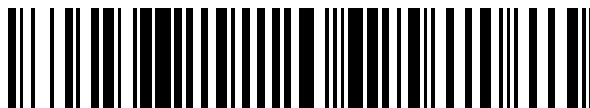


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 624**

21 Número de solicitud: 201131586

51 Int. Cl.:

G01J 1/58 (2006.01)
G06T 7/60 (2006.01)
G01J 3/00 (2006.01)
G01J 3/28 (2006.01)
G01J 3/46 (2006.01)
G06K 9/46 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

03.10.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.04.2013

71 Solicitantes:

UNIVERSIDAD DE HUELVA (50.0%)
C/ Dr. Cantero Cuadrado 6
21071 HUELVA ES y
SOLUCIONES ROBÓTICAS AGRÍCOLAS S.L.
(50.0%)

72 Inventor/es:

GÓMEZ BRAVO, Fernando;
SÁNCHEZ RAYA, Manuel ;
MARÍN SANTOS, Diego;
BRAVO CARO, José Manuel;
GÓMEZ GALÁN, Juan Antonio;
GEGÚNDEZ ARIAS, Manuel Emilio y
PEREA ÁLVAREZ, Tomás Javier

74 Agente/Representante:

TEMIÑO CENICEROS, Ignacio

54 Título: **DISPOSITIVO PORTATIL PARA EL RECONOCIMIENTO DE LA MADUREZ DE FRUTOS**

57 Resumen:

Dispositivo portátil que permite obtener información del estado de madurez de frutos a partir de la captación de imágenes en la propia zona de cultivo ya sea en entornos abiertos o en entornos cerrados y a partir de información suministrada por sensores externos. Las imágenes capturadas por la cámara del sistema de captura de imágenes (1) del dispositivo son analizadas en el procesador (2) del dispositivo que ejecuta un algoritmo para detectar los elementos que aparecen en la imagen, seleccionar los elementos que son fruta madura y los que no lo son y almacenar los datos obtenidos para su posterior análisis.

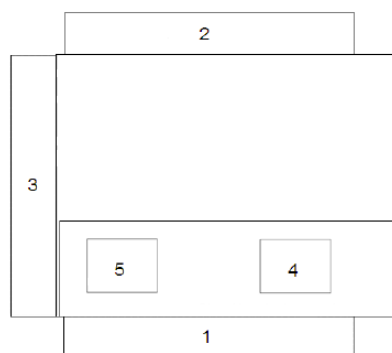


FIG. 1

ES 2 401 624 A2

DESCRIPCIÓN

Dispositivo portátil para el reconocimiento de la madurez de frutos.

5 La presente invención se refiere a un dispositivo portátil para la obtención de información del estado de madurez de frutos a partir de la captación de imágenes y de la información suministrada por sensores externos, así como al procedimiento implementado con dicho dispositivo para el análisis de la imagen capturada y la extracción de características propias de cada fruto como la madurez, tamaño, parámetros morfológicos, números de frutos, etc.

10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La agricultura tradicional, principalmente debido a motivos económicos trata grandes superficies mediante prácticas agrarias uniformes. Esto conlleva habitualmente un consumo ineficiente de los recursos y a una productividad relativa inferior a la presente en cultivos a menor escala.

15 Desde mediados de los años 90 se comienza a dar forma al concepto de agricultura de precisión. Este nuevo enfoque en la agricultura consiste en el control y monitorización electrónica aplicada a la recolección de datos, procesamiento de la información, y apoyo a la toma de decisiones, para la ubicación temporal y espacial de insumos en la producción de cultivos.

20 El cultivo de frutos en hileras tales como el de la fresa, requieren habitualmente de cuidados destinados a comprobar la evolución de la planta. Estos análisis van destinados a tareas como evitar la propagación de enfermedades, a realizar correcciones de las necesidades de riego o a definir las necesidades particulares en la aplicación de fitosanitarios en el cultivo.

25 Además, algunos de los frutos plantados en hileras presentan un escalonamiento en su maduración, y por tanto la recolección se realiza en diversas pasadas con turnos que comprenden días. Este hecho requiere de la adecuación constante de los recursos del agricultor a las necesidades de cada periodo de cosecha: cantidad de insumos, previsiones de logística, almacenaje, personal, etc.

