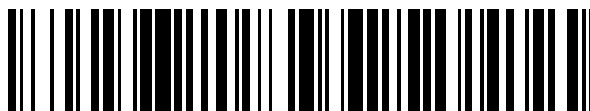


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 974**

51 Int. Cl.:

H04L 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.02.2010** **E 10360011 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 2362563**

54 Título: **Realimentación de información de estado de canal**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
18.04.2016

73 Titular/es:

ALCATEL LUCENT (100.0%)
148/152 route de la Reine
92100 Boulogne-Billancourt, FR

72 Inventor/es:

BAKER, MATTHEW P.J. y
BOCCARDI, FEDERICO

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 566 974 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

Realimentación de información de estado de canal

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un aparato y un procedimiento para realimentar información de estado de canal.

5 **Antecedentes**

Las estaciones base en los sistemas de comunicaciones inalámbricas proporcionan conectividad inalámbrica al equipo de usuario en las áreas geográficas, o celdas, asociadas con la estación base. Los enlaces de las comunicaciones inalámbricas entre la estación base y cada uno del equipo de usuario típicamente incluyen uno o más canales de enlace descendente (o directo) para transmitir información desde la estación base al equipo de usuario y uno o más canales de enlace ascendente (o inverso) para transmitir información desde el equipo de usuario a la estación base. Pueden emplearse técnicas de Entrada-múltiple-salida-múltiple (MIMO) cuando la estación base y, opcionalmente, el equipo de usuario incluyen múltiples antenas. Por ejemplo, una estación base que incluye múltiples antenas puede transmitir múltiples señales independientes y distintas a múltiples equipos de usuario concurrentemente en la misma banda de frecuencia.

Por ejemplo, considerando un sistema celular con M antenas en la estación base y N antenas en el equipo de usuario. En tales sistemas de comunicación, el canal de radio entre la estación base y el equipo de usuario puede describirse en términos de $N \times M$ enlaces (sub-canales). Cada enlace típicamente tiene una ganancia compleja que varía con el tiempo (es decir amplitud y fase). Si el canal de radio es de banda amplia (es decir la tasa de señal es mayor que la dispersión de retardo del canal), la ganancia compleja varía a través del ancho de banda de la señal transmitida. El estado global del canal de radio puede describirse por lo tanto como una serie de pesos complejos. Esta información de estado de canal se mide mediante el equipo de usuario y se realimenta a la estación base para permitir que la estación base adapte características de las señales transmitidas al equipo de usuario para coincidir de la manera más apropiada al estado de canal predominante para mejorar, por ejemplo, el caudal.

El documento WO 2008/051466 A2 desvela un procedimiento y aparato para enviar Indicación de Calidad de Canal (CQI) mediante un canal compartido mientras una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU) está en un estado celda_FACH sin tener un canal asignado especializado. En una realización, la WTRU puede enviar una CQI tras un cambio significativo de las condiciones de canal. La WTRU puede transmitir una CQI cuando la diferencia entre la CQI y la última CQI informada supera un valor predeterminado. Cada vez que la CQI medida supera el valor de CQI anterior por la diferencia para un periodo de tiempo predefinido, se activa un informe de CQI.

Ericsson y col: "A Flexible Feedback Concept", 12 de enero de 2010 (12-01-2010). Borrador del 3GPP; R1-100051_Feedback_Concept, 3rd Generation Partnership Project (3GPP), Mobile Competence Centre; 650 route des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex: Francia, XP050417800) desvela un concepto de realimentación que cubre MIMO de único usuario así como MIMO multi-usuario. En este enfoque, el equipo de usuario realimenta los indicadores de matriz de precodificación, correspondiendo cada uno a dos precodificadores. Las propiedades de correlación permanecen aproximadamente constantes a través del ancho de banda y cambian pausadamente con el tiempo, por lo que no necesita informarse a menudo al primer precodificador o de una manera selectiva en frecuencia a través del ancho de banda. El segundo precodificador intenta coincidir las propiedades instantáneas del canal efectivo y por lo tanto puede beneficiarse de que se le informe a menudo y de una manera selectiva en frecuencia.

Aunque existen técnicas para proporcionar realimentación de información de estado de canal, cada una de ellas tiene sus propias desventajas. Por consiguiente, se desea proporcionar una técnica mejorada para proporcionar información de estado de canal.

Sumario

De acuerdo con un primer aspecto se proporciona un procedimiento para proporcionar información de estado de canal para un canal de comunicaciones inalámbricas proporcionado entre un primer nodo de red que tiene al menos una antena de transmisión y un segundo nodo de red que tiene al menos una antena de recepción, de acuerdo con la reivindicación 1.

El primer aspecto reconoce que un problema con las técnicas existentes es que un tipo de información de estado de canal dado se transmite incluso cuando ese tipo de información de estado de canal proporciona poca mejora en, por ejemplo, caudal. Esto es debido a que aunque la información de estado de canal es beneficiosa para mejorar el caudal de las transmisiones entre el primer y segundo nodos de red, pueden existir periodos de tiempo relativamente largos cuando el grado de cambio o variación en un aspecto particular del estado de canal descrito mediante un tipo de información de estado de canal dado es relativamente bajo y se obtiene relativamente poco beneficio de proporcionar estas actualizaciones periódicas dispuestas estáticamente en ese tipo de información de estado de canal puesto que únicamente se harán cambios menores a las características de las señales transmitidas que hará que tengan poco efecto en el rendimiento.

Por consiguiente, se realiza una estimación o determinación del estado de canal actual para cada tipo de información de estado de canal para cada canal o sub-canal. Se determina o calcula a continuación la variación o desviación del estado de canal actual desde la información de estado de canal transmitida más recientemente para ese tipo. Si la diferencia entre el estado de canal actual y la información de estado de canal transmitida más recientemente fuera mayor que o igual a una cantidad umbral predeterminada, entonces se transmite una indicación del estado de canal actual al primer nodo de red. De esta manera, puede observarse que únicamente cuando tiene lugar una variación adecuadamente grande en el estado de canal para ese tipo de información de estado de canal hay recursos asignados para la transmisión del estado de canal actual al primer nodo de red. Esto significa que no necesitan asignarse de manera regular recursos para la transmisión de la información de estado de canal actual, sino que estos recursos pueden utilizarse de manera dinámica cómo y cuándo surja la necesidad. Por lo tanto, si hubiera poco beneficio al actualizar el estado de canal, entonces no sería necesario que tuviera lugar la actualización para ese tipo de información de estado de canal. Sin embargo, cuando tiene lugar un cambio significativo en el estado de canal, entonces puede transmitirse una actualización. Un enfoque de este tipo ayuda a minimizar la asignación de recursos rutinaria, liberando por lo tanto estos recursos para, por ejemplo, la transmisión de otro tipo de información de estado de canal. Por consiguiente, en lugar de proporcionar de manera rutinaria actualizaciones de estado de canal para cada tipo de información de estado de canal, estas actualizaciones únicamente tienen lugar bajo demanda, cuando proporcionar una actualización de este tipo realiza una mejora medida al caudal. Por ejemplo, puede tener lugar una situación donde la relación geográfica entre los nodos de red sea relativamente estática, ya que son cualquier fuente principal de interferencia o reflejo. Por lo tanto, para periodos de tiempo relativamente largos, el entorno de estado de canal es razonablemente estático. En estas situaciones, hay una necesidad reducida de proporcionar actualizaciones de estado de canal puesto que estas actualizaciones es probable que únicamente proporcionen un beneficio mínimo para el caudal. Sin embargo, cuando la relación geográfica entre los dos nodos de red esté cambiando rápidamente o cuando las fuentes principales de interferencia o reflejo estén cambiando también, el caudal puede verse afectado significativamente debido a un entorno de estado de canal que cambia comparativamente de manera rápida que puede mejorarse a través de proporcionar actualizaciones de estado de canal.

