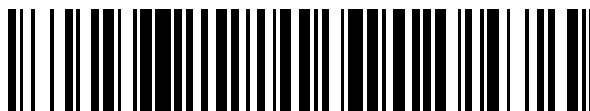


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 719 541**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/24** (2006.01)

**H04L 29/06** (2006.01)

**H04L 12/721** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.01.2014 PCT/CN2014/071609**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015 WO15113191**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.01.2014 E 14880996 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2019 EP 3091708**

54 Título: **Procedimiento y aparato de modificación de reglas de procesamiento**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.07.2019**

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

72 Inventor/es:  
**NI, HUI**

74 Agente/Representante:  
**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 719 541 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**

Procedimiento y aparato de modificación de reglas de procesamiento

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo de las comunicaciones y, en particular, a un procedimiento y aparato de modificación de reglas de procesamiento.

10 Antecedentes

Para implementar la flexibilidad de implantación y la manejabilidad de elementos de red, la industria propone un concepto de conexión en red definida por software (SDN). La SDN separa la lógica de control de los elementos de red de sus funciones de reenvío e implanta la lógica de control de todos los elementos de red de manera centralizada, de modo que el trabajo de control y mantenimiento de una red se puede implementar simplemente realizando una operación en un dispositivo en el plano de control. Por lo tanto, se aumenta la eficiencia de gestión de la red, un dispositivo en el plano de reenvío es más sencillo y se puede lograr fácilmente un alto grado de rendimiento y reutilización del dispositivo en el plano de reenvío.

20 En una aplicación real, una red SDN incluye generalmente un controlador que funciona como un dispositivo en el plano de control y un reenviador que funciona como un dispositivo en el plano de reenvío. El controlador utiliza reglas de procesamiento del reenviador para realizar el control de un proceso de procesamiento de paquetes de datos. Cada regla de procesamiento incluye información de campo de correspondencia y un conjunto de instrucciones que incluye una o más instrucciones de acciones. La información de campo de correspondencia se utiliza para determinar un paquete de datos a emparejar, es decir, un paquete de datos correspondiente a la regla de procesamiento. El conjunto de instrucciones se utiliza para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con una instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en el paquete de datos correspondiente a la regla de procesamiento. Cada instrucción de acción incluye opcionalmente un tipo de acción y un parámetro de acción. En la presente invención, el tipo de acción y el parámetro de acción se denominan conjuntamente variable de acción de una instrucción de acción. Por lo general, la regla de procesamiento puede incluir además un identificador o un índice de la regla de procesamiento. La información de campo de correspondencia de la regla de procesamiento y el identificador o índice de la regla de procesamiento pueden denominarse información de descripción de regla de la regla de procesamiento. La información de descripción de regla de la regla de procesamiento puede usarse para identificar la regla de procesamiento. Debe observarse que la información de descripción de regla que se utiliza para identificar la regla de procesamiento no significa necesariamente identificar de manera única una regla de procesamiento. Diferentes reglas de procesamiento pueden tener la misma información de descripción de regla.

40 El protocolo OpenFlow es un protocolo muy habitual y es el protocolo más ampliamente aplicado en una red SDN. Elementos de red en el protocolo OpenFlow incluyen un controlador OpenFlow y un reenviador OpenFlow (conmutador OpenFlow), que se denominarán en lo sucesivo, respectivamente, controlador OF y reenviador OF para abreviar. El procesamiento de paquetes de datos en el protocolo OpenFlow se realiza en función de una granularidad de flujo de servicio. Cada flujo de servicio puede representarse mediante una combinación de diferentes campos de cabecera de paquete, tales como una dirección de control de acceso al medio (MAC) de origen, una dirección MAC de destino, una dirección de protocolo de Internet (IP) de origen, una dirección IP de destino, un número de puerto de origen y un número de puerto de destino. El reenviador OF almacena una regla de procesamiento de las granularidades de flujo en una tabla de flujo del reenviador OF. Por lo tanto, una regla de procesamiento en el protocolo OpenFlow también se conoce como entrada de flujo. La siguiente Tabla 1 muestra una estructura de cada entrada de flujo:

Tabla 1

Campo de correspondencia	Prioridad	Contador	Instrucciones	Límite de tiempo	Cookie
--------------------------	-----------	----------	---------------	------------------	--------

55 Cada entrada de flujo incluye un campo de correspondencia, una prioridad, un contador, un conjunto de instrucciones, un límite de tiempo, una *cookie* y similares. El campo de correspondencia se puede considerar información de descripción de regla de la entrada de flujo. El conjunto de instrucciones incluye una instrucción de acción correspondiente a la entrada de flujo. Una variable de acción de cada instrucción de acción incluye un tipo de acción y un parámetro de acción. En este caso, la información de descripción de regla se puede utilizar además para determinar un paquete de datos correspondiente a la regla de procesamiento, y el paquete de datos correspondiente a la regla de procesamiento concuerda con la información de descripción de regla.

60 Cuando el reenviador OF recibe un paquete de datos de un usuario, el reenviador OF empareja el paquete de datos con un campo de correspondencia de cada entrada de flujo. Después, el reenviador OF realiza, de acuerdo con una entrada de flujo emparejada con éxito, una acción incluida en un conjunto de instrucciones en el paquete de datos. De esta manera se implementan el reenvío, la modificación y otro procesamiento de control del paquete de datos.

El protocolo OpenFlow utiliza un mensaje de modificación de flujo (*Flow\_mod*) para agregar, modificar y eliminar una entrada de flujo. La estructura principal de cada mensaje *Flow\_mod* es la siguiente: *Flow\_mod*={tipo de mensaje (*Msg\_Type*), ID de tabla (*Table ID*), regla de correspondencia (*match rule*), Instrucciones (Acción 1, Acción 2,... Acción n)}. Cuando se modifica una entrada de flujo, el mensaje *Flow\_mod* incluye un identificador de que *Msg\_Type* es *Modify* (modificación) o *Modify\_Strict* (modificación estricta) para indicar, respectivamente, una modificación de correspondencia no estricta y una modificación de correspondencia estricta en la entrada de flujo. La modificación de correspondencia estricta consiste en cambiar un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo cuyo campo de correspondencia es totalmente idéntico a una regla de correspondencia incluida en un mensaje *Flow\_mod* por un conjunto de instrucciones incluido en el mensaje *Flow\_mod*. La modificación de correspondencia no estricta consiste en cambiar conjuntos de instrucciones de todas las entradas de flujo cuyos campos de correspondencia estén cubiertos por una regla de correspondencia incluida en un mensaje *Flow\_mod* por un conjunto de instrucciones incluido en el mensaje *Flow\_mod*. A continuación se ilustra una diferencia entre los dos tipos de modificación.

En las tres entradas de flujo siguientes almacenadas en una tabla de flujo (los siguientes ejemplos y formas de realización de la presente invención que se describirán proporcionan solamente parte del contenido de entradas de flujo relacionadas con esta divulgación, y otros campos, tales como límites de tiempo y *cookies*, son irrelevantes para la presente invención y no se enumeran aquí):

entrada de flujo 1: Regla de correspondencia (*Match rule*) (*src\_ip*=ip1, *dst\_ip*=ip2, *protocol*=TCP, *dst\_port*=80), instrucciones (acción1, acción4);  
 entrada de flujo 2: Regla de correspondencia (*src\_ip*=ip1, *dst\_ip*=ip2, *protocol*=UDP, *dst\_port*=53), instrucciones (acción2, acción4); y  
 entrada de flujo 3: Regla de correspondencia (*src\_ip*=ip1, *dst\_ip*=ip2), instrucciones (acción3, acción4).

Se supone que la información incluida en un mensaje *Flow\_mod* es: *Msg\_type*, regla de correspondencia (*src\_ip*=ip1, *dst\_ip* = ip2), instrucciones (acción4, acción5). Si el *Msg\_Type* incluido en el mensaje *Flow\_mod* es *Modify\_Strict* (modificación estricta), las instrucciones en la entrada de flujo 3 se sustituyen por instrucciones (acción4, acción5) ya que solamente la entrada de flujo 3 coincide completamente con la regla de correspondencia incluida en el mensaje *Flow\_mod*; si el *Msg\_Type* incluido en el mensaje *Flow\_mod* es *Modify* (modificación), las instrucciones en las entradas de flujo 1, 2 y 3 se sustituyen por instrucciones (acción4, acción5) ya que la regla de correspondencia en el mensaje *Flow\_mod* está incluida en todas las entradas de flujo 1, 2 y 3.

A partir de la descripción y ejemplos anteriores puede deducirse que una o más entradas de flujo se pueden modificar por lotes por medio de modificación de correspondencia estricta o modificación de correspondencia no estricta en un procedimiento de modificación de entrada de flujo definido en el protocolo OpenFlow. Sin embargo, la modificación se limita únicamente a la sustitución completa de un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo por un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod*.

Este procedimiento de modificación es demasiado inflexible, produce una baja eficiencia de modificación en la mayoría de los casos y ocupa más recursos de comunicación entre un controlador OF y un reenviador OF.

El documento "OpenFlow Switch Specification, Version 1.4.0" (ONF TS-012, (20131014), páginas 1 - 206, URL:<https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/sdn-resources/onf-specifications/openflow/openflow-spec-v1.4.0.pdf>, (20151214), XP055235997 [X] 1,9-11 \* Capítulos 5, 6 y 7 \* [A] 2-8,12-15) divulga los detalles de los mensajes de modificación de tabla de flujo.

#### Resumen

Las formas de realización de la presente invención proporcionan un procedimiento de modificación de reglas de procesamiento y un aparato de acuerdo con las reivindicaciones independientes, los cuales pueden aumentar la eficiencia en la modificación de una regla de procesamiento en un reenviador y reducir los recursos de comunicación ocupados entre un controlador y el reenviador.

