

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 609 521**

51 Int. Cl.:

H04L 12/721 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.08.2011 PCT/JP2011/004587**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.06.2012 WO12081145**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.08.2011 E 11848569 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.10.2016 EP 2652923**

54 Título: **Sistema de control de ruta de comunicación, dispositivo de control de ruta, método de control de ruta de comunicación, y programa de control de ruta**

30 Prioridad:

13.12.2010 JP 2010277204

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

20.04.2017

73 Titular/es:

**NEC CORPORATION (100.0%)
7-1, Shiba 5-chome Minato-ku
Tokyo 108-8001, JP**

72 Inventor/es:

ITOH, NOBUHIKO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 609 521 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

Sistema de control de ruta de comunicación, dispositivo de control de ruta, método de control de ruta de comunicación, y programa de control de ruta

5

Campo técnico

La presente invención se refiere a un sistema de control de ruta de comunicación, un dispositivo de control de ruta, un método de control de ruta de comunicación, y un programa de control de ruta para controlar una ruta de comunicación.

10

Antecedentes de la invención

Se ha propuesto una tecnología llamada OpenFlow en los últimos años (véase las Literaturas no patente (LNP) 1 y 2). OpenFlow es una tecnología que trata la comunicación como un flujo de extremo a extremo, y realiza control de ruta, recuperación de fallo, distribución de carga, optimización, y análogos en base de flujo por flujo.

15

En una red donde se realiza comunicación usando OpenFlow (denominada a continuación una red OpenFlow), se usan un conmutador OpenFlow y un controlador OpenFlow. El conmutador OpenFlow funciona como un dispositivo de transmisión de paquete. El controlador OpenFlow funciona como un dispositivo de control de ruta.

20

El conmutador OpenFlow incluye un canal seguro usado para comunicación con el controlador OpenFlow, y opera según una tabla de flujo para la que el controlador OpenFlow envía apropiadamente una instrucción de adición o una instrucción de reescritura mediante el canal seguro.

25

La figura 15 es un diagrama explicativo que representa una tabla de flujo ordinaria. En la tabla de flujo se define para cada flujo una combinación incluyendo: una regla para correspondencia (campos de cabecera) usada para comparación con una cabecera de paquete; información estadística de flujo (contadores); y una acción (acciones) que definen un proceso para un paquete.

30

Por ejemplo, al recibir un paquete, el conmutador OpenFlow busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla para correspondencia que corresponde a información de cabecera del paquete recibido. En el caso donde la entrada que corresponde al paquete recibido se halla como resultado de la búsqueda, el conmutador OpenFlow actualiza la información estadística de flujo (contadores). En este caso, el conmutador OpenFlow también realiza un proceso (por ejemplo, enviar el paquete desde un puerto designado, desbordamiento, descarte) definido en un campo de acción de la entrada, en el paquete recibido.

35

Por otra parte, en el caso donde la entrada correspondiente al paquete recibido no se halla como resultado de la búsqueda en la tabla de flujo, el conmutador OpenFlow transmite el paquete recibido al controlador OpenFlow mediante el canal seguro. Así, el conmutador OpenFlow consulta acerca de un proceso para el paquete. Por ejemplo, el conmutador OpenFlow pide al controlador OpenFlow que determine una ruta del paquete recibido en base a una fuente y un destino del paquete recibido, recibe la entrada determinada, y actualiza la tabla de flujo. Por lo tanto, el conmutador OpenFlow transmite el paquete, usando la entrada almacenada en la tabla de flujo como una regla de proceso.

45

Obsérvese que el controlador OpenFlow también tiene la función de recoger la información estadística de flujo (contadores) que se actualiza cada vez que se procesa un paquete. Esta función también se denomina una función de visualización.

50

Un sistema en el que un conmutador transmite un paquete en base a una tabla de flujo controlada por un controlador se describe en la literatura de patentes (LPT) 1. En el sistema descrito en LPT 1, cuando el conmutador recibe un paquete no hallado en la tabla de flujo, el conmutador transmite el paquete al controlador. Cuando el conmutador recibe un paquete hallado en la tabla de flujo, el sistema transmite el paquete en base a la tabla de flujo.

55

La figura 16 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un flujo de paquetes ordinario en la red OpenFlow. Un flujo de paquetes en la red descrita en cada una de LPT 1, LNP 1, y LNP 2 se describe a continuación, con referencia a la figura 16.

60

En el caso donde un terminal 310 envía el primer paquete de datos a un terminal 320, el paquete de datos es enviado primero a un dispositivo de transmisión de paquete 210 conectado al terminal 320 (paso S901). Al recibir el paquete, el dispositivo de transmisión de paquete 210 busca una tabla de flujo para una entrada incluyendo una regla para correspondencia (también denominada una regla de comparación o una clave de correspondencia) que corresponde a información de cabecera del paquete recibido.

65

Sin embargo, dado que el paquete recibido es el primer paquete, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete

recibido, y luego envía un mensaje de control indicando que se detecta un flujo nuevo (a continuación también denominado un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo o un mensaje Packet-In), a un dispositivo de control de ruta (controlador) 100 (paso S902).

5 El mensaje Packet-In incluye información necesaria para identificar el flujo (por ejemplo, una dirección MAC (control de acceso a medio), una dirección IP (protocolo de Internet), un número de puerto (tanto para la fuente como para el destino)) e información que indica un puerto de recepción del paquete.

10 Se supone aquí que el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete recibido y envía la información necesaria para identificar el flujo al dispositivo de control de ruta (controlador) 100, pero también hay un ejemplo donde el dispositivo de transmisión de paquete 210 envía el paquete recibido propiamente dicho al dispositivo de control de ruta (controlador) 100.

15 Al recibir el mensaje Packet-In, el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 crea una regla de comparación (clave de correspondencia) de una entrada nueva a partir del mensaje recibido, y determina un valor de temporizador aplicado a la entrada. La información creada como la regla de comparación es, por ejemplo, la información de "InPort" a "TCP/UDP src port" representado como ejemplo en la figura 15.

20 El dispositivo de control de ruta (controlador) 100 comprueba además una posición del terminal 320 como el destino en base al mensaje recibido, y calcula una ruta de transmisión de paquete desde el terminal 310 al terminal 320. Se supone aquí que, como resultado del cálculo de ruta de transmisión, se calcula la ruta de transmisión del paquete en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 210 → a dispositivo de transmisión de paquete 220 → a dispositivo de transmisión de paquete 230.

25 A continuación, el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 crea una entrada en la que una acción que define la transmisión según la ruta de transmisión calculada y el valor de temporizador se ponen para un paquete que corresponde a la regla de comparación (clave de correspondencia) de la entrada nueva, para cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230. El dispositivo de control de ruta (controlador) 100 notifica a cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 la entrada creada, usando un mensaje FlowMod (paso S903). El mensaje FlowMod aquí mencionado es un mensaje usado cuando el controlador pide al conmutador que registre, cambie o borre un flujo. Al recibir el mensaje FlowMod, cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 pone la entrada recibida en la tabla de flujo.

35 Habiendo completado la puesta de la entrada, el dispositivo de transmisión de paquete 210 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada establecida (paso S904-1). Los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 en la ruta de transmisión a través de la que el paquete ha de ser transmitido ya tienen establecida la entrada, de modo que el paquete es transmitido al dispositivo de transmisión de paquete 220 y luego al dispositivo de transmisión de paquete 230, y eventualmente llega al terminal 320 (pasos S904-2 y S904-3).

40 Posteriormente, en el caso de enviar un paquete desde el terminal 310 al terminal 320, el paquete es transmitido en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 210 → el dispositivo de transmisión de paquete 220 → el dispositivo de transmisión de paquete 230 según la ruta de transmisión (pasos S905-1 a S905-4), y llega al terminal 320.

45 WO 2010/103909 representa un sistema OpenFlow en el que conmutadores OpenFlow controlan la transmisión de paquete y las recepciones según las entradas de flujo. Cada una de las entradas de flujo incluye una condición de correspondencia que indica el flujo de comunicación de un paquete y también incluye una acción que indica el procesamiento del paquete. Un controlador OpenFlow genera una entrada de flujo a registrar que se ha de almacenar en la tabla de flujo de un conmutador OpenFlow concreto situado en una ruta en el flujo de comunicación. El controlador OpenFlow asocia entonces la entrada de flujo a registrar con un paquete ordinario para generar un paquete encapsulado. El conmutador OpenFlow concreto extrae, como una nueva entrada de flujo, la entrada de flujo a registrar del paquete encapsulado en respuesta a la recepción del paquete encapsulado y ejecuta la acción indicada en la nueva entrada de flujo.

55 **Lista de citas**

Literatura de patente

60 LPT 1: Nueva publicación nacional de la Solicitud Internacional PCT número WO2008/095010

Solicitud Internacional PCT número WO 2010/103909.

Literatura de no patente

65 LNP 1: Nick McKeown y otros siete: "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks", [online], [búsqueda el 6

de Julio de 2010], Internet <URL: <http://www.OpenFlowswitch.org/documents/OpenFlow-wp-latest.pdf>>, 14 Marzo, 2008 LNP 2: "OpenFlow Switch Specification", Version 1.0.0. (Wire Protocol Ox01) [búsqueda el 6 de Julio de 2010], Internet <URL: <http://www.OpenFlowswitch.org/documents/OpenFlow-spec-v1,0,0.pdf>>, 31 de Diciembre de 2009

5

Resumen de la invención

Problema técnico

10 Como se ha descrito anteriormente, en la red OpenFlow, el conmutador OpenFlow recibe un paquete de datos. En el caso donde una entrada correspondiente al paquete recibido no se halla en la tabla de flujo, el conmutador OpenFlow transmite el paquete recibido al controlador OpenFlow mediante el canal seguro. Así, el conmutador OpenFlow consulta acerca de una acción para el paquete de datos. Esta consulta también se denomina Packet-In.

15 El controlador OpenFlow determina una ruta del paquete recibido, en base a información que indica una fuente y un destino del paquete recibido. El controlador OpenFlow envía la información de ruta determinada (a continuación también denominada FlowMod) a todos los conmutadores OpenFlow en la ruta, usando un canal seguro formado según TCP (protocolo de control de transmisión), SSL (Secure Socket Layer), o análogos.

20 Es decir, la red OpenFlow puede ser considerada como una red en la que el controlador OpenFlow y el conmutador OpenFlow intercambian (envían/reciben) mensajes de control para permitir por ello que un paquete de datos llegue a su destino. Por lo tanto, cuando el número de flujos aumenta, el número de mensajes de control enviados/recibidos entre el controlador OpenFlow y el conmutador OpenFlow también aumenta. Esto origina la posibilidad de imponer una presión significativa a la anchura de banda de la red.

25 La figura 17 es un diagrama explicativo que representa otro ejemplo de un flujo de paquetes en la red OpenFlow. Los pasos S201-1 a S202 en los que el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje Packet-In del dispositivo de transmisión de paquete y calcula la ruta de transmisión son los mismos que los pasos S901 a S902 de la figura 16.

30 Una vez completado el cálculo de la ruta de transmisión, el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 crea la entrada en la que la acción que define la transmisión según la ruta de transmisión calculada y el valor de temporizador se ponen para un paquete que corresponde a la regla de comparación (clave de correspondencia) de la entrada nueva, para cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230. El dispositivo de control de ruta (controlador) 100 notifica a cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 la entrada creada, usando el mensaje FlowMod (pasos S203-1, S203-2, y S203-3).

35 Supóngase aquí que, al notificar a cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 la entrada creada, el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 210 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S203-1) y el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 230 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S203-3) llegan a los dispositivos de transmisión de paquete 210 y 230 respectivamente, pero el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 220 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S203-2) no llega al dispositivo de transmisión de paquete 220 debido a una pérdida de paquete, un retardo, o análogos producidos por congestión de la red.

45 Habiendo recibido el mensaje FlowMod y completada la puesta de la entrada en la tabla de flujo, el dispositivo de transmisión de paquete 210 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada establecida (paso S201-2). Al recibir el paquete de datos del dispositivo de transmisión de paquete 210, el dispositivo de transmisión de paquete 220 busca la tabla de flujo para una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a la información de cabecera del paquete. Sin embargo, dado que el mensaje FlowMod no llega al dispositivo de transmisión de paquete 220, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, el dispositivo de transmisión de paquete 220 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (mensaje Packet-In) al dispositivo de control de ruta (controlador) 100 (paso S204).

50 Al recibir el mensaje Packet-In, el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 crea una regla de comparación (clave de correspondencia) de una entrada nueva en base a la información recibida, y determina un valor de temporizador aplicado a la entrada. La información creada como la regla de comparación es, por ejemplo, la información de "InPort" a "TCP/UDP src port" representado como ejemplo en la figura 15. El dispositivo de control de ruta (controlador) 100 también comprueba la posición del terminal 320 como el destino en base a la información recibida, y calcula una ruta de transmisión de paquete desde el terminal 310 al terminal 320. Se supone aquí que, como resultado del cálculo de ruta de transmisión, se calcula la ruta de transmisión del paquete en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 220 → el dispositivo de transmisión de paquete 230.

65 A continuación, el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 crea una entrada en la que una acción que define la transmisión según la ruta de transmisión calculada y el valor de temporizador se ponen para un paquete que

corresponde a la regla de comparación (clave de correspondencia) de la entrada nueva, para cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230. El dispositivo de control de ruta (controlador) 100 notifica a cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 la entrada creada, usando un mensaje FlowMod (pasos S205-1 y S205-2).

5 Cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 recibe satisfactoriamente el mensaje FlowMod, y pone la entrada recibida en la tabla de flujo. Como resultado de la puesta de la entrada de esta forma, el terminal 320 puede recibir el paquete de datos.

