

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 750**

51 Int. Cl.:

G08G 1/0968 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2011 E 11767040 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 2622591**

54 Título: **Enrutamiento de redes de telecomunicaciones**

30 Prioridad:

28.09.2010 GB 201016306

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

15.09.2015

73 Titular/es:

**AIRBUS DS LIMITED (100.0%)
Quadrant House, Celtic Springs, Coedkernew
Newport NP10 8FZ, GB**

72 Inventor/es:

TURTON, BRIAN CHARLES HARGRAVE

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 545 750 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Enrutamiento de redes de telecomunicaciones

5 **Campo de la invención**

La invención se refiere al campo del enrutamiento de redes de telecomunicaciones y, en particular, al campo de las redes oportunistas. Por ejemplo, las realizaciones de la invención se refieren a redes de telecomunicaciones en zonas geográficas en las que hay poca o ninguna infraestructura de red cableada permanente.

10

Antecedentes de la invención

La ejecución de las operaciones civiles y militares, tales como respuestas a situaciones de emergencia y operaciones en territorio remoto u hostil, se puede comprometer seriamente si los enlaces de comunicación son pobres. Por desgracia, los enlaces de comunicación a menudo son pobres en dichos territorios, ya sea como resultado de la interrupción natural o militar de enlaces permanentes preexistentes, o como resultado de que haya pocos o ningún tipo de enlaces permanentes en la primera posición.

15

Una gran cantidad de investigación se ha hecho en los últimos años en el rendimiento de las redes de telecomunicaciones oportunistas, que no dependen de la existencia de enlaces fijos preexistentes. Muchas de estas redes, por ejemplo, las redes establecidas en una base *ad hoc* entre teléfonos móviles o entre vehículos de carretera, requieren una alta densidad de dispositivos capaces de participar en la red; claramente, eso a menudo no estará disponible después de un desastre, conflicto o en áreas similares. Por otra parte, muchas de las operaciones tienen requisitos más allá de la mera conectividad - por ejemplo, los requisitos de seguridad pueden hacer necesario restringir los datos a dispositivos de red de confianza, y en muchos casos a los dispositivos de red de confianza específicamente calificados para gestionar la información sensible - que puede reducir aún más el número de nodos disponibles en una red.

20

25

La mayoría del trabajo en esta área se ha concentrado en la elaboración y en la investigación de diferentes formas de enrutamiento. Algunos trabajos también se han hecho teniendo en cuenta la mejor opción del portador de enlaces. Uno de los enfoques adoptados en el ámbito de las comunicaciones tácticas (militares) es la provisión de vehículos aéreos no tripulados (UAVs) de comunicaciones dedicadas. Sin embargo, los vehículos aéreos no tripulados son muy caros. Otro enfoque es montar dispositivos de comunicaciones de red en vehículos que tienen una función primaria que no es de comunicaciones, por ejemplo, transporte aéreo. Al extender el rango de posibles plataformas que se pueden emplear, el número de plataformas disponibles se puede incrementar de manera significativa; sin embargo, típicamente los vehículos no dedicados estarán disponibles sólo intermitentemente, de acuerdo a los requerimientos de su función principal. Las redes que incorporan tales "activos de no comunicación" se conocen como "redes oportunistas", tomadas a menudo para ser una subclase de redes tolerantes con la interrupción/retardo. Tales redes se han estudiado con el fin de optimizar el enrutamiento de datos de comunicación sobre sus enlaces, en vista de su naturaleza intermitente.

30

35

40

En "Routing Strategies in Multihop Cooperative Networks", IEEE Transactions on Wireless Communications, Vol. 8, No. 2, febrero de 2009, Gui et al presentan un estudio de rendimiento de corte, teniendo en cuenta las características de desvanecimiento y la naturaleza de emisión de canales inalámbricos, para tres diferentes estrategias de enrutamiento: enrutamiento óptimo, en el que se elige la ruta de acceso de fuente a destino con la relación mínima más grande de señal a ruido (SNR); enrutamiento ad-hoc, en el que se elige el salto con la SNR más alta en cada nodo a partir de los siguientes saltos disponibles; y enrutamiento de salto N, en el que se elige la ruta con la mayor SNR mínima sobre los grupos de N saltos. El enrutamiento óptimo se encuentra para dar el mejor rendimiento de corte, pero a expensas de aumentar en gran medida la complejidad de cálculo para el enrutamiento a través de más y más saltos. El enrutamiento ad-hoc sufre a partir del mayor corte, pero la complejidad de cálculo es la misma independientemente del número de saltos. El enrutamiento de salto N es un compromiso que puede proporcionar un buen equilibrio entre el rendimiento de corte y la complejidad de cálculo. En el documento US 2007/078597 se divulga una disposición para seleccionar una ruta adecuada para un vehículo de modo que la cobertura de las redes de telecomunicaciones se asegure a lo largo de la ruta.

