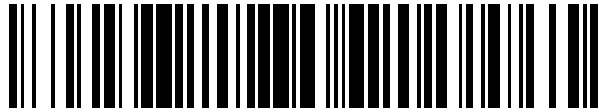


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 660 622**

51 Int. Cl.:

H04L 12/701 (2013.01)

H04L 12/26 (2006.01)

H04L 12/851 (2013.01)

H04L 12/751 (2013.01)

H04L 12/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2013 PCT/CN2013/088226**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.06.2015 WO15078008**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2013 E 13898095 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.01.2018 EP 3065350**

54 Título: **Método, sistema y dispositivo de descubrimiento de enlaces**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.03.2018

73 Titular/es:
**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN**

72 Inventor/es:
LIN, YI

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 660 622 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método, sistema y dispositivo de descubrimiento de enlaces

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y, en particular, a un método, sistema y dispositivo de descubrimiento de enlaces.

ANTECEDENTES

10 Una red de un operador suele ser una red multicapa. Por ejemplo, una tecnología de transporte, tal como una jerarquía digital síncrona (Synchronous Digital Hierarchy, SDH), una red de transporte óptico (Optical Transport Network, OTN) y multiplexación por división de longitud de onda (Wavelength Division Multiplexing, WDM), pueden utilizarse en una capa inferior para crear una red de transporte para soportar una red de conmutación de paquetes de un tipo tal como el Protocolo de Internet (Internet Protocol, IP) y MPLS en una capa superior.

15 Una red multicapa puede controlarse de forma centralizada. Por ejemplo, se introduce un controlador de red de transporte centralizado en una red de transporte y el controlador de red de transporte implementa descubrimiento de topología de red, cálculo de ruta y creación de ruta. En términos de creación de ruta, el controlador de red de transporte puede utilizar, por ejemplo, el protocolo OpenFlow para entregar directamente un comando de creación de interconexión a cada uno de los nodos a través del cual pasa una ruta. Mientras tanto, se introduce un controlador de enrutamiento centralizado en una capa IP/MPLS para planificar flujos IP o MPLS de forma centralizada. Durante un fallo de enlace o congestión de enlace en la capa IP o MPLS, el controlador de enrutamiento puede además accionar el controlador de red de transporte para crear una nueva ruta de transporte, a fin de generar un nuevo enlace lógico en la capa IP o MPLS.

20

25 Para implementar la gestión de red multicapa anterior, el controlador de enrutamiento y el controlador de red de transporte necesitan detectar información sobre un enlace multinivel en la red y realizar el control. Adicionalmente, la red de transporte en la capa inferior permite además múltiples dominios de enrutamiento IP/MPLS de capa superior para proporcionar un servicio de transporte. Por lo tanto, el controlador de red de transporte necesita detectar un dominio de enrutamiento al que pertenece el enlace multinivel en un extremo de una capa superior.

30 En la técnica anterior, para cada uno de los enlaces multinivel, se utiliza un método de configuración manual para configurar información sobre el enlace en un controlador de enrutamiento y un controlador de red de transporte, donde la información es, por ejemplo, información de identificador de puertos en dos extremos e información sobre un dominio de enrutamiento al cual pertenece el enlace. Sin embargo, debido a que una cantidad de enlaces multinivel es grande, la implementación es compleja y la fiabilidad es baja.

35 El documento WO 2013/140803A da a conocer un sistema de comunicaciones que incluye: un primer dispositivo de nodo proporcionado en una primera red; un primer controlador que controla el primer dispositivo de nodo; un segundo dispositivo de nodo proporcionado en una segunda red y conectado al primer dispositivo de nodo; y un segundo controlador que controla el segundo dispositivo de nodo. El primer controlador ajusta el primer dispositivo de nodo con una regla de procesamiento según la cual se procesan los paquetes transferidos entre los controladores primero y segundo. El segundo controlador ajusta el segundo dispositivo de nodo con una regla de procesamiento según la cual se procesan los paquetes. Los controladores primero y segundo intercambian los paquetes entre sí a través de al menos el primer y el segundo dispositivo de nodo.

40 El documento CN1571397A da a conocer un método de transmisión de mensajes entre el límite del cliente - límite del proveedor del servicio - límite del cliente. El método es que cuando los límites del cliente están conectados los cuales están conectados al mismo límite del proveedor del servicio, la información de transmisión es señalada que el mensaje recibido se transmite a la interfaz de bucle de retorno en la interfaz del límite del cliente y del límite del proveedor del servicio; el límite del proveedor del servicio recibe el mensaje de la interfaz de bucle de retorno y lo transmite al límite del cliente objetivo.

45 El documento CN102271079A da a conocer un método de reenvío de mensajes que comprende: un nodo de entrada recibe un primer mensaje IP (Protocolo de Internet), genera una identificación de flujo de acuerdo con el primer mensaje IP, convierte la identificación de flujo en una etiqueta MPLS (Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo) correspondiente y transmite el primer mensaje IP añadido con la etiqueta MPLS a un nodo intermedio; el nodo intermedio reenvía el primer mensaje IP agregado con la etiqueta MPLS a un nodo de salida; y el nodo de salida convierte la etiqueta MPLS en la identificación de flujo correspondiente y reenvía el primer mensaje IP de acuerdo con la identificación de flujo.

50

RESUMEN

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un método de descubrimiento de enlaces para resolver un problema de cómo habilitar a un controlador de enrutamiento y a un controlador de red de transporte para descubrir automáticamente información sobre un enlace multinivel. La presente invención es como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas. Se dan a conocer implementaciones adicionales en las reivindicaciones dependientes, descripciones y figuras adjuntas.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un método de descubrimiento de enlaces, donde el método incluye:

enviar, por un primer controlador, un primer mensaje a un primer nodo, donde el primer mensaje transporta un primer paquete de descubrimiento de enlaces y una etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones a un segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces a un segundo controlador;

recibir, por el primer nodo, el primer mensaje, encapsular la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y enviar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo;

recibir, por el segundo nodo, el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en un segundo puerto y enviar un segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador del segundo puerto; y

recibir, por el segundo controlador, el segundo mensaje, sacar la etiqueta del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener el primer paquete de descubrimiento de enlaces, extraer el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Con referencia al primer aspecto, en una primera manera de implementación posible del primer aspecto, la recepción, por el primer nodo, del primer mensaje encapsulando la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y enviar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo incluye específicamente:

recibir, por el primer nodo, el primer mensaje y crear una entrada de flujo, donde la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa; y

encapsular, por el primer nodo de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y enviar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo.

Con referencia al primer aspecto o a la primera manera de implementación posible del primer aspecto, en una segunda manera de implementación posible del primer aspecto, el método incluye además:

enviar, por el segundo controlador, un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que un existe enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Con referencia a la segunda manera de implementación posible del primer aspecto, en una tercera manera de implementación posible del primer aspecto, el método incluye además:

recibir, por el segundo controlador, un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y

adquirir, por el segundo controlador, un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, donde el tercer mensaje incluye además el tipo de enlace del enlace.

Con referencia a la segunda manera de implementación posible del primer aspecto o a la tercera manera de implementación posible del primer aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del primer aspecto, el método incluye que:

el primer controlador es un controlador de red de transporte, el segundo controlador es un controlador de enrutamiento y el segundo controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo; y

el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

Con referencia al primer aspecto o la primera manera de implementación posible del primer aspecto, en una quinta manera de implementación posible del primer aspecto, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el segundo controlador es un controlador de red de transporte, el primer controlador es un controlador en un primer dominio en el cual se encuentra el primer nodo y el método incluye que:

- 5 el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye además un identificador del primer dominio; y
 la extracción, por el segundo controlador, del identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y del identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo incluye específicamente:
 10 extraer, por el segundo controlador, el identificador del primer dominio y el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo en el primer dominio y el segundo puerto del segundo nodo.