10 Sin embargo, el mensaje FlowMod recibido por el dispositivo de transmisión de paquete 230 en el paso S203-3 y el mensaje FlowMod recibido por el dispositivo de transmisión de paquete 230 en el paso S205-2 son el mismo mensaje, porque se refieren a la entrada para el mismo paquete de datos. Esto significa que el dispositivo de transmisión de paquete 230 recibe el mismo mensaje dos veces del dispositivo de control de ruta 100.

15 Enviar/recibir tal paquete de control redundante tiene la posibilidad de producir una disminución de la eficiencia de uso de la red. En los ejemplos mostrados en las figuras 16 y 17, hay tres dispositivos de transmisión de paquete entre el terminal 310 y el terminal 320. Sin embargo, un aumento del número de dispositivos de transmisión de paquete entre los terminales (es decir, un aumento en el recuento de salto) puede dar lugar a otro aumento del número de paquetes de control innecesarios. Es probable que el envío/recepción de tales paquetes de control
 20 innecesarios impacte en la red y disminuya la eficiencia de uso de la red.

En vista de esto, un objeto ejemplar de la presente invención es proporcionar un sistema de control de ruta de comunicación, un dispositivo de control de ruta, un método de control de ruta de comunicación, y un programa de control de ruta que pueden reducir el número de paquetes usados para el control de ruta de comunicación.

25

Solución del problema

Un sistema de control de ruta de comunicación según un aspecto ejemplar de la presente invención es un sistema de control de ruta de comunicación incluyendo: un dispositivo de transmisión de paquete para transmitir un paquete
 30 recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del paquete; y un dispositivo de control de ruta para controlar una ruta de comunicación del paquete, ordenando al dispositivo de transmisión de paquete que aplique la regla de transmisión de paquete, donde el dispositivo de transmisión de paquete incluye un medio de consulta de proceso para consultar al dispositivo de control de ruta acerca de un proceso para el paquete recibido, y donde el dispositivo de control de ruta incluye un medio de
 35 determinación de dispositivo de transmisión de paquete para, al recibir la consulta acerca del proceso para el paquete del dispositivo de transmisión de paquete, determinar un dispositivo de transmisión de paquete que haya de aplicar la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.

40 Un dispositivo de control de ruta según un aspecto ejemplar de la presente invención es un dispositivo de control de ruta incluyendo un medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete para, al recibir una consulta acerca de un proceso para un paquete de un dispositivo de transmisión de paquete que transmite un paquete recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del
 45 paquete, determinar un dispositivo de transmisión de paquete que haya de aplicar la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.

Un método de control de ruta de comunicación según un aspecto ejemplar de la presente invención es un método de control de ruta de comunicación donde un dispositivo de transmisión de paquete para transmitir un paquete recibido
 50 en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del paquete consulta a un dispositivo de control de ruta para controlar una ruta de comunicación del paquete, acerca de un proceso para el paquete recibido, y donde, al recibir la consulta acerca del proceso para el paquete del dispositivo de transmisión de paquete, el dispositivo de control de ruta determina un dispositivo de transmisión de paquete que
 55 haya de aplicar la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.

Un programa de control de ruta según un aspecto ejemplar de la presente invención es un programa de control de ruta para hacer que un ordenador ejecute un proceso de determinación de dispositivo de transmisión de paquete de,
 60 al recibir una consulta acerca de un proceso para un paquete de un dispositivo de transmisión de paquete que transmite un paquete recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del paquete, determinar un dispositivo de transmisión de paquete que haya de aplicar la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.

65 **Efectos ventajosos de la invención**

Según la presente invención, el número de paquetes usados para el control de ruta de comunicación se puede reducir.

Breve descripción de los dibujos

- 5 [Figura 1] La figura 1 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de un sistema de control de ruta de comunicación en una realización ejemplar 1 de la presente invención.
- 10 [Figura 2] La figura 2 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de un dispositivo de transmisión de paquete.
- [Figura 3] La figura 3 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de un dispositivo de control de ruta en la realización ejemplar 1.
- 15 [Figura 4] La figura 4 es un diagrama de flujo que representa un ejemplo de una operación del dispositivo de control de ruta.
- [Figura 5] La figura 5 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de un dispositivo de control de ruta en la realización ejemplar 2 de la presente invención.
- 20 [Figura 6] La figura 6 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un flujo de paquetes en una red OpenFlow.
- [Figura 7] La figura 7 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un sistema de control de ruta de comunicación en el ejemplo 1 de la presente invención.
- 25 [Figura 8] La figura 8 es un diagrama de flujo que representa un ejemplo de una operación de un dispositivo de control de ruta.
- [Figura 9] La figura 9 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de una operación de determinar un dispositivo de transmisión de paquete al que se le ha de notificar una regla de proceso.
- [Figura 10] La figura 10 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de información de topología de red.
- 35 [Figura 11] La figura 11 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un flujo de paquetes en la red OpenFlow.
- [Figura 12] La figura 12 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de una operación de determinar un dispositivo de transmisión de paquete.
- 40 [Figura 13] La figura 13 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de una estructura mínima de un sistema de control de ruta de comunicación según la presente invención.
- [Figura 14] La figura 14 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de una estructura mínima de un dispositivo de control de ruta según la presente invención.
- 45 [Figura 15] La figura 15 es un diagrama explicativo que representa una tabla de flujo.
- [Figura 16] La figura 16 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un flujo de paquetes en la red OpenFlow.
- 50 [Figura 17] La figura 17 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un flujo de paquetes en la red OpenFlow.

Descripción de realizaciones

A continuación se describen realizaciones ejemplares de la presente invención con referencia a los dibujos.

Realización ejemplar 1

- 60 La figura 1 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de un sistema de control de ruta de comunicación en la realización ejemplar 1 de la presente invención. El sistema de control de ruta de comunicación de la realización ejemplar 1 incluye un dispositivo de control de ruta 100, dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, y terminales 310 y 320. Obsérvese, sin embargo, que el número de dispositivos de transmisión de paquete y el número de terminales no se limitan a los números representados como ejemplo en la figura 1. El número de dispositivos de transmisión de paquete puede ser uno, dos, o cuatro o más. El número de terminales puede ser tres
- 65

o más.

5 Cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 es un dispositivo que, al recibir un paquete, transmite el paquete recibido en base a una regla predeterminada. Esta regla también se denomina una regla de transmisión de paquete. Por ejemplo, el dispositivo de transmisión de paquete está formado por un router, un conmutador, o análogos.

10 La figura 2 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo del dispositivo de transmisión de paquete 210. Dado que los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 tienen la misma estructura que el dispositivo de transmisión de paquete 210, se omite su descripción. El dispositivo de transmisión de paquete 210 incluye una unidad de envío/recepción de mensaje de control 211, una unidad de almacenamiento de tabla de flujo 212, y una unidad de gestión de paquete 213.

15 La unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 tiene la función de comunicar con el dispositivo de control de ruta 100. Es decir, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 envía/recibe un mensaje de control a/de el dispositivo de control de ruta 100.

20 La unidad de almacenamiento de tabla de flujo 212 guarda una tabla de flujo. En la tabla de flujo se define para cada flujo una combinación incluyendo: una regla para correspondencia (campos de cabecera) usada para comparación con una cabecera de paquete; información estadística de flujo (contadores); y una acción (acciones) que define un proceso para un paquete. Esta combinación también se denomina a continuación una regla de proceso (entrada de flujo). Por ejemplo, la información representada como ejemplo en la figura 15 se incluye en la tabla de flujo.

25 La unidad de gestión de paquete 213 gestiona un paquete recibido en base a una acción incluida en la tabla de flujo. En detalle, cuando el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe un paquete, la unidad de gestión de paquete 213 busca la tabla de flujo almacenada en la unidad de almacenamiento de tabla de flujo 212 para una regla de proceso (entrada de flujo) incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponde al paquete recibido. En el caso donde la entrada de flujo que corresponde al paquete recibido se halla como resultado de la búsqueda, la unidad de gestión de paquete 213 realiza un proceso (por ejemplo, enviar el paquete desde un puerto designado, desbordamiento, descarte) definido en un campo de acción de la entrada de flujo, en el paquete recibido.

35 En el caso donde la entrada que corresponde al paquete recibido no se halla en la tabla de flujo, la unidad de gestión de paquete 213 envía un mensaje de control indicando que se detecta un flujo nuevo (es decir, un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo) al dispositivo de control de ruta 100, consultando por ello acerca de un proceso para el paquete.

40 El dispositivo de control de ruta 100 es un dispositivo que realiza control de ruta en la red gestionada por el dispositivo de control de ruta 100. En detalle, el dispositivo de control de ruta 100 es un dispositivo que controla una ruta de comunicación de paquete, ordenando a un dispositivo de transmisión de paquete que aplique una regla de transmisión de paquete. En la realización ejemplar 1, el dispositivo de control de ruta 100 gestiona los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230. La figura 3 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo del dispositivo de control de ruta 100. El dispositivo de control de ruta 100 incluye una unidad de determinación de destino de mensaje de control 101, una unidad de gestión de topología 102, una unidad de cálculo de ruta/acción 103, una unidad de comunicación 104, una unidad de gestión de mensaje de control 105, y una unidad de almacenamiento de posición de terminal 106.

50 La unidad de comunicación 104 tiene una función por la que el dispositivo de control de ruta 100 comunica con los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230. Es decir, la unidad de comunicación 104 envía/recibe un paquete a/de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230.

55 La unidad de gestión de topología 102 crea información de topología de red en base a relaciones de conexión de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 recogidos mediante la unidad de comunicación 104, y guarda la información de topología creada. La información de topología aquí mencionada es información que indica una configuración de conexión en la que un dispositivo de transmisión de paquete conecta con otro dispositivo. Por ejemplo, la unidad de gestión de topología 102 recoge información de una tabla de rutas mantenida en cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, y crea la información de topología de red en base a la tabla de rutas. Obsérvese, sin embargo, que el método de crear la información de topología de red no se limita a éste. La unidad de gestión de topología 102 puede recibir información de topología de red de otro dispositivo de control de ruta 100 y almacenar la información de topología de red recibida.

60 La unidad de almacenamiento de posición de terminal 106 guarda información de posición de terminal. Por ejemplo, la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106 guarda una base de datos de información de posición tal como una dirección IP. La información de posición de terminal puede haber sido almacenada en la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106 de antemano por un administrador o análogos. Alternativamente, siempre que el dispositivo de control de ruta 100 recibe información de posición de otro dispositivo de control de

ruta, la información de posición recibida se puede almacenar en la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106. Por ejemplo, la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106 está formada por un disco magnético o análogos.

5 La unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcula una acción a ejecutar por los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 y una ruta de transmisión de paquete, como una regla de proceso (entrada de flujo). En detalle, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 especifica posiciones de un terminal fuente y un terminal destino a partir de la información de posición almacenada en la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106, y calcula una ruta de transmisión de un paquete en base a la información de topología de red gestionada por la unidad de gestión de topología 102. La unidad de cálculo de ruta/acción 103 también determina un proceso (acción) a ejecutar en el paquete por cada dispositivo de transmisión de paquete en la ruta de transmisión. Se puede usar un método arbitrario como el método de determinar la acción. Por ejemplo, en el caso de que la unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcule satisfactoriamente la ruta de transmisión, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 puede determinar que se ha de ejecutar una acción de transmitir el paquete. Por otra parte, para un paquete de un tipo predeterminado, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 puede determinar que se ha de ejecutar una acción predeterminada tal como descartar el paquete, transmitir el paquete a un dispositivo predeterminado, o análogos.

20 La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina un dispositivo de transmisión de paquete al que se le ha de notificar la regla de proceso (entrada de flujo), de entre los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta calculada por la unidad de cálculo de ruta/acción 103. En detalle, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina el dispositivo de transmisión de paquete al que se le ha de notificar la entrada de flujo (es decir, que ha de aplicar la entrada de flujo), en base a si una consulta acerca de un proceso para el paquete de un dispositivo de transmisión de paquete es o no una consulta de primera vez.

25 La unidad de gestión de mensaje de control 105 analiza un mensaje de control recibido de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, y pasa el mensaje de control a una unidad correspondiente en el dispositivo de control de ruta 100. Por ejemplo, en el caso de recibir un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo de alguno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, la unidad de gestión de mensaje de control 105 pide a la unidad de cálculo de ruta/acción 103 que cree una regla de proceso nueva (entrada de flujo).

30 La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101, la unidad de gestión de topología 102, la unidad de cálculo de ruta/acción 103, la unidad de comunicación 104, y la unidad de gestión de mensaje de control 105 son realizadas por una CPU de un ordenador que opera según un programa (programa de control de ruta). Por ejemplo, el programa puede estar almacenado en una unidad de almacenamiento (no representada) en el dispositivo de control de ruta 100, leyendo la CPU el programa y, según el programa, operando como la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101, la unidad de gestión de topología 102, la unidad de cálculo de ruta/acción 103, la unidad de comunicación 104, y la unidad de gestión de mensaje de control 105. Alternativamente, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101, la unidad de gestión de topología 102, la unidad de cálculo de ruta/acción 103, la unidad de comunicación 104, y la unidad de gestión de mensaje de control 105 pueden realizarse por hardware dedicado.

A continuación se describe una operación del sistema de control de ruta de comunicación de la realización ejemplar 1, con referencia a la figura 16.

45 Cuando el terminal 310 envía un paquete de datos al dispositivo de transmisión de paquete 210 y el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el paquete (paso S901), la unidad de gestión de paquete 213 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a información de cabecera del paquete recibido. Sin embargo, dado que el paquete recibido es el primer paquete, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de gestión de paquete 213 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo al dispositivo de control de ruta 100 (paso S902).

50 El mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo incluye información necesaria para identificar el flujo (por ejemplo, una dirección MAC, una dirección IP, un número de puerto (tanto para la fuente como la el destino)) e información que indica un puerto de recepción del paquete.

60 Se supone aquí que el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete recibido y envía la información necesaria para identificar el flujo al dispositivo de control de ruta 100, pero el dispositivo de transmisión de paquete 210 puede enviar el paquete recibido propiamente dicho al dispositivo de control de ruta 100.

