



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106685832 B

(45)授权公告日 2019.09.24

(21)申请号 201610981753.4

H04L 12/751(2013.01)

(22)申请日 2016.11.08

H04L 12/24(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106685832 A

(43)申请公布日 2017.05.17

(73)专利权人 重庆邮电大学

地址 400065 重庆市南岸区黄桷垭崇文路2号

(72)发明人 王平 张常 王恒

(74)专利代理机构 北京同恒源知识产权代理有限公司 11275

代理人 廖曦

(51)Int.Cl.

H04L 12/749(2013.01)

H04L 12/863(2013.01)

H04L 12/873(2013.01)

(56)对比文件

CN 105262687 A,2016.01.20,

WO 2014114344 A1,2014.07.31,

CN 104734872 A,2015.06.24,

王平等.“基于WIA-PA工业无线传感器网络的自适应调度型MAC协议”.《重庆邮电大学学报(自然科学版)》.2013,全文.

Yuan, Dongfeng等.“Design and implementation of low power consumption based on WIA-PA Networks”.《2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering(ICACTE)》.2010,全文.

审查员 王卓然

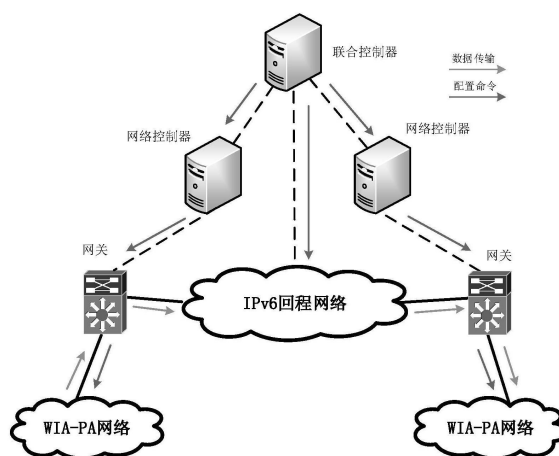
权利要求书1页 说明书14页 附图5页

(54)发明名称

基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,属于工业网络技术领域。该方法针对目前存在的多个WIA-PA网络之间、WIA-PA网络与IPv6回程网络之间的数据交互的问题,根据WIA-PA网络自身特点和应用需求,以IPv6回程网络为基础,实现了对IPv6回程网络中WIA-PA数据流的调度功能,并在SDN控制器中添加支持WIA-PA网络管理器的联合控制功能。本发明不仅实现了对IPv6回程网络和WIA-PA网络跨网数据流的联合调度,还可以针对WIA-PA网络数据流进行细粒度识别,实现端到端跨网数据流的带宽保障。



1. 一种基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,其特征在于:在该方法中,通信实体包括联合控制器、WIA-PA网络管理器、网关和现场设备;所述联合控制器由SDN控制器和联合调度插件组成,WIA-PA网络由联合控制器进行统一管理,WIA-PA网络管理器自身仅保留基本管理功能;联合控制器为每个连接至自己的网络管理器分配网络标识符(PAN\_ID)来标识不同WIA-PA网络;该方法具体包括以下步骤:

S1:网络中存在的网络管理器主动与联合控制器建立连接;  
S2:联合控制器周期性收集网络管理器所负责WIA-PA网络的信息;  
S3:联合控制器接收到业务建立请求,并对请求进行解析;  
S4:根据解析出的信息,查找源节点所在网络和目的节点所在网络的PAN\_ID;  
S5:联合控制器根据PAN\_ID,查找相应网络和节点的信息,并对路径和资源进行计算分配;  
S6:联合控制器通过接口向相应的网络管理器发送路径和资源配置请求;  
S7:联合控制器通过接口向相应网络的网关发送WIA-PA网络地址与IP地址的映射表;  
S8:联合控制器根据路径和资源的计算结果,配置所控制的IPv6回程网络;至此,业务建立完成。

2. 根据权利要求1所述的基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,其特征在于:联合控制器根据WIA-PA网络拓扑和IPv6网络拓扑生成一个全局网络拓扑,当跨网数据传输任务需要被建立时,根据全局网络拓扑选取适合路径进行传输。

3. 根据权利要求1所述的基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,其特征在于:所述联合控制器为网内传输的数据流和跨网传输的数据流分配不同的VCR\_ID和Route\_ID,当数据流到达网关时,网关就可以快速分辨出数据流是否需要跨网传输;所述联合控制器根据跨网传输数据的类别,在WIA-PA网络内为数据流分配相应的网络资源,以保障跨网传输数据的需求。

4. 根据权利要求1所述的基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,其特征在于:所述联合控制器能够在基于IPv6的IPv6回程网络中,识别不同的跨网数据流,并能够根据数据流的类别和优先级为其提供相应的带宽保障,联合控制器同时支持通过IPv6/IPv4头部信息的匹配对数据流进行识别;所述联合控制器通过IPv6头部的流标签域对数据流进行识别,并通过通信类型域获取数据流的类型。

5. 根据权利要求1所述的基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,其特征在于:网关在接收到跨网数据包时,会将WIA-PA数据包转换成IPv6数据包,传输至IPv6回程网络;在转换过程中,网关根据VCR表将相应的VCR\_ID填入IPv6流标签域,将优先级填入通信类型域,并通过IPv6地址映射表将数据包发往相应IPv6地址。

6. 根据权利要求1所述的基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,其特征在于:在本方法中,IPv6回程网络中的SDN交换机会在端口中设置不同带宽的队列,联合控制器将不同需求的数据流转发至不同的队列,实现带宽保障。

7. 根据权利要求1所述的基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,其特征在于:在本方法中,网络管理器与联合控制器信息交互的接口包含以下9种类型,获取拓扑信息接口、获取设备信息接口、获取设备列表接口、获取设备UA0接口、设置路由表接口、设置超帧表接口、设置链路表接口、设置VCR接口、设置IPv6地址映射表接口。

