

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 533 257**

51 Int. Cl.:

A01K 3/00 (2006.01)

A01K 15/02 (2006.01)

A01K 29/00 (2006.01)

G08B 3/10 (2006.01)

G06F 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2005** **E 05760739 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.12.2014** **EP 1773112**

54 Título: **Un aparato y un método para el cercado virtual de un animal**

30 Prioridad:

16.07.2004 AU 2004903957

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

08.04.2015

73 Titular/es:

**COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL
RESEARCH ORGANISATION (100.0%)
LIMESTONE AVENUE
CAMPBELL, ACT 2601, AU**

72 Inventor/es:

LEE, CAROLINE

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 533 257 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 aparato y un método para el cercado virtual de un animal

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato y un método para el cercado virtual de un animal. Tal aparato se conoce a partir del documento US 5787841.

10 **Técnica Antecedente**

Tradicionalmente, se han utilizado cercas físicas para contener el ganado dentro de áreas definidas. Más recientemente, se han fabricado dispositivos para su sujeción a los animales. Algunos dispositivos utilizan la aplicación de estímulos auditivos como precursores de estímulos eléctricos para controlar la localización espacial del animal. Sin embargo, los animales no discriminan fácilmente entre los estímulos.

Otros dispositivos pueden ser problemáticos en tanto a que el animal no sabe en qué dirección moverse para escapar de la aplicación de los estímulos. Una solución ha sido proporcionar estímulos separados en cada lado de la cabeza del animal para guiar al mismo, sin embargo esto añade complejidad al dispositivo, y puede limitar las opciones de equipamiento. Otros dispositivos proporcionan estímulos continuos junto con una característica de anulación diseñada para causar el cese del estímulo al animal cuando éste, por alguna razón, no pueda abandonar el área de exclusión. Sin embargo dichos dispositivos inhiben una respuesta deseada y pueden comprometer el bienestar del animal. Adicionalmente, tales dispositivos no tienen en cuenta cómo aprenden y se comportan los animales.

25 **Divulgación de la invención**

En un primer aspecto, la invención es un aparato para el cercado virtual de un animal, que comprende:

- 30 un microprocesador para determinar continuamente la posición de un animal con respecto a un objetivo y para determinar si el animal se está moviendo con respecto al objetivo; y
- una unidad de estímulo para aplicar un estímulo sensorial al animal en respuesta a señales recibidas desde el microprocesador;
- 35 en el cual el microprocesador es programable de tal modo que si la distancia entre el animal y el objetivo es inferior a una distancia predeterminada y si el animal está moviéndose en una dirección hacia el objetivo, se aplica un estímulo al animal y se retira el estímulo cuando el animal se detenga, se retire del objetivo, o acelere mientras la distancia entre el animal y el objetivo sea inferior a la distancia predeterminada.

La aceleración del animal puede ser positiva o negativa. La aceleración puede producirse con o sin cambio de dirección.

Alejarse del objetivo puede incluir moverse hacia atrás y/o girar en una dirección contraria al objetivo.

El microprocesador puede ejecutar un software para determinar cuándo aplicar el estímulo y cuándo retirar la aplicación del estímulo. El software puede ejecutarse para determinar uno o más de entre si debe aplicarse un estímulo, con qué intensidad aplicar el estímulo, y qué tipo de estímulo debe aplicarse.

La determinación de si debe aplicarse un estímulo y/o cuándo retirar el estímulo puede basarse en la respuesta del animal al estímulo. La respuesta puede ser en tiempo real. Los criterios de determinación pueden modificarse basándose en la respuesta del animal previamente a la retirada del estímulo. Esto puede efectuarse utilizando un algoritmo de control que emplee reconocimiento de patrón.

El aparato puede incluir un receptor inalámbrico. El microprocesador puede operar en conjunto con el receptor inalámbrico, por ejemplo, pero sin estar limitado a, un receptor de sistema de posicionamiento global (GPS) o un receptor de radio para recibir información relacionada con la posición del animal con respecto al objetivo. Una ventaja de utilizar GPS, o similar, es que puede obtenerse un nivel adecuado de precisión de la posición del animal.

El aparato puede incluir uno o más acelerómetros. El microprocesador puede operar en conjunto con el acelerómetro, o con cada uno de los mismos. El uso de un acelerómetro detecta ventajosamente pequeños cambios en la velocidad del animal. El acelerómetro puede proporcionar adicionalmente una indicación del paso del animal. Puede proporcionarse una pluralidad de acelerómetros dependiendo de la orientación del aparato. La salida del/de los acelerómetro/s puede transmitirse a través de un filtro paso banda analógico. La salida del filtro paso banda analógico puede convertirse en una señal digital en un conversor analógico digital. El/los acelerómetro/s puede/n proporcionar una señal modulada por ancho de pulso al microprocesador.

Opcionalmente, o adicionalmente, el microprocesador puede operar en conjunto con un sensor magnético, una brújula electrónica, o similar.