En las formas de realización de la presente invención, un reenviador recibe información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar. Cuando el reenviador determina que la información de descripción de regla de una primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento usando solamente una manera similar a la

manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

#### Breve descripción de los dibujos

Para describir más claramente las soluciones técnicas de las formas de realización de la presente invención, a continuación se introducen brevemente los dibujos adjuntos requeridos para describir las formas de realización o la técnica anterior. Evidentemente, los dibujos adjuntos de la siguiente descripción muestran simplemente algunas formas de realización de la presente invención, y un experto en la técnica puede obtener otros dibujos a partir de estos dibujos adjuntos sin realizar investigaciones adicionales.

La FIG. 1 es un diagrama de una estructura de un escenario de aplicación de un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con una forma de realización de la presente invención.

La FIG. 2 es un diagrama esquemático de una primera forma de realización de un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 3 es un diagrama esquemático de una segunda forma de realización de un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 4 es un diagrama esquemático de una tercera forma de realización de un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 5 es un diagrama esquemático de una primera forma de realización de un aparato de modificación de reglas de procesamiento de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 6 es un diagrama esquemático de una segunda forma de realización de un aparato de modificación de reglas de procesamiento de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 7 es un diagrama esquemático de una estructura de un reenviador de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 8 es un diagrama esquemático de una estructura de un controlador de acuerdo con la presente invención.

#### Descripción de formas de realización

En algunos escenarios, algunas instrucciones de acción de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo solo son admitidas por la entrada de flujo, o en muchos escenarios, solamente es necesario modificar algunas instrucciones de acción de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo. Por lo tanto, un controlador OF espera modificar algunas instrucciones de acción de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo por lotes al tiempo que conserva otras instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la entrada de flujo. Por ejemplo, en lo que respecta a las entradas de flujo 1 a 3 ejemplificadas en la sección de los antecedentes, se supone que las acciones 1, 2 y 3 indican acciones de encapsular paquetes de datos con respecto a diferentes túneles correspondientes a las entradas de flujo, la acción 4 indica reenviar un paquete de datos desde un puerto 1 y la acción 5 indica reenviar un paquete de datos desde un puerto 2. El controlador OF espera modificar la acción 4 en cada una de las entradas de flujo 1, 2 y 3 con la acción 5 mientras mantiene las acciones 1, 2 y 3 sin cambios, de modo que un puerto que reenvía en último lugar un paquete de datos cambia del puerto 1 al puerto 2. Sin embargo, el controlador OF no puede implementar esta capacidad de modificación por lotes mediante el uso de un mensaje *Flow\_mod* de la técnica anterior ya que la técnica anterior solo admite la sustitución completa de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo. El controlador OF sólo puede modificar tres reglas de procesamiento mediante el uso de tres mensajes *Flow\_mod* respectivamente, lo que conduce a una baja eficiencia en la modificación de una entrada de flujo en un reenviador. Además, se requieren tres mensajes *Flow\_mod* para implementar la modificación de las entradas de flujo 1 a 3, lo que ocupa recursos de comunicación entre el controlador OF y un reenviador OF. Especialmente en un escenario en el que el reenviador OF tiene una gran cantidad de entradas de flujo, esta modificación ineficiente de entrada de flujo puede causar la transmisión de una gran cantidad de mensajes *Flow\_mod* entre el controlador OF y el reenviador OF, disminuyendo la eficiencia en la modificación de las entradas de flujo y consumiendo los recursos de comunicación entre el controlador OF y el reenviador OF.

Por ello, las formas de realización de la presente invención proporcionan un procedimiento y aparato de modificación de reglas de procesamiento que pueden aumentar la eficiencia en la modificación de una regla de procesamiento en un reenviador y reducir los recursos de comunicación ocupados entre un controlador y el reenviador.

5 El procedimiento, aparato y dispositivo de modificación de regla de procesamiento proporcionados en las formas de realización de la presente invención no solo pueden aplicarse a la modificación de una entrada de flujo en un reenviador OF mediante un controlador OF en el protocolo OpenFlow, sino que también pueden aplicarse a la modificación de una regla de procesamiento en un reenviador mediante un controlador en otra red SDN.

10 Haciendo referencia a la FIG. 1, la FIG. 1 es un diagrama esquemático de una estructura de una red SDN en la que puede aplicarse un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. La estructura incluye un controlador 110 y un reenviador 120. El controlador 110 modifica primeras reglas de procesamiento almacenadas en el reenviador 120 mediante el envío de información de modificación de regla al reenviador 120. Las primeras reglas de procesamiento almacenadas en el reenviador 120 y la regla de procesamiento anterior se refieren a un mismo objeto. Las reglas de procesamiento almacenadas en el reenviador 120 mencionadas aquí y más adelante se denominan primeras reglas de procesamiento, con el fin de distinguir la primera regla de procesamiento de una regla de procesamiento a modificar. Específicamente, la primera regla de procesamiento puede incluir información de descripción de regla y un conjunto de instrucciones, la información de descripción de regla se utiliza para identificar la primera regla de procesamiento, el conjunto de instrucciones incluye al menos una instrucción de acción, y el conjunto de instrucciones se utiliza para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con la instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento.

20 Haciendo referencia a la FIG. 2, la FIG. 2 es un diagrama esquemático de una primera forma de realización de un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con la presente invención. El procedimiento incluye:

30 Etapa 201: Un reenviador recibe información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.

35 Etapa 202: Cuando el reenviador determina que la información de descripción de regla de una primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción.

40 En esta forma de realización, un reenviador recibe información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar. Por lo tanto, en lo que respecta a cada primera regla de procesamiento cuya información de descripción de regla concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento usando solamente una manera similar a la manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

Haciendo referencia a la FIG. 3, la FIG. 3 es un diagrama esquemático de una segunda forma de realización de un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con la presente invención. El procedimiento incluye:

5 Etapa 301: Un controlador envía información de modificación de regla a un reenviador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.

10 Por lo tanto, cuando el reenviador determina que la información de descripción de regla de una primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción.

Opcionalmente, antes de la etapa 301, el procedimiento puede incluir además: generar, mediante el controlador, la información de modificación de regla.

20 En el presente documento no se describen detalles acerca de cómo el controlador genera la información de modificación de regla.

25 En esta forma de realización, un controlador envía información de modificación de regla a un reenviador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento a modificar. Por lo tanto, en lo que respecta a cada primera regla de procesamiento cuya información de descripción de regla concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento usando solamente una manera similar a la manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

Haciendo referencia a la FIG. 4, la FIG. 4 es un diagrama esquemático de una tercera forma de realización de un procedimiento de modificación de regla de procesamiento de acuerdo con la presente invención. El procedimiento incluye:

50 Etapa 401: Un controlador envía información de modificación de regla a un reenviador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.

60 La manera en que se activa el controlador para modificar una primera regla de procesamiento y la manera en que el controlador determina qué instrucciones de acción de la primera regla de procesamiento deben modificarse no están limitadas en el presente documento. Por ejemplo, el controlador puede activar la modificación de una o más primeras reglas de procesamiento de acuerdo con condiciones externas, tales como la notificación de un paquete de datos por parte del reenviador, una solicitud de modificación de regla procedente de un sistema de gestión de capa superior del controlador o una notificación de migración de máquina virtual o de acuerdo con condiciones internas, tales como un límite de tiempo de temporizador de modificación. Por ejemplo, el controlador puede extraer, de un campo de cabecera del paquete de datos notificado por el reenviador, u obtener, a partir de información introducida directamente en el sistema de gestión de capa superior, una primera regla de procesamiento a modificar y una

instrucción de acción a modificar en cada primera regla de procesamiento. De manera alternativa, el controlador determina una primera regla de procesamiento a modificar, una acción o variable de acción a modificar en cada primera regla de procesamiento, y similares, de acuerdo con información tal como un tipo de paquete de datos reenviado por el reenviador, información de suscripción de un usuario al que pertenece el paquete de datos reenviado y estado de red.

La forma de implementar la transmisión de la información de modificación de regla entre el controlador y el reenviador no está limitada en la presente invención. Por ejemplo, en el protocolo OpenFlow, esta etapa se puede implementar usando un controlador OF para enviar, a un OF, un mensaje *Flow\_mod* que transporta la información de modificación de regla. De manera alternativa, en otra red SDN, esta etapa puede implementarse mediante el uso de otro mensaje entre el controlador y el reenviador, y similares.

La información de descripción de regla se utiliza para identificar la primera regla de procesamiento. Por ejemplo, la información de descripción de regla puede ser un identificador único asignado por el controlador o el reenviador a la primera regla de procesamiento. En algunos escenarios, por ejemplo en el protocolo OpenFlow, la información de descripción de regla puede ser un campo de correspondencia de una entrada de flujo. En este caso, la información de descripción de regla se puede utilizar además para determinar un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento, donde el paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento concuerda con la información de descripción de regla.

La información de correspondencia de descripción de regla puede tener diferentes implementaciones en diferentes escenarios de aplicación.

**Ejemplo 1:** En el protocolo OpenFlow, la información de correspondencia de descripción de regla puede ser una regla de correspondencia incluida en un mensaje *Flow\_mod*. La regla de correspondencia puede cubrir diferentes intervalos de campos de correspondencia y, por lo tanto, indicar diferentes conjuntos de entradas de flujo de acuerdo con si el mensaje *Flow\_mod* transporta un identificador de modificación de correspondencia estricta o un identificador de modificación de correspondencia no estricta.

Por ejemplo, el ejemplo en la sección de antecedentes en el que la regla de correspondencia coincide con los campos de correspondencia en las entradas de flujo.

De manera alternativa, por ejemplo, una regla de correspondencia incluida en el mensaje *Flow\_mod* es: regla de correspondencia={*src\_ip*=ip1, *dst\_ip*=ip2, *protocol*=ALL, *port*=ALL, *tunnel\_id*=ALL}.

