理模块,由网络管理模块模块广播负载变化,并清除备份虚拟控制件上的数据。之后虚拟控制件间相互协商进行负载均衡。

[0071] 3、某个虚拟控制件加入虚拟可编程路由器

[0072] 当新的虚拟控制件加入某个虚拟可编程路由器,有两大类可能:一种是为了对虚拟控制件进行升级维护后加入,也可以是在虚拟控制件运行出错后,排错恢复后加入。另一类是添加新的虚拟控制件实现冗余备份,并为了获得更好的系统性能。为了让虚拟控制件加入虚拟可编程路由器,首先需要配置控制件管理单元,修改配置文件中虚拟控制件与虚拟转发件之间的对应关系,发送给转发件管理单元通知各虚拟转发件,各虚拟转发件重新调整建链关系。

[0073] 4、某个虚拟控制件退出虚拟可编程路由器

[0074] 虚拟控制件退出虚拟可编程路由器,有两种可能:一种是为了对虚拟控制件进行

升级维护,另一种是在虚拟控制件运行出错。对于第一种,管理员可以通过控制件管理单元修改配置文件中建链的对应关系,将此关系广播给所有的控制件和转发件。由该虚拟控制件所负责的虚拟转发件转移给备份虚拟控制件,对于虚拟转发件的转移,通过虚拟控制件删除消息触发该虚拟转发件按规定的备份恢复策略执行。对于第二种情况,虚拟控制件的出错通过控制件管理单元、其他虚拟控制件和虚拟转发件通过心跳监视发现,一旦发现某个虚拟控制件失效,则触发相应的备份恢复策略。

[0075] 虽然通过实施例描绘了本发明,本领域普通技术人员知道,本发明有许多变形和变化而不脱离本发明的精神,希望所附的权利要求包括这些变形和变化而不脱离本发明的精神。

