

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 997 241**

51 Int. Cl.:

H04W 36/32 (2009.01)

H04W 36/00 (2009.01)

H04W 36/36 (2009.01)

H04W 88/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.11.2021** **PCT/EP2021/081935**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2022** **WO22106445**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2021** **E 21815439 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2024** **EP 4248682**

54 Título: **Método de optimización de la transferencia intercelular en una red móvil y sistema asociado**

30 Prioridad:

18.11.2020 FR 2011835

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.02.2025

73 Titular/es:

AIRBUS DS SLC (50.00%)
1 Boulevard Jean Moulin, ZAC de la Clef Saint Pierre
78990 Elancourt, FR y
AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAU (50.00%)

72 Inventor/es:

PONS MASBERNAT, XAVIER;
GEORGEAUX, ERIC;
SCHIEL, JEAN-CHRISTOPHE y
GOMEZ CALERO, CARLOS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 997 241 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

Método de optimización de la transferencia intercelular en una red móvil y sistema asociado

Campo técnico de la invención

El campo técnico de la invención es el de las comunicaciones en el seno de redes móviles.

- 5 La presente invención se refiere a un método para optimizar la transferencia intercelular en una red móvil y a un sistema asociado y en particular a un método implementado por el equipo del usuario, modificando el equipo del usuario los informes de medición de señal que transmite a la estación base a la que está conectado para restringir la selección de células y limitar las transferencias intercelulares.

Antecedentes tecnológicos de la invención

- 10 En las comunicaciones en el seno de las redes móviles como las redes de cuarta ("4G") y quinta generación ("5G"), el equipo del usuario (también llamado "UE" según el nombre anglosajón de "User Equipment") está conectado a estaciones base (también llamadas "BS" según el nombre anglosajón de "Base Station"). Una estación base cubre un área geográfica llamada "célula". Al ser móviles los equipos de los usuarios, se le exige que cambie de célula y, por lo tanto, de estación base de conexión. Estos cambios de estación base de conexión también se denominan transferencias intercelulares o "handover" según el nombre anglosajón.

Las solicitudes de patente EP3110203A1 y US2019/306768A1 proporcionan enseñanzas complementarias sobre el contexto de la presente solicitud.

- 20 En las redes celulares, por ejemplo, las definidas por el proyecto de asociación 3GPP ("3rd Generation Partnership Project") y en particular 4G LTE (según el nombre anglosajón de "Long Term Evolution", en francés "Evolution Long-Terme") o 5G NR (según el nombre anglosajón de "New Radio", en francés Nouvelle Radio), estas transferencias intercelulares se realizan de la forma descrita en la Figura 1.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de una transferencia intercelular en una red celular.

- 25 El sistema representado en la Figura 1 comprende el equipo de usuario 10 y tres estaciones base 21 a 23, formando cada una, una célula de la red celular. El equipo de usuario 10 se dirige, por ejemplo, en una dirección de desplazamiento según la flecha gruesa (hacia la estación base 23). Para sus comunicaciones en el seno de la red, el equipo de usuario 10 está unido a la estación base 21, estando representada esta conexión por una línea continua. En el procedimiento implementado por el 3GPP, la decisión de transferencia intercelular la toma la estación base de conexión 21. Por lo tanto, es la estación base 21 la que decidirá si debe tener lugar una transferencia intercelular desde el equipo de usuario 10 a las estaciones base 22 o 23. Esta decisión la toma la estación base de conexión 21 en función de las mediciones realizadas por el equipo de usuario 10 y transmitidas a la estación base de conexión 21.

- 35 Cada estación base 21 a 23 transmite periódicamente señales de referencia RS (para "reference signal" según el nombre anglosajón). Estas señales, conocidas por el equipo de usuario 10, son recibidas por este último. Luego, el equipo de usuario 10 mide, para cada señal de referencia que recibe, la RSRP ("Reference Signal Received Power" para "Puissance Reçue du Signal de Référence" en francés y "Potencia de la Señal de Referencia Recibida" en español) y la RSRQ ("Reference Signal Received Quality" para "Qualité Reçue du Signal de Référence" en francés y "Calidad de la Señal de Referencia Recibida", en español). La RSRP se expresa en vatios o dBm (decibelios-milivatios). La RSRQ se define como la relación entre la RSRP y el RSSI ("Received Signal Strength Indicator" para "Indication de Force du Signal Reçue" e "Indicador de la Fuerza de la Señal Recibida") y se expresa en dB (decibelios).

- 40 Estas mediciones se transmiten periódicamente a la estación base de conexión 21 o en función de un evento específico predeterminado por la estación base de conexión 21 en una comunicación "M:RSRP,RSRQ" representada en la Figura 1. Por lo tanto, la estación base de conexión 21 recibe todas las mediciones realizadas para todas las señales recibidas por el equipo de usuario 10, es decir, para todas las estaciones base accesibles por el equipo de usuario 10 durante un período determinado. Con estas informaciones, la estación base de conexión 21 compara la RSRQ o la RSRP medida por el equipo de usuario 10 de la señal que ella misma transmitió con la RSRQ o la RSRP medida por el equipo de usuario 10 para las otras estaciones base 22 y 23 y decide cuándo y cómo realizar una transferencia celular desde el equipo de usuario 10 a otra estación base de conexión 22 o 23. Por ejemplo, en la Figura 1, la estación base de conexión 21 puede decidir realizar una transferencia intercelular desde el equipo de usuario 10 a la célula formada por la estación base 22, porque las mediciones dan valores más elevados. Una vez que se ha tomado esta decisión, la estación base de conexión 21 informa a la estación base de conexión elegida (por ejemplo, 22) en una comunicación "IHO" para que la estación base 22 pueda preparar los recursos necesarios para la transferencia intercelular y luego informa al equipo de usuario. 10 en una comunicación "IHO:22" de este cambio de estación base de conexión.

