

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 973 579**

51 Int. Cl.:

G06V 40/20 (2012.01)

G06V 40/10 (2012.01)

G06V 10/80 (2012.01)

G06F 18/25 (2013.01)

G06T 7/246 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.01.2021** **PCT/EP2021/051171**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.08.2021** **WO21164972**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2021** **E 21703149 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2023** **EP 4107653**

54 Título: **Procedimiento, sistema y programas informáticos para la trazabilidad de ejemplares vivos**

30 Prioridad:

17.02.2020 EP 20382117

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

20.06.2024

73 Titular/es:

TOUCHLESS ANIMAL METRICS, SL (100.0%)
C/ Trafalgar, 6 - 3a planta, Despatx 31
08010 Barcelona, ES

72 Inventor/es:

AMAT ROLDAN, IVAN

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 973 579 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, sistema y programas informáticos para la trazabilidad de ejemplares vivos

5 Campo técnico

La presente invención versa sobre un procedimiento, un sistema y programas informáticos para la trazabilidad de ejemplares vivos.

10 En este documento, por ejemplar vivo se debería entender un animal o un ser humano. En particular, la invención se aplica a la trazabilidad de animales tales como cerdos, vacas, pollos, toros, etc.

Antecedentes de la invención

15 En la actualidad, la mayoría de los animales de cría no se identifican y la eficiencia de producción se obtiene en términos estadísticos. En años recientes ha surgido la crianza de precisión de animales como planteamiento diferente para controlar los animales de cría de forma individual.

20 La identificación individual de animales de cría es uno de los elementos clave para llevar la crianza de precisión a las granjas. Existen en este campo algunos planteamientos conocidos, tales como el uso de RFID, que se basa en una etiqueta electrónica puesta en el animal o en la res que es leída por radiofrecuencia; técnicas de reconocimiento facial, que se basan en la detección de rasgos faciales del animal o de la res y en su procesamiento con técnicas de inteligencia artificial; y técnicas de seguimiento por vídeo que usan algoritmos de visión por ordenador para seguir a los animales o al ganado desde una cámara.

25 También se conocen en esta técnica patentes y solicitudes de patente que se basan en los anteriores planteamientos. Por ejemplo, la solicitud de patente estadounidense US2019133087A1 versa sobre un aparato de gestión que incluye una unidad de control que extrae, en función de una primera información que es generada por un dispositivo de detección que lleva puesto un individuo y versa sobre un cuerpo vivo del individuo, individuo específico que satisface una condición predeterminada, y genera, en función de información de posición relacionada con la posición del individuo específico, información de búsqueda para hacer que el objeto móvil se mueva a la posición del individuo específico.

30 La solicitud de patente estadounidense US2011298619A1 da a conocer un sistema de monitorización de animales que comprende al menos una etiqueta fijable a un animal, un sistema de localización en tiempo real (RTLS, por sus siglas en inglés) para determinar la posición tridimensional de dicha al menos una etiqueta dentro de una zona de monitorización, un medio de determinación de la orientación para determinar la orientación de dicha al menos una etiqueta, y un medio discriminador para discriminar entre diferentes actividades del al menos un animal en función de la localización y la orientación de la etiqueta del animal dentro de la zona de monitorización..

40 Por otra parte, la solicitud de patente china CN108363990A da a conocer un sistema y un procedimiento de identificación facial de cerdos. El sistema comprende un módulo de cámara, un módulo cliente de aplicación y un módulo servidor de identificación, usándose el módulo de cámara para obtener información de imágenes de la cara de un cerdo y transmitir la información al módulo cliente de aplicación; el módulo cliente de aplicación comprende un módulo de toma de imágenes de la cara de un cerdo que se usa para identificar la información facial del cerdo, y generar un retrato efectivo que contiene la cara del cerdo según la información de la imagen; el módulo servidor de identificación comprende un módulo de identificación facial de los cerdos usado para generar un retrato efectivo de la cara del cerdo según el módulo de toma de imágenes de la cara de un cerdo; mediante comparación, se determina si un cerdo es un cerdo nuevo o un cerdo existente: si el cerdo es un cerdo nuevo, se genera una ID de identidad porcina globalmente única, y si el cerdo es un cerdo existente, se identifica la ID de identidad porcina. El sistema de identificación facial de cerdos bien puede tomar el lugar de una etiqueta electrónica para la oreja o una tarjeta para la oreja usada en la gestión de generación de cerdos existentes, solucionando con ello el problema de defectos de uso de las etiquetas electrónicas para la oreja o las tarjetas para la oreja.

55 La solicitud de patente china CN108990831A da a conocer un procedimiento para monitorizar la salud de animales domésticos. El procedimiento comprende las siguientes etapas: adornar a cada animal doméstico con una etiqueta electrónica, disponer un correspondiente lector de etiquetas electrónicas en una zona de ejercicio de los animales domésticos, y disponer un dispositivo de captura de imágenes, que se usa para obtener imágenes de vídeo del ejercicio de los animales domésticos en la zona de ejercicio de los animales domésticos; obtener la identidad de la etiqueta electrónica e información individual del seguimiento del movimiento correspondiente a la identidad de la etiqueta electrónica de cada animal doméstico usando las imágenes de vídeo obtenidas por el lector de etiquetas electrónicas y el dispositivo de captura de imágenes; obtener una cantidad total de desplazamientos de cada animal doméstico una vez en cada intervalo de tiempo T1 usando la información individual del seguimiento del movimiento; obtener la condición de ingesta de alimentos de cada animal doméstico; y obtener la condición de ingesta de agua de cada animal doméstico.

Otro ejemplo de la técnica anterior es el documento WO2009/094396 (UNIV. CALIFORNIA), publicado el 30.07.2009.

Aparte de eso, el seguimiento por vídeo es una técnica muy conocida usada comúnmente en aplicaciones de videovigilancia. También se conocen algunas propuestas por los documentos CN103488148A, US2014300758A1 y US2019138801A1 (el cual está basado en cámaras tridimensionales).

Las principales limitaciones de las anteriores implementaciones se basan en dos factores: el coste y la precisión. La identificación por radiofrecuencia (RFID, por sus siglas en inglés) cuesta aproximadamente 0,30 dólares por animal y tiene una precisión del 100%; sin embargo, en la actualidad no hay una clara ventaja para identificar animales de forma individual. El reconocimiento facial cuesta aproximadamente 7 dólares por animal y su precisión no está plenamente validada, por lo que está en fase de desarrollo. No hay ninguna solución estable de seguimiento por vídeo en granjas y está actualmente en desarrollo; algunos costes comerciales parecen ser aún más altos que el reconocimiento facial y su precisión no está plenamente validada.

Surgen problemas tecnológicos para el reconocimiento facial y el seguimiento por vídeo por las prestaciones de procesamiento y los algoritmos ineficientes que requieren grandes instalaciones de ordenadores para procesar un solo corral con más de medio millón de imágenes por día, aproximadamente 50 millones de imágenes por periodo de engorde para un solo corral.

Por lo tanto, se precisan nuevos procedimientos y sistemas para una gestión óptima de ejemplares vivos que incluyan una corrección automatizada de la identificación mediante seguimiento por vídeo, es decir, la trazabilidad.

Descripción de la invención

Con ese fin, la presente invención propone, según un primer aspecto, un procedimiento para la trazabilidad de ejemplares vivos, tales como un animal o una res (por ejemplo, un cerdo, una vaca, un pollo de engorde, un pollo o un toro, entre otros), o un ser humano. El procedimiento se basa principalmente en el uso de dos sistemas independientes: un sistema primario que realiza un seguimiento por vídeo de los ejemplares vivos y un sistema secundario que proporciona rasgos de los animales para validar o recuperar la identidad de al menos uno de dichos ejemplares vivos.

