DESCRIPCION ORIGINAL PRESENTADA EL 05/12/2018

(Los cambios muestran las modificaciones realizadas)

MÉTODO Y SISTEMA PARA LOGRAR EL AGRUPAMIENTO AUTOADAPTABLE EN UNA RED DE SENSORES

REFERENCIA CRUZADA RELACIONADA A LAS SOLICITUDES Y PRIORIDAD

DESCRIPCIÓN

REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

Esta ~~presente~~ solicitud ~~reclama~~ de patente reivindica prioridad según la descripción ~~provisional de la~~ India (Título: Method and system for achieving auto adaptive clustering in a sensor network) No. 201621016128 ~~presentada~~ presentado el ~~9 de~~09 mayo de 2016~~,~~ ~~cuya descripción completa, en su totalidad se incorpora aquí como referencia.~~

CAMPO TÉCNICO

Las modalidades en este documento generalmente se relacionan con el campo de las redes de sensores inalámbricos y, más particularmente, con un método y sistema para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores de una manera eficiente en el uso de la energía utilizando atributos de nivel de información del usuario final como un criterio para el agrupamiento.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Una red de sensores inalámbricos es una tecnología que detecta un comportamiento y un entorno de un objetivo utilizando sensores dispuestos en una región predeterminada, convirtiendo la información detectada en datos y transmitiendo de forma inalámbrica los datos a un nodo receptor que recopila datos. En general, una red de sensores consiste en un conjunto de nodos físicos que monitorean una región geográfica para uno o más parámetros y envían los valores detectados a una puerta de enlace central (también llamada sumidero) que administra la red. La agrupación y la agregación de datos en una red de sensores hasta ahora han agrupado nodos de sensores en función de características físicas como la ubicación y la movilidad, de modo que los datos detectados se podrían

agregar y transmitir al sumidero ahorrando energía en el proceso. Las redes de sensores se están integrando en la tela grande de Internet de las Cosas (IoT) con un gran número de aplicaciones de destino con diferentes requisitos. Los métodos de agrupamiento existentes no son adaptables a las características del objetivo de detección. Para resolver los problemas, se está realizando una investigación de la red de sensores y una tecnología de agregación de datos para una planificación eficiente de la implementación.

La agrupación en redes de sensores y los sistemas de IoT hasta ahora han trabajado principalmente con parámetros físicos asociados con la agrupación, como la posición y la movilidad. Los nodos en una implementación de red de sensores típica son redundantes en número, y no es esencial que todos los nodos de sensores tengan tareas para cada requisito de detección. El requisito de las aplicaciones de red de sensores y IoT más recientes es monitorear los sistemas con cierto acuerdo de nivel de servicio (SLA) para el objetivo de detección, por ejemplo, para monitorear las variaciones en los valores de un parámetro en una región de una manera eficiente en energía.

Se han utilizado muchos métodos de la técnica anterior en la parte en el contexto del agrupamiento en redes de sensores e IoT. Utilizan principalmente las características físicas para realizar la agrupación. Algunos trabajos sobre el uso de características específicas de la aplicación, como las etiquetas asociadas con datos, se han utilizado para realizar una transmisión de datos optimizada. Los trabajos en la técnica anterior no informaron llevar a cabo la agrupación adaptativa de aplicaciones y la organización de redes de sensores donde la precisión de los niveles de medición se utiliza como base para la adaptación y organización de nodos en la red.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

Lo siguiente presenta un resumen simplificado de algunas modalidades de la descripción con el propósito de proveer una comprensión básica de las modalidades. Este resumen no es una visión general extensa de las modalidades. No se pretende identificar elementos claves/críticos de las modalidades o delinear el alcance de las modalidades. Su único propósito es presentar algunas modalidades de una manera simplificada como preámbulo de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

En vista de lo anterior, una modalidad en este documento proporciona un sistema para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores. El sistema comprende un

conjunto de nodos sensores, una interfaz de usuario, un nodo sumidero, una memoria y un procesador. El conjunto de nodos sensores configurados para medir una pluralidad de parámetros, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. La interfaz de usuario genera una solicitud de un usuario para enviar la pluralidad medida de parámetros. El nodo sumidero recibe la pluralidad de parámetros medidos por el conjunto de nodos sensores. El procesador comprende además un módulo de agrupamiento de primer nivel, un módulo de agrupamiento de segundo nivel, un módulo de designación y un módulo de transporte. El módulo de agrupación de primer nivel realiza una agrupación de primer nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en grupos de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. El módulo de agrupamiento de segundo nivel realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones. El módulo de designación designa un cabeza de grupo después de la agrupación de datos y nivel de ubicación para llegar a una decisión de agrupación. El módulo de transporte traslada la decisión de agrupación al conjunto de nodos sensores para reorganizarlos de forma adaptativa en grupos.

En otro aspecto, se proporciona un método para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores. Inicialmente en el método se mide una pluralidad de parámetros mediante un conjunto de nodos sensores, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. En el siguiente paso, una interfaz de usuario envía una solicitud, al conjunto de nodos sensores para enviar la pluralidad de parámetros medidos en una pluralidad de nodos sensores. Además, la pluralidad de parámetros se envía a un nodo sumidero en respuesta a la solicitud. En el siguiente paso, un procesador realiza un agrupamiento de primer nivel, para agrupar el conjunto de nodos sensores en grupos de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. Además, el procesador realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones;. En el siguiente paso el procesador designa un nodo para cada uno de los grupos que se forman después del agrupamiento del nivel de datos y el nivel de ubicación como cabeza de grupo para llegar a una decisión de agrupamiento. Y, finalmente, la

decisión de agrupación se transmite al conjunto de nodos sensores para reconfigurar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores en grupos.

En otro aspecto más, se proporciona un medio legible por computadora no transitorio que tiene incorporado por consiguiente para ejecutar un programa informático para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores. Inicialmente en el método se mide una pluralidad de parámetros mediante un conjunto de nodos sensores, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. En el siguiente paso, una interfaz de usuario envía una solicitud, al conjunto de nodos sensores para enviar la pluralidad de parámetros medidos en una pluralidad de nodos sensores. Además, la pluralidad de parámetros se envía a un nodo sumidero en respuesta a la solicitud. En el siguiente paso, un procesador realiza un agrupamiento de primer nivel, para agrupar el conjunto de nodos sensores en grupos de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. Además, el procesador realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones;. En el siguiente paso el procesador designa un nodo para cada uno de los grupos que se forman después del agrupamiento del nivel de datos y el nivel de ubicación como cabeza de grupo para llegar a una decisión de agrupamiento. Y, finalmente, la decisión de agrupación se transmite al conjunto de nodos sensores para reconfigurar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores en grupos.