5 Una o más de las realizaciones anteriores aumentan ventajosamente la resolución de la localización del animal.

El microprocesador puede operar en conjunto con un procesador remoto para controlar la aplicación del estímulo. Puede transmitirse una salida de señal desde el procesador remoto hasta el microprocesador a través de un enlace inalámbrico.

10 El aparato puede incluir una memoria asociada con el microprocesador para almacenar datos. Los datos pueden incluir, pero sin estar limitados a, mediciones a tiempo real desde el GPS, acelerómetro/s y un sensor magnético o una brújula electrónica, cuándo se ha aplicado un estímulo, con qué intensidad se ha aplicado un estímulo, qué tipo de estímulo se ha aplicado y con qué frecuencia se ha aplicado un estímulo.

15 Los datos pueden incluir un registro histórico de la respuesta del animal a la aplicación del estímulo.

Otros parámetros programables pueden incluir la distancia predeterminada, el tipo de animal, la intensidad del estímulo y el tipo de estímulo. Los parámetros pueden programarse a través de un enlace inalámbrico.

20 El estímulo puede ser uno o más de, pero sin estar limitado a, un estímulo eléctrico, un estímulo auditivo, un estímulo de vibración, o un pellizco o pinchazo en la piel del animal.

La intensidad del estímulo puede variar dependiendo del tipo de animal que esté siendo controlado.

25 El objetivo puede ser un objetivo estacionario tal como un límite imaginario, o un objetivo móvil, o potencialmente móvil, tal como otro animal. En el caso de que el objetivo sea, por ejemplo, un límite imaginario tal como una línea indicativa de donde tradicionalmente se colocaría una cerca, el microprocesador es operativo para determinar la distancia más corta entre el animal y la línea.

30 El aparato puede comprender adicionalmente una fuente de energía eléctrica. La fuente de energía eléctrica puede seleccionarse de entre un conjunto de baterías recargables, una batería recargable, un terminal de entrada de energía eléctrica, una fuente eléctrica de CA, y una fuente eléctrica de CC.

35 La invención no está limitada en cuanto a la localización del aparato con respecto al animal. Por ejemplo, el animal puede llevar el aparato alrededor del cuello. Opcionalmente el aparato puede estar equipado, o incorporado, en una etiqueta para la oreja.

40 El aparato, además de ser adecuado para el cercado virtual de un animal puede ser adecuado para asegurar que dos o más animales se mantengan separados a una distancia predeterminada. Esta distancia puede depender de diversos factores tales como el tipo y número de animales y el área designada para los animales. Por ejemplo, el aparato puede aplicarse a dos toros, de tal modo que puedan mantenerse dentro del mismo confinamiento y aún así puedan llegar a estar próximos entre sí sin dañarse mutuamente. En una realización tal, cada animal tiene un aparato y cada aparato puede comunicarse con el otro para determinar qué animal recibe el estímulo.

45 El aparato puede utilizarse con una amplia variedad de animales, tanto salvajes como domésticos e incluye, por ejemplo, bovinos, equinos, ovinos y primates.

En un segundo aspecto de la invención se proporciona un método para el cercado virtual de un animal, que comprende:

50 determinar la posición de un animal con respecto a un objetivo y determinar si el animal se está moviendo con respecto al objetivo;
determinar una distancia entre el animal y el objetivo;
55 aplicar un estímulo al animal si la distancia entre el animal y el objetivo es inferior a una distancia predeterminada y si el animal está moviéndose en dirección hacia el objetivo; y
retirar la aplicación del estímulo cuando el animal se detenga, se aleje del objetivo, o acelere mientras la distancia entre el animal y el objetivo sea inferior a la distancia predeterminada.

Alejarse del objetivo puede incluir moverse hacia atrás y/o girar en una dirección contraria al objetivo.

60 El método puede comprender ejecutar un software para determinar cuándo aplicar el estímulo y cuándo retirar la aplicación del estímulo.

65 El método puede comprender adicionalmente ejecutar un software para determinar uno o más de entre si debe aplicarse un estímulo, con qué intensidad aplicar el estímulo, y qué tipo de estímulo debe aplicarse.

El método puede comprender adicionalmente ejecutar un software para determinar si retirar el estímulo basándose en la respuesta en tiempo real del animal al estímulo.

5 El método puede incluir adicionalmente modificar si retirar el estímulo basándose en la respuesta en tiempo real del animal previamente a la retirada del estímulo.

El método puede comprender adicionalmente recibir de manera remota información relacionada con la posición del animal con respecto al objetivo.

10 El método puede comprender adicionalmente recibir información referente al paso del animal.

El método puede comprender adicionalmente recibir información referente a la orientación del animal.

15 El método puede comprender adicionalmente almacenar mediciones a tiempo real que incluyan una o más de la posición del animal con respecto al objetivo, si el animal está moviéndose con respecto al objetivo, el paso del animal, la orientación del animal, cuándo se ha aplicado un estímulo, con qué intensidad se ha aplicado un estímulo, qué tipo de estímulo se ha aplicado y con qué frecuencia se ha aplicado el estímulo.