30 Así pues es necesario tener información predictiva de las necesidades tanto para hileras de frutos particulares como para la parcela de cultivo en su conjunto.

35 Frente a otras invenciones que muestran un fin más relacionado con alguna tarea de control o tratamiento de los cultivos en hilera, el dispositivo objeto de la presente invención tiene un fin analítico, independientemente de la utilidad para la cual pudiera ser destinado. Su fin puede ser la recolección de datos estadísticos para la elaboración de modelos estadísticos y predictivos en frutos o su utilización en todas aquellas aplicaciones que requieran de la necesidad del análisis del fruto (recolección, riego, fumigación, clasificación etc.)

40 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

45 El objeto de la presente invención es un dispositivo portátil para el reconocimiento de la madurez de los frutos. Este dispositivo portátil comprende un dispositivo de captura de imagen y un conjunto de entradas para la obtención de información sensorial externa, tales como posición, temperatura, información meteorológica y otras. El dispositivo es utilizado para componer un dispositivo final destinado a la recopilación de información del estado del cultivo de frutos en hileras (tales como, fresas o frutos similares) en tiempo real y situados en entornos abiertos o en invernaderos.

50 El dispositivo de la invención, gracias al dispositivo de captura de imagen que lleva incorporado es capaz de capturar imágenes de las frutas cultivadas. Además incluye procedimientos para el análisis de las imágenes obtenidas. El núcleo principal del procedimiento de análisis determina el número y el grado de madurez de los frutos detectados, asimismo el dispositivo incorpora los procedimientos de almacenamiento y transmisión de la información para su posterior tratamiento. Con los parámetros que el dispositivo recoge y almacena de la fruta analizada se crea un histórico de datos que se pueden utilizar posteriormente para crear modelos predictivos.

55 Los elementos que se conectan al dispositivo, para ser incorporados, deben o bien disponer de los conectores genéricos utilizados, o bien adaptarse a ellos. Esto permite al dispositivo la modificación de las especificaciones del diseño para adaptarse a diferentes necesidades o a futuros avances. Este dispositivo permite modificar la óptica que actualmente trabaja en el espectro de luz visible, por ópticas sensibles al rango de infrarrojos, o por ejemplo permite actualizar la unidad de procesamiento a versiones más modernas de manera sencilla. Así mismo la cercanía del elemento de captura y del elemento de procesamiento permite evitar dispositivos de comunicaciones ajenos al dispositivo.

60 El dispositivo objeto de la presente invención comprende un dispositivo de captura de imágenes, un procesador y un bloque de conexiones de entrada/salida para comunicación y control de señales externas.

