



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 292 437**

(51) Int. Cl.:
G06K 9/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **00921118 .6**

(86) Fecha de presentación : **07.04.2000**

(87) Número de publicación de la solicitud: **1093633**

(87) Fecha de publicación de la solicitud: **25.04.2001**

(54) Título: **Sistema de identificación del iris y método de identificación de una persona mediante reconocimiento del iris.**

(30) Prioridad: **09.04.1999 KR 99-012438**
09.04.1999 KR 99-012439
09.04.1999 KR 99-012440

(73) Titular/es: **Iritech, Inc.**
201 N. Dupont Parkway
New Castle, Delaware 19720, US

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2008

(72) Inventor/es: **Kim, Dae-Hoon;**
Ryoo, Jang-Soo y
Park, Jun-Yong

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2008

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

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

Sistema de identificación del iris y método de identificación de una persona mediante reconocimiento del iris.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un sistema de identificación del iris y a un método para confirmar la identidad de un ser vivo usando una imagen del iris. Más específicamente, la invención se refiere a un método de identificación del iris determinando uno o más parámetros de identificación relacionados con la estructura fibrosa del iris, la forma de una corona nerviosa autónoma (ANW) y la pupila y su reacción espontánea a luz, y la existencia, forma y localización de una laguna de la imagen del iris.

Técnica antecedente

Un sistema conocido de identificación del iris para identificar a una persona específica compara el código del iris de la señal de la imagen de la parte de iris tomada de un ojo de una persona con la información del iris correspondiente buscada en una base de datos para aceptar o rechazar a una persona particular de acuerdo con el resultado de la comparación. Este sistema convencional de identificación del iris, sin embargo, no ha conseguido aceptablemente un alto nivel de precisión de identificación.

Además, como diversos sistemas de identificación del iris tienen limitaciones para distinguir si están observando el iris real de un ser humano vivo, no puede usarse de forma segura con sistemas tales como sistemas para bancos, sistemas de liquidación electrónica o similares debido al alto riesgo de una mala identificación de imágenes del iris falsificadas.

El documento japonés JP9212644 describe un sistema para confirmar la identidad de un ser animado mediante exploración del iris, que comprende: (a) una unidad de control para recibir la información del identificador que identifica al ser animado, y una unidad de almacenamiento de datos que incluye una base de datos a la que tiene acceso la unidad de control que contiene información personal predeterminada asociada con un ser identificable para comparación con la información del identificador; (b) una unidad de recogida de imagen del iris que incluye una cámara que funciona mediante la unidad de control cuando la información del identificador se corresponde con la información predeterminada para capturar imágenes del iris para crear señales de imagen de entrada; y (c) una unidad procesadora de datos para procesar las señales de imagen de entrada en datos procesados; en el que dicha unidad de almacenamiento funciona para comparar los datos procesados con los almacenados para determinar si hay una coincidencia indicativa de una confirmación de identidad.

Sumario de la invención

Un objeto de la presente invención es verificar la identidad de un individuo usando un sistema de reconocimiento del iris que tiene un alto nivel de precisión.

Otro objeto es conseguir un alto nivel de precisión en la identificación mediante el análisis de una multiplicidad de propiedades asociadas con el iris.

Por consiguiente, un objeto de la invención es identificar el iris de un ser vivo rápida y claramente determinando una pluralidad de parámetros de identificación del iris de acuerdo con una estructura fibrosa del iris que puede obtenerse a partir de una imagen del iris, la reacción de la pupila y la corona nerviosa autónoma causada por la luz, la forma de una corona nerviosa autónoma y pupila, y la existencia, localización y forma de una laguna.

Un sistema para confirmar la identidad de un ser animado explorando el iris de acuerdo con la presente invención, que comprende una unidad de control para recibir información del identificador que identifica al ser animado, y una unidad de almacenamiento de datos que incluye una base de datos a la que tiene acceso la unidad de control que contiene información personal predeterminada asociada con un ser identificable para comparación con la información del identificador. Una unidad de recogida de la imagen del iris incluye una cámara funcional mediante la unidad de control cuando la información del identificador corresponde a la información predeterminada para capturar inicialmente imágenes del iris para crear señales de imagen de entrada. Una unidad de procesamiento de datos pre-procesa las señales de imagen de entrada en datos procesados incluyendo sectores de identificación y exclusión de la imagen del iris con interferencia comparando variaciones de coeficientes espectrales de alta frecuencia en sectores adyacentes. La unidad de almacenamiento incluye, para cada ser identificable, al menos uno de una pluralidad de parámetros pre-almacenados para identificación del iris seleccionados entre el grupo compuesto por (1) la densidad y la forma de la textura de la estructura fibrosa del iris usando un método de transformación de frecuencia; (2) reacción de la pupila; (3) la forma de la pupila; (4) reacción de la corona nerviosa autónoma; (5) la forma de la corona nerviosa autónoma; (6) la existencia de laguna; (7) la localización de la laguna; y (8) la forma de la laguna. La unidad de control funciona para comparar los datos procesados con el parámetro o parámetros para determinar si hay una coincidencia indicativa de una confirmación de identidad y para analizar una seleccionada de las señales de imagen de entrada con un sistema multisector variable de conversión espectral usando el método de transformación de frecuencia.

De acuerdo con un aspecto preferido de la invención, la cámara está estructurada para fotografiar ambos ojos del ser animado. La unidad de procesamiento de datos procesa por separado las señales de entrada de imagen en datos procesados representativos de cada ojo. De esta manera, puede conseguirse un mayor nivel de precisión de la identificación para confirmar la identidad del ser animado explorando su iris.

Para acceder al sistema de identificación, un ser a identificar inicialmente introduce la información del identificador en el sistema. En ciertas realizaciones, los datos de información del identificador pueden introducirse usando una unidad de lectura de tarjeta, una unidad de introducción de clave o similares, en las que un PIN (número de identificación personal) o algún otro identificador único se usa para acceder al sistema. También es posible utilizar sistemas accionados por voz.

La unidad de recogida de imagen del iris incluye preferiblemente una fuente de luz que funciona mediante la unidad de control junto con la cámara para capturar, en sucesión, una pluralidad de imágenes del iris para crear las señales de imagen de entrada. Iluminando el ojo, se apreciará que se hace que el iris se contraiga y, por lo tanto, la sucesión de imágenes posibilitará que el sistema capture la contracción y, si se desea, la posterior dilatación del iris. La fuente de luz preferiblemente es una fuente infrarroja.

De acuerdo con otra característica única de la invención, el sistema presenta una interfaz entre la unidad de recogida de imagen del iris y la unidad de control para posibilitar que la cámara se alinee automáticamente con el ojo del usuario basado en el acceso a transformación personal predeterminada en la base de datos que contiene atributos del físico del usuario trasladados a los datos de colocación.

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema preferiblemente tiene una capacidad para analizar diferentes parámetros atribuibles a las características del iris. Sin embargo, la invención puede hacerse funcionar para confirmar la identidad de un usuario explorando y analizando únicamente uno de los parámetros de procesos mencionados anteriormente o un subconjunto de los parámetros de proceso hasta e incluyendo todo el conjunto de parámetros.

Las técnicas únicas usadas para analizar la densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris preferiblemente incluyen métodos de transformación de frecuencia que utilizan la transformada de Haar. De acuerdo con la realización actualmente preferida, la invención proporciona un sistema multiselector variable de conversión espectral usando funciones de transformadas de Haar. Con este enfoque único, una seleccionada de las imágenes del iris se divide en una multiplicidad de sectores en los que, para cada sector, se calcula un número de coeficientes de la función de Haar. Este sistema multiselector de análisis espectral ventajosamente posibilita la exclusión de ciertos sectores del iris que se confunden por las interferencias causadas por ejemplo por la presencia de defectos o interferencias con el párpado o pestañas, etc. Estos defectos se manifiestan ellos mismos a través de la generación de coeficientes de alta frecuencia y a través de variaciones agudas predeterminadas entre los coeficientes de sectores adyacentes. De esta manera, un sector adyacente por análisis de sectores posibilita la aplicación única de transformaciones de Haar a la tecnología de reconocimiento del iris.

Utilizando transformadas de Haar, en combinación preferida con la selección de coeficientes de Haar representativos de las zonas de baja frecuencia seleccionadas, es posible crear un registro de referencia del iris que tiene un alto nivel sin precedentes de precisión en el reconocimiento. La presente invención, en ciertas realizaciones, utiliza la serie sucesiva de imágenes del iris para generar un histograma de pupila o pupilograma que está representado por una curva que muestra contracción y dilatación del iris con el tiempo. La presente invención, proporciona nuevas técnicas para analizar el pupilograma por análisis de sus cambios de gradiente como un medio adicional para mejorar la precisión de la identificación. La presente invención realiza también el análisis del límite, forma y orientación de la pupila como otro medio para mejorar la precisión de identificación.

La presente invención procesa también la información relacionada con la forma y reacción de la corona nerviosa autónoma así como la existencia y localización y forma de la laguna, si la hubiera, como otro medio de potenciar la precisión de la identificación.

Los métodos para confirmar la identidad de los seres animados, se proporcionan también mediante la presente invención basada en la selección única de los parámetros de identificación del iris como se ha descrito anteriormente.

Otros objetos y ventajas más de la presente invención resultarán fácilmente evidentes para los especialistas en esta técnica a partir de la siguiente descripción detallada, en la que únicamente se muestran y describen las realizaciones preferidas de la invención, simplemente a modo de ilustración del mejor modo contemplado para realizar la invención. Como se entenderá, la invención es capaz de otras realizaciones diferentes, y sus diversos detalles son capaces de modificaciones en diversos aspectos obvios, todos sin alejarse de la invención. Por consiguiente, el dibujo y la descripción deben observarse como de naturaleza ilustrativa y no restrictiva.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar para identificar el iris de un ser vivo de acuerdo con la presente invención;

ES 2 292 437 T3

La Figura 1B es una vista lateral en perspectiva de una cámara que representa una realización de una unidad de recogida de imagen del iris en la realización de la Figura 1A y un sistema de iluminación de la misma;

La Figura 2 es un dibujo de referencia tomado parcialmente de la Figura 1B para describir un indicador de visión usado para la unidad de recogida de imagen del iris de la Figura 1B;

La Figura 3 es una vista detallada del indicador de visión de la Figura 2;

La Figura 4 es un dibujo de referencia para describir el indicador de visión en la Figura 2 que refleja una fuente de luz de guía de visión al ojo de un usuario;

La Figura 5 es una vista frontal de una segunda lente en el sistema de la Figura 1B;

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un ejemplo de captura de señal de imagen en la unidad de recogida de imagen del iris realizado mediante control por ordenador;

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un ejemplo del ajuste de altura de la cámara de la Figura 6;

La Figura 8 es una vista ejemplar de la imagen del iris para describir la región seleccionada (x) de la señal de imagen de entrada requerida para el análisis del iris;

La Figura 9 es un diagrama de flujo de alto nivel para explicar todo el funcionamiento del método de identificación del iris de la invención;

Las Figuras 10A-10C son diagramas de flujo secuenciales detallados del diagrama de flujo de la Figura 9;

La Figura 11 es un ejemplo de la imagen del iris para describir el movimiento del iris dinámico y la corona nerviosa autónoma a un cierto ángulo θ , y la Figura 12 es un gráfico correspondiente que representa los radios de la pupila de la Figura 11, en forma de un histograma de pupila o pupilograma, y la corona nerviosa autónoma transformada en datos unidimensionales con una variación en el tiempo;

La Figura 13 es una vista ejemplar de la corona nerviosa autónoma y laguna donde se ha extraído un borde de la imagen del iris;

La Figura 14 es una vista ejemplar de la corona nerviosa autónoma y laguna de la Figura 13, que se transforma en datos unidimensionales con la transformada del eje medio;

La Figura 15 es un diagrama de la estructura de mariposa del gráfico de flujo de transformación de Haar;

La Figura 16 es una vista ejemplar de la imagen del iris para describir el sistema multisector variable de conversión espectral;

La Figura 17 es un gráfico de otro pupilograma del radio medio de la pupila con el tiempo;

La Figura 18 es una vista ejemplar de la pupila que incluye información característica de la pupila a extraer.