20 El método puede comprender adicionalmente determinar la distancia más corta entre el animal y el objetivo.

El método puede comprender adicionalmente almacenar un registro de datos en tiempo real de la respuesta del animal a la aplicación del estímulo. El método puede comprender adicionalmente formar un registro histórica de la respuesta del animal al estímulo.

25 En un tercer aspecto, la invención es un programa de software para el cercado virtual de un animal, siendo el programa de software ejecutable por un microprocesador que opere para determinar continuamente la posición de un animal con respecto a un objetivo y para determinar si el animal está moviéndose con respecto al objetivo;

30 en el cual el programa de software es operativo, al recibir desde el microprocesador datos indicativos de que la distancia entre el animal y el objetivo es inferior a una distancia predeterminada y que el animal está moviéndose en una dirección hacia el objetivo, para determinar cuándo aplicar un estímulo al animal y para determinar cuándo retirar la aplicación del estímulo.

35 La retirada de la aplicación del estímulo puede basarse en una determinación de que el animal se ha detenido, se ha alejado del objetivo, o ha acelerado mientras la distancia entre el animal y el objetivo es inferior a la distancia predeterminada.

El programa de software puede determinar uno de: con qué intensidad aplicar el estímulo, y qué tipo de estímulo debe aplicarse.

40 El programa de software puede determinar cuándo retirar el estímulo basándose en la respuesta del animal al estímulo.

45 El programa de software puede modificar si retirar el estímulo basándose en un registro histórico de la respuesta del animal al estímulo.

50 Una ventaja de al menos una realización de la invención es que un animal puede ser capaz de asociar la aplicación de un estímulo con el movimiento y desarrollar un entendimiento de la respuesta deseada. En particular, el animal puede comprender y aprender a través de condicionamiento de evitación, para asociar la aplicación del estímulo eléctrico con el movimiento hacia un objetivo y verse recompensado inmediatamente por la liberación del estímulo cuando muestre una respuesta deseada, es decir, dejar de moverse hacia el objetivo, darse la vuelta o alejarse del objetivo. Esto resulta más sofisticado que simplemente retirar el estímulo en el caso de que un animal quede atrapado en una zona. El procesamiento de información en tiempo real permite hacer coincidir la aplicación y retirada del estímulo consistentemente con un cambio en los movimientos del animal.

55 Ventajosamente, de acuerdo con al menos una realización de la invención, la retirada del estímulo se basa en cambios detectados en la velocidad del animal.

Breve descripción de los dibujos

60 A continuación se describirá un ejemplo de la invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Fig. 1 ilustra un diagrama de bloques de un aparato para el cercado virtual de un animal; y

La Fig. 2 ilustra un diagrama de flujo esquemático que ilustra las etapas utilizadas para determinar cuándo aplicar el estímulo y cuándo retirar el estímulo.

65

Mejor modo de llevar a cabo la invención

La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de un aparato 10 para el cercado virtual de un animal. El aparato 10, ideado para su montaje de manera segura en un collar (no mostrado) que el animal lleva alrededor del cuello (tampoco mostrado).

El aparato 10 incluye una unidad de estímulos 12 efectiva para aplicar una descarga eléctrica a la parte superior del cuello del animal. Se proporciona un microprocesador 14 que opera para controlar la unidad de estímulos 12. El microprocesador 14 opera adicionalmente en conjunto con unos acelerómetros 16, que permiten detectar pequeños cambios en la velocidad. El aparato 10 también incluye un módulo en la forma de un receptor GPS 20 que comunica con el microprocesador 14. Las señales recibidas por el receptor 20 son introducidas en el microprocesador 14, que determina a continuación la localización del animal con respecto a un objetivo. Adicionalmente se proporciona una brújula electrónica 18 para determinar la dirección de pequeños movimientos efectuados por el animal.

El entrenamiento del animal se basa en el condicionamiento de evitación y un componente crítico es la temporización de aplicación y retirada de estímulos de modo que el animal comprenda que sus acciones de movimiento hacia una zona de exclusión están asociadas con la recepción de un estímulo adverso. En este aspecto, la función combinada de los acelerómetros 16, la brújula 18 y el GPS 20 permiten la temporización consistente de la aplicación del estímulo cuando el animal entra en una zona de exclusión, y la inmediata liberación del estímulo en el momento apropiado para proporcionar al animal una oportunidad de reconocer y aprender el comportamiento deseado.

Asociada con el microprocesador 14 encontramos una memoria 24 para almacenar datos, que incluye un registro histórico de los datos. Las mediciones en tiempo real del GPS, los acelerómetros y la brújula electrónica se almacenan junto con cuándo se ha aplicado un estímulo, con qué intensidad se ha aplicado el estímulo, qué tipo de estímulo se ha aplicado y con qué frecuencia se ha aplicado un estímulo. Campos de datos adicionales incluyen la distancia predeterminada que se utiliza como referencia para determinar si el animal ha entrado en la zona de exclusión; el tipo de animal, y una duración máxima para la aplicación del estímulo. Cualquiera de estos parámetros puede desactivarse remotamente dependiendo del tipo de animal al que se aplique el dispositivo.