45

50

55

A pesar de estos diversos esfuerzos, persisten entornos en los que es poco probable que sean suficientes nodos de comunicación dedicados en una red de despliegue para proporcionar enlaces de comunicaciones de la calidad deseada. De los enfoques mencionados anteriormente, el uso de nodos de comunicación sobre activos de no comunicación para trabajar de forma oportunista es un enfoque más rentable que el uso de vehículos aéreos no tripulados de comunicaciones dedicados, pero este tipo de activos de no comunicación proporcionan sólo "nodos de oportunidad", que usualmente estarán muy lejos de ser óptimos. La atención de la técnica anterior generalmente se ha centrado en cuestiones de redes móviles ad hoc (MANET).

60

La presente invención busca mitigar los problemas anteriormente mencionados.

65

Sumario de la invención

La presente invención proporciona, en un primer aspecto, un controlador de red para controlar una red de telecomunicaciones que comprende una pluralidad de vehículos, cada uno incluyendo un dispositivo de telecomunicaciones, comprendiendo el controlador de red:

- una base de datos de configuración de red, que contiene datos que representan la configuración de la red;
- una base de datos de activos, que contiene para cada vehículo (i) datos que representan los movimientos previstos del vehículo en un área geográfica, teniendo el vehículo una ruta planificada desde una primera ubicación a una segunda ubicación, y (ii) datos que representan parámetros para una variación aceptable en dicha ruta;
- una base de datos de requisitos de intercambio de información (IER), que contiene datos que representan la carga esperada futura de la red;
- un motor de optimización configurado para calcular a partir de los datos almacenados en la base de datos de configuración de la red, la base de datos de activos y la base de datos de IER, un conjunto de rutas para los vehículos, sujetos a los parámetros de variación aceptables, que optimiza la disponibilidad de la red de telecomunicaciones en el área geográfica; y
- un despachador de orden de tareas, configurado para generar órdenes de tareas para su transmisión a los vehículos desde el conjunto de rutas calculadas por el motor de optimización.

Por lo tanto, el motor de optimización pretende variar las órdenes de tareas de los vehículos dentro de los límites predefinidos, para proporcionar una cobertura de la red de telecomunicaciones y un rendimiento óptimos (o casi óptimos) en base a la necesidad operativa. La invención hace uso de un motor de optimización en la forma de un algoritmo de optimización o comportamiento del motor que tiene en cuenta los activos que potencialmente pueden proporcionar comunicaciones. Se entenderá por los expertos en la técnica que los términos "optimización", "óptimo" y similares no se refieren necesariamente a escenarios globalmente más preferibles, sino más bien se refieren a escenarios que son determinados para ser óptimos mediante la operación de un procedimiento de optimización. Como es bien conocido, tales procedimientos de optimización en la práctica pueden identificar escenarios como óptimos que son localmente pero no globalmente óptimos.

El motor de optimización puede utilizar cualquier algoritmo de optimización adecuado, por ejemplo, algoritmos evolutivos, Tabu, o hibridación simulada.

La base de datos de configuración de la red puede incluir detalles de algoritmo(s) de enrutamiento de la red utilizados en la red. La base de datos de configuración de la red puede incluir detalles de las ubicaciones de los nodos fijos en la red. La base de datos de configuración de la red puede incluir detalles de las ubicaciones de las pluralidades de vehículos en uno o varios momentos en el tiempo. La base de datos de configuración de la red puede incluir detalles de las características de la red de los dispositivos de telecomunicaciones incluidos en los vehículos, por ejemplo el ancho de banda y/o el rango de los dispositivos. También puede almacenar topologías realizables, en vista de las variaciones aceptables en las rutas de los vehículos.

Puede ser que la variación aceptable en la ruta esté limitada por una limitación operacional del vehículo, por ejemplo, una o más limitaciones seleccionadas de entre el grupo que consiste en: combustible disponible, energía disponible, potencia de procesamiento disponible, memoria disponible, limitaciones operativas, rendimiento global, escalas de tiempo, y el tipo de capacidad de comunicaciones proporcionada.

Los vehículos que incluyen un dispositivo de telecomunicaciones pueden ser aeronaves, vehículos terrestres, vehículos marinos, vehículos espaciales, o una combinación de dos o más de esos tipos de vehículos. En el caso de una aeronave, el vehículo puede ser tripulado o no tripulado.

La base de datos de activos puede incluir, por ejemplo, ubicaciones geográficas predichas de los vehículos, tiempos de salida de llegada previstos y/o velocidades pronosticadas. La base de datos de activos puede incluir, por ejemplo, variaciones aceptables en ubicaciones geográficas de los vehículos, tiempos de salida y de llegada previstos, y/o velocidades pronosticadas.

Los datos de carga de la red esperados contenidos en la base de datos IER pueden incluir datos relativos a los requisitos de carga de la red que se esperan de un equipo de operaciones móviles.

El despachador del orden de tareas puede estar configurado para enviar las órdenes de tareas a los vehículos electrónicamente, por ejemplo, a través de un enlace de telecomunicaciones.