Con referencia a la quinta manera de implementación posible del primer aspecto, en una sexta manera de implementación posible del primer aspecto, el método incluye además:

- 15 enviar, por el primer controlador al segundo controlador utilizando un canal de control, el identificador del primer dominio en el cual se encuentra el primer controlador; y
 determinar, por el segundo controlador de acuerdo con el identificador del primer dominio en el primer paquete de descubrimiento de enlaces, que el primer nodo es controlado por el primer controlador y enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un método de descubrimiento de enlaces, donde el método incluye:

- 25 recibir, por un segundo controlador, un segundo mensaje enviado por un segundo nodo, donde el segundo mensaje transporta un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador de un segundo puerto en el cual el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces;
 sacar, por el segundo controlador, una etiqueta en una capa externa del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener un primer paquete de descubrimiento de enlaces, donde el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto; y
 30 extraer, por el segundo controlador, el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo, donde
 el segundo mensaje es un mensaje enviado por el segundo nodo al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta después de que el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces enviado por el primer nodo;
 35 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo; y
 40 el primer mensaje es un mensaje enviado por un primer controlador al primer nodo, el primer mensaje transporta el primer paquete de descubrimiento de enlaces y la etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces al segundo controlador.

Con referencia al segundo aspecto, en una primera manera de implementación posible del segundo aspecto, que el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo incluye específicamente que:

- 50 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado creando, por el primer nodo, una entrada de flujo después de que el primer nodo recibe el primer mensaje y encapsulando, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo de acuerdo con la entrada de flujo, donde
 55 la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con el etiqueta en la capa externa.

Con referencia al segundo aspecto o a la primera manera de implementación posible del segundo aspecto, en una segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, el método incluye además:

enviar, por el segundo controlador, un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que un existe enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

- 5 Con referencia a la segunda manera de implementación posible del segundo aspecto, en una tercera manera de implementación posible del segundo aspecto, el método incluye además:
 recibir, por el segundo controlador, un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y
 10 adquirir, por el segundo controlador, un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, donde el tercer mensaje incluye además el tipo de enlace del enlace.

Con referencia a la segunda manera de implementación posible del segundo aspecto o a la tercera manera de implementación posible del segundo aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del segundo aspecto, el método incluye que:

- 15 el primer controlador es un controlador de red de transporte, el segundo controlador es un controlador de enrutamiento y el segundo controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo; y
 el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

- 20 Con referencia al segundo aspecto o a la primera manera de implementación posible del segundo aspecto, en una quinta manera de implementación posible del segundo aspecto, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el segundo controlador es un controlador de red de transporte, el primer controlador es un controlador en un primer dominio en el cual se encuentra el primer nodo y el método incluye que:

- 25 la extracción, por el segundo controlador, del identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y del identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo incluye específicamente:
 extraer, por el segundo controlador, el identificador del primer dominio y el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y
 30 determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo en el primer dominio y el segundo puerto del segundo nodo.

Con referencia a la quinta manera de implementación posible del segundo aspecto, en una sexta manera de implementación posible del segundo aspecto, el método incluye además:

- 35 recibir, por el segundo controlador, el identificador del primer dominio en el cual se encuentra el primer controlador, donde el identificador del primer dominio es enviado por el primer controlador utilizando un canal de control; y
 determinar, por el segundo controlador de acuerdo con el identificador del primer dominio en el primer paquete de descubrimiento de enlaces, que el primer nodo es controlado por el primer controlador y enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y
 40 el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un controlador, donde el controlador incluye:

- 45 una primera unidad de recepción, configurada para recibir un segundo mensaje enviado por un segundo nodo, donde el segundo mensaje transporta un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador de un segundo puerto en el cual el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces;
 una primera unidad de adquisición, configurada para sacar una etiqueta en una capa externa del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener un primer paquete de descubrimiento de enlaces, donde el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto; y
 50 una unidad de extracción, configurada para extraer el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo, donde
 el segundo mensaje es un mensaje enviado por el segundo nodo al controlador de acuerdo con la etiqueta después de que el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces enviado por el primer nodo;
 55 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer

nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto hasta el segundo nodo; y

5 el primer mensaje es un mensaje enviado por un primer controlador al primer nodo, el primer mensaje transporta el primer paquete de descubrimiento de enlaces y la etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para que envíe el primer paquete de descubrimiento de enlaces al controlador.

10 Con referencia al tercer aspecto, en una primera manera de implementación posible del tercer aspecto, que el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo incluye específicamente que:

15 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado creando, por el primer nodo, una entrada de flujo después de que el primer nodo recibe el primer mensaje y encapsula, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces y el segundo nodo de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo de acuerdo con la entrada de flujo, donde

la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con el etiqueta en la capa externa.

20 Con referencia al tercer aspecto o a la primera manera de implementación posible del tercer aspecto, en una segunda manera de implementación posible del tercer aspecto, el controlador incluye además:

25 una unidad de envío, configurada para enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Con referencia a la segunda manera de implementación posible del tercer aspecto, en una tercera manera de implementación posible del tercer aspecto, el controlador incluye además:

30 la primera unidad de recepción, configurada además para recibir un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y
una segunda unidad de adquisición, configurada para adquirir un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, donde
el tercer mensaje incluye además el tipo de enlace del enlace.

35 Con referencia a la segunda manera de implementación posible del tercer aspecto o a la tercera manera de implementación posible del tercer aspecto, en una cuarta manera de implementación posible del tercer aspecto, el primer controlador es un controlador de red de transporte, el controlador es un controlador de enrutamiento y el controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo; y

el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

40 Con referencia al tercer aspecto o a la primera manera de implementación posible del tercer aspecto, en una quinta manera de implementación posible del tercer aspecto, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el controlador es un controlador de red de transporte, el primer controlador es un controlador en un primer dominio en el cual se encuentra el primer nodo y el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye además un identificador del primer dominio; y

45 la unidad de extracción está configurada específicamente para:
extraer el identificador del primer dominio y el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo en el primer dominio y el segundo puerto del segundo nodo.

50 Con referencia a la quinta manera de implementación posible del tercer aspecto, en una sexta manera de implementación posible del tercer aspecto, el controlador incluye además:

una segunda unidad de recepción, configurada para recibir el identificador del primer dominio en el cual se encuentra el primer controlador, donde el identificador del primer dominio es enviado por el primer controlador utilizando un canal de control; y

55 una unidad de envío, configurada para determinar, de acuerdo con el identificador del primer dominio en el primer paquete de descubrimiento de enlaces, que el primer nodo es controlado por el primer controlador y enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer

nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

De acuerdo con un cuarto aspecto, se proporciona un sistema de descubrimiento de enlaces, donde el sistema incluye: un primer controlador, un primer nodo, un segundo nodo y un segundo controlador, y el segundo controlador es el controlador de acuerdo con cualquiera del tercer aspecto o la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta manera de implementación posible del tercer aspecto, donde

el primer controlador envía un primer mensaje al primer nodo, donde el primer mensaje transporta un primer paquete de descubrimiento de enlaces y una etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces al segundo controlador;

el primer nodo recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo; y

el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en un segundo puerto y envía un segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador del segundo puerto.

Con referencia al cuarto aspecto, en una primera manera de implementación posible del cuarto aspecto, que el primer nodo recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo incluye específicamente que:

el primer nodo recibe el primer mensaje y crea una entrada de flujo, donde la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa; y

el primer nodo encapsula, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo.