Los expertos en la técnica deben apreciar que cualquier diagrama de bloques en la presente descripción representa vistas conceptuales de sistemas ilustrativos que incorporan los principios del presente objeto de la invención. De manera similar, se apreciará que cualquier gráfico de flujo, diagramas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudocódigo, y similares representan diversos procesos que pueden representarse sustancialmente en un medio legible por ordenador y ejecutarse por un dispositivo o procesador informático, ya sea que el dispositivo o procesador informático se muestre o no se muestre explícitamente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las modalidades en la presente descripción se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos, en donde:

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

La figura 2 ilustra una configuración de despliegue de red de sensores según una modalidad de la presente descripción;

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos involucrados para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES

Las modalidades en este documento y las diversas características y detalles ventajosos de las mismas se explican más completamente con referencia a las modalidades no limitantes que se ilustran en los dibujos adjuntos y se detallan en la siguiente descripción. Los ejemplos utilizados en el presente documento pretenden simplemente facilitar una comprensión de las formas en que se pueden poner en práctica las modalidades en el presente documento y permitir además a los expertos en la técnica practicar las modalidades en el presente documento. Por consiguiente, los ejemplos no deben interpretarse como limitantes del alcance de las modalidades de este documento.

Glosario-términos utilizados en las modalidades

La expresión “red de sensores” en el contexto de la presente descripción se refiere a una red de sensores interconectados utilizada en cualquier campo de la invención. Por ejemplo en agricultura, IoT o cualquier otra tecnología.

La expresión “conjunto de nodos sensores” o “nodo sensor” en el contexto de la presente descripción se refiere a una ubicación particular donde hay una pluralidad de sensores presentes. El nodo sensor se elige específicamente según el área donde se despliega la red sensora.

La expresión “nodo sumidero” en el contexto de la presente descripción se refiere a la ubicación en particular. El nodo sumidero actúa como una puerta de acceso al entorno externo

Con referencia ahora a los dibujos, y más particularmente a la Figura 1 hasta la Figura 3, donde caracteres de referencia similares denotan características correspondientes consistentemente en todas las figuras, se muestran modalidades preferidas y estas modalidades se describen en el contexto del siguiente sistema ejemplar y/o método.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, en la Figura 1 se muestra un sistema 100 para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores 102. El sistema 100 adapta automáticamente la agrupación jerárquica de energía eficiente en la red de sensores 102 para maximizar la vida útil de la red de sensores 102. Los grupos en redes de sensores se forman automáticamente a partir de un gran número de nodos desplegados donde las características del grupo están controladas por los requisitos de medición definidos por el usuario final. La presente descripción utiliza atributos de nivel de información del usuario final como criterios para la agrupación en grupos.

Según a una modalidad de la descripción, el sistema 100 consiste en un conjunto de nodos sensores 104, una interfaz de usuario 106, un nodo sumidero 108, una memoria 110 y un procesador 112 como se muestra en la Figura 1. El conjunto de nodos sensores 104 y el nodo sumidero 108 están en comunicación con el procesador 108. El conjunto de nodos sensores 104 se implementa para monitorear un área. El conjunto de nodos sensores 104 puede monitorear regiones particulares en un campo. El nodo sumidero 108 actúa como una puerta de enlace para estos nodos con el mundo externo. Una pluralidad de sensores (no mostrados) pueden estar presentes en el conjunto de nodos sensores 104. En un ejemplo, la pluralidad de sensores se puede conectar a una persona que trabaja en el campo. En otro ejemplo, debe apreciarse que la pluralidad de sensores también puede estar presente independientemente en el campo, capturando los datos en el campo. Un despliegue típico de la red de sensores 102 normalmente consiste en el conjunto de nodos sensores 104 que hablan al nodo sumidero 108 o a la puerta de enlace que administra la red como se muestra en la Figura 2.

El procesador 112 está en comunicación con la memoria 110. El procesador 112 se configura para ejecutar un algoritmo almacenado en la memoria 110. El algoritmo se ejecuta en el nodo sumidero 108 y organiza el conjunto de nodos sensores 104 de una manera específica para lograr la agrupación jerárquica específica de la aplicación. Para lograr esto, el conjunto de nodos sensores 104 monitorea un área y envía las mediciones sin procesar al nodo sumidero 108. El conjunto de nodos sensores 104 configurados para medir una pluralidad de parámetros, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, la interfaz de usuario 106 se configura para generar una solicitud para enviar la pluralidad medida de parámetros medidos en el

conjunto de nodos sensores 104. La interfaz de usuario 106 se opera por un usuario. La interfaz de usuario 106 puede incluir una variedad de interfaces de software y hardware, por ejemplo, una interfaz web, una interfaz gráfica de usuario, etc. y pueden facilitar comunicaciones múltiples dentro de una amplia variedad de redes y tipos de protocolos, incluidas redes cableadas, por ejemplo, LAN, cable, etc., y redes inalámbricas, tal como WLAN, celular, o satelital. En una modalidad, la interfaz de usuario 106 puede incluir uno o más puertos para conectar varios dispositivos entre sí o a otro servidor.

Sobre la base de la solicitud generada por la interfaz de usuario 106, el nodo sumidero 108 recibe la pluralidad de parámetros medidos por el conjunto de nodos sensores 104. El nodo sumidero 108 tiene un acuerdo de nivel de servicio (SLA) predefinido en términos de precisión de los requisitos de monitoreo para la región cubierta por el conjunto de nodos sensores 104. El nodo sumidero 108 utiliza el algoritmo de agrupamiento jerárquico para encontrar los grupos finales para el conjunto de nodos sensores 104. La información de agrupamiento se transmite a los nodos en la red de sensores 102 para que se orienten en consecuencia y envíen las mediciones al nodo sumidero 106.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, el procesador 112 incluye además una pluralidad de módulos para realizar funciones. El procesador 112 puede incluir un módulo de agrupamiento de primer nivel 114, un módulo de agrupamiento de segundo nivel 116. El procesador 112 se configura para procesar los parámetros medidos para llegar a una decisión de agrupación. El módulo de agrupación de primer nivel 114 realiza una agrupación de primer nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores 104 dentro de grupos de nivel de datos en función de la pluralidad de parámetros medidos. La medición de cada uno de los nodos sensores 104 se realiza a través de una función de transformación. La salida de la función de transformación se utiliza para formar grupos donde los nodos de un grupo tienen medidas similares. Como ejemplo, los nodos con salidas dentro de un cierto umbral pueden considerarse como pertenecientes al mismo grupo.

De acuerdo con otra modalidad de la descripción, el módulo de agrupamiento de segundo nivel 116 realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores 104 en los grupos de nivel de datos dentro de los grupos de niveles de ubicación basándose en la pluralidad de ubicaciones. La ubicación de cada uno de los nodos se

utiliza como criterio para subagrupar cada uno de los grupos en grupos adicionales. El grupo formado después de este proceso tiene dos características para los nodos: mediciones en niveles similares y una ubicación cercana a la otra. El proceso de agrupamiento autoadaptable también se explica con la ayuda de un ejemplo en la parte posterior de esta descripción. Debe apreciarse que el agrupamiento no se limita a dos niveles; en otras modalidades, el agrupamiento puede pasar a más de dos niveles y no está restringido a 2 niveles.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, el módulo de designación 118 designa un cabeza de grupo después de la agrupación de datos y nivel de ubicación para llegar a una decisión de agrupación. El módulo de transporte 120 luego transporta de vuelta la decisión de agrupación al conjunto de nodos sensores 104 para reorganizar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores 104 en grupos. Según otra modalidad de la descripción, el agrupamiento también puede ocurrir en más de dos niveles, en donde cada nivel depende de la pluralidad de parámetros y la pluralidad de ubicaciones.

