

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 836 759**

51 Int. Cl.:

H04W 16/00 (2009.01)

H04L 12/24 (2006.01)

H04W 24/02 (2009.01)

H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2014 PCT/EP2014/058837**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.11.2015 WO15165525**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2014 E 14722160 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2020 EP 3138235**

54 Título: **Verificación en redes de auto organización**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.06.2021

73 Titular/es:
**NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY
(100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI**

72 Inventor/es:
**SANNECK, HENNING;
TSVETKOV, TSVETKO y
NOVACZKI, SZABOLCS**

74 Agente/Representante:
ISERN JARA, Jorge

ES 2 836 759 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

Verificación en redes de auto organización

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas de comunicación, especialmente a Redes de Auto Organización (SON). En particular la presente invención se refiere a un método de operación de una red por una función de verificación de SON, a una función de verificación de SON, a un sistema de red y a un medio legible por ordenador.

10

Antecedentes

15 LARS CHRISTOPH SCHMELZ ET AL: "A coordination framework for self-organization in LTE networks", IEEE International Symposium on Integrated Network Management, 23-05-2011, páginas 193-200, XP032035479, divulga que en el caso en el que se implementan en una red varias funciones de SON en conflicto, puede ser beneficioso un coordinador de SON para evitar inestabilidades de red y/o para mejorar el rendimiento.

20 Ben Jemaa Sana et al: "D5.1 SEMAFOUR Integrated SON Management Requirements and Basic Concepts", 13-12-2013, XP055158831, divulga la arquitectura funcional básica de los cuatro componentes de gestión de SON integrada: gestión de SON basada en políticas, coordinación, supervisión y diagnóstico de SON operacional y el sistema de soporte de decisiones.

25 Ovidiu Iacoboaiea et al: "SON Coordination for parameter conflict resolution: A reinforcement learning framework", 2014 IEEE Wireless Communications and Networking Conference Workshops, 06-04-2014, páginas 196-201, XP032668351, divulga un marco de aprendizaje de refuerzo que ofrece la posibilidad de mejorar las decisiones basándose en experiencias pasadas.

30 Las Redes de Auto Organización se ven actualmente como un habilitador principal para la gestión de redes automatizada en las redes de comunicación móvil de próxima generación tales como LTE y LTE Avanzada. Las áreas de SON incluyen auto configuración, auto optimización y auto restablecimiento. La primera área habitualmente se centra en la configuración inicial y auto conectividad de Elementos de Red (NE) recientemente desplegados. La segunda área se dirige a la operación óptima de la red. Una red habilitada para auto optimización adapta automáticamente parámetros de red que deberían conducir a robustez, fiabilidad y caudal mejorados. La tercera área, auto restablecimiento, es responsable de la detección y resolución de fallos provocados por hardware que funciona incorrectamente o software defectuoso.

40 Estas tres funcionalidades principales están disponibles a través del uso de las llamadas funciones de SON. Tales funciones se diseñan para trabajar independientemente entre sí. Para cumplir con sus tareas, supervisan ciertos Indicadores Clave de Rendimiento (KPI), cambios de configuración y ocurrencias de alarma en la red. Después de recopilar la cantidad requerida de información, puede activarse una instancia de función de SON (es decir, ejecutar su algoritmo) para calcular nuevos parámetros de Gestión de Configuración (CM) y aplicar los mismos en NE que requieren configuración.

45 Estas tres funcionalidades principales, sin embargo, pueden implementarse mediante las funciones de SON 10, que se diseñan para trabajar independientemente entre sí. Comprenden tres partes principales, ilustradas en la Figura 1:

- (1) una fase de supervisión,
- (2) una fase de ejecución de algoritmo, y
- (3) una fase de ejecución de acción.

50 Durante la fase de supervisión, una instancia de función de SON observa ciertos Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) y recopila información acerca de la red tal como cambios de configuración y ocurrencias de fallos. Después de recopilar la cantidad requerida de información, la parte de algoritmo de una instancia de función de SON puede desencadenarse. Su propósito es calcular nuevos parámetros de Gestión de Configuración (CM) que se aplicarán durante la fase de ejecución de acción.

Adicionalmente, existen tres "esquemas de actividad" de cómo una función de SON supervisa la red.

60 (1) El primero es el esquema "por demanda" en el que la parte de supervisión recibe un evento de desencadenamiento explícito, tal como una notificación de alarma.

(2) El segundo es el esquema "por tiempo" cuya primera característica es desencadenar la parte de supervisión en ciertos puntos en el tiempo (por ejemplo, intervalos de tiempo fijos).

65 (3) El último esquema es "continuo" que puede requerir que la fase de supervisión de una función de SON esté siempre activa y evalúe los datos disponibles.

5 Ya que las instancias de función de SON pueden realizar cambios en los parámetros de configuración de red durante su operación, puede requerirse que un coordinador de SON rechace las peticiones que provocarían o participarían en conflictos y permitirían las que garantizarían una operación de red sin defectos. Estas peticiones de configuración aprobadas desencadenarán la configuración real de sus correspondientes parámetros de red. Este tipo de coordinación se denomina normalmente coordinación de SON preacción y se basa en reglas usadas para anticipar y evitar conflictos *conocidos* entre instancias de función de SON.

10 Adicionalmente, la propia lógica de coordinación se divide en dos esquemas: coordinación de algoritmo y de acción. Este último es la forma más obvia de coordinar funciones de SON ya que las acciones muestran el mayor potencial de conflictos. Ya que las peticiones de ejecución de acción habitualmente contienen los nuevos parámetros de configuración, el coordinador es capaz de comparar los mismos con la configuración actual o con una hecha en un punto de tiempo anterior. La configuración de algoritmo, en el otro lado, permite que se tomen decisiones antes de que se desencadene la ejecución de algoritmo, es decir, en el punto de tiempo más temprano posible. Una adquisición de información temprana de este tipo puede contribuir adicionalmente a evitar el bloqueo de instancias de función de SON de larga duración de alta prioridad teniendo baja prioridad y corto tiempo de cálculo.

20 Debido al hecho de que instancias de función de SON pueden realizar cambios en parámetros de configuración de red durante su operación, se requiere un coordinador de SON para rechazar las peticiones que provocarían o participarían en conflictos y permitiría estos, lo que garantizaría una operación de red sin defectos. Estas peticiones aprobadas desencadenarán la configuración real y sus correspondientes parámetros de red. Este tipo de coordinación se denomina normalmente coordinación de SON preacción y se basa en reglas usadas para anticipar y evitar conflictos *conocidos* entre instancias de función de SON.

25 Además, existen al menos dos propiedades de una instancia de función de SON que puede requerirse para coordinación: el tiempo de impacto y el área de impacto. Una instancia de función de SON debería considerarse por un coordinador de SON durante el periodo de tiempo completo durante el cual está activa. Este periodo de tiempo consta principalmente del tiempo de impacto. Este periodo de tiempo incluye no únicamente el retardo requerido para realizar mediciones, ejecución del algoritmo y cálculo de nuevos parámetros de configuración, sino también el tiempo requerido para desplegar las nuevas configuraciones y el tiempo hasta que se vuelven relevantes para funciones activas posteriormente.

35 El área de impacto en el otro lado es el alcance espacial dentro del cual una instancia de función de SON modifica parámetros de configuración o toma mediciones. Más precisamente contiene el área de función (área que se configura directamente), el área de introducción (área desde la que se toman las mediciones), el área de efecto (el área que contiene los NE que se ven afectados por un cambio de CM) y el margen de seguridad (una extensión del área de efecto).

40 El área de impacto proporciona información, permitiendo la detección de instancias de función de SON en conflicto. Para transformar un conflicto de función de SON potencial en un conflicto real, las potencialmente instancias de función de SON en conflicto deben tener un área de impacto solapante. La propia área de impacto se define en el momento de diseño de una función de SON y se usa en el momento de ejecución por el coordinador de SON.

45 Sin embargo, los cambios de configuración de red aprobados pueden no conducir necesariamente a un rendimiento mejorado por las correspondientes funciones de red e incluso más para el rendimiento de toda la red definido mediante criterios específicos de operador. Se provoca por el hecho de que el coordinador de SON se centra únicamente en la detección y coordinación de conflictos. Un operador puede, por lo tanto, compensar esto añadiendo un mecanismo de verificación posacción para determinar si un cambio de configuración conduce a un cambio significativo en el rendimiento. Se dirige a medidas estadísticas de cálculo sobre indicadores de rendimiento en un nivel de agregación espacial o temporal pertinente para evaluar rápidamente el impacto de un conjunto de cambios de configuración (inducidos por SON). Esto se hace independientemente de las semánticas de esos cambios de configuración de tal forma que también pueden identificarse impactos de rendimiento con causas no conocidas. El enfoque puede clasificarse como un tipo específico de detección de anomalías.

55 Complementario a la estrategia de coordinación, existe un mecanismo de verificación de SON posacción. Se dirige a medidas estadísticas de cálculo sobre indicadores de rendimiento en un nivel de agregación espacial o temporal pertinente para evaluar rápidamente el impacto de un conjunto de cambios de configuración (inducidos por SON). Esto se hace independientemente de las semánticas de esos cambios de configuración de tal forma que también pueden identificarse impactos de rendimiento con causas *no conocidas*. El enfoque puede clasificarse como un tipo específico de detección de anomalías.

60 A continuación, se distingue entre una "anulación de CM" y una "restitución de CM" con las siguientes definiciones: una anulación de CM revierte todos o un subconjunto de parámetros de CM después de que se hayan aplicado a los correspondientes Elementos de Red (NE). Una restitución de CM, por otro lado, es una técnica implementada por el coordinador de SON. El coordinador puede almacenar en memoria intermedia una petición de cambio de CM, intentar detectar conflictos potenciales entre las peticiones almacenadas en memoria intermedia y NACK, evitando estas una

operación de red sin defectos. Por lo tanto, se realiza una restitución de CM antes de que se propaguen los correspondientes cambios a los NE.

Los cambios de configuración de red aprobados pueden no conducir necesariamente a un rendimiento mejorado al que apuntan las correspondientes funciones de red e incluso más para el rendimiento de toda la red definida por criterios específicos de operador. Esto está provocado por el hecho de que el coordinador de SON puede tener únicamente en cuenta una situación de conflicto potencial conocida a priori y normalmente no tiene ningún conocimiento sobre factores más allá de las instancias de función de SON, como alarmas en ciertas células, y mucho menos condiciones externas no visibles en absoluto en los datos de red (por ejemplo, una condición de evento especial o un interferente externo). Un operador puede compensar esto, por lo tanto, añadiendo un mecanismo de verificación posacción para determinar si una (un conjunto de) acción(es) de configuración realmente conduce a una mejora o no. Este mecanismo puede incluir la ejecución de un plan de verificación predeterminado y puede requerir una fase de entrenamiento, necesaria para detección de degradación de rendimiento. Además de la detección de "degradaciones", es también relevante para verificar la operación correcta de la red, es decir, sin cambio/sin degradación o para proporcionar una prueba de una mejora en el rendimiento de red. Esto se aplica a todos los términos de "degradación" en el presente contenido.

Si se detectase un estado de red no deseado, el mecanismo de verificación intentaría diagnosticar el mismo, es decir, identificar los cambios de CM (confirmados anteriormente por el coordinador de SON) que provocaron el estado no deseado y toma una acción (por ejemplo, revertiendo los cambios, escalado a un operador humano). Esto conduce a una estructura genérica 11, como se ilustra en la Figura 2.

En la Figura 2 el algoritmo de verificación analiza los datos de CM, PM y FM para detectar la degradación de rendimiento. Tan pronto como se recopilan los suficientes datos, el algoritmo determina los NE afectados, realiza una búsqueda de historial de CM y FM y monta una nueva configuración. Esta nueva configuración incluye ajustes de CM hechos en un punto de tiempo anterior. A continuación, los parámetros de CM calculados se aplican en los correspondientes NE, es decir, se ha efectuado una anulación de CM.