En comparación con la técnica anterior, la presente invención proporciona el método de descubrimiento de enlaces. De acuerdo con el método, el primer controlador envía el primer mensaje al primer nodo y el primer nodo recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo; el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en el segundo puerto y envía el segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto; y el segundo controlador recibe el segundo mensaje, saca la etiqueta del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener el primer paquete de descubrimiento de enlaces, extrae el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje y determina que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo. De esta manera, se implementa que un controlador de enrutamiento y un controlador de red de transporte puedan descubrir automáticamente información sobre un enlace multinivel, de modo que se reduce la configuración manual, la implementación es sencilla y la fiabilidad es alta.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para describir las soluciones técnicas en las realizaciones de la presente invención más claramente, lo siguiente introduce brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las realizaciones. Aparentemente, los dibujos adjuntos en la siguiente descripción muestran meramente algunas realizaciones de la presente invención y una persona con experiencia ordinaria en la técnica todavía puede derivar sin esfuerzos creativos otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 2 es un diagrama esquemático del método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con esta realización de la presente invención;

la FIG. 3 es un diagrama esquemático del método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con esta realización de la presente invención;

la FIG. 4 es un diagrama de flujo de un método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con una realización de la presente invención;

5 la FIG. 5 es un diagrama estructural del aparato de un controlador de acuerdo con una realización de la presente invención;

la FIG. 6 es un diagrama estructural del aparato de un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención; y

10 la FIG. 7 es un diagrama estructural del aparato de un controlador de acuerdo con una realización de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES

15 Para hacer que los objetivos, las soluciones técnicas y las ventajas de la presente invención sean más claras y comprensibles, lo siguiente describe la presente invención más en detalle con referencia a los dibujos adjuntos y a las realizaciones. Debe entenderse que las realizaciones específicas descritas en el presente documento se utilizan meramente para explicar la presente invención, pero no están destinadas a limitar la presente invención.

Las siguientes descripciones son meramente realizaciones de ejemplo de la presente invención, pero no están destinadas a limitar la presente invención.

Un proceso de un método de descubrimiento de enlaces en una realización de la presente invención se muestra en la FIG. 1 y el método incluye los siguientes pasos:

20 Paso 101: Un primer controlador envía un primer mensaje a un primer nodo, donde el primer mensaje transporta un primer paquete de descubrimiento de enlaces y una etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones a un segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces a un segundo controlador.

25 El primer mensaje puede ser un mensaje Packet_out o un mensaje Flow_mod (mod es una abreviatura de modificación) en el protocolo OpenFlow. El paquete de descubrimiento de enlaces puede incluir el identificador del primer puerto y, además, puede incluir información de dirección del primer nodo. Un puerto de un nodo puede identificarse utilizando un identificador de puerto único global, o puede identificarse utilizando (información de dirección de nodo + un identificador de puerto).

30 Con referencia a la FIG. 2, la FIG. 2 es un diagrama esquemático de un método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 2, opcionalmente, en una etapa de inicialización de red, se puede crear un canal de control entre un controlador de red de transporte y un controlador de enrutamiento, por ejemplo, por medio de configuración manual. Un nodo de transporte reporta la información de dirección del nodo de transporte y la información de puerto en el nodo, por ejemplo, un ID de un puerto P2, al controlador de red de transporte y, adicionalmente, puede reportar un tipo del puerto, por ejemplo, un puerto Ethernet o un puerto MPLS. Un enrutador reporta la información de dirección del enrutador y la información de puerto en el enrutador, por ejemplo, un ID de un puerto P1, al controlador de enrutamiento y, adicionalmente, puede reportar además un tipo del puerto, por ejemplo, un puerto Ethernet o un puerto MPLS.

40 Paso 102: El primer nodo recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo.

El paso puede incluir específicamente:

45 recibir, por el primer nodo, el primer mensaje y crear una entrada de flujo, donde la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta de la capa externa; y

encapsular, por el primer nodo de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta de la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y enviar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo.

5 Paso 103: El segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en un segundo puerto y envía un segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador del segundo puerto.

10 Paso 104: El segundo controlador recibe el segundo mensaje, saca la etiqueta del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener el primer paquete de descubrimiento de enlaces, extrae el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determina que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Opcionalmente, después del paso S104, el método incluye además:

15 enviar, por el segundo controlador, un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Opcionalmente, el método incluye además:

20 recibir, por el segundo controlador, un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y
adquirir, por el segundo controlador, un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, donde el tercer mensaje incluye, además, el tipo de enlace del enlace.

25 Específicamente, el primer controlador es un controlador de red de transporte, el segundo controlador es un controlador de enrutamiento y el segundo controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo. Opcionalmente, si hay múltiples controladores de enrutamiento, el método puede incluir, además, que:

el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

30 Específicamente, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el segundo controlador es un controlador de red de transporte, el primer controlador es un controlador en un primer dominio en el cual se encuentra el primer nodo y el método incluye que:

35 el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye además un identificador del primer dominio; y
la extracción, por el segundo controlador, del identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y del identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo incluye específicamente:

extraer, por el segundo controlador, el identificador del primer dominio y el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo en el primer dominio y el segundo puerto del segundo nodo.

40 El método incluye además:

45 enviar, por el primer controlador al segundo controlador utilizando un canal de control, el identificador del primer dominio en el cual se encuentra el primer controlador; y
determinar, por el segundo controlador de acuerdo con el identificador del primer dominio en el primer paquete de descubrimiento de enlaces, que el primer nodo es controlado por el primer controlador y enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Un proceso de un método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con una realización de la presente invención se muestra en la FIG. 4 y el método incluye:

50 Paso 401: Un segundo controlador recibe un segundo mensaje enviado por un segundo nodo, donde el segundo mensaje transporta un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador de un segundo puerto en el cual el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces.

5 El primer mensaje puede ser un mensaje Packet_out o un mensaje Flow_mod (mod es una abreviatura de modificación) en el protocolo OpenFlow. El paquete de descubrimiento de enlaces puede incluir el identificador del primer puerto y, además, también puede incluir información de dirección del primer nodo. Un puerto de un nodo se puede identificar utilizando un identificador de puerto único global, o se puede identificar utilizando (información de dirección de nodo + un identificador de puerto).

10 Con referencia a la FIG. 2, la FIG. 2 es un diagrama esquemático del método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con esta realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 2, opcionalmente, en una etapa de inicialización de red, se puede crear un canal de control entre un controlador de red de transporte y un controlador de enrutamiento, por ejemplo, por medio de configuración manual. Un nodo de transporte reporta la información de dirección del nodo de transporte y la información de puerto en el nodo, por ejemplo, un ID de un puerto P2, al controlador de red de transporte y, adicionalmente, puede reportar además, un tipo de puerto, por ejemplo, un puerto Ethernet o un puerto MPLS. Un enrutador reporta información de dirección del enrutador y la información de puerto en el enrutador, por ejemplo, un ID de un puerto P1, al controlador de enrutamiento y, adicionalmente, puede reportar además, un tipo del puerto, por ejemplo, un puerto Ethernet o un puerto MPLS.

15 Paso 402: El segundo controlador saca una etiqueta en una capa externa del segundo paquete de descubrimiento de enlaces, para obtener un primer paquete de descubrimiento de enlaces, donde el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto.

20 Paso 403: El segundo controlador extrae el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determina que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

El segundo mensaje es un mensaje enviado por el segundo nodo al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta después de que el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces enviado por el primer nodo.

25 El segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo.

30 Específicamente, que el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo incluye específicamente que:

35 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado creando, por el primer nodo, una entrada de flujo después de que el primer nodo recibe el primer mensaje y encapsulando, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo de acuerdo con la entrada de flujo, donde

la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa.

40 El primer mensaje es un mensaje enviado por un primer controlador al primer nodo, donde el primer mensaje transporta el primer paquete de descubrimiento de enlaces y la etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces al segundo controlador.