La etapa de transmisión comprende la etapa de: transmitir un indicador indicativo de un valor actual de un segundo tipo de información de estado de canal actual cuando la etapa de determinación indica que el valor actual del primer tipo de información de estado de canal no varía desde el valor transmitido más recientemente del primer tipo de información de estado de canal en al menos la cantidad predeterminada. Por lo tanto, la información de estado de canal puede comprender diferentes tipos o componentes de estado de canal, cada uno de los cuales puede transmitirse. Estos diferentes tipos pueden referirse a diferentes características del estado de canal. Algunos tipos de información de estado de canal pueden representar características del estado de canal que varían rápidamente, mientras que otras pueden variar más pausadamente. De manera similar, algunos tipos de información de estado de canal pueden representar características del estado de canal que pueden variar más rápidamente algunas veces, mientras que otras pueden variar más rápidamente otras veces. Cuando no es necesaria actualización para un tipo de información de estado de canal, los recursos que se hubieran asignado de otra manera de manera rutinaria para posibilitar la transmisión de esa actualización innecesaria pueden asignarse en su lugar para soportar la transmisión de actualizaciones de otros tipos de información de estado de canal. Se apreciará que esto posibilita que los recursos disponibles se asignen de manera dinámica para posibilitar la transmisión de actualizaciones de ese tipo de información de estado de canal para cada canal o sub-canal que mejor mejora el rendimiento del canal o sub-canal.

En una realización, la etapa de transmisión comprende la etapa de: evitar la transmisión del indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal cuando la etapa de determinación indica que el valor actual del primer tipo de información de estado de canal no varía desde el valor previamente transmitido del primer tipo de información de estado de canal en al menos la cantidad predeterminada. Esta realización reconoce que un problema con las técnicas existentes es que la cantidad de recursos asignados para la transmisión de información de estado de canal es en general constante que evita que estos recursos se utilicen para otros fines, en particular para redistribuirse entre los diferentes tipos de información de estado de canal. Por ejemplo, la información de estado de canal puede transmitirse de manera regular al mismo intervalo periódico desde el segundo nodo de red al primer nodo de red. Si estos recursos no pueden redistribuirse de manera dinámica entre diferentes tipos de información de estado de canal, significa que se necesitarán asignar periódicamente más recursos de los necesarios para posibilitar que puedan transmitirse todos los tipos de información de estado de canal de manera suficientemente frecuente, que proporciona una fuga constante de estos recursos finitos. Por consiguiente, si un aspecto del estado de canal actual no hubiera variado desde la información de estado de canal transmitida más recientemente para ese canal o más que la cantidad predeterminada, entonces no necesitaría proporcionarse actualización para ese aspecto del estado de canal y por lo tanto los recursos para la transmisión para una actualización de este tipo pueden reasignarse. Esto ayuda a asegurar que los recursos se asignan únicamente cuando se requiera y libera estos recursos para otros usos en otros momentos. Esto significa que los recursos no necesitan asignarse de manera regular para la transmisión de cada aspecto del estado de canal actual, sino que estos recursos pueden utilizarse de manera dinámica cómo y cuándo surja la necesidad.

En una realización, el procedimiento comprende la etapa de: recibir un indicador indicativo de la cantidad predeterminada desde el primer nodo de red. Por consiguiente, el primer nodo de red que puede ser, por ejemplo, una estación base, puede establecer la cantidad predeterminada basándose en, por ejemplo, calidad u otras

mediciones realizadas mediante la estación base. De esta manera, el primer nodo de red puede controlar el alcance de cualquier desviación del estado de canal que es aceptable sin activar la aparición de una actualización de estado de canal.

5 En una realización, puede utilizarse una matriz de Frobenius para determinar si el valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal varía desde un valor previamente transmitido del al menos un primer tipo de información de estado de canal en más de la cantidad predeterminada. En una realización de este tipo, la información de estado de canal previamente transmitida puede almacenarse como una matriz y compararse frente a una matriz que almacena la información de estado de canal actual.

10 En una realización, la distancia entre los vectores usados para cuantificar la información de estado de canal puede usarse para determinar si el valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal varía desde un valor transmitido más recientemente del al menos un primer tipo de información de estado de canal en más de la cantidad predeterminada. Si el cambio en la información de estado de canal es mayor que la distancia entre un número predeterminado de los vectores la cantidad predeterminada puede determinarse que se ha superado. En una realización de este tipo, si el cambio en la información de estado de canal es mayor que el intervalo completo del espacio descrito mediante el conjunto de vectores, entonces puede determinarse que la cantidad predeterminada se ha superado.

15 En una realización, el indicador indicativo del valor actual de al menos el primer tipo de información de estado de canal comprende un indicador indicativo de una diferencia entre el valor actual de al menos el primer tipo de información de estado de canal y el valor transmitido más recientemente de al menos el primer tipo de información de estado de canal. Por consiguiente, en lugar de transmitir la información de estado de canal completa al primer nodo de red, únicamente necesita transmitirse la diferencia. Se apreciará que transmitir la diferencia reducirá en ocasiones adicionalmente la cantidad de información que necesita transmitirse, reduciendo de esta manera también los recursos que necesitan asignarse.

20 En una realización, la etapa de transmisión comprende la etapa de: transmitir uno de un indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal cuando la etapa de determinación indica que el valor actual del primer tipo de información de estado de canal varía desde el valor transmitido más recientemente del primer tipo de información de estado de canal en al menos una primera cantidad predeterminada y un indicador indicativo del valor actual del segundo tipo de información de estado de canal cuando la etapa de determinación indica que el valor actual del segundo tipo de información de estado de canal varía desde el valor previamente transmitido del segundo tipo de información de estado de canal en al menos una segunda cantidad predeterminada en preferencia de la otra. Por consiguiente, pueden establecerse diferentes niveles de cambio umbral que son apropiados para cada uno de estos diferentes tipos de información de estado de canal. También, esta realización reconoce que un problema con el enfoque de actualización estático anteriormente mencionado es que las actualizaciones tienen lugar independientemente de si tales actualizaciones proporcionan un efecto beneficioso en el caudal. Adicionalmente, el enfoque de actualización estático proporciona actualizaciones para un tipo de estado de canal típicamente de manera más frecuente que las actualizaciones para otros tipos de estado de canal. En contraste, posibilitar la transmisión de un tipo cualquiera de información de estado de canal en preferencia del otro tipo de información de estado de canal, o viceversa, proporciona flexibilidad para priorizar la transmisión de un componente o tipo de la información de estado de canal sobre el otro. En una realización, la segunda cantidad predeterminada puede ser 25
30
35
40
45
50
55
60
cero para provocar que se proporcionen de manera regular actualizaciones al segundo tipo de información de estado de canal.

En una realización, la etapa de transmisión comprende la etapa de: aumentar un número de bits utilizados para transmitir uno del indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal y del indicador indicativo del valor actual del segundo tipo de información de estado de canal en preferencia al otro. Por consiguiente para la información de estado de canal dada la prioridad, se aumenta el número de bits disponibles para ese tipo preferencial de información de estado de canal preferencial. Esto ayuda a asegurar que se asignen más recursos al tipo de información de estado de canal preferencial en ese momento que a otros tipos de información de estado de canal.

En una realización, la etapa de transmisión comprende la etapa de: aumentar un número de intervalos de tiempo utilizados para transmitir uno del indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal y del indicador indicativo del valor actual del segundo tipo de información de estado de canal en preferencia al otro.

En una realización, el primer tipo de información de estado de canal comprende información de estado de canal a largo plazo, el segundo tipo de información de estado de canal comprende información de estado de canal a corto plazo y la etapa de transmisión comprende la etapa de: transmitir el indicador indicativo de la información de estado de canal a largo plazo actual cuando la etapa de determinación indica que el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo varía desde el valor transmitido más recientemente de la información de estado de canal a largo plazo en al menos la primera cantidad predeterminada. Por lo tanto, la información de estado de canal puede referirse a características de estado de canal a largo plazo y a corto plazo. Las denominadas informaciones de estado de canal a largo plazo y a corto plazo son bien conocidas en la técnica e indican diferentes componentes o

características de la información de estado de canal. Por ejemplo, la información de estado de canal a largo plazo puede capturar las propiedades de correlación espacial del canal que normalmente cambian pausadamente con el tiempo y a través de la frecuencia. Tal información de estado de canal a largo plazo puede representar típicamente la correlación entre antenas, una relación de interferencia de señal a ruido más interferencia (SNIR) promediada, una pérdida de trayectoria y similares. Como se ha mencionado anteriormente, estas características varían comparativamente de manera pausada. El otro componente o tipo es la denominada información de estado de canal a corto plazo que representa propiedades instantáneas del canal que en general varían rápidamente en tiempo y frecuencia. Típicamente, tal información de estado de canal a corto plazo puede ser la fase y amplitud de las señales que se están recibiendo, la SNIR instantánea y similares. Las técnicas conocidas proporcionan tanto la información de estado de canal a corto plazo como a largo plazo para cada canal o sub-canal que, cuando se combinan, proporcionan una indicación del estado del canal global. Estas técnicas conocidas típicamente proporcionan actualizaciones de estado de canal a intervalos periódicos regulares proporcionándose muchas actualizaciones a corto plazo para cada actualización a largo plazo. Sin embargo, en esta realización, la información de estado de canal a largo plazo se actualiza únicamente cuando tiene lugar un cambio suficientemente grande en esta información de estado de canal. En las realizaciones, los cambios a la información de estado de canal a corto plazo pueden transmitirse de otra manera puesto que este estado de canal es probable que varíe más rápidamente.

