

**SISTEMAS, MÉTODOS Y DISPOSITIVOS PARA LA DETECCIÓN
AUTOMÁTICA DE SEÑAL CON EXTRACCIÓN TEMPORAL DE FUNCIONES
DENTRO DE UN ESPECTRO**

REFERENCIA RECÍPROCA A SOLICITUDES RELACIONADAS

[0001] Esta solicitud se relaciona y reivindica la prioridad de las siguientes solicitudes. Esta solicitud reivindica prioridad de la solicitud de EE. UU. No.15/412.982 presentada el 23 de Enero de 2017, solicitud de EE. UU. No. 15/478.916 presentada el 4 de Abril de 2017, solicitud de EE. UU. No. 15/681.521 presentada el 21 de Agosto de 2017, solicitud de EE. UU. No. 15/681,540 presentada el 21 de agosto de 2017, y solicitud de EE. UU. No. 15/681,558 presentada el 21 de agosto de 2017, cada una de las cuales se incorpora como referencia en este documento en su totalidad.

[0002] La solicitud de EE. UU. No. 15/681,521 presentada el 21 de Agosto de 2017 es una continuación en parte de la Solicitud de EE. UU. No. 15/478,916 presentada el 4 de abril de 2017 y una continuación en parte de la Solicitud de EE.UU. No. 15/412,982 presentada el 23 de Enero de 2017. La solicitud de EE. UU. No. 15/681,540 presentada el 21 de Agosto de 2017 es una continuación en parte de la Solicitud de EE. UU. No. 15/496,660 presentada el martes, 25 de abril de 2017 y una continuación en parte de la Solicitud de EE.UU. No. 15/478,916 presentada el martes, 04 de abril de 2017. La solicitud de EE. UU. No. 15/681,558 presentada el 21 de Agosto de 2017 es una continuación en parte de la solicitud de EE. UU. No. 15/478,916 presentada el martes, 04 de abril de 2017 y una continuación en parte de la solicitud de EE.UU. No. 15/412,982 presentada el lunes, 23 de enero de 2017. La solicitud de EE.UU. No. 15/496,660 es una continuación en parte de la solicitud de EE.UU. No. 15/412,982 presentada el 23 de Enero de 2017, y una continuación en parte de la Solicitud de EE.UU. No. 14/983,678 presentada el 30 de diciembre de 2015. La solicitud de EE. UU. No. 14/983,678 es una continuación de la Solicitud de EE.UU. No. 14/504,802 presentada el 2 de Octubre de 2014, que es una continuación de la Solicitud de EE.UU. N° 14/329,835 presentada el 11 de Julio de 2014, que es una continuación de la Solicitud de EE.UU. 14/087,441 presentada el 22 de Noviembre de 2013. La solicitud de EE.UU. No. 14/087.441 es una continuación en parte de la solicitud de EE.UU. No. 14/082.873, presentada el 18 de Noviembre de 2013, que es una continuación de la solicitud de EE.UU.

No. 13/912.683, presentada el 7 de Junio de 2013, que reivindica el beneficio de la Solicitud de EE.UU. No. 61/789.758, presentada el 15 de Marzo de 2013, cada una de las cuales se incorpora aquí como referencia en su totalidad. La solicitud de EE.UU. No. 14/087.441 también es una continuación en parte de la solicitud de EE.UU. No. 14/082.916, presentada el 18 de Noviembre de 2013, que es una continuación de la solicitud de EE.UU. No. 13/912.893 presentada el 7 de Junio de 2013, que reivindica el beneficio de la Solicitud de EE.UU. No. 61/789.758, presentada el 15 de Marzo de 2013, cada una de las cuales se incorpora aquí como referencia en su totalidad. La solicitud de EE.UU. No. 14/087.441 también es una continuación en parte de la solicitud de EE.UU. No. 14/082.930, presentada el 18 de Noviembre de 2013, que es una continuación de la solicitud de EE.UU. No. 13/913.013 presentada el 7 de Junio de 2013, que reivindica el beneficio de la Solicitud de EE.UU. No. 61/789.758, presentada el 15 de Marzo de 2013, cada una de las cuales se incorpora aquí como referencia en su totalidad. La solicitud de EE.UU. No. 15/478.916 es una continuación de la solicitud de EE.UU. No. 14/934.808 presentada el 6 de Noviembre de 2015, que es una continuación de la solicitud de EE.UU. No. 14/504.836 presentada el 2 de Octubre de 2014, que es una continuación de Solicitud de EE.UU. No. 14/331,706 presentada el 15 de Julio de 2014, que es una continuación en parte de EE.UU. No. 14/086,875 presentada el 21 de Noviembre de 2013. La solicitud de EE.UU. No. 14/086.875 es una continuación en parte de la solicitud de EE.UU. No. 14/082.873 presentada el 18 de Noviembre de 2013, que es una continuación de la solicitud de EE.UU. No. 13/912.683 presentada el 7 de junio de 2013, que reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de EE. UU. 61/789.758 presentada el 15 de Marzo de 2013, cada una de las cuales se incorpora aquí como referencia en su totalidad. La solicitud de EE. UU. No. 14/086,875 también es una continuación en parte de la Solicitud de EE.UU. 14/082,916 presentada el 18 de Noviembre de 2013, que es una continuación de la Solicitud de EE.UU. No. 13/912,893 presentada el 7 de Junio de 2013, que reivindica el beneficio de la Solicitud Provisional de EE.UU. 61/789,758 presentada el 15 de Marzo de 2013, cada una de las cuales se incorpora aquí como referencia en su totalidad. La solicitud de EE. UU. No. 14/086,875 también es una continuación en parte de la Solicitud de EE.UU. No. 14/082,930 presentada el 18 de Noviembre de 2013, que es una continuación de la Solicitud de EE.UU. No. 13/913,013 presentada el 7 de Junio de 2013, que reivindica el beneficio de la Solicitud

Provisional de EE.UU. 61/789,758 presentada el 15 de Marzo de 2013, cada una de las cuales se incorpora aquí como referencia en su totalidad. Cada una de las Aplicaciones de EE.UU. mencionadas anteriormente se incorporan en la presente como referencia en su totalidad.

FUNDAMENTO DE LA INVENCION

[0003] 1. Campo de la Invención

[0004] La presente invención se refiere al análisis y gestión del espectro para señales de radiofrecuencia (RF), y más particularmente para identificar automáticamente señales en un espectro de comunicaciones inalámbricas basado en la extracción temporal de funciones.

[0005] 2. Descripción de la Técnica Anterior

[0006] En general, es conocido en la técnica anterior proporcionar una gestión del espectro de comunicaciones inalámbricas para detectar dispositivos para gestionar el espacio. La gestión del espectro incluye el proceso de regular el uso de las radiofrecuencias para promover un uso eficiente y obtener un beneficio social neto. Un problema al que se enfrenta la gestión eficaz del espectro es la gran cantidad de dispositivos que emanan propagaciones de señales inalámbricas en diferentes frecuencias y en diferentes estándares tecnológicos. Junto con las diferentes regulaciones relacionadas con el uso del espectro en todo el mundo, la gestión eficaz del espectro se vuelve difícil de obtener y, en el mejor de los casos, solo puede alcanzarse durante un largo período de tiempo.

[0007] Otro problema que enfrenta la gestión eficaz del espectro es la creciente necesidad del espectro a pesar de la cantidad finita de espectro disponible. Las tecnologías inalámbricas han crecido exponencialmente en los últimos años. En consecuencia, el espectro disponible se ha convertido en un recurso valioso que debe ser utilizado de manera eficiente. Por lo tanto, se necesitan sistemas y métodos para gestionar y optimizar de manera eficaz el espectro disponible que se está utilizando.

[0008] La mayoría de los dispositivos de gestión del espectro se pueden clasificar en dos tipos principales. El primer tipo es un analizador de espectro donde un dispositivo se ajusta específicamente para ejecutar un receptor tipo "escáner" que está diseñado para proporcionar información del espectro a una ventana estrecha de frecuencias relacionadas con un tipo específico y limitado de estándar de comunicaciones, tales como el estándar de comunicación celular. Surgen problemas con estos dispositivos estrechamente diseñados a

medida ya que los estándares celulares cambian y/o el uso del espectro cambia afectando el espacio de espectro de estas tecnologías. Los cambios en el software y el hardware para estos dispositivos estrechamente diseñados se vuelven demasiado complicados, por lo que es necesario comprar un dispositivo totalmente nuevo y diferente. Desafortunadamente, este tipo de dispositivo es solo para un uso específico y no se puede utilizar para aliviar todas las necesidades de la comunidad de gestión del espectro.

[0009] El segundo tipo de dispositivo de gestión del espectro emplea una metodología que requiere procesos más pesados, extremadamente difíciles de usar y equipos costosos. Con el fin de obtener una visión amplia de la gestión y completar todas las tareas necesarias, el dispositivo resulta convirtiéndose en un conglomerado de dispositivos de software y hardware que es tanto difícil de usar como difícil de maniobrar de una ubicación a otra.

[0010] Si bien puede haber varios problemas adicionales asociados con los dispositivos actuales de administración del espectro, en general existen al menos cuatro problemas principales: 1) la mayoría de los dispositivos están diseñados para solo manejar inherentemente tecnologías de espectro específicas, tales como el espectro celular de 900 MHz, mientras que no son capaces de mitigar otras tecnologías que puedan estar interfiriendo o compitiendo con ese espectro, 2) los otros dispositivos de gestión del espectro consisten en analizadores de espectro grandes, sistemas de bases de datos y software de gestión del espectro que es costoso, muy complicado y demasiado difícil de manipular para las necesidades básicas de un usuario, 3) otros dispositivos de gestión del espectro en la técnica anterior requieren conectividad externa a bases de datos remotas para realizar análisis y proporcionar resultados o informes con los análisis para ayudar en la gestión del espectro y/o dispositivos, y 4) otros dispositivos de la técnica anterior no funcionan para proporcionar datos y análisis en tiempo real o casi en tiempo real para permitir una gestión eficaz del espacio y/o dispositivos y señales en el mismo.

[0011] En el entorno RF complejo de hoy en día, detectar una señal puede ser difícil, especialmente para aquellas que son menos consistentes, con niveles de potencia bajos o enterrados en señales fácilmente identificables. Estas señales no pueden ser detectadas por un equipo de radio en la técnica anterior. Algunos dispositivos en la técnica anterior pueden realizar la detección automática de violaciones creando una máscara de canal en bruto basada en una base de datos externa, por ejemplo, la base de datos de FCC y comparando el

espectro con la máscara de canal y detectando señales que violan la máscara de canal. Sin embargo, estos dispositivos no pueden detectar señales que no están en la base de datos externa.

[0012] Ejemplos de documentos relevantes de la técnica anterior incluyen los siguientes:

[0013] La Patente de EE.UU. N° 8.326.313 para "Método y sistema para el acceso del espectro dinámico usando períodos de detección" por el inventor McHenry, presentada el 14 de Agosto de 2009, describe métodos y sistemas para el acceso del espectro dinámico (DSA) en una red inalámbrica. Un dispositivo habilitado para el DSA puede detectar el uso del espectro en una región y, en función del uso del espectro detectado, seleccionar uno o más canales de comunicación para su uso. Los dispositivos también pueden detectar uno o más dispositivos habilitados para el DSA con los que pueden formar redes DSA. Una red de DSA puede monitorear el uso del espectro mediante dispositivos cooperativos y no cooperativos, para seleccionar dinámicamente uno o más canales para usarlos en la comunicación mientras se evita o reduce la interferencia con otros dispositivos. Los resultados de la clasificación se pueden utilizar para "aprender" las clasificaciones para reducir futuros errores.

[0014] La publicación de EE.UU. No. 2013/0005240 para "System and Method for Dynamic Coordination of Radio Resources Usage in a Wireless Network Environment" por el inventor Novak, presentada el 12 de Septiembre de 2012, describe una arquitectura, un sistema y un método asociado para la coordinación dinámica del uso de recursos de radio en un entorno de red. En un aspecto, un método de comunicación de relevo comprende detectar, mediante un primer dispositivo móvil inalámbrico, datos sensoriales asociados con múltiples canales de radio en relación con al menos un elemento de radio en un área de detección del primer dispositivo móvil inalámbrico. Si el primer dispositivo móvil inalámbrico está fuera de cobertura de una red celular de área amplia, se establece una ruta de comunicación inalámbrica de corto alcance con un segundo dispositivo móvil inalámbrico que tiene una conexión de comunicación celular de área amplia. Los datos sensoriales son transmitidos mediante el primer dispositivo móvil inalámbrico al segundo dispositivo móvil inalámbrico para informar a un elemento de red a través de una red celular de área amplia que sirve al segundo dispositivo móvil inalámbrico. Los datos sensoriales se procesan mediante elementos de detección y se envían a un sistema de base

de datos de ubicación y ocupación de canal distribuido (COLD). Los datos sensoriales se actualizan dinámicamente para proporcionar una vista en tiempo real del uso del canal.

[0015] La Patente de EE.UU. N° 8.515.473 para “Metodología cognitiva de radio, políticas de capa física y aprendizaje automático.” por el inventor Mody, presentada el 6 de Marzo de 2008, describe un método de comunicación cognitiva para la transmisión no interferente, en donde la mejora comprende el paso de llevar a cabo análisis de la escena de radio para encontrar no solo los orificios del espectro o espacios blancos; sino también para utilizar la clasificación de señales, el aprendizaje automático, la coincidencia de patrones y la información de predicción para aprender más cosas sobre las señales existentes y sus protocolos subyacentes, para encontrar el espacio gris, por lo tanto, utilizar el espacio de la señal, que consiste en espacio, tiempo, frecuencia (espectro), código y localización de manera más eficiente.

[0016] La Publicación de EE.UU. 2013/0217450 para "Sistema y Método de Reconocimiento de Patrones de Radiación para un Dispositivo de Comunicaciones Móvil" por el inventor Kanj, presentada el 26 de Noviembre de 2010, describe un sistema y método de reconocimiento de patrones de radiación para un dispositivo inalámbrico de equipo de usuario (UE) en donde un conjunto de patrones de radiación de referencia se comparan en función del modo de uso del dispositivo inalámbrico UE. En un aspecto, el dispositivo inalámbrico UE incluye una o más antenas adaptadas para la comunicación por radio con una red de telecomunicaciones. Se proporciona una memoria que incluye una base de datos de patrones de radiación de referencia para cada una de las antenas o más en uno o más modos de uso asociados con el dispositivo inalámbrico UE. Un procesador está configurado para ejecutar un proceso de solicitud de antena para optimizar el rendimiento del dispositivo inalámbrico UE basado, al menos en parte, en el uso del conjunto emparejado de patrones de radiación de referencia.

[0017] La Patente de Estados Unidos N° 8.224.254 para "Técnicas de análisis del entorno operativo para sistemas de comunicación inalámbrica" por el inventor Simon Haykin, presentada el 13 de octubre de 2005, describe métodos y sistemas para analizar un entorno operativo de equipos de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica. Un estímulo en el entorno operativo en una ubicación del equipo de comunicación inalámbrica se detecta y se expande linealmente en secuencias de Slepian

utilizando un procedimiento de estimación espectral de múltiples elementos. Se realiza una descomposición de valor singular en el estímulo expandido linealmente, y un valor singular del estímulo expandido linealmente proporciona una estimación de la interferencia en la ubicación del equipo de comunicación inalámbrica. El modelo de tráfico, que podría basarse en datos históricos, proporciona una base para predecir patrones de tráfico futuros en ese espacio que, a su vez, hace posible predecir la duración para que un agujero de espectro desocupado por el usuario principal incumbente esté disponible para su uso por un operador de radio cognitiva. En un entorno inalámbrico, se distinguen dos clases de patrones de datos de tráfico, incluidos los patrones deterministas y los patrones estocásticos.

[0018] La patente de EE. UU. N° 5.393.713 para "Receptor de difusión capaz de identificación automática de estaciones y escaneo de formato basada en una base de datos interna actualizable por ondas de radio con determinación automática de ubicación del receptor" por el inventor Pierre R. Schwob, presentada el 25 de septiembre de 1992, describe un sistema de transmisión capaz de actualizar automática o semiautomáticamente su base de datos y utilizar la base de datos para identificar las estaciones de transmisión recibidas, y buscar estaciones de acuerdo con los atributos elegidos por el usuario y los datos actuales. El receptor es capaz de recibir información de ubicación actual dentro del flujo de datos recibido, y también de determinar la ubicación actual del receptor utilizando un atributo de estación recibido. La invención proporciona un sistema de actualización de datos automático o casi automático basado en tecnología subportadora u otras técnicas de transmisión de datos en el aire.

[0019] La Patente de EE. UU. No. 6.741.595 para "Dispositivo para habilitar la captura y el rastreo de las comunicaciones de protocolo de Internet" por los inventores Maher, III y otros, presentada el 11 de junio de 2002, describe un sistema de procesamiento de red para uso en una red y operable para interceptar el flujo de comunicaciones a través de la red, la red pasa una pluralidad de paquetes de datos, que forman una pluralidad de flujos, el sistema de procesamiento de red comprendiendo: una máquina de estado de aprendizaje operable para identificar características de uno o más de los flujos y para comparar las características con una base de datos de firmas conocidas, una o más de las firmas conocidas que representan un criterio de búsqueda, en donde cuando una o más

características de una o más de los flujos coinciden con los criterios de búsqueda, la máquina de estados de aprendizaje intercepta el flujo y replica el flujo, redirigiendo la replicación a una dirección separada.

[0020] La Patente de EE. UU. No. 7,676,192 para "Escáner de radio programado desde la base de datos y el método de frecuencia" por el inventor Wayne K. Wilson, presentada el 7 de enero de 2011, describe un radio y método de escaneo que utiliza un receptor, una memoria de canal y una pantalla junto con una base de datos del descriptor ligado a la frecuencia. La base de datos de descriptores vinculados a la frecuencia se consulta mediante una referencia geográfica para producir una lista de canales de radio locales que incluye una lista de frecuencias con descriptores vinculados. La lista de canales de radio se transfiere a la memoria de canales del escáner, y el receptor se sintoniza secuencialmente a las frecuencias listadas que se recuperan de la lista de canales de radio mientras se muestran simultáneamente los descriptores vinculados correspondientes.

[0021] La publicación de EE.UU. 2012/0148069 para "Coexistencia de dispositivos de espacio en blanco y dispositivos inalámbricos de banda estrecha" por los inventores Chandra et al., Presentada el 8 de diciembre de 2010, describe la arquitectura que permite dispositivos inalámbricos de banda estrecha (por ejemplo, micrófonos inalámbricos) y dispositivos de espacio en blanco para que coexistan de manera eficiente en los mismos canales de telecomunicaciones, sin interferir con la usabilidad del dispositivo inalámbrico de banda estrecha. La arquitectura proporciona detección de interferencias, generación y detección de estroboscopios y rampas y supresión de energía (coexistencia sin interferencias con eficiencia de espectro). La arquitectura proporciona la capacidad del dispositivo de espacio en blanco para conocer la presencia del micrófono. Esto se puede lograr utilizando una base de datos de geolocalización, de manera reactiva a través de un dispositivo strober, y/o proactivamente a través del dispositivo strober. El dispositivo strober se puede colocar cerca del receptor del micrófono y señala la presencia de un micrófono a los dispositivos de espacio en blanco bajo demanda. El dispositivo estroboscópico tiene en cuenta las características del micrófono, así como la potencia de señal relativa del transmisor del micrófono en comparación con el dispositivo de espacio en blanco, para permitir el uso máximo del espectro de espacio en blanco disponible.

[0022] La Patente de EE. UU. No. 8,326,240 para el "Sistema para la identificación de un emisor específico" por los inventores Kadambe y otros, presentada el 27 de septiembre de 2010, describe un aparato para identificar un emisor específico en presencia de ruido y/o interferencia, que incluye (a) un sensor configurado para detectar la señal de radiofrecuencia y los datos de ruido, (b) una unidad de estimación de referencia configurada para estimar una señal de referencia relacionada con la señal transmitida por un emisor, (c) una unidad de estimación de características configurada para generar una o más estimaciones de una o más características a partir de la señal de referencia y la señal transmitida por ese emisor en particular, y (d) un identificador de emisor configurado para identificar la señal transmitida por ese emisor en particular como perteneciente a un dispositivo específico (por ejemplo, dispositivos que utilizan Modelos de Mezcla Gaussianos y el motor de decisión bayesiano) . El aparato también puede incluir una unidad de mejora SINR configurada para mejorar la SINR de los datos antes de que la unidad de estimación de referencia estime la señal de referencia.

[0023] La Patente de EE. UU. No. 7,835,319 para "Sistema y método para identificar dispositivos inalámbricos usando una caracterización por huella dactilar del pulso y análisis de secuencia" por el inventor Sugar, presentada el 9 de mayo de 2007, describe métodos para identificar dispositivos que son fuentes de señales inalámbricas de energía de radiofrecuencia (RF) recibida y, en particular, las fuentes que emiten un amplio espectro de saltos de frecuencia (FHSS). Los datos métricos del pulso se generan a partir de la energía de RF recibida y representan las características asociadas a ellos. Los pulsos se dividen en grupos en función de sus datos de medición de pulsos, de manera que un grupo comprende pulsos que tienen similitudes con al menos un elemento de datos de medición de pulsos. Las fuentes de las señales inalámbricas se identifican según el proceso de partición. El proceso de partición implica la subdivisión iterativa de cada grupo en subgrupos hasta que todos los subgrupos resultantes contengan pulsos determinados de una sola fuente. En cada iteración, la subdivisión se realiza en base a diferentes datos métricos de pulso que en una iteración anterior. En última instancia, se generan datos de salida (por ejemplo, un nombre de dispositivo para mostrar) que identifica una fuente de señales inalámbricas para cualquier subgrupo que se determina que contiene pulsos de una sola fuente.

[0024] La patente de EE. UU. No. 8.131.239 para "Método y aparato para la detección remota de dispositivos de radiofrecuencia" por los inventores Walker, Presentada el 21 de agosto de 2007, describe métodos y aparatos para detectar la presencia de dispositivos de comunicación electrónica, como teléfonos celulares, incluyendo un estímulo de RF complejo se transmite a un área objetivo, y las señales de reflexión no lineal recibidas desde el área objetivo se procesan para obtener una medición de respuesta. La medición de la respuesta se compara con un perfil de respuesta de filtro predeterminado para detectar la presencia de un dispositivo de radio que tenga una característica de respuesta de filtro correspondiente. En algunas modalidades, el perfil de respuesta de filtro predeterminado comprende un perfil de borde de banda predeterminado, de modo que comparar la medición de respuesta con un perfil de respuesta de filtro predeterminado comprende comparar la medición de respuesta con el perfil de borde de banda predeterminado para detectar la presencia de un dispositivo de radio que tiene una característica de borde de banda correspondiente. La invención pretende ser útil en la detección de dispositivos electrónicos ocultos.

[0025] La Patente de Estados Unidos No. 8,369,305 para "Correlación de detecciones múltiples de dispositivos inalámbricos sin un identificador único" por los inventores Diener, Presentada el 30 de junio de 2008, describe en una pluralidad de primeros dispositivos, las transmisiones inalámbricas se reciben en diferentes ubicaciones en una región donde múltiples dispositivos diana pueden estar emitiendo y, posteriormente, se generan datos de identificación. Los datos de identificación similares asociados con las emisiones recibidas en los primeros dispositivos múltiples se agrupan en un registro de grupo que potencialmente representa el mismo dispositivo de destino detectado por los primeros dispositivos múltiples. Los datos almacenados representan una pluralidad de registros de agrupaciones a partir de datos de identificación asociados con las emisiones recibidas generadas a lo largo del tiempo por múltiples primeros dispositivos. Los registros agrupados se analizan a lo largo del tiempo para correlacionar las detecciones de los dispositivos diana en varios primeros dispositivos. Su objetivo es reducir las interrupciones causadas por dispositivos que utilizan la misma frecuencia y proteger los datos.

[0026] La Patente de EE. UU. No. 8.155.649 para "Método y sistema para clasificar señales de comunicación en un sistema de acceso de espectro dinámico" por los inventores

McHenry, Presentada el 14 de agosto de 2009, describe métodos y sistemas para el acceso de espectro dinámico (DSA) en una red inalámbrica en la que un dispositivo habilitado para DSA puede detectar el uso del espectro en una región y, en función del uso del espectro detectado, seleccionar uno o más canales de comunicación para su uso. Los dispositivos también pueden detectar uno o más dispositivos habilitados para el DSA con los que pueden formar redes DSA. Una red de DSA puede monitorear el uso del espectro mediante dispositivos cooperativos y no cooperativos, para seleccionar dinámicamente uno o más canales para usarlos en la comunicación mientras se evita o reduce la interferencia con otros dispositivos. Una red DSA puede incluir detectores tales como un detector de banda estrecha, un detector de banda ancha, un detector de TV, un detector de radar, un detector de micrófono inalámbrico o cualquier combinación de los mismos.

[0027] La patente de EE. UU. No. RE43.066 para "Sistema y método para la reutilización del espectro de comunicaciones para aplicaciones fijas y móviles con un método eficiente para mitigar las interferencias" por el inventor Mark Allen McHenry, presentada el 2 de diciembre de 2008, describe una red de sistemas de comunicaciones que permite el uso secundario de espectro en una base sin interferencia. El sistema utiliza un método de modulación para medir las señales de fondo que eliminan la interferencia autogenerada y también identifica la señal secundaria a todos los usuarios primarios a través de la modulación de amplitud de activación/desactivación, lo que permite una resolución fácil de las reclamaciones por interferencia. El sistema utiliza formas de onda de sonda de ganancia de alto procesamiento que permiten realizar mediciones de propagación con una interferencia mínima para los usuarios primarios. El sistema mide las señales de fondo e identifica los tipos de receptores cercanos y modifica las asignaciones de frecuencia locales para minimizar la interferencia causada por un sistema secundario debido a la interferencia de mezcla no lineal y la interferencia causada por señales transmitidas fuera de banda (ruido de fase, armónicos y espigas). El sistema infiere la elevación y movilidad de un nodo secundario (por lo tanto, su probabilidad de causar interferencia) mediante el análisis de la amplitud de las señales de fondo. Los nodos elevados o móviles reciben asignaciones de frecuencia más conservadoras que los nodos estacionarios.

[0028] La Patente de EE. UU. No. 7,424,268 para "Sistema y Método para la Gestión de una Banda de Frecuencia Compartida" por los inventores Diener y otros Presentada el 22

de abril de 2003, describe un sistema, método, software y funciones relacionadas para administrar la actividad en una banda de radiofrecuencia sin licencia que se comparte, tanto en frecuencia como en tiempo, por señales de múltiples tipos. La energía del pulso de señal en la banda se detecta y se usa para clasificar las señales según el tipo de señal. Mediante el conocimiento de los tipos de señales que se producen en la banda de frecuencia y otras estadísticas relacionadas con la actividad del espectro (denominada inteligencia del espectro), se pueden realizar acciones en un dispositivo o red de dispositivos para evitar la interferencia con otras señales y, en general, para optimizar el uso simultáneo de la banda de frecuencia con las otras señales. La inteligencia del espectro se puede usar para sugerir acciones a un usuario de dispositivo o administrador de red, o para invocar automáticamente acciones en un dispositivo o red de dispositivos para mantener el rendimiento deseable.

[0029] La Patente de EE. UU. N° 8.249.631 para el "Método de asignación/control de la potencia de transmisión, dispositivo de comunicación y programa" por el inventor Ryo Sawai, presentada el 21 de julio de 2010, enseña un método para asignar la potencia de transmisión a un segundo servicio de comunicación haciendo uso secundario de un espectro asignado a un primer servicio de comunicación, en un nodo que puede comunicarse con un nodo de uso secundario. El método determina una potencia de interferencia aceptable para dos o más segundos servicios de comunicación cuando se operan los dos o más segundos servicios de comunicación y asigna las potencias de transmisión a los dos o más segundos servicios de comunicación.

[0030] La patente estadounidense No. 8,094,610 para el "Sistema cognitivo celular dinámico" de los inventores Wang y otros, presentada el 25 de febrero de 2009, revela la posibilidad de permitir comunicaciones de alta calidad entre un conjunto diverso de nodos de radio cognitivos al tiempo que minimiza la interferencia a usuarios primarios y otros usuarios secundarios mediante el uso de acceso de espectro dinámico en un sistema cognitivo celular dinámico. Los diversos tipos de dispositivos interactúan, cooperan y se comunican con una alta eficiencia de espectro y no requieren infraestructura para formar la red. El sistema cognitivo celular dinámico puede expandirse a una distribución geográfica más amplia mediante la vinculación a la infraestructura existente.

[0031] La Patente de EE. UU. No. 8.565.811 para "Radio definida por software que usa un procesador de múltiples núcleos" por los inventores Tan, describe una placa de control de radio que pasa una pluralidad de muestras digitales entre una memoria de un dispositivo informático y un transceptor de radiofrecuencia (RF) acoplado a un bus de sistema del dispositivo informático. El procesamiento de las muestras digitales se lleva a cabo por uno o más núcleos de un procesador de múltiples núcleos para implementar una radio definida por software.

[0032] La Patente de EE. UU. No. 8.064.840 para "Método y sistema para determinar la disponibilidad del espectro dentro de una red" por los inventores McHenry, presentada el 18 de junio de 2009, describe una invención que determina los agujeros de espectro para una red de comunicaciones al acumular la información obtenida de las señales recibidos previamente para determinar la presencia de un agujero de espectro más grande que permita un período de escucha reducido, mayor potencia de transmisión y una probabilidad reducida de interferencia con otras redes y transmisores.

[0033] La publicación de EE. UU. No. 2009/0143019 para "Método y aparato para la detección del espectro distribuido para comunicación inalámbrica" por el inventor Stephen J. Shellhammer, presentada el 4 de enero de 2008, describe métodos y aparatos para determinar si una señal con licencia tiene o excede una intensidad de campo predeterminada está presente en un espectro inalámbrico. La señal de interés puede ser una señal de televisión o una señal de micrófono inalámbrico con espectro de televisión con licencia.

[0034] La publicación de EE.UU. No. 2013/0090071 para "Sistemas y métodos para la comunicación en un espacio en blanco" por el inventor Abraham, Presentada el 3 de Abril de 2012, describe sistemas, métodos y dispositivos para comunicarse en un espacio en blanco. En algunos aspectos, la comunicación inalámbrica transmitida en el espacio en blanco autoriza una transmisión inicial por un dispositivo. La comunicación inalámbrica puede incluir información de potencia para determinar una potencia a la cual transmitir la transmisión inicial. La transmisión inicial se puede usar para solicitar información que identifique uno o más canales en el espacio en blanco disponible para transmitir datos.

[0035] La publicación de EE.UU. número 2012/0072986 para "Métodos para detectar y clasificar señales transmitidas en un espectro de radiofrecuencia" por el inventor Livsics,

Presentada el 1 de noviembre de 2011, describe un método para clasificar una señal como no cooperativa (NC) o una señal de destino. El porcentaje de potencia por encima de un primer umbral se calcula para un canal. Según el porcentaje, una señal se clasifica como una señal de banda estrecha. Si el porcentaje indica la ausencia de una señal de banda estrecha, se aplica un segundo umbral inferior para confirmar la ausencia de acuerdo con el porcentaje de potencia por encima del segundo umbral. La señal se clasifica como señal de banda estrecha o se clasifica previamente como señal de banda ancha en función del porcentaje. Las señales de banda ancha preclasificadas se clasifican como una señal de banda ancha NC o señal diana utilizando máscaras de espectro.

[0036] La Patente de Estados Unidos N° 8.494.464 para "Guerra electrónica de redes cognitivas" por los inventores Kadambe, presentada el 8 de septiembre de 2010, describe un aparato para detectar y clasificar comunicaciones de radio incluyendo unidades de sensores configuradas para detectar señales de RF, un clasificador de señales configurado para clasificar las señales RF detectadas en una clasificación, la clasificación que incluye al menos un tipo de señal conocido y un tipo de señal desconocida, un algoritmo de aprendizaje de agrupamiento capaz de encontrar agrupamientos de señales comunes entre las señales desconocidas que se vieron anteriormente; luego se configura además para usar estos grupos para volver a entrenar el clasificador de señales para reconocer estas señales como un nuevo tipo de señal, con el objetivo de proporcionar una identificación de la señal para permitir mejor los ataques electrónicos y las señales de interferencia.

[0037] La publicación de EE.UU. No. 2011/0059747 para "Detección de Transmisiones Inalámbricas de un Usuario con Licencia de un Recurso Espectral con Licencia" por los inventores Lindoff, Presentada el 7 de septiembre de 2009, describe la detección de transmisiones inalámbricas de un usuario con licencia de un recurso espectral con licencia incluye la obtención de información que indica un número de sensores adyacentes que detectan simultáneamente transmisiones inalámbricas del usuario con licencia del recurso espectral con licencia. Dicha información se puede obtener de un nodo principal que controla el sensor y sus sensores adyacentes, o por el propio sensor (por ejemplo, por medio de un equipo de comunicación de corto alcance dirigido a cualquiera de dichos sensores adyacentes). Luego se determina una tasa de detección como una función, al menos en parte, de la información que indica el número de sensores adyacentes que detectan

simultáneamente transmisiones inalámbricas del usuario con licencia del recurso espectral con licencia. Luego, el equipo receptor se opera periódicamente a la velocidad de detección determinada, en donde el equipo receptor está configurado para detectar transmisiones inalámbricas del usuario con licencia del recurso espectral con licencia.

[0038] La patente estadounidense No. 8.463.195 para "Métodos y aparatos para la detección de espectro de características de señal en un canal inalámbrico" por el inventor Shellhammer, presentada el 13 de noviembre de 2009, describe métodos y aparatos para detectar características de una señal en un sistema de comunicación inalámbrica. Los métodos descritos y el aparato detectan características de la señal al determinar varias estimaciones de densidad espectral, donde cada estimación se deriva de la recepción de la señal por una antena respectiva en un sistema con múltiples antenas de detección. Las estimaciones de densidad espectral se combinan y las características de la señal se detectan en función de la combinación de las estimaciones de densidad espectral. La invención tiene como objetivo aumentar el rendimiento de la detección al abordar los problemas asociados con el desvanecimiento de Rayleigh, lo que hace que las señales sean menos detectables.

[0039] La patente de EE. UU. No. 8.151.311 para "Sistema y método de detección de interferencia potencial de tráfico de video" por el inventor Huffman, presentada el 30 de Noviembre de 2007, se describe un método para detectar la interferencia potencial del tráfico de video en un cabecero-final de video de una red de distribución de video e incluye la detección, en un cabecero-final de video, de una señal que llena una frecuencia de espacio en blanco de ultraalta frecuencia (UHF). El método también incluye determinar que una intensidad de la señal es igual o mayor que una intensidad de señal de umbral. Además, el método incluye enviar una alerta desde el cabecero final de video a un sistema de administración de red. La alerta indica que la frecuencia de espacio en blanco UHF está poblada mediante una señal que puede interferir con el tráfico de video entregado a través del cabecero final de video. Se describen la tecnología de radio cognitiva, diversos mecanismos de detección (detección de energía, detección de señal del Comité del Sistema Nacional de Televisión, detección del Comité de Sistemas de Televisión Avanzada), filtrado y reconstrucción de señales.

[0040] La Patente de EE. UU. No. 8.311.509 para "Detección, comunicación y control en multimodo celular, TDMA, GSM, espectro expandido, CDMA, OFDM, WiLAN y WiFi"

por el inventor Feher, presentada el 31 de Octubre de 2007, enseña un dispositivo para la detección de señales, con localizador o rastreador de ubicación o señal de navegación y con señal de comunicación de modulación de demodulación (módem) seleccionable (MFS). Procesador para procesar una señal digital en una señal filtrada correlacionada de forma cruzada en fase y en cuadratura y para procesar una señal de voz en una señal de Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM) o de Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal (OFDMA). Cada uno se utiliza en una red de área local inalámbrica (WLAN) y en una red de protocolo de voz sobre Internet (VoIP). El dispositivo y el buscador de ubicación con acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistema móvil global (GSM) y acceso múltiple por división de código (CDMA) de espectro extendido se utilizan en una red celular. Modulador polar y en cuadratura y transmisor de dos antenas para la transmisión de la señal procesada proporcionada. Transmisor con dos amplificadores operados en bandas separadas de radiofrecuencia (RF). Un transmisor funciona como un transmisor de amplificación no lineal (NLA) y el otro transmisor funciona como un transmisor de amplificador lineal o amplificado linealmente.