La presente invención proporciona, en un segundo aspecto, un método para controlar una red de telecomunicaciones, comprendiendo el método:

- (1) recibir datos relativos a la configuración de la red de telecomunicaciones;
- (2) recibir datos relativos a las cargas de telecomunicaciones futuras esperadas en un área geográfica;

(3) recibir datos relativos a los movimientos planeados de una pluralidad de vehículos en el área geográfica, incluyendo cada vehículo un dispositivo de telecomunicaciones y que tiene una ruta planificada desde una primera ubicación a una segunda ubicación, y datos relativos a la variación aceptable en dicha ruta; y

5 (4) optimizar la disponibilidad de conectividad de telecomunicaciones en el área geográfica mediante la alteración de la ruta prevista de al menos uno de los vehículos dentro de la variación aceptable de esa ruta.

10 El método se realiza utilizando hardware electrónico, por ejemplo, el aparato descrito anteriormente en relación con el primer aspecto de la invención. Los datos recibidos en relación con las futuras cargas de telecomunicaciones pueden incluir datos relativos a actuales cargas de telecomunicaciones. Los datos pueden incluir estadísticas de la red, por ejemplo, carga de enlaces, tasa de errores y/o retardo.

15 La optimización de la disponibilidad de la actividad de telecomunicaciones puede comprender las etapas de (a) calcular un conjunto de rutas para los vehículos que optimizan la disponibilidad de conectividad de telecomunicaciones en el área geográfica, y (b) instruir a los vehículos a seguir esas rutas.

Los datos recibidos relativos a las futuras cargas de telecomunicaciones pueden incluir datos relativos a las futuras necesidades de telecomunicaciones de los vehículos o personas que operan en el área geográfica.

20 El método puede incluir la etapa de cálculo de las cargas de la red que se esperan a partir de los datos relativos a las futuras necesidades de telecomunicaciones y los datos relativos a las actuales cargas de telecomunicaciones.

25 El método puede incluir la etapa de actualización de una o más bases de datos que contienen los requisitos de intercambio de información previstos y/o ubicaciones de nodos, en vista de los datos recibidos en relación con las futuras cargas de telecomunicaciones.

30 Puede ser que la optimización de la disponibilidad de conectividad de telecomunicaciones en el área geográfica se logre mediante la optimización de la topología de la red y las ubicaciones de los nodos en vista a todas las restricciones relevantes. Por lo tanto, las capacidades de los distintos activos pueden considerarse, junto con la carga, para calcular la mejor disposición para lograr los IERs anticipados. Eso incluye la predicción del comportamiento de los enlaces, de manera que las condiciones del terreno y del clima pueden ser relevantes; por lo tanto, los datos relativos a las futuras cargas de telecomunicaciones pueden incluir datos meteorológicos y/o geográficos.

35 La ruta planeada de al menos uno de los vehículos puede alterarse mediante el envío de órdenes de tareas actualizadas que implementan la ruta alterada.

40 El método puede incluir la repetición de las etapas (1) a (3) del método. El método puede incluir la etapa de comparar el beneficio de implementar la alteración de la ruta con el coste de cambiar las órdenes del vehículo. Por lo tanto, el método puede tener en cuenta el "coste" de cambiar las órdenes y así no recomendará necesariamente el cambio.

45 Por supuesto, se apreciará que las características descritas en relación con un aspecto de la presente invención pueden incorporarse en otros aspectos de la presente invención. Por ejemplo, el método de la invención puede incorporar cualquiera de las características descritas con referencia al aparato de la invención y viceversa.

Descripción de los dibujos

50 Las realizaciones de la presente invención se describirán ahora a modo de ejemplo solamente con referencia a los dibujos esquemáticos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 muestra un aparato de red empleado en un primer ejemplo de realización de la invención;

La figura 2 es un diagrama de flujo que muestra las etapas de un método de operación del aparato de la figura 1 de acuerdo con la primera realización de la invención; y

55 La figura 3 es una ilustración esquemática de un escenario de misión en la que se utilizan el aparato de la figura 1 y el método de la figura 2.

Descripción Detallada

60 En un primer ejemplo de realización de la invención, el aparato de red 10 incluye (figura 1) una base de datos de configuración de la red 20, una base de datos de activos 30, una base de datos de IER esperadas 40, un motor optimizador/de comportamiento 50 y un despachador de órdenes de tareas 60. El aparato 10 está conectado a una red de destino 70, que incluye activos de telecomunicaciones móviles, mediante los cuales se entienden dispositivos que son capaces de actuar como nodos en la red de destino 70. La red de destino 70 incluye activos de telecomunicaciones que se realizan mediante un equipo de operaciones, que son para desplazarse a través de un

5 área geográfica que tiene una pobre cobertura de la red de telecomunicaciones. La red de destino 70 también incluye activos de telecomunicaciones montados en vehículos que tienen la tarea de órdenes no relacionadas con las necesidades de telecomunicaciones (incluyendo vehículos de transporte de mercancías encargados de órdenes relativas a la circulación de mercancías a través de la área geográfica), así como activos de telecomunicaciones montados en vehículos aéreos no tripulados y otras plataformas dedicadas al transporte de los activos.

