

OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 123 422**

② Número de solicitud: 9601489

⑤ Int. Cl.<sup>6</sup>: B07C 5/342

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

② Fecha de presentación: **03.07.96**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **01.01.99**

④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **01.01.99**

⑦ Solicitante/s: **Romana Amaducci**  
**Avda. Santos Patronos, n° 3**  
**46600 Alzira, Valencia, ES**

⑦ Inventor/es: **Pla Bañón, Filiberto;**  
**Calpe Maravilla, Javier y**  
**Monfort Ramos, Jordi**

⑦ Agente: **Ungría López, Javier**

⑤ Título: **Procedimiento y dispositivo para clasificación cromática de productos.**

⑤ Resumen:

Procedimiento y dispositivo para clasificación cromática de productos.

Permite determinar el grado de maduración de distintos productos (3) en función del color que presenten, facilitando la automatización de los controles de calidad en empresas del sector agroindustrial.

El procedimiento presenta las etapas de desplazamiento adecuado de los frutos (3), iluminación de los mismos, captación de imágenes, almacenamiento de dichas imágenes, tratamiento informático de estas imágenes obteniendo valores de madurez, y transmisión de estos valores a un sistema clasificador.

El dispositivo cuenta con una cinta transportadora (1) de frutos (3) acoplada a un recinto de iluminación (5) y dotada de un detector de posición (4) que permite la sincronización de sus desplazamientos. La imagen de los frutos (3) que pasan por dicho recinto (5) es captada por una video-cámara (6) que la envía a una tarjeta de adquisición de imagen (9) conectada a su vez con un ordenador (10) en el que mediante la programación correspondiente se obtienen los valores de madurez de los frutos (3).

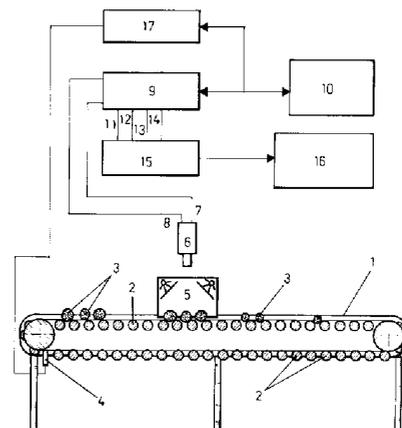


FIG. 1

ES 2 123 422 A1

## DESCRIPCION

Procedimiento y dispositivo para clasificación cromática de productos.

### Objeto de la invención

La presente invención, tal y como se expresa en el enunciado de esta memoria descriptiva, se refiere a un procedimiento y dispositivo para clasificación cromática de productos, cuya finalidad consiste en asignar distintos parámetros a diversos productos en función de su color, permitiendo así la clasificación y selección automática de los mismos.

Este procedimiento y dispositivo son especialmente aplicables a varias frutas y hortalizas al objeto de determinar su grado de maduración en función del color que presenten, como por ejemplo el tomate, que según se acerque a los colores rojo o verde indica una mayor o menor madurez respectivamente.

La invención permite automatizar el control de calidad en líneas de selección y manipulación de frutos e integrar el correspondiente subsistema en un sistema de clasificación universal de fruta (ICUF). Además, desarrolla un algoritmo usando técnicas de visión artificial para determinar en tiempo real el grado de maduración de un fruto atendiendo a criterios de color.

### Antecedentes de la invención

Son conocidas las líneas de selección y manipulación de frutos consistentes en cintas transportadoras por las que van pasando los frutos correspondientes, requiriéndose varios operarios que determinen visualmente la calidad de los distintos frutos para asignarles una u otra clasificación. Estas líneas de selección presentan los inconvenientes de requerir un gran número de operarios, de ser excesivamente lenta y de no permitir una gran exactitud en la clasificación correspondiente.

Por otra parte, son conocidos distintos sistemas de visión artificial basados en cámaras y equipos informáticos capaces de tratar y procesar parámetros tales como el brillo, la luminosidad y la saturación de una imagen. Sin embargo, no se conocen sistemas de visión artificial aplicados a la clasificación y determinación de la madurez de frutos atendiendo a sus características cromáticas.

### Descripción de la invención

Para lograr los objetivos y evitar los inconvenientes indicados en anteriores apartados, la invención consiste en un procedimiento y dispositivo para clasificación cromática de productos. Se trata de un sistema totalmente automatizado de selección de fruta basado en visión artificial, para lo que se adapta la línea de transporte tradicional para incluir los elementos necesarios. Su concepción es modular, de tal forma que cada sistema permite la supervisión de una o dos líneas (en función de la velocidad a la que se desee trabajar) facilitándose la conexión con un dispositivo general de control a través de una línea serie RS-485, sin que exista mayor limitación en el número de unidades a conectar que las impuestas por dicha unidad de control.

