

SISTEMA DE DETECCIÓN DE ECTOPARÁSITOS EN ANIMALES MEDIANTE COMPUTACIÓN VISUAL

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se relaciona con un dispositivo y un método para la detección de ectoparásitos en animales mediante computación visual. Más particularmente, la presente invención se relaciona con un dispositivo y un método para detectar ectoparásitos ixodoideos en ganado.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] El control de parásitos en el ganado es una necesidad constante ya que causan enfermedades, pérdida de peso y, en últimas, la muerte del animal infectado. Los parásitos se dividen en ectoparásitos, o sea los parásitos externos, y endoparásitos, o sea los parásitos internos. Los ectoparásitos más comunes en el ganado son las moscas, particularmente la mosca *Dermatobia hominis* cuyas larvas se desarrollan bajo la piel de los animales, los tábanos, y los ácaros.

[0003] La presencia de los parásitos causa que los animales no se alimenten adecuadamente, bajando de peso y, cuando los parásitos llegan al punto de infestar al animal, llegando incluso a causar la muerte. Las pérdidas de la industria por la presencia de parásitos son enormes, no solo por los animales que mueren, sino por el costo de los medicamentos para la recuperación de los animales enfermos, la reducción en la producción de productos como la leche o la lana y el daño a otros subproductos, como la piel.

[0004] Entre los ectoparásitos el más común a todos los tipos de ganado, bovino, equino, porcino, ovino, y caprino, debido a su amplia distribución alrededor del mundo, son los ácaros, más particularmente los ixodoideos, comúnmente

conocidos como garrapatas. El control de las garrapatas a nivel mundial presenta un reto, debido a múltiples factores, entre los cuales se encuentra la resistencia que han venido generando las especies más comunes de garrapata a los acaricidas mas empleados, el impacto ambiental de la actividad humana y el costo de los medicamentos y plaguicidas necesarios.

[0005] La infestación de garrapatas en el ganado bovino causa fiebre, reduce la producción de leche, reduce el peso del animal, causa infecciones en los sitios donde se ubican los animales, y pueden llegar a causar la muerte por anemia. Por lo tanto, es importante verificar que el tratamiento que se está empleando está logrando el control deseado de las garrapatas. La manera más eficaz de realizar este control es determinando el número de garrapatas presentes en el animal antes y después del tratamiento. Sin embargo, el conteo manual de garrapatas es bastante complejo, ya que el animal no se está quieto o el operario no hace un conteo adecuado, lo cual genera errores que pueden llevar a una valoración equivocada del tratamiento.

[0006] El estado del arte enseña diferentes dispositivos para el conteo de parásitos en animales. Es así como la patente CN112862054, titulada "*Sistema para la detección y el conteo de plagas en tiempo real*", la cual se incorpora acá en su totalidad a modo de referencia, enseña un sistema de detección y recuento de plagas en tiempo real, que comprende: una parte de adquisición de datos, una parte de vigilancia de plagas y una parte de identificación por imágenes; la parte de vigilancia de plagas comprende, como mínimo, un dispositivo de conteo fotoeléctrico, un colector de plagas y un dispositivo de adquisición de imágenes; la parte de adquisición de datos impulsa el dispositivo de conteo fotoeléctrico para adquirir señales de detección de acuerdo con una frecuencia de trabajo preestablecida; a condición de que los insectos nocivos entren en el colector de plagas de acuerdo con la señal de detección, la parte de adquisición de datos impulsa un dispositivo de adquisición de imágenes colocado en el colector de plagas para tomar una foto a fin de adquirir una imagen objetivo; la parte de reconocimiento

de imagen reconoce la imagen de destino para determinar un resultado de recuento de detección de la plaga objetivo de acuerdo con el resultado de reconocimiento.

[0007] Por su parte, la patente US7496228, titulada “Método y sistema para clasificar objetos en imágenes, tales como insectos u otros artrópodos”, la cual se incorpora acá en su totalidad a modo de referencia, enseña se describe un sistema de imágenes basado en el color y un método para la detección y clasificación de insectos y otros artrópodos, incluidos dispositivos para contar artrópodos y proporcionar capacidades taxonómicas útiles para el manejo de plagas. Algunas modalidades incluyen un sensor de imagen (por ejemplo, una cámara digital a color, un escáner o una cámara de video) con iluminación opcional que se comunica con un sistema informático. Algunas modalidades incluyen un escáner a color conectado a una computadora. Los artrópodos muestreados se colocan en un escáner para ser contados e identificados. La computadora captura imágenes del escáner, ajusta la configuración del escáner y procesa las imágenes adquiridas para detectar e identificar a los artrópodos. Otras modalidades incluyen un dispositivo de captura y una cámara digital conectada por cable o comunicaciones inalámbricas a la computadora. Algunos dispositivos incluyen un procesador para realizar la detección e identificación en el campo, o el sistema de campo puede enviar las imágenes a una computadora host centralizada para su detección e identificación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

[0008] La presente invención se relaciona con un sistema y un método para monitorear la presencia de ectoparásitos en el ganado, mediante computación visual. Más particularmente, la presente invención se relaciona con un sistema y un método para monitorear ectoparásitos ixodoideos en ganado vacuno.