Por ende, según una realización de la presente invención, el procedimiento comprende:

a) ejecutar un primer proceso que lleva a cabo un seguimiento por vídeo de múltiples ejemplares vivos, comprendiendo el primer proceso:

a1) obtener continuamente, mediante un sistema primario que incluye al menos una cámara estática, imágenes de vídeo de los ejemplares vivos y transmitir a una unidad de procesamiento las imágenes de vídeo obtenidas;

a2) detectar, mediante la unidad de procesamiento, para cada imagen de vídeo recibida, los ejemplares vivos incluidos en la misma comparando cada imagen de vídeo recibida con al menos una imagen de vídeo pasada, estando almacenada esta en una base de datos de imágenes de seguimiento por vídeo; y

a3) determinar, mediante la unidad de procesamiento, para cada imagen de vídeo recibida, atributos de seguimiento de los ejemplares vivos detectados implementando un algoritmo de seguimiento en la imagen de vídeo, incluyendo los atributos de seguimiento un identificador digital de cada ejemplar vivo detectado, un sello de tiempo y al menos uno de los atributos siguientes: una posición o un contorno de los ejemplares vivos detectados;

b) determinar, mediante la unidad de procesamiento, un vector de trayectorias que incluye una trayectoria seguida por cada ejemplar vivo detectado según su identificador digital, determinándose dicho vector de trayectorias acumulando todos los atributos de seguimiento determinados en la etapa a3;

c) ejecutar un segundo proceso en cierto periodo de tiempo, comprendiendo el segundo proceso:

c1) obtener, mediante un sistema secundario que incluye una unidad de obtención de datos y al menos un módulo de procesamiento, datos de al menos un ejemplar vivo de dicha pluralidad de ejemplares vivos, estando situado el sistema secundario en una posición conocida cuando obtiene dichos datos;

c2) determinar, mediante el sistema secundario, al menos una característica física de dicho al menos un ejemplar vivo en función de los datos obtenidos; y

c3) determinar, mediante el sistema secundario, atributos secundarios de al menos un ejemplar vivo, incluyendo dichos atributos secundarios la al menos una característica física determinada, un sello de tiempo y dicha posición;

- d) tras la recepción de al menos un atributo secundario determinado que satisface una puntuación dada, cotejar, mediante una unidad de procesamiento, los sellos de tiempo y las posiciones o los contornos de los atributos de seguimiento incluidos en dicho vector de trayectorias con el sello de tiempo y la posición del atributo secundario recibido, proporcionando un resultado de dicho cotejo un punto de referencia de hiperatributos, que son atributos mejorados o extendidos, construyéndose este de una manera directa combinando atributos de los sistemas primario y secundario (por eso se usa el prefijo "hiper", para hacer hincapié en el hecho de que esta combinación de atributos tiene más información que los atributos obtenidos por cualquiera de los dos sistemas por sí solo), y, así, tales hiperatributos vinculan directamente las características físicas del al menos un ejemplar vivo de la etapa c1) con un identificador digital (del sistema primario);
- e) repetir las etapas c) y d) para otros periodos de tiempo y, en consecuencia, proporcionar otros puntos de referencia de hiperatributos que vinculan características físicas de los ejemplares vivos con un identificador digital;
- f) identificar, mediante una unidad de procesamiento, cuándo hay dos puntos de referencia contenidos dentro del mismo identificador digital, y, como resultado, proporcionar un segmento potencial de trayectoria; y
- g) comparar, mediante una unidad de procesamiento, las características físicas de dicho segmento potencial de trayectoria, en donde:
- g1) si el resultado de dicha comparación está comprendido dentro de un intervalo dado, se establece que el segmento potencial de trayectoria es un segmento de trayectoria válido; o
- g2) si el resultado de dicha comparación está comprendido fuera del intervalo dado, se establece que el segmento potencial de trayectoria es un segmento de trayectoria inválido.
- Debería hacerse notar que las unidades de procesamiento que ejecutan cada una de las etapas anteriormente descritas pueden ser la misma unidad o pueden ser unidades de procesamiento independientes. Las unidades de procesamiento pueden ser parte de un ordenador o de un servidor o incluso de un servidor en la nube.
- La etapa g2) también incluye establecer la realización de acciones adicionales, por ejemplo, que la etapa c2) tenga que repetirse para determinar otras características físicas de los ejemplares vivos o que las etapas d) - f) tengan que repetirse para obtener un segmento potencial de trayectoria alternativo.
- Además, la etapa g2 también puede incluir:
- calcular dos puntos temporales vinculados por posibles trayectorias que inicialmente pertenecieron a identidades digitales diferentes;
 - establecer la probabilidad de dos segmentos potenciales de trayectoria comparando atributos adicionales de dos puntos temporales; y/o
 - calcular los segmentos de trayectorias más probables y la fiabilidad de tal segmento de trayectoria calculando la maximización global y local de probabilidad.
- En una realización particular, los datos obtenidos en la etapa c1) son al menos una imagen del ejemplar vivo o de los ejemplares vivos. En caso de que la imagen obtenida contenga múltiples ejemplares vivos, la etapa c) también puede comprender la aplicación de un algoritmo de homografía para diferenciar dos ejemplares vivos que están muy cercanos entre sí; por ejemplo, uno delante de otro o incluso uno encima de otro.
- Según dicha realización particular, la característica física determinada en la etapa c2) puede ser un mapa corporal (o modelo corporal) del al menos un ejemplar vivo (es decir, una representación o gráfico uni, bi o multidimensional del ejemplar vivo en la cual diferente información del mismo puede estar vinculada, por ejemplo, con el tamaño corporal del ejemplar vivo, la orientación, etc.); la temperatura corporal del al menos un ejemplar vivo, la temperatura corporal de una parte dada del cuerpo del al menos un ejemplar vivo, el peso, la respuesta espectral, la respuesta electromagnética, la colorimetría y/o la textura del al menos un ejemplar vivo.
- En otra realización, la característica física determinada en la etapa c2) puede ser el peso, la bioimpedancia, la respuesta espectral o un patrón de pisadas del ejemplar vivo.
- La identificación de animales es un problema técnicamente difícil y proporciona información importante relativa al comportamiento, el bienestar y la trazabilidad de ejemplares vivos. Combinando el seguimiento por vídeo y la desambiguación de identidad, la presente invención también permitirá cuantificar individualmente la cantidad de metros recorridos por cada animal en un corral, la cantidad de tiempo que permanece de pie cada animal, la asociación de atributos secundarios y características físicas con un animal individual para almacenar la caracterización longitudinal de su crecimiento o su vida, y también permitirá su análisis. Estas medidas etiquetadas

que son técnicamente inviables por medio de operarios humanos permitirán una descripción precisa del desarrollo del animal para garantizar su bienestar, detectar un estado de salud o un comportamiento anómalo (agresividad, estrés, demasiada inmovilidad...) con completa trazabilidad e identidad fiable. El análisis temporal de las trayectorias o los atributos secundarios o los sensores permitirán prever acciones de granjeros y optimizar la productividad.

Por ejemplo, el estado de salud de un animal puede estar condicionado por la cantidad de metros por día que anda un animal. Esta puede calcularse directamente como el recorrido total realizado durante un día en una trayectoria y restricciones adicionales como la edad y el peso pueden establecer diferentes límites para los sanos y los enfermos. También puede detectarse un animal enfermo o estresado cuando un animal está situado en la misma posición durante un periodo de tiempo prolongado. Por ende, puede obtenerse información complementaria a partir de un sistema secundario estimando la postura o la temperatura corporal de un animal en mediciones recientes. Además, antes de enviar una advertencia al granjero, la presente invención puede requerir otra máquina u otro instrumento para intentar medir la temperatura corporal y/o la postura corporal.

En otro ejemplo, el bienestar animal podría calcularse como el número de interacciones entre animales por día. Las interacciones pueden estimarse como el número de cruces de trayectorias, en trayectorias a cierta distancia o límites de animales en contacto o cercanos en el mismo fotograma. Un animal con contactos anormalmente altos podría ser estresado por otros animales, y si este animal está de pie en una ubicación específica esto es sumamente probable. En esta situación, un animal que se quede en una sola posición y reciba múltiples interacciones requeriría el envío de un aviso al granjero para que este pueda adoptar una acción y garantizar el bienestar del animal.

El posicionamiento y la identificación fiables de animales también permitirá un cálculo preciso de los efectos espaciales en una granja, como la calidad del aire, cambios de temperatura dentro del establo, goteras, hongos, entre otros, para estimar el bienestar y la salud de los animales. También puede cooperar con otros sensores para correlacionar el movimiento (deambulación instantánea) y la frecuencia cardíaca, la digestión o el metabolismo.

Por ejemplo, si es invierno y hay un agujero en el establo por el que entra frío en el establo, podría ser más probable que los animales más cercanos al agujero tengan un problema de salud en los días siguientes. Las mediciones de temperatura pueden contribuir a calcular el momento en el que se creó el agujero, y las trayectorias pueden permitir estimar la cantidad de frío a la que estuvo expuesto cada animal.

Otro ejemplo sería relacionar la información de caudalímetros de agua con trayectorias para establecer cuándo un animal estaba bebiendo realmente en un establo. Esto puede contribuir a estimar mejor la cantidad de agua y la ingesta de alimentos en establos comerciales de forma individualizada.