Descripción detallada de los dibujos

La Figura 1A es un diagrama de bloques de un sistema 14 para identificar el iris de un ser vivo de acuerdo con la invención. Un ser vivo incluye cualquier ser animado con un iris identificable incluyendo humanos y animales. El sistema 14 comprende preferiblemente una unidad de lectura de tarjeta 14 que lee, accediendo a un medio de registro de información de una tarjeta, e identifica la información registrada en la tarjeta que almacena un número de tarjeta personal. Una unidad de introducción de clave 50, que tiene una pluralidad de teclas para introducir los PIN, genera señales eléctricas correspondientes a cada entrada de clave. Una unidad de recogida de imagen del iris 20 tiene una pluralidad de fuentes de luz que parpadean automáticamente en secuencia de acuerdo con un orden predeterminado de señales de control específica para posibilitar que una cámara con una función de enfoque automático capture imágenes dinámicas del iris durante un número de segundos (por ejemplo, a velocidades que generan más de 25 fotogramas por segundo). Una unidad impulsora 30 proporciona energía a la unidad de recogida de imagen del iris 20 para iluminación y ajuste de la posición de la cámara suministrando una señal de control particular usando un motor.

Una unidad procesadora de datos 60 pre-procesa la señal de imagen de entrada capturada por la unidad de recogida de imagen del iris 20. Una unidad de almacenamiento de datos 80 forma una base de datos para almacenar una pluralidad de parámetros de identificación incluyendo 1) la densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris extraíble de la señal de la imagen de iris individuales, 2) el movimiento de la corona nerviosa autónoma (ANW) en respuesta a la luz, 3) el movimiento de la pupila en respuesta a la luz, 4) la forma de la ANW, 5) la forma de la pupila, 6) la existencia y localización en forma de laguna en asociación con cada número de tarjeta personal o PIN de cada persona, respectivamente. Una unidad de control 70 distingue el iris para una persona particular confirmando la identidad de un usuario buscando en la base de datos el número de la tarjeta o PIN introducido o leído por la unidad

de lectura de tarjetas o unidad de introducción de clave, adquiriendo imágenes de iris dinámicas, ajustando la posición de la cámara automáticamente en base a la información personal y determinando una pluralidad de parámetros de identificación del iris para determinar la identidad del usuario a partir de las señales de imagen. En este caso, no sólo la información del iris para una persona particular, sino la información adicional para cada persona (por ejemplo información de estatura personal pertinente a la altura de la cámara cuando se captura la imagen del iris, o altura de la cámara más apropiada para cada persona) pueda almacenarse en la unidad de almacenamiento de datos 80, de manera que la unidad 80 puede ajustar la altura de la cámara automáticamente leyendo la información adicional.

La Figura 1B es una vista lateral en perspectiva de una parte de una cámara binocular y un sistema de iluminación que representa una ilustración ejemplar de esta unidad de recogida de imagen del iris 20 de la Figura 1A. La unidad de recogida de imagen del iris 20 está provista con una cámara 16 y una pluralidad de primera y segunda lentes 11 y 12 en los lugares requeridos para capturar imágenes del iris. Es preferible usar la cámara 16 que tiene una zona de captura variable (zona flexible) para enfoque automático. Adicionalmente, es preferible el uso de una segunda lente 12 que tiene una profundidad focal de más de 5 m para evitar la degradación de la función de enfoque automático como resultado del movimiento de los párpados o pestañas del usuario y por el parpadeo del ojo. La primera y segunda lentes 11, 12 preferiblemente se proporcionan para cada ojo.

La unidad de recogida de imagen del iris 20 está provista adicionalmente con una unidad de guía de visión 18 (véanse las Figuras 2-4) para evitar el desplazamiento del iris a un lado fijando los ojos del usuario en la parte central de la cámara junto con la unidad de recogida de imagen del iris 20 de la Figura 1B. Además, en algunas circunstancias, las fuentes de luz laterales pueden usarse para el enfoque automático inicial y el ajuste de luminancia. La Figura 2 es una vista de referencia tomada desde la Figura 1B para describir el indicador de visión y la Figura 3 muestra el indicador de visión de la Figura 2 en detalle. La Figura 4 es un dibujo de referencia para describir el funcionamiento del indicador de visión en la Figura 2 que refleja la luz desde la fuente de luz de la guía de visión L4 a los ojos del usuario.

Como se muestra en las Figuras 2-4, la unidad de guía de visión puede estar compuesta por una fuente de luz de guía L4 (denotada también con el número de referencia 17) que emite una luz fina azul o roja para guiar la visión del usuario. Una unidad de reflexión 18b refleja la luz desde la fuente de luz 17 lejos de la parte central de la cámara 16 y una unidad de soporte 18a soporta la unidad de reflexión alineada con el centro de la lente. En este caso, la unidad de soporte 18a está construida preferiblemente con un material de tipo vidrio transparente para evitar que afecte a la imagen del iris incluso cuando se pone en el centro de la lente. La unidad de reflexión 18b tiene una cierta inclinación y una superficie especular para reflejar la luz desde la fuente de luz de guía de visión L4 al ojo del usuario.

La Figura 5 es una vista frontal de la segunda lente 12 de la Figura 1B. En una cierta localización del frente de la segunda lente 12, se proporciona una fuente de luz intermitente L3 (12b) que estimula el movimiento (es decir, contracción o dilatación) de la pupila y la ANW. Una pluralidad de fuentes de luz infrarroja L2 (12a) se dispone en un conjunto circular o en forma de anillo a lo largo de la periferia de la lente 12 y se controla mediante software para permitir que la cámara 16 capture la imagen del iris y una imagen pupilar clara. La fuente de luz intermitente 12b preferiblemente es un diodo azul controlado por el software para iluminar automáticamente en un ciclo corto.

La Figura 6 es un diagrama de flujo de un ejemplo de captura de señal de imagen con la unidad de recogida de imagen del iris 20 realizada por el ordenador de control. En la etapa de ajuste S61, la posición de la cámara (altura) se ajusta usando la información personal buscada en la base de datos en base al número de tarjeta o al PIN, y la pluralidad de fuentes de luz (12a y 17) se cambian simultáneamente para enfoque automático y atraer los ojos del usuario al objetivo de la lente. En la etapa S62, los ojos del usuario se guían hacia la lente del objetivo usando la fuente de luz iluminada 17. El enfoque automático de la cámara ocurre en la etapa S63. En la etapa S67, la imagen dinámica de la ANW y la pupila en movimiento se adquiere durante un periodo de segundos con la iluminación (S66) de la fuente de luz 12b en un ciclo corto que induce el momento de la pupila y ANW del iris. En la etapa S68, todas las fuentes de luz iluminadas se apagan después de las etapas anteriores S61-S68.

La Figura 7 es un diagrama de flujo del detalle del ajuste de la altura de la cámara en la etapa S61 de la Figura 6, comprendiendo el diagrama de flujo las siguientes etapas: introducir un número de tarjeta o un PIN (S71); adquirir la información relacionada con la altura de la cámara de la persona correspondiente buscando en la base de datos con el número de tarjeta o PIN introducido (S72); y ajustar la altura de la cámara adecuadamente a la persona correspondiente haciendo girar el motor en una dirección hacia delante o hacia atrás (S73) después de comparar la información adquirida de la altura de la cámara con la información de la altura actual de la cámara.

La Figura 8 es una vista ejemplar de la imagen del iris para describir la zona de selección (x) de la señal de imagen de entrada requerida para hacer el análisis del iris de acuerdo con una realización de la invención. La zona que debe seleccionarse para analizar el iris debe incluir al menos una parte de la ANW 10b y toda la pupila 10a. Además, la zona de selección (x) es preferiblemente una parte vista claramente y no afectada por los párpados, pestañas, etc. y se ajusta dentro de un intervalo mayor que un tercio y menor que la mitad del diámetro del iris.

La Figura 16 es una vista ejemplar del análisis de imagen del iris empleando el sistema multisector variable de análisis espectral en una realización preferida de la invención, como se describirá completamente a continuación. El sistema multisector variable de análisis espectral permite la selección de partes visibles del iris, no confundidas por interferencias, para análisis, aumentando de esta manera la fiabilidad del proceso de identificación. Las característi-

cas anatómicas de la abertura del ojo y tumescencia de los párpados son identificables y excluibles. Los defectos o interferencias con los bordes no pueden aproximarse de antemano, es decir, el deslumbramiento, son identificables y excluibles.

La Figura 9 es un diagrama de flujo de alto nivel para describir todo el método de identificación del iris de la presente invención, mientras que las Figuras 10A-10C son diagramas de flujo secuenciales detallados de las etapas del diagrama de flujo de alto nivel de la Figura 9.

Como se representa en las Figuras 10A-10C, en el método de identificación del iris de acuerdo con la presente invención, pueden llevarse a cabo diversas realizaciones incluyendo uno o más de los siguientes procesos. En primer lugar, un número de tarjeta o proceso de confirmación de PIN S101-S103 determina la identidad de un usuario buscando y obteniendo información personal de acuerdo con el número correspondiente de la base de datos. Después de introducir el número de tarjeta o el PIN, un proceso de adquisición de imagen S104-S105 adquiere imágenes del iris dinámicas ajustando la posición de la cámara de acuerdo con la información personal del usuario obtenida durante el proceso de confirmación y controlando la pluralidad de fuentes de luz. Los diferentes parámetros de identificación que pueden obtenerse y analizarse de acuerdo con la presente invención se describirán a continuación.

Densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris

Un proceso de confirmación de la estructura fibrosa del iris S106-S110 se usa para determinar la identidad del usuario con parámetros de identificación correspondientes, después de determinar los parámetros de identificación transformando la señal de imagen de la zona que pertenece al análisis del iris con una transformada de Wavelet de la imagen del iris aún seleccionada adquirida durante el proceso anterior. La transformada puede aplicarse a la zona de la Figura 8 o a un sector individual de la Figura 16 como se describe a continuación en relación con el sistema multisector variable del análisis espectral.

En una realización de la presente invención, el proceso de confirmación de la estructura fibrosa del iris puede estar compuesto por las etapas de: seleccionar S106, S107 (Figura 10A) una zona (zona de selección x; que incluye esencialmente una parte de la ANW y la pupila entera, dentro del intervalo mayor de un tercio y menor de la mitad del diámetro del iris) perteneciente al análisis de imagen del iris por pre-procesado de la señal dinámica de la imagen del iris: determinar en la etapa S108 los parámetros de identificación a partir de los coeficientes de transformada de Wavelet que representan la información especializada de la densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris después de transformar la señal de imagen aún seleccionada, de la zona de selección con una transformada de Wavelet bidimensional (por ejemplo, una transformada de Wavelet tal como la transformada de Haar); y confirmar con las etapas S109, S110 la identidad del usuario buscando los parámetros correspondientes en la base de datos.

Transformada de Wavelet

En general, la densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris es diferente de una persona a otra. Si se realiza la transformada de Wavelet (especialmente una transformada de Wavelet tal como la transformada de Haar) que contiene la información pertinente respecto a densidad principalmente en la zona de baja frecuencia, entonces, en particular los componente de baja frecuencia de los coeficientes de la transformada de Haar bidimensional tienen la mayor parte de la información de la densidad y forma de la textura fibrosa del iris.

Los componentes de baja frecuencia se seleccionan de manera que tienen la mayor parte de la información sobre la densidad y la forma de la textura fibrosa del iris realizando la transformada de Wavelet para la señal de imagen del iris seleccionada como se ha descrito anteriormente, determinando la frecuencia característica y fijando los coeficientes de baja frecuencia seleccionados de la transformada de Haar bidimensional, que muestra la frecuencia característica como parámetros de identificación.

La transformada de Haar aplicada como tal en la invención es simétrica, separable y unitaria, y usa la siguiente función de Haar que varía de acuerdo con el tamaño (escala) y localización.