45 Específicamente, el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado creando, por el primer nodo, una entrada de flujo después de que el primer nodo recibe el primer mensaje y encapsulando, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta de la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo de acuerdo con la entrada de flujo, donde

50 la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa.

Opcionalmente, el método incluye además:

enviar, por el segundo controlador, un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Opcionalmente, el método incluye además:

recibir, por el segundo controlador, un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y
adquirir, por el segundo controlador, un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, donde el tercer mensaje incluye, además, el tipo de enlace del enlace.

Con referencia a la FIG. 3, la FIG. 3 es un diagrama esquemático del método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con esta realización de la presente invención.

Específicamente, el primer controlador es un controlador de red de transporte, el segundo controlador es un controlador de enrutamiento y el segundo controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo. Si hay múltiples dominios de enrutamiento, el método puede incluir que:

el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

Específicamente, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el segundo controlador es un controlador de red de transporte y el primer controlador es un controlador en un primer dominio en el cual se encuentra el primer nodo. Si hay múltiples dominios de enrutamiento, el método incluye que:

el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye además un identificador del primer dominio; y
la extracción, por el segundo controlador, del identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y del identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo incluye específicamente:

extraer, por el segundo controlador, el identificador del primer dominio y el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo en el primer dominio y el segundo puerto del segundo nodo.

Opcionalmente, el método incluye además:

recibir, por el segundo controlador, el identificador del primer dominio en el cual se encuentra el primer controlador, donde el identificador del primer dominio es enviado por el primer controlador utilizando un canal de control; y

determinar, por el segundo controlador de acuerdo con el identificador del primer dominio en el primer paquete de descubrimiento de enlaces, que el primer nodo es controlado por el primer controlador y enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

El método de descubrimiento de enlaces proporcionado en esta realización de la presente invención se describe en detalle en lo siguiente utilizando una red de enrutamiento y una red de transporte específicas como un ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos.

En una realización, como se muestra en la FIG. 2, específicamente, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el primer nodo es un enrutador R1, el segundo nodo es un nodo de transporte NE1 y el segundo controlador es un controlador de red de transporte.

El controlador de enrutamiento asigna una etiqueta no utilizada al enrutador R1. Por ejemplo, se puede utilizar una etiqueta de VLAN en la Ethernet y se puede utilizar una etiqueta MPLS en una red MPLS. Se genera un paquete de descubrimiento de enlaces para un puerto de cada uno de los enrutadores, donde el paquete incluye información de dirección del enrutador R1 y un ID de puerto correspondiente. El controlador de enrutamiento envía un primer mensaje al enrutador R1, donde el primer paquete de mensaje incluye la etiqueta asignada y un paquete de descubrimiento de enlaces correspondiente, y la entrada de flujo incluye al menos:

un identificador ID de puerto del enrutador, la etiqueta preestablecida y una regla de reenvío, donde la regla de reenvío es que el enrutador añade la etiqueta preestablecida al paquete de descubrimiento de enlaces y reenvía,

al nodo de transporte desde el puerto del enrutador correspondiente al identificador ID de puerto del enrutador, el paquete de descubrimiento de enlaces al cual se añade la etiqueta.

Específicamente, la regla de reenvío es que: para un paquete de descubrimiento de enlaces cuyo puerto es X, se añade la etiqueta asignada al paquete y el paquete se reenvía desde el puerto X.

5 Después de recibir el primer mensaje, el enrutador R1 crea una nueva entrada de flujo en el enrutador y, mientras tanto, una unidad de procesamiento de protocolo del enrutador R1 extrae el paquete de descubrimiento de enlaces del mensaje y una unidad de envío del enrutador R1 entonces reenvía el paquete de descubrimiento de enlaces de acuerdo con la entrada de flujo recientemente creada. Por ejemplo, la etiqueta asignada se inserta en un paquete de descubrimiento de enlaces correspondiente a un puerto P1 y el paquete de descubrimiento de enlaces se envía desde P1.
10

Después de recibir el paquete de descubrimiento de enlaces de encapsulado con la etiqueta, el nodo de transporte NE1 reporta el paquete de descubrimiento de enlaces al controlador de red de transporte. Específicamente, después de recibir, en un puerto P2, el paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta, una tarjeta de afluente del nodo de transporte NE1 descubre que la etiqueta encapsulada en una capa externa del paquete es una etiqueta recientemente asignada, y el nodo no está previamente configurado con una regla de reenvío para la etiqueta; por lo tanto, el paquete no se puede reenviar y la tarjeta de afluente envía el paquete a una unidad de control principal del nodo de transporte NE1. La unidad de control principal envía un segundo mensaje al controlador de red de transporte, donde el segundo mensaje incluye el paquete de descubrimiento de enlaces que no se puede reenviar y está encapsulado con la etiqueta y una dirección y un ID de puerto P2 del nodo de transporte NE1 que recibe el paquete.
15
20

Después de recibir el segundo mensaje, el controlador de red de transporte saca la etiqueta en la capa externa del paquete y descubre que el paquete es un paquete de descubrimiento de enlaces. El controlador de red de transporte analiza adicionalmente el paquete de descubrimiento de enlaces y se entera de que el paquete se envía por el puerto P1 del enrutador R1; por lo tanto, el controlador de red de transporte se entera de que existe un enlace multinivel entre P1 del enrutador R1 y P2 del nodo de transporte NE1, y también puede adquirir, de acuerdo con un tipo de puerto previamente reportado por el nodo, un tipo del enlace multinivel, por ejemplo, un enlace Ethernet o un enlace MPLS.
25

El controlador de red de transporte puede enviar un tercer mensaje al controlador de enrutamiento, donde el tercer mensaje transporta un ID P1 del enrutador R1 y un ID P2 del dispositivo de transporte NE1, e indica que existe un enlace multinivel entre P1 del enrutador R1 y P2 del dispositivo de transporte NE1. El tercer mensaje puede incluir, además, un tipo de enlace, por ejemplo, un enlace Ethernet o un enlace MPLS.
30

Específicamente, como se muestra en la FIG. 3, hay múltiples dominios de enrutamiento. Cuando un controlador de enrutamiento A envía un primer mensaje a un enrutador, el primer mensaje transporta un identificador de un dominio de enrutamiento A; cuando un controlador de enrutamiento B envía un primer mensaje a un enrutador, el primer mensaje transporta un identificador de un dominio de enrutamiento B.
35

En otra realización, específicamente, con referencia a la FIG. 2, el primer controlador es un controlador de red de transporte, el primer nodo es un nodo de transporte NE1, el segundo nodo es un enrutador R1 y el segundo controlador es un controlador de enrutamiento.

El controlador de red de transporte crea una tabla de flujo para el nodo de transporte y requiere que el nodo de transporte envíe un paquete de descubrimiento de enlaces desde un puerto del nodo de transporte de acuerdo con la tabla de flujo creada, donde el puerto puede ser un puerto Ethernet, un puerto MPLS o similares.
40

El controlador de red de transporte asigna una etiqueta no utilizada al nodo de transporte NE1. Por ejemplo, se puede utilizar una etiqueta de VLAN en la Ethernet y se puede utilizar una etiqueta MPLS en una red MPLS. Se genera un paquete de descubrimiento de enlaces para un puerto de cada uno de los nodos de transporte. El paquete incluye información de dirección del nodo de transporte NE1 y un ID de puerto correspondiente. El controlador de red de transporte envía un mensaje de creación de tabla de flujo (flow table) al nodo de transporte NE1, donde el mensaje incluye la etiqueta asignada y un paquete de descubrimiento de enlaces correspondiente.
45

Después de que el nodo de transporte NE1 recibe el mensaje de creación de tabla de flujo, una unidad de control principal dentro del nodo de transporte crea una nueva entrada de flujo (flow entry), donde la entrada incluye una regla de reenvío. Específicamente, la regla de reenvío es: para un paquete de descubrimiento de enlaces cuyo
50

puerto es X, la etiqueta asignada se inserta en el paquete y el paquete se reenvía desde el puerto X. Mientras tanto, la unidad de control principal del nodo de transporte NE1 extrae el paquete de descubrimiento de enlaces del mensaje y, a continuación, reenvía el paquete de descubrimiento de enlaces de acuerdo con la entrada de flujo recientemente creada y la regla de reenvío de la entrada de flujo. Por ejemplo, una tarjeta de afluente correspondiente a un puerto P2 introduce la etiqueta asignada en el paquete de descubrimiento de enlaces y reenvía el paquete de descubrimiento de enlaces desde P2.