## 基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于工业网络技术领域,涉及一种基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法。

### 背景技术

[0002] 工业回程网络,是在位于广域网(例如基于IPv6/IPv4技术的广域网)和工业现场网络(例如WIA-PA网络)之间的传输网络,一般属于中等规模的网络。基于IPv6技术的工业回程网络采用IPv6协议进行网络寻址和传输,以解决工业现场网络接入IPv6/IPv4广域网或互联网的传输问题。

[0003] IPv6技术,是为了解决IPv4网络目前面临的网络地址枯竭问题所提出的新一代网络技术。IPv6网络拥有巨大的网络地址空间,其128位的地址长度是IPv4地址长度的四倍,所提供地址是IPv4的40亿倍。同时,IPv6拥有更小的路由表和更高的安全性,对组播和流提供了更好的支持,还加入了自动配置网络地址功能。现在,IPv4向IPv6过渡已经是必然。

[0004] WIA-PA标准是为了满足我国工业网络领域的迫切需求而制定的网络标准,也是国际三大工业无线标准之一。基于WIA-PA标准的WIA-PA网络是一种能够满足工厂生产运作的无线传感网,具有抗干扰能力强、可靠性高、消耗低、容易部署、灵活性高等技术优点。相比于传统工业现场网络,WIA-PA网络具有成本低、易维护和易使用等优势,是工业网络领域未来发展的方向。

[0005] SDN(Software-Define-Network),即“软件定义网络”,是最近几年兴起的一种新型网络架构。这种网络将控制层和转发层进行了分离,将转发设备交由控制层控制。SDN通过分离控制平面和数据平面以及开放通信协议,打破了传统网络设备的壁垒。此外,开放的接口以及可编程性,也使得网络管理变得更加简单、灵活。

[0006] 因此,很有必要使用SDN技术,解决WIA-PA网络之间数据无法互通的问题,提出基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法。

### 发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,该方法结合工业IPv6回程网络的自身特点和应用,通过SDN控制器,将整个网络中所有的控制系统连接起来,打破不同区域的WIA-PA网络之间的隔阂,实现各个WIA-PA网络的无缝连接。

[0008] 为达到上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0009] 一种基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法,在该方法中,通信实体包括联合控制器、WIA-PA网络管理器、网关和现场设备;所述联合控制器由SDN控制器和联合调度插件组成,WIA-PA网络由联合控制器进行统一管理,WIA-PA网络管理器自身仅保留基本管理功能;联合控制器为每个连接至自己的网络管理器分配网络标识符(PAN\_ID)来标识不同WIA-PA网络;该方法具体包括以下步骤:

- [0010] S1:网络中存在的网络管理器主动与联合控制器建立连接;
- [0011] S2:联合控制器周期性收集网络管理器所负责WIA-PA网络的信息;
- [0012] S3:联合控制器接收到业务建立请求,并对请求进行解析;
- [0013] S4:根据解析出的信息,查找源节点所在网络和目的节点所在网络的PAN\_ID;
- [0014] S5:联合控制器根据PAN\_ID,查找相应网络和节点的信息,并对路径和资源进行计算分配;
- [0015] S6:联合控制器通过接口向相应的网络管理器发送路径和资源配置请求;
- [0016] S7:联合控制器通过接口向相应网络的网关发送WIA-PA网络地址与IP地址的映射表;
- [0017] S8:联合控制器根据路径和资源的计算结果,配置所控制的IPv6回程网络;至此,业务建立完成。
- [0018] 进一步,联合控制器根据WIA-PA网络拓扑和IPv6网络拓扑生成一个全局网络拓扑,当跨网数据传输任务需要被建立时,根据全局网络拓扑选取适合路径进行传输。
- [0019] 进一步,所述联合控制器为网内传输的数据流和跨网传输的数据流分配不同的VCR\_ID和Route\_ID,当数据流到达网关时,网关就可以快速分辨出数据流是否需要跨网传输;所述联合控制器根据跨网传输数据的类别,在WIA-PA网络内为数据流分配相应的网络资源,以保障跨网传输数据的需求。
- [0020] 进一步,所述联合控制器能够在基于IPv6的IPv6回程网络中,识别不同的跨网数据流,并能够根据数据流的类别和优先级为其提供相应的带宽保障,联合控制器同时支持通过IPv6/IPv4头部信息的匹配对数据流进行识别;所述联合控制器通过IPv6头部的流标签域对数据流进行识别,并通过通信类型域获取数据流的类型。
- [0021] 进一步,网关在接收到跨网数据包时,会将WIA-PA数据包转换成IPv6数据包,传输至IPv6回程网络;在转换过程中,网关根据VCR表将相应的VCR\_ID填入IPv6流标签域,将优先级填入通信类型域,并通过IPv6地址映射表将数据包发往相应IPv6地址。
- [0022] 进一步,在本方法中,IPv6回程网络中的SDN交换机会在端口中设置不同带宽的队列,联合控制器将不同需求的数据流转发至不同的队列,实现带宽保障。
- [0023] 进一步,在本方法中,网络管理器与联合控制器信息交互的接口包含但不限于以下9种类型,获取拓扑信息接口、获取设备信息接口、获取设备列表接口、获取设备UA0接口、设置路由表接口、设置超帧表接口、设置链路表接口、设置VCR接口、设置IPv6地址映射表接口。
- [0024] 本发明的有益效果在于:
- [0025] 1)能够实现跨网数据流的端到端联合调度。当从北向接口收到跨网传输业务建立请求时,联合控制器会根据自身维护的全网信息,规划出适合的路径和资源,并通过SDN控制器和WIA-PA网络管理器将规划好的内容下发到相应的网络当中,从而实现跨网传输业务。
- [0026] 2)能够识别不同类别的跨网数据流。在跨网数据流从WIA-PA网络内部传输至IPv6回程网络的过程中,网关会将跨网数据包根据联合控制器的要求转换成相应的IPv6数据包,同时将数据流的信息填入IPv6头部。在IPv6回程网络中,联合控制器对IPv6相应匹配字段进行匹配,实现对不同类别跨网数据流的识别。