- 55 Cuando el equipo de usuario 10 está en movimiento, pueden intervenir transferencias intercelulares muy a menudo. Por ejemplo, el equipo de usuario 10 puede ser un avión. Un avión que comprende una pluralidad de antenas direccionales que apuntan en diferentes direcciones puede alcanzar una velocidad en tierra de 1.200 kilómetros por hora. Cada estación base 21 a 23 tiene, por ejemplo, un alcance de 30 kilómetros, por lo que la duración media máxima

durante la cual un avión está conectado a una estación base es de sólo 90 segundos. Como no hay obstáculos entre la estación base y el equipo de usuario 10, se puede prever una situación de visibilidad directa, así como un canal de propagación en el espacio libre. A estas velocidades y en condiciones de propagación en el espacio libre entre el equipo de usuario (la aeronave) y todas las estaciones base terrestres, el equipo de usuario mide una gran parte de las estaciones base 21 a 23, potencialmente mucho más que con un equipo de usuario terrestre convencional, y potencialmente con fuerzas de señal muy similares. Todas estas mediciones se informan según el mecanismo estándar descrito anteriormente y en la Figura 1. Sin embargo, las mediciones de células vecinas tendrán valores RSRP y RSRQ muy cercanos debido a las condiciones de propagación en visibilidad directa. Dichos informes en la estación base de servicio pueden dar como resultado una selección de células no óptima para las transferencias, lo que resulta en un mayor número de transferencias.

Un número importante de transferencias intercelulares tiene un impacto en el rendimiento del equipo de usuario (el avión), ya que se produce una interrupción de 20 a 30 ms cada vez que se realiza una transferencia. Esto se debe a la naturaleza de la transferencia en las redes 4G o 5G, que es la llamada transferencia "hard" ("difficile", en francés, "difícil" en español), también llamada "break-before-make" (para "rompre avant faire", en francés y "corte antes de hacerla" en español). Esto añade cortes de conexión y señales adicionales necesarias para seguir todos los procedimientos de transferencia, lo que resulta en una reducción considerable del rendimiento y la latencia.

Además, las mediciones pueden estar sesgadas debido a la actitud del equipo de usuario y, en particular, debido a la orientación de las antenas direccionales a bordo. El equipo de usuario debe entonces corregir las mediciones brutas según su actitud conocida, en particular según el balanceo y el cabeceo del avión cuando el equipo de usuario es un avión o está incluido en un avión.

Por lo tanto, dado que el equipo del usuario puede medir numerosas estaciones base con mediciones que tienen valores muy cercanos debido a las características específicas de la aplicación a un dispositivo móvil en vuelo, existe la necesidad de tener un método que permita un mejor rendimiento y latencia que el estado. de la técnica, al tiempo que disponga de una selección pertinente de estaciones base de conexión.

Sumario de la invención

La invención, tal como se define en las reivindicaciones independientes adjuntas, ofrece una solución a los problemas mencionados anteriormente, al permitir que la estación base de conexión elija sólo estaciones base pertinentes gracias a una preselección de las estaciones base por parte del equipo del usuario.

Un aspecto de la invención se refiere a un método para preseleccionar al menos una estación base de una pluralidad de estaciones base, estando incluidos un equipo de usuario y la pluralidad de estaciones base en una red móvil, estando conectado el equipo de usuario a una estación base de conexión de la pluralidad de estaciones base, formando cada estación base una célula de la red móvil, comprendiendo el método las etapas de:

- Recepción, por parte del equipo de usuario, de una señal de cada estación base de la pluralidad de estaciones base,
- Medición, por parte del equipo de usuario, de al menos una característica de cada señal recibida de la pluralidad de estaciones base, comprendiendo la medición la atribución de al menos un valor asociado con cada estación base en función de al menos una característica de cada señal y la creación de un informe que incluya todos los valores atribuidos,
- Preselección de al menos una estación base entre la pluralidad de estaciones base en función de al menos un criterio relacionado con el equipo de usuario y la medición realizada en la etapa de medición,
- Modificación de al menos un valor del informe creado en la etapa de medición, estando asociado al menos un valor modificado con la al menos una estación base preseleccionada.

Gracias a la invención, el equipo de usuario preselecciona un grupo de estaciones base o al menos una estación base en función de criterios relativos a la información sobre el equipo de usuario, permitiendo "deslocalizar" una parte de la inteligencia y de las capacidades de toma de decisiones de la estación base de conexión hacia el equipo del usuario. Por tanto, limitamos los intercambios entre el equipo de usuario y la estación base de conexión y limitamos el número de transferencias intercelulares inoportunas promocionando estaciones base a la estación base de conexión que sean más apropiadas que la estación base de conexión.

Una estación base se considera "pertinente" o "apropiada" cuando posee una ventaja real respecto a la estación base de conexión actual, es decir, cuando permite mejores comunicaciones garantizando al mismo tiempo que el cambio de la estación base de conexión por esta nueva estación base no tiene un costo demasiado alto en rendimiento y latencia en comparación con la ganancia. Así, la invención permite "promocionar" ciertas estaciones base a la estación base de conexión y "deshabilitar" otras, con el fin de garantizar que ciertas estaciones base que, en tiempos normales, serían seleccionadas, no lo sean porque la ganancia de una transferencia intercelular hacia ellas no es lo suficientemente importante respecto al costo en rendimiento y latencia que generaría.

Por ejemplo, los valores de las mediciones que se refieren a las señales de células vecinas que son fuertemente recibidas por la antena que apunta hacia adelante de un equipo de usuario en movimiento se pueden modificar para que sean más "atractivos" de modo que la red aumente la probabilidad de desencadenar una transferencia intercelular hacia estas células.

- 5 Al contrario, las células que se identifican como situadas en el lado de la trayectoria del avión pueden hacerse "menos atractivas" en los informes de medición, de modo que sean candidatas de baja prioridad para una transferencia intercelular.

- 10 Se entiende por "preseleccionar" al menos una estación base el acto de determinar al menos una estación base para "promocionar" o "favorecer" o "deshabilitar" o "desfavorecer". Una preselección puede comprender la promoción de una sola o de varias estaciones base, la desventaja de una sola o de varias estaciones base, o una combinación de la promoción de al menos una estación base y la desventaja de al menos otra estación. Posteriormente, consideraremos que una estación base está promocionada o está deshabilitada en relación con las otras estaciones base no promocionadas y no deshabilitadas durante la selección realizada por la estación base una estación base de conexión implementando el método conocido tal como se define, por ejemplo, por el 3GPP de selección de una
- 15 estación base para una transferencia intercelular.