Después de recibir el paquete de descubrimiento de enlaces, el enrutador R1 reporta el paquete de descubrimiento de enlaces al controlador de enrutamiento. Después de recibir, en un puerto P1, el paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta, una unidad de reenvío del enrutador R1 descubre que la etiqueta encapsulada en una capa externa del paquete es una etiqueta recientemente asignada, y el enrutador no está previamente configurado con una regla de reenvío para la etiqueta; por lo tanto, el paquete no se puede reenviar. La unidad de reenvío envía el paquete a una unidad de procesamiento de protocolo del enrutador R1. La unidad de procesamiento de protocolo envía un segundo mensaje al controlador de enrutamiento, donde el segundo mensaje incluye el paquete de descubrimiento de enlaces recibido que no se puede reenviar y está encapsulado con la etiqueta, y recibe una dirección y un ID de puerto P1 del enrutador R1 del paquete.

Después de recibir el segundo mensaje, el controlador de enrutamiento saca la etiqueta en la capa externa del paquete y descubre que el paquete es un paquete de descubrimiento de enlaces. El controlador de enrutamiento analiza adicionalmente el paquete de descubrimiento de enlaces y se entera de que el paquete se envía por el puerto P2 del nodo de transporte NE1; por lo tanto, el controlador de enrutamiento se entera de que existe un enlace multinivel entre P1 del enrutador R1 y P2 del dispositivo de transporte NE1, y también puede adquirir, de acuerdo con un tipo de puerto previamente reportado por el nodo, un tipo del enlace multinivel, por ejemplo, un enlace Ethernet o un enlace MPLS.

El controlador de enrutamiento puede enviar un tercer mensaje al controlador de red de transporte, donde el tercer mensaje transporta un ID P1 del enrutador R1 y un ID P2 del dispositivo de transporte NE1, e indica que existe un enlace multinivel entre P1 del enrutador R1 y P2 del dispositivo de transporte NE1. El tercer mensaje puede incluir, además, un tipo de enlace.

Específicamente, con referencia a la FIG. 3, la FIG. 3 es un diagrama esquemático del método de descubrimiento de enlaces de acuerdo con esta realización de la presente invención. Si hay múltiples dominios de enrutamiento, un controlador de enrutamiento A envía un tercer mensaje a un controlador de red de transporte, donde el tercer mensaje puede transportar, además, un identificador de un dominio de enrutamiento A y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace multinivel entre P2 de un dispositivo de transporte NE1 y P1 de un enrutador R1 en el dominio de enrutamiento A.

Esta realización de la presente invención proporciona el método de descubrimiento de enlaces. De acuerdo con el método, el primer controlador envía el primer mensaje al primer nodo y el primer nodo recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo; el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en el segundo puerto y envía el segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto; y el segundo controlador recibe el segundo mensaje, saca la etiqueta del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener el primer paquete de descubrimiento de enlaces, extrae el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determina que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo. De esta manera, se implementa que un controlador de enrutamiento y un controlador de red de transporte puedan descubrir automáticamente información sobre un enlace multinivel, de modo que se reduce la configuración manual.

Con referencia a la FIG. 5, la FIG. 5 es un diagrama estructural del aparato de un controlador de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 5, el controlador incluye:

una primera unidad de recepción 501, configurada para recibir un segundo mensaje enviado por un segundo nodo, donde el segundo mensaje transporta un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador de un segundo puerto en el cual el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces;

una primera unidad de adquisición 502, configurada para sacar una etiqueta en una capa externa del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener un primer paquete de descubrimiento de enlaces, donde el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto; y

una unidad de extracción 503, configurada para extraer el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo, donde

5 el segundo mensaje es un mensaje enviado por el segundo nodo al controlador de acuerdo con la etiqueta después de que el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces enviado por el primer nodo; y

10 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo.

Específicamente, el paso puede incluir que:

15 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado creando, por el primer nodo, una entrada de flujo después de que el primer nodo recibe el primer mensaje y encapsulando, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo de acuerdo con la entrada de flujo, donde

la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa.

20 El primer mensaje es un mensaje enviado por un primer controlador al primer nodo, donde el primer mensaje transporta el primer paquete de descubrimiento de enlaces y la etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces al controlador.

Opcionalmente, el controlador incluye además:

25 una unidad de envío, configurada para enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Opcionalmente, el controlador incluye además:

30 la primera unidad de recepción, configurada además para recibir un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y

una segunda unidad de adquisición, configurada para adquirir un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, donde

el tercer mensaje incluye, además, el tipo de enlace del enlace.

35 Específicamente, el primer controlador es un controlador de red de transporte, el segundo controlador es un controlador de enrutamiento y el segundo controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo; y

40 el tercer mensaje puede transportar, además, un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

Específicamente, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el segundo controlador es un controlador de red de transporte, el primer controlador es un controlador en un primer dominio en el cual se encuentra el primer nodo y el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye además un identificador del primer dominio; y

45 la unidad de extracción está configurada específicamente para: extraer el identificador del primer dominio y el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo en el primer dominio y el segundo puerto del segundo nodo.

Opcionalmente, el controlador incluye además:

50 una segunda unidad de recepción, configurada para recibir el identificador del primer dominio en el cual se encuentra el primer controlador, donde el identificador del primer dominio es enviado por el primer controlador utilizando un canal de control; y

una unidad de envío, configurada para determinar, de acuerdo con el identificador del primer dominio en el primer paquete de descubrimiento de enlaces, que el primer nodo es controlado por el primer controlador y envía un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer

nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

Con referencia a la FIG. 7, la FIG. 7 es un diagrama estructural del aparato de un controlador de acuerdo con una realización de la presente invención. La implementación específica del controlador no está limitada en una realización específica de la presente invención. El controlador 700 incluye:

- 5 un procesador (processor) 701, una interfaz de comunicaciones (Communications Interface) 702, una memoria (memory) 703 y un bus 704.

El procesador 701, la interfaz de comunicaciones 702 y la memoria 703 se comunican entre sí utilizando el bus 704.

La interfaz de comunicaciones 702 está configurada para comunicarse con otro dispositivo.

- 10 El procesador 701 está configurado para ejecutar un programa.

Específicamente, el programa puede incluir código de programa, donde el código de programa incluye una instrucción de operación de ordenador.

- 15 El procesador 701 puede ser una unidad central de procesamiento (central processing unit, CPU), o un circuito integrado de aplicación específica ASIC (Application Specific Integrated Circuit), o uno o más circuitos integrados configurados para implementar esta realización de la presente invención.