La presente invención también propone, según otro aspecto, un sistema para la trazabilidad de ejemplares vivos. En particular, el sistema comprende un sistema primario que incluye al menos una cámara estática; un sistema secundario que incluye una unidad de obtención de datos y al menos un módulo de procesamiento; al menos una unidad de procesamiento; y una base de datos de imágenes de seguimiento por vídeo. El sistema está configurado para implementar el procedimiento del primer aspecto de la invención.

En una realización, la unidad de obtención de datos es una unidad de obtención de imágenes que incluye al menos una cámara, tal como una cámara RGB con infrarrojo cercano (NIR, por sus siglas en inglés) extendido en el canal rojo o una cámara térmica.

En una realización, el sistema secundario también incluye una unidad telemétrica. En este caso, se calibran la unidad de obtención de imágenes y la unidad telemétrica. La unidad telemétrica puede ser, entre otros, un lidar giratorio, un lidar de barrido, múltiples lidars, un sensor de tiempo de vuelo (TOF, por sus siglas en inglés) o una cámara de TOF, combinaciones de los mismos.

En otra realización, el sistema secundario es un sistema de cambio de escala. En otras realizaciones, el sistema secundario puede ser un suelo con material piezoeléctrico para registrar pisadas, un mecanismo para registrar la bioimpedancia en una parte del suelo, un lector de RFID o una antena para leer un chip implantable, un dispositivo para registrar la frecuencia cardíaca, etc.

En otra realización adicional, el Sistema también puede incluir uno o más sensores adicionales para evaluar diferentes parámetros del establo y/o del o de los ejemplares vivos, tales como la calidad del aire, la ventilación, la temperatura, la humedad, la ingesta de agua, la ingesta de alimentos, el metabolismo, la digestión y/o la frecuencia cardíaca.

Otras realizaciones de la invención que se dan a conocer en el presente documento también incluyen programas de soporte lógico para realizar las etapas de realización del procedimiento y operaciones resumidas en lo que antecede y dadas a conocer en detalle a continuación. Más en particular, un producto de programa informático es una realización que tiene un soporte legible por ordenador que incluye instrucciones de programa informático codificadas

en el mismo que, cuando es ejecutado en al menos un procesador en un sistema informático, hace que el procesador realice las operaciones indicadas en el mismo como realizaciones de la invención.

Breve descripción de los dibujos

Se comprenderán mejor las ventajas anteriores y otras por la siguiente descripción detallada de realizaciones, con referencia a las figuras adjuntas, que deben ser consideradas de manera ilustrativa y no limitante, en las cuales:

La Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una visión general del procedimiento propuesto para la trazabilidad de ejemplares vivos.

La Figura 2 es otro diagrama de flujo que detalla algunas de las etapas ejecutadas por el procedimiento de la Figura 1, según una realización de la presente invención.

Las Figuras 3-6 ilustran gráficamente una realización particular de la presente invención para la trazabilidad de cerdos.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

La presente invención proporciona un procedimiento y un sistema correspondiente para la trazabilidad de ejemplares vivos, en particular animales de cría tales como cerdos, pollos de engorde, pollos, toros, etc., para mejorar la gestión óptima de los animales de cría.

Con referencia a la Figura 1, se ilustra en la misma una realización del procedimiento propuesto. En esta realización particular, el procedimiento 100 comprende ejecutar (etapa 101), mediante un sistema de seguimiento por vídeo, o un sistema primario referido en las reivindicaciones, que incluye una o más cámaras, un proceso de seguimiento por vídeo en los ejemplares vivos; calcular/proporcionar (etapa 102), mediante un sistema secundario, atributos de los ejemplares vivos para validar o recuperar la identidad de los mismos; y calcular (etapa 103), mediante una o más unidades de procesamiento, la trazabilidad de los ejemplares vivos.

En el sistema propuesto, la o las cámaras del sistema de seguimiento por vídeo se instalan/colocan en una granja, teniendo cada cámara su campo de visión orientado hacia una parte dada de la granja. Además, una unidad de procesamiento recibe de cualquier cámara imágenes o secuencias de vídeo y lleva a cabo operaciones de seguimiento, lo que significa obtener la posición o el contorno de cada ejemplar vivo en el campo de visión en relación con imágenes pasadas. Por lo tanto, cada cámara está en una posición estática y controla una zona específica. Esto permite mediciones continuas o mediciones casi continuas de todos los ejemplares vivos de los que se hace seguimiento. Esto permite seguir con una precisión de milisegundos o segundos la posición y la identidad de varios ejemplares vivos.

Además, el sistema secundario proporciona información no disponible al sistema de seguimiento por vídeo y permite la verificación, la validación o la recuperación de la identificación de los animales. Esto, significativamente, elimina la necesidad de intervención humana para corregir el seguimiento o la identificación digital (etiqueta digital). Otra característica fundamental del sistema secundario es que esta información excepcional no está disponible continuamente y es, más bien, un flujo intermitente de datos. Esta es una importante diferencia con respecto al sistema de seguimiento por vídeo, ya que siempre está registrando datos, y su característica clave es que nunca se detiene. En resumidas cuentas, el sistema secundario está encargado de obtener atributos secundarios e intermitentes de los animales para corregir y garantizar un seguimiento preciso de los animales de forma individualizada.

La naturaleza intermitente del sistema secundario puede devenir por varias razones: (1) es un sistema amovible, por lo que genera mediciones únicamente cuando hay cerca un ejemplar vivo; (2) es un sistema fijo, pero el ejemplar vivo interactúa con él de vez en cuando, por lo que las mediciones también son intermitentes. Las mediciones intermitentes o no continuas también incluyen ráfagas de mediciones, ya que las mediciones están disponibles durante un intervalo de tiempo, porque el ejemplar vivo y el sistema secundario están cerca o en contacto, lo que da como resultado intervalos intermitentes de mediciones continuas. En caso de que el sistema de seguimiento por vídeo cometa un error o se detenga el procesamiento debido a una contingencia tal como un corte eléctrico, el sistema secundario podrá recuperar la identidad de los animales en un momento posterior. Dependiendo de la cantidad de tiempo de recuperación, serán precisos un procesamiento adicional en función de modelos predictivos de atributos secundarios y un cotejo de máxima probabilidad.

Según la invención, el sistema secundario incluye una unidad de obtención de datos y uno o más módulos de procesamiento. Por ejemplo, en algunas realizaciones, la unidad de obtención de datos es una cámara, tal como una cámara RGB o una cámara térmica. En este caso, el sistema secundario también puede incluir una unidad telemétrica que permita la medición de la distancia a varias partes del ejemplar vivo. La unidad telemétrica puede implementarse como un elemento líder o como un elemento TOF, entre otros.

Alternativamente, en otras realizaciones, el sistema secundario es un sistema de cambio de escala. En este caso, el sistema de cambio de escala puede comprender un módulo de comunicaciones para transmitir a la unidad de procesamiento los datos obtenidos.

Con referencia a la Figura 2, se ilustra en la misma una realización más detallada del procedimiento propuesto. Según esta realización, en la etapa 201, el sistema de seguimiento por vídeo a través de una o más cámaras obtiene una o más imágenes de un grupo de ejemplares vivos, o animales de cría. En la etapa 202, una vez que la unidad de procesamiento ha recibido las imágenes obtenidas, la unidad de procesamiento detecta a los animales de cría incluidos en cada una de las imágenes obtenidas. Para hacerlo, la unidad de procesamiento compara cada imagen recibida con imágenes pasadas de los animales de cría almacenadas en una base de datos de imágenes de seguimiento por vídeo. En la etapa 203, la unidad de procesamiento determina atributos de seguimiento de los animales de cría detectados (es decir, la unidad de procesamiento determina un identificador digital de cada animal, un sello de tiempo y la posición o el contorno del animal). Una vez que se determinan los atributos de seguimiento de los animales de cría detectados, en la etapa 204, la unidad de procesamiento determina un vector de trayectorias de cada animal de cría detectado.

En la etapa 205, el sistema secundario inicia la ejecución del segundo proceso para calcular atributos de los animales de cría para validar o recuperar la identidad de los mismos. Con ese fin, una vez que el sistema secundario obtiene los datos de uno más animales de cría (etapa 205), el sistema secundario determina (etapa 206) una o más características físicas de tales animales de cría usando los datos obtenidos. Acto seguido, en la etapa 207, el sistema secundario determina atributos secundarios de los animales de cría, incluyendo las características físicas calculadas previamente, un sello de tiempo y la posición de los animales de cría. En ese momento, pueden producirse dos situaciones. Si los atributos secundarios determinados no satisfacen una puntuación dada (etapa 209), tales atributos se descartan; es decir, los atributos no son correctos o no tienen suficiente calidad y no pueden usarse para un procesamiento ulterior. Alternativamente, en la etapa 210, si los atributos sí satisfacen la puntuación dada, la unidad de procesamiento coteja los sellos de tiempo y las posiciones o los contornos de los atributos de seguimiento incluidos en el vector de trayectorias con el sello de tiempo y la posición de los atributos secundarios y, como resultado de dicho cotejo, la unidad de procesamiento proporciona un punto de referencia de hiperatributos (o atributos mejorados o extendidos) que vincula las características físicas del animal de cría con un identificador digital.