De acuerdo con una modalidad de la invención, el primer nivel y segundo nivel del módulo de agrupamiento 114 y 116 ejecutan un algoritmo de agrupamiento denominado como algoritmo de agrupamiento adaptativo centrado en datos (ADCS) que combina aprendizaje no supervisado con una fusión de datos jerárquica de nivel-n y mecanismo de transferencia para lograr la eficiencia energética en la red. El ADCS se ajusta a la naturaleza, el tamaño y los números de los miembros del grupo según las características de medición del nivel de la aplicación. Con ADCS, se introdujo la agrupación contextual donde el tamaño de los grupos en términos de número de nodos cubiertos dentro de cada grupo se rige por la precisión de los requisitos de monitoreo como se define por los objetivos de monitoreo / detección definido por usuario final. El agrupamiento se logra midiendo estadísticamente los niveles similares entre las mediciones de los nodos como uno de sus pasos para llevar a cabo el agrupamiento con el fin de maximizar la vida útil de la red

ADCS se ejecuta en el nodo sumidero / puerta de enlace y es lo suficientemente genérico como para permitir el uso de una variedad de modelos analíticos para lograr el agrupamiento contextual. Una vez que se finalizan los grupos en la puerta de enlace, se envían de vuelta a la red para su configuración. Las condiciones dinámicamente cambiantes como esta se prestan ellas mismas a modelar con modelos de aprendizaje sin

supervisión para análisis.

De acuerdo con otra modalidad de la descripción, tres variantes de algoritmo ADCS se pueden usar ADCS-ADCS-DB, ADCS-KM y ADCSAG (DBSCAN, K Medios y Aglomerados) donde cada variante usa un algoritmo diferente para la agrupación sin supervisión. Se pueden derivar más variantes de este tipo en función de los requisitos de agrupamiento. Por ejemplo, un requisito para medir la temperatura de una región con una medio m y con una cierta desviación estándar s puede formar un grupo de cierto tamaño S que cubra un conjunto de nodos n. Si la desviación-estándar se reduce a 2s, ADCS puede expandir el tamaño del grupo para incluir más nodos.

En la operación, se muestra en la Figura 3 un diagrama de flujo 200 que ilustra los pasos involucrados para lograr el agrupamiento autoadaptable en la red de sensores 102. Inicialmente en el paso 202, una pluralidad de parámetros se miden mediante un conjunto de nodos sensores 104. Cada uno de los conjuntos de nodos sensores 104 comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. La pluralidad de sensores está configurada para medir varios parámetros de la persona o la pluralidad de ubicaciones en el área. En el siguiente paso 204, una interfaz de usuario 106 envía una solicitud al conjunto de nodos sensores 104 para enviar la pluralidad de parámetros medidos en una pluralidad de nodos sensores. En el paso 206, la pluralidad de parámetros se envían al nodo sumidero 108 en respuesta a la solicitud;

En el siguiente paso 208 el módulo de agrupamiento de primer nivel 114 realiza un agrupamiento de primer nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores 104 en agrupaciones de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. Similarmente al paso 210, el módulo de agrupamiento de segundo nivel 116 realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones. Debe tenerse en cuenta que la agrupación en grupos puede pasar a más de dos niveles y no está restringida a dos niveles. En el paso 212, los grupos de nivel de datos se dividen además dentro de grupos de nivel de ubicación y uno de los nodos de cada grupo se designa como cabeza de grupo utilizando el módulo de designación 118. Y finalmente en el paso 214, la decisión de agrupación se transmite de vuelta al conjunto de nodos sensores 104 para reconfigurar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores en grupos.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, el sistema 100 puede explicarse con la

ayuda del siguiente ejemplo. Una región R cubierta por un conjunto de nodos de sensores S donde cada nodo s (i) ∈ S mide un parámetro regularmente en un intervalo determinado. Deje que V (i) denote un conjunto de n mediciones {v (1),..., v(n)} i del nodo sensor s (i). Para cualquiera de los dos s (i), s (j) ∈ S donde los puntos de datos de V (i) tienen la misma tendencia que V (j), las características de ubicación y campo de los dos nodos determinan si se podría considerar que miden las mismas o diferentes condiciones. Por ejemplo, si s (i), s (j) están separados geográficamente por una gran distancia, la similitud en los valores observados podría ser una coincidencia temporal. Por otro lado, incluso si los nodos se colocan cerca uno del otro, una diferencia en la elevación o en la vegetación elevada (como un camuflaje) regirá si las tendencias observadas permanecen iguales o cambian con el tiempo. Podrían haber varias restricciones de este tipo que rigen el grado de similitud y por lo tanto la agrupación. Además, las condiciones alrededor de los nodos pueden cambiar con el tiempo por lo que la decisión de agrupación tomada en un momento dado cambiaría a intervalos regulares. Para mayor claridad el algoritmo ADCS se ha discutido con la agrupación en dos niveles, L0 y L1, donde L0 está en el nivel de datos y L1 en el nivel de ubicación. El principio es lo suficientemente genérico como para extenderse a cualquier número de niveles.

ADCS asume una implementación WSN de n nodos con un sumidero (puerta de enlace) como punto final. El algoritmo ADCS se ejecuta en el sumidero. Comienza con la solicitud del sumidero a todos los nodos que envíen sus datos. Los datos se procesan en el sumidero para llegar a una decisión de agrupación que luego se transmite a los nodos de la red. Se notó que los nodos de red podían enviar sus datos para al sumidero por transmisión directa o enrutarlos a través de otros nodos en la red. Para mayor claridad se asumió que una estrategia de transmisión directa donde una decisión de agrupación implica un conjunto de grupos cada uno con un cabeza de grupo y algunos miembros de grupo. Los miembros del grupo transmiten al cabeza del grupo y el cabeza del grupo al sumidero. La agrupación en el nivel de la puerta de enlace incurre en una sobrecarga computacional que es una función f del número de nodos en la red., El orden de f depende del criterio de grado de similitud de los datos medidos que se llevó a cabo para la agrupación L0.

El primer paso después de la generación del conjunto de entrada es L0 agrupación para identificar los nodos en niveles de datos similares. Este paso proporciona el alcance para

cualquier método de agrupamiento no supervisado que se utilizará. Los grupos identificados de esta manera pueden estar geográficamente dispersos. El conjunto de entrada se pasa a través de un grupo L1 que agrupa los nodos que están dentro de cierta separación física entre sí. Nuevamente hay dos formas de lograr esto: límites predefinidos y espacios de agrupamiento no supervisados. En ausencia de límites predefinidos, la agrupación sin supervisión se lleva a cabo para lograr esta agrupación de segundo nivel. Los cabezas de grupo se eligen aleatoriamente después de la agrupación L1. Es posible que algunos nodos queden fuera durante el proceso de agrupamiento de L0 y L1.