- 20 La memoria 703 está configurada para almacenar el programa. La memoria 703 puede ser una memoria volátil (volatile memory), por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (random-access memory, RAM) o una memoria no volátil (non-volatile memory), por ejemplo, una memoria de sólo lectura (read-only memory, ROM), una memoria flash (flash memory), una unidad de disco duro (hard disk drive, HDD) o una unidad de estado sólido (solid-state drive, SSD). El procesador 701 ejecuta el siguiente método de acuerdo con una instrucción de programa almacenada en la memoria 703:

- 25 recibir un segundo mensaje enviado por un segundo nodo, donde el segundo mensaje transporta un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador de un segundo puerto en el cual el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces;

- 30 sacar una etiqueta en una capa externa del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener un primer paquete de descubrimiento de enlaces, donde el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto; y

- 35 extraer el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo, donde

- 40 el segundo mensaje es un mensaje enviado por el segundo nodo al controlador de acuerdo con la etiqueta después de que el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces enviado por el primer nodo;

- 45 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo; y el paso puede incluir específicamente que:

- 50 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado creando, por el primer nodo, una entrada de flujo después de que el primer nodo recibe el primer mensaje y encapsulando, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo de acuerdo con la entrada de flujo, donde

- 55 la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa.

El primer mensaje es un mensaje enviado por un primer controlador al primer nodo, donde el primer mensaje transporta el primer paquete de descubrimiento de enlaces y la etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces al segundo controlador.

- 50 El método incluye además:

enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

El método incluye además:

- 5 recibir un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y
 adquirir un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, donde el tercer mensaje incluye, además, el tipo de enlace del enlace.

El método incluye:

- 10 Específicamente, el primer controlador es un controlador de red de transporte, el controlador es un controlador de enrutamiento y el controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo; y
 el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para
 15 indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

Alternativamente, en concreto, el primer controlador es un controlador de enrutamiento, el controlador es un controlador de red de transporte, el primer controlador es un controlador en un primer dominio en el cual se encuentra el primer nodo y el método incluye que:

- 20 el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye además un identificador del primer dominio; y
 la extracción del identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y del identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo incluye específicamente:
 extraer el identificador del primer dominio y el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un
 25 enlace entre el primer puerto del primer nodo en el primer dominio y el segundo puerto del segundo nodo.

El método incluye además:

- 30 recibir el identificador del primer dominio en el cual se encuentra el primer controlador, donde el identificador del primer dominio es enviado por el primer controlador utilizando un canal de control; y
 determinar, de acuerdo con el identificador del primer dominio en el primer paquete de descubrimiento de enlaces, que el primer nodo es controlado por el primer controlador y enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

35 La realización anterior de la presente invención proporciona el controlador. El primer controlador envía el primer mensaje al primer nodo y el primer nodo recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo; el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en el segundo puerto y envía el segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto; y el segundo controlador recibe el segundo mensaje, saca la etiqueta del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener el primer paquete de descubrimiento de enlaces, extrae el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determina que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo. De esta manera, se implementa que un controlador de enrutamiento y un controlador de red de transporte puedan descubrir automáticamente información sobre un enlace multinivel, de modo que se reduce la configuración manual.
 45

Para el controlador en la realización anterior, el contenido tal como los procesos de intercambio de información y de ejecución entre las unidades en el controlador se basa en un mismo concepto que las realizaciones del método de la presente invención; por lo tanto, para contenido específico, se puede hacer referencia a la descripción en las realizaciones del método de la presente invención y no se proporcionan más detalles en el presente documento.
 50

Con referencia a la FIG. 6, la FIG. 6 es un diagrama estructural de un sistema de descubrimiento de enlaces de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra en la FIG. 6, el sistema incluye:

un primer controlador 601, un primer nodo 602, un segundo nodo 603 y un segundo controlador 604, donde el segundo controlador 604 puede ser el controlador en la realización del aparato correspondiente a la FIG. 5 o a la FIG. 7 en lo anterior.

5 El primer controlador 601 envía un primer mensaje al primer nodo 602, donde el primer mensaje transporta un primer paquete de descubrimiento de enlaces y una etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, el primer paquete de descubrimiento de enlaces incluye un identificador de un primer puerto y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces al segundo controlador.

10 El primer nodo 602 recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo 603.

El segundo nodo 603 recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en un segundo puerto y envía un segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador del segundo puerto.

15 Específicamente, que el primer nodo 602 recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo 603 incluye específicamente que:

20 el primer nodo 602 recibe el primer mensaje y crea una entrada de flujo, donde la entrada de flujo incluye al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa; y

25 el primer nodo 602 encapsula, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo 603.

30 Esta realización de la presente invención proporciona el sistema de descubrimiento de enlaces. De acuerdo con el sistema, el primer controlador envía el primer mensaje al primer nodo y el primer nodo recibe el primer mensaje, encapsula la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y envía el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo; el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en el segundo puerto y envía el segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto; y el segundo controlador recibe el segundo mensaje, saca la etiqueta del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener el primer paquete de descubrimiento de enlaces, extrae el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determina que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo. De esta manera, se implementa que un controlador de enrutamiento y un controlador de red de transporte puedan descubrir automáticamente información sobre un enlace multinivel, de modo que se reduce la configuración manual.

40 Para el sistema de descubrimiento de enlaces en la realización anterior, el contenido tal como los procesos de intercambio de información y de ejecución entre los nodos en el sistema de descubrimiento de enlaces se basa en un mismo concepto que las realizaciones del método y las realizaciones del aparato de la presente invención; por lo tanto, para contenido específico, se puede hacer referencia a la descripción en las realizaciones del método y las realizaciones del aparato de la presente invención, y no se proporcionan más detalles en el presente documento.

45 Una persona con experiencia ordinaria en la técnica puede entender que la totalidad o algunos de los pasos del procedimiento en las realizaciones anteriores pueden ser implementados por un programa de ordenador dando instrucciones a hardware pertinente. El programa se puede almacenar en un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se ejecuta el programa, se realizan los procesos del método en las realizaciones anteriores. El medio de almacenamiento puede incluir: un disco magnético, un disco óptico, una memoria de sólo lectura (Read-Only Memory, ROM) o una memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory, RAM).

50 Las descripciones anteriores son meramente maneras de implementación de ejemplo de la presente invención, pero no pretenden limitar el alcance de protección de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de descubrimiento de enlaces, en donde el método comprende:
 - enviar, por un primer controlador, un primer mensaje a un primer nodo, en donde el primer mensaje transporta un primer paquete de descubrimiento de enlaces y una etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, el primer paquete de descubrimiento de enlaces comprende un identificador de un primer puerto del primer nodo y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones a un segundo nodo para enviar el primer paquete de descubrimiento de enlaces a un segundo controlador;
 - recibir, por el primer nodo, el primer mensaje, que encapsula la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces, y enviar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo;
 - recibir, por el segundo nodo, el segundo paquete de descubrimiento de enlaces en un segundo puerto del segundo nodo y enviar un segundo mensaje al segundo controlador de acuerdo con la etiqueta, en donde el segundo mensaje transporta el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador del segundo puerto; y
 - recibir, por el segundo controlador, el segundo mensaje, sacar la etiqueta del segundo paquete de descubrimiento de enlaces para obtener el primer paquete de descubrimiento de enlaces, extraer el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la recepción, por el primer nodo, del primer mensaje, que encapsula la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar un segundo paquete de descubrimiento de enlaces, y enviar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo comprende específicamente:
 - recibir, por el primer nodo, el primer mensaje y crear una entrada de flujo, en donde la entrada de flujo comprende al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con la etiqueta en la capa externa; y
 - encapsular, por el primer nodo de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces para formar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces y enviar el segundo paquete de descubrimiento de enlaces desde el primer puerto al segundo nodo.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el método comprende además:
 - enviar, por el segundo controlador, un tercer mensaje al primer controlador, en donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el método comprende además:
 - recibir, por el segundo controlador, un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y
 - adquirir, por el segundo controlador, un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, en donde el tercer mensaje comprende además el tipo de enlace del enlace.