[0041] La Patente de EE. UU. No. 8.514.729 para "Método y sistema para analizar señales de RF para detectar y clasificar activamente los dispositivos de transmisión RF" por el inventor Blackwell, presentada el 3 de abril de 2009, describe métodos y aparatos para analizar señales de RF con el fin de detectar y clasificar dispositivos RF se describen los dispositivos en redes inalámbricas. El método incluye la detección de una o más muestras de radiofrecuencia (RF); determinar los datos de ráfaga identificando los puntos de inicio y parada de una o más muestras de RF; comparar valores de dominio de tiempo para una ráfaga individual con valores de dominio de tiempo de uno o más perfiles de dispositivo de RF predeterminados; generar un resultado legible para el ser humano que indique si la ráfaga individual debe asignarse a uno de los perfiles de dispositivo de RF predeterminados; y, clasificar la ráfaga individual si se asigna a uno de los perfiles de dispositivo de RF predeterminados como un dispositivo WiFi o un dispositivo no WiFi, siendo el dispositivo no WiFi una fuente de interferencia de RF a una red inalámbrica.

RESUMEN DE LA INVENCION

[0042] La presente invención se refiere a sistemas, métodos y aparatos para la detección automática de señales con extracción de características temporales en un entorno de RF. Un

aparato aprende el entorno de RF en un período predeterminado basado en técnicas de aprendizaje estadístico, creando así datos de aprendizaje. Se forma un mapa de conocimiento basado en los datos de aprendizaje. El aparato extrae automáticamente las características temporales del entorno de RF del mapa de conocimiento. Un barrido espectral en tiempo real se limpia contra el mapa de conocimiento. El aparato es operable para detectar una señal en el entorno de RF, que tiene un bajo nivel de potencia o es una señal de banda estrecha enterrada en una señal de banda ancha, y que no se puede identificar de otra manera.

[0043] Estos y otros aspectos de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica después de una lectura de la siguiente descripción de la modalidad preferida cuando se considera con los dibujos, ya que apoyan la invención reivindicada.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0044] Los dibujos adjuntos, que se incorporan en la presente y forman parte de esta especificación, ilustran modalidades de ejemplo de la invención, y junto con la descripción general dada anteriormente y la descripción detallada dada a continuación, sirven para explicar las características de la invención.

[0045] La FIG. 1 es un diagrama de bloques del sistema de un entorno inalámbrico adecuado para su uso con las diversas modalidades.

[0046] La FIG. 2A es un diagrama de bloques de un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con una modalidad.

[0047] La FIG. 2B es un diagrama de bloques de flujo lógico esquemático que ilustra operaciones lógicas que pueden realizarse por un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con una modalidad.

[0048] La FIG. 3 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de modalidad para identificar una señal.

[0049] La FIG. 4 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de modalidad para medir bloques de muestras de una exploración de radiofrecuencia.

[0050] Las FIGS. 5A-5C son un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de realización para determinar los parámetros de la señal.

[0051] La FIG. 6 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de realización para mostrar identificaciones de señales.

[0052] La FIG. 7 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de realización para mostrar una o más frecuencias abiertas.

[0053] La FIG. 8A es un diagrama de bloques de un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con otra modalidad.

[0054] La FIG. 8B es un diagrama de bloques de flujo lógico esquemático que ilustra operaciones lógicas que pueden realizarse por un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con otra modalidad.

[0055] La FIG. 9 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de realización para determinar datos de protocolo y datos de temporización de símbolos.

[0056] La FIG. 10 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de realización para calcular datos de degradación de señal.

[0057] La FIG. 11 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de realización para mostrar información de identificación de señal y protocolo.

[0058] La FIG. 12A es un diagrama de bloques de un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con una modalidad adicional.

[0059] La FIG. 12B es un diagrama de bloques de flujo lógico esquemático que ilustra operaciones lógicas que pueden realizarse por un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con una modalidad adicional.

[0060] La FIG. 13 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de realización para estimar un origen de señal basado en una diferencia de frecuencia de llegada.

[0061] La FIG. 14 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de realización para mostrar una indicación de un tipo de datos identificado dentro de una señal.

[0062] La FIG. 15 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de realización para determinar el tipo de modulación, los datos de protocolo y los datos de temporización de símbolos.

[0063] La FIG. 16 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un método de realización para rastrear un origen de señal.

[0064] La FIG. 17 es un diagrama esquemático que ilustra una realización para escanear y encontrar espacio abierto.

[0065] La FIG. La Fig. 18 es un diagrama de una modalidad en la que los nodos de radio definidos por software están en comunicación con un transmisor maestro y un maestro de detección del dispositivo.

[0066] La FIG. 19 es un diagrama de flujo de proceso de un método de realización para dividir temporalmente los datos en intervalos para el análisis del uso de energía.

[0067] La FIG. 20 es un diagrama de flujo que ilustra una realización en la que se produce una coincidencia de frecuencia a licencia.

[0068] La FIG. 21 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para reportar información de uso de energía.

[0069] La FIG. 22 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para crear matrices de frecuencia.

[0070] La FIG. 23 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para replantar y agregar potencia cuando se producen matrices de frecuencia.

[0071] La FIG. 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para reportar el vencimiento de licencias.

[0072] La FIG. 25 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para informar el uso de potencia de frecuencia.

[0073] La FIG. 26 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para conectar dispositivos.

[0074] La FIG. 27 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para abordar las colisiones.

[0075] La FIG. 28 es un diagrama esquemático de una modalidad de la invención que ilustra una red informática virtualizada y una pluralidad de dispositivos distribuidos.

[0076] La FIG. 29 es un diagrama esquemático de una modalidad de la presente invención.

[0077] La FIG. 30 es un diagrama esquemático que ilustra la presente invención en un sistema de computación en nube o virtualizado con una red y una computadora móvil o dispositivo de comunicaciones móvil.

[0078] Las FIGS. 31-34 muestran ilustraciones de capturas de pantalla para indicaciones de detección automática de señales en pantallas asociadas con la presente invención.

[0079] La FIG. 35 es un ejemplo de un receptor que tiene variaciones marcadas en el comportamiento de la línea de base en un amplio espectro (9 MHz - 6 GHz).

[0080] La FIG. 36 muestra un espectro normal de 700MHz a 790MHz en una modalidad.

[0081] La FIG. 37 muestra el mismo espectro que la fig. 36 a una hora diferente.

[0082] La FIG. 38 ilustra un espectro de 1.9GHz a 2.0GHz, junto con algunas líneas adicionales que indican las funciones del nuevo algoritmo.

[0083] La FIG. 39 es una vista de detalle de la primera parte del espectro global en la FIG. 38.

[0084] La FIG. 40 ilustra un mapa de conocimiento obtenido por un proceso de TFE.

[0085] La FIG. 41 ilustra una operación de interpretación basada en un mapa de conocimiento.

[0086] La FIG. 42 muestra la identificación de las señales, que están representadas por los corchetes negros sobre la pantalla de conocimiento.

[0087] La FIG. 43 muestra más detalles de las señales de banda estrecha a la izquierda del espectro alrededor de 400 MHz en la FIG. 42.

[0088] La FIG. 44 muestra más detalles de las señales de banda ancha y señales de banda estrecha entre 735 MHz y 790 MHz en la FIG. 42.

[0089] La FIG. 45 ilustra una operación del ASD en la presente invención.

[0090] La FIG. 46 proporciona un diagrama de flujo para la geolocalización en la presente invención.

[0091] La FIG. 47 ilustra una matriz de pequeña diversidad local con orientación Norte-Sur/Este-Oeste.

[0092] La FIG. 48 ilustra una abertura sintética para un rodamiento desde el punto medio de dos unidades de monitoreo.

[0093] La FIG. 49 ilustra el uso de otro componente para establecer una abertura sintética que produce otro rodamiento.

[0094] La FIG. 50 ilustra un proceso de gestión de datos inteligente en un dispositivo de nodo.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0095] Las patentes de EE. UU. y las solicitudes de patente relacionadas incluyen la solicitud de EE. UU. No. 15/357.157, la patente de EE. UU. No 9.537.586, la patente de EE. UU. No. 9.185.591, la patente de EE. UU. No 8.977.212, la patente de EE. UU. No. 8.798.548, la patente de EE. UU. No 8.805.291, la patente de EE.UU No. 8.780.968,

Patente de Estados Unidos No 8.824.536, Patente de Estados Unidos No. 9.288.683, Patente de Estados Unidos No 9.078.162, Solicitud de Estados Unidos No. 13/913.013 y Solicitud de Patente de Estados Unidos No. 61/789.758. Todas estas se incorporan en el presente documento por referencia en su totalidad.

[0096] La presente invención aborda las antiguas necesidades no satisfechas existentes en la técnica anterior y los sectores comerciales para proporcionar soluciones a los al menos cuatro problemas principales existentes antes de la presente invención, cada uno de los cuales requiere resultados casi en tiempo real en una exploración continua del entorno objetivo para el espectro.

[0097] La presente invención se refiere a sistemas, métodos y dispositivos de las diversas modalidades que permiten la gestión del espectro mediante la identificación, clasificación y catalogación de señales de interés basadas en mediciones de radiofrecuencia. Además, la presente invención se relaciona con el análisis y la gestión del espectro para señales de radiofrecuencia (RF), y para identificar automáticamente los datos de línea de base y los cambios en el estado de las señales de una multiplicidad de dispositivos en un espectro de comunicaciones inalámbricas, y para proporcionar acceso remoto a datos medidos y analizados a través de una red informática virtualizada. En una modalidad, las señales y los parámetros de las señales pueden identificarse y las indicaciones de las frecuencias disponibles pueden presentarse a un usuario. En otra modalidad, también se pueden identificar los protocolos de señales. En una modalidad adicional, se pueden identificar la modulación de las señales, los tipos de datos transportados por las señales y los orígenes estimados de la señal.

[0098] Un objetivo de esta invención es proporcionar un aparato para identificar dispositivos emisores de señales incluyendo: una carcasa, al menos un procesador y una memoria, al menos un receptor y sensores contruidos y configurados para detectar y medir señales de comunicaciones inalámbricas de dispositivos emisores de señales en un espectro asociado a las comunicaciones inalámbricas; y en el que el aparato es operable para analizar automáticamente los datos medidos para identificar al menos un dispositivo emisor de señales casi en tiempo real desde el intento de detección e identificación de al menos un dispositivo emisor de señales, y luego identificar el espacio abierto disponible para comunicaciones inalámbricas, basado en la información sobre el (los) dispositivo (s) emisor

(es) de señales que operan en el espectro predeterminado; además, la presente invención proporciona datos de referencia y cambios en el estado para datos comprimidos y/o no comprimidos para permitir análisis y resultados casi en tiempo real para unidades individuales y para unidades agregadas para realizar comparaciones únicas de datos.

[0099] La presente invención proporciona además sistemas para identificar espacios en blanco en el espectro de comunicaciones inalámbricas mediante la detección y el análisis de señales de cualquier dispositivo emisor de señales que incluya al menos un aparato, en donde al menos un aparato es operable para la comunicación basada en la red con al menos un servidor que incluye una base de datos, y/o con al menos otro aparato, pero no requiere una conexión al al menos un servidor para poder operar para identificar dispositivos emisores de señales; en el que cada uno de los aparatos es operable para identificar dispositivos emisores de señales que incluyen: una carcasa, al menos un procesador y una memoria, al menos un receptor, y sensores contruidos y configurados para detectar y medir señales de comunicaciones inalámbricas de dispositivos emisores de señales en un espectro asociado con comunicaciones inalámbricas; y en el que el aparato es operable para analizar automáticamente los datos medidos para identificar al menos un dispositivo emisor de señales casi en tiempo real desde el intento de detección e identificación de al menos un dispositivo emisor de señales, y luego identificar el espacio abierto disponible para comunicaciones inalámbricas, basado en la información sobre el (los) dispositivo (s) emisor (es) de señales que operan en el espectro predeterminado; todo lo anterior utiliza datos de referencia y cambios en el estado para datos comprimidos o no comprimidos para permitir análisis y resultados casi en tiempo real para unidades individuales y para unidades agregadas para realizar comparaciones únicas de datos.

[0100] La presente invención se refiere además a un método para identificar datos de referencia y cambios de estado para datos comprimidos o no comprimidos para permitir análisis y resultados casi en tiempo real para unidades individuales y para unidades agregadas y para almacenar los datos agregados en una base de datos y proporcionar acceso seguro y remoto a los datos comprimidos o no comprimidos para cada unidad y a los datos agregados a través de un sistema de computación virtualizado basado en la red o un sistema basado en la nube, para realizar comparaciones únicas de datos en un espectro de comunicaciones inalámbricas, incluidos los pasos de: proporcionar un dispositivo para

medir características de señales provenientes de dispositivos emisores de señales en un espectro asociado con las comunicaciones inalámbricas, con características de datos medidas que incluyen frecuencia, potencia, ancho de banda, duración, modulación y combinaciones de los mismos; el dispositivo incluye una carcasa, al menos un procesador y una memoria, y sensores construidos y configurados para detectar y medir señales de comunicaciones inalámbricas dentro del espectro; e incluyendo además los siguientes pasos realizados dentro de la carcasa del dispositivo: evaluar si los datos medidos incluyen señales analógicas y/o digitales; determinar el mejor ajuste en función de la frecuencia, si el espectro de potencia medido se designa en una base de datos histórica o de referencia para los rangos de frecuencia; determinar automáticamente una categoría para señales analógicas o digitales, en función de la potencia y la banda lateral combinada con la asignación de frecuencia; determinar una señal TDM/FDM/CDM, según la duración y el ancho de banda; identificar al menos un dispositivo emisor de señal a partir de los resultados compuestos de los pasos anteriores; e identificar automáticamente el espacio abierto disponible para las comunicaciones inalámbricas, en función de la información sobre el dispositivo o dispositivos emisores de señales que operan en el espectro predeterminado; todos utilizan datos de referencia y cambios en el estado para datos comprimidos o no comprimidos para permitir análisis y resultados casi en tiempo real para unidades individuales y para unidades agregadas para realizar comparaciones únicas de datos.

[0101] Además, la presente invención proporciona sistemas, aparatos y métodos para identificar el espacio abierto en un espectro de comunicaciones inalámbricas utilizando un aparato que tiene una multiplicidad de procesadores y memoria, al menos un receptor, sensores y transmisores y receptores de comunicaciones, todos construidos y configurados dentro de una carcasa para el análisis automatizado de las señales detectadas de los dispositivos emisores de señales, la determinación de la duración de la señal y otras características de la señal, y la generación automática de información relacionada con la identificación del dispositivo, el espacio abierto, la optimización de la señal, todo ello utilizando datos de referencia y cambios de estado para datos comprimidos o no comprimidos para permitir análisis y resultados casi en tiempo real para unidades individuales y para unidades agregadas para realizar comparaciones únicas de datos dentro

del espectro para la comunicación inalámbrica, y para proporcionar un acceso seguro y remoto a través de una red a los datos almacenados en un sistema informático virtualizado.

[0102] Con referencia ahora a los dibujos en general, las ilustraciones tienen el propósito de describir al menos una modalidad preferida y/o ejemplos de la invención y no pretenden limitar la invención a los mismos. Se describen en detalle varias modalidades con referencia a los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizan los mismos números de referencia en todos los dibujos para referirse a partes iguales o similares. Las referencias a ejemplos e implementaciones particulares son para fines ilustrativos, y no pretenden limitar el alcance de la invención o las reivindicaciones.

[0103] La palabra "ejemplar" se usa en este documento para indicar "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración". Cualquier implementación descrita en este documento como "ejemplar" no debe interpretarse necesariamente como preferida o ventajosa sobre otras implementaciones.

[0104] La presente invención proporciona sistemas, métodos y dispositivos para el análisis y la gestión del espectro mediante la identificación, clasificación y catalogación de al menos una o una multiplicidad de señales de interés basadas en mediciones y ubicación de radiofrecuencia y otras mediciones, y el uso de procesamiento paralelo de señales casi en tiempo real y sus correspondientes parámetros y características en el contexto de datos históricos y estáticos para un espectro dado, y más particularmente, todos utilizan datos de línea de base y cambios de estado para datos comprimidos o no comprimidos para permitir análisis y resultados casi en tiempo real para unidades individuales y para unidades agregadas para hacer comparaciones únicas de datos.

[0105] Los sistemas, métodos y aparatos de acuerdo con la presente invención tienen preferiblemente la capacidad de detectar casi en tiempo real, y más preferiblemente detectar, medir y/o analizar casi en tiempo real, y más preferiblemente realizar cualquier operación casi en tiempo real dentro de aproximadamente 1 segundo o menos. Ventajosamente, la presente invención y su funcionalidad en tiempo real descrita en este documento proporcionan y permiten de manera única que las unidades de aparatos se comparen con datos históricos, actualicen datos y/o información, y/o proporcionen más datos y/o información sobre el espacio abierto, en la unidad o dispositivo del aparato que puede estar ocupando el espacio abierto, y las combinaciones, casi en tiempo real en

comparación con los datos escaneados históricamente (de 15 min a 30 días), o información de la base de datos histórica. Además, los datos de cada unidad o dispositivo del aparato y/o de datos agregados de más de una unidad o dispositivo del aparato se comunican a través de una red con al menos un servidor y se almacenan en una base de datos en un sistema informático virtualizado o basado en la nube y los datos están disponibles para un acceso seguro y remoto a través de la red desde dispositivos remotos distribuidos que tienen aplicaciones de software (aplicaciones) que pueden operarse en la misma, por ejemplo, mediante acceso web (aplicación móvil) o acceso por computador (aplicación de escritorio).

[0106] Los sistemas, métodos y dispositivos de las diversas modalidades permiten la gestión del espectro mediante la identificación, clasificación y catalogación de señales de interés basadas en mediciones de radiofrecuencia. En una modalidad, las señales y los parámetros de las señales pueden identificarse y las indicaciones de las frecuencias disponibles pueden presentarse a un usuario. En otra modalidad, también se pueden identificar los protocolos de señales. En una modalidad adicional, se pueden identificar la modulación de las señales, los tipos de datos transportados por las señales y los orígenes estimados de la señal.

[0107] En una modalidad adicional, se pueden identificar la modulación de las señales, los tipos de datos transportados por las señales y los orígenes estimados de la señal. Las modalidades también pueden proporcionar la capacidad de adquirir datos y enviar datos a depositarios de bases de datos que pueden ser utilizados por una pluralidad de clientes de gestión del espectro.

[0108] En una modalidad, un dispositivo de gestión de espectro puede incluir un analizador de espectro de señal que puede estar acoplado con un sistema de base de datos y una interfaz de gestión de espectro. El dispositivo puede ser portátil o puede ser una instalación estacionaria y puede actualizarse con datos para permitir que el dispositivo administre información de espectro diferente según la frecuencia, el ancho de banda, la potencia de la señal, el tiempo y la ubicación de la propagación de la señal, así como el tipo y formato de modulación. y proporcionar la identificación de la señal, clasificación y geo-ubicación. Un procesador puede permitir que el dispositivo procese datos de densidad de potencia del espectro tal como se reciben y que procese datos complejos de I/Q sin procesar que se

pueden usar para procesamiento adicional de señales, identificación de señales y extracción de datos.

[0109] En una modalidad, un dispositivo de gestión de espectro o una unidad de aparato puede comprender un amplificador de bajo ruido que recibe una energía de radiofrecuencia (RF) de una antena. La antena puede ser cualquier estructura de antena que sea capaz de recibir energía de RF en un espectro de interés. El amplificador de bajo ruido puede filtrar y amplificar la energía de RF. La energía de RF se puede proporcionar a un traductor de RF. El traductor de RF puede realizar una transformada rápida de Fourier (FFT) y una función de periodograma espectral de convolución rápida o de magnitud cuadrada para convertir las mediciones de RF en una representación espectral. En una modalidad, el traductor de RF también puede almacenar una marca de tiempo para facilitar el cálculo del tiempo de llegada y el ángulo de llegada. Los datos en fase y en cuadratura (I/Q) pueden proporcionarse a un receptor de análisis espectral o pueden proporcionarse a un almacén de datos de muestra donde pueden almacenarse sin ser procesados por un receptor de análisis espectral. La energía de RF de entrada también puede ser directamente convertida y muestreada digitalmente por un convertidor analógico a digital (ADC) para generar datos complejos de I/Q. Los datos complejos de I/Q se pueden ecualizar para eliminar rutas múltiples, desvanecimiento, ruido blanco e interferencia de otros sistemas de señalización mediante procesos de filtro adaptativo paralelos rápidos. Estos datos pueden utilizarse para calcular el tipo de modulación y la velocidad de transmisión. Los datos I/Q complejos muestreados también se pueden usar para medir el ángulo de señal de llegada y el tiempo de llegada. Se puede usar información como el ángulo de llegada y el tiempo de llegada para calcular un hallazgo de dirección más complejo y preciso. Además, se pueden utilizar para aplicar técnicas de geolocalización. Los datos pueden recopilarse a partir de señales conocidas o señales desconocidas y espaciarse en el tiempo para proporcionar información conveniente. Los datos muestreados de I/Q pueden contener datos de señal sin procesar que se pueden usar para demodular y traducir señales transmitiéndolas a un analizador de señales o a una radio definida por el software del demodulador en tiempo real que puede tener los parámetros de señal recién identificados para la señal de interés. La naturaleza inherente de la entrada RF permite que cualquier tipo de señal sea analizada y demodulada en base a la reconfiguración de las interfaces de radio definidas por el software.

[0110] Un receptor de análisis espectral puede configurarse para leer datos sin procesar en fase (I) y en cuadratura (Q) y traducirlos directamente a datos espectrales o convertirlos a una frecuencia intermedia (IF) hasta la mitad de la frecuencia de muestreo de Nyquist para analizar el ancho de banda entrante de una señal. Los datos espectrales traducidos pueden incluir valores medidos de energía de señal, frecuencia y tiempo. Los valores medidos proporcionan atributos de la señal en revisión que pueden confirmar la detección de una señal particular de interés dentro de un espectro de interés. En una modalidad, un receptor de análisis espectral puede tener una entrada de espectro referenciada de 0 Hz a 12,4 GHz, preferiblemente no inferior a 9 kHz, con capacidad de entrada de fibra óptica para entrada de espectro de hasta 60 GHz.

[0111] Para cada dispositivo, se utiliza al menos un receptor. En una modalidad, el receptor de análisis espectral puede configurarse para muestrear los datos de RF de entrada mediante una conversión descendente analógica rápida de la señal de RF. La señal de conversión descendente se puede convertir y procesar digitalmente mediante filtros de convolución rápida para obtener un espectro de potencia. Este proceso también puede proporcionar mediciones de espectro que incluyen la potencia de la señal, el ancho de banda, la frecuencia central de la señal, así como una medición del Tiempo de llegada (TOA). La medición de TOA se puede usar para crear una marca de tiempo de la señal detectada y/o para generar una diferencia de tiempo del proceso iterativo de llegada para la detección de la dirección y la triangulación rápida de las señales. En una modalidad, los datos de muestra pueden proporcionarse a un módulo de análisis de espectro. En una modalidad, el módulo de análisis de espectro puede evaluar los datos de la muestra para obtener los componentes espectrales de la señal.

[0112] En una modalidad, los componentes espectrales de la señal pueden obtenerse mediante el módulo de análisis de espectro a partir de los datos I/Q sin procesar proporcionados por un traductor de RF. El análisis de datos I/Q realizado por el módulo de análisis de espectro puede operar para extraer información más detallada sobre la señal, incluyendo a modo de ejemplo, el tipo de modulación (por ejemplo, FM, AM, QPSK, 16QAM, etc.) y/o el protocolo (por ejemplo, GSM, CDMA, OFDM, LTE, etc.). En una modalidad, el módulo de análisis de espectro puede ser configurado por un usuario para obtener información específica sobre una señal de interés. En una modalidad alternativa, los

componentes espectrales de la señal pueden obtenerse a partir de datos de componentes espectrales de potencia producidos por el receptor de análisis espectral.

[0113] En una modalidad, el módulo de análisis de espectro puede proporcionar los componentes espectrales de la señal a un módulo de extracción de datos. El módulo de extracción de datos puede proporcionar la clasificación y categorización de las señales detectadas en el espectro de RF. El módulo de extracción de datos también puede adquirir información adicional con respecto a la señal de los componentes espectrales de la señal. Por ejemplo, el módulo de extracción de datos puede proporcionar información sobre el tipo de modulación, el ancho de banda y el posible sistema en uso. En otra modalidad, el módulo de extracción de datos puede seleccionar y organizar los componentes espectrales extraídos en un formato seleccionado por un usuario.

[0114] La información del módulo de extracción de datos se puede proporcionar a un módulo de gestión del espectro. El módulo de gestión del espectro puede generar una consulta a una base de datos estática para clasificar una señal en función de sus componentes. Por ejemplo, la información almacenada en la base de datos estática se puede usar para determinar la densidad espectral, la frecuencia central, el ancho de banda, la velocidad en baudios, el tipo de modulación, el protocolo (por ejemplo, GSM, CDMA, OFDM, LTE, etc.), el sistema o el proveedor utilizando espectro autorizado, ubicación de la fuente de la señal y una marca de tiempo de la señal de interés. Estos puntos de datos pueden proporcionarse a un almacén de datos para la exportación. En una modalidad y como se describe más completamente a continuación, el almacén de datos puede configurarse para acceder al software de mapeo para proporcionar al usuario información sobre la ubicación de la fuente de transmisión de la señal de interés. En una modalidad, la base de datos estática incluye información de frecuencia recopilada de varias fuentes que incluyen, entre otras, la Comisión Federal de Comunicaciones, la Unión Internacional de Telecomunicaciones y datos de los usuarios. Como ejemplo, la base de datos estática puede ser una base de datos SQL. El almacén de datos puede actualizarse, descargarse o fusionarse con otros dispositivos o con su base de datos relacional principal. Se pueden incluir aplicaciones de software API para permitir la fusión de bases de datos con bases de datos de espectro de terceros a las que solo se puede acceder de forma segura.

[0115] En las diversas modalidades, el dispositivo de gestión del espectro puede configurarse de diferentes maneras. En una modalidad, el extremo frontal del sistema puede comprender varios receptores de hardware que pueden proporcionar datos complejos en cuadratura y en fase. El receptor de extremo frontal puede incluir comandos de conjunto de API a través de los cuales el software del sistema puede configurarse para interactuar (es decir, comunicarse) con un receptor de terceros. En una modalidad, el receptor de extremo frontal puede realizar los cálculos espectrales usando FFT (Transformada Rápida de Fourier) y otro DSP (Procesamiento de Señal Digital) para generar un periodograma de convolución rápida que se puede volver a muestrear y promediar para calcular rápidamente la densidad espectral del entorno de RF.

[0116] En una modalidad, los procesos cíclicos se pueden usar para promediar y correlacionar la información de la señal extrayendo los cambios dentro de la señal para identificar mejor la señal de interés que está presente en el espacio de RF. Una combinación de los cambios de amplitud y frecuencia se puede medir y promediar en el tiempo de ancho de banda para calcular el tipo de modulación y otros cambios internos, como los cambios en las compensaciones de frecuencia, la modulación por división de frecuencia ortogonal, los cambios en el tiempo (por ejemplo, multiplexación por división de tiempo) y/o cambios en la rotación de fase I/Q utilizados para calcular la velocidad en baudios y el tipo de modulación. En una modalidad, el dispositivo de gestión del espectro puede tener la capacidad de computar varios procesos en paralelo mediante el uso de un procesador de múltiples núcleos y junto con varias matrices de puerta programables (FPGA) embebidas. Dicho procesamiento de múltiples núcleos puede permitir que el sistema analice rápidamente varios parámetros de señal en el entorno de RF a la vez que reduce la cantidad de tiempo que lleva procesar las señales. La cantidad de señales calculadas a la vez puede determinarse por sus requisitos de ancho de banda. Por lo tanto, la capacidad del sistema puede basarse en una frecuencia máxima $F_s/2$. El número de señales a procesar puede asignarse en función de sus respectivos anchos de banda. En otra modalidad, el espectro de la señal puede medirse para determinar su densidad de potencia, frecuencia central, ancho de banda y ubicación desde donde emana la señal y se puede determinar la mejor coincidencia en función de los parámetros de la señal en función de los criterios de información de la frecuencia. En otra modalidad, el dispositivo de gestión del espectro tiene

la capacidad de computar varios procesos en paralelo mediante el uso de una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), que también permite al sistema analizar varios parámetros de señal rápidamente en el entorno de RF a la vez que reduce la cantidad de tiempo que se tarda en procesar la señal.

[0117] En otra modalidad, un sistema de posicionamiento global (GPS) y un sistema de localización de direcciones (DF) pueden incorporarse en el dispositivo de gestión del espectro y/o estar disponibles para el dispositivo de gestión del espectro. La adición de GPS y la capacidad de DF pueden permitir al usuario proporcionar un vector de ubicación utilizando el formulario estándar de la Asociación Nacional de Electrónica Marina (NMEA). En una modalidad, la funcionalidad de ubicación se incorpora a un tipo específico de unidad GPS, como un receptor emitido por el gobierno de los EE. UU. La información se puede derivar de la ubicación presentada por la base de datos interna al dispositivo, una base de datos importada al dispositivo o por el usuario que ingresa los parámetros de ubicación geográfica de longitud y latitud que pueden derivarse como grados, minutos y segundos, minutos decimales, o forma decimal y traducidos al formato necesario con la forma predeterminada "decimal". Esta funcionalidad puede incorporarse en una unidad de GPS. La información de la señal y la clasificación de la señal se pueden usar para ubicar el dispositivo de señalización, así como para proporcionar una capacidad de búsqueda de la dirección.

[0118] Un tipo de triangulación que usa tres unidades como una configuración de antena de grupo realiza la búsqueda de la dirección utilizando multilateración. Comúnmente utilizada en aplicaciones de vigilancia civil y militar, la multilateración es capaz de localizar con precisión un avión, vehículo o emisor estacionario midiendo la "Diferencia de tiempo de llegada" (TDOA) de una señal del emisor en tres o más sitios receptores. Si se emite un pulso desde una plataforma, llegará a momentos ligeramente diferentes en dos sitios de receptores separados espacialmente, y el TDOA se debe a las diferentes distancias de cada receptor desde la plataforma. Esta información de ubicación puede luego suministrarse a un proceso de mapeo que utiliza una base de datos de imágenes de mapeo que se extraen de la base de datos en función de la latitud y longitud provistas por el dispositivo de localización geográfica o de localización de direcciones. Las imágenes de mapeo se pueden escanear para mostrar los puntos de interés donde se espera que emane una señal en función de la

información de la base de datos o de un promedio tomado de la información de la base de datos y el cálculo de ubicación geográfica realizado antes de que el software de mapeo sea llamado. El usuario puede controlar el mapa para maximizar o minimizar la pantalla de mapeo para obtener una mejor vista que sea más adecuada para proporcionar información de las transmisiones de señal. En una modalidad, el proceso de mapeo no se basa en software de mapeo externo. La capacidad de mapeo tiene la capacidad de generar la imagen del mapa y de llenar una base de datos de mapeo que puede incluir información de mapas de terceros para cumplir con los requisitos específicos del usuario.

[0119] En una modalidad, la triangulación y la multilateración pueden utilizar un filtro de tipo bayesiano que puede predecir un posible movimiento y la ubicación y operación futuras de los dispositivos en base a la información obtenida de los procesos de TDOA y geolocalización y las variables de la base de datos estática correspondiente a la señal de interés especificada. El filtro bayesiano toma los cambios de entrada en la diferencia de tiempo y su función inversa (es decir, la diferencia de frecuencia) y toma un cambio promedio en la variación de la señal para detectar y predecir el movimiento de las señales. Los cambios de señal se miden dentro de la diferencia de tiempo de 1 ns y el filtro también puede adaptar su cálculo de error de gradiente para eliminar las señales no deseadas que pueden causar errores debidos a la ruta múltiple de la señal, la interferencia entre símbolos y otros ruidos de señal.

[0120] En una modalidad, se pueden registrar los cambios dentro de una diferencia de tiempo de 1 ns para cada muestra para cada señal única. El dispositivo de gestión del espectro puede realizar lo inverso y calcular y registrar la diferencia de frecuencia y la diferencia de fase entre cada muestra para cada señal única. El dispositivo de administración del espectro puede tomar la misma señal y calcular un error basándose en otras señales de entrada que llegan dentro del tiempo de 1 ns y puede promediar y filtrar el error calculado para igualar la señal. El dispositivo de gestión del espectro puede determinar la diferencia de tiempo y la diferencia de frecuencia de llegada para esa señal y calcular las probabilidades de dónde emana la señal en función de los parámetros de banda de frecuencia presentados a partir del análisis espectral y los cálculos del procesador, y determina la mejor posición a partir de la cual la señal se transmite (es decir, el origen de la señal).

[0121] La FIG. 1 ilustra un entorno inalámbrico 100 adecuado para su uso con las diversas modalidades. El entorno inalámbrico 100 puede incluir varias fuentes 104, 106, 108, 110, 112 y 114 que generan diversas señales de radiofrecuencia (RF) 116, 118, 120, 122, 124, 126. Como ejemplo, los dispositivos móviles 104 pueden generar señales de RF celulares 116, como señales CDMA, GSM, 3G, etc. Como otro ejemplo, los dispositivos de acceso inalámbrico 106, como los enrutadores Wi-Fi®, pueden generar señales de RF 118, como señales Wi-Fi®. Como un ejemplo adicional, los satélites 108, tales como satélites de comunicación o satélites GPS, pueden generar señales de RF 120, tales como señales de radio satelital, televisión o GPS. Como un ejemplo adicional, las estaciones base 110, como una estación base celular, pueden generar señales de RF 122, como señales CDMA, GSM, 3G, etc. Como otro ejemplo, las torres de radio 112, como las estaciones de radio locales AM o FM, puede generar señales de RF 124, como señales de radio AM o FM. Como otro ejemplo, el servicio gubernamental proporciona 114, tales como unidades de policía, bomberos, unidades militares, torres de control de tráfico aéreo, etc. pueden generar señales de RF 126, como comunicaciones de radio, señales de rastreo, etc. Las diversas señales de RF 116, 118, 120, 122, 124, 126 pueden generarse a diferentes frecuencias, niveles de potencia, en diferentes protocolos, con diferentes modulaciones y en diferentes momentos. A las diversas fuentes 104, 106, 108, 110, 112 y 114 se les pueden asignar bandas de frecuencia, limitaciones de potencia u otras restricciones, requisitos y/o licencias por parte de una entidad de control del espectro del gobierno, como la FCC. Sin embargo, con tantas fuentes diferentes, 104, 106, 108, 110, 112 y 114 generando tantas señales de RF diferentes 116, 118, 120, 122, 124, 126, pueden ocurrir superposiciones, interferencias y otros problemas. Un dispositivo de gestión del espectro 102 en el entorno inalámbrico 100 puede medir la energía de RF en el entorno inalámbrico 100 en un amplio espectro e identificar las diferentes señales de RF 116, 118, 120, 122, 124, 126 que pueden estar presentes en el entorno inalámbrico 100. La identificación y catalogación de las diferentes señales de RF 116, 118, 120, 122, 124, 126 que pueden estar presentes en el entorno inalámbrico 100 puede permitir que el dispositivo de gestión del espectro 102 determine las frecuencias disponibles para su uso en el entorno inalámbrico 100. Además, el dispositivo de gestión del espectro 102 puede determinar si hay frecuencias disponibles para su uso en el entorno inalámbrico 100 bajo ciertas condiciones (es decir, día de la semana, hora del día, nivel de

potencia, banda de frecuencia, etc.). De esta manera, se puede gestionar el espectro de RF en el entorno inalámbrico 100.

