

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 991 716**

51 Int. Cl.:

H04L 45/302 (2012.01) **H04L 43/0876** (2012.01)
H04L 47/2441 (2012.01) **H04L 43/16** (2012.01)
H04L 47/2483 (2012.01) **H04L 43/20** (2012.01)
H04L 69/22 (2012.01)
H04L 41/142 (2012.01)
H04L 41/16 (2012.01)
H04L 41/40 (2012.01)
H04L 43/026 (2012.01)
H04L 45/00 (2012.01)
H04L 43/0852 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.06.2021** **PCT/US2021/039434**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.01.2022** **WO22006005**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.06.2021** **E 21745617 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024** **EP 4154504**

54 Título: **Clasificación del tráfico de la red paralela**

30 Prioridad:

01.07.2020 US 202063046913 P

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

04.12.2024

73 Titular/es:

VIASAT INC. (PATENT DEPARTMENT) (100.0%)
6155 El Camino Real,
Carlsbad, California 92009, US

72 Inventor/es:

KERUR, RAVIKIRAN D.;
UBEROY, PAWAN;
MADHAV, PRAVEEN V. y
VAJIRKAR, SIDDHARTH B.

74 Agente/Representante:

FERNÁNDEZ POU, Felipe

ES 2 991 716 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

Clasificación del tráfico de la red paralela

5 Antecedentes

Campo

La presente divulgación se refiere a la clasificación del tráfico de la red.

10

Descripción de la Técnica Relacionada

La gestión de recursos de red es un tema importante para los proveedores de servicios de Internet (ISP) y otros operadores de red. Para mejorar la gestión de recursos, se pueden identificar diferentes flujos de tráfico de red dentro de los datos de la red que se transfieren, lo que permite un tratamiento personalizado de los datos de la red en base a los flujos de tráfico identificados. Esto puede mejorar la calidad del servicio, los cortafuegos, la seguridad de la red, los sistemas de detección de intrusiones y similares. La clasificación del tráfico de la red abarca una variedad de técnicas que permiten la identificación y clasificación de los flujos de tráfico. Los ejemplos de clasificación del tráfico de la red incluyen la Publicación de Estados Unidos núm. 2018/0227229 de Lopez que divulga la clasificación y el procesamiento de paquetes paralelizados, EP 2 891 273 a Hughes Network Systems LLC que divulga la clasificación por etapas del tráfico entre los nodos de terminal y de agregación de un sistema de comunicaciones de banda ancha, CN 104 702 465 a la Univ. Guilin Electronic Tech, que divulga técnicas de clasificación de redes, Das Saikat y otros. "DDoS Intrusion Detection Through Machine Learning Ensemble" que divulga la detección de intrusión DDoS, la Publicación de Estados Unidos núm. 2014/0226466 de Pettersson y otros. que divulga sistemas y procedimientos para la clasificación de paquetes, y la Publicación de Estados Unidos núm. 2014/0269311 de Srinivasan y otros. que divulga la clasificación y el procesamiento de paquetes paralelizados.

15

20

25

Resumen

30

En un primer aspecto, la presente divulgación proporciona un clasificador de tráfico de red. Un clasificador de tráfico de red comprende una cola de paquetes configurada para recibir paquetes de red para su clasificación y para replicar los paquetes de red recibidos; un separador de flujo configurado para recibir los paquetes de red replicados desde la cola de paquetes y para identificar flujos de tráfico distintos dentro de los paquetes de red replicados; una pluralidad de procesadores de paquetes de flujo, cada uno de los cuales se configura para recibir un flujo de tráfico respectivo del separador de flujo, para procesar los paquetes de red replicados para el flujo de tráfico respectivo identificado por el separador de flujo, y para poner en cola los paquetes para su clasificación; una pluralidad de tipos de clasificadores que operan en paralelo, cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores se configura para recibir una copia respectiva de los paquetes de red replicados encolados para su clasificación, cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores se configura para determinar una clasificación respectiva del flujo de tráfico para los paquetes de red individuales de los paquetes de red replicados mediante el uso de técnicas de clasificación del tráfico de red que difieren de cada uno de los otros tipos de clasificador; y un módulo de decisión configurado para analizar las clasificaciones de flujo de tráfico desde cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores para determinar una clasificación de flujo de tráfico de salida que se asigna a los paquetes de red individuales de los paquetes de red recibidos.

35

40

45

En realizaciones adicionales, el separador de flujo se configura además para generar colas paralelas para cada tipo de clasificador, cada cola paralela incluye paquetes de red de flujos de tráfico distintos.

50

En algunas realizaciones del primer aspecto, el clasificador de tráfico de red incluye además un almacén de datos de flujos de tráfico configurado para almacenar la clasificación de flujo de tráfico de salida determinada por el módulo de decisión. En realizaciones adicionales, el módulo de decisión se configura para actualizar el almacén de datos de flujos de tráfico en respuesta a la clasificación de flujo de tráfico de salida que difiere de una clasificación de flujo de tráfico de salida almacenada previamente para un flujo de tráfico equivalente. En realizaciones adicionales, el módulo de decisión se configura para generar una nueva entrada en el almacén de datos de flujos de tráfico en respuesta a la clasificación del flujo de tráfico de salida que es para un flujo de tráfico único.

55

En algunas realizaciones del primer aspecto, el módulo de decisión se configura para actualizar la clasificación del flujo de tráfico de salida en respuesta a una nueva clasificación del flujo de tráfico recibida de uno de la pluralidad de tipos de clasificador. En algunas realizaciones del primer aspecto, cada tipo de clasificador incluye una pluralidad de instancias del tipo de clasificador que se pueden activar para procesar en paralelo una pluralidad de flujos de tráfico distintos. En algunas realizaciones del primer aspecto, la pluralidad de tipos de clasificadores incluye un tipo de clasificador que utiliza la inspección profunda de paquetes y un tipo de clasificador que utiliza el aprendizaje automático para determinar la clasificación del flujo de tráfico para paquetes de red individuales.

60

65

En una realización del primer aspecto, la presente divulgación proporciona un nodo de red acoplado a una pluralidad de redes. El nodo de red incluye una interfaz de red acoplada a una pluralidad de enlaces de red paralelos. El nodo

de red también incluye un selector de enlace acoplado a la interfaz de red y configurado para recibir el tráfico de red que tiene una pluralidad de flujos de tráfico y para seleccionar uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos para transmitir un flujo de tráfico individual. El nodo de red también incluye un clasificador de tráfico de acuerdo con el primer aspecto acoplado al selector de enlace y configurado para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico individuales de la pluralidad de flujos de tráfico mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores paralelos. El selector de enlace selecciona uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico.

En algunas realizaciones del nodo de red, cada uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos tiene diferentes características. En realizaciones adicionales, un primer enlace de red tiene una latencia que es mayor que la latencia de un segundo enlace de red.

En algunas realizaciones del nodo de red, la pluralidad de tipos de clasificadores incluye un tipo de clasificador que utiliza la inspección profunda de paquetes y un tipo de clasificador que utiliza el aprendizaje automático para determinar la clasificación del flujo de tráfico para paquetes de red individuales. En algunas realizaciones, el clasificador de tráfico se configura para proporcionar una clasificación de flujo de tráfico inicial para un flujo de tráfico particular antes de que todos los tipos de clasificadores de la pluralidad determinen clasificaciones de flujo de tráfico individuales, y para proporcionar una clasificación de flujo de tráfico final que es diferente de la clasificación de flujo de tráfico inicial después de que cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores haya determinado una clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico particular. En algunas realizaciones, el selector de enlace se configura para seleccionar un enlace de red inicial para un flujo de tráfico particular antes de que el clasificador de tráfico determine la clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico individual y para seleccionar un enlace de red diferente después de que el clasificador de tráfico determine la clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico particular.

En una realización adicional del primer aspecto, la presente divulgación proporciona un sistema de comunicaciones. El sistema de comunicaciones incluye un nodo central acoplado comunicativamente a uno o más nodos remotos a través de un dispositivo de puerta de enlace, el nodo central configurado para recibir datos de la red que tienen una pluralidad de flujos de tráfico, el nodo central que tiene un selector de enlace y un clasificador de tráfico configurado para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico individuales de la pluralidad de flujos de tráfico mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores paralelo de acuerdo con el primer aspecto. El sistema de comunicaciones también incluye un nodo del cliente acoplado comunicativamente a uno o más dispositivos del cliente a través de un dispositivo de enrutamiento. El sistema de comunicaciones también incluye un primer enlace de red que acopla comunicativamente el nodo central y el nodo del cliente. El sistema de comunicaciones también incluye un segundo enlace de red paralelo al primer enlace de red, el segundo enlace de red que acopla comunicativamente el nodo central y el nodo del cliente. El selector de enlace selecciona el primer enlace de red o el segundo enlace de red para transmitir un flujo de tráfico individual al nodo del cliente en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico.

En algunas realizaciones del sistema, el primer enlace tiene una primera característica y el segundo enlace tiene una segunda característica que es diferente de la primera característica. En algunas realizaciones, el primer enlace comprende una red de satélite y el segundo enlace comprende una red terrestre. En algunas realizaciones, el primer enlace comprende una primera red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre baja y el segundo enlace comprende una segunda red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre geosincrónica. En algunas realizaciones, el nodo del cliente comprende un selector de enlace de cliente y un clasificador de tráfico de cliente que se configura para determinar una clasificación de flujo de tráfico para los flujos de tráfico de enlace de retorno individuales mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores paralelos.

En una realización alternativa no reivindicada de la presente invención, la presente divulgación proporciona un clasificador de tráfico de red. El clasificador de tráfico de red incluye una cola de paquetes configurada para recibir paquetes de red para la clasificación y replicar los paquetes de red recibidos. El clasificador de tráfico de red también incluye una pluralidad de clasificadores por niveles, clasificadores individuales por niveles que se configuran para recibir los paquetes de red replicados de la cola de paquetes y para determinar una clasificación del flujo de tráfico con un nivel de confianza asociado para los paquetes de red individuales utilizando técnicas de clasificación del tráfico de red que son complementarias a otros clasificadores por niveles de la pluralidad de clasificadores por niveles. El clasificador de tráfico de red también incluye un módulo de decisión configurado para analizar las clasificaciones de flujo de tráfico de cada uno de la pluralidad de clasificadores por niveles para determinar una clasificación de flujo de tráfico de salida que se asigna a los paquetes de red individuales de los paquetes de red recibidos.

En algunas realizaciones no reivindicadas, el clasificador de tráfico de red incluye además un separador de flujo que se configura para recibir los paquetes de red replicados desde la cola de paquetes y para identificar flujos de tráfico distintos dentro de los paquetes de red replicados. En realizaciones adicionales, el separador de flujo se configura además para generar colas paralelas para cada clasificador en niveles, cada cola paralela incluye paquetes de red de flujos de tráfico distintos. En realizaciones adicionales, el tráfico de red incluye además una pluralidad de procesadores de paquetes de flujo configurados para procesar paquetes de red para cada flujo de tráfico identificado por el separador de flujo.

- En algunas realizaciones no reivindicadas, el módulo de decisión se configura para determinar la clasificación del flujo de tráfico de salida en base a, al menos en parte, analizar la clasificación del flujo de tráfico con el nivel de confianza asociado de la pluralidad de clasificadores por niveles. En realizaciones adicionales, el módulo de decisión se configura además para procesar la clasificación del flujo de tráfico con el nivel de confianza asociado con el fin de comenzar con un clasificador por niveles de orden superior de la pluralidad de clasificadores por niveles. En realizaciones adicionales, el módulo de decisión se configura además para asignar la clasificación del flujo de tráfico de salida en respuesta a un nivel de confianza de un clasificador por niveles actual que excede un nivel de confianza umbral asociado con el clasificador por niveles actual.
- En algunas realizaciones no reivindicadas, cada clasificador por niveles incluye una pluralidad de instancias del clasificador por niveles que se pueden activar para procesar en paralelo una pluralidad de flujos de tráfico distintos. En algunas realizaciones no reivindicadas, la pluralidad de tipos de clasificadores por niveles incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza la inspección profunda de paquetes, un clasificador de nivel 2 que utiliza estadísticas de flujo de red y un clasificador de nivel 3 que utiliza la identificación de dispositivos. En algunas realizaciones no reivindicadas, la pluralidad de tipos de clasificadores por niveles incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza el aprendizaje automático y un clasificador de nivel 2 que utiliza la identificación de dispositivos.
- En una realización no reivindicada adicional, la presente divulgación proporciona un nodo de red acoplado a una pluralidad de redes. El nodo de red incluye una interfaz de red acoplada a una pluralidad de enlaces de red paralelos. El nodo de red también incluye un selector de enlace acoplado a la interfaz de red y configurado para recibir el tráfico de red que tiene una pluralidad de flujos de tráfico y para seleccionar uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos para transmitir un flujo de tráfico individual. El nodo de red también incluye un clasificador de tráfico acoplado al selector de enlace y configurado para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico individuales de la pluralidad de flujos de tráfico mediante el uso de una pluralidad de clasificadores por niveles. El selector de enlace selecciona uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico.
- En algunas realizaciones no reivindicadas, cada uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos tiene diferentes características. En algunas realizaciones no reivindicadas, un primer enlace de red tiene una latencia que es mayor que la latencia de un segundo enlace de red. En algunas realizaciones no reivindicadas, la pluralidad de tipos de clasificadores por niveles incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza la inspección profunda de paquetes, un tipo de clasificador de nivel 2 que utiliza estadísticas de flujo de red y un clasificador de nivel 3 que utiliza la identificación de dispositivos. En algunas realizaciones no reivindicadas, la pluralidad de tipos de clasificadores por niveles incluye un clasificador de nivel 1 que aprendizaje automático y un clasificador de nivel 2 que utiliza la identificación de dispositivos. En algunas realizaciones no reivindicadas, el selector de enlace se configura para seleccionar un enlace de red inicial para un flujo de tráfico particular antes de que el clasificador de tráfico determine la clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico individual y para seleccionar un enlace de red diferente después de que el clasificador de tráfico determine la clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico particular.
- En una realización no reivindicada adicional, la presente divulgación proporciona un sistema de comunicaciones. El sistema de comunicaciones incluye un nodo central acoplado comunicativamente a uno o más nodos remotos a través de un dispositivo de puerta de enlace, el nodo central configurado para recibir datos de la red que tienen una pluralidad de flujos de tráfico, el nodo central que tiene un selector de enlace y un clasificador de tráfico configurado para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico individuales de la pluralidad de flujos de tráfico mediante el uso de una pluralidad de clasificadores por niveles. El sistema de comunicaciones también incluye un nodo del cliente acoplado comunicativamente a uno o más dispositivos del cliente a través de un dispositivo de enrutamiento. El sistema de comunicaciones también incluye un primer enlace de red que acopla comunicativamente el nodo central y el nodo del cliente. El sistema de comunicaciones también incluye un segundo enlace de red paralelo al primer enlace de red, el segundo enlace de red que acopla comunicativamente el nodo central y el nodo del cliente. El selector de enlace selecciona el primer enlace de red o el segundo enlace de red para transmitir un flujo de tráfico individual al nodo del cliente en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico.
- En algunas realizaciones no reivindicadas, el primer enlace tiene una primera característica y el segundo enlace tiene una segunda característica que es diferente de la primera característica. En algunas realizaciones no reivindicadas, el primer enlace comprende una red de satélite y el segundo enlace comprende una red terrestre. En algunas realizaciones no reivindicadas, el primer enlace comprende una primera red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre baja y el segundo enlace comprende una segunda red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre geosincrónica. En algunas realizaciones no reivindicadas, el nodo del cliente comprende un selector de enlace de cliente y un clasificador de tráfico de cliente que se configura para determinar una clasificación de flujo de tráfico para los flujos de tráfico de enlace de retorno individuales mediante el uso de una pluralidad de clasificadores paralelos por niveles.
- En una realización alternativa no reivindicada de la presente invención, la presente divulgación proporciona un clasificador de tráfico de red. El clasificador de tráfico de red incluye una cola de paquetes configurada para recibir paquetes de red para la clasificación y replicar los paquetes de red recibidos. El clasificador de tráfico de red también

incluye una pluralidad de tipos de clasificadores que operan en paralelo, los tipos de clasificadores individuales incluyen una pluralidad de clasificadores por niveles, los tipos de clasificadores individuales se configuran para recibir los paquetes de red replicados desde la cola de paquetes y para determinar una clasificación de flujo de tráfico inicial para los paquetes de red individuales utilizando una técnica de clasificación de tráfico de red primaria y una o más técnicas de clasificación de tráfico de red secundaria que son complementarias a la técnica de clasificación de tráfico de red primaria, cada técnica de clasificación primaria de la pluralidad de tipos de clasificadores es única con relación a la otra técnica de clasificación de tráfico de red primaria. El clasificador de tráfico de red también incluye un módulo de decisión configurado para analizar las clasificaciones de flujo de tráfico iniciales de cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores para determinar una clasificación de flujo de tráfico de salida que se asigna a los paquetes de red individuales de los paquetes de red recibidos.

En algunas realizaciones no reivindicadas, el clasificador de tráfico de red incluye además un separador de flujo que se configura para recibir los paquetes de red replicados desde la cola de paquetes y para identificar flujos de tráfico distintos dentro de los paquetes de red replicados. En realizaciones adicionales, el separador de flujo se configura además para generar colas paralelas para cada tipo de clasificador, cada cola paralela incluye paquetes de red de flujos de tráfico distintos. En realizaciones adicionales, el clasificador de tráfico de red incluye además una pluralidad de procesadores de paquetes de flujo configurados para procesar paquetes de red para cada flujo de tráfico identificado por el separador de flujo.

En algunas realizaciones no reivindicadas, la clasificación inicial del flujo de tráfico de un tipo de clasificador individual se basa, al menos en parte, en un análisis de las clasificaciones preliminares del flujo de tráfico con niveles de confianza asociados de la pluralidad de clasificadores por niveles de ese tipo de clasificador individual. En realizaciones adicionales, para un tipo de clasificador individual, la clasificación inicial del flujo de tráfico se basa, al menos en parte, en el análisis de las clasificaciones preliminares del flujo de tráfico con los niveles de confianza asociados con el fin de comenzar con un clasificador por niveles de orden superior de la pluralidad de clasificadores por niveles.

En algunas realizaciones no reivindicadas, cada tipo de clasificador incluye una pluralidad de instancias del tipo de clasificador con sus clasificadores por niveles asociados que pueden activarse para procesar en paralelo una pluralidad de flujos de tráfico distintos. En algunas realizaciones no reivindicadas, un primer tipo de clasificador incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza inspección profunda de paquetes, un clasificador de nivel 2 que utiliza estadísticas de flujo de red y un clasificador de nivel 3 que utiliza la identificación de dispositivos y un segundo tipo de clasificador incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza aprendizaje automático y un clasificador de nivel 2 que utiliza la identificación de dispositivos.

En una realización no reivindicada, la presente divulgación proporciona un nodo de red acoplado a una pluralidad de redes. El nodo de red incluye una interfaz de red acoplada a una pluralidad de enlaces de red paralelos. El nodo de red también incluye un selector de enlace acoplado a la interfaz de red y configurado para recibir el tráfico de red que tiene una pluralidad de flujos de tráfico y para seleccionar uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos para transmitir un flujo de tráfico individual. El nodo de red también incluye un clasificador de tráfico acoplado al selector de enlace y configurado para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico individuales de la pluralidad de flujos de tráfico mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores paralelos, que incluyen tipos de clasificadores individuales una pluralidad de clasificadores por niveles. El selector de enlace selecciona uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico.

En algunas realizaciones no reivindicadas, cada uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos tiene diferentes características. En realizaciones adicionales, un primer enlace de red tiene una latencia que es mayor que la latencia de un segundo enlace de red.

En algunas realizaciones no reivindicadas, un primer tipo de clasificador incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza inspección profunda de paquetes, un clasificador de nivel 2 que utiliza estadísticas de flujo de red y un clasificador de nivel 3 que utiliza la identificación de dispositivos y un segundo tipo de clasificador incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza aprendizaje automático y un clasificador de nivel 2 que utiliza la identificación de dispositivos. En algunas realizaciones no reivindicadas, el selector de enlace se configura para seleccionar un enlace de red inicial para un flujo de tráfico particular antes de que el clasificador de tráfico determine la clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico individual y para seleccionar un enlace de red diferente después de que el clasificador de tráfico determine la clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico particular.

En una realización no reivindicada, la presente divulgación proporciona un sistema de comunicaciones. El sistema de comunicaciones incluye un nodo central acoplado comunicativamente a uno o más nodos remotos a través de un dispositivo de puerta de enlace, el nodo central configurado para recibir datos de la red que tienen una pluralidad de flujos de tráfico, el nodo central que tiene un selector de enlace y un clasificador de tráfico configurado para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico individuales de la pluralidad de flujos de tráfico mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores paralelo, tipos de clasificadores individuales que incluyen una pluralidad de clasificadores por niveles. El sistema de comunicaciones también incluye un nodo del cliente acoplado

comunicativamente a uno o más dispositivos del cliente a través de un dispositivo de enrutamiento. El sistema de comunicaciones también incluye un primer enlace de red que acopla comunicativamente el nodo central y el nodo del cliente. El sistema de comunicaciones también incluye un segundo enlace de red paralelo al primer enlace de red, el segundo enlace de red que acopla comunicativamente el nodo central y el nodo del cliente. El selector de enlace selecciona el primer enlace de red o el segundo enlace de red para transmitir un flujo de tráfico individual al nodo del cliente en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico.

En algunas realizaciones no reivindicadas, el primer enlace tiene una primera característica y el segundo enlace tiene una segunda característica que es diferente de la primera característica. En algunas realizaciones no reivindicadas, el primer enlace comprende una red de satélite y el segundo enlace comprende una red terrestre. En algunas realizaciones no reivindicadas, el primer enlace comprende una primera red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre baja y el segundo enlace comprende una segunda red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre geosincrónica. En algunas realizaciones no reivindicadas, el nodo del cliente comprende un selector de enlace de cliente y un clasificador de tráfico de cliente que se configura para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico de enlace de retorno individuales mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores paralelos, que incluyen tipos de clasificadores individuales y una pluralidad de clasificadores por niveles. En algunas realizaciones no reivindicadas, un primer tipo de clasificador incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza inspección profunda de paquetes, un clasificador de nivel 2 que utiliza estadísticas de flujo de red y un clasificador de nivel 3 que utiliza la identificación de dispositivos y un segundo tipo de clasificador incluye un clasificador de nivel 1 que utiliza aprendizaje automático y un clasificador de nivel 2 que utiliza la identificación de dispositivos. En algunas realizaciones no reivindicadas, una clasificación inicial del flujo de tráfico de un tipo de clasificador individual se basa, al menos en parte, en un análisis de clasificaciones preliminares del flujo de tráfico con niveles de confianza asociados de la pluralidad de clasificadores por niveles de ese tipo de clasificador individual. En algunas realizaciones no reivindicadas, el clasificador de tráfico se configura para actualizar la clasificación del flujo de tráfico en respuesta a una nueva clasificación del flujo de tráfico recibida de uno de la pluralidad de tipos de clasificador.

Con el propósito de resumir la divulgación, se han descrito en la presente descripción ciertos aspectos, ventajas y características novedosas. Debe entenderse que no necesariamente todas las ventajas de este tipo pueden lograrse de acuerdo con cualquier realización particular. Por tanto, las realizaciones divulgadas pueden llevarse a cabo de una manera que logre u optimice una ventaja o grupo de ventajas como se enseña en la presente descripción sin necesariamente lograr otras ventajas como pueden enseñarse o sugerirse en la presente descripción.

Descripción breve de las figuras

Diversas realizaciones se representan en los dibujos adjuntos con fines ilustrativos y no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes del ámbito de esta divulgación. Además, diversas características de diferentes realizaciones divulgadas pueden combinarse para formar realizaciones adicionales, que son parte de esta divulgación.

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones que incluye nodos de red que usan la clasificación del tráfico de la red para mejorar la gestión del tráfico de la red a través de una pluralidad de enlaces de red paralelos. Las Figuras 2A, 2B y 2C ilustran ejemplos de sistemas de comunicaciones que son implementaciones particulares del sistema de comunicaciones de la Figura 1.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un procedimiento que usa un selector de enlace para enrutar flujos de tráfico a través de enlaces de red adecuados en base a, al menos en parte, clasificaciones determinadas por un clasificador de tráfico.

La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques de un clasificador de tráfico ilustrativo que tiene tipos de clasificadores paralelos.

La Figura 5 ilustra un diagrama de bloques de otro clasificador de tráfico ilustrativo que tiene tipos de clasificadores paralelos.

La Figura 6 ilustra esquemáticamente un procedimiento para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de una implementación ilustrativa del clasificador de tráfico de la Figura 5.

La Figura 7 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de tipo de clasificador de tráfico con instancias escalables del tipo de clasificador para procesar un número variable de flujos de tráfico en paralelo.

La Figura 8 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de una pluralidad de instancias de diferentes tipos de clasificadores para procesar una pluralidad correspondiente de colas de paquetes o flujos de tráfico.

La Figura 9 ilustra un diagrama de bloques de un clasificador de tráfico ilustrativo que tiene clasificadores en niveles.

