

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 844 209**

51 Int. Cl.:

**A01K 29/00** (2006.01)

**A01K 11/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2015 PCT/AT2015/000022**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.08.2015 WO15120495**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2015 E 15712244 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.12.2020 EP 3104694**

54 Título: **Procedimiento para la localización de animales**

30 Prioridad:

**14.02.2014 AT 1072014**

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

**21.07.2021**

73 Titular/es:

**SMARTBOW GMBH (100.0%)**

**Jutogasse 3**

**4675 Weibern, AT**

72 Inventor/es:

**AUER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

**GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo**

ES 2 844 209 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

Procedimiento para la localización de animales

5 La invención se refiere a un procedimiento para localizar animales con ayuda de ondas de radio.

Los sistemas conocidos para localizar objetos, tales como por ejemplo animales, con ayuda de ondas de radio incluyen una pluralidad de radiotransmisores y/o receptores de radio situados en posiciones conocidas, así como en cada caso un radiotransmisor y/o un receptor de radio en cada objeto que hay que localizar.

10 Además, los transmisores o los receptores usados para el rastreo por medio de ondas de radio se denominan simplemente "nodos". Según un procedimiento frecuentemente usado, para determinar la posición del nodo unido al animal que hay que localizar, en el primer paso se usan señales de radio para medir la longitud en la que difieren entre sí las distancias de los nodos individuales, de posición conocida, a los nodos que hay que localizar. Por ejemplo, desde el nodo que hay que localizar se transmite simultáneamente una señal a todos los restantes nodos. Los nodos receptores miden el momento en que esta señal llega a ellos. Las diferencias entre los tiempos individuales medidos, multiplicados cada uno de ellos por la velocidad de la luz (velocidad de propagación de la señal en el medio en cuestión) dan como resultado las diferencias de distancia entre los distintos nodos y el nodo emisor. Para el cálculo posterior, en el primer paso se supone que el nodo que hay que localizar se encuentra situado en un hiperboloide cuyo eje pasa por dos nodos de posición conocida como puntos focales, siendo la diferencia de distancia medida de estos nodos al nodo que hay que localizar igual a la longitud en la que -por definición- difieren las distancias entre los dos puntos focales a cada punto situado en el hiperboloide. Al cortar al menos tres hiperboloides de este tipo, la posible posición del dispositivo que hay que localizar se limita a dos puntos. La limitación adicional a un punto puede hacerse con la ayuda de un cuarto hiperboloide (de modo que se requieren por lo menos cuatro nodos de posición conocida) o excluyendo de todos modos un punto sobre la base de condiciones geométricas conocidas, por ejemplo porque está situado fuera del corral dentro del cual los animales pueden moverse. (Por "hiperboloide" en este texto se entiende una superficie con forma de cuenco con simétrica de rotación, que puede imaginarse como formada por la rotación de una hipérbola alrededor de su eje principal).

20 En una variación del procedimiento descrito, si en el primer paso, por medio de ondas de radio, se deducen directamente las distancias entre el nodo en el animal que hay que localizar y los nodos individuales de posición conocida, en el segundo paso se asumirán conchas esféricas en lugar de conchas hiperboloides.

35 En una variación adicional simplificada del procedimiento descrito, por medio de ondas de radio solo se mide una distancia única, es decir, la distancia entre un único nodo de posición conocida y el nodo que hay que localizar. El resultado es entonces solo dicha distancia entre los dos nodos, o en el caso de que se sepa que el nodo que hay que localizar solo puede estar situado en una línea conocida debido a las particularidades estructurales, la posición resultante de la intersección con la línea conocida con aquella esfera cuyo radio es igual a la distancia medida entre los dos nodos y cuyo centro se encuentra en el nodo de posición conocida.

40 La radiolocalización de animales según los principios explicados se aborda, por ejemplo, en los documentos AT 506628 A1, US 6122960 A, DE 100 45 469 C2, WO9941723 A1, WO2011153571 A2 y WO2012079107 A2 .

