



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 701**

51 Int. Cl.:
H04L 12/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07786742 .2**

96 Fecha de presentación : **14.06.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2168325**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.03.2010**

54 Título: **Encaminamiento en una red.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.04.2011

73 Titular/es: **Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)**
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Nikander, Pekka**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 357 701 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

Campo Técnico

La invención se refiere al encaminamiento de una red, en particular una red a la cual se conecta un nodo de telefonía móvil.

5 **Antecedentes**

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una red 1 que permite comunicación inalámbrica con un dispositivo de telefonía móvil 5. El dispositivo de telefonía móvil puede ser, por ejemplo, un teléfono móvil o un dispositivo inalámbrico de mano tal como un dispositivo BlackBerry™ y se llamará generalmente un "nodo de telefonía móvil" (MN - Mobile Node).

10 Como es bien conocido, un Nodo de Telefonía Móvil 5 puede conectarse a la red 1 por medio de uno de una pluralidad de puntos de acceso 4 ("AP" - "Access Points"). Cada punto de acceso tiene un área de cobertura geográfica definida y, a medida que el Nodo de Telefonía Móvil 5 se mueve, es "rechazado" de un punto de acceso a otro cuando pasa de un área geográfica servida por un punto de acceso al área geográfica servida por otro punto de acceso. Es deseable que el usuario del Nodo de Telefonía Móvil no experimente ninguna caída o interrupción de la comunicación cuando el Nodo de Telefonía Móvil es rechazado de un punto de acceso a otro.

15 La Network-based Local Mobility Management (NetLMM - Gestión de Movilidad Local basada en la Red) es un planteamiento basado en IETF para proporcionar a los Nodos de Telefonía Móvil una ilusión de enlace de capa 2 extendido. Una solución específica para el problema de la NetLMM está siendo actualmente estandarizada en el grupo de trabajo de NETLMM en la IETF. La arquitectura básica, como en la que se está trabajando en la IETF, se presenta en la Figura 1 y está descrita por H. Levkowitz, Editor, et al., en "The NetLMM Protocol", Internet draft draft-giaretta-netlmm-dt-protocol-02, trabajo en curso, Octubre de 2006.

20 En la red de la Figura 1, varios Access Routers (ARs - Encaminadores de Acceso) 3a, 3b, 3c, también llamados Mobile Access Gateways (MAG - Puertas de Enlace de Telefonía Móvil), participan en un dominio de NetLMM. Los Encaminadores de Acceso de un dominio de NetLMM están asociados con un Ancla de Movilidad Local 2a, 2b; en el ejemplo de la Figura 1 los Encaminadores de Acceso 3a, 3b participan en un dominio de NetLMM asociado con un Ancla de Movilidad Local 2a, mientras que el Encaminador de Acceso 3c participa en un dominio de NetLMM diferente asociado con otra Ancla de Movilidad Local 2b. Los Encaminadores de Acceso en un dominio de NetLMM anuncian todos el mismo prefijo de encaminamiento IPv6 en sus mensajes de Router Advertisement (RA - Anuncio de Encaminador) de Neighbour Discovery Protocol (NDP - Protocolo de Descubrimiento de Vecino). Esto crea la ilusión de que el mismo enlace IPv6 está extendido entre estos ARs, evitando por lo tanto la necesidad de una señalización de movilidad explícita entre el Nodo de Telefonía Móvil y el dominio de NetLMM siempre que el Nodo de Telefonía Móvil permanezca en ese dominio de NetLMM. En otras palabras, el Nodo de Telefonía Móvil preserva sus direcciones de IP siempre que su movilidad esté confinada dentro del dominio de NetLMM. En la Figura 1, un Nodo de Telefonía Móvil que se mueve entre un punto de acceso controlado por un Encaminador de Acceso y otro punto de acceso controlado por el mismo Encaminador de Acceso (denotado por "Movilidad Intra-Enlace" en la Figura 1) o un Nodo de Telefonía Móvil que se mueve entre un punto de acceso controlado por un Encaminador de Acceso y otro punto de acceso controlado por otro Encaminador de Acceso pero asociado con la misma Ancla de Movilidad Local mientras que el primer Encaminador de Acceso (denotado por "Movilidad Local" en la Figura 1) permanece en un dominio de NetLMM. No obstante, un Nodo de Telefonía Móvil que se mueve entre un punto de acceso controlado por un Encaminador de Acceso asociado con un Ancla de Movilidad Local a otro punto de acceso controlado por un Encaminador de Acceso asociado con otra Ancla de Movilidad Local (denotado por "Movilidad Global" en la Figura 1) se mueve de un dominio de NetLMM a otro dominio de NetLMM.

El documento WO 01/41380 propone un método y sistema para encaminar un paquete sobre una red que incluye múltiples nodos. Propone el uso de filtros Bloom para almacenar datos de características de la red.

45 "Geographical Region Summary Service for Geographical Routing" por P-H Hsiao, en Proceedings of the 2001 ACM International Symposium on Mobile Ad-hoc Networking and Computing, XP002475348, propone un protocolo de encaminamiento en el cual una red está dividida en cuadrados de orden cero, con subconjuntos de cuadrados que forman un cuadrado de orden uno y así sucesivamente. Se utilizan nodos de frontera para enviar mensajes de actualización de resumen a cuadrados adyacentes.

50 **Resumen**

Un aspecto de la presente invención proporciona una red que comprende una pluralidad de Encaminadores de Acceso dispuestos en uno o más dominios de NetLMM. El dominio comprende información de encaminamiento distribuida almacenada en uno o más filtros Bloom o en equivalentes a filtros Bloom. Un Encaminador de Acceso mantiene, en uso, un filtro Bloom o un equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de qué Nodos de Telefonía Móvil están actualmente tras otro Encaminador de Acceso.

5 Por "equivalente a filtro Bloom" se entiende cualquier estructura de datos que puede ser utilizada para probar si un elemento es un miembro de un conjunto, y que está igual, o mejor, adaptado para una representación compacta de ser miembro de un conjunto que un filtro Bloom. Por ejemplo, la invención puede ser llevada a cabo alternativamente utilizando Máquinas de Estado Aproximativo para almacenar la información de encaminamiento, en lugar de filtros Bloom.

10 The información de encaminamiento contiene información como qué Nodos de Telefonía Móvil están actualmente detrás de los Encaminadores de Acceso del dominio, para permitir que un paquete destinado a un Nodo de Telefonía Móvil especificado sea dirigido al Encaminador de Acceso correcto (es decir, al Encaminador de Acceso que está actualmente detrás del Nodo de Telefonía Móvil especificado). Por información "distribuida" de encaminamiento quiere decirse que la información de encaminamiento está distribuida sobre los Encaminadores de Acceso de un dominio en lugar de estar situada en un depósito central. Preferiblemente, los Encaminadores de Acceso del dominio guardan información de encaminamiento para los Nodos de Telefonía Móvil actualmente asociados con los dominios.

15 La invención reemplaza así la funcionalidad del punto de Local Mobility Anchor (LMA - Ancla de Movilidad Local) de NetLMM de la red de la Figura 1 con una estructura de encaminamiento distribuida, implementada conjuntamente por los Encaminadores de Acceso de NetLMM de un dominio. Esto puede proporcionar una mejor escalabilidad. Además, la eliminación del Ancla de Movilidad Local de la Figura 1 elimina una potencial causa única de fallo de red. Las cabeceras de almacenamiento y comunicación de este planteamiento se hacen aceptables mediante el uso de filtros Bloom. No se pretende especificar que la red comprende una pluralidad de Encaminadores de Acceso dispuestos en uno o más dominios de NetLMM para excluir la posibilidad de que la red pueda incluir uno o más Encaminadores de Acceso adicionales que no está o están en el dominio o dominios.

20 Preferiblemente, los Encaminadores de Acceso están asociados con un filtro Bloom local respectivo o con un equivalente a filtro Bloom; comprendiendo el filtro Bloom o el equivalente a filtro Bloom local de un Encaminador de Acceso información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil actualmente alcanzables desde el Encaminador de Acceso.

25 La información de encaminamiento distribuida para un dominio puede ser almacenada en respectivos filtros Bloom o en equivalentes a filtros Bloom asociados con los Encaminadores de Acceso dispuestos en una arquitectura distribuida. En una arquitectura completamente distribuida (por ejemplo la Figura 2), la información de encaminamiento para un dominio comprende filtros Bloom o equivalentes a filtros Bloom respectivo asociado con cada uno de los Encaminadores de Acceso del dominio. En una arquitectura parcialmente distribuida, no obstante, un Encaminador de Acceso que tiene uno o más Encaminadores de Acceso jerárquicos dependientes de ella envía un filtro Bloom o un equivalente a filtro Bloom que incorpora información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil actualmente detrás de los Encaminadores de Acceso jerárquicos.