Si el mensaje *Flow\_mod* transporta el identificador de modificación de correspondencia estricta, un campo de correspondencia, en el reenviador, que es totalmente idéntico a la regla de correspondencia anterior es un intervalo cubierto por la regla de correspondencia. Si el mensaje *Flow\_mod* transporta el identificador de modificación de correspondencia no estricta, un campo de correspondencia, en el reenviador, que incluye la regla de correspondencia anterior es un intervalo cubierto por la regla de correspondencia.

De manera alternativa, por ejemplo, la regla de correspondencia puede utilizar un valor comodín de un campo de cabecera de control de acceso al medio (MAC)/protocolo de Internet (IP)/protocolo de control de transmisión (TCP)/protocolo de datagrama de usuario (UDP), o una máscara de *cookies*, u otras maneras, de modo que la regla de correspondencia puede cubrir campos de correspondencia de una o más entradas de flujo. Si la regla de correspondencia es: regla de correspondencia={*src\_ip*=ip1, *dst\_ip*=ip2, *cookie*=0x0031, *cookie\_mask*=0xfffe}, la regla de correspondencia puede cubrir los campos de correspondencia de todas las entradas de flujo en las que una dirección IP de origen y una dirección IP de destino son direcciones especificadas, lo cual sigue esta lógica: (*flow entry:cookie&flow mod:cookie mask*)==(Flow\_mod:cookie&flow mod:cookie mask).

**Ejemplo 2:** Se supone que la información de descripción de regla se implementa mediante el uso de un identificador de regla de procesamiento que identifica de manera única la primera regla de procesamiento. La información de correspondencia de descripción de regla puede incluir uno o más identificadores de regla (por ejemplo, la información de correspondencia de descripción de regla es {1, 3, 4}); o incluir una máscara de identificador de regla (por ejemplo, la información de correspondencia de descripción de regla es {0x001, *mask*=0xfffe}); o incluir un intervalo de identificadores de regla (por ejemplo, la información de correspondencia de descripción de regla es {Min=1, MAX=3}); o similar.

En una aplicación real, la información de correspondencia de descripción de regla puede implementarse de manera flexible y puede establecerse específicamente de acuerdo con un entorno de aplicación real, lo cual no está limitado en el presente documento.

La información de modificación de instrucción de acción puede incluir una condición de correspondencia de instrucciones de acción e información de operación de modificación, donde la condición de correspondencia de instrucciones de acción se utiliza para determinar una instrucción de acción a modificar, y la información de

operación de modificación se utiliza para indicar una operación de modificación en la instrucción de acción a modificar.

Específicamente, la condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir:

- 5                   información de ubicación, donde la información de ubicación se utiliza para indicar una ubicación de la instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; o  
                  información de tipo de instrucción, donde la información de tipo de instrucción se utiliza para indicar un tipo de instrucción de la instrucción de acción a modificar; o  
10                  la instrucción de acción a modificar.

La información de ubicación puede incluir una primera máscara, donde una ubicación de cada bit de máscara en la primera máscara corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; o

- 15                  la información de ubicación puede incluir una lista de indicaciones de modificación, donde la lista de indicaciones de modificación incluye una indicación de modificación, y una ubicación de cada indicación de modificación en la lista de indicaciones de modificación corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, donde la indicación de modificación se usa para indicar si se debe modificar la instrucción de acción.

20                  La información de operación de modificación puede incluir:

- una nueva instrucción de acción; o  
                  información de indicación de modificación de parámetro, donde la información de indicación de modificación de parámetro se usa para ordenar la modificación de una variable de acción de la instrucción de acción a modificar.

La información de operación de modificación de parámetro puede incluir:

- 30                  una condición de correspondencia de parámetros e información de operación de modificación de parámetro, donde la condición de correspondencia de parámetros se utiliza para determinar la variable de acción a modificar en la instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación de parámetro se utiliza para ordenar la modificación de la variable de acción a modificar.

35                  La condición de correspondencia de parámetros puede incluir:

- la variable de acción a modificar; o  
                  una variable de acción y una indicación de modificación vinculada a la variable de acción, donde la indicación de modificación se utiliza para indicar si se debe modificar la variable de acción vinculada.

40                  La información de operación de modificación de parámetro puede incluir un nuevo valor de variable o información de procedimiento operativo, donde la información de procedimiento operativo se utiliza para indicar un procedimiento operativo para obtener un valor de variable.

45                  Una variable de acción de una acción incluye un tipo de acción y un parámetro de acción. El parámetro de acción puede incluir uno o más parámetros.

Etapa 402: El reenviador recibe la información de modificación de regla.

50                  Etapa 403: Cuando el reenviador determina que la información de descripción de regla de una primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción.

55                  A continuación se describe una implementación de esta etapa en la que el reenviador modifica la instrucción de acción especificada del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción.

60                  La información de modificación de instrucción de acción puede incluir una condición de correspondencia de instrucciones de acción e información de operación de modificación, donde la condición de correspondencia de instrucciones de acción se utiliza para determinar una instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación se utiliza para indicar una operación de modificación en la instrucción de acción a modificar.

65                  El que el reenviador modifique una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción puede incluir:



determinar, mediante el reenviador, una primera instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción; y  
 5 modificar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de operación de modificación.

A continuación se ejemplifica una implementación de la condición de correspondencia de instrucciones de acción:

10 1.1 La condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir información de ubicación, y la información de ubicación se utiliza para indicar una ubicación de la instrucción de acción a modificar del conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.  
 La determinación, por parte del reenviador, de una primera instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de  
 15 instrucciones de acción puede incluir: determinar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación.  
 En una primera manera de implementación posible, la información de ubicación puede incluir una primera máscara, donde una ubicación de cada bit de máscara en la primera máscara corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción del conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.  
 20 La determinación, por parte del reenviador, de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación puede incluir:

determinar, mediante el reenviador, un bit de máscara que es un valor prefijado de la primera  
 25 máscara; y  
 determinar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción de acuerdo con una ubicación del bit de máscara que es el valor prefijado.

En una aplicación real, un bit de máscara correspondiente a la primera instrucción de acción es un primer valor prefijado, y los valores de otros bits de máscara son diferentes del primer valor prefijado.  
 30 Por ejemplo, en un ejemplo en el que esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF a un reenviador OF es como sigue:

*Flow\_mod*={MODIFY, table id=1, regla de correspondencia, Mask=0x001, Instrucciones {acción3}.

La información de ubicación se implementa usando una máscara 0x001. Si el primer valor prefijado es 1, solo el último bit de máscara de la máscara 0x001 es 1, lo que indica que la última instrucción de acción en un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo es una primera instrucción de acción.

En una segunda manera de implementación posible, la información de ubicación puede incluir una lista de indicaciones de modificación, donde la lista de indicaciones de modificación incluye una indicación de modificación, y una ubicación de cada indicación de modificación en la lista de indicaciones de modificación  
 40 corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, y la indicación de modificación se usa para indicar si se debe modificar la instrucción de acción.

La determinación, por parte del reenviador, de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación puede incluir:

45 determinar, mediante el reenviador, una indicación de modificación que se utiliza para indicar una modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, y determinar, mediante el reenviador de acuerdo con una primera ubicación de la indicación de modificación que se utiliza para indicar la modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, la primera instrucción de acción.

50 Por ejemplo, en un ejemplo en el que esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF a un reenviador OF es como sigue:

*Flow\_mod*={MODIFY, table id=1, regla de correspondencia, Instrucciones {(acción1, 0), (acción2, 1), (acción3, 0)}}}

55 Una acción 1, una acción 2 y una acción 3 incluidas en un conjunto de instrucciones del mensaje *Flow\_mod* son información de operación de modificación, específicamente, nuevas instrucciones de acción. Esto no se describe aquí, sino que se describe en detalle a continuación. 0 en (acción1, 0) y (acción3, 0), y 1 en (acción2, 1) son indicaciones de modificación. Se supone que la indicación de modificación 1 indica la modificación de una instrucción de acción correspondiente a la indicación de modificación, y la indicación de modificación 0 indica que no se modifica la instrucción de acción correspondiente a la indicación de modificación. (acción1, 0) está ubicada en el primer bit en el conjunto de instrucciones del mensaje *Flow\_mod*, y (acción1, 0) corresponde a una primera instrucción de acción en un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo. Sin embargo, el reenviador no modifica la primera instrucción de acción del conjunto de instrucciones de la entrada de flujo porque la indicación de modificación es 0. Asimismo, el reenviador modifica una segunda instrucción de acción del conjunto de instrucciones de la entrada de flujo, pero no modifica una tercera instrucción de acción del conjunto de instrucciones de la entrada de flujo.  
 60  
 65

1.2. La condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir: información de tipo de instrucción, y la información de tipo de instrucción se utiliza para indicar un tipo de instrucción de la instrucción de acción a modificar.

5 La determinación, por parte del reenviador, de una primera instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir:  
determinar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de tipo de instrucción.

10 Por ejemplo, en un ejemplo en el que esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF a un reenviador OF es como sigue:

*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*, regla de correspondencia, *Type\_Only*, Instrucciones {acción3}}.

15 Una acción 3 es información de operación de modificación, específicamente, una nueva instrucción de acción. Esto no se describe aquí, sino que se describe en detalle a continuación. *Type\_Only* es información de tipo de instrucción y se utiliza para indicar que un tipo de acción de una instrucción de acción a modificar es el mismo que un tipo de acción de la acción de información de operación de modificación 3. El reenviador determina como primera instrucción de acción una instrucción de acción que se encuentra en una tabla de instrucciones de una entrada de flujo y cuyo tipo de acción es el mismo que el tipo de acción de la acción 3.

20 1.3 La condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir: la instrucción de acción a modificar.