Además de las características que acaban de mencionarse en el párrafo anterior, el método de preselección según un aspecto de la invención puede presentar una o varias características complementarias entre las siguientes, consideradas individualmente o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 20 - en la etapa de modificar al menos un valor del informe, el al menos un valor se modifica mediante la suma o resta de un valor predeterminado.
- el valor predeterminado se suma o resta del al menos un valor del informe si la estación base asociada con el valor pertenece a la al menos una estación base preseleccionada.
- el al menos un criterio relacionado con el equipo de usuario tiene en cuenta al menos una de las informaciones sobre el equipo de usuario entre:
- 25 - la actitud del equipo del usuario,
- la velocidad del equipo del usuario,
- la altitud del equipo del usuario,
- al menos una información relativa a una pluralidad de antenas del equipo de usuario,
- el valor predeterminado está predeterminado en función de la al menos una información tomada en cuenta,
- 30 - se elige el al menos un criterio entre:
- la dirección de la célula de cada estación base, determinada a partir de la disposición de las antenas del equipo de usuario y del valor de la característica medida de cada señal recibida,
- el valor del desplazamiento Doppler de la señal recibida de cada estación base,
- la evolución de la potencia recibida,
- 35 - un nivel de confianza del equipo de usuario determinado a partir de la actitud, velocidad y/o altitud del equipo de usuario,
- las etapas de preselección y de modificación son implementadas por el equipo de usuario y el método de preselección comprende además un paso de enviar el informe a la estación base de conexión,
- 40 - las etapas de preselección y de modificación son implementadas por la estación base de conexión y el método de preselección comprende, además, antes de las etapas de preselección y de modificación, una etapa de recepción, por parte de la estación base de conexión, del informe.
- el método de preselección comprende, además, antes de las etapas de preselección y de modificación, una etapa de recibir, por parte de la estación base de conexión, de al menos una de las informaciones sobre el equipo del usuario.
- 45 Otro aspecto de la invención se refiere a un método para optimizar la transferencia intercelular en una red móvil que comprende una pluralidad de estaciones base y al menos un equipo de usuario, formando cada estación base una célula de la red móvil, estando conectado el equipo de usuario a una estación base de conexión de la pluralidad de estaciones base, siendo tomada una decisión de transferencia intercelular por la estación base de conexión en función de las mediciones realizadas por el equipo de usuario, caracterizándose el método de optimización porque comprende

el método de preselección de estaciones base según la invención implementado por el equipo del usuario y al menos las etapas de:

- Recepción del informe por la estación base de conexión,
- 5 - Selección de una estación base entre la pluralidad de estaciones base a partir del informe recibido por la estación base de conexión,
- Inicio de la transferencia intercelular por la estación base de conexión.

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema que comprende:

- Al menos un equipo de usuario configurado para implementar el método de preselección según la invención,
- 10 - Una pluralidad de estaciones base que comprenden al menos una estación base de conexión a la que está conectado el equipo de usuario, estando configurada la estación base de conexión para implementar el método de optimización de transferencia intercelular según la invención.

Otro aspecto de la invención se refiere a un sistema que comprende:

- Al menos un equipo de usuario,
- 15 - Una pluralidad de estaciones base que comprenden al menos una estación base de conexión a la que está conectado el equipo de usuario, estando configurada la estación base de conexión para implementar el método de preselección según la invención.

En una realización, el equipo de usuario del sistema según un aspecto de la invención es una aeronave.

20 Otro aspecto más de la invención se refiere a un producto de programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por un ordenador, lo llevan a implementar las etapas de uno de los métodos de preselección según la invención o de optimización de la transferencia intercelular según la invención.

Otro aspecto más de la invención se refiere a un soporte de grabación legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, lo llevan a implementar las etapas de uno de los métodos de preselección según la invención o de optimización de la transferencia intercelular según la invención.

25 La invención y sus diversas aplicaciones se entenderán mejor leyendo la siguiente descripción y examinando las figuras adjuntas.

Breve descripción de las figuras

Las figuras se presentan a título indicativo y de ninguna manera limitan la invención.

- La figura 1 muestra una representación esquemática de una transferencia intercelular según el estado de la técnica,
- 30 - La figura 2 muestra una representación esquemática de una aeronave que recibe señales de varias estaciones base,
- La figura 3 muestra una representación esquemática de un método de optimización de transferencia intercelular según un aspecto de la invención,
- 35 - La figura 4 muestra una representación esquemática de un método de preselección de estaciones base según otro aspecto de la invención,
- La figura 5 muestra un sistema que implementa los métodos según la invención,
- La figura 6 muestra una representación esquemática de un método de preselección de estaciones base según otra realización de la invención.

Descripción detallada

40 Las figuras se presentan a título indicativo y de ninguna manera limitan la invención.

Salvo que se precise lo contrario, un mismo elemento que aparece en distintas figuras presenta una referencia única.

La figura 2 muestra una representación esquemática de una aeronave que recibe señales de varias estaciones base.

Aunque la Figura 2 representa una aeronave 10, la invención se aplica a cualquier dispositivo capaz de actuar como equipo de usuario 10, es decir, cualquier dispositivo que comprenda los medios para realizar intercambios en el seno de la red móvil. La invención se aplica a cualquier red móvil de tipo "celular", es decir, cuyas estaciones base formen células. Posteriormente, se podrá hacer referencia indistintamente a una "célula" o a una "estación base", formando una estación base una célula de la red. Dichas redes móviles pueden ser, sin limitarse a, redes 4G LTE o 5G NR. La invención se aplica a todas las redes móviles celulares en las que el equipo de usuario 10 está conectado a una estación base 21, y en las que es posible una transferencia intercelular, recayendo la decisión de la transferencia intercelular en la estación base de conexión 21 del equipo de usuario 10.