Efectivamente, se creó una estructura de agrupamiento adaptable con ADCS que es lo suficientemente genérico para permitir el uso de una variedad de modelos. Una vez que se finalizan los grupos en el sumidero (la puerta de enlace), se envían de vuelta a la red para su configuración.

De acuerdo con una modalidad de la presente descripción, el sistema 100 se simuló con diferentes versiones de los modelos de aprendizaje y una comparación es finalmente dibujada y presentada. Además, debido a las razones antes mencionadas es probable que la naturaleza de los datos cambie con el tiempo. Se realizaron múltiples rondas de simulación con valores de datos cambiantes para establecer los resultados. Las condiciones dinámicamente cambiantes como esta se prestan ellas mismas a modelar con modelos de aprendizaje sin supervisión. ADCS se ha configurado para usar varios algoritmos de aprendizaje no supervisados para llevar a cabo el agrupamiento L0 y L1.

La descripción escrita describe el objeto de la invención en este punto para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer y utilizar las modalidades de la invención. El alcance de las modalidades objeto de la invención se definen por las reivindicaciones y puede incluir otras modificaciones que se les ocurran a los expertos en la técnica. Tales otras modificaciones se destinan a estar dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos similares que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones o si incluyen elementos equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal.

Las modalidades de la presente descripción abordan en este punto el problema no resuelto de agrupamiento en redes de sensores e IoT. La modalidad, por lo tanto proporciona un sistema y un método para lograr un agrupamiento autoadaptable en la red de sensores.

Esto, sin embargo debe entenderse que el alcance de la protección se extiende a dicho programa y además a medios legibles por computadora que tienen un mensaje en el

mismo; los medios de almacenamiento legibles por computadora contienen medios de código de programa para la implementación de una o más etapas del método, cuando el programa se ejecuta en un servidor o dispositivo móvil o cualquier dispositivo programable adecuado. El dispositivo de hardware puede ser cualquier tipo de dispositivo que pueda programarse, incluyendo por ejemplo cualquier tipo de computadora como un servidor o una computadora personal, o similares, o cualquier de sus combinaciones. El dispositivo también puede incluir medios que podrían ser por ejemplo medios de hardware como por ejemplo un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programable en campo (FPGA), o una combinación de medios de hardware y software, por ejemplo un ASIC y una FPGA, o al menos un microprocesador y al menos una memoria con módulos de software ubicados en el mismo. Por lo tanto, los medios pueden incluir medios de hardware y medios de software. Las modalidades del método descritas en la presente descripción podrían implementarse en hardware y software. El dispositivo también puede incluir medios de software. Alternativamente, las modalidades pueden implementarse en dispositivos de hardware diferentes, por ejemplo mediante el uso de una pluralidad de CPU.

Las modalidades en la presente descripción pueden comprender elementos de hardware y software. Las modalidades que se implementan en el software incluyen, entre otras, programación fija, software residente, microcódigo, etc. Las funciones realizadas por varios módulos descritos en este documento pueden implementarse en otros módulos o combinaciones de otros módulos. Para los propósitos de esta descripción, un medio legible por computadora puede ser cualquier aparato que pueda comprender, almacenar, comunicar, propagar, o transportar el programa para utilizarlo por o en relación con el sistema, el aparato o el dispositivo de ejecución de instrucción.

El medio puede ser un sistema (o aparato o dispositivo) electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor o un medio de propagación. Los ejemplos de un medio legible por computadora incluye un semiconductor o una memoria de estado sólido, una cinta magnética, un disquete de computadora extraíble, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), un disco magnético rígido y un disco óptico. Los ejemplos actuales de discos ópticos incluyen memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM), lectura-escritura de disco compacto (CD-R-W) y DVD.

Un sistema de procesamiento de datos adecuado para almacenar y/o ejecutar código de programa incluirá al menos un procesador acoplado directa o indirectamente a elementos de memoria a través de un bus del sistema. Los elementos de memoria pueden incluir la memoria local que se emplea durante la ejecución actual del código del programa, el almacenamiento masivo y las memorias caché que proporcionan almacenamiento temporal de al menos algún código del programa para reducir el número de veces que el código debe recuperarse del almacenamiento masivo durante la ejecución.

Los dispositivos de entrada/salida (I/O) (incluidos, entre otros por, teclados, pantallas, dispositivos señaladores, etc.) se pueden acoplar al sistema directamente o a través de los controladores de I/O que intervienen. Los adaptadores de red también se pueden acoplar al sistema para permitir que el sistema de procesamiento de datos se conecte a otros sistemas de procesamiento de datos o impresoras remotas o dispositivos de almacenamiento a través de redes privadas o públicas intervenidas. Los módems, el cable módem y las tarjetas Ethernet son solo algunos de los tipos de adaptadores de red disponibles actualmente.

Un entorno de hardware representativo para practicar las modalidades puede incluir una configuración de hardware de un sistema informático de manejo de información de acuerdo con las modalidades de este documento. El sistema aquí descrito comprende al menos un procesador o unidad central de procesamiento (CPU). Las CPU están interconectadas a través de un bus del sistema a varios dispositivos como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), y un adaptador de entrada/salida (I/O). El adaptador I/O puede conectarse a dispositivos periféricos, como unidades de disco y unidades de cinta, u otros dispositivos de almacenamiento de programas que el sistema pueda leer. El sistema puede leer las instrucciones de la invención en los dispositivos de almacenamiento del programa y seguir estas instrucciones para ejecutar la metodología de las modalidades de este documento.

El sistema incluye además un adaptador de interfaz de usuario que conecta un teclado, ratón, altavoz, micrófono y otros dispositivos de interfaz de usuario, como un dispositivo de pantalla táctil (no se muestra) al bus para recopilar información del usuario. Además, un adaptador de comunicación conecta el bus a una red de procesamiento de datos, y un adaptador de pantalla conecta el bus a un dispositivo de visualización que puede incorporarse como un dispositivo de salida tal como un monitor, una impresora o un

transmisor, por ejemplo.

La descripción precedente se ha presentado con referencia a varias modalidades. Una persona con habilidades ordinarias en la técnica y la tecnología a la que pertenece esta descripción apreciará que las alteraciones y cambios en las estructuras y métodos de operación descritos se pueden llevar a la práctica sin apartarse significativamente del principio, espíritu y alcance.