La Figura 10 ilustra un diagrama de bloques de otro clasificador de tráfico ilustrativo.

La Figura 11 ilustra esquemáticamente un procedimiento para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de una implementación ilustrativa del clasificador de tráfico de la Figura 10.

La Figura 12 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de clasificador por niveles con instancias escalables del clasificador por niveles para procesar un número variable de flujos de tráfico en paralelo.

La Figura 13 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de una pluralidad de instancias de un clasificador por niveles para procesar una pluralidad correspondiente de colas de paquetes o flujos de tráfico.

La Figura 14 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de tipo de clasificador de tráfico que incluye clasificadores en capas para determinar clasificaciones iniciales de paquetes.

La Figura 15 ilustra un diagrama de bloques de un clasificador de tráfico ilustrativo que incluye tipos de clasificadores en los que los tipos de clasificadores individuales pueden incluir uno o más clasificadores por niveles. La Figura 16 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de tipos de clasificadores paralelo.

La Figura 17 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo para determinar una clasificación para un flujo de tráfico mediante el uso de los resultados de tipos de clasificadores paralelos.

La Figura 18 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de clasificadores por niveles.

La Figura 19 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo para determinar una clasificación para un flujo de tráfico mediante el uso de los resultados de los clasificadores por niveles.

La Figura 20 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de tipos de clasificadores paralelo con clasificadores en niveles internos.

Descripción detallada de algunas realizaciones

Los títulos proporcionados en la presente descripción, si los hubiera, son solo para conveniencia y no afectan necesariamente el ámbito o significado de la invención reivindicada.

Descripción general

Los operadores de la red se enfrentan al desafío de gestionar el tráfico de la red para satisfacer las expectativas y demandas de los compradores y clientes. Se han desarrollado una variedad de técnicas para facilitar la gestión mejorada del tráfico de red, algunas de las cuales se basan en la clasificación de los flujos de tráfico dentro del tráfico de red. Con este fin, se han creado muchos clasificadores de tráfico y cada uno tiene sus propias fortalezas y deficiencias. Los clasificadores de tráfico pueden incluir algoritmos implementados mediante el uso de código de código abierto, código propietario y/o código diseñado a medida. Típicamente, un clasificador de tráfico se adapta para clasificar un cierto tipo de flujo de red (por ejemplo, vídeo, juegos, datos, etc.) y/o para clasificar las aplicaciones de flujo de red (por ejemplo, HULU® Live, STEAM®, etc.). Sin embargo, no existe un único clasificador de tráfico que sobresalga en todos los aspectos de la clasificación del tráfico.

En consecuencia, para abordar estos y otros problemas, en la presente descripción se describen sistemas y procedimientos para la clasificación del tráfico que integran una pluralidad de clasificadores de tráfico diferentes para aprovechar sus fortalezas, mitigar sus respectivas deficiencias y/o mejorar los resultados de la clasificación. Las clasificaciones de tráfico resultantes pueden usarse para determinar un enlace preferido o deseable entre nodos en una red donde la red incluye diferentes enlaces o rutas de red entre los nodos. Los sistemas y procedimientos divulgados pueden ser particularmente ventajosos cuando las diferentes rutas de red tienen diferentes características tales como latencia, capacidad, congestión, costo, ancho de banda, etc. En tales sistemas, el tráfico de red puede dirigirse al enlace que se adapte al tráfico de red, por ejemplo, que resulte en una experiencia satisfactoria para los clientes que usan la red. Como un ejemplo, una red híbrida puede incluir un enlace de alto volumen y alta latencia y un enlace de bajo volumen y baja latencia y los sistemas y procedimientos divulgados pueden usarse para dirigir el tráfico de la red a través del enlace que mejora u optimiza la entrega de datos de la red.

En algunas realizaciones, los sistemas y procedimientos divulgados utilizan tipos de clasificadores de tráfico paralelo. En esta configuración paralela, se puede lograr una clasificación de tráfico mejorada con poco o ningún efecto adverso sobre el rendimiento de la ruta de datos. Para determinar una clasificación del tráfico de red o un flujo de tráfico, los resultados de los tipos de clasificadores pueden recopilarse, agregarse, compararse y analizarse. Las clasificaciones proporcionadas por tipos de clasificadores de tráfico individuales y paralelos pueden analizarse para determinar una clasificación de salida que se base al menos en parte en las clasificaciones iniciales de uno o más tipos de clasificadores de tráfico. En algunas realizaciones, se puede asignar un peso u otra puntuación a una clasificación de tráfico proporcionada por un clasificador de tráfico individual. En tales realizaciones, la clasificación de salida puede basarse al menos en parte en el análisis de los pesos o puntuaciones asignados de uno o más tipos de clasificador.

En ciertas realizaciones, los diferentes clasificadores de tráfico se implementan en una configuración en niveles donde los niveles se complementan entre sí para mejorar la clasificación del tráfico de red. En esta configuración por niveles, se puede lograr una clasificación de tráfico mejorada debido, al menos en parte, a la naturaleza complementaria de los clasificadores por niveles. Para determinar una clasificación del tráfico de red o un flujo de tráfico, los resultados de los clasificadores por niveles pueden analizarse para determinar si una clasificación inicial de un nivel (o de ese nivel y niveles superiores) excede un umbral de nivel de confianza. En base a, al menos en parte, este análisis, se puede determinar una clasificación de salida. En algunas realizaciones, los niveles se procesan en serie de manera que el procedimiento de clasificación avanza a través de los niveles de forma ordenada (por ejemplo, clasificar primero con el nivel 1, luego clasificar con el nivel 2, y así sucesivamente) hasta que se logra una clasificación de salida. En ciertas realizaciones, cada nivel opera en paralelo y los resultados de clasificación iniciales de los clasificadores por niveles se tratan de manera escalonada (por ejemplo, primero analizar el nivel 1, luego analizar el nivel 2, y así sucesivamente) para determinar la clasificación de salida.

En ciertas realizaciones, los diferentes clasificadores de tráfico se implementan en paralelo entre sí, mediante el uso de técnicas de clasificación primarias únicas, e internamente incluyen clasificadores por niveles configurados para mejorar las técnicas de clasificación primaria asociadas. Este enfoque se beneficia de la variedad de diferentes técnicas de clasificación disponibles para los diferentes tipos de clasificadores que operan en paralelo, así como de las técnicas complementarias y de mejora de los clasificadores por niveles.

Ventajosamente, los sistemas y procedimientos de clasificación de tráfico de red divulgados permiten el uso de una variedad de técnicas o algoritmos de clasificación de tráfico. Pueden implementarse diferentes técnicas de clasificación juntas, lo que permite que un sistema de clasificación aproveche las fortalezas de las diferentes técnicas mientras reduce los efectos negativos que surgen de sus debilidades. Adicionalmente, la utilización de diferentes técnicas de clasificación puede mejorar los resultados de clasificación al agregar los resultados de las diversas técnicas y determinar una clasificación de salida superior, por ejemplo, una clasificación de salida más precisa. Ventajosamente, la implementación de clasificadores de tráfico como se divulga en la presente descripción permite la modularidad en el enfoque de clasificación del tráfico. Por ejemplo, se puede añadir un nuevo clasificador de tráfico a otros clasificadores de tráfico para mejorar los resultados de clasificación. Como otro ejemplo, los clasificadores individuales se pueden actualizar, modificar o eliminar sin afectar negativamente el rendimiento de los otros clasificadores de tráfico independientes. La adición de un nuevo clasificador de tráfico y/o la actualización de un clasificador de tráfico se puede realizar para expandir o mejorar las capacidades de clasificación generales del clasificador de tráfico mediante el uso de técnicas del clasificador de tráfico recientemente desarrolladas o mejoradas.

Redes ilustrativas que Usan la Clasificación del Tráfico de la Red Paralela

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones 100 que incluye nodos de red 110, 150 que usan la clasificación del tráfico de la red para mejorar la gestión del tráfico de la red a través de una pluralidad de enlaces de red paralelos 140. La clasificación del tráfico de la red aprovecha una pluralidad de diferentes técnicas de clasificación para mejorar los resultados de clasificación. El sistema de comunicaciones 100 incluye un primer nodo 110 y un segundo nodo 150 con una pluralidad de enlaces de red paralelos o rutas de datos 140 que proporcionan comunicación de red entre los nodos 110, 150. El primer nodo 110 se puede conectar a uno o más nodos remotos, por ejemplo, la Internet u otra red, mientras que el segundo nodo 150 se puede conectar a uno o más dispositivos del cliente, por ejemplo, dispositivos que intentan conectarse a la Internet u otra red.

El primer nodo 110 incluye una puerta de enlace 115 u otro dispositivo de enrutamiento (por ejemplo, un multiplexor) que se conecta a uno o más nodos remotos. La puerta de enlace 115 recibe y transmite el tráfico de red hacia y desde los nodos remotos. De manera similar, el segundo nodo 150 incluye un dispositivo de enrutamiento 155 (por ejemplo, un multiplexor) que enrutará los datos de red hacia y desde uno o más dispositivos del cliente conectados al segundo nodo 150.

El primer nodo 110 incluye un selector de enlace 120 y un clasificador de tráfico 130. El selector de enlace 120 recibe datos de la red para su transmisión desde la puerta de enlace 115. Los datos de la red se pueden dividir en flujos de tráfico distintos. El selector de enlace 120 se configura para dirigir flujos de tráfico particulares a un enlace de red particular de los enlaces de red paralelos 140 para su transmisión al segundo nodo 150. El selector de enlace 120 se configura para transmitir flujos de tráfico al clasificador de tráfico 130 para su clasificación. El selector de enlace 120 recibe la información de clasificación del clasificador de tráfico 130 y determina el enlace de red de la pluralidad de enlaces de red 140 que se usa para transmitir el flujo de tráfico correspondiente al segundo nodo 150. Como se describe en la presente descripción con mayor detalle, el clasificador de tráfico 130 utiliza una pluralidad de técnicas de clasificador de tráfico distintas para determinar una clasificación de salida para el flujo de tráfico recibido desde el selector de enlace 120.

En algunas realizaciones, los enlaces paralelos 140 pueden tener cada uno diferentes propiedades. Por ejemplo, los enlaces paralelos 140 pueden tener diferentes latencias, capacidades, anchos de banda, costos, utilización, congestión, etc. En ciertas realizaciones, los enlaces paralelos 140 se pueden proporcionar mediante el uso de diferentes tipos de red. Por ejemplo, un primer enlace puede ser una red de satélite y un segundo enlace puede ser una red terrestre. El selector de enlace 120 puede configurarse para seleccionar un enlace apropiado o adecuado de los enlaces de red paralelos 140 en base a, al menos en parte, la clasificación del tráfico determinada por el clasificador de tráfico 130.

El segundo nodo 150 puede incluir un selector de enlace 160 que opera de manera similar al selector de enlace 120 del primer nodo 110 y un clasificador de tráfico 170 que opera de manera similar al clasificador de tráfico 130 del primer nodo 110. Por ejemplo, el selector de enlace 160 puede recibir flujos de tráfico desde el dispositivo de enrutamiento 155 para su transmisión al primer nodo 110 a través de uno de los enlaces de red paralelos 140. El selector de enlace 160 envía los flujos de tráfico al clasificador de tráfico 170 para su clasificación, el clasificador de tráfico 170 incluye una pluralidad de técnicas de clasificador de tráfico distintas. En base al menos en parte a la clasificación de salida del clasificador de tráfico 170, el selector de enlace 160 determina un enlace de red adecuado 140 para la transmisión del flujo de tráfico clasificado al primer nodo 110 y, en última instancia, a un nodo remoto conectado al primer nodo 110 (por ejemplo, un destino en Internet). Sin embargo, debe entenderse que el segundo nodo 150 puede funcionar sin usar el selector de enlace 160 y el clasificador de tráfico 170. En tales casos, el

dispositivo de puerta de enlace 155 enruta los datos de la red a cualquier enlace de red adecuado 140. En ciertas implementaciones, esto puede ser por defecto el mismo enlace que se usó para entregar los datos de la red desde el primer nodo 110 al segundo nodo 150, esto puede ser por defecto un enlace por defecto entre el segundo nodo 150 y el primer nodo 110, o el dispositivo de puerta de enlace 155 selecciona el enlace a usar.

En algunas realizaciones, los datos de la red que son parte del mismo flujo de tráfico se enrutan a través del mismo enlace cuando se va desde el primer nodo 110 al segundo nodo 150 y cuando se va desde el segundo nodo 150 al primer nodo 110. Por ejemplo, un flujo de tráfico se enruta a través de un primer enlace desde el primer nodo 110 al segundo nodo 150 y se enruta a través del mismo enlace desde el segundo nodo 150 al primer nodo 110. En ciertas realizaciones, los datos de la red que son parte del mismo flujo de tráfico se enrutan a través de diferentes enlaces cuando se va desde el primer nodo 110 al segundo nodo 150 y cuando se va desde el segundo nodo 150 al primer nodo 110.

En diversas realizaciones, los datos de la red que son parte del mismo flujo de tráfico pueden enrutarse a través de diferentes enlaces cuando se va desde el primer nodo 110 al segundo nodo 150 (por ejemplo, una primera porción del flujo de tráfico se enrutará a través de un primer enlace de los enlaces paralelos 140 y una segunda porción del flujo de tráfico se enrutará a través de un segundo enlace de los enlaces paralelos 140). Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando una clasificación del flujo de red se actualiza o cambia por el clasificador de tráfico 130. Esto puede ocurrir, como otro ejemplo, cuando las condiciones o propiedades del enlace seleccionado cambian (por ejemplo, debido a cambios en la congestión, capacidad disponible, ancho de banda disponible, etc.).

En algunas realizaciones, el primer nodo 110 es un proveedor de servicios de Internet que proporciona el servicio de Internet y el segundo nodo 150 es un suscriptor doméstico o comercial. En ciertas realizaciones, el segundo nodo 150 es un nodo o nodos en un avión al que los pasajeros pueden conectarse para el servicio de internet y/o los pilotos pueden conectarse para el servicio de comunicaciones. En diversas implementaciones, en lugar de un avión, el segundo nodo 150 es un nodo o nodos en un automóvil, tren, barco u otro vehículo al que los pasajeros pueden conectarse para el servicio de Internet.

La Figura 2A ilustra un sistema de comunicaciones 200a ilustrativo que es una implementación particular del sistema de comunicaciones 100 de la Figura 1. En consecuencia, los elementos del sistema de comunicaciones 200a son similares a los elementos del sistema de comunicaciones 100. Por ejemplo, el sistema de comunicaciones 200a incluye un nodo central 210 que es similar al primer nodo 110 del sistema de comunicaciones 100. El nodo central 210 incluye una puerta de enlace 215, un selector de enlace 220 y un clasificador de tráfico 230 respectivamente similar a la puerta de enlace 115, el selector de enlace 120 y el clasificador de tráfico 130 del sistema de comunicaciones 100. De manera similar, el sistema de comunicaciones 200a incluye un nodo del cliente 250a que es similar al segundo nodo 150 del sistema de comunicaciones 100. El nodo del cliente 250a incluye un dispositivo de enrutamiento 255 similar al dispositivo de enrutamiento 155 del sistema de comunicaciones 100.

El nodo central 210 se conecta a los nodos remotos 218 (por ejemplo, la Internet) a través de la puerta de enlace 215. El nodo del cliente 250a se acopla a una pluralidad de dispositivos del cliente 258 a través del dispositivo de enrutamiento 255. Un primer enlace 242 proporcionado por una red de satélites acopla el nodo central 210 y el nodo del cliente 250a. Un segundo enlace 244 proporcionado por una red terrestre también acopla el nodo central 210 y el nodo del cliente 250a, el segundo enlace 244 es paralelo al primer enlace 242. En algunas realizaciones, el primer enlace 242 tiene una latencia mayor que el segundo enlace 244.

A manera de ejemplo, el primer enlace 242 puede incluir uno o más satélites, uno o más terminales de usuario de satélite, terminales de puerta de enlace, centros de operaciones de red (NOC), centros de comando de terminales de satélite y puerta de enlace, y/o similares. En algunas realizaciones, el primer enlace 242 incluye un satélite o satélites de órbita geosíncrona terrestre (GEO), un satélite o satélites de órbita media terrestre (MEO) y/o un satélite o satélites de órbita baja terrestre (LEO). A manera de ejemplo, el segundo enlace 244 puede ser cualquier tipo de red terrestre y puede incluir una red telefónica conmutada pública (PSTN), una red móvil terrestre pública, una línea de abonado digital (DSL), una red de cable, una red celular, una red de área local inalámbrica o conexión WiFi, o cualquier combinación de estos.

Como se describe en la presente descripción, el nodo central 210 utiliza el clasificador de tráfico 230 para clasificar los flujos de tráfico para permitir que el selector de enlace 220 seleccione el enlace que coincide con el tipo de flujo de tráfico. Por ejemplo, un flujo de tráfico que transporta datos de juego es típicamente sensible a la latencia y, por lo tanto, se envía típicamente a través del segundo enlace de baja latencia 244, mientras que los datos de correo electrónico no son típicamente sensibles a la latencia y, por lo tanto, se envían típicamente a través del primer enlace de alta latencia y alto volumen 242. Se debe entender que los términos baja latencia y alta latencia se usan en la presente descripción para indicar las latencias relativas de las redes entre sí y no necesariamente a un umbral fijo que divide las redes de alta y baja latencia.

El nodo del cliente 250a puede usar el dispositivo de enrutamiento 255 para combinar el tráfico de los enlaces 242, 244 y luego distribuir el tráfico al dispositivo cliente apropiado 258. Esto permite que diferentes dispositivos del cliente 258 reciban tráfico en diferentes enlaces 242, 244. En combinación con el selector de enlace 220 y el clasificador de

tráfico 230 del nodo central 210, esta arquitectura permite que el tráfico insensible a la latencia se identifique y entregue a un primer dispositivo cliente a través del enlace de alta latencia 242 y el tráfico sensible a la latencia se identifique y entregue a un segundo dispositivo cliente a través del enlace de baja latencia 244. Como un ejemplo, el correo electrónico se puede proporcionar al primer dispositivo cliente a través del enlace de alta latencia 242 mientras que el vídeo se puede proporcionar al segundo dispositivo cliente a través del enlace de baja latencia 244, lo que da como resultado que el vídeo se entregue sin almacenamiento en memoria intermedia.

La Figura 2B ilustra otro ejemplo de sistema de comunicaciones 200b que es una implementación particular del sistema de comunicaciones 100 de la Figura 1. El sistema de comunicaciones 200b es generalmente el mismo que el sistema de comunicaciones 200a de la Figura 2A excepto que el nodo del cliente 250b difiere del nodo del cliente 250a. Ambos nodos cliente 250a, 250b incluyen el dispositivo de enrutamiento 255 descrito anteriormente, pero el nodo del cliente 250b del sistema de comunicaciones 200b incluye un selector de enlace 260 y un clasificador de tráfico 270 respectivamente similar al selector de enlace 160 y el clasificador de tráfico 170 del sistema de comunicaciones 100.

El selector de enlace 260 y el clasificador de tráfico 270 permiten que el nodo del cliente 250b determine las clasificaciones para los flujos de tráfico desde los dispositivos del cliente 258 a los nodos remotos 218. En respuesta a las clasificaciones determinadas, el selector de enlace 260 puede seleccionar un enlace adecuado para los flujos de tráfico desde los dispositivos del cliente 258 a los nodos remotos 218 similar a lo que hace el selector de enlace 220 del nodo central 210.

La Figura 2C ilustra otro ejemplo de sistema de comunicaciones 200c que es una implementación particular del sistema de comunicaciones 100 de la Figura 1. El sistema de comunicaciones 200c es generalmente el mismo que el sistema de comunicaciones 200a de la Figura 2A excepto que el primer enlace 242 se proporciona por una primera red de satélites y el segundo enlace 246 se proporciona por una segunda red de satélites. En algunas realizaciones, la primera red de satélites y la segunda red de satélites pueden proporcionarse por satélites de diferentes tipos y/o por satélites en diferentes clases de órbitas. El primer enlace 242 y el segundo enlace 246 pueden incluir uno o más satélites, uno o más terminales de usuario de satélite, terminales de puerta de enlace, centros de operaciones de red (NOC), centros de comando de terminales de satélite y puerta de enlace, y/o similares. En algunas realizaciones, el primer enlace 242 incluye un satélite o satélites de órbita geosíncrona terrestre (GEO), un satélite o satélites de órbita media terrestre (MEO) y/o un satélite o satélites de órbita baja terrestre (LEO). En ciertas realizaciones, el segundo enlace 246 incluye un satélite o satélites de órbita terrestre geosíncrona (GEO), un satélite o satélites de órbita terrestre media (MEO) y/o un satélite o satélites de órbita terrestre baja (LEO). Por ejemplo, el primer enlace 242 puede incluir un satélite LEO o satélites y el segundo enlace 246 puede incluir un satélite GEO o satélites. Como otro ejemplo, el primer enlace 242 puede incluir un satélite o satélites MEO y el segundo enlace 246 puede incluir un satélite o satélites GEO.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un procedimiento que usa un selector de enlace 320 para enrutar los flujos de tráfico a través de enlaces de red adecuados 340 en base a, al menos en parte, clasificaciones determinadas por un clasificador de tráfico 330. El selector de enlace 320 puede ser cualquiera de los selectores de enlace 120, 220, 160, 260 descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-2C. El clasificador de tráfico 330 puede ser cualquiera de los clasificadores de tráfico 130, 230, 170, 270, 430, 530, 830, 930 descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-6 y 8-10. Los enlaces de red 340 pueden ser cualquiera de los enlaces de red 140, 242, 244 descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-2C. El procedimiento en la Figura 3 se describirá como enrutamiento de tráfico desde un nodo remoto a un dispositivo cliente, pero debe entenderse que el procedimiento puede realizarse para enrutamiento de tráfico desde un dispositivo cliente a un nodo remoto, como se describe en otra parte en la presente descripción.

Los flujos de tráfico de red de enlace directo desde un nodo remoto (por ejemplo, en Internet) y destinados a un dispositivo cliente (por ejemplo, conectado a un nodo del cliente) se reciben en un nodo central. El tráfico de red se envía al selector de enlace 320 que pasa los paquetes recibidos al clasificador de tráfico 330 como flujos de tráfico no clasificados. El clasificador de tráfico 330 recibe los flujos de tráfico no clasificados y trata de clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de diferentes módulos clasificadores de tráfico que trabajan juntos. El clasificador de tráfico 330 envía los flujos de tráfico de vuelta al selector de enlace 320 con clasificaciones asociadas con los paquetes de los flujos de tráfico. Ejemplos de tipos de flujos de tráfico incluyen datos de vídeo, datos web, datos VoIP, datos de juegos, etc. En base a, al menos en parte, la clasificación de los flujos de tráfico, el selector de enlace 320 selecciona un enlace de la pluralidad de enlaces paralelos 340 para transmitir los paquetes de red correspondientes. Los paquetes de red se envían entonces al dispositivo cliente a través del enlace seleccionado de la pluralidad de enlaces paralelos 340.

En algunas realizaciones, el clasificador de tráfico 330 necesita un cierto volumen de tráfico o paquetes para permitir una clasificación de flujo de tráfico precisa o efectiva. En tales casos, el selector de enlace 320 se puede configurar para enviar inicialmente el tráfico a través de un primer enlace (por ejemplo, una red de alto volumen/alta latencia) y luego actualizar o cambiar el enlace (si es diferente) en respuesta a la clasificación proporcionada por el clasificador de tráfico 330.

En algunas realizaciones, el selector de enlace 320 se configura para utilizar información relacionada con el volumen para determinar el enlace a usar. Por ejemplo, el selector de enlace 320 se puede configurar para usar un enlace

designado para flujos de tráfico, independientemente de la clasificación, hasta que se supere un umbral relacionado con el volumen. Una vez que se supera este umbral, el selector de enlace 320 se puede configurar para conmutar enlaces en base a, al menos en parte, los resultados de clasificación del clasificador de tráfico 330. En ciertas implementaciones, el selector de enlace 320 evita el clasificador de tráfico 330 hasta que se haya alcanzado un umbral relacionado con el volumen. Esto se puede hacer para mejorar la eficiencia del nodo 310.

Ejemplos de Clasificadores de Tráfico con Tipos de Clasificadores Paralelos

La Figura 4 ilustra un diagrama de bloques de un clasificador de tráfico ilustrativo 430 que tiene tipos de clasificadores paralelos 435. Los tipos de clasificadores paralelo 435 permiten que se empleen diferentes técnicas de clasificación en paralelo para reducir o minimizar los efectos adversos en la ruta de datos de la red, así como para aprovechar las fortalezas de diferentes técnicas de clasificación mientras se reducen o minimizan las debilidades de tales técnicas. El clasificador de tráfico 430 puede implementarse en cualquiera de los sistemas de comunicaciones descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-2C.

El clasificador de tráfico 430 incluye una cola de paquetes 431 que recibe paquetes de red de un selector de enlace (por ejemplo, cualquiera de los selectores de enlace descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-3). La cola de paquetes 431 se configura para replicar los paquetes recibidos y enviar las copias a los tipos de clasificadores paralelo 435, recibiendo cada uno de los tipos de clasificadores paralelo 435 una copia de los paquetes recibidos. La cola de paquetes 431 también se configura para recibir clasificaciones de un módulo de decisión 436 y para hacer coincidir la clasificación con el paquete apropiado. La cola de paquetes 431 también se configura para enviar el paquete clasificado de vuelta al selector de enlace.