45 Debido a los considerables errores e inexactitudes de medición, que a menudo son inevitables en la práctica -por ejemplo, debido a las reflexiones de las ondas de radio-, es necesario hacer más suposiciones lógicas y realizar las evaluaciones correspondientes para poder obtener un resultado de posicionamiento razonablemente fiable. Además de la exclusión ya mencionada de los resultados que son imposibles debido a las condiciones geométricas, se usan sobre todo procedimientos estocásticos para limitar la ambigüedad de los resultados actuales sobre la base de los resultados de mediciones anteriores y para encontrar el resultado de la medición que refleje la realidad con la menor probabilidad de error. Un modelo estocástico acreditado en este contexto es el modelo de Hidden-Markov y, en particular, el algoritmo de Viterbi, con cuya ayuda se puede encontrar de manera relativamente eficiente la secuencia de estado actual más probable a partir de un gran número de posibles secuencias de estado. Por ejemplo, en el documento EP 1 494 397 A2 se describe un procedimiento de este tipo, en particular para su uso en la localización por radio en edificios, lo cual es particularmente difícil debido a las frecuentes reflexiones de la señal.

55 El documento WO2008/113556 A1 se refiere a la localización en tiempo real de marcas móviles inalámbricas en animales, y a un procedimiento para distinguir entre las diferentes actividades de cada animal marcado basándose en la localización en tres dimensiones de la marca dentro de una zona de vigilancia.

60 En los documentos EP 549081 A1, GB 2234070 A, GB 2278198 A, US 3999611 A, US 6122960, US 7616124 B2, WO 2002091001 A1, WO 2003055388 A2, WO 2006077589 A2, WO 2010108496 A1 y WO 2010109313 A1 se propone y se explica la colocación de acelerómetros (entre otros) a los animales vivos y, a partir de los resultados de las mediciones de los acelerómetros, deducir el comportamiento de los animales que conduce a las respectivas aceleraciones. Con este fin, los resultados de las mediciones suelen transmitirse a través de un enlace de radio a un sistema de procesamiento de datos y este los comprueba para ver si coinciden con los desarrollos temporales de los datos de aceleración almacenados como patrones.

Las secuencias temporales almacenadas como patrones son características de ciertas actividades del animal, tales como desplazarse, comer, rumiar, dormir, dado el caso una marcha ranqueante, la monta en otros animales. Para encontrar los patrones característicos, en trabajos anteriores se habían registrado los datos de aceleración y, de manera paralela, las actividades de los animales determinadas mediante observación directa, y a partir de los datos registrados se extrajeron correlaciones entre los patrones de aceleración y las actividades .

También es posible realizar la totalidad o parte del análisis de los datos de medición de la aceleración en un sistema de procesamiento de datos situado en ese dispositivo que se encuentra en el animal e incluye el o los acelerómetros.

El documento WO9941723 A1 se refiere a un dispositivo transportado por un ser humano o un animal, que puede transmitir y recibir ondas de radio y cuya posición puede ser determinada por medio de un sistema de navegación por satélite. También se menciona que el dispositivo, además de varios otros sensores que pueden medir, por ejemplo, una condición biológica, puede incluir un acelerómetro.

Los documentos WO2011153571 A2, WO2012079107 A2, WO 2010066429 A1 y WO 2009135493 A1 se ocupan de las marcas auriculares inalámbricas para animales, en las que una marca auricular puede permitir la radio-localización así como contener un acelerómetro, mediante el cual las actividades del animal pueden ser detectadas automáticamente por medio de la evaluación de los patrones.

El documento US 6122960 A se ocupa principalmente de medir y registrar los movimientos y las distancias recorridas por los seres humanos o los animales midiendo las aceleraciones y analizando las mediciones. Se propone determinar adicionalmente una "posición absoluta" mediante la radionavegación.

Partiendo de este estado de la técnica, el objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento automático según la reivindicación 1 para la localización de animales con ayuda de ondas de radio, que puede ser usado en prados cercados y corrales amplios para animales y que, comparado con los procedimientos conocidos de este tipo, proporciona resultados más precisos y más fiables en relación con la inversión requerida para ello.

Para lograr este objetivo, se propone combinar la radiolocalización y el análisis de los datos de al menos un acelerómetro de la siguiente manera novedosa:

A partir de los datos del acelerómetro, se concluye si el animal en cuestión se encuentra en posición vertical (de pie, desplazándose o corriendo) o en posición acostada. Dependiendo de esta decisión, se deduce la altura a la que se encuentra sobre el suelo un nodo dispuesto en el animal, que sirve para la radiodetección. La información sobre la posición en altura del nodo que hay que localizar se usa como condición límite en el cálculo que hay que realizar en el curso de la radiolocalización, según el cual la posición del nodo que hay que localizar se calcula a partir de los resultados de una o más mediciones de distancia o de diferencia de distancia entre el nodo colocado sobre el animal y uno o más nodos con una posición conocida.