[0027] 3) 能够实现针对不同类别跨网端到端数据的带宽保障。通过在IPv6回程网络中的SDN交换机中设置不同带宽的端口队列,联合控制器能够将识别出的具有不同需求的数据流转发至相应的端口队列。同时,联合控制器可以获取到相应端口队列的流量信息,并根据实时流量数据,调整相关数据流在工业回程网中的路径和资源,从而实现对关键数据流的带宽保障。

[0028] 4) 能够加快跨网业务部署速度,减少网络运维管理成本。基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法将IPv6回程网络和WIA-PA网络进行集中式控制和调度。当收到业务建立请求后,可以直接通过联合控制器部署业务,不需要使用其他网络管理系统,简化了业务部署的流程。同时,基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法实现了智能的流量调度和网络管理,大幅度提高网络链路利用率,减少网络运维管理成本。

## 附图说明

[0029] 为了使本发明的目的、技术方案和有益效果更加清楚,本发明提供如下附图进行说明:

[0030] 图1为联合调度网络架构图;

[0031] 图2为网络管理器入网流程图;

[0032] 图3为联合调度配置流程图;

[0033] 图4为网关协议转换流程图;

[0034] 图5为IPv6回程网络带宽保障流程图;

[0035] 图6为联合调度示意图。

## 具体实施方式

[0036] 下面将结合附图,对本发明的优选实施例进行详细的描述。

[0037] 在基于SDN的WIA-PA现场网络/IPv6回程网络联合调度方法中,基于IPv6的IPv6回程网络与WIA-PA网络都由联合控制器进行集中式控制和调度,其具体实现过程如下:

[0038] 一、联合调度网络架构说明:

[0039] 图1为联合调度网络架构图,该架构针对工业网络的特点进行了优化,使得单一SDN控制器能够联合WIA-PA网络管理器对整个工业网络进行管理,并且对位于不同区域的WIA-PA网络通过IPv6回程网络跨网传输的数据流的调度提供了支持。图6为联合调度示意图。

[0040] 联合调度架构主要分为三个平面,分别是:

[0041] (1) 转发平面:本平面包含了分布在WIA-PA网络和基于IPv6的IPv6回程网络中的各类网络设备,是整个网络传输的物理实体。一般来讲,这些设备就是管理控制操作的具体实施者。

[0042] (2) 控制平面:本平面WIA-PA网络管理器和SDN控制器构成。而联合控制器以插件的形式被集成在SDN控制器之中。其他的WIA-PA网络管理器通过与SDN控制器建立连接来接受联合控制器的管理。同时,在SDN控制器内部,联合控制器通过直接调用SDN控制器的相应模块来实现对工业回程网的管理。

[0043] (3) 应用平面:本平面为使用者提供了关于联合调度的统一接口,同时,它为用户

提供了一个直观的界面,屏蔽了原始的网络信息。

[0044] 当应用平面接收到一次跨网业务建立请求时,联合控制器能根据存储的各个网络的信息和来自应用层的业务请求,计算路径信息和资源分配信息,并将其按照预先设定的WIA-PA网络信息,转换为网络管理器能够识别的消息类型。

[0045] 二、联合调度流程说明:

[0046] 图2为本发明网络管理器入网流程图,具体步骤如下:

[0047] Setp1:WIA-PA网络管理器启动后都会主动与联合控制器建立连接,并汇报网络管理器信息;

[0048] Setp2:联合控制器会为该WIA-PA网络分配一个PAN\_ID,并在PAN\_ID与该连接之间建立映射关系;

[0049] Setp3:联合控制器将会向WIA-PA网络管理器发出获取拓扑信息和节点信息的请求;

[0050] Setp4:WIA-PA网络管理器回复拓扑信息和节点信息;

[0051] Setp5:联合控制器发送配置完成标识到网络管理器完成入网流程。

[0052] 图3是本发明联合调度配置流程图,具体步骤如下:

[0053] Step1:网络管理器主动与联合控制器建立连接,并完成入网流程;

[0054] Step2:联合控制器发送获取拓扑信息请求到网络管理器;

[0055] Step3:网络管理器收到获取拓扑信息请求,将存储在自身的拓扑信息汇报给联合控制器;

[0056] Step4:联合控制器发送获取节点列表信息请求到网络管理器;

[0057] Step5:网络管理器收到获取的是节点列表,则根据自身存储的节点信息,直接汇报给联合控制器;

[0058] Step6:联合控制器获取节点列表信息成功后,根据节点信息,发送获取节点UA0信息请求到网络管理器;

[0059] Step7:网络管理器收到获取节点UA0信息请求,则向节点发出获取UA0信息请求,在收到回复后将节点UA0信息汇报给联合控制器;

[0060] Step8:联合控制器获取UA0信息成功后,根据拓扑信息和UA0信息,计算跨网数据流端到端传输的路由,并将WIA-PA网络部分的路由发送到网络管理器。网络管理器在收到请求后,发送配置路由请求到现场设备;

[0061] Step9:现场设备完成配置路由后,发生配置路由响应到网络管理器,网络管理器汇报路由配置响应到联合控制器;

[0062] Step10:联合控制器完成路由配置后,会将相应的超帧表和链路表通过超帧配置请求和链路表配置请求发送到网络管理器,网络管理器在收到请求后,发送配置超帧请求和配置链路请求到现场设备;