Según una operación clásica conocida, la aeronave 10 mostrada en la Figura 2, por ejemplo, un avión, conectada a la estación base 21, será transferida a la estación base 23 mediante una transferencia intercelular, siendo las mediciones (por ejemplo, de RSRP y/o RSRQ) vinculadas a la célula formada por la estación base 23 mejores que las mediciones vinculadas a la célula formada por la estación base 22, por ejemplo, por su mayor proximidad a la aeronave. Según esta operación clásica conocida, a medida que avanza la aeronave 10, las mediciones vinculadas a la célula formada por la estación base 22 serán mejores que las mediciones vinculadas a la célula formada por la estación base 23. Así, esta operación clásica conocida habrá realizado dos transferencias intercelulares: desde la estación base 21 a la estación base 23, luego desde la estación base 23 a la estación base 22.

Por el contrario, la invención tiene en cuenta varios parámetros e informaciones del equipo de usuario 10 para limitar el número de transferencias intercelulares y para que las transferencias intercelulares sean de mejor calidad. Para esto, el sistema que comprende la estación base de conexión 21 y el equipo de usuario 10 implementa el método 30 representado en la Figura 3.

La Figura 3 muestra una representación esquemática de un método de optimización de transferencia intercelular según un aspecto de la invención.

El método de optimización de la transferencia intercelular 30 comprende al menos las cinco etapas 31 a 35 representadas en la figura 3.

El método de optimización de la transferencia intercelular 30 comprende una primera etapa de preselección 31 de estaciones base implementada por el equipo de usuario 10.

Para implementar una etapa de un método, un dispositivo comprende un procesador y una memoria, la memoria almacena instrucciones que, cuando las ejecuta el procesador, le indican al procesador que implemente la etapa.

La etapa de preselección 31 se describe con más detalle en la Figura 4. La etapa de preselección permite preseleccionar estaciones base que son candidatas para una transferencia intercelular, y "promover" o "deshabilitar" estas estaciones base preseleccionadas desde la estación base de conexión 21. Hablamos de "preselección" por parte del equipo de usuario 10 porque la estación base de conexión 21 selecciona posteriormente, si es necesario, una estación base para la transferencia intercelular. La estación base de conexión 21 es una estación base de la red a través de la cual el equipo de usuario 10 se comunica con el resto de la red, en particular, con los otros equipos de usuario de la red.

La etapa de preselección 31 de estación base comprende cinco subetapas 311 a 315, implementados por el equipo de usuario 10.

En una primera subetapa 311, el equipo de usuario 10 recibe una señal de las estaciones base accesibles 22 y 23, es decir, recibe señales de referencia (RS) de las estaciones base que forman células con las que se puede conectar. Como se indica en el apartado "estado de la técnica", cuando el equipo de usuario 10 es una aeronave, por ejemplo, un avión, las comunicaciones se realizan en condiciones de propagación que pueden ser comparables a las de una propagación en el espacio libre. Así, una aeronave recibirá numerosas señales de estaciones base, algunas de las cuales potencialmente están bastante distantes. Por ejemplo, en la Figura 2, el equipo de usuario 10 (avión) puede recibir señales de todas las estaciones base 22 a 27. La etapa de preselección 31 permite preseleccionar al menos una estación base entre estas estaciones base 22 a 27.

En cada recepción de señal, el equipo de usuario 10 implementa una subetapa 312 del método 31 que es una subetapa de medir al menos una característica de la señal recibida. La medición realizada en la subetapa 312 puede ser una medición conocida tal como una medición de RSRP/RSRQ como se presentó anteriormente, o cualquier otra medición de al menos una característica de la señal que permita atribuir un valor a la señal recibida. Una medición comprende la atribución de un valor asociado con la estación base en función de al menos una característica de la señal.

La subetapa 312 de medición comprende la creación de un informe que comprende todos los valores atribuidos, así como sus estaciones base asociadas. Un informe de este tipo puede realizarse de manera conocida, por ejemplo, en forma de una tabla que comprende, en cada línea, una medición de la señal recibida y de la estación base asociada. Para cada medición efectuada, el equipo de usuario 10 almacena así, por ejemplo, en una base de datos (no representada) el valor asociado a la estación base, conteniendo entonces la base de datos todas las mediciones que el equipo de usuario 10 efectúa a partir de cada célula que mide para un cierto período de tiempo. Cada vez que el equipo de usuario 10 efectúa una nueva medición, este nuevo valor se añade a la estación base correspondiente en

la base de datos. Si una célula específica no se ha medido previamente (no se hace referencia en la base de datos), se declara una nueva célula (nueva línea) en la base de datos y el valor de la medición se agrega a esa célula (nueva columna). Una vez que la célula ya no se mide durante un período determinado o después de un cierto número de mediciones efectuadas por el equipo de usuario 10, la línea correspondiente a la célula se puede suprimir de la base de datos. Además de las mediciones, en esta base de datos se puede almacenar información adicional, como las antenas que recibieron la señal o los coeficientes de antena que se aplicaron para obtener la señal con fines de medición, información sobre el equipo como actitud, altitud, velocidad, etc.

En una subetapa 313 del método 31, el equipo de usuario 10 realiza una preselección de al menos una estación base entre la pluralidad de estaciones base 22 a 27 en función de al menos un criterio relacionado con el equipo de usuario y la medición realizada en la subetapa 312 de medición.

Esta preselección tiene como objetivo decidir qué células medidas deben promocionarse o qué células deben deshabilitarse en función de varios parámetros o informaciones. Estos parámetros o informaciones pueden comprender, sin ser limitativos de la invención:

- Las mediciones relacionadas con la célula o la estación base, por ejemplo, mediciones actuales e históricas de mediciones para cada célula,
- Las informaciones sobre la antena o el grupo de antenas y los coeficientes que se utilizaron para obtener la señal de la célula correspondiente, por ejemplo, los coeficientes en el caso de un algoritmo de tipo MRC ("maximum-ratio combining" para "combinaison à rapport maximal", en francés y "combinación de proporción máxima", en español) como se presenta más adelante en la descripción,
- La actitud del equipo de usuario 10, por ejemplo, cabeceo, balanceo y guiñada, en particular para una aeronave,
- La velocidad del equipo de usuario 10,
- La altitud del equipo del usuario 10.