Simplemente con asumir la condición límite de que el nodo que hay que localizar se encuentre en una cierta área, el cálculo requerido en la radiolocalización para encontrar las coordenadas del lugar en el que se encuentra este nodo se simplifica enormemente en comparación con una situación sin dicha condición límite de este tipo. No es tan difícil encontrar un nodo con una posición conocida. Al poder determinar claramente, basándose en los resultados de la evaluación de las mediciones de la aceleración, en cuál de dos áreas diferentes claramente definidas debe encontrarse el nodo que hay que localizar, por supuesto, se puede lograr una precisión considerablemente mayor que si en lugar de ello se calculara con solo un "área media" promedio y no se supiera si el nodo que hay que localizar se encuentra realmente algo por encima o por debajo de ella. Se producen ventajas muy significativas del procedimiento según la invención cuando hay objetos que producen sombra, tales como paredes u otros animales, en la zona en la que puede estar el nodo que hay que localizar. Con el procedimiento según la invención, sabiendo a qué altura se encuentra el nodo que hay que localizar, se puede entonces decir con precisión y de manera selectiva si este nodo está o no oculto al contacto visual directo con ciertos nodos de posición conocida. Así pues, como una consecuencia adicional se puede decir de manera selectiva si los resultados del nodo respectivo de posición conocida pueden incluirse o no en un cálculo.

La invención se ilustra mediante esquemas de los principios:

Fig. 1: muestra en vista superior las líneas de intersección de un hiperboloide cuyo eje discurre paralelo al eje x con dos planos que son paralelos al plano xy a diferentes alturas.

Fig. 2: muestra en vista lateral las condiciones geométricas en un espacio a modo de ejemplo en el que se aplica la invención.

Las curvas a, b de la Fig. 1 son cada una de ellas una sección de una línea de intersección de un único hiperboloide con dos planos diferentes paralelos al plano xy. Suponiendo que la unidad de longitud es un metro, los focos del hiperboloide están separados entre sí 15 metros en una línea recta paralela al eje x, con coordenadas x -7,5 y +7,5, y la diferencia en las distancias de los dos focos a cada punto del hiperboloide es de 10 metros. El plano de intersección

que conduce a la curva a se encuentra a un metro por debajo de la línea de unión entre los focos. El plano de intersección que conduce a la curva b se encuentra a 2,2 metros por debajo de la línea de unión entre los focos.

Por lo tanto, las curvas a, b reflejan las condiciones ideales

- 5 • si se colocan unos nodos de un sistema de radiolocalización en un establo en paredes separadas por 15 metros a una altura de 2,5 metros, y
- si hay ganado en el establo donde el nodo que hay que localizar es una marca auricular y se encuentra a una altura de 1,5 metros si el bovino está de pie o desplazándose y a una altura de 0,3 metros si el bovino se ha tumbado o está comiendo del suelo, y
- 10 • si la distancia entre la marca auricular del bovino y un nodo es 10 metros mayor que la distancia entre la marca auricular y el otro nodo, y
- si el principio de radiolocalización es uno en el que se miden las diferencias entre los tiempos de propagación de la señal entre el nodo que hay que localizar y los diversos nodos de posición conocida.

15 Con respecto a las coordenadas xy, la distancia normal entre las dos curvas que se intersectan a, b es solo de alrededor de 1/3 de metro y, por lo tanto, a primera vista no es significativa. Sin embargo, se puede ver que en la normal a la línea de unión entre los focos del hiperboloide, es decir, en la normal a la línea de unión entre los dos nodos de posición conocida, la distancia entre las dos curvas a, b puede ser de unos dos metros, si el nodo que hay que localizar está en las proximidades de la línea de unión entre los nodos de posición conocida.

20 Así pues, mediante el uso de acuerdo con la invención de una determinada de dos curvas diferentes a, b en lugar de una única "curva media" (que se supondría centrada entre las curvas a, b), la precisión de la medición con respecto a la coordenada y se mejora drásticamente, mientras que la mejora de la precisión de medición con respecto a la coordenada x (que es paralela a la línea de unión de los nodos de posición conocida) es solo ligera.