[0063] Step11:现场设备完成配置超帧和链路后,发生配置响应到网络管理器,网络管理器汇报配置响应到联合控制器;

[0064] Step12:联合控制器完成上述配置后,会将相应的VCR通过VCR配置请求发送到网络管理器,网络管理器在收到请求后,发送配置VCR请求到现场设备和网关;

[0065] Step13:现场设备完成配置VCR,并且网关记录了该VCR后,会依次发生配置VCR响

应到网络管理器,网络管理器汇报VCR配置响应到联合控制器;

[0066] Step14:联合控制器完成VCR配置后,会将相应的Route\_ID和IPv6地址映射表通过映射配置请求发送到网络管理器,网络管理器在收到请求后,发送配置映射请求到网关;

[0067] Step15:网关完成配置映射后,发生配置映射响应到网络管理器,网络管理器汇报映射配置响应到联合控制器;

[0068] Step16:联合控制器在完成映射表配置后,会将通信资源配置完成命令发送到网络管理器。网络管理器收到命令后,发送通信资源配置完成标识到现场设备;

[0069] Step17:现场设备收到通信资源配置完成标识后,按照新的通信资源运行,并返回相应的响应到网络管理器。至此,WIA-PA网络联合调度完成,跨网数据开始传输;

[0070] 图4是本发明网关协议转换流程图,具体步骤如下:

[0071] Step1:网关接收数据包,并判断是否是管理数据;

[0072] Step2:如果是管理数据包则转发给网络管理器,如果不是则解析出数据包中的Route\_ID、ObjectID和InstanceID,并根据这些信息在VCR表里面查找到相应的VCR;

[0073] Step3:网关在找到相应的VCR后,网关根据Route\_ID在IPv6地址映射表中查找到相应目的域网关的IPv6地址;

[0074] Step4:网关开始对WIA-PA数据包进行IPv6格式的封装,将VCR\_ID填入IPv6头部的流标签域,将WIA-PA数据包的优先级填入IPv6头部的通信类别域,不足的字节用零填充。;

[0075] 图5是本发明IPv6回程网络带宽保障流程图,具体步骤如下:

[0076] Step1:联合控制器接收到业务建立请求后,计算路径信息和网络资源分配;

[0077] Setp2:联合控制器会通过SDN控制器的内部模块确认路径中带宽是否能够支持业务的要求;

[0078] Step3:如果能够满足业务要求,那么就通过SDN控制器将流表部署下去,并通过使用流表匹配VCR\_ID和IPv6通信类型域优先级将数据流导向相应的优先级队列;

[0079] Setp4:如果不能满足业务要求,则将工业回程网部分的路径信息和资源分配进行重新计算,选择其他次级路径来传输数据流。

[0080] 三、联合调度接口设计:

[0081] 在原本的WIA-PA网络中,网络管理器作为网络的管理者,采用集中管理的方式负责管理WIA-PA网络及其设备属性。所以原本WIA-PA网络管理器是没有供其他应用调用的接口。但是,如果要通过联合控制器管理WIA-PA网络管理器,并通过网络管理器对WIA-PA网络进行联合调度,就需要网络管理器提供API接口给联合控制器,使联合控制器可以通过调用网络管理器接口完成联合调度的配置流程。

[0082] WIA-PA网络网络管理器接口设计主要有两个部分,一部分是在原有网络管理器的基础上,将原本网络管理器具有的功能延伸出来,作为接口提供给其他应用。另一部分就是根据联合控制器的需要,为网络管理器添加新的功能。

[0083] 联合调度接口设计案例如下。

[0084] 1.获取拓扑信息

[0085] 获取拓扑信息接口是根据联合控制器的需要新增加的接口。联合控制器通过获取拓扑信息接口能够获得到当前WIA-PA网络的拓扑信息。联合控制器调用该接口时需要使用HTTP协议中的GET方法。对拓扑信息进行定位了URI是通过以下格式来描述拓扑信息的位

置：

[0086] /network-topology

[0087] 在HTTP协议头部的Accept域中需要注明联合控制器接收的资源表现形式。同时，还需要在Authentication域中加入用户名和密码的base64编码。完整的调用获取拓扑信息接口报文如下：

[0088]

```
GET /network-topology HTTP/1.1
Accept: application/xml
Authentication:
Content-Length:0
```

[0089] 网络管理器在接收到命令后，会将拓扑信息转换成XML格式发送给联合控制器。回复报文的HTTP头部较为简单，只需要根据网络管理器执行命令的情况添加上HTTP状态码即可。完整的获取拓扑信息回复报文如下：

[0090]

```
HTTP/1.1 200/OK
Content-Type: application/xml
Accept: application/xml
Authentication:
Content-Length:
```

[0091]

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<topology xmlns="cquptSDN:network-topology">
  <num>边的总数</num>
  <edge>
    <src>节点类别|节点短地址</src>
    <dst>节点类别|节点短地址</dst>
    <LinkQuality></LinkQuality>
  </edge>
</topology>
```

[0092] 2. 获取设备信息

[0093] 联合控制器通过调用获取设备信息接口能够通过短地址获取到现场设备的结构化属性。联合控制器调用该接口时需要使用HTTP协议中的GET方法。URI对设备信息进行定位的方式是通过设备短地址和设备的属性名，如果属性名为空，则网络管理器会将该设备的全部属性汇报给联合控制器。完整的调用获取设备信息接口报文如下：



[0094]

```

GET /device/短地址/info HTTP/1.1
Accept: application/xml
Authentication:
Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<device xmlns="cqptSDN:device">
    <num>属性名数量</num>
    <name>longaddress</name>
    <name>shortaddress</name>
    <name>manufacturerID</name>
    <name>serialnumber</name>

```

[0095]

