



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 334 141**

51 Int. Cl.:
H04L 12/56 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05001930 .6**

96 Fecha de presentación : **31.01.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1686735**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.08.2006**

54 Título: **Red de transmisión de información.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.03.2010

73 Titular/es: **Trentino Sviluppo S.p.A.**
Via Fortunato Zeni, 8
36068 Rovereto, TN, IT

72 Inventor/es: **Chlamtac, Imrich;**
Wosner, Hagen;
Kiraly, Csaba y
Carreras, Iacopo

74 Agente: **Martín Santos, Victoria Sofía**

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

DESCRIPCIÓN

Red de transmisión de información.

5 Esta invención se refiere a la gestión de la información generada, capturada, transmitida o en otra forma manipulada por dispositivos de ordenadores globales.

10 Las redes de sensores inalámbrica (WSN, del inglés “Wireless Sensor Networks”) se han investigado en sus diversas formas durante una docena de años ya que se considera que son un paso principal hacia la computación global. El concepto general común de WSN hoy en día es que los sensores no son solamente una fuente de datos sino son también participantes en el transporte de los datos, típicamente en una forma multisalto desde el punto de origen al punto de utilización que en la mayoría de los casos es un servidor central que procesa los datos recogidos. Para realizar esta función, todos los sensores son direccionables desde la red, se comunican entre sí y forman una red de comunicaciones.

15 Una arquitectura de red de sensores inalámbrica es una red homogénea, en donde todos los nodos son idénticos en términos de complejidad de baterías y equipos, excepto para el sumidero que actúa como un portal siendo el responsable de dirigir la información recogida hacia el usuario final. De acuerdo con [1] para cualquier índice n de pérdida, el coste de energía en la transmisión de un bit en un modo multisalto puede ser siempre lineal con la distancia, mientras que la energía de la señal decae según la 4ª potencia de la distancia. Una red de sensores inalámbrica plana, compuesta de un gran número de nodos (hasta millones) conduce a un número de retos en términos de gestión y organización de la red, incluyendo la gestión de los nodos de los sensores, la recogida de la información, procesamiento, encaminado, optimización de la energía, etc.

20 Se ha desarrollado una arquitectura jerárquica [2] para reducir el costo y complejidad de “la mayor parte de los nodos de sensores” mediante la introducción de un conjunto de nodos de “sensores” más caros y potentes, creando de este modo una infraestructura que descarga muchas de las funciones de la red de la mayoría de los sensores más simples y de menor costo. La arquitectura jerárquica consiste en múltiples capas: una capa de sensores (SN), una capa de envío (FN), y una capa de punto de acceso (AP). Los nodos de sensores sólo pueden detectar el entorno y comunicar la información recogida a los nodos de envío. Los nodos de envío se comunican entre sí y con los puntos de acceso, el escalón más alto en la red y los puntos de comunicación con la columna vertebral.

25 En el campo de la comunicación multisalto de igual a igual el documento US6470189 describe un método y un aparato para transferir información entre un transmisor y un servidor de red, el documento US2003/0146850 describe un método para la comunicación entre vehículos y otros sistemas que incluyen la transmisión y recepción de información, en particular información de emergencia.

30 El documento DE1026618 describe también una red *ad hoc* de igual a igual inalámbrica que comprende sensores que envían datos de información relativos a la zona particular (párrafo 22) a nodos móviles.

35 Para reducir adicionalmente el consumo de energía, en particular en redes de sensores dispersos, en [3] se ha propuesto una arquitectura con tres niveles de jerarquía, en la que los agentes móviles que pasan periódicamente por los sensores, recogen sus datos y finalmente vuelcan los datos recogidos a puntos de acceso cableados cuando están en su proximidad. Los resultados muestran que equilibrando la cantidad de almacenamiento intermedio tanto en el nivel de los nodos de sensores como en el nivel del MULE (del inglés “Mobile Ubiquitous LAN Extensions”, Extensiones de LAN Ubicuas Móviles), se pueden obtener tasas aceptables de éxito en los datos. Un método similar para simplificar los requerimientos de los nodos de sensores individuales se ha propuesto en [4]. Los denominados Redes de Sensores con Agentes Móviles (SENMA, del inglés “Sensor Networks with Mobile Agents”); protocolo ALOHA se utiliza para la comunicación entre los sensores y los potentes agentes móviles eliminando la necesidad de comunicación multisalto de los sensores y reduciendo el consumo de energía.