65 A continuación se describe una operación cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo. La figura 4 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de la operación del dispositivo de control de ruta 100.

Cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje de información acerca de la detección de un flujo

nuevo del dispositivo de transmisión de paquete 210 (paso S1501 en la figura 4), la unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcula una ruta del paquete, y determina una acción de cada dispositivo de transmisión de paquete situado en la ruta (paso S1502). A continuación, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina un dispositivo de transmisión de paquete como un destino al que se le ha de notificar una regla de proceso incluyendo la acción, de entre los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta (paso S1503).

En detalle, cuando se recibe el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina si el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje de información es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete del terminal fuente del paquete de datos. Por ejemplo, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 puede hacer referencia a la información de topología de red y determinar si el dispositivo que envía el paquete de datos al dispositivo de transmisión de paquete es o no el terminal, en base a información incluida en el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo, a saber, el identificador del dispositivo de transmisión de paquete y el número de puerto del puerto en el que el dispositivo de transmisión de paquete recibe el paquete de datos.

En el caso donde el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo es el primer dispositivo de transmisión de paquete del terminal fuente del paquete de datos, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina que la regla de proceso sea notificada a todos los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta calculada por la unidad de cálculo de ruta/acción 103. Por otra parte, en el caso donde el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo no es el primer dispositivo de transmisión de paquete, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina que la regla de proceso solamente sea notificada al dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo. La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 envía la regla de proceso al destino de mensaje de control determinado (paso S1504).

Cuando cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 recibe la regla de proceso del dispositivo de control de ruta 100, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 pone la entrada recibida en la tabla de flujo. La unidad de gestión de paquete 213 transmite entonces el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada puesta (paso S904-1 en la figura 16). Los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 en la ruta de transmisión a través de la que el paquete ha de ser transmitido ya tienen puesta la entrada, de modo que el paquete es transmitido al dispositivo de transmisión de paquete 220 y luego al dispositivo de transmisión de paquete 230, y eventualmente llega al terminal 320 (pasos S904-2 y S904-3).

Como se ha descrito anteriormente, según la realización ejemplar 1, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 en un dispositivo de transmisión de paquete consulta el dispositivo de control de ruta 100 acerca de un proceso para un paquete recibido. Al recibir la consulta acerca del proceso para el paquete recibido del dispositivo de transmisión de paquete, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 en el dispositivo de control de ruta 100 determina un dispositivo de transmisión de paquete que haya de aplicar una regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.

En detalle, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina el dispositivo de transmisión de paquete que ha de aplicar la regla de transmisión de paquete, en base a si el dispositivo de transmisión de paquete que hace la consulta es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete en una ruta a través de la que el paquete ha de ser transmitido. Según tal estructura, el número de paquetes usados para el control de ruta de comunicación se puede reducir. Dado que es posible evitar el envío de un paquete de control redundante desde el controlador OpenFlow al conmutador OpenFlow, cabe esperar una mejora de la eficiencia de uso de la red, una reducción de la carga de envío de paquete de control en el controlador OpenFlow, y una reducción de la carga de gestión de paquete de control en el conmutador OpenFlow.

Realización ejemplar 2

A continuación se describe un sistema de control de ruta de comunicación de la realización ejemplar 2 de la presente invención. El sistema de control de ruta de comunicación de la realización ejemplar 2 incluye el dispositivo de control de ruta 100, los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, y los terminales 310 y 320, también, como se representa como ejemplo en la figura 1.

El dispositivo de control de ruta 100 es un dispositivo que realiza control de ruta en la red gestionada por el dispositivo de control de ruta 100, como en la realización ejemplar 1. En la realización ejemplar 2, el dispositivo de control de ruta 100 gestiona los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230. El dispositivo de control de ruta 100 de la realización ejemplar 2 es un dispositivo que tiene funciones adicionales al dispositivo de control de ruta 100 de la realización ejemplar 1.

La figura 5 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo del dispositivo de control de ruta 100 de la realización ejemplar 2. El dispositivo de control de ruta 100 de la realización ejemplar 2 incluye la unidad de

determinación de destino de mensaje de control 101, la unidad de gestión de topología 102, la unidad de cálculo de ruta/acción 103, la unidad de comunicación 104, la unidad de gestión de mensaje de control 105, la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106, una unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, y una unidad de gestión de entrada de flujo 108.

5 Es decir, el dispositivo de control de ruta 100 de la realización ejemplar 2 difiere del dispositivo de control de ruta 100 de la realización ejemplar 1 en que se han añadido las funciones de la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 y la unidad de gestión de entrada de flujo 108.

10 La unidad de comunicación 104 tiene una función por la que el dispositivo de control de ruta 100 comunica con los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230.

15 La unidad de gestión de topología 102 crea información de topología de red en base a relaciones de conexión de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 recogida mediante la unidad de comunicación 104, y guarda la información de topología creada. El método de crear y almacenar la información de topología es el mismo que en la realización ejemplar 1. La unidad de almacenamiento de posición de terminal 106 guarda información de posición de terminal. La información almacenada en la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106 es la misma que en la realización ejemplar 1. Por ejemplo, la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106 está realizada por un disco magnético o análogos.

20 La unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcula una acción a ejecutar por los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 y una ruta de transmisión de paquete, como una regla de proceso (entrada de flujo). En detalle, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 especifica posiciones de un terminal fuente y un terminal destino y calcula una ruta de transmisión de un paquete, a partir de la información de topología de red gestionada por la unidad de gestión de topología 102 y la información de posición almacenada en la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106. La unidad de cálculo de ruta/acción 103 también determina un proceso (acción) a ejecutar en el paquete por los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 en la ruta de transmisión.

30 La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina un dispositivo de transmisión de paquete al que se le ha de notificar la regla de proceso (entrada de flujo), de entre los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta calculada por la unidad de cálculo de ruta/acción 103. En detalle, según un resultado de la determinación de la unidad de gestión de entrada de flujo 108 descrita más adelante, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina el dispositivo de transmisión de paquete al que se le ha de notificar la entrada de flujo (es decir, que ha de aplicar la entrada de flujo), en base a si una consulta acerca de un proceso para el paquete de un dispositivo de transmisión de paquete es o no una consulta de primera vez.

35 La unidad de gestión de mensaje de control 105 analiza un mensaje de control recibido de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, y pasa la información de mensaje de control a una unidad correspondiente en el dispositivo de control de ruta (controlador) 100. Por ejemplo, en el caso de recibir un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (Packet-In) de alguno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, la unidad de gestión de mensaje de control 105 pide a la unidad de cálculo de ruta/acción 103 que cree una regla de proceso nueva (entrada de flujo).

40 La unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 guarda una entrada de flujo. En detalle, la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 guarda una base de datos de una entrada de flujo. Por ejemplo, la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 es realizada por un disco magnético o análogos. Como se representa como ejemplo en la figura 15, la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 guarda una regla de proceso (entrada de flujo) incluyendo una regla de comparación (regla para correspondencia), una acción (incluyendo un valor de temporizador), e información estadística de flujo.

50 La unidad de gestión de entrada de flujo 108 crea una regla de comparación (clave de correspondencia), en base a la información recibida del nodo (dispositivo de transmisión de paquete). La unidad de gestión de entrada de flujo 108 también guarda la entrada de flujo calculada por la unidad de cálculo de ruta/acción 103, en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107. Al hacerlo, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 determina si la entrada de flujo ya está almacenada o no en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107. En el caso donde la entrada de flujo ya está almacenada en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 determina que la consulta acerca del proceso para el paquete recibido no es la consulta de primera vez. Por otra parte, en el caso donde la entrada de flujo no está almacenada en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 determina que la consulta acerca del proceso para el paquete recibido es la consulta de primera vez. La unidad de gestión de entrada de flujo 108 notifica a la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 el resultado de la determinación.

60 Además, en respuesta a una petición de añadir o actualizar una regla de proceso (entrada de flujo) de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 ordena poner la regla de proceso (entrada de flujo) en la unidad de almacenamiento de tabla de flujo 212.

65

- 5 La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101, la unidad de gestión de topología 102, la unidad de cálculo de ruta/acción 103, la unidad de comunicación 104, la unidad de gestión de mensaje de control 105, y la unidad de gestión de entrada de flujo 108 son realizadas por una CPU de un ordenador que opera según un programa (programa de control de ruta). Alternativamente, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101, la unidad de gestión de topología 102, la unidad de cálculo de ruta/acción 103, la unidad de comunicación 104, la unidad de gestión de mensaje de control 105, y la unidad de gestión de entrada de flujo 108 pueden realizarse por hardware dedicado.
- 10 Cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 es un dispositivo que, al recibir un paquete, transmite el paquete recibido en base a una regla predeterminada, como en la realización ejemplar 1. Los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 de la realización ejemplar 2 tienen la misma estructura que la representada como ejemplo en la figura 2. Es decir, el dispositivo de transmisión de paquete 210 de la realización ejemplar 2 incluye la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211, la unidad de almacenamiento de tabla de flujo 212, y la unidad de gestión de paquete 213.
- 15 La unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 tiene la función de comunicar con el dispositivo de control de ruta 100.
- 20 La unidad de almacenamiento de tabla de flujo 212 guarda una tabla de flujo. En la tabla de flujo, para cada flujo se define una combinación incluyendo: una regla para correspondencia (campos de cabecera) usada para comparación con una cabecera de paquete; información estadística de flujo (contadores); y una acción (acciones) que define un proceso para un paquete, como en la realización ejemplar 1 (véase la figura 15).
- 25 La unidad de gestión de paquete 213 busca en la unidad de almacenamiento de tabla de flujo 212 una regla de proceso (entrada de flujo) incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponde a un paquete recibido, y realiza un proceso (por ejemplo, transmitir el paquete a un puerto designado, desbordamiento, descarte) definido en un campo de acción de la regla de proceso (entrada de flujo).
- 30 A continuación se describe una operación del sistema de control de ruta de comunicación de la realización ejemplar 2. La figura 6 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un flujo de paquetes en la red OpenFlow.
- 35 Cuando el terminal 310 envía un paquete de datos al dispositivo de transmisión de paquete 210 y el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el paquete (paso S1401), la unidad de gestión de paquete 213 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a información de cabecera del paquete recibido. Sin embargo, dado que el paquete recibido es el primer paquete, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de gestión de paquete 213 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo al dispositivo de control de ruta 100 (paso S1402).
- 40 El mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo incluye información necesaria para identificar el flujo (por ejemplo, una dirección MAC, una dirección IP, un número de puerto (tanto para la fuente como para el destino)) e información que indica un puerto de recepción del paquete.
- 45 Se supone aquí que el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete recibido y envía la información necesaria para identificar el flujo al dispositivo de control de ruta 100, pero el dispositivo de transmisión de paquete 210 puede enviar el paquete recibido propiamente dicho al dispositivo de control de ruta 100.
- 50 A continuación se describe con referencia a la figura 4 una operación cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo.
- 55 Cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo del dispositivo de transmisión de paquete 210 (paso S1501 en la figura 4), la unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcula una ruta del paquete, y determina una acción de cada dispositivo de transmisión de paquete situado en la ruta (paso S1502). A continuación, se lleva a cabo en el dispositivo de control de ruta 100 una operación de determinar un dispositivo de transmisión de paquete como un destino al que se le ha de notificar una regla de proceso incluyendo la acción de entre los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta (paso S1503).
- 60 En primer lugar, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 extrae la información para identificar el flujo, del mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo. Al registrar una entrada correspondiente al flujo en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 determina si la entrada de flujo ya está almacenada o no en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107.
- 65 En el caso donde la entrada de flujo ya está almacenada en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina notificar la regla de proceso solamente al dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo.

Por otra parte, en el caso donde la entrada de flujo no está almacenada en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina notificar la regla de proceso a todos los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta calculada por la unidad de cálculo de ruta/acción 103. La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica la regla de proceso al destino de mensaje de control determinado (paso S1504).

Cuando cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 recibe la regla de proceso del dispositivo de control de ruta 100, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 pone la entrada recibida en la tabla de flujo. La unidad de gestión de paquete 213 transmite entonces el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada puesta (paso S1404-1 en la figura 6). Los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 en la ruta de transmisión a través de la que el paquete ha de ser transmitido ya tienen puesta la entrada, de modo que el paquete es transmitido al dispositivo de transmisión de paquete 220 y luego al dispositivo de transmisión de paquete 230, y eventualmente llega al terminal 320 (pasos S1404-2 y S1404-3). Posteriormente, en el caso de enviar un paquete desde el terminal 310 al terminal 320, el paquete es transmitido en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 210 → el dispositivo de transmisión de paquete 220 → el dispositivo de transmisión de paquete 230 según la ruta de transmisión (pasos S1405-1 a S1405-4), y llega al terminal 320.

Como se ha descrito anteriormente, según la realización ejemplar 2, en base a si una regla de transmisión de paquete correspondiente a un paquete para el que se realiza una consulta acerca de un proceso está almacenada o no en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina un dispositivo de transmisión de paquete que ha de aplicar la regla de transmisión de paquete. También según tal estructura, el número de paquetes usados para el control de ruta de comunicación se puede reducir.

Ejemplo 1

A continuación se describe la presente invención por medio de ejemplos específicos. Sin embargo, el alcance de la presente invención no se limita a lo siguiente. El ejemplo 1 corresponde al sistema de control de ruta de comunicación de la realización ejemplar 1 de la presente invención.

La figura 7 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un sistema de control de ruta de comunicación del ejemplo 1 de la presente invención. El sistema de control de ruta de comunicación en el ejemplo 1 incluye los dos terminales 310 y 320, los tres dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 entre los terminales 310 y 320, y el dispositivo de control de ruta 100 para controlar la red. Obsérvese que un número de un dígito representado a cualquier lado de cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 es un número de puerto de un puerto del dispositivo, y un número de tres dígitos asignado a cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 es un identificador del dispositivo.