[0122] La FIG. 2A es un diagrama de bloques de un dispositivo de gestión de espectro 202 de acuerdo con una modalidad. El dispositivo de gestión de espectro 202 puede incluir una estructura de antena 204 configurada para recibir energía de RF expresada en un entorno inalámbrico. La estructura de antena 204 puede ser de cualquier tipo de antena, y puede configurarse para optimizar la recepción de energía de RF a través de un amplio espectro de frecuencias. La estructura de antena 204 puede conectarse a uno o más amplificadores y/o filtros opcionales 208 que pueden aumentar, suavizar y/o filtrar la energía de RF recibida por la estructura de antena 204 antes de que la energía de RF pase a un receptor de RF 210 conectado a la estructura de antena 204. En una modalidad, el receptor 210 de RF puede configurarse para medir la energía de RF recibida desde la estructura 204 de antena y/o amplificadores y/o filtros 208 opcionales. En una modalidad, el receptor 210 de RF puede configurarse para medir la energía de RF en el dominio del tiempo y puede convertir las mediciones de energía de RF en el dominio de frecuencia. En una modalidad, el receptor 210 de RF puede configurarse para generar datos de representación espectral de la energía RF recibida. El receptor 210 de RF puede ser de cualquier tipo y puede estar configurado para generar mediciones de energía RF en un rango de frecuencias, como 0kHz a 24GHz, 9kHz a 6GHz, etc. En una modalidad, la frecuencia escaneada por el receptor RF 210 puede ser seleccionable por el usuario. En una modalidad, el receptor 210 de RF puede estar conectado a un procesador 214 de señales y puede configurarse para emitir mediciones de energía de RF al procesador 214 de señales. Como ejemplo, el receptor 210 de RF puede enviar datos sin procesar en fase (I) y cuadratura (Q) al procesador de señales 214. Como otro ejemplo, el receptor de RF 210 puede aplicar técnicas de procesamiento de señales para generar datos complejos en fase (I) y cuadratura (Q) al procesador de señales 214. En una modalidad, el dispositivo de gestión del espectro también puede incluir una antena 206 conectada a un receptor 212 de ubicación, tal como un receptor GPS, que puede estar conectado al procesador 214 de señales. El receptor de ubicación 212 puede proporcionar entradas de ubicación al procesador de señal 214.

[0123] El procesador de señales 214 puede incluir un módulo de detección de señales 216, un módulo de comparación 222, un módulo de temporización 224 y un módulo de

ubicación 225. Además, el procesador de señales 214 puede incluir un módulo de memoria opcional 226 que puede incluir uno o más buffers opcionales 228 para almacenar datos generados por los otros módulos del procesador de señales 214.

[0124] En una modalidad, el módulo de detección de señal 216 puede funcionar para identificar señales basándose en las mediciones de energía de RF recibidas desde el receptor 210 de RF. El módulo de detección de señal 216 puede incluir un módulo de transformación de Fourier rápida (FFT) 217 que puede convertir las mediciones de energía de RF recibidas en datos de representación espectral. El módulo de detección de señal 216 puede incluir un módulo de análisis 221 que puede analizar los datos de representación espectral para identificar una o más señales por encima de un umbral de potencia.

[0125] Un módulo de potencia 220 del módulo de detección de señal 216 puede controlar el umbral de potencia en el que se pueden identificar las señales. En una modalidad, el umbral de potencia puede ser una configuración de potencia predeterminada o puede ser una configuración de potencia seleccionable por el usuario. Un módulo de ruido 219 del módulo de detección de señal 216 puede controlar un umbral de señal, tal como un umbral de ruido, en o por encima del cual se pueden identificar las señales.

[0126] El módulo de detección de señales 216 puede incluir un módulo de parámetros 218 que puede determinar uno o más parámetros de señales para cualquier señal identificada, como la frecuencia central, el ancho de banda, la potencia, el número de señales detectadas, el pico de frecuencia, la potencia máxima, la potencia media, la duración de la señal, etc. En una modalidad, el procesador de señales 214 puede incluir un módulo de temporización 224 que puede registrar información de tiempo y proporcionar la información de tiempo al módulo de detección de señales 216. Además, el procesador de señales 214 puede incluir un módulo de ubicación 225 que puede recibir entradas de ubicación desde el receptor de ubicación 212 y determinar una ubicación del dispositivo de gestión de espectro 202. La ubicación del dispositivo de gestión de espectro 202 puede proporcionarse al módulo de detección de señal 216.

[0127] En una modalidad, el procesador de señales 214 puede estar conectado a una o más memorias 230. La memoria 230 puede incluir múltiples bases de datos, como un historial o base de datos o histórica 232 y el listado de características 236, y uno o más buffers 240 que almacenan datos generados por el procesador de señales 214. Mientras se ilustra como

conectado al procesador de señal 214, la memoria 230 también puede estar en la memoria de chip que reside en el propio procesador de señal 214. En una modalidad, el historial o base de datos histórica 232 puede incluir datos de señal medida 234 para señales que han sido identificadas previamente por el dispositivo de gestión de espectro 202. Los datos de señal medidos 234 pueden incluir las mediciones de energía de RF sin procesar, sellos de tiempo, información de ubicación, uno o más parámetros de señal para cualquier señal identificada, como frecuencia central, ancho de banda, potencia, número de señales detectadas, pico de frecuencia, potencia de pico, promedio potencia, duración de la señal, etc., e información de identificación determinada a partir de la lista de características 236. En una modalidad, el historial o base de datos histórica 232 puede actualizarse a medida que las señales son identificadas por el dispositivo de gestión de espectro 202. En una modalidad, el listado de características 236 puede ser una base de datos de datos de señales estáticas 238. Los datos de señal estática 238 pueden incluir datos recopilados de varias fuentes, incluyendo a modo de ejemplo y no a modo de limitación la Comisión Federal de Comunicaciones, la Unión Internacional de Telecomunicaciones, proveedores de telecomunicaciones, datos de fabricación y datos de usuarios de dispositivos de gestión de espectro. Los datos de señal estática 238 pueden incluir parámetros de señal conocidos de dispositivos de transmisión, tales como frecuencia central, ancho de banda, potencia, número de señales detectadas, pico de frecuencia, potencia máxima, potencia promedio, duración de la señal, información geográfica para dispositivos de transmisión y cualquier otro dato puede ser útil para identificar una señal. En una modalidad, los datos de señal estática 238 y el listado de características 236 pueden correlacionar parámetros de señal e identificaciones de señal. Como ejemplo, los datos de señal estática 238 y el listado de características 236 pueden enumerar los parámetros del canal local de comunicación de emergencia e incendio correlacionados con una identificación de señal que indica que la señal es el canal local de comunicación de emergencia e incendio.

[0128] En una modalidad, el procesador de señales 214 puede incluir un módulo de comparación 222 que puede hacer coincidir los datos generados por el módulo de detección de señales 216 con los datos en el historial o base de datos histórica 232 y/o el listado de características 236. En una modalidad, el módulo de comparación 222 puede recibir parámetros de señal desde el módulo de detección de señal 216, tales como frecuencia

central, ancho de banda, potencia, número de señales detectadas, pico de frecuencia, potencia máxima, potencia media, duración de la señal y/o parámetro de recepción del módulo de temporización 224 y/o el módulo de ubicación 225. El módulo de coincidencia de parámetros 223 puede recuperar datos del historial o base de datos histórica 232 y/o el listado de características 236 y comparar los datos recuperados con cualquier parámetro recibido para identificar coincidencias. Según las coincidencias, el módulo de comparación puede identificar la señal. En una modalidad, el procesador de señales 214 puede estar conectado opcionalmente a una pantalla 242, un dispositivo de entrada 244 y/o un transceptor de red 246. La pantalla 242 puede ser controlada por el procesador de señales 214 para generar representaciones espectrales de señales recibidas, información característica de la señal y/o indicaciones de identificaciones de señales en la pantalla 242. En una modalidad, el dispositivo de entrada 244 puede ser cualquier dispositivo de entrada, como un teclado y/o botón, ratón, teclado virtual o incluso reconocimiento de voz, permitiendo al usuario del dispositivo de gestión de espectro 202 ingresar información para que la utilice el procesador de señales 214. En una modalidad, el transceptor de red 246 puede permitir que el dispositivo de gestión de espectro 202 intercambie datos con redes cableadas y/o inalámbricas, como para actualizar el listado de características 236 y/o cargar información del historial o la base de datos histórica 232.

[0129] La FIG. 2B es un diagrama de bloques de flujo lógico esquemático que ilustra operaciones lógicas que pueden realizarse por un dispositivo de gestión de espectro 202 de acuerdo con una modalidad. Un receptor 210 puede emitir mediciones de energía de RF, como los datos I y Q a un módulo FFT 252 que puede generar una representación espectral de las mediciones de energía de RF que pueden emitirse en una pantalla 242. Los datos I y Q también pueden almacenarse en un búfer 256 y enviarse a un módulo de detección de señal 216. El módulo de detección de señal 216 puede recibir entradas de ubicación desde un receptor de ubicación 212 y utilizar los datos I y Q recibidos para detectar señales. Los datos del módulo de detección de señal 216 pueden almacenarse en un búfer 262 y escribirse en un historial o base de datos histórica 232. Además, los datos de la base de datos histórica pueden usarse para ayudar en la detección de señales por el módulo de detección de señales 216. Los parámetros de señal de las señales detectadas pueden determinarse por un módulo de parámetros de señal 218 usando información del historial o

base de datos histórica 232 y/o una base de datos estática 238 que enumera las características de la señal a través de un búfer 268. Los datos del módulo de parámetros de señal 218 pueden almacenarse en el historial o base de datos histórica 232 y/o enviarse al módulo de detección de señal 216 y/o la pantalla 242. De esta manera, las señales pueden detectarse y las indicaciones de la identificación de la señal pueden mostrarse a un usuario del dispositivo de gestión del espectro.

[0130] La FIG. 3 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad 300 para identificar una señal. En una modalidad, las operaciones del método 300 pueden realizarse por el procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 202. En el bloque 302, el procesador 214 puede determinar la ubicación del dispositivo 202 de gestión del espectro. En una modalidad, el procesador 214 puede determinar la ubicación del dispositivo de gestión de espectro 202 basándose en una entrada de ubicación, tal como las coordenadas GPS, recibidas desde un receptor de ubicación, tal como un receptor 212 de GPS. En el bloque 304, el procesador 214 puede determinar el tiempo. Como ejemplo, la hora puede ser la hora actual del reloj determinada por el procesador 214 y puede ser una hora asociada con la recepción de mediciones de RF. En el bloque 306, el procesador 214 puede recibir mediciones de energía de RF. En una modalidad, el procesador 214 puede recibir mediciones de energía de RF de un receptor 210 de RF. En el bloque 308, el procesador 214 puede convertir las mediciones de energía de RF en datos de representación espectral. Como ejemplo, el procesador puede aplicar una Transformada Rápida de Fourier (FFT) a las mediciones de energía de RF para convertirlas en datos de representación espectral. En el bloque opcional 310, el procesador 214 puede mostrar los datos de representación espectral en una pantalla 242 del dispositivo de gestión de espectro 202, tal como en un gráfico que ilustra las amplitudes a través de un espectro de frecuencias.

[0131] En el bloque 312, el procesador 214 puede identificar una o más señales por encima de un umbral. En una modalidad, el procesador 214 puede analizar los datos de representación espectral para identificar una señal por encima de un umbral de potencia. Un umbral de potencia puede ser una medida de amplitud seleccionada para distinguir las energías de RF asociadas con las señales reales del ruido. En una modalidad, el umbral de potencia puede ser un valor predeterminado. En otra modalidad, el umbral de potencia puede ser un valor seleccionable por el usuario. En el bloque 314, el procesador 214 puede

determinar los parámetros de señal de cualquier señal identificada o señales de interés. Como ejemplos, el procesador 214 puede determinar parámetros de señal tales como ancho de banda de frecuencia central, potencia, número de señales detectadas, pico de frecuencia, potencia de pico, potencia media, duración de la señal para las señales identificadas. En el bloque 316, el procesador 214 puede almacenar los parámetros de señal de cada señal identificada, una indicación de ubicación e indicación de tiempo para cada señal identificada en una base de datos histórica 232. En una modalidad, una base de datos histórica 232 puede ser una base de datos residente en una memoria 230 del dispositivo de gestión del espectro 202 que puede incluir datos asociados con señales identificadas realmente por el dispositivo de gestión del espectro.

[0132] En el bloque 318, el procesador 214 puede comparar los parámetros de señal de cada señal identificada con los parámetros de señal en un listado de características de señal. En una modalidad, el listado de características de señal puede ser una base de datos estática 238 almacenada en la memoria 230 del dispositivo de gestión de espectro 202 que puede correlacionar parámetros de señal e identificaciones de señal. En el bloque de determinación 320, el procesador 214 puede determinar si los parámetros de señal de la señal identificada o las señales coinciden con los parámetros de señal en el listado de características 236. En una modalidad, una coincidencia puede determinarse basándose en los parámetros de señal que están dentro de una tolerancia específica entre sí. Como ejemplo, una coincidencia de frecuencia central puede determinarse cuando las frecuencias centrales están dentro de más o menos 1 kHz entre sí. De esta manera, las diferencias entre las condiciones medidas en el mundo real de una señal identificada y las condiciones ideales enumeradas en una lista de características pueden explicarse en la identificación de coincidencias. Si los parámetros de la señal no coinciden (es decir, el bloque de determinación 320 = "No"), en el bloque 326, el procesador 214 puede mostrar una indicación de que la señal no está identificada en una pantalla 242 del dispositivo de administración del espectro 202. De esta manera, se puede notificar al usuario del dispositivo de gestión de espectro que se detecta una señal pero que no se ha identificado positivamente. Si los parámetros de la señal coinciden (es decir, el bloque de determinación 320 = "Sí"), en el bloque 324, el procesador 214 puede mostrar una indicación de la identificación de la señal en la pantalla 242. En una modalidad, la identificación de señal

mostrada puede ser la identificación de señal correlacionada con el parámetro de señal en el listado de características de señal que coincide con el parámetro de señal para la señal identificada. Tras mostrar las indicaciones en los bloques 324 o 326, el procesador 214 puede volver al bloque 302 y medir cíclicamente e identificar otras señales de interés.

[0133] La FIG. 4 ilustra un método de modalidad 400 para medir bloques de muestra de una exploración de radiofrecuencia. En una modalidad, las operaciones del método 400 pueden realizarse por el procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 202. Como se discutió anteriormente, en los bloques 306 y 308, el procesador 214 puede recibir mediciones de energía de RF y convertir las mediciones de energía de RF en datos de representación espectral. En el bloque 402, el procesador 214 puede determinar un rango de frecuencia en el cual muestrear el espectro de RF para señales de interés. En una modalidad, un rango de frecuencia puede ser un rango de frecuencia de cada bloque de muestra a analizar para detectar posibles señales. Como ejemplo, el rango de frecuencia puede ser de 240 kHz. En una modalidad, el rango de frecuencia puede ser un valor predeterminado. En otra modalidad, el rango de frecuencia puede ser un valor seleccionable por el usuario. En el bloque 404, el procesador 214 puede determinar un número (N) de bloques de muestra para medir. En una modalidad, cada bloque de muestra puede dimensionarse para determinar el rango de frecuencia predeterminado, y el número de bloques de muestra puede determinarse dividiendo el espectro de la energía de RF medida por el rango de frecuencia. En el bloque 406, el procesador 214 puede asignar a cada bloque de muestra un rango de frecuencia respectivo. Como ejemplo, si el rango de frecuencia determinado es 240 kHz, al primer bloque de muestra se le puede asignar un rango de frecuencia de 0 kHz a 240 kHz, al segundo bloque de muestra se le puede asignar un rango de frecuencia de 240 kHz a 480 kHz, etc. En el bloque 408, el procesador 214 puede establecer el bloque de muestra de rango de frecuencia más bajo como el bloque de muestra actual. En el bloque 409, el procesador 214 puede medir la amplitud a través del rango de frecuencia establecido para el bloque de muestra actual. Como ejemplo, en cada intervalo de frecuencia (como 1 Hz) dentro del rango de frecuencia del bloque de muestras, el procesador 214 puede medir la amplitud de la señal recibida. En el bloque 410, el procesador 214 puede almacenar las mediciones de amplitud y las frecuencias correspondientes para el bloque de muestra actual. En el bloque de determinación 414, el

procesador 214 puede determinar si se han medido todos los bloques de muestra. Si no se han medido todos los bloques de muestra (es decir, el bloque de determinación 414 = "No"), en el bloque 416, el procesador 214 puede establecer el siguiente bloque de muestra de rango de frecuencia más alto como el bloque de muestra actual. Como se discutió anteriormente, en los bloques 409, 410 y 414 el procesador 214 puede medir y almacenar amplitudes y determinar si todos los bloques se muestrean. Si todos los bloques se han muestreado (es decir, el bloque de determinación 414 = "Sí"), el procesador 214 puede volver al bloque 306 y medir cíclicamente más bloques de muestra.

[0134] Las FIGS. 5A, 5B y 5C ilustran el flujo del proceso para un método de modalidad 500 para determinar los parámetros de señal. En una modalidad, las operaciones del método 500 pueden ser realizadas por el procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 202. Con referencia a la FIG. 5A, en el bloque 502, el procesador 214 puede recibir una configuración de promedio de piso de ruido. En una modalidad, la configuración promedio del piso de ruido puede ser un nivel de ruido promedio para el entorno en el que está funcionando el dispositivo 202 de gestión del espectro. En una modalidad, la configuración promedio del piso de ruido puede ser una configuración predeterminada y/o puede ser una configuración seleccionable por el usuario. En el bloque 504, el procesador 214 puede recibir el ajuste del umbral de potencia de la señal. En una modalidad, el ajuste del umbral de potencia de la señal puede ser una medida de amplitud seleccionada para distinguir las energías de RF asociadas con las señales reales del ruido. En una modalidad, el umbral de potencia de la señal puede ser un valor predeterminado y/o puede ser una configuración seleccionable por el usuario. En el bloque 506, el procesador 214 puede cargar el siguiente bloque de muestra disponible. En una modalidad, los bloques de muestra se pueden ensamblar de acuerdo con las operaciones del método 400 descrito anteriormente con referencia a la FIG. 4. En una modalidad, el siguiente bloque de muestra disponible puede ser un bloque de muestra más antiguo en el tiempo que no se ha analizado para determinar si las señales de interés están presentes en el bloque de muestra. En el bloque 508, el procesador 214 puede promediar las mediciones de amplitud en el bloque de muestra. En el bloque de determinación 510, el procesador 214 puede determinar si el promedio para el bloque de muestra es mayor o igual al promedio de ruido mínimo establecido en el bloque 502. De esta manera, los bloques de muestra que incluyen señales potenciales pueden

distinguirse rápidamente de los bloques de muestra que pueden no incluir señales potenciales que reducen el tiempo de procesamiento al permitir que los bloques de muestra sin señales potenciales sean identificados e ignorados. Si el promedio para el bloque de muestra es más bajo que el promedio de la base de ruido (es decir, el bloque de determinación 510 = "No"), no puede haber señales de interés en el bloque de muestra actual. En el bloque de determinación 514, el procesador 214 puede determinar si se establece un indicador de bloque cruzado. Si el indicador de bloque cruzado no está establecido (es decir, bloque de determinación 514 = "No"), en el bloque 506 el procesador 214 puede cargar el siguiente bloque de muestra disponible y en el bloque 508 promediar el bloque de muestra 508.

[0135] Si el promedio del bloque de muestra es igual o mayor que el promedio de ruido mínimo (es decir, el bloque de determinación 510 = "Sí"), el bloque de muestra puede incluir potencialmente una señal de interés y en el bloque 512 el procesador 214 puede restablecer un contador de medición (C) a 1. El valor del contador de medición que indica qué muestra dentro de un bloque de muestra se está analizando. En el bloque de determinación 516, el procesador 214 puede determinar si la medición de RF de la siguiente muestra de frecuencia (C) es mayor que el umbral de potencia de la señal. De esta manera, el valor del contador de medición (C) se puede usar para controlar qué muestra de RF en el bloque de muestra se compara con el umbral de potencia de la señal. Como ejemplo, cuando el contador (C) es igual a 1, la primera medición de RF puede compararse con el umbral de potencia de la señal y cuando el contador (C) es igual a 2, la segunda medición de RF en el bloque de muestra puede ser verificada, etc. Si la medición de C RF es menor o igual que el umbral de potencia de la señal (es decir, el bloque de determinación 516 = "No"), en el bloque de determinación 517, el procesador 214 puede determinar si el indicador de bloqueo cruzado está establecido. Si el indicador de bloque cruzado no está establecido (es decir, bloque de determinación 517 = "No"), en el bloque de determinación 522, el procesador 214 puede determinar si se alcanza el final del bloque de muestra. Si se alcanza el final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 522 = "Sí"), en el bloque 506, el procesador 214 puede cargar el siguiente bloque de muestra disponible y proceder en los bloques 508, 510, 514 y 512 como se explicó anteriormente. Si no se alcanza el final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 522 = "No"), en

el bloque 524 el procesador 214 puede incrementar el contador de medición (C) para que se analice la siguiente muestra en el bloque de muestra.

[0136] Si la medición de C RF es mayor que el umbral de potencia de la señal (es decir, el bloque de determinación 516 = "Sí"), en el bloque 518, el procesador 214 puede verificar el estado del indicador de bloque cruzado para determinar si el indicador de bloque cruzado está activado. Si el indicador de bloque cruzado no está establecido (es decir, el bloque de determinación 518 = "No"), en el bloque 520, el procesador 214 puede establecer un inicio de muestra. Como ejemplo, el procesador 214 puede establecer un inicio de muestra indicando que se puede descubrir una posible señal de interés en una memoria asignando una ubicación de memoria para las mediciones de RF asociadas con el inicio de la muestra. Con referencia a la FIG. 5B, en el bloque 526, el procesador 214 puede almacenar la medición de RF C en una ubicación de memoria para la muestra actualmente en análisis. En el bloque 528, el procesador 214 puede incrementar el valor del contador de medición (C).

[0137] En el bloque de determinación 530, el procesador 214 puede determinar si la medición de RF C (por ejemplo, la siguiente medición de RF porque se incrementó el valor del contador de medición de RF) es mayor que el umbral de potencia de la señal. Si la medición de C RF es mayor que el umbral de potencia de la señal (es decir, el bloque de determinación 530 = "Sí"), en el bloque de determinación 532, el procesador 214 puede determinar si se alcanza el final del bloque de muestra. Si no se alcanza el final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 532 = "No"), puede haber otras mediciones de RF disponibles en el bloque de muestra y en el bloque 526 el procesador 214 puede almacenar la medición de C RF en la ubicación de la memoria para la muestra. En el bloque 528, el procesador puede incrementar el contador de medición (C) y en el bloque de determinación 530 determinar si la medición de C RF está por encima del umbral de potencia de la señal y en el bloque 532 determinar si se alcanza el final del bloque de muestra. De esta manera, las mediciones de RF de muestra sucesivas pueden compararse con el umbral de potencia de señal y almacenarse hasta que se alcanza el final del bloque de muestra y/o hasta que una medición de RF de muestra cae por debajo del umbral de potencia de señal. Si se llega al final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 532 = "Sí"), en el bloque 534, el procesador 214 puede establecer el indicador de bloque cruzado. En una modalidad, el indicador de bloque cruzado puede ser

un indicador en una memoria disponible para el procesador 214 que indica que el potencial de señal se extiende a través de dos o más bloques de muestra. En una modalidad adicional, antes de establecer el indicador de bloque cruzado en el bloque 534, la pendiente de una línea dibujada entre las dos últimas muestras de medición de RF se puede usar para determinar si el siguiente bloque de muestra probablemente contenga más muestras de señal potencial. Una pendiente negativa puede indicar que la señal de interés se está desvaneciendo y puede indicar que la última muestra fue la muestra final de la señal de interés. En otra modalidad, la pendiente puede no calcularse y el siguiente bloque de muestra puede analizarse independientemente de la pendiente.

[0138] Si se llega al final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 532 = "Sí") y en el bloque 534 se establece el indicador de bloque cruzado, refiriéndose a la FIG. 5A, en el bloque 506, el procesador 214 puede cargar el siguiente bloque de muestra disponible, en el bloque 508 puede promediar el bloque de muestra, y en el bloque 510 determinar si el promedio del bloque de muestra es mayor o igual que el promedio del ruido de piso. Si el promedio es igual o mayor que el promedio de ruido de piso (es decir, el bloque de determinación 510 = "Sí"), en el bloque 512, el procesador 214 puede restablecer el contador de medición (C) a 1. En el bloque de determinación 516, el procesador 214 puede determinar si la medición de C RF para el bloque de muestra actual es mayor que el umbral de potencia de la señal. Si la medición de C RF es mayor que el umbral de potencia de la señal (es decir, el bloque de determinación 516 = "Sí"), en el bloque de determinación 518, el procesador 214 puede determinar si el indicador de bloqueo cruzado está establecido. Si el indicador de bloqueo cruzado está activado (es decir, el bloque de determinación 518 = "Sí"), refiriéndose a la FIG. 5B, en el bloque 526, el procesador 214 puede almacenar la medida de RF C en la ubicación de la memoria para la muestra y en el bloque 528 el procesador puede incrementar el contador de mediciones (C). Como se discutió anteriormente, en los bloques 530 y 532, el procesador 214 puede realizar operaciones para determinar si la medición de C RF es mayor que el umbral de potencia de la señal y si se alcanza el final del bloque de muestra hasta que la medición de C RF sea menor o igual al umbral de potencia de la señal (es decir, el bloque de determinación 530 = "No") o el final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 532 = "Sí"). Si se llega al final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 532 = "Sí"),

como se explicó anteriormente en el bloque 534, el indicador de bloque cruzado se puede establecer (o verificarse y permanecer establecido si ya está establecido) en el bloque 535 y en el bloque 535 la C la medición de C RF puede ser almacenada en la muestra.

[0139] Si se llega al final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 532 = "Sí") y en el bloque 534 se establece el indicador de bloque cruzado, refiriéndose a la FIG. 5A, el procesador puede realizar operaciones de los bloques 506, 508, 510, 512, 516 y 518 como se discutió anteriormente. Si el promedio del bloque de muestra es menor que el promedio del ruido de piso (es decir, bloque de determinación 510 = "No") y se establece el indicador de bloque cruzado (es decir, bloque de determinación 514 = "Sí"), la medición de C RF es menor que o igual al umbral de potencia de la señal (es decir, el bloque de determinación 516 = "No") y el indicador de bloqueo cruzado está establecido (es decir, bloque de determinación 517 = "Sí"), o la medición de C RF es menor que o igual al umbral de potencia de señal (es decir, bloque de determinación 516 = "No"), refiriéndose a la FIG. 5B, en el bloque 538, el procesador 214 puede establecer la parada de la muestra. Como ejemplo, el procesador 214 puede indicar que se alcanza un extremo de muestra en una memoria y/o que se completa una muestra en una memoria. En el bloque 540, el procesador 214 puede calcular y almacenar datos complejos I y Q para las mediciones almacenadas en la muestra. En el bloque 542, el procesador 214 puede determinar una media de los datos complejos I y Q. Con referencia a la FIG. 5C, en el bloque de determinación 544, el procesador 214 puede determinar si la media de los datos complejos I y Q es mayor que un umbral de señal. Si la media de los datos complejos I y Q es menor o igual que el umbral de la señal (es decir, el bloque de determinación 544 = "No"), en el bloque 550, el procesador 214 puede indicar que la muestra es ruido y descartar los datos asociados con la muestra de memoria.

[0140] Si la media es mayor que el umbral de la señal (es decir, bloque de determinación 544 = "Sí"), en el bloque 546 el procesador 214 puede identificar la muestra como una señal de interés. En una modalidad, el procesador 214 puede identificar la muestra como una señal de interés asignando un identificador de señal a la señal, tal como un número de señal o número de muestra. En el bloque 548, el procesador 214 puede determinar y almacenar parámetros de señal para la señal. Como ejemplo, el procesador 214 puede determinar y almacenar un pico de frecuencia de la señal identificada, una potencia pico de

la señal identificada, una potencia promedio de la señal identificada, un ancho de banda de la señal identificada y/o una duración de señal de la señal identificada. En el bloque 552, el procesador 214 puede limpiar el indicador de bloqueo cruzado (o verificar que el indicador de bloqueo cruzado no esté activado). En el bloque 556, el procesador 214 puede determinar si se alcanza el final del bloque de muestra. Si no se alcanza el final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 556 = "No" en el bloque 558, el procesador 214 puede incrementar el contador de medición (C), y refiriéndose a la FIG. 5A en el bloque de determinación 516 puede determinar si la medición de C RF es mayor que el umbral de potencia de la señal. Con referencia a la FIG. 5C, si se alcanza el final del bloque de muestra (es decir, el bloque de determinación 556 = "Sí"), refiriéndose a la FIG. 5A, en el bloque 506, el procesador 214 puede cargar el siguiente bloque de muestra disponible.

[0141] La FIG. 6 ilustra un flujo de proceso para un método de modalidad 600 para visualizar identificaciones de señales. En una modalidad, las operaciones del método 600 pueden realizarse por un procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 202. En el bloque de determinación 602, el procesador 214 puede determinar si se identifica una señal. Si no se identifica una señal (es decir, el bloque de determinación 602 = "No"), en el bloque 604, el procesador 214 puede esperar la próxima exploración. Si se identifica una señal (es decir, el bloque de determinación 602 = "Sí"), en el bloque 606, el procesador 214 puede comparar los parámetros de señal de una señal identificada con los parámetros de señal en una base de datos histórica 232. En el bloque de determinación 608, el procesador 214 puede determinar si los parámetros de señal de la señal identificada coinciden con los parámetros de señal en la base de datos histórica 232. Si no hay coincidencia (es decir, el bloque de determinación 608 = "No"), en el bloque 610, el procesador 214 puede almacenar los parámetros de la señal como una nueva señal en la base de datos histórica 232. Si hay una coincidencia (es decir, el bloque de determinación 608 = "Sí"), en el bloque 612, el procesador 214 puede actualizar los parámetros de la señal correspondiente según sea necesario en la base de datos de historial 232.

[0142] En el bloque 614, el procesador 214 puede comparar los parámetros de señal de la señal identificada con los parámetros de señal en un listado de características de señal 236. En una modalidad, el listado de características 236 puede ser una base de datos estática

separada de la base de datos historica 232, y el listado de características 236 puede correlacionar los parámetros de señal con las identificaciones de señal. En el bloque de determinación 616, el procesador 214 puede determinar si los parámetros de señal de la señal identificada coinciden con cualquier parámetro de señal en el listado de características de la señal 236. En una modalidad, la coincidencia en la determinación 616 puede ser una coincidencia basada en una tolerancia entre los parámetros de señal de la señal identificada y los parámetros en el listado de características 236. Si hay una coincidencia (es decir, el bloque de determinación 616 = "Sí"), en el bloque 618, el procesador 214 puede indicar una coincidencia en la base de datos historica 232 y en el bloque 622 puede mostrar una indicación de la identificación de la señal en una pantalla 242. Como un ejemplo, la indicación de la identificación de la señal puede ser una visualización de la señal de llamada de radio de una señal de estación de radio FM identificada. Si no hay una coincidencia (es decir, el bloque de determinación 616 = "No"), en el bloque 620, el procesador 214 puede mostrar una indicación de que la señal es una señal no identificada. De esta manera, se puede notificar al usuario que hay una señal presente en el entorno, pero que la señal no coincide con una señal en el listado de características.

[0143] La FIG. 7 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad 700 para visualizar una o más frecuencias abiertas. En una modalidad, las operaciones del método 700 pueden ser realizadas por el procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 202. En el bloque 702, el procesador 214 puede determinar una ubicación actual del dispositivo de gestión del espectro 202. En una modalidad, el procesador 214 puede determinar la ubicación actual del dispositivo de gestión de espectro 202 basándose en las entradas de ubicación recibidas desde un receptor 212 de ubicación, tales como las coordenadas GPS recibidas desde un receptor GPS 212. En el bloque 704, el procesador 214 puede comparar la ubicación actual con el valor de ubicación almacenado en la base de datos histórica 232. Como se discutió anteriormente, la base de datos histórica 232 puede ser una base de datos que almacena información sobre señales previamente identificadas actualmente por el dispositivo de gestión del espectro 202. En el bloque de determinación 706, el procesador 214 puede determinar si hay alguna coincidencia entre la información de ubicación en la base de datos histórica 232 y la ubicación actual. Si no hay coincidencias (es decir, el bloque de determinación 706 = "No"), en el bloque 710, el procesador 214 puede indicar

que hay datos incompletos disponibles. En otras palabras, los datos del espectro para la ubicación actual no se han registrado previamente.

[0144] Si hay coincidencias (es decir, el bloque de determinación 706 = "Sí"), en el bloque opcional 708, el procesador 214 puede mostrar una gráfica de una o más de las señales que coinciden con la ubicación actual. Como ejemplo, el procesador 214 puede calcular la frecuencia promedio en intervalos de frecuencia a través de un espectro dado y puede mostrar un gráfico de la frecuencia promedio en cada intervalo. En el bloque 712, el procesador 214 puede determinar una o más frecuencias abiertas en la ubicación actual. Como ejemplo, el procesador 214 puede determinar una o más frecuencias abiertas mediante la determinación de rangos de frecuencia en los que no caen señales o en las que el promedio está por debajo de un umbral. En el bloque 714, el procesador 214 puede mostrar una indicación de una o más frecuencias abiertas en una pantalla 242 del dispositivo de gestión de espectro 202.

[0145] La FIG. 8A es un diagrama de bloques de un dispositivo de gestión de espectro 802 de acuerdo con una modalidad. El dispositivo de gestión de espectro 802 es similar al dispositivo de gestión de espectro 202 descrito anteriormente con referencia a la FIG. 2A, excepto que el dispositivo de gestión del espectro 802 puede incluir el módulo de símbolos 816 y el módulo de protocolo 806 que permite que el dispositivo de gestión del espectro 802 identifique el protocolo y la información de símbolos asociada con una señal identificada, así como el módulo de coincidencia de protocolo 814 para que coincida con la información del protocolo. Además, el listado de características 236 del dispositivo de gestión de espectro 802 puede incluir datos de protocolo 804, datos de hardware 808, datos de entorno 810 y datos de ruido 812 y un módulo de optimización 818 puede permitir que el procesador de señales 214 proporcione parámetros de optimización de señales.

[0146] El módulo de protocolo 806 puede identificar el protocolo de comunicación (por ejemplo, LTE, CDMA, etc.) asociado con una señal de interés. En una modalidad, el módulo de protocolo 806 puede usar datos recuperados de la lista de características, como los datos de protocolo 804 para ayudar a identificar el protocolo de comunicación. El módulo detector de símbolos 816 puede determinar la información de temporización de símbolos, tal como una tasa de símbolos para una señal de interés. El módulo de protocolo 806 y/o el módulo de símbolos 816 pueden proporcionar datos al módulo de comparación

222. El módulo de comparación 222 puede incluir un módulo de coincidencia de protocolo 814 que puede intentar hacer coincidir la información de protocolo para una señal de interés para los datos de protocolo 804 en la lista de características para identificar una señal de interés. Adicionalmente, el módulo de protocolo 806 y/o el módulo de símbolos 816 pueden almacenar datos en el módulo de memoria 226 y/o la base de datos histórica 232. En una modalidad, el módulo de protocolo 806 y/o el módulo de símbolo 816 pueden usar datos de protocolo 804 y/u otros datos del listado de características 236 para ayudar a identificar protocolos y/o información de símbolos en señales de interés.