[0009] El sistema de acuerdo con la presente invención comprende dispositivos para la captura de imágenes, dispositivos móviles, que reciben la información de los dispositivos para la captura de imágenes y las analizan localmente o las transmiten

mediante conexiones inalámbricas a servidores remotos o locales donde se analiza la información. EL sistema opcionalmente también puede comprender un computador que recibe la información de los servidores y la almacena para su visualización y análisis posterior por parte del operario, y un dispositivo de visualización de datos que muestra las imágenes analizadas por un modelo de aprendizaje automático, el cual resalta los ectoparásitos detectados sobre el animal.

[0010] La presente invención también se relaciona con un método para determinar la presencia de ectoparásitos en animales, el cual consiste en dividir el animal en secciones, capturar imágenes de cada una de las secciones, analizar las imágenes empleando el modelo de aprendizaje automático, y reportar los datos sobre el número de ectoparásitos encontrados en el animal.

DESCRIPCION DE LAS FIGURAS

Figura 1, muestra un diagrama de flujo para un proceso de detección de ectoparásitos de acuerdo con una primera modalidad de la invención.

Figura 2, muestra un diagrama de flujo para un proceso de detección de ectoparásitos de acuerdo con una segunda modalidad de la invención.

Figura 3, muestra un diagrama de flujo para un proceso de detección de ectoparásitos de acuerdo con una tercera modalidad de la invención.

Figura 4, muestra un diagrama de flujo para un proceso de detección de ectoparásitos de acuerdo con una cuarta modalidad de la invención.

Figura 5, muestra una estructura para la ubicación de dispositivos para la captura de imágenes, a través de la cual pasa el ganado para ser evaluado.

Figura 6, muestra un ejemplo de una imagen de lo que el modelo de aprendizaje automático reconoce como ganado, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Figura 7, muestra una imagen de ectoparásitos ixodoideos identificados por el modelo de aprendizaje automático.

Figura 8A, muestra una vista lateral de la división del cuerpo del animal para ser analizado por el modelo de aprendizaje automático.

Figura 8B, muestra una vista posterior de la división del cuerpo del animal para ser analizado por el modelo de aprendizaje automático.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

[0011] A continuación, se hará una descripción de algunas de las modalidades preferidas de la invención, de acuerdo con las figuras que se anexan. Se entenderá que la presente descripción no es de carácter limitante y que es posible realizar variaciones y modificaciones a las modalidades aquí descritas, sin que ello signifique un distanciamiento del espíritu de la invención.

[0012] El sistema de acuerdo con la presente solicitud comprende un elemento identificador individual para el ganado, al menos un dispositivo móvil (1) conectado mediante una red de transmisión de datos (2), empleando un protocolo wifi, bluetooth o WLAN, a servidores remotos (3) o locales (4), al menos un dispositivo para captura de imágenes (5), que se comunica de manera inalámbrica con el dispositivo móvil (1), una placa de desarrollo (6) un computador de escritorio (7), y una base de datos (8).

[0013] Los datos correspondientes a la identificación de cada animal, las imágenes capturadas por el al menos un dispositivo para la captura de imágenes

(5), el número de ectoparásitos encontrados y otros datos importantes son almacenados en la base de datos (8). La base de datos puede estar almacenada en el disco duro del dispositivo móvil (1), en servidores remotos (3), o locales (4), o en el computador de escritorio (7). Cuando un animal va a ser valorado, toda la información correspondiente al mismo es recuperada y mostrada al operario. De igual forma, cada vez que se capturan y analizan imágenes de un animal, tanto las imágenes como los datos analizados de las mismas se almacenan en la base de datos (8) y se emplean para actualizar la base de datos (8).

[0014] En una modalidad de la presente invención el dispositivo móvil (1) se selecciona del grupo que comprende teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, tabletas, o computadores portátiles.