DESCRIPCIÓN MODIFICADA PRESENTADA EL 05/12/2018

MÉTODO Y SISTEMA PARA LOGRAR EL AGRUPAMIENTO AUTOADAPTABLE EN UNA RED DE SENSORES

REFERENCIA CRUZADA RELACIONADA A LAS SOLICITUDES Y PRIORIDAD

DESCRIPCIÓN

REIVINDICACIÓN DE PRIORIDAD

Esta solicitud de patente reivindica prioridad según la descripción India (Título: Method and system for achieving auto adaptive clustering in a sensor network) No. 201621016128 presentado el 09 mayo de 2016

CAMPO TÉCNICO

Las modalidades en este documento generalmente se relacionan con el campo de las redes de sensores inalámbricos y, más particularmente, con un método y sistema para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores de una manera eficiente en el uso de la energía utilizando atributos de nivel de información del usuario final como un criterio para el agrupamiento.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Una red de sensores inalámbricos es una tecnología que detecta un comportamiento y un entorno de un objetivo utilizando sensores dispuestos en una región predeterminada, convirtiendo la información detectada en datos y transmitiendo de forma inalámbrica los datos a un nodo receptor que recopila datos. En general, una red de sensores consiste en un conjunto de nodos físicos que monitorean una región geográfica para uno o más parámetros y envían los valores detectados a una puerta de enlace central (también llamada sumidero) que administra la red. La agrupación y la agregación de datos en una red de sensores hasta ahora han agrupado nodos de sensores en función de características físicas como la ubicación y la movilidad, de modo que los datos detectados se podrían agregar y transmitir al sumidero ahorrando energía en el proceso. Las redes de sensores se están integrando en la tela grande de Internet de las Cosas (IoT) con un gran número

de aplicaciones de destino con diferentes requisitos. Los métodos de agrupamiento existentes no son adaptables a las características del objetivo de detección. Para resolver los problemas, se está realizando una investigación de la red de sensores y una tecnología de agregación de datos para una planificación eficiente de la implementación.

La agrupación en redes de sensores y los sistemas de IoT hasta ahora han trabajado principalmente con parámetros físicos asociados con la agrupación, como la posición y la movilidad. Los nodos en una implementación de red de sensores típica son redundantes en número, y no es esencial que todos los nodos de sensores tengan tareas para cada requisito de detección. El requisito de las aplicaciones de red de sensores y IoT más recientes es monitorear los sistemas con cierto acuerdo de nivel de servicio (SLA) para el objetivo de detección, por ejemplo, para monitorear las variaciones en los valores de un parámetro en una región de una manera eficiente en energía.

Se han utilizado muchos métodos de la técnica anterior en la parte en el contexto del agrupamiento en redes de sensores e IoT. Utilizan principalmente las características físicas para realizar la agrupación. Algunos trabajos sobre el uso de características específicas de la aplicación, como las etiquetas asociadas con datos, se han utilizado para realizar una transmisión de datos optimizada. Los trabajos en la técnica anterior no informaron llevar a cabo la agrupación adaptativa de aplicaciones y la organización de redes de sensores donde la precisión de los niveles de medición se utiliza como base para la adaptación y organización de nodos en la red.

SUMARIO DE LA INVENCIÓN

Lo siguiente presenta un resumen simplificado de algunas modalidades de la descripción con el propósito de proveer una comprensión básica de las modalidades. Este resumen no es una visión general extensa de las modalidades. No se pretende identificar elementos claves/críticos de las modalidades o delinear el alcance de las modalidades. Su único propósito es presentar algunas modalidades de una manera simplificada como preámbulo de la descripción más detallada que se presenta más adelante.

En vista de lo anterior, una modalidad en este documento proporciona un sistema para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores. El sistema comprende un conjunto de nodos sensores, una interfaz de usuario, un nodo sumidero, una memoria y un procesador. El conjunto de nodos sensores configurados para medir una pluralidad de

parámetros, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. La interfaz de usuario genera una solicitud de un usuario para enviar la pluralidad medida de parámetros. El nodo sumidero recibe la pluralidad de parámetros medidos por el conjunto de nodos sensores. El procesador comprende además un módulo de agrupamiento de primer nivel, un módulo de agrupamiento de segundo nivel, un módulo de designación y un módulo de transporte. El módulo de agrupación de primer nivel realiza una agrupación de primer nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en grupos de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. El módulo de agrupamiento de segundo nivel realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones. El módulo de designación designa un cabeza de grupo después de la agrupación de datos y nivel de ubicación para llegar a una decisión de agrupación. El módulo de transporte traslada la decisión de agrupación al conjunto de nodos sensores para reorganizarlos de forma adaptativa en grupos.

En otro aspecto, se proporciona un método para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores. Inicialmente en el método se mide una pluralidad de parámetros mediante un conjunto de nodos sensores, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. En el siguiente paso, una interfaz de usuario envía una solicitud, al conjunto de nodos sensores para enviar la pluralidad de parámetros medidos en una pluralidad de nodos sensores. Además, la pluralidad de parámetros se envía a un nodo sumidero en respuesta a la solicitud. En el siguiente paso, un procesador realiza un agrupamiento de primer nivel, para agrupar el conjunto de nodos sensores en grupos de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. Además, el procesador realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones;. En el siguiente paso el procesador designa un nodo para cada uno de los grupos que se forman después del agrupamiento del nivel de datos y el nivel de ubicación como cabeza de grupo para llegar a una decisión de agrupamiento. Y, finalmente, la decisión de agrupación se transmite al conjunto de nodos sensores para reconfigurar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores en grupos.

En otro aspecto más, se proporciona un medio legible por computadora no transitorio que tiene incorporado por consiguiente para ejecutar un programa informático para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores. Inicialmente en el método se mide una pluralidad de parámetros mediante un conjunto de nodos sensores, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. En el siguiente paso, una interfaz de usuario envía una solicitud, al conjunto de nodos sensores para enviar la pluralidad de parámetros medidos en una pluralidad de nodos sensores. Además, la pluralidad de parámetros se envía a un nodo sumidero en respuesta a la solicitud. En el siguiente paso, un procesador realiza un agrupamiento de primer nivel, para agrupar el conjunto de nodos sensores en grupos de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. Además, el procesador realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones;. En el siguiente paso el procesador designa un nodo para cada uno de los grupos que se forman después del agrupamiento del nivel de datos y el nivel de ubicación como cabeza de grupo para llegar a una decisión de agrupamiento. Y, finalmente, la decisión de agrupación se transmite al conjunto de nodos sensores para reconfigurar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores en grupos.

Los expertos en la técnica deben apreciar que cualquier diagrama de bloques en la presente descripción representa vistas conceptuales de sistemas ilustrativos que incorporan los principios del presente objeto de la invención. De manera similar, se apreciará que cualquier gráfico de flujo, diagramas de flujo, diagramas de transición de estado, pseudocódigo, y similares representan diversos procesos que pueden representarse sustancialmente en un medio legible por ordenador y ejecutarse por un dispositivo o procesador informático, ya sea que el dispositivo o procesador informático se muestre o no se muestre explícitamente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las modalidades en la presente descripción se comprenderán mejor a partir de la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos, en donde:

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores de acuerdo con una modalidad de la presente descripción;

La figura 2 ilustra una configuración de despliegue de red de sensores según una modalidad de la presente descripción;

La figura 3 es un diagrama de flujo que ilustra los pasos involucrados para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores de acuerdo con una modalidad de la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES

Las modalidades en este documento y las diversas características y detalles ventajosos de las mismas se explican más completamente con referencia a las modalidades no limitantes que se ilustran en los dibujos adjuntos y se detallan en la siguiente descripción. Los ejemplos utilizados en el presente documento pretenden simplemente facilitar una comprensión de las formas en que se pueden poner en práctica las modalidades en el presente documento y permitir además a los expertos en la técnica practicar las modalidades en el presente documento. Por consiguiente, los ejemplos no deben interpretarse como limitantes del alcance de las modalidades de este documento.