[0147] El módulo de optimización 818 puede recopilar información del listado de características, como los parámetros de la figura de ruido, los parámetros del hardware de la antena y los parámetros ambientales relacionados con una señal de interés identificada para calcular un valor de degradación para la señal de interés identificada. El módulo de optimización 818 puede controlar adicionalmente la pantalla 242 para generar datos de degradación que permiten a un usuario del dispositivo de gestión de espectro 802 optimizar una señal de interés.

[0148] La FIG. 8B es un diagrama de bloques de flujo lógico esquemático que ilustra operaciones lógicas que pueden realizarse por un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con una modalidad. Sólo las operaciones lógicas ilustradas en la FIG. 8B diferentes de las descritas anteriormente con referencia a la FIG. 2B serán discutidas. Como se ilustra en la FIG. 8B, ya que el seguimiento de tiempo recibido 850 puede aplicarse a los datos I y Q del receptor 210. Un búfer adicional 851 puede almacenar además los datos I y Q recibidos y un detector de símbolos 852 puede identificar los símbolos de una señal de interés y determinar la tasa de símbolos. Un módulo de identificador de esquema de acceso múltiple 854 puede identificar si la señal es parte de un esquema de acceso múltiple (por ejemplo, CDMA), y un módulo identificador de protocolo 856 puede intentar identificar el protocolo con el que está asociada la señal de interés. El módulo identificador de esquema de acceso múltiple 854 y el módulo identificador de protocolo 856 pueden recuperar datos de la base de datos estática 238 para ayudar en la identificación del esquema de acceso y/o protocolo. El módulo detector de símbolos 852 puede pasar datos a los parámetros de señal y el módulo de protocolos 858 que puede almacenar información de protocolo y símbolo además de información de parámetros de señal para señales de interés.

[0149] La FIG. 9 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad 900 para determinar datos de protocolo y datos de temporización de símbolos. En una modalidad, las operaciones del método 900 pueden ser realizadas por el procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 802. En el bloque de determinación 902, el procesador 214 puede determinar si se detectan dos o más señales. Si no se detectan dos o más señales (es decir, el bloque de determinación 902 = "No"), en el bloque de determinación 902, el procesador 214 puede continuar para determinar si se detectan dos o más señales. Si se detectan dos o más señales (es decir, el bloque de determinación 902 = "Sí"), en el bloque de determinación 904, el procesador 214 puede determinar si las dos o más señales están interrelacionadas. En una modalidad, un valor de correlación medio de la descomposición espectral de cada señal puede indicar que las dos o más señales están interrelacionadas. Como ejemplo, una correlación media de cada señal puede generar un valor entre 0.0 y 1, y el procesador 214 puede comparar el valor de correlación media con un umbral, como un umbral de 0.75. En tal ejemplo, un valor de correlación promedio en o por encima del umbral puede indicar que las señales están interrelacionadas, mientras que un valor de correlación promedio por debajo del umbral puede indicar que las señales no están interrelacionadas y pueden ser señales diferentes. En una modalidad, el valor de correlación promedio puede generarse ejecutando una correlación de ancho de banda de energía total de cada señal, midiendo los valores de transición de señal para cada señal, y para cada transición de señal ejecutando una correlación espectral entre señales para generar el valor de correlación promedio. Si las señales no están interrelacionadas (es decir, el bloque de determinación 904 = "No"), las señales pueden ser dos o más señales diferentes, y en el bloque 907 el procesador 214 puede medir la interferencia entre dos o más señales. En una modalidad opcional, en el bloque opcional 909, el procesador 214 puede generar una alarma de conflicto que indica que interfieren dos o más señales diferentes. En una modalidad, la alarma de conflicto puede enviarse a la base de datos histórica y/o una pantalla. En el bloque de determinación 902, el procesador 214 puede continuar determinando si se detectan dos o más señales. Si las dos señales están interrelacionadas (es decir, el bloque de determinación 904 = "Sí"), en el bloque 905 el procesador 214 puede identificar las dos o más señales como una única señal. En el bloque 906, el procesador 214 puede combinar datos de señal para las dos o más señales en una entrada única de señal en

la base de datos histórica. En el bloque de determinación 908, el procesador 214 puede determinar si las señales promedian promedios. Si la media promedia (es decir, el bloque de determinación 908 = "Sí"), el procesador 214 puede identificar que la señal tiene múltiples canales en el bloque 910. Si la media no promedia (es decir, el bloque de determinación 908 = "No") o después de identificar que la señal tiene múltiples canales, en el bloque 914 el procesador 214 puede determinar y almacenar datos de protocolo para la señal. En el bloque 916, el procesador 214 puede determinar y almacenar datos de temporización de símbolos para la señal, y el método 900 puede volver al bloque 902.

[0150] La FIG. 10 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad 1000 para calcular datos de degradación de señal. En una modalidad, las operaciones del método 1000 pueden ser realizadas por el procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 202. En el bloque 1002 el procesador puede detectar una señal. En el bloque 1004, el procesador 214 puede hacer coincidir la señal con una señal en una base de datos estática. En el bloque 1006, el procesador 214 puede determinar los parámetros de la figura de ruido en base a los datos en la base de datos estática 236 asociada con la señal. Como ejemplo, el procesador 214 puede determinar la figura de ruido de la señal basándose en los parámetros de un transmisor que emite la señal según la base de datos estática 236. En el bloque 1008, el procesador 214 puede determinar los parámetros de hardware asociados con la señal en la base de datos estática 236. Como ejemplo, el procesador 214 puede determinar parámetros de hardware tales como la posición de la antena, la configuración de potencia, el tipo de antena, la orientación, el azimut, la ubicación, la ganancia y la potencia equivalente de radiación isotrópica (EIRP) para el transmisor asociado con la señal de la base de datos estática 236. En el bloque 1010, el procesador 214 puede determinar los parámetros del entorno asociados con la señal en la base de datos estática 236. Como ejemplo, el procesador 214 puede determinar parámetros del entorno tales como lluvia, niebla y/o turbidez en base a una tabla de factores de corrección delta almacenada en la base de datos estática y una tasa de precipitación proporcionada (por ejemplo, mm/hr). En el bloque 1012, el procesador 214 puede calcular y almacenar datos de degradación de la señal para la señal detectada basándose, al menos en parte, en los parámetros de la figura de ruido, los parámetros de hardware y los parámetros ambientales. Como ejemplo, en función de los parámetros de la figura de ruido, los parámetros de hardware y los parámetros ambientales,

se pueden determinar las pérdidas de espacio libre de la señal. En el bloque 1014, el procesador 214 puede mostrar los datos de degradación en una pantalla 242 del dispositivo de gestión de espectro 202. En una modalidad adicional, los datos de degradación se pueden usar con datos de terreno medidos de ubicaciones geográficas almacenadas en la base de datos estática para realizar distorsión de partes, generar propagación y/o modelos de interferencia del próximo vecino, determinar variables de interferencia y realizar el mejor modelo de ajuste para ayudar en la optimización de señal y/o sistema.

[0151] La FIG. 11 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad 1100 para visualizar información de identificación de señal y protocolo. En una modalidad, las operaciones del método 1100 pueden realizarse por un procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 202. En el bloque 1102, el procesador 214 puede comparar los parámetros de señal y los datos de protocolo de una señal identificada con los parámetros de señal y los datos de protocolo en una base de datos histórica 232. En una modalidad, una base de datos histórica 232 puede ser una base de datos que almacena parámetros de señal y datos de protocolo para señales previamente identificadas. En el bloque 1104, el procesador 214 puede determinar si existe una coincidencia entre los parámetros de señal y los datos de protocolo de la señal identificada y los parámetros de señal y datos de protocolo en la base de datos histórica 232. Si no hay una coincidencia (es decir, el bloque de determinación 1104 = "No"), en el bloque 1106, el procesador 214 puede almacenar los parámetros de la señal y los datos del protocolo como una nueva señal en la base de datos históricas 232. Si hay una coincidencia (es decir, el bloque de determinación 1104 = "Sí"), en el bloque 1108, el procesador 214 puede actualizar los parámetros de la señal coincidente y los datos del protocolo según sea necesario en la base de datos histórica 232.

[0152] En el bloque 1110, el procesador 214 puede comparar los parámetros de señal y los datos de protocolo de la señal identificada con los parámetros de señal y los datos de protocolo en el listado de características de señal 236. En el bloque de determinación 1112, el procesador 214 puede determinar si los parámetros de señal y los datos de protocolo de la señal identificada coinciden con cualquier parámetro de señal y datos de protocolo en el listado de características de señal 236. Si hay una coincidencia (es decir, el bloque de determinación 1112 = "Sí"), en el bloque 1114, el procesador 214 puede indicar una coincidencia en la base de datos histórica y en el bloque 1118 puede mostrar una indicación

de la identificación de la señal y el protocolo en una pantalla. Si no hay una coincidencia (es decir, el bloque de determinación 1112 = "No"), en el bloque 1116, el procesador 214 puede mostrar una indicación de que la señal es una señal no identificada. De esta manera, se puede notificar al usuario que hay una señal presente en el entorno, pero que la señal no coincide con una señal en el listado de características.

[0153] La FIG. 12A es un diagrama de bloques de un dispositivo de gestión de espectro 1202 de acuerdo con una modalidad. El dispositivo de gestión de espectro 1202 es similar al dispositivo de gestión de espectro 802 descrito anteriormente con referencia a la FIG. 8A, excepto que el dispositivo de gestión del espectro 1202 puede incluir el módulo 1204 TDOA/FDOA y el módulo de modulación 1206 que permite al dispositivo 1202 de gestión del espectro identificar el tipo de modulación empleado por una señal de interés y calcular los orígenes de la señal. El módulo de modulación 1206 puede permitir al procesador de señales determinar la modulación aplicada a la señal, como la modulación de frecuencia (por ejemplo, FSK, MSK, etc.) o la modulación de fase (por ejemplo, BPSK, QPSK, QAM, etc.), así como a demodular la señal para identificar los datos de carga útil transportados en la señal. El módulo de modulación 1206 puede usar datos de carga útil 1221 del listado de características para identificar los tipos de datos transportados en una señal. Como ejemplos, al demodular una parte de la señal, los datos de la carga útil pueden permitir al procesador 214 determinar si los datos de voz, datos de video y/o datos basados en texto están presentes en la señal. El módulo TDOA/FDOA 1204 puede permitir que el procesador de señales 214 determine la diferencia de tiempo de llegada para las señales o el interés y/o la diferencia de frecuencia de llegada para las señales de interés. Usando la información TDOA/FDOA, se pueden hacer estimaciones del origen de una señal y pasarlas a un módulo de mapeo 1225 que puede controlar la pantalla 242 para generar estimaciones de una posición y/o dirección de movimiento de una señal.

[0154] La FIG. 12B es un diagrama de bloques de flujo lógico esquemático que ilustra operaciones lógicas que pueden realizarse por un dispositivo de gestión de espectro de acuerdo con una modalidad. Sólo las operaciones lógicas ilustradas en la FIG. 12B diferentes de las descritas anteriormente con referencia a la FIG. 8B serán discutidas. Se puede aplicar una operación de seguimiento de tiempo 1250 a los datos I y Q del receptor 210, mediante un módulo de seguimiento de tiempo, como un módulo TDOA/FDOA. Se

puede realizar una operación de 1252 de magnitud al cuadrado en los datos del detector de símbolos 852 para identificar si la modulación de frecuencia o fase está presente en la señal. Las señales moduladas en fase pueden identificarse mediante los procesos de modulación de fase 1254 y las señales moduladas en frecuencia pueden identificarse mediante los procesos de modulación en frecuencia. La información de modulación se puede pasar a parámetros de señal, protocolos y módulo de modulación 1258.

[0155] La FIG. 13 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad 1300 para estimar un origen de señal basándose en una diferencia de frecuencia de llegada. En una modalidad, las operaciones del método 1300 pueden realizarse por un procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 1202. En el bloque 1302, el procesador 214 puede calcular las llegadas de frecuencia y las llegadas de fase para múltiples instancias de una señal identificada. En el bloque 1304, el procesador 214 puede determinar la diferencia de frecuencia de llegada para la señal identificada basándose en la diferencia de frecuencia calculada y la diferencia de fase. En el bloque 1306, el procesador puede comparar la diferencia de frecuencia de llegada determinada para la señal identificada con los datos asociados con los emisores conocidos en la lista de características para estimar un origen de señal identificado. En el bloque 1308, el procesador 214 puede indicar el origen de señal identificado estimado en una pantalla del dispositivo de gestión del espectro. Como ejemplo, el procesador 214 puede superponer el origen estimado en un mapa que muestra el dispositivo de gestión del espectro.

[0156] La FIG. 14 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad para mostrar una indicación de un tipo de datos identificado dentro de una señal. En una modalidad, las operaciones del método 1400 pueden realizarse por un procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 1202. En el bloque 1402, el procesador 214 puede determinar los parámetros de señal para una señal de interés identificada. En el bloque 1404, el procesador 214 puede determinar el tipo de modulación para la señal de interés. En el bloque 1406, el procesador 214 puede determinar los datos de protocolo para la señal de interés. En el bloque 1408, el procesador 214 puede determinar el tiempo de símbolo para la señal de interés. En el bloque 1410, el procesador 214 puede seleccionar un esquema de carga útil en función de los parámetros de señal determinados, el tipo de modulación, los datos de protocolo y la temporización de símbolos. Como ejemplo, el esquema de carga útil puede

indicar cómo se transportan los datos en una señal. Por ejemplo, los datos en transmisiones de televisión por aire pueden ser transportados de manera diferente a los datos en comunicaciones celulares y los parámetros de señal, el tipo de modulación, los datos de protocolo y la temporización de símbolos pueden identificar el esquema de carga útil aplicable para aplicar a la señal. En el bloque 1412, el procesador 214 puede aplicar el esquema de carga útil seleccionado para identificar el tipo o tipos de datos dentro de la señal de interés. De esta manera, el procesador 214 puede determinar qué tipo de datos se transportan en la señal, como datos de voz, datos de video y/o datos basados en texto. En el bloque 1414, el procesador puede almacenar el tipo o tipos de datos. En el bloque 1416, el procesador 214 puede mostrar una indicación de los tipos de datos identificados.

[0157] La FIG. 15 ilustra un flujo de proceso de un método de modalidad 1500 para determinar el tipo de modulación, los datos de protocolo y los datos de temporización de símbolos. El método 1500 es similar al método 900 descrito anteriormente con referencia a la FIG. 9, excepto que también se puede determinar el tipo de modulación. En una modalidad, las operaciones del método 1500 pueden realizarse por un procesador 214 de un dispositivo de gestión de espectro 1202. En los bloques 902, 904, 905, 906, 908 y 910, el procesador 214 puede realizar operaciones de bloques numerados iguales del método 900 descrito anteriormente con referencia a la FIG. 9. En el bloque 1502, el procesador puede determinar y almacenar un tipo de modulación. Como ejemplo, un tipo de modulación puede ser una indicación de que la señal está modulada en frecuencia (por ejemplo, FSK, MSK, etc.) o modulada en fase (por ejemplo, BPSK, QPSK, QAM, etc.) o de espectro ensanchado (por ejemplo, Vector Cooperativo de Acceso Múltiple (CVMA), etc.). Como se discutió anteriormente, en el bloque 914 el procesador puede determinar y almacenar datos de protocolo y en el bloque 916 el procesador puede determinar y almacenar datos de tiempo.

[0158] En una modalidad, basada en la detección de señal, un módulo de seguimiento de tiempo, como un módulo TDOA/FDOA 1204, puede rastrear el intervalo de repetición de frecuencia en el que la señal está cambiando. El intervalo de repetición de frecuencia también se puede rastrear para una señal de ráfaga. En una modalidad, el dispositivo de gestión del espectro puede medir el entorno de la señal y establecer anclas en función de la información almacenada en la base de datos histórica o estática sobre las fuentes y

ubicaciones conocidas del transmisor. En una modalidad, la información de fase sobre una señal se extrae utilizando una ecuación de correlación de descomposición espectral para medir el ángulo de llegada ("AO A") de la señal. En una modalidad, el procesador del dispositivo de gestión del espectro puede determinar la potencia recibida como la intensidad de la señal recibida ("RSS") y, según el AOA y el RSS, puede medir la diferencia de frecuencia de llegada. En una modalidad, el desplazamiento de frecuencia de la señal recibida puede medirse y agregarse a lo largo del tiempo. En una modalidad, después de una muestra inicial de una señal, las señales transmitidas conocidas pueden medirse y compararse con el RSS para determinar el error de cambio de frecuencia. En una modalidad, el procesador del dispositivo de gestión de espectro puede calcular una función de ambigüedad cruzada de cambios agregados en el tiempo de llegada y la frecuencia de llegada. En una modalidad adicional, el procesador del dispositivo de gestión del espectro puede recuperar datos FFT para una señal medida y agregar los datos para determinar los cambios en el tiempo de llegada y la frecuencia de llegada. En una modalidad, los componentes de la señal de cambio en la frecuencia de llegada pueden promediarse a través de un filtro de Kalman con un filtro de toma ponderado de 2 a 256 pesos para eliminar el error de medición, como ruido, interferencia por trayectos múltiples, etc. En una modalidad, la diferencia de frecuencia de las técnicas de llegada puede aplicarse cuando el emisor de la señal o el dispositivo de gestión del espectro se están moviendo o cuando el emisor de la señal y el dispositivo de gestión del espectro están ambos estacionarios. Cuando el emisor de la señal y el dispositivo de gestión del espectro están ambos estacionarios, la determinación de la posición del emisor se puede hacer cuando se conocen al menos cuatro posiciones conocidas de otros emisores de señal y las características de la señal pueden estar disponibles. En una modalidad, un usuario puede proporcionar los otros cuatro emisores conocidos y/o puede usar emisores conocidos ya colocados, y puede usar los valores de frecuencia, ancho de banda, potencia y distancia de los emisores conocidos y sus respectivas señales. En una modalidad, donde el emisor de la señal o el dispositivo de gestión del espectro puede moverse, se pueden realizar técnicas de deferencia de llegada de frecuencia utilizando dos emisores conocidos.

[0159] La FIG. 16 ilustra un método de realización para rastrear un origen de señal. En una modalidad, las operaciones del método 1600 pueden realizarse por un procesador 214 de un

dispositivo de gestión de espectro 1202. En el bloque 1602, el procesador 214 puede determinar una diferencia de tiempo de llegada para una señal de interés. En el bloque 1604, el procesador 214 puede determinar una diferencia de frecuencia de llegada para una señal de interés. Como ejemplo, el procesador 214 puede tomar la inversa de la diferencia de tiempo de llegada para determinar la diferencia de frecuencia de llegada de la señal de interés. En el bloque 1606, el procesador 214 puede identificar la ubicación. Como ejemplo, el procesador 214 puede determinar la ubicación basándose en las coordenadas proporcionadas desde un receptor GPS. En el bloque de determinación 1608, el procesador 214 puede determinar si hay al menos cuatro emisores conocidos en la ubicación identificada. Como ejemplo, el procesador 214 puede comparar las coordenadas geográficas de la ubicación identificada con una base de datos estática y/o histórica para determinar si al menos cuatro señales conocidas están dentro de un área asociada con las coordenadas geográficas. Si al menos cuatro emisores conocidos están presentes (es decir, el bloque de determinación 1608 = "Sí"), en el bloque 1612 el procesador 214 puede recopilar y medir el RSS de los emisores conocidos y la señal de interés. Como ejemplo, el procesador 214 puede usar los valores de frecuencia, ancho de banda, potencia y distancia de los emisores conocidos y sus señales respectivas y la señal de interés. Si hay menos de cuatro emisores conocidos (es decir, el bloque de determinación 1608 = "No"), en el bloque 1610 el procesador 214 puede medir el ángulo de llegada para la señal de interés y el emisor conocido. Usando el RSS o ángulo o llegada, en el bloque 1614 el procesador 214 puede medir el cambio de frecuencia y en el bloque 1616 el procesador 214 puede obtener la función de ambigüedad cruzada. En el bloque de determinación 1618, el procesador 214 puede determinar si la función de ambigüedad cruzada converge a una solución. Si la función de ambigüedad cruzada converge a una solución (es decir, el bloque de determinación 1618 = "Sí"), en el bloque 1620 el procesador 214 puede agregar los datos de cambio de frecuencia. En el bloque 1622, el procesador 214 puede aplicar uno o más filtros a los datos agregados, como un filtro de Kalman. Además, el procesador 214 puede aplicar ecuaciones, tales como ecuaciones de mínimos cuadrados ponderados y ecuaciones de máxima verosimilitud, y filtros adicionales, como filtros sin línea de vista ("NLOS") a los datos agregados. En una modalidad, la función de ambigüedad cruzada puede resolver la posición del emisor de la señal de interés dentro de los 3 metros. Si la función de

ambigüedad cruzada no converge a una solución (es decir, el bloque de determinación 1618 = "No"), en el bloque 1624 el procesador 214 puede determinar la diferencia de tiempo de llegada de la señal y en el bloque 1626 el procesador 214 puede agregar los datos de cambio del tiempo. Además, el procesador puede filtrar los datos para reducir la interferencia. Ya sea que se basen en la diferencia de frecuencia de llegada o la diferencia de tiempo de llegada, los datos agregados y filtrados pueden indicar una posición del emisor de la señal de interés, y en el bloque 1628 el procesador 214 puede emitir la información de seguimiento para la posición del emisor de la señal de interés para una pantalla del dispositivo de gestión del espectro y/o la base de datos histórica. En una modalidad adicional, la ubicación de los emisores, el tiempo y la duración de la transmisión en una ubicación pueden almacenarse en la base de datos histórica, de modo que la información histórica puede usarse para realizar y predecir el movimiento de la transmisión de la señal. En una modalidad adicional, se puede considerar que los factores ambientales reducen adicionalmente el error medido y generan una medición más precisa de la ubicación del emisor de la señal de interés.

[0160] El procesador 214 de los dispositivos de administración de espectro 202, 802 y 1202 puede ser cualquier microprocesador programable, microcomputador o chip de procesador múltiple o chips que pueden configurarse mediante instrucciones de software (aplicaciones) para realizar una variedad de funciones, incluidas las funciones de las diversas realizaciones descritas encima. En algunos dispositivos, se pueden proporcionar múltiples procesadores, como un procesador dedicado a las funciones de comunicación inalámbrica y un procesador dedicado a ejecutar otras aplicaciones. Normalmente, las aplicaciones de software pueden almacenarse en la memoria interna 226 o 230 antes de que se acceda a ellas y se carguen en el procesador 214. El procesador 214 puede incluir memoria interna suficiente para almacenar las instrucciones del software de la aplicación. En muchos dispositivos, la memoria interna puede ser una memoria volátil o no volátil, como la memoria flash o una mezcla de ambos. Para los fines de esta descripción, una referencia general a la memoria se refiere a la memoria a la que puede acceder el procesador 214, incluida la memoria interna o la memoria extraíble conectada al dispositivo y la memoria dentro del propio procesador 214.

[0161] Dispositivos de Identificación en el Espacio en Blanco.

[0162] La presente invención proporciona sistemas, métodos y soluciones de aparatos para la detección de dispositivos en espacios en blanco, que mejora la técnica anterior al identificar fuentes de emisión de señales al detectar automáticamente las señales y crear perfiles de señales únicos. La detección de dispositivos tiene una función y aplicaciones importantes en el ejército y otros sectores de inteligencia, donde la identificación del dispositivo emisor es crucial para el monitoreo y la vigilancia, incluida la identificación específica del emisor (SEI).

[0163] La presente invención proporciona al menos dos funciones clave: aislamiento de la señal y detección del dispositivo. El aislamiento de la señal según la presente invención es un proceso mediante el cual se detecta una señal, se aísla mediante el filtrado y la amplificación, entre otros métodos, y se extraen las características clave. La detección de dispositivos según la presente invención es un proceso mediante el cual las señales detectadas se hacen coincidir con un dispositivo a través de la comparación con los perfiles de señal del dispositivo y puede incluir aplicar un nivel de confianza y/o calificación a la coincidencia de perfil de señal. Además, la detección de dispositivos cubre tecnologías que permiten el almacenamiento de comparaciones de perfiles, de modo que la comparación futura se puede realizar con mayor eficiencia y/o precisión. Los sistemas, métodos y aparatos de la presente invención están contruidos y configurados funcionalmente para identificar cualquier dispositivo emisor de señales, incluyendo a modo de ejemplo y no como limitación, una radio, un teléfono celular, etc. Otra función clave proporcionada por la presente invención es la detección ciega e identificación del protocolo.

[0164] Con respecto al aislamiento de la señal, las siguientes funciones se incluyen en la presente invención: amplificar, filtrar, detectar señales a través de la detección de energía, basada en la forma de onda, basada en correlación espectral, basada en la identificación por radio o en el método de filtro emparejado, identificar la interferencia, identificar la línea base ambiental (s), y/o identificar las características de la señal.

[0165] Con respecto a la detección de dispositivos, las siguientes funciones se incluyen en el presente invento: uso de perfiles de señales y/o comparación con bases de datos conocidas y perfiles registrados previamente, identificando el dispositivo o emisor esperado, indicando el nivel de confianza para la identificación y/o almacenando la información de detección y perfilado para algoritmos y correspondencia mejorados. En

modalidades preferidas de la presente invención, la identificación de al menos un dispositivo emisor de señales es precisa hasta un grado predeterminado de confianza entre aproximadamente 80 y aproximadamente 95 por ciento, y más preferiblemente entre aproximadamente 80 y aproximadamente 100 por ciento. El nivel de confianza o el grado de confianza se basa en la cantidad de datos medidos coincidentes en comparación con los datos históricos y/o los datos de referencia para una frecuencia predeterminada y otras características.

[0166] La presente invención proporciona la detección de dispositivos de emisión de señales inalámbricas en el espacio en blanco en función de una señal medida, y considera la base de las licencias proporcionadas en al menos una base de datos de referencia, preferiblemente la comisión de comunicación federal (FCC) y/u otra base de datos definida incluyendo listados de licencias. Los métodos incluyen las etapas de proporcionar un dispositivo para medir las características de las señales de los dispositivos emisores de señales en un espectro asociado con las comunicaciones inalámbricas, las características de los datos medidos de los dispositivos emisores de señales, que incluyen frecuencia, potencia, ancho de banda, duración, modulación y combinaciones en esto; realizar una evaluación o categorización de señales analógicas y/o digitales; determinar el mejor ajuste en función de la frecuencia si el espectro de potencia medido se designa en datos históricos y/o de referencia, incluidos, entre otros, el FCC u otras bases de datos para seleccionar rangos de frecuencia; determinación analógica o digital, basada en potencia y banda lateral combinada con asignación de frecuencia; determinar una señal TDM/FDM/CDM, según la duración y el ancho de banda; determinar el mejor ajuste de modulación para la señal deseada, si el ancho de banda y la duración coinciden con la(s) base(s) de datos de la señal; añadiendo identificación de modulación a la base de datos; listar las posibles modulaciones con el mejor ajuste de porcentaje, en función de la potencia, el ancho de banda, la frecuencia, la duración, la asignación de la base de datos y sus combinaciones; e identificar al menos un dispositivo emisor de señal a partir de los resultados compuestos de los pasos anteriores. Además, la presente invención proporciona que la medición de fase de la señal se calcula entre la diferencia de la frecuencia final del ancho de banda y la frecuencia central máxima y la frecuencia de inicio del ancho de banda y la frecuencia central máxima

para obtener una mejor medición de la tasa de caída de la banda lateral de la señal para ayudar a determinar la modulación de la señal.

[0167] En modalidades de la presente invención, se proporciona un aparato para identificar automáticamente dispositivos en un espectro, el aparato que incluye una carcasa, al menos un procesador y memoria, y sensores construidos y configurados para detectar y medir señales de comunicaciones inalámbricas de dispositivos emisores de señales en un espectro asociado a las comunicaciones inalámbricas; y en el que el aparato es operable para analizar automáticamente los datos medidos para identificar al menos un dispositivo emisor de señales casi en tiempo real desde el intento de detección e identificación de al menos un dispositivo emisor de señales. Las características de las señales y los datos medidos de los dispositivos emisores de señales incluyen frecuencia, potencia, ancho de banda, duración, modulación y combinaciones de los mismos.

[0168] Los sistemas de la presente invención que incluyen al menos un aparato, en donde el al menos un aparato es operable para la comunicación basada en red con al menos una computadora servidor que incluye una base de datos, y/o con al menos otro aparato, pero no requiere una conexión a la al menos una computadora servidor que pueda funcionar para identificar dispositivos emisores de señales; en donde cada uno de los aparatos es operable para identificar dispositivos emisores de señales que incluyen: una carcasa, al menos un procesador y una memoria, y sensores construidos y configurados para detectar y medir señales de comunicaciones inalámbricas de dispositivos emisores de señales en un espectro asociado con comunicaciones inalámbricas; y en el que el aparato es operable para analizar automáticamente los datos medidos para identificar al menos un dispositivo emisor de señales casi en tiempo real desde el intento de detección e identificación de al menos un dispositivo emisor de señales.

[0169] Identificación de Espacio Abierto en un Espectro de Comunicación Inalámbrica.

[0170] La presente invención proporciona soluciones de sistemas, métodos y aparatos para identificar automáticamente espacios abiertos, incluyendo espacios abiertos en el espacio en blanco de un espectro de comunicación inalámbrica. Es importante destacar que la presente invención identifica el espacio abierto como el espacio que no se utiliza y/o rara vez se utiliza (e identifica al propietario de las licencias para el espacio que se usa poco, si corresponde), incluidos el espectro sin licencia, el espacio en blanco, las bandas de guarda

y las combinaciones de los mismos. Los pasos del método de la presente invención incluyen: obtener automáticamente un listado o informe de todas las frecuencias en el rango de frecuencias; trazar una línea y/o un gráfico que muestre la potencia y la actividad del ancho de banda; establecer frecuencias en función de un paso de frecuencia y/o resolución para que solo se representen gráficamente las frecuencias definidas por el usuario; generar archivos, como a modo de ejemplo y sin limitación, archivos .csv o .pdf, que muestran valores promedio y/o agregados de potencia, ancho de banda y frecuencia para cada paso de frecuencia derivado; y mostrar un informe de actividad a lo largo del tiempo, durante el día o la noche, en las bandas de frecuencia si hay más de una, en el espacio en blanco si se solicita, en la banda industrial, científica y médica (ISM) o en el espacio si se solicita; y si el espacio de frecuencia rara vez se encuentra en esa área, identifique y enumere las frecuencias y los titulares de licencias.

[0171] Los pasos adicionales incluyen: escanear automáticamente el intervalo de frecuencia, en donde un escaneo predeterminado incluye un intervalo de frecuencia entre aproximadamente 54 MHz y aproximadamente 804 MHz; un escaneo ISM entre aproximadamente 900 MHz y aproximadamente 2.5 GHz; un escaneo ISM entre aproximadamente 5 GHz y aproximadamente 5.8 GHz; y/o un rango de frecuencia basado en las entradas proporcionadas por un usuario. Además, los pasos del método incluyen el escaneo por un tiempo asignado entre un mínimo de aproximadamente 15 minutos hasta aproximadamente 30 días; preferiblemente escaneando los tiempos asignados seleccionados de entre los siguientes: un mínimo de aproximadamente 15 minutos; unos 30 minutos; alrededor de 1 hora en incrementos; alrededor de 5 horas en incrementos; alrededor de 10 horas en incrementos; unas 24 horas; alrededor de 1 día; y aproximadamente hasta 30 días; y combinaciones de los mismos. En modalidades preferidas, si el aparato está configurado para escanear automáticamente durante más de aproximadamente 15 minutos, entonces el aparato se configura preferiblemente para actualizar los resultados, incluyendo la actualización de gráficos y/o informes por un tiempo aproximadamente igual (por ejemplo, cada 15 minutos).

[0172] Los sistemas, métodos y aparatos también permiten calcular automáticamente un porcentaje de actividad asociada con el espacio abierto identificado en frecuencias y/o bandas ISM predeterminadas.

[0173] Base de datos de señales.

[0174] Las modalidades preferidas de la presente invención proporcionan datos detectados y/o medidos recibidos por al menos un aparato de la presente invención, datos analizados, datos históricos y/o datos de referencia, datos de cambio de estado y cualquier actualización de los mismos, son almacenables en cada uno del al menos un aparato. En los sistemas de la presente invención, cada aparato incluye además transmisores para enviar los datos detectados y/o medidos recibidos por al menos un aparato de la presente invención, datos analizados, datos históricos y/o datos de referencia, cambio de estado de los datos, y cualquier actualización de los mismos, se comunican a través de la red a la al menos una computadora de servidor remoto y sus bases de datos correspondientes. Preferiblemente, los servidores agregan los datos recibidos de la multiplicidad de aparatos o dispositivos para producir una base de datos compuesta para cada uno de los tipos de datos indicados. Por lo tanto, aunque cada uno de los aparatos o dispositivos es completamente funcional y autónomo dentro de la carcasa para realizar todos los pasos y operaciones del método sin conectividad de comunicación basada en la red con el servidor o servidores remotos, cuando están conectados, como se ilustra en la FIG. 29, los dispositivos distribuidos proporcionan la base de datos compuesta, que permite un análisis adicional que no es posible para aparatos individuales, aislados o unidades de dispositivos (cuando no están conectados en una comunicación basada en la red), que resuelve una necesidad no satisfecha desde hace mucho tiempo.

[0175] En particular, la agregación de datos de diferentes aparatos o unidades distribuidas de dispositivos permite la comparación de conjuntos de muestras de datos para comparar datos de señales o información de factores similares, como la hora(s), el día(s), lugares, ubicaciones geográficas o regiones, situaciones, actividades, etc., así como para comparar diversas características de la señal con los factores, en donde las características de la señal y sus correspondientes datos detectados y/o medidos, incluidos datos sin procesar y datos de cambio de estado, y/o datos analizados de los dispositivos que emiten señales incluyen la frecuencia, potencia, ancho de banda, duración, modulación y combinaciones de los mismos. Preferiblemente, las comparaciones se realizan casi en tiempo real. La agregación de datos puede proporcionar información sobre el mismo modo o modo similar de un aparato a otro, explorando los mismos o diferentes rangos de frecuencia, con diferentes

factores y/o características de señal recibidas y almacenadas en la base de datos, tanto en cada aparato como unidad de dispositivo, y cuando están conectados en comunicación basada en red para la transmisión de los datos a al menos un servidor remoto.

[0176] La agregación de datos de una multiplicidad de unidades también proporciona ventajosamente un escaneo continuo de 24 horas/7 días a la semana, y permite que el sistema identifique las secciones que existen, así como la información posiblemente omitida o los datos perdidos, que aún pueden considerarse para comparaciones, incluso si está incompleto. Desde un punto de vista temporal, puede que no haya una linealidad con respecto a cuándo los datos son recopilados o recibidos por las unidades; más bien, los sistemas y métodos de la presente invención proporcionan una correspondencia automática de tiempo, es decir, marcos de tiempo coincidentes y tiempos relativos, incluso cuando el entorno, las actividades y/o el contexto pueden ser diferentes para diferentes unidades. A modo de ejemplo y no de limitación, diferentes unidades pueden detectar y/o medir la misma señal del mismo dispositivo emisor de señales en el espectro, pero la interferencia, la potencia, los factores ambientales y otros factores pueden presentar problemas de identificación que excluyen uno de los al menos un aparato o unidades de dispositivos de determinar la identidad del dispositivo emisor de señales con el mismo grado de certeza o confianza. La variación en estos datos de una multiplicidad de unidades que miden las mismas señales permite la agregación y la comparación en el servidor remoto utilizando las bases de datos distribuidas de cada unidad para generar un informe de variación casi en tiempo real. Por lo tanto, la(s) base(s) de datos proporciona una base de datos de repositorio en la memoria del aparato o las unidades del dispositivo, y/o los datos de una multiplicidad de unidades se agregan en al menos un servidor remoto para proporcionar una red activa con nodos distribuidos en una región que produce una base de datos activa o dinámica de señales, los dispositivos identificados, el espacio abierto identificado y las combinaciones de los mismos, y los nodos pueden informar o transmitir datos a través de una comunicación basada en la red a un concentrador central o servidor. Esto permite comparar automáticamente los dispositivos emisores de señales o sus perfiles y los correspondientes datos, situaciones, actividades, geografías, tiempos, días y/o entornos detectados o medidos correspondientes, que proporcionan datos únicos compuestos y de comparación que pueden actualizarse continuamente.

