

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 115**

51 Int. Cl.:
H04W 40/04 (2009.01)
H04L 12/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08807677 .3**
96 Fecha de presentación: **16.09.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2198650**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.06.2010**

54 Título: **ENRUTAMIENTO DE UNA COMUNICACIÓN EN UNA RED INALÁMBRICA DE TELECOMUNICACIONES.**

30 Prioridad:
21.09.2007 IT TO20070661

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
13.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
13.02.2012

73 Titular/es:
SELEX ELSAG S.P.A.
Via Giacomo Puccini 2
16154 Genova, IT

72 Inventor/es:
BRUNO, Vittorio;
TITTONI, Patrizia;
POGGI, Maurizio;
DE DOMENICO, Maurizio y
CARRIERO, Michele

74 Agente: **Linage González, Rafael**

ES 2 374 115 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

Enrutamiento de una comunicación en una red inalámbrica de telecomunicaciones

5 La presente invención se refiere a protocolos de enrutamiento para redes inalámbricas.

Más específicamente, la invención se refiere a un método de enrutamiento de comunicaciones para una red inalámbrica de telecomunicaciones de malla.

10 El documento US 2005/0099943 da a conocer un control de recurso de radio y de tráfico en un dispositivo inalámbrico en el que se selecciona un primer conjunto de recursos de transmisión de radio. Entonces se busca una trayectoria con respecto a cada nodo de destino de la corriente, llevando cada trayectoria desde el dispositivo inalámbrico de comunicaciones hasta el nodo de destino en cuestión y satisfaciendo el requisito de nivel de servicio correspondiente a ese nodo de destino.

15 El protocolo AODV (por sus siglas en inglés: "Ad Hoc On-Demand Distance Vector") de enrutamiento es un algoritmo de enrutamiento para redes de móvil a medida, es decir redes formadas por un grupo de nodos móviles conectados por medio de conexiones inalámbricas. En este tipo de red, todos los nodos del sistema colaboran para identificar la ruta óptima a lo largo de la cual enrutar paquetes de datos, es decir la ruta que posibilita que el receptor sea alcanzado lo más rápidamente posible.

20 El protocolo AODV permite realizar un enrutamiento de tipo dinámico teniendo en cuenta la carga y las características de red. Este algoritmo permite, bajo pedido, es decir cuando es necesario enviar datos, identificar una ruta óptima desde un nodo de origen hasta un receptor, "saltando" sobre uno o más nodos intermedios si es necesario, usando un vector transmisor asociado a cada nodo. Tales vectores transmisivos están configurados para posibilitar la comunicación entre nodos de red, por ejemplo se establecen la frecuencia, la modalidad y la potencia de transmisión.

25 Las redes de comunicaciones comunes para los cuerpos y fuerzas de seguridad del estado y usadas en un emplazamiento militar se basan o bien en sistemas de radio (HF, VHF, teléfono inalámbrico de largo alcance) o bien en sistemas de satélite. Los nodos de tales redes son terminales móviles que tienen, cada uno, una unidad transceptora para realizar la comunicación de datos. Las unidades transceptoras son los vectores transmisivos mencionados anteriormente.

30 Las unidades de transmisión están equipadas con una interfaz, preferiblemente del tipo LAN (éstas se usan en redes inalámbricas) o del tipo en serie (síncrona o asíncrona).

35 En sistemas convencionales, el algoritmo AODV se aplica a terminales móviles que tienen solamente una unidad de transmisión. Esto es debido a que el algoritmo AODV estándar es capaz de elegir la ruta óptima en base solo a un vector transmisor para cada terminal. Este límite algunas veces hace difíciles las transmisiones entre los terminales, especialmente si están presentes terminales que fallan.

40 Además, para el caso en el que los terminales móviles son vehículos usados en el territorio en operaciones militares, no es posible localizar rápidamente las unidades individuales y comunicarse con ellas desde una estación fija de base.

Un objeto de la presente invención es por lo tanto proponer un método de enrutamiento de comunicaciones capaz de mejorar las comunicaciones si están presentes terminales que fallan.

45 Este y otros objetos se consiguen mediante un método de enrutamiento de comunicaciones cuyas características principales están definidas en la reivindicación 1.

Realizaciones particulares forman aspectos de las reivindicaciones dependientes.

50 Otros aspectos de la invención son: una red de comunicaciones, un nodo de red y un programa para un procesador como se reivindican.