Glosario-términos utilizados en las modalidades

La expresión “red de sensores” en el contexto de la presente descripción se refiere a una red de sensores interconectados utilizada en cualquier campo de la invención. Por ejemplo en agricultura, IoT o cualquier otra tecnología.

La expresión “conjunto de nodos sensores” o “nodo sensor” en el contexto de la presente descripción se refiere a una ubicación particular donde hay una pluralidad de sensores presentes. El nodo sensor se elige específicamente según el área donde se despliega la red sensora.

La expresión “nodo sumidero” en el contexto de la presente descripción se refiere a la ubicación en particular. El nodo sumidero actúa como una puerta de acceso al entorno externo

Con referencia ahora a los dibujos, y más particularmente a la Figura 1 hasta la Figura 3, donde caracteres de referencia similares denotan características correspondientes consistentemente en todas las figuras, se muestran modalidades preferidas y estas modalidades se describen en el contexto del siguiente sistema ejemplar y/o método.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, en la Figura 1 se muestra un sistema 100 para lograr el agrupamiento autoadaptable en una red de sensores 102. El sistema 100

adapta automáticamente la agrupación jerárquica de energía eficiente en la red de sensores 102 para maximizar la vida útil de la red de sensores 102. Los grupos en redes de sensores se forman automáticamente a partir de un gran número de nodos desplegados donde las características del grupo están controladas por los requisitos de medición definidos por el usuario final. La presente descripción utiliza atributos de nivel de información del usuario final como criterios para la agrupación en grupos.

Según a una modalidad de la descripción, el sistema 100 consiste en un conjunto de nodos sensores 104, una interfaz de usuario 106, un nodo sumidero 108, una memoria 110 y un procesador 112 como se muestra en la Figura 1. El conjunto de nodos sensores 104 y el nodo sumidero 108 están en comunicación con el procesador 108. El conjunto de nodos sensores 104 se implementa para monitorear un área. El conjunto de nodos sensores 104 puede monitorear regiones particulares en un campo. El nodo sumidero 108 actúa como una puerta de enlace para estos nodos con el mundo externo. Una pluralidad de sensores (no mostrados) pueden estar presentes en el conjunto de nodos sensores 104. En un ejemplo, la pluralidad de sensores se puede conectar a una persona que trabaja en el campo. En otro ejemplo, debe apreciarse que la pluralidad de sensores también puede estar presente independientemente en el campo, capturando los datos en el campo. Un despliegue típico de la red de sensores 102 normalmente consiste en el conjunto de nodos sensores 104 que hablan al nodo sumidero 108 o a la puerta de enlace que administra la red como se muestra en la Figura 2.

El procesador 112 está en comunicación con la memoria 110. El procesador 112 se configura para ejecutar un algoritmo almacenado en la memoria 110. El algoritmo se ejecuta en el nodo sumidero 108 y organiza el conjunto de nodos sensores 104 de una manera específica para lograr la agrupación jerárquica específica de la aplicación. Para lograr esto, el conjunto de nodos sensores 104 monitorea un área y envía las mediciones sin procesar al nodo sumidero 108. El conjunto de nodos sensores 104 configurados para medir una pluralidad de parámetros, en donde cada uno de los nodos sensores comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, la interfaz de usuario 106 se configura para generar una solicitud para enviar la pluralidad medida de parámetros medidos en el conjunto de nodos sensores 104. La interfaz de usuario 106 se opera por un usuario. La interfaz de usuario 106 puede incluir una variedad de interfaces de software y hardware,

por ejemplo, una interfaz web, una interfaz gráfica de usuario, etc. y pueden facilitar comunicaciones múltiples dentro de una amplia variedad de redes y tipos de protocolos, incluidas redes cableadas, por ejemplo, LAN, cable, etc., y redes inalámbricas, tal como WLAN, celular, o satelital. En una modalidad, la interfaz de usuario 106 puede incluir uno o más puertos para conectar varios dispositivos entre sí o a otro servidor.

Sobre la base de la solicitud generada por la interfaz de usuario 106, el nodo sumidero 108 recibe la pluralidad de parámetros medidos por el conjunto de nodos sensores 104. El nodo sumidero 108 tiene un acuerdo de nivel de servicio (SLA) predefinido en términos de precisión de los requisitos de monitoreo para la región cubierta por el conjunto de nodos sensores 104. El nodo sumidero 108 utiliza el algoritmo de agrupamiento jerárquico para encontrar los grupos finales para el conjunto de nodos sensores 104. La información de agrupamiento se transmite a los nodos en la red de sensores 102 para que se orienten en consecuencia y envíen las mediciones al nodo sumidero 106.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, el procesador 112 incluye además una pluralidad de módulos para realizar funciones. El procesador 112 puede incluir un módulo de agrupamiento de primer nivel 114, un módulo de agrupamiento de segundo nivel 116. El procesador 112 se configura para procesar los parámetros medidos para llegar a una decisión de agrupación. El módulo de agrupación de primer nivel 114 realiza una agrupación de primer nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores 104 dentro de grupos de nivel de datos en función de la pluralidad de parámetros medidos. La medición de cada uno de los nodos sensores 104 se realiza a través de una función de transformación. La salida de la función de transformación se utiliza para formar grupos donde los nodos de un grupo tienen medidas similares. Como ejemplo, los nodos con salidas dentro de un cierto umbral pueden considerarse como pertenecientes al mismo grupo.

De acuerdo con otra modalidad de la descripción, el módulo de agrupamiento de segundo nivel 116 realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores 104 en los grupos de nivel de datos dentro de los grupos de niveles de ubicación basándose en la pluralidad de ubicaciones. La ubicación de cada uno de los nodos se utiliza como criterio para subagrupar cada uno de los grupos en grupos adicionales. El grupo formado después de este proceso tiene dos características para los nodos:

mediciones en niveles similares y una ubicación cercana a la otra. El proceso de agrupamiento autoadaptable también se explica con la ayuda de un ejemplo en la parte posterior de esta descripción. Debe apreciarse que el agrupamiento no se limita a dos niveles; en otras modalidades, el agrupamiento puede pasar a más de dos niveles y no está restringido a 2 niveles.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, el módulo de designación 118 designa un cabeza de grupo después de la agrupación de datos y nivel de ubicación para llegar a una decisión de agrupación. El módulo de transporte 120 luego transporta de vuelta la decisión de agrupación al conjunto de nodos sensores 104 para reorganizar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores 104 en grupos. Según otra modalidad de la descripción, el agrupamiento también puede ocurrir en más de dos niveles, en donde cada nivel depende de la pluralidad de parámetros y la pluralidad de ubicaciones.