25 Quizás la ventaja más significativa del procedimiento según la invención se explica con ayuda de la Fig. 2.

Los animales que llevan los nodos 1 que hay que localizar, normalmente en forma de una marca auricular, se encuentran en un terreno, como por ejemplo un establo abierto, que está definido por las paredes laterales 4 y un piso 5. Anclados a las paredes laterales están los nodos 2, 3 de un sistema de radiolocalización en una posición conocida. En el terreno hay un objeto 6 que en algunas áreas de volumen r, s proyecta sombra sobre el suelo 5 del terreno contra el nodo 3, de modo que no hay una línea de visión directa al nodo 3 desde estas áreas de volumen. El objeto de sombra puede ser, por ejemplo, un tabique, un dispositivo de alimentación o también otro animal cuya posición se ha determinado mediante radiolocalización.

35 Como ya es conocido, la evaluación lógica de los resultados de la radiolocalización que son ambiguos de por sí, tiene en cuenta si el nodo 1 que hay que localizar puede o no localizarse en un lugar aparentemente resultante del cálculo. Además, si se dispone de la información básica necesaria, los resultados de los cálculos que incluyan los resultados de las mediciones del nodo 3 se rechazarán como no válidos si indican que el nodo 1 que hay que localizar se encuentra en un área de volumen s a partir de la cual no hay ningún contacto visual directo con el nodo 3 de posición conocida. El tiempo de propagación de la señal medido en el que se basa el cálculo no puede entonces reflejar la distancia entre los nodos 1 y 3 en una línea recta directa.

45 Si, conforme a la invención, se supone como condición límite para el cálculo de la posición la altura a la que debe estar situado el nodo 1, resultan para el cálculo, según el caso (menor o mayor de las dos alturas posibles), áreas de volumen s, r claramente diferentes sobre las que el objeto 6 del nodo 3 proyecta una sombra.

50 Si un cálculo a partir de los resultados de la radiolocalización muestra que el nodo 1 que hay que localizar está situado en un área de volumen s, r sombreado con respecto al nodo 3, y si los valores medidos del nodo 3 se han incluido en este cálculo, el resultado del correspondiente cálculo debe clasificarse como no válido para una evaluación posterior, es decir, no debe tenerse más en cuenta.

55 Por lo tanto, en el ejemplo representado en la Fig. 2, el resultado del cálculo que incluye el nodo 3 puede seguir tratándose como un posible resultado si, basándose en la evaluación de los resultados de las mediciones de la aceleración, se sabe que el nodo 1 que hay que localizar debe estar en la posición más alta de modo que el punto e resulte ser su ubicación calculada. Por el contrario, un resultado de cálculo que incluya el resultado de la medición del nodo 3 debe clasificarse como ciertamente no válido con respecto a la evaluación posterior si, sobre la base de la evaluación de los resultados de las mediciones de la aceleración, se sabe que el nodo 1 que hay que localizar debe estar en la posición inferior, de modo que el punto f resultaría como su ubicación calculada, ya que el punto f se encuentra en la región de volumen s sobre la que el nudo 3 da sombra a través del objeto 6.

65 El procedimiento según la invención es aplicable a una amplia variedad de animales. En la práctica, los casos de aplicación al ganado vacuno y a los cerdos son probablemente los más significativos. Para cada especie animal, y eventualmente también de manera individual para cada animal, es necesario comprobar y determinar para los cálculos a qué altura sobre el suelo es más probable que se encuentre el nodo dispuesto en el animal y para qué actividades

del mismo. Si durante la evaluación de la aceleración se reconocen más de dos actividades diferentes del animal, se pueden definir más de dos alturas posibles en determinadas circunstancias, asignando a cada una de ellas una altura diferente de una actividad diferente (de pie, "sentado", acostado, acostado con la cabeza levantada, acostado con la cabeza en el suelo...). Como condición límite para el cálculo de la posición a partir de la radiolocalización, la única altura aplicable debe ser seleccionada entre las más de dos alturas posibles.

5

Resultan cálculos particularmente sencillos cuando el piso 5 es una superficie plana y cuando todos los nodos 2, 3 de posición conocida están dispuestos a la misma altura sobre el piso 5.