La base de datos de configuración de la red 20 es una base de datos estándar que almacena la configuración de la red 70.

10 La base de datos de activos 30 es una base de datos que almacena las órdenes de tareas para los activos móviles que forman parte de la red 70. La base de datos de activos 30 también almacena parámetros que definen el grado en que se pueden variar las órdenes de tareas para cada activo móvil.

15 La base de datos de IER esperados 40 almacena detalles de necesidades futuras esperadas de telecomunicaciones, y por lo tanto de la carga de la red que se espera en el futuro.

20 El motor optimizador/de comportamiento 50 está configurado para determinar la ruta óptima para cada activo móvil, teniendo en cuenta la configuración de la red almacenada en la base de datos de configuración de la red 20, las órdenes de tareas y los parámetros relacionados almacenados en la base de datos de activos 30, y los detalles de las necesidades futuras esperadas de telecomunicaciones almacenadas en la base de datos de IER esperadas 40. En el presente ejemplo, la técnica de optimización bien conocida de hibridación simulada se utiliza para calcular las rutas óptimas. En realizaciones alternativas, se utilizan otras técnicas de optimización, por ejemplo, algoritmos evolutivos o búsqueda Tabu. Es una característica de estas técnicas que permiten la inclusión de limitaciones y funciones de penalización discontinuas. En el contexto de los motores de comportamiento, que están disponibles comercialmente (por ejemplo, Erudine) y pueden ejecutarse en hardware muy modesto, y tienen tiempos de reacción de subsegundos y miles de "reglas" equivalentes, así como técnicas de captura de conocimiento muy efectivas "tácitas".

30 El despachador de órdenes de tareas 60 está configurado para enviar órdenes de tareas a los activos móviles. Las órdenes de tareas, cuando están seguidas por los activos móviles, implementan las rutas óptimas calculadas por el motor de comportamiento 50. El funcionamiento del aparato 10 es como sigue (figura 2):

35 Etapa 120: estadísticas relativas al estado actual de la red 70 (por ejemplo, carga de enlaces, tasa de errores, retardo, etc.) se recogen y almacenan en la base de datos de configuración de la red 20.

Etapa 130: detalles de órdenes de tareas actuales y futuras (o cambios de las mismas) se almacenan en la base de datos de activos 30.

40 Etapa 140: detalles de las futuras necesidades de telecomunicaciones actuales y futuras esperadas, incluidas las necesidades esperadas del equipo de operaciones (o cambios de las mismas) se almacenan en la base de datos de IERs esperados 40.

45 Etapa 150: las estadísticas de la red almacenadas en la base de datos de configuración de la red 20 se comparan con las cargas anticipadas calculadas a partir de los detalles de las necesidades de telecomunicaciones actuales y futuras esperadas almacenadas en la base de datos de IERs esperados 40, y a partir de esa información se predice el uso de la red futura. Por lo tanto, las necesidades de telecomunicaciones esperadas, y por lo tanto las cargas previstas sobre diferentes partes de la red 70, se comprueban con cordura contra las cargas existentes, y por consiguiente la carga predicha está adaptada. La base de datos de configuración de la red 20, la base de datos de activos 30, y la base de datos de IERs esperados 40 se actualizan en vista a ese uso previsto, incluyendo los IERs esperados y las ubicaciones de los nodos.

50 Etapa 160: una optimización de un modelo de la futura topología y las ubicaciones de los nodos de la red 70 se calcula teniendo en cuenta todas las limitaciones conocidas, incluyendo las órdenes de las tareas y las variaciones admisibles en las mismas para los distintos activos y la carga prevista de la red 70. La optimización también tiene en cuenta las condiciones meteorológicas y del terreno, que pueden afectar al comportamiento de los enlaces en la red 70. La optimización tiene como objetivo calcular la mejor disposición para lograr los IERs predichos.

55 Etapa 170: envío de órdenes de tareas actualizadas a los activos móviles en la red 70 mediante el despachador de órdenes de tareas 60, de manera que se consigue la topología deseada.

60 Las etapas 120 a 170 se repiten continuamente. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el sistema tendrá en cuenta el "coste" de cambiar las órdenes de tareas, por lo que no recomendará necesariamente el cambio. Un buen equilibrio entre el coste de cambio y el aumento del valor del nuevo enfoque se evaluará en el optimizador 50 (puede por ejemplo ser tratado como otra limitación en el optimizador).

Un escenario de misiones hipotéticas (figura 3) se describirá ahora, como un ejemplo para ilustrar la operación del aparato y del método.