[0177] La FIG. 29 muestra un diagrama esquemático que ilustra aspectos de los sistemas, métodos y aparatos según la presente invención. Cada nodo incluye un aparato o unidad de dispositivo, referenciado en la FIG. 29 como "Dispositivo SigSet A", "Dispositivo SigSet B", "Dispositivo SigSet C" y a través del "Dispositivo SigSet N" construidos y configurados para el intercambio selectivo, tanto transmitiendo como recibiendo información a través de una conexión de red, ya sean comunicaciones por cable o inalámbrica, con la SigDB maestra o la base de datos en una ubicación de servidor remoto desde las unidades.

[0178] Además, los nodos de agregación de la base de datos de los aparatos o unidades de dispositivos proporcionan una línea de base en comparación con los nuevos datos, que proporcionan análisis y resultados casi en tiempo real dentro de cada uno de los al menos un aparato o unidad de dispositivos, que calcula y genera resultados como la identificación del dispositivo de emisión de señales, identificación del espacio abierto, optimización de la señal y combinaciones de los mismos, en función de los ajustes particulares de cada uno de los al menos un aparato o unidad de dispositivo. Las configuraciones incluyen rangos de frecuencia, ubicación y distancia de otras unidades, diferencia en la propagación de una unidad a otra, y combinaciones de las mismas, que se toman en cuenta en los resultados finales.

[0179] Los sistemas, métodos y modalidades de aparatos de la presente invención permiten aprovechar el uso de deltas o diferenciales de la línea de base, así como los datos reales, para proporcionar detección, medición y análisis en el sitio para un entorno y espectro dados, para cada uno de ellos al menos un aparato o unidad de dispositivo. Debido a que la presente invención proporciona al menos un procesador en cada unidad para comparar señales y diferencias características de la señal utilizando datos comprimidos para deltas para proporcionar resultados casi en tiempo real, el almacenamiento de la base de datos puede optimizarse aún más almacenando datos comprimidos y/o deltas, y luego descomprimiendo y/o reconstruyendo las señales reales utilizando los deltas y la referencia. Los análisis también se proporcionan utilizando este enfoque. Entonces, la(s) base(s) de señales proporciona un almacenamiento de datos reducido al conjunto de muestra más pequeño que aún proporciona al menos la línea de base y los deltas para

permitir que la reconstrucción y el análisis de la señal produzcan los resultados descritos de acuerdo con la presente invención.

[0180] Preferiblemente, los análisis de modelado y virtualización habilitados por las bases de datos en cada uno de los al menos uno de los aparatos o unidades de dispositivos independientemente de la computadora del servidor remoto, y también se proporciona en la computadora del servidor remoto a partir de datos agregados, para proporcionar "relleno de huecos" para datos omitidos o ausentes, y/o para reconstrucción de deltas. Una multiplicidad de deltas puede proporcionar identificación de señales, identificación de interferencias, identificación de bandas vecinas, identificación de dispositivos, optimización de señales y combinaciones, todo en tiempo casi real. Significativamente, el enfoque de deltas de la presente invención que proporciona la minimización de conjuntos de datos o conjuntos de datos de muestra requeridos para comparaciones y/o análisis, es decir, el intervalo más pequeño de tiempo, frecuencia, etc. que captura todas las señales representativas y/o deltas asociadas con las señales, condiciones ambientales, ruido, etc.

[0181] La(s) base(s) de señales puede(n) representarse con indicaciones visuales que incluyen diagramas, gráficos, diagramas, tablas y combinaciones de los mismos, que pueden ser presentados directamente por el aparato o unidad de dispositivo en su pantalla correspondiente dentro de la carcasa. Además, la(s) base(s) de datos de señales proporcionan a cada aparato o unidad de dispositivo para recibir un primer conjunto de datos de muestra en un primer período de tiempo, y recibir un segundo conjunto de datos de muestra en un segundo período de tiempo, y recibir un conjunto de datos de muestra N en un correspondiente período de tiempo N; para guardar o almacenar cada uno de los al menos dos conjuntos de datos de muestra distintos; para comparar automáticamente los al menos dos conjuntos de datos de muestra para determinar un cambio de estado o "delta". Preferiblemente, la base de datos recibe y almacena al menos el primero de los al menos dos conjuntos de datos y también almacena el delta. Los valores delta almacenados proporcionan un rápido análisis y regeneración de los valores reales de los conjuntos de muestras a partir de los valores delta, lo que contribuye ventajosamente a los resultados casi en tiempo real de la presente invención.

[0182] En modalidades preferidas de la presente invención, el al menos un aparato está explorando continuamente el entorno en busca de señales, deltas de al menos un conjunto

de datos de muestra anterior, y combinaciones, que se categorizan, clasifican y almacenan en la memoria.

[0183] Los sistemas, métodos y modalidades de aparatos de la presente invención incluyen componentes y requisitos de hardware y software para proporcionar a cada una de las unidades de aparatos para conectar y comunicar datos diferentes que detectan, miden, analizan y/o almacenan en bases de datos locales en memoria en cada una de las unidades con la computadora y la base de datos del servidor remoto. Por lo tanto, la base de datos maestra o "SigDB" es operable para ser aplicada y conectada a las unidades, y puede incluir hardware y software comercialmente disponible, por ejemplo, SQL Server 2012, y ser aplicada para proporcionar a un usuario los criterios para actualizar/actualizar su red de servidores actual a la configuración correcta que se requiere para operar y acceder a SigDB. Además, el SigDB está preferiblemente diseñado, construido y como una configuración completa del sistema de hardware y software para el usuario, incluidas las pruebas de carga y la configuración y seguridad de la red. Otros requisitos ejemplares incluyen que el SigDB incluirá una estructura de base de datos que puede sustentar una multiplicidad de información de unidades de aparatos; proporcionar un método para actualizar la base de datos de FCC y/o la base de datos histórica según un tiempo establecido (cada mes/trimestre/semana, etc.) y de acuerdo con los cambios en las bases de datos de FCC.gov que se integran en la base de datos; operable para recibir y descargar datos de la unidad desde una ubicación remota a través de una conexión de red; ser operable para consultar los datos de la unidad del aparato almacenados en el servidor de la base de datos SigDB y para consultar los datos de la unidad del aparato en el tiempo "presente" a un dispositivo de la unidad del aparato en particular por un tiempo "presente" dado que no esté disponible en la base de datos del servidor SigDB actual; actualizar esta información en su propia estructura de base de datos; para realizar un seguimiento de las identificaciones de dispositivos y la información que recopila cada unidad de aparato, incluida su ubicación; para consultar las unidades del aparato según la ID del dispositivo o la ubicación del dispositivo o la unidad del aparato; para conectarse a varios dispositivos y/o unidades de aparatos en una red de comunicaciones distribuida; para particionar los datos de cada unidad o dispositivo del aparato y diferenciar los datos de cada uno en función de su ubicación e ID de dispositivo; para unir consultas de varios dispositivos si un usuario desea conocer la información

obtenida de varias unidades de aparatos remotos en un momento dado; para proporcionar capacidad a varios usuarios (actualmente hasta 5 por unidad de dispositivo o dispositivo) para consultar información de la base de datos o unidad de dispositivo SigDB o dispositivo; para otorgar permisos de acceso a los registros para cada usuario según la identificación del dispositivo, la información pertinente o las tablas/ubicación; para conectarse a una GUI de usuario desde un dispositivo remoto, como una estación de trabajo o tableta, desde una aplicación web; para recuperar consultas de datos basadas en información del usuario y/o trabajos; para integrar la base de datos externa de información de la base de datos de las unidades del aparato; y combinaciones de los mismos.

[0184] Además, en modalidades preferidas, se proporciona una interfaz GUI basada en un software de aplicación web; en una modalidad, la GUI de SigDB se proporciona en cualquier software apropiado, como a modo de ejemplo, en Visual Studio utilizando la tecnología .Net/Asp.Net o JavaScript. En cualquier caso, la GUI de SigDB opera preferiblemente a través de sistemas multiplataforma con la configuración correcta del navegador y sistema operativo (OS); proporciona los requisitos iniciales de una pantalla de Historial en cada unidad del aparato para acceder a la información del servidor o consultar una unidad del aparato remoto que contenga la información del usuario deseada; y genera informes .csv y .pdf que son útiles para el usuario.

[0185] Informes Automatizados y Análisis de Visualización.

[0186] Varios informes para describir e ilustrar con visualización los datos y el análisis de los resultados del dispositivo, sistema y método de las actividades de gestión del espectro incluyen al menos informes sobre el consumo de energía, encuesta de RF y/o varianza, así como detección de interferencias, detección de intermodulación, licencias no correlacionadas y/o identificación de espacios abiertos.

[0187] Los sistemas, métodos y dispositivos de las diversas modalidades permiten la gestión del espectro mediante la identificación, clasificación y catalogación de señales de interés basadas en mediciones de radiofrecuencia. En una modalidad, las señales y los parámetros de las señales pueden identificarse y las indicaciones de las frecuencias disponibles pueden presentarse a un usuario. En otra modalidad, también se pueden identificar los protocolos de señales. En una modalidad adicional, se pueden identificar la

modulación de señales, dispositivos o tipos de dispositivos que emiten señales, los tipos de datos transportados por las señales y los orígenes de señales estimados.

[0188] Refiriéndose nuevamente a los dibujos, la Fig. 17 es un diagrama esquemático que ilustra una modalidad para asustar y encontrar espacio abierto. Una pluralidad de nodos se encuentra en comunicación inalámbrica o por cable con una radio definida por software, que recibe información sobre los canales abiertos luego del escaneo en tiempo real y el acceso a la información de frecuencia de la base de datos externa.

[0189] La FIG. 18 es un diagrama de una modalidad de la invención en la que los nodos de radio definidos por software están en comunicación inalámbrica o por cable con un transmisor maestro y un maestro de detección de dispositivos.

[0190] La FIG. 19 es un diagrama de flujo de proceso de un método de modalidad para dividir temporalmente los datos en intervalos para el análisis y comparación del uso de potencia. Los intervalos de datos se establecen inicialmente en segundos, minutos, horas, días y semanas, pero se pueden ajustar para tener en cuenta los distintos períodos de tiempo (por ejemplo, si un intervalo general de datos es solo una semana, las divisiones de intervalo de datos no serían semanas). En una modalidad, la división de intervalo de datos se utiliza para producir información e informes de variación de potencia.

[0191] La FIG. 20 es un diagrama de flujo que ilustra una modalidad en la que se produce una coincidencia de frecuencia a licencia. En tal modalidad, los criterios de frecuencia central y ancho de banda pueden verificarse en una base de datos para verificar si hay una coincidencia de licencia. Tanto las bandas con licencia como las que no tienen licencia pueden compararse con las frecuencias y, si es necesario, los factores no correlacionados pueden marcarse cuando una frecuencia no está correlacionada.

[0192] La FIG. 21 es un diagrama de flujo que ilustra un método de modalidad para reportar información de uso de energía, incluidos datos de ubicación, datos desglosados por intervalos de tiempo, información de frecuencia y uso de energía por banda, distribución de energía promedio, modelos de propagación, factores atmosféricos, que pueden representarse gráfica, cuantitativa, cualitativamente y superpuesto en un mapa geográfico o topográfico.

[0193] La FIG. 22 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para crear matrices de frecuencia. Para cada inicialización, una modalidad de la invención determinará

una frecuencia central, ancho de banda, potencia máxima, nivel de ruido, ancho de banda de resolución, potencia y fecha/hora. Las frecuencias iniciales y finales se calculan utilizando el ancho de banda y la frecuencia central y las frecuencias similares se agregan y clasifican para producir un conjunto de matrices de frecuencias que coincidan con las mediciones de potencia capturadas en cada banda.

[0194] La FIG. 23 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para replantear y agregar potencia cuando se producen matrices de frecuencia.

[0195] La FIG. 24 es un diagrama de flujo que ilustra un método de modalidad para reportar el vencimiento de licencias mediante el acceso a bases de datos estáticas o FCC.

[0196] La FIG. 25 es un diagrama de flujo que ilustra un método de modalidad para informar el uso de la potencia de frecuencia en formato gráfico, de cuadro o informe, con la opción de agregar frecuencias de FCC u otras bases de datos.

[0197] La FIG. 26 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para conectar dispositivos. Después de adquirir una ubicación GPS, se accede a las bases de datos estáticas y de la FCC para actualizar la información de la licencia, si está disponible. Una exploración de frecuencia encontrará espacios abiertos y detectará interferencias y/o colisiones. En función de la ID del dispositivo maestro, configure un token generado aleatoriamente para seleccionar el modelo de canal disponible en forma de canal y transmita continuamente el token del canal de ID. Si el dispositivo de nodo lee la ID, se establecerá a sí mismo en un canal basado en el token y el dispositivo se conectará al dispositivo maestro. El dispositivo maestro establecerá la frecuencia y el canal de ancho de banda. Para cada dispositivo conectado al maestro, se establece una frecuencia, un ancho de banda y un intervalo de tiempo para transmitir. En una modalidad, estos pasos se pueden repetir hasta que se conecte el número máximo de dispositivos. A medida que se conectan nuevos dispositivos, la lista de dispositivos se actualiza con el modelo de canal y el dispositivo se establece como activo. Los dispositivos desconectados se establecen como inactivos. Si se produce una colisión, actualice el modelo del canal y obtenga un nuevo canal de token. Las exploraciones activas buscarán dispositivos nuevos o perdidos y actualizarán la lista de dispositivos, el modelo de canal y el estado en consecuencia. Las ID de modelo de canal se envían activamente para dispositivos nuevos o perdidos.

[0198] La FIG. 27 es un diagrama de flujo que ilustra un método de realización para abordar las colisiones.

[0199] La FIG. 28 es un diagrama esquemático de una modalidad de la invención que ilustra una red informática virtualizada y una pluralidad de dispositivos distribuidos. La FIG. 28 es un diagrama esquemático de una modalidad de la presente invención, que ilustra componentes de un sistema informático basado en la nube y una red para la comunicación distribuida con los dispositivos de comunicación móvil. La FIG. 28 ilustra un sistema informático virtualizado ejemplar para modalidades de la plataforma de lealtad y recompensas de la presente invención. Como se ilustra en la FIG. 28, se muestra un esquema básico de algunos de los componentes clave de un sistema de computación virtualizada (o basado en la nube) de acuerdo con la presente invención. El sistema 2800 comprende al menos un servidor remoto 2810 con una unidad de procesamiento 2811 y memoria. El servidor 2810 está construido, configurado y acoplado para permitir la comunicación a través de una red 2850. El servidor proporciona la interconexión del usuario con el servidor a través de la red con al menos un aparato como se describe en la presente arriba 2840, ubicado de forma remota desde el servidor. El aparato 2840 incluye una memoria 2846, una CPU 2844, un sistema operativo 2847, un bus 2842, un módulo de entrada/salida 2848 y una salida o pantalla 2849. Además, el sistema es operable para una multiplicidad de dispositivos o modalidades de aparatos 2860, 2870, por ejemplo, en una arquitectura cliente/servidor, como se muestra, cada uno con salidas o pantallas 2869 y 2979, respectivamente. Alternativamente, la interconexión a través de la red 2850 utilizando al menos un dispositivo o aparato para medir dispositivos emisores de señales, cada uno de los al menos un aparato es operable para la comunicación basada en la red. Además, se pueden usar arquitecturas alternativas en lugar de la arquitectura cliente/servidor. Por ejemplo, se puede usar una red de comunicaciones de computadora, u otra arquitectura adecuada. La red 2850 puede ser Internet, una intranet o cualquier otra red adecuada para buscar, obtener y/o usar información y/o comunicaciones. El sistema de la presente invención incluye además un sistema operativo 2812 instalado y que se ejecuta en al menos un servidor remoto 2810, lo que permite que el servidor 2810 se comunique a través de la red 2850 con los dispositivos remotos, las modalidades distribuidas o los modos de modalidad descritos anteriormente, el servidor 2810 teniendo una memoria 2820.

El sistema operativo puede ser cualquier sistema operativo conocido en la técnica que sea adecuado para la comunicación de red.

[0200] La FIG. 29 muestra un diagrama esquemático de aspectos de la presente invención.

[0201] La FIG. 30 es un diagrama esquemático de una modalidad de la invención que ilustra un sistema informático, generalmente descrito como 3800, que tiene una red 3810 y una pluralidad de dispositivos informáticos 3820, 3830, 3840. En una modalidad de la invención, el sistema informático 3800 incluye una red basada en la nube 3810 para la comunicación distribuida a través de la antena de comunicación inalámbrica 3812 de la red y el procesamiento por una pluralidad de dispositivos informáticos de comunicación móvil 3830. En otra modalidad de la invención, el sistema informático 3800 es un sistema informático virtualizado capaz de ejecutar cualquiera o todos los aspectos del software y/o componentes de aplicación presentados en la presente en los dispositivos informáticos 3820, 3830, 3840. En ciertos aspectos, el sistema informático 3800 puede implementarse utilizando hardware o una combinación de software y hardware, ya sea en un dispositivo informático dedicado o integrado en otra entidad, o distribuido en múltiples entidades o dispositivos informáticos.

[0202] A modo de ejemplo, y no de limitación, los dispositivos informáticos 3820, 3830, 3840 están destinados a representar diversas formas de dispositivos digitales 3820, 3840, 3850 y dispositivos móviles 3830, tales como un servidor, servidor blade, unidad central, teléfono móvil, un asistente digital personal (PDA), un teléfono inteligente, una computadora de escritorio, una computadora netbook, una tableta, una estación de trabajo, una computadora portátil y otros dispositivos informáticos similares. Los componentes que se muestran aquí, sus conexiones y relaciones, y sus funciones, pretenden ser solo ejemplares, y no pretenden limitar las implementaciones de la invención descritas y/o reivindicadas en la presente.

[0203] En una modalidad, el dispositivo informático 3820 incluye componentes tales como un procesador 3860, una memoria del sistema 3862 que tiene una memoria de acceso aleatorio (RAM) 3864 y una memoria de solo lectura (ROM) 3866, y un bus de sistema 3868 que acopla la memoria 3862 al procesador 3860. En otra modalidad, el dispositivo informático 3830 puede incluir adicionalmente componentes tales como un dispositivo de almacenamiento 3890 para almacenar el sistema operativo 3892 y uno o más programas de

aplicación 3894, una unidad de interfaz de red 3896 y/o un controlador de entrada/salida 3898. Cada uno de los componentes se puede acoplar entre sí a través de al menos un bus 3868. El controlador de entrada de salida 3898 puede recibir y procesar la entrada de, o proporcionar salida a, una serie de otros dispositivos 899, que incluyen, entre otros, dispositivos de entrada alfanuméricos, ratones, estiletes electrónicos, unidades de pantalla, pantallas táctiles, dispositivos de generación de señal (por ejemplo, altavoces) o impresoras. **[0204]** A modo de ejemplo, y no de limitación, el procesador 3860 puede ser un microprocesador de propósito general (por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU)), una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), un microcontrolador, un procesador de señales digitales (DSP), un Circuito Integrado de Aplicación Específica (ASIC), una Matriz de Puertas Programable (FPGA), un Dispositivo de Lógica Programable (PLD), un controlador, una máquina de estado, lógica cerrada o de transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier otra entidad adecuada o combinaciones de los mismos que puede realizar cálculos, procesar instrucciones de ejecución y/u otras manipulaciones de información.

[0205] En otra implementación, mostrada en la FIG. 30, un dispositivo informático 3840 puede usar múltiples procesadores 3860 y/o múltiples buses 3868, según sea apropiado, junto con múltiples memorias 3862 de múltiples tipos (por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con un núcleo DSP).

[0206] Además, se pueden conectar múltiples dispositivos informáticos, y cada dispositivo proporciona partes de las operaciones necesarias (por ejemplo, un banco de servidores, un grupo de servidores blade o un sistema multiprocesador). Alternativamente, algunos pasos o métodos pueden realizarse mediante circuitos que son específicos de una función determinada.

[0207] Según diversas modalidades, el sistema informático 3800 puede funcionar en un entorno de red utilizando conexiones lógicas a dispositivos informáticos locales y/o remotos 3820, 3830, 3840 a través de una red 3810. Un dispositivo informático 3830 puede conectarse a una red 3810 a través de una unidad de interfaz de red 3896 conectada al bus 3868. Los dispositivos informáticos pueden comunicar medios de comunicación a través de redes cableadas, conexiones directas o inalámbricas, como acústicas, RF o infrarrojos a

través de una antena de comunicación inalámbrica 3897 en comunicación con la antena de comunicación inalámbrica 3812 y la unidad de interfaz de red 3896, que puede incluir una señal digital de procesamiento de circuitos cuando sea necesario. La unidad de interfaz de red 3896 puede proporcionar comunicaciones en diversos modos o protocolos.

[0208] En uno o más aspectos ejemplares, las instrucciones pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Un medio legible por computadora puede proporcionar almacenamiento volátil o no volátil para uno o más conjuntos de instrucciones, tales como sistemas operativos, estructuras de datos, módulos de programa, aplicaciones u otros datos que incorporan una o más de las metodologías o funciones descritas en la presente. El medio legible por computadora puede incluir la memoria 3862, el procesador 3860 y/o el dispositivo de almacenamiento 3890 y puede ser un medio único o múltiple (por ejemplo, un sistema informático centralizado o distribuido) que almacena uno o más conjuntos de instrucciones 3900. Los medios legibles por computadora no transitorios incluyen todos los medios legibles por computadora, con la única excepción de ser una señal de propagación transitoria per se. Las instrucciones 3900 también pueden transmitirse o recibirse a través de la red 3810 a través de la unidad de interfaz de red 3896 como medio de comunicación, que puede incluir una señal de datos modulada, como una onda portadora u otro mecanismo de transporte, e incluye cualquier medio de entrega. El término "señal de datos modulados" significa una señal que tiene una o más de sus características modificadas o configuradas de manera que codifiquen la información en la señal.

[0209] Los dispositivos de almacenamiento 3890 y la memoria 3862 incluyen, entre otros, medios volátiles y no volátiles, como memoria caché, RAM, ROM, EPROM, EEPROM, FLASH u otra tecnología de memoria de estado sólido, discos (por ejemplo, discos versátiles digitales (DVD), HD-DVD, BLU-RAY, disco compacto (CD), CD-ROM, disquete) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se puede utilizar para almacenar las instrucciones legibles por computadora y los cuales se pueden acceder a ellas por el sistema informático 3800.

[0210] También se contempla que el sistema informático 3800 puede no incluir todos los componentes mostrados en la FIG. 30, puede incluir otros componentes que no se muestran

explícitamente en la FIG. 30, o puede utilizar una arquitectura completamente diferente a la que se muestra en la FIG. 30. Los diversos bloques, módulos, elementos, circuitos y algoritmos lógicos ilustrativos descritos en relación con las modalidades descritas en la presente pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta capacidad de intercambio de hardware y software, varios componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos se han descrito anteriormente en términos generales de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas en el sistema en general. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación particular (por ejemplo, organizada en un orden diferente o particionada de una manera diferente), pero tales decisiones de implementación no deben interpretarse como causantes de una desviación del alcance de la presente invención.

[0211] La presente invención proporciona además la agregación de datos de al menos dos unidades de aparatos por al menos una computadora servidor y el almacenamiento de los datos agregados en una base de datos y/o en al menos una base de datos en un entorno informático basado en la nube o entorno informático virtualizado, como se ilustra en la FIG. 28 o FIG. 30. La presente invención proporciona además acceso remoto a los datos agregados y/o datos desde cualquiera de al menos una unidad de aparato, por usuario(s) remoto(s) distribuido(s) desde el (los) correspondiente (s) dispositivo(s) remoto(s) distribuido(s) como a modo de ejemplo y no limitación, computadoras de escritorio, computadoras portátiles, tabletas, computadoras móviles con operaciones de comunicación inalámbrica, teléfonos inteligentes, dispositivos de comunicaciones móviles y combinaciones de los mismos. El acceso remoto a los datos lo proporcionan las aplicaciones de software que pueden ejecutarse en las computadoras directamente (como una aplicación de "escritorio") y/o como un servicio web que permite la interfaz del usuario con los datos a través de un acceso seguro a un sitio web basado en la red.

[0212] En otras modalidades de la presente invención, que incluyen la invención básica descrita anteriormente en la presente, y que incluyen además las funciones de "aprendizaje" de la máquina, detección de modulación, detección automática de señal (ASD), reproducción de FFT y combinaciones de las mismas.

[0213] La detección de modulación automática y el "aprendizaje" automático incluyen la determinación automática de la varianza de la señal mediante al menos uno de los siguientes métodos: fecha y hora desde el conjunto de la ubicación y acceso remoto a la unidad del aparato para determinar la varianza desde diferentes ubicaciones y horarios, además de las descripciones de detección automática de señal y determinación de umbral y ajuste. Los entornos varían, especialmente cuando hay muchas señales, ruido, interferencia, varianza, etc., por lo que el seguimiento de señales es difícil y una necesidad insatisfecha en la técnica anterior. La presente invención proporciona la detección automática de señales usando una muestra de datos medidos y detectados asociados con señales a lo largo del tiempo utilizando la al menos una unidad de aparato de la presente invención para proporcionar un sistema ajustable y adaptable automáticamente. Para cada exploración de espectro, los datos se subdividen automáticamente en "ventanas", que son secciones o grupos de datos dentro de un espacio de frecuencia. El procesamiento en tiempo real de los datos medidos y detectados en la(s) unidad(es) del aparato o dispositivos combinados con el efecto de ventana proporciona una comparación automática de señal contra ruido dentro de la ventana para proporcionar una aproximación de ruido, en donde tanto las señales como el ruido se miden y se detectan, graban, analizan en comparación con datos históricos para identificar y emitir señales en un entorno de alto ruido. Es adaptable e iterativo incluir ventanas enfocadas y cambios en la ventana o en los rangos de frecuencia agrupados. Los valores resultantes para todos los datos se cuadraron en el análisis, lo que da como resultado que las señales identificadas fácilmente por la unidad del aparato tengan valores de potencia significativamente mayores en comparación con el ruido; los análisis adicionales proporcionan la selección de las señales de valor de potencia más altas y la revisión de los datos originales correspondientes. Por lo tanto, al menos un aparato determina e identifica automáticamente las señales en comparación con el ruido en el espectro de RF.

[0214] La unidad o dispositivo del aparato de la presente invención incluye además un detector de anomalía temporal (o "canal de aprendizaje"). La primera captura de pantalla ilustrada en la FIG. 31 muestra la pantalla en blanco, la segunda captura de pantalla ilustrada en la FIG. 32 muestra varios canales que el sistema ha "aprendido". Esta tabla se puede guardar en el disco como una hoja de cálculo y reutilizarse en encuestas posteriores

en la misma ubicación. La tercera captura de pantalla que se muestra en la FIG. 33 muestra los resultados cuando se ejecuta con el botón "Habilitar señales OOB" habilitado. En este contexto, OOB significa "Fuera de banda" o señales deshonestas o no identificadas previamente. Una vez que el sistema ha aprendido un conjunto de señales de referencia, se puede usar con la detección automática de señales para mostrar claramente las señales nuevas y desconocidas que no estaban presentes cuando se realizó el aprendizaje inicial como se muestra en la FIG. 34.

[0215] En una capacidad similar, el usuario puede cargar una hoja de cálculo que ha construido por su cuenta para describir los canales que espera ver en un entorno determinado, como se ilustra en la FIG. 34. Cuando se ejecuta con detección de OOB, la captura de pantalla muestra la detección de señales que no estaban en la configuración del usuario. Estas señales no autorizadas podrían ser una posible fuente de interferencia, y su detección automática puede ayudar en gran medida al trabajo de un administrador de RF.

[0216] Las FIGS. 31-34 ilustran las funciones y características de la presente invención para el "aprendizaje" automático o de máquina como se describe anteriormente en la presente.

[0217] La detección automática de señales de la presente invención elimina la necesidad de un ajuste manual de una línea o barra de umbral de potencia, como en la técnica anterior. La presente invención no requiere un ajuste manual de la barra de umbral de potencia o una línea plana para identificar señales en lugar de ruido, en lugar de eso, utiliza la información aprendida directamente del entorno de RF cambiante para identificar señales. Por lo tanto, la unidad o dispositivo del aparato puede activarse y dejarse desatendido para recopilar datos continuamente sin la necesidad de interacción manual con el dispositivo directamente. Además, la presente invención permite la visualización remota de datos en vivo en tiempo real en una pantalla de una computadora o dispositivo de comunicaciones en una conexión basada en red, pero posicionada de forma remota desde la unidad el aparato o dispositivo, y/o acceso remoto a la configuración del dispositivo, controles, datos, y combinaciones de los mismos. La comunicación basada en la red puede seleccionarse entre dispositivos móviles, satélites, Ethernet y equivalentes funcionales o mejoras con seguridad que incluyen cortafuegos, cifrado de datos y combinaciones de los mismos.

[0218] Con respecto a la reproducción de FFT, las unidades de aparatos de la presente invención son operables para reproducir datos y revisar y/o reproducir datos guardados en base a un evento desconocido, tal como, por ejemplo, sin limitación, alarmas informadas y/o eventos únicos, en donde la reproducción de FFT es operable para reproducir los datos almacenados detectados y medidos en la sección de datos más cercana a la alarma y/o evento único reportado. Por el contrario, la técnica anterior permite registrar señales en los dispositivos de medición del espectro de RF, que transmiten o envían los datos sin procesar a una computadora externa para su análisis, por lo que es imposible reproducir o revisar secciones específicas de datos, ya que no se pueden buscar, se etiquetan, o de lo contrario, se divide en subgrupos de datos o se almacena en el dispositivo.

[0219] Detección Automática de Señal

[0220] El enfoque anterior de ASD consistió en restar un vector de calibración de cada conjunto de muestras FFT (des-bias), luego cuadrar cada valor resultante y buscar concentraciones de energía que diferencien una señal de ruido de referencia aleatoria. Las ventajas de este enfoque son que, mediante el uso del vector de calibración (que se creó utilizando el propio receptor sin antena), los usuarios pueden seguir de cerca las variaciones en el ruido de referencia que se deben a las características del receptor, el filtrado frontal, la atenuación y el hardware del convertidor A/D. En la mayoría de los equipos modernos, los diseñadores toman medidas para mantener la respuesta general plana, pero hay otros que no lo hacen. La FIG. 35 es un ejemplo de un receptor que tiene variaciones marcadas en el comportamiento de la línea de base en un amplio espectro (9 MHz - 6 GHz).

[0221] Los inconvenientes de este enfoque son: 1) Requiere el uso de varias variables de "ajuste" que a menudo requieren que el usuario se ajuste y juegue con el fin de lograr un buen reconocimiento de la señal. Un sistema de detección de señales completamente automático debería poder elegir valores para estos parámetros sin la intervención de un operador. 2) No tiene en cuenta las variaciones en el piso de ruido de referencia que se introducen por la energía de RF en un entorno real. Debido a que estas variaciones no estuvieron presentes durante la calibración, no son parte del vector de calibración y no se pueden "cancelar" durante la fase de eliminación de sesgos. En su lugar, permanecen durante la fase cuadrada y la fase de detección, a menudo se clasifican erróneamente como señal. Un ejemplo de esto es la FIG. 36, un espectro normal de 700MHz a 790MHz. La

línea de umbral (azul bebé) indica el nivel en el que una señal se diferencia del ruido. La FIG. 37 ilustra el mismo espectro en un momento diferente donde una señal inmensamente poderosa a aproximadamente 785MHz ha causado ondulaciones en el piso de ruido de hasta 755MHz. Se ve claramente por la ubicación de la línea de umbral, que los grandes bloques del ruido ahora se reconocerán como señal. No solo las 4 señales de banda estrecha ahora se verán erróneamente como una señal grande, sino que hay una masa adicional de ruido alrededor de 760MHz que no representa ninguna señal, sino que se clasificará como tal.

[0222] Para resolver estos dos problemas y proporcionar un sistema de detección de señales completamente automático, se ha adoptado un nuevo enfoque para preparar el vector de calibración. El cuadrado existente y el algoritmo de detección funcionan bien si los datos se eliminan correctamente con un vector de calibración inteligentemente elegido, pero la forma en que se crea el vector de calibración no es suficiente.

[0223] La FIG. 38 ilustra un espectro de 1.9GHz a 2.0GHz, junto con algunas líneas adicionales que indican las funciones del nuevo algoritmo. La línea 1 (marrón) en la parte inferior muestra el vector de calibración existente creado al ejecutar el receptor sin antena. Es claro ver que, si se usa como está, es demasiado bajo para ser utilizado para desviar los datos que se muestran como línea 2 (azul oscuro). Además, gran parte de las elevaciones en el piso de ruido terminarán siendo parte de las señales que se detectan. Para compensar esto, el usuario recibió un control (llamado "Bias") que le permitió aumentar o disminuir el vector de calibración para, con suerte, lograr un resultado más razonable. Pero, como se ilustra en la FIG. 37, ningún ajuste será suficiente cuando se distorsiona el piso de ruido debido a la inyección de grandes cantidades de energía.

[0224] Entonces, en lugar de intentar que el vector de calibración se ajuste a los datos, el nuevo enfoque examina los datos en sí mismos en un intento de usar partes de ellos como el vector de corrección. Línea 3 (violeta claro) en la fig. 38 es el resultado de usar un filtro de suavizado de 60 muestras para promediar los datos sin procesar. Sigue claramente los datos, pero elimina las "alteraciones de frecuencia". Esto se puede ver mejor en la FIG. 39, que es una vista de cerca de la primera parte del espectro global. La diferencia entre los datos suavizados que se muestran como línea 3 (púrpura claro) y los datos originales que se muestran como línea 2 (azul oscuro) se muestra claramente.

[0225] El nuevo algoritmo de Detección de Gradiente se aplica a los datos suavizados para detectar ubicaciones donde la pendiente de la línea cambia rápidamente. En lugares donde la pendiente cambia rápidamente en una dirección positiva, el algoritmo marca el inicio de una señal. En el otro lado de la señal, el gradiente cambia de nuevo rápidamente para volverse más horizontal. En ese punto el algoritmo determina que es el final de una señal. Se realiza una segunda pasada de suavizado en los datos suavizados, pero esta vez, aquellos valores que caen entre el inicio propuesto y el final de la señal quedan fuera del promedio. El resultado es la línea 4 (azul bebé) en las Figs. 38 y 39, que luego se utiliza como el nuevo vector de calibración. Este nuevo vector de calibración mostrado como línea 4 (azul bebé) se usa para desviar los datos sin procesar que luego se pasan al cuadrado existente y detectar el algoritmo ASD.