El microprocesador ejecuta un software 22 que lleva a cabo algoritmos para determinar si debe aplicarse un estímulo, el tipo de estímulo y con qué intensidad debe aplicarse el estímulo, cuándo aplicar el estímulo y cuándo retirar la aplicación del estímulo.

En particular, la decisión de si retirar el estímulo se basa en la respuesta en tiempo real del animal al estímulo. Adicionalmente, los criterios de decisión pueden modificarse basándose en la respuesta del animal a la aplicación y retirada previas del estímulo. Esto se lleva a cabo utilizando un algoritmo que emplea reconocimiento de patrón.

Resultados Experimentales

Para establecer la capacidad del sistema, se modeló el aparato 10 utilizando un operador entrenado para controlar la duración del estímulo. Inicialmente se realizaron dos experimentos para probar el aparato 10.

El primer experimento implicaba una prueba que se llevó a cabo sobre doce vaquillas. Durante un periodo de dos semanas previas a la prueba, se mantuvieron las vaquillas en un prado y se las entrenó para que se acercaran y se alimentaran en un comedero que contenía alfalfa. Durante la prueba, se liberaban animales individuales en el prado en el que estaba situado el comedero con alfalfa utilizado en el entrenamiento. Un GPS monitorizaba los movimientos de los animales. Se designó una zona de exclusión que consistía en una zona situada dentro de cinco metros aproximadamente del comedero.

Cuando un animal entraba en la zona de exclusión, se aplicaba un estímulo eléctrico al animal. El estímulo cesaba cuando el animal dejaba de adentrarse en la zona de exclusión. El nivel de estímulo se ajustó deliberadamente a un nivel bajo para observar la variación de respuesta entre los animales. El estímulo se suministró consistentemente, era agudo e intenso y coincidía sustancialmente de manera inmediata con el comportamiento no deseado. Se observó que el 8,3% de los animales no se detenía en respuesta a la señal y continuaba moviéndose hacia el comedero y seguía comiendo el alimento ofrecido. El primer día, la duración del estímulo requerido para detener al resto de los animales varió entre 0,3 y 2,9 segundos (una media de 1,2 segundos). Cuando al día siguiente se hicieron pruebas sobre los animales restantes, la duración requerida para evitar el acceso al comedero varió entre 0,8 y 2,4 segundos (una media de 1,4 segundos).

El número de veces en las que fue necesario aplicar un estímulo para que los animales aprendieran a no acercarse al comedero se redujo un 20% entre el primer y el segundo días. Tras un promedio de aplicación de tres estímulos por día, los animales aprendieron a no acercarse al comedero.

En el segundo experimento, se condujo una prueba sobre seis toros durante tres días sucesivos. Se equipó a los toros con collares GPS y se soltaron parejas de toros que no se conocían entre sí en un prado junto con una vaca en

celo. En tales condiciones los toros normalmente se acercan los unos a los otros para determinar una jerarquía de dominancia, a menudo luchando. En la prueba, se utilizaron estímulos eléctricos para evitar que los toros se acercaran e hicieran contacto entre sí. Se aplicaron estímulos al toro que se acercaba activamente al otro toro. La aplicación de estímulos cesaba cuando el toro dejaba de moverse hacia el otro toro. En el 98% de los casos, (ochenta de ochenta y un acercamientos) el uso estímulos resultó exitoso para evitar que el toro siguiera moviéndose hacia el otro toro. Se observó que los toros que se detuvieron, precisaban hasta cinco segundos de estímulo (con una media de 1,8 segundos). En días subsiguientes, en los que se hicieron pruebas a las mismas parejas de toros, se redujo el número de estímulos aplicados para evitar que los toros hicieran contacto entre sí. El primer día, fue necesario aplicar estímulos sesenta y dos veces, y esto disminuyó a ocho y once veces en el segundo y tercer día respectivamente. La duración de la aplicación en el segundo día varió entre 1,0 y 5,0 segundos (con una media de 2,1 segundos) y esto se redujo el tercer día a entre 0,1 y 3,0 segundos (con una media de 1,3 segundos).

Los resultados de los dos experimentos demostraron diversos factores significativos. En primer lugar, que la duración de los estímulos requeridos para detener el movimiento de un animal varía entre animales. Adicionalmente, que los animales pueden permanecer a una distancia constante de la zona de exclusión sin moverse durante diferentes cantidades de tiempo, y que un animal aprende rápidamente a asociar el estímulo ya sea con una localización fija o con otro animal. Adicionalmente, los experimentos demostraron que la estrategia de aplicar los estímulos sólo hasta que el animal detenga su movimiento hacia la zona de exclusión es un método efectivo para controlar la mayor parte del movimiento animal.

Dado que existe una gran variación en la respuesta de comportamiento de los animales individuales a los estímulos eléctricos, se realizó un tercer experimento, un experimento de atracción por comida, sobre doce vaquillas para comprobar el aprendizaje animal. De manera similar al primer experimento, durante un periodo de dos semanas previas al experimento, se mantuvieron las vaquillas en el prado y se entrenaron para acercarse y alimentarse en el comedero que contenía alfalfa. Se hicieron pruebas un total de cuatro veces en cada animal participante en el experimento de atracción por comida; en los días 1, 7, 14 y 225.