Como se ha indicado previamente, los atributos secundarios pueden ser obtenidos de forma intermitente, y de forma promediada cada periodo de tiempo; por ejemplo, cada 10 minutos, 30 minutos, 45 minutos, 1 hora, 5 horas, 12 horas, 24 horas, días o semanas, entre otros. Por ende, se repiten las etapas anteriores 205-210 según dichos periodos de tiempo configurados. Sin embargo, dado que los ejemplares vivos muestran una incertidumbre en su comportamiento, estos atributos secundarios tienen una naturaleza un tanto estocástica. Por ejemplo, es posible obtener 10 conjuntos de atributos secundarios en menos de 5 segundos, y no tener ninguna información adicional sobre este ejemplar vivo hasta el día siguiente o la semana siguiente.

También se debería hacer notar que, en algún punto, las etapas 201 y 205 pueden ejecutarse al mismo tiempo o en periodos de tiempo cercanos.

Con referencia de nuevo a la Figura 2, en la etapa 211, la unidad de procesamiento identifica cuándo hay dos puntos de referencia contenidos dentro del mismo identificador digital y, como resultado, proporciona un segmento potencial de trayectoria. En ese momento, etapa 212, la unidad de procesamiento compara las características físicas de dicho segmento potencial de trayectoria, estableciéndose, si el resultado de dicha comparación está comprendido dentro de un intervalo dado (etapa 213), que el segmento potencial de trayectoria es un segmento de trayectoria válido; por otro lado, si el resultado de dicha comparación está comprendido fuera del intervalo dado (etapa 214), se establece que el segmento potencial de trayectoria es un segmento de trayectoria inválido.

La o las características físicas determinadas en la etapa 206 varían dependiendo del tipo de sistema secundario usado por la presente invención. En una realización, y para el caso particular de que el sistema secundario incluya una cámara y un módulo de procesamiento, la o las características físicas pueden incluir un mapa corporal del animal de cría; la temperatura corporal del animal de cría, la temperatura corporal de una parte dada del cuerpo del animal de cría, el peso del animal de cría, la respuesta espectral del animal de cría, la respuesta electromagnética del animal de cría, o incluso un parámetro de calorimetría o textura del animal de cría. En otra realización, y para el caso particular de que el sistema secundario sea un sistema de cambio de escala, la o las características físicas pueden incluir el peso del animal de cría, la bioimpedancia del animal de cría y/o un patrón de pisadas del animal de cría.

A continuación, se detalla una realización particular para lograr la trazabilidad de cerdos.

La Figura 3 ilustra un ejemplo del proceso de seguimiento por vídeo (etapa a) en el que los cerdos están etiquetados según un identificador digital y son seguidos en el siguiente fotograma, mientras que la Figura 4 ilustra la etapa b), en la que se acumulan cada posición y cada identificador digital en un vector de trayectorias que contiene múltiples

identidades y posiciones. Esto sería similar a la salida estándar de un sistema de seguimiento por vídeo. Sin embargo, dado que es sabido que estos sistemas tienen baja fiabilidad en el contexto de los animales de cría, la presente invención documenta un planteamiento para la revisión automatizada y la reubicación de identidades y trayectorias.

La Figura 5 muestra un posible muestreo de atributos secundarios, q_k , que son vinculados a trayectorias específicas vinculando posición y tiempo. En el contexto de la Figura 5, la presente invención obtiene un vector de trayectorias que contiene tres identidades digitales a partir de las etapas a) y b) y cuatro tiempos de muestreo para atributos secundarios: q_1 , q_2 , q_3 y q_4 a partir de la etapa c). Dado que el vector de trayectorias y atributos secundarios contiene información de posición y tiempo, es posible, mediante la etapa d), vincular la ID de trayectoria con los atributos secundarios. Como se muestra en la Figura 5, repitiendo todas las etapas, es posible acumular suficientes datos. Durante este proceso de acumulación de datos, las etapas f) y g) llegan a ser críticas, ya que permiten validar trayectorias e identidades.

En el instante t_0 , solo se cuenta con tres posiciones que tienen una identidad digital arbitraria. A medida que avanza el tiempo, en el instante t_2 , se reúne un conjunto de atributos secundarios q_1 en algún momento entre t_1 y t_2 . Este q_1 es asignado a la ID de trayectoria=1 por medio del tiempo y la posición. De modo similar, q_2 se obtiene entre t_2 y t_3 , y es asignado a la ID de trayectoria=2. Dado que q_1 y q_2 no están contenidos dentro de la misma ID de trayectoria, no hay operaciones ulteriores. Antes de que acontezca el instante t_6 se obtiene un nuevo conjunto de atributos secundarios, q_3 , que es asignado a la ID de trayectoria=1. Dado que q_1 y q_3 pertenecen a la misma ID de trayectoria=1, se realiza un cálculo comparativo. Esto puede lograrse mediante similitud, distancia, diferencia o probabilidad. Por ejemplo, si se define que los atributos secundarios q_k son el peso, es posible calcular la diferencia absoluta de q_1 y q_3 . Para periodos de tiempo breves, cabe esperar que la diferencia prevista entre q_1 y q_3 sea pequeña, dentro del error de la medición, quizá con alguna tolerancia adicional. Sin embargo, si el periodo de tiempo entre q_1 y q_3 es grande, son posibles diferentes cambios corporales; por ejemplo: beber agua, comer, diarrea o incluso crecimiento. Para tales periodos de tiempo podría considerarse un cálculo más complejo; por ejemplo, un modelo de crecimiento lineal o polinómico, o incluso una curva empírica de crecimiento previsto para el animal.

Según la invención, también es posible usar otras variables como atributos secundarios, tales como longitudes anatómicas, áreas, volúmenes o características derivadas de ellas; por ejemplo, longitud y anchura de las patas traseras, curvatura de las patas traseras, longitud y curvatura de la barriga, entre muchas otras. Pueden realizarse mediciones de distancia euclídeas, siguiendo cuadrículas, u otras y establecer una distancia de desviación máxima en conjunto o por parte corporal. Además, pueden compararse mapas corporales obtenidos en diferentes puntos temporales (es decir, q_1 y q_3) superponiendo múltiples puntos anatómicos de referencia para evaluar la similitud del cuerpo o de partes del cuerpo.

Antes de que acontezca el instante t_8 , se obtiene un nuevo conjunto de atributos secundarios, q_4 , que es asignado a la ID de trayectoria=2. En este contexto de adquisiciones mostradas en la Figura 5, son posibles varios escenarios. Por ejemplo, en un primer escenario, el sistema simplemente confirmaría que el vector de trayectorias es correcto (etapa g1). El proceso podría ser como sigue. Antes del instante t_6 se obtienen los atributos secundarios q_3 . Dado que q_1 y q_3 pertenecen a la trayectoria con ID=1, el sistema puede decidir comparar inmediatamente ambos conjuntos secundarios. Mediante cualquier planteamiento comparativo (a continuación, se documentan ejemplos de diferentes planteamientos comparativos) puede establecerse que la diferencia está entre límites aceptados y se confirma la identidad. El sistema podría asignar una puntuación de fiabilidad para este segmento como resultado de la comparación utilizada para un uso posterior dependiendo de la configuración.

En un segundo escenario, el sistema podría ver que el vector de trayectorias no es correcto (etapa g2). El proceso podría ser como sigue. Antes del instante t_6 se obtienen los atributos secundarios q_3 . Dado que q_1 y q_3 pertenecen a la trayectoria con ID=1, el sistema puede decidir comparar inmediatamente ambos conjuntos secundarios. Usando cualquier planteamiento comparativo puede establecerse que la diferencia no es aceptable. Por lo tanto, el sistema puede decidir esperar la llegada de más datos repitiendo las etapas c) a f) hasta que vuelva a calcularse una nueva etapa g) entre al menos otro q_k . Es posible asignar una puntuación de fiabilidad para este segmento definido entre q_1 y q_3 como resultado de la comparación utilizada para un uso posterior dependiendo de la configuración (es decir, futuras comparaciones). Dado que las etapas c) a f) se ejecutan continuamente, se acabará recibiendo un nuevo conjunto de atributos secundarios. En el ejemplo descrito de la Figura 5, antes de que acontezca el instante t_8 , se obtiene un nuevo conjunto de atributos secundarios, q_4 , y las trayectorias de ID=1 e ID=2 son cercanas durante un periodo de tiempo; entonces es posible que el cruce de identidades se produjera en el proceso de seguimiento por vídeo (etapa a). El sistema compara entonces q_1 con q_4 y puede decidir que la diferencia es aceptable y que las identidades se cruzaron por el seguimiento por vídeo (etapa a). El sistema cambia entonces, en consecuencia, el vector de trayectorias para la trayectoria más probable, como se muestra en la Figura 6.

