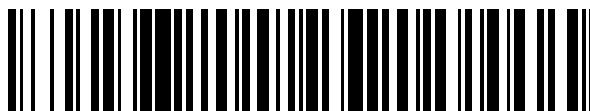


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 452**

51 Int. Cl.:

G01S 5/14 (2006.01)

H04B 7/00 (2006.01)

G08B 21/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2009** **E 09780415 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014** **EP 2452203**

54 Título: **Un sistema y un método para utilizar dispositivos electrónicos para localizar supervivientes en caso de derrumbe estructural catastrófico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.01.2015

73 Titular/es:

NEC EUROPE LTD. (100.0%)
NEC Laboratories Europe, Kurfürsten-Anlage 36
69115 Heidelberg, DE

72 Inventor/es:

KOHRING, GREGORY ALLEN y
LO IACONO, LUIGI

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 526 452 T3

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

DESCRIPCIÓN

Un sistema y un método para utilizar dispositivos electrónicos para localizar supervivientes en caso de derrumbe estructural catastrófico

La presente invención se refiere a un sistema y un método para localizar y rescatar supervivientes después del derrumbe catastrófico de una estructura de construcción humana grande. De forma específica, la invención se refiere a identificar y localizar espacios huecos después del derrumbe de la estructura en los que pueden estar localizados los supervivientes.

La localización y el rescate de los supervivientes después del derrumbe catastrófico de una estructura de construcción humana grande es una carrera contra el tiempo. Los dilemas importantes a los que deben enfrentarse los rescatadores al aproximarse a la estructura o edificio derrumbado son: ¿Dónde están enterrados los supervivientes? y: ¿Dónde deberá empezarse a excavar para obtener la mayor probabilidad de salvar el mayor número posible de vidas?

En la actualidad, una aproximación estándar consiste en usar perros especialmente entrenados para localizar los supervivientes después del derrumbe de una estructura. No obstante, esta aproximación se limita a localizar supervivientes en posiciones cercanas a la superficie de una pila de escombros. Incluso perros muy bien entrenados no pueden localizar supervivientes en posiciones más profundas que unos cuantos metros.

En US-A-4.998.282 se describe el uso de un boroscopio para penetrar en los escombros y para encontrar supervivientes. El sistema de boroscopio se describe para determinar la supervivencia de las víctimas, detectar las condiciones de las circunstancias en las que están confinadas las víctimas y administrar el tratamiento médico adecuado a los supervivientes, en caso de existir. No obstante, esta técnica se utiliza principalmente en combinación con otras tecnologías, ya que no resulta práctico realizar un gran número de orificios en una pila de escombros.

Además, en US-A-2006/0166696 se describe el uso de teléfonos móviles equipados con un chip especial que responde automáticamente al contactar con operarios de emergencias. Cuando los rescatadores se aproximan a una estructura derrumbada, se envían señales que son detectadas por los teléfonos móviles. Un teléfono móvil que autentifica la señal responderá y transmitirá su localización. No obstante, esta aproximación requiere que todos los teléfonos estén equipados con un chip especial, lo que también requeriría que todos los ocupantes adquieran un teléfono de este tipo. Además, la gente siempre debe llevar su teléfono consigo, lo que no siempre está garantizado, de forma específica, cuando la gente está trabajando en el edificio. El uso de teléfonos móviles para localizar cualquier superviviente también presenta diversos problemas de privacidad. A efectos de asegurar que todos los equipos de rescate tienen las credenciales de autenticación adecuadas para contactar con los teléfonos móviles en una emergencia, las credenciales deberían ser distribuidas ampliamente, aumentando la probabilidad de que las mismas caigan en malas manos. De este modo, cualquiera que tuviese las credenciales podría contactar prácticamente con cualquier teléfono para encontrar su localización y seguir la pista de su propietario.

En JP 2003-010348 A se da a conocer un sistema de red para recoger información sobre desastres o similares en una estructura subterránea o de edificio. JP 2006-098128 A describe un detector de derrumbes y un método que permiten la detección de un derrumbe entre un amplio intervalo de fenómenos, que detectan una ligera variación y una fácil discriminación del derrumbe con respecto a otros fenómenos distintos al derrumbe. JP 2002-365356 A describe un sistema GPS capaz de recibir ondas de radio GPS incluso en una estructura subterránea o de edificio del mismo modo que en el terreno para medir la posición.