Durante el experimento, se liberaron animales individuales en un prado en el cual se les ofrecía alfalfa con el comedero utilizado en el entrenamiento. Se aplicó un estímulo continuado cuando el animal entraba en la zona de exclusión. Cuando el animal dejaba de moverse adicionalmente hacia la zona de exclusión, el estímulo cesaba inmediatamente. Los comportamientos demostrados por las vaquillas en respuesta a la recepción de estímulos eléctricos se categorizaron como (1) desvío (abandono de la dirección del comedero), (2) retroceso (movimiento hacia atrás en sentido opuesto al comedero), (3) parada (cese del movimiento en cualquier dirección durante al menos dos segundos), y (4) avance (sigue el movimiento hasta la ZE). En respuesta a los estímulos eléctricos, el 44% de los animales se desvió del comedero, el 26% retrocedió, el 15% se paró y el 15% siguió avanzando (acelerando).

En respuesta a la gran variación en la respuesta de comportamiento de los animales individuales a los estímulos eléctricos, se han incorporado ventajosamente principios de comportamiento animal en realizaciones de la invención. La temporización, duración y consistencia de la aplicación de estímulos son de gran importancia a la hora de permitir que el animal comprenda y aprenda la respuesta deseada. La respuesta del ganado a los estímulos eléctricos varía altamente, aún así y pese a ello, es posible controlar el movimiento del ganado, y evitar que acceda a una área que desee alcanzar, a través de la aplicación de estímulos eléctricos temporizados de manera apropiada. A continuación se analizan los resultados de los experimentos en los cuales se utilizaron estímulos eléctricos como refuerzo negativo de modo que la retirada del estímulo aversivo lleve a un aumento de rendimiento del comportamiento deseado.

Para evitar que las vaquillas accedieran al comedero, se requirieron estímulos aplicados durante una mayor duración el primer día de prueba (día 1, 3,3 s) que la tercera vez (día 14, 1,8 s). Las vaquillas pudieron aprender a no acercarse al comedero y recordarlo cuando fueron sometidas a prueba una cuarta vez, siete meses después, manteniéndose el número de estímulos requeridos para evitar el acceso al comedero (día 225, 1,5 s) y reduciéndose la duración media total de estímulos el día 225 en comparación con las tres pruebas anteriores. No hubo diferencias en la duración media de los estímulos utilizados durante los cuatro días de pruebas.

Tal como se ha mencionado, el 15% de las vaquillas del experimento de atracción por comida respondieron a los estímulos eléctricos procediendo a acelerar, como si trataran de "escapar" del estímulo aversivo. Se observó que es posible entrenar a los animales que responden acelerando para que aprendan el comportamiento deseado. El método modificado incorpora principios de entrenamiento, por lo que si ante la aplicación de los estímulos el animal acelera, mientras permanece dentro de la zona de exclusión, y no se centra en el objetivo, el estímulo cesa. Una vez que el animal se detiene, si luego procede a moverse en una dirección no favorable, vuelve a aplicarse el estímulo y esto se repite tanto como sea necesario. Cuando se aplicó este método, los animales que mostraban esta respuesta inicial de aceleración ante el estímulo aprendieron la respuesta apropiada y alteraron su comportamiento tras dos eventos de prueba consecutivos.

La Figura 2 ilustra una secuencia de etapas programables utilizada para determinar cuándo aplicar el estímulo al animal y cuándo retirar el estímulo. Se determinan la localización y la velocidad del animal, etapa 30, y se efectúa una determinación de si el animal está en la zona de exclusión y si el animal está moviéndose en dirección al objetivo, etapa 32. Si el animal está en la zona de exclusión y moviéndose en dirección al objetivo, entonces el software determina si hay alguna razón para no aplicar el estímulo, etapa 34. En vista del conocimiento acumulado acerca del animal particular, el software puede determinar que no deberá someterse al animal particular a la aplicación de estímulos, en cuyo caso el ciclo regresa en bucle a la etapa 30. Este bucle se aplica hasta que el microprocesador determine que debe aplicarse un estímulo. El software determina el tipo de estímulo y la intensidad con la que aplicarlo, etapa 36, a partir del conocimiento almacenado en relación con la respuesta particular del animal a los estímulos previos. Se aplican inmediatamente los estímulos y se ajusta un temporizador para determinar la duración de aplicación de los estímulos, etapa 38. Se monitorizan continuamente la localización y velocidad del animal junto con la duración temporal con la que se ha aplicado el estímulo, etapa 40, para determinar si el animal está en la zona de exclusión y si el animal está moviéndose en dirección al objetivo, etapa 42. En el caso de que ninguna de estas condiciones se cumpla, la aplicación del estímulo cesa, etapa 46. En el caso de que el animal esté en la zona de exclusión y esté moviéndose en dirección al objetivo, el software determina si hay alguna razón para no continuar aplicando el estímulo, etapa 44. En vista del conocimiento almacenado acerca del animal particular, el microprocesador puede determinar que no deberá someterse al animal particular a la aplicación adicional continuada de estímulos. Esto puede ser el resultado de una deceleración por parte del animal en respuesta al estímulo. En este caso la aplicación de estímulos cesa inmediatamente, etapa 46, y a continuación el ciclo se repite a sí mismo, etapa 30.