Cada unidad de clasificación dispone de un recinto de iluminación ubicado sobre la correspondiente línea de transporte, una cámara a color de

vídeo que capta las imágenes de los frutos iluminados y un ordenador que efectúa el proceso de dichas imágenes. Este ordenador dispondrá de tarjetas de expansión tales como salida serie para recepción del sincronismo proveniente desde una fotocélula o detector de posición ubicado en la cinta transportadora, tarjeta de comunicaciones para posibilitar la recepción de comandos y el envío de datos hacia el dispositivo general de control, y tarjeta de adquisición de imágenes para almacenar las imágenes tomadas y poder trabajar con ellas. En el ejemplo de realización que se describirá más adelante se darán detalles de todos estos elementos.

Una vez dispuesta toda la información en el ordenador, se manipula mediante los programas desarrollados que consiguen sincronizar, adquirir y procesar la imagen, para tomar una decisión sobre el tipo de fruta de que se trate.

Con esta configuración, el funcionamiento consiste en que a medida que los frutos van pasando por la cinta de transporte, la cámara a color se encarga de obtener una imagen del interior del recinto de iluminación. Como el sistema está sincronizado, en cada una de estas imágenes aparecerán un número determinado de frutas por línea (cuatro para el ejemplo de realización que se describirá más adelante), y además siempre en las mismas localizaciones debido a la cadena en forma de biconos sobre la que se disponen los frutos. Esta sincronización se consigue mediante una señal proveniente del detector de posición o fotocélula, recibiendo dicha señal por las líneas auxiliares del puerto serie del PC, esto es, por la tarjeta de expansión de salida serie del ordenador referida anteriormente.

En cada una de las imágenes tomadas, se analizan tantas ventanas diferentes por línea como el número de frutas que aparecen por imagen, de forma que se corresponden con la localización de cada uno de los frutos. Estas ventanas pueden ser ajustadas de forma manual por parte del usuario, gracias a un módulo de visualización que puede activarse de forma opcional, y que permite el ajuste del sistema de una forma interactiva.

Toda la información recogida por la cámara, se almacena en la memoria de la tarjeta de adquisición de imágenes, de modo que el programa es capaz de separar y delimitar cada uno de los frutos que aparecen en la imagen, y de obtener el grado de maduración para cada uno de ellos dentro de una escala de 0 a 100 (0 para el más maduro y 100 para el valor verde). Dado el fondo oscuro de la línea de transporte, es relativamente fácil determinar la situación en la que no circula ningún fruto por un bicono, para lo que se codifica un tipo especial de datos que indican esta posibilidad.

Cada fruto, es analizado tantas veces distintas como el número de frutos que aparecen en una imagen, de forma que el resultado final es mucho más fiable por analizarse la mayor parte de la superficie del fruto. Esto es posible gracias al sistema de transporte, que hace que los frutos giren sobre sí mismos a la vez que son trasladados.

Los resultados parciales de cada imagen y de cada recuadro o ventana, se almacenan en las correspondientes estructuras de datos, de forma que

en el momento en el que sale un fruto de la cámara de iluminación, se computan los resultados utilizando los análisis anteriores y se da un resultado global del tipo de fruto. Así por ejemplo, si el número de frutos por imagen es cuatro, en la cuarta imagen se analizarán por medio de unos algoritmos especiales todos los resultados obtenidos para el fruto que apareció en distintas posiciones en todas y cada una de esas cuatro imágenes y que en la quinta imagen ya quedará fuera de ésta, tomándose la decisión en cuanto a la clase de fruta a la que pertenece; y así sucesivamente para cada uno de los frutos salientes. Posteriormente, se transmite el grupo de color al sistema de clasificación ICUF cuando éste se lo solicita.

Respecto al fundamento teórico, la técnica desarrollada para la clasificación de los frutos se basa exclusivamente en el color de los mismos, por lo que se tiene que establecer un método que permita cuantificarlo. Por este motivo, ha de definirse una representación de color teniendo en cuenta los fenómenos ajenos que puedan perturbar el resultado final.

La base de la especificación de color de un objeto, es su curva de reflectancia espectral mostrando la reflectancia superficial como una función de longitud de onda. Sin embargo, en el sistema de visión humano, la sensación de color nos llega de la respuesta de tres tipos de células especiales sensibles a tres colores diferentes localizadas en la retina del ojo. Esto hace posible la representación tridimensional de cualquier color, mediante la utilización de vectores resultado de la combinación lineal de los tres componentes básicos (Jain, 1989).

La parametrización del color en el espacio no es única, por lo que existen muchas convenciones de colores primarios que pueden utilizarse como base, y muchos sistemas de coordenadas de color tienen diferente fundamento (Robertson and Fisher, 1986). El escogido para cuantificar el color en esta aplicación es el sistema RGB (Red, Green, Blue).