Por lo tanto, existe la necesidad de un método y un sistema para localizar supervivientes que superen los problemas anteriores. De forma específica, el sistema y el método deberían ser independientes de dispositivos que deben ser llevados por los ocupantes de la estructura y también deberían permitir la localización de supervivientes en todo el edificio derrumbado. De forma adicional, preferiblemente, el sistema debería ser capaz de determinar el estado de salud de los supervivientes potenciales.

Estos objetivos se alcanzan mediante las características de las reivindicaciones.

Después del derrumbe de una estructura de construcción humana o de un edificio, lo más probable es que los supervivientes potenciales queden situados en espacios huecos que forman un espacio suficiente. Por lo tanto, a efectos de poder localizar supervivientes potenciales, será necesario localizar espacios huecos con un tamaño suficiente. De este modo, preferiblemente, será posible determinar la presencia o ausencia de supervivientes en los espacios huecos encontrados.

La presente invención se basa en la idea de instalar dispositivos electrónicos diminutos en un edificio estructural, que presentan una alta probabilidad de sobrevivir a un derrumbe catastrófico gracias a su reducido tamaño y que son capaces de determinar y de suministrar información de su localización después del derrumbe. Los dispositivos electrónicos diminutos tienen una gran probabilidad de quedar situados en el interior de un espacio hueco ocupado

por un superviviente. Por lo tanto, la presencia de un dispositivo diminuto de este tipo o de cualquier acumulación o grupo de dispositivos diminutos en algunas posiciones puede ser una indicación de un espacio hueco en el que puede estar situado un superviviente potencial.

En consecuencia, según la presente invención, el método para localizar supervivientes después del derrumbe de una estructura de construcción humana comprende distribuir una pluralidad de dispositivos electrónicos en la estructura, comprendiendo cada uno de los dispositivos electrónicos un transmisor inalámbrico. Preferiblemente, los dispositivos electrónicos comprenden además un detector de entorno, tal como un detector de infrarrojos, un detector acústico o un detector de vídeo, a efectos de determinar la presencia de cualquier superviviente en el mismo espacio hueco que el dispositivo electrónico. El detector de entorno también puede ser capaz de determinar las condiciones ambientales del espacio hueco, p. ej., la temperatura o el nivel de oxígeno, a efectos de determinar la probabilidad de que un superviviente siga vivo al ser rescatado.

De este modo, los dispositivos electrónicos se auto-organizan en una red para registrar las posiciones de los dispositivos electrónicos en tres dimensiones entre sí. A tal efecto, al menos uno de los dispositivos electrónicos deberá tener información sobre su localización. Para determinar las localizaciones de los otros dispositivos entre sí y/o con respecto a la estructura, es posible usar un método de secuencia de instrucciones iniciales, basándose en técnicas de triangulación o, de forma alternativa, es posible otorgar coordenadas GPS a cada dispositivo electrónico al ser instalado, o es posible disponer un receptor GPS en cada dispositivo electrónico. Con el derrumbe de la estructura, al menos un dispositivo electrónico adicional se introduce en la red. Basándose en la posición conocida del dispositivo electrónico adicional, es posible recalcular la posición de los dispositivos electrónicos instalados previamente. Es posible usar las posiciones recalculadas de los dispositivos electrónicos después del derrumbe para determinar la posición de un superviviente potencial.

El método de la presente invención comprende además calcular el cambio de posición de cada dispositivo electrónico antes y después del derrumbe para determinar la trayectoria de partes diferentes de la estructura durante el derrumbe. Esta información sobre cómo se ha derrumbado la estructura puede ser importante al decidir cómo retirar la capa superior de escombros a efectos de no poner en peligro las vidas de los supervivientes del derrumbe inicial.

La presente invención también da a conocer un sistema para localizar supervivientes después del derrumbe de una estructura de construcción humana, que comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos que comprenden cada uno un transmisor inalámbrico adaptado para su auto-organización en una red para registrar las posiciones relativas de cada dispositivo en la red. Preferiblemente, los dispositivos electrónicos son dispositivos independientes diminutos con un tamaño de unos pocos milímetros cúbicos y están conformados preferiblemente mediante tecnología de sistema en un chip (SOC), conjuntamente con un transmisor inalámbrico y, opcionalmente, uno o más detectores ambientales. Preferiblemente, el transmisor tiene un alcance en el orden de 10 metros.