Un sistema de control de ruta de comunicación previsto para la red OpenFlow se describe en el ejemplo 1. El dispositivo de control de ruta 100 corresponde a un dispositivo que incluye, en el controlador OpenFlow, una función de determinar un dispositivo de transmisión de paquete al que notificar una regla de proceso (entrada de flujo). Mientras tanto, cada dispositivo de transmisión de paquete corresponde al conmutador OpenFlow. A continuación se describe una operación del sistema de control de ruta de comunicación del ejemplo 1, con referencia a la figura 16.

Cuando el terminal 310 envía un paquete de datos al dispositivo de transmisión de paquete 210 y el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el paquete (paso S901), la unidad de gestión de paquete 213 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponde a información de cabecera del paquete recibido. Sin embargo, dado que el paquete recibido es el primer paquete, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de gestión de paquete 213 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (mensaje Packet-In) al dispositivo de control de ruta 100 (paso S902).

El mensaje Packet-In incluye información necesaria para identificar el flujo (por ejemplo, una dirección MAC, una dirección IP, un número de puerto (tanto para la fuente como para el destino)) e información que indica un puerto de recepción del paquete.

Se supone aquí que el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete recibido y envía la información necesaria para identificar el flujo al dispositivo de control de ruta 100, pero el dispositivo de transmisión de paquete 210 puede enviar el paquete recibido propiamente dicho al dispositivo de control de ruta 100.

A continuación se describe una operación cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje Packet-In. La figura 8 es un diagrama de flujo que representa un ejemplo de la operación del dispositivo de control de ruta 100.

Cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje Packet-In del dispositivo de transmisión de paquete

210 (paso S301), la unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcula una ruta del paquete, y determina una acción de cada dispositivo de transmisión de paquete situado en la ruta (paso S302). A continuación, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina un dispositivo de transmisión de paquete como un destino al que se le ha de notificar una regla de proceso incluyendo la acción, de entre los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta (paso S303). La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica un mensaje FlowMod al destino de mensaje de control determinado (paso S304).

La figura 9 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de una operación de determinar el dispositivo de transmisión de paquete al que se ha de notificar la regla de proceso. El paso S303 se describe con detalle más adelante, con referencia a la figura 9.

Cuando se recibe el mensaje Packet-In, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina si el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete del terminal fuente del paquete de datos. En el ejemplo 1, esta determinación se realiza usando el identificador del dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In y, de entre los números de puerto especificados del mensaje Packet-In, el número de puerto del puerto (a continuación también denominado puerto de entrada) en el que el dispositivo de transmisión de paquete recibe el paquete de datos (paso S401). Obsérvese que el método de determinación no se limita al método de determinación que usa el número de puerto y el identificador del dispositivo de transmisión de paquete descrito en el ejemplo 1. Se puede aplicar cualquier otro método a condición de que se pueda determinar si el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete del terminal fuente del paquete de datos.

En el sistema de control de ruta de comunicación representado como ejemplo en la figura 7, el identificador del dispositivo de transmisión de paquete 210 es "210", y el puerto de entrada es "1". Supóngase aquí que la unidad de gestión de topología 102 calcula información de topología de red a partir de los identificadores y los números de puerto en el dispositivo de control de ruta 100 representado como ejemplo en la figura 7, y retiene la información de topología de red calculada. La figura 10 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de información de topología de red calculada por la unidad de gestión de topología 102. En el ejemplo representado en la figura 10, un cuadrado denota un terminal, y un círculo denota un dispositivo de transmisión de paquete. Un número de tres dígitos debajo del cuadrado o el círculo es un identificador del dispositivo, y un número de un dígito a cualquier lado del cuadrado o el círculo es un número de puerto.

La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 accede a la unidad de gestión de topología 102 (paso S402), y determina si un dispositivo conectado al dispositivo de transmisión de paquete es o no otro dispositivo de transmisión de paquete (paso S403). Aquí, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 comprueba un dispositivo conectado al puerto del número de puerto "1" del dispositivo identificado por el identificador "210", a partir de la información de topología de red representada como ejemplo en la figura 10. En el ejemplo representado en la figura 10, el dispositivo conectado al puerto del número de puerto "1" del dispositivo de transmisión de paquete 210 es el terminal 310. Así, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 detecta que el dispositivo adyacente al dispositivo de transmisión de paquete 210 es el terminal 310 (paso S403: N). La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica consiguientemente la regla de proceso (información de ruta) a todos los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta calculada por la unidad de cálculo de ruta/acción 103 (paso 405).

Por otra parte, en el caso donde el dispositivo adyacente al dispositivo de transmisión de paquete 210 es otro dispositivo de transmisión de paquete (paso S403: S), la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica la regla de proceso solamente al dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In (paso S404). Más adelante se describirá una operación en el caso donde el dispositivo adyacente al dispositivo de transmisión de paquete es otro dispositivo de transmisión de paquete.

Habiendo determinado el destino del mensaje FlowMod, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 envía el mensaje FlowMod a los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 (paso S903 en la figura 16). La unidad de gestión de paquete 213 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada puesta (paso S904-1 en la figura 16). Los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 en la ruta de transmisión a través de la que el paquete ha de ser transmitido ya tienen puesta la entrada, de modo que el paquete es transmitido al dispositivo de transmisión de paquete 220 y luego al dispositivo de transmisión de paquete 230, y eventualmente llega al terminal 320 (pasos S904-2 y S904-3).

A continuación se describe una situación donde se realiza el paso S404 (es decir, una operación en el caso donde el dispositivo que envía el paquete de datos al dispositivo de transmisión de paquete es otro dispositivo de transmisión de paquete) en la figura 9. La figura 11 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de un flujo de paquetes en la red OpenFlow.

En el caso donde el terminal 310 envía el primer paquete de datos al terminal 320, el paquete de datos es enviado primero al dispositivo de transmisión de paquete 210 conectado al terminal 320 (paso S1301-1). Cuando el

dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el paquete, la unidad de gestión de paquete 213 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a la información de cabecera del paquete recibido.

5 Sin embargo, dado que el paquete recibido es el primer paquete, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (mensaje Packet-In) al dispositivo de control de ruta (controlador) 100 (paso S1302).

10 El mensaje Packet-In incluye información necesaria para identificar el flujo (por ejemplo, una dirección MAC, una dirección IP, un número de puerto (tanto para la fuente como para el destino)) e información que indica un puerto de recepción del paquete.

15 Se supone aquí que el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete recibido y envía la información necesaria para identificar el flujo al dispositivo de control de ruta (controlador) 100, pero la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 puede enviar el paquete recibido propiamente dicho al dispositivo de control de ruta (controlador) 100.

20 Cuando el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 recibe el mensaje Packet-In, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 crea una regla de comparación (clave de correspondencia) de una entrada nueva del mensaje recibido, y determina un valor de temporizador aplicado a la entrada. La información creada como la regla de comparación es, por ejemplo, la información de "InPort" a "TCP/UDP src port" representada como ejemplo en la figura 15.

25 La unidad de cálculo de ruta/acción 103 también comprueba la posición del terminal 320 como el destino en base al mensaje recibido, y calcula una ruta de transmisión de paquete desde el terminal 310 al terminal 320. Se supone aquí que, como resultado del cálculo de ruta de transmisión, se calcula la ruta de transmisión del paquete en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 210 → el dispositivo de transmisión de paquete 220 → el dispositivo de transmisión de paquete 230.

30 A continuación, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 crea una entrada en la que una acción que define la transmisión según la ruta de transmisión calculada y el valor de temporizador se ponen para un paquete que corresponde a la regla de comparación (clave de correspondencia) de la entrada nueva, para cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230. La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica a cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 la entrada creada, usando un mensaje FlowMod (pasos S1303-1, S1303-2, S1303-3).

35 Supóngase aquí que el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 210 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S1303-1) y el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 230 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S1303-3) llegan a los dispositivos de transmisión de paquete 210 y 230 respectivamente, pero el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 220 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S1303-2) no llega al dispositivo de transmisión de paquete 220 debido a una pérdida de paquete, un retardo, o análogos producido por congestión de la red.

45 Cuando el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el mensaje FlowMod y la unidad de gestión de paquete 213 completa la puesta de la entrada en la tabla de flujo, la unidad de gestión de paquete 213 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada puesta (paso S1301-2). Cuando el dispositivo de transmisión de paquete 220 recibe el paquete de datos del dispositivo de transmisión de paquete 210, la unidad de gestión de paquete 213 en el dispositivo de transmisión de paquete 220 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a la información de cabecera del paquete. Sin embargo, dado que el mensaje FlowMod no llega al dispositivo de transmisión de paquete 220, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 en el dispositivo de transmisión de paquete 220 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (mensaje Packet-In) al dispositivo de control de ruta (controlador) 100 (paso S1304).

60 Cuando el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 recibe el mensaje Packet-In, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 crea una regla de comparación (clave de correspondencia) de una entrada nueva en base a la información recibida, y determina un valor de temporizador aplicado a la entrada. La información creada como la regla de comparación es, por ejemplo, la información de "InPort" a "TCP/UDP src port" representada como ejemplo en la figura 15. La unidad de cálculo de ruta/acción 103 también comprueba la posición del terminal 320 como el destino en base a la información recibida, y calcula una ruta de transmisión de paquete desde el terminal 310 al terminal 320. Se supone aquí que, como resultado del cálculo de ruta de transmisión, se calcula la ruta de transmisión del paquete en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 220 → el dispositivo de transmisión de paquete 230.

65

A continuación, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina un destino de un mensaje FlowMod. A continuación se describe, con referencia a la figura 9 una operación de determinar el destino del mensaje FlowMod.

5 Después de que la unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcula la ruta, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina si el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete del terminal fuente del paquete de datos. En el ejemplo 1, esta determinación se realiza usando el identificador del dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In y, de entre los números de puerto especificados del mensaje Packet-In, el número de puerto en el que el dispositivo de transmisión de paquete recibe el paquete de datos (paso S401). Obsérvese que el método de determinación no se limita al método de determinación que usa el número de puerto y el identificador del dispositivo de transmisión de paquete descrito en el ejemplo 1. Cualquier otro método es aplicable a condición de que se pueda determinar si el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete del terminal fuente del paquete de datos.

15 En el sistema de control de ruta de comunicación representado como ejemplo en la figura 7, el identificador del dispositivo de transmisión de paquete 220 es "220", y el puerto de entrada es "1". Supóngase aquí que la unidad de gestión de topología 102 calcula la información de topología de red a partir de los identificadores y los números de puerto en el dispositivo de control de ruta 100 representado como ejemplo en la figura 7, y mantiene la información de topología de red calculada. Supóngase también que la información de topología de red calculada por la unidad de gestión de topología 102 es la información representada como ejemplo en la figura 10.

20 La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 accede a la unidad de gestión de topología 102 (paso S402), y determina si un dispositivo conectado al dispositivo de transmisión de paquete es o no otro dispositivo de transmisión de paquete (paso S403). Aquí, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 comprueba un dispositivo conectado al puerto del número de puerto "1" del dispositivo identificado por el identificador "220", a partir de la información de topología de red representada como ejemplo en la figura 10. En el ejemplo representado en la figura 10, el dispositivo conectado al puerto del número de puerto "1" del dispositivo de transmisión de paquete 220 es el dispositivo de transmisión de paquete 210. Así, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 detecta que el dispositivo adyacente al dispositivo de transmisión de paquete 220 es el dispositivo de transmisión de paquete 210 (paso S403: S). La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica consiguientemente la regla de proceso solamente al dispositivo de transmisión de paquete 220 que envía el mensaje Packet-In (paso 404).

35 La red OpenFlow es una red en la que, cuando un paquete de datos llega a un dispositivo de transmisión de paquete, el dispositivo de transmisión de paquete consulta al dispositivo de control de ruta acerca de una ruta del paquete, y el dispositivo de control de ruta notifica a cada dispositivo de transmisión de paquete una acción para el paquete de modo que el paquete de datos pueda llegar a su dispositivo destino previsto. Por lo tanto, en el caso donde el dispositivo de transmisión de paquete 220 recibe el paquete de datos de un dispositivo (es decir, un dispositivo de transmisión de paquete, el dispositivo de transmisión de paquete 210 en el ejemplo 1) que no es un terminal, significa que el dispositivo de control de ruta 100 ya ha enviado el mensaje FlowMod para el paquete de datos al dispositivo de transmisión de paquete 220.

45 Hay un caso donde se hace una consulta desde el dispositivo de transmisión de paquete 220 a pesar del hecho de que el mensaje FlowMod ya ha sido enviado al dispositivo de transmisión de paquete 220. Esto tiene lugar en el caso donde el mensaje FlowMod del dispositivo de control de ruta 100 llega al dispositivo de transmisión de paquete 220 antes que el paquete de datos del dispositivo de transmisión de paquete 210, o donde el mensaje FlowMod del dispositivo de control de ruta 100 se pierde. En este caso, el dispositivo de control de ruta 100 no tiene que enviar la información de ruta a todos los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta de transmisión, y solamente tiene que enviar de nuevo la información de ruta al dispositivo de transmisión de paquete 220.

50 Por lo tanto, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 envía el mensaje FlowMod solamente al dispositivo de transmisión de paquete 220, como se representa en la figura 11 (paso S1305-1 en la figura 11). La unidad de gestión de paquete 213 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 230, según la entrada puesta (paso S1301-3). Por lo tanto, el paquete es transmitido al dispositivo de transmisión de paquete 230, y eventualmente llega al terminal 320 (paso S1301-4).

60 Como se ha descrito anteriormente, en el ejemplo 1, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 hace referencia a la topología de red en la unidad de gestión de topología 102, y comprueba el dispositivo conectado al puerto en el que el dispositivo de transmisión de paquete recibe el paquete de datos, en base a la información del dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In y el número de puerto del puerto en el que el dispositivo de transmisión de paquete recibe el paquete de datos.