Aunque a priori un sistema de percepción del color basado en parámetros de percepción visual tales como el matiz, brillo y saturación parece más conveniente por razones de eliminar los efectos de los reflejos simplemente no considerando una de sus componentes, el proceso final de medida hace conveniente utilizar el espacio RGB, ya que el tipo de frutos que se utilizan, tienen unas características especiales que permitirán utilizar un espacio dicromático para obtener la medida final.

Analizando la clase de objetos que se pretende clasificar (frutos como tomates, peras, manzanas, etc), se observa que, parametrizados en la base escogida, las componentes predominantes son la R y la G, estando en menor medida la presencia del color B. Por lo tanto, como método de cuantificación se plantea utilizar la proyección de los colores del fruto sobre el plano RG estudiando por separado las intensidades de cada uno de ellos para determinar el grado de madurez.

Para solucionar el problema de los reflejos, se detectan los píxeles en los que se puede producir dicho fenómeno y se eliminan del proceso de selección a modo de puntos ruidosos (Klinder et

al, 1988). De esta forma, se consigue una independencia total de las condiciones lumínicas en el proceso de selección, lo cual permite establecer un criterio fiable de medida.

Los algoritmos de tratamiento de color desarrollados consisten en:

- determinar los puntos que corresponden a los frutos;
- eliminar aquellas componentes que resultan ruidosas; y,
- determinar un grado global de color que a su vez fije el grado general de maduración por el que se clasifican los frutos. Para ello, se realiza una clasificación de los puntos o de los píxeles que la componen, de forma que se les atribuyen un conjunto de características (Plá et al, 1993), que a su vez determinan el grado de maduración por el que se clasifican los frutos. Este parámetro se suministra en forma de valor lineal en una escala con un índice entre 0 (muy maduro) y 100 (muy verde) para que se pueda ajustar al rango de cada una de las clases de forma sencilla utilizando las opciones del sistema.

Para la primera y segunda fase, el principal problema lo constituyen los reflejos. Para evitarlos, el mecanismo de selección de puntos consiste en aprovechar las propiedades del subplano RG, pero siempre intentando que el nivel de color B no sobrepase un determinado umbral. Para lograrlo, se utilizan a modo de barreras los restantes subplanos (RB y GB), de forma que los subvolumenes rechazados son precisamente las componentes cercanas a la diagonal del cubo formado por los ejes R, G y B. De esta forma, se consigue eliminar aquellos puntos que están bajo la influencia de un reflejo de luz y que por lo tanto resultan ruidosos. Se aprovecha este proceso, para determinar de forma simultánea si los puntos considerados forman parte del fruto o del fondo simplemente comprobando su parametrización en el espacio de color. Estas fases nos permiten asegurar que los píxeles que la pasen, resultan válidos para el proceso de clasificación, por lo que para determinar el nivel de maduración se puede utilizar única y exclusivamente el plano bidimensional RG con independencia del resto, tal y como se buscaba.

La tercera fase determina el color, independientemente del grado lumínico que ofrecen las condiciones de luz, utilizando como clasificador el ángulo que forman las intensidades separadas de los dos ejes unidimensionales que forman el plano bidimensional (Plá et al, 1993). Dicho ángulo determina un punto encuadrado en una zona delimitada que a su vez derivará el valor lineal utilizado como parámetro de maduración. Así, de forma gráfica, se puede observar que cuanto menor sea dicho ángulo, la zona delimitada está más próxima al color verde, y por lo tanto el grado de maduración será bajo y viceversa.

Respecto al fundamento algorítmico, el cuerpo de la rutina principal del sistema desarrollado conserva la estructura genérica que tiene cualquier aplicación gráfica interactiva, con su pan-

talla de presentación, sus diferentes opciones manejables exclusivamente desde teclado debido al entorno industrial en que se va a utilizar, y las acciones para cada una de ellas (Foley et al, 1990).

El proceso de análisis de imagen y toma de decisiones se realiza en una rutina cuyo esquema genérico se muestra en el algoritmo especificado en el ejemplo de realización que se describirá más adelante. Dicha rutina se encarga de la toma continua de imágenes cada vez que pasa un fruto por la línea de transporte mediante el envío de una señal por el puerto de entrada del ordenador, analiza los frutos que componen cada imagen, y toma una decisión sobre la madurez del fruto saliente. Estas acciones se dividen en tres fases claramente diferenciadas (Jain, 1989):

- *Segmentación.* Consiste en localizar los frutos en cada una de las imágenes adquiridas separándolas claramente del color de fondo para analizarlas de forma individual.
- *Extracción de características.* Se trata de extraer desde la localización de la imagen almacenada, las características de color necesarias que permitan determinar el parámetro global de clasificación.
- *Clasificación.* En función de un parámetro global que determina el grado de maduración del fruto, se establece un mecanismo que permite encuadrar el fruto analizado en una clase u otra.

