

**PRIMER NODO DE COMUNICACIÓN, MÉTODO REALIZADO DE ESE MODO,
PROGRAMA DE COMPUTADORA Y MEDIO DE ALMACENAMIENTO LEGIBLE
POR COMPUTADORA PARA MANEJAR PAQUETES EN UNA RED DE
COMUNICACIONES**

5

Campo técnico

10 Las modalidades en el presente documento se refieren a un primer
nodo de comunicación, un método realizado en el mismo, un programa informático y
un medio de almacenamiento legible por ordenador. En particular, las modalidades de
este documento se refieren al manejo de uno o más paquetes en una red de
comunicaciones.

15

Antecedentes

20 En una red de comunicaciones típica, como una red de
comunicaciones por radio, los terminales inalámbricos, también conocidos como
estaciones móviles y/o equipos de usuario (UE), se comunican a través de una red de
acceso por radio (RAN) a una o más redes centrales. La RAN cubre un área
geográfica que se divide en áreas celulares, y cada área celular es atendida por una
estación base, por ejemplo, una estación base de radio (RBS), que en algunas redes
también se puede llamar, por ejemplo, un "NodoB" o "eNodeB". Una célula es un área
geográfica donde la estación base de radio proporciona cobertura de radio en el sitio
25 de una estación base o en un sitio de antena en caso de que la antena y la estación
base de radio no estén colocadas. Cada célula se identifica por una identidad dentro
del área de radio local, que se transmite en la célula. Otra identidad que identifica la
célula de manera única en toda la red móvil también se transmite en la célula. Las
estaciones base se comunican a través de la interfaz aérea que opera en frecuencias
30 de radio con el dispositivo inalámbrico dentro del alcance de las estaciones base.

En algunas versiones de la RAN, varias estaciones base están
típicamente conectadas, por ejemplo, por líneas fijas o microondas, a un nodo
controlador, como un controlador de red de radio (RNC) o un controlador de estación

base (BSC), que supervisa y coordina diversas actividades de las estaciones base plurales conectadas a las mismas. Los RNC suelen estar conectados a una o más redes centrales.

Un Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS) es un sistema de comunicaciones móviles de tercera generación, que evolucionó del Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM) de segunda generación (2G). La red de acceso de radio terrestre UMTS (UTRAN) es esencialmente una RAN que utiliza acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA) y/o acceso de paquetes de alta velocidad (HSPA) para equipos de usuario. En un foro conocido como el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), los proveedores de telecomunicaciones proponen y acuerdan estándares para, por ejemplo, redes de tercera generación y otras generaciones, e investigan una mayor velocidad de transmisión de datos y capacidad de radio.

Las especificaciones para el Sistema de paquetes evolucionado (EPS) se han completado dentro del 3GPP y este trabajo continúa en los próximos lanzamientos del 3GPP. El EPS comprende la Red de acceso de radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN), también conocida como acceso de radio Evolución a largo plazo (LTE), y el núcleo de paquete Evolved Packet (EPC), también conocido como red de núcleo de evolución de arquitectura de sistema (SAE). E-UTRAN / LTE es una variante de una tecnología de acceso por radio 3GPP en la que las estaciones base de radio están conectadas directamente a la red central EPC en lugar de a los RNC. En general, en E-UTRAN / LTE las funciones de un RNC se distribuyen entre las estaciones base de radio, por ejemplo, eNodeBs en LTE, y la red central. Como tal, la RAN de un EPS tiene una arquitectura esencialmente "plana" que comprende estaciones base de radio sin informar a los RNC.

Los paquetes se transportan en una red principal a lo largo de rutas en una red de transporte que son partes de la red de comunicaciones. Hoy en día hay disponibles dos amplias categorías de redes de transporte. En uno, llamado automático, la selección de ruta es automática, generalmente distribuida y, generalmente, sigue el paradigma de ruta más corta. El enrutamiento de protocolo de Internet (IP), la conmutación de etiquetas de IP / multiprotocolo (MPLS) y el puente de ruta más corta de Ethernet (SPB) entran claramente en esta categoría. El otro enfoque, llamado ingeniería de tráfico, es más consciente del circuito y se basa en

establecer rutas explícitas a través de la red, generalmente con reserva de recursos incluida. MPLS generalizado (GMPLS), MPLS-Transport Profile (TP), Provider Backbone Bridges Transport Profile (PBB-TP) y Resource Reservation Protocol (RSVP) entran en esta categoría.

5 Las soluciones automáticas tienen una carga de gestión baja, y en la mayoría de los casos, confiando en los caminos más cortos, las soluciones automáticas también logran alguna forma de baja eficiencia de retraso. Se pueden ampliar con redireccionamiento rápido automático y rutas múltiples de igual costo (ECMP) para aumentar la confiabilidad y la utilización de la red. Sin embargo, las
10 soluciones automáticas no ofrecen medidas adecuadas de calidad de servicio (QoS). Por lo general, las prioridades de paquetes simples o el manejo de DiffServ no proporcionan ninguna garantía de ancho de banda.

Las soluciones de ingeniería de tráfico se centran en reservar la capacidad de los flujos y son más adecuadas para proporcionar garantías de ancho
15 de banda, pero el cálculo de la ruta puede ser potencialmente muy complicado en caso de que se usen rutas alternativas para una mayor utilización. Además, la robustez generalmente se logra al reservar una ruta alternativa, que es un desperdicio de recursos. El equipo de transporte, como los nodos de comunicación, generalmente tiene capacidades de procesamiento de paquetes muy limitadas, generalmente
20 limitadas a algunas colas justas prioritarias o ponderadas, algunos niveles de precedencia de caída, ya que el énfasis está en un alto rendimiento y un bajo precio por bit.

Hay dos formas comunes de definir y señalar las demandas de recursos deseadas a un cuello de botella en una red de comunicaciones en, por
25 ejemplo, una red central como una red de paquetes. Un cuello de botella es una ubicación en la red de comunicaciones donde un número único o limitado de componentes o recursos afecta la capacidad o el rendimiento de la red de comunicaciones.

Una primera forma común es pre-señalizar / preconfigurar las reglas
30 de intercambio de recursos deseadas para un agregado de tráfico dado, como un flujo o un portador, a un nodo de cuello de botella antes de la llegada del tráfico real. El nodo de cuello de botella implementa el manejo de los agregados de tráfico en función de estas reglas de uso compartido, por ejemplo, utiliza la programación para realizar

el uso compartido de recursos deseado. Ejemplos de este método de pre-señalización / preconfiguración son, por ejemplo, el concepto de portador de 3GPP [3GPP TS 23.401 v12.4.0], SIRIG [3GPP TS 23.060 sección 5.3.5.3, v12.4.0] o Protocolo de reserva de recursos (RSVP) [RFC2205]. Un ejemplo de algoritmo de programación para este método, implementando el concepto de portador 3GPP en un LTE eNB, puede encontrarse en Wang Min, Jonas Pettersson, Ylva Timner, Stefan Wänstedt y Magnus Hurd, Efficient QoS over LTE - a Scheduler Centric Approach. Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2012 IEEE 23rd International Symposium. Otro ejemplo de esto es basar el intercambio de recursos en el valor del servicio como se describe en la asignación de recursos de radio orientada al valor del servicio, WO2013085437.