En una realización, la etapa de transmisión comprende la etapa de: transmitir un indicador indicativo del valor actual de la información de estado de canal a largo plazo en preferencia a transmitir el indicador indicativo del valor actual de la información de estado de canal a corto plazo cuando la etapa de determinación indica que el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo varía desde el valor transmitido más recientemente de la información de estado de canal a largo plazo en al menos la primera cantidad predeterminada. Por consiguiente, si tuviera lugar un cambio significativo en el estado de canal a largo plazo, entonces este puede transmitirse en preferencia a cambios en el estado de canal a corto plazo.

En una realización, la etapa de transmisión comprende la etapa de: aumentar una asignación de los bits para transmitir el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo. Por consiguiente, pueden asignarse más bits para soportar la transmisión de la actualización a la información de estado de canal a largo plazo. Se apreciará que un enfoque de este tipo no fue posible en las técnicas conocidas que únicamente posibilitan que se utilice un número de bits fijo predeterminado en intervalos periódicos fijos.

En una realización, las transmisiones tienen lugar en intervalos de tiempo y la etapa de transmisión comprende la etapa de: aumentar la asignación de intervalos de tiempo para transmitir el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo. Aumentando el número de intervalos de tiempo asignados para las actualizaciones de estado de canal a largo plazo, se aumenta la velocidad con la que tales actualizaciones pueden tener lugar, mejorando de esta manera el caudal. Se apreciará que este enfoque tampoco era posible con las técnicas conocidas que requieren que las actualizaciones de estado de canal a largo plazo pudieran tener lugar únicamente a intervalos periódicos fijos retardando de esta manera la velocidad a la que pudieran hacerse tales actualizaciones.

En una realización, el procedimiento comprende las etapas de: disponer el valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal en al menos un vector; y cuantificar el al menos un vector seleccionando uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos en un primer nivel de un libro de códigos de vectores jerárquico, comprendiendo el indicador indicativo del valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal una indicación de un índice para el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos. Se apreciará que tales libros de códigos de vectores jerárquicos proporcionan un número de vectores de libro de códigos en cada nivel del libro de código jerárquico, cada uno de los cuales se selecciona basándose en criterios predeterminados tales como, por ejemplo, que el vector de libro de códigos es, por ejemplo, la coincidencia más cercana al vector a cuantificar, la mejor coincidencia al vector o que ofrece el mínimo error, aunque se apreciará también que pueden aplicarse otros criterios de selección puesto que usar un libro de códigos jerárquico posibilita el perfeccionamiento posterior para vectores de libro de códigos adicionales que pueden representar mejor el vector que se está cuantificando. Un índice para el vector de libro de código seleccionado puede proporcionarse a continuación al primer nodo de red. Por lo tanto, en lugar de transmitir el propio vector seleccionado como la información de estado de canal actual, únicamente necesita proporcionarse el índice a ese vector, que se apreciará que se podrá representar típicamente con un número de bits más pequeño. El primer nodo de red, que también tiene una copia de los libros de códigos de vectores, puede a continuación identificar el vector seleccionado y utilizar ese vector para determinar la información de estado de canal actual y adaptar su transmisión en consecuencia. Por lo tanto, puede observarse que la cantidad de información de realimentación de estado de canal proporcionada puede reducirse drásticamente.

En una realización, el procedimiento comprende las etapas de: solicitar el al menos un vector seleccionando uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente desde niveles relacionados jerárquicamente del libro de códigos de vectores jerárquicos, comprendiendo el indicador indicativo del valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal una indicación de un índice para el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente. Por consiguiente, la cuantificación del vector puede perfeccionarse sucesivamente seleccionando vectores de libro de códigos que están relacionados con el vector cuyo índice se ha notificado previamente al primer nodo de red. Este perfeccionamiento sucesivo o recuantificación posibilita una indicación mejorada de la información de estado de canal actual a proporcionar de vuelta al primer nodo de red con el tiempo.

- En una realización, el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente desde niveles relacionados jerárquicamente del libro de códigos de vectores jerárquicos comprende uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos hijos desde niveles hijos del libro de códigos jerárquico. Por consiguiente, para vectores que cambian pausadamente con el tiempo, los perfeccionamientos posteriores en sus cuantificaciones pueden ser posibles seleccionando vectores de libro de códigos hijos del vector de libro de códigos previamente indicado al primer nodo de red. Tales vectores de libro de códigos hijos son típicamente perfeccionamientos más cercanos del vector de libro de códigos padre previamente notificado.
- En una realización, el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente desde niveles relacionados jerárquicamente del libro de códigos de vectores jerárquicos comprende uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos padres desde niveles padres del libro de códigos jerárquico. Por lo tanto, para cambiar el estado de canal más rápidamente, puede ser necesario atravesar hasta los niveles padres del libro de códigos jerárquico para seleccionar un vector de libro de códigos más apropiado que cuantifique el vector.
- En una realización, se proporcionan diferentes libros de códigos de vectores jerárquicos para el primer tipo de información de estado de canal y para el segundo tipo de información de estado de canal, siendo al menos uno de los libros de códigos jerárquico. Por consiguiente, pueden proporcionarse diferentes libros de códigos o conjuntos de libros de códigos para cada una de la información de estado de canal a corto plazo y a largo plazo. Se apreciará que cada uno de estos libros de códigos o conjuntos de libros de códigos puede optimizarse para aquellos diferentes tipos de información de estado de canal.
- En una realización, el indicador indicativo del valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal codifica un identificador que indica cuál de los libros de códigos de vectores jerárquicos se usó para cuantificar o recuantificar el al menos un vector. Por consiguiente, el indicador puede codificar un identificador que informa al receptor qué libro de códigos de vectores jerárquicos se usó para codificar el vector. Se apreciará que esta indicación puede indicar explícitamente qué libro de códigos de vectores jerárquicos particular se usó o proporcionó una indicación relativa del libro de códigos de vectores usado. Por ejemplo, si pueden usarse dos libros de códigos de vectores el indicador puede ser un bit único; un bit "0" puede indicar que se usó uno de los libros de códigos, mientras que un "1" puede indicar que se usó el otro libro de códigos. Como alternativa, un "0" puede indicar que la indicación recibida contiene un vector desde el mismo libro de códigos que se usó previamente, mientras que un "1" puede indicar que se usó un libro de códigos diferente al usado previamente para crear ese vector. Se apreciará que hay muchas maneras para implementar tales indicaciones absolutas y relativas.
- En una realización, el indicador indicativo del valor actual de al menos un tipo de información de estado de canal comprende además un indicador relativo o absoluto del nivel del libro de códigos de los vectores desde los que se seleccionó el al menos uno de una pluralidad de vectores de libro de código, en el que si el indicador relativo o absoluto indica un nivel no presente en el libro de códigos de vectores previamente indicado indica el tipo de información de estado de canal indicada mediante el indicador indicativo del valor actual de al menos un tipo de información de estado de canal.
- De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un nodo de red que tiene al menos una antena de recepción y que opera para proporcionar información de estado de canal para un canal de comunicaciones inalámbricas proporcionado entre otro nodo de red que tiene al menos una antena de transmisión y el nodo de red, de acuerdo con la reivindicación 15.
- En una realización, la lógica de transmisión opera para evitar la transmisión del indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal cuando la lógica de determinación indica que el valor actual del primer tipo de información de estado de canal no varía desde el valor transmitido más recientemente del primer tipo de información de estado de canal en al menos la cantidad predeterminada.
- En una realización, el nodo de red comprende: lógica de recepción que opera para recibir un indicador indicativo de la cantidad predeterminada desde el primer nodo de red.
- En una realización, puede utilizarse una matriz de Frobenius para determinar si el valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal varía desde un valor transmitido más recientemente del al menos un primer tipo de información de estado de canal en más de la cantidad predeterminada.
- En una realización, la distancia entre los vectores usados para cuantificar la información de estado de canal puede usarse para determinar si el valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal varía desde un valor transmitido más recientemente del al menos un primer tipo de información de estado de canal en más de la cantidad predeterminada. Si el cambio en la información de estado de canal es mayor que la distancia entre un número predeterminado de los vectores la cantidad predeterminada puede determinarse que se ha superado. En una realización de este tipo, si el cambio en la información de estado de canal es mayor que el intervalo completo del espacio descrito mediante el conjunto de vectores, entonces puede determinarse que la cantidad predeterminada se ha superado.
- En una realización, el indicador indicativo del valor actual de al menos el primer tipo de información de estado de canal comprende un indicador indicativo de una diferencia entre el valor actual de al menos el primer tipo de

información de estado de canal y el valor transmitido más recientemente de al menos el primer tipo de información de estado de canal.

5 En una realización, la lógica de transmisión opera para transmitir uno de un indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal cuando la lógica de determinación indica que el valor actual del primer tipo de información de estado de canal varía desde el valor transmitido más recientemente del primer tipo de información de estado de canal en al menos una primera cantidad predeterminada y un indicador indicativo del valor actual del segundo tipo de información de estado de canal cuando la lógica de determinación indica que el valor actual del segundo tipo de información de estado de canal varía desde el valor transmitido más recientemente del segundo tipo de información de estado de canal en al menos una segunda cantidad predeterminada en preferencia de la otra.

10 En una realización, la lógica de transmisión opera para aumentar un número de bits utilizados para transmitir uno del indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal y del indicador indicativo del valor actual del segundo tipo de información de estado de canal en preferencia al otro.

15 En una realización, la lógica de transmisión opera para aumentar un número de intervalos de tiempo utilizados para transmitir uno del indicador indicativo del valor actual del primer tipo de información de estado de canal y del indicador indicativo del valor actual del segundo tipo de información de estado de canal en preferencia al otro.

20 En una realización, el primer tipo de información de estado de canal comprende información de estado de canal a largo plazo, el segundo tipo de información de estado de canal comprende información de estado de canal a corto plazo y la lógica de transmisión opera para transmitir el indicador indicativo de la información de estado de canal a largo plazo actual cuando la lógica de determinación indica que el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo varía desde el valor previamente transmitido de la información de estado de canal a largo plazo en al menos la primera cantidad predeterminada.

25 En una realización, la lógica de transmisión opera para transmitir un indicador indicativo del valor actual de la información de estado de canal a largo plazo en preferencia a transmitir el indicador indicativo del valor actual de la información de estado de canal a corto plazo cuando la lógica de determinación indica que el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo varía desde el valor previamente transmitido de la información de estado de canal a largo plazo en al menos la primera cantidad predeterminada.

En una realización, la lógica de transmisión opera para aumentar una asignación de bits para transmitir el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo.

30 En una realización, las transmisiones tienen lugar en intervalos de tiempo y la lógica de transmisión opera para aumentar una asignación de intervalos de tiempo para transmitir el valor actual de la información de estado de canal a largo plazo.

35 En una realización, el nodo de red comprende: lógica de disposición que opera para disponer el valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal en al menos un vector; y lógica de cuantificación que opera para cuantificar el al menos un vector seleccionando uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos en un primer nivel de un libro de códigos de vectores jerárquicos, comprendiendo el indicador indicativo del valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal una indicación de un índice para el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos.

40 En una realización, la lógica de cuantificación opera para recuantificar el al menos un vector seleccionando uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente desde niveles relacionados jerárquicamente del libro de códigos de vectores jerárquicos, comprendiendo el indicador indicativo del valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal una indicación de un índice para el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente.

45 En una realización, el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente desde niveles relacionados jerárquicamente del libro de códigos de vectores jerárquicos comprende uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos hijos desde niveles hijos del libro de códigos jerárquico.

En una realización, el uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente desde niveles relacionados jerárquicamente del libro de códigos de vectores jerárquicos comprende uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos padres desde niveles padres del libro de códigos jerárquico.

50 En una realización, se proporcionan diferentes libros de códigos de vectores jerárquicos para el primer tipo de información de estado de canal y para el segundo tipo de información de estado de canal, siendo al menos uno de los libros de códigos jerárquico.

55 En una realización, el indicador indicativo del valor actual del al menos un primer tipo de información de estado de canal codifica un identificador que indica cuál de los libros de códigos de vectores jerárquicos se usó para cuantificar o recuantificar el al menos un vector.

En una realización, el indicador indicativo del valor actual de al menos un tipo de información de estado de canal comprende además un indicador relativo o absoluto del nivel del libro de códigos de vectores desde los que se seleccionó el al menos uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos, en el que si el indicador relativo o absoluto indica un nivel no presente en el libro de códigos de vectores previamente indicado indica el tipo de información de estado de canal indicado mediante el indicador indicativo del valor actual de al menos un tipo de información de estado de canal.

De acuerdo con un tercer aspecto, se proporciona un producto de programa informático que opera, cuando se ejecuta en un ordenador, para realizar las etapas del procedimiento del primer aspecto.

Además se exponen aspectos particulares y preferidos en las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas. Las características de las reivindicaciones dependientes pueden combinarse con características de las reivindicaciones dependientes según sea apropiado, y en combinaciones distintas a las explícitamente expuestas en las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora adicionalmente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra los componentes principales de una red de telecomunicaciones inalámbrica de acuerdo con una realización;

La Figura 2 ilustra la planificación de mensajes de actualización de estado de canal;

La Figura 3 ilustra una estructura de libro de códigos jerárquica de ejemplo; y

Las Figuras 4 y 5 ilustran utilizaciones de ejemplo de una estructura de libro de códigos jerárquica.

Descripción de las realizaciones

Vista general

La Figura 1 ilustra una disposición de una estación 20 base y equipo 30 de usuario de una red de telecomunicaciones inalámbrica, en general 10, de acuerdo con una realización. La estación 20 base y el equipo 30 de usuario son ejemplos del primer y segundo nodos de red aunque se apreciará que existen otros ejemplos de nodos de red a los que puede aplicarse la presente técnica y de hecho la funcionalidad de la estación base y del equipo de usuario puede invertirse. Aunque solamente se muestra una estación base y equipo de usuario por motivos de claridad, se apreciará que pueden desplegarse muchas estaciones base y equipos de usuario de este tipo en una red de telecomunicaciones inalámbrica de este tipo. Cada estación 20 base se proporciona con M antenas, mientras que cada equipo 30 de usuario se proporciona con N antenas. Típicamente, al menos uno de M y N es un valor entero mayor que 1. Se establece un canal de radio de MIMO entre la estación 20 base y el equipo de usuario y se proporcionan sub-canales entre cada antena de la estación 20 base y el equipo 30 de usuario. Se apreciará que esta disposición es aplicable a tanto MIMO de único usuario así como a MIMO de multi-uso.

El estado de cada sub-canal se evalúa mediante el equipo 30 de usuario y se realimenta a la estación 20 base para posibilitar a la estación 20 base adaptar sus transmisiones basándose en la información de estado de canal. La información de estado de canal puede comprender muchos tipos diferentes de información de estado de canal, cada uno de los cuales comparte características similares que juntas proporcionan una indicación global del estado del canal. Se apreciará que estos diferentes tipos de información de estado de canal varían a diferentes tiempos y su importancia cambia. Como se explicará en más detalle a continuación, el estado de canal de los subcanales se realimenta desde el equipo 30 de usuario a la estación 20 base de una manera dinámica. Es decir que tiene lugar la planificación dinámica de la realimentación del estado de canal, realimentándose los cambios más significativos para el estado de canal en preferencia a otros cambios. La importancia de los cambios se evalúa basándose en si el estado de canal ha cambiado en más de una cantidad predeterminada cuando se compara con una indicación previamente proporcionada del estado de canal. Esto posibilita que se eviten actualizaciones que se refieren a cambios no significativos en el estado de canal, liberando de esta manera recursos que se hubieran utilizado de otra manera para cambios menos significativos. Por ejemplo, los recursos liberados pueden utilizarse para transmitir otro tipo de información de estado de canal o de hecho para evitar la transmisión de cualquier información de estado de canal alguna durante periodos de tiempo.

Cada estación 20 base comprende al menos un medio de procesamiento adaptado para recibir una indicación del estado de canal y medios para ajustar sus transmisiones basándose en esta información de estado de canal. Cada estación 20 base comprende también al menos un medio de procesamiento adaptado a al menos un umbral predeterminado para transmisión al equipo 30 de usuario. Este umbral puede variarse de manera dinámica para ajustar el alcance de cualquier cambio en el estado de canal que puede tolerarse antes de que necesite enviarse una actualización en el estado de canal desde el equipo 30 de usuario.

Cada equipo 30 de usuario comprende la funcionalidad de un terminal móvil para transmisión y recepción de señales en una red usando transmisión de radio. Adicionalmente, el equipo 30 de usuario comprende al menos un medio de procesamiento adaptado para determinar el al menos un tipo de estado de canal, evaluar si la diferencia entre este

estado de canal y el estado de canal transmitido más recientemente para ese tipo supera un umbral, y si es así, asignar recursos para la transmisión de información de estado de canal actualizada.

Planificación de actualización de información de estado de canal

Como se ha mencionado anteriormente, cada equipo 30 de usuario recibe un umbral predeterminado para cada tipo de información de estado de canal desde la estación 20 base. Estos umbrales se almacenan localmente mediante el equipo 30 de usuario y se usan para evaluar si se requiere o no una actualización para ese tipo de información de estado de canal. En este ejemplo, se describen dos tipos de información de estado de canal. El primero es información de estado de canal a largo plazo, que intenta describir las propiedades de correlación espacial del sub-canal con cambio de manera pausada con el tiempo y a través de la frecuencia. Ejemplos de este tipo de información de estado de canal incluyen la correlación entre antenas, la SNIR promedio, así como la pérdida de trayectoria. El otro tipo de información de estado de canal es información de estado de canal a corto plazo, que intenta coincidir las propiedades instantáneas del sub-canal, que son variables en el tiempo y en frecuencia. Ejemplos de tal información de estado de canal a corto plazo incluyen fase de señal de SNIR instantánea y amplitud.

En la inicialización, el equipo de usuario determinará el estado de canal para cada uno de sus sub-canales y almacena esta información como una o más matrices en el equipo 30 de usuario. El equipo 30 de usuario determinará que no se ha proporcionado información de estado de canal a la estación 20 base y por lo tanto empezará a asignar recursos para transmitir esta información de estado de canal a la estación 20 base. En este ejemplo, la información de estado de canal se transmite a través de un sub-canal de control entre el equipo 30 de usuario y la estación 20 base. Sin embargo, se apreciará que pueden utilizarse otros mecanismos para transmitir la información de estado de canal. En este ejemplo, la transmisión de cambios a la información de estado de canal a largo plazo se le proporciona prioridad sobre otros cambios en información de estado de canal a corto plazo. Sin embargo, puede proporcionarse preferencia a otros tipos de información de estado de canal en otras disposiciones. Por consiguiente, la información de estado de canal a largo plazo inicial se realimenta a la estación 20 base, seguido por la información de estado de canal a corto plazo inicial. Los detalles de esta información de estado de canal para cada tipo realimentado a la estación 20 base se almacenan, típicamente, como una matriz, en el equipo 30 de usuario.

Posteriormente, a medida que el equipo 30 de usuario mide el estado de canal actual que se experimenta mediante ese equipo 30 de usuario, el estado actual medido se almacena en una o más matrices correspondientes. El estado de canal previamente transmitido y el estado de canal actual pueden compararse usando una matriz de Frobenius para estimar la variación entre las matrices. Cuando una variación para ese tipo de información de estado de canal es mayor que un umbral correspondiente proporcionado mediante la estación 20 base, entonces el equipo de usuario asignará recursos para la transmisión de la información de estado de canal actualizada para ese tipo.

Por ejemplo, como se muestra en la Figura 2, en el intervalo de tiempo T_1 , el estado de canal a largo plazo actual se determina que ha cambiado en una cantidad que es mayor que el umbral, que activa la asignación de recursos para la transmisión de la información de estado de canal a largo plazo actual a la estación 20 base en preferencia a la transmisión de la información de estado de canal a corto plazo actual. Por lo tanto, la información de estado de canal a largo plazo actual se transmite a la estación 20 base desde el equipo 30 de usuario a través de un número de intervalos de tiempo consecutivos. En este ejemplo, el cambio en la información de estado de canal a largo plazo es relativamente alto y requiere un número de intervalos de tiempo para posibilitar suficiente información acerca de estos cambios a transportar a la estación 20 base. Para minimizar la cantidad de información que necesita transmitirse a la estación 20 base, en lugar de transmitir un indicador absoluto de la información de estado de canal cada vez que tiene lugar un cambio, puede proporcionarse en su lugar una indicación de la diferencia entre el estado de canal actual y el estado de canal previamente transmitido. También, como se explicará en más detalle a continuación, puede usarse un sistema de realimentación jerárquico para perfeccionar sucesivamente la información que se realimenta. En el tiempo T_2 , se ha transmitido suficiente información con respecto al estado de canal a largo plazo actual a la estación 20 base y de esta manera no se requiere que se asignen recursos adicionales para la transmisión de información de estado de canal a largo plazo.

Sin embargo, en el tiempo T_3 , se detecta otro cambio al estado de canal a largo plazo que es mayor que la cantidad predeterminada, pero en este ejemplo únicamente se requiere un intervalo de tiempo para transportar ese cambio y de esta manera, en el tiempo T_4 , no necesitan asignarse recursos adicionales para la transmisión de información de estado de canal a largo plazo.

De manera similar, los cambios para la información de estado de canal a corto plazo que son mayores que un umbral correspondiente para ese tipo de información de estado de canal pueden transmitirse desde el equipo 30 de usuario a la estación 20 base. En este ejemplo, se realiza una actualización para la información de estado de canal a corto plazo en cada oportunidad en cada intervalo de tiempo cuando estos recursos no se están usando para actualizar la información de estado de canal a largo plazo. Sin embargo, se apreciará que una vez que se ha proporcionado suficiente información sobre el estado de canal a corto plazo actual mediante el equipo 30 de usuario a la estación 20 base, entonces no necesitan proporcionarse actualizaciones adicionales, liberando de esta manera estos recursos para uso para otros tipos de información de estado de canal.

En el caso de que tenga lugar la saturación de estas actualizaciones, que podría detectarse mediante cualquiera del equipo 30 de usuario o de la estación 20 base, entonces en lugar de continuar transmitiendo una diferencia, el equipo de usuario puede transmitir otra indicación absoluta de la información de estado de canal a la estación 20 base. De manera similar, tanto el equipo 30 de usuario como la estación 20 base pueden ordenar una actualización completa para la información de estado de canal de una manera similar a la realizada en la inicialización.

Realimentación jerárquica

En este ejemplo, se usa un sistema de realimentación jerárquica para codificar las actualizaciones para la información de estado de canal. Esto posibilita que se perfeccionen las actualizaciones desde un instante de informe al siguiente. Este enfoque funciona particularmente bien si el estado de canal está cambiando suficientemente de manera pausada de modo que puede agregarse la realimentación a través de múltiples intervalos de realimentación de modo que los bits agregados indexan un libro de códigos mayor. En otras palabras, un primer mensaje proporciona una aproximación inicial del estado de canal, perfeccionando los mensajes posteriores adicionalmente la aproximación del estado de canal.

Como puede observarse en la Figura 3, cada libro de códigos de cuantificación puede organizarse usando una estructura de árbol binario, de manera que todas las palabras de códigos en el j-ésimo nivel tienen los mismos j-1 bits significativos. Una estructura de este tipo puede usarse como un activador para cuantificación jerárquica.

El procedimiento de cuantificación jerárquica puede explicarse para hacer referencia a dos mensajes, el mensaje de realimentación básica y el mensaje de realimentación perfeccionado. El mensaje de realimentación básica se obtiene enviando de vuelta a la estación 20 base b_i bits que especifican la mejor palabra de código de cuantificación en el nivel b_i del árbol binario, típicamente especificando su índice. El mensaje de realimentación perfeccionado se obtiene como sigue. Suponiendo que en el intervalo de tiempo $t-1$, en una realización, tanto la estación 20 base como el equipo 30 de usuario comparten una palabra de código $\hat{h}_i(t-1) \in C_i$ que pertenece al $\ell(t-1) > b_i$ nivel. Se apreciará que la estación 20 base y el equipo 30 de usuario necesitan ahorrar la secuencia de palabras de código seleccionadas, empezando desde el nivel b_i , hasta el nivel $\ell(t-1)$. El caso $\ell(t-1) = b_i$ puede obtenerse como un caso particular, donde un movimiento 'ARRIBA' corresponde a una nueva palabra de código en el nivel b_i .

Si $c = \hat{h}_i(t-1)$, entonces se elige un nuevo candidato en el $\ell(t-1) + b_i - 1$ nivel, se envían $b_i - 1$ bits de vuelta a la estación 20 base que indican la posición en el subárbol empezando desde $\hat{h}_i(t-1)$, mientras que se usa un bit para señalar un movimiento 'ABAJO' en el árbol. Si $c \neq \hat{h}_i(t-1)$, entonces se elige un nuevo candidato en el $\ell(t-1) - (b_i - 1)$ nivel, se envían $b_i - 1$ bits de vuelta a la estación 20 base que indican la posición en el subárbol empezando desde $\hat{h}_i(t-1)$, mientras que se usa un bit para señalar una trayectoria 'ARRIBA' en el árbol.

Considérese los siguientes dos ejemplos mostrados en las Figuras 4 y 5.

En la Figura 4, en el t-ésimo intervalo de tiempo, se hace un perfeccionamiento ('ABAJO') de la palabra de código de cuantificación empezando desde $\ell(t-1) = 3$. Un nuevo vector en el nivel 5 se envía de vuelta a la estación 20 base. En el $t+1$ -ésimo intervalo de tiempo, se hace un segundo perfeccionamiento ('ABAJO') empezando desde $\ell(t) = 5$. Un nuevo vector en el nivel 7 se envía de vuelta a la estación base.

En la Figura 5, en el t-ésimo intervalo de tiempo, se hace un perfeccionamiento ('ABAJO') de la palabra de código de cuantificación empezando desde $\ell(t-1)=3$. Un nuevo vector en el nivel 5 se envía de vuelta a la estación 20 base. En el $t+1$ -ésimo intervalo de tiempo, debido a una variación de canal, se señala un movimiento 'ARRIBA' a la estación 20 base, en el mismo subárbol $\hat{h}_i(t)$ al que pertenece.

La realización anteriormente descrita usando b_i-1 bits para señalar la palabra de código en un nivel de árbol dado, y 1 bit para señalar un movimiento "ARRIBA" o "ABAJO" en el árbol, puede generalizarse al caso donde se usan x_i bits para señalar una palabra de código dada en un nivel de árbol dado, mientras que se usan y_i bits para señalar un movimiento en el árbol. Y estos x_i, y_i pueden ser una función del nivel en el árbol, usuario, etc.

Tanto la estación 20 base como el equipo 30 de usuario comparten los mismos libros de códigos. En una realización, la estación 20 base opera para transmitir libros de códigos al equipo 30 de usuario para almacenamiento en el mismo.

Por consiguiente, como puede observarse en la Figura 2, cada una de las actualizaciones de realimentación pueden ser actualizaciones jerárquicas, que proporcionan informes de realimentación jerárquicos, proporcionando cada uno unas actualizaciones perfeccionadas agregadas a través de múltiples intervalos de realimentación para indexar diferentes niveles en el libro de códigos correspondiente. Por ejemplo, la información de estado de canal a largo plazo y a corto plazo pueden tener libros de códigos diferentes. Típicamente, cada tipo de información de estado de canal puede tener más de un libro de código, el más apropiado de los cuales puede seleccionarse basándose en la información de estado de canal actual. En el ejemplo mostrado en la Figura 2, cada una de las actualizaciones de realimentación a corto plazo antes del periodo T_1 pueden perfeccionar sucesivamente la información de estado de canal a corto plazo atravesando a través de los niveles del árbol jerárquico.

Las actualizaciones pueden codificar un indicador que indica a la estación 20 base que cada una de estas actualizaciones se refiere al mismo libro de códigos. Las actualizaciones para la información de estado de canal a largo plazo que tienen lugar entre los tiempos T_1 y T_2 pueden codificar un indicador que indica a la estación 20 base que estas actualizaciones se refieren a información de estado de canal a largo plazo y proporcionan una indicación del libro de códigos correspondiente. Por lo tanto, cada actualización puede codificar un indicador del libro de códigos particular al cual se refiere esa actualización o en su lugar puede iniciar simplemente cuánto tiene lugar un cambio en el libro de códigos. Por ejemplo, si se están usando dos conjuntos de libros de códigos entonces la primera actualización enviada después de tiempo T_1 puede indicar simplemente que necesita realizarse un cambio desde el libro de código a corto plazo actual al libro de códigos a largo plazo actual. De manera similar, la primera actualización que sigue al tiempo T_2 puede indicar que necesita realizarse un cambio desde el libro de códigos a largo plazo actual al libro de códigos a corto plazo actual. De manera similar, cuando cada tipo de información de estado de canal utiliza más de un libro de códigos entonces puede proporcionarse un indicador en las actualizaciones que indica que necesita realizarse un cambio en el libro de códigos para ese tipo de información de estado de canal. De esta manera, puede observarse que puede indicarse el libro de códigos apropiado que utiliza para codificar la información de estado de canal actualizada a la estación 20 base.

En una realización, la realimentación de información de estado de canal a corto plazo informa usar los niveles p a $p+q$ de un conjunto de libros de códigos estructurados jerárquicamente, y la realimentación de información de estado de canal a largo plazo se trata como si corresponde a un nivel $p-1$ de la estructura jerárquica, incluso aunque la realimentación a largo plazo típicamente usa un libro de códigos que no está completamente relacionado con los libros de códigos de los niveles p a $p+q$ que están relacionados jerárquicamente entre sí. Por lo tanto cuando se señala un movimiento "ARRIBA" que efectuaría una transición por encima del nivel p en el árbol, redefine de manera eficaz el significado de los otros bits del informe de realimentación, que significa que representan la cuantificación del componente a largo plazo de la realimentación no el componente a corto plazo de la realimentación. De manera similar, un movimiento "ABAJO" desde el nivel $p-1$ cambiaría el significado de los otros bits de la realimentación informada de vuelta para ser la cuantificación del componente a corto plazo de la realimentación. En una realización general, existe una única estructura de informe de realimentación, que puede usarse para cualquiera del informe a largo plazo o a corto plazo. Comprende 1 bit que posibilita que se cambie el informe entre los componentes a largo plazo y a corto plazo (usando diferentes libros de códigos de cuantificación), y una pluralidad adicional de bits para representar la realimentación a largo plazo o a corto plazo cuantificada correspondiente. Si el componente a corto plazo de la realimentación está estructurado jerárquicamente, el bit de cambio posibilita pasar arriba o abajo a través de los niveles de jerarquía. En algunas realizaciones, puede proporcionarse un bit adicional para proporcionar una función de "reseteo" - es decir, posibilitar que la realimentación salte al nivel p de la jerarquía en una única etapa.

En una realización, se proporciona un procedimiento para informar dos tipos de información de estado de canal desde una estación secundaria a una estación primaria, en el que los informes comprenden una pluralidad de bits que indican un valor de uno u otro de los tipos de información de estado de canal, y al menos un bit que indica el tipo de la información de estado de canal.

En una realización, en un primer informe, un primer valor del bit que indica el tipo de la información de estado de canal indica un cambio desde el primer tipo de información de estado de canal al segundo tipo de información de estado de canal, y en el siguiente informe el primer valor del bit que indica el tipo de la información de estado de canal indica un cambio desde un nivel de cuantificación más basto a un nivel de cuantificación más perfeccionado del segundo tipo de información de estado de canal.

En una realización, en un primer informe, un segundo valor del bit que indica el tipo de la información de estado de canal indica un cambio desde un nivel de cuantificación más basto a un nivel de cuantificación más perfeccionado del segundo tipo de información de estado de canal, y en el siguiente informe el segundo valor del bit que indica el tipo de la información de estado de canal indica un cambio desde el segundo tipo de información de estado de canal al primer tipo de información de estado de canal.

En una realización, los informes comprenden adicionalmente un bit que indica un reseteo desde el nivel de cuantificación previamente usado del segundo tipo de información de estado de canal al nivel de cuantificación más basto del segundo tipo de información de estado de canal.

Un experto en la materia reconocería fácilmente que las etapas de diversos procedimientos anteriormente descritos pueden realizarse mediante ordenadores programados. En el presente documento, algunas realizaciones pretenden también cubrir dispositivos de almacenamiento de programas, por ejemplo, medios de almacenamiento de datos digitales, que son legibles por máquina o por ordenador y codifican programas de instrucciones ejecutables por máquina o ejecutables por ordenador, en el que dichas instrucciones realizan alguna o todas las etapas de dichos procedimientos anteriormente descritos. Los dispositivos de almacenamiento de programa pueden ser, por ejemplo, memorias digitales, medio de almacenamiento magnético tal como discos magnéticos y cintas magnéticas, discos duros o medio de almacenamiento de datos digital ópticamente legible. Las realizaciones pretenden también cubrir ordenadores programados para realizar dichas etapas de los procedimientos anteriormente descritos.

Las funciones de los diversos elementos mostrados en las figuras, incluyendo cualquier bloque funcional etiquetado

- como "procesadores" o "lógica", pueden proporcionarse a través del uso de hardware especializado así como hardware que puede ejecutar software en asociación con software apropiado. Cuando se proporciona mediante un procesador, las funciones pueden proporcionarse mediante un único procesador especializado, mediante un único procesador compartido, o mediante una pluralidad de procesadores individuales, algunos de los cuales pueden compartirse. Además, el uso explícito del término "procesador" o "controlador" o "lógica" no debería interpretarse para hacer referencia exclusivamente a hardware que puede ejecutar software, y puede incluir implícitamente, sin limitación, hardware de procesador de señal digital (DSP), procesador de red, circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), campo de matrices de puertas programables (FPGA), memoria de sólo lectura (ROM) para almacenar software, memoria de acceso aleatorio (RAM) y memoria no volátil. Otro hardware, convencional y/o personalizado, puede incluirse también. De manera similar, cualquier cambio mostrado en las figuras es únicamente conceptual. Su función puede llevarse a cabo a través de la operación de lógica de programa, a través de lógica especializada, a través de la interacción de control de programa y lógica especializada, o incluso manualmente, siendo seleccionable la técnica particular mediante el implementador como se entiende más específicamente a partir del contexto.
- Debería apreciarse por los expertos en la materia que cualquier diagrama de bloques en el presente documento representa vistas conceptuales de circuitería ilustrativa que realiza los principios de la invención. De manera similar, se apreciará que cualquier gráfico de flujo, diagramas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudocódigo y similares representan diversos procedimientos que pueden representarse sustancialmente en medio legible por ordenador y ejecutarse así mediante un ordenador o procesador, se muestre o no explícitamente tal ordenador o procesador. La descripción y los dibujos ilustran meramente los principios de la invención. Se apreciará por lo tanto que los expertos en la materia podrán idear diversas disposiciones que, aunque no se describen o muestran explícitamente en el presente documento, realizan los principios de la invención. Adicionalmente, todos los ejemplos indicados en el presente documento pretenden principalmente ser de manera expresa únicamente para fines pedagógicos para ayudar al lector a entender los principios de la invención y los conceptos contribuidos mediante el inventor o inventores a mejorar la técnica, y han de interpretarse como que son sin limitación a tales ejemplos y condiciones indicados específicamente.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para proporcionar información de estado de canal para un canal de comunicaciones inalámbricas proporcionado entre un primer nodo (20; 30) de red que tiene al menos una antena de transmisión y un segundo nodo (30; 20) de red que tiene al menos una antena de recepción, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
 - estimar un valor actual de al menos un primer tipo y un segundo tipo de información de estado de canal para al menos un sub-canal en dicho canal, a partir de las señales recibidas mediante dicha al menos una antena de recepción a través de dicho canal desde dicha al menos una antena de transmisión;
 - determinar si dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal varía de un valor transmitido más recientemente para dicho primer tipo de información de estado de canal, en al menos una cantidad predeterminada; y
 - si es así, transmitir un indicador indicativo de dicho valor actual para dicho primer tipo de información de estado de canal a dicho primer nodo de red; **caracterizado porque** el procedimiento comprende además la etapa de transmitir un indicador indicativo de dicho valor actual de dicho segundo tipo de información de estado de canal actual cuando dicha etapa de determinación indica que dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal no varía de dicho valor transmitido más recientemente de dicho primer tipo de información de estado de canal en al menos dicha cantidad predeterminada.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que dicha etapa de transmisión comprende la etapa de:
 - evitar la transmisión de dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal cuando dicha etapa de determinación indica que dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal no varía de dicho valor transmitido más recientemente de dicho primer tipo de información de estado de canal en al menos dicha cantidad predeterminada.
3. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende la etapa de:
 - recibir un indicador indicativo de dicha cantidad predeterminada desde dicho primer nodo de red.
4. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que dicho indicador indicativo de dicho valor actual de al menos dicho primer tipo de información de estado de canal comprende un indicador indicativo de una diferencia entre dicho valor actual de al menos dicho primer tipo de información de estado de canal y dicho valor transmitido más recientemente de al menos dicho primer tipo de información de estado de canal.
5. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, en el que dicha etapa de transmisión comprende la etapa de:
 - transmitir uno de
 - un indicador indicativo de dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal cuando se determina que dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal varía de un valor transmitido más recientemente de dicho primer tipo de información de estado de canal en al menos una primera cantidad predeterminada y
 - un indicador indicativo de dicho valor actual de dicho segundo tipo de información de estado de canal cuando dicha etapa de determinación indica que dicho valor actual de dicho segundo tipo de información de estado de canal varía de dicho valor transmitido más recientemente de dicho segundo tipo de información de estado de canal en al menos una segunda cantidad predeterminada en preferencia de la otra.
6. El procedimiento de la reivindicación 5, en el que dicha etapa de transmisión comprende la etapa de:
 - aumentar un número de bits utilizados para transmitir dicho uno de dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal y dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho segundo tipo de información de estado de canal en preferencia al otro.
7. El procedimiento de la reivindicación 5 o 6, en el que dicha etapa de transmisión comprende la etapa de:
 - aumentar un número de intervalos de tiempo utilizados para transmitir dicho uno de dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal y dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho segundo tipo de información de estado de canal en preferencia al otro.
8. El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que dicho primer tipo de información de estado de canal comprende información de estado de canal a largo plazo, dicho segundo tipo de información de estado de canal comprende información de estado de canal a corto plazo y dicha etapa de transmisión comprende la etapa de:
 - transmitir dicho indicador indicativo de dicha información de estado de canal a largo plazo actual cuando dicha etapa de determinación indica que dicho valor actual de dicha información de estado de canal a largo plazo varía

de dicho valor transmitido más recientemente de dicha información de estado de canal a largo plazo en al menos dicha primera cantidad predeterminada.

9. El procedimiento de la reivindicación 8, en el que dicha etapa de transmisión comprende la etapa de:

5 transmitir un indicador indicativo de dicho valor actual de dicha información de estado de canal a largo plazo en preferencia a transmitir dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicha información de estado de canal a corto plazo cuando dicha etapa de determinación indica que dicho valor actual de dicha información de estado de canal a largo plazo varía de dicho valor transmitido más recientemente de dicha información de estado de canal a largo plazo en al menos dicha primera cantidad predeterminada.

10. El procedimiento de cualquier reivindicación anterior, que comprende las etapas de:

10 disponer dicho valor actual de dicho al menos un primer tipo de información de estado de canal en al menos un vector; y
 15 cuantificar dicho al menos un vector seleccionando uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos en un primer nivel de un libro de códigos de vectores jerárquico, comprendiendo dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho al menos un primer tipo de información de estado de canal una indicación de un índice para dicho uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos.

11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende la etapa de:

20 recuantificar dicho al menos un vector seleccionando uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente a partir de niveles relacionados jerárquicamente de dicho libro de códigos de vectores jerárquico, comprendiendo dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho al menos un primer tipo de información de estado de canal una indicación de un índice para dicho uno de una pluralidad de vectores de libro de códigos relacionados jerárquicamente.

25 12. El procedimiento de la reivindicación 10 u 11, en el que se proporcionan diferentes libros de códigos de vectores jerárquicos para dicho primer tipo de información de estado de canal y dicho segundo tipo de información de estado de canal, siendo al menos uno de dichos libros de códigos jerárquico, y dicho indicador indicativo de dicho valor actual de dicho al menos un primer tipo de información de estado de canal codifica un identificador que indica cuál de dichos libros de códigos de vectores jerárquicos se usó para cuantificar o recuantificar dicho al menos un vector.