65

- 5 La inclusión de estos tres elementos en un solo dispositivo, junto con sus sensores, y en un caso de uso donde se prescindiera por completo de elementos auxiliares tales como portátiles u otros, permite asegurar la portabilidad y usabilidad del dispositivo en entornos como invernaderos o de difícil acceso. En la configuración usada en la realización preferida, el dispositivo realiza un consumo muy moderado, y es suficiente con una pequeña batería para asegurar el funcionamiento del dispositivo durante horas.
- 10 Por otro lado, el uso del espacio de color YUV es poco habitual en las implementaciones destinadas al análisis de la imagen en la agricultura de precisión. YUV (YCbCr) y en particular Y422 es un formato diseñado específicamente para la transmisión de señales de video (MPEG) donde se desacoplan la capa de luminosidad y las capas de crominancia. Este espacio de color está basado en Intensidad y Crominancia, y aunque habitualmente se hace uso de espacios de color como HSI basado en Intensidad, tono y saturación, para el caso del análisis de frutos como la fresa, este espacio de color suministrado directamente por el dispositivo es suficiente y adecuado. Entre otros factores muestra un buen desacople entre los valores de crominancia e iluminación. Además es posible realizar una rápida distinción entre parejas de colores de interés para este tipo de análisis, como son el verde y el rojo, o el verde y el azul, con una simple comparación en una de sus capas de color. Por último, y aunque puede suponer una pérdida de precisión en la definición de elementos horizontales, el formato de comprimido YUV422 permite reducir el tamaño de la escena analizada un 33%, mientras que las búsquedas exclusivamente basadas en color permiten reducir el espacio de búsqueda en un 50%. Esto conlleva una sustancial mejora en los tiempos de ejecución.
- 15 Hay que tener en cuenta que, frente a otros dispositivos desarrollados previamente, y muy en particular frente a los dispositivos destinados a la recogida de frutos, esta invención es un dispositivo portátil, de aplicación múltiple, que hace uso de una sola cámara, desarrollando localmente todo el proceso algorítmico, simplificando el problema al análisis de un objeto sobre un determinado plano, no requiriéndose una localización en tres dimensiones del mismo. Esto permite una velocidad de cómputo extremadamente rápida y la aplicación de algoritmos de reconocimiento más sencillos, el uso de un simple sensor de distancia situado junto a la óptica permitiría realizar aproximaciones aceptables a las dimensiones reales del fruto situado frente a esta.
- 20 El dispositivo incluye un conversor analógico/digital que relaciona una entrada analógica con el bus digital de comunicaciones del dispositivo ya que existen numerosos sensores, particularmente en agricultura, cuyas mediciones se expresan con valores continuos de voltaje. La mayoría de los sensores mantendrán una comunicación digital con el dispositivo.
- 25 Las capacidades de comunicación del dispositivo se ajustan a un conjunto de protocolos serie seleccionados por tratarse de estándares ampliamente difundidos o especialmente indicados para entornos industriales. Algunos de los protocolos que pueden ser utilizados en este dispositivo, en el primer grupo localizamos los protocolos RS-232, USB e I2C, mientras que el protocolo RS-485 es utilizado a menudo en entornos industriales, dado su mejor comportamiento en entornos muy ruidosos.
- 30 El dispositivo de la invención integra un bloque destinado al almacenamiento de información tanto temporal como permanente. El soporte principal consiste en una memoria ROM programable y borrrable eléctricamente, dado su amplia difusión, su bajo coste y sus diferentes capacidades, suponen el elemento ideal para el almacenamiento temporal o permanente de información relevante de los análisis llevados a cabo. Por otro lado, la posible necesidad de un acceso rápido y sencillo a la información almacenada para un usuario se suple, en una realización de la invención, con la incorporación un lector/escritor de tarjetas extraíbles.
- 35 El análisis de la imagen obtenida por el dispositivo de captura de imágenes se realiza directamente en el propio dispositivo portátil. Se obtiene información de la imagen capturada en tiempo real. El análisis que se realiza de los frutos es independiente del tipo de iluminación. El dispositivo de la invención se puede usar tanto en exteriores como en recintos de iluminación controlada. El análisis que se realiza da información de todos los frutos presentes en la imagen, realizando un análisis de diversas características tales como: grado de madurez, tamaño del fruto, descriptores morfológicos como simetrías del fruto o grado de similitud con la morfología típica de la variedad analizada, posición del fruto respecto al plano de la hilera donde se sitúa.
- 40 Para el análisis de un determinado fruto, el análisis que se realiza comprende una comparación de valores cromáticos, promediado de luminosidad, segmentación y filtrado.
- 45 El dispositivo portátil de la invención capta la imagen de la fruta por medio del dispositivo de captura de imágenes y éstas se envían al procesador. El dispositivo portátil ejecuta un algoritmo con el que obtener información de los frutos a partir de las imágenes obtenidas.
- 50 El algoritmo presenta una primera etapa de segmentación inicial en la que se realiza una segmentación de la imagen y se identifican en ella todos los objetos presentes en la escena. La segmentación se realiza en base a un valor de crominancia característico de la madurez de los frutos presentes en la imagen.
- 55 La segunda etapa del algoritmo es una delimitación de la zona de trabajo. Se establece un área de interés sobre la

zona madura del fruto que se estudia. Después de caracterizar los otros elementos de interés se redefine la delimitación de la zona de trabajo que se había realizado, obteniéndose una delimitación más precisa.

5 La tercera etapa que realiza el algoritmo es una etapa de procesado. En esta etapa se caracterizan los elementos de la imagen que se ha detectado que son fruta inmadura. Esta etapa conlleva errores en la caracterización debidos principalmente a las condiciones de iluminación variables y a la coloración de ramas y hojas en diferentes estadios del fruto. Se hace uso de operaciones morfológicas para la eliminación de restos. La morfología de estos filtros es variable y se adapta a los diferentes objetivos de la aplicación y a las necesidades de cada escena.