Una segunda forma común es marcar los paquetes con prioridad; esto daría más recursos a flujos de mayor prioridad, o con prioridad de descarte, lo que marca la importancia relativa de los paquetes en comparación entre sí. Los paquetes de mayor precedencia de descarte se deben descartar antes que los paquetes de menor precedencia de descarte. Un ejemplo de dicho método es DiffServ Assured Forwarding (AF) dentro de una clase dada [RFC2597]. Además, dicho método con varios niveles de precedencia de caída se define en un perfil multinivel por portador, EP2663037.

Según un concepto de Valor por paquete (PPV), un nodo de comunicación asocia paquetes con un valor relacionado con el intercambio de recursos. Por lo tanto, el nodo de comunicación marca el paquete con un valor relacionado con el uso compartido de recursos en la red física, en el que el valor, también denominado en este documento valor de paquete, indica un nivel de importancia del paquete en relación con la importancia de otros paquetes a lo largo de una, por ej. lineal, escala en la red física. El nodo de comunicación transmite, además, a través de la red física, el paquete marcado hacia un nodo de destino. Por lo tanto, el concepto básico del método de control de compartición de ancho de banda basado en marcado por paquete es el siguiente. En un nodo de comunicación de borde, cada paquete recibe una etiqueta que expresa su importancia. En un nodo de cuello de botella, estas etiquetas o valores de paquete se utilizan en una decisión de compartir el ancho de banda. Los paquetes de un flujo pueden tener valores de

importancia diferentes para descartar primero los paquetes con menor importancia, por ejemplo, en caso de congestión.

En [1, 2], relacionado con el concepto de Valor por paquete también denominado concepto por Valor de operador de paquete (PPOV), se proponen métodos para controlar el intercambio de ancho de banda entre flujos, incluso cuando no es posible la cola por flujo. Ambos conceptos se basan en el control de uso compartido de ancho de banda basado en marcado por paquete. Los algoritmos se definen para un único búfer, lo que resulta en un retraso compartido entre estos flujos de paquetes. En [4] se describe un método basado en filtro de paquetes.

Los planificadores de PPV descritos hasta ahora requieren caer desde el medio de la cola (primero descarte el PPV más pequeño). Esto podría requerir demasiado procesamiento / memoria para algunos nodos de comunicación prácticos, como enrutadores. Alternativamente, su conjunto de chips solo puede soportar caídas al llegar paquetes y no más tarde. Esto da como resultado una solución no flexible que limita o reduce el rendimiento de la red de comunicaciones.

La publicación XP015115427, PAN P NATARAJAN F BAKER CISCO SYSTEMS G WHITE CABLELABS, IETS, Standardworkingdraft, Internet Society (ISOC), 4, Rue des Falaises CH- 1205 Ginebra, Suiza, 26 de septiembre del 2016, páginas 1-27 revela "PIE: A lightweight Control Scheme to Address the Bufferbloat problem".

La publicación XP033058848, NADAS SZILVESZTER Y COLS, 2016 IEEE Global Communications Conference, IEEE, 4 de diciembre del 2016, páginas 1-7, revela "Per Packet Value: A practical Concept for Network Resource Sharing".

La publicación XP068109718, IEEE DRAFT, IEEE-SA, Piscataway, NJ USE, vol. 802, no. v02, 24 de mayo de 2016, páginas 1-17, revela "Via per packet value (PPV)".

Resumen

Un objeto de las modalidades en este documento es proporcionar un mecanismo que use recursos en una red de comunicaciones de manera eficiente.

Según un primer aspecto, el objeto se logra proporcionando un método en un primer nodo de comunicación para manejar uno o más paquetes, por

ejemplo, hacia un nodo de destino, en una red de comunicaciones. El primer nodo de comunicación recibe el paquete a través de un enlace entrante desde un segundo nodo de comunicación, cuyo paquete comprende un valor de paquete. El primer nodo de comunicación determina además una desviación de un retraso de espera del primer nodo de comunicación de un valor de retraso de espera objetivo y usa esta desviación como un valor de error para determinar una probabilidad de caída que se usa para determinar un valor umbral también conocido como límite de PPV. El primer nodo de comunicación compara el valor del paquete con el valor umbral. El valor umbral corresponde o está asociado con un nivel de congestión de una cola del paquete. El primer nodo de comunicación determina además si se debe descartar o transmitir, por ejemplo, reenviar el paquete a la cola para el enlace saliente en función del resultado de la comparación.

Según otro aspecto, el objeto se logra proporcionando un primer nodo de comunicación para manejar uno o más paquetes en una red de comunicaciones. El primer nodo de comunicación está configurado para recibir un paquete a través de un enlace entrante desde un segundo nodo de comunicación, el cual comprende un valor de paquete. El primer nodo de comunicación se configura además para determinar una desviación de un retardo de cola de un valor de retardo de cola objetivo y utilizar esta desviación como valor de error para determinar una probabilidad de caída que se utiliza para determinar un valor umbral, también conocido como límite PPV. El primer nodo de comunicación está configurado además para comparar el valor del paquete con el valor umbral. El valor umbral corresponde o está asociado con un nivel de congestión de una cola del paquete. El primer nodo de comunicación se configura además para determinar si se debe dejar caer o transmitir o reenviar el paquete a la cola del enlace saliente en función del resultado de la comparación.

Según aún otro aspecto más, el objetivo se logra al proporcionar programas informáticos que comprenden instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo los métodos de acuerdo con los métodos del presente documento, tal como se realiza por el primer nodo de comunicación.

Según aún otro aspecto más, el objetivo se logra proporcionando un medio de almacenamiento legible por computadora que comprende un programa informático, programa informático que comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo los métodos del presente documento, tal como lo realiza el primer nodo de comunicación.

Por lo tanto, aquí se propone una combinación de un marco de intercambio de recursos PPV con un algoritmo de gestión de colas, por ejemplo, un algoritmo PIE.

En algunas modalidades, el algoritmo de gestión de colas se ejecuta para la cola o la cola de paquetes y el primer nodo de comunicación puede mantener el valor de Retraso de cola objetivo determinando la probabilidad de caída usando, por ejemplo, el concepto PIE. Entonces, el primer nodo de comunicación puede determinar el límite de PPV esperado, como un valor de umbral de congestión (CTV), cuyo uso del límite de PPV da como resultado, cuando se implementa, la probabilidad de caída determinada. Este límite de PPV se establece como un filtro de paquetes para la cola, y el primer nodo de comunicación puede descartar todos los paquetes con un valor de paquete menor que el límite de PPV determinado.

También se proporcionan alternativas para determinar el límite de PPV a partir de la probabilidad de caída. La forma más sencilla de determinar el límite de PPV a partir de la probabilidad de caída determinada, también conocida como probabilidad de caída objetivo, es mantener una función de distribución, como una función de distribución acumulativa empírica (ECDF) de los valores de paquetes entrantes y determinar el límite de PPV como el valor del paquete a esa probabilidad de caída determinada.

Una solución menos intensiva en almacenamiento es estimar la derivada de la función de distribución como el ECDF en un punto de trabajo actual del sistema y también tener en cuenta la desviación o diferencia entre una caída / marca de paquete deseada y real en un último período o intervalo de tiempo. El control directo del límite de PPV basado en el valor de retraso de la cola objetivo también es posible con un controlador como un controlador integral proporcional mejorado (PIE).

Las modalidades en este documento permiten controlar el intercambio de recursos entre flujos, incluso para colas, donde, por ejemplo, solo es posible la caída de llegada, y requiere una implementación bastante rápida y no compleja.