55 En resumen, un aspecto de la invención es un método de enrutamiento capaz de usar terminales móviles que tienen una pluralidad de unidades transceptoras, de identificar la ruta óptima a lo largo de la cual enrutar paquetes de datos y de seleccionar la unidad de transmisión apropiada, para cada terminal móvil, con el fin de transmitir datos. Tal método posibilita que los terminales lleven a cabo automáticamente operaciones para intercambiar mensajes o alarmas y también estipula rastrear los movimientos en el territorio de esos terminales desde una estación fija de base.

60 El método de enrutamiento de acuerdo con la invención es capaz de elegir, en base a criterios estáticos y dinámicos descritos más adelante, la ruta a ser usada para ejecutar una transmisión en una red inalámbrica de malla. El

método también es capaz de elegir la unidad de transmisión más adecuada, en cada nodo, para transferir los datos.

El método de acuerdo con la invención muestra un alto grado de fiabilidad y cumple con las certificaciones de seguridad de nivel E2 de ITSEC.

5 Otras características y ventajas de la invención quedarán claras a partir de la siguiente descripción detallada, dada solamente a modo de ejemplo no limitador, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

10 - la figura 1 es una representación esquemática de un nodo de acuerdo con la invención, y

- la figura 2 es una representación esquemática de una red inalámbrica de telecomunicaciones que opera de acuerdo con el método de la invención.

15 En la figura 1 se representa esquemáticamente una red inalámbrica de telecomunicaciones de malla, tal como un terminal móvil de la red, que comprende cuatro unidades transceptoras 4, 6, 8, 10 dispuestas para transmitir y recibir paquetes de datos, usando cada una de las unidades transceptoras 4, 6, 8, 10 de un canal predeterminado de transmisión. Tal canal de transmisión es preferiblemente de tipo VHF, UHF, HF, terminal de satélite o teléfono inalámbrico de largo alcance y está conectado al nodo 2 por mediación de una LAN o por mediación de un enlace en serie. El número de unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión comprendidas en el nodo 2 no es esencial para los fines de la invención y es concebible producir nodos que tengan cualquier número de unidades de transmisión, usando los mismos canales de transmisión o diferentes.

20 En la figura 2 se ilustra un diagrama de una red de comunicaciones, que comprende una pluralidad de nodos 2 del tipo ilustrado en la figura 1.

25 Se supone que un nodo transmisor 20 debe enviar datos a un nodo receptor 22 (comunicación de unidifusión). Alternativamente, puede haber no solo un nodo receptor 22 sino una pluralidad de ellos (comunicación de multidifusión).

30 El método de acuerdo con la invención comprende una serie de operaciones descritas más adelante que, en base a criterios estáticos y dinámicos, permite identificar una ruta óptima 24 para alcanzar el nodo receptor 22 a través de algunos de los nodos 2 de la red.

35 Los criterios estáticos son criterios indicativos de parámetros nominales de configuración de los nodos 2. Tales criterios estáticos son, preferiblemente: la disponibilidad de las unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión (por ejemplo, solo se usa la unidad de transmisión de tipo radio HF porque el tipo radio VHF está dedicado a comunicación de voz), la prioridad de uso de las unidades de transmisión (por ejemplo, se prefiere la unidad de transmisión de tipo radio HF porque es más barata que un terminal de satélite civil) o el número de intentos predefinidos para una comunicación (por ejemplo, se ejecutan un número preestablecido de intentos de usar una unidad predefinida de transmisión y después hay un relevo para buscar la ruta óptima).

40 Los criterios dinámicos son criterios indicativos de condiciones operativas actuales de los nodos 2. Tales criterios dinámicos son, preferiblemente: la prioridad del mensaje (por ejemplo, los mensajes importantes se envían usando las unidades de transmisión que se consideran que son las más fiables), el tamaño del mensaje (por ejemplo, se puede decidir enviar mensajes largos usando una unidad de transmisión de tipo satélite y mensajes cortos usando una unidad de transmisión de tipo radio HF) o la distancia entre los nodos 2 que se deben comunicar (por ejemplo, si dos nodos 2 están muy alejados, el uso de una unidad de transmisión de tipo radio HF se prefiere con respecto a una unidad de transmisión de tipo radio VHF). Otros criterios dinámicos son, preferiblemente, el estado de la unidad 4, 6, 8, 10 de transmisión (por ejemplo, una unidad de transmisión que falla ligeramente se usa menos que una unidad 4, 6, 8, 10 de transmisión que funciona correctamente), la prioridad y/o la criticidad del nodo 2 (por ejemplo, se da más prioridad a los nodos más importantes, tales como por ejemplo la estación de control), el registro histórico de la comunicación previa (por ejemplo, si se intentó una ruta predeterminada usando la unidad de transmisión de tipo radio VHF para un número preestablecido de intentos y el nodo receptor 22 no se alcanzó, a la siguiente ocasión se usa otra unidad de transmisión, por ejemplo la de radio HF).