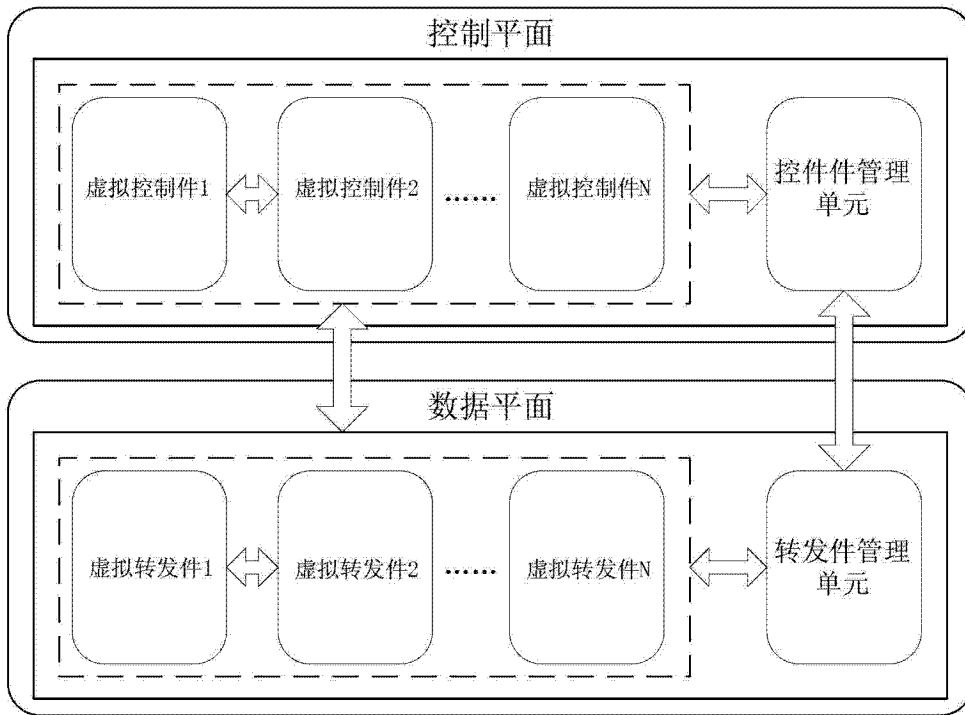


图 1

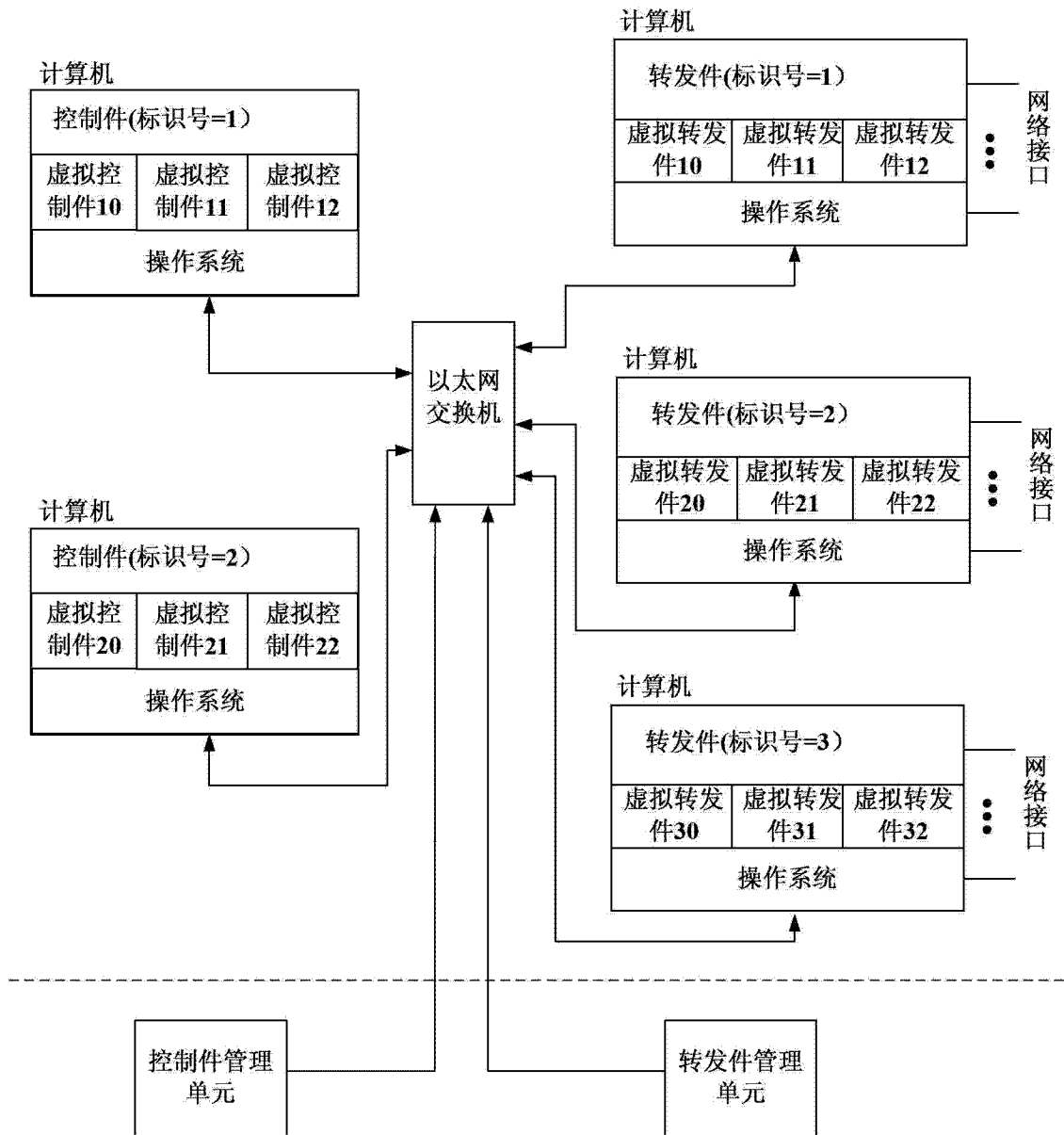


图 2

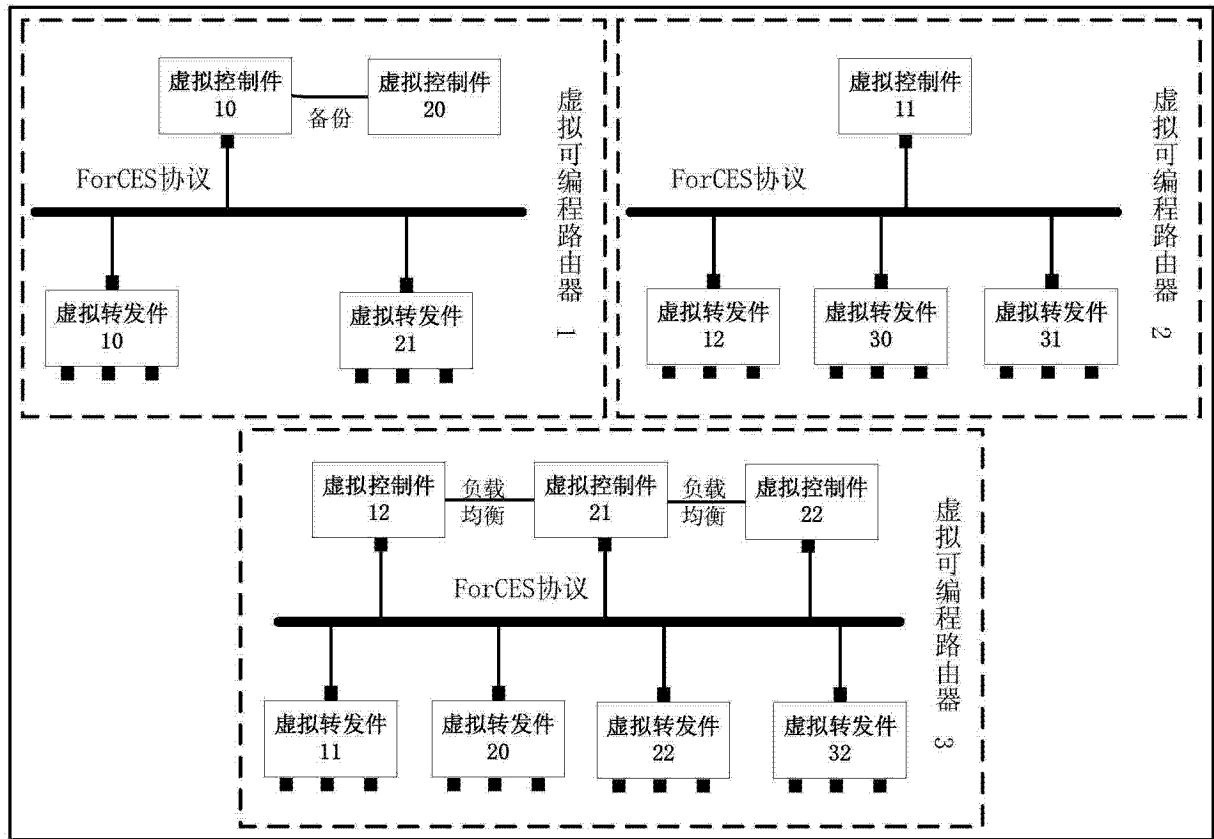


图 3