En un aspecto adicional de la presente descripción, se proporciona un método de gestión de colas en un sistema de procesamiento, en el que dicho sistema comprende una cola de procesamiento que comprende trabajos a procesar y en el que dicho sistema comprende al menos una cola entrante que comprende trabajos entrantes, en donde cada uno la cola entrante está dispuesta para enviar los trabajos entrantes a la cola de procesamiento para el procesamiento de los trabajos entrantes, en donde cada cola entrante está asociada con un filtro de valor para determinar si los trabajos entrantes se colocarán en dicha cola entrante correspondiente, en donde dicho método comprende el pasos de:

- recibir, mediante dicho filtro de valor de arrendamiento, un trabajo a procesar, en el que dicho trabajo a procesar está asociado con un valor de trabajo;
- determinar, por al menos uno de dichos filtros de valor, que dicho valor de trabajo de dicho trabajo a procesar está por debajo de un valor de umbral de trabajo, en el que dicho valor de umbral de trabajo está asociado con una latencia de trabajos de procesamiento en dicha cola de procesamiento;
- soltar, por dicho filtro de valor, dicho trabajo a procesar.

Uno de los conceptos de la presente descripción está dirigido a la idea de combinar el filtrado de valor basado en el controlador y soltar el valor más pequeño primero, y mantener las ventajas de ambos.

Un controlador puede establecer el filtro de valor. Ese controlador puede apuntar a la pérdida controlada en la cola de los servidores, por ejemplo, por debajo del 50%, en lugar de controlar directamente el retraso de la cola como en la técnica anterior.

Todos los paquetes / trabajos no filtrados por el filtro de Valor, por ejemplo, no eliminados por el filtro de valor, se colocan en la cola del servidor. Cuando el retraso en esa cola se vuelve demasiado grande, el AQM descarta el paquete /

trabajo con el valor más pequeño. El AQM también informa periódicamente el número de paquetes / trabajos perdidos y servidos al controlador que controla el filtro de Valor, lo que permite que el controlador recalculé el filtro de Valor.

Una de las ventajas de lo anterior es que mantiene la precisión de soltar la primera solución PV más pequeña con procesamiento AQM adicional controlado. Otra ventaja está relacionada con el diseño simplificado del controlador. Esta solución establece requisitos de estabilidad mucho más pequeños en el controlador que configura el filtro PV: puede ser aceptable un amplio rango de porcentajes de caída reales, por ejemplo, del 1% al 100%, por la caída del PV más pequeño del primer AQM.

Un proceso de VM tiene una cola de proceso, que almacena los trabajos que se realizarán, por ejemplo, los paquetes que se procesarán. Cada cola de proceso es alimentada por una o más colas de entrada, que son utilizadas por otros procesos para alimentar el proceso de VM. El "proceso AQM" es responsable de mover los trabajos de las colas de entrada a la cola del proceso y de eliminar los trabajos en caso de sobrecarga. Cada trabajo tiene un valor asociado, similar al valor del paquete en el concepto PPV. Cuando la cola de proceso se vuelve demasiado grande, los trabajos con el valor más pequeño se descartan. En este caso, el procesamiento previo por las colas entrantes y por el proceso AQM se desperdicia. La caída en sí misma también requiere procesamiento. Cuando la tasa de trabajo aumenta, esto disminuirá el rendimiento del sistema.

Para disminuir la cantidad de procesamiento innecesario, introducimos "filtros de valor" en el sistema. Un filtro de valor tiene un límite de valor configurado y todos los trabajos con un valor más pequeño que el límite se eliminan temprano en este punto. El límite de valor lo establece un controlador que se alimenta mediante el retraso de la cola y la caída de datos (número total de trabajos, trabajos eliminados) en la "cola de proceso" y la eliminación de datos en los "Filtros de valor". El controlador es similar al descrito, pero tiene requisitos relajados, porque la longitud real de la cola es mantenida por el proceso AQM que elimina trabajos de la cola del proceso. Dependiendo del problema real a resolver, la tasa de caída por el proceso AMQ puede ser, por ejemplo, 1-50%, y solo el resto de los trabajos deben ser

eliminados por el filtro de valor, en caso de sobrecarga alta. Además, esta solución hace que los excesos sean un problema menor, ya que el proceso AQM puede manejarlos.

Los "filtros de valor" se pueden actualizar periódicamente, por ejemplo, cada 10-100 ms, se pueden colocar en el punto más temprano cuando se conoce el servidor de los trabajos, en un caso preferido al punto de entrada del sistema. De esta forma, se puede minimizar el procesamiento previo innecesario (o incluso la transmisión al servidor).

En un ejemplo, el controlador puede recibir estadísticas de los filtros sobre cuántos paquetes se descartaron / pasaron. Dicha información se puede utilizar para proporcionar información sobre la carga de trabajo total del sistema.

En un ejemplo, el sistema de procesamiento comprende además un controlador, y en el que dicho método comprende además la etapa de:

- determinar, por dicho controlador, dicha latencia de los trabajos de procesamiento en dicha cola de procesamiento;
- actualizar, mediante dicho controlador, dicho valor de umbral de trabajo de dicho al menos un filtro de valor basado en dicha latencia determinada.

En otro ejemplo, el método comprende además los pasos de:

- comparar, mediante dicho controlador, dicha latencia determinada con un valor de latencia predefinido, y
- actualizar, por parte de dicho controlador, del valor umbral de trabajo de dicho filtro de al menos un valor basado en dicha comparación.

En otro ejemplo, el método comprende además el paso de:

- actualizar, mediante dicho controlador, dicho valor de umbral de trabajo de dicho al menos un filtro de valor basado en una carga de procesamiento momentánea de dicho sistema de procesamiento.

En otro aspecto, se proporciona un primer nodo dispuesto para manejar uno o más trabajos, en el que dicho primer nodo está dispuesto para recibir un trabajo a través de un enlace entrante, trabajo que comprende un valor de trabajo, en el que dicho primer nodo está dispuesto para:

- determinar una desviación de un retraso de espera del primer nodo de comunicación de un valor de retraso de espera objetivo, y

- usar dicha desviación como un valor de error para determinar una probabilidad de caída que se usa para determinar un valor umbral, en el que dicho valor umbral corresponde o está asociado con un nivel de congestión de una cola del trabajo;

- comparar el valor del trabajo con el valor umbral y establecer que dicho valor del trabajo está por debajo de dicho valor umbral;

- abandonar dicho trabajo en base a dicha comparación.

En un ejemplo, dicho primer nodo está dispuesto además para:

- mantener una función de distribución de los valores del trabajo,

y

- determinar el valor umbral en base a dicha función de distribución mantenida.

En otro ejemplo, el primer nodo está dispuesto además para:

- estimar una derivada de una función de distribución en un punto de trabajo, y

- determinar el valor umbral en base a dicha estimación y en base a la desviación o diferencia entre un nivel de caída de trabajo deseado y real.

En otro ejemplo más, el trabajo es un paquete y en el que dicho valor del trabajo es un valor de paquete.