40 En resumen, en todos los casos, en la construcción de una WSN convencional la arquitectura de nodos resultante se hace similar a los nodos de Internet tradicionales [5]. Esto significa que se implementa una pila de red multicapa en cada sensor, lo que permite no sólo un procesamiento (limitado), sino también el encaminamiento de los datos y eventualmente incluso protocolos de transporte fiables tales como TCP. La necesidad de una comunicación sensor a sensor, o conectividad en red, da como resultado un número enorme de dispositivos para cubrir incluso una ciudad de tamaño pequeño a medio. Mientras que los sensores en casi todas las aplicaciones, por ejemplo en la medición de polución y otros entornos medioambientales, de salud, riesgo o seguridad, sólo se requiere un sensor por cada varios, potencialmente cientos, de metros cuadrados. Los nodos de sensores están alimentados por batería y por lo tanto funcionan con un presupuesto energético extremadamente frugal. La optimización de la energía se convierte en crucial en la maximización de la vida útil de la red completa y ha sido largamente considerada por lo tanto como un objetivo de diseño clave en la investigación relacionada con las redes de sensores inalámbricas [6]. Para desplegar de modo efectivo en coste sensores en un escenario de red convencional, los sensores han de llegar a un precio ultra bajo, su despliegue debería ser tan fácil como el *polvo inteligente* [7], el precio por sensor debería estar por debajo de 1 \$, y su batería debería ser pequeña, eficaz y capaz de soportar la transmisión de millones de mensajes de control y de datos por minuto para soportar la transmisión de datos, la autoorganización, el descubrimiento de rutas y el mantenimiento, la agrupación, el encaminado, el TCP y la conmutación de información, todo ello creciendo con el tamaño de la red. No es sorprendente que con las WSN convencionales, los precios de los sensores estén alejados en

dos órdenes de magnitud, el alto grado de integración de los sensores continúe siendo un reto, con la batería tomando aproximadamente hasta el 50% del volumen de los nodos de los sensores. Para una aplicación comercial de las redes de sensores esto significa que el coste de la red de sensores completa y su despliegue es prohibitivo no sólo debido al alto coste inicial de colocar miles y millones de sensores en un entorno de la ciudad, sino también debido a su alto coste de sustitución.

Para permitir que los sensores o cualquier otro dispositivo similar de recogida y generación de información a gran escala se conviertan en parte de nuestro emergente entorno global inteligente en el que los gastos de capital y de operación son factores claves en la adopción, se requiere por lo tanto una solución fundamentalmente diferente. Es un objetivo de la presente invención resolver los problemas presentes en las técnicas anteriores proporcionando un método que pueda recoger y entregar información desde diferentes fuentes de información a nodos de la red, sin construir una red conectada y sin confiar en el direccionamiento de paquetes. Este objetivo se alcanza mediante el método que se reivindica en la reivindicación principal. Las realizaciones preferidas de este método se definen en las reivindicaciones secundarias.

El método en la presente invención se basa en la observación de la necesidad de introducir jerarquía en la red, para simplificar el papel del sensor y para explotar la movilidad de los nodos para propagar la información.

Específicamente, se define una arquitectura en 2 niveles para gestionar la información. Los dispositivos que forman la red se dividen en dos clases basándose en su funcionalidad:

- *Fuentes de información* que tienen la tarea de proporcionar información sobre el entorno y transmitir la información recogida a los nodos de usuarios.
- *Nodos de usuario* que están interesados en la información originada en las fuentes de información para proporcionar servicios al usuario. Estos nodos tienen la tarea de recoger la información de las fuentes de información e intercambiar la información recogida con otros nodos de usuario mientras se mueven en el entorno.