10 La cuarta etapa del algoritmo es una etapa de filtrado. En esta etapa se distingue entre zonas de inmadurez pertenecientes al fruto maduro y zonas de inmadurez pertenecientes a elementos ajenos a éste fruto como por ejemplo inmadurez de una fresa que está superpuesta a la primera. Su principio de funcionamiento se basa en la continuidad en los valores de iluminación de puntos pertenecientes a un mismo objeto. La luminosidad de una zona inmadura, prolongación de fresa parcialmente madura, es similar a la de la zona madura caracterizada previamente, mientras que la luminosidad de zonas inmaduras localizadas en diferentes objetos, y por tanto a diferentes distancias de la zona madura de referencia, muestran valores de luminosidad con menor similitud.

15 La quinta etapa del algoritmo incluye la transformación y ajuste de los datos extraídos, realizando cálculos como el del área aproximada del fruto o transformando valores reales en etiquetas lingüísticas.

20 Posteriormente, se implementan una serie de procedimientos destinados a la gestión de los datos recopilados y se recupera información relevante de fuentes externas. Bien mediante la lectura de sensores externos, o bien mediante la consulta a fuentes de información externas destinadas a este fin.

25 Son consideradas fuentes de información externas tanto servicios web a los que se accede directamente desde el dispositivo presentado mediante conectividad WIFI, como a información suministrada mediante un computador anfitrión donde se conectase el dispositivo objeto de la presente invención mediante alguno de sus protocolos de conexión. Esta conexión podría mantenerse durante el periodo de captura de imágenes, o podría llevarse a cabo tras la evaluación de una zona de cultivo. En este último caso la información suministrada por el computador sería vinculada a la información local en base al momento de la captura de la imagen y a la sincronización previa de ambos relojes.

30 Las fuentes de datos pueden estar localizadas en dispositivos remotos, como la localizada en sensores presentes en el invernadero, tales como sensores de temperatura, sensores de humedad o sensores de radiación, con conectividad inalámbrica. Este último tipo de información remota también puede hacer referencia a dispositivos remotos de consulta tales como proveedores de información meteorológica u otras variables como horas de iluminación solar o niveles de radiación de la zona geográfica donde se halle el cultivo.

35 Esta información externa puede obtenerse mediante diferentes mecanismos. Por ejemplo, el propio dispositivo puede realizar una consulta, en tiempo real, a algún dispositivo remoto mediante conexión a Internet del propio dispositivo (Esto es posible mediante la incorporación de un módulo de comunicaciones inalámbricos como el Matchport WiFi 802.11b/g, conectado directamente al puerto RS-232 del dispositivo, y una infraestructura WIFI en la zona). Igualmente, la solicitud de información puede realizarse de forma asíncrona, es decir, el dispositivo solicita información a través de una conexión con un computador portátil. Este computador dispone de una conexión a Internet y sirve como intermediario entre las peticiones del dispositivo y los sistemas de información remotos. Por último, esta información puede obtenerse de forma síncrona, mediante la conexión del dispositivo a un computador local que ejecuta un programa de ordenador mientras se hace uso del dispositivo portátil en la parcela de cultivo. Con este último mecanismo, el uso de una pequeña aplicación de integración de información en el computador permite relacionar ambas fuentes de información. Esta relación se establece mediante un campo índice que almacena el momento de la captura de datos en ambos dispositivos de forma que tras finalizar la toma de datos por el dispositivo portátil es posible conectarlo al computador local y completar la información almacenada.

40 La información local obtenida por el dispositivo no está limitada a la obtenida del análisis de la imagen capturada. El dispositivo puede recabar información de alguno de los sensores conectados a un bus de comunicación principal o a alguno de los dispositivos que se conectan inalámbricamente a él o a un computador de apoyo al que pudiera estar conectado el dispositivo. El dispositivo admite la conexión directa de sensores que suministren información sobre magnitudes físicas o químicas de forma local, tales como la humedad, luminosidad, temperatura o posicionamiento de una zona donde se realiza la captura. Para esta conexión será suficiente que estos sensores utilicen cualquiera de los protocolos asociados a los buses comunicación disponibles, así como el envío de señales analógicas de medida.