[0226] Uno de los otros parámetros ajustables por el usuario en el sistema ASD existente fue llamado "Sensibilidad". Este fue un parámetro que esencialmente establece un umbral de energía, por encima del cual cada contenedor FFT en un bloque de contenedores promediados juntos debe exceder para que ese bloque de contenedores se considere una señal. De esta manera, en lugar de una sola línea horizontal para dividir la señal del ruido, cada señal puede evaluarse individualmente, en función de su potencia promedio. El efecto de establecer este valor demasiado bajo fue que las pequeñas fluctuaciones de energía que en realidad son ruido a veces parecen señales. Si se establece un valor demasiado alto, el algoritmo perderá una señal. Para elegir automáticamente un valor para este parámetro, el nuevo sistema utiliza una retroalimentación de "Calidad de servicio" desde el Compositor de Eventos, un módulo que procesa los eventos en tiempo real del sistema ASD y escribe las observaciones de señal en una base de datos. Cuando el valor de sensibilidad es demasiado bajo, los bits aleatorios de energía que ASD ve erróneamente como señal son muy transitorios. Esto se debe a la naturaleza aleatoria del ruido. El Compositor de Eventos tiene un parámetro llamado "Retardo de pre-reconocimiento" que establece el número mínimo de exploraciones consecutivas en las que debe ver una señal para que se considere un candidato para una entrada en la base de datos de observación de señales (con el fin de capturar grandes cantidades de señales rápidamente, se hace una excepción para transitorios grandes que son altos en potencia pico o en ancho de banda). Como las fluctuaciones aleatorias rara vez persisten durante más de 1 o 2 barridos, el Compositor de Eventos las

ignora, esencialmente las filtra. Si hay un gran número de estos transitorios, el Compositor de Eventos proporciona información al módulo ASD para informarle que su sensibilidad es demasiado baja. Del mismo modo, si no hay transitorios en absoluto, la respuesta indica que la sensibilidad es demasiado alta. Eventualmente, el sistema llega a una configuración óptima para el parámetro de sensibilidad.

[0227] El resultado es un sistema de detección de señales totalmente automatizado que no requiere intervención o ajuste por parte del usuario. Los corchetes negros en la parte superior de la fig. 38 ilustran las señales reconocidas por el sistema, indicando claramente su precisión.

[0228] Debido a que el sistema se basa en gran medida en el promedio, se creó un nuevo algoritmo que realiza un promedio de N muestras en un tiempo fijo; es decir, independientemente del ancho del promedio, N, cada recipiente requiere 1 suma, 1 resta y 1 división. Un algoritmo más simple requeriría N adiciones y 1 división por intervalo de datos. Un fragmento del código es probablemente la mejor descripción:

```
public double [] smoothingFilter( double [] dataSet, int
filterSize ) {
    double [] resultSet = new double[ dataSet.length ];
    double temp = 0.0;
    int i=0;
    int halfSize = filterSize/2;
    for( i=0 ; i < filterSize ; i++ ) {
```

```

        temp += dataSet[i];          // load accumulator with
the first N/2 values.
        if( i < halfSize )
            resultSet[i] = dataSet[i];
    }
    for( i=halfSize ; i < (dataSet.length - halfSize) ; i++ )
    {
        resultSet[i] = temp / filterSize; // Compute the
average and store it
        temp -= dataSet[ i-halfSize ];    // take out the
oldest value
        temp += dataSet[ i+halfSize ];    // add in the
newest value
    }
    while( i < dataSet.length ) {
        resultSet[i] = dataSet[i];
        i++;
    }
    return( resultSet );
}

```

[0229] Detección automática de señal (ASD) con Extracción de Características Temporales (TFE)

[0230] El sistema en la presente invención usa técnicas de aprendizaje estadístico para observar y aprender un entorno de RF a lo largo del tiempo e identificar características temporales del entorno de RF (por ejemplo, señales) durante un período de aprendizaje.

[0231] Se forma un mapa de conocimiento basado en datos de aprendizaje de un período de aprendizaje. Los eventos de señal en tiempo real son detectados por un sistema ASD y analizados contra el mapa de conocimiento para determinar si los eventos de señal en tiempo real son típicos y esperados para el entorno, o si hay algún evento que no sea típico ni esperado.

[0232] El mapa de conocimiento consiste en una matriz de distribuciones normales, donde cada columna de distribución es para cada recipiente de frecuencia del conjunto de resultados FFT proporcionado por una radio definida por software (SDR). Cada columna vertical corresponde a una curva en forma de campana para esa frecuencia. Cada píxel representa una cuenta de cuántas veces se vio esa frecuencia en ese nivel de potencia.

[0233] Una rutina de aprendizaje toma niveles de potencia de cada recipiente de frecuencia, utiliza los niveles de potencia como un índice en cada columna de distribución correspondiente a cada recipiente de frecuencia e incrementa el contador en una ubicación correspondiente a un nivel de potencia.

[0234] La FIG. 40 ilustra un mapa de conocimiento obtenido por un proceso de TFE. La ventana superior muestra el resultado del barrido de espectro en tiempo real de un entorno. La ventana inferior muestra un mapa de conocimiento, cuyos códigos de color (por ejemplo, negro, azul oscuro, azul claro) los valores en cada columna (distribución normal) según la frecuencia con la que el nivel de potencia de esa frecuencia (columna) ha estado en un nivel particular.

[0235] La función TFE supervisa su funcionamiento y produce un "porcentaje establecido". El porcentaje establecido es el porcentaje de los valores del conjunto de resultados FFT entrantes que el sistema ha visto anteriormente. De esta manera, el sistema puede saber si está listo para interpretar los datos estadísticos que ha obtenido. Una vez que alcanza un punto donde la mayoría de los valores de FFT se han visto antes (99.95% o más), puede realizar una operación de interpretación.

[0236] La FIG. 41 ilustra una operación de interpretación basada en un mapa de conocimiento. Similar a la FIG. 40, la parte inferior de la fig. 41 muestra un mapa de conocimiento, cuyos códigos de color (por ejemplo, negro, azul oscuro, azul bebé) los valores en cada columna (distribución normal) según la frecuencia con la que el nivel de potencia de esa frecuencia (columna) ha estado en un nivel particular. Durante la operación de interpretación, el sistema extrae una identificación de señal valiosa del mapa de conocimiento. Se identifican algunas cantidades estadísticas. Para cada columna, se determina el nivel de potencia en el que se ve más la frecuencia (pico de la curva de distribución), que se representa mediante la línea a (roja) en la FIG. 41. Un porcentaje deseado de valores de nivel de potencia está ubicado entre los límites alto y bajo de los niveles de potencia (hombros de la curva), que están representados por las líneas b (blanco) en la FIG. 41. El porcentaje deseado es ajustable. En la FIG. 41, el porcentaje deseado se establece en 42% según los datos de aprendizaje. En una modalidad, se usa un método estadístico para obtener un porcentaje deseable que proporciona el mayor grado de "suavidad", la desviación más baja de columna a columna. Luego, se dibuja un perfil

basado en los datos de aprendizaje, que representa el nivel de potencia más alto en el que se ha visto cada frecuencia durante el aprendizaje. En la FIG. 41, el perfil está representado por la línea c (verde).

[0237] La detección de gradiente se aplica al perfil para identificar las áreas de transición. Un algoritmo continúa acumulando un valor de gradiente siempre que el "paso" de la celda anterior a esta celda sea siempre distinto de cero y en la misma dirección. Cuando llega a un paso de dirección cero o diferente, evalúa la diferencia acumulada para ver si es significativa, y si es así, la considera un gradiente. Una transición se identifica mediante un cambio continuo (de izquierda a derecha) que excede el rango promedio entre los límites alto y bajo de los niveles de potencia que se muestran como línea b (blanco) en la FIG. 41. Los gradientes positivo y negativo se combinan, y el intervalo resultante se identifica como una señal. La FIG. 42 muestra la identificación de las señales, que están representadas por los corchetes negros sobre la pantalla de conocimiento. Similar a la FIG. 41, el mapa de conocimiento en la fig. 42 códigos de color (por ejemplo, negro, azul oscuro, azul bebé) los valores en cada columna (distribución normal) según la frecuencia con la que el nivel de potencia de esa frecuencia (columna) ha estado en un nivel particular. Las líneas b (blancas) representan los límites alto y bajo de un porcentaje deseable de nivel de potencia. La línea c (verde) representa un perfil del entorno de RF que comprende el nivel de potencia más alto en el que se ha visto cada frecuencia durante el aprendizaje.

[0238] La FIG. 43 muestra más detalles de las señales de banda estrecha a la izquierda del espectro alrededor de 400 MHz en la FIG. 42. Similar a la FIG. 41, el mapa de conocimiento en la fig. 43 códigos de color (por ejemplo, negro, azul oscuro, azul bebé) los valores en cada columna (distribución normal) según la frecuencia con la que el nivel de potencia de esa frecuencia (columna) ha estado en un nivel particular. Las líneas b (blancas) representan los límites alto y bajo de un porcentaje deseable de nivel de potencia. La línea c (verde) representa un perfil del entorno de RF que comprende el nivel de potencia más alto en el que se ha visto cada frecuencia durante el aprendizaje. El cursor rojo a 410.365 MHz en la FIG. 43 apunta a una señal de banda estrecha. El barrido del espectro en tiempo real en la ventana superior muestra la señal de banda estrecha, y el proceso TFE identifica la señal de banda estrecha también.

[0239] Para un receptor de la técnica anterior, la señal de banda estrecha oculta dentro de una señal de banda ancha no es distinguible ni detectable. Los sistemas y los métodos y dispositivos de la presente invención se pueden operar para escanear una banda ancha con alta resolución o alta definición para identificar divisiones de canal dentro de una banda ancha, e identificar señales de banda estrecha ocultas dentro de la señal de banda ancha, que no son parte de la señal de banda ancha en sí, es decir, las señales de banda estrecha no forman parte de los canales agrupados dentro de la señal de banda ancha.

[0240] La FIG. 44 muestra más detalles de las dos señales de banda ancha en torno a 750 MHz y una señal similar a partir de 779 MHz. Similar a la FIG. 41, el mapa de conocimiento en la fig. 44 códigos de color (por ejemplo, negro, azul oscuro, azul bebé) los valores en cada columna (distribución normal) según la frecuencia con la que el nivel de potencia de esa frecuencia (columna) ha estado en un nivel particular. Las líneas b (blancas) representan los límites alto y bajo de un porcentaje deseable de nivel de potencia. La línea c (verde) representa un perfil del entorno de RF que comprende el nivel de potencia más alto en el que se ha visto cada frecuencia durante el aprendizaje. La presente invención detecta las partes más prominentes de la señal a partir de 779 MHz. Los transmisores de estas dos señales de banda ancha están realmente en la distancia, y los detectores de señales normales, que generalmente tienen un umbral fijo, no pueden captar estas dos señales de banda ancha, sino que solo las ven como ruidos estáticos. Debido a que el sistema TFE en la presente invención utiliza una agregación de datos de señal a lo largo del tiempo, puede identificar estas señales y ajustar la sensibilidad de ASD de segmentos individuales. Por lo tanto, el sistema en la presente invención es capaz de detectar señales que el equipo de radio normal no puede. El ASD en la presente invención se ve reforzado por el conocimiento obtenido por TFE y ahora puede detectar y registrar estas señales donde la detección de gradiente solo no las hubiera visto. La barra de umbral en la presente invención no es fija, sino cambiabile.

[0241] Además, en el cursor rojo en la Fig. 44 es una señal de banda estrecha en la distancia que normalmente no se detectaría debido a su baja potencia en el punto de observación. Pero, la presente invención interpreta el conocimiento adquirido con el tiempo y es capaz de identificar esa señal.

[0242] La FIG. 45 ilustra el funcionamiento del ASD en la presente invención. La línea A (verde) muestra los datos del espectro entre 720 MHz y 791 MHz. Las derivadas primera y segunda de los niveles de potencia se calculan dentro del espectro celda por celda, y se muestran como la línea B (azul) superpuesta y la línea C (roja) en la parte superior. El algoritmo luego selecciona los derivados más destacados y realiza una función de cuadratura en ellos como se muestra en la línea D (rojo). Luego, el software hace coincidir los gradientes positivos y negativos, para identificar los bordes de las señales, que están representados por los corchetes en la parte superior. Se identifican dos señales de banda ancha, que pueden ser CDMA, LTE u otro protocolo de comunicación utilizado por los teléfonos móviles. La línea E (roja) en la parte inferior es una línea de base establecida al promediar el espectro y eliminar las áreas identificadas por los gradientes. En las dos señales de banda ancha, la línea E (roja) es plana. Al restar la línea base de los datos del espectro real, se identifican grupos de celdas con una potencia promedio superior a la línea base, y el algoritmo de promediación se ejecuta en esas áreas para aplicar la medición de sensibilidad.

[0243] El sistema ASD tiene la capacidad de distinguir entre grandes erupciones de energía que aumentan el ruido de referencia y las señales de banda estrecha que normalmente podrían verse inundadas por la energía adicional porque genera su línea de base desde el propio espectro y busca gradientes relativos en lugar de niveles de potencia absoluta. Esta línea de base luego se resta de los datos del espectro original, revelando las señales, como se muestra en los corchetes en la parte superior de la pantalla. Tenga en cuenta que las señales de banda estrecha aún se están detectando (pequeños paréntesis en la parte superior que se parecen más a puntos) a pesar de que hay una gran cantidad de ruido superpuesta a ellos.

[0244] TFE es un proceso de aprendizaje que aumenta la característica ASD en la presente invención. El sistema ASD mejorado con la función TFE en la presente invención puede ajustar automáticamente los parámetros basándose en una base segmentada, la sensibilidad dentro de un área es variable. El proceso TFE acumula pequeñas diferencias a lo largo del tiempo y las señales se hacen más y más aparentes. En una modalidad, el TFE toma 40 muestras por segundo en un intervalo de 5 minutos. El sistema ASD en la presente invención es capaz de distinguir señales basadas en gradientes desde un piso de ruido

complejo y en movimiento sin una barra de umbral fija cuando se recopilan datos de un entorno.

[0245] El sistema ASD con función TFE en la presente invención es no tripulado y resistente al agua. Se ejecuta automáticamente 24/7, incluso sumergido en agua.

[0246] El TFE también es capaz de detectar interferencias e intrusiones. En el entorno normal, el TFE se asienta, interpreta e identifica las señales. Debido a que tiene un conocimiento estadístico del paisaje de RF, puede distinguir la diferencia entre una señal de banda ancha y baja potencia que normalmente ve y una nueva señal de banda estrecha de mayor potencia que puede ser un intruso. Esto se debe a que "borra" cada una de las bandejas FFT de cada evento que el sistema ASD detecta en contra de su base de conocimiento. Cuando detecta que un grupo particular de bandejas en una señal de ASD cae fuera del rango estadístico en el que se observan esas frecuencias, el sistema puede generar un informe de anomalía. El TFE es capaz de aprender nuevos conocimientos, nunca vistos antes, a partir de las señales identificadas por un detector normal. En una modalidad, una señal de banda estrecha (por ejemplo, una señal de banda estrecha (por ejemplo, una señal inalámbrica de cuadrilla a carro) afecta a una señal de banda ancha LTE, la señal de banda estrecha puede estar justo al lado de la señal de banda ancha, o puede derivar dentro y fuera de la señal de banda ancha. En la pantalla, solo se ve como una señal de banda ancha LTE. Por ejemplo, una señal de banda estrecha con un ancho de banda de 12 kHz o 25-30 kHz en una señal de banda ancha con un ancho de banda de 5 MHz en un espectro de 6 GHz parece un pico enterrado en el medio. Pero, debido a que las señales se caracterizan en tiempo real contra los conocimientos adquiridos, el sistema ASD propuesto con función TFE es capaz de detectar de inmediato el intruso de banda estrecha.

[0247] La presente invención puede detectar una señal de banda estrecha con un ancho de banda de 1 a 2 kHz a 60 kHz dentro de una señal de banda ancha (por ejemplo, con un ancho de banda de 5 MHz) en un espectro de 6 GHz. En las FIGS. 40-45, la resolución de frecuencia es de 19.5 kHz, y se puede detectar una señal de banda estrecha con un ancho de banda de 2-3 kHz. La resolución de frecuencia se basa en la configuración del tamaño de la bandeja de resultados FFT.

[0248] Las técnicas de aprendizaje estadístico se utilizan para extraer características temporales, creando un mapa de conocimiento estadístico de cada frecuencia y

determinando variaciones y umbrales, etc. El sistema ASD con función TFE en la presente invención es capaz de identificar, demodular y descodificar señales, tanto en banda ancha y banda estrecha con alta energía.

[0249] Si una señal de banda estrecha está cerca del final de la señal LTE de banda ancha, la señal LTE de banda ancha se distorsiona en el borde. Si hay varias señales de banda estrecha dentro de una señal de banda ancha, el borde superior de la señal de banda ancha es irregular, ya que la señal de banda estrecha está oculta dentro de la señal de banda ancha. Si una señal de banda estrecha está en medio de una señal de banda ancha, la señal de banda estrecha generalmente se interpreta como una celda dentro de la señal de banda ancha. Sin embargo, el sistema ASD con función TFE en la presente invención aprende los niveles de potencia en una sección del espectro a lo largo del tiempo y puede reconocer la señal de banda estrecha de inmediato.

[0250] La presente invención es operativa para registrar el resultado, mostrar una pantalla de canal, notificar al operador y enviar alarmas, etc. La presente invención registra automáticamente el espectro, pero no registra todo el tiempo. Cuando se identifica un problema, la información relevante se registra automáticamente en alta definición.

[0251] El sistema ASD con TFE en la presente invención se utiliza para la gestión del espectro. El sistema en la presente invención se configura en un entorno normal y comienza a aprender y almacena al menos un mapa de aprendizaje en él. La función de aprendizaje del sistema ASD en la presente invención se puede habilitar y deshabilitar. Cuando el sistema ASD está expuesto a un entorno estable y ha aprendido lo que es normal en el entorno, detendrá su proceso de aprendizaje. El medio ambiente se reevalúa periódicamente. El mapa de aprendizaje se actualiza en un período de tiempo predeterminado. Después de detectar un problema, el mapa de aprendizaje también se actualizará.

[0252] El sistema ASD en la presente invención se puede implementar en estadios, puertos, aeropuertos o fronteras. En una modalidad, el sistema ASD aprende y almacena el conocimiento en ese entorno. En otra modalidad, el sistema ASD descarga el conocimiento previo y lo muestra inmediatamente. En otra modalidad, un dispositivo ASD puede aprender de otros dispositivos ASD globalmente.

[0253] En funcionamiento, el sistema ASD luego recopila datos en tiempo real y se compara con el mapa de aprendizaje almacenado para la identificación de la señal. Las señales identificadas por el sistema ASD con función TFE pueden ser determinadas como un error por un operador. En esa situación, un operador puede editar o borrar el error manualmente, esencialmente "entrenando" al sistema de aprendizaje.

[0254] Los sistemas y dispositivos en la presente invención crean un plan de canal basado en la entrada del usuario o en bases de datos externas, y buscan señales que no están allí. La Extracción de Características Temporales no solo puede definir un plan de canal en función de lo que aprende del entorno, sino que también "borra" cada paso de espectro contra el conocimiento que ha aprendido. Esto le permite no solo identificar señales que violan un plan de canal prescrito, sino que también puede discernir la diferencia entre una señal actual y la señal que ha visto anteriormente en esa ubicación de frecuencia. Si hay una señal de interferencia de banda estrecha donde normalmente hay una señal de banda ancha, el sistema lo identificará como una anomalía porque no coincide con el patrón de lo que generalmente está en ese espacio.

[0255] El dispositivo en la presente invención está diseñado para ser autónomo. Aprende del entorno y, sin la intervención del operador, puede detectar señales anómalas que, o bien no estaban allí antes, o han cambiado en potencia o ancho de banda. Una vez detectado, el dispositivo puede enviar alertas por texto o correo electrónico y comenzar la captura de espectro de alta resolución, o la captura IQ de la señal de interés.

[0256] La FIG. 40 ilustra un entorno en el que el dispositivo está aprendiendo. Hay algunas señales obvias, pero también hay una señal de banda ancha de muy bajo nivel entre 746 MHz y 755MHz. Los sistemas típicos orientados al umbral no captarían esto. Pero, el sistema de TFE tiene una visión más amplia en el tiempo. La señal no tiene que estar allí todo el tiempo o ser pronunciada para ser detectada por el sistema. Cada vez que aparece en el espectro sirve para reforzar la impresión en el tejido de aprendizaje. Estas impresiones son entonces interpretadas y caracterizadas como señales.

[0257] La FIG. 43 muestra el mapa de conocimiento que el dispositivo ha adquirido durante su sistema de aprendizaje, y muestra corchetes por encima de lo que ha determinado son las señales. Tenga en cuenta que el dispositivo ha determinado estas señales por su cuenta sin la intervención del usuario o cualquier entrada de las bases de

datos. Es una cosa simple luego categorizar más las señales al compararlas con las bases de datos, pero lo que diferencia al dispositivo en la presente invención es que, al igual que su contraparte humana, tiene la capacidad de sacar sus propias conclusiones basadas en lo que ha visto.

[0258] La FIG. 44 muestra una señal identificada por el dispositivo en la presente invención entre 746 MHz y 755 MHz con bajos niveles de potencia. Es evidente que, aunque la señal es apenas distinguible del ruido de fondo, el TFE claramente ha identificado sus bordes. En el extremo derecho hay una señal similar que está más lejos, de modo que solo presenta rastros de sí mismo. Pero nuevamente, debido a que el dispositivo en la presente invención está entrenado para distinguir patrones de energía aleatorios y coherentes a lo largo del tiempo, puede distinguir claramente el patrón de una señal. Justo a la izquierda de esa débil señal había una señal transitoria de banda estrecha a 777.653MHz. Esta señal solo está presente durante un breve período de tiempo durante el entrenamiento, por lo general de 0.5 a 0.7 segundos en cada instancia, separados por minutos de silencio, pero el dispositivo no la extraña, los recuerda y los clasifica como una señal de banda estrecha.

[0259] Los algoritmos de identificación y clasificación que utiliza el sistema para identificar las características temporales están optimizados para ser utilizados en tiempo real. Observe que, aunque solo se detectan fragmentos de la señal de banda ancha de bajo nivel en cada barrido, el sistema aún los compara con la señal que identificó durante su fase de aprendizaje.

[0260] Además, a medida que el sistema se está ejecutando, está barriendo cada barrido espectral contra su mapa de conocimiento. Cuando encuentra haces de energía coherentes que se encuentran en lugares que generalmente son tranquilos o tienen mayor potencia o ancho de banda que lo que ha visto antes, puede enviar automáticamente una bandera roja. Dado que el sistema está haciendo esto en tiempo real, tiene una relevancia crítica para los que están en peligro: el primer respondedor, o el luchador de guerra que debe tener canales de comunicación claros o conciencia instantánea de la situación de las amenazas inminentes. Una cosa es geolocalizar una señal que el usuario ha identificado. Es una dimensión completamente diferente cuando el sistema puede identificar la señal por sí mismo antes de que el usuario se dé cuenta de que está ahí. Debido a que el dispositivo en

la presente invención puede detectar estas señales con una sensibilidad que es muy superior a un sistema de umbral simple, la amenaza no tiene que presentar una presencia obvia para ser detectada y alertada.

[0261] Los dispositivos en la técnica anterior simplemente hacen que sea fácil para una persona analizar datos espectrales, tanto en tiempo real como históricamente, local o remotamente. Pero el dispositivo en la presente invención funciona como una extensión de la persona, realizando el aprendizaje y el análisis por sí mismo, e incluso encontrando cosas que un humano puede pasar por alto.

[0262] El dispositivo en la presente invención puede capturar fácilmente identificaciones de señales, hacerlas coincidir con bases de datos, almacenar y cargar datos históricos. Además, el dispositivo tiene inteligencia y la capacidad de ser más que un simple dispositivo de almacenamiento y recuperación de datos. El dispositivo es un ojo vigilante en un entorno de RF y un socio de un operador que está tratando de gestionar, analizar, comprender y operar en el entorno de RF.

[0263] En una modalidad, se utiliza un algoritmo de aprendizaje automático en TFE para crear impresiones de lo que sucede en un entorno de RF, degradar impresiones en tiempo real y eliminar pequeñas cantidades de impresiones sinápticas, lo que permite la persistencia de la señal, la identificación de anomalías y la generación de alarmas. En una modalidad, el algoritmo de aprendizaje automático es un algoritmo de red neuronal artificial (ANN). El ASD con función de TFE en la presente invención es operable para la detección a ciegas.

[0264] En una modalidad, los sistemas y dispositivos con función TFE son operables para detectar señales de banda ancha dentro de señales de banda ancha e identificar estructuras de señales. Por ejemplo, pero no como limitación, en los sistemas 4G/LTE o 5G, un emisor de señal de banda ancha de 10 MHz y un emisor de señal de banda ancha de 20 MHz están separados pero funcionan como una unidad. La señal de banda ancha de 10MHz y la señal de banda ancha de 20 MHz se agregan en una señal de banda ancha de 30MHz. Los sistemas y dispositivos con función de TFE en la presente invención son operables para detectar las dos señales de banda ancha separadas de la señal de banda ancha agregada de 30 MHz. En otra modalidad, los sistemas y dispositivos con función de TFE en la presente

invención son operables para identificar señales de banda estrecha y señales de banda ancha dentro de una señal de banda ancha que tiene un ancho de banda de hasta 100 MHz.

[0265] Los dispositivos de nodo habilitados para TFE en la presente invención pueden operar de manera independiente, en grupo o en un sistema de red. Por ejemplo, al menos tres nodos pueden operar automáticamente en el campo y ejecutar la función TFE en diferentes bandas simultáneamente.

[0266] En una modalidad, los sistemas y dispositivos con función de TFE son operables para la geolocalización y pueden informar de forma autónoma o operar en modo oculto. En una modalidad, los sistemas y dispositivos con función TFE son operables para estimar una ubicación de un dispositivo emisor de señal desde el cual se emite una señal de interés en base a los datos en fase y en cuadratura (I/Q) generados a partir del barrido espectral en el ambiente de RF.

[0267] En una modalidad, los sistemas y dispositivos están configurados con múltiples receptores. En una modalidad, puede haber hasta ocho receptores. Estos receptores múltiples son operables para barrer múltiples anchos de banda y realizar análisis de frecuencia de tiempo al mismo tiempo. Cada receptor tiene funciones de aprendizaje que gobiernan múltiples instancias, y la característica de frecuencia de tiempo de un entorno de RF se obtiene de todos estos receptores múltiples combinados.

[0268] Los dispositivos ASD en la presente invención son operables para registrar sus ubicaciones, marcas de tiempo y ubicaciones de señales de interés. En una modalidad, los dispositivos ASD con función TFE en la presente invención son operables para detectar las coordenadas GPS en sí mismas. Todos los dispositivos ASD son móviles y están conectados a un sistema GPS por hora y ubicación. En una modalidad, un dispositivo ASD es un nodo fijo, no se requiere conexión GPS. El nodo fijo tiene su propia rueda libre del reloj, la hora de su propio reloj está a solo 0.01 ms de apagado en comparación con la hora del GPS.

[0269] La función TFE no identifica cada dispositivo en un entorno de RF, pero el ASD con la función TFE en la presente invención es operable para obtener la huella digital de la red de los transmisores de radio. La función de identificación de protocolo es operable para identificar el número de usuarios en una red. La ASD con función TFE en la presente invención es operativa para detectar cuántos usuarios están en una señal detectada

basándose en la función TFE incluso cuando estos usuarios no siempre están en la señal detectada.

[0270] Las señales de radio pueden cambiar entre diferentes frecuencias, y los radios portátiles con modulación diferente pueden entrar en conflicto. A medida que aumenta la temperatura, aumenta el componente o cambia la tensión de la batería, cada radio deja huella digital en la red. Los datos I/Q de las señales de radio se pueden usar para identificar ubicaciones desde donde se emiten las señales de radio. El deterioro de la frecuencia se puede utilizar para aprender sobre el rendimiento de los transmisores. La demodulación de la señal se utiliza para identificar los tipos de dispositivos.

[0271] Geolocalización

[0272] La técnica anterior depende de un receptor sincronizado para la potencia, fase, frecuencia, ángulo y hora de llegada, y un reloj preciso para la temporización, y requiere significativamente que se utilicen tres dispositivos, en donde todos están sincronizados e incluyen antenas direccionales para identificar una señal con la máxima potencia. Ventajosamente, la presente invención no requiere la sincronización de receptores en una multiplicidad de dispositivos para proporcionar la geolocalización de al menos una unidad o dispositivo del aparato, reduciendo así el costo y mejorando la funcionalidad de cada uno de los al menos un aparato en los sistemas descritos anteriormente en la presente para la presente invención. Además, la presente invención proporciona un análisis de rango de frecuencia más amplio y proporciona una base de datos para capturar eventos, patrones, tiempos, potencia, fase, frecuencia, ángulo y combinaciones para la al menos una señal de interés en el espectro de RF. La presente invención proporciona mejores mediciones y datos de señal(es) con respecto al tiempo, frecuencia con respecto al tiempo, potencia con respecto al tiempo y combinaciones de los mismos. En modalidades preferidas de la al menos una unidad de aparato de la presente invención, la geolocalización es proporcionada automáticamente por la unidad de aparato utilizando al menos un punto de anclaje integrado dentro del sistema, mediante mediciones de potencia y transmisión que proporcionan entornos de datos "conocidos". Los entornos de datos conocidos incluyen mediciones desde el al menos un punto de anclaje que caracterizan al receptor de RF de la unidad o dispositivo del aparato. Los entornos de datos conocidos incluyen una base de datos que incluye información de la base de datos de la FCC y/o la base de datos definida

por el usuario, en donde la información de la base de datos de la FCC incluye al menos la potencia máxima en función de la frecuencia, el protocolo, el tipo de dispositivo y sus combinaciones. Con la función de geolocalización de la presente invención, no hay ningún requisito para sincronizar los receptores como con la técnica anterior; el al menos un punto de anclaje y la ubicación de una unidad de aparato proporcionan la información requerida para ajustarse automáticamente a un primer punto de anclaje o a un segundo punto de anclaje en el caso de al menos dos puntos de anclaje, si el segundo punto de anclaje es más fácil de adoptar. Los datos del entorno conocido proporcionan el espectro esperado y el comportamiento de la señal como el punto de referencia para la geolocalización. Cada unidad o dispositivo del aparato incluye al menos un receptor para recibir la información de ubicación y espectro de RF como se describe anteriormente. En el caso de un receptor, es operable con y conmutable entre antenas para recibir datos del espectro de RF y datos de ubicación; en el caso de dos receptores, preferiblemente cada uno de los dos receptores está alojado dentro de la unidad o dispositivo del aparato. Se utiliza un bucle de bloqueo de frecuencia para determinar si una señal se está moviendo, al determinar si hay un cambio Doppler para las señales detectadas.

[0273] La determinación de ubicación para la geolocalización se proporciona al determinar un punto (x, y) o Lat Lon desde al menos tres ubicaciones de anclaje (x1, y1); (x2, y2); (x3, y3) y mediciones de señales en cualquiera de los nodos o anclajes. Las mediciones de señal proporcionan un sistema de ecuaciones no lineales que deben resolverse para (x, y) matemáticamente; y las mediciones proporcionan un conjunto de formas geométricas que se intersecan en la ubicación del nodo para proporcionar la determinación del nodo.

[0274] Para los métodos de trilateración para proporcionar observaciones a distancias se utilizan los siguientes métodos:

[0275]
$$RSS = d = d_0 10^{\left(\frac{P_0 - P_r}{10n}\right)}$$

[0276] en donde d_0 es la distancia de referencia derivada del transmisor de referencia y las características de la señal (por ejemplo, frecuencia, potencia, duración, ancho de banda, etc.); P_0 es la potencia recibida en la distancia de referencia; P_r es la potencia recibida observado; y n es el exponente de pérdida de trayectoria; y la distancia a las observaciones está relacionada con las posiciones mediante las siguientes ecuaciones:

$$d_1 = \left(\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} \right)$$

$$d_2 = \left(\sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2} \right)$$

$$d_3 = \left(\sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2} \right)$$

[0277]

[0278] Además, en otra modalidad de la presente invención, se proporciona un software de aplicación de geolocalización operable en un dispositivo informático o en un dispositivo de comunicaciones móvil, tal como a modo de ejemplo y no como limitación, un teléfono inteligente. Los pasos del método se ilustran en el diagrama de flujo que se muestra en la FIG. 46, incluyendo el inicio de una aplicación de geolocalización; llamar a dispositivos activos a través de un agente de conexión; aplicación de visualización de espectro de noche; seleccionando al menos una señal para geolocalizar; seleccionar al menos tres dispositivos (o unidad de aparatos de la presente invención) dentro de una ubicación o región, verificar que los dispositivos o unidades de aparatos estén sincronizados con un receptor para ser geolocalizados; realizar la detección de la señal (como se describe aquí anteriormente) e incluir la frecuencia central, el ancho de banda, la potencia máxima, la potencia del canal y la duración; identificar la modulación del tipo de protocolo, obtener potencia máxima, mediana, mínima y esperada; calcular la distancia en función del modelo de propagación seleccionado; calcular la distancia basada en un (1) modelo de pérdida de trayectoria de medidor; calcular la distancia basada en un modelo de pérdida de trayectoria del medidor (1); realizar transformaciones circulares para cada ubicación; verificar si las distancias de propagación de RF forman círculos que están completamente cerrados; comprobar si la propagación de RF forma círculos que no se intersecan; realización de trilateración de dispositivos; derivar el componente z para volver a convertirlo a la coordenada conocida Lat Lon (latitud y longitud) del GPS; y hacer las coordenadas y colocar el punto como ubicación del emisor en el software de mapeo para indicar la geolocalización.

[0279] Las ecuaciones referidas en la fig. 46 se proporcionan a continuación:

[0280] Ecuación 1 para calcular la distancia según el modelo de propagación seleccionado:

[0281] $P_{LossExponent} = (\text{Parámetro C} - 6.55 * \log_{10}(\text{BS_AntHeight}))/10$

[0282] $MS_AntGainFunc = 3.2 * (\log_{10}(11.75 * MS_AntHeight))^{2-4.97}$

[0283] $\text{Constante (C)} = \text{Parámetro A} + \text{Parámetro B} * \log_{10}(\text{Frecuencia}) - 13.82 * \log_{10}(\text{BS_AntHeight}) - MS_AntGainFunc$

[0284] $DistanceRange = 10^{((P_{Loss} - P_{LossConstant}) / 10 * P_{LossExponent})}$

[0285] Ecuación 2 para calcular la distancia basada en un modelo de pérdida de trayectoria del medidor 1 (primer dispositivo):

[0286] $d_o = 1$; $k = P_{LossExponent}$; $PL_d = P_t + G_t - RSSI - TotalMargin$

[0287] $PL_0 = 32.44 + 10 * k * \log_{10}(d_0) + 10 * k * \log_{10}(Frequency)$

[0288] $D = d_0 * (10^{((PL_d - PL_0) / (10k))})$

[0289] Ecuación 3: (igual que la ecuación 2) para el segundo dispositivo (0290 J

[0290] Ecuación 4: (igual que la ecuación 2) para el tercer dispositivo

[0291] Ecuación 5: Realizar transformaciones de círculo para cada ubicación (x, y, z) Distancia d; Verificar $A^T A = 0$; donde $A = \{\text{matriz de ubicaciones } 1 - N\}$ en relación con la distancia; si no, entonces realizar la verificación de la transformación del círculo

[0292] Ecuación 6: Realizar trilateración de dispositivos si más de tres (3) dispositivos se agregan y trilateran por dispositivo; establecer círculos en origen cero y resolver desde $y = Ax$ donde $y = \text{ubicaciones } [x, y]$

[0293] Ecuación 7

[0294]
$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2(x_a - x_c) & 2(y_a - y_c) \\ 2(x_b - x_c) & 2(y_b - y_c) \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} x_a^2 - x_c^2 + y_a^2 - y_c^2 + d_c^2 - d_a^2 \\ x_b^2 - x_c^2 + y_b^2 - y_c^2 + d_c^2 - d_b^2 \end{bmatrix}$$

[0295] Verificar si las distancias de propagación de RF forman círculos en los que uno o más círculos están totalmente cerrados si se basa en el tipo de modulación y la potencia medida, luego establecer la distancia 1 del círculo cerrado en la distancia 2 menos la distancia entre los dos puntos. Además, a continuación, verificar si algunas de las Distancias de propagación de RF forman círculos, si no se intersectan, entonces, si es así, según el tipo de Mod y la potencia máxima de RF, establezca la Distancia a cada círculo a la Distancia del círculo + (Distancia entre los puntos del círculo - se usa la suma de las distancias)/2. Tenga en cuenta que la derivación del componente z para convertir de nuevo a coordenadas GPS conocidas latitud longitud es proporcionada por: $z = \sqrt{Dist^2 - x^2 - y^2}$.