El equipo de usuario 10 toma una decisión, es decir, realiza una preselección, basándose en al menos una de las informaciones mencionadas anteriormente, preferentemente en la combinación de diferentes criterios derivados de la información mencionada anteriormente. Se puede decidir una promoción para una célula vecina específica agregando un desplazamiento positivo a los valores de medición almacenados en la base de datos con el fin de favorecer la célula correspondiente para la transferencia, o, a la inversa, se puede decidir una desventaja para una célula específica designando valores negativos para esa célula con el fin de reducir la probabilidad de que la estación base de conexión seleccione la célula como célula objetivo para una transferencia intercelular. Una promoción o desventaja decidida por el equipo de usuario 10 se considera una preselección, es decir, se puede preseleccionar una estación base para ser promocionada o deshabilitada.

Para realizar una preselección, el equipo de usuario 10 puede estimar preferentemente los siguientes criterios:

- La dirección de la célula vecina,
- El desplazamiento Doppler en valor absoluto
- Un nivel de confianza.

Se puede derivar una estimación de la dirección de la célula vecina a partir de la disposición del sistema de antena, por ejemplo, conociendo el esquema del sistema de antena y comparando la señal de la célula vecina recibida por cada elemento de antena. De este modo, es posible saber si el equipo de usuario 10 se acerca o se aleja de la célula vecina, o estimar el signo del desplazamiento Doppler.

El segundo punto es una estimación aproximada del valor absoluto del desplazamiento Doppler. Este valor se puede derivar de la fuerza de la señal recibida desde la célula vecina y conociendo la velocidad del equipo de usuario 10.

Además, basándose en la disposición conocida del sistema de antena, sabiendo qué antena recibió la señal y la velocidad del equipo de usuario 10, es posible estimar aproximadamente la atenuación entre el equipo de usuario 10 y la célula vecina.

Otro posible criterio es un nivel de confianza, que es un valor destinado a determinar si el equipo de usuario 10 ve un entorno en donde se siente seguro o si el entorno hacia el que se dirige es desconocido desde el punto de vista del equipo de usuario 10. Por ejemplo, si el equipo de usuario 10 es un avión que se desplaza a gran velocidad (velocidad de crucero), a gran altitud y no hay movimiento del avión (variación de cabeceo, balanceo y guiñada igual a 0 o muy próxima a 0), podemos suponer que se trata de un escenario muy seguro ya que no habrá ningún movimiento repentino ni cambio de trayectoria. Sin embargo, si el avión se desplaza a baja velocidad y a baja altitud, y cambia de dirección (balanceo diferente de 0), podemos suponer que el entorno, y por tanto las nuevas células delante del avión, serán muy recientes, y el nivel de confianza que puede tener el avión en este entorno es muy bajo. Por lo tanto, una escala

de nivel de confianza potencial podría definirse de la siguiente manera (siendo A la más segura y D la menos segura):

- A. Velocidad elevada, altitud elevada, sin cambio de actitud
- B. Velocidad baja, gran altitud, sin cambio de actitud o Velocidad alta, altitud baja, sin cambio de actitud
- C. Velocidad baja, altitud baja, sin cambio de actitud
- 5 - D. Velocidad baja, altitud baja, cambio de actitud

Tomando como ejemplo la figura 2, si el avión está en vuelo, por ejemplo, podemos obtener medidas de una célula que tiene las siguientes características:

- La intensidad de la señal aumenta,
- Desplazamiento Doppler elevado,
- 10 - Dirección estimada conforme a la dirección de la trayectoria del avión.

Estas características son representativas de una célula o de una estación base que puede ser una buena candidata para una transferencia intercelular.

Por el contrario, podemos obtener medidas de una célula que presente las siguientes características:

- La intensidad de la señal es estable o decreciente,
- 15 - Desplazamiento Doppler medio,
- Estimación de la dirección de la célula al lado o detrás de la trayectoria del equipo de usuario 10.

Estas características son representativas de una célula o de una estación base que puede ser una mala candidata para una transferencia intercelular y, por lo tanto, no será preseleccionada o será preseleccionada para ser "deshabilitada".

En consecuencia, el algoritmo de promoción favorecerá a las células cuya señal es más fuerte cuando proviene de la parte frontal del equipo de usuario 10 en el caso de un avión (véase, por ejemplo, la célula nº 22 en la figura 2) con respecto a aquellas cuya señal proviene del costado del avión (células nº 23, 24, 25, 26, 27 de la figura 2).

En una subetapa siguiente 314, el equipo de usuario 10 modifica al menos un valor del informe creado en la subetapa 312 de medición en función de la preselección, estando asociado el valor modificado con al menos una estación base preseleccionada. Esta modificación puede consistir, por ejemplo, en un aumento del valor medido para una célula preseleccionada para ser promocionada, y una reducción del valor medido para una célula no preseleccionada o preseleccionada para ser deshabilitada. La mejora y reducción de valor se realizan a partir de valores predeterminados sumados o restados de los valores almacenados en la base de datos para las diferentes células antes de enviarlos a la estación base de conexión del equipo de usuario 10. Por ejemplo, tomando los ejemplos anteriores, los valores de medición para la célula 22 se incrementarán y los valores de medición para las células 23 a 27 se disminuirán, con el fin de favorecer ("promover") la célula 22 cerca de la estación base de conexión 21 y desfavorecer ("deshabilitar") las células 23 a 27 cerca de la estación base de conexión 21.

Los valores de medición reportados, aunque sean modificados, deberán permanecer preferentemente dentro de los rangos autorizados. Por ejemplo, los valores RSRP están definidos en la especificación 38.133 de 3GPP, y dependiendo de si son nivel 1 o nivel 3, estas mediciones podrían variar de -140 a -40 dBm y de -156 dBm a -31 dBm respectivamente, los dos con una resolución de 1dB. Por lo tanto, un valor de RSRP después de la modificación debe permanecer dentro de estos límites.

A continuación, se describe un ejemplo de modificación de valores.