25 La determinación, por parte del reenviador, de una primera instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir:

determinar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción a partir del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la instrucción de acción incluida en la condición de correspondencia de instrucciones de acción.

30 Por ejemplo, en un ejemplo en el que esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF a un reenviador OF es como sigue:

*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*, regla de correspondencia, Instrucciones {(acción1, acción3), (acción2, acción4)}}

35 La primera instrucción de acción en cada par de instrucciones de acción de los pares de instrucciones de acción (acción1, acción 3) y (acción2, acción4) es una condición de correspondencia de instrucciones de acción, y la segunda instrucción de acción es información de operación de modificación. Específicamente, las primeras instrucciones de acción, acción 1 y acción 3, en los pares de instrucciones de acción (acción1, acción3) y (acción2, acción4) son instrucciones de acción a modificar. El reenviador determina por separado una acción 1 y una acción 3 en un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo como primera instrucción de acción.

40 Cada instrucción de acción en el ejemplo anterior incluye un tipo de acción y un parámetro de acción. Por ejemplo, la acción 1 es una acción de reenvío de un paquete de datos desde un puerto 1, y la acción 1 puede ser: acción (*type*=OUTPUT, *port*=1). La descripción anterior de esta forma de realización de la presente invención es irrelevante para una implementación especificada de cada instrucción de acción y, por lo tanto, no se proporcionan detalles en el presente documento.

A continuación se ejemplifica una implementación de la información de operación de modificación:

50 2.1. La información de operación de modificación puede incluir una nueva instrucción de acción. La modificación, por parte del reenviador, de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de operación de modificación puede incluir:

cambiar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción por la nueva instrucción de acción.

Por ejemplo, en los ejemplos anteriores mostrados en 1.2 y 1.3, la información de operación de modificación se implementa utilizando una nueva instrucción de operación. Específicamente:

55 Si un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF a un reenviador OF es el siguiente:

*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*=1, regla de correspondencia, *Mask*=0x001, Instrucciones {acción3}, entonces la información de operación de modificación se transporta en un conjunto de instrucciones del mensaje *Flow\_mod* y es una acción 3. El reenviador cambia solamente la última instrucción de acción de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo por la nueva instrucción de acción, acción 3, en el mensaje *Flow\_mod*, y mantiene sin cambios otras instrucciones de acción en el conjunto de instrucciones de la entrada de flujo.

60 Si un mensaje *Flow\_mod* enviado por el controlador OF al reenviador OF es el siguiente:

65 *Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*=1, regla de correspondencia, Instrucciones {(acción1, 0), (acción2, 1), (acción3, 0)}}, donde:

una acción 1, una acción 2 y una acción 3 incluidas en un conjunto de instrucciones del mensaje *Flow\_mod* son información de operación de modificación, específicamente, nuevas instrucciones de acción; 0 en (acción1, 0) y (acción3, 0), y 1 en (acción2, 1) son indicaciones de modificación; (acción1, 0) está ubicada en el primer bit en el conjunto de instrucciones del mensaje *Flow\_mod* y corresponde a una primera instrucción de acción en un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo; y la indicación de modificación es 0; entonces, el reenviador no cambia la primera instrucción de acción del conjunto de instrucciones de la entrada de flujo por la acción 1. Asimismo, el reenviador cambia una segunda instrucción de acción del conjunto de instrucciones de la entrada de flujo por la acción 2, pero no cambia una tercera instrucción de acción del conjunto de instrucciones de la entrada de flujo por la acción 3.

Si un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF al reenviador OF es el siguiente:

*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*, regla de correspondencia, *Type\_Only*, Instrucciones {acción3}}, donde una acción 3 es información de operación de modificación, específicamente, una nueva instrucción de acción, entonces el reenviador cambia por la acción 3 las instrucciones de acción que se encuentran en una tabla de instrucciones de una entrada de flujo y cuyos tipos de acción son los mismos que el tipo de acción 3 de la acción 3, y mantiene sin cambios otras instrucciones de acción.

Si un mensaje *Flow\_mod* enviado por el controlador OF al reenviador OF es el siguiente:

*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*, regla de correspondencia, Instrucciones {(acción1, acción3), (acción2, acción4)}}, donde la primera instrucción de acción en cada par de instrucciones de acción de los pares de instrucciones de acción (acción1, acción3) y (acción2, acción4) es una condición de correspondencia de instrucciones de acción, y la segunda instrucción de acción es información de operación de modificación, específicamente, el reenviador cambia una acción 1 de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo por la acción 3, cambia una acción 2 por la acción 4 y mantiene sin cambios otras instrucciones de acción.

2.2. La información de operación de modificación puede incluir información de indicación de modificación de parámetro, y la información de indicación de modificación de parámetro se usa para ordenar la modificación de una variable de acción de la instrucción de acción a modificar.

La modificación, por parte del reenviador, de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de operación de modificación incluye:

modificar, mediante el reenviador, una variable de acción de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de indicación de modificación de parámetro.

La información de indicación de modificación de parámetro puede incluir una condición de correspondencia de parámetros e información de operación de modificación de parámetro, donde la condición de correspondencia de parámetros se utiliza para determinar la variable de acción a modificar en la instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación de parámetro se utiliza para ordenar la modificación de la variable de acción a modificar.

La modificación, por parte del reenviador, de una variable de acción de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de indicación de modificación de parámetro puede incluir:

determinar, mediante el reenviador, una primera variable de acción a modificar en la primera instrucción de acción de acuerdo con la condición de correspondencia de parámetros; y  
 modificar, mediante el reenviador, la primera variable de acción de acuerdo con la información de operación de modificación de parámetro.

En una primera manera de implementación posible, la condición de correspondencia de parámetros puede incluir la variable de acción a modificar.

La determinación, por parte del reenviador, de una primera variable de acción a modificar en la primera instrucción de acción de acuerdo con la condición de correspondencia de parámetros puede incluir:

determinar, mediante el reenviador, la primera variable de acción a modificar en la primera instrucción de acción de acuerdo con la variable de acción en la condición de correspondencia de parámetros.

Por ejemplo, en un ejemplo en el que esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF a un reenviador OF es como sigue:  
*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*=1, regla de correspondencia, Instrucciones [acción1 (MBR=3Mbps)]}.

Se utiliza un parámetro de acción MBR como condición de correspondencia de parámetros.

En una segunda manera de implementación posible, la condición de correspondencia de parámetros puede incluir una variable de acción y una indicación de modificación vinculada a la variable de acción.

5 La determinación, por parte del reenviador, de una primera variable de acción a modificar en la primera instrucción de acción de acuerdo con la condición de correspondencia de parámetros puede incluir:  
determinar, mediante el reenviador, la primera variable de acción a modificar en la primera instrucción de acción de acuerdo con la variable de acción y la indicación de modificación vinculada a la variable de acción.

10 Por ejemplo, un mensaje *Flow\_mod* enviado por el controlador OF al reenviador OF es el siguiente:  
*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*=1, regla de correspondencia, Instrucciones [acción1 ((*MBR*=3Mbps, *para\_modify\_ind*=false), (*GBR*=1Mbps, *para\_modify\_ind*=true)), acción2 ((*port*=1, *para\_modify\_ind*=false))]}

15 Los parámetros de acción *MBR* y *GBR* y una indicación de modificación *para\_modify\_ind* vinculada a los mismos se utilizan como condición de correspondencia de parámetros. Se supone que *para\_modify\_ind*=false indica que no hay ninguna modificación de una variable de acción, y *para\_modify\_ind*=true indica la modificación de una variable de acción. El reenviador determina un parámetro de acción *GBR* de una acción 1 en una tabla de instrucciones de una entrada de flujo como primera variable de acción.

20 En una primera manera de implementación posible, la información de operación de modificación de parámetro puede incluir un nuevo valor de variable.

La modificación, por parte del reenviador, de la primera variable de acción de acuerdo con la información de operación de modificación de parámetro puede incluir:  
25 cambiar, mediante el reenviador, un valor de variable de la primera variable de acción por el nuevo valor de variable.

Por ejemplo, en un ejemplo en el que esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, un mensaje *Flow\_mod* enviado por el controlador OF al reenviador OF es como sigue:  
*Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*=1, regla de correspondencia, Instrucciones [acción1 (*MBR*=3Mbps)]}

30 Una acción de instrucción, acción 1, es una primera instrucción de acción, una variable de acción *MBR* es una condición de correspondencia de parámetros, y la información de operación de modificación de parámetro es un nuevo valor de variable de 3 Mbps. El reenviador cambia un parámetro de acción *MBR* de una instrucción de acción, acción 1, de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo a 3 Mbps.

35 En una segunda manera de implementación posible, la información de operación de modificación de parámetro puede incluir información de procedimiento operativo, y la información de procedimiento operativo se utiliza para indicar un procedimiento operativo para obtener un valor de variable.

40 La modificación, por parte del reenviador, de la primera variable de acción de acuerdo con la información de operación de modificación de parámetro puede incluir:

45 obtener, mediante el reenviador, un nuevo valor de variable de acuerdo con la información de procedimiento operativo; y  
cambiar, mediante el reenviador, un valor de variable de la primera variable de acción por el nuevo valor de variable.

50 Por ejemplo, la información de procedimiento operativo puede incluir una segunda máscara y un valor objetivo correspondiente a un bit de variable a modificar. Cada bit de máscara de la segunda máscara corresponde a cada bit de variable del valor de variable de la primera variable de acción. Un bit de máscara correspondiente al bit de variable a modificar es un segundo valor prefijado. Los valores de otros bits de máscara son diferentes del segundo valor prefijado.

55 La obtención, por parte del reenviador, de un nuevo valor de variable de acuerdo con la información de procedimiento operativo puede incluir:

60 determinar, mediante el reenviador, un bit de variable del valor de variable de la primera variable de acción correspondiente al bit de máscara que es el segundo valor prefijado como el bit de variable a modificar; y  
modificar, mediante el reenviador, un valor del bit de variable a modificar por el valor objetivo correspondiente al bit de variable para obtener un nuevo valor de variable.