45 Los diferentes procedimientos implementados para la extracción de información sensorial vinculada a la escena analizada se implementan mediante patrones de diseño que permiten desacoplar las peticiones del dispositivo de análisis del origen físico de las fuentes. Por tanto, para el correcto funcionamiento de esta solución es necesaria una declaración y configuración previa de cada origen de datos.

Estos mismos procedimientos de gestión de datos serán los encargados de almacenar mediante una estructura lógica la información y realizarán un formateo de ésta para su posterior importación a dispositivos de aprendizaje automático y minería de datos.

5 El dispositivo ha sido diseñado de manera que incorpora un dispositivo de estabilización de alimentación. De esta forma puede ser alimentado con una fuente de alimentación externa o utilizar baterías.

10 Para la correcta explotación del dispositivo objeto de la presente invención es imprescindible la incorporación de al menos un elemento procesador, preferiblemente DSP, aunque se permite integrar desde procesadores de uso general mejorados para el proceso digital de señales (DSP-enhanced GPP) hasta híbridos entre los dos anteriores (DSP/GPP). La selección de este dispositivo es inherente a la tarea a la que se destine el dispositivo, por lo cual se estima oportuno disgregar ambos dispositivos.

15 En función de las necesidades del procesamiento se optará por alguna de las tecnologías DPS existentes y proporcionadas por un amplio conjunto de fabricantes: Analog Devices, Texas Instruments, Motorola, Samsung, Philips... Algunos ejemplos de estos dispositivos son los procesadores de las familias: DSPIC33 de Microchip Technology Inc., STM32 de STMicroelectronics, ARM9TDMI de Samsung o BF53X de Analog Devices.

20 La única condición para la selección de este dispositivo será la obligatoriedad de aportar un conjunto de entradas/salidas fácilmente accesibles por medio de un conector de expansión habitualmente denominado GPIO "General Purpose Input Output".

25 En una realización de la invención, la interconexión entre el dispositivo de procesamiento y el conector de 32 pines GPIO del dispositivo objeto de la presente invención se realizará mediante el uso de un cable de cinta plano que permitirá la reasignación de los pines de cada dispositivo para su correcto interconexión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

30 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra un esquema del dispositivo con el sistema de captura de imágenes, el procesador, el conjunto de entradas/salidas, el lector/escritor de tarjetas y la memoria interna.

35 Figura 2.- Descripción general del procedimiento de análisis de la imagen y obtención del grado de madurez.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

40 El dispositivo de la presente invención, mediante el sistema de captura de imágenes que comprende, obtiene la imagen digital objeto del estudio. El dispositivo está vinculado a un procesador (2), preferiblemente DSP. En este ejemplo de realización el procesador DSP está conectado al dispositivo de la invención mediante un conector estándar de 32 pines, no limitando la conexión aquí descrita la modificación posterior para ajustarse el dispositivo a otro tipo de procesadores.

45 La captura de la imagen se realizará mediante el sistema de captura de imágenes (1) que es una cámara conectada al dispositivo también mediante un conector estándar de 32 pines. Para el análisis de las imágenes capturadas, éstas son enviadas al procesador el dispositivo DSP someterá a un procesamiento digital la imagen capturada mediante unos programas de ordenador.

50 El dispositivo comprende además un conjunto de entradas/salidas (3) que permiten conectarlo a otros dispositivos o bien conectar a él diferentes accesorios que puedan ser de utilidad según la aplicación concreta.

55 El dispositivo de la presente invención incluye en una realización preferente una memoria interna (5) en la que almacena la información obtenida tanto temporal como permanentemente. Por otro lado, la posible necesidad de un acceso rápido y sencillo a la información almacenada para un usuario se suple, en una realización de la invención, con la incorporación un lector/escritor de tarjetas extraíbles (4).

60 El procesamiento digital de la imagen está basado en un algoritmo que lleva a cabo en una serie de etapas que aplican técnicas de filtrados, morfología matemática, segmentación y clasificación de las características relevantes de la escena analizada como se aprecia en la figura 2.