[0296] La siguiente ecuación proporciona la contabilidad de las incógnitas que utilizan la potencia de señal recibida diferencial (DRSS) cuando se desconoce la potencia de referencia o de transmisión.

$$\frac{d_i}{d_j} = 10^{\left(\frac{P_{r_i} - P_{r_j}}{10n}\right)}$$

[0297]

[0298] Y donde las mediciones de intensidad de señal en dBm son proporcionadas según:

$$\begin{aligned} P_{r_2}(\text{dBm}) - P_{r_1}(\text{dBm}) &= 10n \log_{10} \left(\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} \right) - 10n \log_{10} \left(\sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2} \right) \\ P_{r_3}(\text{dBm}) - P_{r_1}(\text{dBm}) &= 10n \log_{10} \left(\sqrt{(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2} \right) - 10n \log_{10} \left(\sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2} \right) \\ [0299] \quad P_{r_2}(\text{dBm}) - P_{r_3}(\text{dBm}) &= 10n \log_{10} \left(\sqrt{(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2} \right) - 10n \log_{10} \left(\sqrt{(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2} \right) \end{aligned}$$

[0300] Para los sistemas y métodos de geolocalización de la presente invención, se usan preferiblemente dos o más dispositivos o unidades para proporcionar nodos. Más preferiblemente, tres dispositivos o unidades se usan juntos o se "unen" para lograr los resultados de geolocalización. También preferiblemente, se proporcionan al menos tres dispositivos o unidades. Se proporciona un software y es operable para habilitar un método basado en la red para transferir datos entre al menos dos dispositivos o unidades, o más preferiblemente al menos tres nodos; se proporciona una base de datos con una estructura de base de datos para recibir información desde los nodos (datos transferidos), y al menos un procesador acoplado con memoria para actuar en la base de datos para realizar cálculos, transformar los datos medidos y almacenar los datos medidos y los datos estadísticos asociados con ellos; la estructura de la base de datos está diseñada, construida y configurada para derivar la geolocalización de nodos a partir de datos guardados y/o de datos en tiempo real que se miden por las unidades; además, la base de datos y la aplicación de los sistemas y métodos de la presente invención permiten la geolocalización de más de un nodo a la vez. Además, el software es operable para generar una representación visual de la geolocalización de los nodos como un punto en una ubicación de mapa.

[0301] Errores en las mediciones debido al conocimiento imperfecto de la potencia de transmisión o la ganancia de la antena, error de medición debido al desvanecimiento de la señal (multiruta), interferencia, ruido térmico, error de medición debido al desvanecimiento de la señal (multirruta), interferencia, ruido térmico, error de propagación sin línea de visión (NLOS) (efecto de sombra) y/o modelo de propagación desconocido, se superan mediante el uso de mediciones RSS diferenciales, que eliminan la necesidad de transmitir conocimientos de potencia y pueden incorporar las técnicas TDOA y FDOA para ayudar a mejorar las mediciones. Los sistemas y métodos de la presente invención son operables además para usar aproximaciones estadísticas para eliminar las causas de error por

mediciones de ruido, temporización y potencia, multirruta y mediciones NLOS. A modo de ejemplo, los siguientes métodos se utilizan para las varianzas y aproximaciones estadísticas de geolocalización: máxima probabilidad (vecino más cercano o filtro de Kalman); aproximación de cuadrados mínimos; filtro bayesiano si se incluyen datos de conocimiento previo; y similares. Además, las ecuaciones TDOA y FDOA se derivan para ayudar a resolver inconsistencias en los cálculos de distancia. Se pueden usar varios métodos o combinaciones de estos métodos con la presente invención, ya que la geolocalización se realizará en diferentes entornos, incluidos, entre otros, ambientes interiores, exteriores, entornos híbridos (estadios), entornos urbanos, etc.

[0302] Geolocalización Utilizando Matrices de Gran Escala Desplegadas

[0303] Típicamente, las matrices de la técnica anterior están más localizadas y desplegadas de una manera simétrica para reducir la complejidad de las matemáticas y el equipo. El problema con matrices fijas localizadas es doble: requieren una gran huella para que el montaje y la operación obtengan precisión en las mediciones direccionales. A la inversa, las matrices de huella más pequeñas de los sistemas de antenas geométricas pueden perder una precisión significativa de las mediciones direccionales. Para evitar estas limitaciones, se utiliza una matriz variable grande con sitios fijos o móviles para permitir una mayor precisión.

[0304] En una modalidad de la presente invención, la geolocalización utilizando el ángulo de llegada se proporciona mediante un sistema de antena de posición fija construido y configurado con una matriz de cuatro polos muy cerca entre sí. El sistema de antena es una combinación única de medio ($\frac{1}{2}$) conjunto de antenas Adcock colocadas en cada unidad. El sistema de antena es fijo y se puede operar con un dispositivo de conmutación a un sistema Adcock completo de bajo costo. El uso de una diferencia de fase en la entrada del receptor dual permite que la unidad local determine un hemisferio de influencia en una configuración completa de Adcock o en un grupo de unidades desplegadas como un sistema de antena Adcock de diversidad de espacio completo. Esta modalidad funciona ventajosamente para eliminar direcciones en el cálculo matemático basado en vectores, eliminando así un gran grupo de falsos positivos.

[0305] El sistema de antena utilizado con los sistemas y métodos de geolocalización de la presente invención incluye tres o más unidades desplegadas donde ninguna de las unidades

es un maestro o esclavo a tiempo completo. Cada unidad se puede configurar para escanear de forma independiente para los perfiles de destino. Una vez que se obtiene la adquisición de una unidad, la información se difunde automáticamente a las otras unidades dentro del grupo, es decir, la información se comunica de forma inalámbrica a través de una red. Preferiblemente, la matriz de unidades se despliega en una configuración asimétrica.

[0306] El sistema de antena en la presente invención utiliza Tierra normalizada Tierra centrada Vectores fijos. Se seleccionan dos atributos vectoriales adicionales de la estación de monitoreo de entre los siguientes: tono, oscilación, velocidad, altitud (positiva y negativa) y aceleración.

[0307] Una vez que se adquiere la adquisición de un objetivo desde una sola unidad, se transmite un mensaje formateado a las estaciones de la matriz de monitoreo desplegadas. El mensaje con formato incluye, entre otros, lo siguiente: ajuste de la frecuencia central, el ancho de banda, el esquema de modulación, la potencia promedio y el tiempo de bucle de bloqueo de fase desde el sistema de antena local.

[0308] Las unidades de monitoreo incluyen un receptor GPS para ayudar en los relojes de alta resolución para la temporización del procesamiento de la señal y la ubicación exacta de la unidad de monitoreo. Esta es la clave para determinar una ubicación exacta de las unidades de monitoreo, ya sea fija o móvil, para simular matemáticamente la matriz de antenas de gran escala variable. Las entradas bloqueadas en fase determinan la orientación de la señal de destino entrante en hemisferios de influencia.

[0309] Para este ejemplo, la FIG. 47 es una orientación Norte-Sur/Este-Oeste de una variedad de pequeña diversidad local. Si la diferencia de tiempo entre la antena 1 y la antena 2 es positiva, la dirección de viaje es de Norte a Sur. Si son casi iguales, una señal viaja en el plano Este-Oeste. Otra estación con la antena local en un plano este-oeste para la unidad de monitoreo es operable para medir y determinar si el objetivo entrante está en el hemisferio este de la matriz. Dado que ningún sitio es un maestro para la adquisición y medición, el procesamiento de cualquiera o todas las mediciones se puede realizar en una sola unidad de monitoreo. Preferiblemente, la unidad que originalmente capturó el objetivo desconocido o un procesador externo procesa las mediciones.

[0310] El siguiente paso en el proceso es determinar para cada medición objetivo los retrasos de llegada a cada ubicación. Esto revelará aún más la dirección de viaje hacia el

objetivo o, adicionalmente, si el objetivo está dentro de la propia huella de la matriz variable a gran escala.

[0311] Una vez que la unidad que procesa los datos ha recibido información de las otras unidades de la matriz, comienza el procesamiento de la información. Primero, la unidad ordena automáticamente el tiempo de llegada de la matriz a cada ubicación de las al menos tres unidades para construir matemáticamente una síntesis de la matriz. Esto es crucial para la eficiencia y la precisión de la matriz a gran escala, ya que ninguna unidad de monitoreo es el punto de referencia. El punto de referencia se establece por precedencia matemática que involucra el tiempo de llegada y la ubicación física de cada unidad de monitoreo en ese momento.

[0312] Una apertura se sintetiza entre dos puntos cualquiera en la matriz utilizando la diferencia en el tiempo de llegada. El establecimiento de un punto medio entre dos unidades de monitoreo establece un lugar para la medición del rodamiento a lo largo de la apertura sintetizada.

[0313] La apertura se da en radianes mediante la siguiente ecuación, donde λ es la longitud de onda en metros, y distancia es la longitud de arco en metros.

$$\text{longitud de apertura} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{\text{Distancia}}{\lambda}$$

[0314]

[0315] La distancia se calcula mediante las siguientes ecuaciones, donde R es el radio de la tierra en kilómetros, y Lat y Lon se refieren a los puntos en la instalación para latitud y longitud en radianes.

[0316]

$$\Delta Lat = Lat_2 - Lat_1$$

[0317]
$$\Delta Lon = Lon_2 - Lon_1$$

[0318]

$$a_1 = \sin\left(\frac{\Delta Lat}{2}\right)^2 + \cos(Lat_1) \cdot \cos(Lat_2) \cdot \sin\left(\frac{\Delta Lon}{2}\right)^2$$

[0319]
$$k_1 = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a_1}, \sqrt{(1 - a_1)})$$

[0320]
$$\text{Distancia} = 1000 \cdot R \cdot k_1$$

[0321] La distancia radial directamente relacionada con el ángulo de llegada a través de la apertura es dada por la ecuación que representa el tiempo radial entre la unidad de monitor 1 y la unidad de monitor 2 dividida por la longitud de apertura:

$$\text{Distancia Radial} = \frac{TOA_1 - TOA_2}{\text{Longitud de Apertura}}$$

[0322]

[0323] Usando la lógica fundamental, dos ángulos de llegada posibles entre las unidades que definen la apertura sintética para un rodamiento desde el punto medio como se ilustra en la FIG. 48. La apertura a 1000 metros tiene aproximadamente un (1) grado de precisión, y la apertura a 500 metros tiene aproximadamente dos y medio (2.5) grado de precisión.

[0324] El uso de un segundo componente para establecer una apertura sintética produce otro rodamiento como se ilustra en la FIG. 49. Por lo tanto, como lo ilustra la presente invención, proporcionar un punto y elementos adicionales a la matriz aumenta la precisión.

[0325] La presente invención proporciona una geolocalización basada en técnicas de triangulación rápida e interferometría con matrices a gran escala. En una modalidad, las matrices a gran escala son capaces de movilidad.

[0326] En una modalidad, al menos cuatro unidades de monitoreo se utilizan para la geolocalización. Existe una línea de base en cualquier caso dado. Una distancia y ángulo entre dos unidades de monitoreo se obtienen y se convierten en radianes. Se obtiene una proporción de distancia entre las dos unidades de monitoreo relativas al punto medio. Se utilizan dos unidades de monitoreo para determinar los tiempos de llegada. Otras dos unidades de monitoreo se utilizan para determinar los ángulos de llegada basados en las matemáticas de navegación, vectores y aviación y navegación militares. Se crean grandes arcos circulares entre dos o tres puntos medios. Los arcos en el hemisferio opuesto se ignoran. Por ejemplo, se pueden usar dieciocho (18) unidades para la geolocalización, nueve (9) de ellas son posiblemente del otro hemisferio, que se pueden ignorar. En una modalidad, el cálculo inverso se aplica para el tiempo de viaje, las diferencias de tiempo de llegada se calculan y se comparan con valores reales para determinar qué cuatro o más unidades se pueden usar. En otra modalidad, los algoritmos de agrupamiento se usan para determinar qué cuatro o más puntos de unidad de monitoreo usar.

[0327] En una modalidad, una matriz de supervisión comprende al menos cuatro unidades de supervisión para la geolocalización. Se determina una proporción de distancia entre al

menos cuatro unidades de monitoreo en relación con un punto medio. Las al menos cuatro unidades de monitoreo escanean independientemente una señal de interés, y la matriz de monitoreo calcula los tiempos de llegada y los ángulos de llegada para la señal de interés. Cada una de las al menos cuatro unidades de monitoreo es operable para medir la señal de interés y transmitir un mensaje formateado a otras unidades de monitoreo dentro de la matriz de monitoreo. El mensaje con formato comprende la frecuencia central, el ancho de banda, esquema de modulación, potencia promedio y muestras de símbolos de las al menos cuatro unidades de monitoreo. Cada una de las al menos cuatro unidades de monitoreo es operable para determinar una ubicación del dispositivo emisor de señales desde la cual la señal de interés se emite en base a cálculos y mediciones relacionadas con la señal de interés.

[0328] En una modalidad, el objetivo es una aeronave, y la posición de la aeronave se normaliza a un vector tridimensional referenciado al centro de la tierra o un objeto de referencia aceptable. Tierra normalizada Tierra centrada Vectores fijos se utilizan para determinar la velocidad, dirección de viaje, etc. Los vectores adicionales determinan los atributos del movimiento para un objetivo. Todos los atributos siempre se relacionan con una posición en la tierra o un objeto de referencia, no con la geometría euclidiana. Se puede determinar un punto medio para el ángulo de llegada en la superficie de la tierra.

[0329] En una modalidad, se reciben instantáneas de la instancia exacta por tres unidades fijas en o sobre la tierra desde un objetivo en intervalos de tiempo fijos, se puede recrear una matriz de frecuencia y los datos de las tres unidades se reproducen de manera sincronizada. La ubicación del objetivo será identificada en general. Los datos I/Q de barrido de espectro en tiempo real e información de GPS también se utilizan para determinar la ubicación del objetivo.

[0330] Un punto ciego es un punto dentro del rango normal de un transmisor donde hay una recepción inusualmente débil. Amplia gama de radiobalizas tradicionalmente definidas simétricas. Si la matriz grande es asimétrica, se agrega una unidad adicional para compensar. Normalmente hay puntos ciegos para la geolocalización. En la presente invención, la matriz grande es preferiblemente asimétrica para la geolocalización, lo que causa menos puntos ciegos. La geolocalización se realiza dentro de cuatro a cinco kilómetros para identificar amenazas inminentes o señales de interferencia. En una

instalación en la cima de la montaña, la geolocalización se puede realizar en hasta 100 kilómetros.

[0331] Gestión Inteligente de Datos

[0332] En una modalidad, al menos tres o cuatro dispositivos de nodo forman una red nodal. Cada dispositivo de nodo es operable para el procesamiento y análisis de datos de forma autónoma en el borde de la red nodal. Cada dispositivo de nodo proporciona datos procesables de forma más rápida y segura. Cada dispositivo de nodo genera informes y proporciona geolocalización para la gestión del espectro en el borde de la red. Los dispositivos de nodo en la presente invención pueden estar en ubicaciones fijas o en movimiento. En una modalidad, los dispositivos de nodo pueden instalarse en drones, camiones y/o convoyes.

[0333] La FIG. 50 ilustra un proceso de gestión de datos inteligente en un dispositivo de nodo. Un receptor primario Rx1 escanea un entorno de RF y genera datos I/Q según las instrucciones de un motor de detección de conflictos y aprendizaje para dirigirse a bandas específicas. Los datos I/Q se envían a un búfer I/Q, y el motor de detección de conflictos y aprendizaje determina si se deben mantener los datos I/Q o no. Si el motor de detección de conflictos y aprendizaje determina almacenar los datos I/Q, se envía un comando al buffer I/Q para retener los datos I/Q. Los datos I/Q retenidos se envían a un demodulador incorporado. El demodulador incorporado extrae y almacena datos procesables que incluyen, entre otros, métricas de señal (por ejemplo, tasa de error de bits), información de protocolo, ID de radio, ID de red y datos de capa 3. Por ejemplo, si hay una radio móvil LAN en el entorno de RF, los dispositivos de nodo son operables para identificar la identificación de la radio y la identificación de la red de la radio móvil LAN.

[0334] Un receptor secundario Rx2 realiza una FFT después de un barrido de banda ancha. Los datos de FFT se proporcionan luego a un módulo de detección automática de señal (ASD). El módulo ASD destila metadatos. Dado que los datos FFT se procesan en el nodo y los metadatos se destilan automáticamente en el nodo, reduce significativamente los requisitos de almacenamiento y transferencia de datos. El motor de aprendizaje y detección de conflictos ajusta el módulo ASD automáticamente.

[0335] El motor de detección de conflictos y aprendizaje también es operativo para el reconocimiento de conflictos y la identificación de anomalías y proporciona alertas y

alarmas. El motor de detección de conflictos y aprendizaje es operable para construir líneas de base para el análisis de conflictos. El motor de detección de conflictos y aprendizaje agrega contexto a los datos de señal, por ejemplo, pero sin limitar a la frecuencia y el ancho de banda, y proporciona datos canalizados.

[0336] El dispositivo de nodo luego transmite alertas/alarmas, metadatos, datos canalizados y datos de I/Q accionables a través de un túnel de red privada virtual (VPN) segura u otros esquemas de comunicación a un centro de datos. En la presente invención, el dispositivo de nodo no tiene personal y proporciona un procesamiento perimetral de forma autónoma, lo que reduce las necesidades de la red de retorno, disminuye la densidad de datos, hace que los datos sean más rápidos y permite que se implementen más nodos con menores requisitos de infraestructura. El dispositivo de nodo es operable para la detección automática de señales con TFE, el reconocimiento de señales en tiempo real, acumular patrones de señales en tiempo real, construir planes de canales y colocar partículas en grupos. En otra modalidad, se utiliza un analizador de espectro externo o un archivo guardado de otro dispositivo con los datos de I/Q o los datos de FFT para el análisis de espectro. Una representación del espectro visual para este proceso no tiene que ser mostrada a un usuario.

[0337] El ASD con función TFE en la presente invención permite además que los dispositivos de nodo identifiquen señales esporádicas, actividades nefastas y señales detrás de las señales (por ejemplo, señales de banda estrecha dentro de señales de banda ancha y señales de banda ancha dentro de señales de banda ancha).

[0338] Los dispositivos de nodo en la presente invención son operables para proporcionar informes de eventos correlacionados. En una modalidad, se pueden identificar tres eventos diferentes al mismo tiempo, y se puede detectar la intermodulación. Los dispositivos de nodo son operables para identificar eventos al examinar los patrones de señales a intervalos. En una modalidad, los dispositivos de nodo son operables para la demodulación. En una modalidad, los dispositivos de nodo son operables para el reconocimiento de audio. Cuando se detectan varias señales en un entorno al mismo tiempo, los dispositivos de nodo son operables para identificar si tienen el mismo protocolo y la misma ID de radio. Los dispositivos de nodo son operables para reconocer la voz y denotar una conversación.

[0339] Los dispositivos de nodo en la presente invención son operables para proporcionar informes detallados que incluyen cobertura, capacidad, análisis de conflictos y análisis de datos IQ seleccionados. Los datos IQ se seleccionan según los conceptos de activación, por ejemplo, la tasa de error de bits y otros datos.

[0340] Las descripciones de los métodos anteriores y los diagramas de flujo del proceso se proporcionan simplemente como ejemplos ilustrativos y no pretenden requerir o implicar que los pasos de las diversas modalidades deben realizarse en el orden presentado. Como apreciará un experto en la técnica, el orden de los pasos en las modalidades anteriores se pueden realizar en cualquier orden. Palabras como "a partir de entonces", "luego", "siguiente", etc. no pretenden limitar el orden de los pasos; estas palabras se utilizan simplemente para guiar al lector a través de la descripción de los métodos. Además, cualquier referencia a elementos de reivindicación en singular, por ejemplo, el uso de los artículos "un", "uno" o "el" no debe interpretarse como una limitación del elemento al singular.

[0341] Los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y pasos de algoritmos ilustrativos descritos en relación con las modalidades descritas en este documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta capacidad de intercambio de hardware y software, varios componentes, bloques, módulos, circuitos y pasos ilustrativos se han descrito anteriormente en términos generales de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas en el sistema en general. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de diferentes maneras para cada aplicación en particular, pero tales decisiones de implementación no deben interpretarse como una causa del alejamiento del alcance de la presente invención.

[0342] El hardware utilizado para implementar las diversas lógicas, bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con los aspectos descritos en el presente documento puede implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puerta programable de campo (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware

discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en este documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador o máquina de estados. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunto con un núcleo de DSP, o cualquier otra configuración similar. Alternativamente, algunos pasos o métodos pueden realizarse mediante circuitos que son específicos de una función determinada.

[0343] En uno o más aspectos de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware o cualquier combinación de los mismos. Si se implementa en el software, las funciones se pueden almacenar como una o más instrucciones o código en un medio no transitorio legible por computadora o no transitorio legible por el procesador. Los pasos de un método o algoritmo descrito en el presente documento pueden incorporarse en un módulo de software ejecutable por procesador que puede residir en un medio de almacenamiento no transitorio legible por computador o legible por procesador. Los medios de almacenamiento no transitorios legibles por computadora o por procesador pueden ser cualquier medio de almacenamiento al que se pueda acceder mediante un computador o un procesador. A modo de ejemplo, pero no limitativo, dichos medios no transitorios legibles por computador o legibles por procesador pueden incluir RAM, ROM, EEPROM, memoria FLASH, CD-ROM u otro almacenamiento de disco óptico, almacenamiento de disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se pueda usar para almacenar el código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de datos y que pueda ser accedido por un computador. El disco como se usa en este documento incluye disco compacto (CD), disco láser, disco óptico, disco versátil digital (DVD), disquete y disco Blu-ray, donde los discos generalmente reproducen datos magnéticamente, mientras que los discos reproducen datos ópticamente con láser. Las combinaciones de los anteriores también se incluyen dentro del alcance de los medios no transitorios legibles por computador y legibles por procesador. Además, las operaciones de un método o algoritmo pueden residir como una o cualquier combinación o conjunto de

códigos y/o instrucciones en un medio legible por procesador no transitorio y/o un medio legible por computador, que pueden incorporarse en un producto de programa informático.

[0344] Los expertos en la técnica podrán realizar ciertas modificaciones y mejoras al leer la descripción anterior. Los ejemplos mencionados anteriormente se proporcionan para servir al propósito de aclarar los aspectos de la invención y será evidente para un experto en la técnica que no sirven para limitar el alcance de la invención. Todas las modificaciones y mejoras se han eliminado en el presente documento por razones de concisión y legibilidad, pero están adecuadamente dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para la detección automática de señales en un entorno de radiofrecuencia (RF), que comprende:
 - al menos un receptor y al menos un procesador acoplado con al menos una memoria;
 - en donde el aparato está en el borde de una red de comunicación;
 - en el que el aparato es operable para barrer el entorno de RF durante un período de tiempo predeterminado y extraer al menos una característica de tiempo-frecuencia;
 - en donde el aparato es operable para crear un mapa de conocimiento que comprende al menos una característica de tiempo-frecuencia;
 - en el que el aparato es operable para limpiar datos espectrales en tiempo real contra el mapa de conocimiento; y
 - en el que el aparato es operable para detectar al menos una señal en el entorno de RF basado en el barrido.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato es operable para aprender el entorno de RF basándose en técnicas de aprendizaje estadístico.
3. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato es operable para crear datos de impresión del entorno de RF basándose en un algoritmo de aprendizaje automático.
4. El aparato de la reivindicación 3, en el que el aparato es operable para degradar los datos de impresión en tiempo real y eliminar pequeñas cantidades de impresiones sinápticas para la persistencia de la señal, la identificación de anomalías y la generación de alarmas.
5. El aparato de la reivindicación 3, en el que el algoritmo de aprendizaje automático es un algoritmo de red neuronal artificial.
6. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato es móvil, y en donde el aparato está vinculado a un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) por tiempo y ubicación.

7. El aparato de la reivindicación 1, en donde el aparato es operable para identificar el número de usuarios en una red específica en base a la identificación de protocolo.
8. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato es operable para estimar una ubicación de un dispositivo emisor de señales desde el que se emite al menos una señal basándose en datos en fase y en cuadratura (I/Q) generados a partir del barrido espectral en el entorno RF.
9. El aparato de la reivindicación 1, en donde la al menos una señal es una señal de banda estrecha oculta en una señal de banda ancha, y en donde la señal de banda estrecha que tiene un ancho de banda que varía de 1 kHz a 60 kHz está dentro de la señal de banda ancha con un ancho de banda de hasta 100 MHz a través de un espectro de 6 GHz.
10. El aparato de la reivindicación 1, en el que la al menos una señal es una primera señal de banda ancha dentro de una segunda señal de banda ancha, y en el que la segunda señal de banda ancha es una agregación de la primera señal de banda ancha y una tercera señal de banda ancha, y en donde la primera, segunda y tercera señales de banda ancha son señales de banda ancha 4G o 5G.
11. El aparato de la reivindicación 1, en donde el al menos un procesador comprende un módulo de detección automática de señal (ASD), un motor de aprendizaje y detección de conflictos, un búfer I/Q y un demodulador.
12. El aparato de la reivindicación 11, en donde el al menos un receptor es operable para procesar la energía de RF recibida desde el entorno de RF, generando así datos procesados; y en el que el módulo ASD es operable para extraer metadatos y detectar anomalías basándose en los datos procesados.
13. El aparato de la reivindicación 11, en el que el motor de detección de conflictos y aprendizaje es operable para el reconocimiento de conflictos y la identificación de anomalías.

14. El aparato de la reivindicación 11, en el que el al menos un receptor comprende un receptor primario y un receptor secundario, en donde el receptor primario está configurado para generar datos en fase y en cuadratura (I/Q) para al menos un ancho de banda objetivo dirigido por el aprendizaje y el motor de detección de conflictos, en el que el receptor secundario está configurado para realizar una transformada rápida de Fourier (FFT) basada en el barrido de banda ancha del entorno de RF, en el que el motor de detección de conflictos y aprendizaje es operable para determinar si mantener los datos de I/Q en el buffer I/Q, en el que el demodulador está configurado para destilar los datos I/Q y almacenar datos I/Q accionables, y en el que los datos I/Q accionables incluyen métricas de señal, datos de protocolo, identificación de radio (ID), ID de red y datos de capa 3.

15. El aparato de la reivindicación 1, en el que el aparato es operable para generar al menos un informe automáticamente para el entorno de RF.

16. Un método para la detección automática de señales en un entorno de radiofrecuencia (RF), que comprende:

barrer el entorno de RF durante un período de tiempo predeterminado y extraer al menos una característica de frecuencia de tiempo basada en técnicas de aprendizaje estadístico, creando así datos de aprendizaje;

crear un mapa de conocimiento que comprenda la al menos una característica de frecuencia de tiempo basada en los datos de aprendizaje;

barrer los datos espectrales en tiempo real contra el mapa de conocimiento; y

detectar al menos una señal en el entorno de RF en función del barrido.

17. El método de la reivindicación 16, que comprende además crear datos de impresión del entorno de RF basándose en un algoritmo de aprendizaje de máquina e identificar la al menos una señal procesando los datos de impresión.

18. Un sistema para la detección automática de señales en un entorno de radiofrecuencia (RF), que comprende:

un aparato en el borde de una red de comunicación;
en donde el aparato comprende al menos un receptor y al menos un procesador acoplado con al menos una memoria; en donde el aparato es operable para barrer el entorno de RF durante un período de tiempo predeterminado y extraer al menos una característica de tiempo-frecuencia;
en donde el aparato es operable para crear un mapa de conocimiento que comprende al menos una característica de tiempo-frecuencia;
en el que el aparato es operable para limpiar datos espectrales en tiempo real contra el mapa de conocimiento; y
en el que el aparato es operable para detectar al menos una señal en el entorno de RF basado en el barrido.

19. El sistema de la reivindicación 18, en donde el aparato es operable para generar al menos un informe automáticamente para el entorno de RF que comprende alertas, alarmas, metadatos, datos canalizados y datos accionables en fase y cuadratura (I/Q), y transmitir el al menos un informe a un centro de datos.

20. El sistema de la reivindicación 18, en donde el aparato es móvil, y en donde el aparato está instalado en un avión no tripulado, un vehículo y/o un convoy.

RESUMEN

Se describen sistemas, métodos y aparatos para la detección automática de señales en un entorno de RF. Un aparato comprende al menos un receptor y al menos un procesador acoplado con al menos una memoria. El aparato está en el extremo de una red de comunicación. El aparato barre el entorno de RF en un período predeterminado y extrae al menos una característica de frecuencia de tiempo. El aparato crea un mapa de conocimiento que comprende al menos una característica de la frecuencia de tiempo. Los datos espectrales en tiempo real se depuran contra el mapa de conocimiento. Se detecta al menos una señal en el entorno de RF durante la depuración.

PATENT COOPERATION TREATY

From the
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

PCT

WRITTEN OPINION OF THE INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY

(PCT Rule 43bis.1)

To:
GEORGE, JINAN GLASGOW

P.O. BOX 52546 DURHAM NC 27717 USA

Date of mailing
(day/month/year) **21 June 2018 (21.06.2018)**

Applicant's or agent's file reference 4237-067PCT		FOR FURTHER ACTION See paragraph 2 below	
International application No. PCT/US2018/014504	International filing date (day/month/year) 19 January 2018 (19.01.2018)	Priority date(day/month/year) 23 January 2017 (23.01.2017)	
International Patent Classification (IPC) or both national classification and IPC H04W 24/08(2009.01)i, H04B 17/309(2014.01)i, H04B 17/29(2014.01)i, H04B 17/23(2014.01)i, H04B 17/26(2014.01)i, H04B 17/27(2014.01)i, H04W 24/10(2009.01)i			
Applicant DGS GLOBAL SYSTEMS, INC.			

1. This opinion contains indications relating to the following items:

- ☒ Box No. I Basis of the opinion
- ☐ Box No. II Priority
- ☐ Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- ☐ Box No. IV Lack of unity of invention
- ☒ Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis. I(a)(i) with regard to novelty, inventive step and industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- ☐ Box No. VI Certain documents cited
- ☐ Box No. VII Certain defects in the international application
- ☐ Box No. VIII Certain observations on the international application

2. **FURTHER ACTION**

If a demand for international preliminary examination is made, this opinion will be considered to be a written opinion of the International Preliminary Examining Authority ("IPEA") except that this does not apply where the applicant chooses an Authority other than this one to be the IPEA and the chosen IPEA has notified the International Bureau under Rule 66.1bis(b) that written opinions of this International Searching Authority will not be so considered.

If this opinion is, as provided above, considered to be a written opinion of the IPEA, the applicant is invited to submit to the IPEA a written reply together, where appropriate, with amendments, before the expiration of 3 months from the date of mailing of Form PCT/ISA/220 or before the expiration of 22 months from the priority date, whichever expires later.
For further options, see Form PCT/ISA/220.

Name and mailing address of the ISA/KR International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Date of completion of this opinion 21 June 2018 (21.06.2018)	Authorized officer YANG, Jeong Rok Telephone No. +82-42-481-5709
---	---	--



**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/US2018/014504

Box No. 1 Basis of this opinion

1. With regard to the **language**, this opinion has been established on the basis of :

- ☒ the international application in the language in which it was filed
- ☐ a translation of the international application into _____ which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

2. ☐ This opinion has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43*bis*. I(a))

3. ☐ With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, this opinion has been established on the basis of a sequence listing:

- a. ☐ forming part of the international application as filed:
- ☐ in the form of an Annex C/ST.25 text file.
- ☐ on paper or in the form of an image file.
- b. ☐ furnished together with the international application under PCT Rule 13*ter*. I(a) for the purposes of international search only in the form of an Annex C/ST.25 text file.
- c. ☐ furnished subsequent to the international filing date for the purposes of international search only:
- ☐ in the form of an Annex C/ST.25 text file (Rule 13*ter*. I(a)).
- ☐ on paper or in the form of an image file (Rule 13*ter*. I(b) and Administrative Instructions, Section 713).

4. ☐ In addition, in the case that more than one version or copy of a sequence listing has been filed or furnished, the required statements that the information in the subsequent or additional copies is identical to that forming part of the application as filed or does not go beyond the application as filed, as appropriate, were furnished.

5. Additional comments:

**WRITTEN OPINION OF THE
INTERNATIONAL SEARCHING AUTHORITY**

International application No.

PCT/US2018/014504

Box No. V Reasoned statement under Rule 43bis.1(a)(i) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-20	YES
	Claims	NONE	NO
Inventive step (IS)	Claims	4,14	YES
	Claims	1-3,5-13,15-20	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-20	YES
	Claims	NONE	NO

2. Citations and explanations :

Reference is made to the following documents:

D1: US 2011-0090939 A1 (NEIL R. DIENER et al.) 21 April 2011

D2: US 8494464 B1 (SHUBBA L. KADAMBE et al.) 23 July 2013

D3: US 6859831 B1 (DAVID C. GELVIN et al.) 22 February 2005

D4: US 2009-0190511 A1 (LI (ERRAN) LI et al.) 30 July 2009

D5: US 2003-0145328 A1 (MATTHEW RABINOWITZ et al.) 31 July 2003

D6: US 2014-0269374 A1 (ISCO INTERNATIONAL, LLC) 18 September 2014

D7: KR 10-2014-0041618 A (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 04 April 2014

D8: US 2016-0374088 A1 (DGS GLOBAL SYSTEMS, INC.) 22 December 2016

D9: US 2002-0161775 A1 (PETER JOEL LASENSKY et al.) 31 October 2002

2.1 Novelty and Inventive step

2.1.1 Claims 1-15

D1, which is considered to be the closest prior art to the subject matter of claim 1, discloses a device comprising: a radio receiver configured to receive radio frequency energy (see paragraph [0532]; claim 6; figure 7); a real-time spectrum analyzer (SAGE) comprising a spectrum analyzer (SA), wherein the SAGE obtains real-time information about the activity in a frequency band, and the SA generates data representing a real-time spectrogram of a bandwidth of RF spectrum (see paragraphs [0070], [0074]-[0075]), wherein reference data for the variety of signals using frequency band may be obtained from actual measurement and analysis of the device, and a signal classification database may be updated with the reference data (see paragraphs [0094], [0100]-[0101]); and a signal detector coupled to the SA that detects signal pulses of radio frequency energy that meet one or more characteristics (see paragraph [0532] claim 6).

Claim 1 differs from D1 in that an apparatus is operable to: (1) sweep an RF environment; (2) create a knowledge map comprising at least one time-frequency feature; (3) scrub real-time spectral data against the knowledge map; and detect at least one signal based on the scrubbing. However, the difference (1) comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D1 (a real-time spectrum analyzer (SAGE) comprising a spectrum analyzer (SA), wherein the SAGE obtains real-time information about

Continued on Supplemental Box

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of : Box No. V

the activity in a frequency band, and the SA generates data representing a real-time spectrogram: see paragraphs [0070], [0074]-[0075]).

The difference (2) comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D1 (reference data for variety of signals using the frequency band may be obtained from actual measurement and analysis of a device; accumulated signal pulse data is compared against the reference data; the accumulated signal pulse data for the signals to be classified are compared against reference or profile signal pulse data for a known signal; a device comprises a spectrum analyzer and a signal detector coupled to the spectrum analyzer that detects signal pulses of radio frequency energy: see paragraphs [0100]-[0101], [0532]; figure 9).