Ejemplo 1: en un ejemplo en el que esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, un mensaje *Flow\_mod* enviado por el controlador OF al reenviador OF es como sigue:  
65 *Flow\_mod*={*MODIFY*, *table id*=1, regla de correspondencia, Instrucciones [acción 1 (*type*=*PUSH\_TUNNEL*, *tunnel\_id*=0xffff, *mask*=0x0000), acción2 (*type*=*OUTPUT*, *port*=1, *mask*=0xfffe)]}

Las segundas máscaras en la información de procedimiento operativo son, respectivamente, *mask=0x0000* en una acción 1 y *mask=0xffff* en una acción 2. Si un bit de máscara es 0, esto indica la modificación de un bit de variable correspondiente, y si un bit de máscara es 1, esto indica ninguna modificación de un bit de variable correspondiente; entonces, *0x0000* indica la modificación de cada bit de variable, y *0xffff* indica la modificación de solamente el último bit de variable. El reenviador cambia un valor de parámetro de un parámetro de acción *tunnel\_id* de una acción 1 de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo a *0xffff*, y cambia el último bit de parámetro de un valor de parámetro de un puerto de parámetro de acción de una acción 2 a 1.

**Ejemplo 2:** *ORIGIN\_TUNNEL\_ID* indica la conservación de un identificador de túnel original (*ORIGIN\_TUNNEL\_ID*); *DEC(ORIGIN\_PORT)* indica una operación de restar 1 a un valor de variable original de un número de puerto original (*ORIGIN\_PORT*), donde el resultado se utiliza como un nuevo valor de variable; *INC(ORIGIN\_PORT)* indica una operación de sumar 1 a un valor de variable original de un número de puerto original, donde el resultado se utiliza como un nuevo valor de variable; y *MUL(ORIGIN\_GBR, 2)* indica una operación de multiplicar un valor de variable original de *GBR* original (*ORIGIN\_GBR*) por 2, donde el resultado se utiliza como un nuevo valor de variable; donde *DEC*, *INC* y *MUL* (variable, 2) son el procedimiento operativo.

Etapa 404: El reenviador recibe un paquete de datos a reenviar y reenvía el paquete de datos de acuerdo con la primera regla de procesamiento modificada.

En el presente documento no se describen detalles acerca de cómo el reenviador reenvía el paquete de datos de acuerdo con la primera regla de procesamiento.

Opcionalmente, en esta forma de realización de la presente invención, el reenviador puede enviar información de indicación de resultado de modificación al controlador de acuerdo con un resultado de modificación de una instrucción de acción especificada. La información de indicación de resultado de modificación puede incluir información de indicación de un resultado de modificación de regla de procesamiento y/o información de indicación de un resultado de modificación de acción. La información de indicación de un resultado de modificación de regla de procesamiento se puede utilizar para indicar un resultado de modificación de la primera regla de procesamiento. La información de indicación de un resultado de modificación de acción puede usarse para indicar un resultado de modificación de la instrucción de acción especificada.

Por ejemplo, cuando el reenviador modifica con éxito la instrucción de acción especificada de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción, la información de indicación de un resultado de modificación de regla de procesamiento puede incluir una primera indicación de éxito e información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento que se modifica con éxito; la información de indicación de un resultado de modificación de acción puede incluir una segunda indicación de éxito y la instrucción de acción que se modifica con éxito. De manera alternativa, cuando el reenviador modifica sin éxito una variable de acción especificada de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción, la información de indicación de un resultado de modificación de regla de procesamiento puede incluir una primera indicación de fallo e información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento que se modifica sin éxito; la información de indicación de fallo de acción puede incluir una segunda indicación de fallo y la variable de acción que se modifica sin éxito. La primera indicación de éxito y la segunda indicación de éxito pueden ser iguales o diferentes. La primera indicación de fallo y la segunda indicación de fallo pueden ser iguales o diferentes.

En una aplicación real, cuando el reenviador modifica con éxito la instrucción de acción especificada de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción, el reenviador puede no notificar la información de indicación de resultado de modificación. Cuando el reenviador modifica sin éxito la instrucción de acción especificada de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción, el reenviador notifica la información de indicación de resultado de modificación. La presente invención no establece ningún límite en este sentido.

Además, el reenviador puede enviar resultados de modificación de primeras reglas de procesamiento diferentes y/o instrucciones de acción diferentes al controlador mediante el uso de diferente información de indicación de resultado de modificación, el reenviador también puede enviar resultados de modificación diferentes (éxito y fracaso) al controlador mediante el uso de diferente información de indicación de resultado de modificación, y similares. Una implementación de la información de indicación de resultado de modificación no está limitada en la presente invención. La información de indicación de resultado de modificación puede implementarse de manera flexible en una aplicación real.

Puede haber muchas razones por las que la instrucción de acción especificada se modifica sin éxito. Por ejemplo, cuando esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, una acción de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo puede no coincidir con una cantidad de acciones en un mensaje *Flow\_mod* enviado por un controlador OF, o una variable de acción especificada en un mensaje *Flow\_mod* y una variable de acción de un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo están en diferentes formatos, o un reenviador OF realiza incorrectamente una operación en un valor de variable de una variable de acción en un conjunto de instrucciones de una entrada de flujo, por ejemplo, un resultado de operación de un número de puerto

es un valor negativo, o un reenviador OF no puede realizar una operación o modificación en un parámetro de acción de una entrada de flujo, o similares.

5 Cuando esta forma de realización de la presente invención puede aplicarse al protocolo OpenFlow, la información de indicación de resultado de modificación se puede implementar mediante el uso de un mensaje ACTION\_PARA\_ERROR.

10 En esta forma de realización, un controlador envía información de modificación de regla a un reenviador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar. Por lo tanto, en lo que respecta a cada primera regla de procesamiento cuya información de descripción de regla concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento usando solamente una manera similar a la manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

35 Haciendo referencia a la FIG. 5, la FIG. 5 es un diagrama esquemático de una primera forma de realización de un aparato de modificación de reglas de procesamiento 500 de acuerdo con la presente invención. El aparato puede aplicarse a un reenviador. El aparato de modificación almacena una primera regla de procesamiento, donde la primera regla de procesamiento incluye información de descripción de regla y un conjunto de instrucciones, la información de descripción de regla se utiliza para identificar la primera regla de procesamiento, el conjunto de instrucciones incluye al menos una instrucción de acción, y el conjunto de instrucciones se utiliza para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con la instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento. El aparato 500 incluye:

40 una unidad de recepción 510, configurada para recibir información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; y  
 45 una unidad de modificación 520, configurada para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla recibida por la unidad de recepción 510, modificar una instrucción de acción especificada en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción recibida por la unidad de recepción 510.

55 Opcionalmente, la información de modificación de instrucción de acción puede incluir una condición de correspondencia de instrucciones de acción e información de operación de modificación, donde la condición de correspondencia de instrucciones de acción se utiliza para determinar una instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación se utiliza para indicar una operación de modificación en la instrucción de acción a modificar.

60 La unidad de modificación 520 puede incluir:

65 una subunidad de determinación de instrucción, configurada para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla recibida por la unidad de recepción, determinar una primera instrucción de acción a

modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción; y una subunidad de modificación, configurada para modificar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de operación de modificación.

5 Opcionalmente, la condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir información de ubicación, y la información de ubicación se utiliza para indicar una ubicación de la instrucción de acción a modificar del conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.

10 La subunidad de determinación de instrucción puede estar configurada específicamente para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla recibida por la unidad de recepción, determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación.

15 Opcionalmente, la información de ubicación puede incluir una primera máscara, donde una ubicación de cada bit de máscara en la primera máscara corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.

20 La subunidad de determinación de instrucción puede estar configurada específicamente para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla recibida por la unidad de recepción, determinar un bit de máscara que es un valor prefijado de la primera máscara, y determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con una ubicación del bit de máscara que es el valor prefijado.

25 Opcionalmente, la información de ubicación puede incluir una lista de indicaciones de modificación, donde la lista de indicaciones de modificación incluye una indicación de modificación, y una ubicación de cada indicación de modificación en la lista de indicaciones de modificación corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, donde la indicación de modificación se usa para indicar si se debe modificar la instrucción de acción.

30 La subunidad de determinación de instrucción puede estar configurada específicamente para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla recibida por la unidad de recepción, determinar una indicación de modificación que se utiliza para indicar la modificación de instrucción de acción y determinar, de acuerdo con una primera ubicación de la indicación de modificación que se utiliza para indicar la modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, la primera instrucción de acción correspondiente a la primera ubicación.

35 Opcionalmente, la condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir: información de tipo de instrucción, y la información de tipo de instrucción se utiliza para indicar un tipo de instrucción de la instrucción de acción a modificar.

40 La subunidad de determinación de instrucción puede estar configurada específicamente para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla recibida por la unidad de recepción, determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de tipo de instrucción.

Opcionalmente, la información de operación de modificación puede incluir una nueva instrucción de acción.

45 La subunidad de modificación puede estar configurada específicamente para cambiar la primera instrucción de acción por la nueva instrucción de acción.

Opcionalmente, la información de operación de modificación puede incluir información de indicación de modificación de parámetro, y la información de indicación de modificación de parámetro se usa para ordenar la modificación de una variable de acción de la instrucción de acción a modificar.

50 La subunidad de modificación puede estar configurada específicamente para modificar una variable de acción de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de indicación de modificación de parámetro.

55 Opcionalmente, la información de indicación de modificación de parámetro puede incluir una condición de correspondencia de parámetros e información de operación de modificación de parámetro, donde la condición de correspondencia de parámetros se utiliza para determinar la variable de acción a modificar en la instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación de parámetro se utiliza para ordenar la modificación de la variable de acción a modificar.