65 En el caso donde otro dispositivo de transmisión de paquete está conectado al puerto en el que se recibe el paquete, significa que el dispositivo de control de ruta 100 ya ha enviado el mensaje FlowMod a cada dispositivo de transmisión de paquete en la ruta. En este caso, el dispositivo de control de ruta 100 solamente tiene que enviar el

mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In. En el caso donde un terminal (por ejemplo, un terminal) que no es un dispositivo de transmisión de paquete está conectado al puerto en el que se recibe el paquete, por otra parte, el dispositivo de control de ruta 100 envía el mensaje FlowMod a todos los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta.

5 Al determinar el dispositivo de control de ruta 100 el Dispositivo destino FlowMod según el dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In de esta manera, es posible evitar que se envíe un paquete de control redundante desde el dispositivo de control de ruta 100 a un dispositivo de transmisión de paquete. Según tal estructura, cabe esperar una mejora de la eficiencia de uso de la red, una reducción de la carga de envío de paquete de control en el dispositivo de control de ruta, y una reducción de la carga de gestión de paquete de control en el dispositivo de transmisión de paquete.

Ejemplo 2

15 A continuación se describe el ejemplo 2 de la presente invención. El ejemplo 2 corresponde al sistema de control de ruta de comunicación de la realización ejemplar 2 de la presente invención.

20 En el ejemplo 2 de la presente invención, una base de datos (es decir, la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107) para mantener una entrada de flujo está dispuesta en el dispositivo de control de ruta 100 y, en base a si la información de ruta de un flujo para el que se realice una consulta está almacenada o no en una base de datos, se determina si el flujo es o no un flujo nuevo.

25 En el sistema de control de ruta de comunicación del ejemplo 1 de la presente invención, si el flujo es o no un flujo nuevo se determina usando la información de topología. El sistema de control de ruta de comunicación en el ejemplo 2 de la presente invención difiere del sistema de control de ruta de comunicación del ejemplo 1 en que si el flujo es o no un flujo nuevo se determina usando la entrada de flujo base de datos.

30 Un sistema de control de ruta de comunicación previsto para la red OpenFlow se describe en el ejemplo 2, como en el ejemplo 1. Es decir, el controlador OpenFlow corresponde al dispositivo de control de ruta 100 de la realización ejemplar 2. En otros términos, el dispositivo de control de ruta 100 corresponde a un dispositivo que incluye, en el controlador OpenFlow, la función de determinar un dispositivo de transmisión de paquete al que se le notificará una regla de proceso (entrada de flujo). Mientras tanto, el conmutador OpenFlow corresponde a cada dispositivo de transmisión de paquete de las realizaciones ejemplares 1 y 2.

35 El sistema de control de ruta de comunicación del ejemplo 2 de la presente invención se describe a continuación con referencia a la figura 1. El sistema de control de ruta de comunicación del ejemplo 2 incluye los dos terminales 310 y 320, los tres dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 entre los terminales 310 y 320, y el dispositivo de control de ruta 100 para controlar la red. A continuación se describe una operación del sistema de control de ruta de comunicación del ejemplo 2 con referencia a la figura 16.

40 Cuando el terminal 310 envía un paquete de datos al dispositivo de transmisión de paquete 210 y el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el paquete (paso S901), la unidad de gestión de paquete 213 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a información de cabecera del paquete recibido. Sin embargo, dado que el paquete recibido es el primer paquete, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de gestión de paquete 213 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (mensaje Packet-In) al dispositivo de control de ruta 100 (paso S902).

45 El mensaje Packet-In incluye información necesaria para identificar el flujo (por ejemplo, una dirección MAC, una dirección IP, un número de puerto (tanto para la fuente como para el destino)) e información que indica un puerto de recepción del paquete.

50 Se supone aquí que el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete recibido y envía la información necesaria para identificar el flujo al dispositivo de control de ruta 100, pero el dispositivo de transmisión de paquete 210 puede enviar el paquete recibido propiamente dicho al dispositivo de control de ruta 100.

55 A continuación se describe la operación cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje Packet-In, con referencia a la figura 8.

60 Cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje Packet-In del dispositivo de transmisión de paquete 210 (paso S301), la unidad de cálculo de ruta/acción 103 calcula una ruta del paquete, y determina una acción de cada dispositivo de transmisión de paquete situado en la ruta (paso S302). A continuación, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina un dispositivo de transmisión de paquete como un destino al que se le ha de notificar una regla de proceso incluyendo la acción, de entre los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta (paso S303). La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101

notifica un mensaje FlowMod al destino de mensaje de control determinado (paso S304).

5 Después de que la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica la información de ruta al dispositivo de transmisión de paquete determinado como el destino de mensaje de control, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 registra la información de ruta en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107. Obsérvese que, en el caso donde se ha borrado una regla de proceso en el dispositivo de transmisión de paquete, el dispositivo de control de ruta 100 puede borrar información de ruta de un flujo correspondiente de la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107.

10 La figura 12 es un diagrama explicativo que representa un ejemplo de una operación de determinar el dispositivo de transmisión de paquete al que se ha de notificar la regla de proceso. El paso S303 para determinar el dispositivo de transmisión de paquete como el destino de mensaje de control se describe con detalle más adelante, con referencia a la figura 12.

15 Cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje Packet-In, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 extrae en primer lugar un elemento (cabecera) para especificar el paquete de datos (paso S1201). Por ejemplo, en el caso donde un flujo es identificado por una 5-tupla, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 comprueba la 5-tupla del paquete de datos.

20 La unidad de gestión de entrada de flujo 108 hace referencia entonces a la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, para comprobar si existe o no una entrada de flujo correspondiente al flujo (paso S1202). En el caso donde la entrada de flujo no existe en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 como resultado de la comprobación (paso S1202: N), significa que el flujo es un flujo nuevo. Consiguientemente, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina notificar la regla de proceso a todos los dispositivos de transmisión de paquete en la ruta calculada por la unidad de cálculo de ruta/acción 103, y envía la regla de proceso al destino de mensaje de control determinado (paso S1204).

25 Por otra parte, en el caso donde la entrada de flujo existe en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 (paso S1202: S), la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina notificar la regla de proceso solamente al dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje Packet-In (paso S1203). Más adelante se describirá una operación en el caso donde la entrada de flujo existe en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107.

30 Habiendo determinado el destino del mensaje FlowMod de esta forma, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 envía el mensaje FlowMod a los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 (paso S903 en la figura 16).

35 La unidad de gestión de paquete 213 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada puesta (paso S904-1 en la figura 16). Los dispositivos de transmisión de paquete 220 y 230 en la ruta de transmisión a través de la que el paquete ha de ser transmitido ya tienen puesta la entrada, de modo que el paquete es transmitido al dispositivo de transmisión de paquete 220 y luego al dispositivo de transmisión de paquete 230, y eventualmente llega al terminal 320 (pasos S904-2 y S904-3).

40 A continuación se describe una situación donde se realiza el paso S1203 (es decir, una operación en el caso donde el paquete recibido no es un flujo nuevo) en la figura 12, con referencia a la figura 11.

45 En el caso donde el terminal 310 envía el primer paquete de datos al terminal 320, el paquete de datos se envía primero al dispositivo de transmisión de paquete 210 conectado al terminal 320 (paso S1301-1). Cuando el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el paquete, la unidad de gestión de paquete 213 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a la información de cabecera del paquete recibido.

50 Sin embargo, dado que el paquete recibido es el primer paquete, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (mensaje Packet-In) al dispositivo de control de ruta (controlador) 100 (paso S1302).

55 El mensaje Packet-In incluye información necesaria para identificar el flujo (por ejemplo, una dirección MAC, una dirección IP, un número de puerto (tanto para la fuente como para el destino)) e información que indica un puerto de recepción del paquete.

60 Se supone aquí que el dispositivo de transmisión de paquete 210 pone en memoria intermedia el paquete recibido y envía la información necesaria para identificar el flujo al dispositivo de control de ruta (controlador) 100, pero la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 puede enviar el paquete recibido propiamente dicho al dispositivo de control de ruta (controlador) 100.

65

5 Cuando el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 recibe el mensaje Packet-In, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 crea una regla de comparación (clave de correspondencia) de una entrada nueva del mensaje recibido, y determina un valor de temporizador aplicado a la entrada. La información creada como la regla de comparación es, por ejemplo, la información de "InPort" a "TCP/UDP src port" representado como un ejemplo en la figura 15.

10 La unidad de cálculo de ruta/acción 103 también comprueba la posición del terminal 320 como el destino en base al mensaje recibido, y calcula una ruta de transmisión de paquete desde el terminal 310 al terminal 320. Se supone aquí que, como resultado del cálculo de ruta de transmisión, se calcula la ruta de transmisión del paquete en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 210 → el dispositivo de transmisión de paquete 220 → el dispositivo de transmisión de paquete 230.

15 A continuación, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 crea una entrada en la que una acción que define la transmisión según la ruta de transmisión calculada y el valor de temporizador se ponen para un paquete que corresponde a la regla de comparación (clave de correspondencia) de la entrada nueva, para cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230. La unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 notifica a cada uno de los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230 la entrada creada, usando un mensaje FlowMod (pasos S1303-1, S1303-2, S1303-3).

20 Supóngase aquí que el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 210 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S1303-1) y el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 230 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S1303-3) llegan a los dispositivos de transmisión de paquete 210 y 230 respectivamente, pero el mensaje FlowMod al dispositivo de transmisión de paquete 220 (el mensaje FlowMod enviado en el paso S1303-2) no llega al dispositivo de transmisión de paquete 220 debido a una pérdida de paquete, un retardo, o análogos producido por congestión de la red.

30 Cuando el dispositivo de transmisión de paquete 210 recibe el mensaje FlowMod y la unidad de gestión de paquete 213 completa la puesta de la entrada en la tabla de flujo, la unidad de gestión de paquete 213 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 220, según la entrada puesta (paso S1301-2). Cuando el dispositivo de transmisión de paquete 220 recibe el paquete de datos del dispositivo de transmisión de paquete 210, la unidad de gestión de paquete 213 en el dispositivo de transmisión de paquete 220 busca en la tabla de flujo una entrada incluyendo una regla de comparación (clave de correspondencia) que corresponda a la información de cabecera del paquete. Sin embargo, dado que el mensaje FlowMod no llega al dispositivo de transmisión de paquete 220, no hay entrada correspondiente en la tabla de flujo. Consiguientemente, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211 en el dispositivo de transmisión de paquete 220 pone en memoria intermedia el paquete recibido, y luego envía un mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo (mensaje Packet-In) al dispositivo de control de ruta (controlador) 100 (paso S1304).

40 Cuando el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 recibe el mensaje Packet-In, la unidad de cálculo de ruta/acción 103 crea una regla de comparación (clave de correspondencia) de una entrada nueva en base a la información recibida, y determina un valor de temporizador aplicado a la entrada. La información creada como la regla de comparación es, por ejemplo, la información de "InPort" a "TCP/UDP src port" representado como ejemplo en la figura 15. La unidad de cálculo de ruta/acción 103 también comprueba la posición del terminal 320 como el destino en base a la información recibida, y calcula una ruta de transmisión de paquete desde el terminal 310 al terminal 320. Se supone aquí que, como resultado del cálculo de ruta de transmisión, se calcula la ruta de transmisión del paquete en el orden del dispositivo de transmisión de paquete 220 → el dispositivo de transmisión de paquete 230.

50 A continuación, el dispositivo de control de ruta (controlador) 100 determina un destino de un mensaje FlowMod. Cuando el dispositivo de control de ruta 100 recibe el mensaje Packet-In, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 extrae en primer lugar un elemento (cabecera) para especificar el paquete de datos (paso S1201 en la figura 12). Por ejemplo, en el caso donde un flujo es identificado por una 5-tupla, la unidad de gestión de entrada de flujo 108 comprueba la 5-tupla del paquete de datos.

55 La unidad de gestión de entrada de flujo 108 hace referencia entonces a la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107, para comprobar si existe o no una entrada de flujo correspondiente al flujo identificado por la 5-tupla (paso S1202). En el caso donde la entrada de flujo existe en la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107 como resultado de la comprobación (paso S1202: S), significa que el flujo no es un flujo nuevo. Consiguientemente, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 determina notificar la regla de proceso solamente al dispositivo de transmisión de paquete que envía el mensaje de información acerca de la detección de un flujo nuevo, y envía la regla de proceso al destino de mensaje de control determinado (paso S1203).

65 Así, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101 envía el mensaje FlowMod solamente al dispositivo de transmisión de paquete 220, como se representa en la figura 11 (paso S1305-1 en la figura 11). Al recibir el mensaje FlowMod, la unidad de gestión de paquete 213 transmite el paquete puesto en memoria intermedia al dispositivo de transmisión de paquete 230, según la entrada puesta (paso S1301-3). Por lo tanto, el

paquete es transmitido al dispositivo de transmisión de paquete 230, y eventualmente llega al terminal 320 (paso S1301-4).

A continuación se describe una estructura mínima de la presente invención. La figura 13 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de una estructura mínima de un sistema de control de ruta de comunicación según la presente invención. El sistema de control de ruta de comunicación según la presente invención incluye: un dispositivo de transmisión de paquete 80 (por ejemplo, los dispositivos de transmisión de paquete 210 a 230) para transmitir un paquete recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del paquete; y un dispositivo de control de ruta 90 (por ejemplo, el dispositivo de control de ruta 100) para controlar una ruta de comunicación del paquete, ordenando al dispositivo de transmisión de paquete 80 que aplique la regla de transmisión de paquete.

El dispositivo de transmisión de paquete 80 incluye un medio de consulta de proceso 81 (por ejemplo, la unidad de envío/recepción de mensaje de control 211) para consultar el dispositivo de control de ruta 90 acerca de un proceso (por ejemplo, una acción) para el paquete recibido.