30 Uno de los Encaminadores de Acceso puede estar adaptado para actualizar su respectivo filtro Bloom o su equivalente a filtro Bloom cuando no hay ningún cambio en los Nodos de Telefonía Móvil que están actualmente detrás del Encaminador de Acceso.

35 Los Encaminadores de Acceso pueden comprender un proxy con protocolo de Identidad de Anfitrión.

40 Un dominio puede además comprender uno o más Encaminadores de Acceso jerárquicos asociados jerárquicamente bajo uno de los Encaminadores de Acceso. En este caso, el Encaminador de Acceso que tiene al o a los Encaminador de Acceso o Encaminadores de Acceso dependientes jerárquicamente puede estar adaptado para recibir un respectivo filtro Bloom o un equivalente a filtro Bloom de cada uno de sus Encaminadores de Acceso dependientes jerárquicamente asociados, y para determinar la unión del filtro Bloom recibido o de los filtros Bloom recibidos o del filtro equivalente a filtro Bloom recibido o de los filtros equivalentes a filtro Bloom recibidos con su propio filtro Bloom o con su equivalente a filtro Bloom. Puede estar adaptado para enviar la unión del filtro Bloom recibido o de los filtros Bloom recibidos o del equivalente a filtro Bloom recibido o de los equivalentes a filtro Bloom recibidos a otros Encaminadores de Acceso del dominio.

45 Los filtros Bloom o los equivalentes a filtros Bloom pueden ser filtros Bloom contadores.

50 Un segundo aspecto de la invención proporciona un método de proporcionar información de encaminamiento en un dominio de NetLMM que comprende, en un Encaminador de Acceso del dominio, actualizar un primer filtro Bloom o un equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están detrás del Encaminador de Acceso como consecuencia de un cambio en los Nodos de Telefonía Móvil que están detrás del Encaminador de Acceso. Información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom es enviada al menos a otro Encaminador de Acceso del dominio. Un segundo filtro Bloom o un segundo equivalente a filtro Bloom se guarda en el Encaminador de Acceso, conteniendo el segundo filtro Bloom o el segundo equivalente a filtro Bloom información acerca de qué Nodos de Telefonía Móvil están actualmente detrás de un tercer Encaminador de Acceso.

55 Un algoritmo epidémico puede ser utilizado para enviar información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom a otros Encaminadores de Acceso.

5 El cambio puede ser la llegada de un Nodo de Telefonía Móvil detrás del Encaminador de Acceso. En este caso, el método puede comprender añadir la identidad del Nodo de Telefonía Móvil al primer filtro Bloom o al primer equivalente a filtro Bloom del Encaminador de Acceso. Información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom puede ser dirigida a un Encaminador de Acceso tras el cual el Nodo de Telefonía Móvil parece haber estado previamente.

10 Alternativamente, el cambio puede ser la desaparición de un Nodo de Telefonía Móvil de detrás del Encaminador de Acceso. En este caso, el método puede comprender eliminar la identidad del Nodo de Telefonía Móvil del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom del Encaminador de Acceso. Información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom puede ser dirigida a un Encaminador de Acceso que recientemente ha enviado información destinada al Nodo de Telefonía Móvil.

15 El método puede además comprender las etapas de (i) crear un primer filtro Bloom o un primer equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están detrás del Encaminador de Acceso y (ii) enviar información acerca del primer filtro Bloom creado o del primer equivalente a filtro Bloom creado al menos a otro Encaminador de Acceso del dominio.

La etapa (ii) puede además comprender enviar el primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom obtenido en la etapa (i) a una Puerta de Enlace del dominio.

20 El método puede además comprender recibir, en el Encaminador de Acceso, información acerca de un cambio en los nodos de telefonía móvil que están detrás de un tercer Encaminador de Acceso. Un segundo filtro Bloom o un segundo equivalente a filtro Bloom en el Encaminador de Acceso, que contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que están actualmente detrás del tercer Encaminador de Acceso, es a continuación actualizado.

El método puede comprender guardar, en el Encaminador de Acceso, un tercer filtro Bloom o un tercer equivalente a filtro Bloom. El tercer filtro Bloom o el tercer equivalente a filtro Bloom contiene información acerca de al menos el origen de paquetes entrantes en el Encaminador de Acceso.

25 Un Encaminador de Acceso tras el cual el Nodo de Telefonía Móvil parece haber estado puede ser identificado a partir del segundo filtro Bloom o del segundo equivalente a filtro Bloom.

Un Encaminador de Acceso que recientemente ha enviado paquetes destinados al Nodo de Telefonía Móvil puede ser identificado a partir del tercer filtro Bloom o del tercer equivalente a filtro Bloom.

30 El método puede además comprender las etapas de: recibir, en un Encaminador de Acceso o Puerta de Enlace de Access de un dominio de NetLMM, un paquete; y determinar un destino para el paquete a partir de información de encaminamiento que está siendo almacenada en el segundo filtro Bloom o en el segundo equivalente a filtro Bloom.

El destino puede ser un Nodo de Telefonía Móvil accesible desde otro Encaminador de Acceso dentro del dominio.

El método puede además comprender encaminar el paquete al destino determinado a partir de la información de encaminamiento.

35 Un tercer aspecto de la invención proporciona un Encaminador de Acceso de un dominio de NetLMM. El Encaminador de Acceso comprende información de encaminamiento almacenada en un primer filtro Bloom o en un primer equivalente a filtro Bloom. El primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están detrás del Encaminador de Acceso. El Encaminador de Acceso comprende además un segundo filtro Bloom o un segundo equivalente a filtro Bloom. El segundo filtro Bloom o el segundo equivalente a filtro Bloom contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están detrás de otro Encaminador de Acceso.

40 El Encaminador de Acceso puede estar adaptado para actualizar el primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom como consecuencia de un cambio en las rutas hacia uno de los citados Nodos de Telefonía Móvil que están detrás del Encaminador de Acceso, y para enviar información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom al menos a otro Encaminador de Acceso del dominio.

El Encaminador de Acceso puede estar adaptado para, a continuación de la llegada de un Nodo de Telefonía Móvil detrás del Encaminador de Acceso, añadir la identidad del Nodo de Telefonía Móvil al primer filtro Bloom o al primer equivalente a filtro Bloom.

50 El Encaminador de Acceso puede estar adaptado para, a continuación de la desaparición de un Nodo de Telefonía Móvil detrás del Encaminador de Acceso, eliminar la identidad del Nodo de Telefonía Móvil del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom.

El Encaminador de Acceso puede estar adaptado para enviar información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom a otros Encaminadores de Acceso del dominio usando un algoritmo epidémico.

El primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom puede ser un filtro Bloom contador o una estructura de datos equivalente correspondiente.

5 El primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom puede ser una unión de un filtro Bloom o de un equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están directamente detrás del Encaminador de Acceso y de un filtro Bloom o de un equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están detrás de otro Encaminador de Acceso que está asociado jerárquicamente debajo del Encaminador de Acceso.

El Encaminador de Acceso puede estar adaptado para recibir información acerca de actualizaciones al segundo filtro Bloom o al segundo equivalente a filtro Bloom a partir del otro Encaminador de Acceso.

10 El Encaminador de Acceso puede además comprender un tercer filtro Bloom o un tercer equivalente a filtro Bloom. El tercer filtro Bloom o el tercer equivalente a filtro Bloom contiene al menos información acerca del origen de paquetes entrantes en el Encaminador de Acceso.

Breve descripción de los Dibujos

15 Realizaciones preferidas de la presente invención se describirán ahora a modo de ejemplos ilustrativos, con referencia a las Figuras que se acompañan, en las cuales:

La Figura 1 es un diagrama esquemático de bloques de una arquitectura de red propuesta por el grupo de trabajo de NETLMM de la IETF;

la Figura 2 es un diagrama esquemático de bloques de una arquitectura de red de la presente invención;

la Figura 3 es un diagrama esquemático de bloques de una arquitectura de red de la presente invención;

20 la Figura 4 es un diagrama esquemático de bloques de una arquitectura de red de la presente invención;

la Figura 5 es un diagrama de flujo esquemático de iniciación de un método de encaminamiento de la presente invención;

la Figura 6 es un diagrama de flujo esquemático de generar información de encaminamiento de la presente invención; y

25 la Figura 7 es un diagrama de flujo esquemático que muestra las etapas llevadas a cabo cuando un Nodo de Telefonía Móvil se mueve.

Descripción detallada.