60 La subunidad de modificación puede incluir:

65

un módulo de determinación, configurado para determinar una primera variable de acción a modificar en la primera instrucción de acción de acuerdo con la condición de correspondencia de parámetros; y  
 un módulo de modificación, configurado para modificar la primera variable de acción de acuerdo con la información de operación de modificación de parámetro.

5 Opcionalmente, la información de operación de modificación de parámetro puede incluir un nuevo valor de variable.

El módulo de modificación puede configurarse específicamente para cambiar un valor de variable de la primera variable de acción por el nuevo valor de variable.

10 Opcionalmente, la información de operación de modificación de parámetro puede incluir información de procedimiento operativo, y la información de procedimiento operativo se utiliza para indicar un procedimiento operativo para obtener un valor de variable.

15 El módulo de modificación puede estar configurado específicamente para:

obtener un nuevo valor de variable de acuerdo con la información de procedimiento operativo; y  
 cambiar un valor de variable de la primera variable de acción por el nuevo valor de variable.

20 Opcionalmente, la unidad de recepción 510 puede estar configurada específicamente para recibir un mensaje de modificación de flujo, *Flow\_mod*, enviado por el controlador, donde el mensaje *Flow\_mod* transporta la información de modificación de regla.

25 En esta forma de realización, un reenviador recibe información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar. Por lo tanto, en lo que respecta a cada primera regla de procesamiento cuya información de descripción de regla concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento usando solamente una manera similar a la manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

50 Haciendo referencia a la FIG. 6, la FIG. 6 es un diagrama esquemático de una segunda forma de realización de un aparato de modificación de reglas de procesamiento 600 de acuerdo con la presente invención. El aparato puede aplicarse a un controlador que se comunica con un reenviador. El reenviador almacena una primera regla de procesamiento, donde la primera regla de procesamiento incluye información de descripción de regla y un conjunto de instrucciones, la información de descripción de regla se utiliza para identificar la primera regla de procesamiento, el conjunto de instrucciones incluye al menos una instrucción de acción, y el conjunto de instrucciones se utiliza para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con la instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento. El aparato 600 incluye:

60 una unidad de generación 610, configurada para generar información de modificación de regla; y  
 una unidad de envío 620, configurada para enviar, al reenviador, la información de modificación de regla generada por la unidad de generación 610, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, de modo que cuando el reenviador determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la



información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción.

5 Opcionalmente, la unidad de envío 620 puede configurarse específicamente para enviar un mensaje de modificación de flujo, *Flow\_mod*, al reenviador, donde el mensaje *Flow\_mod* transporta la información de modificación de regla.

En esta forma de realización, un controlador envía información de modificación de regla a un reenviador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar. Por lo tanto, en lo que respecta a cada primera regla de procesamiento cuya información de descripción de regla concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento solo usando solamente una manera similar a la manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

Haciendo referencia a la FIG. 7, la FIG. 7 es un diagrama esquemático de una estructura de un reenviador 700 de acuerdo con la presente invención. El reenviador 700 incluye un procesador 710, una memoria 720, un transceptor 730 y un bus 740.

El procesador 710, la memoria 720 y el transceptor 730 están conectados entre sí mediante el bus 740. El bus 740 puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA o similar. El bus puede clasificarse en un bus de direcciones, un bus de datos, un bus de control y similares. Para facilitar la presentación, el bus se indica usando solamente una línea en negrita en la FIG. 7. Sin embargo, esto no indica que solamente haya un bus o un solo tipo de bus.

La memoria 720 está configurada para almacenar un programa, y está configurada además para almacenar una primera regla de procesamiento, donde la primera regla de procesamiento incluye información de descripción de regla y un conjunto de instrucciones, la información de descripción de regla se utiliza para identificar la primera regla de procesamiento, el conjunto de instrucciones incluye al menos una instrucción de acción, y el conjunto de instrucciones se utiliza para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con la instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento. Específicamente, el programa puede incluir código de programa, donde el código de programa incluye una instrucción de operación de ordenador. La memoria 720 puede incluir una RAM de alta velocidad y puede incluir además una memoria no volátil (memoria no volátil), por ejemplo, al menos una memoria de disco magnético.

El transceptor 730 está configurado para conectarse a otros dispositivos y comunicarse con los dispositivos. El transceptor 730 está configurado para recibir información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.

El procesador 710 ejecuta el código de programa y está configurado para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla recibida por el transceptor 730, modificar, de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción recibida por el transceptor 730, una instrucción de acción especificada en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento almacenada en la memoria 720.

65

- 5 Opcionalmente, la información de modificación de instrucción de acción puede incluir una condición de correspondencia de instrucciones de acción e información de operación de modificación, donde la condición de correspondencia de instrucciones de acción se utiliza para determinar una instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación se utiliza para indicar una operación de modificación en la instrucción de acción a modificar.
- 10 El procesador 710 puede estar configurado específicamente para determinar una primera instrucción de acción a modificar del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción, y para modificar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de operación de modificación.
- 15 Opcionalmente, la condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir información de ubicación, y la información de ubicación se utiliza para indicar una ubicación de la instrucción de acción a modificar del conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.
- 20 El procesador 710 puede estar configurado específicamente para determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación.
- Opcionalmente, la información de ubicación puede incluir una primera máscara, donde una ubicación de cada bit de máscara en la primera máscara corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar.
- 25 El procesador 710 puede configurarse específicamente para determinar un bit de máscara que es un valor prefijado de la primera máscara, y determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con una ubicación del bit de máscara que es el valor prefijado.
- 30 Opcionalmente, la información de ubicación puede incluir una lista de indicaciones de modificación, donde la lista de indicaciones de modificación incluye una indicación de modificación, y una ubicación de cada indicación de modificación en la lista de indicaciones de modificación corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, y la indicación de modificación se usa para indicar si se debe modificar la instrucción de acción.
- 35 El procesador 710 puede estar configurado específicamente para determinar una indicación de modificación que se utiliza para indicar una modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, y para determinar, de acuerdo con una primera ubicación de la indicación de modificación que se utiliza para indicar la modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, la primera instrucción de acción.
- 40 Opcionalmente, la condición de correspondencia de instrucciones de acción puede incluir: información de tipo de instrucción, y la información de tipo de instrucción se utiliza para indicar un tipo de instrucción de la instrucción de acción a modificar.
- 45 El procesador 710 puede configurarse específicamente para determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de tipo de instrucción.
- Opcionalmente, la información de operación de modificación puede incluir una nueva instrucción de acción.
- 50 El procesador 710 puede estar configurado específicamente para cambiar la primera instrucción de acción por la nueva instrucción de acción.
- Opcionalmente, la información de operación de modificación puede incluir información de indicación de modificación de parámetro, y la información de indicación de modificación de parámetro se usa para ordenar la modificación de una variable de acción de la instrucción de acción a modificar.
- 55 El procesador 710 puede estar configurado específicamente para modificar una variable de acción de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de indicación de modificación de parámetro.
- 60 Opcionalmente, la información de indicación de modificación de parámetro puede incluir una condición de correspondencia de parámetros e información de operación de modificación de parámetro, donde la condición de correspondencia de parámetros se utiliza para determinar la variable de acción a modificar en la instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación de parámetro se utiliza para ordenar la modificación de la variable de acción a modificar.
- 65 El procesador 710 puede estar configurado específicamente para determinar una primera variable de acción a modificar en la primera instrucción de acción de acuerdo con la condición de correspondencia de parámetros, y para modificar la primera variable de acción de acuerdo con la información de operación de modificación de parámetro.

Opcionalmente, la información de operación de modificación de parámetro puede incluir un nuevo valor de variable.

El procesador 710 puede estar configurado específicamente para cambiar un valor de variable de la primera variable de acción por el nuevo valor de variable.

5 Opcionalmente, la información de operación de modificación de parámetro puede incluir información de procedimiento operativo, y la información de procedimiento operativo se utiliza para indicar un procedimiento operativo para obtener un valor de variable.

10 El procesador 710 puede estar configurado específicamente para obtener un nuevo valor de variable de acuerdo con la información de procedimiento operativo y cambiar un valor de variable de la primera variable de acción por el nuevo valor de variable.

15 Opcionalmente, el transceptor 730 puede estar configurado específicamente para recibir un mensaje de modificación de flujo, *Flow\_mod*, enviado por el controlador, donde el mensaje *Flow\_mod* transporta la información de modificación de regla.

En esta forma de realización, un reenviador recibe información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar. Por lo tanto, en lo que respecta a cada primera regla de procesamiento cuya información de descripción de regla concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento usando solamente una manera similar a la manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

Haciendo referencia a la FIG. 8, la FIG. 8 es un diagrama esquemático de una estructura de un controlador 800 de acuerdo con la presente invención. El controlador 800 incluye un procesador 810, una memoria 820, un transceptor 830 y un bus 840.

45 El procesador 810, la memoria 820 y el transceptor 830 están conectados entre sí mediante el bus 840. El bus 840 puede ser un bus ISA, un bus PCI, un bus EISA o similar. El bus puede clasificarse en un bus de direcciones, un bus de datos, un bus de control y similares. Para facilitar la presentación, el bus se indica usando solamente una línea en negrita en la FIG. 8. Sin embargo, esto no indica que solamente haya un bus o un solo tipo de bus.

50 La memoria 820 está configurada para almacenar un programa. Específicamente, el programa puede incluir código de programa, donde el código de programa incluye una instrucción de operación de ordenador. La memoria 820 puede incluir una RAM de alta velocidad y puede incluir además una memoria no volátil (memoria no volátil), por ejemplo, al menos una memoria de disco magnético.