[0015] En una modalidad de la presente invención, el al menos un dispositivo para la captura de imágenes (5) corresponde a la cámara ubicada en un dispositivo móvil. En otra modalidad de la presente invención, el al menos un dispositivo para la captura de imágenes (5) corresponde a cámaras externas, las cuales se conectan de manera inalámbrica a la red de transmisión de datos (2) o al dispositivo móvil (1), con el fin de transmitir las imágenes para que sean analizadas, ya sea en el dispositivo móvil (1), o en servidores remotos (3), locales (4), o en el computador de escritorio (7).

[0016] En una modalidad de acuerdo con la presente invención, los servidores remotos (3) hacen parte de un servicio procesamiento en la nube, tal como, por ejemplo, el de Amazon Web Services o Microsoft Azure, donde se carga el modelo de aprendizaje automático (11), para que corra en dichos servidores y analice las imágenes de manera remota, devolviendo los resultados al dispositivo móvil o al computador de escritorio.

[0017] En otra modalidad de la invención el modelo de aprendizaje automático se carga en un servidor local (4), para analizar los datos de, por ejemplo, un grupo

de fincas de una región. En incluso otra modalidad de la invención, el modelo de aprendizaje automático se instala en un computador de escritorio (7) ubicado en la misma finca donde se toman los datos.

[0018] En una modalidad de la presente invención, el sistema comprende una interfaz de usuario (12) es un aplicativo web que le permite al usuario modificar la base de datos de cada animal, crear reportes, visualizar el comportamiento histórico de la población de ectoparásitos, etc., todo ello en un ambiente web que puede cargarse en cualquier dispositivo con conexión a internet.

[0019] En una modalidad de la presente invención, el al menos un dispositivo para la captura de imágenes (5) se coloca en una estructura en forma de arco (10) bajo la cual pasan los animales que van a ser valorados. En la Fig. 5 se observa una modalidad de la presente invención, en donde la estructura en forma de arco (10) comprende al menos dos dispositivos para la captura de imágenes (5), preferiblemente cinco dispositivos para la captura de imágenes (5), distribuidas uniformemente en la estructura en forma de arco (10) debajo de la cual pasa el animal para ser valorado. Las cámaras capturan imágenes del animal a medida que pasa debajo de la estructura y las transmiten en tiempo real al dispositivo móvil, o al computador de trabajo, o a los servidores remotos o locales.

[0020] La invención también comprende un modelo de aprendizaje automático (11), el cual se ajusta a la capacidad de procesamiento del dispositivo donde está instalado. En una modalidad de la invención, el modelo de aprendizaje automático (11) se instala en un dispositivo móvil. En otra modalidad de la invención, el modelo de aprendizaje (11) se instala en un servidor remoto. En otra modalidad de la invención el modelo de aprendizaje (11) se instala en un servidor local. En incluso otra modalidad de la invención, el modelo de aprendizaje (11) se instala en el computador de escritorio (7).

[0021] En una modalidad de la presente invención, las imágenes son capturadas por el dispositivo móvil (1) y analizadas en tiempo real directamente en el mismo dispositivo, mediante el modelo de aprendizaje automático (11). En otra modalidad, las imágenes son capturadas por el dispositivo móvil (1) y enviadas por internet a un servidor remoto (3), un servidor local (4), un computador de escritorio (7), o una combinación de estos, para que sean analizadas en tiempo real por el modelo de aprendizaje automático (11).

[0022] En una modalidad de la presente invención, cada animal porta un elemento identificador (13), el cual puede ser detectado por los dispositivos para captura de imágenes (5) y es empleado por el modelo de aprendizaje automático (11) para identificar el animal y asociarlo con las imágenes, con el fin realizar un registro del número de ectoparásitos encontrados en cada animal y crear un base de datos que permite monitorear las variaciones en las condiciones de cada animal durante los diferentes análisis.

[0023] El modelo de aprendizaje automático (11) de acuerdo con la presente invención provee métodos para identificar patrones en imágenes, en este caso el relieve producido por los ectoparásitos. Para dicho propósito se parte por la evaluación de la imagen, detectando la forma del animal y estableciendo zonas principales en el cuerpo del animal. Acto seguido se analizan los pixeles de la foto para encontrar patrones digitales de formas cercanas a los ectoparásitos; una vez detectado un posible reconocimiento positivo, el sistema evalúa mediante umbral y aquellos elementos que lo sobrepasen son categorizados como ectoparásitos. Posteriormente el sistema contabiliza el número de ectoparásitos detectados en la imagen, de forma global y por zona corporal del animal.

[0024] El modelo de aprendizaje (11) cuenta con dos tipos de modelos: i) un modelo completo, este requiere una capacidad de cálculo gráfico mayor y utiliza procesadores gráficos o procesadores tensoriales TPU; y ii) un modelo ligero que requiere una capacidad menor de procesamiento, enfocado a procesadores de

dispositivos móviles, y brinda un nivel de reconocimiento menor al otorgado por el modelo completo.