10

## REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento de localización de un animal con ayuda de ondas de radio, en donde el animal se encuentra sobre un piso (5) y está equipado con un nodo (1) que hay que localizar del sistema de radiolocalización y en donde al menos otro nodo (2, 3) del sistema de radiolocalización está dispuesto en una posición conocida, transmitiéndose señales de radio entre el nodo (1) que hay que localizar y los nodos (2), (3) que tienen una posición conocida, y en donde la distancia entre uno o más nodos (2, 3) que tengan una posición conocida, por un lado, y el nodo (1) que hay que localizar, por otro lado, se calcula a partir de los parámetros medidos durante las transmisiones de la señal, y/o se calculan las diferencias en las distancias de los nodos (2, 3) individuales que tengan una posición conocida con respecto al nodo (1) que hay que localizar, y en donde, a partir de los resultados del cálculo, se calculan otras posibles posiciones del nodo (1) que hay que localizar y en donde el animal está provisto de uno o más acelerómetros mediante los cuales se miden las aceleraciones resultantes de los movimientos del animal y a partir de los resultados de la medición correspondiente se deduce, mediante un sistema de procesamiento de datos y basándose en la comparación con curvas de aceleración de tipo patrón, cuál de las varias posibles actividades distinguibles está realizando actualmente el animal,

15 **caracterizado porque**

en un sistema de procesamiento de datos se almacena la altura sobre el suelo (5) a la que se encuentra el nodo (1) que hay que localizar en el animal y la actividad del animal, en donde se asignan diferentes alturas a por lo menos dos actividades que pueden distinguirse entre sí, y en donde en el cálculo de la posición del nodo (1) que hay que localizar a partir de los resultados de la medición de las transmisiones de la señal se incluye como condición límite la suposición de cada una de las alturas que hay que asignar a la actividad actual.

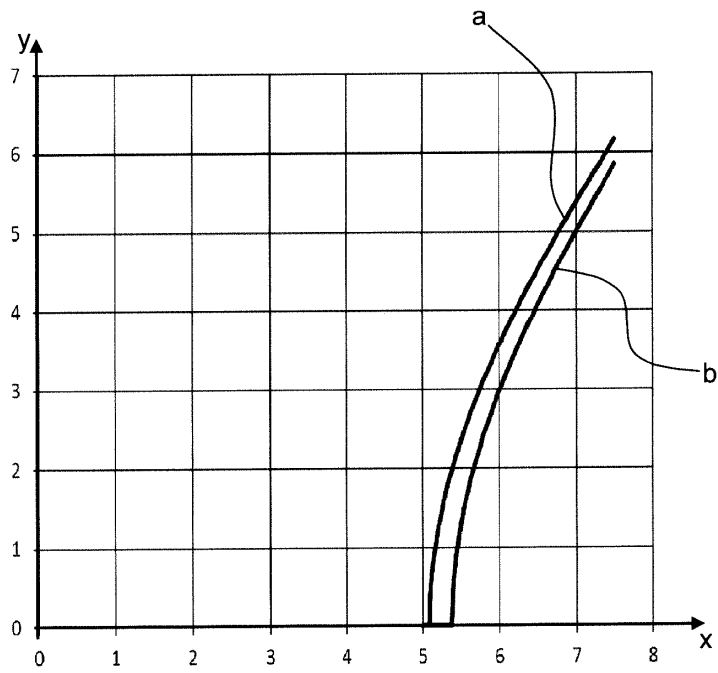
25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el piso 5 es una superficie plana y porque todos los nodos (2, 3) de posición conocida están dispuestos a la misma altura sobre el piso 5.

30 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** en el sistema de procesamiento de datos se almacenan qué áreas de volumen (r, s) sobre el suelo (5) son sombreadas con respecto a un nodo (3) de posición conocida por un objeto (6), porque los resultados de cálculo en los que se incluyen los resultados de la medición del nodo (3) y que conducen a la afirmación de que el nodo (1) que hay que localizar se encuentra en un área de volumen (r,s) que es sombreado por el objeto (6) hacia el nodo (3), se clasifican como no válidos, y porque se tienen en cuenta diferentes áreas de volumen (r,s) dependiendo de la altura del nodo (1) que hay que localizar.

35

40

Fig. 1



**Fig. 2**