Se utiliza una estructura de datos que permite el análisis desde perspectivas diferentes de cada uno de los frutos de forma ininterrumpida mientras dura el proceso de selección, existiendo tantas perspectivas diferentes como número de frutos aparecen por imagen. Se trata de una lista de datos enlazada circularmente que mantiene tantos nodos diferentes como el referido número de frutos (uno para cada recuadro o fruto que se está analizando en un momento determinado), y que cuenta con dos campos de datos diferenciados:

- *Analizados.* En este campo se almacena el total de píxeles analizados en todas y cada una de las tomas diferentes que se tiene de un mismo fruto;
- y
- *Acumulado.* En este campo se mantiene el índice de color acumulado de todos los píxeles que han sido analizados.

Respecto a las opciones del sistema, hay que señalar que previamente durante el proceso de clasificación, se pueden realizar los ajustes que permitirán optimizar el rendimiento del sistema. Estos ajustes consistirán en adecuar los límites de los recuadros que se analizan en cada imagen, así como los umbrales que determinan los límites de los frutos. En el primer caso, lograremos una mayor velocidad de análisis, lo cual implica que podremos aumentar la velocidad de la cadena de transporte, mientras que el segundo factor establece una relación fiabilidad/tiempo; es decir, que

ajustando al máximo, se analizarán más píxeles, con lo que el resultado final será más fiable, pero por contra el tiempo necesario para determinarlo será mayor y viceversa.

El objetivo final consiste en establecer un grado de maduración global de la fruta por medio de un índice que varía entre 0 y 100. Sobre esta escala se pueden establecer los tramos tal y como el usuario desee para obtener las diferentes clases. De esta forma, se pueden establecer las clases que se deseen, asignando el grado de maduración de cada uno de ellos.

Todas estas opciones y parámetros de ajuste del sistema, se pueden realizar de forma sencilla y cómoda utilizando un entorno de usuario totalmente gráfico. Este sistema pensado para su utilización en el mundo industrial, se maneja utilizando exclusivamente el correspondiente teclado.

A continuación, para facilitar una mejor comprensión de esta memoria descriptiva y formando parte integrante de la misma, se acompañan unas figuras en las que con carácter ilustrativo y no limitativo se ha representado el objeto de la invención.

#### Breve descripción de las figuras

Figura 1.- Representa esquemáticamente un diagrama de bloques de un dispositivo para clasificación cromática de productos según el procedimiento de la presente invención.

Figura 2.- Representa esquemáticamente el subplano RG (Rojo, Verde) de color en el que se encuentra el conjunto de valores que determinan el grado de maduración de un fruto, según el procedimiento de la presente invención.

#### Descripción de un ejemplo de realización de la invención

Seguidamente se realiza una descripción de un ejemplo de la invención, haciendo referencia a la numeración adoptada en las figuras.

Así, el dispositivo para clasificación cromática de productos de este ejemplo de realización cuenta con una línea o cinta de transporte 1 dotada de una serie de biconos 2 que permiten que los frutos 3 que por ella circulen estén uniforme y regularmente espaciados.

La cinta de transporte 1 incluye un detector de posición 4 constituido por una fotocélula que permite mediante la correspondiente señal eléctrica informar al equipo electrónico restante de la posición exacta de dicha cinta 1.

Sobre la cinta transportadora 1 se ubica una cámara de iluminación 5 que es un recinto cerrado, iluminado con luz fluorescente alimentada por medio de balastos electrónicos para conseguir una correcta iluminación de los frutos 3.

La imagen de los frutos 3 iluminados en la referida cámara 5 es captada por una cámara de vídeo 6 que es de tipo CCD a color, con salida PAL, RGB ó Y + C.

La cámara de vídeo 6 aporta una señal PAL 7 y una señal de sincronismo 8 a una tarjeta de adquisición de imágenes 9 conectada a un ordenador 10.

Esta tarjeta 9 aporta las señales R, G, B y sincronismo 11, 12, 13 y 14 respectivamente a un

modulador de frecuencia 15 que conecta con un monitor 16 que permite visualizar la imagen captada.

El ordenador 10 se encuentra además conectado a una tarjeta de salida serie 17 que constituye un puerto de entrada/salida serie RS-232 de dicho ordenador 10 y que conecta con el detector de posición 4 para la recepción de señales de sincronismo provenientes de dicho detector 4, teniendo así una información y control de los desplazamientos y situación de la cinta de transporte 1.

El ordenador 10 es un ordenador industrial tipo PC, con tarjeta de vídeo VGA, disco duro y/o disketera y al menos 640 KB de memoria RAM. Dispone de un sistema operativo DOS 3.0 o superior. Además de las tarjetas de expansión 9 y 17 referidas anteriormente, el ordenador 10 cuenta con otra tarjeta de expansión que es una tarjeta de comunicaciones RS-485 que permite establecer un canal diferencial a 62,5 KB para la comunicación con una unidad de control central, posibilitando así la recepción de comandos y la transmisión de grupos de clasificación.