Breve descripción de las figuras

Las modalidades se describirán ahora con más detalle en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una visión general esquemática que representa una red de comunicaciones de acuerdo con las modalidades del presente documento;

La Figura 2 muestra un diagrama de flujo esquemático de acuerdo con las modalidades de este documento;

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo esquemático de acuerdo con las modalidades del presente documento;

La figura 4 muestra una visión general esquemática que representa un primer nodo de comunicación de acuerdo con algunas modalidades del presente documento;

La Figura 5 muestra una visión general esquemática que representa un primer nodo de comunicación de acuerdo con algunas modalidades del presente documento;

La Figura 6 muestra un diagrama de flujo esquemático de acuerdo con las modalidades del presente documento

La figura 7 muestra una visión general esquemática que representa un primer nodo de comunicación de acuerdo con algunas modalidades del presente documento;

La Figura 8 es un diagrama de flujo esquemático que representa un método realizado por un primer nodo de comunicación de acuerdo con las modalidades del presente documento;

La figura 9 muestra una visión general esquemática que representa una red de comunicaciones de acuerdo con las modalidades del presente documento; y

La figura 10 muestra un diagrama de bloques que representa un primer nodo de comunicación según las modalidades de este documento.

Descripción detallada

La figura 1 es una visión general esquemática que representa una red de comunicaciones 1 según las modalidades del presente documento. La red de comunicaciones 1 comprende una pluralidad de nodos de comunicación 10 tales como un primer nodo de comunicación 10' y un segundo nodo de comunicación 10". Los paquetes se transportan a través de la red de comunicaciones 1 a un nodo receptor o un nodo de destino 11, que también es un nodo de comunicación. El primer nodo de comunicación 10' puede ser un enrutador, un conmutador, un servidor de aplicaciones

o cualquier nodo con un planificador o un controlador de paquetes que transporten uno o más paquetes dentro de la red de comunicaciones 1, por ejemplo, un nodo de red de radio tal como una estación base o similar. Durante el transporte de un paquete, el primer nodo de comunicación 10' recibe, por ejemplo, del segundo nodo de comunicación 10'', el paquete con un valor de paquete, cuyo valor de paquete puede indicar un nivel de importancia del paquete, por ejemplo, un nivel de prioridad o similar. El primer nodo de comunicación 10' determina una desviación de un retraso de espera de una cola del primer nodo de comunicación 10' de un valor de retraso de espera objetivo, es decir, un valor esperado predefinido. Esto puede denominarse como el primer nodo de comunicación 10' determina una diferencia del retraso de espera y el valor de retraso de espera objetivo. El primer nodo de comunicación 10' usa esta desviación (diferencia) como un valor de error para determinar una probabilidad de caída que se usa para ajustar o determinar un valor umbral también denominado límite de PPV. El primer nodo de comunicación compara el valor del paquete con el valor umbral. El valor umbral puede corresponder o estar asociado con un nivel de congestión de la cola del paquete. El primer nodo de comunicación 10' determina además si se debe dejar caer o transmitir (reenviar) el paquete a la cola del enlace saliente basándose en el resultado de la comparación.

La referencia [3] muestra un método de filtrado de entrada que aplica la caída / marcado aleatorio de paquetes para los paquetes entrantes. Un planificador mejorado de controlador integral proporcional (PIE) en la técnica anterior no puede controlar el intercambio de recursos entre diferentes flujos [3]. En primer lugar, supone un comportamiento de control de congestión (CC) dado, por ejemplo, un comportamiento amigable del protocolo de control de transporte (TCP). Un flujo con un comportamiento CC diferente tendrá una participación injusta o incluso puede dominar todos los demás flujos. En segundo lugar, no es posible definir políticas de intercambio de recursos enriquecidos entre flujos como lo permite el marco de PPV. Además, la probabilidad de caída igual para todos los flujos no daría como resultado el intercambio de recursos deseado según lo definido por el concepto PPV. Las modalidades en este documento pueden extender el control de intercambio de ancho de banda basado en marcado de paquetes, como el concepto PPV, con mecanismos

proactivos livianos similares al PIE que reaccionan en situaciones de congestión antes que cuando la cola está llena, esto puede reducir los retrasos observados en la cola y puede garantizar el reparto del ancho de banda se defina mediante una política de marcado entre flujos.

Son sugeridos en el presente documento los métodos de gestión de colas activa (AQM) basados en controlador llamados PPOV-AQM que utilizan un controlador, por ejemplo, un controlador proporcional-integral (PI), proporcional-derivativo (PD), un controlador proporcional-integral-derivativo (PID), etc. para determinar continuamente la desviación del retraso de espera del retraso de espera objetivo y usar esta desviación como el valor de error para ajustar el valor umbral utilizado, por ejemplo, en un filtro de paquete basado en el valor del paquete, también denominado filtro. El filtro de paquetes basado en el valor del paquete simplemente descarta o marca (como en el PIE) cada paquete entrante con un valor de paquete menor que el valor umbral. El controlador puede actualizar el valor umbral periódicamente (por ejemplo, en cada T milisegundos).

Las modalidades se representan en la figura 2, donde después de iniciar el sistema, el método primero inicializa, la acción 201, las variables estadísticas y restablece un temporizador, la acción 202. Una vez transcurrido el tiempo T, véase la acción 203, el primer nodo de comunicación 10' actualiza el valor umbral, la acción 204 (filtro de paquetes), por ejemplo, aplicando uno o más controladores y las estadísticas recopiladas. Cada vez que llega un paquete, la acción 205, en el sistema, se recopilan estadísticas, la acción 206, y luego las estadísticas se actualizan, la acción 207 y se aplica el filtro de paquetes: si el valor del paquete del paquete entrante (marcado por PV) es menor que el valor umbral (filtro indicado), acción 208, el paquete simplemente se descarta, acción 209, de lo contrario se reenvía al búfer, acción 210.

En este documento se proporciona un método PPOV-AQM indirecto, directo y compuesto que aplica diferentes estrategias para actualizar el filtro y así controlar el valor umbral (acción "Actualizar filtro" 204 en la Figura 2). El objetivo de los métodos propuestos es mantener el retraso de la cola en un nivel esperado y en paralelo para garantizar las políticas predefinidas de intercambio de recursos en

cualquier nivel de congestión, estableciendo el límite de PPV (también conocido como valor umbral, valor umbral de congestión (CTV) o filtro umbral) en consecuencia. La eficiencia y la aplicabilidad de la solución propuesta se han examinado y probado mediante simulaciones.

Método Indirecto

El método indirecto se representa en la Fig. 3 y la Fig. 4. El método se inicializa primero, la acción 301 corresponde a la acción 201 en la Fig. 2, las variables estadísticas y restablece un temporizador, la acción 302 corresponde a la acción 202 en la Fig. 2. Después de que haya transcurrido el tiempo T, vea que la acción 303 corresponde a la acción 203 en la Fig. 2, el primer nodo de comunicación 10' actualiza el valor umbral, la acción 304 corresponde a la acción 204 en la Fig. 2, (filtro de paquetes), por ejemplo, aplicando uno o más controladores y las estadísticas recopiladas. Cada vez que llega un paquete, la acción 305 corresponde a la acción 205 en la Fig. 2, en el sistema, se recopilan estadísticas, la acción 306 corresponde a la acción 206 en la Fig. 2, y luego las estadísticas se actualizan, la acción 307 corresponde a la acción 207 en la Fig. 2, y se recopilan valores de paquetes adicionales en una función de distribución tal como una acción ECDF 308. Luego se aplica el filtro de paquetes: si el valor del paquete del paquete entrante (marcado por PV) es menor que el valor umbral (filtro indicado), la acción 309 corresponde a la acción 208 en la Fig. 2, el paquete simplemente se descarta, la acción 310 corresponde a la acción 209 en la Fig. 2, de lo contrario se reenvía al búfer, la acción 311 corresponde a la acción 210 en la Fig. 2.