En consecuencia, puede estar presente un flujo de trabajo que se asemeja a uno de una función de SON. Como se muestra en la Figura 3, la fase durante la se recopila la información requerida puede representarse como una fase de supervisión 12 de una función de SON 10. Adicionalmente, un algoritmo de verificación o procedimiento de verificación y una anulación de CM o una funcionalidad de anulación de CM pueden representarse como una ejecución de algoritmo 13 y una fase de ejecución de acción 14, respectivamente.

Sin embargo, tener una función de verificación de SON de este tipo plantea inmediatamente la pregunta sobre su coordinación. Una función de SON que no se coordina correctamente puede conducir a conflictos de configuración, comportamiento de red no deseado y caídas de rendimiento. Una causa principal para que esto suceda puede ser que se permita que el algoritmo de verificación recopile información en cualquier momento sin consultar al coordinador de SON. En el tiempo entre el inicio del algoritmo y aplicación de los cambios de CM calculados en los NE, pueden activarse y confirmarse funciones de SON para realizar sus cambios. Como consecuencia, el algoritmo de verificación tendrá una vista imprecisa de la red y pueden tomarse decisiones inapropiadas. Este es el primer problema que esta invención intenta resolver.

Otro problema que necesita abordarse está altamente conectado con el hecho de que las funciones de SON se conciben para trabajar independientemente entre sí, ya que pueden desarrollarse por diferentes proveedores. Ya que una función de SON puede no únicamente estar sin estado, sino también con estado, se puede ampliar la misma con capacidades de verificación. Una función puede rastrear sus propios cambios de CM y solicitar una configuración antigua cuando sea necesario. En otras palabras, una función de SON que sigue esta estrategia intentaría verificar si su configuración anteriormente calculada conduce al efecto deseado y realizaría los cambios requeridos de otra manera.

La Figura 4 ilustra principios de coordinación 15 ilustrativos. Tan pronto como finaliza la fase de supervisión 12, la función de SON 1 y la función de SON 2 pedirán al coordinador 16 el permiso de ejecución de algoritmo 17. El resultado de la ejecución de algoritmo 17 o cálculo de algoritmo puede ser una configuración nueva o antigua que se aplicará únicamente si se concede la petición de ejecución de acción de una función. Esto, sin embargo, conduce al problema de que las funciones de SON no son capaces de determinar correctamente si su propio cambio exactamente ha conducido a un comportamiento no deseado. Ya que las funciones de SON no intercambian información de contexto, no son capaces de identificar la función que ha provocado un problema.

Sumario

Puede existir una necesidad de un concepto de coordinación de SON mejorado.

Esta necesidad puede cumplirse por un método de operación de una red, un sistema de red y un medio legible por ordenador de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Se describen realizaciones adicionales mediante las reivindicaciones dependientes.

En particular, esta necesidad puede cumplirse utilizando una función de verificación de SON. En general, se propone combinar los enfoques de coordinación y verificación de SON para resolver los problemas.

5 Se proporciona un método de operación de una red mediante una función de verificación de SON que comprende la supervisión de un comportamiento de red y la verificación de un cambio en la red basándose en el comportamiento de red supervisado.

10 El método puede realizarse mediante una función de SON especial, que es una función de verificación de SON. La supervisión del comportamiento de red puede incluir supervisar la información de rendimiento de la red, que puede ser Indicadores Clave de Rendimiento. Para verificar un cambio en la red basándose en el comportamiento de red supervisado pueden compararse datos de CM. Esto podría incluir supervisar un ajuste de CM actual y uno o más ajustes de CM hechos en el pasado.

15 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente observar un rendimiento en la red y realizar un mecanismo de anulación. Puede ser verificable un rendimiento mantenido y/o mejorado. El rendimiento puede ser una degradación. La degradación real puede observarse a través de PM. FM es un indicador "binario" (alarma) que puede apuntar a una degradación. Finalmente el análisis de parámetros de CM/historial de CM puede contribuir en el análisis de la causa de la degradación.

20 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente la aplicación de parámetros de gestión de configuración durante el bloqueo de otras funcionalidades en la red.

25 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente acceder a los datos de gestión de configuración y/o datos de gestión de rendimiento y/o datos de gestión de fallos.

30 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente cambiar los datos de gestión de configuración. Puede realizarse un análisis basándose en datos de gestión de configuración y/o datos de gestión de rendimiento y/o datos de gestión de fallos. Los datos de gestión de configuración pueden utilizarse para reconfigurar la red.

35 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente proporcionar un entrenamiento para la función de SON. Este entrenamiento puede incluir aprender de configuraciones de red pasadas. El entrenamiento puede incluir la situación de rendimiento y alarma. El aprendizaje real puede hacerse en los datos de gestión de rendimiento, pero también puede aprenderse la relación con los datos de gestión de configuración y los datos de gestión de fallos.

40 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente determinar la degradación en un área definida de la red y determinar una función de SON que ha iniciado la degradación. Un área de impacto observada puede ser, por ejemplo, una célula de la red. El área definida puede ser un área de impacto. Puede ser posible una determinación de una degradación en un impacto observando modificaciones de parámetros. La función de verificación de SON puede identificar otra función de SON que ha desencadenado un cambio de CM. Esta función de SON puede ser de mejor jerarquía en comparación con la función de verificación de SON de observación.

45 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente acceder a los datos de historial de gestión de configuración.

50 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente proporcionar una medida, que predefine una degradación. Esta medida puede ser una medida estadística o puede ser un umbral. La medida puede cambiarse de vez en cuando, por ejemplo, basándose en observaciones del pasado. Un entrenamiento puede usarse para aprender tales medidas o umbrales para KPI específicas de tal forma que un humano no tiene que establecer umbrales explícitos.

55 De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el método puede comprender adicionalmente recopilar información de rendimiento de una pluralidad de células, y proporcionar un patrón de indicador de rendimiento para las células.

60 De acuerdo con un aspecto de la presente invención puede proporcionarse una función de verificación de SON, que está adaptada para realizar un método de acuerdo con la presente invención.

65 De acuerdo con un aspecto de la presente invención puede proporcionarse un sistema de red que comprende una pluralidad de funciones de SON, en donde al menos una de la pluralidad de funciones de SON puede ser una función de verificación de SON, que está adaptada para realizar un método de acuerdo con la presente invención.

De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, la función de verificación de SON puede tener una

mayor jerarquía en comparación con las funciones de SON adicionales. Una mayor jerarquía puede incluir que la función de verificación de SON tiene más conocimiento acerca de los cambios en la red que otras funciones de SON y más derechos para realizar cambios en la red. En particular la función de verificación de SON puede tener el derecho para bloquear cambios, especialmente cambios concurrentes, a partir de otras funciones de SON, que pueden realizarse directamente o a través de un coordinador de SON.

De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, la función de verificación de SON puede comprender una funcionalidad de anulación. Con esta funcionalidad de anulación puede recuperarse un estado en la red en el caso de que se ha producido una degradación.

De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, la función de verificación de SON puede comprender un diagnosticador.

De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, la función de verificación de SON puede comprender una interfaz para conectar con un coordinador de SON.

De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, el coordinador de SON puede comprender un intérprete de área de impacto de verificación.

De acuerdo con una realización ilustrativa de la presente invención, al menos una de las funciones de SON puede comprender una interfaz para conectar con un almacenamiento de SFIO (SFIO: ID y objetivo de función de SON). La interfaz puede proporcionarse por un módulo de SFIO y el almacenamiento de SFIO puede proporcionarse como parte de una base de datos de CM.

De acuerdo con un aspecto adicional de la presente invención puede proporcionarse un medio legible por ordenador, en el que se almacena un programa informático, que, cuando se está ejecutando por un procesador, puede adaptarse para controlar o efectuar un método de acuerdo con la invención.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención puede proporcionarse un método de operación de una red utilizando una función de verificación de SON. El método puede comprender proporcionar parámetros de verificación posacción a la función de verificación de SON.

La función de verificación de SON puede realizar tareas de un verificador de SON, es decir, realiza verificación posacción. Esta función supervisa continuamente los cambios de CM hechos por otras funciones de SON, analiza datos de PM y FM y en el caso de un comportamiento de red no deseado intenta identificar el cambio de CM responsable. Adicionalmente, se comporta como una función de SON típica: pide al coordinador permiso antes de sugerir y cambiar cualquier configuración de CM. Por lo tanto, el coordinador es capaz de tratar la función de verificación con alta prioridad y bloquear otras funciones de SON que intentan modificar los mismos parámetros de CM para un área de impacto dada.

Además, se propone un mecanismo de Área de Impacto de Diagnóstico y Dinámica (DDIA) para verificación de SON. Este mecanismo puede comprenderse de componentes, tales como: un almacenamiento de ID y objetivo de función de SON (SFIO) (como parte de la base de datos de CM), un módulo de SFIO (como parte de cualquier función de SON), un módulo de DDIA (como parte de la función de verificación de SON) y un intérprete de área de impacto de verificación (como parte del coordinador de SON).

El concepto de coordinación de SON realiza una identificación proactiva de conflictos entre instancias de función de SON y soporta tanto la ejecución de algoritmo como la coordinación de ejecución de acción. Además, se han hecho esfuerzos internos para especificar e implementar un mecanismo de verificación de SON posacción que analiza KPI, ejecuta un algoritmo de detección de anomalías y revierte los cambios de CM que provocaron un comportamiento no deseado.

A continuación, se proporcionan las soluciones ilustrativas a varios problemas a resolver.

Problema:

Las operaciones de anulación de CM no coordinadas provocan conflictos y evitan una operación de red sin defectos.

Solución:

La función de verificación de SON se asemeja a una función típica (como MRO o MLB), es decir, puede incluir una fase de supervisión, ejecución de algoritmo y ejecución de acción.

La función de verificación de SON puede soportar tanto coordinación de algoritmo como de acción. En otras palabras, puede ser capaz de generar peticiones de ejecución de algoritmo así como de ejecución de acción.

El coordinador puede recibir peticiones desde la función de verificación de SON, es decir, el coordinador puede ser capaz de procesar peticiones desde una función de este tipo con alta prioridad y puede mantener el estado para esa función.

5 Después de recibir una petición desde la función de verificación de SON para un conjunto de NE, el coordinador puede ser capaz de rechazar otras peticiones de configuración para el área de impacto dada.

Durante la fase de ejecución de acción pueden aplicarse los parámetros de CM calculados y puede bloquearse la correspondiente área de impacto por el coordinador de SON para un cierto periodo de tiempo.

10 Problema:

Las funciones de SON no tienen suficiente conocimiento para verificación posacción.

15 Solución:

La parte de supervisión de la función de verificación de SON puede tener acceso a todos los datos de CM/PM/FM.

20 La función de verificación de SON puede tener una fase de entrenamiento. Los NE supervisados tienen que funcionar bien durante esta fase. El operador también debería ser capaz de alimentar manualmente la función con los datos estadísticos requeridos por el algoritmo de verificación.

25 La función de verificación de SON puede comprender perfiles que definen la clase de anomalía a la que se dirige. Definen si y cómo se analizan los datos de CM/PM/FM. Además, definen el conjunto de datos de entrada requeridos para verificación y reglas de cómo se agregan KPI.

30 El algoritmo de verificación usado durante la fase de ejecución de algoritmo puede diagnosticar qué parámetros de CM tienen que revertirse. Esto puede hacerse observando el historial de CM/PM/FM. El algoritmo de verificación puede calcular una configuración que incluye ajustes de CM hechos en un punto de tiempo anterior.

35 Problema:

Las funciones de SON no pueden (y no deberían) corregir cambios de CM para parámetros que están fuera de su alcance.

Solución:

Por definición, puede permitirse que la función de verificación de SON manipule todos los parámetros de CM.

40 La función de verificación de SON puede comprender una propiedad para analizar todos los datos de CM para un conjunto dado de NE y puede ser capaz de generar una petición de configuración que implica todos los parámetros de CM.