Dicha tarjeta de comunicaciones y dicha unidad de control central no se han representado en la figura 1 para una mejor comprensión del concepto modular del dispositivo. Esto es, que la unidad de control central podrá conectar a través de correspondientes tarjetas de comunicaciones con grupos de elementos análogos a los representados en dicha figura 1, sin que exista mayor limitación en el número de grupos a conectar que las impuestas por dicha unidad de control central.

Además, las tarjetas de comunicaciones y la unidad de control central pueden estar integradas en el ordenador 10.

La tarjeta de adquisición de imágenes 9 es capaz de almacenar cada una de las imágenes tomadas, y en este ejemplo se trata de una tarjeta digitalizadora de vídeo en color de la serie ITDV 201 de INELCOM, S.A., con una resolución máxima de 512 x 512 píxeles, y que permite la captura de vídeo en formatos PAL, Y + C ó RGB. Soporta tres representaciones simultáneas de la señal de vídeo digitalizada: una imagen en color con resolución máxima 512 x 512 con 8 bits para las tres componentes digitalizadas: R, G y B, una imagen en color diezmadada con resolución de 128 x 128 píxeles y una imagen binaria (silueta con dos umbrales programables) con una resolución de 512 x 512 píxeles seleccionando manualmente la componente de vídeo que se va a comprimir; todas ellas utilizables en diferentes fases del proceso. La señal de vídeo se digitaliza con 256 niveles (8 bits) y cada pixel se almacena en memoria en 4 bytes consecutivos para facilitar el acceso a las tres componentes de cada pixel.

Cuando el ordenador 10 dispone de toda la información necesaria sobre la imagen de los frutos 3, se procesa dicha información mediante los programas desarrollados para conseguir sincronizar, adquirir y procesar la imagen, tomándose a continuación una decisión sobre el grado de madurez del fruto 3 que se trate.

Como el sistema está sincronizado, cada imagen que capta la cámara de vídeo 6 según este ejemplo, incluye exactamente cuatro frutos 3,

aunque para otros ejemplos el número de frutos captados en cada imagen podrá ser otro, N en general. Además, los cuatro frutos 3 aparecen siempre en las mismas localizaciones debido a la estructura de biconos 2 de la cinta 1.

La sincronización correspondiente para captar siempre cuatro frutos se hace posible mediante el detector de posición 4 y la tarjeta de salida serie 17.

En cada imagen tomada se analizan cuatro ventanas correspondientes a las localizaciones de los cuatro frutos que aparecen. Estas ventanas pueden ser ajustadas interactivamente por el usuario.

Cada fruto 3 pasa por tanto sucesivamente de imagen en imagen por cada una de las cuatro ventanas, almacenándose la información (en la tarjeta 9) para cuatro posiciones diferentes del fruto (correspondientes a su situación en cada una de las cuatro ventanas) y obteniéndose para cada fruto 3 saliente de dichas cuatro ventanas el resultado global correspondiente, que por lo tanto es mucho más fiable y exacto.

El programa es capaz de separar y delimitar cada uno de los cuatro frutos de las imágenes, obteniendo para cada uno de ellos después de haber ocupado las cuatro posiciones posibles el grado de maduración en una escala de 0 a 100 según esté más o menos maduro.

Cuando por cualquier circunstancia hay un hueco entre frutos una ventana estará vacía y las ventanas contiguas también en imágenes sucesivas, lo cual es fácil de detectar debido al fondo oscuro de la cinta 1, asignándose un valor especial para esta situación.

La especial constitución de la cinta de transporte 1 hace que los frutos giren al tiempo que se trasladan, de manera que las cuatro imágenes que se toman para cada fruto 3 corresponden a perspectivas diferentes, siendo así mucho más precisa la asignación del valor de madurez.

Una vez que se obtiene el valor de madurez para un fruto 3, dicho valor se transmite al correspondiente sistema de clasificación cuando éste lo solicita.

Los frutos 3 se seleccionan exclusivamente atendiendo a su color, y en este ejemplo se cuantifica con el sistema RGB.

Debido a que en los frutos 3 a catalogar predominan grandemente los colores rojo y verde (R y G), siendo precisamente estos colores los que indican su grado de madurez, se puede cuantificar ésta únicamente en el plano RG sin apreciables márgenes de error, con lo que se simplifica mucho el tratamiento y procesado de la información correspondiente.

Esta circunstancia se representa en la figura 2, de manera que para cada fruto 3, después del correspondiente análisis le corresponde un punto P en el plano RG.

Los valores de abscisas y ordenadas  $I_g$  e  $I_r$  respectivamente de dicho punto P representan las componentes de intensidad verde y roja y por tanto el grado de madurez, o lo que es equivalente, cuanto mayor sea el ángulo A entre la recta que une el punto P con el origen de coordenadas O y el eje horizontal G, mayor será la madurez del fruto 3.

Los reflejos que aparecen en los frutos por la iluminación son fáciles de detectar y se eliminan tratándolos como puntos ruidosos.