Los valores RSRP y RSRQ comprendidos en el informe enviado posteriormente a la estación base de conexión se pueden escribir de la siguiente manera:

- $RSRP_{reportada}(célula_i) = RSRP_{medida}(célula_i) + P_{offset}$
- $RSRQ_{reportada}(célula_i) = RSRQ_{medida}(célula_i) + Q_{offset}$

permitiendo el índice "reportada" para las mediciones modificadas, "medida" para los valores medidos y "offset" para los valores predeterminados sumados o restados promover o deshabilitar la célula.

La cantidad añadida, es decir, el valor predeterminado, de signo positivo o negativo, para una medición de RSRP puede ser, por ejemplo:

$$P_{offset_i} = [f_{Doppler}(\Delta f_{Doppler_i}) + f_{Antena}(i) + f_{Gradiente\ de\ Potencia}(\Delta RSRP_i)] \cdot f_{Avión}(actitud, velocidad, altitud)$$

- 5 con $f_{Doppler}$ una función que favorece, es decir, que aumenta el valor, cuando el desplazamiento Doppler es elevado y positivo y que deshabilita, es decir, que disminuye el valor, cuando el desplazamiento Doppler es elevado y negativo.

Una implementación simple de $f_{Doppler}$ puede ser, por ejemplo:

$$f_{Doppler}(\Delta f_{Doppler_i}) = 3dB \cdot \frac{\Delta f_{Doppler_i}}{Doppler_{Máx}}$$

Con $Doppler_{Máx}$, el desplazamiento Doppler máximo, $\Delta f_{Doppler_i}$ el desplazamiento Doppler de la señal recibida de la célula i .

- 10 En la fórmula de P_{offset_i} , f_{Antena} es una función que promueve la célula en el informe de mediciones cuando la señal recibida por el equipo de usuario 10 se recibe a nivel de la antena que apunta en la dirección del desplazamiento del equipo de usuario 10. Por ejemplo, para una antena con cuatro elementos radiantes y la antena 0 apuntando hacia adelante y $\alpha_{i,0} \dots \alpha_{i,3}$ el peso obtenido por un algoritmo MRC para maximizar la relación señal/ruido de la señal recibida de la célula i , podemos tener:

$$f_{antena}(i) = 20 \log_{10} \left(\frac{\sqrt{2} \| \alpha_{i,0} \| + \| \alpha_{i,1} \| + \| \alpha_{i,2} \| + \| \alpha_{i,3} \|}{\sqrt{\| \alpha_{i,0} \|^2 + \| \alpha_{i,1} \|^2 + \| \alpha_{i,2} \|^2 + \| \alpha_{i,3} \|^2}} \right)$$

- 15 Todavía en la fórmula de P_{offset_i} , $f_{Gradiente\ de\ Potencia}$ es una función que promueve la célula si aumenta la potencia de la señal recibida de esa célula. Por ejemplo, una implementación simple consistiría en agregar 3dB al informe si la potencia recibida ha aumentado con respecto a las mediciones anteriores de la siguiente manera:

$$f_{Gradiente\ de\ Potencia}(\Delta RSRP_i) = 3\ dB \cdot \left[\frac{\text{signo}(RSRP_i(t_0) - RSRP_i(t_0 - 1)) + 1}{2} \right]$$

- 20 Todavía en la fórmula de P_{offset_i} , $f_{Avión}$ es una función que define un factor que permite mejorar o moderar (y eventualmente establecer en cero) los valores de compensación descritos anteriormente teniendo en cuenta la actitud (cabeceo, balanceo), altitud y velocidad del equipo de usuario 10. Por ejemplo, una versión simple podría ser $f_{Avión} = 0$ cuando el equipo de usuario 10 está a una altitud inferior a 3.500 pies y la velocidad del equipo de usuario 10 es inferior a 400 km/h. En otros casos, la función $f_{Avión}$ podría seguir una función como:

- 25 si - $cabeceo_{máx} \leq cabeceo \leq cabeceo_{máx}$ y - $balanceo_{máx} \leq balanceo \leq balanceo_{máx}$:

$$f_{Avión} = \frac{\alpha \cdot \left(\frac{velocidad}{velocidad_{máx}} \right) + \beta \cdot \left(\frac{altitud}{altitud_{máx}} \right) + \gamma \cdot \left(\frac{A \cdot \frac{|cabeceo| - cabeceo_{máx}}{cabeceo_{máx}} + B \cdot \frac{|balanceo| - balanceo_{máx}}{balanceo_{máx}}}{A + B} \right)}{\alpha + \beta + \gamma}$$

si no

$$f_{Avión} = 0$$

Donde los coeficientes $\alpha, \beta, \gamma, A, B \in \mathbb{R} [0, .1]$ y $cabeceo_{máx}, balanceo_{máx} \in \mathbb{R} [0, 90^\circ]$ permiten ajustar el nivel de confianza en función de un escenario específico, siendo "cabeceo" "tangage" en francés, siendo "balanceo" "roulis" en francés y siendo "velocidad" "vitesse" en francés.

El mismo enfoque se puede aplicar para el cálculo de $Q_{offseti}$.

Una vez calculados los valores de suma o resta, se suman o restan de los valores de medición en la base de datos donde se almacenan los valores de medición y/o en el informe creado en la etapa 312.

- 5 En una subetapa 315, el informe que comprende los valores medidos y los valores modificados es enviado por el equipo de usuario 10 a la estación base de conexión 21. El informe comprende los valores asociados con las células para las cuales ha solicitado información la estación base de conexión 21.

El método de optimización de transferencia intercelular 30 comprende además cuatro etapas 32 a 35 implementadas por la estación base de conexión 21 representadas en la Figura 3.

En una etapa 32, la estación base de conexión 21 recibe el informe.

- 10 En una etapa 33, la estación base de conexión 21 selecciona una estación base a partir del informe recibido por la estación base de conexión 21. Esta selección se realiza de forma clásica a partir, en particular, de los valores de mediciones incluidos en el informe. Los valores de medición tomados en cuenta son entonces o valores de medición auténticos, es decir, realmente medidos, o valores de medición modificados en la subetapa 314 de la etapa 31 por el equipo de usuario 10 que tomó la decisión de promover o deshabilitar determinadas estaciones base del informe.