30 13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que dicho indicador indicativo de dicho valor actual de al menos un tipo de información de estado de canal comprende además un indicador relativo o absoluto del nivel de dicho libro de códigos de vectores desde el que se seleccionó dicho al menos uno de una pluralidad de vectores del libro de códigos, en el que si dicho indicador relativo o absoluto indica un nivel no presente en el libro de códigos de vectores previamente indicado, indica el tipo de información de estado de canal indicada mediante dicho indicador indicativo de dicho valor actual de al menos un tipo de información de estado de canal.

35 14. Un nodo (20; 30) de red que tiene al menos una antena de recepción y que puede operar para proporcionar información de estado de canal para un canal de comunicaciones inalámbricas proporcionado entre otro nodo de red que tiene al menos una antena de transmisión y dicho nodo de red, comprendiendo dicho nodo de red:

lógica de estimación que puede operar para estimar un valor actual de al menos un primer tipo y un segundo tipo de información de estado de canal para al menos un sub-canal en dicho canal, a partir de señales recibidas mediante dicha al menos una antena de recepción a través de dicho canal desde dicha al menos una antena de transmisión;
 40 lógica de determinación que puede operar para determinar si dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal varía de un valor transmitido más recientemente de dicho primer tipo de información de estado de canal en al menos una cantidad predeterminada; y
 45 lógica de transmisión que puede operar, si dicha lógica de determinación indica que dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal varía de dicho valor transmitido más recientemente de primer tipo de dicha información de estado de canal en al menos dicha cantidad predeterminada, para transmitir un indicador indicativo de dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal actual a dicho primer nodo de red, **caracterizado porque** la lógica de transmisión puede operar adicionalmente para transmitir un indicador indicativo de dicho valor actual de dicho segundo tipo de información de estado de canal actual cuando dicha
 50 lógica de determinación indica que dicho valor actual de dicho primer tipo de información de estado de canal no varía de dicho valor transmitido más recientemente de dicho primer tipo de información de estado de canal en al menos dicha cantidad predeterminada.

15. Un producto de programa informático que puede operar, cuando se ejecuta en un ordenador, para realizar las etapas de procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

10 →

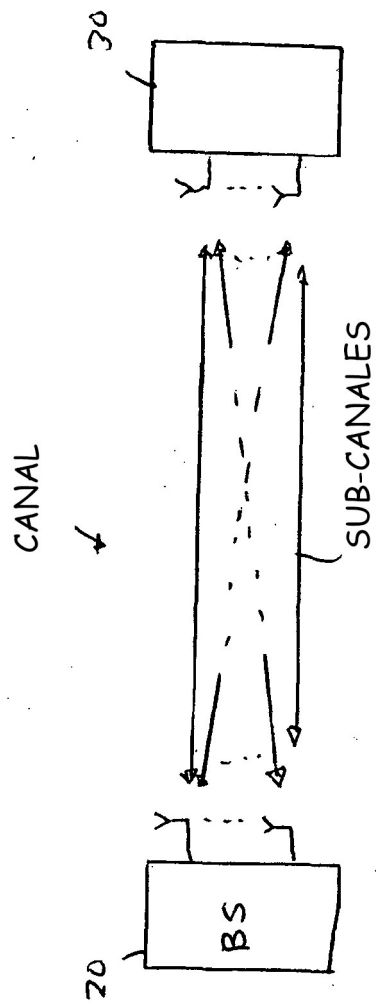


FIG 1

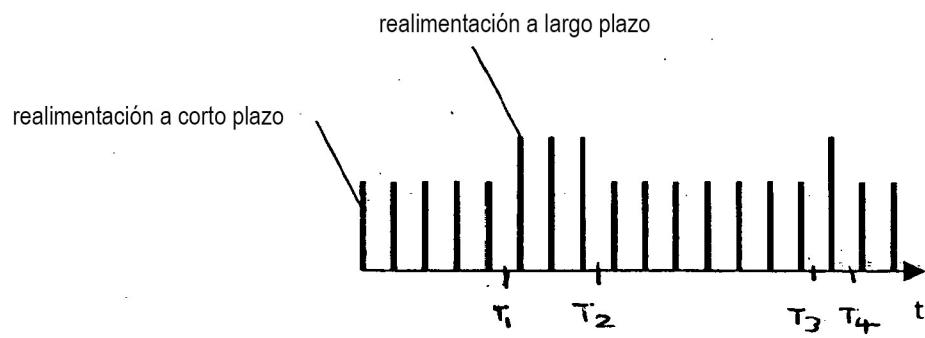


Fig 2

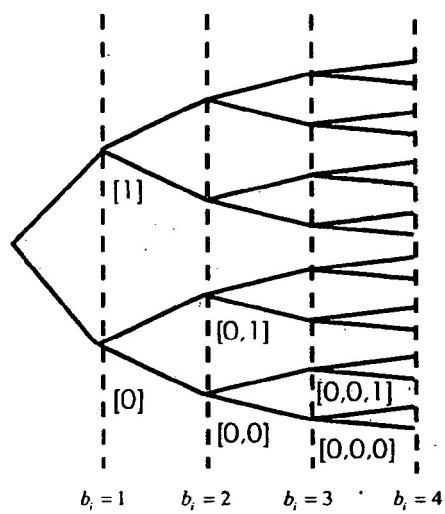


Figura 3

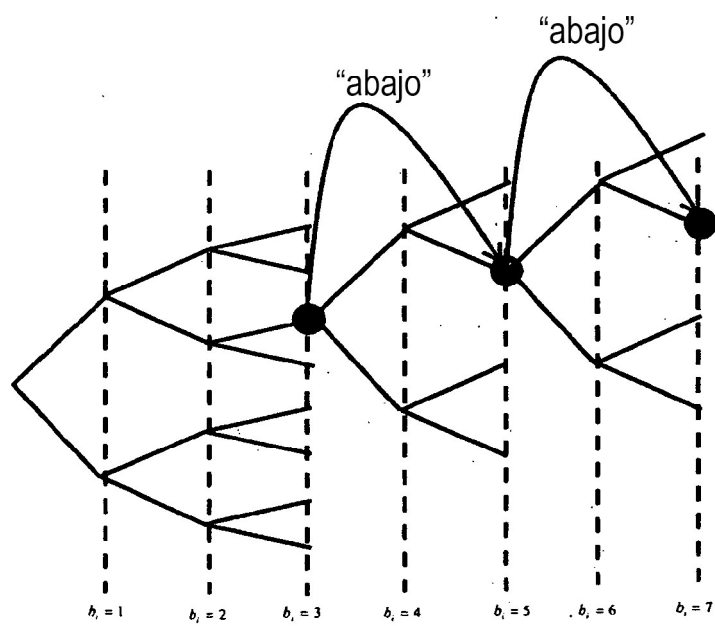


Figura 4

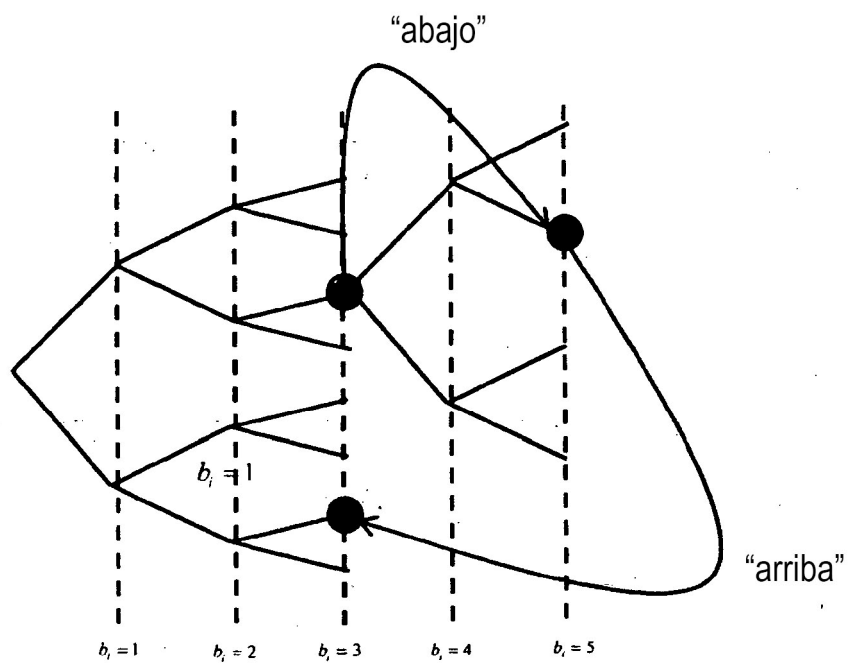


Figura 5