```

    <name>devicestate</name>
</device>

```

[0096] 网络管理器在接收到命令后,将提取出URI中的短地址,然后根据URI里的短地址和属性名向现场设备发送属性查询命令。当网络管理器收到现场设备的回复后,将属性名和属性值存储在XML中,汇报给联合控制器。完整的获取设备信息回复报文如下:

[0097]

```

HTTP/1.1 200/OK
Content-Type: application/xml
Accept: application/xml
Authentication:
Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<device xmlns="cqptSDN:device">
    <num>属性数量</num>
    <longaddress>设备长地址</longaddress>
    <shortaddress>设备短地址</shortaddress>
    <manufacturerID>厂商标识</manufacturerID>
    <serialnumber>设备序列号</serialnumber>
    <devicestate>设备状态</devicestate>
</device>

```

[0098] 3. 获取设备列表

[0099] 联合控制器通过调用获取设备列表获得WIA-PA网络中所有在线现场设备的列表。

联合控制器调用该接口时需要使用HTTP协议中的GET方法。完整的调用获取设备列表接口报文如下：

[0100] GET /device/ HTTP/1.1

[0101] Accept: application/xml  
Authentication:  
Content-Length:0

[0102] 网络管理器则根据自身存储的现场设备列表，将现场设备的长地址、短地址和设备状态存储到XML中，汇报给联合控制器。完整的获取设备列表回复报文如下：

[0103] HTTP/1.1 200/OK  
Content-Type: application/xml  
Accept: application/xml  
Authentication:  
Content-Length:  
  
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>  
<devicelistxmlns="cquptSDN:devicelist">  
    <num>现场设备数量</num>  
    <device>  
        <longaddress>现场设备长地址</longaddress>  
        <shortaddress>现场设备短地址</shortaddress>  
        <state>现场设备状态</state>  
    </device>  
    <device>  
        <longaddress>现场设备长地址</longaddress>  
        <shortaddress>现场设备短地址</shortaddress>  
        <state>现场设备状态</state>  
    </device>  
</devicelist>

[0104] 4. 获取设备UA0

[0105] 联合控制器通过调用获取设备UA0获得WIA-PA网络中相应现场设备的UA0。联合控制器调用该接口时需要使用HTTP协议中的GET方法。调用的URI则根据现场设备的短地址来进行定位。完整的调用获取设备列表接口报文如下：

[0106]

```
GET /device/短地址/uao HTTP/1.1
Accept: application/xml
Authentication:
Content-Length:0
```

[0107] 网络管理器在接收到命令后,将提取出URI中的短地址,然后根据URI里的短地址向现场设备发送UA0查询命令。当网络管理器收到现场设备的回复后,将UA0信息存储在XML中,汇报给联合控制器。

[0108] 完整的获取设备信息回复报文如下:

[0109]

```
HTTP/1.1 200/OK
Content-Type: application/xml
Accept: application/xml
Authentication:
Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<uaolistxmlns="cqptSDN:uao list">
  <num>UA0 数量</num>
  <uao>
    <objectID>对象标识符</objectID>
    <instanceID>实例标识符</instanceID>
    <profileID>UA0 行规</profileID>
    <parameternum>参数个数</ parameternum>
  </uao>
```

[0110]

```
  <uao>
    <objectID>对象标识符</objectID>
    <instanceID>实例标识符</instanceID>
    <profileID>UA0 行规</profileID>
    <parameternum>参数个数</ parameternum>
  </uao>
</uaolist>
```

[0111] 5. 设置路由表

[0112] 在联合调度的过程中,联合控制器通过调用设置路由表接口,将分配好的路径信息传递给网络管理器。联合控制器使用HTTP协议中的PUT方法来调用该接口。调用的URI则根据现场设备的短地址和Route来进行定位。完整的调用设置路由表接口报文如下:

[0113]

```
PUT /device/短地址/routetable HTTP/1.1
Content-Type: application/xml
Authentication:
Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<routetablexmlns="cquptSDN:routetable">
  <num>路由表项数目</num>
  <route>
    <ID>Route_ID</ID>
    <src>源地址</src>
    <dst>目的地址</dst>
    <nexthop>下一跳的地址</nexthop>
    <retrycounter>端到端重传计数器</retrycounter>
  </route>
```

[0114]

```
</routetable>
```

[0115] 网络管理器在收到请求后,将提取出URI中的短地址,然后发送配置路由表命令到相应的现场设备。当收到现场设备回复的配置响应后,网络管理器将向联合控制器汇报配置完成信息。完整的设置路由表完成报文如下:

[0116]

```
HTTP/1.1 200/OK
Content-Type: application/xml
Authentication:
Content-Length:0
```

[0117] 6. 设置超帧表

[0118] 联合控制器在完成路由表配置后,会通过调用设置超帧表接口的方式将超帧表发送给网络管理器。联合控制器使用HTTP协议中的PUT方法来调用该接口。调用的URI则根据现场设备的短地址和Superframe来进行定位。完整的调用设置超帧表接口报文如下:

[0119]

```
PUT /device/短地址/superframe HTTP/1.1

Content-Type: application/xml

Authentication:

Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<superframetablexmlns="cqptSDN:superframetable">
  <num>超帧表项数目</num>
  <superframe>
    <ID>SuperframeID</ID>
    <multiple>数据更新周期与最大周期的比值</multiple>
    <numberslots>超帧大小</numberslots>
```

[0120]

```
    <activeflag>超帧激活标志</activeflag>
    <activeslot>绝对时隙号</activeslot>
  </superframe>
</superframetable>
```

[0121] 统管理器在收到请求后,将提取出URI中的短地址,然后发送配置超帧表命令到相应的现场设备。当收到现场设备回复的配置响应后,网络管理器将向联合控制器汇报配置完成信息。设置超帧表完成报文与设置路由表完成报文一致。

[0122] 7. 设置链路表

[0123] 联合控制器在完成超帧表配置后,会通过调用设置链路表接口的方式将链路表发送给网络管理器。联合控制器使用HTTP协议中的PUT方法来调用该接口。调用的URI则根据现场设备的短地址和Link来进行定位。完整的调用设置链路表接口报文如下:

[0124]