El clasificador de tráfico 430 incluye tipos de clasificadores paralelo 435 que proporcionan cada uno clasificaciones de tráfico para los paquetes que reciben de la cola de paquetes 431. Estas clasificaciones individuales se agregan y analizan por el módulo de decisión 436 para generar una clasificación de salida única para un paquete de red.

Cada tipo de clasificador de la pluralidad de tipos de clasificadores 435 recibe una copia de los paquetes de la cola de paquetes 431. Cada tipo de clasificador luego analiza el paquete recibido en base a la técnica o algoritmo implementado por ese clasificador. Cada tipo de clasificador luego genera una clasificación del paquete y envía eso al módulo de decisión 436 para su procesamiento adicional.

Cada tipo de clasificador 435 es de un tipo diferente donde el tipo se refiere al enfoque, técnica, algoritmo, código, etc. utilizado para determinar una clasificación. Los tipos de clasificadores 435 son diferentes entre sí. Ejemplos de tipos de clasificadores o técnicas que pueden implementarse por un tipo individual de clasificador incluyen, sin limitación, técnicas basadas en puertos, técnicas basadas en la carga útil, técnicas de árbol de decisión, técnicas de aprendizaje automático (ML), técnicas de inspección profunda de paquetes (DPI) (por ejemplo, DPI de coincidencia de firma), técnicas estadísticas de flujo de tráfico, técnicas basadas en protocolos, identificación de dispositivos, características del flujo de tráfico o cualquier combinación de estas técnicas. La salida de cada tipo de clasificador 435 incluye una clasificación inicial y un identificador del paquete clasificado. En algunas realizaciones, la salida de cada tipo de clasificador 435 es el paquete sin la porción de datos del paquete (por ejemplo, solo la tupla 5 del paquete) junto con la clasificación inicial determinada por el clasificador tipo. Cada tipo de clasificador 435 se configura para inspeccionar los paquetes recibidos y determinar una clasificación en base a esta inspección. En algunas realizaciones, puede ser necesario que un clasificador 435 inspeccione múltiples paquetes antes de determinar una clasificación.

El módulo de decisión 436 recibe los paquetes clasificados de cada uno de los tipos de clasificadores 435 y determina una clasificación de salida para los paquetes individuales. El módulo de decisión 436 analiza las salidas de cada tipo de clasificador 435 e interactúa con un almacén de datos de flujos de tráfico 438 para determinar la clasificación de salida. En algunas realizaciones, el almacén de datos de flujos de tráfico 438 almacena flujos conocidos y sus clasificaciones. El almacén de datos de flujos de tráfico 438 también puede incluir factores de ponderación para los flujos almacenados y sus clasificaciones. En ciertas realizaciones, el almacén de datos de flujos de tráfico 438 almacena clasificaciones anteriores de flujos de tráfico. En diversas realizaciones, el almacén de datos de flujos de tráfico 438 incluye pesos o puntuaciones asociadas con los resultados de cada tipo de clasificador 435. De esta manera, el almacén de datos de flujos de tráfico 438 permite una clasificación rápida de los flujos de tráfico e informa las decisiones del módulo de decisión 436.

El módulo de decisión 436 interactúa con el almacén de datos de flujos de tráfico 438 para determinar las clasificaciones de los flujos de tráfico. Por ejemplo, el módulo de decisión 436 puede recuperar clasificaciones anteriores para los flujos de tráfico del almacén de datos de flujos de tráfico 438 para ayudar a determinar una clasificación adecuada o adecuada para un flujo de tráfico. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 436 recupera los pesos o puntuaciones asociadas con los resultados de los tipos de clasificadores individuales 435. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 436 puede añadir nuevas entradas al almacén de datos de flujos de tráfico 438 cuando un flujo de tráfico no se ha clasificado previamente. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 436 puede actualizar las entradas existentes en el almacén de datos de flujos de tráfico 438 en respuesta a los resultados de clasificación actualizados o mejorados. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 436 puede ajustar los pesos de las clasificaciones almacenadas en el almacén de datos de flujos de tráfico 438.

Para determinar una clasificación para un paquete, el módulo de decisión 436 puede analizar los resultados de los tipos de clasificadores 435 junto con los resultados anteriores y/o los factores de ponderación en el almacén de datos de flujos de tráfico 438. El módulo de decisión 436 puede implementar algoritmos, como se describe en la presente descripción, para derivar una clasificación de salida en base a, al menos en parte, los resultados de los tipos de clasificadores 435, los resultados de clasificación previos de flujos de tráfico similares y/o los factores de ponderación asociados con los tipos de clasificadores 435.

El módulo de decisión 436 establece un indicador en cada paquete en cola que indica la clasificación de su flujo de tráfico. El módulo de decisión 436 envía el paquete (sin la porción de datos del paquete) con el indicador a la cola de paquetes 431. La cola de paquetes 431 localiza el paquete original y añade la clasificación a ese paquete antes de enviarlo de vuelta al selector de enlace. En algunas realizaciones, la cola de paquetes 431 coincide con el paquete clasificado recibido desde el módulo de decisión 436 con el paquete original al encontrar paquetes con información de tupla 5 coincidente.

El clasificador de tráfico 430 puede implementarse en un dispositivo informático de propósito general o específico mediante el uso de uno o más procesadores. De manera similar, el clasificador de tráfico 430 se puede implementar mediante el uso de múltiples dispositivos informáticos distribuidos. En tales realizaciones distribuidas, las funciones de un dispositivo informático se distribuyen (por ejemplo, a través de una red) de manera que algunas funciones se realizan en cada uno de los dispositivos informáticos distribuidos. Los procesadores y los tipos de clasificadores 435 se pueden implementar como máquinas virtuales que se ejecutan en un entorno de nube.

La Figura 5 ilustra un diagrama de bloques de otro clasificador de tráfico ilustrativo 530. El clasificador de tráfico 530 incluye algunos de los mismos componentes que el clasificador de tráfico 430 y, por lo tanto, no se describirá de nuevo por el bien de la brevedad. En particular, el clasificador de tráfico 530 incluye la cola de paquetes 431, el módulo de decisión 436 y el almacén de datos de flujo de tráfico 438 que son los mismos que los componentes correspondientes en el clasificador de tráfico 430.

El clasificador de tráfico 530 incluye un separador de flujo 532 y procesadores de paquetes de flujo 533a, 533b. Como en el clasificador de tráfico 430, la cola de paquetes 431 recibe paquetes del separador de enlace y replica los paquetes recibidos para su clasificación. Los paquetes replicados se envían al separador de flujo 532 que se configura para proporcionar una separación gruesa de los paquetes en flujos de tráfico distintos. En algunas realizaciones, el separador de flujo 532 analiza los paquetes para determinar flujos de tráfico únicos (por ejemplo, al analizar su tupla 5 que incluye una dirección de protocolo de Internet (IP) de origen que incluye direcciones IPv4 e IPv6, una dirección IP de destino que incluye direcciones IPv4 e IPv6, un puerto de origen, un puerto de destino y un protocolo). En algunas realizaciones, el separador de flujo 532 resume la tupla 5 o datos similares y separa los paquetes en flujos en base a este o análisis similar. Se debe señalar que el separador de flujo 532 no clasifica necesariamente el flujo de tráfico, sino que separa los flujos de tráfico únicos entre sí. Esto se puede hacer de manera que los flujos de tráfico individuales se procesen en paralelo por los tipos de clasificadores 535.

Los flujos distintos identificados por el separador de flujo 532 se envían a los procesadores de paquetes de flujo 533a, 533b. Aquí se muestran dos procesadores de paquetes, pero debe entenderse que pueden incluirse más de dos procesadores de paquetes. Los procesadores de paquetes de flujo 533a, 533b se configuran para recibir flujos de tráfico desde el separador de flujo 532 y para procesar los paquetes recibidos. El procesamiento de los paquetes incluye la eliminación de los paquetes dañados, la selección de los lotes de paquetes para su clasificación, etc. Los procesadores de paquetes de flujo 533a, 533b encolan los paquetes para su clasificación por cada tipo de clasificador 535. Los procesadores de paquetes de flujo 533a, 533b pueden ser máquinas virtuales que se activan a medida que se identifican nuevos flujos por el separador de flujo 532, por lo tanto, el número de procesadores de paquetes de flujo no se limita a dos, sino que puede ser 1, 3, 4, 5, etc.

El clasificador de tráfico 530 también incluye tipos de clasificadores paralelo 535, similar a los tipos de clasificadores paralelo 435, donde los tipos de clasificadores individuales 535 se configuran para procesar múltiples flujos de tráfico paralelos. Los flujos de tráfico se encolan por los procesadores de paquetes de flujo 533a, 533b. En algunas realizaciones, cada tipo de clasificador 535 se configura para procesar múltiples flujos de tráfico paralelos. Estos resultados se envían al módulo de decisión 436, como en el clasificador de tráfico 430, y el procesamiento continúa como se describe con referencia a la Figura 4.

En algunas realizaciones, los tipos de clasificadores individuales 535 incluyen una pluralidad de clasificadores (que se ejecutan en paralelo o en serie) y pueden activarse cuando sea necesario. Por ejemplo, donde se procesan múltiples flujos de tráfico paralelos, se puede usar una instancia paralela de un tipo particular de clasificador para cada flujo de tráfico de manera que se puedan procesar múltiples flujos de tráfico paralelos dentro de un tipo particular de clasificador. Esto se puede hacer para acelerar el procesamiento de múltiples flujos de tráfico paralelos. Esto también permite ventajosamente que los tipos de clasificadores individuales 535 incluyan una pluralidad de máquinas virtuales que se pueden activar o desactivar a medida que cambia el número de flujos de tráfico a procesar (por ejemplo, un clasificador de cada tipo se puede activar para cada flujo que se procesa en paralelo).

La Figura 6 ilustra esquemáticamente un procedimiento para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de una implementación ilustrativa del clasificador de tráfico 530 de la Figura 5. La cola de paquetes 431 replica los paquetes recibidos y envía las copias de los paquetes al separador de flujo 532. El separador de flujo 532 identifica flujos distintos de los paquetes recibidos. El separador de flujo 532 puede configurarse para identificar flujos distintos al analizar datos de tupla 5, por ejemplo. Como otro ejemplo, el separador de flujo 532 puede identificar un flujo único al identificar paquetes que viajan entre dos hosts que tienen propiedades comunes y donde los tiempos entre paquetes son menores que un valor de tiempo de espera de flujo.

Para cada flujo distinto identificado por el separador de flujo 532, se hace girar un procesador de paquetes de flujo 533 (por ejemplo, mediante el uso de un procesador único, máquina virtual o similar). El procesador de paquetes 533 procesa un flujo individual, como se describe en la presente descripción, y coloca los paquetes procesados del flujo distinto en una cola para que sean analizados por los tipos de clasificadores 535. Por tanto, para cada tipo de clasificador 535, puede haber una pluralidad de colas paralelas de paquetes a procesar, cada cola paralela corresponde a un flujo de tráfico distinto.

Los tipos de clasificadores 535 pueden procesar en paralelo los paquetes de flujos distintos para generar una clasificación inicial para cada paquete. En la implementación ilustrativa de la Figura 6, el clasificador de tipo A incluye la inspección profunda de paquetes (DPI) de coincidencia de firmas (por ejemplo, nDPI, un clasificador de tráfico DPI de código abierto), el clasificador de tipo B utiliza estadísticas de flujo de tráfico (por ejemplo, para vídeo, las estadísticas relevantes incluyen la longitud y los tiempos de los paquetes, la distribución de bytes, etc.), y el clasificador de tipo C incluye técnicas de aprendizaje automático o inteligencia artificial (por ejemplo, QMDPI, un clasificador de tráfico ML de código abierto).

Cada tipo de clasificador 535 genera una clasificación y un identificador de paquete (por ejemplo, la tupla 5 del paquete), que se encolan para su análisis por el módulo de decisión 436. El módulo de decisión 436 analiza los resultados de los tipos de clasificadores 535 para los paquetes individuales y determina una clasificación final o de salida para cada paquete. El módulo de decisión 436 interactúa con el almacén de datos de flujos de tráfico 438 para recuperar resultados de clasificación previos para flujos de tráfico equivalentes y/o factores de ponderación para resultados de tipos de clasificadores individuales 535.

A manera de ejemplo, el módulo de decisión 436 puede determinar una clasificación de salida para un paquete mediante el uso del siguiente algoritmo. En algunos casos, diferentes tipos de clasificadores 535 requieren diferentes números de paquetes para clasificar un flujo de tráfico. En tales casos, el módulo de decisión 436 puede adoptar la clasificación proporcionada por el primer tipo de clasificador para proporcionar una clasificación inicial. A medida que finalizan los tipos de clasificadores adicionales, el módulo de decisión puede decidir no tomar ninguna acción, (es decir, dejar la clasificación sin cambios) o actualizar la clasificación en base al nuevo resultado. Una vez que finaliza el clasificador final, la clasificación final se puede bloquear para ese flujo de tráfico.

Al decidir si actualizar una clasificación en base a un nuevo resultado de un tipo de clasificador, el módulo de decisión 436 puede emplear una serie de técnicas diferentes. Por ejemplo, el módulo de decisión 436 puede adoptar la clasificación del tipo de clasificador con el peso individual más alto como se recupera del almacén de datos de flujos de tráfico 438. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 436 puede adoptar la clasificación con el peso total más alto (por ejemplo, sumando todos los pesos de los tipos de clasificadores que han proporcionado resultados). Como otro ejemplo, el módulo de decisión 436 puede adoptar la clasificación cuando esa clasificación proviene de un tipo de clasificador diseñado específicamente para identificar ese tipo de flujo de tráfico (por ejemplo, si un tipo de clasificador específico de vídeo clasifica el flujo de tráfico como vídeo, el módulo de decisión 436 puede clasificar el flujo de tráfico como vídeo). Como otro ejemplo, el módulo de decisión 436 puede adoptar la clasificación correspondiente a los resultados de los tipos de clasificadores más (por ejemplo, donde dos tipos de clasificadores clasifican el flujo de tráfico como datos web y un tipo de clasificador lo clasifica como vídeo, el módulo de decisión 436 puede clasificar el flujo de tráfico como datos web). De esta manera, la clasificación de los flujos de tráfico se puede afinar e iterar para lograr un resultado preciso.

La Figura 7 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de clasificador de tráfico tipo 735 con instancias escalables del tipo de clasificador 735 para procesar un número variable de flujos de tráfico en paralelo. Una instancia escalable individual del tipo de clasificador 735 puede ser una replicación de la técnica de clasificación del tipo de clasificador que usa un hilo de proceso, procesador, máquina virtual, dispositivo informático o similar separado o distinto.

Una instancia escalable individual puede implementarse temporalmente para manejar la clasificación de un flujo de tráfico distinto o una cola distinta de paquetes de un flujo de tráfico. Cuando el flujo de tráfico distinto se ha clasificado, o la cola de paquetes distinta se ha completado, esa instancia escalable particular puede eliminarse del entorno de procesamiento. Esto se puede hacer para reducir o eliminar el consumo de recursos informáticos por esa instancia escalable en particular cuando no clasifica el tráfico de la red. Este procedimiento se puede repetir para cada uno de una pluralidad de flujos de tráfico distintos o colas distintas de paquetes a clasificar. En otras palabras, se puede instanciar una instancia escalable del tipo de clasificador 735 para cada flujo de tráfico distinto y/o cola de paquetes distinta y luego finalizarla al completar la clasificación de los paquetes del flujo de tráfico asociado y/o cola de paquetes. En algunos casos, implementar temporalmente una instancia escalable corresponde a asignar el trabajo de

procesamiento a un hilo de procesador distinto, asignar el trabajo de procesamiento a un procesador distinto, iniciar una máquina virtual distinta en un entorno de nube para manejar el trabajo de procesamiento, o similares. En tales casos, la terminación de la instancia escalable al completar el trabajo de procesamiento libera el hilo del procesador y/o el procesador asignado al trabajo y/o permite que la máquina virtual asociada se desactive.

La Figura 8 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de una pluralidad de instancias de diferentes tipos de clasificadores 835 para procesar una pluralidad correspondiente de colas de paquetes o flujos de tráfico. Pueden implementarse una o más instancias de cada uno de los diferentes tipos de clasificadores 835 para clasificar las colas de paquetes o los flujos de tráfico en paralelo. A manera de ejemplo y sin limitación, el tráfico de la red se puede procesar en paralelo por el clasificador de tipo A y por el clasificador de tipo B, como se describe en la presente descripción, y se puede implementar una instancia de cada tipo de clasificador para cada cola de paquetes distinta. Como se ilustra, hay dos colas de paquetes distintas (por ejemplo, dos flujos de tráfico distintos) que se procesan en paralelo por cada tipo de clasificador 835. Además, para aumentar la eficiencia y/o mejorar el rendimiento, se puede implementar una instancia de cada tipo de clasificador para cada cola de paquetes (por ejemplo, cada flujo de tráfico). Por tanto, el clasificador de tipo A clasifica la primera cola de paquetes en paralelo con la segunda cola de paquetes mediante el uso de dos instancias del clasificador de tipo A y el clasificador de tipo B clasifica la primera cola de paquetes en paralelo con la segunda cola de paquetes mediante el uso de dos instancias del clasificador de tipo B, y las dos instancias del clasificador de tipo A trabajan en paralelo con las dos instancias del clasificador de tipo B. Debe entenderse que esta implementación ilustrativa no se limita a dos colas de paquetes distintas y no se limita a dos tipos de clasificadores diferentes, sino que podría ampliarse para procesar más de dos colas de paquetes en paralelo y/o para utilizar más de dos tipos de clasificadores diferentes, como se describe en otra parte en la presente descripción.

En las Figuras 7-8, los tipos de clasificadores de tráfico 735, 835 pueden ser cualquiera de los tipos de clasificadores de tráfico 435, 535 descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 4-6. Por ejemplo, los tipos de clasificadores individuales 435, 535 en los respectivos clasificadores de tráfico 430, 530 de las Figuras 4-6 pueden tener una o más instancias de ese tipo de clasificador para procesar en paralelo uno o más flujos de tráfico o colas de paquetes correspondientes.

Ejemplos de Clasificadores de Tráfico con Clasificadores por Niveles

La Figura 9 ilustra un diagrama de bloques de un clasificador de tráfico 930 ilustrativo que tiene clasificadores en niveles 934. Los clasificadores por niveles 934 se configuran para complementarse entre sí para mejorar o mejorar los resultados de clasificación. En algunas realizaciones, los clasificadores por niveles 934 pueden funcionar en paralelo. En tales realizaciones, cada clasificador por niveles 934 puede procesar paquetes de red simultáneamente con los otros clasificadores por niveles 934 con pocos o ningún efecto adverso en el rendimiento de la ruta de datos. En algunas realizaciones, los clasificadores en niveles 934 pueden funcionar en serie. Por ejemplo, primero el clasificador de nivel 1 determina una clasificación con una puntuación o nivel de confianza, luego, si es necesario, el clasificador de nivel 2 determina una clasificación, luego, si es necesario, el clasificador de nivel 3 determina una clasificación, y así sucesivamente. En tales realizaciones, si un nivel determina una clasificación con un nivel de confianza que excede un umbral, se pueden omitir los niveles restantes. Esto puede reducir la cantidad de recursos informáticos consumidos para determinar las clasificaciones de paquetes de red. El clasificador de tráfico 930 puede implementarse en cualquiera de los sistemas de comunicaciones descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-2C.

El clasificador de tráfico 930 incluye una cola de paquetes 931 que recibe paquetes de red de un selector de enlace (por ejemplo, cualquiera de los selectores de enlace descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-3). La cola de paquetes 931 se configura para replicar los paquetes recibidos y enviar las copias a los clasificadores por niveles 934, recibiendo cada uno de los clasificadores por niveles 934 una copia de los paquetes recibidos. La cola de paquetes 931 también se configura para recibir clasificaciones de un módulo de decisión 936 y para hacer coincidir la clasificación con el paquete apropiado. La cola de paquetes 931 también se configura para enviar el paquete clasificado de vuelta al selector de enlace.

El clasificador de tráfico 930 incluye los clasificadores en capas 934 que proporcionan cada uno clasificaciones de tráfico para los paquetes que reciben de la cola de paquetes 931. Estas clasificaciones individuales se agregan y analizan por el módulo de decisión 936 para generar una clasificación de salida única para un paquete de red.

Cada clasificador por niveles 934 recibe una copia de los paquetes de la cola de paquetes 931. Cada clasificador por niveles 934 analiza luego el paquete recibido en base a la técnica o algoritmo implementado por ese clasificador. Cada clasificador por niveles 934 luego genera una clasificación del paquete y envía eso al módulo de decisión 936 para su procesamiento adicional. Como se describe en la presente descripción, los clasificadores por niveles 934 pueden operar en paralelo y/o en serie. Cuando se opera en serie, uno o más de los clasificadores en capas 934 pueden no procesar un paquete en cola para determinar una clasificación para ese paquete. Esto puede ocurrir cuando uno o más clasificadores de nivel superior determinan suficientemente una clasificación para ese paquete, lo que hace que la clasificación adicional sea redundante, ineficaz o innecesaria.

Cada clasificador por niveles 934 implementa una técnica diferente para clasificar un paquete de red. Los clasificadores por niveles 934 se configuran para complementarse entre sí. Los ejemplos de clasificadores o técnicas

que pueden implementarse por un nivel de clasificador individual incluyen, sin limitación, técnicas basadas en puertos, técnicas basadas en la carga útil, técnicas de árbol de decisión, técnicas de aprendizaje automático (ML), técnicas de inspección profunda de paquetes (DPI) (por ejemplo, DPI de coincidencia de firma), técnicas estadísticas de flujo de tráfico, características de flujo de tráfico, identificación de dispositivos, técnicas basadas en protocolos, o cualquier combinación de estas técnicas. La salida de cada clasificador por niveles 934 incluye una clasificación inicial, un nivel de confianza y un identificador del paquete clasificado. En algunas realizaciones, la salida de cada clasificador por niveles es el paquete sin la porción de datos del paquete (por ejemplo, solo la tupla 5 del paquete) junto con la clasificación determinada por el clasificador. Cada clasificador por niveles 934 se configura para inspeccionar los paquetes recibidos y para determinar una clasificación en base a esta inspección. En algunas realizaciones, un clasificador por niveles puede necesitar inspeccionar múltiples paquetes antes de determinar una clasificación.

El módulo de decisión 936 recibe los paquetes clasificados de cada uno de los clasificadores por niveles 934 y determina una clasificación de salida para los paquetes individuales. El módulo de decisión 936 analiza las salidas de cada clasificador por niveles 934 e interactúa con un almacén de datos de flujos de tráfico 938 para determinar la clasificación de salida. En algunas realizaciones, el almacén de datos de flujos de tráfico 938 almacena flujos conocidos y sus clasificaciones. El almacén de datos de flujos de tráfico 938 también puede incluir factores de ponderación o niveles de confianza para los flujos almacenados y sus clasificaciones. En ciertas realizaciones, el almacén de datos de flujos de tráfico 938 almacena clasificaciones anteriores de flujos de tráfico. En varias realizaciones, el almacén de datos de flujos de tráfico 938 incluye pesos o puntuaciones asociadas con los resultados de cada clasificador por niveles 934. De esta manera, el almacén de datos de flujos de tráfico 938 permite una clasificación rápida de los flujos de tráfico e informa las decisiones del módulo de decisión 936.

El módulo de decisión 936 interactúa con el almacén de datos de flujos de tráfico 938 para determinar las clasificaciones de los flujos de tráfico. Por ejemplo, el módulo de decisión 936 puede recuperar clasificaciones anteriores para los flujos de tráfico del almacén de datos de flujos de tráfico 938 para ayudar a determinar una clasificación adecuada o adecuada para un flujo de tráfico. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 936 recupera los niveles de confianza, los pesos o las puntuaciones asociadas con los resultados de los clasificadores por niveles individuales 934. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 936 puede añadir nuevas entradas al almacén de datos de flujos de tráfico 938 cuando un flujo de tráfico no se ha clasificado previamente. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 936 puede actualizar las entradas existentes en el almacén de datos de flujos de tráfico 938 en respuesta a los resultados de clasificación actualizados o mejorados. Como otro ejemplo, el módulo de decisión 936 puede ajustar los pesos o niveles de confianza de las clasificaciones almacenadas en el almacén de datos de flujos de tráfico 938.