45 Problema:

Puede sembrarse un mecanismo de verificación posacción con información imprecisa.

Solución:

50 La función de verificación de SON puede actuar como una función de SON típica, es decir, genera una petición (algoritmo y acción). Tras la recepción del correspondiente acuse de recibo, el coordinador de SON puede tratar la función con la prioridad más alta, evitando por lo tanto otras funciones de cambio de cualquier ajuste de CM para el área monitorizada.

55 Problema:

La función de verificación de SON supone que el conjunto más reciente de cambios de configuración para un área de red dada ha provocado la anomalía/degradación de rendimiento detectada.

60 La función de verificación de SON supone que revertir los cambios de CM más recientes es la acción de respuesta apropiada.

La función de verificación de SON puede impedir que una función de SON consiga su objetivo interrumpiendo una transacción.

65 Solución:

El almacenamiento de SFIO permite que la función de verificación de SON identifique qué función de SON ha cambiado un parámetro de CM dado y "qué lejos" está la función de conseguir su objetivo.

5 El almacenamiento de SFIO así como la base de datos de CM mantiene registros de historiales, es decir, la función de verificación de SON es capaz de analizar el historial de los cambios de CM así como los valores de satisfacción notificados con el paso del tiempo.

10 La combinación de una indicación de tiempo (proporcionada por la base de datos de CM), valor de parámetro de CM y valor de satisfacción permite que la función de verificación de SON determine si interrumpirá la transacción de otra función de SON.

Problema:

15 La función de verificación de SON puede violar la granularidad de una operación de anulación de CM que puede conducir a la degradación de rendimiento.

Solución:

20 El mecanismo de determinación de área de impacto dinámica propuesto para la verificación de SON depende del cambio de CM real.

El mecanismo de determinación de área de impacto dinámica propuesto aborda cada nodo (por ejemplo, una célula) afectado por un cambio de CM.

25 El almacenamiento de SFIO proporciona la información requerida acerca de qué función de SON ha cambiado qué parámetro de CM en qué nodo (por ejemplo, célula). La función de verificación de SON puede correlacionar, por lo tanto, cambios de CM.

30 Problema:

La función de verificación de SON no es capaz de adaptar dinámicamente el área de impacto de la operación de anulación de CM solicitada.

35 El uso de un área de impacto de verificación grande (definida en el momento de diseño) puede evitar innecesariamente que las funciones de SON se ejecuten en células vecinas.

El uso de un área de impacto de verificación pequeña (definida en el momento de diseño) puede conducir a conflictos de funciones de SON.

40 Solución:

El módulo de SFIO determina en el momento de ejecución el área de cambio de CM.

45 El módulo de DDIA convierte el área de cambio de CM en un área de verificación de impacto que se envía al coordinador de SON.

50 El intérprete de área de impacto de verificación, ubicado en el coordinador de SON, toma las reglas de coordinación existentes, aplica el área de impacto de verificación notificada y toma una decisión de si debería concederse la petición de anulación.

A continuación, se proporcionan casos de uso ilustrativos.

55 Verificación de los cambios hechos por funciones de SON "de caja negra"

La automatización de redes móviles requiere el uso de funciones de SON propietarias que se han desarrollado por probablemente más de un proveedor. Un operador es capaz de ajustar los ajustes de una función (por ejemplo, estableciendo un umbral), pero no tiene la capacidad de ampliar la funcionalidad de ninguna forma. Esto significa que un operador no puede añadir un mecanismo de verificación a ninguna de las funciones usadas. La solución alternativa sería desplegar un mecanismo de verificación posacción separado. Desafortunadamente, inmediatamente experimentará los problemas indicados anteriormente. Las funciones de SON desplegadas no son conscientes de que un verificador de SON se está ejecutando en segundo plano, probablemente haciendo cambios en los mismos parámetros de CM que están modificando en la actualidad. La función de verificación de SON propuesta eliminaría esos problemas ya que es capaz de rastrear todos los cambios de CM, identificar configuraciones inapropiadas y revertir los mismos.

60

65

Cambios de configuración innecesarios de lista negra

5 En el caso en el que la función de verificación de SON hace uso de otra invención, en concreto el mecanismo de diagnóstico de operación de SON, que permite desencadenar eventos de alarma al coordinador de SON, puede informar al coordinador acerca de cambios innecesarios que se repiten con el paso del tiempo. Esta alarma identificará las decisiones de CM equivocadas y los NE afectados. Tras la recepción de un evento de este tipo, el coordinador de SON rechazará ciertas o todas las peticiones (ejecución de algoritmo/ejecución de acción) para los NE dados.

10 La función de verificación de SON puede conseguir esta tarea usando perfiles. Definen la clase de anomalía a la que se dirige y cómo se analizan los datos de CM/PM/FM. Además, pueden especificarse y adaptarse por el operador.

Detección automatizada y rápida de degradación de rendimiento significativa

15 La automatización y alta velocidad de detección requiere que la funcionalidad se realice por una máquina, sin un ser humano implicado en el proceso de detección real. Evaluar la degradación de rendimiento en una cierta área de red requiere expresar el rendimiento de todo el dominio de alguna forma agregada. La función de verificación de SON se ha propuesto para detectar tales cambios en rendimiento negativos. Consigue su tarea observando los datos de CM/PM/FM notificados por la red o un conjunto de NE. La detección de degradaciones de rendimiento requiere que la función de verificación sea consciente de lo que se considera que es "normal" por el operador (humano) de red. Esto requiere o bien alguna entrada al sistema (umbral normal/anormal) o bien alguna funcionalidad a nivel máquina para caracterizar el estado basándose en datos históricos del recurso de red o similitud entre recursos de red. Esto se consigue ofreciendo capacidades de perfiles.

Verificación coordinada y automatizada

25 Ya que la verificación es un procedimiento posacción, es decir, después de que se han aplicado ciertos cambios de CM, una acción obvia es anular automáticamente los cambios de CM, que se han ejecutado en el área de red considerada y el intervalo de tiempo considerado. Estos cambios no se realizan manualmente por un operador de red humano y, por lo tanto, no requieren previamente un conocimiento específico. Un administrador no necesita conocer en detalle cómo las restantes funciones de SON consiguen su tarea para realizar una verificación posacción.

30 Además, los cambios de CM solicitados se coordinan por un verificador de SON, es decir, no se producirá ningún conflicto y el algoritmo de verificación recibirá datos precisos.

35 Operación multiproveedor eficiente

40 Para el caso particular en el que existen funciones de verificación propietarias por proveedor así como un coordinador normalizado (véase la Figura 6 y la Figura 7) (que básicamente corresponde al estado de descripción en SA5 de 3GPP), la invención resuelve el problema de verificación multiproveedor de una forma eficiente en que las acciones de verificación que tienen alguna importancia más allá de un único dominio se exponen al coordinador de SON. El coordinador de SON, a continuación, alinea acciones de verificación potencialmente contradictorias/competidoras basándose en su habitual lógica de coordinación multiproveedor.

45 Implementación

Pueden existir varias posibles formas de implementación de la función de verificación de SON, dos formas ilustrativas son como se indica a continuación:

- 50 1. Una función de SON puede implementar toda la lógica de verificación.
- 55 2. Puede utilizarse una simple función de anulación que reenvía peticiones de algoritmo/acción desde un verificador de SON adjunto al coordinador de SON. Este verificador puede tener acceso a los datos de CM/PM/FM y puede implementar un mecanismo de detección y de diagnóstico. Además, puede soportar selección de perfiles y puede ser capaz de decidir por sí mismo si se requiere una fase de entrenamiento. Esta fase particular puede repetirse con el paso del tiempo.

Almacenamiento de SFIO

60 Normalmente, una entrada en la base de datos de CM comprende varios campos, describiendo cada uno una propiedad de una célula (o NE en general). Ejemplos para tales campos de datos son el grado de inclinación de antena actual, potencia de transmisión, desplazamiento de HO, umbral de RSSI superior/inferior, etc. Un almacenamiento de SFIO puede mantener información adicional cuando se cambia un parámetro de CM. Primero, puede identificar la función de SON que ha desencadenado el cambio de un parámetro de CM. Segundo, puede almacenar un "valor de satisfacción" que refleja "qué lejos" está una función de SON de conseguir su objetivo antes de cambiar el parámetro de CM. Por ejemplo, el valor almacenado puede normalizarse, de forma que oscila dentro del intervalo [0, 1], en el que 0 significa que no puede cumplirse el objetivo y 1 que la función de SON ha conseguido su objetivo. El almacenamiento

de SFIO 25 puede ubicarse en la base de datos de CM 26, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 8.

Módulo de SFIO

5 Un módulo de SFIO 24, como se ilustra por ejemplo en la Figura 8, puede ser una extensión a cada función de SON 10, incluyendo la función de verificación de SON 20.

10 Para una función de SON 10 regular, puede servir para notificar el ID de una función de SON y su valor de satisfacción a un almacenamiento de SFIO 25 cuando la función realiza cambios en los parámetros de CM. Ya que este módulo puede ser parte de una función de SON 10, puede tener acceso directo al componente de algoritmo de la función. Por lo tanto, puede evaluar "qué lejos" está una función de conseguir su objetivo cuando hace ajustes a los parámetros de CM.

15 En relación con la función de verificación de SON 20, el módulo de SFIO 24 puede realizar dos tareas adicionales cuando se produce un cambio de CM. Una tarea puede ser calcular el área de cambio de CM y desencadenar el algoritmo de verificación pasando el resultado de este cálculo. Otra tarea puede ser determinar para el área de cambio de CM qué función de SON ha realizado la modificación de parámetro y "qué lejos" estaba de conseguir su objetivo (en el caso en el que se ha inducido el ajuste de CM por una función de SON). Como se ilustra en la Figura 8, el resultado de la última tarea puede reenviarse al módulo de DDIA 21.

20 Módulo de DDIA

25 El módulo de DDIA 21 como se ilustra por ejemplo en la Figura 9 puede comprender dos submódulos: un generador de área de impacto de verificación 23 y un diagnosticador 22. El propósito del generador de área de impacto de verificación 23 puede ser calcular el área de impacto de verificación, es decir, el área de impacto de la petición de anulación de CM. El diagnosticador 22 puede identificar el cambio de CM que provocó el cambio significativo en rendimiento.

30 El término "verificación de modo" puede entenderse como el proceso de evaluación de si un nodo de red experimenta una caída en rendimiento y, por lo tanto, puede no tener la capacidad de ofrecer o continuar proporcionando un cierto servicio (tal como proporcionar un cierto nivel de calidad de servicio). Un "nodo" puede ser una única célula, una parte de subcélula, un conjunto de células, un eNodoB, etc. Además, un nodo puede ser una célula que opera en una frecuencia dada o Tecnología de Acceso de Radio (RAT) y otro nodo puede ser la misma célula operando en una frecuencia o RAT diferente.

35 Generador de área de impacto de verificación

40 El módulo del generador de área de impacto de verificación 23 puede calcular el área de impacto de verificación como la unión del área de cambio de CM y un área de margen de verificación. El propósito del área de margen es evaluar no únicamente los nodos directamente influenciados por un cambio de CM, sino también sus vecinos de n_ésimo grado.

45 Tan pronto como el algoritmo de verificación 27 entregue el informe de rendimiento para un área de cambio de CM, véanse la Figura 8 y la Figura 9, el diagnosticador 22 puede enviar una petición al generador de área de impacto de verificación 23 para calcular el área de impacto de verificación.

50 En las Figuras 13 a 16, se supone que hay presentes trece células: nueve de las mismas son macro células (células 1-9), dos de las mismas son micro células (células 1' y 8') y dos de las mismas son pico células (células 2' y 5'). Adicionalmente, las vecindades pueden proporcionarse por la existencia de asociaciones de HO entre las células. Basándose en esta información puede construirse un gráfico de verificación, como se muestra en la Figura 15. En la Figura 15, los nodos son o bien macro, micro o bien pico células, mientras que los bordes representan las vecindades entre las células, como se definen en la base de datos de CM.