- 15 En las etapas 34 y 35, y como se representa en la Figura 5, la estación base de conexión 21 inicia la transferencia intercelular enviando, en la etapa 34, una comunicación "IHO" para que la estación base 23 pueda preparar los recursos necesarios para la transferencia intercelular y luego envía, en la etapa 35, una comunicación al equipo de usuario 10 "IHO:23", informándole de este cambio de estación base de conexión.

- 20 En una realización alternativa, el método de preselección 31 puede implementarse mediante otro dispositivo de red distinto del equipo de usuario 10, por ejemplo, mediante la estación base de conexión 21. Para esto, el equipo de usuario 10 transmite a la estación base de conexión 21 informaciones, por ejemplo, de altitud, actitud, velocidad y con respecto a su o sus antenas, de modo que la estación base de conexión pueda implementar las etapas de preselección 313 y de modificación 314 del o de los valores de medición, habiéndose realizado las mediciones por el equipo de usuario 10. Esta alternativa se representa en la Figura 6.

- 25 Como se describe en la Figura 6, en esta realización alternativa, el equipo de usuario 10 siempre implementa las etapas de recepción 311 de señales desde las estaciones base 22 a 27 y de medición 312 de al menos una característica de estas señales y de creación de un informe, así como la etapa 315 de enviar el informe a la estación base de conexión 21. El equipo de usuario 10 también transmite informaciones sobre las cuales se basan los criterios relacionados con el equipo de usuario 10 utilizado para la preselección 313. Estas informaciones son, por ejemplo,
30 informaciones del equipo de usuario 10 relacionadas con su altitud, su actitud, su velocidad y en relación con su o sus antenas.

La estación base de conexión 21 siempre implementa las etapas 32 y 33 a 35 ya descritas anteriormente, es decir, la recepción del informe 32, la selección 33 de una futura estación base de conexión y el inicio de la transferencia intercelular 34 y 35.

- 35 En esta realización alternativa, la estación base de conexión también implementa una etapa 41 de recepción de informaciones del equipo de usuario 10, utilizándose posteriormente estas informaciones para los criterios de preselección.

- 40 Finalmente, la estación base de conexión 21 implementa las etapas de preselección 313 de al menos una estación base y de modificación 314 de los valores de medición para esta estación base preseleccionada, antes de implementar las siguientes etapas 33 a 35. Así, las etapas 41 y 313 a 314 se intercalan entre las etapas de recepción del informe 32 y de selección de una estación base para realizar una transferencia intercelular 33. La estación base realiza las etapas 313 y 314 de preselección y de modificación de valor basándose en las informaciones en el equipo de usuario 10 recibidas en la etapa 41 y sobre los valores de medición del informe recibido en la etapa 32.

REIVINDICACIONES

1. Método de preselección (31) de al menos una estación base (23) entre una pluralidad de estaciones base (21,22,23), estando comprendidos un equipo de usuario (10) y la pluralidad de estaciones base (21,22,23) en una red móvil, siendo el equipo de usuario (10) una aeronave y estando conectado a una estación base de conexión (21) de la pluralidad de estaciones base (21,22,23), formando cada estación base (21,22,23) una célula de la red móvil, comprendiendo el método (31) las etapas de:
 - Recepción (311), por parte del equipo de usuario (10), de una señal de cada estación base de la pluralidad de estaciones base (21,22,23),
 - Medición (312), por parte del equipo de usuario (10), de al menos una característica de cada señal recibida desde la pluralidad de estaciones base (21,22,23), comprendiendo la medición la atribución de al menos un valor asociado a cada estación base (21,22,23) en función de la al menos una característica de cada señal y la creación de un informe que comprende todos los valores atribuidos,
 - Preselección (313) de al menos una estación base (23) entre la pluralidad de estaciones base (21,22,23) en función de al menos un criterio relacionado con el equipo de usuario (10) y la medición realizada en la etapa de medición (312),
 - Modificación (314) de al menos un valor del informe creado en la etapa de medición (312), estando asociado el al menos un valor modificado con la al menos una estación base preseleccionada (23);estando caracterizando el método porque el al menos un criterio relativo al equipo de usuario (10) tiene en cuenta al menos una de las informaciones sobre el equipo de usuario (10) entre:
 - el cabeceo del equipo de usuario (10),
 - el balanceo del equipo de usuario (10),
 - la guiñada del equipo de usuario (10).
2. Método de preselección (31) según la reivindicación anterior, caracterizado porque en la etapa de modificación (314) de al menos un valor del informe, el al menos un valor se modifica añadiendo o restando un valor predeterminado.
3. Método de preselección (31) según la reivindicación anterior, caracterizado porque el valor predeterminado se suma o se resta del al menos un valor del informe si la estación base (21,22,23) asociada con el valor pertenece a la al menos una estación base preseleccionada (23).
4. Método de preselección (31) según la reivindicación 2 ó 3, caracterizado porque el valor predeterminado se predetermina en función de la al menos una información tenida en cuenta.
5. Método de preselección (31) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el al menos un criterio se elige entre:
 - la dirección de la célula de cada estación base (21,22,23), determinada a partir de la disposición de las antenas del equipo de usuario (10) y del valor de la característica medida de cada señal recibida,
 - un nivel de confianza del equipo del usuario (10) en el entorno hacia el que se dirige, determinado a partir del cabeceo, balanceo y guiñada del equipo del usuario (10).
6. Método de preselección (31) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque las etapas de preselección (313) y de modificación (314) son implementadas por el equipo de usuario (10) y porque el método de preselección (31) comprende además una etapa de envío (315) del informe a la estación base de conexión (21).
7. Método de preselección (31) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque las etapas de preselección (313) y de modificación (314) son implementadas por la estación base de conexión (21) y porque el método de preselección (31) comprende, además, antes de las etapas de preselección (313) y de modificación (314), una etapa de recepción (32) del informe por la estación base de conexión (21).
8. Método de preselección (31) según la reivindicación anterior, caracterizado porque comprende, además, antes de las etapas de preselección (313) y de modificación (314), una etapa de recepción (41), por la estación base de conexión (21), de al menos una de las informaciones del equipo de usuario (10).