En un tercer escenario, el sistema puede entrar en bucle más de una vez a partir de la etapa g2 y también repetir las etapas c) a d). Por lo tanto, en este tercer escenario el sistema puede llegar a la conclusión de que el vector de trayectorias no puede ser resuelto y precisa más datos (etapa g2), como ocurrió en el segundo escenario, y las etapas c) a f) se repiten hasta que vuelve a calcularse una nueva etapa g) entre al menos otro q_k . El proceso podría

ser como sigue. Antes del instante t_6 se obtienen los atributos secundarios q_3 . Dado que q_1 y q_3 pertenecen a la trayectoria con $ID=1$, el sistema puede decidir comparar inmediatamente ambos conjuntos secundarios. Usando cualquier planteamiento comparativo puede establecerse que la diferencia no es aceptable, y, así, el sistema puede decidir esperar la llegada de más datos y podría asignar una puntuación de fiabilidad para este segmento como resultado de la comparación utilizada para un uso posterior dependiendo de la configuración. Antes de que acontezca el instante t_8 se obtiene un nuevo conjunto de atributos secundarios, q_4 , y las trayectorias de $ID=1$ e $ID=2$ son cercanas durante un periodo de tiempo. Entonces es posible un cruce de identidades. A diferencia del segundo escenario, el sistema puede comparar entonces q_1 con q_4 y podría decidir que la diferencia no es aceptable una vez más (etapa g_2 , nuevamente) y que las identidades siguen sin estar claras. Así, el sistema puede decidir esperar la llegada de más datos y podría asignar una puntuación de fiabilidad para este segmento para ser usada posteriormente.

Lo anterior puede iterarse/repetirse muchas veces y, en cierto instante, podría haber varias ambigüedades e incluso cuando se hayan reunido todos los datos podría haber varias ambigüedades. En este caso, podría usarse otro procedimiento para encontrar el conjunto de trayectorias más probable en términos globales por medio de estrategias de optimización (es decir, analíticas, iterativas, basadas en datos, minimización de errores, Powell, LMS, ...); también podría ser posible pedir que un usuario o un operario valide algunos puntos críticos para confirmar o rechazar algunos segmentos de trayectoria para desambiguar algunos puntos en función de imágenes y datos.

Debería hacerse notar que estas estrategias se aplican para vincular atributos secundarios e identidades de trayectoria comparando muchos puntos temporales independientemente de que exista o no un cruce de trayectoria. Por ejemplo, un cálculo sistemático de similitud entre un subconjunto o la totalidad de los atributos secundarios dará lugar a una matriz que contiene una puntuación de similitud entre dos identidades en el momento específico de la obtención de los atributos secundarios; es decir, $\langle q_i, q_k \rangle$, siendo i y k referencias temporales y siendo $\langle \cdot \rangle$ un operador para comparar atributos secundarios. Obviamente, cuando $i=j$ la puntuación de comparación maximiza la similitud o minimiza la disimilitud. Mediante esta estrategia de cálculo de una maximización global y local de probabilidad es posible obtener los segmentos más probables de trayectorias y fiabilidad de la totalidad o de un subconjunto de segmentos de trayectoria.

Como se ha indicado anteriormente, pueden usarse diferentes planteamientos comparativos, dependiendo del tipo de rasgo o rasgos físicos calculados, en particular:

- Anatómico: la comparación puede calcularse como la diferencia de distancia en la longitud de las patas traseras, la distancia de la cadera al hombro y la corpulencia. La invención puede establecer que, si todas las mediciones tienen una diferencia por debajo de 4cm y la suma de todas las distancias tiene un error por debajo de 7cm, la identidad es la misma.

- Peso corporal: la comparación puede calcularse como la diferencia entre ambos puntos temporales. Dependiendo de si la diferencia temporal es unos minutos, horas, días o semanas, podría requerirse algún medio corrector. Si la diferencia temporal es de solo unos segundos o minutos, cabe esperar que la diferencia en peso esté dentro de límites de error razonables. Si el error en peso está más allá de lo esperado por la precisión del sistema, el sistema podría decidir esperar que se realice otra medición para comprobar si hubo un error espurio o si es una medición fiable. Si la diferencia temporal es de solo unas horas, el error en peso podría ser similar al anterior planteamiento; sin embargo, hay cambios sutiles diurnos y nocturnos en algunos casos que podrían ser incluidos en otro modelo. Si la diferencia temporal es de unos días, debe usarse un modelo de crecimiento para evaluar si el animal satisface el peso previsto. De modo similar, esto se produciría para unas semanas. Sin embargo, si el tiempo es muy prolongado, la fiabilidad global del sistema podría disminuir.

- Mapas corporales: En una realización un mapa corporal puede ser definido como un gráfico con posiciones tridimensionales referenciadas a uno o más puntos corporales de referencia, como la cadera y/o el hombro. Entonces es posible comparar tales mapas corporales regularizados en términos de superficie, formas, distancias entre vértices, otras operaciones geométricas o medidas basadas en gráficos. Si la diferencia temporal es prolongada, podría ser preciso adaptar modelos adicionales de crecimiento (dependiendo del medio de regularización) como se ha explicado en el peso corporal.

- Atributos corporales: comparación por medición de distancia de la temperatura corporal media, desviación mínima/máxima/típica, curtosis, y otros momentos u operaciones estadísticos en atributo corporal como la temperatura, la bioimpedancia, un patrón de pisadas, el peso, la respuesta espectral, fluorescencia, etc. También una comparación entre distribuciones, como razones de probabilidad en las que se usa una distribución de histograma normalizada como una aproximación de la función de densidad de probabilidad. También pueden ser medios válidos para puntuar la similitud medios adicionales como coeficientes o distancias de Battacharya o Smirnov.

- Atributos del mapa corporal: además de los atributos corporales y de las operaciones geométricas en mapas corporales basadas en formas, es posible incluir información adicional en vértices, tales como poder asociar a cada

vértice del mapa corporal la temperatura corporal local, la presencia de rabo, el color local o la respuesta espectral local (ya que las cámaras de TOF están en la gama infrarroja, dependiendo de la melanina de los animales la respuesta espectral a 800-850nm es diferente). A continuación, pueden calcularse medidas de similitud para cada vértice o muchos vértices para obtener una puntuación o establecer un umbral de acuerdo. Aquí también se aplican consideraciones anteriores, especialmente para la temperatura, ya que es notablemente diferente del día a la noche, y también se produce crecimiento.

- Atributos corporales correlacionados: también es posible regularizar la información de cámaras, como temperatura, color, infrarrojos, profundidad u otros medios de formación de imágenes, en un mapa corporal. Esto dará lugar a una reconstrucción de datos de formación de imágenes en un espacio regularizado. Entonces es posible comparar punto a punto todo el animal en dos puntos temporales diferentes para aprovechar no solo los planteamientos promedio o de distribución, sino también medios de procesamiento de imágenes para garantizar la identidad de un animal.

- Comparación de imágenes: aunque no se use un mapa corporal, sigue siendo posible comparar la identidad de animales mediante medios de procesamiento de imágenes como la homografía, que permite comparar dos imágenes tomadas desde puntos de vista diferentes, como ocurriría cuando se comparara información obtenida en dos puntos temporales diferentes.

- Combinación: un procedimiento heurístico o un sistema entrenado por procesos de aprendizaje automático por máquina (máquinas vectoriales de soporte, redes neurales convolucionales, redes neurales, bosques aleatorios, etc.) puede usar una combinación de muchos de los procedimientos documentados en lo que antecede.

Diversos aspectos del procedimiento propuesto descrito en el presente documento pueden ser implementados mediante programación. Se puede considerar que los aspectos programáticos de la tecnología son "productos" o "artículos de fabricación", normalmente en forma de código ejecutable y/o de datos asociados que están contenidos sobre o implementados en un tipo de soporte legible por máquina. Los soportes tangibles de tipo "almacenamiento" no transitorio incluyen cualquiera o la totalidad de la memoria u otro almacenamiento para los ordenadores, procesadores o similares, o módulos asociados de los mismos, tales como diversas memorias de semiconductores, unidades de cinta, unidades de disco y similares, que pueden proporcionar almacenamiento en cualquier momento para la programación de un soporte lógico.