Una función Haar adicional se define de la siguiente manera:

$$\varphi[l] = \begin{cases} 1 & 0 \leq l < \frac{1}{2} \\ -1 & \frac{1}{2} \leq l < 1 \\ 0 & \text{en otras} \\ & \text{circunstancias} \end{cases}$$

$$\varphi_{m,n}[l] = 2^{-m/2} \varphi[2^{-m}l - n], \quad m, n \in \mathbb{Z}.$$

Para simplificación del algoritmo de análisis espectral, una realización preferida excluye el factor de normalización $2^{-m/2}$. Por lo tanto, la definición de la función anterior se convierte en:

$$\varphi_{m,n}[l] = \varphi[2^{-m}l - n], \quad m, n \in \mathbb{Z}.$$

Esta función se denomina también funciones de signo de Haar. El número binario de la función determina el orden de la función en la lista.

Sería un cálculo tremendo debido al gran tamaño de la imagen, cuando se determina la transformada de Haar real, en la presente invención; sin embargo, el tiempo de cálculo mejora en gran medida con la estructura de mariposa del gráfico de flujo de transformación.

Una representación gráfica del algoritmo de conversión espectral rápida mediante funciones de signo de Haar se muestra en la Figura 15 (en la que $n=8$), representando la estructura de mariposa del gráfico de flujo de transformación. A lo largo del eje vertical del gráfico están P0-P7 indicando los valores de píxel a convertir.

En este gráfico de flujo, el valor para cada nivel sucesivo que transcurre a la derecha depende de los valores previos basados en las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} X[n] &= (x[n] + x[m])/2; \\ X[m] &= (x[n] - x[m]) \end{aligned}$$

donde $m = n + 1$ y $x[n]$ es el brillo del píxel n .

Como resultado de usar una estructura de mariposa del gráfico de flujo de transformación, el programa de conversión espectral mediante funciones de Haar funciona más de 200 veces más rápido que los anteriores enfoques.

Análisis Multisector Variable

A continuación se describe el sistema multisector variable de conversión espectral usando funciones de Haar. El sistema multisector variable se realiza sobre la zona de selección del método descrito anteriormente en relación con la Figura 8. Ocasionalmente, ocurre interferencia por deslumbramiento, párpados y pestañas en secciones del iris o la gran parte visible del iris no está disponible para análisis. La interferencia o no disponibilidad de parte del iris reduce el número de sectores disponibles para comparación dando como resultado una disminución de la fiabilidad de la identificación de la persona.

El análisis de imagen comienza dividiendo la imagen del iris en un anillo externo 100, como se muestra en la Figura 16 y una zona circular interna que incluye la pupila 120. El borde que separa el anillo interno del externo 100 de la zona circular, se ajusta a una distancia de 50 píxeles desde el radio del iris. Un valor mayor o menor de 50 píxeles puede usarse en realizaciones adicionales. El borde exterior del anillo externo comienza aproximadamente en el borde esclerótica-iris. El diámetro del anillo externo puede variar debido a muchos factores, tales como diferentes tamaños de iris entre los individuos, diferentes intervalos a los que se obtiene la imagen del iris y demás. Como las porciones del iris correspondientes al anillo externo 100 y al área 110 entre la pupila 120 y el anillo externo 100 se contraen y dilatan a diferentes velocidades, se usan diferentes factores de normalización para los anillos interno y externo.

En la realización actualmente preferida, cada área 100, 110 se subdivide después radialmente en 16 sectores preferiblemente ecualizados, un total de 32 sectores indicados mediante los caracteres de referencia I_0 - I_{31} . Para cada uno de los 32 sectores I_0 - I_{31} , se calculan 1.024 coeficientes de la función de Haar, usando la transformada de Wavelet como se ha descrito anteriormente, formando una matriz de 32×32 . Sin embargo, está dentro del alcance de la invención que el número total de sectores ($n+p$) en todas las zonas, el número de sectores en cada zona individual (n, p), el tamaño de los sectores y el número de los coeficientes de la función de Haar puede variar. Es decir, cada zona puede tener diferente número de sectores (n, p), es decir el área 110 puede estar dividida radialmente en 10 sectores ($p=10$) mientras que el anillo externo 100 está dividido radialmente en 16 sectores ($n=16$).

A continuación, los sectores ocluidos o interferidos por los párpados, indicados de forma general por el carácter de referencia 13A y 13B para el párpado inferior y superior respectivamente, o las pestañas, se rechazan mediante una comparación con el coeficiente del sector adyacente. Tras la comparación de los coeficientes de sector adyacente, si se observa una variación pronunciada de coeficientes de alta frecuencia, el sector se rechaza como defectuoso. Haciendo referencia a la Figura 16, la comparación de sectores se realiza a través de grupos de 4 sectores que comienzan en la línea horizontal que separa el sector 0 del 15 y el 7 del 8 y procediendo en sentido horario o antihorario a través de los sectores adyacentes. De esta manera, se comparan los sectores I_0 - I_3 , I_7 - I_4 , I_8 - I_{11} y I_{15} - I_{12} .

Por ejemplo, los coeficientes de alta frecuencia en el sector I_0 e I_1 se comparan y si la diferencia no excede el valor umbral de un coeficiente de alta frecuencia de un sector predeterminado, el sector I_1 se reconoce como bueno. El sector I_0 se reconoce como bueno o se rechazaría durante el análisis de la pupila al cerrar los párpados. A continuación, los coeficientes de los sectores I_1 e I_2 se comparan y como se observa en la Figura 16, el borde del párpado se localiza en el sector I_2 . El borde de en el sector I_2 provocará que la diferencia supere el umbral del coeficiente de alta frecuencia del sector y el sector I_2 se rechazará. Después de rechazar el sector I_2 , el sector I_3 igualmente se rechazará. Un proceso similar se repetirá para los sectores restantes del cuadrante.

Después de retirar los sectores rechazados del análisis, se seleccionó un subconjunto de los 1.024 coeficientes de Haar completos. El número de coeficientes seleccionados se determina por diversos factores. Demasiados coeficientes aumentan innecesariamente el tamaño de la base de datos, y demasiados pocos coeficientes deterioran la calidad de reconocimiento. Adicionalmente, algunos coeficientes no se seleccionan porque cambian considerablemente con el cambio de luminancia de la imagen y algunos coeficientes de alta frecuencia incluyen demasiado ruido. Como resultado de la experimentación, una realización preferida usa 31 coeficientes seleccionados de esta matriz de 32×32 de los 1.024 coeficientes de Haar. La localización particular de la matriz de los coeficientes seleccionados son las siguientes: (0, 1), (1, 0), (1, 1), (0, 2), (0, 3), (2, 0), (3, 0), (1, 2), (1, 3), (2, 1), (3, 1), (0, 4), (0, 5), (0, 6), (0, 7), (4, 0), (5, 0), (6, 0), (7, 0), (1, 4), (1, 5), (1, 6), (1, 7), (4, 1), (5, 1), (6, 1), (7, 1), (2, 2), (3, 2), (2, 3) y (3, 3). Pueden usarse números mayores o menores de los coeficientes en diferentes realizaciones.

La selección de los 31 coeficientes a partir de los 32 sectores I_0 - I_{31} permite la creación de un registro de referencia del iris de aproximadamente 1 kilobyte de tamaño. Los primeros 32 bits del registro contienen los resultados del análisis de rechazo de sectores.

Nuevas imágenes de iris a identificar se procesan de la misma manera que las imágenes de referencia descritas anteriormente. El registro característico obtenido se compara con todos los registros de referencia del iris en la base de datos. La suma de la diferencia entre los coeficientes del iris de entrada y de referencia se calcula en una base de sector a sector. El valor sumado está dentro de un intervalo de 0 a 2 debido a la normalización del coeficiente. Un valor sumado de 1 representa una imagen absolutamente gris. 0 representa coincidencia completa de los espectros del sector y 2 representa modulo igual pero signo opuesto de los espectros.

Después de la experimentación directa, se ha determinado que algunos sectores difieren entre los sectores de referencia debido a la peristáltica del iris (movimientos espontáneos rápidos de algunas áreas del iris). De esta manera, sólo aquellos factores en los que el valor sumado es menor de 1 se usan preferiblemente en el análisis de la imagen del iris. De esta manera, los sectores invalidados por los movimientos peristálticos se añaden a los factores rechazados y se excluyen del intento de reconocimiento. El número mínimo de sectores usado en el análisis de la imagen del iris es de 10 para cada ojo. Pueden usarse menos sectores con una disminución correspondiente en la calidad de reconocimiento. Los resultados de comparar coeficientes de sector se multiplican para enfatizar las diferencias. De esta manera, si la imagen a identificar coincide con la imagen de referencia, el valor resultante será próximo a 0. En contraste, imágenes diferentes dan como resultado valores que están en el intervalo de cientos o miles.

A partir del resultado de la transformada de Haar, los coeficientes de la zona de baja frecuencia seleccionados experimentalmente se utilizan para identificación ya que los coeficientes espectrales de baja frecuencia contienen mucha información sobre la densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris.

45 *Corona Nerviosa Autónoma y Reacción de la Pupila*

Un proceso de confirmación de pupila y reacción de ANW S111-S116 de la Figura 10B determina la identidad del usuario mediante los parámetros de identificación correspondientes detectando la pupila y ANW a partir de la imagen dinámica adquirida del iris. Los parámetros de identificación se determinan después usando la reacción dinámica (contracción y dilatación) de la pupila y ANW a partir de la señal de imagen dinámica detectada.

Adicionalmente, en una realización de la presente invención, un proceso de confirmación de pupila y reacción de ANW puede comprender las etapas de: detectar la zona pupilar calculando la parte central de imagen dinámica adquirida del iris (S 111, S 112 de la Figura 10B); calcular la zona de la ANW (S 113); determinar los parámetros de identificación respectivamente para reconocer la pupila viva y ANW (S 114) después de calcular el tiempo de reacción (dilatación o contracción) de la pupila móvil y ANW en la zona detectada; y confirmar la identidad del usuario buscando los parámetros correspondientes en la base de datos (S 115, S 116).

La Figura 11 es una imagen ejemplar de un iris 10c para describir el movimiento de la pupila 10a y ANW 10b a un cierto ángulo θ , y la Figura 12 es un gráfico que ilustra un radio pupilar medio R1, un radio pupilar R2 a un cierto ángulo θ y un radio R3 de la ANW a un cierto ángulo θ , transformado en un dato unidimensional con la variación del tiempo. En la ilustración gráfica, el primer tiempo "t1" representa el tiempo de operación de una fuente de luz intermitente, el segundo tiempo "t2" el tiempo de inicio de la contracción de R1, el tercer tiempo "t3" cuando el radio pupilar medio es mínimo, el cuarto tiempo "t4" cuando el radio pupilar es mínimo a un cierto ángulo θ , el quinto tiempo "t5" cuando el radio de la ANW es mínimo a un cierto ángulo θ . Por lo tanto, como resultado de la comparación de estas imágenes dinámicas, los parámetros de identificación respectivos pueden obtenerse mediante la reacción de la pupila y ANW que reaccionan espontáneamente a la luz.

Para el propósito anterior, la invención utiliza un valor de referencia predeterminado considerado representativo de un ser vivo si el movimiento del radio pupilar excede un cierto porcentaje (por ejemplo mayor del 5 por ciento) cuando la pupila se contrae. El borde pupilar, también debe detectarse a partir de la imagen dinámica del iris capturada para observar el movimiento de la pupila. Actualmente, es posible detectar el borde pupilar después de decidir el centro aproximado del iris usando el algoritmo de búsqueda del centro de simetría.

Con este método, puede ser posible identificar el iris sin ningún error incluso aunque la imagen del iris no se capture en su centro y esté algo desplazada a la derecha o la izquierda.

Cuando la imagen del iris está demasiado ladeada para identificarla, puede capturarse de nuevo. También, cuando se toman otras imágenes en lugar de la imagen de iris, es posible discriminar entre imágenes verdaderas e imágenes falsas en muchos casos.