La información se entrega desde las fuentes de información a los nodos de usuario sin la construcción de una red conectada, aunque con comunicación entre las fuentes de información y los nodos de usuarios en su proximidad, a través del movimiento de estos nodos de usuario que llevan la información más allá del alcance de comunicación de la fuente de información y a través de una serie de intercambios de información de igual a igual entre los nodos de usuario.

La comunicación entre un nodo de usuario y una fuente de información se basa en la proximidad de los dos dispositivos, que utilizan comunicación directa entre la fuente de información y el nodo de usuario y no requiere ninguna funcionalidad de la capa 3 (ISO/OSI). Las fuentes de información no necesitan una dirección de nodo, pero debieran tener alguna ID para marcar su lugar geográfico. Esto podría imprimirse en el momento de la instalación.

Hay formas de llevar a cabo esto en modo capa MAC y capa PHY. El modo capa MAC significaría para el nodo de usuario móvil enviar señales de balizamiento a intervalos regulares y para los sensores despertar periódicamente y realizar algún tipo de escucha inactiva del canal. Tras la recepción de una señal de balizamiento, el sensor debería responder inmediatamente y esperar a un ACK (acuse de recibo) antes de ir a dormir de nuevo. No se necesitan aquí protocolos complejos MAC para mitigar el efecto de colisiones o terminales ocultos, simplemente porque habrá un número muy pequeño de sensores al alcance de un nodo de usuario. En esta forma, sin embargo, el sensor utilizaría un tiempo considerable en la escucha del canal, lo que reduce el tiempo de vida del sensor. El modo capa PHY significa que el sensor es algún tipo de RFID (etiqueta de radiofrecuencia) con un componente activo para realizar la detección. El nodo de usuario lee la RFID cuando está suficientemente cerca. Pueden obtenerse muy largas vidas útiles del sensor, debido a que casi no se gasta energía en la comunicación.

En esa arquitectura, la mayor parte de la complejidad de la red reside en los nodos de usuario. Los nodos de usuario no sufren de limitados recursos de energía y capacidad de cálculo y por tanto han de:

- recoger la información de las islas fuentes de información que encuentra con su movimiento en el entorno.
- intercambiar los datos recogidos con otros nodos de usuario con los que entren en contacto.

Los nodos de usuario pueden ser peatones caminando por la ciudad aunque también coches, autobuses o cualquier tipo de vehículo.

La información sobre el entorno está altamente localizada y puede agruparse en zonas de acuerdo con la localización geográfica de la fuente de información.

1. El mecanismo de comunicación se basa en nodos que almacenan la siguiente información:

2. Descripción de su interés: una posible realización de esta descripción es como sigue: El interés del nodo U se representa por la variable I_u . Si el usuario esté interesado en la información sobre una zona, I_u toma el valor del identificador de zona de esa zona. En otro caso es que no está interesado en ninguna zona especial, lo que se representa por un valor especial de I_u . Nótese que estas zonas no están necesariamente definidas geográficamente (como se representa en la Figura 2), sino que expresan tópicos de interés arbitrarios.
3. Su conocimiento sobre zonas: el nodo puede recoger información sobre zonas bien directamente pasando por la zona y leyendo las fuentes de información allí, o indirectamente mediante la recepción de información desde otros nodos. Una posible representación de este conocimiento es una lista de identificadores de zonas conocidas $Z_u = [Z_1, Z_2, \dots, Z_n]$ y el conocimiento correspondiente $K_u = [K(Z_1), K(Z_2), \dots, K(Z_n)]$
4. Una función $r(I_u)$ que ordena la información disponible K_u en un nodo U con respecto a un interés dado I con relevancia decreciente. Esto significa que a la respuesta más relevante a un cierto interés se le asignaría el valor más alto de r .

La siguiente descripción de una realización preferida se refiere a los dibujos adjuntos.

- La Figura 1 muestra los formatos de los paquetes utilizados en el intercambio de información

- la Figura 2 muestra un escenario de dos nodos de usuarios con diferentes zonas de comienzo y destino que se juntan e intercambian paquetes

- la Figura 3 muestra el correspondiente intercambio de información de igual a igual entre los nodos.