55 El procesador 810 está configurado para ejecutar un código de programa.

60 El transceptor 830 está configurado para conectarse a otros dispositivos y comunicarse con los dispositivos. El transceptor 830 está configurado para enviar información de modificación de regla a un reenviador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, de modo que cuando el reenviador determina que la información de descripción de regla de una primera regla de procesamiento

concuera con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción.

5 El reenviador almacena la primera regla de procesamiento, donde la primera regla de procesamiento incluye la información de descripción de regla y el conjunto de instrucciones, la información de descripción de regla se utiliza para identificar la primera regla de procesamiento, el conjunto de instrucciones incluye al menos una instrucción de acción, y el conjunto de instrucciones se utiliza para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con la instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento.

Opcionalmente, el transceptor 830 puede estar configurado específicamente para:

15 enviar un mensaje *Flow\_mod* al reenviador, donde el mensaje *Flow\_mod* transporta la información de modificación de regla.

Opcionalmente, el procesador 810 puede estar configurado además para generar la información de modificación de regla y enviar la información de modificación de regla generada al transceptor 830.

20 En esta forma de realización, un controlador envía información de modificación de regla a un reenviador, donde la información de modificación de regla incluye información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar. Por lo tanto, en lo que respecta a cada primera regla de procesamiento cuya información de descripción de regla concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, el reenviador modifica una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción. Por lo tanto, el reenviador ya no implementa la modificación de la primera regla de procesamiento usando solamente una manera similar a la manera en que un conjunto de instrucciones incluido en un mensaje *Flow\_mod* se utiliza para sustituir completamente un conjunto de instrucciones original de una entrada de flujo. En cambio, el reenviador puede modificar por separado una acción especificada y/o una variable de acción especificada de la primera regla de procesamiento. Esta forma de modificar la primera regla de procesamiento es flexible y aumenta la eficiencia en la modificación de la primera regla de procesamiento en el reenviador mediante el controlador. Además, en un escenario en el que solo es necesario modificar algunas instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento, en comparación con la técnica anterior, esta manera puede competir con la modificación de las instrucciones de acción del conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento mediante el uso de un número relativamente menor de mensajes. En comparación con la técnica anterior, esta manera reduce la cantidad de mensajes utilizados para modificar la primera regla de procesamiento, y por lo tanto reduce los recursos de comunicación ocupados entre el controlador y el reenviador.

45 Un experto en la técnica puede entender claramente que las tecnologías en las formas de realización de la presente invención se pueden implementar mediante software, además de una plataforma de hardware general necesaria. En base a esto, las soluciones técnicas de la presente invención o la parte relativa a la técnica anterior pueden implementarse en forma de producto de software. El producto de software se almacena en un medio de almacenamiento, tal como una ROM/RAM, un disco magnético o un disco óptico, e incluye varias instrucciones para hacer que un dispositivo informático (que puede ser un ordenador personal, un servidor o un dispositivo de red) lleve a cabo los procedimientos descritos en las formas de realización o en algunas partes de las formas de realización de la presente invención.

50 Todas las formas de realización de esta memoria descriptiva se han descrito de manera progresiva; en lo que respecta a partes iguales o similares de las formas de realización, se puede hacer referencia a estas formas de realización y cada forma de realización se centra en una diferencia con respecto a otras formas de realización. Especialmente, una forma de realización de sistema es básicamente similar a una forma de realización de procedimiento y, por lo tanto, se describe brevemente; en lo que respecta a partes relacionadas, puede hacerse referencia a descripciones parciales de la forma de realización de procedimiento.

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato de modificación de reglas de procesamiento, donde el aparato de modificación almacena una primera regla de procesamiento, donde la primera regla de procesamiento comprende información de descripción de regla y un conjunto de instrucciones, la información de descripción de regla se usa para identificar la primera regla de procesamiento, el conjunto de instrucciones comprende al menos una instrucción de acción, el conjunto de instrucciones se usa para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con la instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento, y el aparato comprende:
- un transceptor (730), configurado para recibir información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla comprende información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; y
- un procesador (710), configurado para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, modificar una instrucción de acción especificada en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción, estando caracterizado el aparato de modificación de reglas de procesamiento por que:
- la información de modificación de instrucción de acción comprende una condición de correspondencia de instrucciones de acción e información de operación de modificación, donde la condición de correspondencia de instrucciones de acción se utiliza para determinar una instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación se utiliza para indicar una operación de modificación en la instrucción de acción a modificar; y
- el procesador (710) está configurado para:
- cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, determinar una primera instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción; y
- modificar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de operación de modificación.
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que la condición de correspondencia de instrucciones de acción comprende información de ubicación, y la información de ubicación se utiliza para indicar una ubicación de la instrucción de acción a modificar del conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; y el procesador (710) está configurado para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación.
3. El aparato según la reivindicación 2, en el que la información de ubicación comprende una primera máscara, y una ubicación de cada bit de máscara en la primera máscara corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; y el procesador (710) está configurado para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, determinar un bit de máscara que es un valor prefijado de la primera máscara, y determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con una ubicación del bit de máscara que es el valor prefijado.
4. El aparato según la reivindicación 2, en el que la información de ubicación comprende una lista de indicaciones de modificación, la lista de indicaciones de modificación comprende una indicación de modificación, y una ubicación de cada indicación de modificación en la lista de indicaciones de modificación corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, en el que la indicación de modificación se usa para indicar si se debe modificar la instrucción de acción; y el procesador (710) está configurado para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, determinar una indicación de modificación que se utiliza para indicar la modificación de instrucción de acción, y determinar, de acuerdo con una primera ubicación de la indicación de modificación que se utiliza para indicar la modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, la primera instrucción de acción correspondiente a la primera ubicación.

5. El aparato según la reivindicación 1, en el que la condición de correspondencia de instrucciones de acción comprende información de tipo de instrucción, y la información de tipo de instrucción se utiliza para indicar un tipo de instrucción de la instrucción de acción a modificar; y  
 5 el procesador (710) está configurado para: cuando se determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, determinar la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de tipo de instrucción.
6. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la información de operación de modificación comprende una nueva instrucción de acción; y  
 10 el procesador (710) está configurado para cambiar la primera instrucción de acción por la nueva instrucción de acción.
7. El aparato según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la información de operación de modificación comprende información de indicación de modificación de parámetro, y la información de indicación de modificación de parámetro se usa para ordenar la modificación de una variable de acción de la instrucción de acción a modificar; y  
 15 el procesador (710) está configurado para modificar una variable de acción de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de indicación de modificación de parámetro.
8. Un procedimiento de modificación de regla de procesamiento, donde el procedimiento puede aplicarse a un reenviador, donde el reenviador almacena una primera regla de procesamiento, la primera regla de procesamiento comprende información de descripción de regla y un conjunto de instrucciones, la información de descripción de regla se usa para identificar la primera regla de procesamiento, el conjunto de instrucciones comprende al menos una instrucción de acción, el conjunto de instrucciones se usa para ordenar que se lleve a cabo, de acuerdo con la  
 20 instrucción de acción del conjunto de instrucciones, un procesamiento en un paquete de datos correspondiente a la primera regla de procesamiento, y el procedimiento comprende:  
 25 recibir (201), mediante el reenviador, información de modificación de regla enviada por un controlador, donde la información de modificación de regla comprende información de correspondencia de descripción de regla e información de modificación de instrucción de acción, donde la información de correspondencia de descripción de regla se utiliza para determinar una regla de procesamiento a modificar, la información de descripción de regla de la regla de procesamiento a modificar concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, y la información de modificación de instrucción de acción se utiliza para ordenar la modificación de una instrucción de acción especificada en un conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; y  
 30 cuando el reenviador determina que la información de descripción de regla de la primera regla de procesamiento concuerda con la información de correspondencia de descripción de regla, modificar (202), mediante el reenviador, una instrucción de acción especificada en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción, estando caracterizado el procedimiento de modificación de regla de procesamiento por que:  
 35 la información de modificación de instrucción de acción comprende una condición de correspondencia de instrucciones de acción e información de operación de modificación, donde la condición de correspondencia de instrucciones de acción se utiliza para determinar una instrucción de acción a modificar, y la información de operación de modificación se utiliza para indicar una operación de modificación en la instrucción de acción a modificar; y  
 40 la modificación, por parte del reenviador, de una instrucción de acción especificada en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la información de modificación de instrucción de acción comprende:  
 45 determinar, mediante el reenviador, una primera instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción; y  
 50 modificar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de operación de modificación.
9. El procedimiento según la reivindicación 8, en el que la condición de correspondencia de instrucciones de acción comprende información de ubicación, y la información de ubicación se usa para indicar una ubicación de la instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; y  
 60 la determinación, por parte del reenviador, de una primera instrucción de acción a modificar en el conjunto de instrucciones de la primera regla de procesamiento de acuerdo con la condición de correspondencia de instrucciones de acción comprende:  
 determinar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación.

10. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que la información de ubicación comprende una primera máscara, y una ubicación de cada bit de máscara en la primera máscara corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar; y la determinación, por parte del reenviador, de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación comprende:

determinar, mediante el reenviador, un bit de máscara que es un valor prefijado de la primera máscara; y determinar, mediante el reenviador, la primera instrucción de acción de acuerdo con una ubicación del bit de máscara que es el valor prefijado.

11. El procedimiento según la reivindicación 9, en el que la información de ubicación comprende una lista de indicaciones de modificación, la lista de indicaciones de modificación comprende una indicación de modificación, y una ubicación de cada indicación de modificación en la lista de indicaciones de modificación corresponde a una ubicación de cada instrucción de acción en el conjunto de instrucciones de la regla de procesamiento a modificar, y en el que la indicación de modificación se usa para indicar si se debe modificar la instrucción de acción; y la determinación, por parte del reenviador, de la primera instrucción de acción de acuerdo con la información de ubicación comprende:

determinar, mediante el reenviador, una indicación de modificación que se utiliza para indicar una modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, y determinar, mediante el reenviador de acuerdo con una primera ubicación de la indicación de modificación que se utiliza para indicar la modificación de instrucción de acción de la lista de indicaciones de modificación, la primera instrucción de acción.