Además, el método funciona en dos pasos: el primer nodo de comunicación 10' puede calcular la probabilidad de caída esperada necesaria para garantizar el retraso de espera esperado (τ), la acción 312 y luego 2) de acuerdo con la función de distribución de los valores de paquetes observados (empírico función de distribución acumulativa (eCDF)) y la probabilidad de caída esperada se establece o calcula el límite de PPV (también filtro denotado), acción 313. Por ejemplo, para una probabilidad de caída dada p en el tiempo t, el límite de PPV, V_{new} , se calcula a partir

de la función de distribución acumulativa empírica de los valores de paquete observados (eCDF) como

$$V_{\text{new}} = \text{eCDF}_t^{-1}(p),$$

donde $\text{eCDF}_t^{-1}(\cdot)$ es la función inversa de eCDF de los valores de paquete observados en el tiempo t , conectando la probabilidad de caída esperada p a un límite de PPV. Después de calcular el límite de PPV, se puede restablecer el eCDF (por ejemplo, descartar mediciones antiguas), acción 314. El controlador actualiza el límite de PPV periódicamente en cada T segundos.

Un ejemplo de implementación se muestra en la Fig. 4. Para estimar p , se puede construir e implementar un controlador 401 tal como un controlador PI o PID de manera similar a [3] donde la nueva probabilidad de caída del objetivo p_{new} se establece para minimizar un error observado ($D_q(t) - \tau$). Este controlador 401 se puede formalizar de la siguiente manera:

$$p_{\text{new}} = p_{\text{old}} + P \times \text{error}(t) + I \times \int_0^t \text{error}(x) dt + D \times (d\text{error}(t))/dt.$$

donde P , I y D son los parámetros del controlador; constantes para términos proporcionales, integrales y derivados, resp.; $\text{error}(t)$ es el error en el tiempo t (calculado como $(D_q(t) - \tau)$, la diferencia de los retrasos de espera actuales y esperados); p_{old} denota la probabilidad de caída calculada en la iteración anterior. El p_{new} se puede usar para actualizar el nuevo límite de PPV, por ejemplo, tomado de un gráfico que ilustra la relación entre p y V .

Método Directo

El método directo PPOV-AQM se basa en un controlador 501 que utiliza la desviación del retardo de espera actual (D_q) para un valor objetivo predefinido (τ) como error. El controlador 501 tiene como objetivo minimizar este error y calcula directamente el límite de PPV que se aplicará en el filtro en consecuencia, como se muestra en la figura 5. El diagrama de flujo es el mismo que en la Fig. 2, donde "Actualizar filtro" representa un solo controlador. Cuando se actualiza el límite de PPV (V), se verifica el valor del paquete (v) de cada paquete entrante, y si $v < V$,

se descarta, de lo contrario se reenvía al búfer. El controlador actualiza el límite de PPV periódicamente en cada T segundos.

Un ejemplo de implementación: un método directo PPOV-AQM podría, por ejemplo, utilizar un controlador PID como controlador 501 para actualizar el filtro en el momento t como

$$V_{\text{new}} = V_{\text{old}} + P \times \text{error}(t) + I \times \int_{x=0}^t \text{error}(x) dt + D \times (d\text{error}(t))/dt,$$

donde P, I y D son los parámetros del controlador; constantes para términos proporcionales, integrales y derivados, resp.; error(t) es el error en el tiempo t (calculado como $(D_q(t) - \tau)$, la diferencia entre el retardo actual y el esperado); V_{old} denota el límite PPV establecido en la iteración anterior.

De acuerdo con un método compuesto PPOV-AQM, el método primero se inicializa, la acción 601 que corresponde a las acciones 201 y 301, las variables estadísticas y restablece el temporizador, la acción 602 que corresponde a las acciones 202 y 302. Una vez transcurrido el tiempo T, consulte la acción 603 que corresponde a las acciones 203 y 303, el primer nodo de comunicación 10' actualiza el valor umbral, la acción 604 que corresponde a las acciones 204 y 304, (filtro de paquetes), por ejemplo, aplicando uno o más controladores y las estadísticas de paquetes recopilados y las estadísticas de cola. Cada vez que llega un paquete, la acción 605 que corresponde a las acciones 205 y 305, en el sistema, se recopilan estadísticas, la acción 606 que corresponde a la acción 206 y 306, y luego se actualizan las estadísticas del paquete, la acción 607 y se actualizan más estadísticas de cola, acción 608. Estos se utilizan para actualizar el filtro o en realidad el límite de PPV. Luego se aplica el filtro de paquetes: si el valor del paquete del paquete entrante (marcado por PV) es menor que el valor umbral (filtro indicado), acción 609 que corresponde a las acciones 208 y 309, el paquete simplemente se descarta, acción 610 que corresponde a las acciones 209 y 310, de lo contrario se reenvía al búfer, la acción 611 que corresponde a las acciones 210 y 311.

El método compuesto PPOV-AQM aplica dos controladores en el primer nodo de comunicación 10'. Un primer controlador para controlar la velocidad de caída para reducir la desviación de retraso de espera observada (el error definido

anteriormente), ver acción 612. Un segundo controlador para controlar el límite de PPV utilizado en el filtro para reducir la desviación entre las tasas de caída observadas y esperadas proporcionadas por el primer controlador, ver acción 613. En consecuencia, el primer controlador es responsable de determinar la tasa de caída esperada necesaria para mantener el retraso de la cola cerca del nivel esperado, mientras que el segundo controlador describe cómo se debe modificar el límite de PPV del filtro para alcanzar la meta lo más rápido posible. El método compuesto PPOV-AQM se representa en la Fig. 6 y la Fig. 7. Se puede observar que el Controlador-1 701 funciona como los controladores en las variantes PPOV-AQM anteriores donde la variable objetivo (τ : retraso de espera esperado) fue fija, mientras que el Controlador-2 702 usa la salida del Controlador-1 701 como objetivo para ser alcanzado y la probabilidad de caída observada como el valor actual para controlar el límite de PPV.

Un ejemplo de implementación: Por ejemplo, ambos controladores podrían ser controladores PID (sin embargo, también son posibles otros tipos de controladores) donde la probabilidad p y el valor umbral V pueden calcularse de la siguiente manera:

Controlador-1:

$$p_{\text{new}} = p_{\text{old}} + P \times \text{error}(t) + I \times \int_{x=0}^t \text{error}(x) dt + D \times (d(\text{error}(t))/dt),$$

$$\text{Controlador-2: } V_{\text{new}} = V_{\text{old}} + P \times (\text{error})'(t) + I \times \int_{x=0}^t [(\text{error})'(x) dt] + D \times (d(\text{error})'(t))/dt,$$

donde $\text{error}(t) = D_q(t) - \tau$ y $(\text{error})'(t) = p_{\text{observed}}(t) - p_{\text{new}}$, donde este último utiliza la probabilidad de caída proporcionada por el controlador-1 como un valor objetivo a alcanzar. El controlador-2 tiene como objetivo modificar el valor umbral para acelerar la convergencia.

Las acciones del método realizadas por el primer nodo de comunicación 10' para manejar uno o más paquetes en la red de comunicaciones según las modalidades se describirán ahora con referencia a un diagrama de flujo representado en la figura 8. Las acciones no tienen que tomarse en el orden indicado a continuación, pero pueden tomarse en el orden adecuado. Las acciones realizadas

en algunas modalidades están marcadas con cuadros discontinuos. El primer nodo de comunicación 10' está comprendido en la red de comunicaciones 1.