La totalidad o partes del soporte lógico pueden comunicarse en ocasiones a través de una red, tal como Internet o diversas redes de telecomunicaciones adicionales. Tales comunicaciones pueden permitir, por ejemplo, la carga del soporte lógico de un ordenador o procesador a otro; por ejemplo, desde un servidor de gestión u ordenador anfitrión de un sistema de planificación a la o las plataformas de soporte físico de un entorno de cálculo u otro sistema que implemente un entorno de cálculo o funcionalidades similares en conexión con el procesamiento de imágenes. Así, otros tipos de soporte que pueden contener los elementos de soporte lógico incluyen los ópticos, los eléctricos y las ondas electromagnéticas, usadas entre interfaces físicas entre dispositivos locales, a través de redes terrestres cableadas y ópticas y en diversos enlaces aéreos. También se puede considerar que los elementos físicos que transportan tales ondas, tales como enlaces cableados o inalámbricos, enlaces ópticos o similares son soportes que contienen el soporte lógico. Según se usan en el presente documento, a no ser que se restrinjan a soportes tangibles de "almacenamiento", expresiones como "soporte legible" por ordenador o máquina se refieren a cualquier soporte que participe en proporcionar instrucciones a un procesador para su ejecución.

Un soporte legible por máquina puede adoptar muchas formas, incluyendo, sin limitación, un soporte tangible de almacenamiento, un soporte de ondas portadoras o un soporte de transmisión física. Los soportes de almacenamiento no volátil incluyen, por ejemplo, discos ópticos o magnéticos, tales como cualquiera de los dispositivos de almacenamiento en cualquier o cualesquiera ordenadores, o similares, que pueden usarse para implementar el sistema o cualquiera de sus componentes mostrados en los dibujos. Los soportes de almacenamiento volátil pueden incluir memoria dinámica, tal como una memoria principal de tal plataforma informática. Los soportes tangibles de transmisión pueden incluir cables coaxiales, hilo de cobre y fibra óptica, incluyendo los hilos que forman un bus dentro de un sistema informático. Los soportes de transmisión de ondas portadoras pueden adoptar la forma de señales eléctricas o electromagnéticas, u ondas acústicas o lumínicas, como las generadas durante comunicaciones de datos por radiofrecuencia (RF) e infrarrojos (IR). Formas comunes de soportes legibles por ordenador pueden incluir, por ejemplo: un disquete, un disco flexible, un disco duro, una cinta magnética, cualquier otro soporte magnético, un CD-ROM, un DVD o DVD-ROM, cualquier otro soporte óptico, tarjetas perforadas, cinta de papel, cualquier otro soporte de almacenamiento físico con patrones de agujeros, una RAM, una PROM y una EPROM, una FLASH-EPROM, cualquier otro chip de memoria o cartucho, una onda portadora que transporte datos o instrucciones, cables o enlaces que transporten tal onda portadora, o cualquier otro soporte a partir del cual un ordenador pueda leer código de programación y/o datos. Puede haber implicadas muchas de estas formas de soportes legibles por ordenador en el transporte de una o más secuencias de una o más instrucciones a un procesador físico para su ejecución.

5 Los expertos en la técnica reconocerán que las presentes enseñanzas son susceptibles de diversas modificaciones y/o mejoras. Por ejemplo, aunque la implementación de diversos componentes descritos en el presente documento puede plasmarse en un dispositivo de soporte físico, también puede implementarse como solución de soporte lógico únicamente - por ejemplo, una instalación en un servidor existente -. Además, el procesamiento de imágenes dado a conocer en el presente documento puede implementarse como soporte lógico inalterable, una combinación de soporte lógico inalterable y soporte lógico, una combinación de soporte lógico inalterable y soporte físico, o una combinación de soporte físico, soporte lógico inalterable y soporte lógico.

El alcance de la presente invención está definido en el siguiente pliego de reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la trazabilidad de ejemplares vivos, comprendiendo el procedimiento:

5 a) ejecutar un primer proceso que lleva a cabo un seguimiento por vídeo de múltiples ejemplares vivos, que son animales o seres humanos, comprendiendo el primer proceso:

a1) obtener continuamente, mediante un sistema primario que incluye al menos una cámara estática, imágenes de vídeo de los ejemplares vivos y transmitir a una unidad de procesamiento las imágenes de vídeo obtenidas;

10 a2) detectar, mediante la unidad de procesamiento, para cada imagen de vídeo recibida, los ejemplares vivos incluidos en la misma comparando cada imagen de vídeo recibida con al menos una imagen de vídeo pasada, estando almacenada esta en una base de datos de imágenes de seguimiento por vídeo; y

15 a3) determinar, mediante la unidad de procesamiento, para cada imagen de vídeo recibida, atributos de seguimiento de los ejemplares vivos detectados implementando un algoritmo de seguimiento en la imagen de vídeo, incluyendo los atributos de seguimiento un identificador digital de cada ejemplar vivo detectado, un sello de tiempo y al menos uno de los atributos siguientes: una posición o un contorno de los ejemplares vivos detectados;

20 b) determinar, mediante la unidad de procesamiento, un vector de trayectorias que incluye una trayectoria seguida por cada ejemplar vivo detectado según su identificador digital, determinándose dicho vector de trayectorias acumulando todos los atributos de seguimiento determinados en la etapa a3;

c) ejecutar un segundo proceso en cierto periodo de tiempo, comprendiendo el segundo proceso:

25 c1) obtener, mediante un sistema secundario que incluye una unidad de obtención de datos y al menos un módulo de procesamiento, datos de al menos un ejemplar vivo de dicha pluralidad de ejemplares vivos, estando situado el sistema secundario en una posición conocida cuando obtiene dichos datos;

30 c2) determinar, mediante el sistema secundario, al menos una característica física de dicho al menos un ejemplar vivo en función de los datos obtenidos; y

35 c3) determinar, mediante el sistema secundario, atributos secundarios de al menos un ejemplar vivo, incluyendo dichos atributos secundarios la al menos una característica física determinada, un sello de tiempo y dicha posición;

40 d) tras la recepción de al menos un atributo secundario determinado que satisface una puntuación dada, cotejar, mediante una unidad de procesamiento, los sellos de tiempo y las posiciones o los contornos de los atributos de seguimiento incluidos en dicho vector de trayectorias con el sello de tiempo y la posición del atributo secundario recibido, proporcionando un resultado de dicho cotejo un punto de referencia de hiperatributos, que son atributos mejorados o extendidos, que vincula las características físicas del al menos un ejemplar vivo de la etapa c1) con un identificador digital;

45 e) repetir las etapas c) y d) para otros periodos de tiempo y, en consecuencia, proporcionar otros puntos de referencia de hiperatributos que vinculan características físicas de los ejemplares vivos con un identificador digital;

f) identificar, mediante una unidad de procesamiento, cuándo hay dos puntos de referencia contenidos dentro del mismo identificador digital, y, como resultado, proporcionar un segmento potencial de trayectoria; y

50 g) comparar, mediante una unidad de procesamiento, las características físicas de dicho segmento potencial de trayectoria, caracterizado porque:

g1) si el resultado de dicha comparación está comprendido dentro de un intervalo dado, se establece que el segmento potencial de trayectoria es un segmento de trayectoria válido; o

55 g2) si el resultado de dicha comparación está comprendido fuera del intervalo dado, se establece que el segmento potencial de trayectoria es un segmento de trayectoria inválido, y se establecen acciones adicionales que deben realizarse, dichas acciones adicionales comprenden la repetición de la etapa c2) para determinar otras características físicas de los ejemplares vivos o la repetición de las etapas d) - f) para obtener un segmento potencial de trayectoria alternativo.