65 Una red se despliega en una región. Sin embargo, hay áreas enteras donde la comunicación es imposible. Tres vehículos aéreos no tripulados de comunicación son los únicos activos dedicados disponibles para su despliegue

para cubrir la región afectada. Debido al mantenimiento y a la transferencia entre los UAVs, típicamente sólo un UAV, en la figura 3 la aeronave 250 está en el aire en un momento dado. En consecuencia, los grupos que salen a la región con frecuencia no reciben comunicaciones fiables y, por lo tanto, llegan al lugar equivocado en el momento equivocado.

5 En este ejemplo, un equipo de operaciones 220 viaja hacia el noreste desde la esquina suroeste de la región mostrada en la figura 3, en una línea recta a una base 240. El UAV 250 ya se encarga de las operaciones en la región noroeste, y, aunque se dirige en una dirección sureste a lo largo de una ruta 260 hacia la misma base 240, la cobertura de radio 270 del UAV 250 sólo se solapa con la ruta del equipo 220 en sus últimas etapas.

10 Sin embargo, el coordinador de la operación se ajusta a las comunicaciones aplicadas a una docena de vehículos aéreos que se utilizan con bastante frecuencia en el área y tienen una coordinación automatizada central de esos activos. Usando una optimización automatizada de la topología de la red, como se describió anteriormente, los planes de vuelo de los vehículos aéreos mejorados se ajustan de manera que en cualquier momento existe una red que puede hacer frente a la carga de comunicaciones. Los vehículos se utilizan para llenar los vacíos en la red cuando no hay otro activo pueda cubrir la región. En este caso, con frecuencia se utilizan dos vehículos 280, 330 simultáneamente, ya que no tienen que cubrirse entre sí, ya que otros vehículos aéreos no suelen ser capaces de asumir el control antes de que el vehículo deba repostar. El resultado neto es que la cobertura continua se puede mantener la mayor parte del tiempo en el suelo. Esto permite una conciencia de la situación completa, y la capacidad de reaccionar rápidamente a los cambios en las circunstancias con mejor comando y control.

20 En este ejemplo, un avión de transporte 280 tiene la tarea de volar E desde la región suroeste a una base 300 en la región sudeste, a lo largo de una ruta de vuelo directo 290. Sin embargo, existe una considerable libertad de acción en el momento del vuelo, y mucho combustible disponible. El motor de optimización 50 calcula una ruta alternativa 310 para el avión 280, en el que el avión 280 primero se orienta en sentido noreste, siguiendo el equipo 220, antes de virar hacia el sudeste para completar su misión. Las nuevas órdenes de tareas se transmiten al avión 280 mediante el despachador de órdenes de tareas 60, instruyendo a su piloto a tomar esa ruta revisada. La ruta de vuelo es tal que la cobertura de radio 320 del aplique de comunicaciones instalado en la aeronave 280 permite al equipo 220 permanecer en contacto con la red 70 para la mayor parte de la primera mitad de su ruta 230.

30 Un segundo avión 330 tiene la tarea de volar en línea recta 350 en sentido noroeste desde la región este, hacia una tercera base 340. El motor de optimización 50 calcula que, al retrasar el momento de despegue del avión 330, se puede proporcionar cobertura de telecomunicaciones al equipo 220. Las nuevas órdenes de asignación de tareas se transmiten al avión 330 mediante el despachador de órdenes de tareas 60, su piloto altera su ruta en consecuencia, y la cobertura de radio 360 proporcionada por el avión 330 llena sustancialmente la separación en la conectividad de red que el equipo 220 vería afectada en su ruta 230 entre la cobertura del avión 280 y el UAV 250.

40 Realizaciones de ejemplo de la invención emplean así una técnica novedosa para hacer frente a la tarea del movimiento de los nodos de comunicaciones, en particular los nodos de comunicaciones de los activos de no comunicación. La técnica incorpora el control del movimiento (dentro de las limitaciones operacionales) de todos los activos pertinentes. Mediante la utilización de este enfoque, se puede obtener el efecto máximo de los activos disponibles. Las redes oportunistas y DTN son conocidas por ser un área difícil; este enfoque está orientado hacia el problema desde un punto de vista más holístico.

45 El sistema puede incorporar de manera eficiente lo activos que están disponibles. Al adoptar este enfoque, el coste de propiedad para los nodos en el aire puede reducirse mediante la eficiente sustentación de los nodos de comunicaciones sobre los activos de no comunicación. En general, añadiendo un poco de flexibilidad en un sistema, pudiendo alterar la planificación dentro de las limitaciones, se pueden esperar grandes ganancias en el caso ideal. Esto permitirá una lenta introducción de nodos de comunicaciones en el aire, que no requieren un gran desembolso inmediato de UAVs avanzados (que es poco probable que sea aceptado en el actual clima económico). En su lugar, se reutilizarán plataformas existentes siempre que sea posible, lo que reduce el coste de entrada, aunque gradualmente se podría llevar a un sistema totalmente basado en UAVs a lo largo del tiempo.

55 Aunque la presente invención ha sido descrita e ilustrada con referencia a realizaciones particulares, se apreciará por parte de los expertos en la técnica que la invención se presta a muchas variaciones diferentes no ilustradas específicamente en este documento.

60 Cuando en la descripción anterior se mencionan números enteros o elementos que tienen equivalentes conocidos, obvios o previsibles, entonces tales equivalentes se incorporan aquí como si se indicaran individualmente. Se debe hacer referencia a las reivindicaciones para determinar el verdadero alcance de la presente invención, que debe interpretarse de manera que abarque dichos equivalentes. También se apreciará por parte del lector que números enteros o características de la invención que se describen como preferibles, ventajosas, convenientes o similares son opcionales y no limitan el alcance de las reivindicaciones independientes. Además, debe entenderse que tales números enteros o características opcionales, aunque tienen un posible beneficio en algunas realizaciones de la invención, pueden no ser deseables, y por lo tanto pueden estar ausentes en otras realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador de red para controlar una red de telecomunicaciones que comprende una pluralidad de vehículos, cada uno incluyendo un dispositivo de telecomunicaciones, comprendiendo el controlador de red:
- 5 una base de datos de configuración de la red, que contiene datos que representan la configuración de la red;
una base de datos de activos, que contiene para cada vehículo (i) datos que representan los movimientos planeados del vehículo en un área geográfica, teniendo el vehículo una ruta planificada desde una primera ubicación a una segunda ubicación, y (ii) datos que representan parámetros para una variación aceptable en dicha ruta;
- 10 un base de datos de requisitos de intercambio de información (IER), que contiene datos que representan la carga esperada futura de la red;
un motor de optimización configurado para calcular a partir de los datos almacenados en la base de datos de configuración de la red, la base de datos de activos y la base de datos de IER, un conjunto de rutas para los vehículos que optimiza, con sujeción a los parámetros de variación aceptables, la disponibilidad de la red de telecomunicaciones en el área geográfica; y
- 15 un despachador de órdenes de tareas, configurado para generar órdenes de tareas para su transmisión a los vehículos del conjunto de rutas calculadas por el motor de optimización.
- 20 2. Un controlador de red de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base de datos de configuración de la red incluye detalles de algoritmo(s) de enrutamiento de la red utilizado(s) en la red.
3. Un controlador de red de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que la base de datos de configuración de la red incluye detalles de las características de la red de los dispositivos de telecomunicaciones incluidos en los vehículos.
- 25 4. Un controlador de red de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la base de datos de activos incluye ubicaciones geográficas predichas de los vehículos, los horarios de salida y de llegada programados, y/o las velocidades predichas.
- 30 5. Un controlador de red de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la base de datos de activos incluye variaciones aceptables en ubicaciones geográficas de los vehículos, los horarios de salida y de llegada programados, y/o las velocidades predichas.
- 35 6. Un controlador de red de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que los datos de carga de la red esperada contenidos en la base de datos IER incluye datos relativos a los requisitos de carga de la red esperados de un equipo de operaciones móvil.
- 40 7. Un controlador de red de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la variación aceptable en la ruta está limitada por una limitación operacional del vehículo, por ejemplo, una o más limitaciones seleccionadas del grupo que consiste en: combustible disponible, energía disponible, potencia de procesamiento disponible, memoria disponible, limitaciones operacionales, conjunto de rendimiento, escalas de tiempo, y tipo de capacidad de comunicaciones proporcionado.
- 45 8. Un método de control de una red de telecomunicaciones, comprendiendo el método:
- (1) recibir datos relativos a la configuración de la red de telecomunicaciones;
(2) recibir datos relativos a las cargas de telecomunicaciones futuras esperadas en un área geográfica;
(3) recibir datos relativos a movimientos planeados de una pluralidad de vehículos en el área geográfica, incluyendo cada vehículo un dispositivo de telecomunicaciones y que tiene una ruta planificada desde una primera ubicación a una segunda ubicación, y datos relativos a la variación aceptable en dicha ruta; y
(4) optimizar la disponibilidad de conectividad de telecomunicaciones en el área geográfica mediante la alteración de la ruta planeada de al menos uno de los vehículos dentro de la variación aceptable de esa ruta.
- 50 9. Un método de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los datos recibidos sobre las futuras cargas de telecomunicaciones incluyen datos relativos a cargas de telecomunicaciones presentes.
- 55 10. Un método de acuerdo con la reivindicación 9, en el que los datos incluyen estadísticas de la red, por ejemplo, carga de enlaces, tasa de errores, y/o retardo.
- 60 11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que los datos recibidos sobre las futuras cargas de telecomunicaciones incluyen datos relativos a futuras necesidades de telecomunicaciones de vehículos o personas que operan en el área geográfica.
- 65 12. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que incluye la etapa de cálculo de las cargas de la red esperadas de los datos relativos a las futuras necesidades de telecomunicaciones y los datos

relativos a las cargas de telecomunicaciones presentes.

5 13. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, que incluye la etapa de actualización de una o más bases de datos que contienen requisitos de intercambio de información esperados y/o ubicaciones de nodos, en vista a los datos recibidos referentes a las futuras cargas de telecomunicaciones.

10 14. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 13, en el que la optimización de la disponibilidad de conectividad de telecomunicaciones en el área geográfica se logra mediante la optimización de las ubicaciones de topología de la red y de los nodos en vista de todas las restricciones pertinentes.

15 15. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14, en el que la ruta prevista de al menos uno de los vehículos se ve alterada por el envío de órdenes de tareas actualizadas que implementan la ruta alterada.

15 16. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 15, que incluye repetir las etapas (1) a (3) de la reivindicación 8.

17. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 16, que incluye la etapa de comparar el beneficio de la implementación de la alteración de la ruta con el coste de cambiar las órdenes del vehículo.

Fig. 1

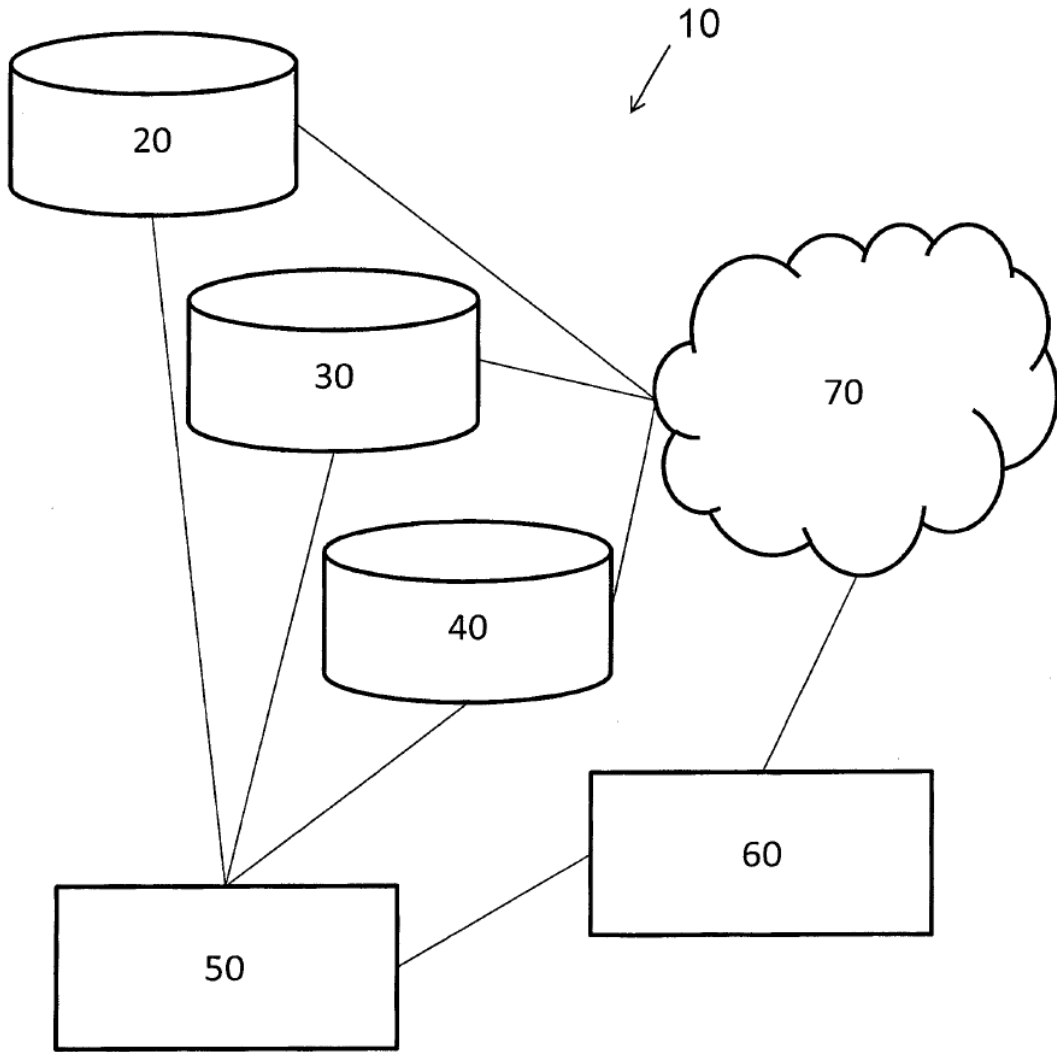
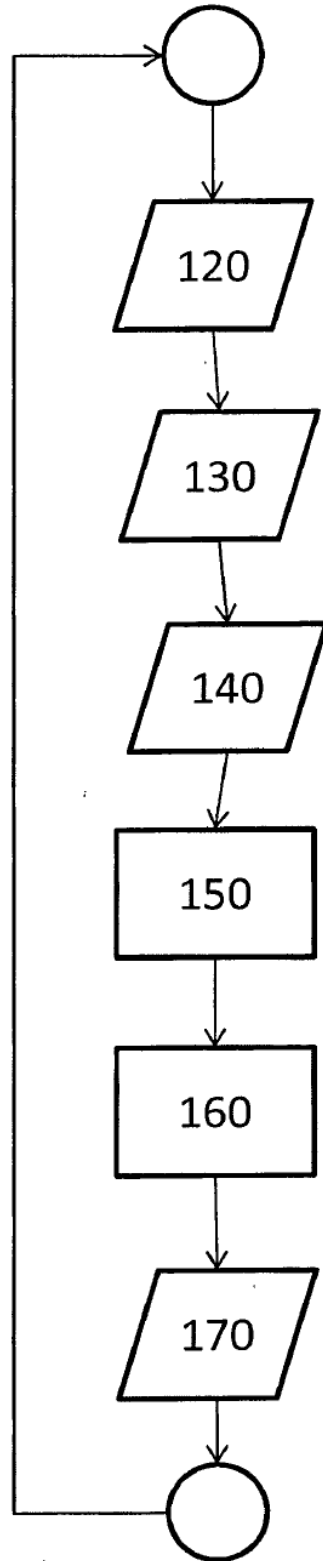