[0025] Para el proceso de identificación de ectoparásitos el modelo divide la foto del animal en secciones laterales y traseras, de esta forma se detecta los lugares principales de presencia de ectoparásitos y el grado de infestación en cada uno de ellos. En una modalidad de la invención, el modelo divide el animal en cinco secciones laterales (Fig. 8A) y dos secciones traseras (Fig. 8B).

[0026] La presente solicitud también se relaciona con un método para la captura y el análisis de imágenes del cuerpo de un animal, con el fin de determinar la presencia de ectoparásitos y el número de los mismos. En una primera modalidad, como se muestra en la Fig. 1, el método de la presente invención se lleva a cabo en un dispositivo móvil, comprende los pasos de:

1. Acceder al software de control ganadero dentro del dispositivo móvil;
2. Buscar en el software el animal al que va a evaluar mediante su identificación;
3. Capturar fotografías del animal de la siguiente manera;
 - 3.1. una fotografía de perfil completo cuerpo lado derecho;
 - 3.2. una fotografía de perfil completo cuerpo lado izquierdo;
 - 3.3. una fotografía de perfil posterior;
4. Procesar las imágenes para determinar si están claras o borrosas;
 - 4.1. se invalidan las fotos borrosas y se solicita sacar una nueva;
5. Analizar la imagen mediante el modelo de aprendizaje automático;
 - 5.1. utilizando modelo ligero de detección para dispositivos móviles para detectar y contar la presencia de ectoparásitos
 - 5.2. almacenar la información en la base de datos interna del dispositivo

[0027] En una modalidad alternativa del método descrito arriba, las imágenes son tomadas mediante un dispositivo móvil y luego son transmitidas a un servidor remoto para su análisis, de acuerdo con los siguientes pasos:

6. Enviar las imágenes al servidor remoto;
 - 6.1. El servidor analiza la imagen para detectar y contar la presencia de ectoparásitos
 - 6.2. La información de resultados se almacena en la base de datos de animales

[0028] En aún otra modalidad de la invención, en lugar de tomar fotografías del animal el operario captura un video, de acuerdo con los siguientes pasos:

7. Seleccionar la opción de reconocimiento de parásitos por video;
 - 7.1. caminar alrededor del animal para grabar el video, girando desde uno de sus lados, pasando por su parte posterior, hasta llegar a lado opuesto.
 - 7.2. utilizar el modelo de reconocimiento ligero en el dispositivo móvil para reconocer la presencia de ectoparásitos;
 - 7.3. Almacenar la información de resultados en la base de datos de animales;
 - 7.4. Procesar de información utilizando la base de datos archivada en el dispositivo móvil;
 - 7.5. mostrar los resultados en la pantalla del dispositivo móvil; o
 - 7.6. Procesar la información utilizando modelo completo de detección;
 - 7.7. Mostrar los resultados en la pantalla del dispositivo móvil, mediante una plataforma web.

[0029] La Fig. 2 muestra una modalidad alternativa de la presente invención, en donde las imágenes no las captura manualmente el operario, sino que se capturan mediante al menos dos cámaras instaladas en una estructura en forma de arco debajo de la cual pasa el animal que se va a valorar. De acuerdo con esta modalidad alternativa, las imágenes las capturan automáticamente las cámaras montadas en la estructura, el análisis de las imágenes es esencialmente el mismo que cuando las captura el operario en el dispositivo móvil.

[0030] La Fig. 3 muestra una tercera modalidad alternativa de la presente invención, en donde el proceso de captura y análisis de las imágenes es controlado por una placa de desarrollo, la cual controla el al menos un dispositivo de captura de imágenes y maneja el análisis de las imágenes de acuerdo con una de cualquiera de las formas indicadas para la modalidad de la figura 1.

[0031] La Fig. 4 corresponde a una modalidad de la invención, donde la captura de las imágenes se controla desde la placa de desarrollo, la cual las transmite al computador de escritorio para su análisis y almacenamiento en el disco duro local. Opcionalmente, el computador de escritorio puede redirigir las imágenes a un servidor en la nube, la cual las analiza para determinar el número de ectoparásitos y las almacena en la base de datos de cada animal, de donde el computador de escritorio puede recuperar la información mediante la interfaz de usuario.

[0032] Estas y otras modalidades son posibles dentro del alcance del objeto de la invención, el solicitante recuerda amablemente al examinador que la presente descripción de las diferentes modalidades de la invención no es de carácter limitante y que el objeto que se busca proteger y el alcance de la protección deseada está comprendido en las reivindicaciones que se adjuntan.