30 La invención se describirá con referencia a realizaciones en las cuales se almacena información de encaminamiento en filtros Bloom. La invención no está limitada al uso de filtros Bloom, y la invención puede ser llevada a cabo almacenando información de encaminamiento en cualquier estructura de datos que estar igual, o mejor, adaptada para una representación compacta de ser miembro de un conjunto. Por ejemplo, la invención puede ser alternativamente llevada a cabo utilizando Máquinas de Estado de Aproximación para almacenar la información de encaminamiento. Las Máquinas de Estado de Aproximación son descritas por ejemplo, por Bonomi et al., en "Beyond Bloom Filters: From Approximate Membership Checks to Approximate State Machines", en la conferencia de Procedimientos de ACM SIGCOMM de 2006, disponible en:

http://www.sigcomm.org/sigcomm2006/discussion/showpaper.php?paper_id=30

40 La Figura 2 es un diagrama de bloques esquemático que muestra una red 10 de acuerdo con una realización de la presente invención. En la red 10 de la Figura 2, los Encaminadores de Acceso/Puertas de Enlace de Telefonía Móvil 13a-13e pertenecen a un dominio de NetLMM y los Encaminador de Acceso/Puerta de Enlace de Telefonía Móvil 13f pertenecen a otro dominio de NetLMM (no mostrado de manera completa en la Figura 2). Cada Encaminador de Acceso tiene uno o más puntos de acceso asociados (los puntos de acceso asociados con los Encaminadores de Acceso 13a-13c han sido omitidos en la Figura 2 en aras de la claridad). Los Encaminadores de Acceso de un dominio tienen una arquitectura distribuida, y no se requiere el Ancla de Movilidad Local de la Figura 1.

45 La arquitectura distribuida de la Figura 2 requiere que se distribuya información de encaminamiento entre cada Encaminador de Acceso 13a-13e de un dominio de NetLMM para proporcionar una estructura de encaminamiento distribuida, implementada de manera conjunta por los Encaminadores de Acceso de un dominio de NetLMM. De acuerdo con la presente invención las cabeceras de almacenamiento y de comunicación de este planteamiento se hacen tolerables mediante el uso de filtros Bloom para almacenar información de encaminamiento. Los filtros Bloom son una manera de almacenamiento eficiente de representar el ser miembro de un conjunto. Se describen con detalle por ejemplo en:

http://en.wikipedia.org/wiki/Bloom_filter

5 Inicialmente, cada Encaminador de Acceso de un dominio de NetLMM calcula un filtro Bloom Local que representa el conjunto de nodos de telefonía móvil que están actualmente detrás de él. Es preferible usar filtros Bloom contadores en lugar de filtros Bloom planos, puesto que esto hace más fácil borrar nodos del filtro Bloom de un Encaminador de Acceso cuando un Nodo de Telefonía Móvil abandona ese Encaminador de Acceso. A continuación, el filtro Bloom Local de cada Encaminador de Acceso en el dominio es distribuido a todos los demás Encaminadores de Acceso en el dominio de NetLMM particular, y es también distribuido a cualesquiera Puertas de Enlace de Acceso eventuales hacia la parte fija de la red o de cualesquiera redes externas. Los filtros Bloom enviados por un Encaminador de Acceso a los otros Encaminadores de Acceso del dominio, y a las Puertas de Enlace del dominio, se llaman "Filtros Bloom Salientes" cuando son recibidos por los otros Encaminadores de Acceso o por cualquier Puerta de Enlace de Acceso. Los filtros Bloom Salientes se utilizan para proporcionar información de encaminamiento de paquete en ese dominio. (Debe observarse que las Puertas de Enlace de Acceso no crean filtros Bloom Locales, puesto que los Nodos de Telefonía Móvil no pueden moverse hacia aquellas partes de la red sin perder su dirección de IP basada en NetLMM actual. Es decir, la movilidad está confinada al conjunto de Encaminadores de Acceso en un dominio de NetLMM, y la invención puede así proporcionar movilidad de intra-enlace o movilidad local pero no Movilidad Global.)

15 Este método se muestra esquemáticamente en la Figura 5. Inicialmente, en la etapa 1, se determina un filtro Bloom para un Encaminador de Acceso de un dominio para representar el conjunto de nodos de telefonía móvil que están actualmente detrás de ese Encaminador de Acceso. Este filtro Bloom es a continuación enviado a otros Encaminadores de Acceso del dominio (y también a cualquier Puerta de Enlace de Acceso del dominio) en la etapa 2. Se realiza a continuación una determinación, en la etapa 3, de si se ha determinado un filtro Bloom para todos los Encaminadores de Acceso del dominio para los cuales deben ser determinados filtros Bloom, y las etapas 1 y 2 se repiten hasta que se obtiene una determinación de "sí" en la etapa 3.

20 Los filtros Bloom Salientes para cada Encaminador de Acceso en un dominio de NetLMM forman conjuntamente la tabla de encaminamiento para ese dominio. Cuando se recibe un paquete destinado a un Nodo de Telefonía Móvil especificado, por ejemplo, en una Puerta de Enlace de Acceso de un dominio, es necesario determinar a qué Encaminador de Acceso debe ser enviado el paquete. Para ello, son consultados los filtros Bloom Salientes de todos los Encaminadores de Acceso del dominio (por ejemplo usando un algoritmo $O(\log n)$), para determinar tras qué Encaminador de Acceso está actualmente el Nodo de Telefonía Móvil especificado. El paquete es a continuación enviado a ese Encaminador de Acceso. (La notación algoritmo " $O(\log n)$ " es una notación estándar para medición de complejidad de algoritmo. Significa básicamente que cualquier algoritmo que escala de manera logarítmica, es decir, dado que hay n elementos sobre los que trabaja ese algoritmo, existe la necesidad de operaciones $O(\log n)$ para ejecutar el algoritmo, donde O es una función lineal.)

35 Una ventaja del uso de filtros Bloom es que, con un hardware adecuado, es posible comprobar un gran número de filtros Bloom en paralelo (es decir, simultáneamente). Es preferible que los filtros Bloom Salientes de los Encaminadores de Acceso del dominio sean consultados simultáneamente, puesto que esto minimiza el tiempo requerido para determinar el Encaminador de Acceso hacia el cual debe enviarse un paquete. La comprobación simultánea de filtros Bloom se describe (en diferentes contextos), por ejemplo, en:

http://www.arl.wustl.edu/~sarang/Deep_Paquet_Inspection_using_Parallel_Bloom_filters.pdf

<http://drona.csa.iisc.ernet.in/~mit/papers/HiPC05.pdf>

40 Debe observarse que una característica de un filtro Bloom es que puede proporcionar falsos positivos pero no proporciona falsos negativos. Es decir, cuando los filtros Bloom Salientes de todos los Encaminadores de Acceso de un dominio de NetLMM son consultados para determinar tras qué Encaminador de Acceso del dominio está actualmente un Nodo de Telefonía Móvil especificado, puede ser devuelta más de una coincidencia - es decir, además de identificar el verdadero Encaminador de Acceso del dominio tras el cual está actualmente el Nodo de Telefonía Móvil especificado, uno o más Encaminadores de Acceso diferentes pueden ser falsamente identificados como teniendo el Nodo de Telefonía Móvil actualmente detrás de ellos. En este caso, el paquete es encaminado a cada uno de los Encaminadores de Acceso identificados sólo para ser eventualmente eliminado por cualesquiera Encaminadores de Acceso identificados incorrectamente, que se darán cuenta de que el paquete recibido está destinado a un Nodo de Telefonía Móvil que no está presente en ese Encaminador de Acceso.

50 Puesto que un filtro Bloom no proporciona falsos negativos, la lista de Encaminadores de Acceso devuelta cuando se consultan los filtros Bloom Salientes debe incluir el Encaminador de Acceso correcto, es decir, debe incluir el Encaminador de Acceso tras el cual se encuentra actualmente el Nodo de Telefonía Móvil especificado.

55 Las principales etapas de este método se muestran en la Figura 6. Inicialmente, en la etapa 1, un paquete destinado a un Nodo de Telefonía Móvil de un dominio es recibido en un Encaminador de Acceso o Puerta de Enlace del dominio. En este método, por lo tanto, el Encaminador de Acceso o Puerta de Enlace inicialmente consulta (etapa 2) el filtro Bloom Saliente recibido de un Encaminador de Acceso del dominio, para determinar si el Nodo de Telefonía Móvil está actualmente detrás de ese Encaminador de Acceso. A continuación se comprueba (etapa 3) si el filtro Bloom Saliente recibido de cada Encaminador de Acceso del dominio ha sido consultado. Si no se han comprobado todos los filtros Bloom, la etapa 2 se repite para el filtro Bloom Saliente recibido de otro Encaminador de Acceso del dominio y se repite de nuevo la etapa 3. (Puede utilizarse un contador adecuado para controlar qué filtros Bloom han sido

consultados, siendo el contador incrementado tras cada determinación "no" en la etapa 3.) Las etapas 2 y 3 se repiten hasta que el filtro Bloom Saliente de cada uno de los demás Encaminadores de Acceso del dominio ha sido consultado y se obtiene una determinación "sí" en la etapa 3. El paquete es a continuación enviado (etapa 4) a cada Encaminador de Acceso que produce una determinación "sí" en la etapa 2.

5 Alternativamente, la etapa de enviar el paquete puede ser llevada a cabo antes de la etapa 3, de manera que cada vez que se obtiene una determinación "sí" en la etapa 2 el paquete es enviado al Encaminador de Acceso que tiene el filtro Bloom que proporcionó la determinación "sí".