El dispositivo de control de ruta 90 incluye un medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete 91 (por ejemplo, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101) para, al recibir la consulta acerca del proceso para el paquete del dispositivo de transmisión de paquete 80, determinar el dispositivo de transmisión de paquete 80 que ha de aplicar la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.

Según tal estructura, el número de paquetes usados para el control de ruta de comunicación se puede reducir.

Además, el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete 91 puede determinar el dispositivo de transmisión de paquete que ha de aplicar la regla de transmisión de paquete, en base a si el dispositivo de transmisión de paquete que hace la consulta es o no un primer dispositivo de transmisión de paquete en una ruta a través de la que un dispositivo terminal (por ejemplo, el terminal 310) que comunica con otro dispositivo envía el paquete de datos.

Además, el dispositivo de control de ruta 90 puede incluir un medio de almacenamiento de regla de transmisión de paquete (por ejemplo, la unidad de almacenamiento de entrada de flujo 107) para almacenar la regla de transmisión de paquete puesta en el dispositivo de transmisión de paquete, donde el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete 91 (por ejemplo, la unidad de determinación de destino de mensaje de control 101, la unidad de gestión de entrada de flujo 108) determina el dispositivo de transmisión de paquete que ha de aplicar la regla de transmisión de paquete, en base a si la regla de transmisión de paquete correspondiente al paquete para el que se realiza la consulta acerca del proceso, está almacenada o no en el medio de almacenamiento de regla de transmisión de paquete.

Además, el dispositivo de control de ruta 90 puede incluir un medio de almacenamiento de topología (por ejemplo, la unidad de almacenamiento de posición de terminal 106) para almacenar topología (por ejemplo, topología de red) que es información que indica una configuración de conexión en la que el dispositivo de transmisión de paquete conecta con otro dispositivo, donde el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete 91 determina si el dispositivo de transmisión de paquete que hace la consulta acerca del proceso para el paquete es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete en la ruta, en base a la topología y, de entre la información incluida en el paquete, un identificador del dispositivo de transmisión de paquete que hace la consulta y un identificador (por ejemplo, puerto de entrada) de un puerto de recepción del dispositivo de transmisión de paquete en el que se recibe la consulta; y, en base a un resultado de la determinación, determina el dispositivo de transmisión de paquete que ha de aplicar la regla de transmisión de paquete.

Además, el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete 91 puede determinar que todos los dispositivos de transmisión de paquete en una ruta del paquete de datos enviado por un dispositivo terminal (por ejemplo, el terminal 310) que comunica con otro dispositivo han de aplicar la regla de transmisión de paquete, en el caso donde la consulta acerca del proceso para el paquete sea la consulta de primera vez; y determinar que el dispositivo de transmisión de paquete que hace la consulta ha de aplicar la regla de transmisión de paquete, en el caso donde la consulta acerca del proceso para el paquete no es la consulta de primera vez.

La figura 14 es un diagrama de bloques que representa un ejemplo de una estructura mínima de un dispositivo de control de ruta según la presente invención. El dispositivo de control de ruta representado como ejemplo en la figura 14 es el mismo que el dispositivo de control de ruta 90 representado como ejemplo en la figura 13. También según tal estructura, el número de paquetes usados para el control de ruta de comunicación se puede reducir.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito en concreto con referencia a sus realizaciones ejemplares, la invención no se limita a estas realizaciones. Los expertos en la técnica entenderán que se puede hacer en ella varios cambios en la forma y los detalles sin apartarse del alcance de la presente invención definido por las reivindicaciones.

Aplicabilidad industrial

5 La presente invención se aplica preferiblemente a un sistema de control de ruta de comunicación para controlar una ruta de comunicación.

Lista de signos de referencia

- 10 100: dispositivo de control de ruta
- 101: unidad de determinación de destino de mensaje de control
- 102: unidad de gestión de topología
- 15 103: unidad de cálculo de ruta/acción
- 104: unidad de comunicación
- 105: unidad de gestión de mensaje de control
- 20 106: unidad de almacenamiento de posición de terminal
- 107: unidad de almacenamiento de entrada de flujo
- 25 108: unidad de gestión de entrada de flujo
- 210 a 230: dispositivo de transmisión de paquete
- 211: unidad de envío/recepción de mensaje de control
- 30 212: unidad de almacenamiento de tabla de flujo
- 213: unidad de gestión de paquete
- 35 310, 320: terminal

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control de ruta de comunicación incluyendo:

5 un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) para transmitir un paquete recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del paquete; y

un dispositivo de control de ruta (100) para controlar una ruta de comunicación del paquete, ordenando al dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete,

10 **caracterizado porque**

el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) incluye

15 un medio de consulta de proceso (211) para consultar al dispositivo de control de ruta (100) acerca de un proceso para el paquete recibido, y

el dispositivo de control de ruta (100) incluye

20 un medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete (101) para determinar un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete decidida según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez, al recibir del dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) la consulta acerca del proceso para el paquete.

25 2. El sistema de control de ruta de comunicación según la reivindicación 1, donde el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete (101) determina el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete, en base a si el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que hace la consulta es o no un primer dispositivo de transmisión de paquete en una ruta a través de la que un dispositivo terminal (310) que comunica con otro dispositivo envía el paquete de datos.

30 3. El sistema de control de ruta de comunicación según la reivindicación 1, donde el dispositivo de control de ruta (100) incluye

35 un medio de almacenamiento de regla de transmisión de paquete (107) para almacenar la regla de transmisión de paquete establecida en el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230), y donde el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete (101, 108) determina el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete, en base a si la regla de transmisión de paquete correspondiente al paquete para el que se realiza la consulta acerca del proceso está almacenada o no en el medio de almacenamiento de regla de transmisión de paquete (107).

40 4. El sistema de control de ruta de comunicación según la reivindicación 2, donde el dispositivo de control de ruta (100) incluye

45 un medio de almacenamiento de topología (106) para almacenar topología que es información que indica una configuración de conexión en la que el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) conecta con otro dispositivo, y donde el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete (101): determina si el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que hace la consulta acerca del proceso para el paquete es o no el primer dispositivo de transmisión de paquete en la ruta, en base a la topología y, de entre la información incluida en el paquete, un identificador del dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que hace la consulta y un identificador de un puerto de recepción del dispositivo de transmisión de paquete en el que se recibe la consulta; y, en base a un resultado de la determinación, determina el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete.

50 5. El sistema de control de ruta de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde el medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete (101) determina que todos los dispositivos de transmisión de paquete (210, 220 y 230) en una ruta del paquete de datos enviado por un dispositivo terminal (310) que comunica con otro dispositivo apliquen la regla de transmisión de paquete, en el caso donde la consulta acerca del proceso para el paquete sea la consulta de primera vez, y determina que el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que hace la consulta aplique la regla de transmisión de paquete, en el caso donde la consulta acerca del proceso para el paquete no sea la consulta de primera vez.

60 6. Un dispositivo de control de ruta (100) **caracterizado porque** incluye

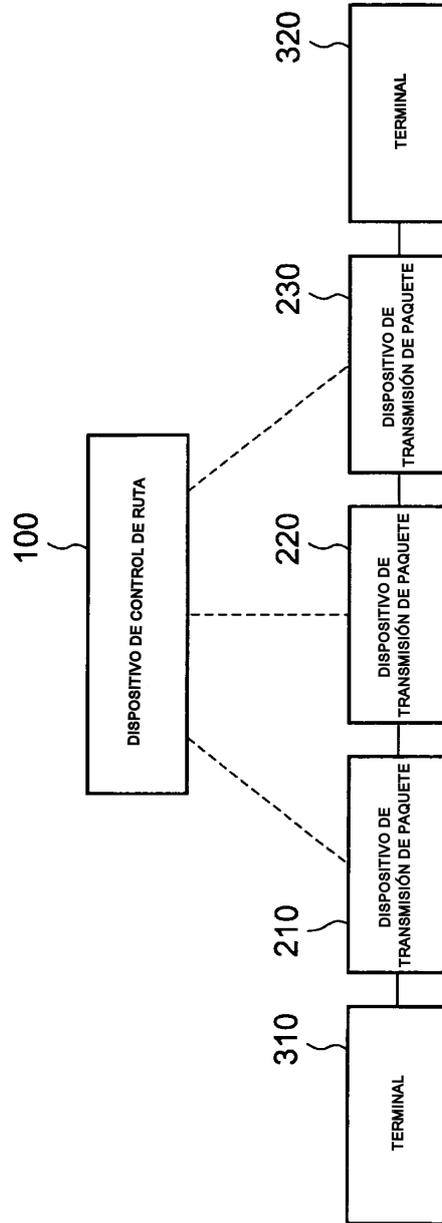
65 un medio de determinación de dispositivo de transmisión de paquete (101) para, al recibir una consulta acerca de un proceso para un paquete de un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que transmite un paquete recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del

paquete, determinar un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.

- 5 7. Un método de control de ruta de comunicación donde un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) para transmitir un paquete recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del paquete consulta a un dispositivo de control de ruta (100) para controlar una ruta de comunicación del paquete, acerca de un proceso para el paquete recibido, y
- 10 donde, al recibir del dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) la consulta acerca del proceso para el paquete, el dispositivo de control de ruta (100) determina un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el paquete es o no una consulta de primera vez.
- 15 8. El método de control de ruta de comunicación según la reivindicación 7, donde el dispositivo de control de ruta (100) determina el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete, en base a si el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que hace la consulta es o no un primer dispositivo de transmisión de paquete en una ruta del paquete de datos enviado por un dispositivo terminal (310) que comunica con otro dispositivo.
- 20 9. El método de control de ruta de comunicación según la reivindicación 7, donde el dispositivo de control de ruta (100) determina el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete, en base a si la regla de transmisión de paquete correspondiente al paquete para el que se realiza la consulta acerca del proceso está almacenada o no en un medio de almacenamiento de regla de transmisión de
- 25 paquete (107) para almacenar la regla de transmisión de paquete establecida en el dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230).
10. Un programa de control de ruta para hacer que un ordenador ejecute
- 30 un proceso de determinación de dispositivo de transmisión de paquete que consiste en determinar, al recibir una consulta acerca de un proceso para un paquete de un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que transmite un paquete recibido en base a una regla de transmisión de paquete que es una regla que define un método de transmisión del paquete, un dispositivo de transmisión de paquete (210, 220 y 230) que aplique la regla de transmisión de paquete determinada según el paquete, en base a si la consulta acerca del proceso para el
- 35 paquete es o no una consulta de primera vez.

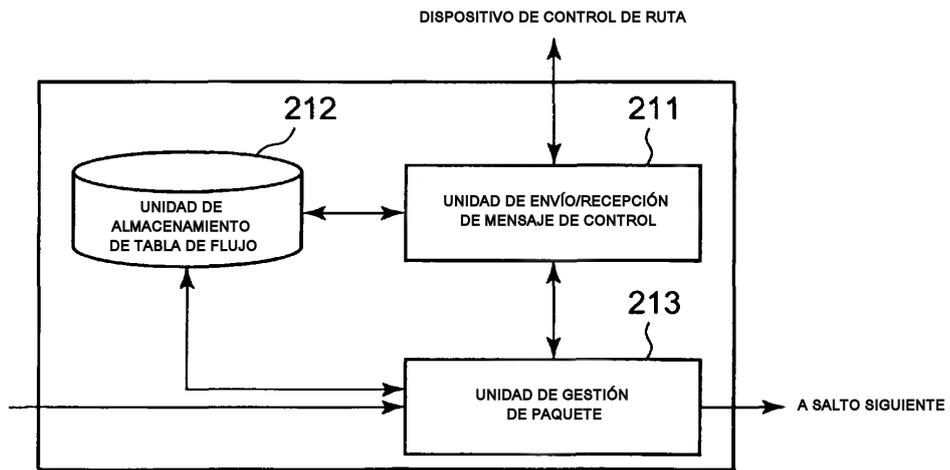
[Fig. 1]

FIG. 1

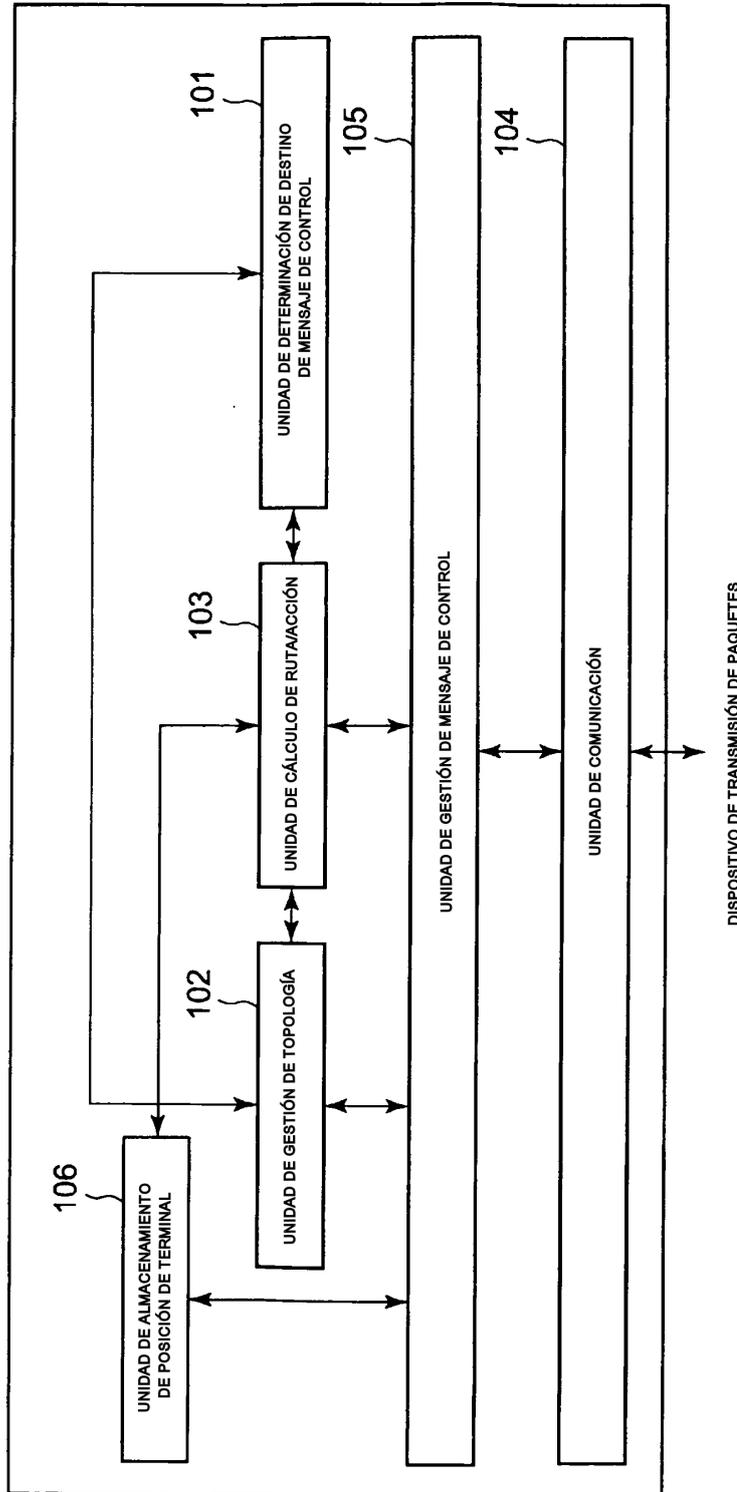


[Fig. 2]