De acuerdo con una modalidad de la invención, el primer nivel y segundo nivel del módulo de agrupamiento 114 y 116 ejecutan un algoritmo de agrupamiento denominado como algoritmo de agrupamiento adaptativo centrado en datos (ADCS) que combina aprendizaje no supervisado con una fusión de datos jerárquica de nivel-n y mecanismo de transferencia para lograr la eficiencia energética en la red. El ADCS se ajusta a la naturaleza, el tamaño y los números de los miembros del grupo según las características de medición del nivel de la aplicación. Con ADCS, se introdujo la agrupación contextual donde el tamaño de los grupos en términos de número de nodos cubiertos dentro de cada grupo se rige por la precisión de los requisitos de monitoreo como se define por los objetivos de monitoreo / detección definido por usuario final. El agrupamiento se logra midiendo estadísticamente los niveles similares entre las mediciones de los nodos como uno de sus pasos para llevar a cabo el agrupamiento con el fin de maximizar la vida útil de la red

ADCS se ejecuta en el nodo sumidero / puerta de enlace y es lo suficientemente genérico como para permitir el uso de una variedad de modelos analíticos para lograr el agrupamiento contextual. Una vez que se finalizan los grupos en la puerta de enlace, se envían de vuelta a la red para su configuración. Las condiciones dinámicamente cambiantes como esta se prestan ellas mismas a modelar con modelos de aprendizaje sin supervisión para análisis.

De acuerdo con otra modalidad de la descripción, tres variantes de algoritmo ADCS se

pueden usar ADCS-ADCS-DB, ADCS-KM y ADCSAG (DBSCAN, K Medios y Aglomerados) donde cada variante usa un algoritmo diferente para la agrupación sin supervisión. Se pueden derivar más variantes de este tipo en función de los requisitos de agrupamiento. Por ejemplo, un requisito para medir la temperatura de una región con una medio m y con una cierta desviación estándar s puede formar un grupo de cierto tamaño S que cubra un conjunto de nodos n. Si la desviación-estándar se reduce a 2s, ADCS puede expandir el tamaño del grupo para incluir más nodos.

En la operación, se muestra en la Figura 3 un diagrama de flujo 200 que ilustra los pasos involucrados para lograr el agrupamiento autoadaptable en la red de sensores 102. Inicialmente en el paso 202, una pluralidad de parámetros se miden mediante un conjunto de nodos sensores 104. Cada uno de los conjuntos de nodos sensores 104 comprende una pluralidad de sensores presentes en una pluralidad de ubicaciones en un área. La pluralidad de sensores está configurada para medir varios parámetros de la persona o la pluralidad de ubicaciones en el área. En el siguiente paso 204, una interfaz de usuario 106 envía una solicitud al conjunto de nodos sensores 104 para enviar la pluralidad de parámetros medidos en una pluralidad de nodos sensores. En el paso 206, la pluralidad de parámetros se envían al nodo sumidero 108 en respuesta a la solicitud;

En el siguiente paso 208 el módulo de agrupamiento de primer nivel 114 realiza un agrupamiento de primer nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores 104 en agrupaciones de nivel de datos según la pluralidad de parámetros medidos. Similarmente al paso 210, el módulo de agrupamiento de segundo nivel 116 realiza un agrupamiento de segundo nivel para agrupar el conjunto de nodos sensores en los grupos de nivel de datos dentro de grupos de nivel de ubicación según la pluralidad de ubicaciones. Debe tenerse en cuenta que la agrupación en grupos puede pasar a más de dos niveles y no está restringida a dos niveles. En el paso 212, los grupos de nivel de datos se dividen además dentro de grupos de nivel de ubicación y uno de los nodos de cada grupo se designa como cabeza de grupo utilizando el módulo de designación 118. Y finalmente en el paso 214, la decisión de agrupación se transmite de vuelta al conjunto de nodos sensores 104 para reconfigurar de forma adaptativa el conjunto de nodos sensores en grupos.

De acuerdo con una modalidad de la descripción, el sistema 100 puede explicarse con la ayuda del siguiente ejemplo. Una región R cubierta por un conjunto de nodos de sensores S donde cada nodo s (i) ∈ S mide un parámetro regularmente en un intervalo determinado.

Deje que V (i) denote un conjunto de n mediciones {v (1),..., v(n)} i del nodo sensor s (i). Para cualquiera de los dos s (i), s (j) ∈ S donde los puntos de datos de V (i) tienen la misma tendencia que V (j), las características de ubicación y campo de los dos nodos determinan si se podría considerar que miden las mismas o diferentes condiciones. Por ejemplo, si s (i), s (j) están separados geográficamente por una gran distancia, la similitud en los valores observados podría ser una coincidencia temporal. Por otro lado, incluso si los nodos se colocan cerca uno del otro, una diferencia en la elevación o en la vegetación elevada (como un camuflaje) regirá si las tendencias observadas permanecen iguales o cambian con el tiempo. Podrían haber varias restricciones de este tipo que rigen el grado de similitud y por lo tanto la agrupación. Además, las condiciones alrededor de los nodos pueden cambiar con el tiempo por lo que la decisión de agrupación tomada en un momento dado cambiaría a intervalos regulares. Para mayor claridad el algoritmo ADCS se ha discutido con la agrupación en dos niveles, L0 y L1, donde L0 está en el nivel de datos y L1 en el nivel de ubicación. El principio es lo suficientemente genérico como para extenderse a cualquier número de niveles.

ADCS asume una implementación WSN de n nodos con un sumidero (puerta de enlace) como punto final. El algoritmo ADCS se ejecuta en el sumidero. Comienza con la solicitud del sumidero a todos los nodos que envíen sus datos. Los datos se procesan en el sumidero para llegar a una decisión de agrupación que luego se transmite a los nodos de la red. Se notó que los nodos de red podían enviar sus datos para al sumidero por transmisión directa o enrutarlos a través de otros nodos en la red. Para mayor claridad se asumió que una estrategia de transmisión directa donde una decisión de agrupación implica un conjunto de grupos cada uno con un cabeza de grupo y algunos miembros de grupo. Los miembros del grupo transmiten al cabeza del grupo y el cabeza del grupo al sumidero. La agrupación en el nivel de la puerta de enlace incurre en una sobrecarga computacional que es una función f del número de nodos en la red., El orden de f depende del criterio de grado de similitud de los datos medidos que se llevó a cabo para la agrupación L0.