60 2. El procedimiento de la reivindicación 1 en donde la etapa g2) comprende, además, la ejecución de al menos una de las siguientes acciones:

65 - calcular dos puntos temporales vinculados por posibles trayectorias que inicialmente pertenecieron a identidades digitales diferentes;

- establecer la probabilidad de dos segmentos potenciales de trayectoria comparando atributos adicionales de dos puntos temporales; y/o
 - calcular los segmentos de trayectorias más probables y la fiabilidad de tal segmento de trayectoria calculando la maximización global y local de probabilidad.
- 5
3. El procedimiento de la reivindicación 1 en donde los datos obtenidos en la etapa c1) son al menos una imagen del al menos un ejemplar vivo.
- 10
4. El procedimiento de la reivindicación 3 en donde la etapa c) comprende, además, la aplicación de un algoritmo de homografía para diferenciar dos ejemplares vivos que están muy cercanos entre sí.
5. El procedimiento de la reivindicación 3 en donde la al menos una característica física determinada en la etapa c2) es un mapa corporal del al menos un ejemplar vivo; la temperatura corporal del al menos un ejemplar vivo, la temperatura corporal de una parte dada del cuerpo del al menos un ejemplar vivo, el peso, la respuesta espectral, la respuesta electromagnética, la colorimetría y/o la textura del al menos un ejemplar vivo.
- 15
6. El procedimiento de la reivindicación 1 en donde la al menos una característica física determinada en la etapa c2) es el peso, la bioimpedancia o un patrón de pisadas del al menos un ejemplar vivo.
- 20
7. El procedimiento de la reivindicación 1 que, además, comprende el cálculo de la salud, la distancia recorrida, el tiempo que permanece de pie, la agresividad, el comportamiento, el bienestar y/o parámetros de crecimiento longitudinal de uno o más ejemplares vivos usando un conjunto de segmentos potenciales de trayectoria, con o sin datos adicionales.
- 25
8. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el ejemplar vivo es un animal que incluye un cerdo, una vaca, un pollo de engorde, un pollo o un toro.
- 30
9. Un sistema para la trazabilidad de ejemplares vivos que comprende:
- un sistema primario que incluye al menos una cámara estática;
- un sistema secundario que incluye una unidad de obtención de datos y al menos un módulo de procesamiento;
- 35
- al menos una unidad de procesamiento; y
- una base de datos de imágenes de seguimiento por vídeo,
- estando configurado el sistema para implementar el procedimiento de la reivindicación 1.
- 40
10. El sistema de la reivindicación 9 en donde la unidad de obtención de datos es una unidad de obtención de imágenes que incluye al menos una cámara, comprendiendo la cámara una cámara RGB con NIR extendido en el canal rojo o una cámara térmica.
- 45
11. El sistema de la reivindicación 9 o 10 en donde el sistema secundario comprende, además, una unidad telemétrica, comprendiendo la unidad telemétrica un líder giratorio, un líder de barrido, múltiples líderes, un sensor de tiempo de vuelo, TOF, y/o una cámara de TOF.
- 50
12. El sistema de la reivindicación 9 en donde el sistema secundario es un sistema de cambio de escala, un suelo con material piezoeléctrico para registrar pisadas, un instrumento para registrar la bioimpedancia en una parte del suelo, un lector de RFID o una antena para leer un chip implantable, o un instrumento para registrar la frecuencia cardíaca.
- 55
13. El sistema de la reivindicación 9 que, además, comprende uno o más sensores adicionales configurados para evaluar la calidad del aire, la ventilación, la temperatura, la humedad, la ingesta de agua, la ingesta de alimentos, el metabolismo del ejemplar vivo, la digestión y/o la frecuencia cardíaca del ejemplar vivo.
14. Un producto de programa informático que comprende instrucciones que, cuando el programa es ejecutado por un ordenador, hacen que el ordenador realice un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8.