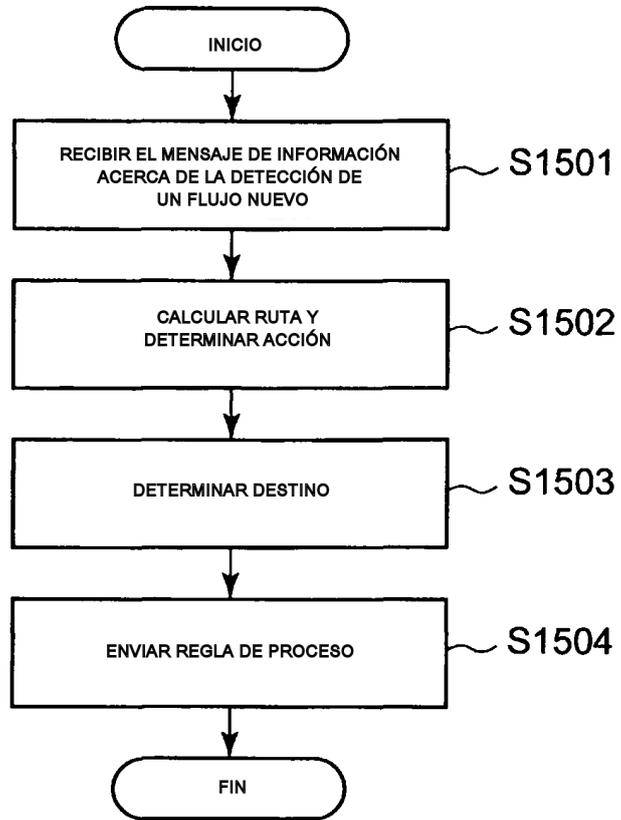
FIG. 2



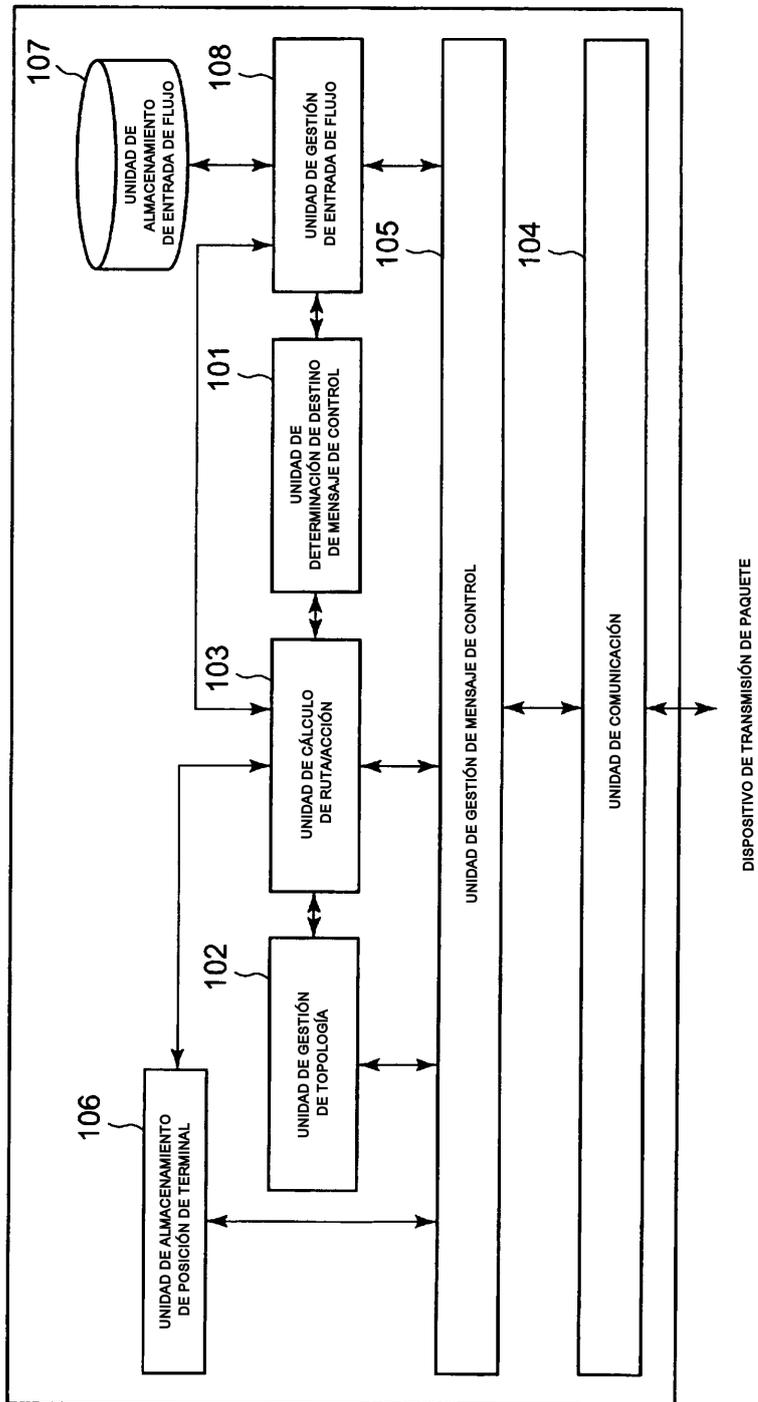
[Fig. 3]



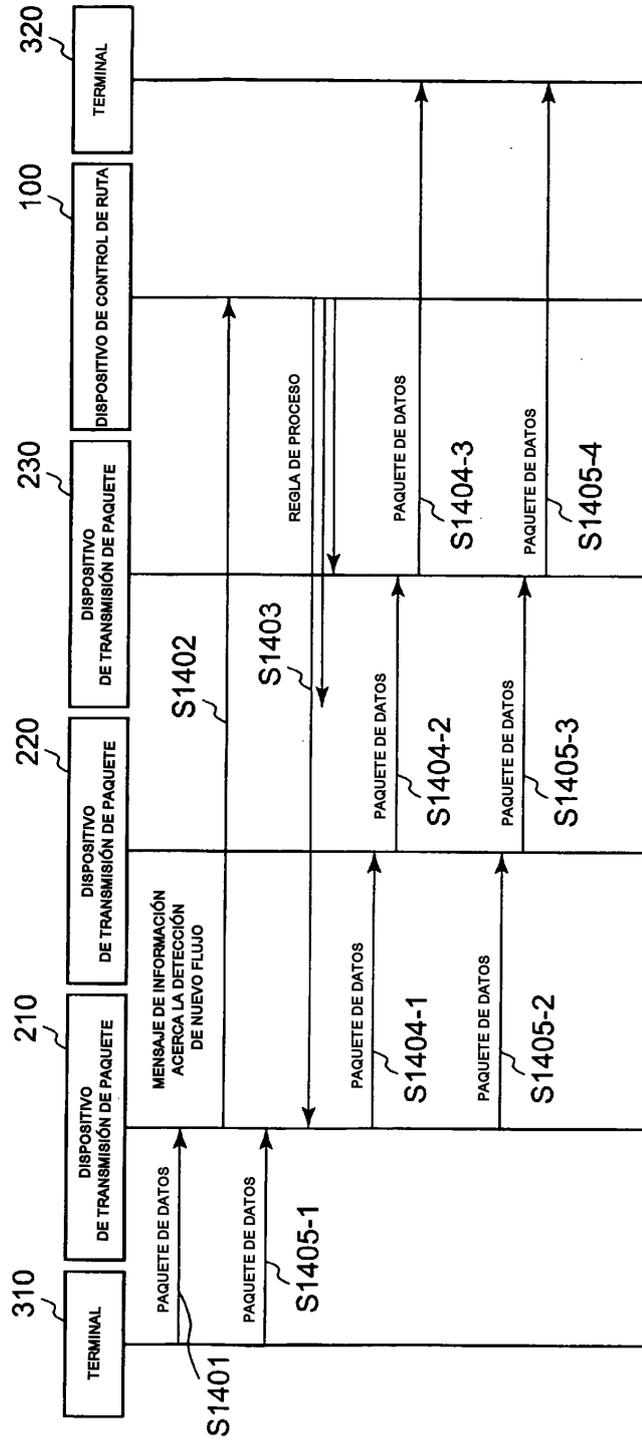
[Fig. 4]



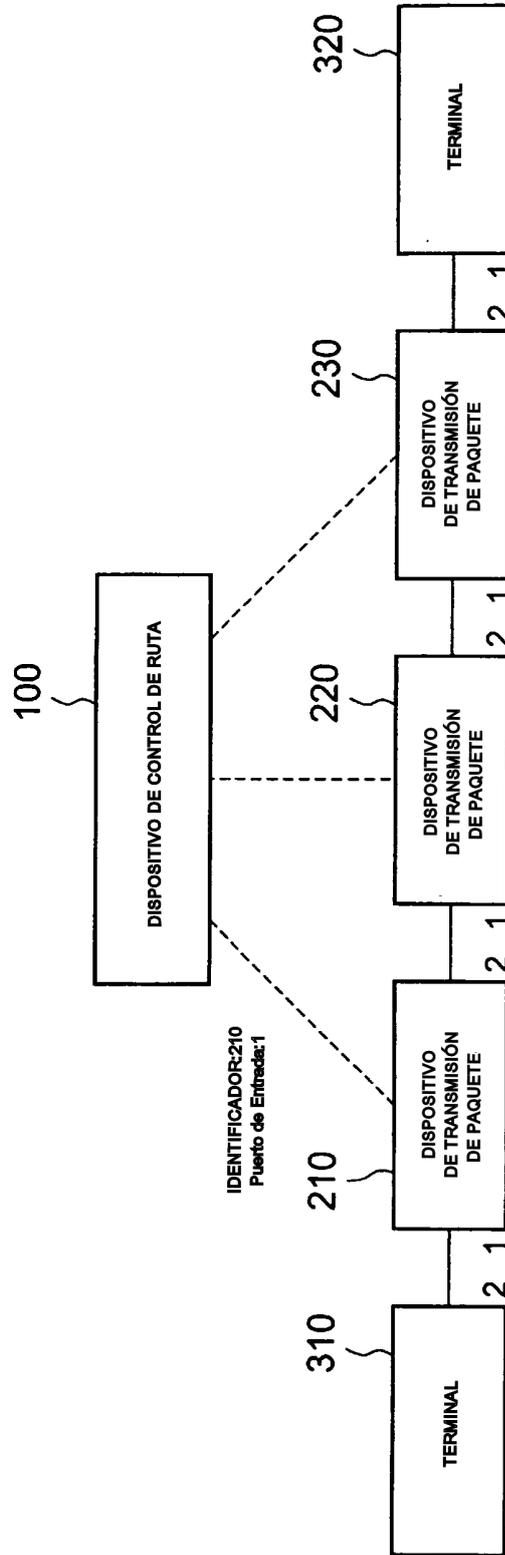
[Fig. 5]



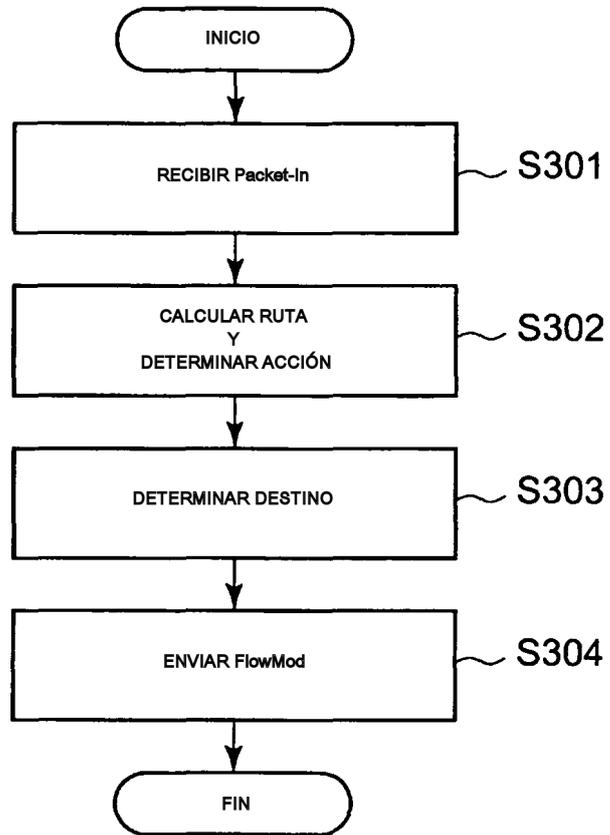
[Fig. 6]