10 Si cada filtro Bloom proporciona una determinación "no", esto indicaría que el Nodo de Telefonía Móvil de objetivo no está detrás de ningún Encaminador de Acceso del dominio (por ejemplo si el Nodo de Telefonía Móvil acaba de abandonar el dominio). En este caso el paquete es simplemente borrado, como es conocido en las redes de IP.

Si un paquete está destinado a un Nodo de Telefonía Móvil unido localmente a un Encaminador de Acceso, el Encaminador de Acceso puede encaminar el paquete usando su filtro Bloom entrante (se definirá a continuación) o podría utilizar otros mecanismos de encaminamiento para encaminar el paquete antes de consultar su filtro Bloom. El uso del filtro Bloom entrante del Encaminador de Acceso puede ser más eficiente en recursos.

15 Cuandoquiera que un Nodo de Telefonía Móvil se mueve de un Encaminador de Acceso a otro, los correspondientes filtros Bloom deben ser actualizados. Esto se describe con detalle a continuación pero, de manera breve, esto se implementa distribuyendo los correspondientes cambios a los filtros Bloom relevantes entre todos los Encaminadores de Acceso de un dominio. Las principales etapas se muestran en la Figura 7. En la etapa 1 de la Figura 7, un Nodo de Telefonía Móvil se mueve de un Encaminador de Acceso a otro Encaminador de Acceso. En la etapa 2 el "nuevo" Encaminador de Acceso (es decir, el Encaminador de Acceso al cual se ha movido el Nodo de Telefonía Móvil) añade la identidad del Nodo de Telefonía Móvil a su filtro Bloom Local, y en la etapa 3 envía detalles del correspondiente cambio a todos los demás Encaminadores de Acceso del dominio, y a cualquier Puerta de Enlace del dominio, haciendo que actualicen sus respectivos filtros Bloom Salientes. De manera similar, en la etapa 4 el "antiguo" Encaminador de Acceso (es decir, el Encaminador de Acceso desde el cual se ha movido el Nodo de Telefonía Móvil) borra la identidad del Nodo de Telefonía Móvil de su filtro Bloom Local y en la etapa 5 envía detalles de los correspondientes cambios a otros Encaminadores de Acceso del dominio (excepto que, en el caso de una arquitectura semi-distribuida como en la Figura 4, el "antiguo" Encaminador de Acceso no envía detalles de los cambios directamente a los Encaminadores de Acceso 13e,13f que son jerárquicamente dependientes de otro Encaminador de Acceso), y a Puertas de Enlace de Acceso del dominio, haciendo que actualicen sus respectivos filtros Bloom Salientes. (Sería posible enviar el filtro Bloom actualizado completo en lugar de detalles acerca de las actualizaciones al filtro Bloom, pero en la práctica es probable que no sea deseable debido a la cantidad de datos que sería necesario transferir.)

35 En la Figura 7 las etapas 2 y 3 son llevadas a cabo en el "nuevo" Encaminador de Acceso mientras que las etapas 4 y 5 son llevadas a cabo en el "antiguo" Encaminador de Acceso. Por lo tanto, en la Figura 7 se muestran las etapas 2 y 3 ocurriendo en paralelo a las etapas 4 y 5, y la secuencia exacta en la cual son llevadas a cabo las etapas 2 y 4, o las etapas 3 y 5, no es esencial. Debe observarse que es inicialmente suficiente para el nuevo Encaminador de Acceso enviar detalles de su filtro Bloom actualizado a los otros Encaminadores de Acceso y a cualquier Puerta de Enlace. Cualquier retardo en que el antiguo Encaminador de Acceso envíe detalles de su filtro Bloom actualizado a los otros Encaminadores de Acceso y a cualquier Puerta de Enlace simplemente significará que se enviará un paquete tanto a los Encaminadores de Acceso antiguos como a los nuevos - puesto que en el caso de cualesquiera falsos positivos provocados por los inherentes falsos positivos en los filtros Bloom, cualesquiera falsos positivos debidos a un retardo en borrar un Nodo de Telefonía Móvil del filtro Bloom Local de un Encaminador de Acceso provocan meramente que algunos paquetes resulten duplicados en la red, sólo para ser eventualmente borrados por el Encaminador de Acceso que se da cuenta de que el paquete recibido está destinado a un nodo que ya no está detrás de él. De acuerdo con esto, las correspondientes adiciones y borrados pueden ser distribuidos de una manera lenta, epidémica. En una realización preferida, un algoritmo de propagación epidémico, adoptado de Alan Demers et al. "Epidemic algorithms for replicated database maintenance", 6th PODC, páginas 1-12, New York, NY. 1987, y modificado para adherirse a los patrones de tráfico observados del dominio, proporcionando por ello una mayor eficiencia.

50 Comparada con la actual arquitectura de IETF NetLMM de la Figura 1, la presente invención proporciona el beneficio de que la eliminación del Ancla de Movilidad Local significa que no hay un único punto de fallo en la red. La presente invención proporciona también potencialmente una mayor escalabilidad que los Encaminadores de Acceso jerárquicos de la Figura 1.

55 Además, la presente invención puede ser aplicada junto con la invención "Gestión de Movilidad Local Basada en la Red" descrita en la solicitud co-dependiente PCT/EP 2007/055928, con la misma fecha de solicitud que esta solicitud, en la cual los Encaminadores de Acceso de la red de la Figura 1 son proporcionados con funcionalidad de HIP (Host Identity Protocol - Protocolo de Identidad de Anfitrión). En breve, en una solución de NetLMM básica se asume que los Encaminadores de Acceso/Puertas de Enlace de Acceso de Telefonía Móvil son estacionarios. La invención co-dependiente les permite ser móviles, usando movilidad basada en HIP, en el sentido de que pueden ser movidos con respecto a la infraestructura de IP subyacente sin que estos cambios sean visibles para la funcionalidad de NetLMM. Por lo tanto, la invención co-dependiente permite soportar sub-redes de telefonía móvil y otros tipos de encaminadores

de telefonía móvil. Cuando la presente invención se combina con la invención co-dependiente, la combinación permite que los Encaminadores de Acceso de NetLMM de telefonía móvil se conecten entre sí sin una infraestructura extra. La Figura 3 es un diagrama esquemático de bloques que muestra una realización en la cual los Encaminadores de Acceso de la realización de la Figura 2 están provistos de la funcionalidad de HIP.

5 Otros detalles de la incorporación de la funcionalidad de HIP se encuentran en la solicitud co-dependiente PCT/EP 2007/055928.

10 En la realización de la Figura 2 los Encaminadores de Acceso tienen una arquitectura completamente distribuida. La invención no está sin embargo limitada a esto, y puede también aplicarse a una arquitectura parcialmente distribuida como se muestra en la Figura 4. En la arquitectura parcialmente distribuida de la Figura 4, un único Encaminador de Acceso puede representar una jerarquía de Encaminadores de Acceso para formar simplemente una unión de los filtros Bloom Locales que recibe de los Encaminadores de Acceso debajo de él. A continuación distribuye esta unión hacia los otros Encaminadores de Acceso, mientras que él mismo mantiene los filtros Bloom Locales recibidos separados como sus filtros Bloom Salientes con respecto a los Encaminadores de Acceso bajo él, con el fin de poder encaminar cualesquiera paquetes recibidos correctamente. En el ejemplo de la Figura 4, los Encaminadores de Acceso 13a-13d tienen una arquitectura distribuida, como se ha descrito anteriormente. El encaminador de Acceso 13d, no obstante, representa una jerarquía de Encaminadores de Acceso, representada aquí mediante dos Encaminadores de Acceso 13e,13f. Los Encaminadores de Acceso 13e,13f envían sus filtros Bloom locales hacia el Encaminador de Acceso 13d, que forma una unión de los filtros Bloom locales de los Encaminadores de Acceso 13e,13f y de su propio filtro Bloom, y transmite la unión a los otros Encaminadores de Acceso 13a-13c en el dominio de NetLMM y también a cualquier Puerta de Enlace (no mostrada) del dominio. Cuando un paquete entrante destinado a un Nodo de Telefonía Móvil detrás de cualquiera de los Encaminadores de Acceso 13d,13e ó 13f es recibido, por ejemplo, en el Encaminador de Acceso 13a, el Encaminador de Acceso 13a consultará su filtro Bloom Saliente, determinará que el paquete debe ser enviado al Encaminador de Acceso 13d, y a continuación envía el paquete al Encaminador de Acceso 13d.

25 El Encaminador de Acceso 13d guarda los filtros Bloom Salientes individuales para los Encaminadores de Acceso 13e,13f que están debajo de él (es decir, los filtros Bloom locales enviados por los Encaminadores de Acceso 13e,13f) así como su propio filtro Bloom local. Cuando llega un paquete en el Encaminador de Acceso 13d, el Encaminador de Acceso 13d consulta el filtro Bloom local y sus filtros Bloom Salientes para determinar si el Nodo de Telefonía Móvil al cual está destinado el paquete está detrás del propio Encaminador de Acceso 13d, está detrás del Encaminador de Acceso 13e, está detrás del Encaminador de Acceso 13f, o está detrás de cualquier otro Encaminador de Acceso, y encamina el paquete de acuerdo con ello.