En el algoritmo de búsqueda del centro de simetría mencionado anteriormente, se obtiene la siguiente ecuación $F(i)$ con respecto a las líneas horizontal y vertical de la imagen.

$$F(i) = \sum_{k=-N}^N \phi(k)x(i+k)$$

en la que

$$\phi(k) = \begin{cases} 1, & (k \geq 0) \\ -1, & (k < 0) \end{cases}$$

y

N es la longitud de la línea de la imagen, $x(i)$ es la luminancia del píxel “ i -ésimo” de la línea horizontal o vertical, mientras que $x(i)=x(0)$ cuando $i \leq 0$, y $x(i)=x(N)$ cuando $i \geq N$.

En dicho caso, el dominio (i) de la definición que minimiza el valor absoluto de la función $F(i)$ está en el centro de simetría. Aplicando estos métodos a las líneas horizontal y vertical, entonces el punto en el que los dominios (i), minimizando el valor absoluto de la función $F(i)$, de la definición cruce se ajusta en el centro de simetría. Si los dominios (i) de la definición de las líneas horizontal y vertical no se cruza, sino que se dispersa especialmente si se desvían de un intervalo predeterminado, esto significa que la imagen capturada no es la imagen del iris o la imagen del iris está demasiado desplazada hacia la derecha o hacia la izquierda; de esta manera, la imagen del iris debe volver a capturarse antes de proceder con cualquier identificación adicional.

En el caso en el que la imagen dinámica se toma del iris anterior, se provoca que la pupila y la ANW se contraigan y dilaten mediante una fuente de luz intermitente 12B. Los movimientos de la pupila y la ANW no ocurren simultáneamente y muestran diferentes tipos de acuerdo con cada persona. Los parámetros a partir de la reacción pupilar y de ANW (Figura 11 y 12) obtenidos a partir de los movimientos que no tienen lugar al mismo tiempo son tales que se usan para la identificación.

Haciendo referencia ahora a la Figura 17, un pupilograma o histograma de pupila representa la contracción y dilatación media de una pupila en respuesta a una luz intermitente en un tiempo T_0 . El eje vertical indica la amplitud o radio de la pupila, mientras que el eje horizontal indica el comienzo del tiempo en T_0 o el tiempo de la luz intermitente. T_L es el tiempo en el que la pupila empieza a contraerse en respuesta a la luz intermitente; $T_L - T_0$ es el tiempo de latencia de respuesta de pupila. A_L es el radio medio de la pupila antes de la primera luz intermitente. T_M es el tiempo en el que la pupila se ha contraído al radio mínimo, A_M . El tiempo para que la pupila se contraiga, excluyendo el tiempo de latencia es $T_M - T_L$ o T_P . T_1 y T_2 son respectivamente el tiempo del fotograma 40 y 70 de la imagen del iris dinámica y A_1 y A_2 son los radios correspondientes de la pupila en los tiempos T_1 y T_2 . S_P es la velocidad de la contracción de la pupila entre T_L y T_M . D_{AB} es la distancia lineal a lo largo de la curva de contracción de la pupila entre T_L y T_M . $\%A_1$ es la proporción de la distancia de dilatación de la pupila a T_1 , o $A_1 - A_m$, a la distancia de contracción de la pupila media o $A_L - A_m$. $\%A_2$ es la proporción de distancia de dilatación a T_2 , o $A_2 - A_m$, a la distancia de contracción de la pupila media o $A_L - A_m$.

Debido a que los pupilogramas de personas que consumen drogas o alcohol difieren de los pupilogramas de personas que no consumen drogas o alcohol, el pupilograma puede usarse para detectar el consumo de drogas y/o alcohol de los individuos. El pupilograma de una persona que consume drogas tiene un tiempo más lento del normal para que la pupila se contraiga al radio mínimo T_M . El pupilograma de una persona que consume alcohol es más plano en comparación con una persona que no consume alcohol, es decir D_{AB} es menor para el consumidor de alcohol. También el $\%$ de A_1 y $\%$ de A_2 son más pequeños para el consumidor de alcohol.

Para detectar la presencia de droga y/o alcohol dentro del cuerpo de una persona, se detecta el valor de los parámetros D_{AB} , S_P , T_2-T_0 , T_M , $\%A_1$ y $\%A_2$ para cada pupila (izquierda y derecha) usando un pupilograma. Se calcula también una proporción de valores entre los ojos izquierdo y derecho para cada uno de estos parámetros. Los valores detectados y calculados se comparan después con los valores normales de una persona que no consume droga o alcohol. Los valores normales de la persona se derivan de la experimentación. Si los valores del parámetro detectado son mucho menores o más bajos que los de los valores de una persona normal, entonces se detecta el consumo de droga y/o alcohol. Si los valores del parámetro detectado son aproximadamente iguales o mayores que los valores de una persona normal, entonces no se detecta el consumo de droga y/o alcohol. De esto se debe a que la pupila de una persona que consume droga y/o alcohol reacciona más lentamente y se contrae una cantidad más pequeña en comparación con una persona que no consume droga y/o alcohol.

Adicionalmente, la proporción de la pupila izquierda y derecha de una persona puede usarse para determinar la presencia de drogas y/o alcohol en el cuerpo de la persona. Las proporciones de los valores definidos anteriormente D_{AB} , S_P , T_2-T_0 , T_M , $\%A_1$ y $\%A_2$ para la pupila izquierda y derecha se comparan después del cálculo como se ha descrito anteriormente. Si las proporciones son mucho mayores o menores que 1:1 en más de aproximadamente el 15%, entonces se ha detectado el consumo de droga y/o alcohol. Si las proporciones son aproximadamente 1:1, entonces no se ha detectado el consumo de droga y/o alcohol. Una persona que consume droga y/o alcohol tiene menos coordinación entre las reacciones pupilares izquierda y derecha, de esta manera una diferencia significativa en la proporción de la reacción de la pupila izquierda y derecha es indicativa del consumo de droga y/o alcohol.

Forma de la corona nerviosa autónoma y pupila

Un proceso de confirmación de la forma de la ANW y la pupila S 117-S 119 determina después la identidad del usuario detectando la ANW y pupila a través de la imagen del iris seleccionada, seguido de la determinación de los parámetros de identificación de acuerdo con la forma detectada de la ANW y pupila. La forma de la ANW se determina de forma única en la presente invención usando una transformada de eje medio aplicada a la señal de imagen del iris seleccionada. La forma de la pupila se determina de forma única en la presente invención usando la detección de borde y algoritmos de ajuste de curva como se sabe en la técnica.

Corona Nerviosa Autónoma

Adicionalmente, en las realizaciones respectivas de la presente invención, el proceso de confirmación de ANW y pupila puede comprender las etapas de detectar con la etapa S 117 (Figuras 10B y 10C) una ANW y pupila a partir de la señal de la imagen del iris seleccionada; calcular con la etapa S 118 los parámetros de identificación basados en la forma de la ANW transformando la señal de imagen bidimensional de la ANW detectada con la transformada del eje medio y la forma de la pupila mediante detección del borde y algoritmos de ajuste de curva como se ha descrito anteriormente; y confirmar con las etapas S 119-S 120 la identidad del usuario buscando los parámetros de identificación correspondientes en la base de datos.

La Figura 13 es una vista ejemplar de una ANW 10b y la laguna 10d representa el borde detectado de la imagen del iris y la Figura 14 es una vista ejemplar de la ANW 10b y la laguna 10d que muestra la Figura 13 en unos datos unidimensionales transformados por la transformada del eje medio.

La transformada del eje medio del objeto que tiene forma específica, por ejemplo, es el lugar de los centros de los círculos tangentes al límite del objeto en más de dos puntos. En otras palabras, es el lugar de los puntos más cercanos desde el límite del objeto. Por lo tanto, como es posible transformar el objeto bidimensional en los datos unidimensionales con la transformada de eje medio, esto puede aplicarse para identificar la forma de una ANW y la forma y posición de una pupila.

La Figura 18 es una vista ejemplar de la pupila y el iris indicando la forma, posición y parámetros de identificación. La forma de la pupila se determina de forma única en la presente invención usando un algoritmo de detección de borde como se sabe en la técnica. El borde de la pupila generalmente está indicado por el carácter de referencia 10A en la Figura 18. Adicionalmente, el centro del iris y la pupila, indicados respectivamente mediante los caracteres de referencia 10i y 10h en la Figura 18 se determinan mediante geometría y se usan como parámetros de identificación. La orientación de separación y distancia entre el iris y los centros de la pupila generalmente indicados por el carácter de referencia 10j se usan como parámetros de identificación.

Además, muchas pupilas no tienen una forma perfectamente circular, muchas son elípticas con variación en la orientación de los ejes mayores de las elipses. En una realización preferida, la orientación y magnitud de la elipticidad de la pupila se determina de forma única en la presente invención usando algoritmos de ajuste de curva y forma como se sabe en la técnica. Con referencia a la Figura 18, los ejes mayor y menor de la elipse de la pupila se indican respectivamente mediante los caracteres de referencia 10m y 10n. La elipticidad de la pupila se expresa como la proporción del eje menor 10n al eje mayor 10m. Las partes planas a lo largo de la circunferencia de la pupila, indicadas de forma general por el carácter de referencia 10f en la figura 18, así como áreas en las que la pupila se dibuja hacia dentro o hacia fuera respectivamente 10g y 10e, pueden reconocerse y caracterizarse para potenciar la calidad de reconocimiento como parámetros de identificación adicionales.

Detección de laguna

Se usó también un proceso de confirmación de laguna S121-S127 para determinar la identidad del usuario juzgando si existe o no la laguna, detectando la zona de laguna si existe y después determinando los parámetros de identificación en base a la localización detectada y forma de la laguna.

Además, en el método de identificación del iris de acuerdo con la presente invención, el proceso de confirmación de la laguna puede ser aplicable a las realizaciones anteriores incluyendo al menos una de la siguiente pluralidad de procesos representados en la Figura 10C: un primer proceso de confirmación de laguna S 121, seguido de las etapas S 125-S 129 para determinar la identidad del usuario, juzgando si la laguna existe basado en la imagen aún seleccionada del iris adquirida, transformando después la señal de la imagen de la zona de la laguna con la transformada de eje medio si la laguna existe y determinando los parámetros de identificación basados en la localización y forma de la laguna fuera del resultado de la transformación. Un segundo proceso de confirmación de laguna S 122-S 124 ocurre como resultado del primer proceso de confirmación de laguna si la laguna no existe, con lo que el usuario puede ser aceptado si no hay laguna en el iris de referencia después de volver a juzgar si existe una laguna en el iris de referencia; a la inversa, el usuario se rechaza como inadecuado si existe una laguna en el iris de referencia.

Adicionalmente, en cada realización de la invención, el primer proceso de confirmación de laguna puede estar compuesto por las etapas de: juzgar con la etapa S 121 (Figura 10C) si existe una laguna o no detectando el borde de la imagen del iris a partir de la señal de imagen aún adquirida del iris; detectar con la etapa S 125 la zona de la laguna, en el caso de que la laguna exista como resultado de la etapa de juicio; calcular con la etapa S 126 los parámetros de identificación en base a la forma y localización de la laguna después de transformar una señal de imagen bidimensional de la zona de laguna detectada con la transformada de eje medio; y confirmar con las etapas S 127-S 129 la identidad del usuario buscando los parámetros correspondientes en la base de datos.

Adicionalmente, en las realizaciones respectivas de la invención, el segundo proceso de confirmación de laguna puede estar compuesto por las etapas de: juzgar con la etapa S 121 si la laguna existe o no en la imagen de entrada; volver a juzgar con la etapa S 122 si la laguna existe o no en el iris de interferencia, en caso de que la laguna no exista en la imagen de entrada: aceptar con la etapa S 123 si una laguna no existe en el iris de referencia y rechazar con la etapa S 124 en el caso de que la laguna exista en el iris de referencia.

La operación y efecto conseguido por la invención interpretada como en el caso anterior se describirá ahora usando un ejemplo.

Inicialmente, el número de tarjetas se lee o el PIN del usuario se introduce mediante el teclado o a través de la unidad de lectura de tarjetas 40 o unidad de introducción de clave 50. El proceso de confirmación del número de la tarjeta y el PIN se realiza para determinar si el número correspondiente existe buscando el número de tarjeta o PIN mediante la unidad de almacenamiento de datos 80 en la unidad de control 70.