Para determinar una clasificación para un paquete, el módulo de decisión 936 puede analizar los resultados de los clasificadores por niveles 934. El módulo de decisión 936 puede tratar los resultados de manera escalonada, primero analizando los resultados de la capa 1, luego los resultados de la capa 2, y así sucesivamente. El módulo de decisión 936 puede recibir un nivel de confianza de los respectivos clasificadores por niveles 934, el nivel de confianza (o puntuación) asociado con la probabilidad de que la clasificación inicial del clasificador por niveles sea precisa. En la determinación de la clasificación de salida, el módulo de decisión 936 puede analizar los niveles de confianza de los clasificadores por niveles. En algunas realizaciones, los clasificadores por niveles 934 se disponen de manera que, en general, los niveles de confianza proporcionados por un nivel superior son más altos que los de un nivel inferior. En ciertas implementaciones, el nivel de confianza de un nivel superior puede ser de alrededor de un orden de magnitud mayor que un nivel inferior. El módulo de decisión 936 puede determinar la clasificación de salida en base a un análisis de los niveles de confianza recibidos de los clasificadores por niveles 934 junto con los resultados de clasificación previos y/o factores de ponderación en el almacén de datos de flujos de tráfico 938. El módulo de decisión 936 puede implementar algoritmos, como se describe en la presente descripción, para derivar una clasificación de salida en base a, al menos en parte, los resultados de los clasificadores por niveles 934 y/o los resultados de clasificación previos de flujos de tráfico similares.

El módulo de decisión 936 establece un indicador en cada paquete en cola que indica la clasificación de su flujo de tráfico. El módulo de decisión 936 envía el paquete (sin la porción de datos del paquete) con el indicador a la cola de paquetes 931. La cola de paquetes 931 localiza el paquete original y añade la clasificación a ese paquete antes de enviarlo de vuelta al selector de enlace. En algunas realizaciones, la cola de paquetes 931 coincide con el paquete clasificado recibido desde el módulo de decisión 936 con el paquete original al encontrar paquetes con información de tupla 5 coincidente.

El clasificador de tráfico 930 puede implementarse en un dispositivo informático de propósito general o específico mediante el uso de uno o más procesadores. De manera similar, el clasificador de tráfico 930 se puede implementar mediante el uso de múltiples dispositivos informáticos distribuidos. En tales realizaciones distribuidas, las funciones de un dispositivo informático se distribuyen (por ejemplo, a través de una red) de manera que algunas funciones se realizan en cada uno de los dispositivos informáticos distribuidos. Los procesadores y los clasificadores por niveles 934 se pueden implementar como máquinas virtuales que se ejecutan en un entorno de nube.

La Figura 10 ilustra un diagrama de bloques de otro clasificador de tráfico ilustrativo 1030. El clasificador de tráfico 1030 incluye algunos de los mismos componentes que el clasificador de tráfico 930 y, por lo tanto, no se describirá de nuevo por el bien de la brevedad. En particular, el clasificador de tráfico 1030 incluye la cola de paquetes 931, el

módulo de decisión 936 y el almacén de datos de flujo de tráfico 938 que son los mismos que los componentes correspondientes en el clasificador de tráfico 930.

El clasificador de tráfico 1030 incluye un separador de flujo 1032 y procesadores de paquetes de flujo 1033a, 1033b. Como en el clasificador de tráfico 930, la cola de paquetes 931 recibe paquetes del separador de enlace y replica los paquetes recibidos para su clasificación. Los paquetes replicados se envían al separador de flujo 1032 que se configura para proporcionar una separación gruesa de los paquetes en flujos de tráfico distintos. En algunas realizaciones, el separador de flujo 1032 analiza los paquetes para determinar flujos de tráfico únicos (por ejemplo, al analizar su tupla 5 que incluye una dirección de protocolo de Internet (IP) de origen que incluye direcciones IPv4 e IPv6, una dirección IP de destino que incluye direcciones IPv4 e IPv6, un puerto de origen, un puerto de destino y un protocolo). En algunas realizaciones, el separador de flujo 1032 resume la tupla 5 o datos similares y separa los paquetes en flujos en base a este o análisis similar. Se debe señalar que el separador de flujo 1032 no clasifica necesariamente el flujo de tráfico, sino que separa los flujos de tráfico únicos entre sí. Esto se puede hacer de manera que los flujos de tráfico individuales se procesen en paralelo por cada uno de los clasificadores por niveles 1034.

Los flujos distintos identificados por el separador de flujo 1032 se envían a los procesadores de paquetes de flujo 1033a, 1033b. Aquí se muestran dos procesadores de paquetes, pero debe entenderse que pueden incluirse más de dos procesadores de paquetes. Los procesadores de paquetes de flujo 1033a, 1033b se configuran para recibir flujos de tráfico desde el separador de flujo 1032 y para procesar los paquetes recibidos. El procesamiento de los paquetes incluye la eliminación de los paquetes dañados, la selección de los lotes de paquetes para su clasificación, etc. Los procesadores de paquetes de flujo 1033a, 1033b encolan los paquetes para su clasificación por cada clasificador por niveles 1034. Los procesadores de paquetes de flujo 1033a, 1033b pueden ser máquinas virtuales que se activan a medida que se identifican nuevos flujos por el separador de flujo 1032, por lo tanto, el número de procesadores de paquetes de flujo no se limita a dos, sino que puede ser 1, 3, 4, 5, etc.

El clasificador de tráfico 1030 también incluye clasificadores por niveles 1034, similares a los clasificadores por niveles 934, donde los clasificadores por niveles individuales 1034 se configuran para procesar múltiples flujos de tráfico paralelos. Los flujos de tráfico se encolan por los procesadores de paquetes de flujo 1033a, 1033b. En algunas realizaciones, cada clasificador por niveles 1034 se configura para procesar múltiples flujos de tráfico paralelos. Estos resultados se envían al módulo de decisión 936, como en el clasificador de tráfico 930, y el procesamiento continúa como se describe con referencia a la Figura 9.

En algunas realizaciones, los clasificadores en niveles individuales 1034 incluyen una pluralidad de clasificadores (que se ejecutan en paralelo o en serie) y pueden activarse cuando sea necesario. Por ejemplo, donde se procesan múltiples flujos de tráfico paralelos, se puede usar una instancia paralela de un clasificador por niveles particular para cada flujo de tráfico de manera que múltiples flujos de tráfico se puedan procesar en paralelo dentro de un clasificador por niveles particular. Esto se puede hacer para acelerar el procesamiento de múltiples flujos de tráfico paralelos. Esto también permite ventajosamente que los clasificadores por niveles individuales 1034 incluyan una pluralidad de máquinas virtuales que se pueden activar o desactivar a medida que cambia el número de flujos de tráfico a procesar (por ejemplo, un clasificador de cada nivel se puede activar para cada flujo que se procesa en paralelo).

La Figura 11 ilustra esquemáticamente un procedimiento para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de una implementación ilustrativa del clasificador de tráfico 1030 de la Figura 10. La cola de paquetes 931 replica los paquetes recibidos y envía las copias de los paquetes al separador de flujo 1032. El separador de flujo 1032 identifica flujos distintos de los paquetes recibidos. El separador de flujo 1032 puede configurarse para identificar flujos distintos al analizar datos de tupla 5, por ejemplo. Como otro ejemplo, el separador de flujo 1032 puede identificar un flujo único al identificar paquetes que viajan entre dos hosts que tienen propiedades comunes y donde los tiempos entre paquetes son menores que un valor de tiempo de espera de flujo.

Para cada flujo distinto identificado por el separador de flujo 1032, se hace girar un procesador de paquetes de flujo 1033 (por ejemplo, mediante el uso de un procesador único, máquina virtual o similar). El procesador de paquetes 1033 procesa un flujo individual, como se describe en la presente descripción, y coloca los paquetes procesados del flujo distinto en una cola para que sean analizados por los clasificadores por niveles 1034. Por lo tanto, para cada clasificador por niveles 1034, puede haber una pluralidad de colas de paquetes paralelas a procesar, cada cola paralela corresponde a un flujo de tráfico distinto.

Los clasificadores por niveles 1034 pueden procesar en paralelo los paquetes de flujos distintos para generar una clasificación inicial con un nivel de confianza asociado para cada paquete. Cada clasificador por niveles 1034 genera una clasificación, un nivel de confianza y un identificador de paquete (por ejemplo, la tupla 5 del paquete), que se encolan para su análisis por el módulo de decisión 936. El módulo de decisión 936 analiza los resultados de los clasificadores por niveles 1034 para los paquetes individuales y determina una clasificación final o de salida para cada paquete. El módulo de decisión 936 interactúa con el almacén de datos de flujos de tráfico 938 para recuperar resultados de clasificación previos para flujos de tráfico equivalentes y/o factores de ponderación para resultados de clasificadores por niveles individuales 1034.

En la implementación ilustrativa de la Figura 11, el clasificador de nivel 1 incluye la técnica de inspección profunda de paquetes (DPI) basada en la firma (por ejemplo, nDPI, un clasificador de tráfico DPI de código abierto). El clasificador de nivel 1 busca firmas específicas en la carga útil del paquete para la clasificación del tráfico. El clasificador de nivel 1 asigna un nivel de confianza a la clasificación resultante. Si el nivel de confianza excede un umbral, el paquete se considera clasificado por el módulo de decisión 936. El clasificador de nivel 2 usa las características del flujo de tráfico para buscar en una base de datos coincidencias. Las características del flujo de tráfico se pueden registrar durante la conversación entre el servidor y el cliente. Si hay una coincidencia, el clasificador de nivel 2 asigna un nivel de confianza a la clasificación resultante. Para el clasificador de nivel 2, la base de datos puede construirse a priori en base a análisis previos de flujos de tráfico. Las características del flujo de tráfico pueden incluir, por ejemplo y sin limitación, la longitud del paquete de cliente a servidor, la longitud del paquete de servidor a cliente, los tiempos de entre llegada entre paquetes y similares. Si el nivel de confianza de la capa 2 excede un umbral, el paquete se considera clasificado por el módulo de decisión 936. Si el resultado del nivel 2 coincide con el nivel 1, el umbral para el nivel de confianza puede ser más bajo en relación con el umbral para el nivel 2 solo. El clasificador de nivel 3 usa los parámetros del protocolo de apretón de manos inicial SSUTLS para identificar un dispositivo o aplicación de usuario final. Los parámetros del protocolo pueden extraerse durante la conversación entre el cliente y el servidor, por ejemplo. Si el nivel de confianza de la capa 3 excede un umbral, el paquete se considera clasificado por el módulo de decisión 936. Si el resultado del nivel 3 coincide con el nivel 1 y/o el nivel 3, el umbral para el nivel de confianza puede ser más bajo en relación con el umbral para el nivel 3 solo.

En algunas realizaciones, el módulo de decisión 936 procesa los resultados de los clasificadores por niveles 1034 de manera en serie. Por ejemplo, el módulo de decisión 936 analiza la clasificación del clasificador de nivel 1 y determina si supera un umbral. Si lo hace, el módulo de decisión 936 asigna una clasificación de salida para ese paquete y procede al siguiente paquete. Si el nivel de confianza no es lo suficientemente alto, el módulo de decisión 936 analiza los resultados del clasificador de nivel 2. Si el nivel de confianza del clasificador de nivel 2 excede un umbral para el clasificador de nivel 2, el módulo de decisión 936 asigna una clasificación de salida para ese paquete y procede al siguiente paquete. Si el resultado de la clasificación del clasificador de nivel 2 es el mismo que el resultado del clasificador de nivel 1, el umbral para el clasificador de nivel 2 puede ser menor que el umbral en el caso en el que los clasificadores de nivel 1 y 2 determinan clasificaciones diferentes. De manera similar, si el nivel de confianza de nivel 2 no es lo suficientemente alto, el módulo de decisión 936 analiza los resultados del clasificador de nivel 3. Si el nivel de confianza del clasificador de nivel 3 excede un umbral para el clasificador de nivel 3, el módulo de decisión 936 asigna una clasificación de salida para ese paquete y procede al siguiente paquete. Si el resultado de la clasificación del clasificador de nivel 3 es el mismo que el resultado del clasificador de nivel 1 y/o el clasificador de nivel 2, el umbral para el clasificador de nivel 3 puede ser menor que el umbral en el caso en el que el clasificador de nivel 3 determina una clasificación diferente a la del clasificador de nivel 1 y/o el clasificador de nivel 2. Se puede seguir un procedimiento similar para cualquier número adecuado de clasificadores en capas en el clasificador de tráfico 1030.

En algunas realizaciones, el módulo de decisión 936 puede determinar una clasificación de salida para un paquete mediante el uso de un algoritmo que tiene en cuenta diferentes clasificadores por niveles que necesitan diferentes números de paquetes para determinar una clasificación inicial. En tales casos, el módulo de decisión 936 puede adoptar la clasificación proporcionada por el clasificador por niveles que primero proporciona una clasificación inicial. A medida que finalizan los niveles de clasificador adicionales, el módulo de decisión puede decidir no tomar ninguna acción, (es decir, dejar la clasificación sin cambios) o actualizar la clasificación en base al nuevo resultado con su nivel de confianza asociado. Una vez que finaliza el clasificador por niveles final, la clasificación final se puede bloquear para ese flujo de tráfico.

Los clasificadores en capas 1034 permiten la adición de técnicas de clasificador secundarias o complementarias para mejorar una técnica primaria. Una técnica principal puede ser una técnica de clasificación que es relativamente precisa, tal como el aprendizaje automático o la inspección profunda de paquetes. Estas y otras técnicas similares pueden mejorarse mediante técnicas complementarias tales como el análisis estadístico del tráfico y la identificación de dispositivos. Las técnicas complementarias añadidas pueden ser inexactas con relación a las técnicas primarias, pero la combinación de la técnica primaria con una o más técnicas secundarias mejora los resultados de clasificación. Los clasificadores de nivel 1 pueden ser cualquier técnica de clasificación descrita en la presente descripción que produzca una clasificación con un nivel de confianza relativamente alto. Los clasificadores de nivel inferior (por ejemplo, los clasificadores de nivel 2, los clasificadores de nivel 3, etc.) pueden ser técnicas de clasificación de tráfico que mejoran o mejoran los resultados de los clasificadores de nivel 1.

A manera de ejemplo, un clasificador de nivel 1 puede ser un clasificador de tráfico patentado desarrollado por un tercero. El operador de la red puede desarrollar clasificadores de nivel inferior que mejoren los resultados del clasificador de nivel 1 sin necesidad de modificar el clasificador de nivel 1. Esto puede incluir la adición de un clasificador de nivel 2 que se basa en un análisis estadístico de los flujos de tráfico de la red a través de la propia infraestructura del operador de la red. El clasificador de nivel 2 puede diseñarse para mejorar los resultados de la técnica patentada implementada en el clasificador de nivel 1 que se ejecuta en la infraestructura del operador de red. El clasificador de nivel 2 en base a técnicas estadísticas puede ser inexacto con relación al clasificador de nivel 1, pero cuando se combina con el clasificador de nivel 1, los resultados se mejoran. De manera similar, el operador de la red puede añadir un operador de nivel 3 en base a la identificación de dispositivos que mejora los resultados de los

clasificadores de nivel 1 y de nivel 2. Los clasificadores por niveles pueden, por tanto, aumentar el nivel de confianza de los resultados de clasificación en base a la información disponible para el proveedor de la red.

Típicamente, los clasificadores por niveles se ordenan desde el más efectivo o más preciso (por ejemplo, en base al nivel de confianza de los resultados) hasta el nivel de confianza más bajo. Los clasificadores de nivel 1 típicos incluyen la inspección profunda de paquetes y el aprendizaje automático. Los clasificadores de nivel 2 típicos incluyen técnicas que se basan en un análisis estadístico de los flujos de tráfico (por ejemplo, al construir una base de datos a priori que se basa en el análisis interno y/o el uso en el campo). Los clasificadores de nivel 3 típicos incluyen la identificación de dispositivos o técnicas basadas en protocolos. Como se usa en la presente descripción, la identificación de dispositivos puede incluir técnicas para determinar la información de la aplicación y/o del dispositivo cliente. Por ejemplo, antes de la encriptación, los servidores y los clientes negocian típicamente las claves y los algoritmos de encriptación. Al observar el apretón de manos inicial, es posible averiguar qué es el cliente (por ejemplo, XBOX®, ROKU®, APPLE TV®, etc.). Esta información puede usarse para mejorar la clasificación y, en consecuencia, para ayudar a determinar el enlace apropiado o deseable a seleccionar para el selector de enlace. Por ejemplo, algunos dispositivos o aplicaciones tienen más probabilidades de incluir datos sensibles a la latencia que otros dispositivos o aplicaciones.

En algunas realizaciones, se pueden emplear diferentes técnicas de clasificación secundaria en función de la técnica de clasificación primaria. Por ejemplo, un clasificador de nivel primario que emplea técnicas de aprendizaje automático puede no beneficiarse de una técnica de clasificador secundaria en base al análisis estadístico, pero puede beneficiarse de una técnica de clasificador secundaria en base a la identificación del dispositivo. En tales casos, solo se pueden emplear dos niveles: la técnica de aprendizaje automático como el clasificador principal y la identificación de dispositivos como el clasificador secundario. Como otro ejemplo, un clasificador primario que emplea la inspección profunda de paquetes puede beneficiarse de las técnicas de clasificador que emplean el análisis estadístico y la identificación de dispositivos. En tales casos, la técnica de inspección profunda de paquetes puede ser el clasificador de nivel 1, la técnica de análisis estadístico puede ser el clasificador de nivel 2 y la técnica de huellas digitales del dispositivo puede ser el clasificador de nivel 3.

La Figura 12 ilustra un diagrama de bloques de un clasificador por niveles 1234 ilustrativo con instancias escalables del clasificador por niveles 1234 para procesar un número variable de flujos de tráfico en paralelo. Una instancia escalable individual del clasificador por niveles 1234 puede ser una replicación de la técnica de clasificación del tipo de clasificador que usa un hilo de proceso, procesador, máquina virtual, dispositivo informático o similar separado o distinto.

Una instancia escalable individual puede implementarse temporalmente para manejar la clasificación de un flujo de tráfico distinto o una cola distinta de paquetes de un flujo de tráfico. Cuando el flujo de tráfico distinto se ha clasificado, o la cola de paquetes distinta se ha completado, esa instancia escalable particular puede eliminarse del entorno de procesamiento. Esto se puede hacer para reducir o eliminar el consumo de recursos informáticos por esa instancia escalable en particular cuando no clasifica el tráfico de la red. Este procedimiento se puede repetir para cada uno de una pluralidad de flujos de tráfico distintos o colas distintas de paquetes a clasificar. En otras palabras, se puede instanciar una instancia escalable del clasificador por niveles 1234 para cada flujo de tráfico distinto y/o cola de paquetes distinta y luego finalizarla al completar la clasificación de los paquetes del flujo de tráfico asociado y/o cola de paquetes. En algunos casos, implementar temporalmente una instancia escalable corresponde a asignar el trabajo de procesamiento a un hilo de procesador distinto, asignar el trabajo de procesamiento a un procesador distinto, iniciar una máquina virtual distinta en un entorno de nube para manejar el trabajo de procesamiento, o similares. En tales casos, la terminación de la instancia escalable al completar el trabajo de procesamiento libera el hilo del procesador y/o el procesador asignado al trabajo y/o permite que la máquina virtual asociada se desactive.

La Figura 13 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de una pluralidad de instancias de un clasificador por niveles 1334 para procesar una pluralidad correspondiente de colas de paquetes o flujos de tráfico. Pueden implementarse una o más instancias de cada uno de los diferentes niveles de clasificador 1334 para clasificar las colas de paquetes o los flujos de tráfico en paralelo. A manera de ejemplo y sin limitación, el tráfico de la red se puede procesar por el clasificador de nivel 1 y por el clasificador de nivel 2, como se describe en la presente descripción, y se puede implementar una instancia de cada nivel de clasificador para cada cola de paquetes distinta. Como se ilustra, hay dos colas de paquetes distintas (por ejemplo, dos flujos de tráfico distintos) que se procesan por cada clasificador por niveles 1334. Además, para aumentar la eficiencia y/o mejorar el rendimiento, se puede implementar una instancia de cada clasificador por niveles 1334 para cada cola de paquetes (por ejemplo, cada flujo de tráfico). Por tanto, el clasificador de nivel 1 clasifica la primera cola de paquetes en paralelo con la segunda cola de paquetes mediante el uso de dos instancias del clasificador de nivel 1 y el clasificador de nivel 2 clasifica la primera cola de paquetes en paralelo con la segunda cola de paquetes mediante el uso de dos instancias del clasificador de nivel 2. En algunas realizaciones, las dos instancias del clasificador de nivel 1 trabajan en paralelo con las dos instancias del clasificador de nivel 2. Debe entenderse que esta implementación ilustrativa no se limita a dos colas de paquetes distintas y no se limita a dos niveles de clasificador diferentes, sino que podría ampliarse para procesar más de dos colas de paquetes en paralelo y/o para utilizar más de dos niveles de clasificador diferentes, como se describe en otra parte en la presente descripción.

En las Figuras 12-13, los clasificadores por niveles 1234, 1334 pueden ser cualquiera de los clasificadores por niveles 934, 1034 descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 9-11. Por ejemplo, los clasificadores por niveles individuales 934, 1034 en los respectivos clasificadores de tráfico 930, 1030 de las Figuras 9-11 pueden tener una o más instancias de ese clasificador por niveles para procesar en paralelo uno o más flujos de tráfico o colas de paquetes correspondientes.

Ejemplo de Clasificadores de Tráfico que Usan Clasificadores en Paralelo y por Niveles

La Figura 14 ilustra un diagrama de bloques de un ejemplo de clasificador de tráfico tipo 1435 que incluye los clasificadores en capas 1434 para determinar las clasificaciones iniciales de los paquetes. El tipo de clasificador de tráfico 1435 puede ser cualquiera de los tipos de clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 4-8, los clasificadores por niveles 1434 pueden ser cualquiera de los clasificadores por niveles descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 9-13, y el tipo de clasificador 1435 puede implementarse en cualquiera de los clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 1-6.

El tipo de clasificador 1435 se puede mejorar o mejorar mediante el uso de los clasificadores por niveles 1434. El clasificador de nivel 1 puede ser la técnica de clasificación primaria del clasificador de tipo 1435. La técnica de clasificación primaria puede mejorarse mediante el uso de una o más técnicas secundarias implementadas en diferentes clasificadores por niveles. Es decir, el clasificador de nivel 1, o la técnica principal del clasificador de tipo 1435, se puede mejorar mediante el uso de un clasificador de nivel 2. En algunas realizaciones, el clasificador de nivel 1 puede mejorarse mediante el uso de más niveles tales como un clasificador de nivel 3, un clasificador de nivel 4, y así sucesivamente.

El tipo de clasificador 1435 puede incluir un controlador 1437 configurado para controlar el funcionamiento de los clasificadores por niveles 1434. En algunas realizaciones, el controlador 1437 opera de una manera similar a los módulos de decisión descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 9-11. Por ejemplo, el controlador 1437 puede determinar una clasificación inicial de un paquete para el clasificador tipo 1435 en base a, al menos en parte, las clasificaciones y los niveles de confianza asociados determinados por los clasificadores por niveles 1434, como se describe en la presente descripción.

La Figura 15 ilustra un diagrama de bloques de un clasificador de tráfico ilustrativo 1530 que incluye los tipos de clasificadores 1535a, 1535b, 1535c en los que los tipos de clasificadores individuales pueden incluir uno o más clasificadores por niveles 1534a, 1534b. Los tipos de clasificadores de tráfico 1535a, 1535b, 1535c pueden ser cualquiera de los tipos de clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 4-8, los clasificadores por niveles 1534a, 1534b pueden ser cualquiera de los clasificadores por niveles descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 9-13, y el clasificador de tráfico 1530 puede ser cualquiera de los clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con respecto a las Figuras 1-6. El clasificador de tráfico 1530 puede incluir además una cola de paquetes, un módulo de decisión y/o un almacén de datos de flujos de tráfico, como se describe en la presente descripción con respecto a las Figuras 4-6 y 9-11.

Cada tipo de clasificador 1535a, 1535b, 1535c analiza los paquetes de flujo de tráfico para determinar una clasificación inicial para los paquetes, la clasificación inicial depende, al menos en parte, de los resultados de las clasificaciones determinadas por los respectivos clasificadores por niveles 1534a, 1534b, donde están presentes. Las clasificaciones iniciales de los paquetes se envían a un módulo de decisión para determinar una clasificación de salida para los paquetes individuales y los flujos de tráfico, como se describe en otra parte en la presente descripción.

El clasificador de tipo A 1535a incluye tres clasificadores en niveles 1534a donde el clasificador de nivel 1 representa la técnica de clasificación primaria que se implementa mediante el clasificador de tipo A 1535a. Los clasificadores por niveles 1534a se configuran para ser complementarios entre sí de manera que cada nivel posterior al nivel 1 sirve para mejorar los resultados de clasificación del clasificador de nivel 1. El clasificador de tipo B 1535b incluye dos clasificadores en niveles 1534b donde el clasificador de nivel 1 representa la técnica de clasificación primaria que se implementa mediante el clasificador de tipo B 1535b. El clasificador de nivel 2 es complementario al clasificador de nivel 1 y sirve para mejorar los resultados del clasificador de nivel 1. El clasificador de tipo C 1535c no incluye ningún clasificador en niveles, que implementa una técnica de clasificación primaria sin ninguna técnica de clasificación complementaria o secundaria para mejorar la técnica primaria.