30 La realización de la Figura 4 puede alternativamente ser implementada para proporcionar a los Encaminadores de Acceso 13a-13f la funcionalidad de HIP. En principio, puede también ser posible implementar la realización de la Figura 4 para proporcionar sólo a los Encaminadores de Acceso 13a-13d que tienen arquitectura distribuida la funcionalidad de HIP.

35 Se describirán ahora con detalle varias características de la presente invención. Esencialmente, hay tres partes principales:

- 1 Guardar la estructura del dominio de NetLMM, o el conocimiento de qué Encaminadores de Acceso están participando en el dominio.
- 2 Guardar la información de situación acerca de los Nodos de Telefonía Móvil.
- 40 3 El algoritmo epidémico usado preferiblemente para actualizaciones en los datos.

En la realización de la Figura 2, todos los Encaminadores de Acceso de un dominio de NetLMM necesitan guardar la información de encaminamiento de otros Encaminadores de Acceso del dominio (aunque esto no es cierto para la realización parcialmente distribuida de la Figura 4). Un único Encaminador de Acceso puede considerarse como la forma degenerada de un dominio de NetLMM.

45 Para unir un nuevo Encaminador de Acceso con un dominio de NetLMM existente, es necesario que se le asigne una identidad. En una red de NetLMM plana como la de la Figura 2, esta identidad podría ser, por ejemplo, la dirección de IP estática del nuevo Encaminador de Acceso. En un proxy de HIP basado en una red de NetLMM como la de la Figura 3, por otro lado, la identidad sería la identidad de HIP (clave pública) del nuevo Encaminador de Acceso.

Para unir el dominio, el nuevo Encaminador de Acceso necesita realizar las siguientes funciones:

- 50 1 Conseguir los filtros Bloom de todos los Encaminadores de Acceso existentes en el dominio. Éstos pueden conseguirse de cualquier Encaminador de Acceso ya en el dominio.
- 2 Distribuir su identidad y su filtro Bloom Local inicial a todos los Encaminadores de Acceso existentes en el dominio, y a cualquier Puerta de Enlace del dominio. Una manera de llevar esto a cabo es simplemente distribuir la identidad del nuevo Encaminador de Acceso, puesto que puede asumirse que el filtro Bloom inicial está vacío.
- 55 Alternativamente, puede no ser necesario distribuir incluso la identidad del nuevo Encaminador de Acceso, para

permitir que la identidad sea establecida como un efecto colateral de que el nuevo Encaminador de Acceso empiece a empujar a su filtro Bloom local (véase a continuación).

En la realización parcialmente distribuida de la Figura 4, cuando el Encaminador de Acceso 13f, por ejemplo, se une será necesario enviar su identidad y su filtro Bloom local sólo al Encaminador de Acceso 13d, el cual actualizará a continuación sus filtros Bloom (es decir, añadiría el filtro Bloom recibido como un nuevo filtro Bloom Saliente correspondiente al Encaminador de Acceso 13f y actualizaría o renovaría el filtro Bloom de la unión) y enviaría detalles de modificaciones a la unión de filtro Bloom enviada previamente a los otros Encaminadores de Acceso 13a-13c que tienen una arquitectura distribuida en el dominio (y a cualquier Puerta de Enlace del dominio).

Para eliminar un Encaminador de Acceso de un dominio, la identidad del Encaminador de Acceso es borrada, y los correspondientes filtros Bloom Salientes son eliminados del otro Encaminador de Acceso del dominio. Una posible manera de implementar esto es añadir una bandera al protocolo de actualización del filtro Bloom, indicando que el Encaminador de Acceso en cuestión se está borrando.

Es posible fusionar dos (o más) dominios. Fusionando dominios se asume que todos los Encaminadores de Acceso tienen identidades distintas. Consecuentemente, para unir los dominios es suficiente llenar la red con las identidades y los filtros Bloom de todos los Encaminadores de Acceso del dominio. Aunque esto puede, en general, ser implementado en los términos del algoritmo de empuje que se va a describir a continuación, deben cuidarse ciertos aspectos con el fin de no sobrecargar temporalmente la red.

Para guardar y distribuir de manera efectiva la información acerca de en qué Encaminador de Acceso puede encontrarse un Nodo de Telefonía Móvil dado, cada Encaminador de Acceso guarda las siguientes estructuras de datos:

- Un *filtro Bloom Local* que representa los Nodos de Telefonía Móvil que se pueden alcanzar directamente de ese Encaminador de Acceso (o, en la realización parcialmente distribuida de la Figura 4, que representan los Nodos de Telefonía Móvil que se pueden alcanzar directamente de ese o de cualesquiera Encaminadores de Acceso dependientes). Este filtro es replicado en los otros Encaminadores de Acceso para ser utilizado como el filtro Bloom Saliente correspondiente a este Encaminador de Acceso; véase a continuación. Estos filtros son preferiblemente un filtro Bloom contador con el fin de permitir fáciles adiciones o borrados.

- *Filtros Bloom Salientes*, uno por cada Encaminador de Acceso. Estos filtros son recibidos de los otros Encaminadores de Acceso, y colectivamente indican, para tráfico que abandona el presente Encaminador de Acceso, a qué Encaminadores de Acceso remotos deben ser enviados paquetes.

- *Filtros Bloom Entrantes*, uno por cada Encaminador de Acceso. Estos filtros se guardan localmente y no se distribuyen. Representan información acerca de al menos los Nodos de Telefonía Móvil de inicio de tráfico entrante. Se utilizan para hacer al algoritmo de propagación epidémico más eficiente. Estos filtros son típicamente filtros Bloom simples (filtros Bloom no contadores) y son reemplazados periódicamente; pueden guardarse varias generaciones de los mismos.

Cuando un nuevo Nodo de Telefonía Móvil llega a un dominio de NetLMM, son necesarias las siguientes etapas:

- 1 Al Nodo de Telefonía Móvil se le asigna una identidad usando el bien conocido medio de IP, por ejemplo usando ENVIAR y DAD tal como especifican J. Laganier, S. Narayanan, F. Templin, en "Network-based Localized Mobility Management Interface between Mobile Node and Access Router", Internet Draft draft-ietf-netlmm-mn-ar-if-01, trabajo en curso, Junio de 2006.

- 2 La nueva identidad del Nodo de Telefonía Móvil es añadida al filtro Bloom Local del Encaminador de Acceso al cual ha llegado el Nodo de Telefonía Móvil.

- 3 El cambio al filtro Bloom Local del Encaminador de Acceso al cual ha llegado el Nodo de Telefonía Móvil es distribuido a los otros Encaminadores de Acceso, como se explica a continuación. Los otros Encaminadores de Acceso introducen los datos en sus correspondientes filtros Bloom Salientes.

Cuando un Nodo de Telefonía Móvil se mueve de un Encaminador de Acceso, llamado el "antiguo Encaminador de Acceso", a otro Encaminador de Acceso, llamado el "nuevo Encaminador de Acceso", son necesarias las siguientes etapas:

- 1 El nuevo Encaminador de Acceso informa al antiguo Encaminador de Acceso acerca de la llegada del nodo de telefonía móvil. El nuevo Encaminador de Acceso determina el antiguo Encaminador de Acceso consultando sus filtros Bloom Salientes, es decir, determinando a qué Encaminador de Acceso habría enviado previamente paquetes destinados a ese Nodo de Telefonía Móvil antes de que el Nodo de Telefonía Móvil haya llegado a él. Si hay varias coincidencias, envía el mensaje de actualización a todos los Encaminadores de Acceso coincidentes (véase también la descripción de actualizaciones epidémicas, a continuación).

2 El nuevo Encaminador de Acceso continúa como en el caso de un nuevo Nodo de Telefonía Móvil, véase lo anterior.

3 El antiguo Encaminador de Acceso continúa como en el caso de un Nodo de Telefonía Móvil que desaparece, véase lo que sigue a continuación.

5 Es preferible que la información de la nueva situación preceda a la información acerca de la situación que desaparece, de manera que siempre hay información de encaminamiento para el Nodo de Telefonía Móvil presente.

Cuando un Encaminador de Acceso nota que un Nodo de Telefonía Móvil ha desaparecido, bien por sí mismo o activado mediante un mensaje de cambio enviado por un nuevo Encaminador de Acceso, lleva a cabo las siguientes etapas:

10 1 El Encaminador de Acceso se asegura de que el MN ya no es directamente alcanzable, por ejemplo, por un medio de IP estándar, como especifican J. Laganier, S. Narayanan, F. Templin, en "Network-based Localized Mobility Management Interface between Mobile Node and Access Router", Internet Draft draft-ietf-netlmm-mn-ar-if-01, trabajo en curso, Junio de 2006.