Si no hay un número correspondiente el usuario se rechaza como usuario inidentificable. Si se encuentra el número correspondiente, entonces la unidad de control 70 acepta al usuario como un usuario identificable y después transmite la señal de control a la unidad impulsora del motor 30 para ajustar la altura de la cámara para que sea adecuada para el usuario después de leer la información personal adicional correspondiente al número de tarjeta o PIN. En este momento, la señal de control compara la diferencia de altura entre la posición de la cámara presente y la posición de la cámara apropiada para el usuario, y después ajusta la altura de la cámara automáticamente accionando el motor en una dirección hacia delante o hacia atrás. Además, la anchura entre los dos ojos puede ajustarse también para cada usuario.

A continuación, con la unidad de control 70, el ajuste del enfoque automático inicial se realiza iluminando la fuente de luz infrarroja 12A controlando la unidad de recogida de imagen del iris 20. El usuario se guía con un indicador de visión 18 cambiando la fuente de luz de guía de visión 17 para evitar que la imagen del iris se desplace a un lado. De esta manera, cuando se capturan imágenes del iris, la vista de la imagen del iris de la persona a capturar se fija con la fuente de luz de guía 17 (es decir, una fuente de luz azul fina) en la parte central de la lente.

La imagen dinámica del iris se toma durante varios segundos mientras que funciona la fuente de luz intermitente 12B en un ciclo corto. Todas las fuentes de luz se apagan entonces.

La imagen del iris debe tomarse de manera que ilustre la forma variable de la pupila y la ANW mediante la fuente de luz intermitente 12b controlada por cierto software durante un corto tiempo. Para este propósito, se toman en la invención más de 25 fotogramas por segundo de la imagen del iris.

Las imágenes sucesivas del iris capturadas como se ha descrito anteriormente se procesan en la unidad de procesamiento de datos 60. Después, la señal de la imagen de la zona correspondiente se selecciona después de seleccionar la zona pertinente para el análisis del iris. En una realización preferida, el análisis se realiza en una base de sector a sector de acuerdo con el sistema multisector variable de conversión espectral descrito con detalle anteriormente. En otra realización, la zona usada para analizar el iris es la zona de la tira horizontal, incluyendo toda la pupila, representada en la Figura 8, es decir, la parte observada claramente ya que no está afectada por las pestañas, los párpados o similares de la persona a identificar.

ES 2 292 437 T3

La unidad de control 70 realiza el proceso de configuración de la estructura fibrosa del iris para determinar la identidad del usuario usando únicamente los componentes de baja frecuencia seleccionados, como se ha descrito con más detalle anteriormente.

A continuación, en la unidad de control 70, se realiza el proceso de confirmación de pupila y de la reacción de ANW para aceptar la imagen capturada como representativa de un ser vivo si la contracción y la dilatación de la pupila y ANW están causadas por la fuente de luz intermitente 12b y para rechazar la imagen capturada como no representativa de un ser vivo si no hay movimiento, después de analizar la reacción de la pupila y ANW a partir de la imagen dinámica del iris.

Posteriormente, el proceso de confirmación de la forma de la ANW y la pupila se realiza con la unidad de control 70, que evalúa la identidad personal en base a la forma de la ANW y la pupila transformando la señal de imagen bidimensional de la zona de ANW que tiene diferentes características en cada persona de la imagen del iris aún seleccionada, con la transformada de eje medio (o técnica de Grass-Fire) como se ha descrito anteriormente, en datos unidimensionales. Las características especiales de la pupila, como se ha descrito anteriormente se identifican también y se comparan. El primer y segundo proceso de confirmación de laguna se realizan después con la unidad de control 70, que finalmente confirma la identidad de un usuario mediante el método de identificación de identificar si una laguna existe o no, y la localización y forma de la laguna sí existe. Como se muestra en el resultado de la transformada del eje medio de la ANW, la laguna se extrae de la imagen aún seleccionada del iris en la Figura 13 y 14 a través del un proceso de tratamiento de imagen: la forma y localización de la laguna se usan como parámetros de identificación representando la forma y localización de una laguna en datos unidimensionales con la transformada de eje medio cuando la forma de la laguna se observa claramente a través de la detección de borde.

Por consiguiente, la presente invención tiene numerosas ventajas en que puede evitar accidentes financieros cuando se aplica a sistemas de bancos y sistemas de transacción/liquidación electrónica, e impide accidentes relacionados con seguridad cuando se aplica a sistemas de control de acceso, ya que la invención ofrece un método para distinguir a una persona en particular identificando el iris de un ser humano vivo, no falsificado, de forma rápida y precisa determinando una pluralidad de parámetros para identificación del iris usando la estructura de figura del iris y la forma de la textura, reacción pupilar y de ANW en respuesta a la luz, la forma de la ANW y la pupila, la existencia y forma de localización de una laguna adquirida a partir de la imagen dinámica del iris.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para confirmar la identidad de un ser animado explorando su iris, que comprende:

a) una unidad de control para recibir información del identificador (40) identificando al ser animado y una unidad de almacenamiento de datos que incluye una base de datos a la que tiene acceso la unidad de control que contiene información personal predeterminada asociada con un ser identificable para comparación con la información del identificador;

b) una unidad de recogida de iris (20) que incluye una cámara que funciona mediante la unidad de control cuando la información del identificador corresponde a la información predeterminada para capturar imágenes del iris para crear señales de imagen de entrada; y

c) una unidad de procesamiento de datos (60) para procesar las señales de imagen de entrada en datos procesados que incluye identificar y excluir sectores de la imagen del iris con interferencia comparando variaciones de coeficientes espectrales de alta frecuencia en sectores adyacentes;

en el que dicha unidad de almacenamiento incluye, para el ser identificable, al menos uno de una pluralidad de parámetros prealmacenados para identificación del iris seleccionados entre el grupo compuesto por (1) la densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris dividida en una multiplicidad de sectores en los que, para cada sector, se calculan numerosos coeficientes de transformada de frecuencia, (2) reacción pupilar, (3) la forma de la pupila, (4) reacción de la corona nerviosa autónoma, (5) forma de la corona nerviosa autónoma, (6) la existencia de laguna, (7) la localización de la laguna y (8) la forma de la laguna, funcionando dicha unidad de control para comparar los datos procesados con dicho parámetro o parámetros para determinar si hay una coincidencia indicativa de una confirmación de identidad y para analizar una seleccionada de las señales de imagen de entrada con un sistema multisector variable de conversión espectral usando el método de transformación de frecuencia.

2. El sistema de la reivindicación 1 en el que al menos una seleccionada de las señales de imagen de entrada se analiza con un sistema multisector variable de conversión espectral usando funciones de transformada de Haar.

3. El sistema de la reivindicación 2 en el que el sistema multisector del análisis espectral permite una selección variable de sectores del iris representativa de partes visibles del iris para propósitos de análisis que no se confunden por interferencia.

4. El sistema de la reivindicación 3, en el que dicho sistema multisector de análisis espectral permite identificar y excluir defectos e interferencias con bordes del análisis de identificación.

5. El sistema de la reivindicación 4, en el que una seleccionada de las imágenes del iris de entrada, para dichos propósitos de análisis espectrales se divide en un anillo externo que tiene un borde externo localizado aproximadamente en el borde de la esclerótica-iris y una parte circular interna espaciada hacia dentro desde el anillo externo, y que tiene un radio espaciado hacia adentro desde el borde externo una distancia predeterminada.

6. El sistema de la reivindicación 5, en el que dicha distancia predeterminada es de aproximadamente 30-80 píxeles.

7. El sistema de la reivindicación 6, en el que el anillo externo y un área dentro de la zona circular dispuesta entre el borde de la zona circular con el anillo externo y la periferia de la pupila, se divide cada uno en una pluralidad de sectores (n) y (p) respectivamente, en el que n es el mismo o un valor diferente de p, creando un total de n+p sectores en el que un número predeterminado (m^2) de coeficientes de Haar se calculan usando una transformada de Haar formando una matriz de $m \times m$.

8. El sistema de la reivindicación 7, en el que $n=16$, $p=16$ y $m=32$ y para cada uno de dichos 32 sectores, se calculan 1.024 coeficientes de función de Haar usando una transformada de Haar y a partir de una matriz de 32×32 .

9. El sistema de la reivindicación 8, en el que los sectores ocluidos o con interferencias con los párpados, pestañas y similares, se rechazan mediante comparación con el coeficiente de Haar del sector adyacente.

10. El sistema de la reivindicación 7, en el que, por comparación de los coeficientes de Haar del sector adyacente, un sector se rechaza como defectuoso durante el análisis si se detecta una variación aguda predeterminada de estos coeficientes de alta frecuencia.

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que después de la retirada de los sectores rechazados del análisis como un subconjunto de un conjunto completo de m^2 coeficientes Haar se seleccionan para crear un número predeterminado de coeficientes a partir de la matriz $m \times m$ de m^2 coeficientes Haar seleccionados para propósitos de análisis.

12. El sistema de la reivindicación 11, en el que $m = 32$ y dicho subconjunto incluye 31 coeficientes seleccionados entre la matriz de 32×32 de coeficientes de Haar.

13. El sistema de la reivindicación 11, en el que la selección del número predeterminado de coeficientes se usa para crear una palabra de referencia para el iris.

14. El sistema de la reivindicación 13, en el que dicho número predeterminado de coeficientes son representativos de una zona de baja frecuencia seleccionada utilizada para propósitos de identificación.

15. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha unidad de control calcula información representativa de la reacción pupilar utilizando las señales de imagen de entrada para generar un histograma de pupila o pupilograma representativo de la contracción y dilatación media de una pupila con el tiempo en respuesta al estímulo de la luz.

16. El sistema de la reivindicación 15, en el que dicho pupilograma confirma la exploración de imagen de un ser animado vivo.

17. El sistema de la reivindicación 1, en el que los datos procesados incluyen la forma de la pupila determinada usando al menos uno de un ajuste de curva y un algoritmo de detección de borde.

18. El sistema de la reivindicación 17, en el que los datos procesados incluyen la elipticidad de la pupila y orientación del eje mayor de la elipse.

19. El sistema de la reivindicación 17, en el que las partes planas, si las hubiera, a lo largo de la periferia de la pupila se reconocen para propósitos de identificación.

20. El sistema de la reivindicación 1, en el que los componentes de baja frecuencia de coeficientes de la transformada de Haar bidimensionales se obtienen para propósitos de identificación a partir de una seleccionada de las señales de imagen de entrada.

21. El sistema de la reivindicación 1, en el que dicha unidad de recogida de imagen del iris comprende adicionalmente una unidad de guía de visión para alinear el ojo del usuario con la lente de la cámara.

22. Un método para confirmar la identidad de un ser animado que comprende las etapas de:

a) determinar inicialmente si el ser animado tiene una identidad correspondiente al ser animado identificado en la base de datos;

b) si la etapa a) es sí, entonces obtener una pluralidad de imágenes representativas de al menos una parte del iris y la pupila de ojo del ser;

c) procesar dicha pluralidad de imágenes incluyendo la identificación y excluyendo sectores de la imagen del iris con interferencia comparando variaciones de coeficientes espectrales de alta frecuencia en sectores adyacentes para obtener información del parámetro de identificación del iris seleccionados entre el grupo compuesto por al menos uno de (1) la densidad y forma de la textura de la estructura fibrosa del iris dividido en una multiplicidad de sectores en los que, para cada sector, se calcula un número de coeficientes de función transformada de frecuencia, (2) reacción pupilar, (3) la forma de la pupila, (4) reacción de la corona nerviosa autónoma, (5) forma de la corona nerviosa autónoma, (6) la existencia de laguna, (7) la localización de la laguna y (8) la forma de la laguna,

d) comparar características predeterminadas de dicha información de identificación del iris obtenida anteriormente con dicha información de identificación del iris obtenida en la etapa c) usando un sistema multisector variable de análisis espectral para permitir que ocurra una selección variable de sectores del iris representativo de partes visibles del iris para propósitos de análisis que no están confundidas por interferencia;

y

e) confirmar si hay una indicación de coincidencia de datos comparando con la etapa d).