El primer paso después de la generación del conjunto de entrada es L0 agrupación para identificar los nodos en niveles de datos similares. Este paso proporciona el alcance para cualquier método de agrupamiento no supervisado que se utilizará. Los grupos identificados de esta manera pueden estar geográficamente dispersos. El conjunto de

entrada se pasa a través de un grupo L1 que agrupa los nodos que están dentro de cierta separación física entre sí. Nuevamente hay dos formas de lograr esto: límites predefinidos y espacios de agrupamiento no supervisados. En ausencia de límites predefinidos, la agrupación sin supervisión se lleva a cabo para lograr esta agrupación de segundo nivel. Los cabezas de grupo se eligen aleatoriamente después de la agrupación L1. Es posible que algunos nodos queden fuera durante el proceso de agrupamiento de L0 y L1.

Efectivamente, se creó una estructura de agrupamiento adaptable con ADCS que es lo suficientemente genérico para permitir el uso de una variedad de modelos. Una vez que se finalizan los grupos en el sumidero (la puerta de enlace), se envían de vuelta a la red para su configuración.

De acuerdo con una modalidad de la presente descripción, el sistema 100 se simuló con diferentes versiones de los modelos de aprendizaje y una comparación es finalmente dibujada y presentada. Además, debido a las razones antes mencionadas es probable que la naturaleza de los datos cambie con el tiempo. Se realizaron múltiples rondas de simulación con valores de datos cambiantes para establecer los resultados. Las condiciones dinámicamente cambiantes como esta se prestan ellas mismas a modelar con modelos de aprendizaje sin supervisión. ADCS se ha configurado para usar varios algoritmos de aprendizaje no supervisados para llevar a cabo el agrupamiento L0 y L1.

La descripción escrita describe el objeto de la invención en este punto para permitir a cualquier persona experta en la técnica hacer y utilizar las modalidades de la invención. El alcance de las modalidades objeto de la invención se definen por las reivindicaciones y puede incluir otras modificaciones que se les ocurran a los expertos en la técnica. Tales otras modificaciones se destinan a estar dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos similares que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones o si incluyen elementos equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal.

Las modalidades de la presente descripción abordan en este punto el problema no resuelto de agrupamiento en redes de sensores e IoT. La modalidad, por lo tanto proporciona un sistema y un método para lograr un agrupamiento autoadaptable en la red de sensores.

Esto, sin embargo debe entenderse que el alcance de la protección se extiende a dicho programa y además a medios legibles por computadora que tienen un mensaje en el mismo; los medios de almacenamiento legibles por computadora contienen medios de código de programa para la implementación de una o más etapas del método, cuando el

programa se ejecuta en un servidor o dispositivo móvil o cualquier dispositivo programable adecuado. El dispositivo de hardware puede ser cualquier tipo de dispositivo que pueda programarse, incluyendo por ejemplo cualquier tipo de computadora como un servidor o una computadora personal, o similares, o cualquier de sus combinaciones. El dispositivo también puede incluir medios que podrían ser por ejemplo medios de hardware como por ejemplo un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programable en campo (FPGA), o una combinación de medios de hardware y software, por ejemplo un ASIC y una FPGA, o al menos un microprocesador y al menos una memoria con módulos de software ubicados en el mismo. Por lo tanto, los medios pueden incluir medios de hardware y medios de software. Las modalidades del método descritas en la presente descripción podrían implementarse en hardware y software. El dispositivo también puede incluir medios de software. Alternativamente, las modalidades pueden implementarse en dispositivos de hardware diferentes, por ejemplo mediante el uso de una pluralidad de CPU.

Las modalidades en la presente descripción pueden comprender elementos de hardware y software. Las modalidades que se implementan en el software incluyen, entre otras, programación fija, software residente, microcódigo, etc. Las funciones realizadas por varios módulos descritos en este documento pueden implementarse en otros módulos o combinaciones de otros módulos. Para los propósitos de esta descripción, un medio legible por computadora puede ser cualquier aparato que pueda comprender, almacenar, comunicar, propagar, o transportar el programa para utilizarlo por o en relación con el sistema, el aparato o el dispositivo de ejecución de instrucción.

El medio puede ser un sistema (o aparato o dispositivo) electrónico, magnético, óptico, electromagnético, infrarrojo o semiconductor o un medio de propagación. Los ejemplos de un medio legible por computadora incluye un semiconductor o una memoria de estado sólido, una cinta magnética, un disquete de computadora extraíble, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), un disco magnético rígido y un disco óptico. Los ejemplos actuales de discos ópticos incluyen memoria de solo lectura de disco compacto (CD-ROM), lectura-escritura de disco compacto (CD-R-W) y DVD.

Un sistema de procesamiento de datos adecuado para almacenar y/o ejecutar código de programa incluirá al menos un procesador acoplado directa o indirectamente a elementos

de memoria a través de un bus del sistema. Los elementos de memoria pueden incluir la memoria local que se emplea durante la ejecución actual del código del programa, el almacenamiento masivo y las memorias caché que proporcionan almacenamiento temporal de al menos algún código del programa para reducir el número de veces que el código debe recuperarse del almacenamiento masivo durante la ejecución.

Los dispositivos de entrada/salida (I/O) (incluidos, entre otros por, teclados, pantallas, dispositivos señaladores, etc.) se pueden acoplar al sistema directamente o a través de los controladores de I/O que intervienen. Los adaptadores de red también se pueden acoplar al sistema para permitir que el sistema de procesamiento de datos se conecte a otros sistemas de procesamiento de datos o impresoras remotas o dispositivos de almacenamiento a través de redes privadas o públicas intervenidas. Los módems, el cable módem y las tarjetas Ethernet son solo algunos de los tipos de adaptadores de red disponibles actualmente.

Un entorno de hardware representativo para practicar las modalidades puede incluir una configuración de hardware de un sistema informático de manejo de información de acuerdo con las modalidades de este documento. El sistema aquí descrito comprende al menos un procesador o unidad central de procesamiento (CPU). Las CPU están interconectadas a través de un bus del sistema a varios dispositivos como una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), y un adaptador de entrada/salida (I/O). El adaptador I/O puede conectarse a dispositivos periféricos, como unidades de disco y unidades de cinta, u otros dispositivos de almacenamiento de programas que el sistema pueda leer. El sistema puede leer las instrucciones de la invención en los dispositivos de almacenamiento del programa y seguir estas instrucciones para ejecutar la metodología de las modalidades de este documento.

El sistema incluye además un adaptador de interfaz de usuario que conecta un teclado, ratón, altavoz, micrófono y otros dispositivos de interfaz de usuario, como un dispositivo de pantalla táctil (no se muestra) al bus para recopilar información del usuario. Además, un adaptador de comunicación conecta el bus a una red de procesamiento de datos, y un adaptador de pantalla conecta el bus a un dispositivo de visualización que puede incorporarse como un dispositivo de salida tal como un monitor, una impresora o un transmisor, por ejemplo.

La descripción precedente se ha presentado con referencia a varias modalidades. Una

persona con habilidades ordinarias en la técnica y la tecnología a la que pertenece esta descripción apreciará que las alteraciones y cambios en las estructuras y métodos de operación descritos se pueden llevar a la práctica sin apartarse significativamente del principio, espíritu y alcance.