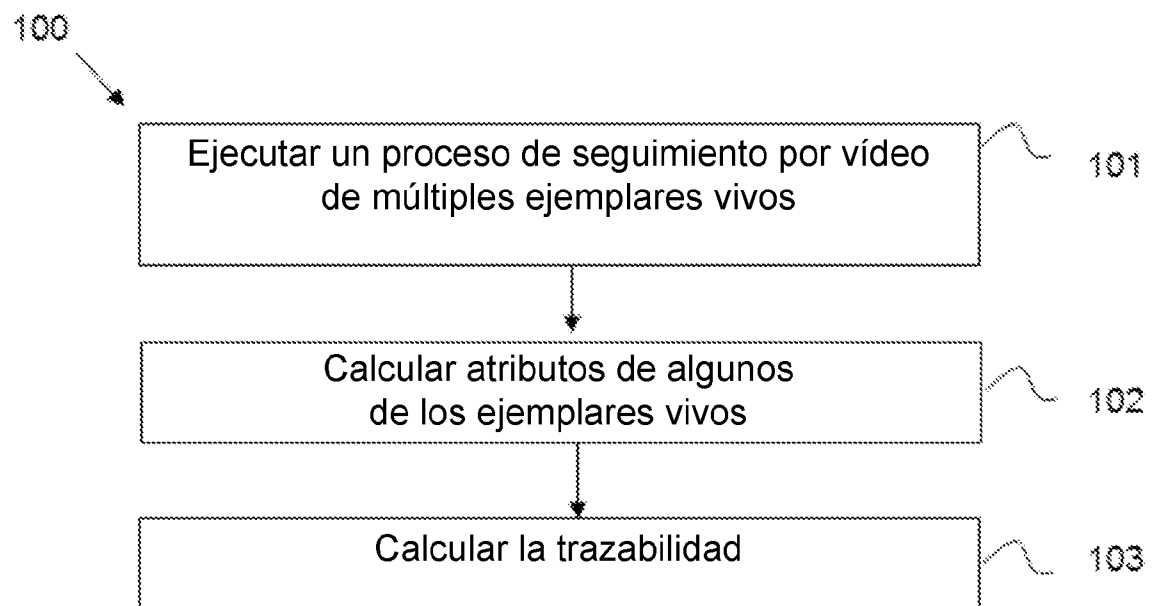


Fig. 1

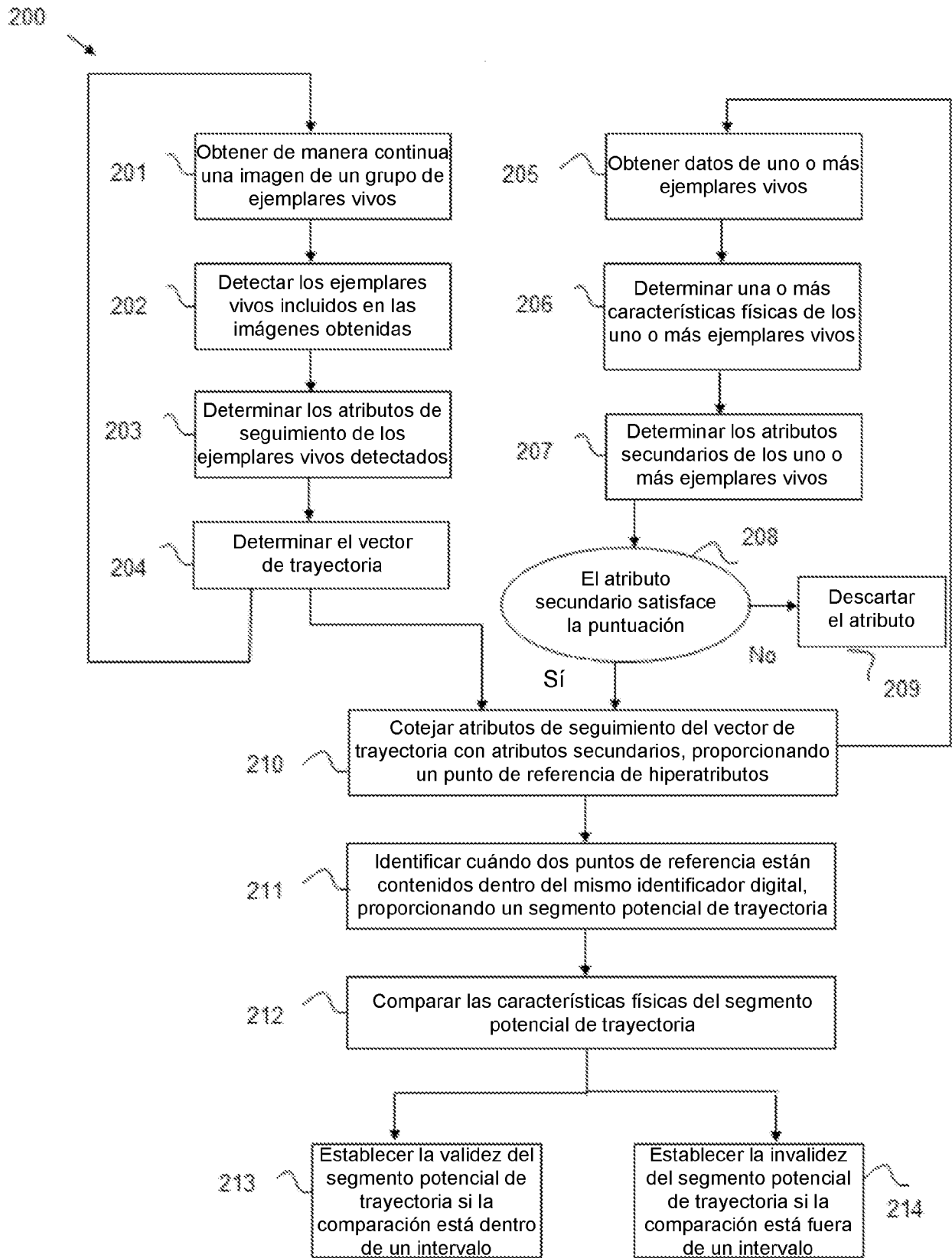


Fig. 2

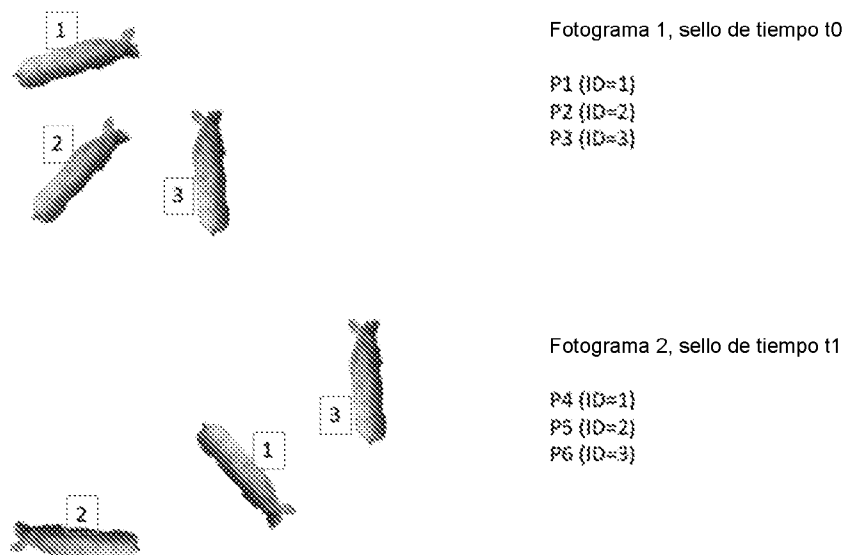
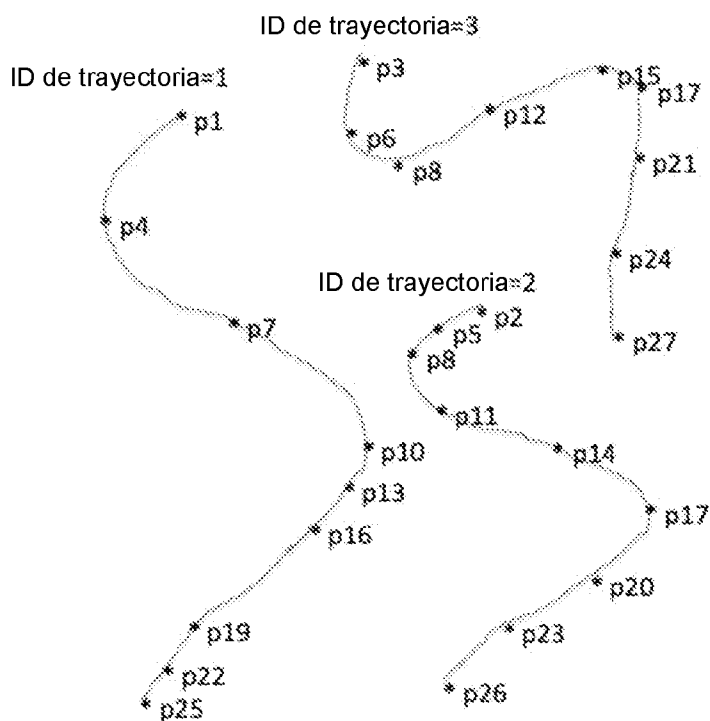


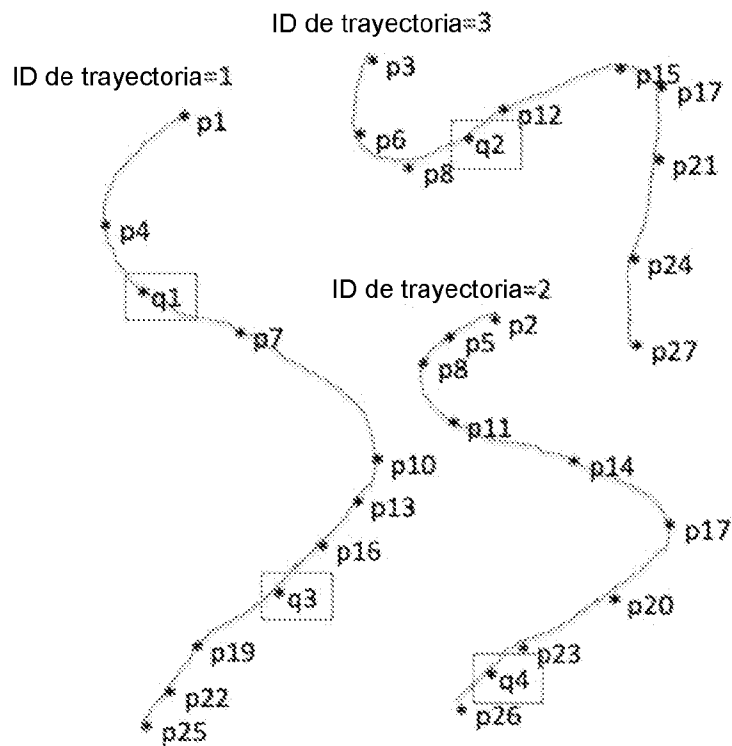
Fig. 3



Vector de trayectorias

ID=1	ID=2	ID=3	fotograma n°	sello de tiempo
p1	p2	p3	1	t0
p4	p5	p6	2	t1
p7	p8	p9	3	t2
p10	p11	p12	4	t3
p13	p14	p15	5	t4
p16	p17	p18	6	t5
p19	p20	p21	7	t6
p22	p23	p24	8	t7
p25	p26	p27	9	t8

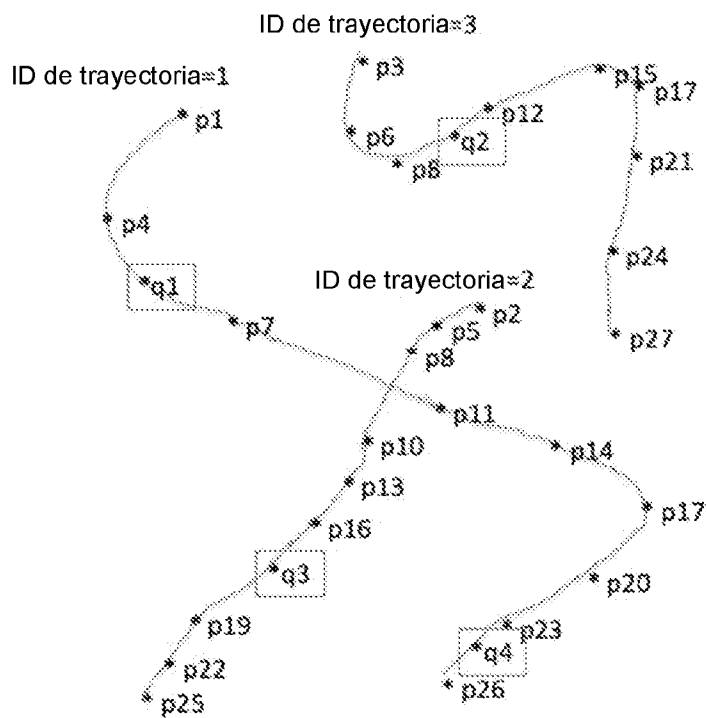
Fig. 4



Vector de trayectorias

ID=1	ID=2	ID=3	fotograma n°	sello de tiempo
p1	p2	p3	1	10
p4	p5	p6	2	11
p7	p8	p9	3	12
p10	p11	p12	4	13
p13	p14	p15	5	14
p16	p17	p18	6	15
p19	p20	p21	7	16
p22	p23	p24	8	17
p25	p26	p27	9	18

Fig. 5



Vector de trayectorias

ID=1	ID=2	ID=3	fotograma n°	sello de tiempo
p1	p2	p3	1	10
p4	p5	p6	2	11
p7	p8	p9	3	12
p10	p11	p12	4	13
p13	p14	p15	5	14
p16	p17	p18	6	15
p19	p20	p21	7	16
p22	p23	p24	8	17
p25	p26	p27	9	18

Fig.6