Los algoritmos de tratamiento de color que se han desarrollado presentan tres etapas básicamente:

- determinación de la zona que corresponde al fruto dentro de una ventana.
- eliminación de partes con brillos o componentes ruidosas de la zona obtenida en la anterior etapa,
- y
- determinación del grado de color conjunto de la zona obtenida en la anterior etapa, es decir, la zona del fruto sin brillos y sin el fondo de la ventana.

Al final, según sea dicho grado de color, se asigna un valor en una escala de 0 a 100, correspondiendo el 0 al máximo de madurez y el 100 al mínimo.

El procesos de análisis de imagen y toma de decisiones en este ejemplo de realización se efectúa con una rutina cuyo esquema genérico se muestra en el siguiente algoritmo:

*Función Secuencia\_Imágenes ()*

Inicializar las estructuras de datos;  
fin\_análisis=FALSE;

*Mientras (NO fin\_análisis)*

Esperar la señal del puerto E/S;

Capturar imagen;

*Para* cada ventana de la imagen

/\*separa los planos RGB de la ima-

gen\*/

Obtener\_plano (R);

Obtener\_plano (G);

Obtener\_plano (B);

*Para* cada pixel de la imagen

Determinar la validez del pixel ana-

lizado;

*Si* pixel válido

Obtiene nivel de color;

Actualizar estructuras de datos;

*Fin si*

*Fin para*

*Fin para*

Calcular característica del fruto saliente;

Inicializar nuevo fruto para ser procesado;

Comprobar fin de secuencia;

*Si* fin de secuencia

fin\_análisis=TRUE;

*Fin si*

*Fin mientras*

*Fin función*

La estructura de datos que se utiliza permite el análisis de cada fruto 3 desde cuatro perspectivas distintas. Es una lista enlazada circular que mantiene cuatro nodos con un campo de datos analizados y otro campo de datos acumulados.

35

40

45

50

55

60

65

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la clasificación cromática de productos, que cuenta con sistemas informáticos de visión artificial aplicados a una cinta transportadora (1) que desplaza frutos (3) de los que se desea determinar su grado de madurez, **caracterizado** porque presenta:

- una primera etapa de desplazamiento uniforme de los frutos (3) en la cinta transportadora (1), quedando dichos frutos (3) alineados equidistantemente y disponiendo dicho desplazamiento de medios de sincronización con los sistemas informáticos;
- una segunda etapa de iluminación especial de una zona que abarca un número determinado N de frutos (3) consecutivos;
- una tercera etapa de captación de la imagen a color de los N frutos iluminados en la segunda etapa;
- una cuarta etapa de almacenamiento de las imágenes captadas en la tercera etapa con posibilidad de monitorización de las mismas;
- una quinta etapa de tratamiento informático de las imágenes almacenadas en la cuarta etapa atendiendo a criterios cromáticos de las mismas, asignándose un valor a cada fruto (3) saliente de la zona referida en la segunda etapa representativo de la madurez de dicho fruto (3); y
- una sexta etapa de transmisión del valor referido en la quinta etapa a un sistema o dispositivo clasificador cuando éste lo solicita.

2. Procedimiento para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 1, **caracterizado** porque en la quinta etapa, el tratamiento informático se efectúa con N imágenes consecutivas para cada fruto (3), siendo N el número referido en la segunda etapa, de manera que el color de cada fruto (3) se evalúa N veces distintas correspondientes a N distintas posiciones de éste en la zona aludida en la segunda etapa, dando origen a N valores cuya media, ponderada o no, es el valor referido en la quinta etapa y asignado al fruto saliente (3).

3. Procedimiento para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque cada una de las N veces que se evalúa el color de un fruto (3) en la quinta etapa se efectúa:

- una primera subetapa de determinación del área que corresponde al fruto (3) dentro de una ventana de imagen que es parte de la zona referida en la segunda etapa;
- una segunda subetapa de determinación de eliminación de las partes con brillos o ruidosas del área referido en la primera subetapa, obteniéndose un área diferencia equivalente al área referida en la primera subetapa menos el área de las partes con brillos referida en la segunda subetapa; y

- una tercera subetapa de determinación del grado de color conjunto del área diferencia definido en la segunda subetapa.

4. Procedimiento para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 3, **caracterizado** porque en la tercera subetapa la determinación del grado de color según un espacio RGB (rojo, verde, azul) se realiza únicamente en el plano RG (rojo, verde), simplificándose grandemente el procesamiento de datos y el sistema correspondiente, sin pérdida de fiabilidad al ser los colores R y G prácticamente los únicos representativos en la evaluación de la madurez de los frutos (3) a los que se aplica el procedimiento.

5. Procedimiento para la clasificación cromática de productos, según la reivindicaciones 1, 2 y 3, **caracterizado** porque el número N es igual a cuatro.