La información se distribuye en el sistema como una serie de intercambios. de igual a igual similares cuando los nodos U se mueven alrededor y llegan a la proximidad de otros nodos U . Consideramos dos nodos U_1 y U_2 . El intercambio de información de igual a igual se lleva a cabo en las siguientes etapas:

1. U_1 envía un paquete "HELLO". Ese paquete contiene la descripción de su interés (es decir el identificador de su zona de destino, si hay alguna) y una descripción de alto nivel de su conocimiento (es decir una lista ordenada de los identificadores de aquellas zonas de las que tiene información detallada). La estructura del paquete "hello" puede describirse como $[I_{u1}, Z_{u1}]$ (véase la Figura 1). Este paquete puede dirigirse a un nodo U en la proximidad, multi-difundirse o radiarse dependiendo de la tecnología de transmisión utilizada.
2. Después de que U_2 recibe el paquete, decide si desea responder a este mensaje basándose en su función r . r es una función de I_{u1}, Z_{u1}, Z_{u2} .
3. Si el resultado de r es positivo U_2 responde con un paquete "hello", que tiene la misma estructura que antes $[I_{u2}, Z_{u2}]$. La segunda parte del paquete puede estar vacía como se muestra en la Figura 3. Tiene sentido dar la información en esta parte del paquete "HELLO" si otros nodos de usuario distintos del U_1 están presentes. El papel de r es clasificar K_{u2} en un orden de relevancia para U_1 de acuerdo con toda la información conocida sobre U_1 . K_{u2} no sólo es clasificado, sino dividido también en paquetes de tamaño razonable, de ese modo el resultado de r puede entregarse como una secuencia de paquetes de "DATA" de la forma $[K(I_1)], [K(I_2)]$, y así sucesivamente.
4. Después de que U_1 recibe el paquete "hello" $[I_{u2}, Z_{u2}]$ y el paquete de información $[K(I_1)]$, ejecuta su propia función r para determinar si está interesado en la comunicación y cómo debería reaccionar. Si la decisión es positiva, se determina la secuencia $[K(I_1)], [K(I_2)]$ y se envía de modo alternativo a U_2 .

En las siguientes etapas U_1 y U_2 intercambian información de acuerdo a su función r hasta que o bien salen de su alcance de comunicación o no hay más información relevante disponible.

Documentos citados

[1] M. Bhardwaj y A. Chandrakasan, "Bounding the lifetime of sensor networks via optimal role assignments", en Proc. of *IEEE InfoCom*, 2002, disponible online: <http://citeseer.ist.psu.edu/article/bhardwaj02bounding.html>.

[2] S. Zhao, K. Tepe, I. Seskar y D. Raychaudhuri, "Routing protocols for self-organizing hierarchical *ad-hoc* wireless Networks", en *IEEE Sarnoff 2003 Symposium*, marzo de 2003, págs. 65-68.

[3] R.C. Shah, S. Roy, S. Jian y W. Brunette, "Data MULEs: modeling a three-tier architecture for sparse sensor Networks", 3er Proc. del *IEEE Workshop on Sensor Network Protocols and Applications* (SNPA), mayo de 2003, págs. 30-41.

[4] Lang Tong y Qing Zhao y Srihari Adireddy, "Sensor networks with mobile agents", en Proc. de *MILCOM 2003-IEEE Military Communications Conference*, octubre de 2003, págs. 688-693.

[5] Ian F. **Akyildiz** y Weilian **Su** y Yogesh **Sankarasubramaniam** y Erdal **Cayirci**, “Wireless sensor networks: a Surrey”, *Computer Networks*, vol. 38, págs. 70-84.

[6] I. **Chlamtac**, C. **Petrioli** y J. **Redi**, “An Energy-Conserving Access Protocol for Wireless Communications”, en Proc. of the 7th annual *International conference on Mobile computing and networking*, junio de 1997, ISBN 1-58113-422-3, Montreal, Quebec, Canadá.