2 El Encaminador de Acceso elimina la identidad del MN de su filtro Bloom Local.

15 3 El cambio al filtro Bloom es distribuido a los otros Encaminadores de Acceso, por ejemplo como se explica en la descripción de actualizaciones epidémicas, a continuación.

Cuando el filtro Bloom Local de un Encaminador de Acceso de un dominio de NetLMM cambia, los cambios son distribuidos a otros Encaminadores de Acceso del dominio para permitir que actualicen sus filtros Bloom Salientes. En una realización preferida de la invención, los cambios a los filtros Bloom Locales son distribuidos utilizando los algoritmos de propagación de rumores y de anti-entropía propuestos por Alan Demers et al. en "Epidemic algorithms for replicated database maintenance", 6th PODC, páginas 1-12, New York, NY (1987), con las siguientes modificaciones:

20 1 En el caso de nodos que se mueven por el interior o que llegan, las actualizaciones son en primer lugar enviados a los Encaminadores de Acceso en los que el nodo parece haber estado, de acuerdo con los filtros Bloom Salientes.

25 2 En el caso de nodos que salen y desaparecen, las actualizaciones son en primer lugar enviadas a los Encaminadores de Acceso o puertas de enlace desde los cuales ha habido tráfico reciente hacia el nodo que se mueve o que desaparece, dado.

Los Encaminadores de Acceso pueden fácilmente controlar de dónde viene el tráfico entrante usando sus filtros Bloom Entrantes.

30 Una vez que las actualizaciones han sido enviadas en primer lugar a las antiguas situaciones y a las fuentes de datos recientes, los algoritmos de propagación de rumores y de anti-entropía propuestos por Demers et al. puede entonces ser utilizados de esa manera.

35 La invención ha sido descrita anteriormente con referencia a ciertas realizaciones preferidas. La invención no está sin embargo limitada a estas realizaciones descritas y la invención puede ser variada con respecto a las realizaciones descritas. El ámbito de protección va a ser definido de acuerdo con esto por las reivindicaciones adjuntas en lugar de por las realizaciones preferidas descritas anteriormente.

REIVINDICACIONES

- 1 Una red que comprende una pluralidad de Encaminadores de Acceso (13a-13f) dispuestos en uno o más dominios de NetLMMs; **caracterizada porque** el dominio comprende información de encaminamiento distribuida, estando la información de encaminamiento distribuida, almacenada en uno o más filtros Bloom o en equivalentes a filtros Bloom; y en la que un Encaminador de Acceso (13a-13f) guarda, en uso, un filtro Bloom o un equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de qué Nodos de Telefonía Móvil (5) están actualmente detrás de otro Encaminador de Acceso (13a-13f).
- 2 Una red de acuerdo con la reivindicación 1 en la que los citados Encaminadores de Acceso (13a-13f) están también asociados con un respectivo filtro Bloom o con un equivalente a filtro Bloom, representando el filtro Bloom o el equivalente a filtro Bloom de un Encaminador de Acceso (13a-13f) a los nodos de telefonía móvil que actualmente están detrás del Encaminador de Acceso.
- 3 Un método de proporcionar información de encaminamiento en un dominio de NetLMM, estando el método **caracterizado porque** comprende las etapas de:
- a) en un Encaminador de Acceso (13a-13f) del dominio, actualizar un primer filtro Bloom o un primer equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de qué Nodos de Telefonía Móvil (5) están actualmente detrás del Encaminador de Acceso como consecuencia de un cambio en los Nodos de Telefonía Móvil que están detrás del Encaminador de Acceso;
 - b) enviar información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom al menos a otro Encaminador de Acceso (13a-13f) del dominio; y
 - c) mantener, en el Encaminador de Acceso (13a-13f), un segundo filtro Bloom o un segundo equivalente a filtro Bloom, conteniendo el segundo filtro Bloom o el segundo equivalente a filtro Bloom información acerca de qué Nodos de Telefonía Móvil están actualmente detrás de un tercer Encaminador de Acceso.
- 4 Un método de acuerdo con la reivindicación 3 en el que la etapa (b) comprende el uso de un algoritmo epidémico para enviar información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom a otros Encaminadores de Acceso (13a-13f).
- 5 Un método de acuerdo con la reivindicación 3 ó 4 en la que el cambio es la llegada de un Nodo de Telefonía Móvil (5) detrás del Encaminador de Acceso (13a-13f) y la etapa (a) comprende añadir la identidad del Nodo de Telefonía Móvil al primer filtro Bloom o al primer equivalente a filtro Bloom del Encaminador de Acceso.
- 6 Un método de acuerdo con la reivindicación 5 en el que la etapa (b) comprende enviar información acerca de la actualización del primer filtro Bloom o del primer equivalente a filtro Bloom dirigido a un Encaminador de Acceso tras el cual parece haber estado el Nodo de Telefonía Móvil.
- 7 Un método de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende también recibir, en el Encaminador de Acceso (13a-13f), un paquete; y determinar un destino para el paquete a partir de la información almacenada en el segundo filtro Bloom o en el segundo equivalente a filtro Bloom.
- 8 Un método de acuerdo con la reivindicación 7 en el que el destino es un Nodo de Telefonía Móvil accesible desde otro Encaminador de Acceso dentro del dominio.
- 9 Un método de acuerdo con la reivindicación 7 u 8 y que comprende encaminar el paquete hacia el destino determinado a partir de la información de encaminamiento.
- 10 Un Encaminador de Acceso (13a-13f) de un dominio de NetLMM, estando el Encaminador de Acceso **caracterizado porque** comprende información de encaminamiento almacenada en un primer filtro Bloom o en un primer equivalente a filtro Bloom, conteniendo el primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom información acerca de qué Nodos de Telefonía Móvil (5) están actualmente detrás del Encaminador de Acceso; en el que el Encaminador de Acceso comprende además un segundo filtro Bloom o un segundo equivalente a filtro Bloom, conteniendo el segundo filtro Bloom o el segundo equivalente a filtro Bloom información acerca de qué Nodos de Telefonía Móvil están actualmente detrás de otro Encaminador de Acceso.
- 11 Un Encaminador de Acceso (13a-13f) de acuerdo con la reivindicación 10 y adaptado para actualizar el primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom como consecuencia de un cambio en las rutas hacia uno de los citados Nodos de Telefonía Móvil (5) que están detrás del Encaminador de Acceso, y adaptado para enviar información acerca de la actualización del filtro Bloom o del equivalente a filtro Bloom al menos hacia otro Encaminador de Acceso del dominio.
- 12 Un Encaminador de Acceso (13a-13f) de acuerdo con la reivindicación 11 y adaptado, subsiguientemente a la llegada de un Nodo de Telefonía Móvil (5) detrás del Encaminador de Acceso, para añadir la identidad del Nodo de Telefonía Móvil al primer filtro Bloom o al primer equivalente a filtro Bloom.

13 Un Encaminador de Acceso (13a-13f) de acuerdo con la reivindicación 10 u 11 y adaptado para enviar información acerca de la actualización del filtro Bloom o del equivalente a filtro Bloom a otros Encaminadores de Acceso del dominio usando un algoritmo epidémico.

5 14 Un Encaminador de Acceso (13a-13f) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12 en la que el primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom es un filtro Bloom contador.

10 15 Un Encaminador de Acceso (13a-13f) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13 en el que el primer filtro Bloom o el primer equivalente a filtro Bloom es una unión de un filtro Bloom o de un equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están directamente detrás del Encaminador de Acceso y un filtro Bloom o un equivalente a filtro Bloom que contiene información acerca de los Nodos de Telefonía Móvil que actualmente están detrás de otro Encaminador de Acceso que está asociado jerárquicamente debajo del Encaminador de Acceso.