En algunas realizaciones, el clasificador de tipo A 1535a incluye una técnica DPI como el clasificador de nivel 1, un análisis estadístico como el clasificador de nivel 2 y una técnica de huellas digitales de dispositivos como el clasificador de nivel 3. En algunas realizaciones, el clasificador de tipo B 1535b incluye una técnica de aprendizaje automático como el clasificador de nivel 1 y una técnica de huellas digitales de dispositivos como el clasificador de nivel 2. En algunas realizaciones, el clasificador de tipo C 1535c incluye una técnica de clasificación primaria diferente, tal como, por ejemplo y sin limitación, técnicas basadas en puertos, técnicas basadas en la carga útil, técnicas de árbol de decisión, técnicas estadísticas de flujo de tráfico, técnicas basadas en protocolos, características del flujo de tráfico o similares.

Se debe entender que el clasificador de nivel 1 del clasificador de tipo A 1535a y/o el clasificador de nivel 1 del clasificador de tipo B 1535b pueden ser cualquier técnica de clasificación adecuada, que incluye cualquiera de las técnicas descritas en la presente descripción. Además, el número de tipos de clasificadores del clasificador de tráfico 1530 puede variar (por ejemplo, 2, 3, 4, 5 o más tipos de clasificador). De manera similar, el número de clasificadores por niveles en cada tipo de clasificador puede ser el mismo o diferente entre sí. En algunas realizaciones, los clasificadores de nivel 1 en tipos de clasificadores individuales pueden diferir, pero pueden incluir enfoques o técnicas comunes para los clasificadores secundarios en niveles. En ciertas implementaciones, las técnicas en varios niveles secundarias que son comunes en múltiples tipos de clasificadores pueden personalizarse para mejorar o potenciar la técnica primaria única que se implementa por el tipo de clasificador en el que se incluye.

Ejemplos de Procedimientos para Clasificar los Flujos de Tráfico

La Figura 16 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo 1600 para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de tipos de clasificadores paralelo. El procedimiento 1600 puede realizarse en cualquiera de los clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-6.

En el bloque 1605, el clasificador de tráfico replica los paquetes recibidos desde un selector de enlace. En el bloque 1610, el clasificador de tráfico separa las copias de los paquetes en flujos de tráfico distintos. Los flujos de tráfico distintos se pueden identificar mediante el uso de cualquier técnica o algoritmo adecuado. Una técnica ilustrativa es analizar la tupla 5 de los paquetes para identificar los flujos de tráfico que tienen hosts, puertos y protocolos comunes. También puede incluirse un elemento de tiempo de espera en el algoritmo para identificar flujos de tráfico distintos.

En el bloque 1615, el clasificador de tráfico genera una pluralidad de clasificaciones iniciales para cada flujo de tráfico distinto mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores únicos en paralelo. Cada tipo de clasificador utiliza una técnica o algoritmo de clasificación diferente, como se describe en la presente descripción. Las salidas de cada clasificador incluyen un identificador de flujo del paquete y una clasificación inicial. En algunas realizaciones, la porción de datos del paquete se descarta después de que el tipo de clasificador determina la clasificación inicial.

En el bloque 1620, el clasificador de tráfico determina una clasificación de tráfico en base a la pluralidad de clasificaciones iniciales. La determinación de la clasificación del tráfico puede incluir la comparación de los resultados de las clasificaciones iniciales y la selección de una clasificación en base a pesos individuales, pesos agregados, niveles de confianza en la clasificación de un tipo de clasificador particular, técnicas de mayoría ganadora, resultados anteriores almacenados en un almacén de datos, o una combinación de estas técnicas o similares como se describe en la presente descripción. En algunas realizaciones, la clasificación determinada por el clasificador de tráfico puede cambiar para un flujo de tráfico particular con el tiempo a medida que los tipos de clasificadores adicionales proporcionan resultados de clasificación.

En algunas realizaciones, si el flujo de tráfico no se ha clasificado previamente, el clasificador de tráfico puede crear una nueva entrada en un almacén de datos (por ejemplo, una base de datos) para el flujo y su clasificación final. En ciertas realizaciones, si el flujo de tráfico se ha clasificado previamente, el clasificador de tráfico puede utilizar la clasificación anterior para tomar la decisión de clasificación final. En diversas realizaciones, el clasificador de tráfico puede actualizar la clasificación en el almacén de datos cuando se producen cambios en la clasificación final. En algunas realizaciones, el clasificador de tráfico puede ponderar las clasificaciones iniciales de cada tipo de clasificador y cualquier clasificación anterior (por ejemplo, como se almacena en el almacenamiento de datos).

En el bloque 1625, el clasificador de tráfico marca, etiqueta o establece de cualquier otra manera un indicador en cada paquete en cola que indica la clasificación final o de salida de su flujo de tráfico.

La Figura 17 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo 1700 para determinar una clasificación para un flujo de tráfico mediante el uso de los resultados de tipos de clasificadores paralelos. El procedimiento 1700 puede realizarse por el módulo de decisión de cualquiera de los clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 4-6.

En el procedimiento 1700, el módulo de decisión asigna un peso a priori para cada tipo de clasificador. El peso se puede recuperar de un almacén de datos, por ejemplo. Además, los resultados de tipos de clasificadores particulares se pueden comparar con las entradas existentes en el almacén de datos. Donde existen discrepancias, las diferencias pueden registrarse para la evaluación del tipo de clasificador. Además, los resultados de tipos de clasificadores particulares pueden almacenarse en el almacén de datos para proporcionar entradas que indiquen clasificaciones para flujos de tráfico particulares proporcionados por tipos de clasificadores particulares.

En el bloque 1705, el módulo de decisión recibe una clasificación inicial de un tipo de clasificador particular. En el bloque 1710, el módulo de decisión compara la clasificación inicial del tipo de clasificador particular con los resultados de otros tipos de clasificador. Si esta es la primera clasificación inicial, el módulo de decisión adopta la clasificación como la clasificación de salida en el bloque 1715. Si esta no es la primera clasificación inicial, el módulo de decisión compara la clasificación recién recibida con la clasificación de salida actual en el bloque 1720. Si el resultado anterior tiene un peso mayor que el resultado recién recibido, la clasificación de salida actual permanece sin cambios en el

bloque 1725. Si el resultado anterior tiene un peso menor que el resultado recién recibido, la clasificación de salida se actualiza para reflejar el último resultado en el bloque 1730.

En el bloque 1735, el módulo de decisión verifica si todos los tipos de clasificadores han terminado de procesar el flujo de tráfico. Si es así, el módulo de decisión proporciona la clasificación de salida final en el bloque 1740. Si no, el módulo de decisión vuelve al bloque 1710 para recibir una clasificación inicial de un nuevo tipo de clasificador.

La Figura 18 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo 1800 para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de clasificadores por niveles. El procedimiento 1800 puede realizarse en cualquiera de los clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-3 y 9-11.

En el bloque 1805, el clasificador de tráfico replica los paquetes recibidos desde un selector de enlace. En el bloque 1810, el clasificador de tráfico separa las copias de los paquetes en flujos de tráfico distintos. Los flujos de tráfico distintos se pueden identificar mediante el uso de cualquier técnica o algoritmo adecuado. Una técnica ilustrativa es analizar la tupla 5 de los paquetes para identificar los flujos de tráfico que tienen hosts, puertos y protocolos comunes. También puede incluirse un elemento de tiempo de espera en el algoritmo para identificar flujos de tráfico distintos.

En el bloque 1815, el clasificador de tráfico genera una pluralidad de clasificaciones iniciales para cada flujo de tráfico distinto mediante el uso de una pluralidad de clasificadores por niveles. Cada clasificador por niveles secundario utiliza una técnica o algoritmo de clasificación que mejora los resultados de una técnica de clasificación primaria, como se describe en la presente descripción. Las salidas de cada clasificador por niveles incluyen un identificador de flujo del paquete, una clasificación inicial y un nivel de confianza de la clasificación. En algunas realizaciones, la porción de datos del paquete se descarta después de que el clasificador por niveles determina la clasificación inicial.

En el bloque 1820, el clasificador de tráfico determina una clasificación de tráfico en base a la pluralidad de clasificaciones iniciales. La determinación de la clasificación del tráfico puede incluir el análisis de las clasificaciones y los niveles de confianza asociados determinados por los clasificadores por niveles. La clasificación del tráfico se puede determinar comparando los niveles de confianza con los umbrales establecidos para cada nivel y/o combinaciones de niveles. Si el nivel de confianza excede el umbral para el nivel asociado (que puede tener en cuenta las clasificaciones de niveles superiores), se puede establecer la clasificación final. Si el nivel de confianza no supera el umbral, se pueden analizar una o más categorías posteriores para determinar la clasificación. En algunas realizaciones, la clasificación determinada por el clasificador de tráfico puede cambiar para un flujo de tráfico particular con el tiempo a medida que los clasificadores por niveles adicionales proporcionan resultados de clasificación.

En algunas realizaciones, si el flujo de tráfico no se ha clasificado previamente, el clasificador de tráfico puede crear una nueva entrada en un almacén de datos (por ejemplo, una base de datos) para el flujo y su clasificación final. En ciertas realizaciones, si el flujo de tráfico se ha clasificado previamente, el clasificador de tráfico puede utilizar la clasificación anterior para tomar la decisión de clasificación final. En diversas realizaciones, el clasificador de tráfico puede actualizar la clasificación en el almacén de datos cuando se producen cambios en la clasificación final. En algunas realizaciones, el clasificador de tráfico puede ponderar las clasificaciones iniciales de cada clasificador por niveles y cualquier clasificación anterior (por ejemplo, como se almacena en el almacén de datos).

En el bloque 1825, el clasificador de tráfico marca, etiqueta o establece de cualquier otra manera un indicador en cada paquete en cola que indica la clasificación final o de salida de su flujo de tráfico.

La Figura 19 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo 1900 para determinar una clasificación para un flujo de tráfico mediante el uso de los resultados de los clasificadores por niveles. El procedimiento 1900 puede realizarse por el módulo de decisión de cualquiera de los clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 9-11.

En el bloque 1905, el módulo de decisión recibe una clasificación inicial del clasificador por niveles de orden superior que aún no se ha analizado. Si no se han recibido clasificaciones iniciales para el paquete, la clasificación inicial se proporciona por el clasificador de nivel 1. Si solo se ha analizado la clasificación del clasificador de nivel 1, entonces el clasificador de nivel superior restante es el clasificador de nivel 2, y así sucesivamente. La clasificación inicial es la clasificación determinada por el clasificador por niveles asociado con un nivel de confianza acompañante.

En el bloque 1910, el módulo de decisión determina si el nivel de confianza de la clasificación del clasificador por niveles actual excede un umbral. El umbral se establece para ese nivel específico y puede ser específico para ese nivel. Por ejemplo, diferentes niveles pueden tener diferentes umbrales de nivel de confianza. Si el nivel de confianza excede el umbral para el clasificador por niveles actual, entonces el módulo de decisión adopta la clasificación determinada por el clasificador por niveles actual en el bloque 1915.

Si el nivel de confianza no supera el umbral, el módulo de decisión determina si alguna de las categorías de orden superior ha proporcionado clasificaciones en el bloque 1920. Si no, tal como cuando el nivel de confianza del clasificador de nivel 1 no supera el umbral, el módulo de decisión recibe una clasificación inicial de la siguiente capa en los clasificadores por niveles al volver al bloque 1905. Si una o más capas de orden superior han proporcionado

clasificaciones, el módulo de decisión determina si la clasificación actual por el clasificador por niveles actual coincide con una o más capas de orden superior en el bloque 1925. Si no coincide, el módulo de decisión vuelve al bloque 1905 para recibir los resultados de clasificación de la siguiente capa en los clasificadores en capas. Si el resultado de clasificación actual coincide con uno o más resultados de clasificación de un clasificador por niveles de orden superior, el módulo de decisión determina si el nivel de confianza actual excede un umbral combinado en el bloque 1930. El umbral combinado se puede personalizar para combinaciones de niveles específicas. Por ejemplo, se puede establecer un umbral si el nivel 1 y el nivel 2 coinciden entre sí, se puede establecer otro umbral si el nivel 3 coincide con el nivel 2, se puede establecer otro umbral si el nivel 3 coincide con el nivel 1, se puede establecer otro umbral si el nivel 3 coincide tanto con el nivel 1 como con el nivel 2, y así sucesivamente.

Si el nivel de confianza actual excede el umbral combinado, el módulo de decisión adopta la clasificación del nivel actual como la clasificación de salida en el bloque 1915. De lo contrario, el módulo de decisión determina si quedan niveles adicionales para proporcionar una clasificación. Si existen, el módulo de decisión vuelve al bloque 1905 para recibir los resultados de clasificación de la siguiente capa en los clasificadores por niveles. Si no quedan más clasificadores por niveles, el módulo de decisión adopta una clasificación predeterminada como la clasificación de salida en el bloque 1940. A manera de ejemplo, la clasificación predeterminada puede basarse en el resultado del clasificador de nivel 1, una combinación de dos o más clasificadores por niveles (por ejemplo, en base a una combinación de niveles de confianza) o en datos almacenados en un almacenamiento de datos.

Una vez que el módulo de decisión adopta una clasificación como la clasificación de salida en el bloque 1915 o el bloque 1940, el módulo de decisión emite la clasificación final en el bloque 1945.

La Figura 20 ilustra un diagrama de flujo de un método ilustrativo 2000 para clasificar los flujos de tráfico mediante el uso de tipos de clasificadores paralelo con clasificadores en niveles internos. El procedimiento 2000 puede realizarse en cualquiera de los clasificadores de tráfico descritos en la presente descripción con referencia a las Figuras 1-6, 14 y 15.

En el bloque 2005, el clasificador de tráfico replica los paquetes recibidos desde un selector de enlace. En el bloque 2010, el clasificador de tráfico separa las copias de los paquetes en flujos de tráfico distintos. Los flujos de tráfico distintos se pueden identificar mediante el uso de cualquier técnica o algoritmo adecuado. Una técnica ilustrativa es analizar la tupla 5 de los paquetes para identificar los flujos de tráfico que tienen hosts, puertos y protocolos comunes. También puede incluirse un elemento de tiempo de espera en el algoritmo para identificar flujos de tráfico distintos.

En el bloque 2015, el clasificador de tráfico genera una pluralidad de clasificaciones iniciales para cada flujo de tráfico distinto. La pluralidad de clasificaciones iniciales se proporciona por una pluralidad correspondiente de tipos de clasificadores únicos que operan en paralelo. Cada tipo de clasificador utiliza una técnica o algoritmo de clasificación diferente, como se describe en la presente descripción. Uno o más de los tipos de clasificadores únicos incluyen clasificadores por niveles para mejorar o potenciar la técnica principal empleada por el tipo de clasificador único asociado.

La salida de cada tipo de clasificador incluye un identificador de flujo del paquete y una clasificación inicial. Para un tipo de clasificador individual, la clasificación inicial se determina en base a, al menos en parte, un análisis de los resultados y niveles de confianza de los clasificadores internos por niveles, ejemplos de los cuales se describen en la presente descripción con respecto a las Figuras 9-11, 14, 15, 18 y 19. En algunas realizaciones, la porción de datos del paquete se descarta después de que el tipo de clasificador determina la clasificación inicial.

En el bloque 2020, el clasificador de tráfico determina una clasificación de tráfico en base a la pluralidad de clasificaciones iniciales. La determinación de la clasificación del tráfico puede incluir la comparación de los resultados de las clasificaciones iniciales y la selección de una clasificación en base a pesos individuales, pesos agregados, niveles de confianza en la clasificación de un tipo de clasificador particular, técnicas de mayoría ganadora, resultados anteriores almacenados en un almacén de datos, o una combinación de estas técnicas o similares como se describe en la presente descripción. En algunas realizaciones, la clasificación determinada por el clasificador de tráfico puede cambiar para un flujo de tráfico particular con el tiempo a medida que los tipos de clasificadores adicionales proporcionan resultados de clasificación.

En algunas realizaciones, si el flujo de tráfico no se ha clasificado previamente, el clasificador de tráfico puede crear una nueva entrada en un almacén de datos (por ejemplo, una base de datos) para el flujo y su clasificación final. En ciertas realizaciones, si el flujo de tráfico se ha clasificado previamente, el clasificador de tráfico puede utilizar la clasificación anterior para tomar la decisión de clasificación final. En diversas realizaciones, el clasificador de tráfico puede actualizar la clasificación en el almacén de datos cuando se producen cambios en la clasificación final. En algunas realizaciones, el clasificador de tráfico puede ponderar las clasificaciones iniciales de cada tipo de clasificador y cualquier clasificación anterior (por ejemplo, como se almacena en el almacenamiento de datos).

En el bloque 2025, el clasificador de tráfico marca, etiqueta o establece de cualquier otra manera un indicador en cada paquete en cola que indica la clasificación final o de salida de su flujo de tráfico.

Terminología

Como se usa en la presente descripción, el término flujo de tráfico incluye, pero no se limita a, una secuencia de paquetes desde un dispositivo fuente a un destino y puede incluir paquetes de retorno desde el destino de vuelta al dispositivo fuente. El destino puede ser otro dispositivo, un grupo o un dominio. El flujo de tráfico también incluye una secuencia de paquetes enviados desde una fuente particular a un destino particular que la fuente desea etiquetar como un flujo de tráfico. Un flujo de tráfico también puede incluir todos los paquetes en una conexión de transporte específica o una transmisión multimedia. El flujo de tráfico puede incluir un conjunto de paquetes que pasan por un punto de observación en una red durante un cierto intervalo de tiempo. El flujo de tráfico también puede incluir una secuencia de paquetes que transportan información entre dos hosts donde los paquetes tienen propiedades comunes (por ejemplo, la misma tupla 5 o tupla 5 transpuesta) y los tiempos entre paquetes son menores que un valor de tiempo de espera de vencimiento de flujo arbitrario.

La presente divulgación describe varias características, ninguna de las cuales es la única responsable de los beneficios descritos en la presente descripción. Se entenderá que diversas características descritas en la presente descripción pueden combinarse, modificarse u omitirse, como sería evidente para un experto en la técnica. Otras combinaciones y subcombinaciones que no se describen específicamente en la presente descripción serán evidentes para un experto en la técnica, y se pretende que formen parte de esta divulgación. En la presente descripción se describen varios procedimientos en relación con varias etapas y/o fases de diagramas de flujo. Se entenderá que en muchos casos, ciertas etapas y/o fases pueden combinarse de manera que múltiples etapas y/o fases mostradas en los diagramas de flujo puedan realizarse como una sola etapa y/o fase. Además, ciertas etapas y/o fases se pueden dividir en subcomponentes adicionales para realizarse por separado. En algunos casos, el orden de las etapas y/o fases se puede reorganizar y ciertas etapas y/o fases se pueden omitir por completo. Además, los procedimientos descritos en la presente descripción deben entenderse como abiertos, de manera que también pueden realizarse etapas y/o fases adicionales a las mostradas y descritas en la presente descripción.

Algunos aspectos de los sistemas y procedimientos descritos en la presente descripción pueden implementarse ventajosamente mediante el uso de, por ejemplo, software, hardware, microprograma de ordenador, o cualquier combinación de software, hardware y microprograma de ordenador. El software informático puede comprender un código ejecutable de ordenador almacenado en un medio legible por ordenador (por ejemplo, un medio legible por ordenador no transitorio) que, cuando se ejecuta, realiza las funciones descritas en la presente descripción. En algunas realizaciones, el código ejecutable por ordenador se ejecuta por uno o más procesadores de ordenador de propósito general. Un experto apreciará, a la luz de esta divulgación, que cualquier característica o función que pueda implementarse mediante el uso de software para ejecutarse en un ordenador de propósito general también puede implementarse mediante el uso de una combinación diferente de hardware, software o microprograma. Por ejemplo, tal módulo se puede implementar completamente en hardware mediante el uso de una combinación de circuitos integrados. Alternativa o adicionalmente, tal característica o función puede implementarse total o parcialmente mediante el uso de computadoras especializadas diseñadas para realizar las funciones particulares descritas en la presente descripción en lugar de por computadoras de propósito general.

Pueden sustituirse múltiples dispositivos informáticos distribuidos por cualquier dispositivo informático descrito en la presente descripción. En tales realizaciones distribuidas, las funciones de un dispositivo informático se distribuyen (por ejemplo, a través de una red) de manera que algunas funciones se realizan en cada uno de los dispositivos informáticos distribuidos.

Algunas realizaciones pueden describirse con referencia a ecuaciones, algoritmos y/o ilustraciones de diagramas de flujo. Estos procedimientos pueden implementarse mediante el uso de instrucciones de programas informáticos ejecutables en uno o más ordenadores. Estos procedimientos también pueden implementarse como productos de programas informáticos ya sea por separado, o como un componente de un aparato o sistema. En este sentido, cada ecuación, algoritmo, bloque o etapa de un diagrama de flujo, y sus combinaciones, pueden implementarse mediante hardware, microprograma y/o software que incluye una o más instrucciones de programa informático incorporadas en la lógica de código de programa legible por ordenador. Como se apreciará, cualquiera de tales instrucciones de programa de ordenador pueden cargarse en uno o más ordenadores, que incluyen sin limitación un ordenador de propósito general o un ordenador de propósito especial, u otro aparato de procesamiento programable para producir una máquina, de manera que las instrucciones de programa de ordenador que se ejecutan en el/los ordenador(es) u otro(s) dispositivo(s) de procesamiento programable(s) implementan las funciones especificadas en las ecuaciones, algoritmos y/o diagramas de flujo. También se entenderá que cada ecuación, algoritmo y/o bloque en las ilustraciones de diagramas de flujo, y sus combinaciones, pueden implementarse por sistemas informáticos basados en hardware de propósito especial que realizan las funciones o etapas especificadas, o combinaciones de hardware de propósito especial y medios lógicos de código de programa legible por ordenador.

Además, las instrucciones del programa informático, tales como se incorporan en la lógica del código del programa legible por ordenador, también pueden almacenarse en una memoria legible por ordenador (por ejemplo, un medio legible por ordenador no transitorio) que puede dirigir uno o más ordenadores u otros dispositivos de procesamiento programables para funcionar de una manera particular, de manera que las instrucciones almacenadas en la memoria legible por ordenador implementan la(s) función(es) especificada(s) en el(los) bloque(s) del(los) diagrama(s) de flujo.

Las instrucciones del programa informático también pueden cargarse en uno o más ordenadores u otros dispositivos informáticos programables para provocar que se realice una serie de etapas operativas en uno o más ordenadores u otros dispositivos informáticos programables para producir un procedimiento implementado por ordenador de manera que las instrucciones que se ejecutan en el ordenador u otro aparato de procesamiento programable proporcionen etapas para implementar las funciones especificadas en la(s) ecuación(es), algoritmo(s), y/o bloque(s) del diagrama de flujo.

Algunos o todos los procedimientos y tareas descritos en la presente descripción pueden realizarse y automatizarse completamente por un sistema informático. El sistema informático puede, en algunos casos, incluir múltiples ordenadores o dispositivos informáticos distintos (por ejemplo, servidores físicos, estaciones de trabajo, series de almacenamiento, etc.) que se comunican e interactúan a través de una red para realizar las funciones descritas. Cada uno de tales dispositivos informáticos típicamente incluye un procesador (o múltiples procesadores) que ejecuta instrucciones o módulos de programa almacenados en una memoria u otro medio o dispositivo de almacenamiento legible por ordenador no transitorio. Las diversas funciones divulgadas en la presente descripción pueden incorporarse en tales instrucciones de programa, aunque algunas o todas las funciones divulgadas pueden implementarse alternativamente en circuitos específicos de la aplicación (por ejemplo, ASIC o FPGA) del sistema informático. Donde el sistema informático incluye múltiples dispositivos informáticos, estos dispositivos pueden, pero no necesitan, estar en la misma ubicación. Los resultados de los métodos y tareas descritos pueden almacenarse de forma persistente al transformar los dispositivos físicos de almacenamiento, tales como chips de memoria de estado sólido y/o discos magnéticos, en un estado diferente.

A menos que el contexto claramente requiera lo contrario, a lo largo de la descripción y las reivindicaciones, las palabras "comprende", "que comprende" y similares deben interpretarse en un sentido inclusivo, en oposición a un sentido exclusivo o exhaustivo; es decir, en el sentido de "que incluye, pero no se limita a". La palabra "acoplado", como se usa generalmente en la presente descripción, se refiere a dos o más elementos que pueden estar conectados directamente, o conectados por medio de uno o más elementos intermedios. Adicionalmente, las palabras "en la presente descripción", "anterior", "posterior" y palabras de importación similar, cuando se usan en esta solicitud, se refieren a esta solicitud en su conjunto y no a ninguna parte particular de esta solicitud. Cuando el contexto lo permita, las palabras en la anterior Descripción Detallada que usan el número singular o plural también pueden incluir el número plural o singular respectivamente. La palabra "o" en referencia a una lista de dos o más elementos, esa palabra cubre todas las siguientes interpretaciones de la palabra: cualquiera de los elementos de la lista, todos los elementos de la lista y cualquier combinación de los elementos de la lista. La palabra "ilustrativo" se usa exclusivamente en la presente descripción para significar "que sirve como un ejemplo, caso o ilustración". Cualquier implementación descrita en la presente descripción como "ilustrativa" no necesariamente debe interpretarse como preferente o ventajosa sobre otras implementaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) que comprende:

una cola de paquetes (431) configurada para recibir paquetes de red para su clasificación y para replicar los paquetes de red recibidos;
 un separador de flujo (532) configurado para recibir los paquetes de red replicados desde la cola de paquetes (431) y para identificar flujos de tráfico distintos dentro de los paquetes de red replicados;
 una pluralidad de procesadores de paquetes de flujo (533) cada uno configurado para recibir un flujo de tráfico respectivo del separador de flujo (532), para procesar los paquetes de red replicados para el flujo de tráfico respectivo identificado por el separador de flujo (532), y para poner en cola los paquetes para su clasificación;
 una pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835) que operan en paralelo, cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835) se configura para recibir una copia respectiva de los paquetes de red replicados en cola para su clasificación, cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835) se configura para determinar una clasificación del flujo de tráfico respectiva para los paquetes de red individuales de los paquetes de red replicados utilizando técnicas de clasificación del tráfico de red que difieren de cada uno de los otros tipos de clasificador; y
 un módulo de decisión (436) configurado para analizar las clasificaciones de flujo de tráfico de cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835) para determinar una clasificación de flujo de tráfico de salida que se asigna a los paquetes de red individuales de los paquetes de red recibidos.