55 El método también permite identificar, para cada nodo 2 que pertenece a la ruta óptima 24, la unidad de transmisión más adecuada para la transmisión.

60 El método de acuerdo con la invención permite ejecutar todas las operaciones de una manera que es transparente para las aplicaciones de software de nivel más alto (gobierno y control) y también permite gestionar la incorporación, si es necesario, de nuevas unidades de transmisión en los nodos individuales 2, aumentando de este modo la posibilidad de explotar nuevas rutas para alcanzar el nodo receptor 22. Tales aplicaciones de nivel más alto (gobierno y control) son programas dispuestos para ser procesados por un procesador instalado en cada nodo 2 de la red y están dispuestos para proporcionar una interfaz gráfica de usuario para enviar comandos y mostrar los nodos 2.

- El método también permite llevar a cabo en cada nodo 2 una comunicación de voz con otro nodo 2 al mismo tiempo que se envían datos; el método está dispuesto además para ser ejecutado por diferentes sistemas operativos instalados en los nodos 2. Durante los pasos de enviar datos desde el nodo fuente 20 hasta el nodo receptor 22, el usuario puede decidir usar una de las unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión para comunicarse vocalmente. En ese caso, si se ha identificado una ruta óptima 24 usando la unidad 4, 6, 8, 10 de transmisión reservada por el usuario para la comunicación de voz, el método busca una nueva ruta para alcanzar el nodo receptor 22 usando las otras unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión disponibles. Cuando se libera la unidad 4, 6, 8, 10 de transmisión reservada para la comunicación de voz, vuelve a ser parte de las unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión disponibles.
- Los mensajes que se transmiten por medio del método de acuerdo con la invención están preferiblemente en formato XML y comprenden una etiqueta inicial que contiene los siguientes atributos:
- Id_msg: Un número de secuencia que identifica el mensaje.
 - Ip: La dirección IP del nodo transmisor 20.
 - Ip_dest: La dirección IP del receptor. Para una comunicación de unidifusión, es la dirección IP del nodo receptor 22; para una comunicación de multidifusión, es el intervalo de direcciones IP de los nodos receptores 22; para una comunicación de difusión, es un número predefinido, por ejemplo 255.
 - Prioridad: Un número entre 0 y 9 que indica la prioridad del mensaje.
 - Equipo: Un número que identifica el código del vector transmisivo en el caso de que se pida una unidad 4, 6, 8, 10 de transmisión particular para la transmisión del mensaje.
 - Cifra: Un número que identifica la petición de encriptación del mensaje.
 - Recibo: Un número que identifica la petición de un recibo de retorno por el nodo receptor 22.
 - Modo_entrega: Un número que indica si el nodo transmisor 20 y el nodo receptor 22 deben almacenar el mensaje antes de enviarlo. Este número indica si el elemento de datos es persistente o no persistente. Un mensaje no persistente es un mensaje que se sobrescribe si está presente en la cola del proceso en el momento en el que llega otro mensaje del mismo tipo y con el mismo receptor. Un mensaje persistente es un mensaje que, por el contrario, no se sobrescribe.
 - SelloTemporal: Elemento relacionado con la fecha. La hora UTC se tiene en cuenta en el formato "aaaa-MM-ddThh:mm:ss".
 - Id_correlación: Un número que identifica un mensaje correlacionado con el actual.
 - Tipo: Un número que indica el tipo de mensaje, por ejemplo un mensaje genérico, de localización, de alarma, de localización y de alarma, de emergencia o de recibo de retorno.
 - Expiración: la fecha de validez del mensaje; representa la fecha y la hora de la expiración del mensaje. Tiene el mismo formato que el atributo SelloTemporal.
- Las operaciones del método son las siguientes:
- Recibir los mensajes que se han de transmitir desde las aplicaciones de nivel más alto (por ejemplo los mensajes introducidos por el usuario por mediación de la interfaz gráfica);
 - Analizar los atributos contenidos en las etiquetas XML descritas anteriormente;
 - Identificar el nodo o nodos receptores 22;
 - Enviar a las diversas unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión de los diversos nodos 22 un paquete de datos RREQ en modo difusión para buscar la ruta óptima 24;
 - Recibir un paquete de datos RREP de respuesta desde el nodo o nodos receptores 22;
 - Encriptar los datos que a transmitir, de una manera simétrica o asimétrica (esta operación es opcional);
 - Calcular y adjuntar una firma digital a los datos que se han de enviar al nodo receptor 22 (esta operación es opcional).
 - Transmitir los datos al nodo receptor 22;

- Esperar un recibo de retorno. Esta operación es opcional; la aplicación de nivel más alto (gobierno y control) sabe si se debe prever o no tal recibo y habilita su recepción. En caso de que no se reciba, los datos preferiblemente se reenvían.

5 El nodo fuente 20 que debe enviar datos al nodo receptor 22 debe buscar inicialmente la ruta para alcanzar este nodo receptor 22.

10 La búsqueda de la ruta óptima 24 se lleva a cabo, de una manera similar al logaritmo AODV estándar, enviando el paquete RREQ. Tal paquete RREQ, al contrario que en el método AODV estándar, se envía a todas las unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión presentes en cada nodo 2 en base a los criterios estáticos y dinámicos descritos anteriormente. Si, por ejemplo, las fuerzas armadas prefieren comunicarse usando radio HF mejor que transmisiones vía satélite (lo que podría incurrir en costes adicionales), el paquete RREQ se enviará primero a las unidades de transmisión de tipo radio HF y solo se usarán las unidades de transmisión de tipo satélite si la búsqueda de la ruta óptima 24 no ha dado un resultado positivo. De manera similar, si, en ausencia de elecciones predefinidas, se ha registrado que es imposible comunicarse usando las unidades de transmisión de tipo radio VHF (debido a la presencia, por ejemplo, de obstáculos para la propagación de ondas electromagnéticas, por ejemplo una montaña entre el nodo fuente 20 y el nodo receptor 22) en un cierto número de comunicaciones, en la siguiente petición de comunicación el paquete RREQ se enviará a las otras diversas unidades de transmisión disponibles, optimizando el tráfico de ondas aéreas. Los mensajes importantes que deben llegar de manera segura al nodo receptor 22 (por ejemplo una alarma) deben poder usar las unidades de transmisión más fiables y rápidas para garantizar que el mensaje se notifica en el tiempo más corto posible, evitando saltar sobre nodos intermedios 2.

15 La recepción del paquete RREP informa al nodo fuente 20 que se ha encontrado la ruta y que se pueden enviar por lo tanto datos útiles.

También se pueden usar procedimientos conocidos para reconstruir una ruta en el caso de que la ruta se dañe (por ejemplo, debido al fallo de un nodo intermedio 2).

30 El método de acuerdo con la invención está dispuesto para ser implementado mediante un sistema dispuesto para procesar grupos o módulos de programas almacenados en disco o accesibles en una red.

Tales módulos comprenden:

- 35 - un módulo de encriptación;
- un módulo de cálculo;
- 40 - un módulo de interfaz XML que intercomunica con la aplicación de nivel más alto;
- un módulo de interfaz que intercomunica con una base de datos que contiene parámetros para configurar las unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión, preferiblemente la velocidad del puerto en serie, el número de tal puerto en serie o las frecuencias de transmisión, el número de unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión para cada nodo 2, la lista de criterios estáticos y dinámicos;
- 45 - un módulo de controlador para la banda VHF;
- un módulo de controlador para la banda HF;
- 50 - un módulo de controlador para el teléfono inalámbrico de largo alcance;
- un módulo de controlador para el equipo de satélite civil de banda L;
- un módulo de controlador para equipo de satélite militar.

55 Estos módulos están dispuestos para comunicarse con las unidades 4, 6, 8, 10 de transmisión con el fin de ejecutar el método de acuerdo con la invención.

60 Naturalmente, manteniéndose el principio de la invención, las realizaciones y los detalles de construcción se pueden variar ampliamente con respecto a lo descrito e ilustrado puramente a modo de ejemplo no limitativo, sin por ello salir del alcance de protección de la presente invención, alcance de protección que está definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para enrutar una comunicación que comprende paquetes de datos en una red inalámbrica de telecomunicaciones de malla que incluye una pluralidad de nodos (2) de comunicación, comprendiendo el método en combinación las operaciones de:
- 5
- a) disponer en cada nodo (2) una pluralidad de unidades transceptoras (4, 6, 8, 10) dispuestas para transmitir y recibir los paquetes de datos usando un canal preestablecido de transmisión;
- 10
- b) disponer medios de procesamiento, asociados a cada nodo (2) y capaces de procesar datos de mensaje que comprenden atributos para identificar al menos un nodo (20) de transmisor y al menos un nodo (22) de receptor del mensaje;
- 15
- c) definir para cada nodo (2) una pluralidad de criterios estáticos indicativos de parámetros nominales de configuración de los nodos (2) y criterios dinámicos indicativos de condiciones operativas actuales de los nodos (2);
- d) enviar desde el nodo (20) de transmisor hasta las unidades transceptoras (4, 6, 8, 10) de una pluralidad de nodos intermedios (2) de receptor, seleccionándose dichas unidades transceptoras (4, 6, 8, 10) de acuerdo con los criterios estáticos y dinámicos, datos que piden a los nodos (2) que busquen al menos una ruta de transmisión para los datos de mensaje hasta el al menos un nodo (22) de receptor;
- 20
- e) repetir el envío de los datos de petición desde al menos uno de los nodos intermedios (2) de receptor, seleccionado de acuerdo con los criterios estáticos y dinámicos, hasta nodos sucesivos con el fin de alcanzar el al menos un nodo (22) de receptor definiendo de este modo una ruta óptima (24);
- 25
- f) recibir en el nodo (20) de transmisor, a través de las unidades transceptoras (4, 6, 8, 10) de los nodos (2) de la ruta óptima (24), datos de respuesta que se originan desde el al menos un nodo (22) de receptor;
- 30
- g) enrutar los datos de mensaje a lo largo de la ruta óptima (24), desde el nodo (20) de transmisor hasta el nodo (22) de receptor;
- estando el método caracterizado porque, cuando una unidad transceptora (4, 6, 8, 10) de un nodo (2) que pertenece a la ruta óptima (24) que se usa para transmitir datos se invierte para una comunicación de voz, se realiza un paso adicional de buscar una nueva ruta para alcanzar el nodo (22) de receptor usando las otras unidades transceptoras (4, 6, 8, 10) disponibles de dicho nodo (2) y, cuando la unidad (4, 6, 8, 10) de transceptor invertida para la comunicación de voz se libera, vuelve a ser parte de las unidades (4, 6, 8, 10) de transceptor disponibles de dicho nodo (2).
- 35
2. El método para enrutar una comunicación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la operación de:
- 40
- encriptar los datos de mensaje en una modalidad simétrica.
3. El método para enrutar una comunicación de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente la operación de:
- 45
- encriptar los datos de mensaje en una modalidad asimétrica.
4. El método para enrutar una comunicación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente la operación de:
- 50
- calcular y adjuntar una firma digital a los datos de mensaje.
5. El método para enrutar una comunicación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos criterios estáticos son al menos uno de entre: la disponibilidad de las unidades transceptores (4, 6, 8, 10), la prioridad de uso de las unidades transceptoras (4, 6, 8, 10) y el número de intentos predefinidos para la comunicación.
- 55
6. El método para enrutar una comunicación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichos criterios dinámicos son al menos uno de entre: la prioridad de los datos de mensaje, el tamaño de los datos de mensaje, la distancia entre los nodos (2), el estado de las unidades transceptoras (4, 6, 8, 10), la prioridad de los nodos (2), el registro histórico de una comunicación previa.
- 60
7. El método para enrutar una comunicación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los nodos comprenden unidades transceptoras (4, 6, 8, 10) dispuestas para transmitir y recibir los paquetes de datos usando un diferente canal preestablecido de transmisión, incluyendo HF, VHF, UHF, terminal de satélite y
- 65

teléfono inalámbrico.

8. Un nodo de red que comprende una estación base de radio y una estación de terminal móvil dispuestas para operar de acuerdo con el método según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

- 5
9. Una red de comunicaciones que comprende un nodo de red de acuerdo con la reivindicación 8.
- 10
10. Un programa o grupo de programas de procesamiento, que están adaptados para implementar un método para enrutar paquetes de datos de acuerdo con todos los pasos de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 cuando se ejecuta mediante un sistema de procesamiento.