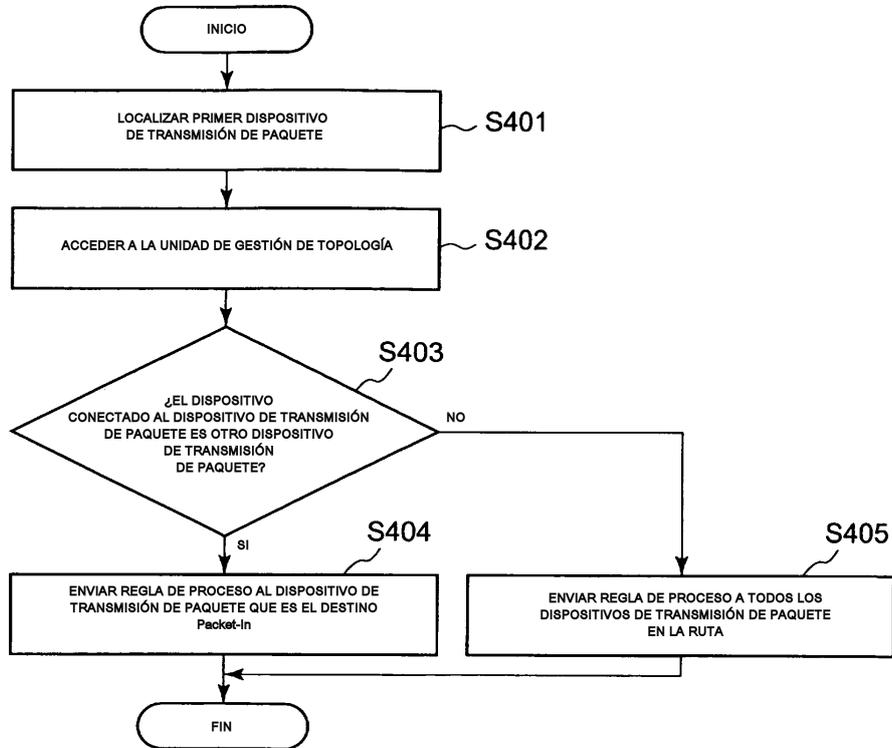
[Fig. 7]



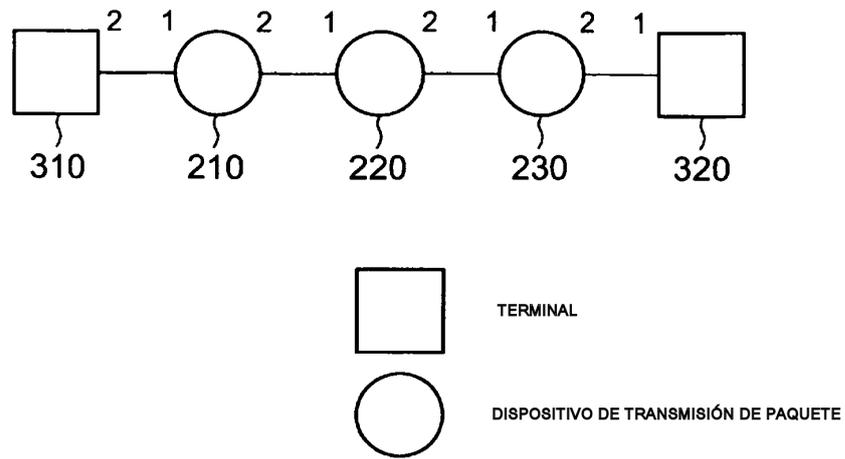
[Fig. 8]



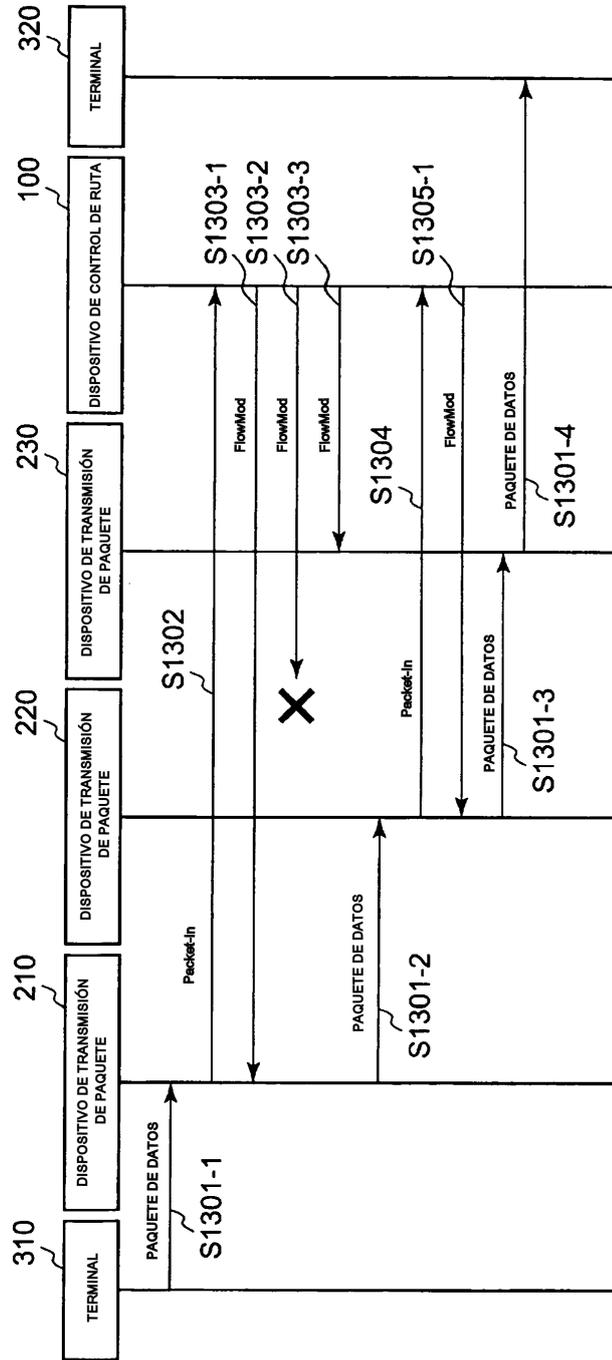
[Fig. 9]



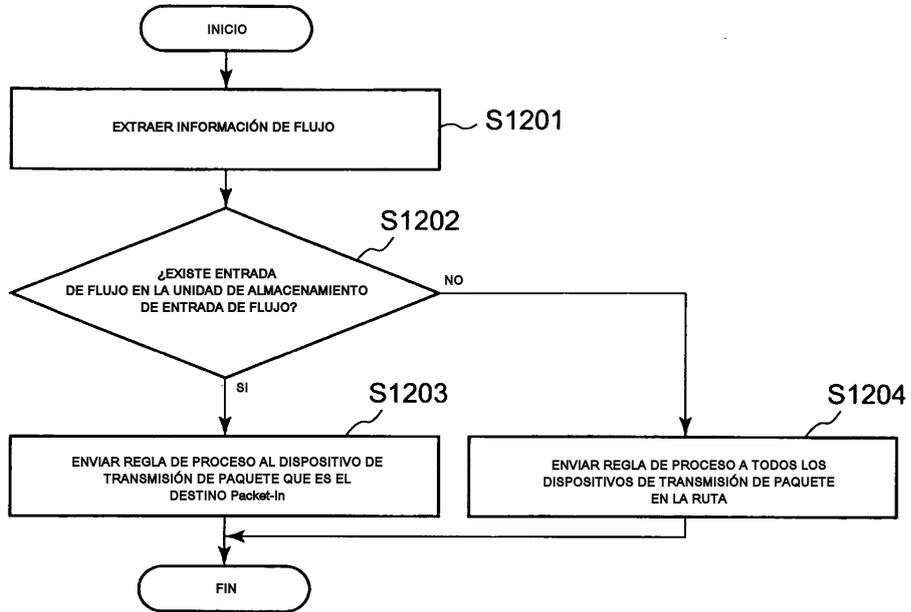
[Fig. 10]



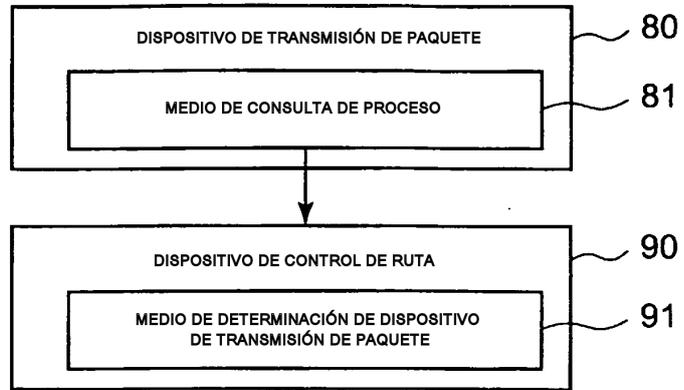
[Fig. 11]



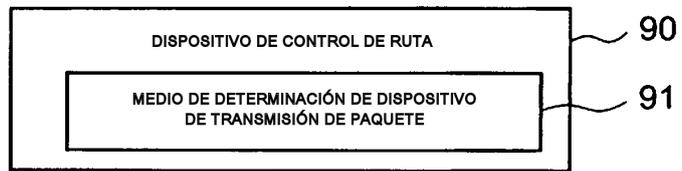
[Fig. 12]



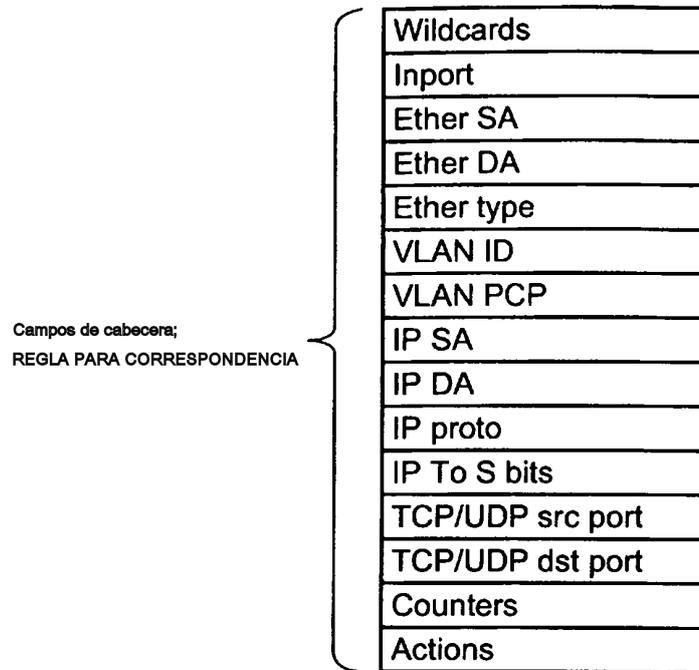
[Fig. 13]



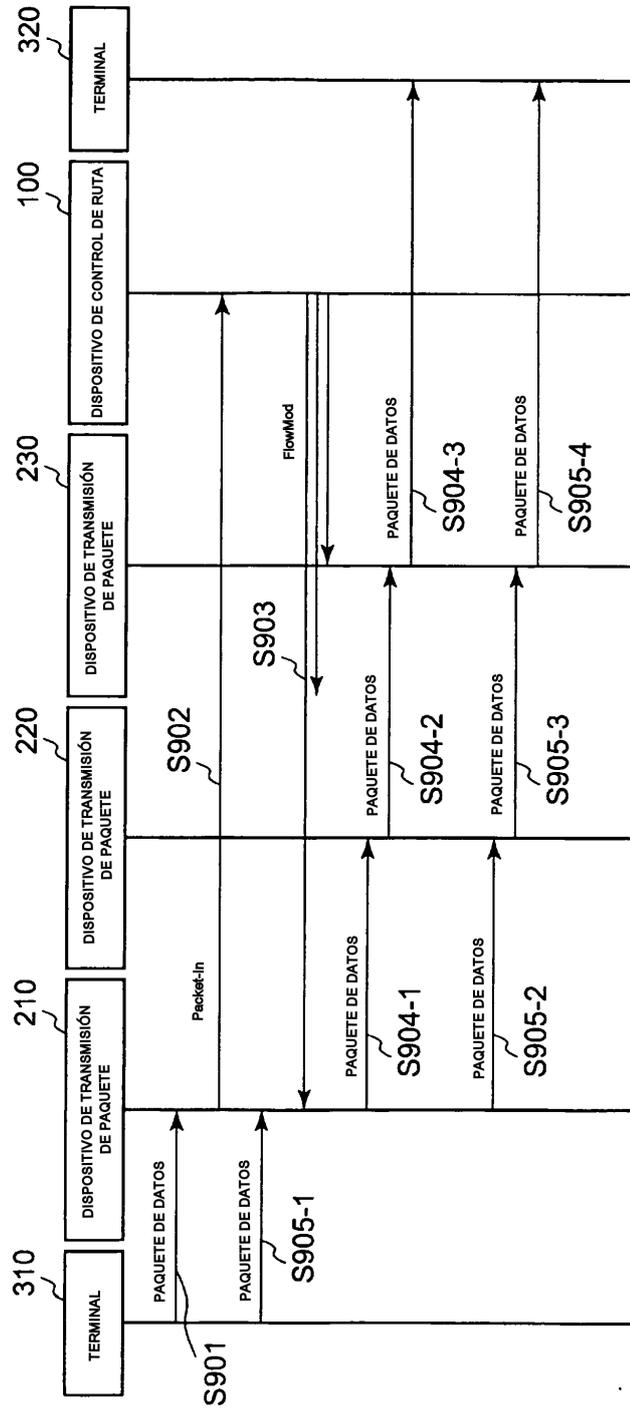
[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]



[Fig. 17]