2. El clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de la reivindicación 1, en el que el separador de flujo (532) se configura además para generar colas paralelas para cada tipo de clasificador, incluyendo cada cola paralela los paquetes de red de flujos de tráfico distintos.

3. El clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de la reivindicación 1, que comprende además un almacén de datos de flujos de tráfico (438) configurado para almacenar la clasificación de flujo de tráfico de salida determinada por el módulo de decisión (436).

4. El clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de la reivindicación 3, en el que el módulo de decisión (436) se configura para actualizar el almacén de datos de flujos de tráfico (438) en respuesta a la clasificación de flujo de tráfico de salida que difiere de una clasificación de flujo de tráfico de salida almacenada previamente para un flujo de tráfico equivalente.

5. El clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de la reivindicación 3, en el que el módulo de decisión (436) se configura para generar una nueva entrada en el almacén de datos de flujos de tráfico (438) en respuesta a que la clasificación del flujo de tráfico de salida sea para un flujo de tráfico único.

6. El clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de la reivindicación 1, en el que el módulo de decisión (436) se configura para actualizar la clasificación del flujo de tráfico de salida en respuesta a una nueva clasificación del flujo de tráfico recibida de uno de la pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835).

7. El clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de la reivindicación 1, en el que cada tipo de clasificador incluye una pluralidad de instancias del tipo de clasificador que se pueden activar para procesar en paralelo una pluralidad de flujos de tráfico distintos.

8. El clasificador de tráfico de red (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835) incluye un tipo de clasificador que utiliza inspección profunda de paquetes y un tipo de clasificador que utiliza aprendizaje automático para determinar la clasificación del flujo de tráfico para paquetes de red individuales.

9. Un nodo de red (110, 150, 210, 250, 310, 310) acoplado a una pluralidad de redes, comprendiendo el nodo de red:

una interfaz de red acoplada a una pluralidad de enlaces de red paralelos (140, 242, 244, 246, 340);
 un selector de enlace (120, 160, 220, 260, 320) acoplado a la interfaz de red y configurado para recibir el tráfico de red que tiene una pluralidad de flujos de tráfico y para seleccionar uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos (140, 242, 244, 246, 340) para transmitir un flujo de tráfico individual; y
 un clasificador de tráfico (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8, acoplado al selector de enlace (120, 160, 220, 260, 320),
 en el que el selector de enlace (120, 160, 220, 260, 320) selecciona uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos (140, 242, 244, 246, 340) en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530).

10. El nodo de red (110, 150, 210, 250, 310, 310) de la reivindicación 9, en el que cada uno de la pluralidad de enlaces de red paralelos (140, 242, 244, 246, 340) tiene diferentes características, y, opcionalmente en el que un primer enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) tiene una latencia que es mayor que la latencia de un segundo enlace de red (140, 242, 244, 246, 340).
11. El nodo de red (110, 150, 210, 250, 310) de la reivindicación 9, en el que la pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835) incluye un tipo de clasificador que utiliza inspección profunda de paquetes y un tipo de clasificador que utiliza aprendizaje automático para determinar la clasificación del flujo de tráfico para paquetes de red individuales.
12. El nodo de red (110, 150, 210, 250, 310) de la reivindicación 9, en el que el clasificador de tráfico (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) se configura para proporcionar una clasificación de flujo de tráfico inicial para un flujo de tráfico particular antes de que todos los tipos de clasificadores de la pluralidad (435, 535, 735, 835) determinen clasificaciones de flujo de tráfico individuales, y para proporcionar una clasificación de flujo de tráfico final que es diferente de la clasificación de flujo de tráfico inicial después de que cada uno de la pluralidad de tipos de clasificadores (435, 535, 735, 835) haya determinado una clasificación de flujo de tráfico para el flujo de tráfico particular.
13. El nodo de red (110, 150, 210, 250, 310) de la reivindicación 9, en el que el selector de enlace (120, 160, 220, 260, 320) se configura para seleccionar un enlace de red inicial (140, 242, 244, 246, 340) para un flujo de tráfico particular antes de que el clasificador de tráfico (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) determine la clasificación del flujo de tráfico para el flujo de tráfico individual y para seleccionar un enlace de red diferente (140, 242, 244, 246, 340) después de que el clasificador de tráfico (130, 170, 230, 270, 330, 430, 530) determine la clasificación del flujo de tráfico para el flujo de tráfico particular.
14. Un sistema de comunicaciones (100, 200) que comprende:
 - un nodo central (110, 210, 310, 310) acoplado de manera comunicativa a uno o más nodos remotos (218) a través de un dispositivo de puerta de enlace (115, 215), el nodo central (110, 210, 310) configurado para recibir datos de red que tienen una pluralidad de flujos de tráfico, el nodo central (110, 210, 310) que tiene un selector de enlace (120, 220, 320) y que tiene un clasificador de tráfico (130, 230, 330, 430, 530) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-8;
 - un nodo del cliente (150, 250) acoplado comunicativamente a uno o más dispositivos del cliente (258) a través de un dispositivo de enrutamiento (155, 255);
 - un primer enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) que acopla de manera comunicativa el nodo central (110, 210, 310) y el nodo del cliente (150, 250);
 - un segundo enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) paralelo al primer enlace de red (140, 242, 244, 246, 340), el segundo enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) que acopla comunicativamente el nodo central (110, 210, 310) y el nodo del cliente (150, 250),
 - en el que el selector de enlace (120, 220, 320) selecciona el primer enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) o el segundo enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) para transmitir un flujo de tráfico individual al nodo del cliente (150, 250) en base a, al menos en parte, la clasificación del flujo de tráfico determinada por el clasificador de tráfico (130, 230, 330, 430, 530).
15. El sistema de comunicaciones (100, 200) de la reivindicación 14, en el que el primer enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) comprende una primera red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre baja y el segundo enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) comprende una segunda red de satélites que incluye un satélite de órbita terrestre geosincrónica.
16. El sistema de comunicaciones (100, 200) de la reivindicación 14, en el que el primer enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) comprende una red de satélites y el segundo enlace de red (140, 242, 244, 246, 340) comprende una red terrestre.
17. El sistema de comunicaciones (100, 200) de la reivindicación 14, en el que el nodo del cliente (150, 250) comprende un selector de enlace de cliente (160, 260) y un clasificador de tráfico de cliente (170, 270) configurado para determinar una clasificación de flujo de tráfico para flujos de tráfico de enlace de retorno individuales mediante el uso de una pluralidad de tipos de clasificadores paralelos (435, 535, 735, 835).