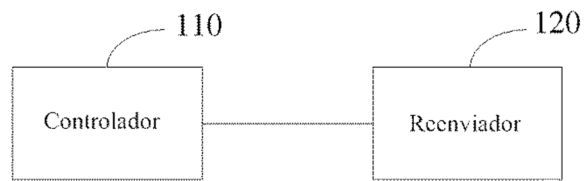


FIG. 1

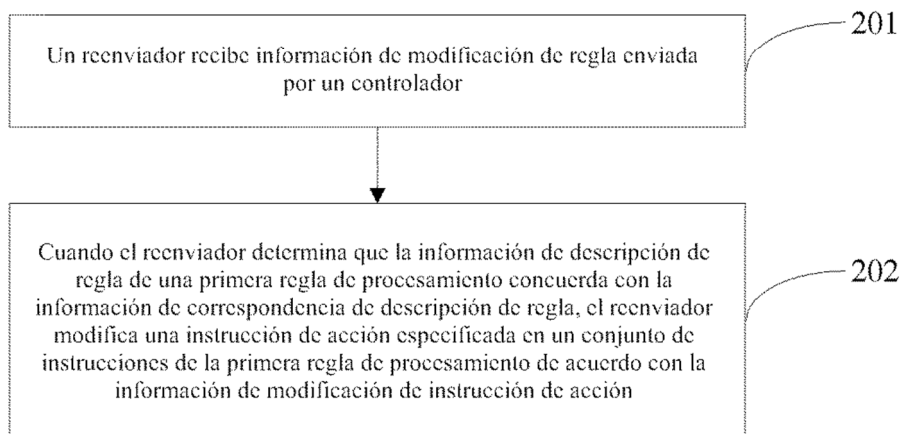


FIG. 2

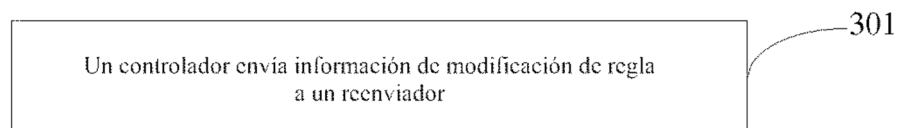


FIG. 3



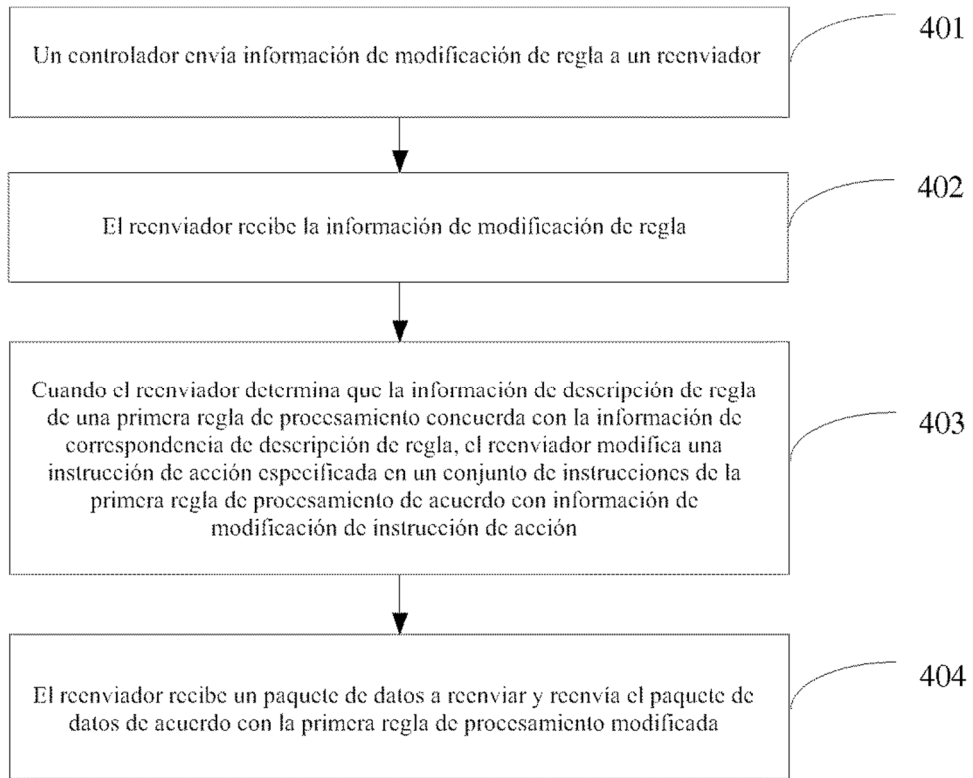


FIG. 4

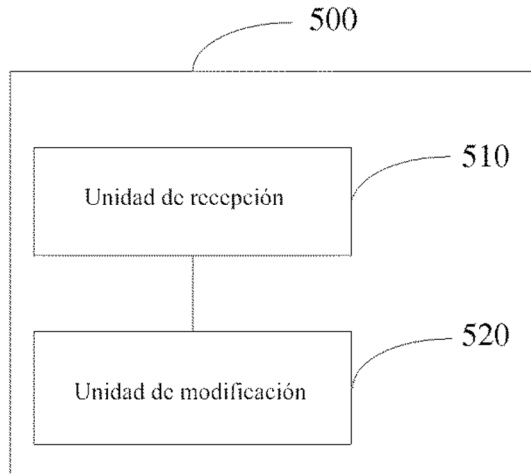


FIG. 5

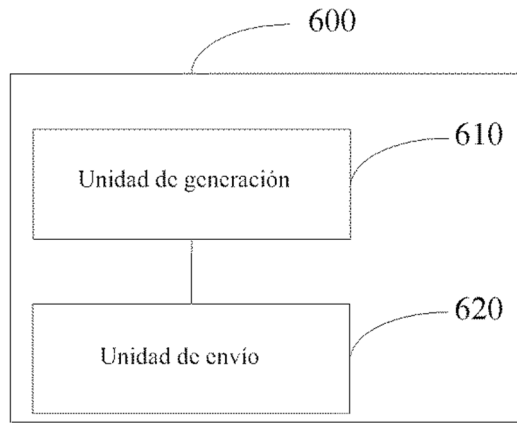


FIG. 6

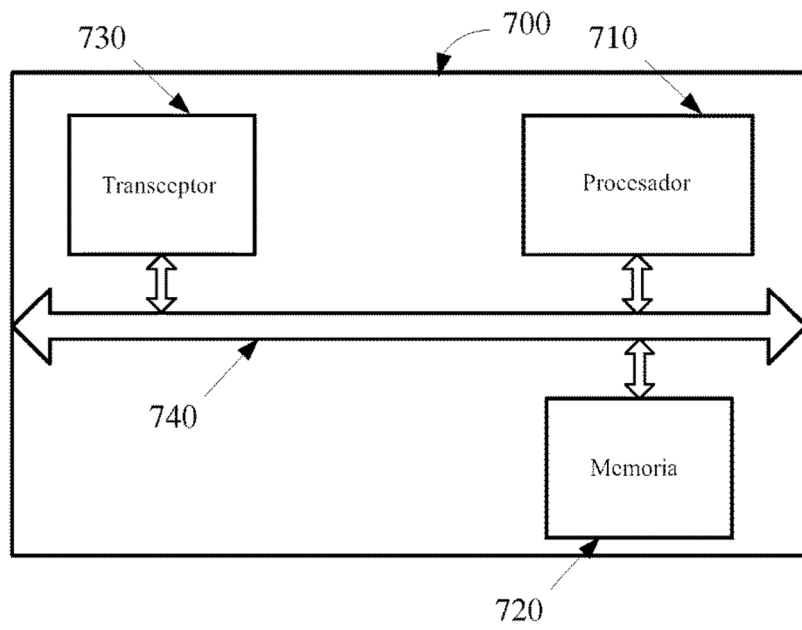


FIG. 7

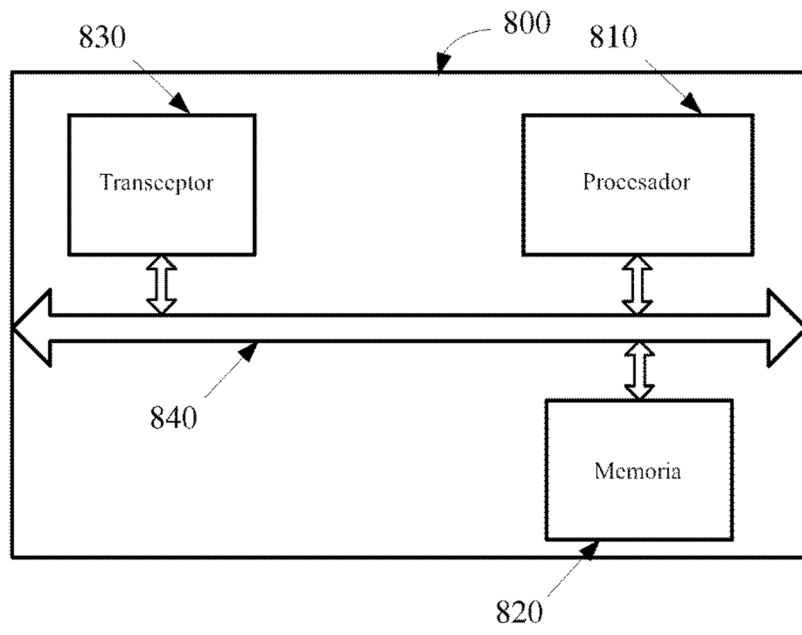


FIG. 8