Acción 801. El primer nodo de comunicación 10' recibe el paquete, desde otro nodo de comunicación tal como el segundo nodo de comunicación 10'', con el valor del paquete. El valor del paquete puede estar relacionado con el nivel de importancia de la importancia relativa del paquete de otro paquete a lo largo de una escala lineal. En algunas modalidades, el primer nodo de comunicación 10' recibe una pluralidad de paquetes con un valor de paquete respectivo de un mismo flujo.

Acción 802. El primer nodo de comunicación 10' determina el retraso de espera de uno o más paquetes en la cola y compara el retraso de espera determinado con el retraso de espera objetivo, por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' determina la desviación o la diferencia del retraso de espera. Esta desviación o diferencia se usa para determinar la probabilidad de caída de los paquetes de la cola, por ejemplo, se usa como el valor de error para determinar la probabilidad de caída de los paquetes de la cola. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' supervisa la desviación del retardo de espera del primer nodo de comunicación del valor objetivo de retraso de espera y usa esta desviación como el valor de error. Esto también puede denominarse como la determinación de la desviación o la diferencia del retraso en la cola.

Acción 803. El primer nodo de comunicación 10' puede recopilar estadísticas de valores de paquetes de paquetes entrantes. Por ejemplo, el primer nodo de comunicación 10' puede ejecutar una función de recopilación estadística, por ejemplo, una función de distribución de los valores de paquetes entrantes. Un ejemplo de la función de distribución es el ECDF. Otro ejemplo es almacenar todos los valores de paquetes entrantes en una ventana de tiempo dada. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' puede ejecutar una función de distribución de valores de paquetes observados.

Acción 804. El primer nodo de comunicación 10' determina, como actualizaciones o establece el valor umbral (límite de PPV) en función del valor de error o la probabilidad de caída determinada. El primer nodo de comunicación 10' puede actualizar o establecer adicionalmente el valor umbral basándose

adicionalmente en la función de distribución. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' determina, también puede expresarse como monitoreo, la desviación de la demora de espera de la cola respecto de la demora de espera objetivo y usa esta desviación o diferencia como el valor de error para ajustar o determinar el valor umbral. Por ejemplo, se determina qué valor umbral se establece para alcanzar una tasa de caída esperada necesaria para mantener el retraso de espera cerca de un nivel esperado, como el retraso de espera objetivo (puede estar predefinido). El primer nodo de comunicación 10' puede determinar el valor umbral a partir de la probabilidad de caída determinada manteniendo la función de distribución tal como el ECDF de los valores de paquetes entrantes y puede determinar el valor umbral como el valor del paquete a esa probabilidad de caída determinada.

Una solución menos intensiva en almacenamiento es estimar el derivado de la función de distribución como el ECDF en el punto de trabajo actual del sistema y también tener en cuenta la diferencia entre la caída/marca de paquetes deseada y real en el último período. El control directo del límite de PPV basado en el retraso de la cola objetivo también es posible con un controlador similar a, por ejemplo, PIE. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' puede determinar el umbral basándose en la desviación determinada del retardo de espera. Tenga en cuenta que las acciones 802 y 804 pueden no realizarse para cada paquete, pero pueden realizarse periódicamente, por ejemplo, una vez durante un intervalo de tiempo preestablecido.

Acción 805. El primer nodo de comunicación compara el valor del paquete con el valor umbral. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' compara el valor del paquete con el valor umbral del enlace saliente desde el primer nodo de comunicación 10' hacia el nodo de destino 11. El valor umbral puede corresponder al nivel de congestión del enlace saliente.

Acción 806. El primer nodo de comunicación 10' descarta o reenvía más el paquete en base a la comparación. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' determina si se debe dejar caer o transmitir o reenviar el paquete a la cola del enlace saliente basándose en el resultado de la comparación.

Por lo tanto, las modalidades en el presente documento traducen una probabilidad de caída deseada u objetivo de una solución existente a un filtro de valor de paquete (es decir, un límite de PPV de un filtro). El límite de PPV puede establecerse utilizando un ECDF de los valores de los paquetes entrantes. El límite de PPV puede establecerse estimando la derivada del ECDF en el punto de trabajo actual. El límite de PPV puede establecerse mediante un conocimiento a priori sobre la derivada del ECDF. El límite de PPV puede establecerse teniendo en cuenta una probabilidad de caída deseada previa y la probabilidad de caída realmente experimentada.

La figura 9 describe un diagrama de bloques que representa el primer nodo de comunicación 10' que transmite paquetes al nodo de destino 11. El primer nodo de comunicación 10' recibe un flujo, F , de paquetes de diferentes valores relacionados con el servicio de los diferentes paquetes, por ejemplo, valores '10', '20', '40'. El valor umbral, Th , que es un valor generado localmente de acuerdo con las modalidades de este documento y puede indicar el nivel de congestión de la cola hacia el nodo de destino 11, se establece en 15, es decir, $Th = 15$, que se establece en función del retraso de la cola en la cola. Los paquetes con un valor de paquete de menos de 15, en este caso el paquete con el valor de paquete 10, se descartan y los otros paquetes se envían a la cola y se transmiten hacia el nodo de destino 11.

Las modalidades en el presente documento usan el concepto de valores de paquete (PV). El valor del paquete puede corresponder al nivel de importancia del paquete, por ejemplo, a lo largo de una escala lineal. El valor indica un nivel de importancia del paquete frente a la importancia relativa de otro paquete. Por ejemplo, el valor del paquete '100' indica que el paquete es 10 veces más importante que un paquete con el valor '10' y 100 veces más importante que un paquete con el valor '1'. La importancia puede determinarse en función del contenido real de la carga útil del paquete, por ejemplo, cuadro de video importante, o en función del flujo de paquete específico, por ejemplo, el tráfico premium de suscriptores de oro, o en función de los compromisos de rendimiento, por ejemplo, si este paquete es necesario o no para alcanzar un cierto nivel de rendimiento, o una combinación de

estos o cualquier otro criterio. Los valores de paquete se transportan en cada paquete y representan la utilidad que el operador obtiene al entregar un byte de este paquete. Así, incluso si el nombre implica el valor del paquete del paquete total, el valor del paquete puede multiplicarse por la longitud del paquete para obtener el valor del paquete total. El nombre sigue siendo el valor del paquete para denotar todo el concepto y diferenciarlo de los valores de flujo. La red de comunicaciones se esfuerza por maximizar el valor total de los paquetes transmitidos.

La figura 10 es un diagrama de bloques que representa el primer nodo de comunicación 10', ejemplificado en dos modalidades, para manejar uno o más paquetes en la red de comunicaciones tal como una red de paquetes. Los cuadros discontinuos indican que los módulos / circuitos son opcionales.

El primer nodo de comunicación 10' puede comprender una circuitería de procesamiento 1001 tal como uno o más procesadores, configurados para realizar los métodos del presente documento.

El primer nodo de comunicación 10' puede comprender un módulo receptor 1002, por ejemplo, un receptor o un transceptor. El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de recepción 1002 están configurados para recibir el paquete, desde el otro nodo de comunicación. El paquete comprende el valor del paquete relacionado con el nivel de importancia de la importancia relativa del paquete de otros paquetes. En algunas modalidades, el primer nodo de comunicación 10' recibe una pluralidad de paquetes con un valor de paquete respectivo de un mismo flujo.