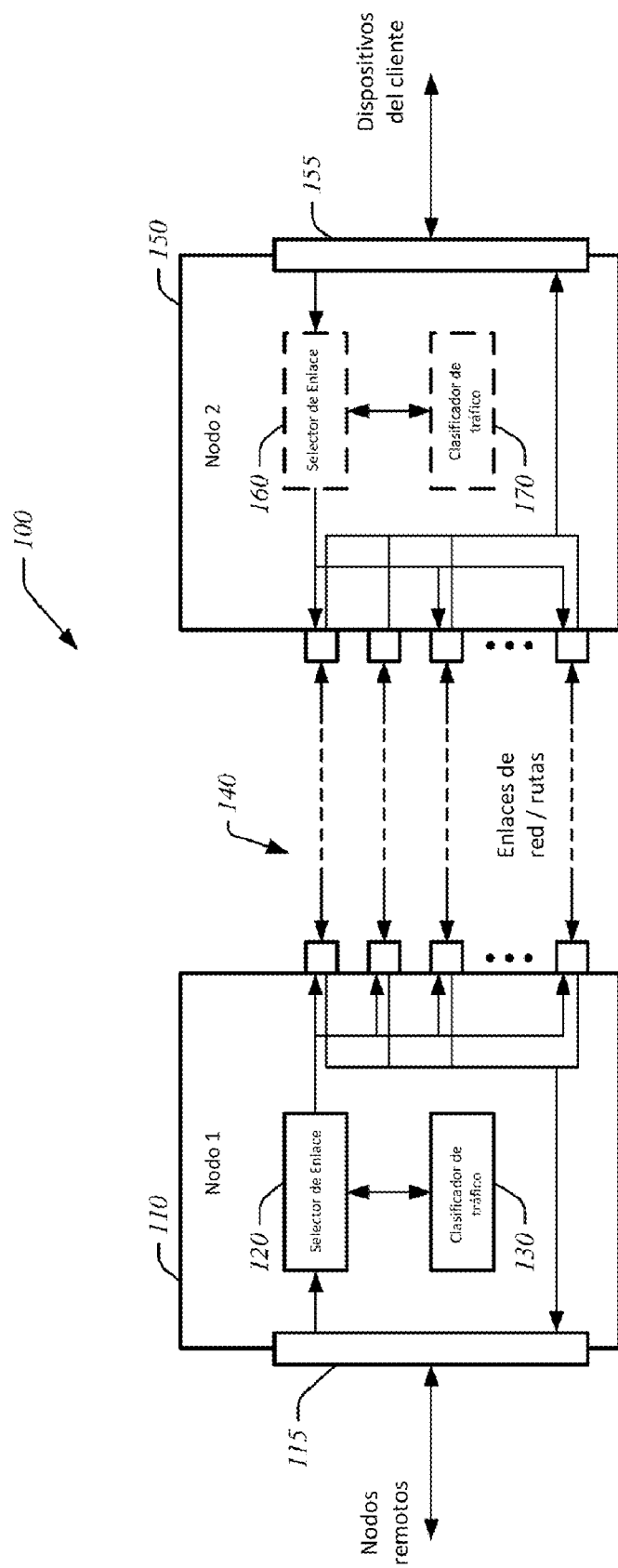


FIGURA 1

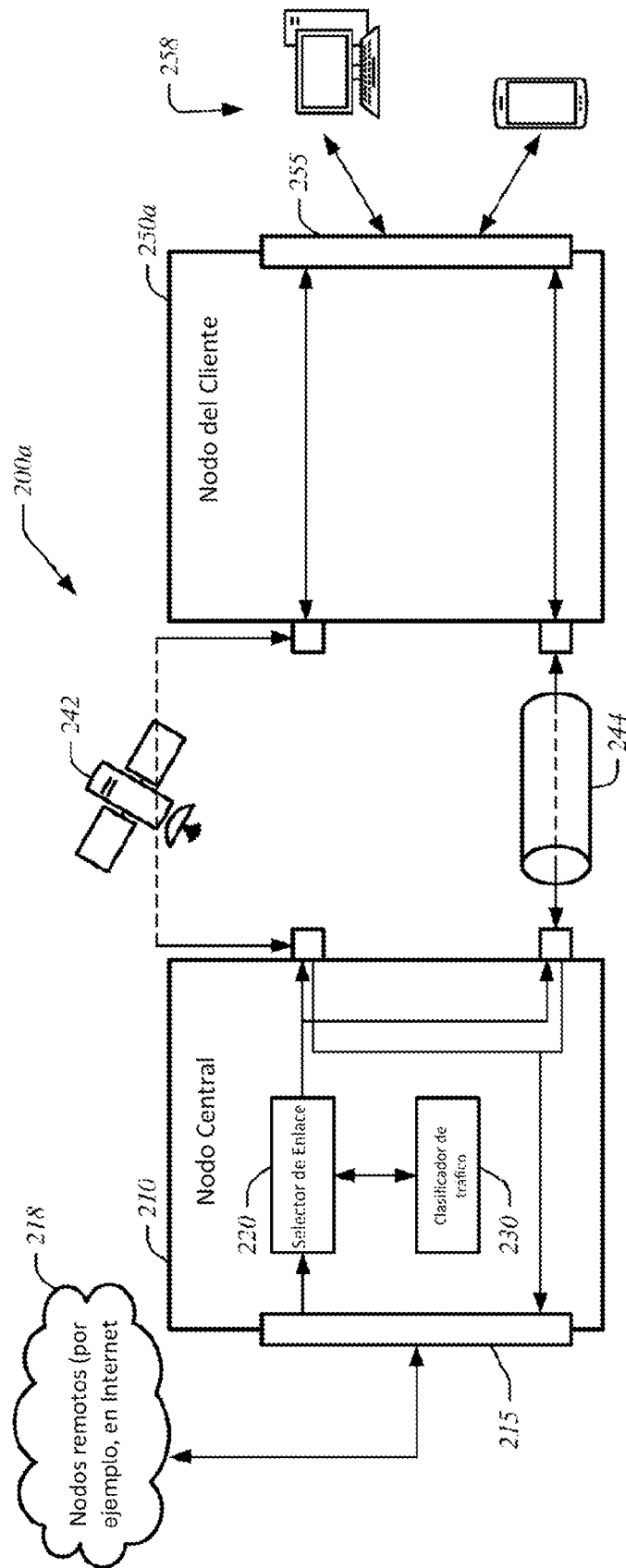


FIGURA 2A

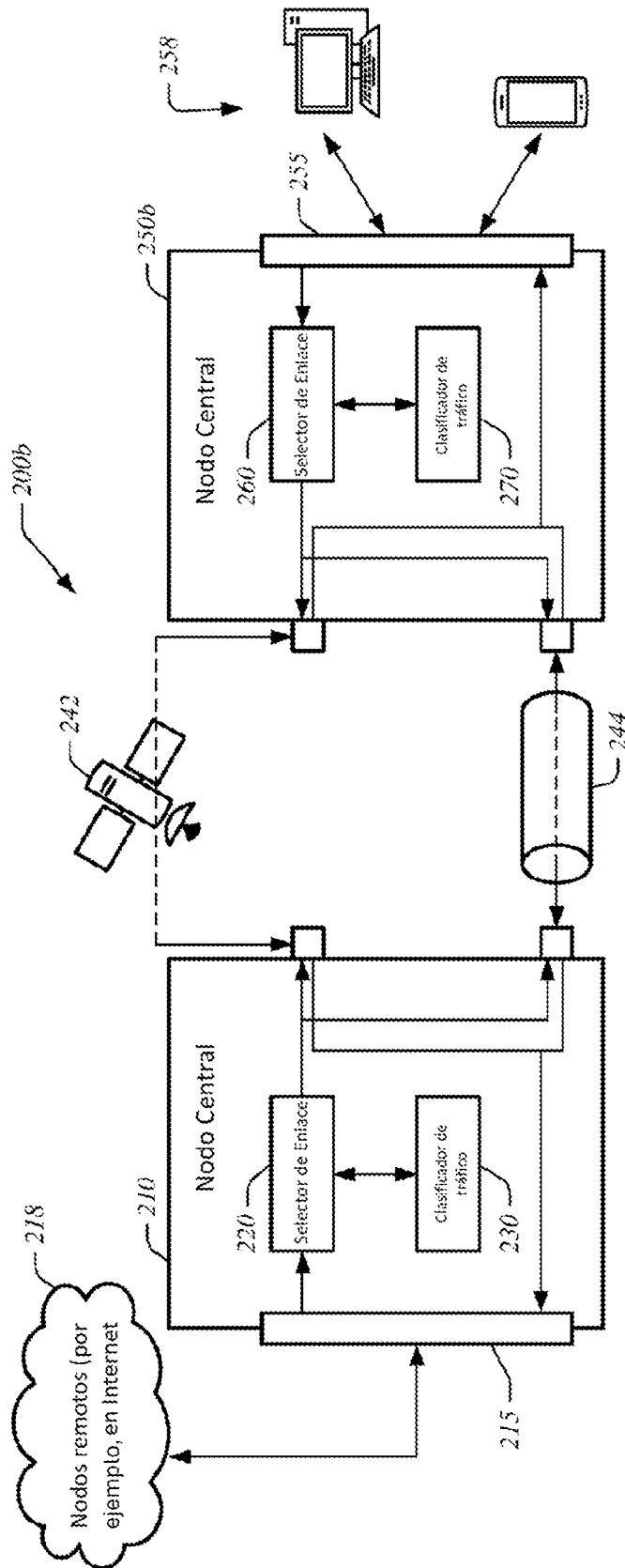


FIGURA 2B

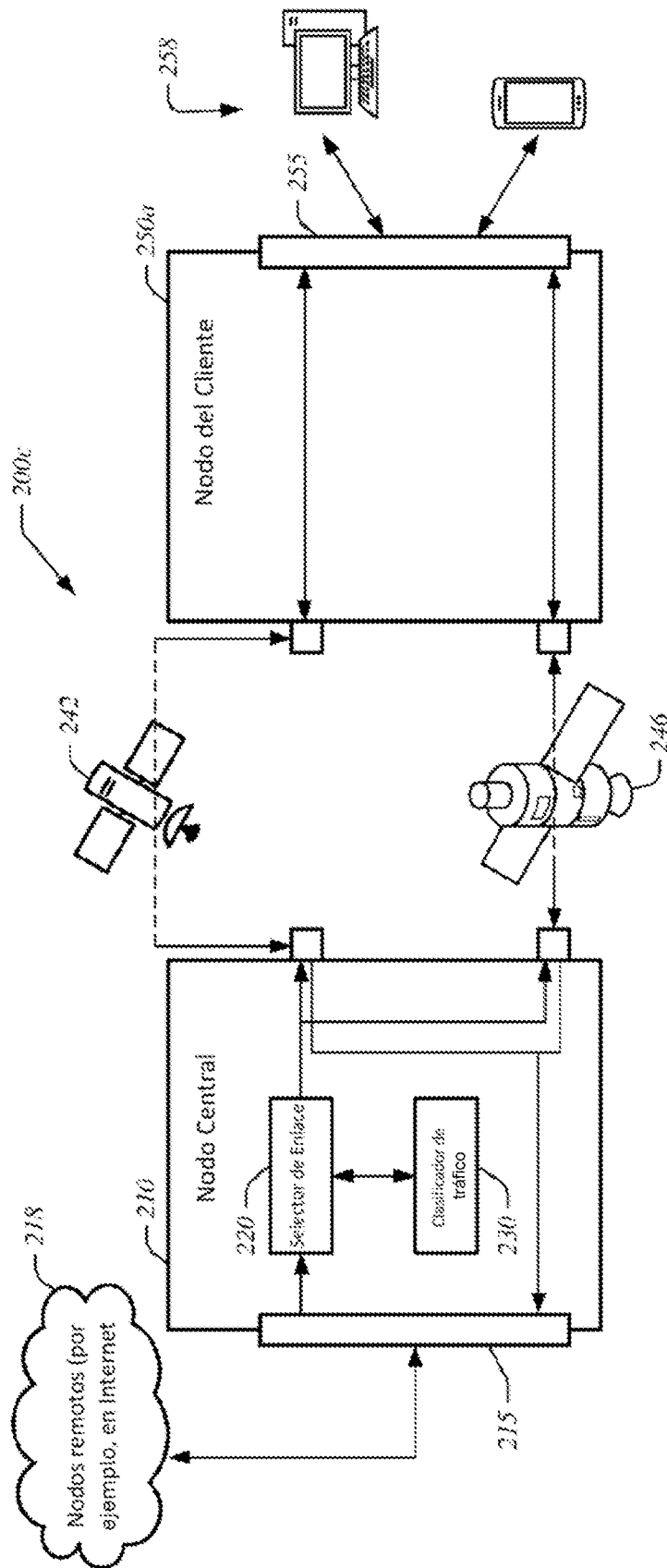


FIGURA 2C

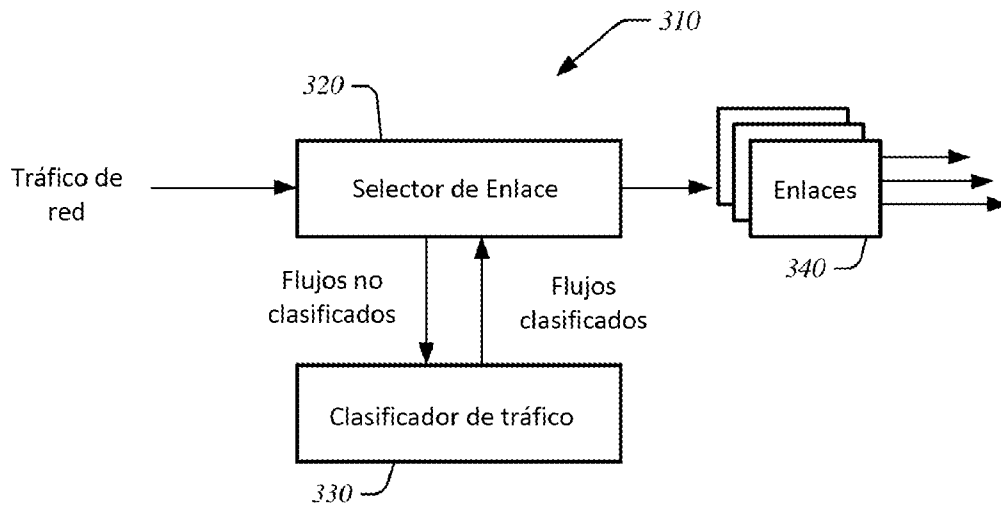


FIGURA 3

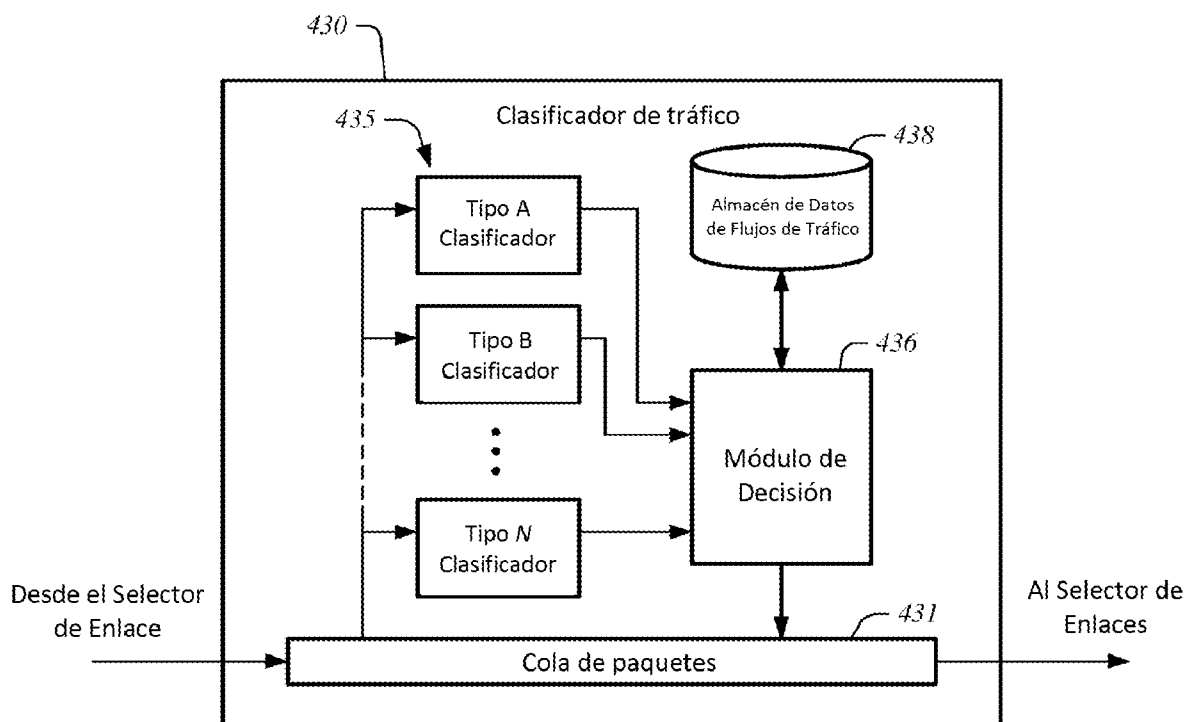


FIGURA 4

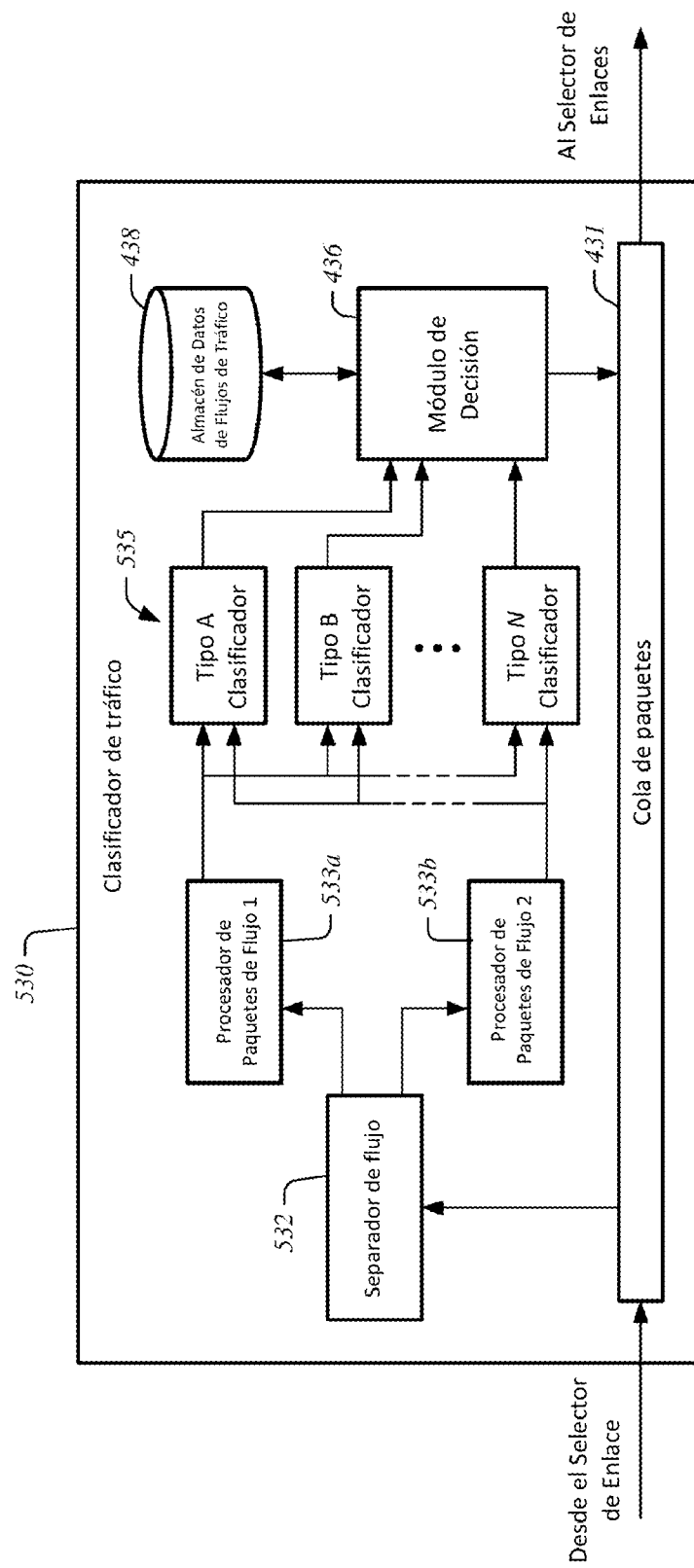


FIGURA 5

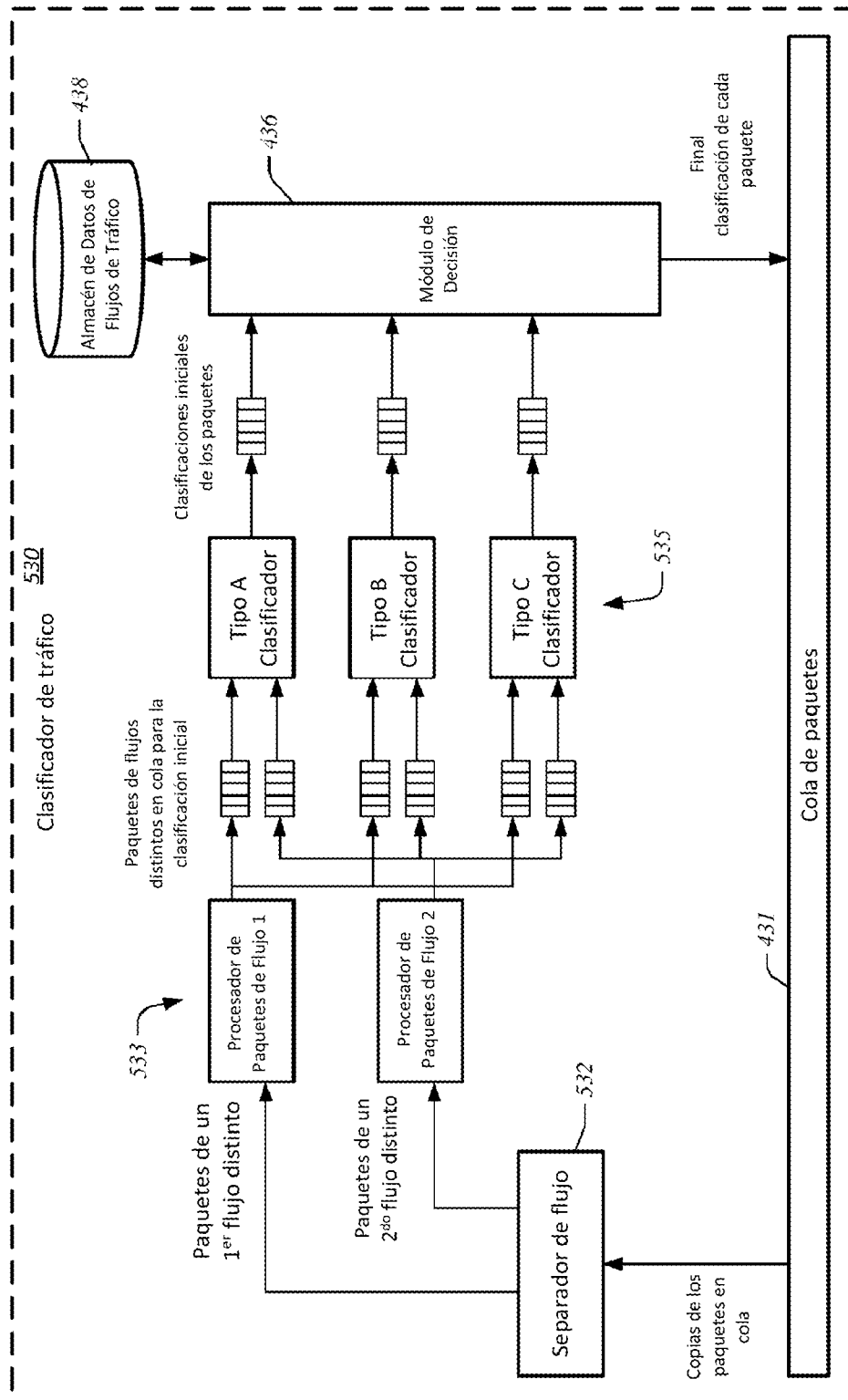


FIGURA 6

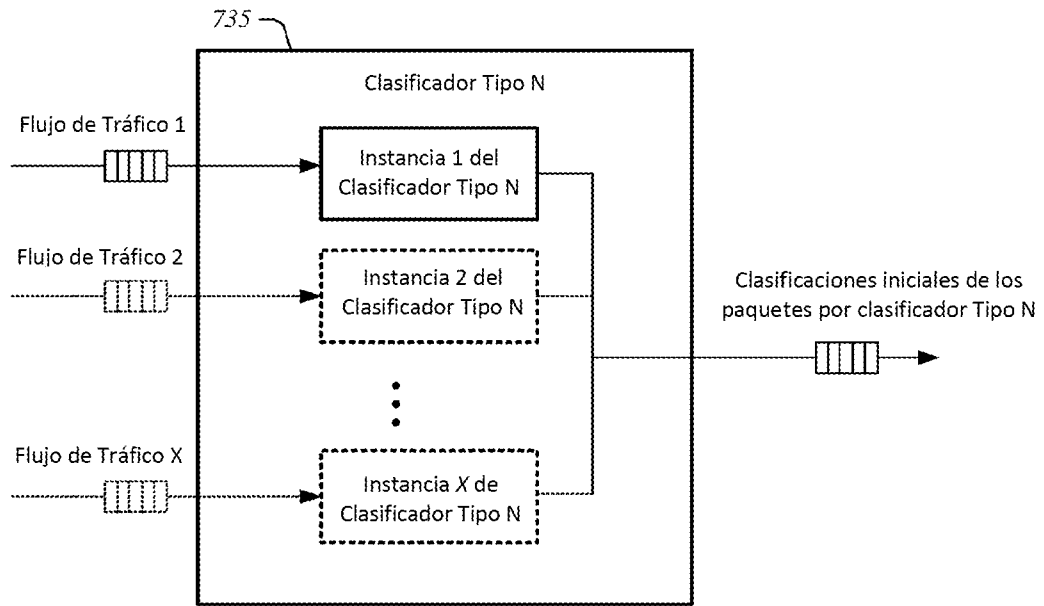


FIGURA 7

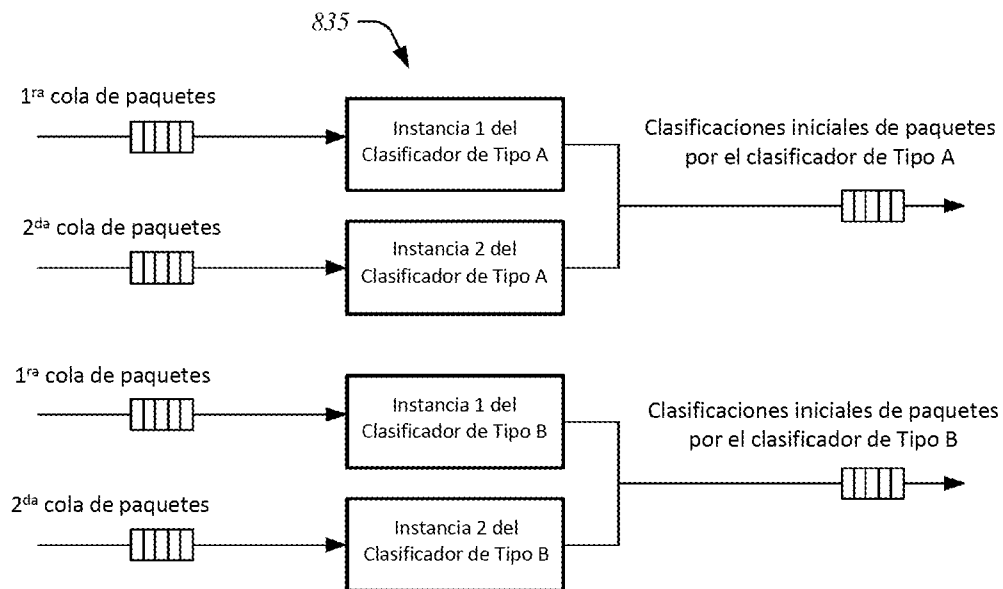


FIGURA 8

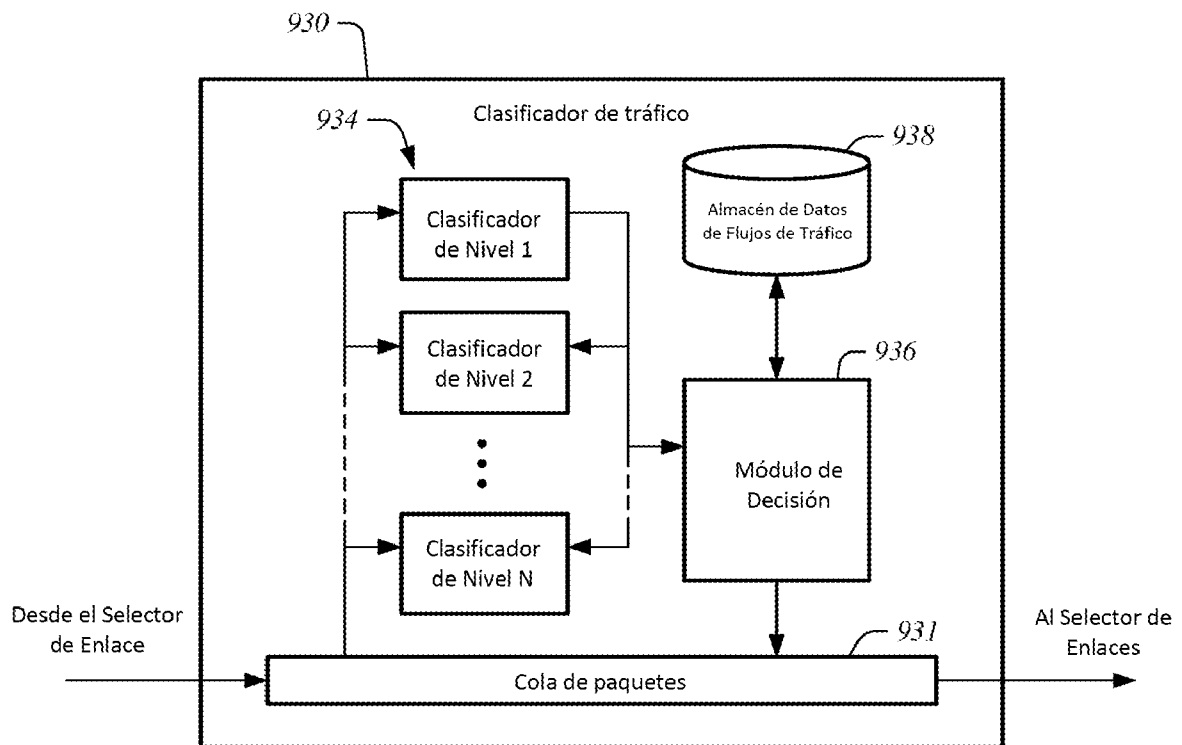


FIGURA 9