5. El método de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en donde el método comprende que:
 - el primer controlador es un controlador de red de transporte, el segundo controlador es un controlador de enrutamiento y el segundo controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo; y
 - el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

6. Un controlador, en donde el controlador comprende:
 - una primera unidad de recepción (501), configurada para recibir un segundo mensaje enviado por un segundo nodo, en donde el segundo mensaje transporta un segundo paquete de descubrimiento de enlaces y un identificador de un segundo puerto en el cual el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces;
 - una primera unidad de adquisición (502), configurada para sacar una etiqueta en una capa externa del segundo paquete de descubrimiento de enlaces, para obtener un primer paquete de descubrimiento de enlaces, en donde el primer paquete de descubrimiento de enlaces comprende un identificador de un primer puerto; y

una unidad de extracción (503), configurada para extraer el identificador del primer puerto en el primer paquete de descubrimiento de enlaces y el identificador del segundo puerto en el segundo mensaje, y determinar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo, en donde

5 el segundo mensaje es un mensaje enviado por el segundo nodo al controlador de acuerdo con la etiqueta después de que el segundo nodo recibe el segundo paquete de descubrimiento de enlaces enviado por el primer nodo;

10 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo; y

el primer mensaje es un mensaje enviado por un primer controlador al primer nodo, el primer mensaje transporta el primer paquete de descubrimiento de enlaces y la etiqueta correspondiente al primer paquete de descubrimiento de enlaces, y la etiqueta se utiliza para dar instrucciones al segundo nodo para enviar el primer paquetes de descubrimiento de enlaces al controlador.

15 7. El controlador de acuerdo con la reivindicación 6, en donde que el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado encapsulando, por el primer nodo, la etiqueta en una capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces después de que el primer nodo recibe un primer mensaje y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo comprende específicamente que:

20 el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es un paquete formado creando, por el primer nodo, una entrada de flujo después de que el primer nodo recibe el primer mensaje y encapsulando, de acuerdo con la entrada de flujo, la etiqueta en la capa externa del primer paquete de descubrimiento de enlaces y el segundo paquete de descubrimiento de enlaces es enviado por el primer nodo desde el primer puerto al segundo nodo de acuerdo con la entrada de flujo, en donde

25 la entrada de flujo comprende al menos: el identificador del primer puerto, la etiqueta y una regla de reenvío, y la regla de reenvío debe enviar, desde el puerto correspondiente al identificador del primer puerto, el primer paquete de descubrimiento de enlaces encapsulado con el etiqueta en la capa externa.

8. El controlador de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, en donde el controlador comprende además:

30 una unidad de envío, configurada para enviar un tercer mensaje al primer controlador, donde el tercer mensaje transporta el identificador del primer puerto del primer nodo y el identificador del segundo puerto del segundo nodo, y se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo.

9. El controlador de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el controlador comprende además:

35 la primera unidad de recepción, configurada además para recibir un identificador del segundo nodo enviado por el segundo nodo y un identificador de puerto y un tipo de puerto en el segundo nodo; y

una segunda unidad de adquisición, configurada para adquirir un tipo de enlace del enlace de acuerdo con el tipo de puerto, en donde

el tercer mensaje comprende además el tipo de enlace del enlace.

40 10. El controlador de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en donde el primer controlador es un controlador de red de transporte, el controlador es un controlador de enrutamiento y el controlador es un controlador en un segundo dominio en el cual se encuentra el segundo nodo; y

el tercer mensaje transporta además un identificador del segundo dominio y el tercer mensaje se utiliza para indicar que existe un enlace entre el primer puerto del primer nodo y el segundo puerto del segundo nodo en el segundo dominio.