23. El método de la reivindicación 22, que comprende la etapa adicional de utilizar dicho sistema multisector variable de análisis espectral para excluir del análisis de identificación los defectos o interferencias con bordes a identificar.

24. El método de la reivindicación 22, en el que la etapa de procesado incluye dividir la imagen del iris en un número predeterminado de sectores localizados dentro de un anillo externo y un anillo circular formada concéntrico con dicho anillo externo que incluye la pupila.

25. El método de la reivindicación 24, en el que dichos sectores se analizan en un sector mediante bases de sector adyacente y ciertos sectores se rechazan como defectuosos si se detecta una variación aguda predeterminada de los coeficientes de alta frecuencia.

26. El método de la reivindicación 25, en el que la etapa de procesado incluye, después de la retirada de sectores rechazados, determinar un subconjunto de un número predeterminado completo de coeficientes que se seleccionan para

propósitos de análisis y la selección del número predeterminado de coeficientes en el subconjunto para cada sector seleccionado se usa para crear un registro de referencia de iris usado en la etapa de comparación de la reivindicación 22.

5 27. El método de la reivindicación 26, en el que los coeficientes representativos de una zona de frecuencia seleccionada de sectores seleccionados se utilizan para propósitos de identificación.

10 28. El método de la reivindicación 22, que comprende la etapa adicional de obtener dicha pluralidad de imágenes para cada ojo.

29. El método de la reivindicación 22, que comprende la etapa adicional de iniciar la etapa (b) de la reivindicación 22 haciendo coincidir la información de la contraseña introducida con la información almacenada previamente de una persona identificable.

15 30. El método de la reivindicación 22, que comprende la etapa adicional de iluminar el ojo con una fuente de luz seguido de capturar, sucesivamente, una pluralidad de imágenes del iris.

20 31. El método de la reivindicación 22, en el que la etapa de procesado incluye analizar la forma de la pupila del iris utilizando al menos una curva de ajuste y algoritmos de detección de borde.

32. El método de la reivindicación 31, en el que la etapa de procesado incluye detectar la elipticidad de la pupila y la orientación del eje mayor de la elipse.

25 33. El método de la reivindicación 32, en el que la etapa de procesado utiliza determinar la existencia de partes planas a lo largo de la periferia de pupila.

30 34. El método de la reivindicación 22, en el que la etapa de procesado incluye obtener componentes de baja frecuencia de coeficientes de transformada de Haar bidimensionales a partir de una seleccionada de las señales de imagen de entrada.

35 35. El método de la reivindicación 22, en el que la etapa de procesado incluye seleccionar la transformada de Haar a partir de una clase de funciones de signo de Haar.

36. El método de la reivindicación 22, que comprende la etapa adicional de utilizar la información almacenada previamente para orientar automáticamente el ojo con una fuente para obtener dicha pluralidad de imágenes en la etapa b).