[7] J. M. **Kahn** y R. H. **Katz** y K. S. J. **Pister**, “Next Century Challenges”: Mobile Networking for “Smart Dust”, en *International Conference on Mobile Computing and Networking (MOBICOM)*, 1999, págs. 271-278.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para intercambio de datos de información basada en una red de igual a igual *ad hoc* multisalto inalámbrica que comprende sensores y nodos de usuario móviles (U_1 , U_2), en el que
 - dichos sensores se despiertan periódicamente y transmiten datos de información a dichos nodos de usuario móviles,
 - 10 - dichos datos de información se refieren a información sobre la zona (a, b, c,...) en la que están fijados dichos sensores,
 - ordenándose dichos datos de información en cada nodo de usuario móvil con relevancia decreciente con respecto a un interés de usuario dado mediante el empleo de una función de interés,
 - 15 - dichos nodos de usuario móviles (U_1 , U_2) intercambian datos de información entre al menos un primer y un segundo nodo de usuario, (U_1 , U_2)
 - transmitiéndose dichos datos de información por dicho primer nodo de usuario (U_1) a dicho segundo nodo de usuario (U_2) tras haberse clasificado y dividido en paquetes de datos, y
 - 20 - intercambiándose alternativamente dichos datos de información entre dichos primer (U_1) y segundo (U_2) nodos de usuario de acuerdo con la clasificación de dicha función de interés de cada nodo de usuario hasta que el usuario sale del alcance de comunicación de forma que la información que tenga el más alto interés de cada nodo de usuario se intercambia primero.
 - 25
2. El método de la reivindicación i en el que dichos paquetes están formados por:
 - 30 un primer paquete y paquetes de datos adicionales en el que el primer paquete contiene una descripción del interés del usuario y una lista ordenada de identificadores de zonas conocidas.
3. El método de la reivindicación 2, en el que dicho segundo nodo de usuario decide responder a los datos de información que llegan desde el primer nodo de usuario en base a la función de interés de dicho segundo nodo de usuario, tras haber analizado dichos datos enviados por dicho primer usuario que contienen una descripción del interés del usuario y una lista ordenada de identificadores de zonas conocidas.
- 35
4. El método de la reivindicación 3 en el que dichos sensores se despiertan tras la recepción de una señal de balizamiento desde el nodo de usuario y van a dormir tras la recepción del ACK (acuse de recibo).
- 40

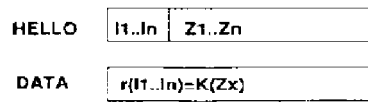
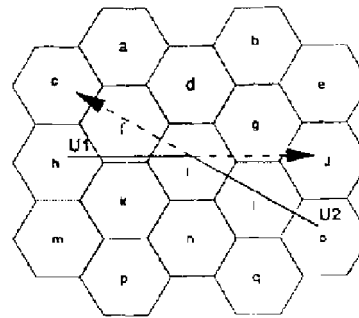


Figura 1



$I(U1) = j$ $Z(U1) = [i, f, h]$
 $I(U2) = c$ $Z(U2) = [i, l, o]$

Figura 2

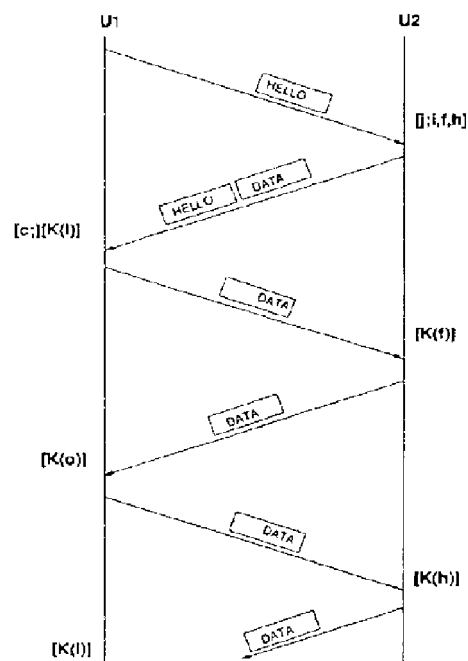


Figura 3