Si el microprocesador determina que no hay razones para no continuar la aplicación de estímulos, el software determina si el tiempo pasado iguala o excede el tiempo predeterminado, etapa 48. El tiempo predeterminado es un tiempo de desactivación que, en este caso, depende del tipo de animal y del historial de comportamiento del animal en función de la aplicación de estímulos. En el caso de que el tiempo pasado no haya alcanzado o excedido el tiempo predeterminado, entonces el ciclo regresa en bucle a la etapa 38. En el caso de que el tiempo haya alcanzado o excedido el tiempo predeterminado, la aplicación de estímulos cesa inmediatamente, etapa 50. El software espera hasta que la velocidad del animal sea nula, o cercana a nula. A continuación el ciclo regresa en bucle a la etapa 32.

La combinación del microprocesador 14 con su circuitería lógica integrada y la memoria 24 permite al aparato alterar su respuesta basándose en el historial de conocimiento que haya almacenado acerca del animal a lo largo del tiempo. La relación entre el animal y el aparato 10 es por lo tanto bidireccional y forma un bucle de retroalimentación.

La importancia de la lógica inteligente del aparato y de la temporización de la aplicación del estímulo quedó de manifiesto en un experimento adicional que comparaba un método simplista con el método de control animal de acuerdo con la invención. En este experimento se sometieron a prueba veinte vaquillas utilizando el modelo de atracción por comida anteriormente descrito. El método, en el cual se aplicó un estímulo cuando un animal entraba en la zona de exclusión y se detuvo cuando el animal cesaba su movimiento hacia la zona de exclusión, resultó en que un 20% de los animales (2 de cada 10) alcanzó el comedero. El método simplista, en el cual se aplicó un estímulo de manera continua cuando el animal estaba en la zona de exclusión, durante una duración máxima y a continuación se detuvo tras cinco segundos, sin considerar la respuesta del animal, resultó en que los diez animales alcanzaron todos el comedero.

Cuando se realizó un estudio cruzado, que implicaba volver a someter a prueba a cada animal utilizando el método de acuerdo con la invención, todas las vaquillas que se habían sometido a prueba previamente utilizando el método simplista presentaron comportamientos problemáticos y respondieron a los estímulos corriendo hacia delante como si "escaparan" del estímulo. La falta de comprensión por parte del animal debido a que el método simplista no logra incorporar los principios de entrenamiento del animal, inhibe la respuesta deseada y puede comprometer el bienestar.

En la mayoría de los casos, el animal pudo comprender y asociar el estímulo eléctrico con el movimiento hacia un comedero y verse recompensado inmediatamente con la liberación del estímulo cuando mostraba una respuesta deseada.

Se prevé que el aparato hará del cercado virtual una opción económicamente viable.

La resolución de la localización de un animal puede depender de la sofisticación de la unidad GPS utilizada. Por supuesto, las unidades GPS con mayores velocidades de actualización y con corrección diferencial resultarán en una mejor resolución que el resto de unidades GPS.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para el cercado virtual de un animal, que comprende:

- 5 un microprocesador para determinar continuamente la posición de un animal con respecto a un objetivo y para determinar si el animal se está moviendo con respecto al objetivo; y una unidad de estímulo para aplicar un estímulo sensorial al animal en respuesta a señales recibidas desde el microprocesador; en el cual el microprocesador está programado de tal modo que si la distancia entre el animal y el objetivo es inferior a una distancia predeterminada y si el animal está moviéndose en dirección al objetivo, se aplica un estímulo al animal y se retira el estímulo cuando el animal se detenga, se retire del objetivo o acelere mientras la distancia entre el animal y el objetivo sea inferior a la distancia predeterminada.
- 10 2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el microprocesador ejecuta un software para determinar cuándo aplicar el estímulo y cuándo retirar la aplicación del estímulo.
- 15 3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el software es ejecutable para determinar uno o más de entre si debe aplicarse un estímulo, con qué intensidad aplicar el estímulo y qué tipo de estímulo debe aplicarse.
- 20 4. Un aparato de acuerdo con las reivindicaciones 2 o 3, en donde la determinación de cuándo retirar el estímulo se basa en la respuesta en tiempo real del animal al estímulo.
- 25 5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en donde los criterios de determinación se modifican basándose en un registro histórico de la respuesta del animal al estímulo.
- 30 6. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un receptor inalámbrico para recibir información referente a la posición del animal con respecto al objetivo.
- 35 7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el receptor inalámbrico es un receptor de sistema de posicionamiento global (GPS).
- 40 8. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un acelerómetro para detectar cambios en la velocidad del animal.
- 45 9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el microprocesador recibe datos del acelerómetro para determinar el paso del animal.
- 50 10. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende adicionalmente un sensor magnético o una brújula electrónica para aumentar la resolución de la orientación del animal.
- 55 11. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el microprocesador opera en conjunto con un procesador remoto para controlar la aplicación del estímulo.
- 60 12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en donde se transmite una salida de señal desde el procesador remoto hasta el microprocesador a través de un enlace inalámbrico.
- 65 13. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el objetivo es un objetivo estacionario.
14. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 13, en donde el objetivo es un límite imaginario y el microprocesador opera para determinar la distancia más corta entre el animal y el límite.
15. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el objetivo es un objetivo móvil, o potencialmente móvil.
16. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el estímulo que se va a aplicar a un animal es uno o más de un estímulo eléctrico, un estímulo auditivo, un estímulo de vibración y un pellizco o pinchazo en la piel del animal.
17. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende una memoria asociada al microprocesador para almacenar datos.
18. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 17, en donde los datos incluyen uno o más de mediciones en tiempo real de la posición del animal con respecto al objetivo y de la velocidad del animal con respecto al objetivo, cuándo se ha aplicado un estímulo, con qué intensidad se ha aplicado un estímulo, qué tipo de estímulo se ha aplicado y con qué frecuencia se ha aplicado el estímulo.