40

45

50

55

60

65

FIG. 1A

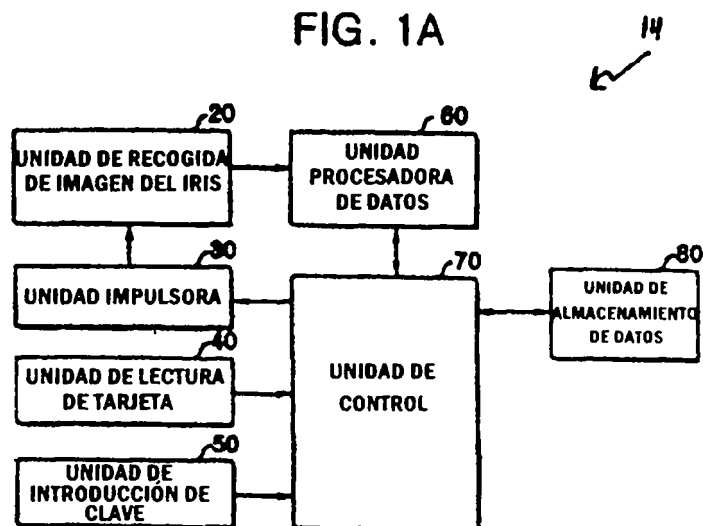


FIG. 1B

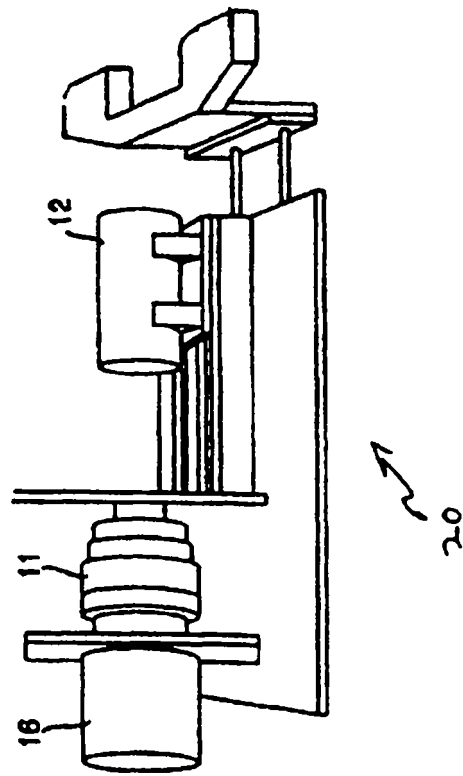


FIG. 2

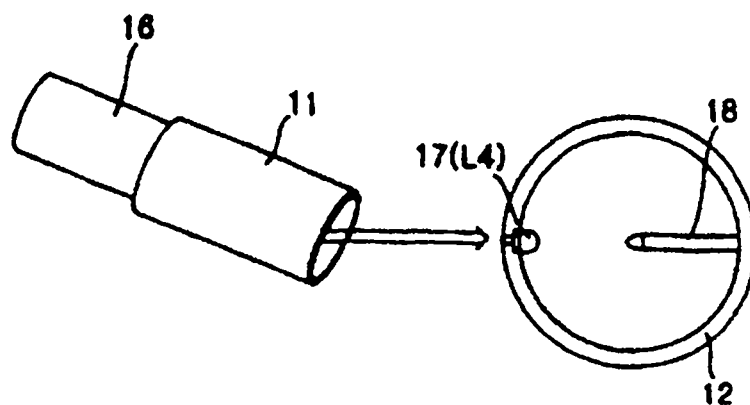


FIG. 3

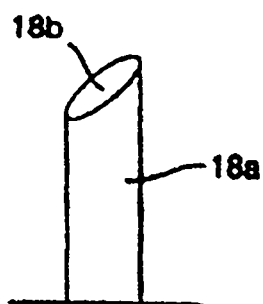


FIG. 4

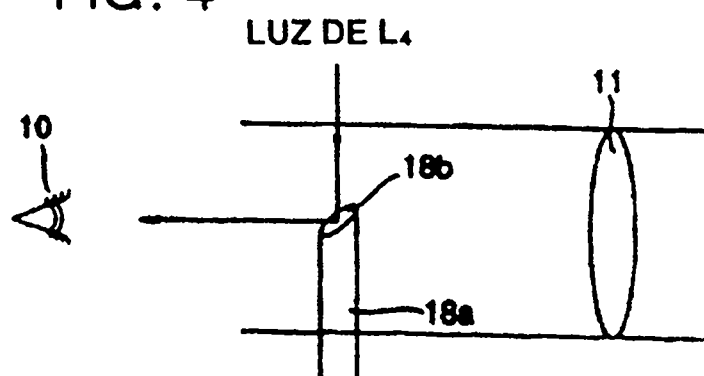


FIG. 5

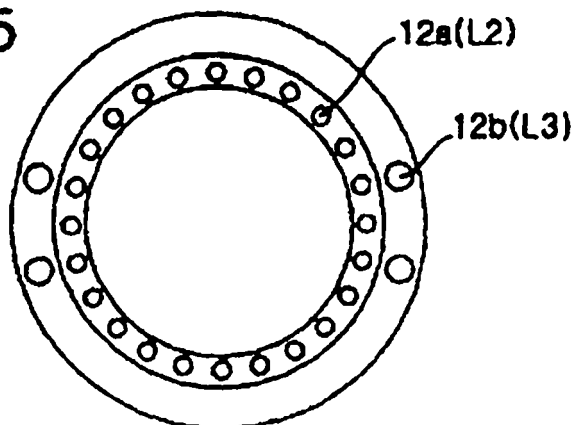


FIG. 6

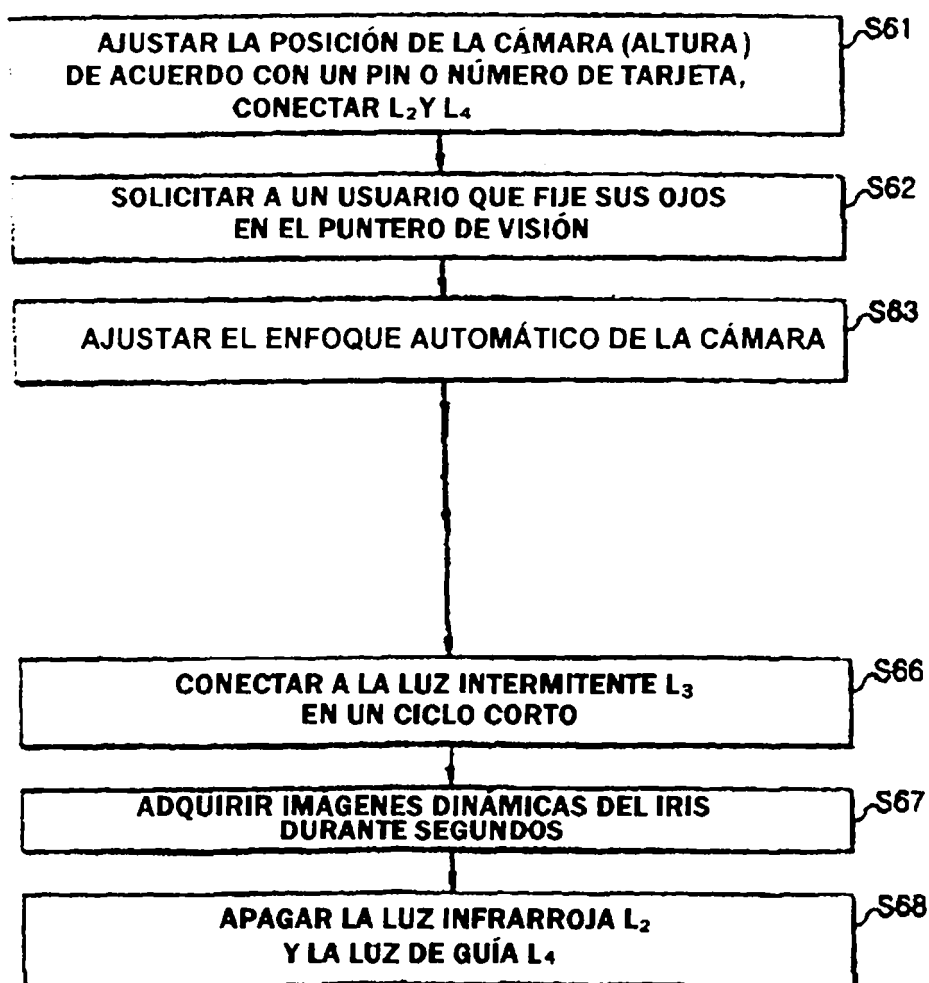


FIG. 7

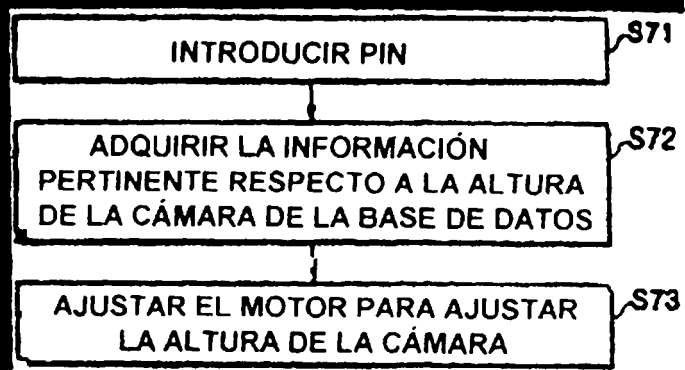


FIG. 8

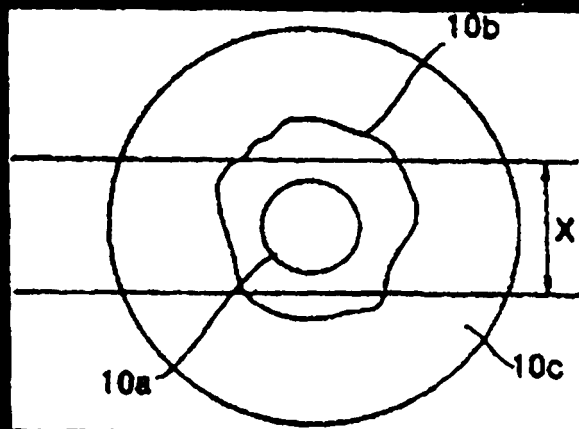


FIG. 9

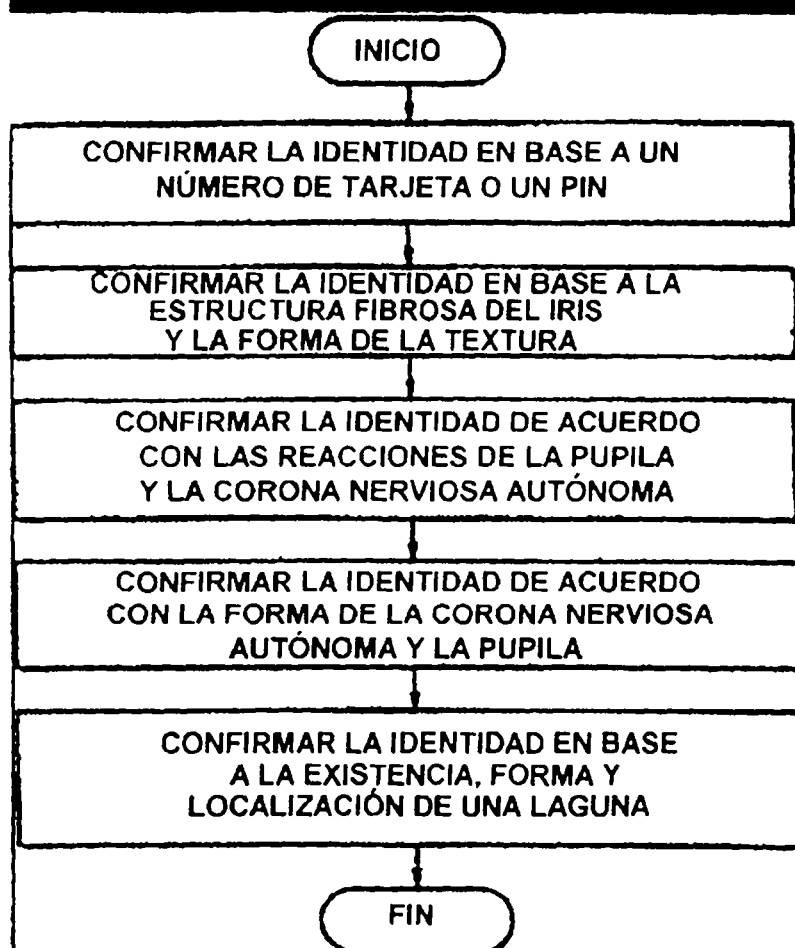