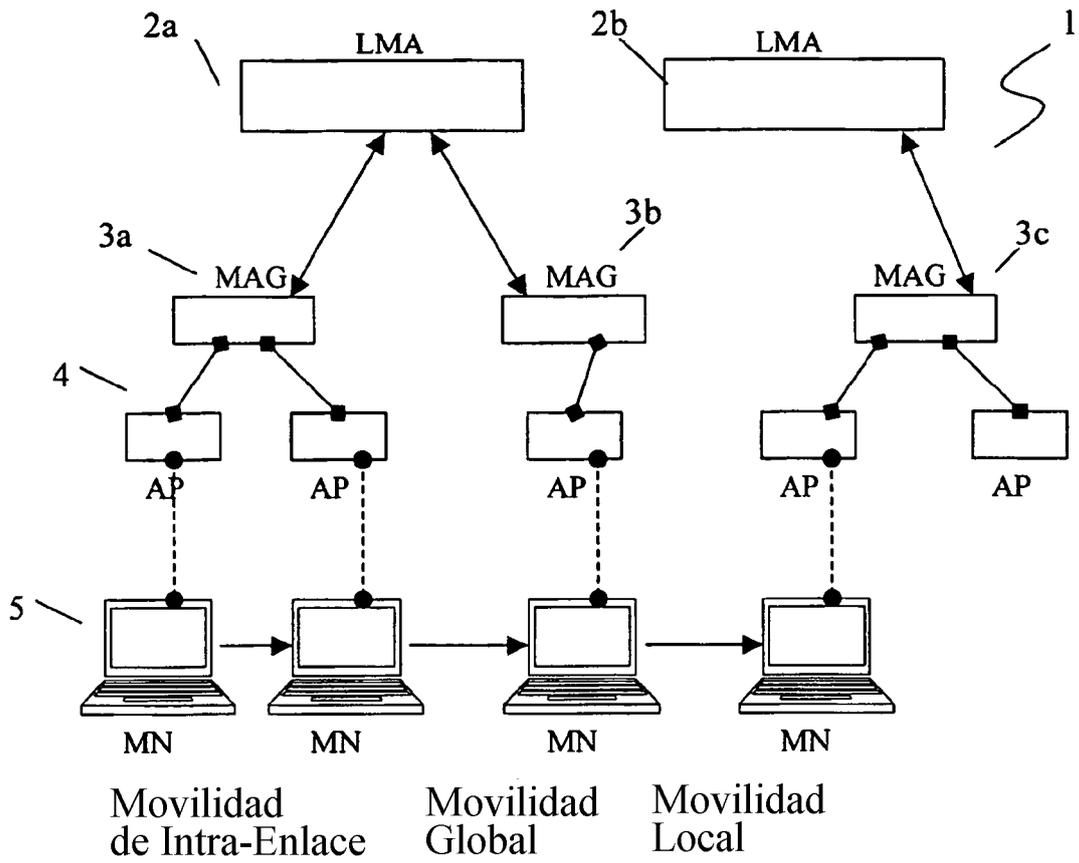


Figura 1

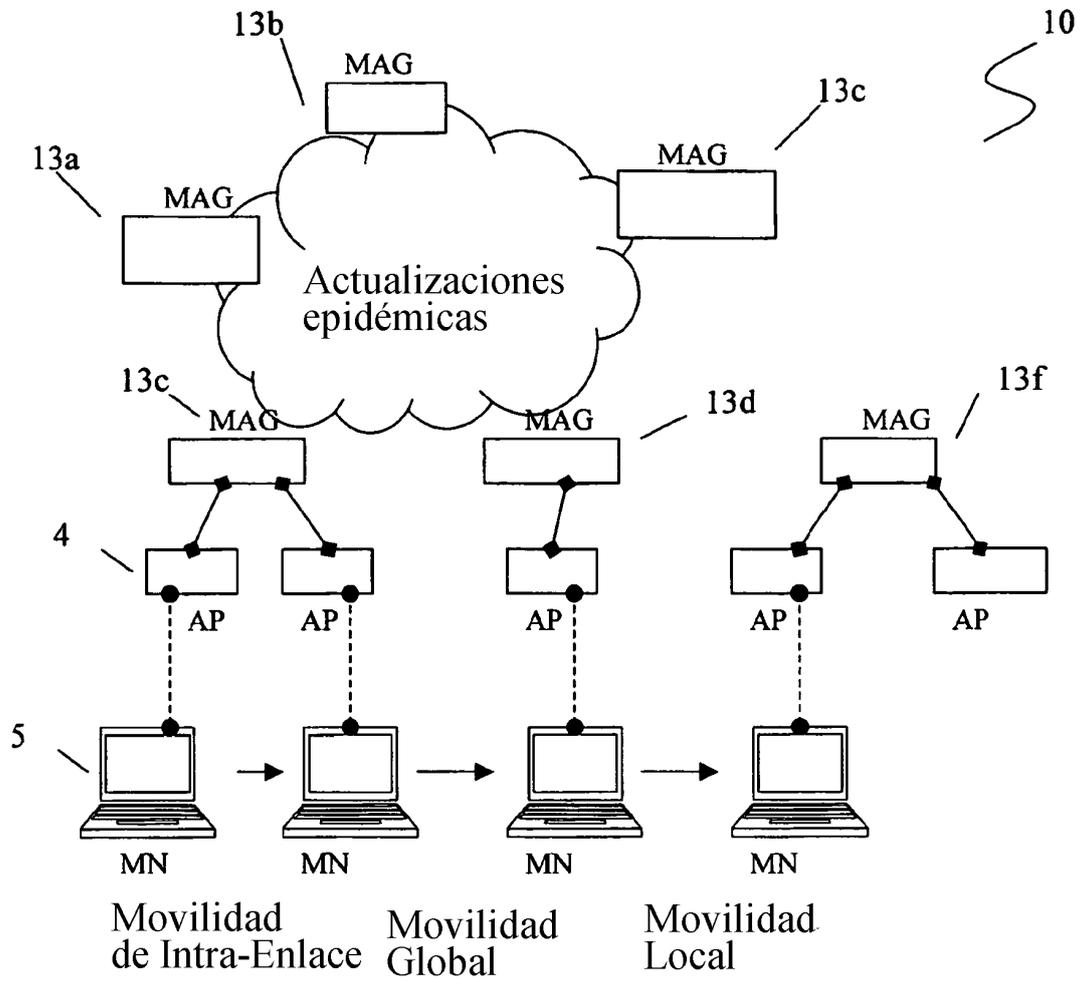


Figura 2

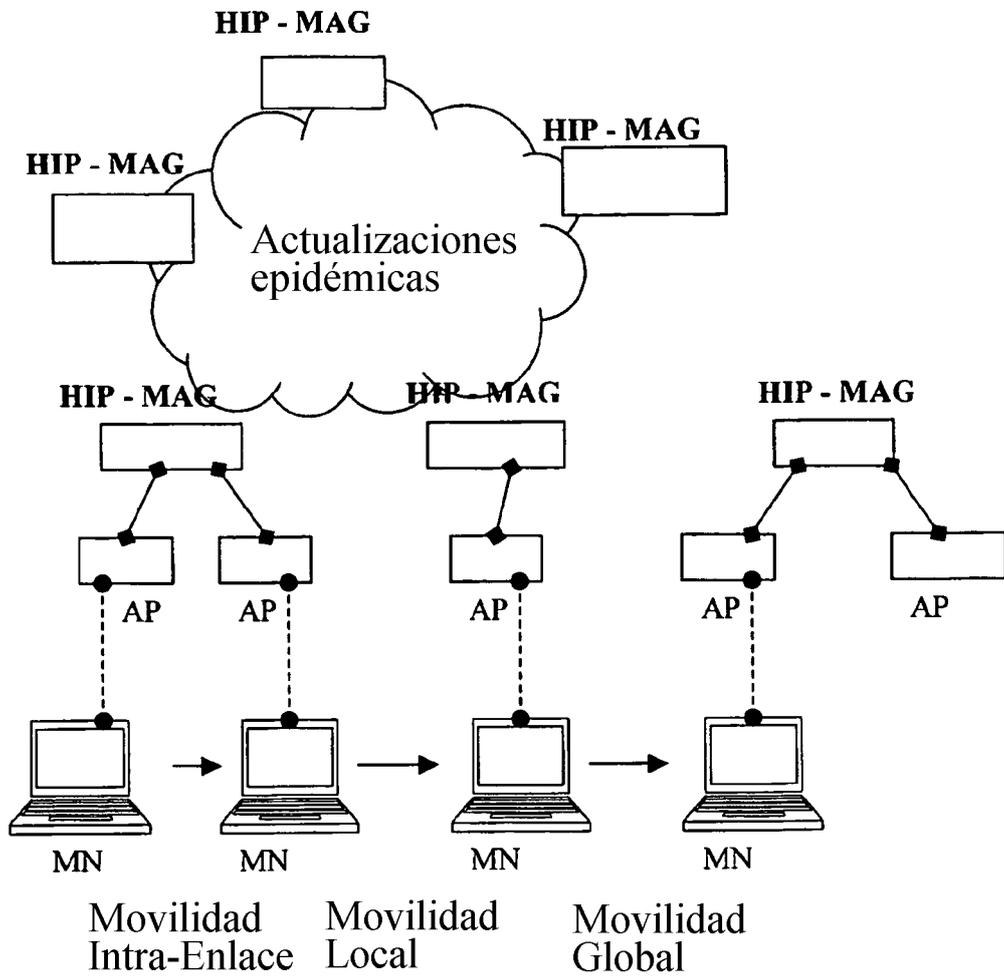


Figura 3