6. Dispositivo para la clasificación cromática de productos, que emplea el procedimiento de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado** porque cuenta con una cinta de transporte (1) formada por biconos (2) que permiten un distanciamiento regular entre los frutos (3) que transporta y dotada de un detector de posición (4) conectado a una tarjeta o puerto de entrada/salida serie (17) que a su vez conecta con un ordenador (10); existiendo en la cinta (1) una cámara de iluminación (5) por la que pasan los frutos (3) y cuya correspondiente zona iluminada es captada por una cámara de vídeo a color o similar (6) que conecta con una tarjeta de adquisición y almacenamiento de imágenes (9) conectada por una parte al ordenador (10) y por otra parte a un monitor (16) a través de un modulador de frecuencia (15); disponiendo el ordenador (10) de una tarjeta de comunicaciones conectada con una unidad de control central susceptible de conectarse a otros dispositivos similares al descrito a través de las correspondientes tarjetas de comunicaciones.

7. Dispositivo para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la cámara de iluminación (5) es un recinto cerrado, iluminado con luz fluorescente alimentada por medio de balastos electrónicos, en orden a conseguir una correcta iluminación de los frutos (3).

8. Dispositivo para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 6, **caracterizado** porque la cámara de vídeo a color o similar (6) es de tipo CCD con salida PAL, RGB, o Y + C.

9. Dispositivo para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el ordenador (10) es de tipo PC con tarjeta de vídeo VGA, con disco duro y/o disquete, con al menos 640 KB de memoria RAM, con sistema operativo DOS 3.0 o superior y con tres tarjetas de expansión constituidas por la tarjeta o puerto de entrada/salida serie (17), la tarjeta de adquisición y almacenamiento de imágenes (9) y la tarjeta de comunicaciones.

10. Dispositivo para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la tarjeta o puerto de entrada/salida serie (17) es de tipo RS-232.

11. Dispositivo para la clasificación cromática

de productos, según la reivindicación 9, **caracterizado** porque la tarjeta de comunicaciones es de tipo RS-485 y establece un canal diferencial a 62,5 KB.

12. Dispositivo para la clasificación cromática de productos, según la reivindicación 9, **ca-**

5

**racterizado** porque la tarjeta de adquisición y almacenamiento de imágenes (9) es una tarjeta digitalizadora de vídeo en color con una resolución máxima de 512 x 512 píxeles y que permite la captura del vídeo en formatos PAL, Y + C ó RGB.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