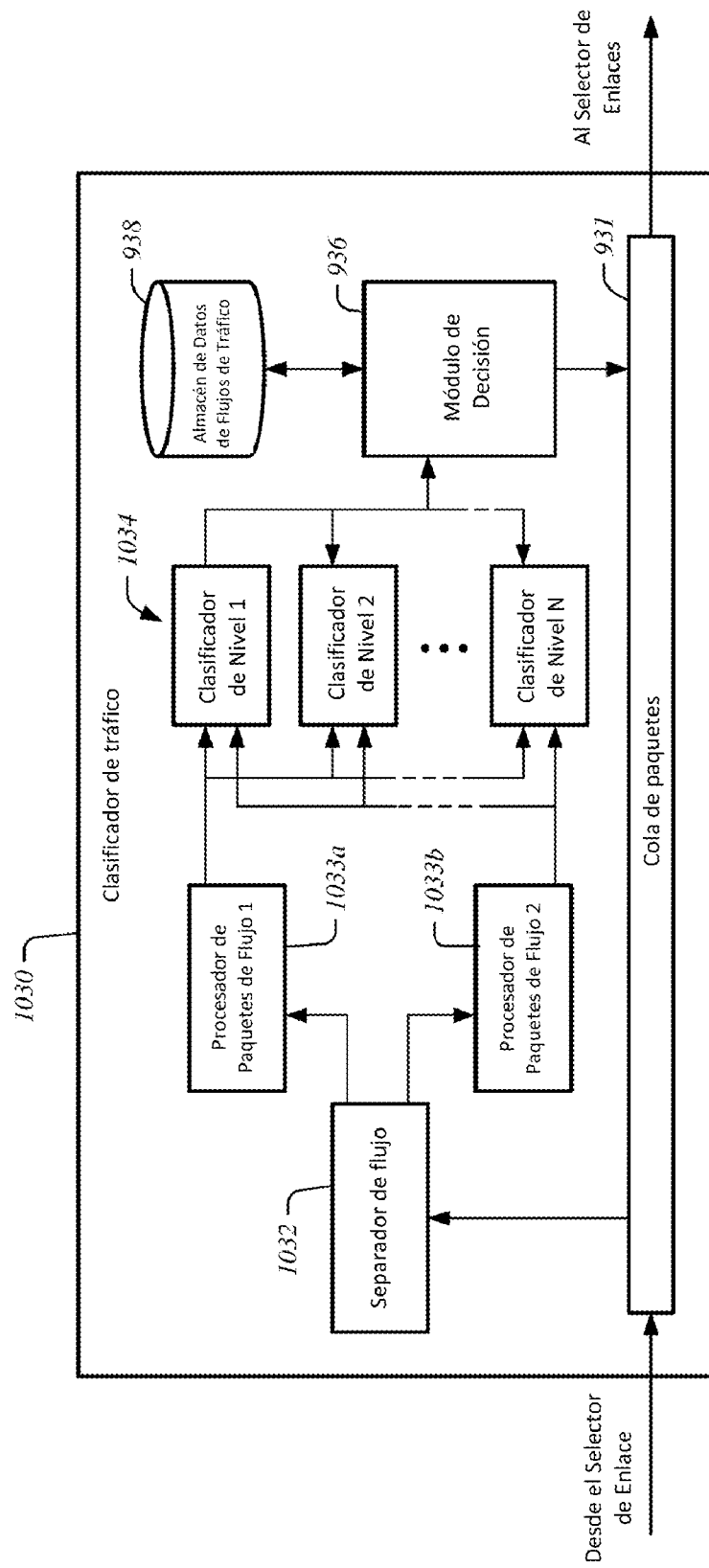


FIGURA 10

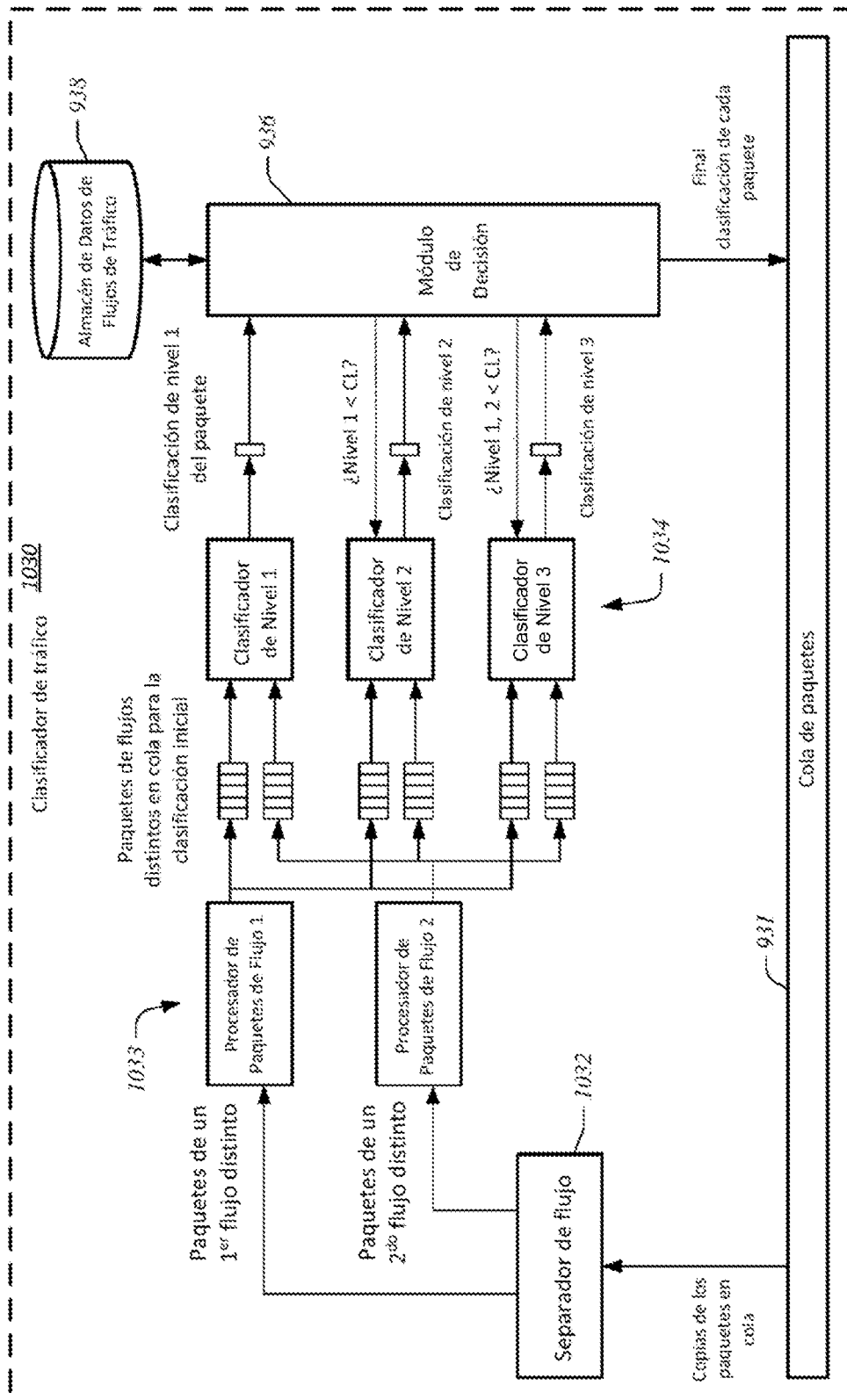


FIGURA 11

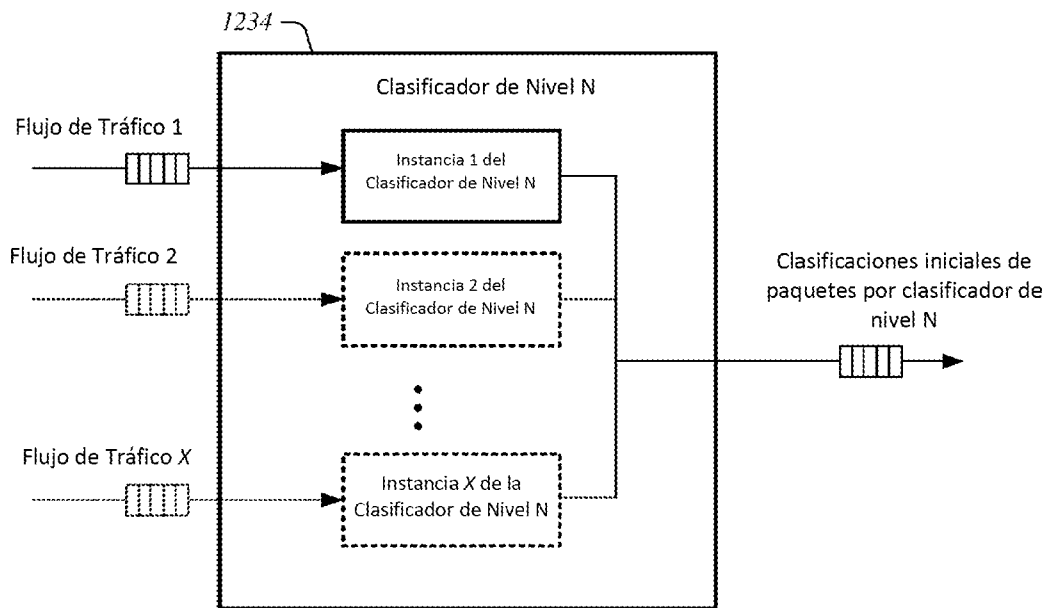


FIGURA 12

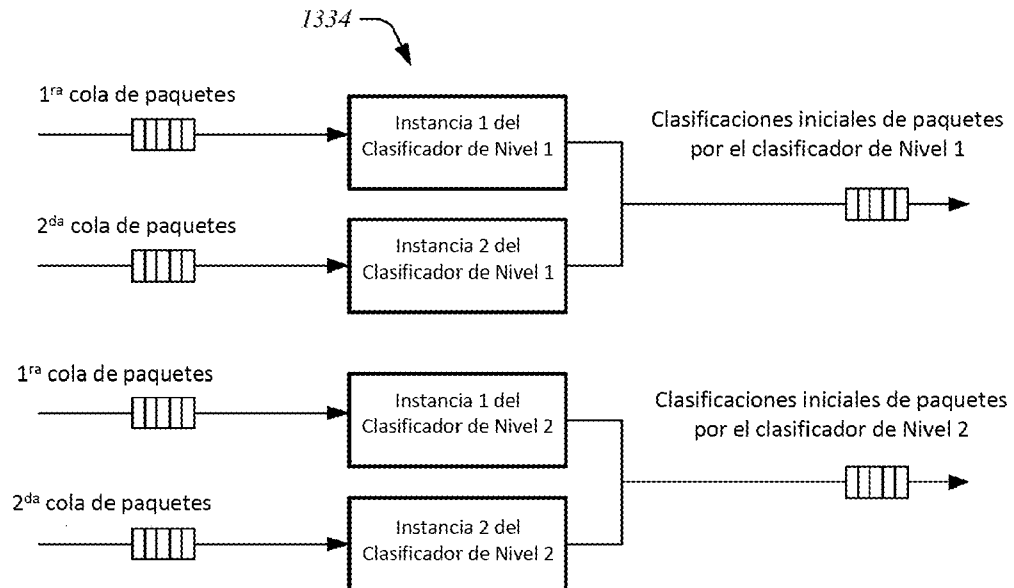


FIGURA 13

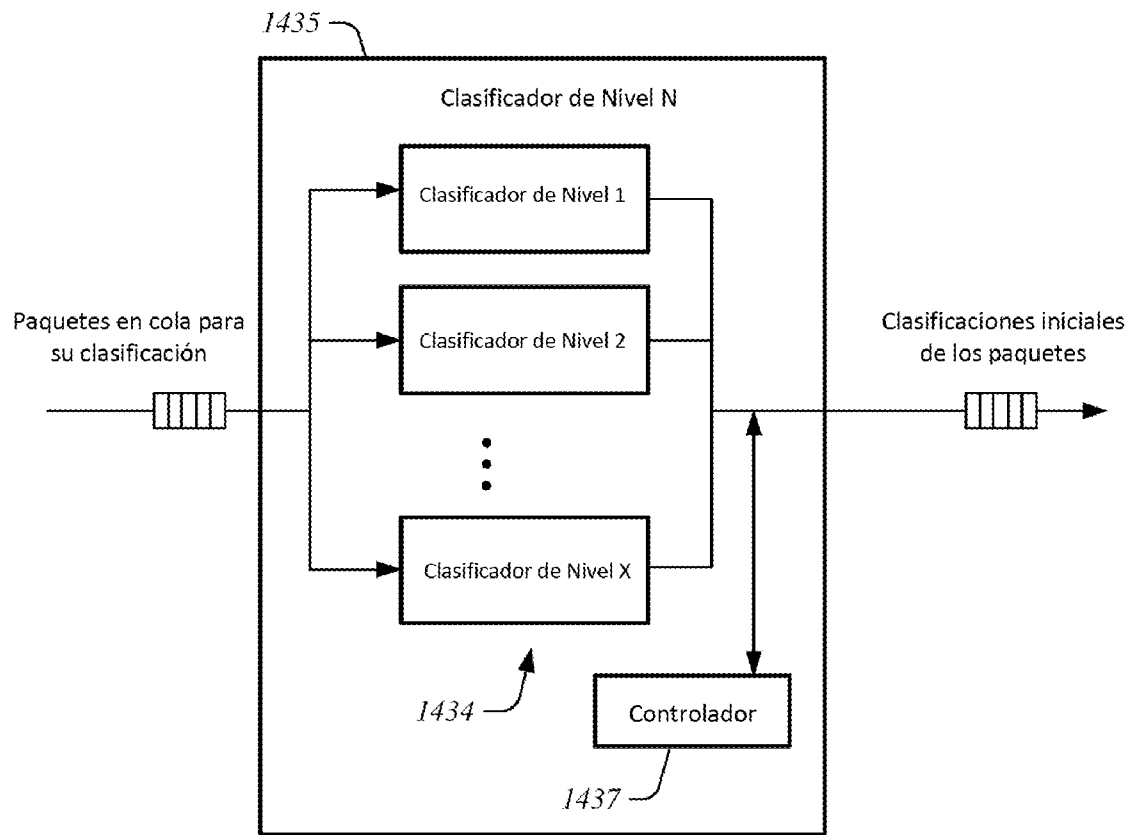


FIGURA 14

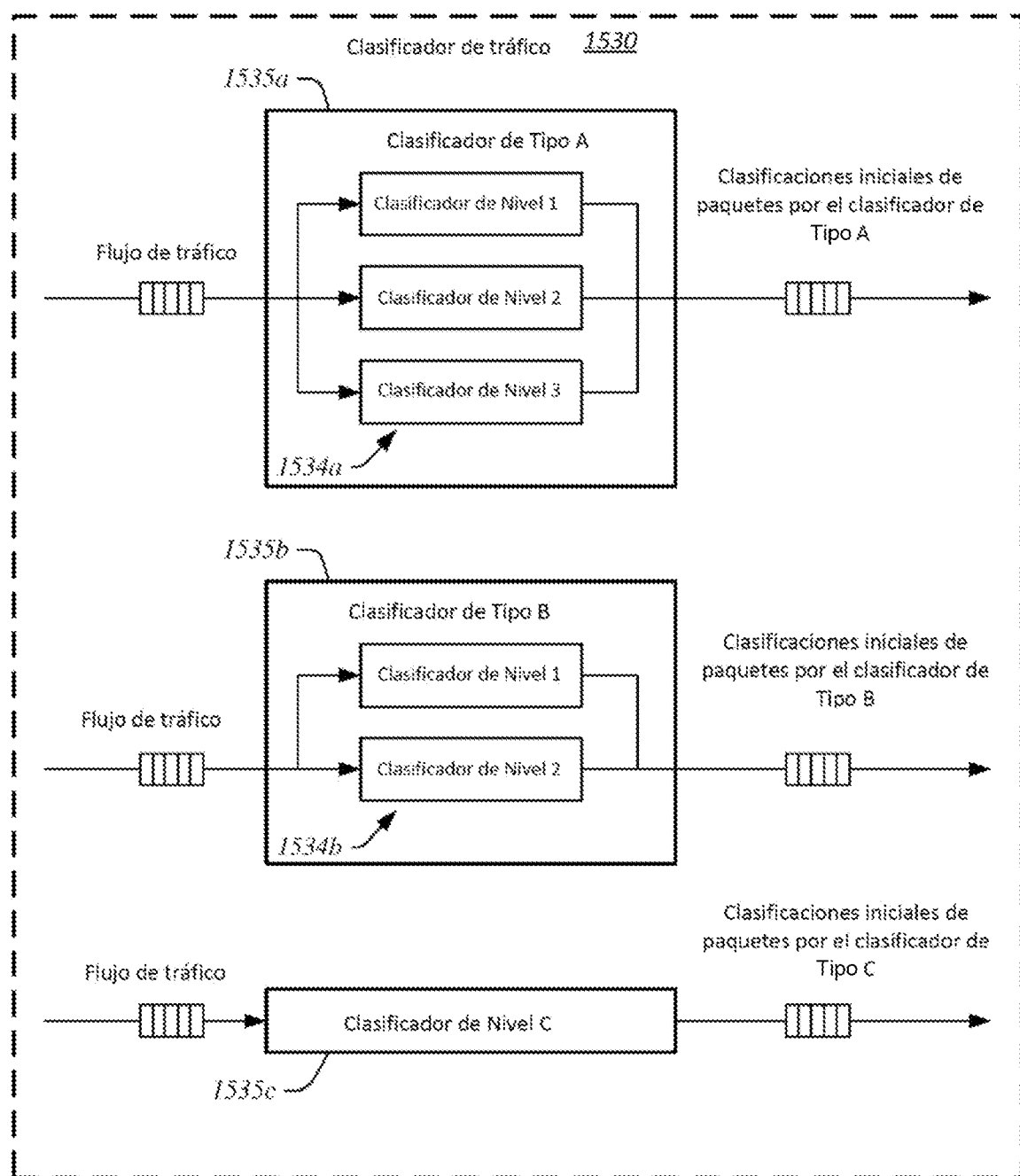


FIGURA 15

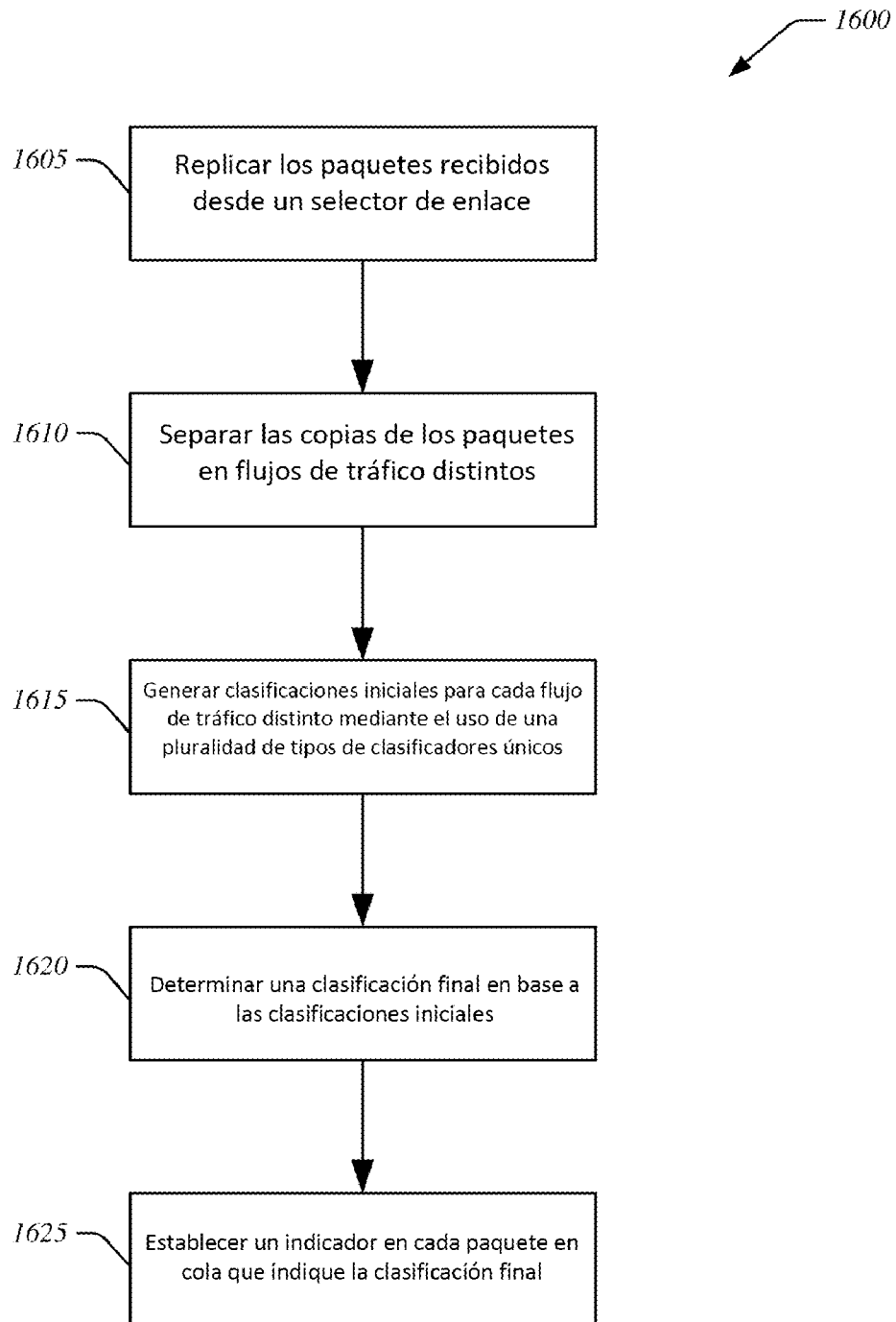


FIGURA 16

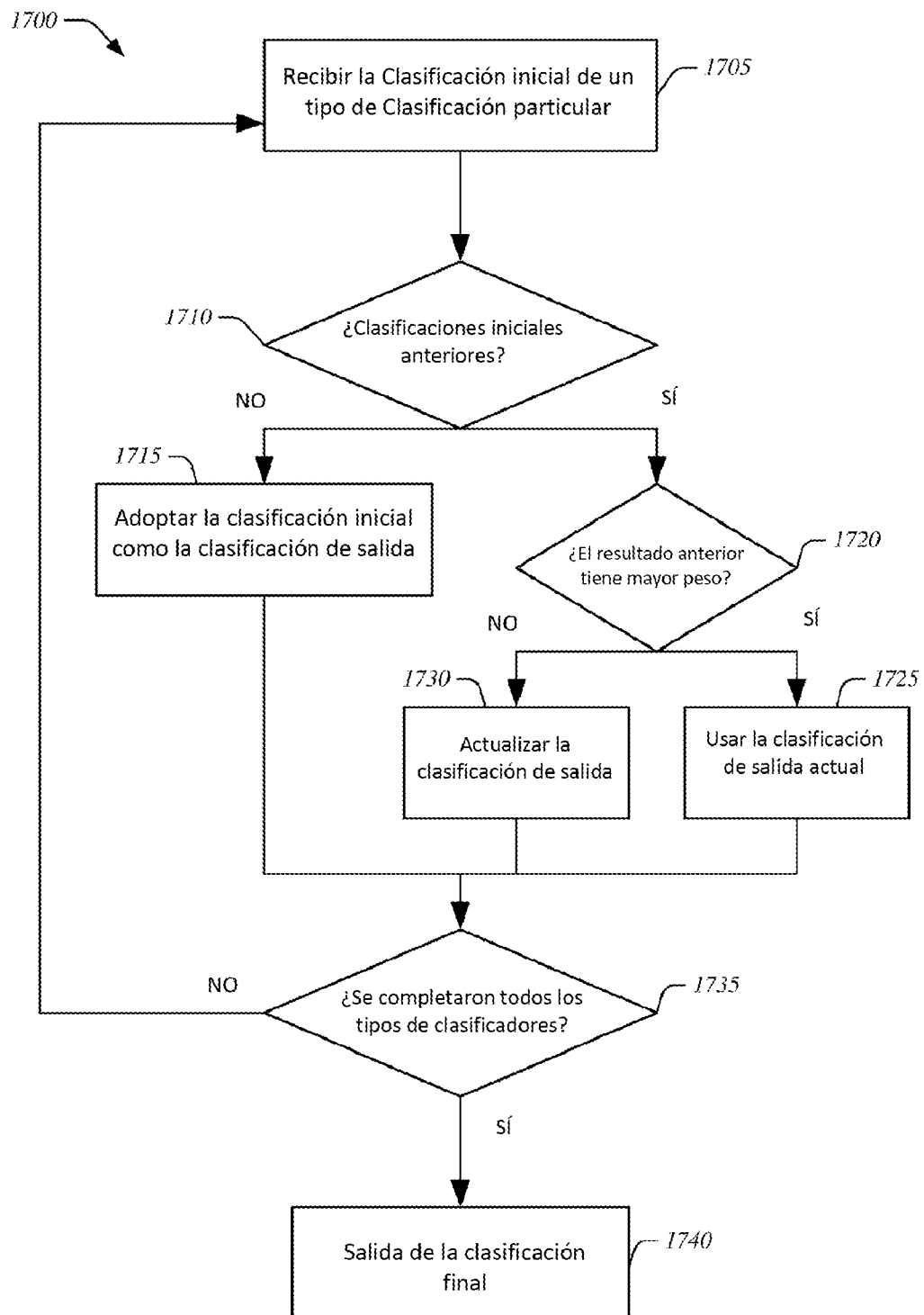


FIGURA 17

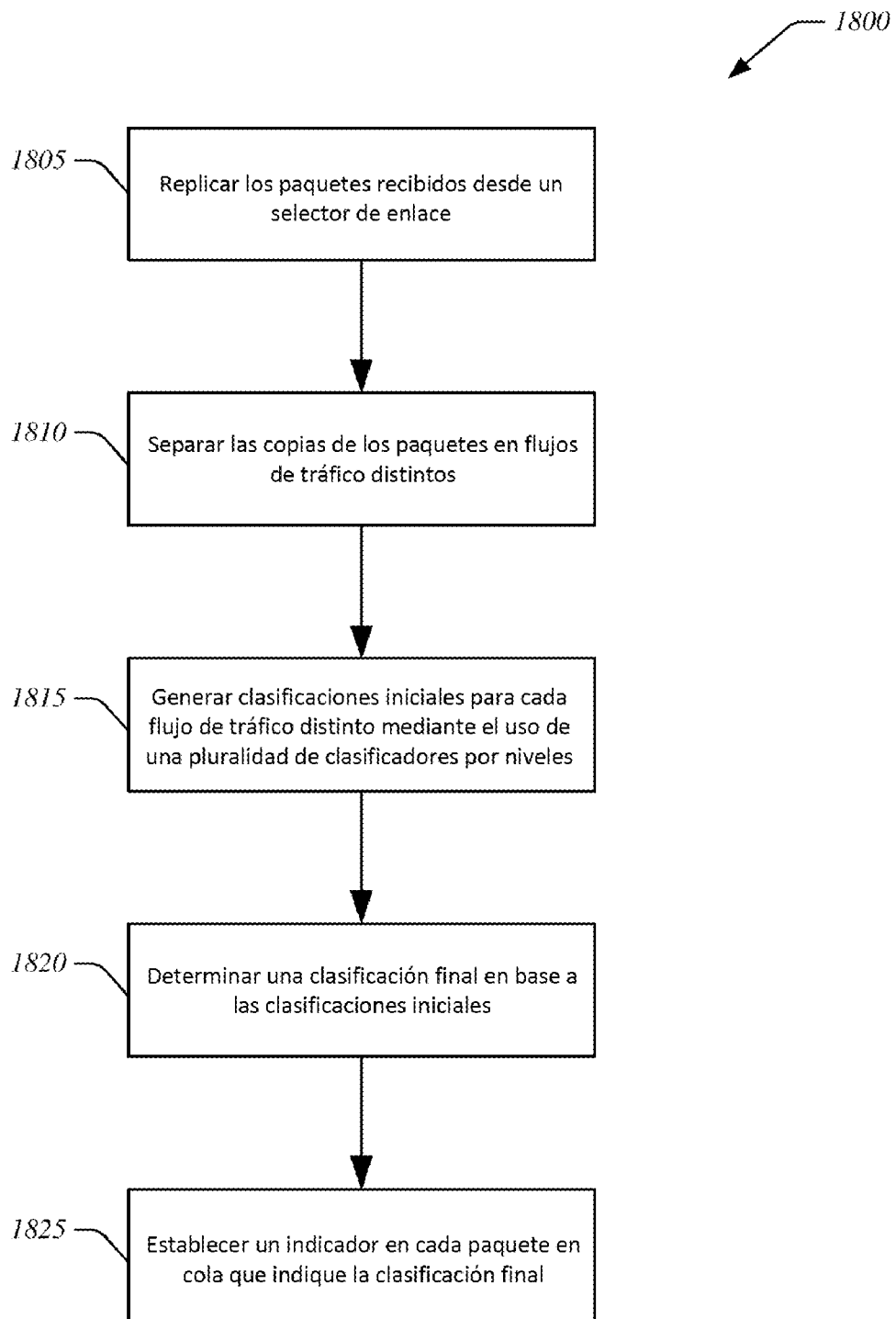


FIGURA 18

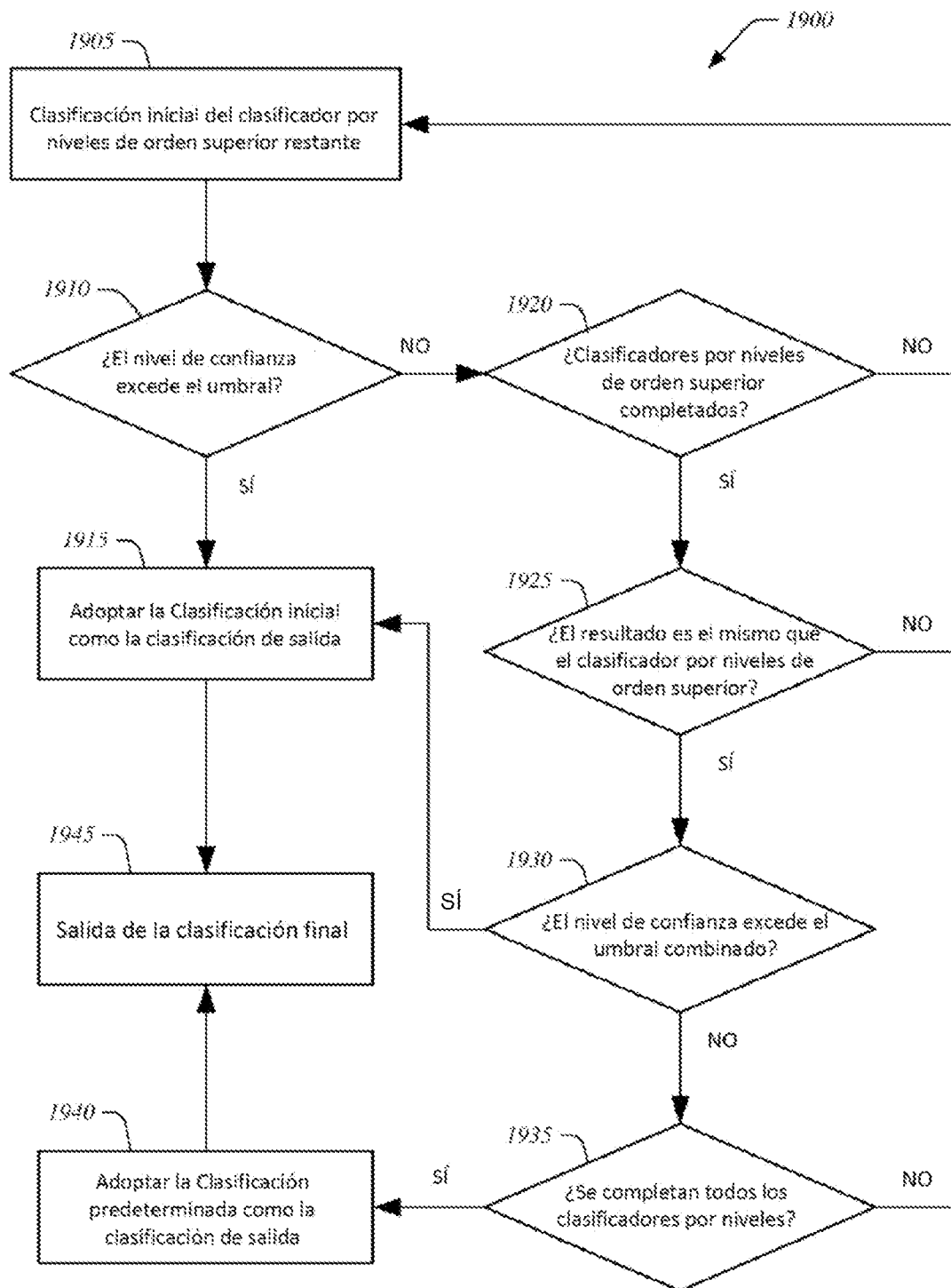


FIGURA 19

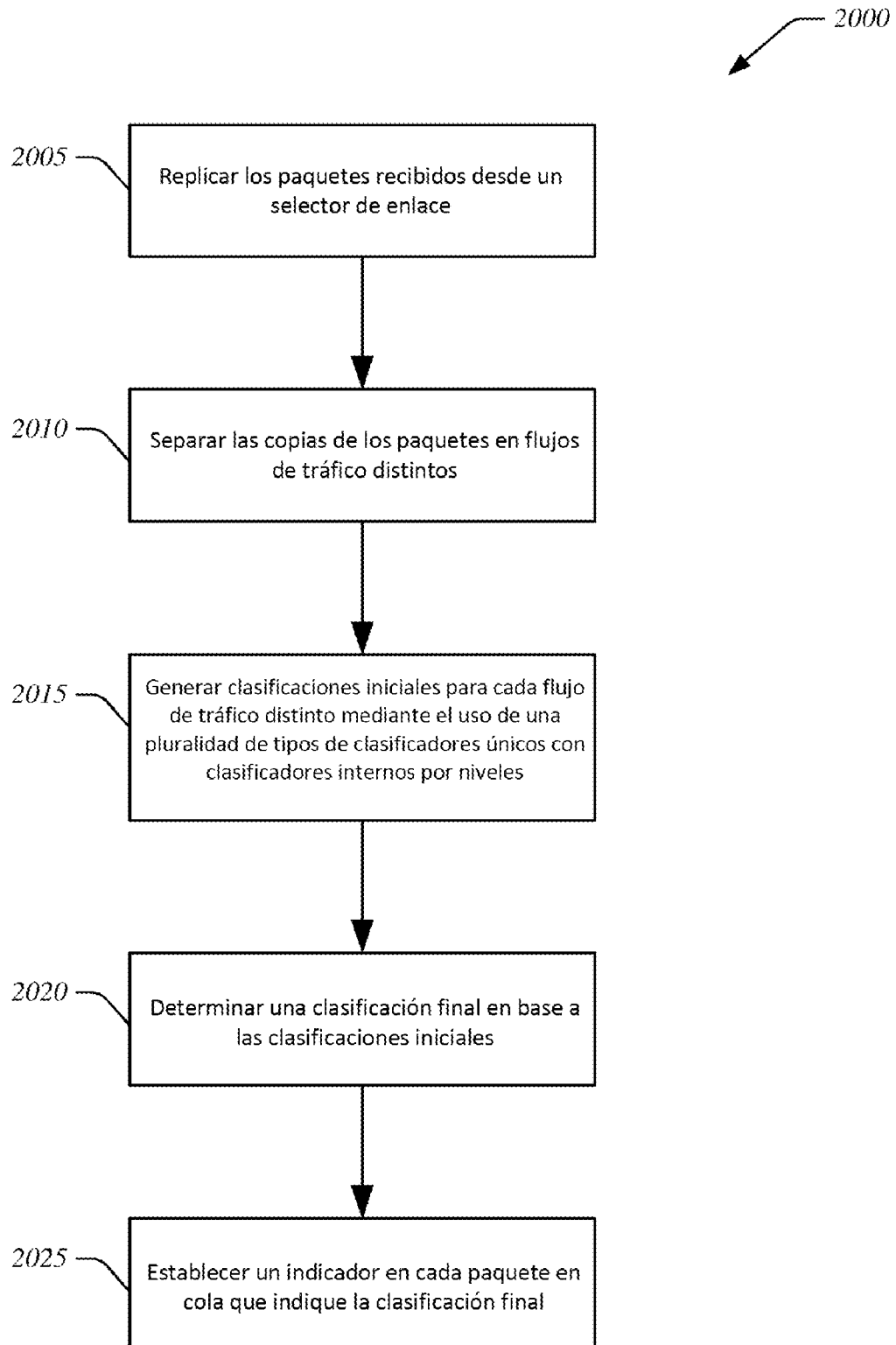


FIGURA 20