FIG. 10A

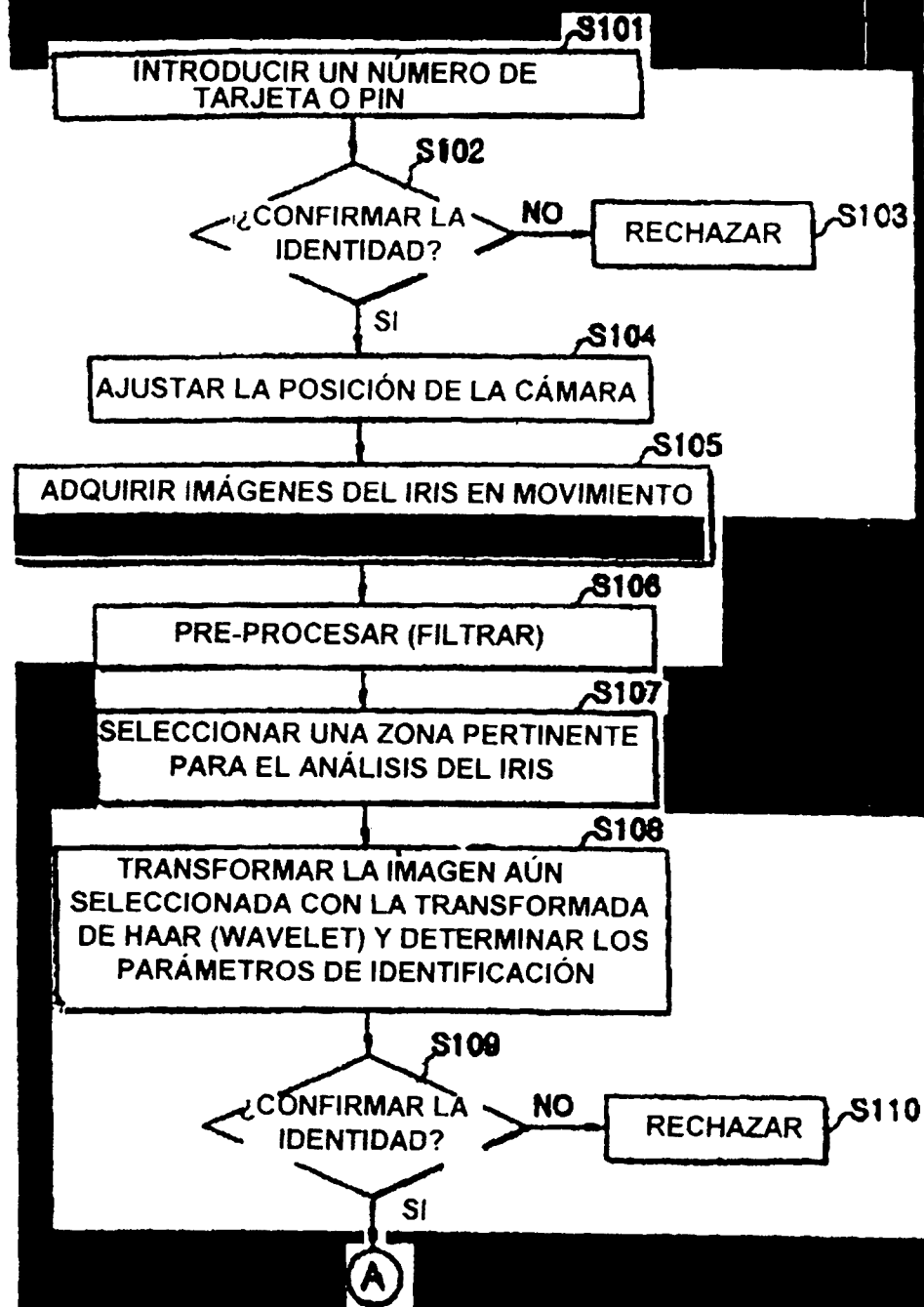


FIG. 108

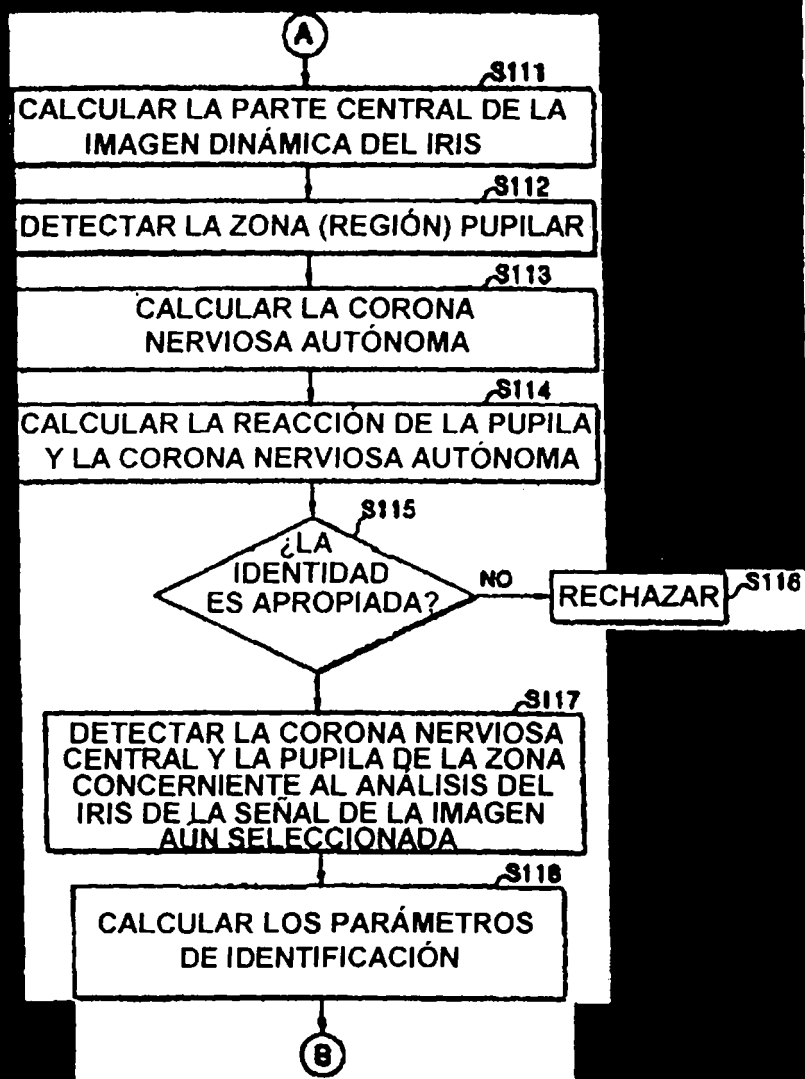


FIG. 10C

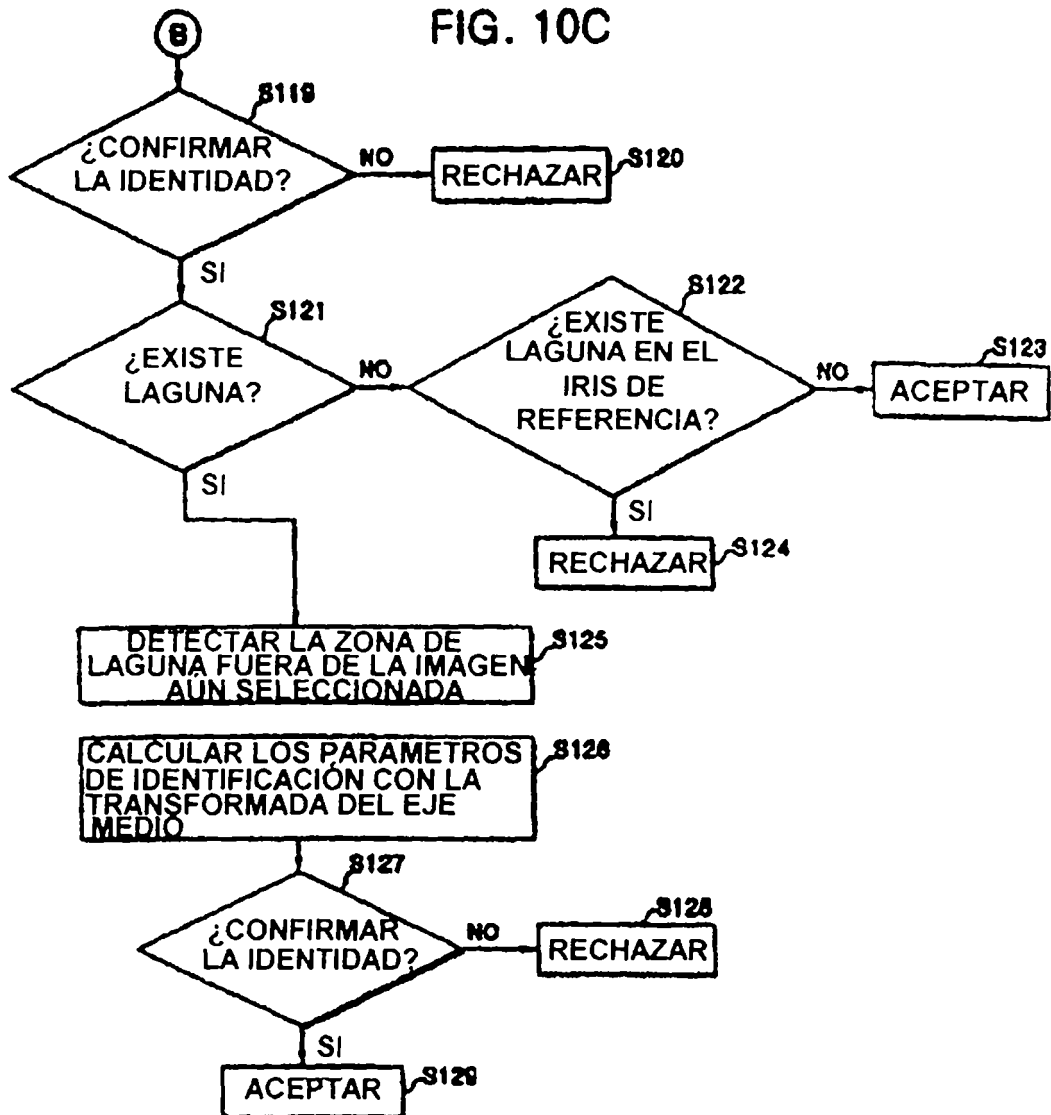


FIG. 11

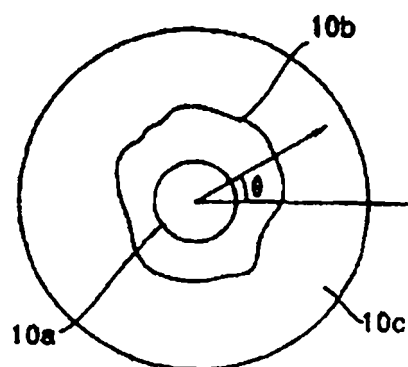


FIG. 12

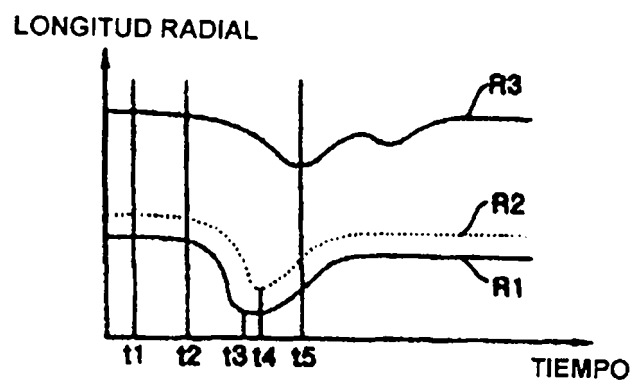


FIG. 13

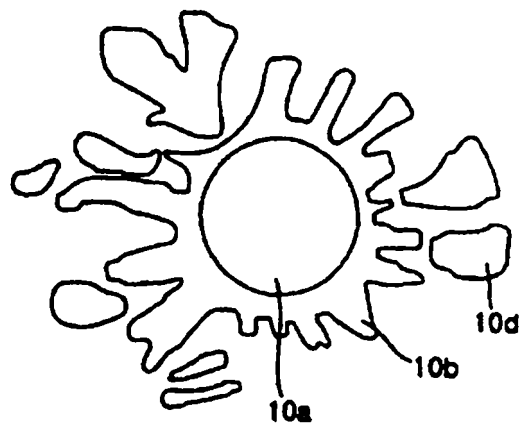
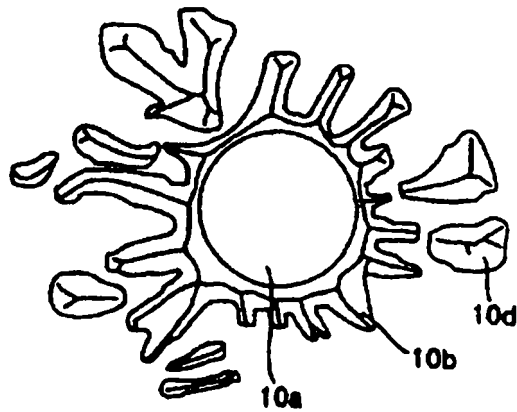


FIG. 14



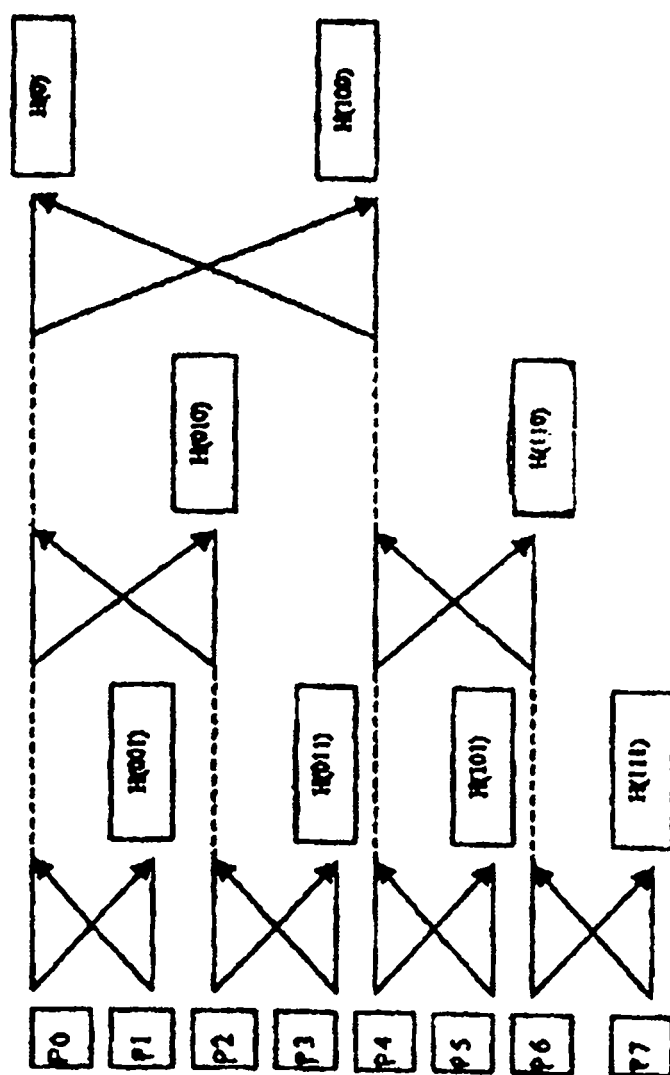


FIGURA 15

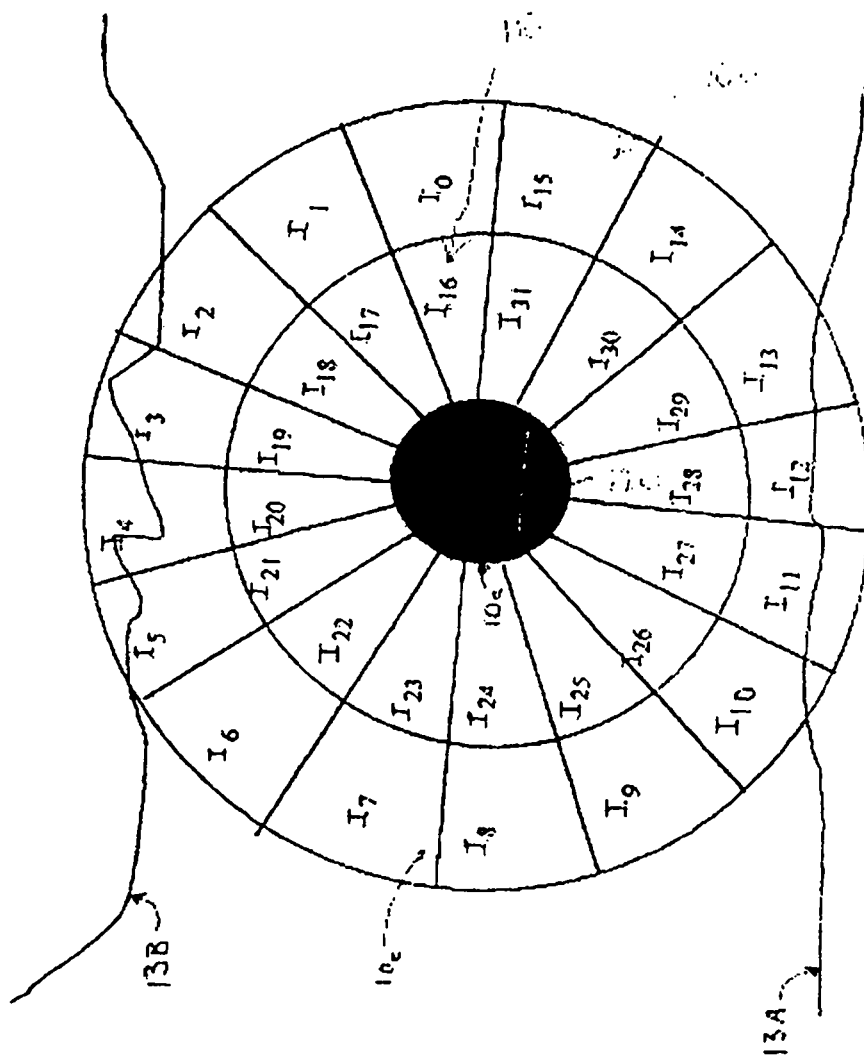


FIGURA 16

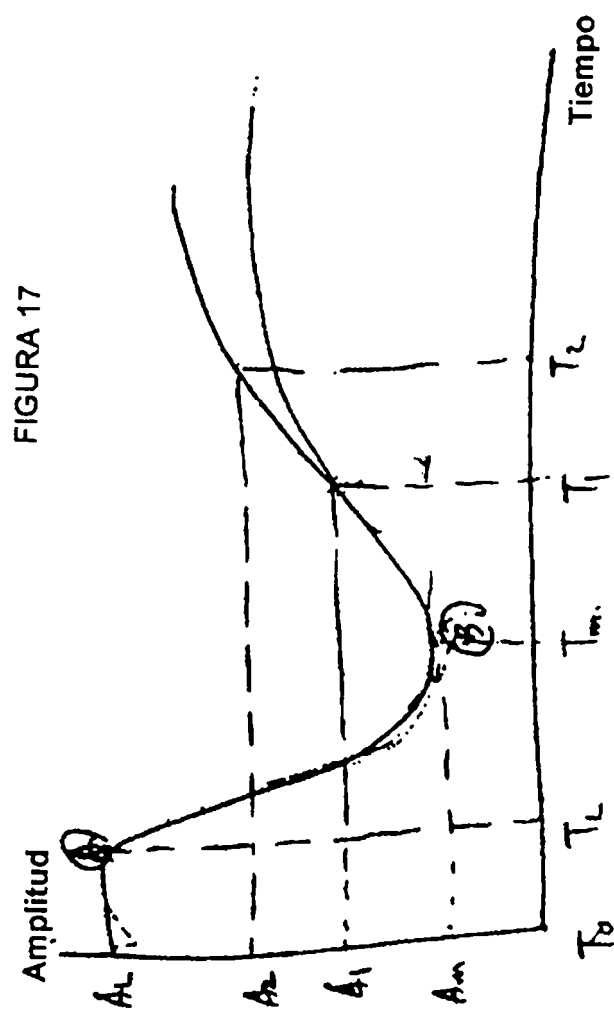


FIG. 18