```
PUT /device/短地址/link HTTP/1.1
Content-Type: application/xml
Authentication:
Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<linktablexmlns="cquptSDN:linktable">
  <num>链路表项数目</num>
  <link>
    <ID>linkID</ID>
    <neighborID>邻居设备 ID</neighborID>
    <linktype>链路类型</linktype>
    <relativeslotnumber>相对时隙号</relativeslotnumber>
    <linksuperframenum>数据更新比值</linksuperframenum>
    <activeflag>使用标志</activeflag>
```

[0125]

```
    <channelindex>信道编号</channelindex>
    <superframeID>超帧 ID</superframeID>
  </link>
</linktable>
```

[0126] 统管理器在收到请求后,将提取出URI中的短地址,然后发送配置链路表命令到相应的现场设备。当收到现场设备回复的配置响应后,网络管理器将向联合控制器汇报配置完成信息。设置链路表完成报文与设置路由表完成报文一致。

[0127] 8. 设置VCR

[0128] 联合控制器在完成链路表配置之后,会通过调用设置VCR接口的方式将VCR发送给网络管理器。联合控制器使用HTTP协议中的PUT方法来调用该接口。调用的URI则根据现场设备的短地址来进行定位。完整的调用设置VCR接口报文如下:

[0129]

```
PUT /device/短地址/VCR HTTP/1.1
Content-Type: application/xml
Authentication:
Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<vcrtablexmlns="cquptSDN:vcrtable">
  <num></num>
  <vcr>
    <ID>VCR_ID</ID>
    <type>VCR 类型</type>
    <srcobjID>源对象标识符</srcobjID>
    <srcobjjinsID>源对象实例标识符</srcobjjinsID>
    <desobjID>目的对象标识符</desobjID>
    <desobjjinsID>目的对象实例标识符</desobjjinsID>
```

[0130]

```
    <dataupdaterate>数据更新周期</dataupdaterate>
    <status>VCR 状态</status>
    <activationtime>VCR 激活时间</activationtime>
    <servicetime>VCR 服务时间</servicetime>
    <sourcechaddress>源设备簇首网络地址</sourcechaddress>
    <sourceaddress>源设备网络地址</sourceaddress>
    <destinationaddress>目的设备簇首网络地址</destinationaddress>
    <securitypolicy>数据包安全分级</securitypolicy>
    <routeID>Route_ID</routeID>
  </vcr>
</vcrtable>
```

[0131] 网络管理器在收到请求后,将提取出URI中的短地址,然后发送配置VCR命令到相应的现场设备。同时,网络管理器收到的VCR发送到网关,以便网关能够维护VCR表,为后面数据转换做好准备。当收到现场设备回复的配置响应后,网络管理器将向联合控制器汇报配置完成信息。设置链路表完成报文与设置路由表完成报文一致。

[0132] 9. 设置IPv6地址映射表

[0133] 联合控制器在完成VCR配置之后,会通过调用设置IPv6地址映射表接口的方式将IPv6地址映射表发送给网络管理器。联合控制器使用HTTP协议中的PUT方法来调用该接口。调用的URI则根据现场设备的短地址来进行定位。完整的调用设置IPv6地址映射表接口报文如下:

[0134]

```
PUT /device/短地址/ipv6table HTTP/1.1

Content-Type: application/xml

Authentication:

Content-Length:

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
<ipv6table xmlns="cquptSDN: ipv6table ">
```

[0135]