55 Además, se supone que la función de MLB cambia un parámetro de CM de la célula 4. El módulo de SFIO de la función de verificación de SON calculará que el área de cambio de CM incluye no únicamente la célula 4, sino también todos los vecinos directos (células 2, 3, 5 y 6). Adicionalmente, el margen de verificación anteriormente mencionado puede ser igual a 1, lo que significa que el área de impacto de verificación adicionalmente incluye las células 1, 2' 5' y 7 (los vecinos de primer grado de las células impactadas por el cambio de MLB). En la Figura 16 se proporciona una representación visual. El margen de verificación puede ser un parámetro que puede predefinirse por un proveedor. 60 Además, puede sobrescribirse manualmente por el operador.

Diagnosticador

65 Una vez que el algoritmo de función de verificación 27 ha suscitado una alarma después de analizar el rendimiento de red, el diagnosticador se activa para realizar una investigación a fondo basándose en datos de PM, CM y FM.

De forma similar a un diagnóstico avanzado en auto restablecimiento que establece relaciones de síntoma - causa detalladas, tales conceptos también pueden aplicarse en verificación de SON. El diagnosticador 22 se centra en el análisis global de grandes conjuntos de datos de PM, CM y FM, en lugar de adquirir y usar conocimiento a nivel humano. Puede conseguirse recopilando información acerca de los siguientes artículos:

5 Células con peor rendimiento: crean un informe que puede recopilar la lista de células con peor rendimiento.
 PI con peor rendimiento: crean un informe que genera la lista de PI que están teniendo la mayor participación en la degradación.

10 Análisis de patrón de PI: pueden existir varias causas raíz para detectar degradación de rendimiento de red, cada uno de los cuales podría manifestarse en un conjunto diferente de PI que se están degradando. A partir de esta perspectiva, una cierta causa raíz puede considerarse como un cierto patrón de PI.

15 Adicionalmente, la conexión al módulo de SFIO 24 puede permitir que el componente de diagnóstico tenga una vista actualizada de los cambios de CM. Ya que el módulo de SFIO 24 tiene acceso a la base de datos de CM 26, el diagnosticador 22 puede ser capaz de ver la delta entre el ajuste de CM actual y cualquier ajuste de CM hecho en el pasado. Además, el módulo de SFIO 24 puede tener también acceso al almacenamiento de SFIO 25 que permite que el diagnosticador 22 identifique si una función de SON 10 y qué función ha hecho los cambios de CM. Los valores de satisfacción permiten que el diagnosticador 22 determine si una función de SON 10 está o no en la actualidad dentro de una transacción de cambio de CM.

20 Una vez que se determinan los valores de los parámetros de CM que requieren una anulación, se envía una petición de ejecución de anulación al coordinador de SON 29.

25 Intérprete de área de impacto de verificación

Ya que el área de impacto de la función de verificación de SON 20 realmente depende del tipo de los parámetros de CM que está revirtiendo, es una característica preferida de la verificación ser capaz de informar al coordinador de SON 29 acerca del área de impacto de una petición de anulación de CM. Para soportar tales definiciones de área de impacto dinámica, el coordinador de SON 29 puede extenderse con un intérprete de área de impacto de verificación. El propósito de este módulo de intérprete de área de impacto de verificación es tomar las reglas de coordinación existentes, aplicar el área de impacto de verificación notificada por la función de verificación de SON 20, enviada junto con la petición de ejecución de anulación, y tomar una decisión de si la petición deberá concederse.

35 La detección automatizada y rápida de degradación de rendimiento significativa en una cierta área de red puede realizarse como se indica a continuación:

40 "La detección automatizada y rápida de degradación de rendimiento" puede requerir que la funcionalidad se realice a nivel de máquina, sin que un humano esté implicado en el proceso de detección real.

45 Evaluar la "degradación de rendimiento en una cierta área de red" puede requerir expresar el rendimiento en todo el dominio de alguna forma agregada. Por lo tanto, se agregan varios KPI (o PI) que destacan este nivel de agregación espacial y temporal "más alto de lo normal".

Ya que la "cierta área de red" puede depender de un número de aspectos (política del operador, patrón de cambio de configuración, etc.) puede ser ventajoso gestionar en alcance considerado de la evaluación de KPI (o PI) agregados. El área de verificación de impacto introducido puede abarcar estos aspectos.

50 Diagnóstico con reconocimiento de función de SON

Cualquier sistema de verificación de bucle cerrado que toma decisiones puede comprender por definición un componente de "diagnóstico", que considera los patrones de evento/incidente detectados. Sin embargo, tales sistemas no distinguen entre cambios de CM hechos por una función de SON y tales hechos por el propio operador humano. Además, no intentan determinar el impacto de un cambio de CM hecho por una función de SON y no tienen en cuenta si una función de SON está dentro o no de una transacción. Por lo tanto, proporciona una solución con reconocimiento de función de SON que evita que se interrumpa una función de SON mediante una operación de anulación ya que intenta conseguir su objetivo. Además, nuestra solución evita que se ejecuten operaciones de anulación parciales.

60 Reconocimiento de área de impacto dinámica

La capacidad de cambiar dinámicamente el área de impacto en el tiempo de ejecución tiene beneficios no únicamente para la función de verificación de SON 20, sino también para todo el concepto de coordinación de SON. El intérprete de área de impacto de verificación puede crearse de una forma genérica, de forma que permite que funciones de SON regulares especifiquen también el área de impacto dentro de una petición de ejecución. Esto haría posible que una función informe al coordinador de SON que, por ejemplo, ha cambiado su área de función o que ha cambiado un cierto

parámetro de CM de tal manera que ha ampliado el área de efecto.

Además, el "reconocimiento de área de impacto dinámica" puede convertirse en "reconocimiento de impacto dinámica" extendiendo el intérprete de tal forma que no es únicamente capaz de adaptar dinámicamente el tiempo de impacto, sino también el tiempo de impacto de la función de verificación de SON. La adaptación del tiempo de impacto puede basarse en el tipo de parámetros de CM que está ajustando la función de verificación de SON.

Acción automatizada

Ya que la verificación se produce "posacción", es decir, después de que se han aplicado ciertos cambios de CM, una acción preferida es anular automáticamente los cambios de CM, que se han ejecutado en el área de red considerada y el intervalo de tiempo considerado. Otras acciones potenciales son generar alarmas a seguir por alguna otra aplicación o para generar notificaciones de problemas para un operador humano.

Independencia de coordinador de SON

El enfoque de verificación de SON no depende de la disponibilidad de un coordinador de SON 29. En el caso en el que el sistema de SON 100 no incluye un mecanismo para coordinación de SON, aún es posible proporcionar una solución a los problemas anteriormente mencionados. El mecanismo de verificación de SON descrito aún sería capaz de evitar operaciones de anulación de CM parciales y de distinguir entre transacciones de funciones de SON.

En resumen, el enfoque propuesto combina las ventajas de un mecanismo de coordinación preacción y de verificación posacción utilizando un mecanismo de SON.

La invención puede realizarse por medio de un programa informático respectivamente software. Sin embargo, la invención también puede realizarse por medio de uno o más circuitos electrónicos específicos respectivamente hardware. Adicionalmente, la invención también puede realizarse de una forma híbrida, es decir en una combinación de módulos de software y módulos de hardware.

Ha de observarse que las realizaciones de la invención se han descrito con referencia a diferentes materias objeto. En particular, algunas realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo método mientras que otras realizaciones se han descrito con referencia a reivindicaciones de tipo aparato o reivindicaciones de tipo sistema. Sin embargo, un experto en la materia deducirá a partir de lo anterior y la siguiente descripción que, a no ser que se notifique, además de cualquier combinación de características que pertenecen a un tipo de materia objeto también cualquier combinación entre características relacionadas con diferentes materias objeto, en particular entre características de las reivindicaciones de tipo método y características de las reivindicaciones de tipo aparato se considera que se divulga con este documento.

Los aspectos definidos anteriormente y aspectos adicionales de la presente invención son evidentes a partir de los ejemplos de realización a describirse en lo sucesivo y se explican con referencia a los ejemplos de la realización. La invención se describirá en más detalle en lo sucesivo con referencia a ejemplos de realización, pero a los que no se limita la invención.

Breve descripción de los dibujos

La ilustración en el dibujo es esquemáticamente. Se observa que en diferentes figuras, a elementos o características similares o idénticos se proporcionan los mismos signos de referencia o con signos de referencia que son diferentes de los correspondientes signos de referencia únicamente dentro del primer dígito. Para evitar repeticiones innecesarias, elementos o características que ya se han aclarado con respecto a una realización descrita anteriormente no se aclararán de nuevo en una parte posterior de la descripción.

Los dibujos ilustran en:

- La Figura 1 una estructura ilustrativa de una función de SON en general;
- La Figura 2 una estructura ilustrativa de un mecanismo de verificación de SON en general;
- La Figura 3 una realización ilustrativa de un mecanismo de verificación de SON representado como una función de SON;
- La Figura 4 una realización ilustrativa de una anulación de CM realizada por funciones de SON;
- La Figura 5 un ejemplo de una comparación entre una función de SON típica y una realización ilustrativa de una función de verificación de SON de acuerdo con aspectos de la presente invención;
- La Figura 6 una realización ilustrativa de una función de verificación de SON de la presente invención;
- La Figura 7 una realización ilustrativa de un despliegue de una función de verificación de SON de la presente invención;
- La Figura 8 esquemáticamente una vista general de una realización ilustrativa de una función de verificación de SON extendida de DDIA;
- La Figura 9 el mecanismo de la Figura 8 con más detalles;

La Figura 10 una realización ilustrativa de una función de verificación de SON en una red;
 La Figura 11 una realización ilustrativa de una integración de un mecanismo de verificación;
 La Figura 12 una realización ilustrativa de una ejecución asimétrica de una operación de anulación;
 La Figura 13 una realización ilustrativa de un área de impacto demasiado grande;
 La Figura 14 una realización ilustrativa de un área de impacto demasiado pequeña;
 La Figura 15 una realización ilustrativa de un gráfico de verificación en un escenario de capa multicélula;
 La Figura 16 una realización ilustrativa de un área de verificación de impacto; y
 La Figura 17 ilustra una realización ilustrativa de una tabla con una comparación entre enfoques de verificación de SON.

Descripción detallada

Las ilustraciones en los dibujos son esquemáticas. A continuación se proporciona una descripción detallada de realizaciones ilustrativas. En la parte de introducción, la Figura 1 a la Figura 4 se describieron en relación con algunos comentarios generales con respecto a funciones de SON.

La Figura 5 ilustra un ejemplo de una comparación entre una función de SON 10 típica y una realización ilustrativa de una función de verificación de SON 20 de acuerdo con aspectos de la presente invención. En particular, en la Figura 5 se ilustran diferencias ilustrativas entre la función de verificación de SON 20 y otras funciones de SON 10.

Con respecto al área de impacto y el esquema de actividad, la función de verificación se asemeja a una función de SON típica. El área de impacto de una función de verificación se define mediante la correspondiente área de función, área de entrada, área de efecto y margen de seguridad. En cuanto al esquema de actividad, la parte de supervisión de la función puede desencadenarse por un evento especial, a intervalos de tiempo periódicos o estar continuamente analizando.

La entrada de datos y la salida es donde pueden encontrarse las diferencias. La función de verificación de SON puede analizar todos los parámetros de CM y puede ser capaz de cambiar cada uno de los mismos.

La Figura 6 ilustra esquemáticamente una realización ilustrativa de una función de verificación de SON 20 de acuerdo con la presente invención. En particular, la Figura 6 ilustra una posible interacción entre la función de verificación de SON y otras funciones de SON 10 típicas. En este ejemplo estas funciones 10 son MRO y CCO. Además, se supone que el esquema de actividad de ambas funciones 10 se establece en modo continuo, es decir, supervisan continuamente la red según se define mediante el área de entrada e intentan cumplir con sus tareas. Por razones de simplicidad, se supone que el área de entrada comprende una primera célula 1 y una segunda célula 2.