El primer nodo de comunicación 10' puede comprender un módulo de supervisión 1003. El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de supervisión 1003 están configurados para determinar el retraso de la cola de espera y comparar el retraso de espera determinado con el valor esperado predefinido que resulta en una diferencia o desviación. En otras palabras, el primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de monitorización 1003 están configurados para monitorizar la desviación o diferencia del retardo de espera. Esta desviación se usa como un valor de error y/o

se usa para determinar la probabilidad de descarte de los paquetes de la cola. El primer nodo de comunicación 10', el circuito de procesamiento 1001 y/o el módulo de supervisión 1003 pueden configurarse para recopilar estadísticas de valor de paquete de los paquetes entrantes. Por ejemplo, el primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de supervisión 1003 pueden configurarse para ejecutar una función de distribución de los valores de paquetes entrantes. Por ejemplo, el primer nodo de comunicación 10', el circuito de procesamiento 1001 y/o el módulo de supervisión 1003 pueden configurarse para determinar el ECDF como la función de distribución. Alternativa o adicionalmente, el primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de monitorización 1003 pueden configurarse para almacenar todos los valores de paquetes entrantes en una ventana de tiempo dada. Así, el primer nodo de comunicación 10', el circuito de procesamiento 1001, y/o el módulo de monitoreo 1003 pueden ser configurados para ejecutar la función de distribución de los valores de paquetes observados.

El primer nodo de comunicación 10' puede comprender un módulo de filtrado 1004. El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001, y/o el módulo de filtrado 1004 está configurado para actualizarse o establecerse, también puede denominarse ajuste o determinación, el valor umbral (límite PPV) basado en el valor de error o probabilidad de caída determinada. El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de filtrado 1004 pueden configurarse adicionalmente para actualizar o establecer el valor umbral adicionalmente en función de la función de distribución. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' está configurado para monitorear la desviación del retraso de la cola del valor esperado predefinido y usar esta diferencia como el valor de error para ajustar o determinar el valor umbral. Por ejemplo, el primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de filtrado 1004 pueden configurarse para determinar qué valor umbral se establece para alcanzar una tasa de caída esperada necesaria para mantener el retraso de espera cerca del nivel esperado. El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de filtrado 1004 pueden configurarse para determinar el valor umbral a

partir de la probabilidad de caída determinada manteniendo una función de distribución acumulativa empírica (eCDF) de los valores de paquetes entrantes y para determinar el valor umbral como el valor del paquete en esa probabilidad de caída determinada.

El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de filtrado 1004 pueden configurarse para estimar la derivada del ECDF en el punto de trabajo actual del sistema y también para tener en cuenta la diferencia entre el paquete deseado y el real. soltar/marcar en el último período. El control directo del límite de PPV basado en el retraso de la cola objetivo también es posible con un controlador similar a, por ejemplo, PIE.

El primer nodo de comunicación 10' puede comprender un módulo de comparación 1005. El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de comparación 1005 están configurados para comparar el valor del paquete con el valor umbral. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10', el circuito de procesamiento 1001 y/o el módulo de comparación 1005 están configurados para comparar el valor del paquete con el valor umbral, por ejemplo, del enlace saliente desde el primer nodo de comunicación 10' hacia el nodo de destino 11. El valor umbral correspondiente puede corresponder o está asociado con un nivel de congestión del enlace saliente.

El primer nodo de comunicación 10' puede comprender un módulo de manejo 1006. El primer nodo de comunicación 10', el circuito de procesamiento 1001, y/o el módulo de manejo 1006 está configurado para descartar o reenviar el paquete en base a la comparación. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de manejo 1006 pueden configurarse para determinar si se cae o se transmite o reenvía el paquete a la cola para el enlace saliente en función del resultado de la comparación.

El primer nodo de comunicación 10' puede comprender un módulo de transmisión 1007, por ejemplo, un transmisor o un transceptor. El primer nodo de comunicación 10', la circuitería de procesamiento 1001 y/o el módulo de transmisión 1007 pueden configurarse para transmitir el paquete desde la cola.

El primer nodo de comunicación 10' comprende además una memoria 1008. La memoria 1008 comprende una o más unidades que pueden usarse para almacenar datos, tales como valores de paquetes, ancho de banda, valores de umbral, función de distribución, curvas, aplicaciones para realizar los métodos descritos aquí cuando se ejecutan, y similares.

Los métodos de acuerdo con las modalidades descritas en el presente documento para el primer nodo de comunicación 10' pueden implementarse respectivamente por ejemplo mediante un programa informático 1009 o un producto de programa informático, que comprende instrucciones, es decir, porciones de código de software, que, cuando se ejecutan en al menos uno procesador, haga que el al menos un procesador lleve a cabo las acciones descritas en este documento, tal como las realiza el primer nodo de comunicación 10'. El programa de computadora 1009 puede almacenarse en un medio de almacenamiento legible por computadora 1010, por ejemplo, un disco o similar. El medio de almacenamiento legible por computadora 1010, habiendo almacenado en él el programa informático, puede comprender las instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo las acciones descritas en este documento, tal como las realiza el primer nodo de comunicación 10'. En algunas modalidades, el medio de almacenaje legible por ordenador puede ser un medio de almacenaje no-transitorio legible por ordenador. Por lo tanto, el primer nodo de comunicación 10' puede comprender la circuitería de procesamiento y la memoria, dicha memoria comprende instrucciones ejecutables por dicha circuitería de procesamiento mediante la cual dicho nodo de comunicación es operativo para realizar los métodos del presente documento.

El uso de valores o valores de paquetes como se describe en este documento permite diferenciar paquetes y controlar el intercambio de recursos dentro de los portadores y entre los portadores a través de diferentes redes de paquetes con un solo mecanismo. Es decir, es fácil y natural priorizar un subflujo de un portador o los primeros paquetes de un flujo. La diferenciación es igualmente simple para el mejor esfuerzo y el tráfico especial, incluso dentro de un solo portador. Además, otros

casos, como dar prioridad a la primera capa de videos para todos los usuarios sobre su otro tráfico, también son fáciles de detectar.

Por ejemplo, PPOV admite una amplia gama de políticas de intercambio de recursos, pero se ajusta especialmente bien a las políticas relacionadas con QoE, cuando nos centramos en el valor de cada parte de tráfico para el nodo de destino. Incluso se puede definir el manejo de paquetes individuales, por ejemplo, priorizar el inicio de TCP o ping. Dado que el uso compartido de recursos se define mediante la marcación de paquetes, evitando cualquier impacto o reconfiguración en la RAN, esto puede ser especialmente fácil de configurar o reconfigurar. De esta manera, la solución es extremadamente escalable y flexible en términos de establecer muchas políticas diferentes para el operador. Incluso es posible la reconfiguración sobre la marcha de las políticas de marcado, en base a mediciones de tráfico o análisis.

Una opción para definir los valores del paquete es basarlo en el rendimiento de un flujo dado. El recurso compartido se puede describir mediante la curva de valor de rendimiento. Esto permite una representación visual fácil de entender del intercambio de recursos para una amplia gama de niveles de congestión. Además, la pendiente de las curvas determina la compensación entre la equidad de rendimiento y la utilización del ancho de banda del uso compartido de recursos en caso de que varíen las condiciones del canal de radio. Al elegir la curva de valor prevista, el equilibrio entre la equidad y la utilización puede verse influenciado por servicio y también depende de la calidad del servicio experimentado.

Además del intercambio de recursos a través de la interfaz aérea, el marco puede usarse para compartir muchos tipos de recursos escasos. Los ejemplos posibles son: memoria intermedia, recursos de procesamiento de paquetes.