The difference (3) comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D1 (a classification engine compares outputs of a SAGE (accumulated by a measurement engine) against data templates and information of known signals in order to classify signals; accumulated signal pulse data for the signals to be classified are compared against reference or profile signal pulse data for the known signal; each histogram of the accumulated signal pulse data is compared against a histogram of reference signal pulse data; the classification engine can detect signals and a certain type of signal or interference is detected based on the output of the signal classification: see paragraphs [0094], [0100], [0361]), and a person skilled in the art would arrive at the claim by general experimentation alone without exercising any ingenuity. Accordingly, claim 1 would have been obvious over D1. Therefore, claim 1 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional feature of claim 2 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D2 (the first and second cumulants (mean and variance) are configured; the classifier has two phases - training and testing; during the training phase, several instances of signals of interest are considered; first, cumulant-based features are extracted; next, Gaussian Mixture Model (GMM) is fitted to these feature vectors; a signal classifier utilizes GMMs and they are fitted to the extracted cumulant-based features; these GMMs are stored in memory; the signal classifier is configured to utilize a cumulant-based feature extraction algorithm including the GMM to classify a radio frequency signal: see column 7, lines 5-40; column 7, lines 58-66; column 8, lines 51-55; column 9, lines 10-21; claims 1, 11-12). Accordingly, claim 2 would have been obvious over the combination of D1 and D2. Therefore, claim 2 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional features of claims 3 and 5 come within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D3 (information includes raw data collected; classification is performed after the data is collected; the classification decision might be made using a neural network; if the energy of the data signal collected is below a predetermined threshold, the record of the collected data is discarded; desired information is impressed on a carrier: see column 11, lines 44-46; column 34, lines 26-35; column 40, lines

Continued on The Next Page

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of : Previous Page

25-28; claims 1, 10). Accordingly, claims 3 and 5 would have been obvious over the combination of D1 and D3. Therefore, claims 3 and 5 lack an inventive step under PCT Article 33(3).

The subject matter of claim 4 differs from that of these prior art documents in that the apparatus is operable to eliminate small numbers of synaptic impressions for signal persistence, anomaly identification, and alarm generation. And it is not obvious to a person skilled in the art by the documents, taken alone or in combination. Therefore, claim 4 meets the requirements of PCT Article 33(2) and 33(3) with respect to novelty and inventive step.

The additional feature of claim 6 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D2 (the apparatus comprises one or more sensor units configured to detect radio frequency signals; a GPS sensor can be included as part of the RF sensor: see column 2, lines 60-65; column 3, lines 60-67; claim 1; figure 1). Accordingly, claim 6 would have been obvious over the combination of D1 and D2. Therefore, claim 6 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional feature of claim 7 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D4 (identifying a minimum number of subscribers via analysis of packet identification sequences that are internet protocol identification numbers: see claims 1, 3). Accordingly, claim 7 would have been obvious over the combination of D1 and D4. Therefore, claim 7 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional feature of claim 8 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D5 (a processing component converts the digitized I component and the digitized Q component into position information; the position information is a user terminal location: see paragraph [0016]; claim 24). Accordingly, claim 8 would have been obvious over the combination of D1 and D5. Therefore, claim 8 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional feature of claim 9 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D6 (the probability distribution functions (PDFs) of a typical DSSS signal and the complementary cumulative distribution functions (CCDFs) 206 of a typical DSSS signal, which may be used to establish a criteria used to determine narrowband channels disposed within a wideband signal and having excess power: see paragraph [0070]). Accordingly, claim 9 would have been obvious over the combination of D1 and D6. Therefore, claim 9 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional feature of claim 10 comes within the scope of the customary practice followed

Continued on The Next Page

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of : Previous Page

by a person skilled in the art considering the feature of D7 (all of channels are involved in communication over the wideband; the channels are aggregated in the wideband transmission: see paragraphs [0007], [0055]). Accordingly, claim 10 would have been obvious over the combination of D1 and D7. Therefore, claim 10 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional features of claims 11-13 come within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D8 (a data extraction module provides the classification and categorization of signals detected in the RF spectrum; a receiver outputs RF energy measurements, such as I and Q data to a FFT module generating a spectral representation of the RF energy measurements; I and Q data may be buffered in a buffer; devices enable spectrum management by identifying, classifying, and cataloging signals of interest based on radio frequency measurements; a processor may generate a conflict alarm indicating the two or more different signals that interfere; I/Q sampled data may contain raw signal data used to demodulate and translate signals by streaming them to a signal analyzer: see paragraphs [0007], [0030]-[0033], [0037], [0051], [0071]; claim 1; figure 6). Accordingly, claims 11-13 would have been obvious over the combination of D1 and D8. Therefore, claims 11-13 lack an inventive step under PCT Article 33(3).

The subject matter of claim 14 differs from that of these prior art documents in that: a second receiver is configured to perform FFT based on wideband sweeping; and a learning and conflict detection engine is operable to determine whether to keep I/Q data; a demodulator is configured to distill the I/Q data and store actionable I/Q data, wherein the actionable I/Q data includes signal metric, protocol data, radio identification, network ID, and layer 3 data. And it is not obvious to a person skilled in the art by the documents, taken alone or in combination. Therefore, claim 14 meets the requirements of PCT Article 33(2) and 33(3) with respect to novelty and inventive step.

The additional feature of claim 15 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D9 (a server system including a data center is connected to a transmission device by a first network path including a wireless link; a transmission device includes any type of device capable of transmitting data, and the data includes messages as well as metadata appended to; a collector/server receives the data, and the metadata is included with the data; the data center includes a database for storing the metadata: see paragraphs [0031], [0034]; claims 35-37, 41). Accordingly, claim 15 would have been obvious over the combination of D1 and D9. Therefore, claim 15 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

2.1.2 Claims 16-17

The features of claim 16 essentially correspond to those of claim 1 except for additional features of extracting at least one time-frequency feature based on statistical learning techniques,

Continued on The Next Page

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of : Previous Page

thereby creating learning data, and creating a knowledge map based on the learning data. However the additional features come within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D1 (reference data for a variety of signals may be obtained from actual measurement and analysis of a device; a measurement engine accumulates statistics for time intervals of output data from a SAGE to track, with respect to each of a plurality of frequency bins wherein signal pulse data is accumulated over time and the signal pulse data may be accumulated into histograms; the measurement engine may build histograms of signal pulse data that are useful for signal classification; histograms built include center frequency, bandwidth, pulse duration and time between pulses; each histogram of signal pulse data is compared against a histogram of the reference signal pulse data; there must be very precise matches between the pulse duration, bandwidth and time between pulses histograms in order to declare a match: see paragraphs [0092], [0096], [0100]-[0101], [0508]). Accordingly, claim 16 would have been obvious over D1. Therefore, claim 16 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional feature of claim 17 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D3 (information includes raw data collected; classification is performed after the data is collected; the classification decision might be made using a neural network; if the energy of the data signal collected is below a predetermined threshold the record of the collected data is discarded; desired information is impressed on a carrier: see column 11, lines 44-46; column 34, lines 26-35; column 40, lines 25-28; claims 1, 10). Accordingly, claim 17 would have been obvious over the combination of D1 and D3. Therefore, claim 17 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

2.1.3 Claims 18-20

The features of claim 18 essentially correspond to those of claim 1. Accordingly the same reasoning as in claim 1 applies to claim 18. Therefore, claim 18 lacks an inventive step under PCT Article 33(3) as being obvious over D1.

The additional feature of claim 19 is easily achieved by a combination of the feature of D8 (a conflict alarm may be sent to a history database; a signal characteristic listing may be a static database stored in a memory; a processor may store complex I and Q data; the processor may identify the signal as having multiple channels; the characteristic listing may list an emergency communication channel: see paragraphs [0049], [0054], [0061], [0071]) and the feature of D9 (a server system including a data center is connected to a transmission device by a first network path including a wireless link; a transmission device includes any type of device capable of transmitting data, and the data includes messages as well as metadata appended to; a collector/server receives the data, and the metadata is included with the data; the data center includes a database for storing the metadata; the data center includes a storage for storing messages, wherein the messages from the transmission device are received: see paragraphs [0031], [0034]; claims 35-41), and a person skilled in the art would arrive at the claim by

Continued on The Next Page

Supplemental Box

In case the space in any of the preceding boxes is not sufficient.

Continuation of : Previous Page

general experimentation alone without exercising any ingenuity. Accordingly, claim 19 would have been obvious over the combination of D1, D8 and D9. Therefore, claim 19 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

The additional feature of claim 20 comes within the scope of the customary practice followed by a person skilled in the art considering the feature of D1 (an environment is shown where there are multiple devices that at some point in their modes of operation transmit or emit signals: see paragraph [0055]). Accordingly, claim 20 would have been obvious over D1. Therefore, claim 20 lacks an inventive step under PCT Article 33(3).

2.2 Industrial Applicability

Claims 1-20 are industrially applicable under PCT Article 33(4).

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

(PCT Article 18 and Rules 43 and 44)

Applicant's or agent's file reference 4237-067PCT	FOR FURTHER ACTION see Form PCT/ISA/220 as well as, where applicable, item 5 below.	
International application No. PCT/US2018/014504	International filing date (<i>day/month/year</i>) 19 January 2018 (19.01.2018)	(Earliest) Priority Date (<i>day/month/year</i>) 23 January 2017 (23.01.2017)
Applicant DGS GLOBAL SYSTEMS, INC.		

This International search report has been prepared by this International Searching Authority and is transmitted to the applicant according to Article 18. A copy is being transmitted to the International Bureau.

This international search report consists of a total of 11 sheets.

☐ It is also accompanied by a copy of each prior art document cited in this report.

1. Basis of the report

a. With regard to the **language**, the international search was carried out on the basis of :

☒ the international application in the language in which it was filed

☐ a translation of the international application into _____, which is the language of a translation furnished for the purposes of international search (Rules 12.3(a) and 23.1(b))

b. ☐ This international search report has been established taking into account the **rectification of an obvious mistake** authorized by or notified to this Authority under Rule 91 (Rule 43.6bis(a)).

c. ☐ With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, see Box No. I.

2. ☐ **Certain claims were found unsearchable** (See Box No. II)

3. ☐ **Unity of invention is lacking** (See Box No. III)

4. With regard to the **title**,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established by this Authority to read as follows:

5. With regard to the **abstract**,

☒ the text is approved as submitted by the applicant.

☐ the text has been established, according to Rule 38.2, by this Authority as it appears in Box No. IV. The applicant may, within one month from the date of mailing of this international search report, submit comments to this Authority.

6. With regard to the drawings,

a. the figure of the **drawings** to be published with the abstract is Figure No. 1

☒ as suggested by the applicant.

☐ as selected by this Authority, because the applicant failed to suggest a figure.

☐ as selected by this Authority, because this figure better characterizes the invention.

b. ☐ none of the figures is to be published with the abstract.

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 24/08(2009.01)i, H04B 17/309(2014.01)i, H04B 17/29(2014.01)i, H04B 17/23(2014.01)i, H04B 17/26(2014.01)i, H04B 17/27(2014.01)i, H04W 24/10(2009.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 24/08; H04B 1/713; H04B 7/00; H04W 24/02; H04W 74/08; H04W 88/08; H03C 1/62; G08B 1/08; G06F 7/00; H04W 72/04; H04N 7/20; H04W 16/14; H04B 17/309; H04B 17/29; H04B 17/23; H04B 17/26; H04B 17/27; H04W 24/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models

Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: signal detection, knowledge map, time-frequency feature, scrubbing, learning data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011-0090939 A1 (NEIL R. DIENER et al.) 21 April 2011 See paragraphs [0055], [0070]-[0101], [0361], [0508]-[0532]; claim 6; and figures 7, 9.	1, 16, 18, 20
Y A		2, 3, 5-13, 15, 17, 19 4, 14
Y	US 8494464 B1 (SHUBBA L. KADAMBE et al.) 23 July 2013 See column 2, line 60 - column 3, line 67; column 7, line 5 - column 9, line 21; claims 1, 11-12; and figure 1.	2, 6
Y	US 6859831 B1 (DAVID C. GELVIN et al.) 22 February 2005 See column 11, lines 44-46; column 34, line 26 - column 40, line 28; claims 1, 10; and figure 38A.	3, 5, 17
Y	US 2009-0190511 A1 (LI (ERRAN) LI et al.) 30 July 2009 See paragraphs [0047]-[0051]; claims 1, 3; and figure 5.	7
Y	US 2003-0145328 A1 (MATTHEW RABINOWITZ et al.) 31 July 2003 See paragraph [0016]; claim 24; and figure 2.	8
Y	US 2014-0269374 A1 (ISCO INTERNATIONAL, LLC) 18 September 2014 See paragraphs [0070]-[0091]; and figure 10.	9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 June 2018 (21.06.2018)

Date of mailing of the international search report

21 June 2018 (21.06.2018)

Name and mailing address of the ISA/KR

International Application Division

Korean Intellectual Property Office

189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

YANG, Jeong Rok

Telephone No. +82-42-481-5709



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US2018/014504

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2014-0041618 A (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 04 April 2014 See paragraphs [0007], [0055]; and claim 3.	10
Y	US 2016-0374088 A1 (DGS GLOBAL SYSTEMS, INC.) 22 December 2016 See paragraphs [0007], [0030]–[0073]; claim 1; and figure 6.	11–13, 19
Y	US 2002-0161775 A1 (PETER JOEL LASENSKY et al.) 31 October 2002 See paragraphs [0031]–[0034]; claims 35–41; and figure 8.	15, 19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2011-0090939 A1	21/04/2011	AU 2003-223468 A1	27/10/2003
		AU 2003-225262 A1	03/11/2003
		AU 2003-228794 A1	03/11/2003
		AU 2003-234166 A1	03/11/2003
		AU 2003-291065 A1	23/06/2004
		AU 2003-294416 A1	23/06/2004
		CN 1663156 A	31/08/2005
		CN 1663156 B	23/05/2012
		EP 1502369 A2	02/02/2005
		JP 2005-523616 A	04/08/2005
		TW 200307141 A	01/12/2003
		TW 200401519 A	16/01/2004
		US 2003-0198200 A1	23/10/2003
		US 2003-0198304 A1	23/10/2003
		US 2003-0224741 A1	04/12/2003
		US 2004-0023674 A1	05/02/2004
		US 2004-0028003 A1	12/02/2004
		US 2004-0028123 A1	12/02/2004
		US 2004-0047324 A1	11/03/2004
		US 2004-0102198 A1	27/05/2004
		US 2004-0137849 A1	15/07/2004
		US 2004-0137915 A1	15/07/2004
		US 2004-0156440 A1	12/08/2004
		US 2004-0203474 A1	14/10/2004
		US 2004-0203826 A1	14/10/2004
		US 2004-0219885 A1	04/11/2004
		US 2005-0002473 A1	06/01/2005
		US 2005-0003828 A1	06/01/2005
		US 2005-0073983 A1	07/04/2005
		US 2005-0227625 A1	13/10/2005
		US 2006-0274684 A1	07/12/2006
		US 6714605 B2	30/03/2004
		US 6850735 B2	01/02/2005
		US 6941110 B2	06/09/2005
		US 7006838 B2	28/02/2006
		US 7035593 B2	25/04/2006
		US 7079812 B2	18/07/2006
		US 7110756 B2	19/09/2006
		US 7116943 B2	03/10/2006
		US 7171161 B2	30/01/2007
		US 7184777 B2	27/02/2007
		US 7224752 B2	29/05/2007
		US 7254191 B2	07/08/2007
		US 7269151 B2	11/09/2007
		US 7292656 B2	06/11/2007
		US 7408907 B2	05/08/2008
		US 7424268 B2	09/09/2008
		US 7444145 B2	28/10/2008
		US 7460837 B2	02/12/2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 7606335 B2	20/10/2009
		US 8175539 B2	08/05/2012
		WO 03-090376 A1	30/10/2003
		WO 03-090387 A1	30/10/2003
		WO 2004-051868 A2	17/06/2004
		WO 2004-051868 A3	28/10/2004
		WO 2004-052027 A2	17/06/2004
		WO 2004-052027 A3	25/11/2004
		WO 2005-094309 A2	13/10/2005
		WO 2005-094309 A3	04/12/2008
		WO 2006-020405 A2	23/02/2006
		WO 2006-020405 A3	15/06/2006
US 8494464 B1	23/07/2013	None	
US 6859831 B1	22/02/2005	AU 2000-77555 A1	10/05/2001
		AU 2000-78615 A1	10/05/2001
		AU 2000-78616 A1	10/05/2001
		AU 2000-78617 A1	10/05/2001
		AU 2000-78718 A1	10/05/2001
		AU 2000-78719 A1	10/05/2001
		AU 2000-78730 A1	10/05/2001
		US 2010-0148940 A1	17/06/2010
		US 2010-0201516 A1	12/08/2010
		US 2011-0029644 A1	03/02/2011
		US 2011-0035491 A1	10/02/2011
		US 2012-0079149 A1	29/03/2012
		US 2015-0046582 A1	12/02/2015
		US 6735630 B1	11/05/2004
		US 6826607 B1	30/11/2004
		US 6832251 B1	14/12/2004
		US 7020701 B1	28/03/2006
		US 7484008 B1	27/01/2009
		US 7797367 B1	14/09/2010
		US 7844687 B1	30/11/2010
		US 7891004 B1	15/02/2011
		US 7904569 B1	08/03/2011
		US 8079118 B2	20/12/2011
		US 8140658 B1	20/03/2012
		US 8601595 B2	03/12/2013
		US 8812654 B2	19/08/2014
		US 8832244 B2	09/09/2014
		US 8836503 B2	16/09/2014
		US 9628365 B2	18/04/2017
		WO 01-26068 A1	12/04/2001
		WO 01-26327 A2	12/04/2001
		WO 01-26327 A3	11/07/2002
		WO 01-26328 A2	12/04/2001
		WO 01-26328 A3	21/03/2002
		WO 01-26329 A2	12/04/2001

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		WO 01-26329 A3	07/02/2002
		WO 01-26331 A2	12/04/2001
		WO 01-26331 A3	21/02/2002
		WO 01-26332 A2	12/04/2001
		WO 01-26332 A3	21/03/2002
		WO 01-26333 A2	12/04/2001
		WO 01-26333 A3	18/04/2002
		WO 01-26334 A2	12/04/2001
		WO 01-26334 A3	27/12/2001
		WO 01-26335 A2	12/04/2001
		WO 01-26335 A3	10/05/2002
US 2009-0190511 A1	30/07/2009	US 8081567 B2	20/12/2011
US 2003-0145328 A1	31/07/2003	AU 2002-250014 A1	19/08/2002
		AU 2002-251852 A1	19/08/2002
		AU 2002-336415 A1	18/03/2003
		AU 2002-347988 A1	06/05/2003
		AU 2002-354005 A1	19/05/2003
		AU 2003-283977 A1	23/04/2004
		CN 1500349 A	26/05/2004
		CN 1582401 A	16/02/2005
		CN 1585903 A	23/02/2005
		EP 1432999 A2	30/06/2004
		EP 1446940 A2	18/08/2004
		EP 1452009 A2	01/09/2004
		EP 1454487 A1	08/09/2004
		JP 04846187 B2	28/12/2011
		JP 2004-109139 A	08/04/2004
		JP 2004-208274 A	22/07/2004
		JP 2005-502054 A	20/01/2005
		JP 2005-507084 A	10/03/2005
		JP 2005-509166 A	07/04/2005
		JP 2005-509861 A	14/04/2005
		JP 2005-510141 A	14/04/2005
		JP 2005-512103 A	28/04/2005
		JP 2009-021987 A	29/01/2009
		JP 2009-025291 A	05/02/2009
		JP 2009-025292 A	05/02/2009
		KR 10-0941196 B1	10/02/2010
		KR 10-0949615 B1	26/03/2010
		KR 10-0949616 B1	26/03/2010
		KR 10-0958471 B1	17/05/2010
		KR 10-0984924 B1	01/10/2010
		KR 10-1001007 B1	14/12/2010
		KR 10-2003-0085593 A	05/11/2003
		KR 10-2003-0088891 A	20/11/2003
		KR 10-2004-0036721 A	30/04/2004
		KR 10-2004-0089073 A	20/10/2004
		KR 10-2005-0043741 A	11/05/2005

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		KR 10-2008-0083217 A	16/09/2008
		KR 10-2011-0022557 A	07/03/2011
		US 2002-0199196 A1	26/12/2002
		US 2003-0052822 A1	20/03/2003
		US 2003-0058167 A1	27/03/2003
		US 2003-0085841 A1	08/05/2003
		US 2003-0142017 A1	31/07/2003
		US 2003-0156063 A1	21/08/2003
		US 2004-0150559 A1	05/08/2004
		US 2004-0201779 A1	14/10/2004
		US 2004-0207556 A1	21/10/2004
		US 2005-0251844 A1	10/11/2005
		US 2007-0008220 A1	11/01/2007
		US 2007-0050824 A1	01/03/2007
		US 2007-0182633 A1	09/08/2007
		US 2010-0292920 A1	18/11/2010
		US 2011-0025561 A1	03/02/2011
		US 2011-0263269 A1	27/10/2011
		US 6559800 B2	06/05/2003
		US 6717547 B2	06/04/2004
		US 6727847 B2	27/04/2004
		US 6753812 B2	22/06/2004
		US 6839024 B2	04/01/2005
		US 6859173 B2	22/02/2005
		US 6861984 B2	01/03/2005
		US 6879286 B2	12/04/2005
		US 6914560 B2	05/07/2005
		US 6952182 B2	04/10/2005
		US 6961020 B2	01/11/2005
		US 7372405 B2	13/05/2008
		US 7463195 B2	09/12/2008
		US 7471244 B2	30/12/2008
		US 7733270 B1	08/06/2010
		US 8041505 B2	18/10/2011
		US 8102317 B2	24/01/2012
		US 8106828 B1	31/01/2012
		US 8233091 B1	31/07/2012
		WO 2004-023789 A2	18/03/2004
		WO 2004-023789 A3	03/03/2005
		WO 2004-032480 A2	15/04/2004
		WO 2004-032480 A3	24/02/2005
		WO 2004-057360 A2	08/07/2004
		WO 2004-057360 A3	01/09/2005
		WO 2004-064374 A2	29/07/2004
		WO 2004-064374 A3	21/12/2006
		WO 2004-077813 A2	10/09/2004
		WO 2004-077813 A3	03/11/2005
		WO 2009-105054 A1	27/08/2009
US 2014-0269374 A1	18/09/2014	EP 2974439 A1	20/01/2016

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
		US 2014-0269545 A1	18/09/2014
		US 2014-0269606 A1	18/09/2014
		US 2014-0269849 A1	18/09/2014
		US 2014-0269850 A1	18/09/2014
		US 2014-0273861 A1	18/09/2014
		US 2014-0274093 A1	18/09/2014
		US 2014-0274094 A1	18/09/2014
		US 2014-0274099 A1	18/09/2014
		US 2014-0274100 A1	18/09/2014
		US 2014-0274132 A1	18/09/2014
		US 2015-0163818 A1	11/06/2015
		US 2015-0189668 A1	02/07/2015
		US 2015-0229352 A1	13/08/2015
		US 2015-0257036 A1	10/09/2015
		US 2015-0304876 A1	22/10/2015
		US 2015-0319763 A1	05/11/2015
		US 2016-0050579 A1	18/02/2016
		US 2016-0050581 A1	18/02/2016
		US 2016-0135061 A1	12/05/2016
		US 2016-0192362 A1	30/06/2016
		US 2016-0198353 A1	07/07/2016
		US 2016-0249367 A1	25/08/2016
		US 2016-0254840 A1	01/09/2016
		US 2016-0323086 A1	03/11/2016
		US 2017-0188374 A1	29/06/2017
		US 2017-0230983 A1	10/08/2017
		US 2017-0302332 A1	19/10/2017
		US 2017-0310450 A1	26/10/2017
		US 2017-0317807 A1	02/11/2017
		US 9008680 B2	14/04/2015
		US 9042497 B2	26/05/2015
		US 9071343 B2	30/06/2015
		US 9077443 B2	07/07/2015
		US 9112594 B2	18/08/2015
		US 9209857 B2	08/12/2015
		US 9214983 B2	15/12/2015
		US 9271185 B2	23/02/2016
		US 9313680 B2	12/04/2016
		US 9319916 B2	19/04/2016
		US 9729196 B2	08/08/2017
		US 9729301 B2	08/08/2017
		US 9742547 B2	22/08/2017
		US 9749114 B2	29/08/2017
		US 9832000 B2	28/11/2017
		US 9961691 B2	01/05/2018
		WO 2014-149679 A1	25/09/2014
KR 10-2014-0041618 A	04/04/2014	EP 2724587 A1	30/04/2014
		EP 2724587 B1	11/04/2018
		HK 1197339 A1	09/01/2015

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2016-0374088 A1	22/12/2016	HK 1197339 A2	09/01/2015
		TW 201306541 A	01/02/2013
		TW 201709709 A	01/03/2017
		TW 1577161 B	01/04/2017
		US 2012-0327870 A1	27/12/2012
		US 2016-0295610 A1	06/10/2016
		US 2018-0084580 A1	22/03/2018
		US 9369918 B2	14/06/2016
		US 9844075 B2	12/12/2017
		WO 2012-177878 A1	27/12/2012
		US 2014-0269375 A1	18/09/2014
		US 2014-0269376 A1	18/09/2014
		US 2014-0269875 A1	18/09/2014
		US 2014-0269877 A1	18/09/2014
		US 2014-0273871 A1	18/09/2014
		US 2014-0274177 A1	18/09/2014
		US 2014-0321519 A1	30/10/2014
		US 2014-0321522 A1	30/10/2014
		US 2014-0323055 A1	30/10/2014
		US 2014-0323056 A1	30/10/2014
		US 2014-0323057 A1	30/10/2014
		US 2014-0323058 A1	30/10/2014
		US 2014-0341056 A1	20/11/2014
		US 2015-0018026 A1	15/01/2015
		US 2015-0055500 A1	26/02/2015
		US 2015-0056926 A1	26/02/2015
		US 2015-0056927 A1	26/02/2015
		US 2015-0056928 A1	26/02/2015
		US 2015-0056929 A1	26/02/2015
		US 2015-0065059 A1	05/03/2015
		US 2015-0117248 A1	30/04/2015
		US 2015-0189528 A1	02/07/2015
		US 2015-0189682 A1	02/07/2015
		US 2015-0289254 A1	08/10/2015
		US 2015-0304856 A1	22/10/2015
		US 2015-0305042 A1	22/10/2015
		US 2016-0072597 A1	10/03/2016
		US 2016-0080955 A1	17/03/2016
		US 2016-0119794 A1	28/04/2016
		US 2016-0119806 A1	28/04/2016
		US 2016-0323920 A1	03/11/2016
		US 2016-0345135 A1	24/11/2016
		US 2017-0079007 A1	16/03/2017
		US 2017-0222846 A1	03/08/2017
		US 8750156 B1	10/06/2014
		US 8780968 B1	15/07/2014
		US 8787836 B1	22/07/2014
		US 8798548 B1	05/08/2014
		US 8805291 B1	12/08/2014

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002-0161775 A1	31/10/2002	US 8805292 B1	12/08/2014
		US 8824536 B1	02/09/2014
		US 8868004 B2	21/10/2014
		US 8868005 B1	21/10/2014
		US 8873422 B2	28/10/2014
		US 8874044 B1	28/10/2014
		US 8885696 B1	11/11/2014
		US 8886131 B1	11/11/2014
		US 8891401 B1	18/11/2014
		US 8964824 B2	24/02/2015
		US 8977212 B2	10/03/2015
		US 9008587 B2	14/04/2015
		US 9078162 B2	07/07/2015
		US 9094974 B2	28/07/2015
		US 9094975 B2	28/07/2015
		US 9185591 B2	10/11/2015
		US 9191848 B2	17/11/2015
		US 9253648 B2	02/02/2016
		US 9253673 B2	02/02/2016
		US 9288683 B2	15/03/2016
		US 9414237 B2	09/08/2016
		US 9420473 B2	16/08/2016
		US 9537586 B2	03/01/2017
		US 9622041 B2	11/04/2017
		US 9635573 B2	25/04/2017
		US 9749069 B2	29/08/2017
		WO 2014-144831 A1	18/09/2014
		WO 2014-144838 A1	18/09/2014
		AU 2004-303399 A1	24/03/2005
		AU 2005-289716 A1	06/04/2006
		CA 2536950 A1	24/03/2005
		CA 2536950 C	07/04/2015
		CA 2578522 A1	06/04/2006
		CA 2578522 C	16/06/2015
		CN 1860438 A	08/11/2006
		CN 1860438 C	26/11/2008
		EP 1665066 A2	07/06/2006
		EP 1665066 B1	09/11/2011
		EP 1671228 A2	21/06/2006
		EP 1810192 A1	25/07/2007
		EP 2317708 A2	04/05/2011
		EP 2317708 A3	01/02/2012
		EP 2317708 B1	20/11/2013
		KR 10-0868804 B1	17/11/2008
		TW 200523738 A	16/07/2005
		TW I305306 A	11/01/2009
		TW I305306 B	11/01/2009
		US 2003-0158859 A1	21/08/2003
		US 2005-0055484 A1	10/03/2005

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2018/014504Patent document
cited in search reportPublication
datePatent family
member(s)Publication
date

US 2005-0058260 A1	17/03/2005
US 2006-0112118 A1	25/05/2006
US 2008-0228882 A1	18/09/2008
US 2009-0280754 A1	12/11/2009
US 2010-0144329 A1	10/06/2010
US 7054863 B2	30/05/2006
US 7167941 B2	23/01/2007
US 7653691 B2	26/01/2010
US 7743073 B2	22/06/2010
US 8140627 B2	20/03/2012
US 8291028 B2	16/10/2012
US 8577843 B1	05/11/2013
US 9325681 B2	26/04/2016
WO 02-41222 A1	23/05/2002
WO 2005-026970 A2	24/03/2005
WO 2005-026970 A3	04/08/2005
WO 2005-027472 A2	24/03/2005
WO 2005-027472 A3	17/11/2005
WO 2006-036776 A1	06/04/2006

VIII-2-1	Declaration: Entitlement to apply for and be granted a patent Declaration as to the applicant's entitlement, as at the international filing date, to apply for and be granted a patent (Rules 4.17(ii) and 51bis.1(a)(ii)), in a case where the declaration under Rule 4.17(iv) is not appropriate: Name (LAST, First)	In relation to this international application DGS GLOBAL SYSTEMS, INC. is entitled to apply for and be granted a patent by virtue of the following:
VIII-2-1 (iv)		an assignment from DZIERWA, Ronald C. to DGS GLOBAL SYSTEMS, INC., dated 22 January 2017 (22.01.2017)
VIII-2-1 (iv)		an assignment from KLEINBECK, David William to DGS GLOBAL SYSTEMS, INC., dated 11 April 2017 (11.04.2017)
VIII-2-1 (iv)		an assignment from CARBAJAL, Daniel to DGS GLOBAL SYSTEMS, INC., dated 13 November 2013 (13.11.2013)

(19) World Intellectual Property
Organization
International Bureau

(43) International Publication Date
26 July 2018 (26.07.2018)



(10) International Publication Number
WO 2018/136785 A9

(51) International Patent Classification:		15/681,540	21 August 2017 (21.08.2017)	US
<i>H04W 24/08</i> (2009.01)	<i>H04B 17/26</i> (2014.01)	15/681,558	21 August 2017 (21.08.2017)	US
<i>H04B 17/309</i> (2014.01)	<i>H04B 17/27</i> (2014.01)			
<i>H04B 17/29</i> (2014.01)	<i>H04W 24/10</i> (2009.01)			
<i>H04B 17/23</i> (2014.01)				
(21) International Application Number:				
PCT/US2018/014504				
(22) International Filing Date:				
19 January 2018 (19.01.2018)				
(25) Filing Language:		English		
(26) Publication Language:		English		
(30) Priority Data:				
15/412,982	23 January 2017 (23.01.2017)	US		
15/478,916	04 April 2017 (04.04.2017)	US		
15/681,521	21 August 2017 (21.08.2017)	US		
(63) Related by continuation (CON) or continuation-in-part (CIP) to earlier applications:				
		US	15/412,982 (CIP)	
		Filed on	23 January 2017 (23.01.2017)	
		US	15/478,916 (CIP)	
		Filed on	04 April 2017 (04.04.2017)	
		US	15/681,521 (CIP)	
		Filed on	21 August 2017 (21.08.2017)	
		US	15/681,540 (CIP)	
		Filed on	21 August 2017 (21.08.2017)	
		US	15/681,558 (CIP)	
		Filed on	21 August 2017 (21.08.2017)	

(54) Title: SYSTEMS, METHODS, AND DEVICES FOR AUTOMATIC SIGNAL DETECTION WITH TEMPORAL FEATURE EXTRACTION WITHIN A SPECTRUM

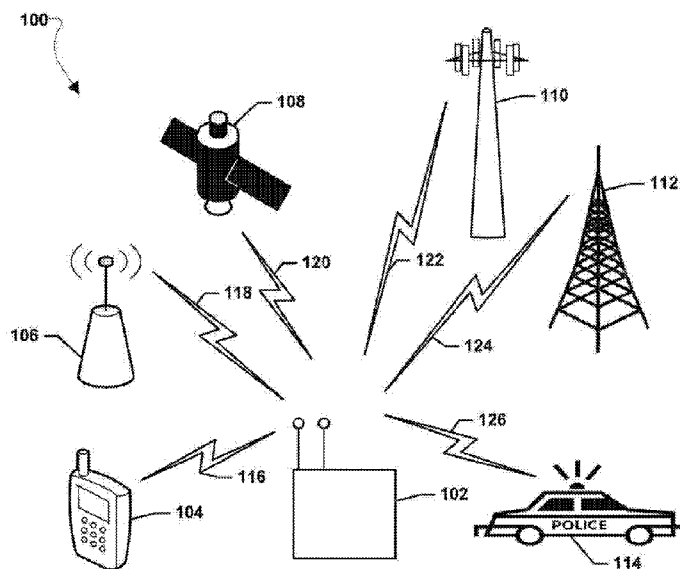


FIG. 1

(57) Abstract: Systems, methods and apparatus are disclosed for automatic signal detection in an RF environment. An apparatus comprises at least one receiver and at least one processor coupled with at least one memory. The apparatus is at the edge of a communication network. The apparatus sweeps the RF environment in a predetermined period and extracts at least one time-frequency feature. The apparatus creates a knowledge map comprising the at least one time-frequency feature. Real-time spectral data is scrubbed against the knowledge map. at least one signal in the RF environment is detected on scrubbing.





(71) **Applicant: DGS GLOBAL SYSTEMS, INC.** [US/US];
10000 Virginia Manor Road, Beltsville, Maryland 20705
(US).

(72) **Inventors: DZIERWA, Ronald, C.;** 1620 Howard Ave,
Baltimore, Maryland 21221 (US). **KLEINBECK, David,**
William; 2405 NE Cross Creek Lane, Lees Summit, Mis-
souri 64086 (US).

(74) **Agent: GEORGE, JiNan, Glasgow;** P.O. Box 52546,
Durham, North Carolina 27717 (US).

(81) **Designated States** (*unless otherwise indicated, for every
kind of national protection available*): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,
CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Designated States** (*unless otherwise indicated, for every
kind of regional protection available*): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), European (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarations under Rule 4.17:

- *as to applicant's entitlement to apply for and be granted a
patent (Rule 4.17(ii))*
- *as to the applicant's entitlement to claim the priority of the
earlier application (Rule 4.17(iii))*

Published:

- *with international search report (Art. 21(3))*
- *with amended claims (Art. 19(1))*

(48) Date of publication of this corrected version:

23 August 2018 (23.08.2018)

(15) Information about Correction:

see Notice of 23 August 2018 (23.08.2018)