19. Un método para el cercado virtual de un animal, que comprende:

determinar la posición de un animal con respecto a un objetivo y determinar si el animal se está moviendo con respecto al objetivo;
determinar una distancia entre el animal y el objetivo;
aplicar un estímulo al animal si la distancia entre el animal y el objetivo es inferior a una distancia predeterminada y si el animal está moviéndose en dirección al objetivo; y
retirar la aplicación del estímulo cuando el animal se detenga, se aleje del objetivo o acelere mientras la distancia entre el animal y el objetivo sea inferior a la distancia predeterminada.

20. El método de acuerdo con la reivindicación 19, que comprende adicionalmente ejecutar un software para determinar cuándo aplicar el estímulo y cuándo retirar la aplicación del estímulo.

21. El método de acuerdo con la reivindicación 20, que comprende adicionalmente ejecutar un software para determinar uno o más de si debe aplicarse un estímulo, con qué intensidad aplicar el estímulo y qué tipo de estímulo debe aplicarse.

22. El método de acuerdo con las reivindicaciones 19 o 20, que comprende adicionalmente ejecutar un software para determinar cuándo retirar el estímulo basándose en la respuesta en tiempo real del animal al estímulo.

23. El método de acuerdo con la reivindicación 22, que comprende adicionalmente modificar cuándo retirar el estímulo basándose en el registro histórico de la respuesta del animal a los estímulos.

24. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 23, que comprende adicionalmente recibir de manera remota información relacionada con la posición del animal con respecto al objetivo.

25. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 24, que comprende adicionalmente recibir información referente al paso del animal.

26. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 25, que comprende adicionalmente recibir información referente a la orientación del animal.

27. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 26, que comprende adicionalmente almacenar datos que incluyan una o más de la posición del animal con respecto al objetivo, si el animal está moviéndose con respecto al objetivo, el paso del animal, la orientación del animal, cuándo se ha aplicado un estímulo, con qué intensidad se ha aplicado un estímulo, qué tipo de estímulo se ha aplicado y con qué frecuencia se ha aplicado un estímulo.

28. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 19 a 27, que comprende adicionalmente determinar la distancia más corta entre el animal y el objetivo.

29. Un programa de software ejecutable por un microprocesador para controlar el aparato para el cercado virtual de un animal, en donde el microprocesador opera para determinar continuamente la posición de un animal con respecto a un objetivo y para determinar si el animal está moviéndose con respecto al objetivo;
en donde el programa de software es operativo, al recibir datos desde el microprocesador indicativos de que la distancia entre el animal y el objetivo es inferior a una distancia predeterminada y que el animal está moviéndose en dirección al objetivo, para controlar el aparato para que aplique un estímulo al animal y para retirar el estímulo cuando el animal se detenga, se aleje del objetivo o acelere mientras la distancia entre el animal y el objetivo sea inferior a la distancia predeterminada.

30. Un programa de software de acuerdo con la reivindicación 29, en donde el programa determina con qué intensidad aplicar el estímulo y qué tipo de estímulo hay que aplicar.

31. Un programa de software de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 29 o 30, en donde el programa determina cuándo retirar el estímulo basándose en la respuesta en tiempo real del animal al estímulo.

32. Un programa de software de acuerdo con la reivindicación 31, en donde el programa modifica cuándo retirar el estímulo basándose en un registro histórico de la respuesta del animal a los estímulos.