65 Dada la necesidad de obtener una respuesta en tiempo real y debido a la portabilidad del dispositivo de captura/análisis, se plantean ciertas restricciones en cuanto al posible empleo de técnicas más allá de operaciones sencillas. Este hecho unido a la explotación del dispositivo en entornos abiertos, y por tanto en condiciones variables de iluminación, motivan el desarrollo de un algoritmo autoadaptable que modifica la configuración de sus parámetros

en función de informaciones tanto locales, del propio fruto en estudio, como globales, de la escena en su conjunto.

- 5 El algoritmo de procesamiento se divide en una serie de etapas que acometen un análisis de la imagen completa o de zonas particulares de la imagen. Estas operaciones se ajustan a las condiciones características de cada fruto. Como resultado el procedimiento realiza una fase de toma de decisiones donde procesa la información recabada y la almacena según corresponda al modo de funcionamiento de la aplicación. Estos datos pueden ser almacenados en cualquiera de los dispositivos de almacenamiento disponibles o pueden ser enviados a través de alguna de las conexiones al exterior hasta un dispositivo externo inteligente.
- 10 La información recopilada en cada imagen sobre la escena analizada será almacenada junto a otra información recopilada en el mismo instante de otras fuentes. La marca para la indexación de los datos será el momento de captura de la imagen.
- 15 El dispositivo de manera transparente recabará la información complementaria para cada fruto analizado en la escena. Los procedimientos implementados para la extracción de información sensorial son implementados mediante patrones de diseño.
- 20 El resultado del procesamiento llevado a cabo por el programa informático para el análisis de madurez expone resultados que podrán ser interpretados visualmente. El programa informático es capaz de determinar, según las imágenes expuestas, las coordenadas en el plano del centro del fruto, así como parámetros relacionados con su morfología y datos referidos a su tamaño y madurez. Parcialmente solventa problemas de solapamiento y superposición, en particular a la hora de evaluar la madurez del fruto. Mediante las técnicas de filtrado para la eliminación de inmadurez no perteneciente al fruto se desvincula la inmadurez solapada de fresas diferentes. Por otro lado, el propio proceso de caracterización inicial de zonas maduras elimina el solapamiento de hojas, quedando la parte no visible de la fresa sin estudiar.
- 25 La incorporación de algoritmos de inteligencia artificial permite concluir características añadidas a las extraídas del análisis matemático de la imagen mediante técnicas computacionales y la aplicación de técnicas difusas, transformando valores como el área en etiquetas lingüísticas como grande o pequeño.
- 30 La información sobre cada fruto es almacenada mediante representación numérica en forma de *tuplas* (grupo de números cada uno de los cuales representa una característica del fruto). Cada *tupla*, resume las características de un fruto analizado junto al resto de información de interés extraída de otras fuentes. Esta información puede ser almacenada y/o transmitida en tiempo real por el dispositivo. El dispositivo objeto de la presente invención, cada vez
- 35 que realiza el análisis de los frutos captados en un *frame* transmite por el puerto serie un telegrama en el que se incluye el número de frutos detectados, la posición de cada uno de ellos en la imagen y el grado de madurez de la medición que en ese momento se hayan proporcionado los sensores externos.
- 40 El uso de esta información recabada puede ser desde detectar necesidades en la recogida, fertilización o riego en un cultivo, hasta detectar necesidades en la provisión de mano de obra y recursos para la cosecha. Otros posibles usos son la detección y eliminación de cultivos enfermos o malas hierbas en lugares localizados, así como la localización de frutos en mal estado. Es posible estimar costes y niveles de producción del cultivo según el análisis de datos almacenados en históricos.
- 45 La obtención de estos modelos predictivos pueden ser obtenidos tras suministrar la información recopilada a lo largo de distintas campañas a dispositivos de aprendizaje automático o de minería de datos, que permitirían la obtención de pautas de producción asociadas a parámetros como índices de iluminación, orientación del cultivo, índices de fertilidad por geolocalización, densidades óptimas de plantación para determinados fines, etc.
- 50 El algoritmo general que ejecuta el dispositivo comprende una etapa de capturar (6) una imagen que se realiza con el sistema de captura de imágenes (1). Comprende además una etapa de segmentar la imagen (7) e identificar los elementos presentes en la imagen y una etapa de delimitar la zona de trabajo (8). La zona de trabajo se delimita seleccionando la zona madura de las frutas de forma que se tiene una zona de trabajo para cada fruta. El algoritmo comprende además una etapa de detectar y caracterizar los elementos de la imagen clasificados como fruta
- 55 inmadura (9) y una etapa de filtrar la imagen (10) mediante el estudio de la luminosidad de los elementos de la imagen. De esta forma se realiza una segunda delimitación de la zona de trabajo diferenciando entre las zonas que están verdes en la imagen a causa de la inmadurez de la fruta y las zonas que están verdes porque son hojas o tallos. Por último el algoritmo lleva a cabo una etapa de transformar, ajustar y almacenar los datos obtenidos.