45

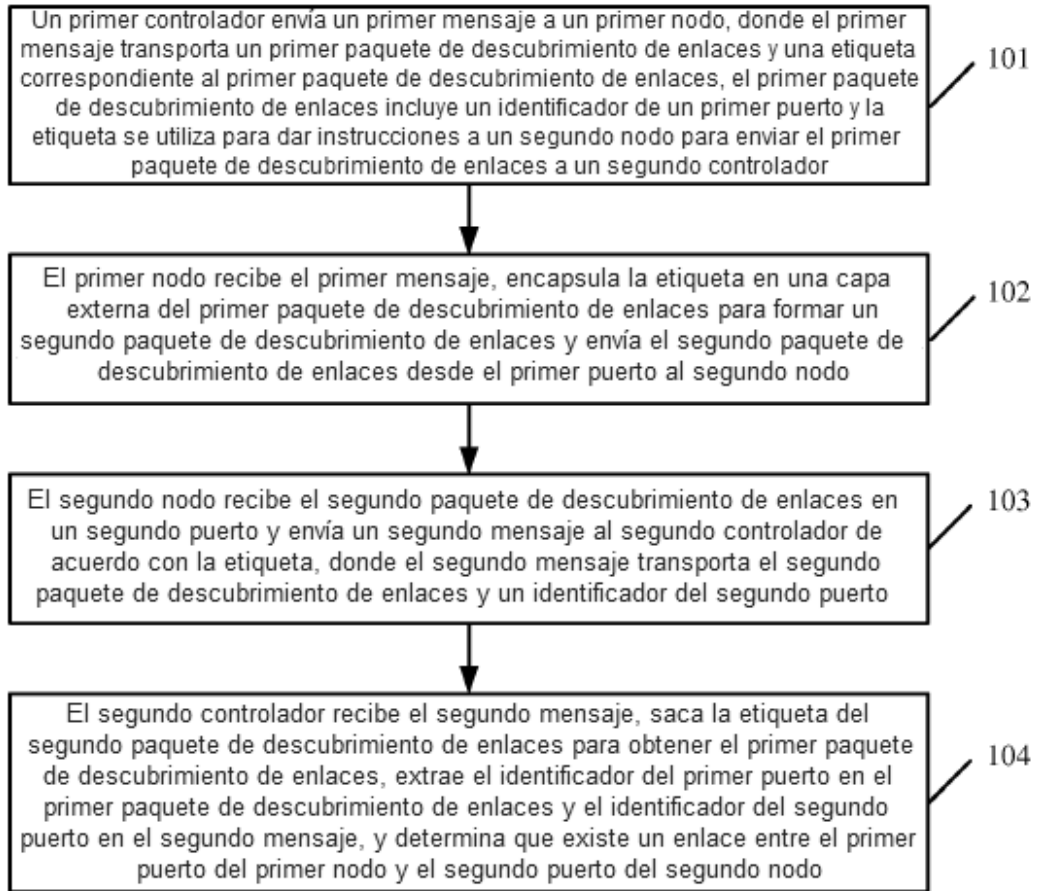


FIG. 1

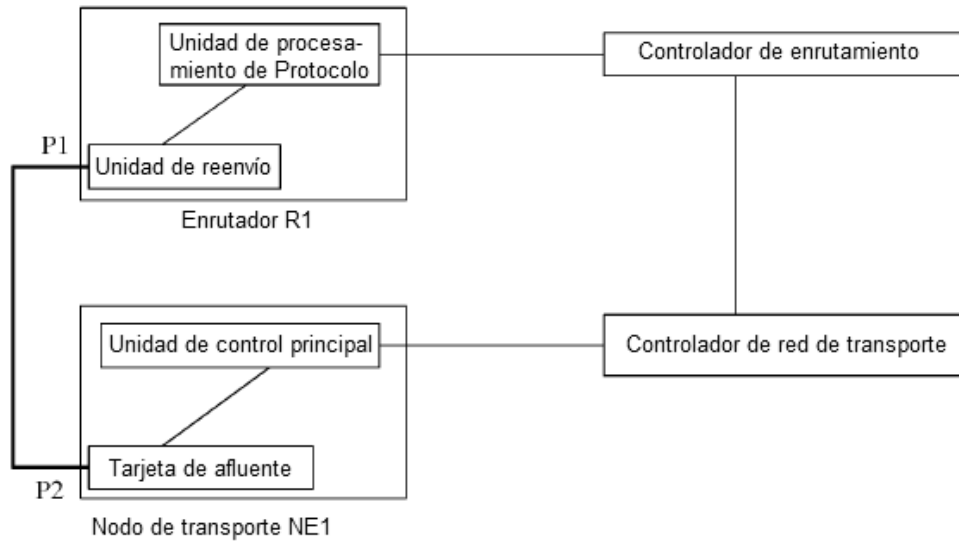


FIG. 2

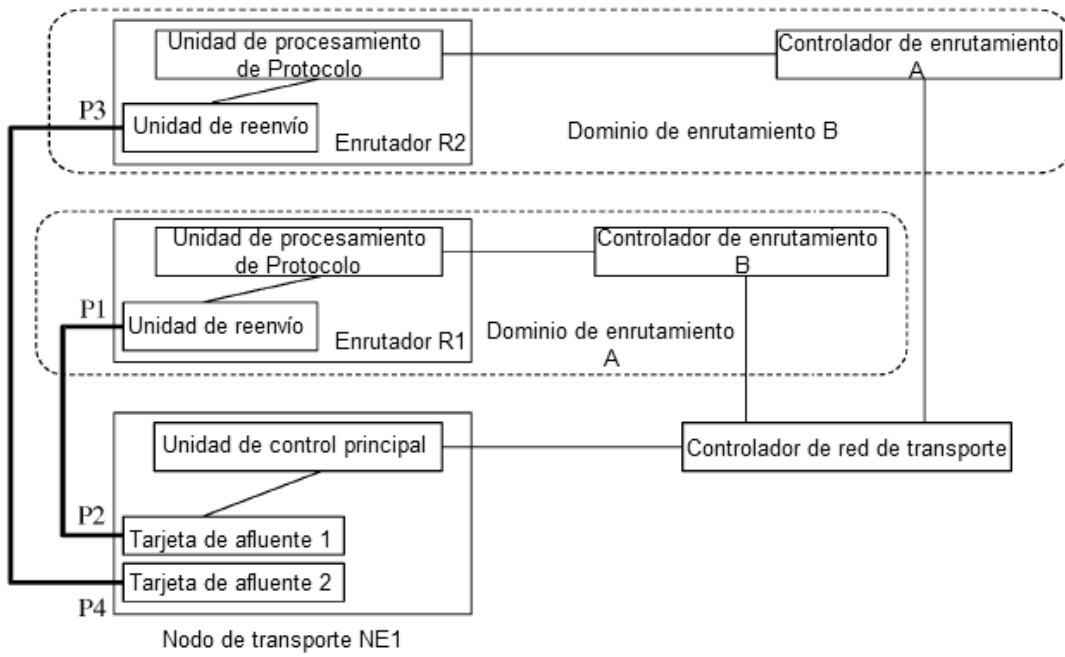


FIG. 3

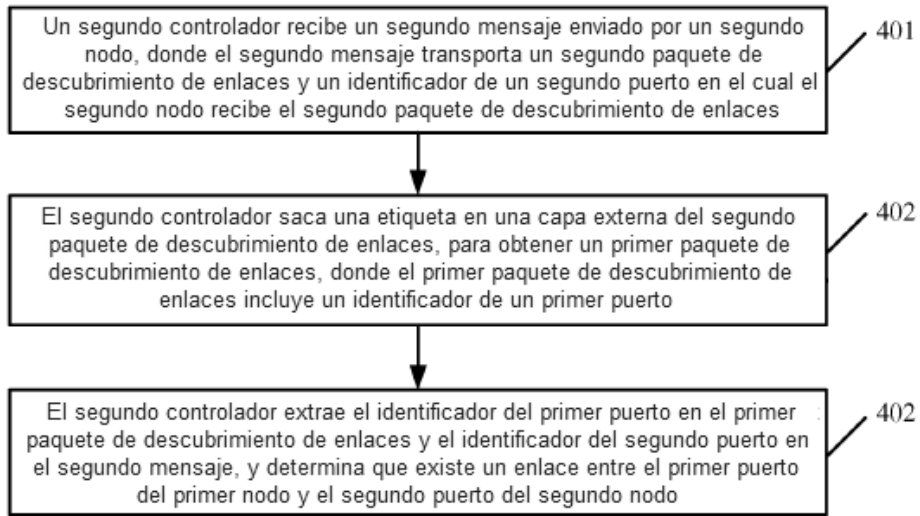


FIG. 4

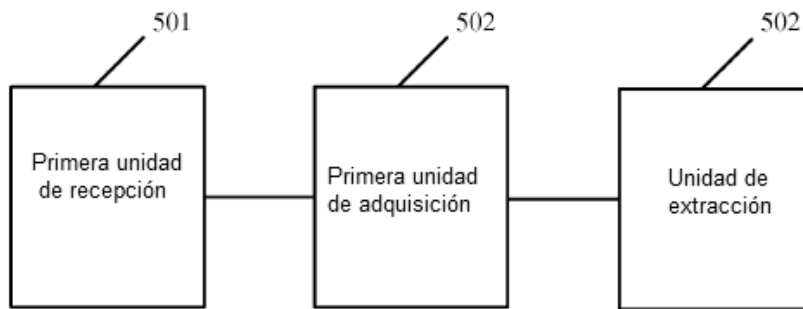


FIG. 5

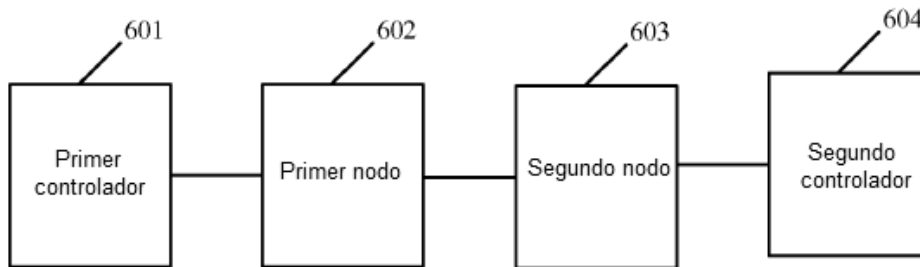


FIG. 6

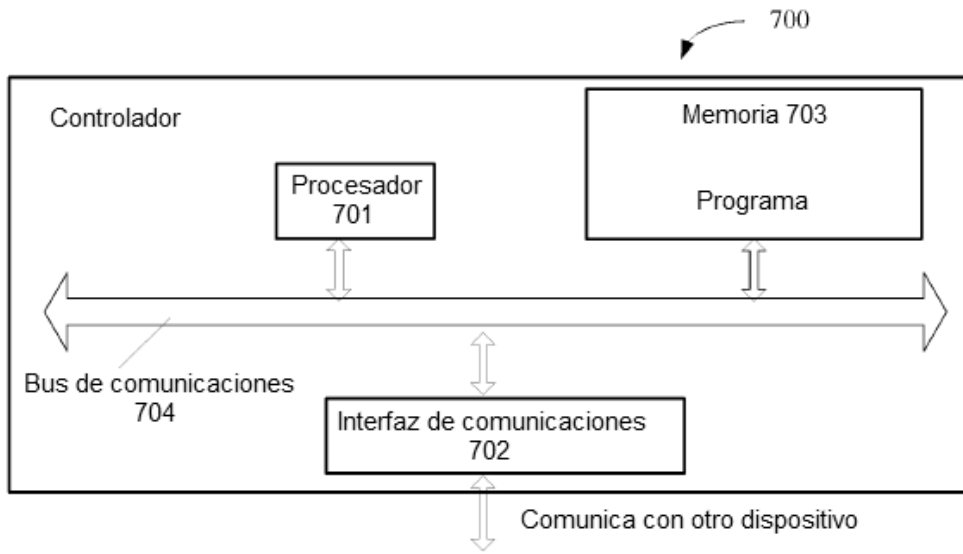


FIG. 7