De acuerdo con una primera modalidad en el presente documento, se proporciona un método realizado por un primer nodo de comunicación 10' para manejar uno o más paquetes en una red de comunicaciones. El primer nodo de comunicación 10' está comprendido en la red de comunicaciones 1. El procedimiento comprende

recibir un paquete, desde un segundo nodo de comunicación, con un valor de paquete;

determinar un retraso en la cola de uno o más paquetes en una cola;
comparar el retraso de espera determinado con un retraso de espera objetivo que resulta en una desviación;
usar la desviación para determinar una probabilidad de caída de paquetes de la cola;
establecer un valor umbral basado en la probabilidad de caída determinada; y
comparar el valor del paquete con el valor umbral; y
descartar el paquete o reenviar el paquete a la cola según la comparación

El método de acuerdo con la primera modalidad, que comprende, además

recopilación de estadísticas de valores de paquetes de paquetes entrantes; y
establecer el valor umbral también teniendo en cuenta las estadísticas recopiladas

El método de acuerdo con la primera modalidad, en el que la recopilación de estadísticas comprende determinar el ECDF y establecer el valor umbral basado en la probabilidad de caída determinada comprende mantener el ECDF de los valores de paquetes entrantes y determinar el valor umbral como un valor de paquete a esa probabilidad de caída determinada.

El método de acuerdo con la primera modalidad, en el que la recopilación de estadísticas comprende estimar una derivada del ECDF en un punto de trabajo actual y también tiene en cuenta una diferencia entre la caída / marca de paquetes deseada y real en un período.

El valor umbral puede corresponder al nivel de congestión del enlace saliente y/o el valor del paquete puede corresponder a un nivel de importancia del paquete.

Como entenderán fácilmente aquellos familiarizados con el diseño de comunicaciones, los medios o módulos de funciones pueden implementarse utilizando lógica digital y/o uno o más microcontroladores, microprocesadores u otro hardware

digital. En algunas modalidades, varias o todas las diversas funciones pueden implementarse juntas, como en un único circuito integrado específico de aplicación (ASIC), o en dos o más dispositivos separados con interfaces de hardware y/o software apropiadas entre ellos. Varias de las funciones pueden implementarse en un procesador compartido con otros componentes funcionales de un terminal inalámbrico o nodo de red, por ejemplo.

Alternativamente, varios de los elementos funcionales de los medios de procesamiento discutidos pueden proporcionarse mediante el uso de hardware dedicado, mientras que otros cuentan con hardware para ejecutar software, en asociación con el software o firmware apropiado. Por lo tanto, el término "procesador" o "controlador" como se usa en este documento no se refiere exclusivamente al hardware capaz de ejecutar software y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señal digital (DSP), memoria de solo lectura (ROM) para almacenar software, memoria de acceso aleatorio para almacenar datos de software y/o programa o aplicación, y memoria no volátil. También se puede incluir otro hardware, convencional y/o personalizado. Los diseñadores de receptores de comunicaciones apreciarán las compensaciones de costo, rendimiento y mantenimiento inherentes a estas opciones de diseño.

En particular, las modificaciones y otras formas de modalidad de la(s) invención(es) descrita(s) vendrán a la mente de los expertos en la técnica que tienen el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Por lo tanto, debe entenderse que la(s) incorporación(es) no debe(n) limitarse a las incorporaciones específicas reveladas y que las modificaciones y otras incorporaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de esta divulgación. Aunque en este documento se emplean términos específicos, se utilizan sólo en un sentido genérico y descriptivo y no para fines limitativos.

REIVINDICACIONES

1. Un método, en un primer nodo, para manejar uno o más trabajos, en el que dicho primer nodo recibe un trabajo a través de un enlace entrante, cuyo trabajo comprende un valor de trabajo, en el que dicho método comprende los pasos de:

- determinar una desviación de un retraso de espera del primer nodo de comunicación de un valor de retraso de espera objetivo, y
- usar dicha desviación como un valor de error para determinar una probabilidad de caída que se usa para determinar un valor umbral, en el que dicho valor umbral corresponde o está asociado con un nivel de congestión de una cola del trabajo;
- comparar el valor del trabajo con el valor umbral y establecer que dicho valor del trabajo está por debajo de dicho valor umbral;
- hacer caer, por el dicho primer nodo, dicho trabajo basado en dicha comparación.

2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho método comprende además los pasos de:

- mantener, mediante dicho primer nodo, una función de distribución de los valores del trabajo, y
- determinar, por dicho primer nodo, el valor umbral en función de dicha función de distribución mantenida.

3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho método comprende además los pasos de:

- estimar, por dicho primer nodo una derivada de una función de distribución en un punto de trabajo, y
- determinar, por dicho primer nodo el valor umbral en base a dicha estimación y en base a la desviación o diferencia entre un nivel de caída de trabajo deseado y real.

4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho trabajo es un paquete y en el que dicho valor del trabajo es un valor de paquete.

5. Un primer nodo dispuesto para manejar uno o más trabajos, donde dicho primer nodo está dispuesto para recibir un trabajo a través de un enlace entrante, cuyo trabajo comprende un valor de trabajo, donde dicho primer nodo está dispuesto:

- determinar una desviación de un retraso de espera del primer nodo de comunicación de un valor de retraso de espera objetivo, y
- usar dicha desviación como un valor de error para determinar una probabilidad de caída que se usa para determinar un valor umbral, en el que dicho valor umbral corresponde o está asociado con un nivel de congestión de una cola del trabajo;
- comparar el valor del trabajo con el valor umbral y establecer que dicho valor del trabajo está por debajo de dicho valor umbral;
- abandonar dicho trabajo en base a dicha comparación.

6. Un primer nodo de acuerdo con la reivindicación 5, en el que dicho primer nodo está dispuesto además para:

- mantener una función de distribución de los valores del trabajo, y
- determinar el valor umbral en base a dicha función de distribución mantenida.

7. Un primer nodo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 - 6, en el que dicho primer nodo está dispuesto además para:

- estimar una derivada de una función de distribución en un punto de trabajo, y

- determinar el valor umbral en base a dicha estimación y en base a la desviación o diferencia entre un nivel de caída de trabajo deseado y real.

8. Un primer nodo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 - 7, en el que dicho trabajo es un paquete y en el que dicho valor del trabajo es un valor de paquete.

9. Un medio de almacenamiento legible por computadora que comprende un programa de computadora, cuyo programa de computadora comprende instrucciones que, cuando se ejecutan en al menos un procesador, hacen que al menos un procesador lleve a cabo un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

RESUMEN

Un método, en un primer nodo, para manejar uno o más trabajos, en el que dicho primer nodo recibe un trabajo a través de un enlace entrante, cuyo trabajo comprende un valor de trabajo, en el que dicho método comprende los pasos de determinar, por dicho primer nodo, una desviación de un retraso de espera del primer nodo de comunicación a partir de un valor de retraso de espera objetivo, y usando, por dicho primer nodo, dicha desviación como un valor de error para determinar una probabilidad de caída que se usa para determinar un valor umbral, en el que dicho valor umbral corresponde a o está asociado con un nivel de congestión de una cola del trabajo, comparando, por dicho primer nodo, el valor del trabajo con el valor umbral y estableciendo que dicho valor del trabajo está por debajo de dicho valor umbral, cayendo, por dicho primer nodo, dicho trabajo basado en dicha comparación.