```
<num></num>

<ipv6>

  <ID>ipv6_ID</ID>

  <routeID>Route_ID</routeID>

  <srcipv6addr>源 ipv6 地址</srcipv6addr>

  <desipv6addr>目的 ipv6 地址</desipv6addr>

</ipv6>

</ipv6table>
```

[0136] 网络管理器在收到请求后,将提取出URI中的短地址,然后发送配置IPv6地址映射表命令到相应的网关。网关在收到该命令后,会在自身维护一个IPv6地址映射表,当需要跨域传输的数据包到达网关时,网关就会根据该表将数据包转换成IPv6格式报文,并发送到目的域的网关。设置IPv6地址映射表完成报文与设置路由表完成报文一致。

[0137] 最后说明的是,以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管通过上述优选实施例已经对本发明进行了详细的描述,但本领域技术人员应当理解,可以在形式上和细节上对其做出各种各样的改变,而不偏离本发明权利要求书所限定的范围。



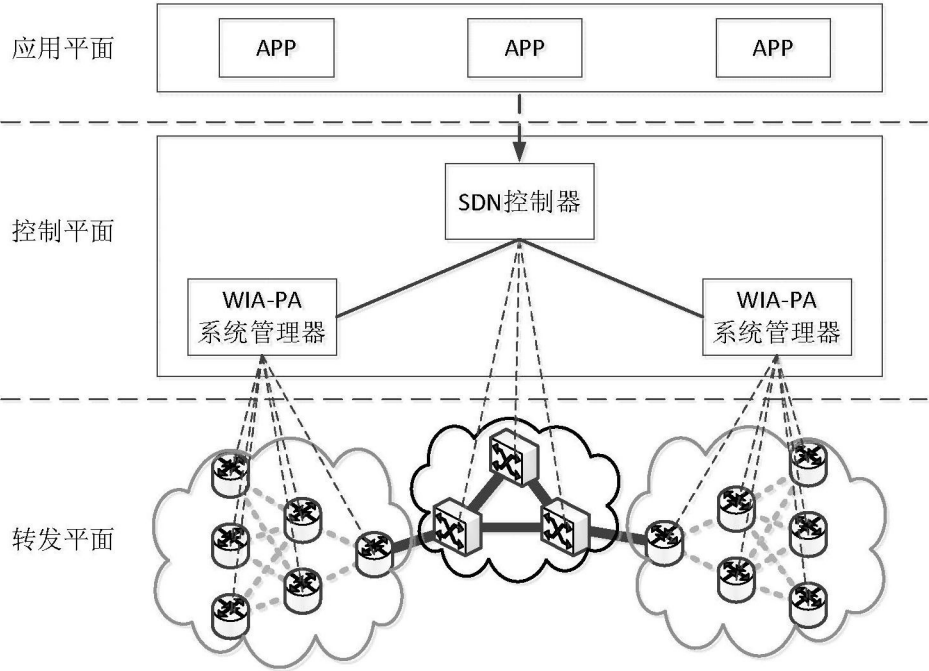


图1



图2

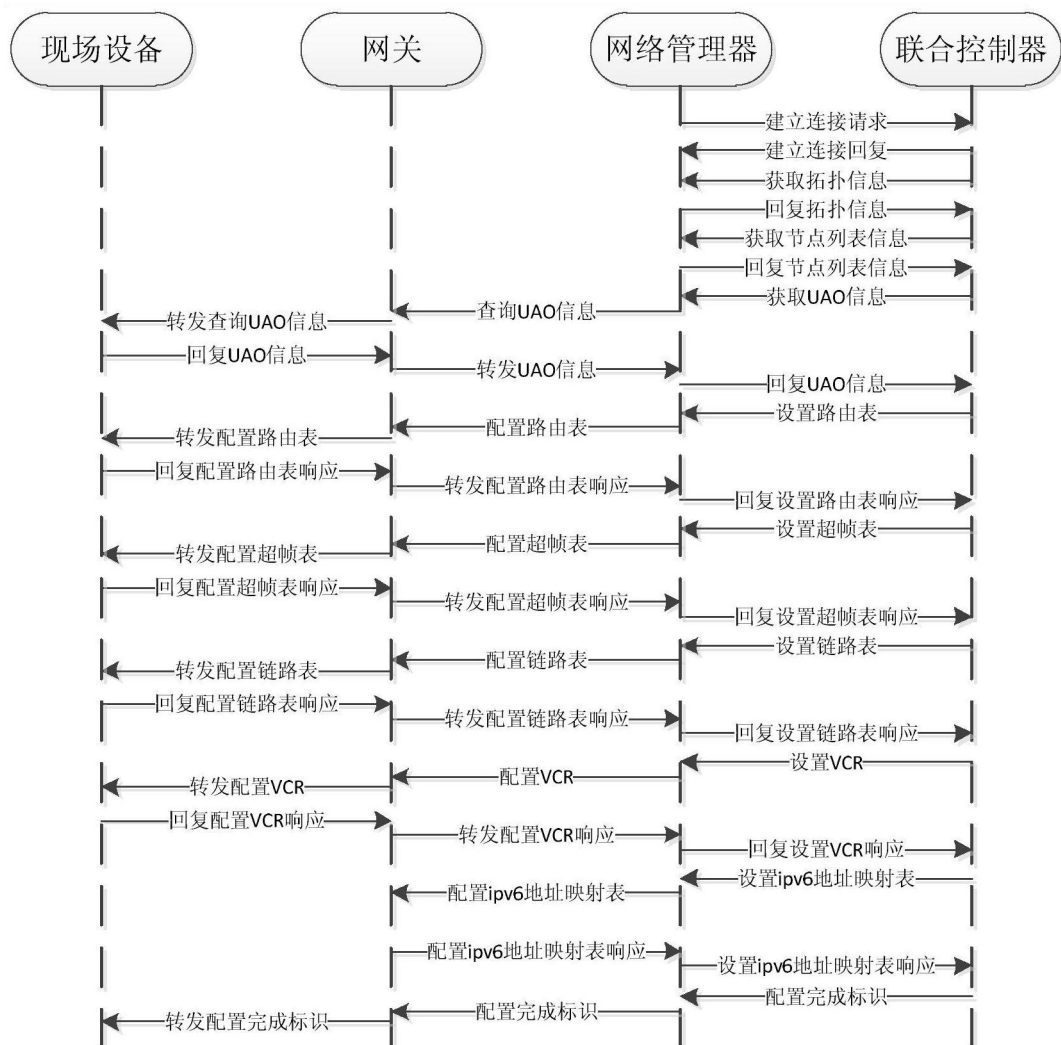


图3

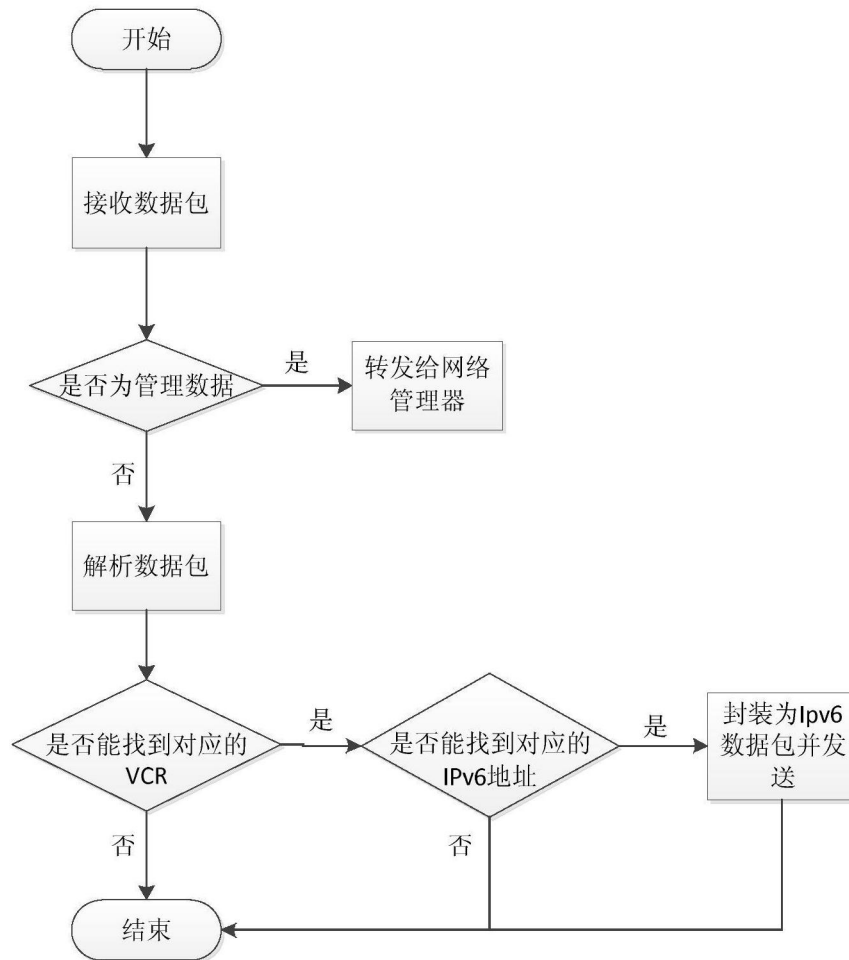


图4

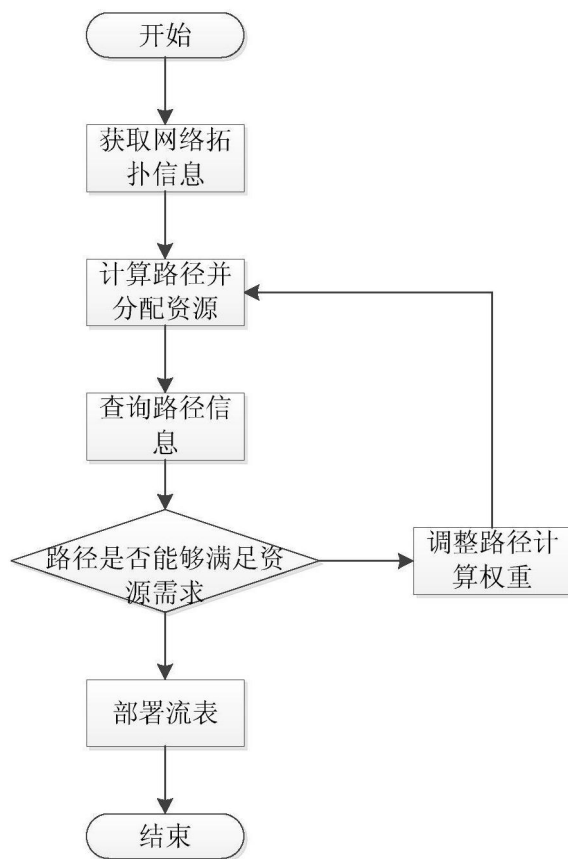


图5

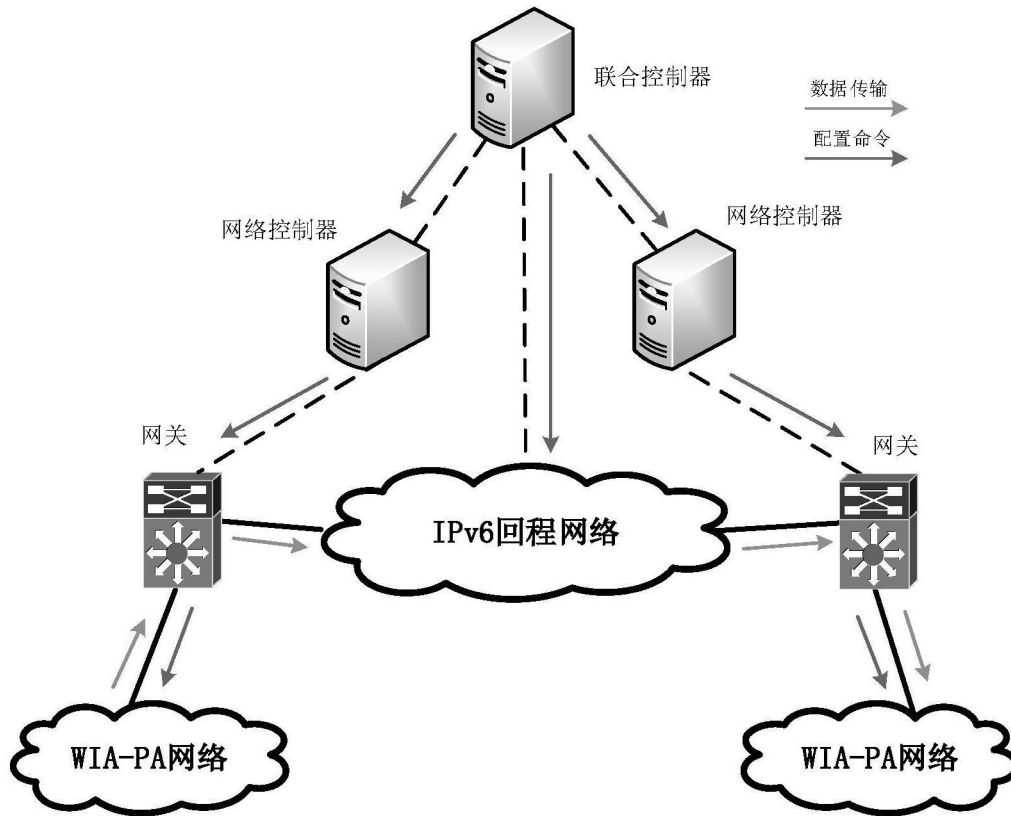


图6