Fig. 2



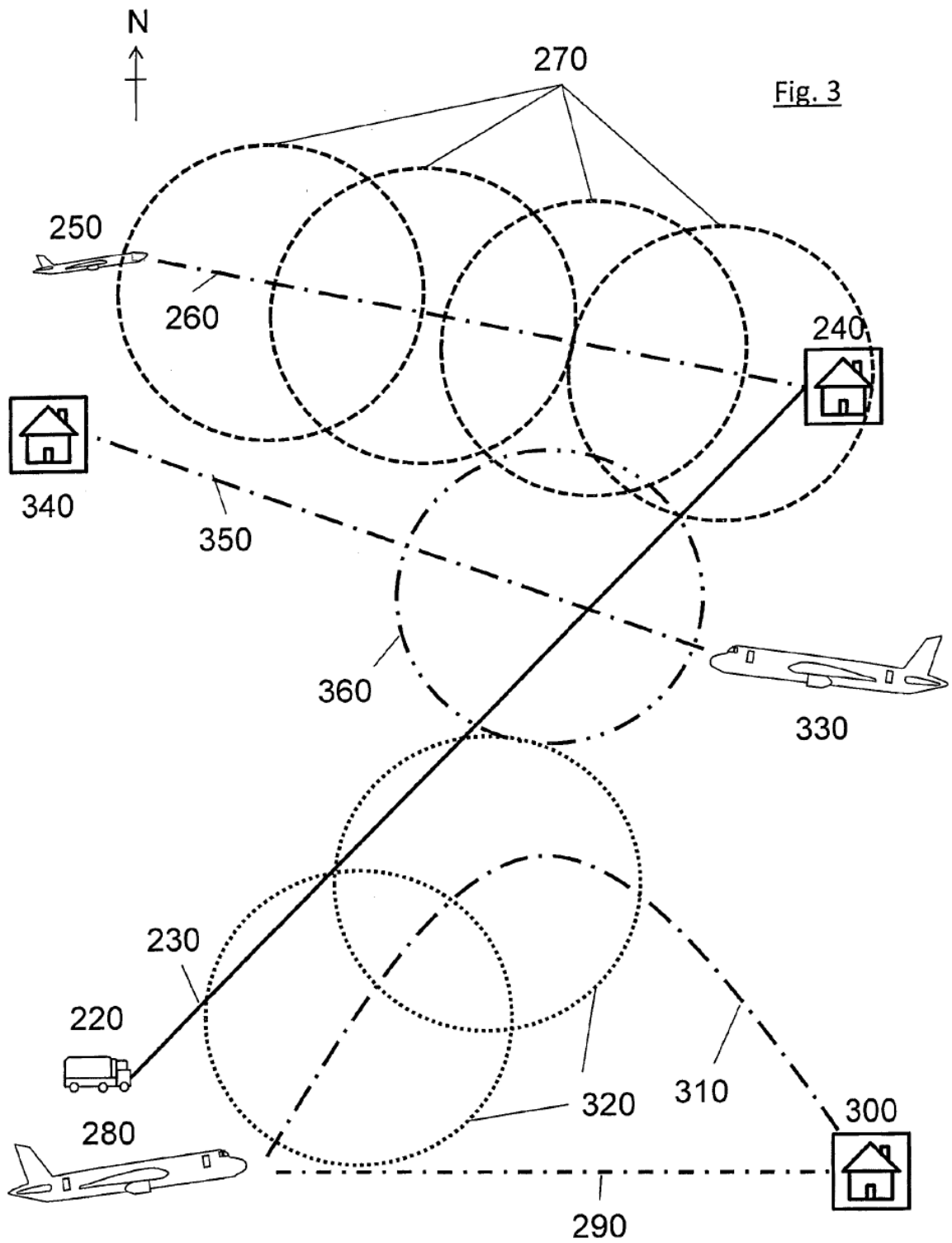


Fig. 3