REIVINDICACIONES

- 5 1- Dispositivo portátil para el reconocimiento de la madurez de frutos destinado a la recopilación de información del estado del cultivo de frutos en tiempo real y situados en entornos abiertos o cerrados, caracterizado por que comprende un sistema de captura de imágenes (1), un procesador (2) y un conjunto de entradas/salidas (3) y por que ejecuta un algoritmo que comprende las siguientes etapas:
- capturar la imagen (6),
 - segmentar la imagen (7) e identificar los elementos presentes en la imagen,
 - delimitar la zona de trabajo (8) a la zona madura de las frutas,
 - 10 -detectar y caracterizar los elementos de la imagen clasificados como fruta inmadura (9),
 - filtrar la imagen (10) mediante el estudio de la luminosidad de los elementos de la imagen,
 - transformar, ajustar y almacenar los datos obtenidos (11).
- 15 2- Dispositivo portátil según la reivindicación 1 en el que el algoritmo realiza en la primera etapa una segmentación en base a un valor de prominencia característico de la madurez de las frutas presentes en la imagen.

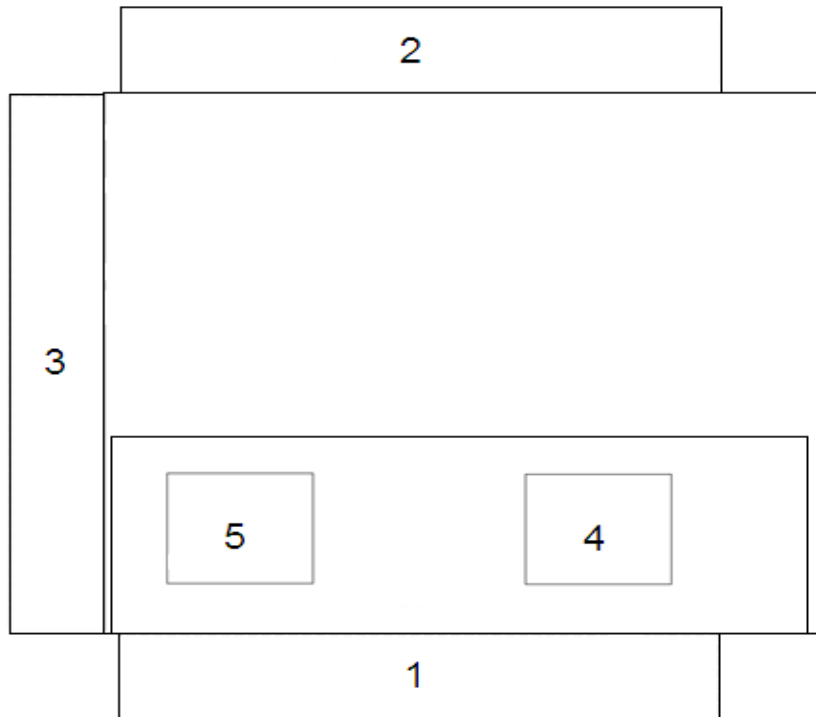


FIG. 1

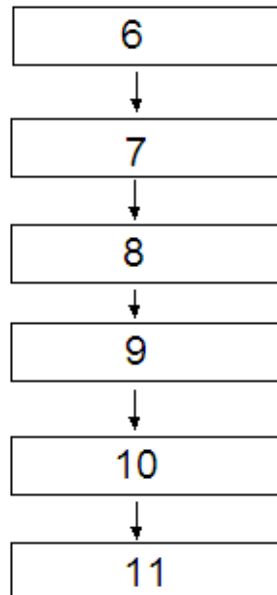


FIG. 2