9. Sistema que comprende:

- Al menos un equipo de usuario (10) configurado para implementar el método de preselección según la reivindicación 6, siendo el equipo de usuario (10) una aeronave;

5 - Una pluralidad de estaciones base (21,22,23) que comprenden al menos una estación base de conexión (21) a la que está conectado el equipo de usuario (10).

10. Sistema que comprende:

- Al menos un equipo de usuario (10), siendo el equipo de usuario (10) una aeronave;

10 - Una pluralidad de estaciones base (21,22,23) que comprenden al menos una estación base de conexión (21) a la que está conectado el equipo de usuario (10), estando configurada la al menos una estación base para implementar el método de preselección (31) según una cualquiera de las reivindicaciones 7 u 8.

11. Producto de programa de ordenador que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por un ordenador, hacen que el mismo implemente las etapas del método de preselección (31) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

15 12. Soporte de registro legible por ordenador que comprende instrucciones que, cuando son ejecutadas por un ordenador, hacen que el mismo implemente las etapas del método de preselección (31) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

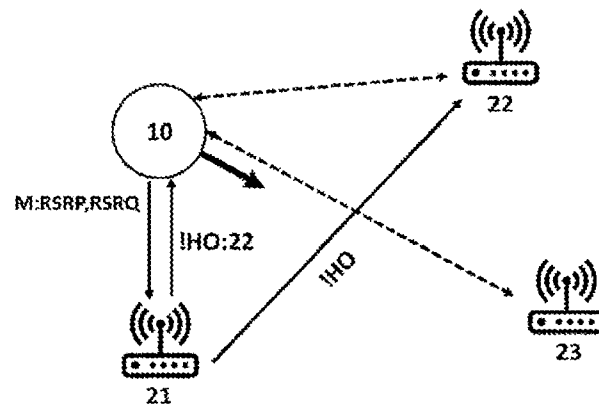


FIG. 1

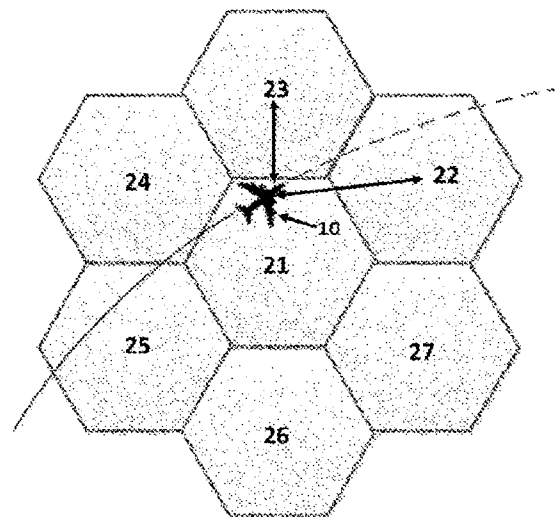


FIG. 2

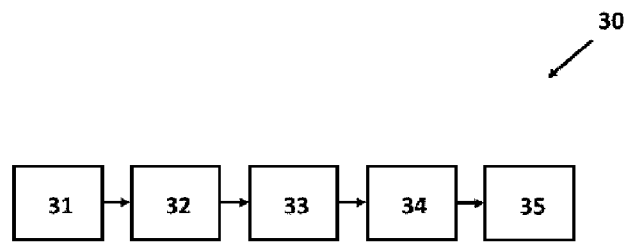


FIG. 3

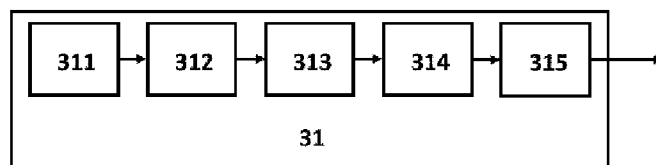


FIG. 4

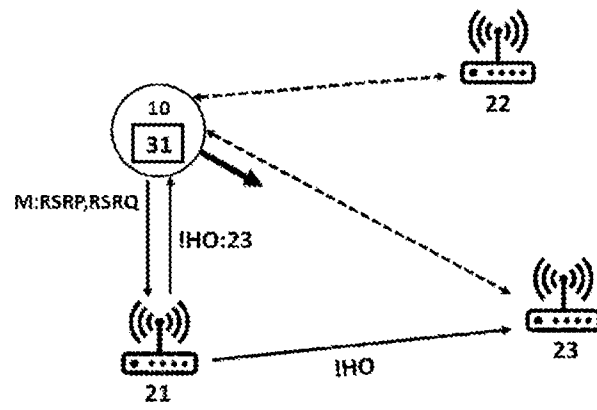


FIG. 5

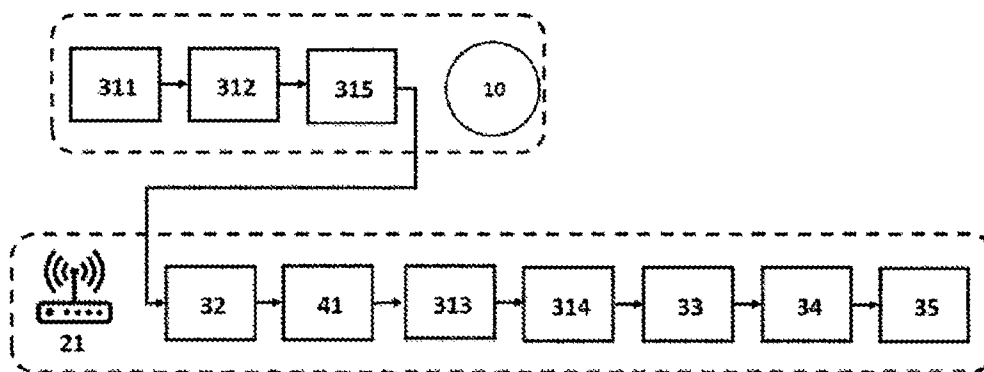


FIG. 6