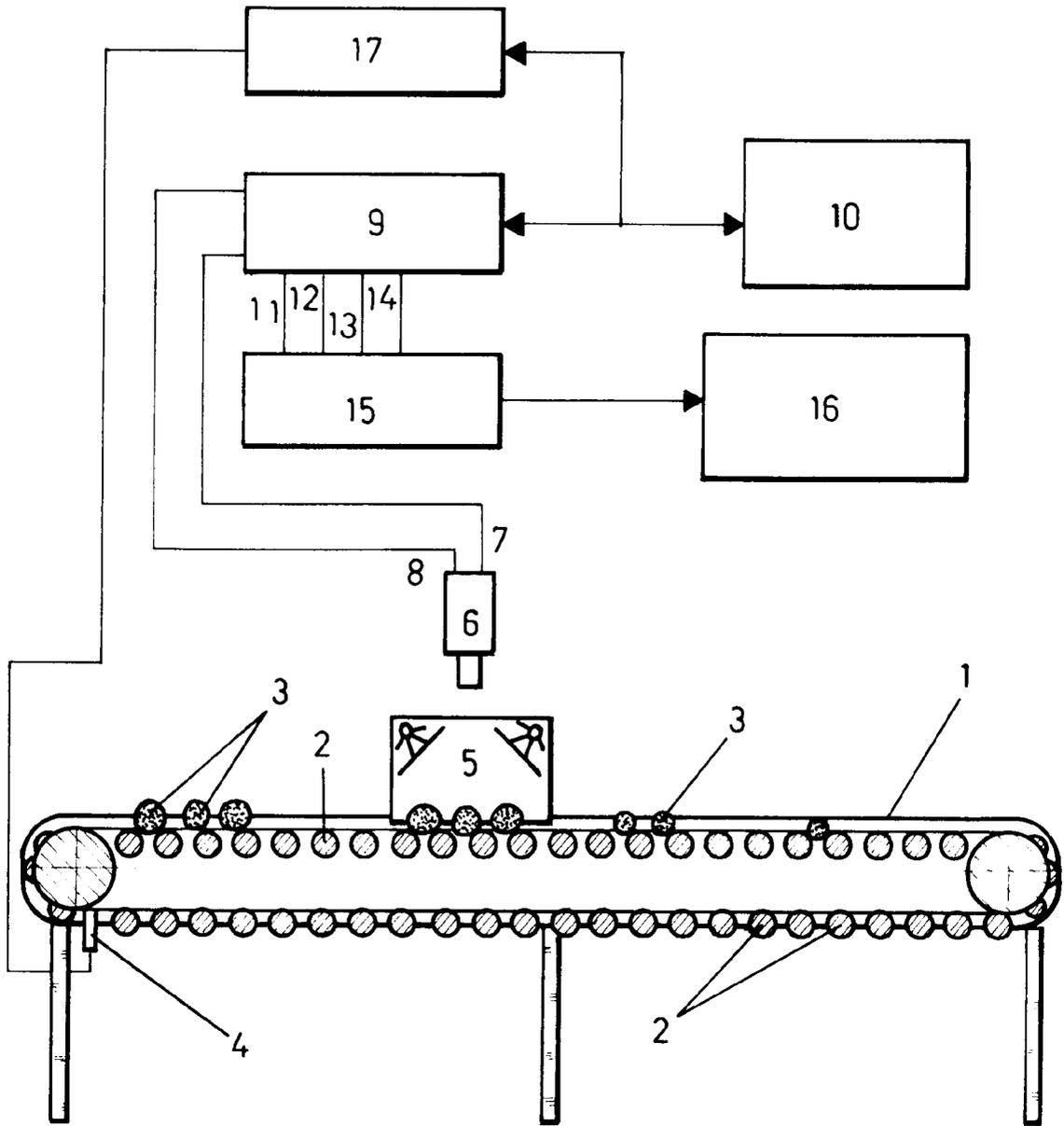


FIG. 1

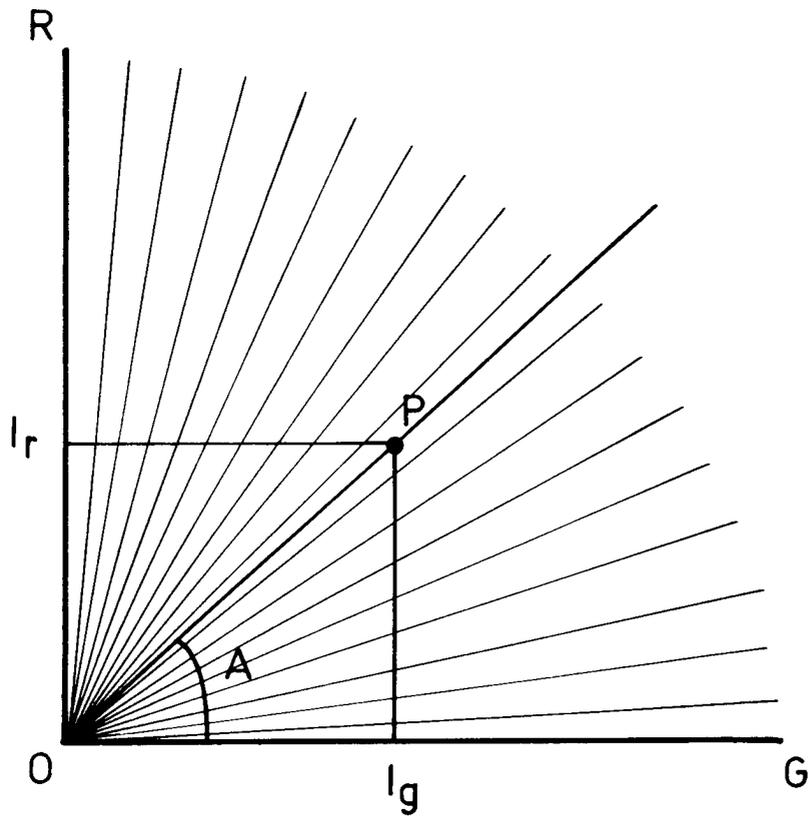


FIG. 2



INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑮ Int. Cl.<sup>6</sup>: B07C 5/342

DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | Documentos citados   | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|--|----------------------------|
| X<br>Y    | US 5339963 A (YANG TAO) 23.08.1994, todo el documento.                                       | 1-5<br>6-12                |
| X<br>Y    | WO 9104803 A (COLOUR VISION SYSTEMS LTED.) 18.04.1991, todo el documento.                    | 1-5<br>6-12                |
| X<br>A    | EP 0554954 A (AWETA BV) 11.08.1993, reivindicaciones; figuras 4,5.                           | 1-5<br>6-8                 |
| A         | WO 9613340 A (HORTICULTURAL AUTOMATION LTED.) 09.05.1996, página 5, líneas 3-9; figuras 3,4. | 1-6                        |
| A         | US 5085325 A (CLARENCE S. JONES et al.) 04.02.1992, columna 5, líneas 56-62; figura 2.       | 1,6-12                     |
| A         | US 4940536 A (COWLIN SIMON et al.) 10.07.1990  |                            |
| A         | EP 0122653 A (INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE) 24.10.1984                                    |                            |

**Categoría de los documentos citados**

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

**Fecha de realización del informe**  
19.11.98

**Examinador**  
F. Díaz Suero

**Página**  
1/1