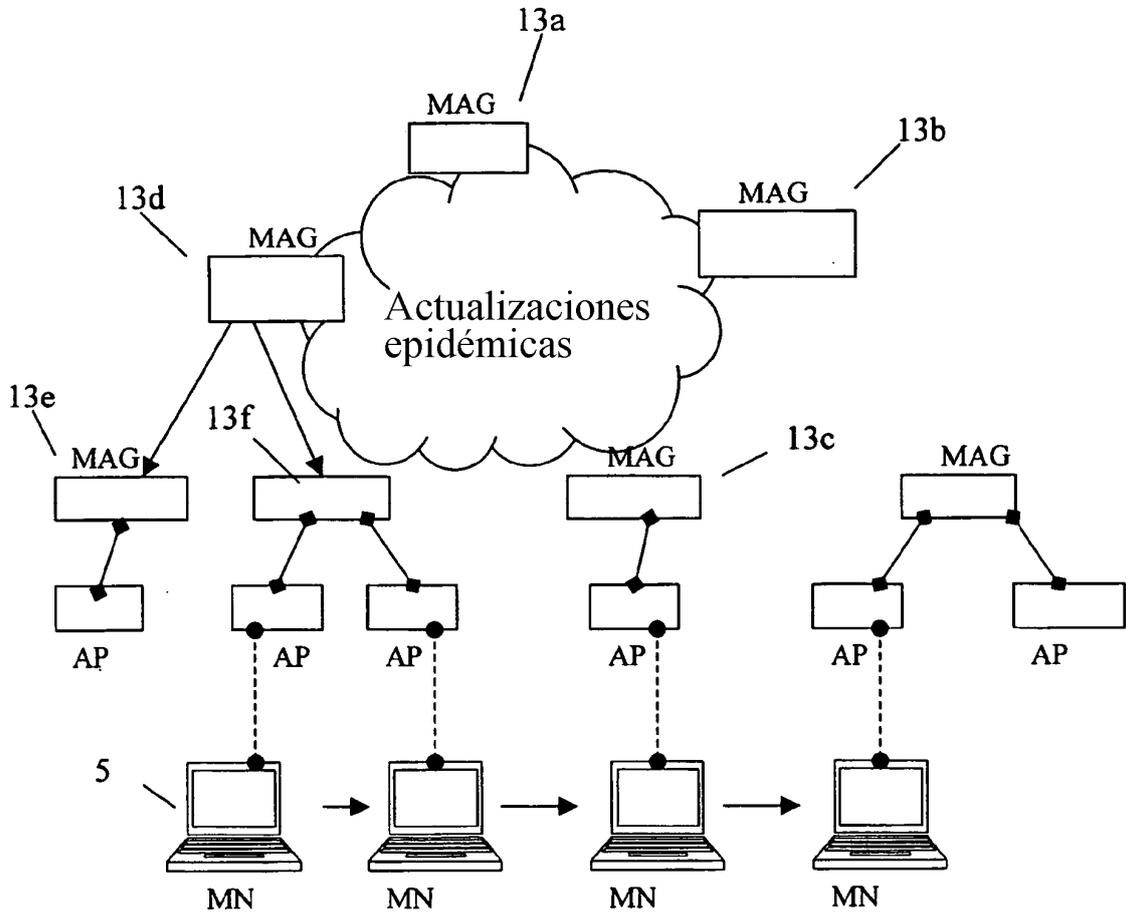
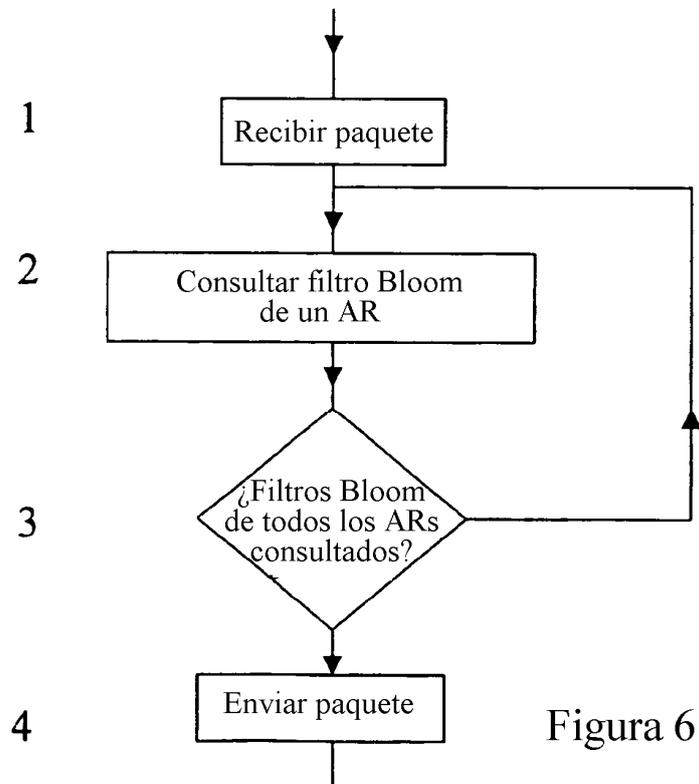
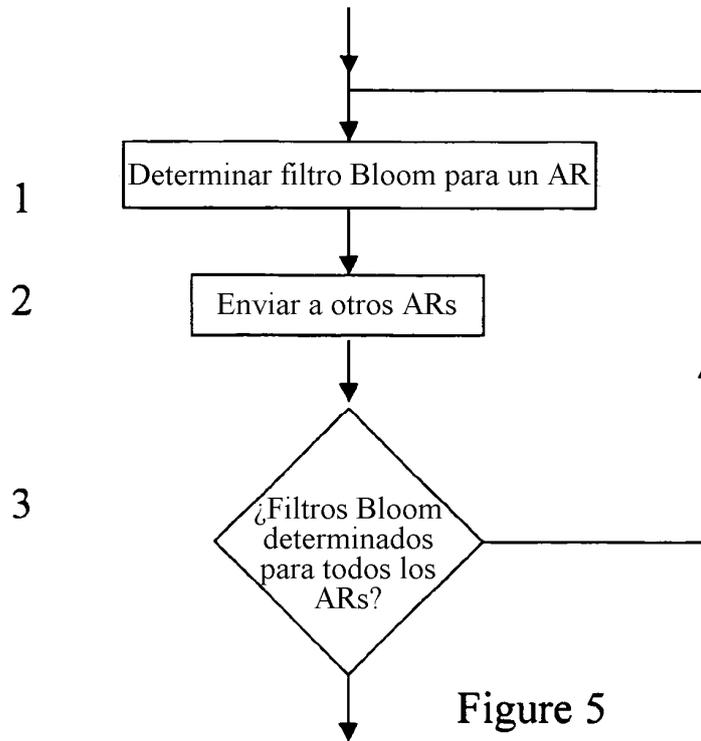


Figura 4



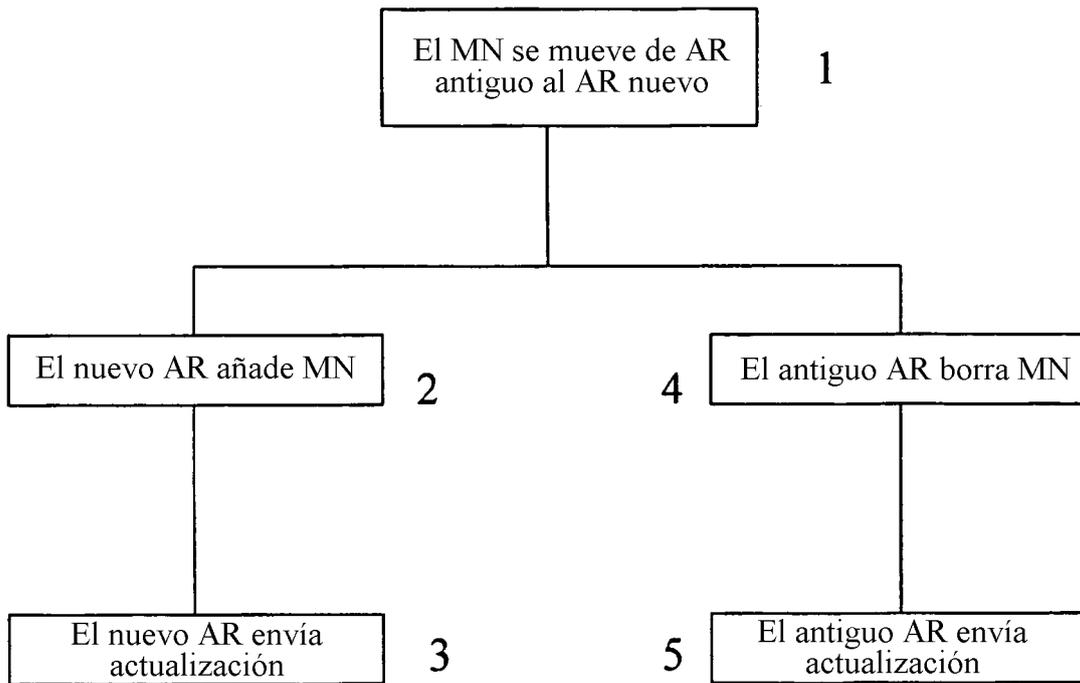


Figura 7