A continuación se describirá una realización de la presente invención, haciendo referencia a la figura adjunta, que muestra esquemáticamente el uso de un sistema para localizar supervivientes según una realización de la invención.

De forma ventajosa, los dispositivos electrónicos utilizados según la realización se denominan "Specks". Estos Specks son dispositivos independientes diminutos con un tamaño de unos pocos milímetros cúbicos, preferiblemente, 100 milímetros cúbicos o inferior. Los mismos están conformados mediante tecnología de sistema en un chip (SOC), conjuntamente con un transmisor inalámbrico y uno o más detectores ambientales. Aunque en la actualidad son bastante caros, costando varios cientos de dólares por unidad, se espera que su precio caiga rápidamente, posiblemente hasta menos de un dólar, cuando los mismos sean producidos en masa. Los transmisores inalámbricos tienen normalmente un alcance del orden de 1-10 metros y es posible auto-organizar grupos de los mismos para formar una red, denominada SpeckNet.

A efectos de facilitar la localización de los supervivientes de un derrumbe estructural catastrófico, una gran cantidad de Specks se distribuirá en toda la estructura correspondiente. A continuación, los Specks pueden auto-organizarse en una red, registrándose sus posiciones relativas en tres dimensiones entre sí. Para determinar sus posiciones con respecto a la estructura, se usa un método de secuencia de instrucciones iniciales, mediante el que se suministra información al menos a un Speck y, preferiblemente, a varios Specks, sobre su localización en la estructura. Usando técnicas de triangulación esta información se transmite a los otros Specks. De forma alternativa, es posible suministrar coordenadas GPS a cada Speck cuando el mismo se instala, o cada Speck puede estar dotado de un receptor GPS.

Cuando la estructura correspondiente se derrumba, los Specks tendrán una alta probabilidad de sobrevivir al derrumbe, principalmente debido a su diminuto tamaño, quedando dispuestos en espacios huecos con las personas supervivientes. Esta situación se muestra esquemáticamente en la figura. Si se mantiene un espacio hueco 1 con un tamaño suficiente durante el derrumbe, este espacio hueco 1 permite que las personas 5 tengan una alta probabilidad de sobrevivir. Por lo tanto, es posible identificar la localización de los supervivientes con el problema de localizar espacios huecos con un tamaño suficiente y determinar si los mismos están o no están ocupados por

víctimas vivas. Si los rescatadores 21 llegan, los mismos traerán consigo Specks adicionales o dispositivos 20 más grandes y más potentes, que se unirán a la SpeckNet de los Specks 10 supervivientes. Estos nuevos Specks 20 transmitirán nuevas coordenadas a los Specks 10 originales que pueden ser utilizados para calcular sus nuevas posiciones relativas en la SpeckNet. Esta información, preferiblemente en combinación con las coordenadas originales, se transmite nuevamente a los nuevos Specks 20, siendo leída por los rescatadores 21 y siendo usada para recrear la estructura original. De este modo, es posible usar simulaciones por ordenador de alto rendimiento para determinar la trayectoria que distintas partes de la estructura o del edificio han seguido al derrumbarse. Conocer cómo se ha derrumbado la estructura puede ser importante al decidir cómo retirar la capa superior de escombros para no poner en peligro las vidas de los supervivientes del derrumbe inicial.