En el escenario de la Figura 6 se supone que CCO toma una decisión incorrecta cambiando en ángulo de inclinación de ambas células de tal manera que se produce un agujero de cobertura, es decir, empezarán a producirse fallos de enlace de radio que resultarán en caídas de rendimiento. Ya que MRO únicamente supervisa parámetros relacionados con HO, no se dará cuenta que CCO tomó una decisión incorrecta y puede continuar optimizando ajustes de CM de HO (el SESGO DE DESPLAZAMIENTO DE HO en nuestro escenario de ejemplo).

Sin embargo, la función de verificación de SON 20 detectará este estado de red no deseado observando los datos de PM y analizando los cambios de CM que se han desencadenado por MRO y CCO. Por lo tanto, envía una petición de algoritmo que se tratará con alta prioridad por el coordinador de SON, es decir, la petición desde MRO y COO para el área de impacto dada se rechazan después de recibir una petición de ejecución de algoritmo. Tan pronto como la función de verificación recibe un acuse de recibo de ejecución de algoritmo, diagnostica el cambio de CM inapropiado y envía una petición de ejecución de acción. Los cambios de CM se revierten tan pronto como el coordinador envía el correspondiente acuse de recibo de ejecución de acción.

La Figura 7 ilustra esquemáticamente una realización ilustrativa de un despliegue de una función de verificación de SON 20 de la presente invención.

En la Figura 8 y la Figura 9 se ilustra una vista general de una realización ilustrativa de una función de verificación de SON extendida de DDIA. La Figura 8 ilustra una realización ilustrativa de una función de verificación de SON 20 de la presente invención en un sistema de red 100 o una red 100. La Figura 9 ilustra la realización ilustrativa de la función de verificación de SON 20 en más detalles. La función de verificación de SON 20 comprende un módulo de DDIA 21 y se llama una función de verificación de SON extendida de DDIA. El módulo de DDIA comprende un diagnosticador 22, que interactúa con un generador de área de impacto de verificación 23. Además, el diagnosticador 22 tiene una interfaz a un módulo de SFIO 24 para conectarse con un almacenamiento de SFIO 25 de una base de datos de CM 26. Adicionalmente, la función de verificación de SON 20 comprende un algoritmo de función de verificación 27, que puede recibir datos de PM de una base de datos de PM 28. La base de datos de PM 28 se conecta con funciones de SON 10 adicionales que comprenden un módulo de SFIO 24. Las funciones de SON 10 y la función de verificación de SON 20 se adaptan para conectarse con un coordinador de SON 29, respectivamente. Además, el sistema de red 100 comprende un gestor de fallos 30, que proporciona datos de FM a las funciones de SON 10 y a la función de verificación de SON 20.

La Figura 10 ilustra una realización ilustrativa de un sistema de red 100 que comprende las funciones de SON 10 y una función de verificación de SON 20. La Figura 10 ilustra una realización ilustrativa adicional de una integración de un mecanismo de verificación. El mecanismo se implementa como una función de verificación de SON 20 que comprende datos de CM, datos de gestión de rendimiento (PM) y datos de gestión de fallos (FM) de las correspondientes bases de datos 26, 28, 30 para conseguir su tarea. Tan pronto como se hayan recopilado suficientes datos, la función de verificación de SON 20 intenta determinar si la red experimenta degradación de rendimiento. Si este es el caso, envía una petición de ejecución de anulación al coordinador de SON 29 y revierte los cambios de CM más recientes de las células afectadas después de recibir el correspondiente acuse de recibo. Como representa la figura, siempre se informa a un operador humano acerca del estado actual de los parámetros de CM, KPI así como ocurrencias de fallos en la red. El operador también es capaz de ajustar manualmente los parámetros de CM.

Existen varios problemas con el enfoque de verificación introducida que abordan las realizaciones ilustrativas de la presente invención.

Un primer aspecto es que la función de verificación de SON 20 supone que el conjunto más reciente de cambios de configuración para un área de red e intervalo de tiempo dados han provocado la anomalía detectada. Eso supone que se hace una suposición de que revertir los cambios de CM más recientes es la acción de respuesta más apropiada.

Mientras este procedimiento puede ser bueno y, por ejemplo, en auto restablecimiento de SON aplicado para tratamiento de células en suspensión simple y básico (desencadenando directamente restablecimientos de célula para células detectada en interrupción), existen casos en los que esta suposición no es necesariamente verdadera. Puede suponerse que hay dos células, como se muestra en la Figura 11, ubicadas dentro del área de función de función de SON A. Además, supongamos que la función de SON A es únicamente capaz de conseguir su objetivo después de realizar dos etapas dentro de una única transacción. Durante la primera etapa cambia el parámetro de CM α de la célula 1 de 10 a 20. Durante la segunda etapa realiza el mismo cambio, pero en la célula 2. Si la función de verificación de SON interfiere entre las dos transacciones (por ejemplo, debido a una caída de rendimiento o anomalía temporal) y revierte el parámetro de CM α de célula 1, evitará que la función de SON consiga su objetivo. Por lo tanto, la función de verificación de SON debería ser capaz de tener en cuenta tales múltiples etapas, es decir, debería ser capaz de diferenciar entre transacciones.

La Figura 9 muestra cómo los componentes se conectan entre sí y cómo se ejecuta el flujo de mensajes entre los mismos. La propia función de verificación de SON 20 puede comprender los siguientes componentes: (1) un manejador de súper KPI 32, (2) un detector 31, (3) un módulo de SFIO, (4) un manejador de área de verificación de impacto 23, y (5) un diagnosticador 22. Los primeros dos módulos crean el módulo de DDIA 21 mientras que los dos últimos construyen el componente de algoritmo 27 de la función de verificación de SON 20. El manejador de súper KPI 32 tiene que gestionar todos los súper KPI implementados. Un súper KPI es una agregación de varios indicadores de rendimiento. Adicionalmente, puede aplicarse un entrenamiento. El entrenamiento define estados de referencia a partir de los cuales puede desviarse un indicador de rendimiento, provocando un nivel de anomalías creciente. Si los niveles de anomalías se agregan, el resultado se convierte en un súper KPI.

Antes de realizar el cálculo real de un súper KPI, el correspondiente manejador necesita saber qué conjunto de células tiene que evaluar. Por esta razón, el manejador del área de impacto de verificación 23 puede concatenarse, cuyo propósito es suministrar al manejador de súper KPI con el área que necesita supervisarse.

Como puede verse en la Figura 9, el manejador de súper KPI 32 puede no estar conectado directamente con el manejador de área de verificación. En su lugar, su comunicación puede gestionarse mediante el módulo de detección. Basándose en el resultado de un súper KPI, el módulo de detección 31 puede determinar si una cierta área de red experimenta degradación en rendimiento. También puede preverse que un operador defina adicionalmente pares (súper KPI, área de verificación).

Cualquier clase de información de degradación de rendimiento puede reenviarse, a continuación, al módulo de diagnóstico cuyo propósito es averiguar qué parámetros de CM requieren una anulación. En otras palabras, su tarea es determinar qué ajustes de CM provocaron la degradación experimentada. Esto puede conseguirse mediante el módulo de SFIO 24 que contacta con el módulo de historial de CM 33 y, consigue el historial de CM requerido así como información de SFIO y ejecuta la función de diagnóstico apropiada. Además, el módulo de historial de CM mencionado puede incluir la base de datos de CM así como el almacenamiento de SFIO 25 introducido. Por lo tanto, esta implementación de historial de CM particular puede proporcionar parámetros de CM y también la información de SFIO introducida anteriormente. Esta información puede reenviarse, a continuación, a los componentes apropiados dentro del módulo de DDIA.

Tan pronto como se identifican los cambios de CM "culpables", el coordinador de SON puede pedir permiso antes de desencadenar la operación de anulación de CM real. La función de verificación también puede suministrar al coordinador de SON con el área de verificación de impacto calculada. Además, el operador humano también puede definir reglas de diagnóstico por sí mismo.

Otro aspecto se centra en una granularidad de una operación de anulación de CM. La Figura 12 ilustra una realización ilustrativa de una ejecución asimétrica de una operación de anulación. En la Figura 12 se supone que la célula 1 y 2 se supervisan por la función de verificación de SON 20 y se ubican dentro del área de función de función de SON B. Adicionalmente, se supone que la función de SON B hace una transacción que cambia el parámetro de CM β de ambas células al valor de 0,2. Además, supongamos que debido a este cambio, la célula 2 comienza a experimentar degradación en rendimiento que conduce a una anulación de CM únicamente en la célula 2. Por lo tanto, puede producirse una situación en la que el parámetro β tiene dos valores diferentes en la célula 1 y 2. Un ejemplo en el que una diferencia de este tipo de los valores de CM puede tener un impacto negativo es cuando se cambia asimétricamente el desplazamiento de traspaso (HO) de dos células vecinas. Cualquier cambio asimétrico del sesgo de desplazamiento de HO induce o bien histéresis adicional o bien algo peor: traspasos en ping-pong.

El otro aspecto corresponde al área de impacto de la función de verificación de SON 20. Ya que el propósito de esta función es evaluar el impacto de un conjunto de cambios de configuración (inducidos por SON), se ubica a nivel de gestor de dominios (DM) o incluso de gestor de red (NM). De esta forma puede tomar información de todas las partes de la (sub)red en consideración. Además, tiene la capacidad de anular todos los cambios de configuración hechos para un NE (o una célula). Esto significaría que la función de verificación de SON puede realizar cambios en los parámetros de CM que afectan no únicamente a la célula objetivo (o NE), sino también a sus vecinos. Por ejemplo, los parámetros ajustados mediante la función de equilibrio de carga de movilidad (MLB) tienen un efecto únicamente en los vecinos directos de una célula, mientras que los parámetros manipulados mediante la función de optimización de cobertura y capacidad (CCO) pueden tener un impacto también en los vecinos de segundo grado. Sin embargo, si la función de verificación de SON 20 está configurada para tener la misma área de impacto que la función de CCO, bloqueará innecesariamente las tareas de optimización de MLB en los vecinos de segundo nivel mientras envía la correspondiente petición de ejecución al coordinador de SON. En la Figura 13 se ilustra una realización ilustrativa de un área de impacto demasiado grande. Si se usa el área de impacto de la función de MLB en su lugar, pueden producirse conflictos de función en el caso en el que parámetros de CM controlados por la función de CCO se restituyen como se ilustra en la Figura 14.

La Figura 15 ilustra una realización ilustrativa de un gráfico de verificación en un escenario de capa multicélula.

La Figura 16 ilustra una realización ilustrativa de un área de verificación de impacto.

La Figura 17 ilustra una realización ilustrativa de una tabla con una comparación entre enfoques de verificación de SON.

En las reivindicaciones, cualquier signo de referencia entre paréntesis no se interpretará como que limita las reivindicaciones. La palabra "que comprende" y "comprende" y similares, no excluye la presencia de elementos o etapas distintos de los listados en cualquier reivindicación o la memoria descriptiva como un todo. La referencia singular de un elemento no excluye la referencia plural de tales elementos y viceversa. En una reivindicación de dispositivo que enumera varios medios, varios de estos medios pueden incorporarse por uno y el mismo artículo de software o hardware. El mero hecho de que ciertas medidas se citan en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no puede usarse con ventaja.

Lista de abreviaturas:

ACK	Acuse de recibo
BSC	Controlador de estación base
CCO	Optimización de cobertura y capacidad
CM	Gestión de configuración
DDIA	Área de impacto de diagnóstico y dinámica
DM	Gestor de dominios
EDGE	Evolución de la tasa de datos mejorada para GSM
eNodoB	Nodo B evolucionado
FM	Gestión de fallos
HetNet	Red heterogénea
HO	Traspaso
HSPA	Acceso de alta velocidad por paquetes
KPI	Indicador clave de rendimiento
LTE	Evolución a largo plazo
MLB	Equilibrio de carga de movilidad
MRO	Optimización de robustez de movilidad
NACK	Acuse de recibo negativo
NE	Elemento de red
NM	Gestor de red
NMS	Sistema de gestión de redes
OSS	Sistema de soporte operacional
PI	Indicador de rendimiento

PM	Gestión de rendimiento
RAT	Tecnología de acceso de radio
RNC	Controlador de red de radio
SON	Red de auto organización
SFIO	ID y objetivo de función de SON

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de operación de un sistema de red de auto organización, SON, comprendiendo el sistema de red una pluralidad de funciones de SON (10, 20), en donde al menos una de la pluralidad de funciones de SON (10) es una función de verificación de SON (20) que realiza verificación posacción, siendo el método realizado por la función de verificación de SON (20) y que comprende las siguientes etapas:
- 10 supervisar cambios por otras funciones de SON (10) de la pluralidad de funciones de SON (10) de al menos un parámetro de CM de gestión de configuración, datos de gestión de rendimiento y/o datos de gestión de fallos del sistema de red;
- 15 observar una degradación de rendimiento en el sistema de red e identificar el cambio como responsable de la degradación de rendimiento; y
- 15 realizar una anulación del cambio durante el bloqueo de las otras funciones de SON (10) tratando de modificar el al menos un parámetro de CM,
- 15 en donde la función de verificación de SON (20) tiene una prioridad mayor en comparación con las otras funciones de SON en la pluralidad (10) de funciones de SON para bloquear cualquiera de las otras funciones de SON que intentan modificar el al menos un parámetro de CM.
- 20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo adicionalmente cambiar los datos de gestión de configuración.
- 25 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, comprendiendo adicionalmente determinar la degradación en un área definida de la red y determinar una función de SON que ha iniciado la degradación.
- 30 4. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo adicionalmente acceder a los datos de historial de gestión de configuración.
- 30 5. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 4, comprendiendo adicionalmente proporcionar una medida, que predefine una degradación.
- 35 6. El método de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo adicionalmente recopilar información de rendimiento de una pluralidad de células, y proporcionar un patrón de indicador de rendimiento para las células.
- 40 7. Función de verificación de SON (20), que está adaptada para realizar un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
- 40 8. Un sistema de red (100) que comprende una pluralidad de funciones de SON (10, 20), en donde al menos una de la pluralidad de funciones de SON (10) es una función de verificación de SON (20) de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la función de verificación de SON (20) tiene una prioridad mayor en comparación con las otras funciones de SON en la pluralidad (10) de funciones de SON para bloquear cualquiera de las otras funciones de SON que intentan modificar el al menos un parámetro de CM.
- 45 9. El sistema de red de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la función de verificación de SON (20) comprende una funcionalidad de anulación.
- 50 10. El sistema de red de acuerdo con la reivindicación 8 o 9, en donde la función de verificación de SON (20) comprende un diagnosticador (22) configurado para identificar el cambio por otra función de SON del al menos un parámetro de CM de gestión de configuración responsable de la degradación de rendimiento en el sistema de red.
- 55 11. El sistema de red de acuerdo con una o más de las reivindicaciones 8 a 10, en donde al menos una de las funciones de SON (10, 20) comprende una interfaz para conectar con un almacenamiento de ID y objetivo de función de SON (25).

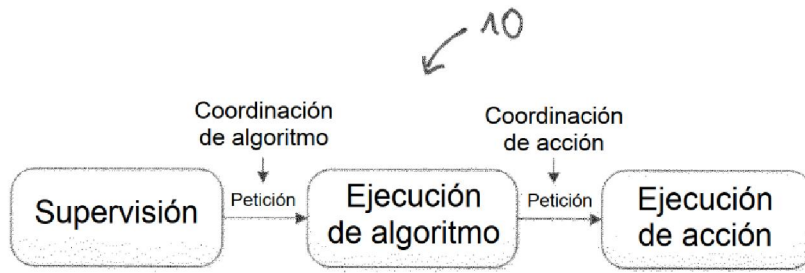


Fig. 1

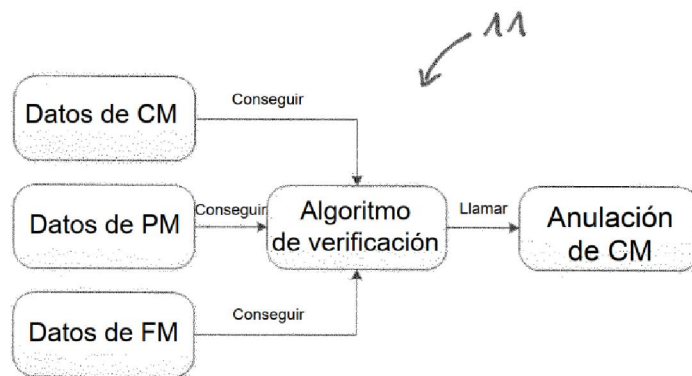


Fig. 2

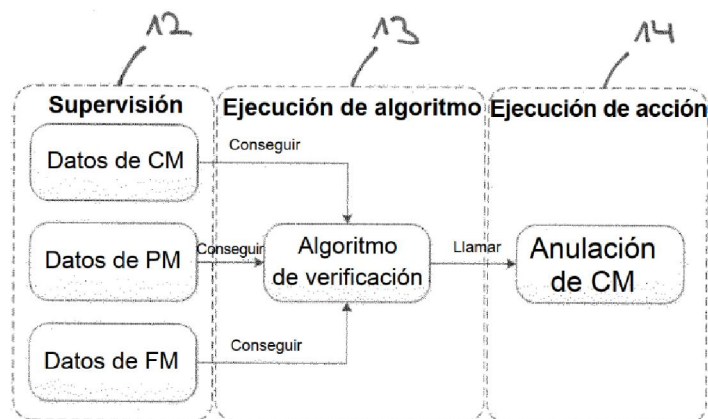


Fig. 3

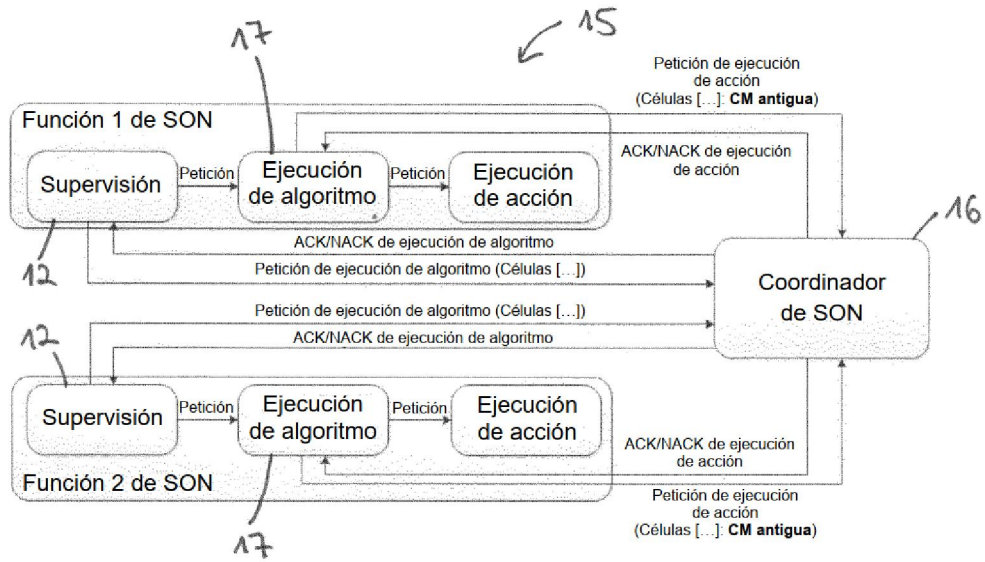


Fig. 4

Función de SON	Área de impacto (alcance)	Esquema de actividad	Entrada de datos	Cambio de parámetros de CM
Función de SON típica	Definida por el Área de Función, Área de Entrada, Área de Efecto y Margen de Seguridad	Por demanda, por tiempo, continuo	Todos los datos de PM / FM, parámetros de CM relacionados con la función	Parámetros de CM relacionados con la función
Función de verificación de SON			Todos CM / PM / FM	Todos los parámetros de CM

10

20

Fig. 5

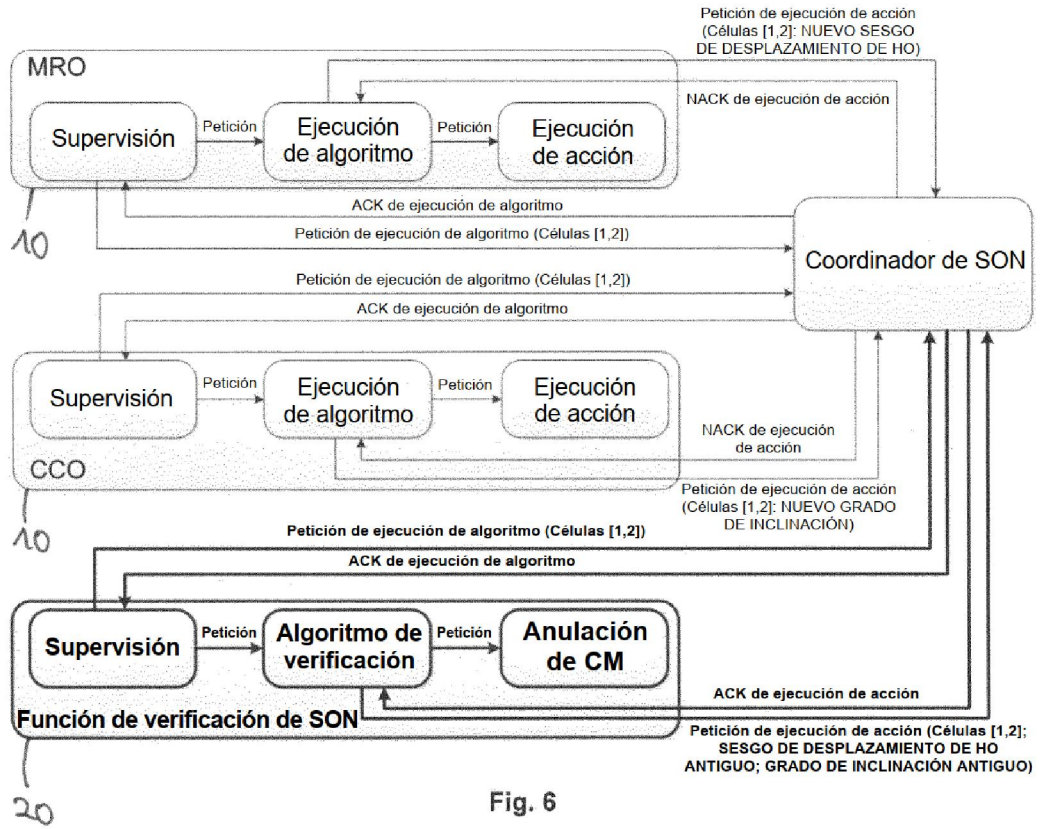


Fig. 6

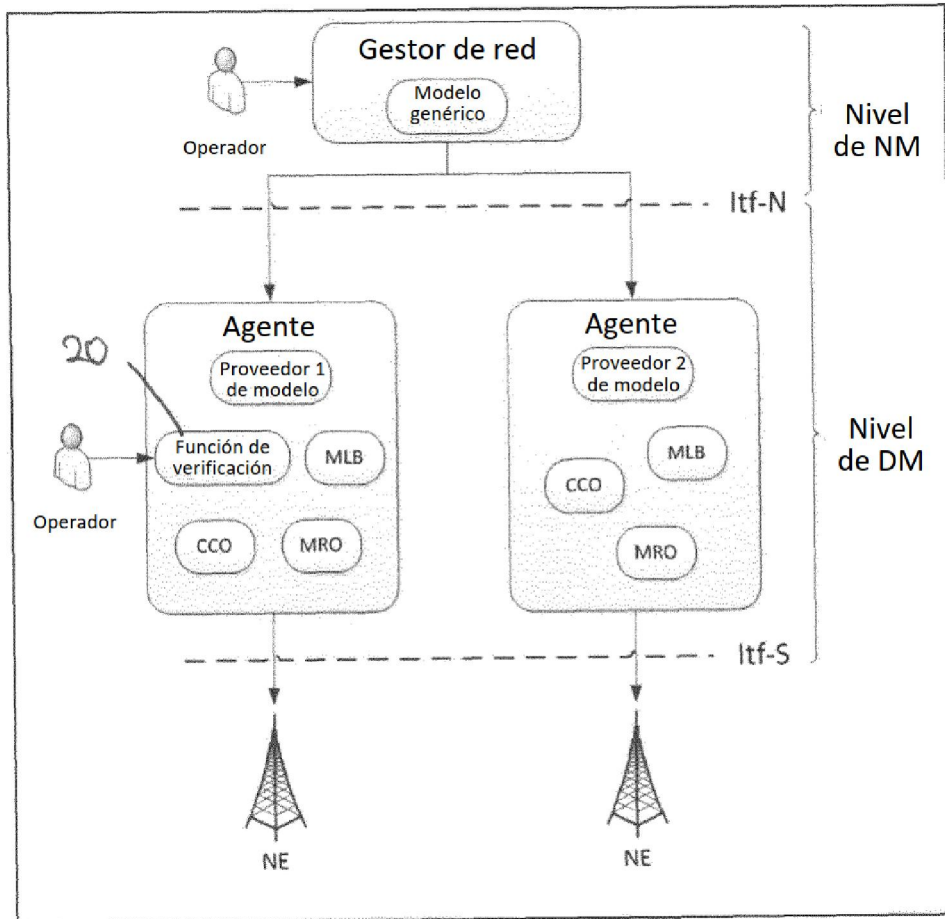


Fig. 7

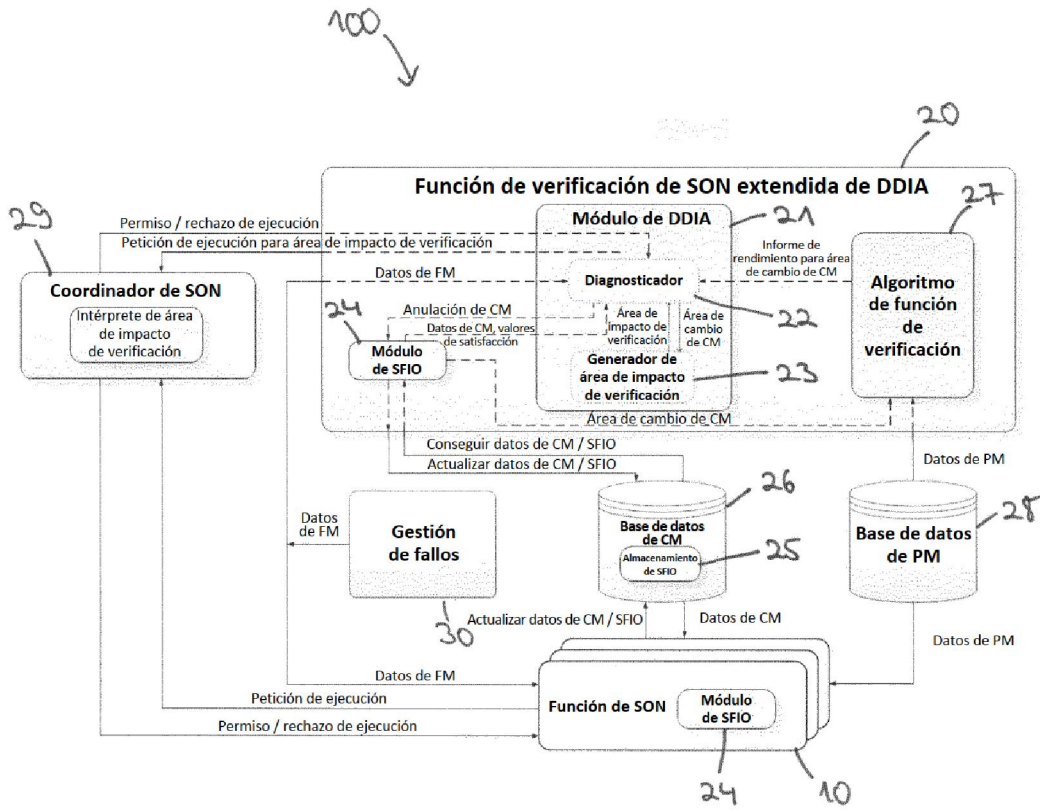


Fig. 8

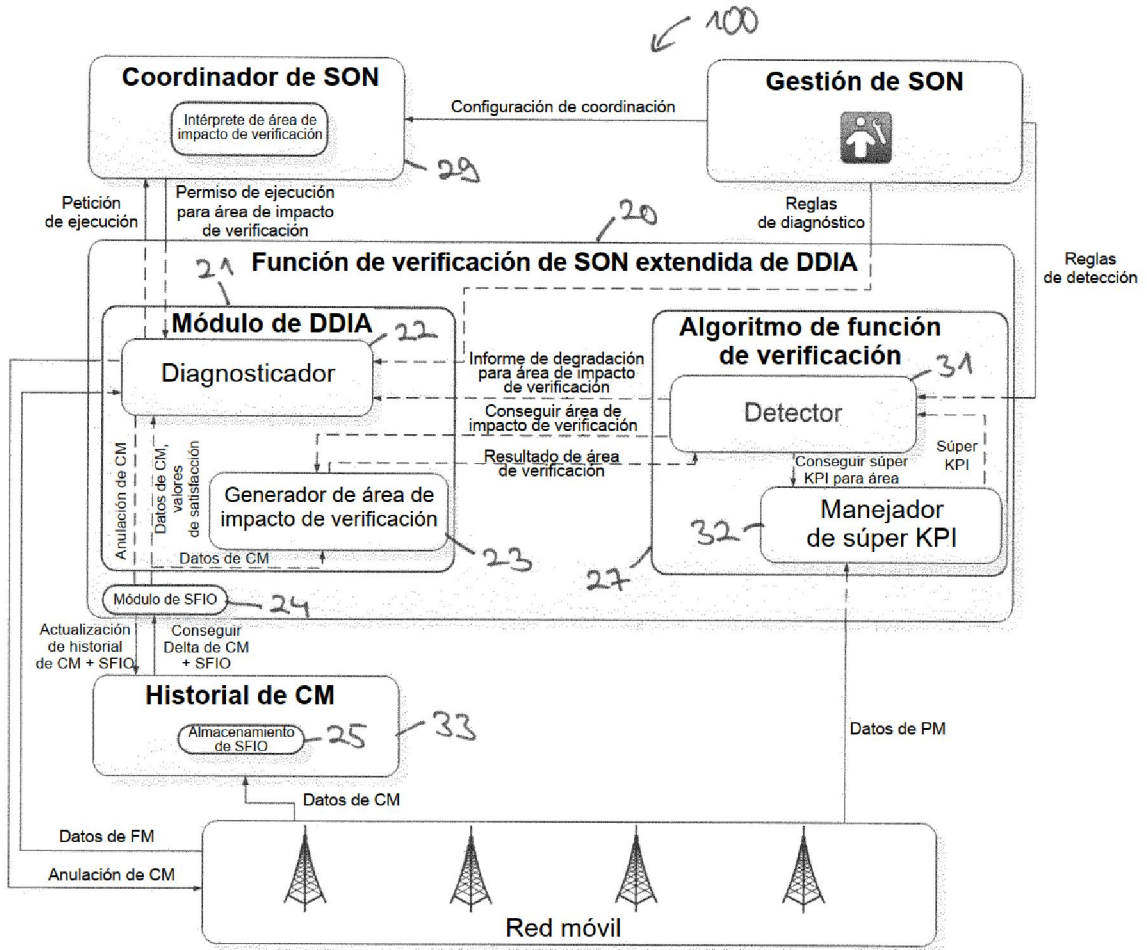


Fig. 9

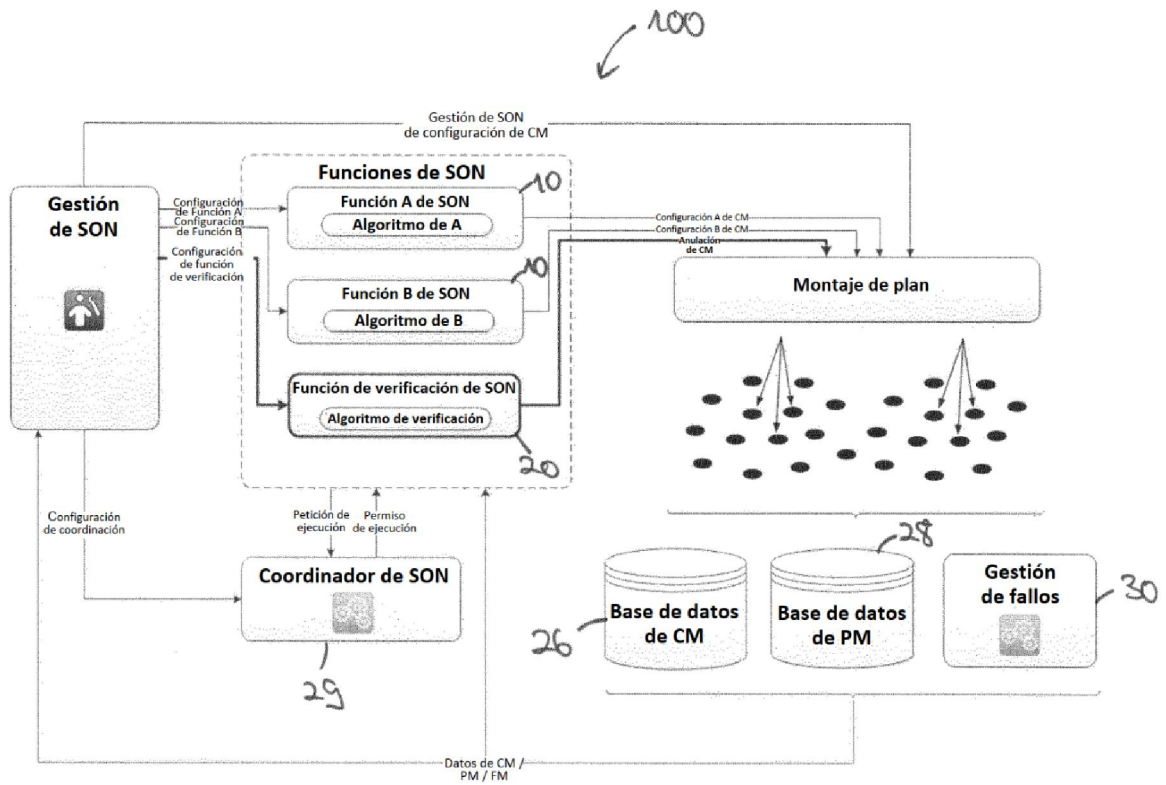


Fig. 10

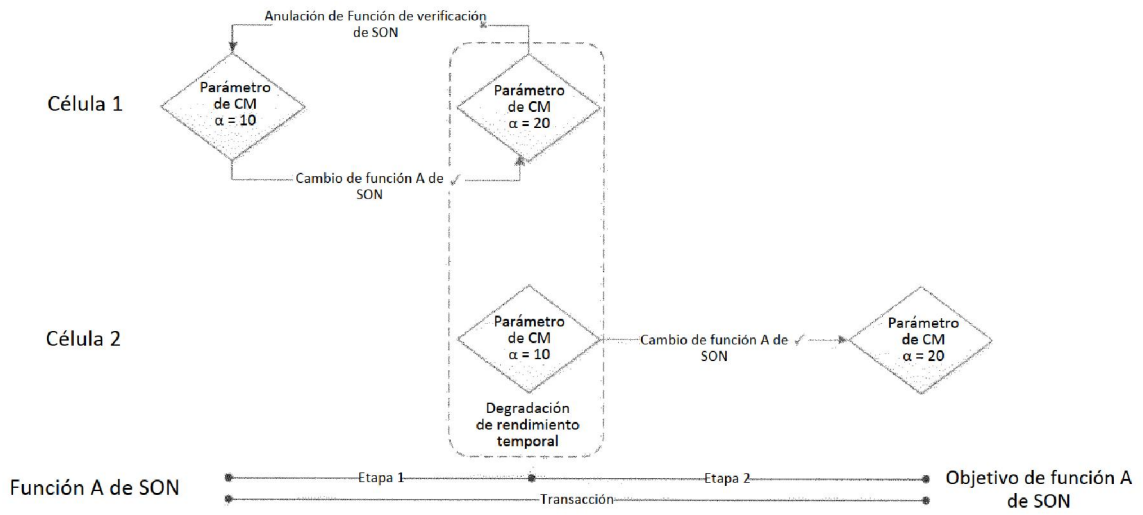


Fig. 11

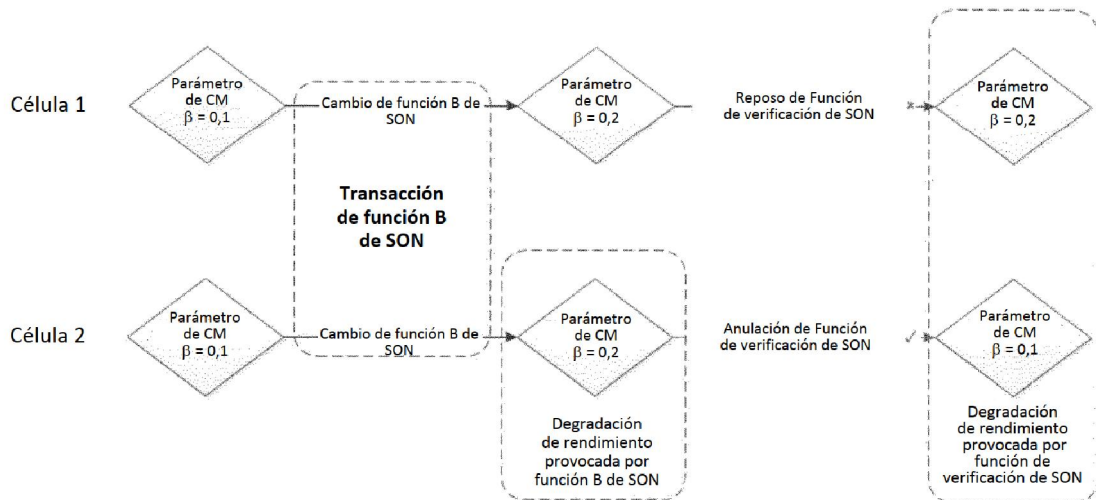


Fig. 12

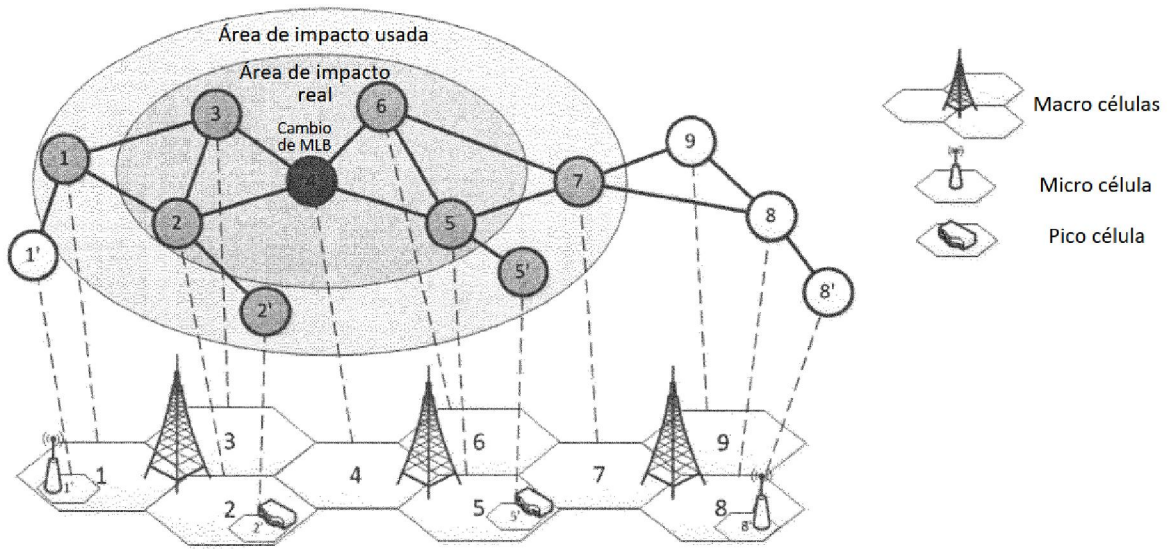


Fig. 13

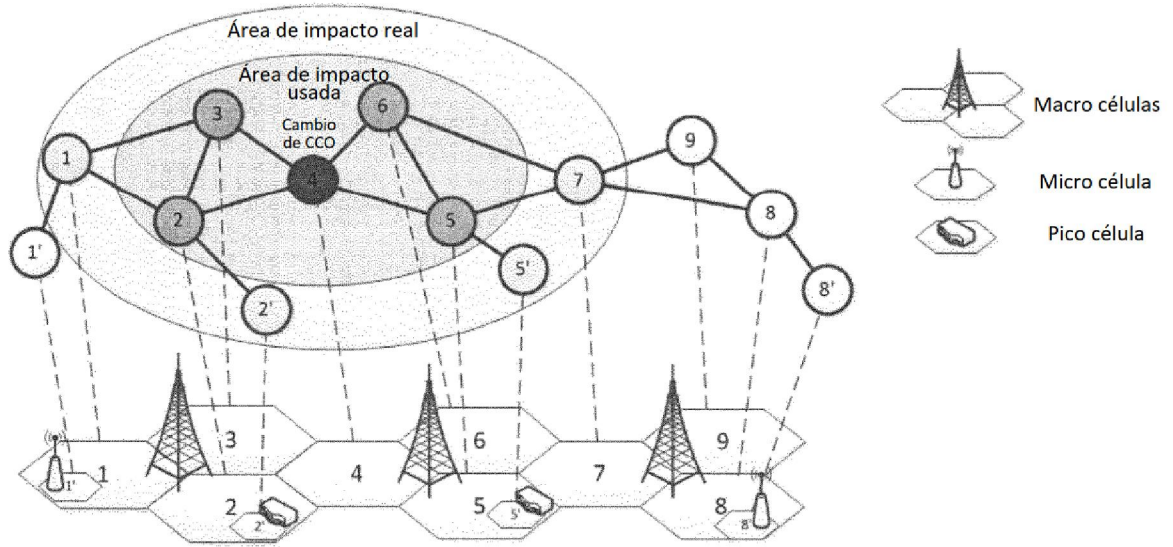


Fig. 14

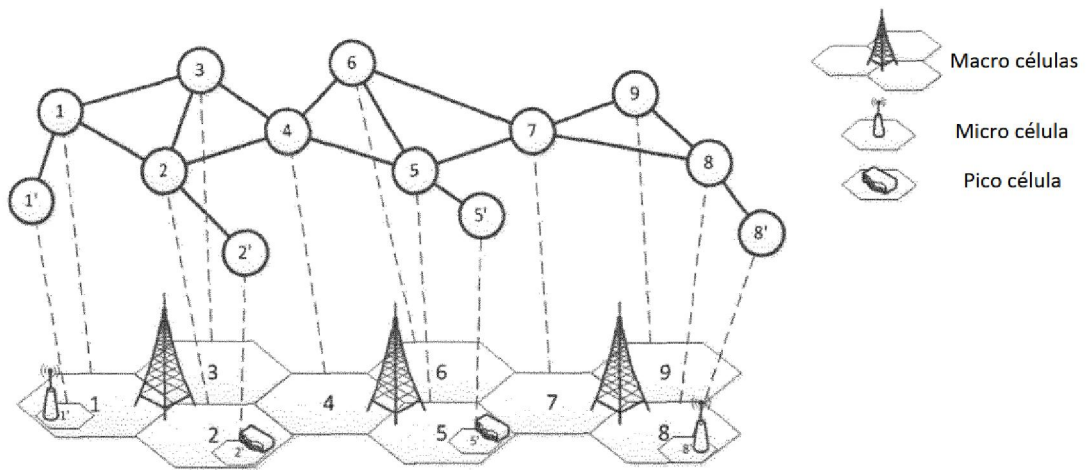


Fig. 15

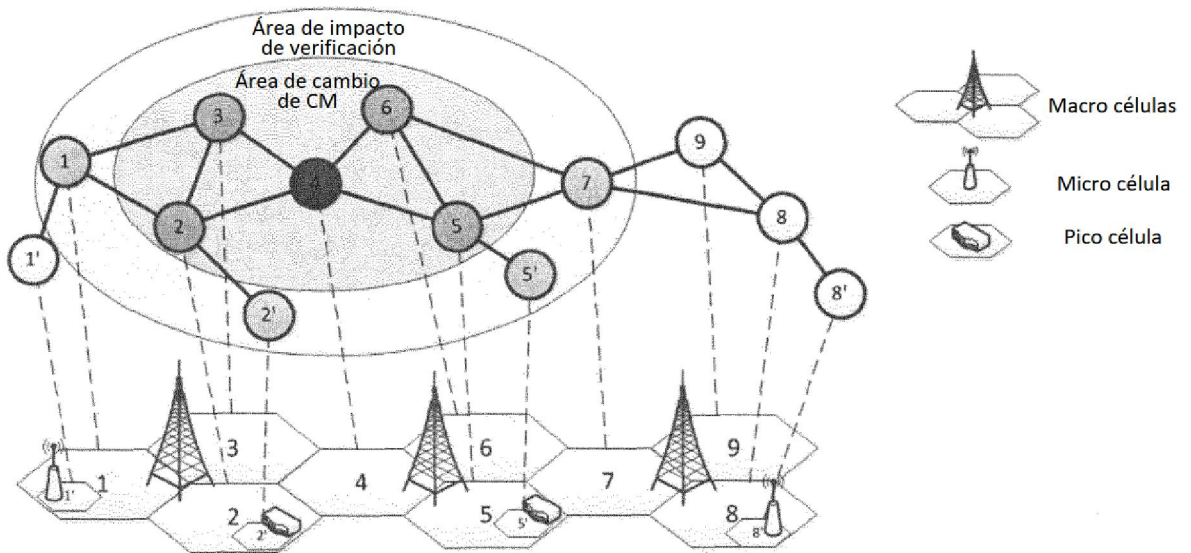


Fig. 16

	Detección de anomalías	Diagnóstico	Gestión de área de impacto
<p>10</p> <p>Función de verificación de SON</p>	<p>Basada en el resultado de agregación de KPI / PI. Realizada por la parte de algoritmo de la función.</p>	<p>Tiene en cuenta los últimos cambios de CM</p>	<p>Definida en el momento de diseño</p>
<p>Función de verificación de SON extendida de DDIA</p> <p>20</p>		<p>Tiene en cuenta los cambios de CM hechos en el pasado. Identifica la función de SON que ha desencadenado un cambio de CM</p>	<p>Desencadenada por un cambio de CM. Área de impacto de verificación especificada dinámicamente. Informa al coordinador de SON acerca del área de impacto de verificación</p>

Fig. 17