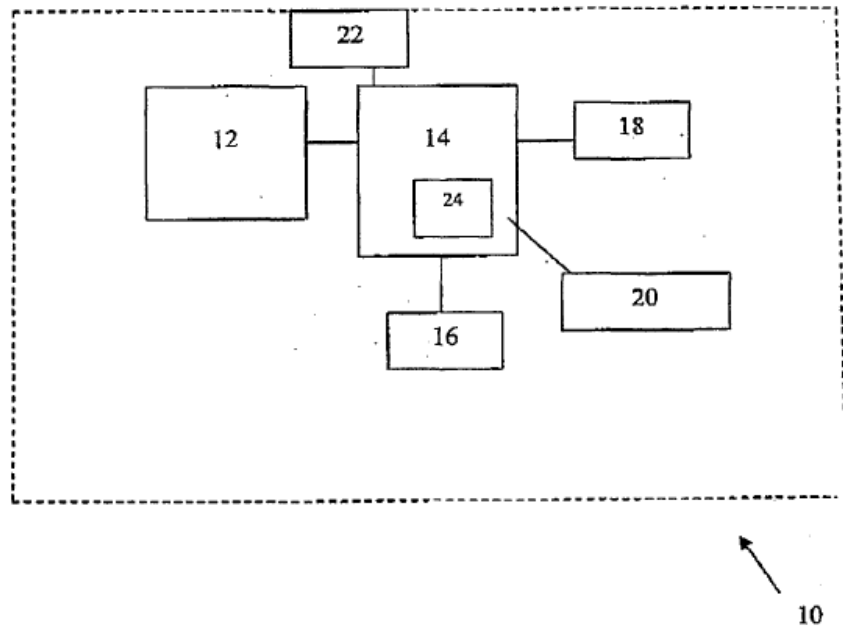


Fig. 1

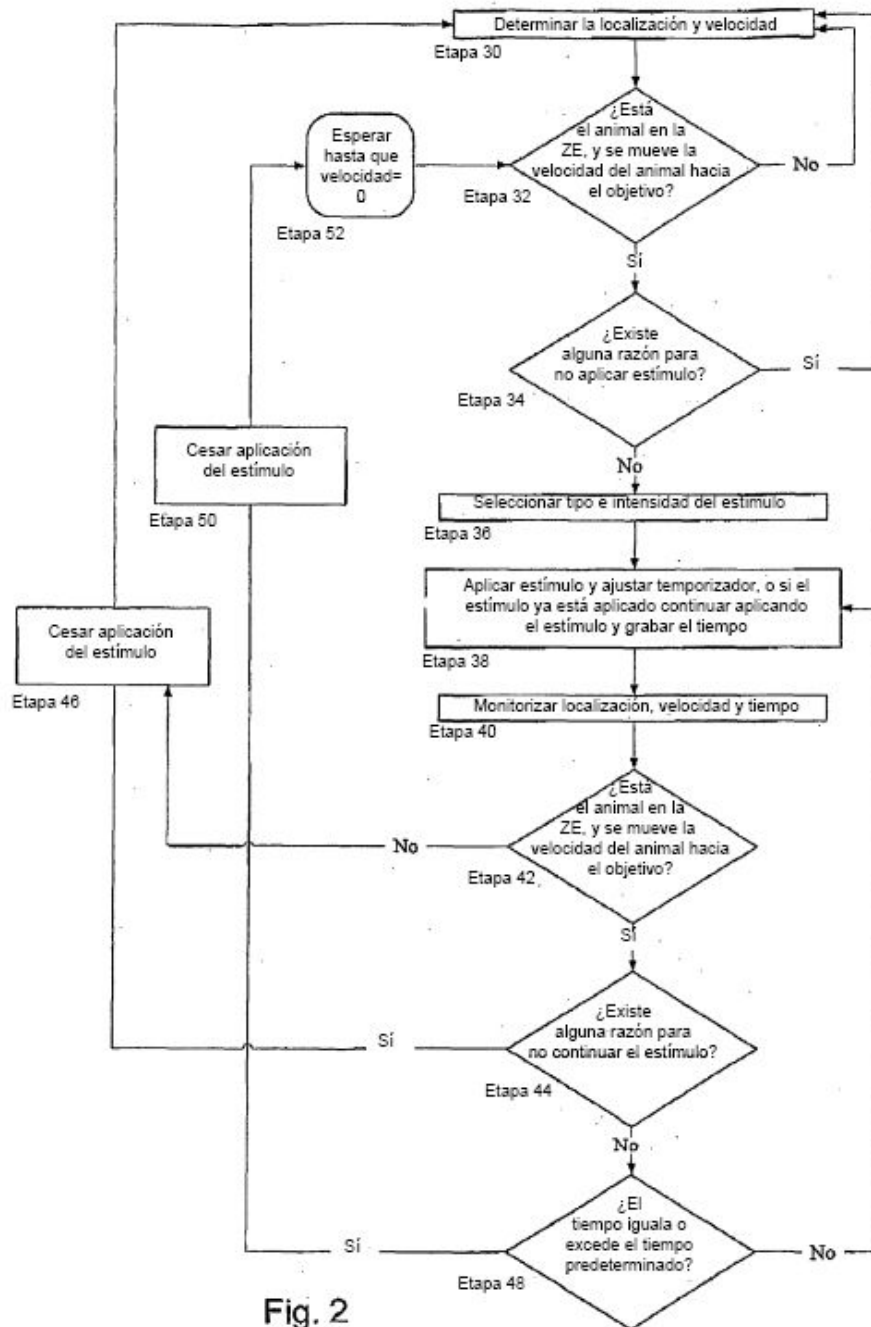


Fig. 2