Los Specks también pueden utilizar sus detectores asociados para determinar la presencia de cualquier superviviente en el mismo espacio hueco que los mismos. Los tipos de detectores que sería posible usar a tal efecto incluyen, aunque no de forma limitativa: detectores de infrarrojos, detectores acústicos y detectores de vídeo, etc. Si se detectan supervivientes, esta información, conjuntamente con la localización de los Specks, es transmitida a través de la red a los rescatadores. Los detectores asociados al Speck también pueden permitir determinar las condiciones ambientales del espacio hueco, p. ej., la temperatura o el nivel de oxígeno, a efectos de determinar la probabilidad de que un superviviente siga con vida al ser rescatado. El pequeño tamaño de los Specks significa que los mismos tendrán una muy alta probabilidad de sobrevivir a un derrumbe estructural y, debido a que los mismos serán suficientemente baratos, será posible instalar un número suficiente de los mismos para asegurar que, con alta probabilidad, los mismos quedarán localizados en un espacio hueco ocupado conjuntamente por un superviviente. Usando las propiedades de una SpeckNet auto-organizada, es posible localizar espacios huecos y los supervivientes en una pila de escombros.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito de forma detallada en la anterior descripción y en la figura, dicha ilustración y descripción se considerarán ilustrativas o a título de ejemplo y no limitativas; por lo tanto, la invención no se limita a las realizaciones descritas. Las características mencionadas haciendo referencia a la realización descrita en la presente memoria también pueden resultar tan ventajosas como las características de otra realización descrita en la presente memoria sin que esas características se muestren explícitamente. Los expertos en la técnica y las personas que ponen en práctica la invención reivindicada podrán entender y realizar variaciones en las realizaciones descritas a partir del estudio de la descripción y las reivindicaciones adjuntas. En las reivindicaciones, la palabra "comprende" no excluye otros elementos o etapas y el artículo indefinido "un" o "una" no excluye una pluralidad. El mero hecho de mencionar ciertas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que una combinación de esas medidas no pueda ser usada de forma ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Método para localizar supervivientes después del derrumbe de una estructura de construcción humana, que comprende:
5 distribuir una pluralidad de dispositivos electrónicos (10) que comprenden un transmisor inalámbrico en la estructura;
 auto-organizar los dispositivos (10) en una red y registrar las posiciones de los dispositivos electrónicos en tres dimensiones entre sí usando una posición conocida de al menos uno de los dispositivos electrónicos;
10 al derrumbarse la estructura, introducir al menos un dispositivo (20) electrónico adicional en la red y recalculas las posiciones de los dispositivos electrónicos (10) usando la posición conocida del dispositivo (20) electrónico adicional; y
 determinar una posición potencial (1) de los supervivientes (5) usando las posiciones recalculadas de los dispositivos electrónicos después del derrumbe; **caracterizado por**
15 calcular el cambio de posición de cada dispositivo electrónico (10) antes y después del derrumbe para determinar la trayectoria de partes diferentes de la estructura durante el derrumbe.
2. Método según la reivindicación 1, en el que la posición de los dispositivos electrónicos (10) se calcula usando una técnica de triangulación.
20
3. Método según la reivindicación 1 o 2, en el que la posición de al menos uno de los dispositivos electrónicos (10) y/o del dispositivo (20) electrónico adicional se determina usando un receptor GPS dispuesto en el al menos un dispositivo electrónico (10) y/o en los dispositivos (20) electrónicos adicionales.
- 25 4. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos parte de los dispositivos electrónicos (10, 20) comprende un detector de entorno.
5. Método según la reivindicación 4, que comprende además determinar la presencia de un superviviente (5) en la proximidad de un dispositivo electrónico usando el detector de entorno.
30
6. Sistema para localizar supervivientes después del derrumbe de una estructura de construcción humana, que comprende una pluralidad de dispositivos electrónicos (10) que comprenden un transmisor inalámbrico distribuidos en la estructura, estando adaptados los dispositivos (10) para su auto-organización en una red y para registrar sus posiciones en tres dimensiones entre sí usando una posición conocida al menos de uno de los dispositivos,
35 comprendiendo además el sistema al menos un dispositivo (20) electrónico adicional adaptado para su introducción en la red, de modo que las posiciones de los dispositivos electrónicos (10) son recalculadas después del derrumbe de la estructura usando la posición conocida del dispositivo electrónico adicional, **caracterizado por que**
 es posible calcular el cambio de posición de cada dispositivo electrónico (10) antes y después del derrumbe para determinar la trayectoria de partes diferentes de la estructura durante el derrumbe.
40
7. Sistema según la reivindicación 6, en el que al menos parte de los dispositivos electrónicos (10, 20) comprende un detector de entorno.
8. Sistema según la reivindicación 6 o 7, en el que los dispositivos electrónicos (10, 20) son dispositivos de sistema en un chip.
45
9. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el tamaño de cada dispositivo electrónico (10, 20) es aproximadamente de 100 milímetros cúbicos o más pequeño.
- 50 10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que el transmisor inalámbrico en cada dispositivo electrónico (10, 20) tiene un alcance aproximadamente de 1-10 metros.

Fig.:

