

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 703 500**

51 Int. Cl.:

**G06K 9/62** (2006.01)

**G06K 9/00** (2006.01)

**G06F 21/32** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.04.2009 E 12002652 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.09.2018 EP 2479710**

54 Título: **Identificación y verificación biométrica**

30 Prioridad:

**25.04.2008 US 125577 P**

**07.07.2008 US 134170 P**

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

**11.03.2019**

73 Titular/es:

**AWARE, INC. (100.0%)  
40 Middlesex Turnpike  
Bedford, MA 01730-1432, US**

72 Inventor/es:

**BENINI, DAVID**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 703 500 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCION**

Identificación y verificación biométrica

5 La presente invención se refiere a un método, a un medio de almacenamiento legible por ordenador y a un sistema para establecer un umbral en un sistema biométrico.

10 Esta invención se refiere en general a la biometría. Más específicamente, un modo de realización de ejemplo de la invención se refiere a la identificación biométrica. Otro modo de realización de ejemplo de la invención se refiere a la verificación biométrica.

15 Según el diccionario en línea Meriam-Webster, acumulativo significa sumar o integrar datos o valores generales de una variable aleatoria menor o igual a un valor específico. Un histograma es una representación de una distribución de frecuencias por medio de rectángulos cuyos anchos representan intervalos de clase y cuyas áreas son proporcionales a las frecuencias correspondientes.

20 W. Burger, M. Buge: "Principles of Digital Image Processing: Fundamental Techniques," Springer, marzo de 2009, enseña que un histograma acumulativo H puede obtenerse de un histograma ordinario h mediante:

$$H(i) = \sum_{j=0}^i h(j), \quad 0 \leq i \leq K = \begin{cases} h(0), & i = 0 \\ H((i - 1) + h(i)), & 0 \leq i \leq K \end{cases}$$

25 El histograma acumulativo es una función monótona que se puede usar para capturar información estadística, en particular de una imagen, y es un mapeo que cuenta el número acumulativo de observaciones en todas las ubicaciones hasta la ubicación especificada.

30 El documento EP 0 956 818 B1 se refiere a la autenticación biométrica de usuarios de tarjetas inteligentes. Se proporcionan distribuciones de histogramas de ocurrencias de aceptación falsa y rechazo falso, en donde se asigna un valor de probabilidad de ocurrencia a cada una de una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de umbral predefinidas. Se tabula la distribución del histograma y se puede determinar una puntuación de coincidencia de umbral de aceptación falsa o rechazo falso correspondiente al factor de probabilidad deseado utilizando esta tabla.  
35 Sin embargo, cada vez que se debe determinar un umbral, debe usarse una rutina de instrucciones para analizar el histograma de rendimiento.

40 A.K. Jain y A. Ross: "Learning User-Specific Parameters in a Multibiometric System", IEEE ICIP 2002 se refiere a umbrales que se usan para decidir si una puntuación coincidente indica un usuario genuino o un impostor, y a ponderaciones que se usan para indicar la importancia de las puntuaciones de coincidencia producidas por cada rasgo biométrico (rostro, huella digital y geometría de la mano). Un objeto de la presente invención es proporcionar un método y un sistema para establecer un umbral de una manera más eficiente, en particular con tiempo y esfuerzo reducidos.

45 Este objeto se logra mediante un método de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 5, mediante un medio de almacenamiento legible por ordenador de acuerdo con la reivindicación 10 o mediante un sistema de acuerdo con las reivindicaciones 11 ó 12. Modos de realización ventajosos son objeto de las reivindicaciones subordinadas.

50 Los sistemas biométricos se utilizan para cosas como el control de acceso, las bases de datos de huellas dactilares, el reconocimiento facial y la identificación de la retina y, en general, se usan para ayudar a la identificación de un individuo. Una solución de identificación biométrica funciona caracterizando una muestra biométrica (sondeo) tal como una huella dactilar, y usando entonces algoritmos matemáticos para identificar las muestras más similares en una base de datos (galería). Si una o más muestras en la galería se han obtenido de la misma persona y fuente que la muestra de sondeo, entonces el algoritmo de coincidencia intentará identificarlas como tales con una puntuación  
55 de similitud alta.

60 Un algoritmo biométrico teórico perfecto siempre identificaría con un 100% de la confianza con que las muestras realmente coinciden (0% de tasa de no coincidencia falsa). Es decir, las muestras se han derivado de la misma fuente, aunque en momentos diferentes. De manera similar, si no existe una muestra en la base de datos derivada de la misma fuente, entonces una solución biométrica teórica perfecta siempre identificaría con 100% de confianza que una muestra que coincida con la muestra de sondeo no existe en la galería (0% de tasa de coincidencia falsa).

Sin embargo, en los sistemas biométricos reales, no existen tasas de coincidencia falsas y tasas de no coincidencia falsas de 0%. Siempre hay alguna probabilidad de que una supuesta coincidencia sea falsa y de que no se identifique una coincidencia genuina.

5 El rendimiento o comportamiento de los sistemas biométricos se ha expresado a menudo en parte en términos de tasa de coincidencia falsa (FMR: False Match Rate) y tasa de no coincidencia falsa (FNMR: False Non-Match Rate), siendo la tasa de igual error (EER: Equal Error Rate) la tasa a la cual la FNMR y la FMR son iguales.

10 La figura 1 ilustra un ejemplo de resultados de coincidencia presentados por un sistema de identificación biométrica verdadero. Las muestras impostoras son aquellas que se sabe se han obtenido de una fuente diferente a la de sondeo. Las muestras genuinas son aquellas que se sabe que se han obtenido de la misma fuente que la de sondeo.

15 La figura 2 ilustra que, estableciendo un umbral, el sistema puede lograr un compromiso deseado entre la FNMR y la FMR como se muestra en la porción circular ampliada de la figura 1. La figura 3 ilustra el efecto de aumentar y disminuir el umbral. Hay un compromiso entre la FMR y la FNMR y, por lo tanto, hay un punto (y un umbral) en el que la FMR y la FNMR son iguales. Esta tasa es la tasa de igual error mencionada anteriormente.

20 Las soluciones de verificación biométrica funcionan caracterizando una muestra biométrica en vivo como una huella dactilar, y entonces usando algoritmos matemáticos para cuantificar la similitud de la muestra en vivo con una muestra existente que se sabe se han obtenido del individuo en cuestión. Si esta similitud entre las dos muestras es suficientemente alta, es decir, supera un umbral previamente especificado, entonces se puede decir que la identidad del individuo se ha verificado biométricamente. La verificación biométrica también puede denominarse "coincidencia de uno a uno" y tiene una aplicación diferente de la "identificación biométrica" o "coincidencia de uno a muchos", que  
25 en contraste mide la similitud entre la muestra biométrica en vivo (sondeo) y una galería de muestras en un intento de identificar qué muestra es más similar y, por lo tanto, es más probable que se haya obtenido de la misma persona.

30 Un algoritmo teórico de verificación biométrica perfecta siempre identificaría con 100% de la confianza con que las muestras realmente coinciden (tasa de no coincidencia falsa del 0%). Es decir, las muestras se han obtenido de la misma fuente, aunque en momentos diferentes. De manera similar, dicho algoritmo nunca indicaría que las muestras coinciden si se han obtenido de diferentes fuentes (tasa de coincidencia falsa de 0%).

35 En los sistemas biométricos reales, las tasas de coincidencia falsa y las tasas de no coincidencia falsa de 0% no existen. Siempre existe alguna probabilidad de que una supuesta coincidencia sea falsa y de que no se identifique una coincidencia genuina. El rendimiento de los sistemas biométricos a menudo se expresa en parte en términos de su tasa de coincidencia falsa y tasa de no coincidencia falsa, como se expuso anteriormente, siendo la tasa de igual error cuando las dos son iguales. De manera similar a la identificación biométrica, con la verificación biométrica existe un compromiso entre la FMR y la FNMR que se puede ajustar cambiando un umbral de coincidencia. De  
40 manera más específica, y como se ilustra en la figura 12, se muestra un ejemplo de resultados de coincidencia presentados por un verdadero sistema de verificación biométrica. Las muestras impostoras son aquellas que se sabe se han derivado de una fuente diferente a la de sondeo. Las muestras genuinas son aquellas que se sabe que se han derivado de la misma fuente que la de sondeo. La figura 13 es una porción ampliada de la porción rodeada por un círculo de la figura 12 e ilustra cómo el establecimiento de un umbral permite que el sistema produzca un  
45 compromiso deseado entre la FNMR y la FMR.

50 En la figura 14, se ilustra el efecto de aumentar y disminuir el umbral. Hay un compromiso entre la FMR y la FNMR. También hay un punto (y un umbral) en el que la FMR y la FNMR son iguales - como en la identificación biométrica que se explicó anteriormente, siendo esta tasa la tasa de igual error.

Los aspectos de ejemplo de la invención están, por tanto, dirigidos a la identificación biométrica. Aspectos adicionales de la invención están dirigidos a la generación de una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre pluralidades de pares muestreados impostores en una galería.

55 Otros aspectos más de la invención están dirigidos a la determinación de una tasa de coincidencia falsa asociada con un umbral, en la que el umbral se determina mediante la tabla de datos del histograma acumulativo que registra, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras.

60 Aún otros aspectos adicionales de la invención están dirigidos a la selección de una tasa de coincidencia falsa y la determinación de un umbral que dará como resultado la tasa de coincidencia falsa deseada, en la que el umbral se determina mediante la tabla de datos del histograma acumulativo que registra, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras,  
65

Aún otros aspectos adicionales de la invención se refieren a la generación de una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre una pluralidad de pares de muestras genuinas en una galería, en la que los pares de muestras genuinas se han obtenido de dos muestras, cada una de la misma fuente.

5 Aún otros aspectos adicionales de la invención están dirigidos a determinar una tasa de no coincidencia falsa asociada con un umbral, en la que el umbral se determina mediante la tabla de datos del histograma acumulativo que registra, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras.

10 Otros aspectos más de la invención se refieren a la selección de una tasa de no coincidencia falsa y la determinación de un umbral que dará como resultado la tasa de no coincidencia falsa deseada, en los que el umbral se determina mediante la tabla de datos del histograma acumulativo que registra, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras.

15 Aspectos adicionales de la invención se refieren a la verificación biométrica.

Otros aspectos se refieren a la generación de una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre una pluralidad de pares de muestras impostoras en una galería, en la que los pares de muestras impostoras se han obtenido de dos muestras, cada una de una fuente diferente.

20 Aún otros aspectos adicionales de la invención se refieren a la determinación de una tasa de coincidencia falsa asociada con un umbral, en la que el umbral se determina mediante la tabla de datos del histograma acumulativo que registra, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras.

25 Aún otros aspectos adicionales de la invención se refieren a un sistema de verificación biométrica que selecciona una tasa de coincidencia falsa y entonces determina un umbral que dará como resultado la tasa de coincidencia falsa deseada, en la que el umbral se determina mediante la tabla de datos del histograma acumulativo que registra, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras.

30 Estas y otras propiedades y ventajas de esta invención se describen en, o son evidentes a partir de, la siguiente descripción detallada de los modos de realización de ejemplo.

35 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

Los modos de realización de ejemplo de la invención se describirán en detalle, haciendo referencia a las siguientes figuras, en las que:

40 La figura 1 ilustra un gráfico de ejemplo de resultados de coincidencia de acuerdo con esta invención;  
La figura 2 ilustra la relación entre la FNMR y la FMR en la identificación biométrica de acuerdo con esta invención;

45 La figura 3 ilustra el efecto de aumentar y disminuir el umbral ilustrado en la figura 2 de acuerdo con esta invención;

La figura 4 ilustra un sistema de identificación y verificación biométrica de ejemplo de acuerdo con esta invención;

50 La figura 5 ilustra un método de ejemplo para usar datos de puntuación de coincidencia impostores para automatizar la derivación de una puntuación de umbral de coincidencia que da como resultado la tasa de coincidencia falsa y la tasa de no coincidencia falsa deseadas del sistema de identificación biométrica de acuerdo con esta invención;

La figura 6 ilustra un ejemplo de la determinación de la tasa de coincidencia falsa para el sistema de identificación biométrica de acuerdo con esta invención;

55 La figura 7 ilustra un método de ejemplo para usar datos genuinos de puntuación de coincidencia para automatizar la derivación de una puntuación de umbral de coincidencia que da como resultado la tasa de coincidencia falsa y la tasa de no coincidencia falsa deseadas del sistema de identificación biométrica de acuerdo con esta invención;

La figura 8 ilustra una determinación de ejemplo de una tasa de coincidencia falsa para el sistema de identificación biométrica de acuerdo con esta invención;

60 La figura 9 ilustra una determinación de puntuación de confianza de coincidencia falsa de ejemplo de acuerdo con esta invención;

La figura 10 ilustra un método de ejemplo para aplicar las técnicas descritas en el presente documento a un entorno de múltiples muestras de acuerdo con esta invención;

La figura 11 ilustra un método de ejemplo para aplicar las técnicas descritas en el presente documento a un entorno multi-modal de acuerdo con esta invención;

65 La figura 12 ilustra un ejemplo de resultados de coincidencia presentados por un verdadero sistema de verificación biométrica de acuerdo con esta invención;

La figura 13 ilustra la configuración de un umbral del sistema de verificación biométrica de acuerdo con esta invención;

La figura 14 ilustra la tasa de igual error de acuerdo con el sistema de verificación biométrica de acuerdo con esta invención;

5 La figura 15 ilustra un método de ejemplo para usar datos de puntuación de coincidencia genuina e impostora anteriores para automatizar la derivación de una puntuación de umbral de coincidencia de verificación individual de acuerdo con esta invención,

La figura 16 ilustra una comparación de un número de puntuaciones para igualar puntuaciones de acuerdo con esta invención;

10 La figura 17 ilustra los efectos de descender el umbral de acuerdo con esta invención; y

La figura 18 ilustra los efectos de establecer un umbral mayor de acuerdo con esta invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

15 Los sistemas y métodos de ejemplo de esta invención se describirán en relación con la identificación y verificación biométricas. Sin embargo, para evitar hacer innecesariamente complicada la presente invención, la siguiente descripción omite estructuras y dispositivos bien conocidos que pueden mostrarse en forma de diagrama de bloques o que son generalmente conocidos o están de otro modo resumidos. Con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, hay que señalar que la presente invención puede ponerse en práctica de una variedad de formas más allá de los  
20 detalles específicos expuestos en el presente documento.

Además, aunque los modos de realización de ejemplo ilustrados en el presente documento muestran los diversos componentes del sistema colocados, hay que señalar que los diversos componentes del sistema pueden ubicarse en porciones distantes de una red distribuida, como una LAN y/o Internet o dentro de un sistema dedicado. Por  
25 tanto, debe apreciarse que los componentes de este sistema pueden combinarse en uno o más dispositivos o colocarse en un nodo particular de una red distribuida, tal como una red de comunicaciones. Se apreciará, a partir de la siguiente descripción, y por razones de eficiencia informática, que los componentes del sistema pueden disponerse en cualquier ubicación dentro de una red distribuida sin afectar al funcionamiento del sistema. Además, hay que señalar que los diversos enlaces que conectan los elementos pueden ser enlaces por cable o inalámbricos, o cualquier combinación de los mismos, o cualquier otro(s) elemento(s) conocido(s) o desarrollado(s) posteriormente que sea(n) capaz(es) de suministrar y/o comunicar datos desde y hacia los elementos conectados. Estos enlaces por cable o inalámbricos también pueden ser enlaces seguros y pueden ser capaces de comunicar información  
30 encriptada.

35 El término módulo, como se usa en el presente documento, puede referirse a cualquier hardware, software o combinación de hardware y software conocidos o desarrollados posteriormente que sean capaces de realizar la funcionalidad asociada con ese elemento. Además, aunque la invención se describe en términos de modos de realización de ejemplo, hay que señalar que los aspectos individuales de la invención pueden reivindicarse por separado. Si bien los modos de realización aquí expuestos están dirigidos a la biometría de huellas dactilares, también hay que señalar que los sistemas y métodos funcionarán igualmente bien para cualquier tipo de información biométrica, tal como la información digital que represente una propiedad física de un animal o humano, que incluya cualquier tipo de datos biométricos, incluyendo, pero no limitado a, imágenes de dedos, manos, pies o cualquier  
40 porción de los mismos, información de la retina, información del iris y similares.

45 Los sistemas y métodos de ejemplo de esta invención se describirán en relación con la identificación y verificación biométricas. Sin embargo, para evitar ensombrecer innecesariamente la presente invención, la siguiente descripción omite estructuras y dispositivos bien conocidos que pueden mostrarse en forma de diagrama de bloques, son generalmente conocidos o están de otro modo resumidos. Con fines explicativos, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, hay que  
50 señalar que la presente invención puede ponerse en práctica de una variedad de formas más allá de los detalles específicos expuestos en el presente documento.

La figura 4 ilustra un sistema 100 de identificación y verificación biométrica de ejemplo. Además de los componentes bien conocidos, el sistema incluye un módulo 110 de puntuación de coincidencia, un módulo 120 de histograma, un  
55 módulo 130 de umbral, un módulo 140 de nivel de confianza, un controlador 150 de E/S (entrada/salida), un procesador 160, una memoria/almacenamiento 170, un módulo 180 de alerta, un módulo 190 de frecuencia, una base 192 de datos de registro, una galería 194, un módulo 196 de interfaz de usuario y una o más bases 198 de datos.

60 El sistema 100 de identificación y verificación biométrica recibe muestras biométricas de uno o más de un sistema 210 de control de acceso, un escáner 220 de huellas dactilares, dispositivos 230 biométricos de escaneo/entrada facial, de retina, de iris y otros. El sistema 100 de identificación y verificación biométrica puede también conectarse opcionalmente, a través del enlace 5, a una o más redes 10 que pueden enlazar, por ejemplo, galerías 260  
65 adicionales. Además, el sistema 100 de identificación y verificación biométrica se puede conectar a uno o más dispositivos 250 de salida, tal como una pantalla, y dispositivos 240 de entrada, tal como un teclado, ratón o similares.

Normalmente, una muestra biométrica se toma de un usuario y se compara con muestras conocidas en una o más galerías. Una vez completada esta comparación, se desecha la muestra del usuario. Sin embargo, de acuerdo con un modo de realización de ejemplo de esta invención, una o más muestras biométricas se almacenan, por ejemplo, en la galería 194 o la galería 260 y estos datos históricos se usan de acuerdo con las técnicas descritas en el presente documento.

Identificación biométrica

Más específicamente, y de acuerdo con un primer modo de realización de ejemplo, se utilizan datos de puntuación de coincidencia impostores para automatizar la obtención de una puntuación de umbral de coincidencia que da como resultado la tasa de coincidencia falsa y la tasa de no coincidencia falsa del sistema de identificación biométrica deseadas.

Existe un problema en los sistemas biométricos donde la selección de un umbral de coincidencia para un sistema biométrico dado, de manera que los niveles de FMR/FNMR deseados puedan ser alcanzados, es un proceso manual e impreciso que no permite al usuario considerar datos procedentes del sistema en cuestión y automatizar la configuración del umbral para optimizar las tasas de error no deseadas. Este problema puede abordarse utilizando los datos de puntuación de coincidencia impostores.

Más específicamente, y en cooperación con módulo 100 de puntuación de coincidencia y la base 192 de datos de registro, se genera una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras impostoras únicos en una galería, tal como la galería 194 ó 260. Los pares de muestras impostoras se obtienen a partir de dos muestras, cada una de una fuente diferente. A continuación, el módulo 120 de histograma crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra, para cada resultado posible de puntuación de coincidencia, el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras. Este valor es la "tasa de coincidencia falsa" asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema. Un módulo 196 de interfaz de usuario, en cooperación con el dispositivo 250 de salida y el dispositivo 240 de entrada, proporciona al usuario una interfaz de usuario a través de la cual puede seleccionar una tasa de coincidencia falsa deseada y aplicar el umbral que resultará en esa tasa de coincidencia falsa deseada. Este umbral se aplica entonces con la cooperación del módulo 130 de umbral.

Como ejemplo, una base de datos de la galería tiene 10.000 muestras obtenidas de 10.000 individuos diferentes. El número de puntuaciones de coincidencia únicas generadas de esta manera es igual a  $n(n-1)/2$ , donde  $n$  es el número de muestras en la base de datos. El número de puntuaciones de coincidencia únicas es, por lo tanto, 49.995.000.

Un usuario, que interactúa con el módulo 196 de interfaz de usuario, puede entonces indicar que desea que el sistema funcione con una tasa de coincidencia falsa de, por ejemplo, 1 de cada 10.000. Esto se corresponde con el número total de puntuaciones de coincidencia por encima de un umbral de 5.000. En la tabla de datos de histograma acumulativo que se describió anteriormente, hay un umbral de puntuación de coincidencia que da como resultado un total de 5.000 puntuaciones por encima. El módulo 130 de umbral podría entonces aplicar este umbral al sistema. Una vez aplicado, y en cooperación con el módulo 180 de alerta, se puede opcionalmente generar y enviar una alerta a un destino, como el dispositivo 250 de salida, para alertar al usuario de la FMR resultante con el umbral en uso en base a los resultados reales utilizando las muestras de la galería en uso. Ejemplos de alertas incluyen alertas basadas en texto, como un correo electrónico, así como alertas audibles o visuales que se muestran en cooperación con la pantalla.

De acuerdo con un segundo modo de realización de ejemplo, los datos de puntuación de coincidencia genuina se utilizan para automatizar la obtención de una puntuación de umbral de coincidencia que da como resultado la tasa de coincidencia falsa y la tasa de no coincidencia falsa deseadas del sistema. Más específicamente, este problema se puede abordar utilizando cualquier dato de puntuación de coincidencia. Más específicamente, el módulo 110 de puntuación de coincidencia, en cooperación con la base 192 de datos de registro y una o más galerías, genera una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras genuinas únicos en una galería. Los pares de muestras genuinas se obtienen de dos muestras, cada una de la misma fuente.

A continuación, el módulo 120 de histograma crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra para cada resultado de puntuación de coincidencia posible el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor, dividido por el número total de muestras. Este valor es la tasa de no coincidencia falsa asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema. Un usuario, en cooperación con el módulo 196 de interfaz de usuario, puede entonces seleccionar una tasa de no coincidencia falsa deseada y aplicar el umbral con la ayuda del módulo 130 de umbral que dará como resultado la tasa de no coincidencia falsa deseada.

Por ejemplo, una base de datos de la galería tiene 10.000 muestras, con dos obtenidas de cada uno de 5.000 individuos diferentes. El número de puntuaciones de coincidencia genuinas únicas generadas de esta manera es 5.000. Un usuario puede entonces especificar que desea que el sistema funcione con una tasa de no coincidencia falsa de 1 de cada 1.000. Esto se alinea a un número total de puntuaciones de coincidencia por debajo del umbral

deseado de cinco. En la tabla de datos de histograma acumulativo que se describe, hay un umbral de puntuación de coincidencia que da como resultado un total de cinco puntuaciones por debajo del mismo. El módulo 130 de umbral podría entonces aplicar este umbral al sistema. Como se expuso anteriormente, el módulo 180 de alerta también se puede programar para alertar al usuario de la FNMR resultante con el umbral en uso en base a los resultados reales usando las muestras de la galería en uso.

Como se ilustra en la figura 6, hay 49.995.000 puntuaciones de coincidencia entre muestras impostoras. Con un umbral definido como "T", 5.000 puntuaciones de coincidencia están por encima de ese umbral. En la figura 8 se muestra una ilustración de la determinación de la tasa de no coincidencia falsa, con cinco resultados de no coincidencia falsos, 5.000 puntuaciones de coincidencia genuinas y, nuevamente, un umbral de "T".

De acuerdo con un tercer modo de realización de ejemplo, el comportamiento de coincidencia impostora de las muestras de la galería se utiliza para agregar una puntuación de probabilidad de coincidencia falsa a una puntuación de coincidencia para tomar mejores decisiones de coincidencia/no coincidencia. Más particularmente, este modo de realización de ejemplo se basa en la premisa de que la "capacidad de coincidencia" de las muestras de sondeo y de galería es útil para lograr una mayor confianza en resultados de puntuación de coincidencia mayores a partir de un par de muestras. Por ejemplo, algunas muestras pueden ilustrar una mayor tendencia a coincidir que otras. Algunas pueden tener una tendencia tan alta a la coincidencia que aumentan la tasa de coincidencia falsa del sistema biométrico. Por ejemplo, considérese la circunstancia teórica de una muestra biométrica en una galería que exhibe la puntuación de coincidencia más alta para cada muestra de sondeo presentada. Esto daría una tasa de coincidencia falsa del 100%. Al evaluar la capacidad de coincidencia de las muestras de la galería, que se identificará como una puntuación de probabilidad de coincidencia falsa, estos datos pueden incorporarse en los resultados de coincidencia y, por lo tanto, reducen la ocurrencia de coincidencias falsas y no coincidencias falsas.

Esta puntuación de probabilidad de coincidencia falsa se puede generar en cooperación con el módulo 140 de nivel de confianza, en cooperación con uno o más de los controladores 150 de E/S, el procesador 160, la memoria 170 y las diversas bases de datos y galerías descritas en el presente documento. Por ejemplo, considérese el escenario de una búsqueda de uno a muchos donde se compara una única muestra de sondeo P1 con una galería G1 de 10.000 muestras G(x). El algoritmo de coincidencia indica, cuando se compara con la muestra de sondeo P1, que tres muestras de la galería G(a), G(b) y G(c) producen puntuaciones de coincidencia iguales o mayores que el umbral de coincidencia de funcionamiento de T=85. Puede ser útil saber cuál es la probabilidad de que un resultado de puntuación de coincidencia sea en realidad una coincidencia impostora, es decir, un resultado de coincidencia falsa.

La probabilidad de que una coincidencia de puntuación alta sea falsa se evalúa mediante: El módulo 190 de frecuencia, para cada uno de los tres pares de muestras de sondeo/galería P1:G(a), P1:G(b) y P1:G(c), contando lo siguiente:

- (a) FMO(P1:G(x))-dentro del corpus de datos de puntuación de coincidencia falsa producidos por la comparación entre la muestra de sondeo P1 y todas las muestras de la galería G(x), siendo el número observado de ocurrencias de la puntuación de coincidencia falsa mayor que el resultado de la puntuación de coincidencia entre el sondeo P1 y las muestras de la galería G(a), G(b) y G(c).
- (b) FMO(G(x):G1)-dentro del corpus de datos de puntuación de coincidencia falsa producidos por la comparación entre las muestras de galería G(a), G(b) y G(c) y el resto de la galería G1, el número observado de ocurrencias de puntuaciones de coincidencias falsas por encima del resultado de la puntuación de coincidencia del par
- (c) FMP(P1:G(x))-probabilidad de coincidencia falsa resultante bien de P1 o de G(x)

Hay que tener en cuenta que, con respecto a la probabilidad y determinación de FMP:

$P(A \text{ y } B) = n(A \text{ y } B) / n(S)$ , donde n(S) es el número total de resultados posibles

$$P(A \text{ o } B) = P(A) + P(B) - P(A \text{ y } B)$$

TABLA 1-resultados de coincidencia de 1: muchos de una única muestra de sondeo

		G(a)	G(b)	G(c)
Puntuación de coincidencia M(P1:G(x))	resultado del algoritmo	96	90	85
Recuento FMO(P1:G(x))	recuento de ocurrencias de coincidencia falsa	0	1	2
Porcentaje de FMO(P1:G(x))	porcentaje de ocurrencias de coincidencia falsa	0,00%	0,01%	0,02%

		G(a)	G(b)	G(c)
Recuento FMO(G(x):G1)	recuento de ocurrencias de coincidencia falsa	12	2	3
Porcentaje FMO(G(x):G1)	porcentaje de ocurrencias de coincidencia falsa	0,12%	0,02%	0,03%
FMP(P1:G(x))	probabilidad de ocurrencia falsa	0,1200%	0,0300%	0,0500%

A partir de este resultado, es evidente que G(b) podría ser una coincidencia más fiable para P1 que G(a), incluso aunque su puntuación de coincidencia sea menor, porque la probabilidad de una coincidencia falsa es menor.

5 Estas técnicas también se pueden aplicar a un entorno de múltiples muestras. Por ejemplo, esta técnica se puede utilizar para aplicar una ponderación adecuada a un sondeo de múltiples muestras.

Por ejemplo, con una galería G1 de 10.000 pares de muestras G(x) y un sondeo P1, incluyendo cada uno 2 muestras de la misma fuente, tales como muestras de huellas dactilares izquierdas y derechas:

- 10
- A, B, C, D y E representan los auténticos candidatos de coincidencia en la galería G1 con los cinco resultados de puntuación de comparación más altos entre pares de muestras de sondeo y pares de muestras de galería según son generados para cada par por el algoritmo.
  - M(P1l:G(X)l) y M(P1r:G(X)r) representan cada puntuación de coincidencia entre las respectivas muestras izquierdas y derechas del conjunto de sondeo P1 y las muestras G(X).
  - FMO(P1l:G(X)l) representa las ocurrencias de puntuaciones de coincidencias falsas por encima de la puntuación de coincidencia dada del par entre cada conjunto de muestras de sondeo y toda la galería.
  - FMO(Cr(X)1:G1l) representa las ocurrencias de puntuaciones de coincidencias falsas por encima de la puntuación de coincidencia dada del par entre cada conjunto de muestras de la galería y toda la galería.
  - FMO(P1l:G1l) y FMO(P1r:G1r) representan la suma de estas ocurrencias de coincidencia falsa observadas con el conjunto de muestras de sondeo y el conjunto de muestras de la galería para las muestras izquierdas y derechas, respectivamente.
  - FMP(P1:G1) representa la probabilidad de un resultado de coincidencia falso del conjunto de sondeo/galería dado.

25 Obsérvese que con respecto a la probabilidad y el cálculo de FMP:

- 30
- $P(A \text{ y } B) = n(A \text{ y } B) / n(S)$ , donde n(S) es el número total de resultados posibles
  - $P(A \text{ o } B) = P(A) + P(B) - P(A \text{ y } B)$

TABLA 2-resultados de coincidencia de 1: muchos de un sondeo de dos muestras y galería de 10.000 conjuntos de muestras

		muestra	G(A)	G(B)	G(C)	G(D)	G(E)
M(P1l:G(X)l)	Puntuación de coincidencia	de izquierda	95	90	85	80	75
M(P1r:G(X)r)	puntuación de coincidencia	de derecha	90	99	92	80	94
FMO(P1l:G(X)l)	ocurrencias de coincidencia falsa	de izquierda	0	1	2	3	5
FMO(P1r:G(X)r)	ocurrencias de coincidencia falsa	de derecha	4	0	3	6	1
FMO(G(X)l:G1l)	ocurrencias de coincidencia falsa	de izquierda	8	4	16	31	25
FMO(G(X)r:G1r)	ocurrencias de coincidencia falsa	de derecha	36	8	14	27	19
FMO(P1l:G1l)	suma de ocurrencias de coincidencia falsa	izquierda	8	5	18	34	30
FMO(P1r:G1r)	suma de ocurrencias de coincidencia falsa	derecha	40	8	17	33	20
FMP (P1:G1)	probabilidad de coincidencia falsa		0,4797 %	0,1300 %	0,3497 %	0,6689 %	0,4994 %

35 Un problema con la puntuación de coincidencia se ilustra en los resultados anteriores. Las puntuaciones de coincidencia para las muestras de sondeo están rigurosamente agrupadas y no concuerdan. Mientras que la muestra izquierda en el par de la galería A genera la puntuación de coincidencia más alta, la muestra de la galería B

produce la puntuación de coincidencia más alta para la muestra derecha. Por lo tanto, puede ser útil realizar un análisis adicional para determinar qué conjunto es más probable que sea la coincidencia genuina. El análisis de más abajo ilustra que el candidato del conjunto de muestras de la galería B presenta la menor probabilidad de una coincidencia falsa, varias veces más pequeña que la de los otros candidatos y podría seleccionarse con más confianza como la coincidencia correcta.

Por ejemplo, esta técnica de análisis de ejemplo utiliza el sistema 100 de identificación y verificación biométrica en un entorno de múltiples muestras. Específicamente, el módulo 110 de puntuación de coincidencia determina una primera puntuación de coincidencia entre una primera muestra de sondeo, por ejemplo, una muestra derecha, y una primera muestra (derecha) de la galería en una galería. El módulo determina entonces una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la primera muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería y determina el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. Se determina entonces una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la primera muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada.

El módulo 110 de puntuación de coincidencia determina entonces una segunda puntuación de coincidencia de una segunda muestra de sondeo, por ejemplo, una muestra izquierda y una segunda muestra de la galería en una galería. Se determina entonces la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la segunda muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. Se determina entonces una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la segunda muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. El módulo 110 de puntuación de coincidencia, en cooperación con uno o más de entre el controlador 150 de E/S, el procesador 160 y la memoria 170, combina entonces la información determinada a partir de las muestras primera y segunda para determinar un nivel de probabilidad de coincidencia falsa en cooperación con módulo 140 de nivel de confianza.

Por ejemplo, con una galería de 10.000 pares de muestras de huellas dactilares/rostro y un sondeo cada una, incluyendo una muestra de huellas dactilares y una muestra de rostro, A, B, C, D y E representan a los candidatos genuinos con los cinco mejores resultados de puntuación de coincidencia entre pares de muestras de sondeo y pares de muestras de galería.

En este ejemplo, hay 10.000 pares de muestras en la galería.  $M(P1f:G(X)f)$  y  $M(P1v:G(X)v)$  representan cada puntuación de coincidencia entre las respectivas muestras de huellas dactilares y rostro.  $FMO(P1f:G(X)f)$  y  $FMO(P1v:G(X)v)$  representan las ocurrencias de puntuaciones de coincidencia falsas por encima de la puntuación de coincidencia dada del par entre cada muestra de sondeo y toda la galería para las muestras de huellas dactilares y rostro, respectivamente,  $FMO(G(X)f:G1f)$  y  $FMO(G(X)v:G1v)$  representan las ocurrencias de puntuaciones de coincidencias falsas por encima de la puntuación de coincidencia dada del par entre cada muestra de la galería y toda la galería para muestras de huellas dactilares y rostro, respectivamente.  $FMO(P1f:1f)$  y  $FMO(P1v:G1v)$  representan la suma de estas ocurrencias de coincidencia falsa observadas con la muestra de sondeo y muestra de la galería.  $FMP(P1:G1)$  representa la probabilidad de un resultado de coincidencia falsa del conjunto de sondeo/galería dado.

Hay que tener en cuenta que, con respecto a la probabilidad y el cálculo de FMP:

$P(A \text{ y } B) = n(A \text{ y } B) / n(S)$ , donde  $n(S)$  es el número total de resultados posibles

$$P(A \text{ o } B) = P(A) + P(B) - P(A \text{ y } B)$$

TABLA 3- resultados de coincidencia de 1: muchos de un sondeo multimodal de dos muestras y galería de 10.000 conjuntos de muestras

			G(A)	G(B)	G(C)	G(D)	G(E)
M(f)	puntuación de coincidencia	huella dactilar	95	90	85	80	75
M(v)	puntuación de coincidencia	rostro	90	99	92	80	94
FMO(P1f)	ocurrencias de coincidencia falsa	huella dactilar	0	1	2	3	5
FMO(P1v)	ocurrencias de coincidencia falsa	rostro	4	0	3	6	1
FMO(Gxf)	ocurrencias de coincidencia falsa	huella dactilar	8	4	16	31	25

FMO(Gxv)	ocurrencias de coincidencia falsa	rostro	36	8	14	27	19
FMP(f)	suma de ocurrencias de coincidencia falsa	huella dactilar	0,08%	0,05%	0,18%	0,34%	0,30%
FMP(v)	suma de ocurrencias de coincidencia falsa	rostro	0,40%	0,08%	0,17%	0,33%	0,20%
FMP	probabilidad de ocurrencia falsa		0,4797 %	0,1300 %	0,3497 %	0,6589 %	0,4994 %

5 El problema con la puntuación de coincidencia se ilustra en los resultados anteriores; las puntuaciones de coincidencia para las muestras de sondeo están rigurosamente agrupadas y no concuerdan. Mientras que la muestra de huellas dactilares en el par de la galería A genera la puntuación de coincidencia más alta, la muestra de la galería B produce la puntuación de coincidencia más alta para la muestra de rostro. Por lo tanto, es útil realizar un análisis adicional para determinar qué conjunto es más probable que sea la coincidencia genuina.

10 El análisis ilustra que el candidato del conjunto de muestra de la galería B presenta la probabilidad más baja de una coincidencia falsa, varias veces más pequeña que la de los otros candidatos y puede seleccionarse con más confianza como la coincidencia correcta.

15 Este modo de realización de ejemplo aplicado a un entorno multimodal incluye una serie similar de etapas. Más específicamente, el módulo 110 de puntuación de coincidencia determina una primera puntuación de coincidencia de una primera muestra de sondeo correspondiente a un modo, por ejemplo, una huella dactilar y una primera muestra de la galería en una galería. El módulo determina entonces una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de galería entre la primera muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería y determina el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la puntuación de la primera coincidencia determinada.

20 El módulo 110 de puntuación de coincidencia determina entonces una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la primera muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería y determina el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. Una segunda puntuación de coincidencia de una segunda muestra de sondeo corresponde a un modo (por ejemplo, se determina entonces un rostro y una segunda muestra de la galería en la galería). Se determina entonces la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la segunda muestra de galería y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. Se determina entonces una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la segunda muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. El módulo de nivel de confianza combina entonces la información determinada a partir de la primera y la segunda muestras para determinar un nivel de probabilidad de coincidencia falsa.

35 **Verificación Biométrica**  
También hay un problema en los sistemas biométricos donde el rendimiento de coincidencia no está optimizado porque se aplica el mismo umbral de coincidencia a todos los pares de coincidencia, independientemente de su comportamiento y rendimiento observados.

40 Considérese el escenario de un sistema de control de acceso biométrico, donde los empleados usan la biometría para obtener acceso a una instalación. Un sistema biométrico típico funciona almacenando una única muestra biométrica de cada empleado en una base de datos biométrica. Cada vez que el empleado intenta acceder a la instalación, se genera una muestra biométrica en vivo y entonces se compara con la muestra de ese empleado que está almacenada en la base de datos. Se utiliza un comparador biométrico para medir la similitud entre las dos muestras, y si la puntuación de similitud está por encima de un umbral de coincidencia preestablecido, se determina que las muestras se han derivado de la misma fuente y se otorga acceso a la instalación a la persona. Si se comparan las muestras y la puntuación de similitud está por debajo del umbral, se determina que el individuo no coincide y, por tanto, se le deniega el acceso a la instalación.

50 Pero considérese el individuo cuyas muestras biométricas generan comparativamente bajas puntuaciones de coincidencia tanto con muestras genuinas como impostoras. Este individuo, aunque es menos probable que cause una coincidencia falsa con un impostor, experimentará una mayor tasa de incidentes de no coincidencia falsos. El sistema biométrico lograría un rendimiento general más alto si se aplicara un umbral de coincidencia menor derivado específicamente para este individuo en sus intentos de acceso.

55 Considérese también el individuo cuyas muestras biométricas generan comparativamente altas puntuaciones de coincidencia tanto con muestras genuinas como impostoras. Este individuo experimentará una tasa más baja de incidentes de no coincidencia falsos, pero es más probable que cause una coincidencia falsa con un impostor. El

sistema biométrico lograría un rendimiento general mayor si se aplicara un umbral de coincidencia mayor obtenido específicamente para este individuo en sus intentos de acceso.

5 De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, el sistema biométrico de identificación y verificación utiliza datos de puntuación de coincidencia genuinos e impostores anteriores para automatizar la derivación de una puntuación de umbral de coincidencia de verificación individualizada.

10 Más específicamente, el siguiente procedimiento de ejemplo describe cómo se puede abordar este problema utilizando datos de puntuación de coincidencia genuina e impostora.

15 Para cada individuo registrado en un sistema biométrico, el módulo 110 de puntuación de coincidencia crea una base de datos de puntuaciones de coincidencia observadas entre todas las muestras genuinas e impostoras y la almacena en una galería, como la galería 194. Es decir, se crea un par de muestras único para todas las combinaciones posibles de puntuaciones de coincidencia de muestra genuina y muestra impostora.

20 A continuación, el módulo 120 de histograma crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra el número de estas puntuaciones de coincidencia impostoras que son mayores que esa puntuación dividida por el número total de muestras. Este valor es la "tasa de coincidencia falsa" asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema.

25 Para cada individuo registrado en un sistema biométrico, el módulo 110 de puntuación de coincidencia genera una base de datos de puntuaciones de coincidencia observadas entre todas las muestras genuinas. Es decir, se crea un par de muestras único para todas las combinaciones posibles de muestras genuinas.

Entonces, el módulo 120 de histograma crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra cada posible puntuación de coincidencia menor que esa puntuación dividida por el número total de muestras. Este valor es la "tasa de no coincidencia falsa" asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema.

30 El módulo 130 de umbral utiliza de manera manual o automática el umbral de coincidencia que da como resultado el rendimiento de coincidencia de la FMR y FNMR dentro de un intervalo objetivo.

Ejemplo:

35 Una empresa mantiene un sistema biométrico usado para restringir el acceso a una instalación. Hay 100 empleados que han usado cada uno el sistema durante 1000 días. Se recoge una sola muestra biométrica de cada empleado una vez al día. Por lo tanto, cada empleado tiene 1000 muestras genuinas en la base de datos y hay un total de 100.000 muestras en la base de datos.

40 Para cada empleado, una base de datos de "FMR" se compone de todas las puntuaciones de coincidencia generadas a partir de todos los pares genuinos-impostores únicos. De ello se desprende que esta base de datos de FMR para cada empleado contiene  $1.000 \times 99.000 = 99.000.000$  puntuaciones de coincidencia.

Se genera un histograma de FMR para cada empleado, que se utiliza para generar una tabla que relaciona la tasa de coincidencia falsa asociada con cada umbral de puntuación de coincidencia.

45 Además, para cada empleado, una base de datos de "FNMR" se compone de puntuaciones de coincidencia generadas a partir de todos los pares genuinos-genuinos únicos. De ello se desprende que la base de datos de FNMR para cada empleado contiene  $n(n-1)/2$  ó  $1000 \times (999)/2 = 499.500$  puntuaciones de coincidencia.

50 Se genera un histograma de FNMR para cada empleado, que se utiliza para generar una tabla que relaciona la tasa de no coincidencia falsa asociada con cada umbral de puntuación de coincidencia.

55 Para cada empleado, estas tablas se combinan para mostrar tanto la probabilidad de una coincidencia falsa como la probabilidad de una no coincidencia falsa para cada valor de umbral. Con estos datos, un usuario, con la ayuda del dispositivo 240 de entrada, puede seleccionar de manera manual o automática un umbral de coincidencia que logre de manera satisfactoria los objetivos de FMR y FNMR del sistema biométrico.

60 La figura 16 ilustra un ejemplo de una comparación del número de puntuaciones con puntuaciones de coincidencia. Más específicamente, se resaltan el individuo con puntuación de coincidencia baja; puntuaciones impostoras, el individuo con puntuación de coincidencia alta; puntuaciones impostoras, el individuo con puntuación de coincidencia baja; puntuaciones genuinas y el individuo con puntuación de coincidencia alta; puntuaciones genuinas.

En la figura 17, se da un ejemplo que ilustra que un umbral menor optimiza la FMR y la FNMR. Otro ejemplo se da en la figura 18, donde se puede ver que un umbral mayor optimiza la FMR y la FNMR.

65 La figura 5 ilustra un método de ejemplo de uso de datos de puntuación de coincidencia impostora para automatizar la derivación de una puntuación de umbral de coincidencia la para identificación biométrica que da lugar a la tasa de

coincidencia falsa y la tasa de no coincidencia falsa deseadas del sistema. En particular, el control comienza en la etapa S500 y continúa en la etapa S510. En la etapa S510, se genera una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras impostoras únicos en una galería. Pares de muestras impostoras se derivan de dos muestras, cada una de una fuente diferente. A continuación, en la etapa S520, se crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra para cada resultado de puntuación de coincidencia posible el número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor por el número total de muestras. Este valor es la tasa de coincidencia falsa asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema. Entonces, en la etapa S530, un usuario selecciona una tasa de coincidencia falsa deseada y aplica el umbral que dará lugar a esa tasa de coincidencia falsa deseada. Entonces el control continúa a la etapa S540.

En la etapa S540, un usuario especifica una tasa de coincidencia falsa deseada. Este umbral se aplica entonces al sistema en la etapa S550 con una alerta opcional que se envía en la etapa S560 para alertar al usuario de la FMR resultante con el umbral en uso en base a los resultados reales utilizando las muestras de la galería en uso. El control continúa entonces a la etapa S570, donde la secuencia de control finaliza.

La figura 7 ilustra un método de ejemplo para usar datos de puntuación de coincidencia genuina para automatizar la derivación de una puntuación de umbral de coincidencia que da lugar a la tasa de coincidencia falsa y la tasa de no coincidencia falsa del sistema deseadas para la identificación biométrica. En particular, el control comienza en la etapa S700 y continúa en la etapa S710. En la etapa S710, se genera una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras genuinas únicos en una galería. Los pares de muestras genuinas se obtienen de dos muestras, cada una de la misma fuente. A continuación, en la etapa S720, se crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra cada resultado de puntuación de coincidencia posible y número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor dividido por el número total de muestras. Este valor es la tasa de no coincidencia falsa asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema. Entonces, en la etapa S730, un usuario puede seleccionar una tasa de no coincidencia falsa deseada y aplicar el umbral que dará lugar a la tasa de no coincidencia falsa deseada. El control continúa entonces a la etapa S740.

En la etapa S740, un usuario puede especificar entonces cómo le gustaría que el sistema funcionase con una tasa de no coincidencia falsa de, por ejemplo, 1 de cada 1.000. Al igual que en el ejemplo anterior, en la etapa S750 el usuario puede ser alertado opcionalmente mientras el control continúa a la etapa S760, donde finaliza la secuencia de control.

La figura 9 ilustra un método de ejemplo para determinar una puntuación de confianza de coincidencia falsa de acuerdo con esta invención. En particular, el control comienza en la etapa S900 y continúa a la etapa S910. En la etapa S910 se determina una primera puntuación de coincidencia entre una muestra de sondeo y una muestra de la galería en una galería. A continuación, en la etapa S920, se determina una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. Entonces, en la etapa S930, se determina una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. El control continúa entonces a la etapa S940, donde finaliza la secuencia de control.

La figura 10 ilustra un método de ejemplo para aplicar la técnica descrita en el presente documento a un entorno de múltiples muestras. En particular, el control comienza en la etapa S1000 y continúa en la etapa S1010. En la etapa S1010, se determina una primera puntuación de coincidencia de una primera muestra de sondeo y una primera muestra de la galería en una galería. A continuación, en la etapa S1020, se determina una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la primera muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. Entonces, en la etapa S1030, se determina una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la primera muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. El control continúa entonces a la etapa S1040.

En la etapa S1040, se determina una segunda puntuación de coincidencia de una segunda muestra de sondeo y una segunda muestra de la galería en una galería. A continuación, en la etapa S1050, se determina una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la segunda muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. A continuación, en la etapa S1060, se determina una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la segunda muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. En la etapa S1070, la información determinada de la primera y la segunda muestras se combina para determinar un nivel de confianza de coincidencia falsa, continuando el control a la etapa S1080, donde finaliza la secuencia de control.

La figura 11 ilustra un modo de realización de ejemplo de la extensión de la técnica a un entorno multi-modal. En particular, el control comienza en la etapa S1110 y continúa en la etapa S1120. En la etapa S1120, se determinan una primera puntuación de coincidencia de una primera muestra de sondeo correspondiente a un modo y una primera muestra de la galería en una galería. A continuación, en la etapa S1130, se determinan una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la primera muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. Entonces, en la etapa S1140, se determinan una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la primera muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la primera puntuación de coincidencia determinada. El control continúa entonces a la etapa S1150.

En la etapa S1150 se determinan una segunda puntuación de coincidencia de una segunda muestra de sondeo correspondiente a un modo y una segunda muestra de la galería en una galería. A continuación, en la etapa S1160, se determinan una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería entre la segunda muestra de la galería y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de la galería que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. A continuación, en la etapa S1170, se determinan una pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo entre la segunda muestra de sondeo y la pluralidad de otras muestras en la galería, así como el número de la pluralidad de puntuaciones de coincidencia de sondeo que son mayores que la segunda puntuación de coincidencia determinada. La información determinada de la primera y la segunda muestras se combina entonces en la etapa S1180 para determinar un nivel de confianza de coincidencia falsa, continuando el control a la etapa S1190, donde finaliza la secuencia de control.

La figura 15 ilustra un modo de realización de ejemplo para usar datos de puntuación de coincidencia genuinos e impostores anteriores para automatizar la derivación de una puntuación de umbral de coincidencia de verificación individualizada. En particular, el control comienza en la etapa S1500 y continúa a la etapa S1510. En la etapa S1510, para cada individuo registrado en un sistema biométrico, se genera una base de datos de puntuaciones de coincidencia observadas entre todas las muestras genuinas y todas las impostoras. A continuación, en la etapa S1520, se crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra el número de estas puntuaciones de coincidencia impostoras que son mayores que esa puntuación dividida por el número total de muestras. Este valor es la tasa de coincidencia falsa asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema. Entonces, en la etapa S1530, para cada individuo inscrito en el sistema biométrico se observa una base de datos y una puntuación de coincidencia entre todas las muestras genuinas según se generaron. Es decir, se crea un par de muestras único para todas las combinaciones posibles de muestras genuinas. El control continúa entonces a la etapa S1540.

En la etapa S1540, se crea una tabla de datos de histograma acumulativo que registra cada puntuación de coincidencia posible menor que esa puntuación dividida por el número total de muestras. Este valor es la tasa de no coincidencia falsa asociada con cada posible umbral utilizado en el sistema. A continuación, en la etapa S1550, este umbral de coincidencia, que da lugar a un comportamiento de coincidencia de la FMR y la FNMR dentro de un intervalo objetivo, es uno o más de los utilizados de manera manual y/o automática. El control continúa entonces a la etapa S1560, donde finaliza la secuencia de control.

Los sistemas y métodos descritos pueden implementarse en un dispositivo de procesamiento de imágenes, un dispositivo de procesamiento biométrico, un dispositivo de procesamiento de huellas dactilares, o similares, o en un ordenador de propósito general programado de manera separada, que tenga capacidades de procesamiento de imágenes. Además, los sistemas y métodos de esta invención pueden implementarse en un ordenador de propósito especial, un microprocesador o microcontrolador programado y uno o más elementos de circuito integrado periféricos, un ASIC u otro circuito integrado, un procesador de señales digitales, un circuito lógico o electrónico por cable como un circuito de elemento discreto, un dispositivo lógico programable, tal como PLD, PLA, FPGA, PAL, o similares. En general, para implementar el sistema de procesamiento de imágenes de acuerdo con esta invención puede usarse cualquier dispositivo capaz de implementar una máquina de estados que a su vez sea capaz de implementar los diagramas de flujo ilustrados en el presente documento.

Asimismo, los métodos descritos pueden implementarse fácilmente en un software almacenado en un medio legible por ordenador usando objetos o entornos de desarrollo de software orientados a objetos, que proporcionen un código fuente portátil que pueda usarse en una variedad de plataformas de ordenador o de estaciones de trabajo. Alternativamente, el sistema descrito puede implementarse parcial o totalmente en hardware utilizando circuitos lógicos estándar o un diseño de VLSI. El uso de software o hardware para implementar los sistemas de acuerdo con esta invención depende de los requisitos de velocidad y/o eficiencia del sistema, de la función particular y de los sistemas de software o hardware particulares o de los sistemas de microprocesadores o microordenadores utilizados. Los sistemas y métodos ilustrados en el presente documento pueden, sin embargo, implementarse fácilmente en hardware y/o software utilizando cualquier sistema o estructura, dispositivo y/o software conocido o desarrollado posteriormente por los expertos ordinarios en la técnica aplicable a partir de la descripción funcional proporcionada en el presente documento y con un conocimiento básico general de las técnicas informáticas y de procesamiento de imágenes.

5 Además, los métodos descritos pueden implementarse fácilmente en un software ejecutado en un ordenador programado de propósito general, un ordenador de propósito especial, un microprocesador, o similares. En estos casos, los sistemas y métodos de esta invención pueden implementarse como un programa integrado en un ordenador personal como un guión de JAVA® o CGI, como un recurso que resida en un servidor o estación de trabajo gráfica, como una rutina integrada en un sistema dedicado de procesamiento de huellas dactilares, como una conexión, o similar. El sistema también se puede implementar incorporando físicamente el sistema y el método en un sistema de software y/o de hardware, como los sistemas de hardware y software de un procesador de imágenes.

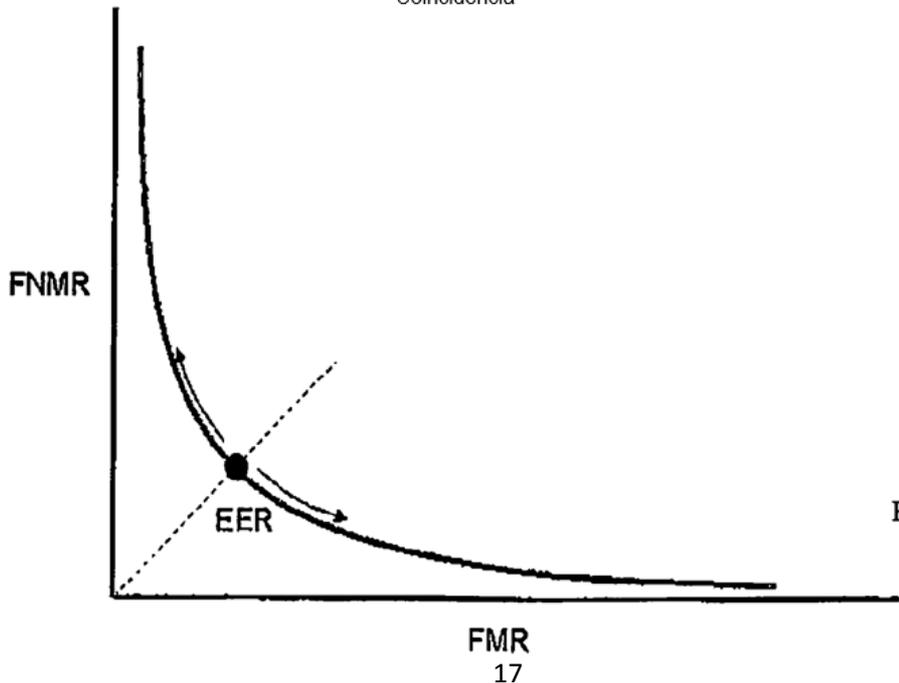
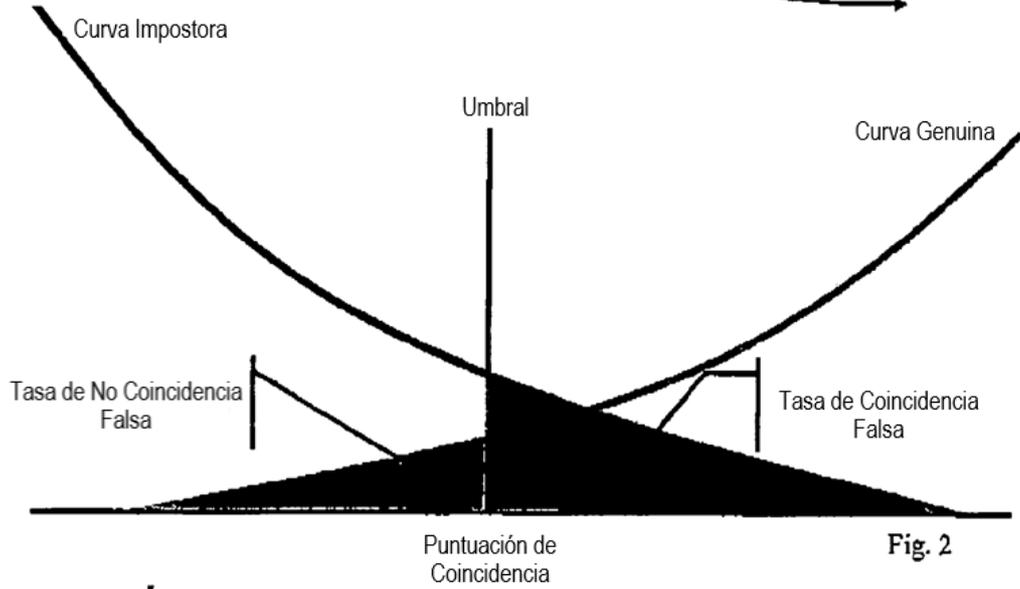
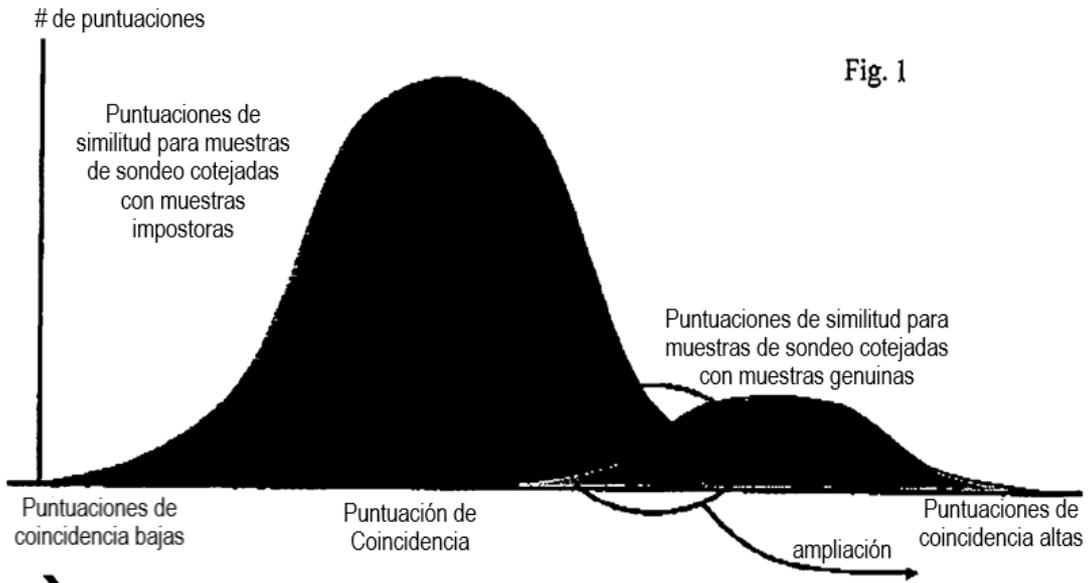
10 Por lo tanto, es evidente que se han proporcionado, de acuerdo con la presente invención, sistemas y métodos para la identificación y verificación biométrica que pueden ser particularmente útiles cuando se usan con huellas dactilares. Si bien esta invención se ha descrito conjuntamente con varios modos de realización, es evidente que muchas alternativas, modificaciones y variaciones serían o son obvias para los expertos en las técnicas aplicables. Por consiguiente, se pretende abarcar todas estas alternativas, modificaciones, equivalentes y variaciones que están dentro del alcance de esta invención como se define en las reivindicaciones adjuntas.

15

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un método para establecer un umbral en un sistema biométrico utilizando datos de puntuación de coincidencia impostora para derivar un umbral de coincidencia que da lugar a una tasa de coincidencia falsa deseada, que comprende:
- 10 crear una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras biométricas impostoras únicos; crear una tabla de datos de histograma acumulativo que registre, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, un número de puntuaciones de coincidencia que son mayores que el valor de la puntuación de coincidencia dividido por el número total de muestras;
- 15 seleccionar una tasa de coincidencia falsa deseada, determinar un umbral que dará lugar a la tasa de coincidencia falsa deseada, en el que el umbral está determinado por la tabla de datos de histograma acumulativo, y aplicar el umbral que dará lugar a la tasa de coincidencia falsa deseada; y
- determinar una puntuación de probabilidad de coincidencia falsa para evaluar la capacidad de coincidencia de las muestras de la base de datos, e incorporar la puntuación de probabilidad de coincidencia falsa en los resultados de coincidencia de modo que se reduzca la ocurrencia de coincidencias falsas y no coincidencias falsas.
- 20 2. El método de la reivindicación 1, en el que los pares de muestras impostoras se derivan de dos muestras, cada una de una fuente diferente.
3. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el valor de puntuación de coincidencia está asociado con la tasa de coincidencia falsa deseada y/o el número está asociado con el umbral.
- 25 4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además alertar a un usuario de una tasa de coincidencia falsa resultante, utilizando el umbral en uso, basado en los resultados reales, las muestras de la base de datos en uso.
- 30 5. Un método para establecer un umbral en un sistema biométrico, en particular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, utilizando datos de puntuación de coincidencia genuinos para derivar un umbral de coincidencia que da lugar a una tasa de no coincidencia falsa deseada que comprende:
- 35 crear una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras biométricas genuinas únicos;
- crear una tabla de datos de histograma acumulativo que registra, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, un número de puntuaciones de coincidencia que son mayores que el valor de la puntuación de coincidencia dividido por el número total de muestras;
- 40 seleccionar una tasa de no coincidencia falsa deseada, determinar un umbral que dará lugar a la tasa de no coincidencia falsa deseada, en el que el umbral está determinado por la tabla de datos de histograma acumulativo, y aplicar el umbral que dará lugar a la tasa de no coincidencia falsa deseada; y
- determinar una puntuación de probabilidad de coincidencia falsa para evaluar la capacidad de coincidencia de las muestras de la base de datos, e incorporar la puntuación de probabilidad de coincidencia falsa en los resultados de coincidencia de manera que se reduzca la ocurrencia de coincidencias falsas y no coincidencias falsas.
- 45 6. El método de la reivindicación 5, en donde los pares de muestras genuinas se derivan de dos muestras, cada una de una misma fuente.
- 50 7. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 6, en el que el valor es la tasa de no coincidencia falsa asociada con cada posible umbral.
8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en el que el valor de puntuación de coincidencia está asociado con la tasa de no coincidencia falsa deseada y/o el número está asociado con el umbral.
- 55 9. El método de cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, que comprende además alertar a un usuario sobre una tasa de coincidencia falsa y/o una tasa de no coincidencia falsa resultante, utilizando el umbral, en uso en base a los resultados reales, las muestras de la base de datos en uso.
- 60 10. Un medio de almacenamiento legible por ordenador que incluye instrucciones que, si se ejecutan, realizan las etapas de cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 65 11. Un sistema (100) para establecer un umbral en un sistema biométrico utilizando datos de puntuación de coincidencia impostora para derivar una puntuación de umbral de coincidencia que dé lugar a una tasa de coincidencia falsa deseada, que comprende:

- un módulo (110) de puntuación de coincidencia que está adaptado para crear una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras biométricas impostoras únicos;
- 5 un módulo (120) de histograma que está adaptado para crear una tabla de datos de histograma acumulativo registrando, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, un número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor de puntuación de coincidencia, dividido por el número total de muestras;
- un módulo (130) de umbral que está adaptado para seleccionar una tasa de coincidencia falsa deseada y para aplicar el umbral que dará lugar a la tasa de coincidencia falsa deseada; y
- 10 un módulo (140) de nivel de confianza que está adaptado para determinar una puntuación de probabilidad de coincidencia falsa para evaluar la capacidad de coincidencia de las muestras de la base de datos, en el que el sistema (100) está configurado para determinar un umbral que dará lugar a la tasa de coincidencia falsa deseada, en el que el umbral está determinado por la tabla de datos de histograma acumulativo, y para incorporar la puntuación de probabilidad de coincidencia falsa en los resultados de coincidencia de modo que se reduzca la ocurrencia de coincidencias falsas y de no coincidencias falsas.
- 15 12. Un sistema (100) para establecer un umbral en un sistema biométrico que utiliza datos de puntuación de coincidencia genuina para derivar una puntuación de umbral de coincidencia que dé lugar a una tasa de no coincidencia falsa deseada, que comprende:
- 20 un módulo (110) de puntuación de coincidencia que está adaptado para crear una base de datos de puntuaciones de coincidencia entre todos los pares de muestras biométricas genuinas únicos;
- un módulo (120) de histograma que está adaptado para crear una tabla de datos de histograma acumulativo registrando, para cada posible valor de puntuación de coincidencia, un número de puntuaciones de coincidencia observadas mayores que ese valor de puntuación de coincidencia, dividido por el número total de muestras;
- 25 un módulo (130) de umbral que está adaptado para seleccionar una tasa de no coincidencia falsa deseada y para aplicar el umbral que dará lugar a la tasa de no coincidencia falsa deseada; y
- un módulo (140) de nivel de confianza que está adaptado para determinar una puntuación de probabilidad de coincidencia falsa para evaluar la capacidad de coincidencia de las muestras de la base de datos,
- 30 en el que el sistema está configurado para determinar un umbral que dará lugar a la tasa de no coincidencia falsa deseada, en el que el umbral está determinado por la tabla de datos de histograma acumulativo, y para incorporar la puntuación de probabilidad de coincidencia falsa en los resultados de coincidencia de modo que se reduzcan las ocurrencias de coincidencias falsas y de no coincidencias falsas.
- 35 13. El sistema de las reivindicaciones 11 y 12, en el que el módulo (130) de umbral está adaptado para utilizar un umbral de coincidencia que da lugar a una tasa de coincidencia falsa y a un rendimiento de coincidencia de tasa de no coincidencia falsa dentro de un intervalo de rendimiento objetivo.



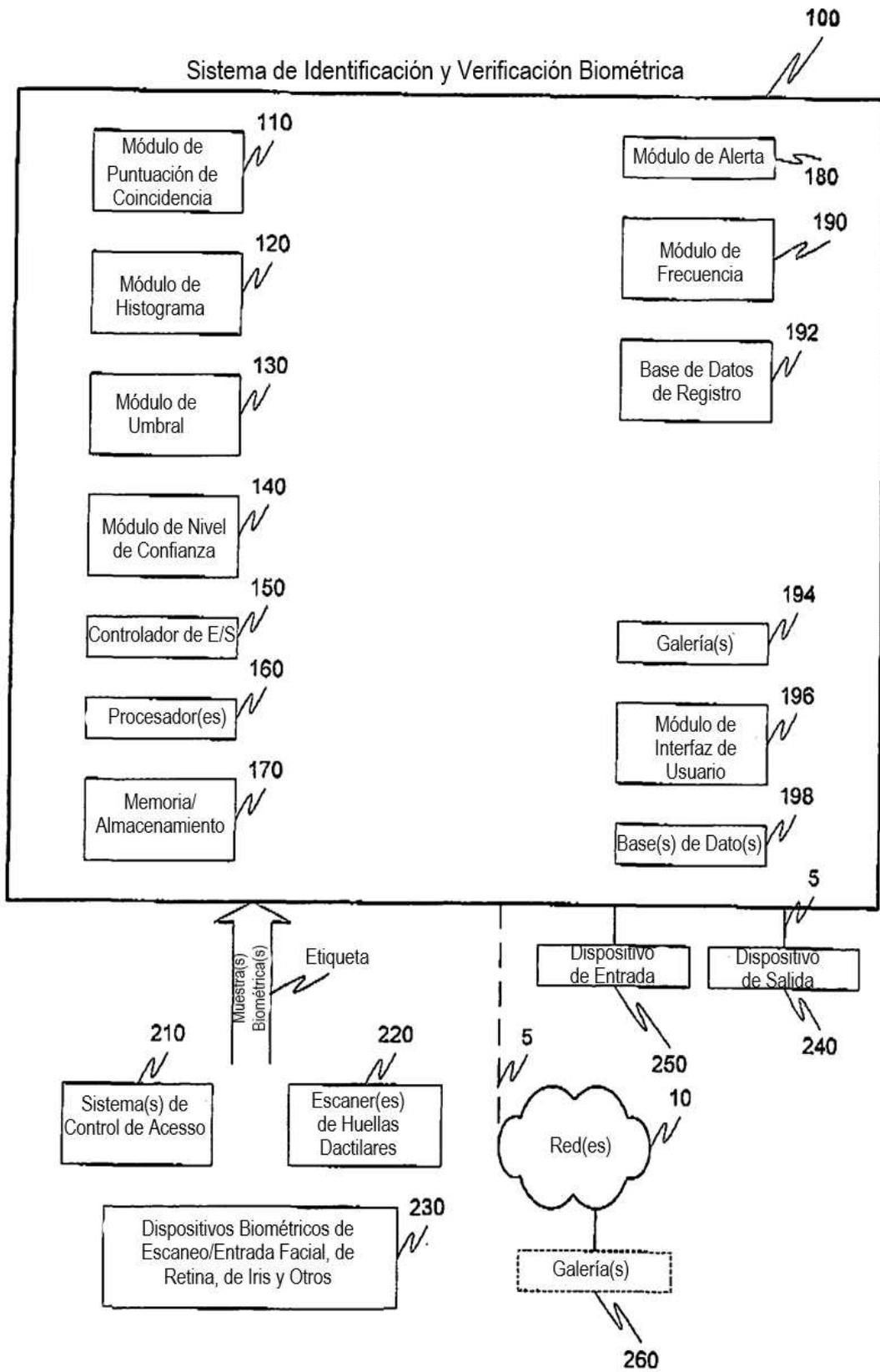


Fig. 4

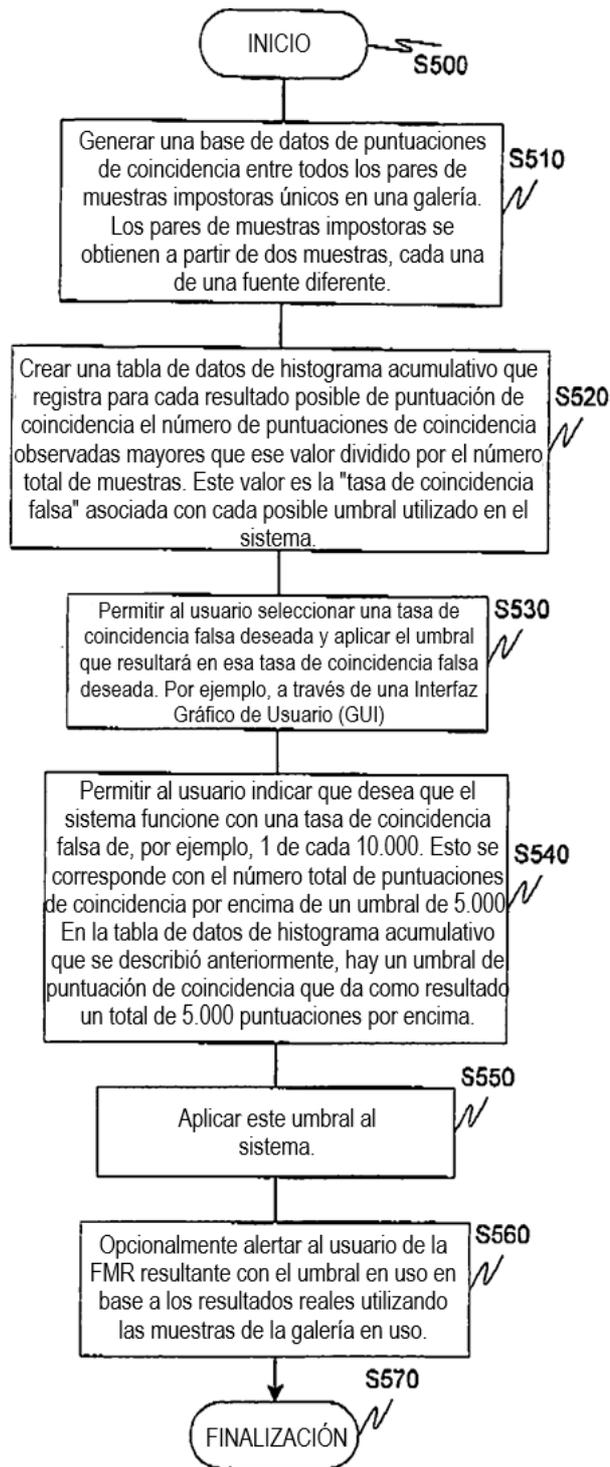


Fig. 5



Fig. 6

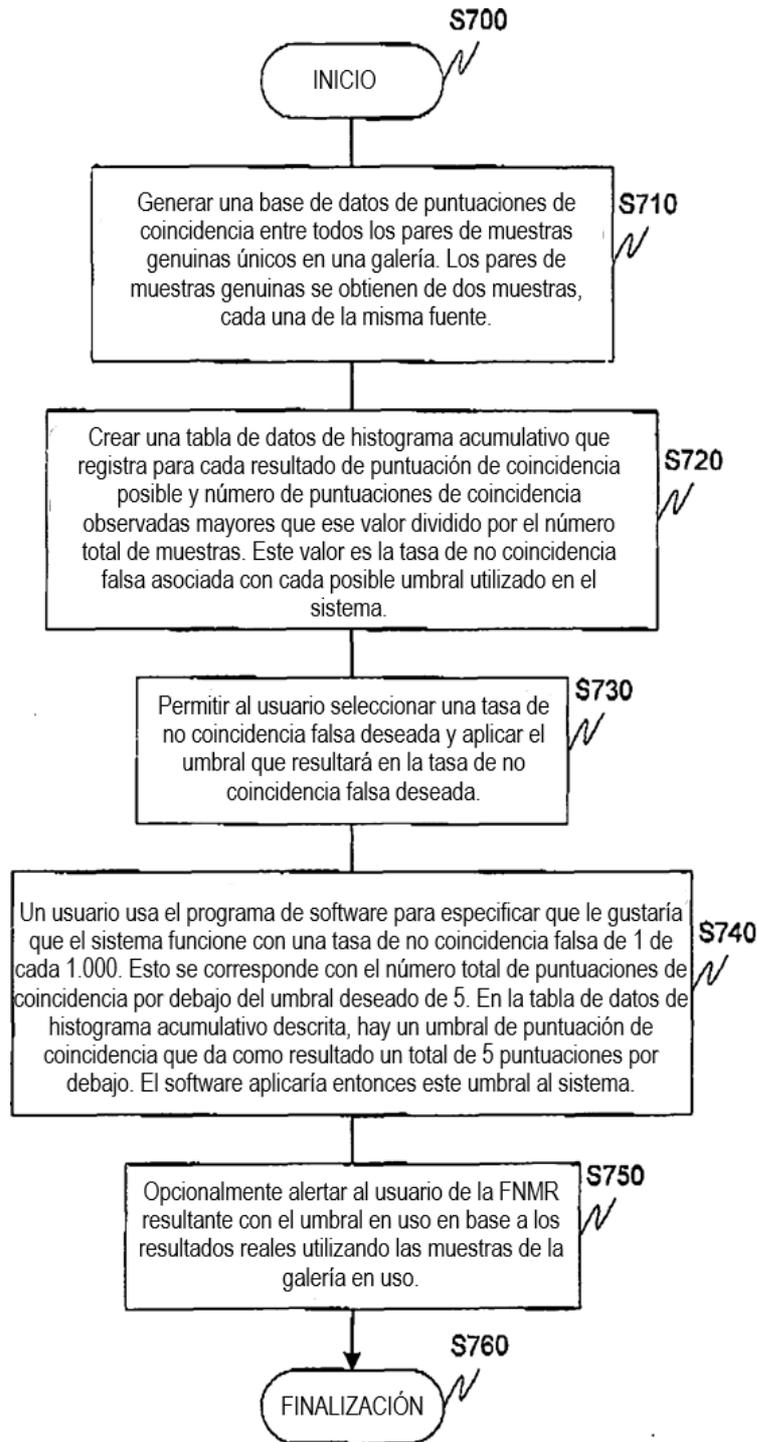


Fig. 7

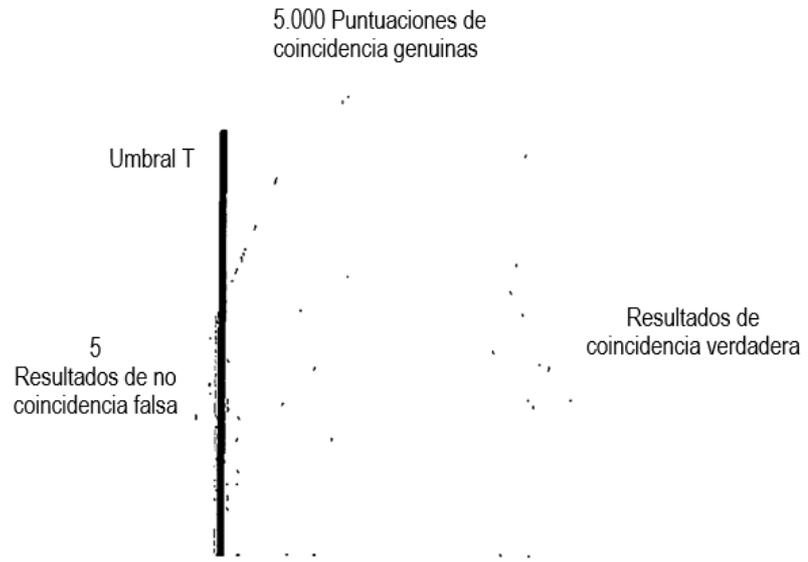


Fig. 8

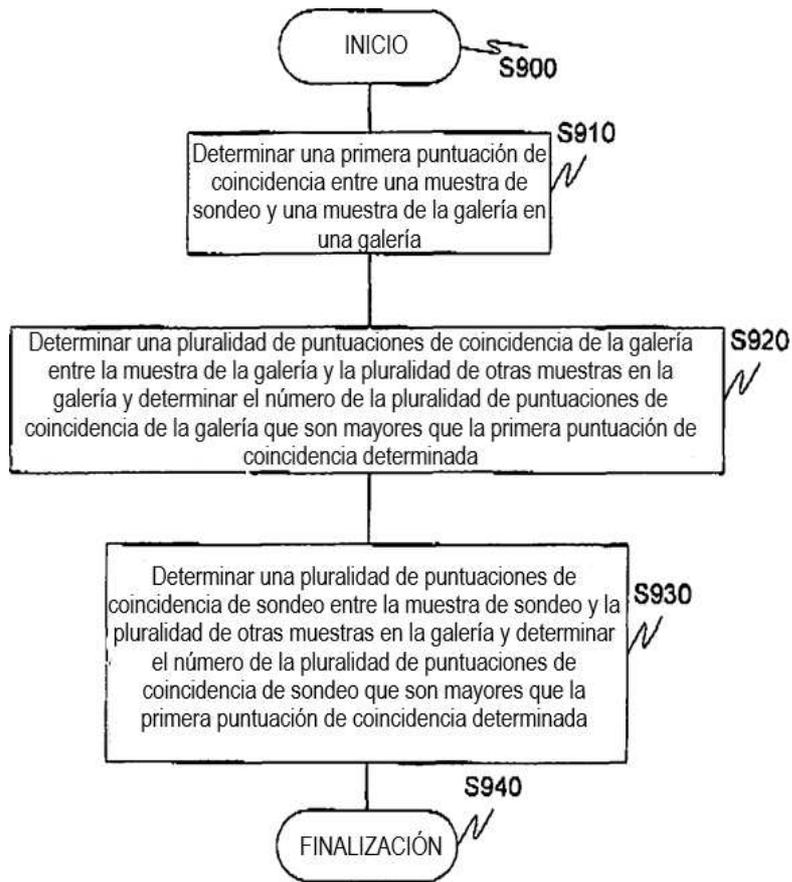


Fig. 9

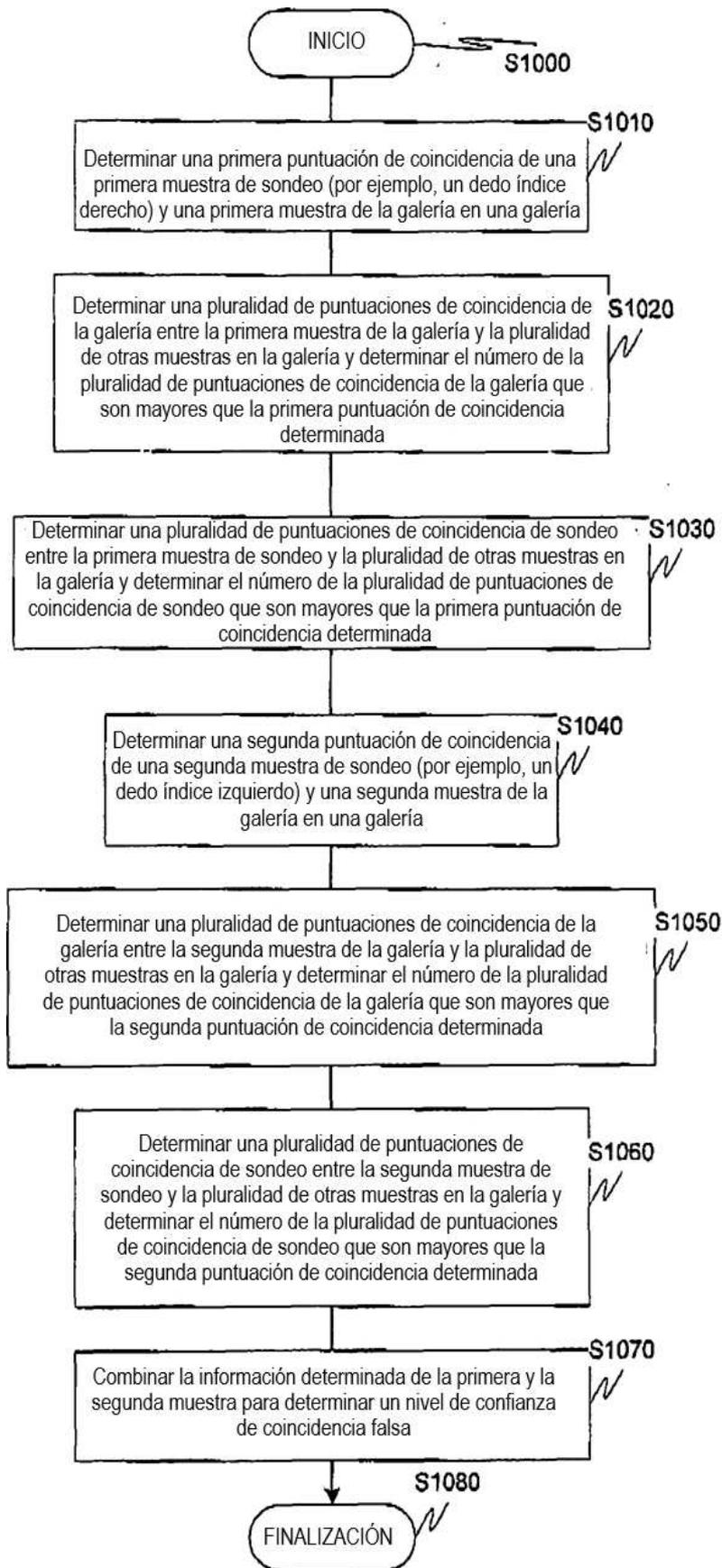


Fig. 10

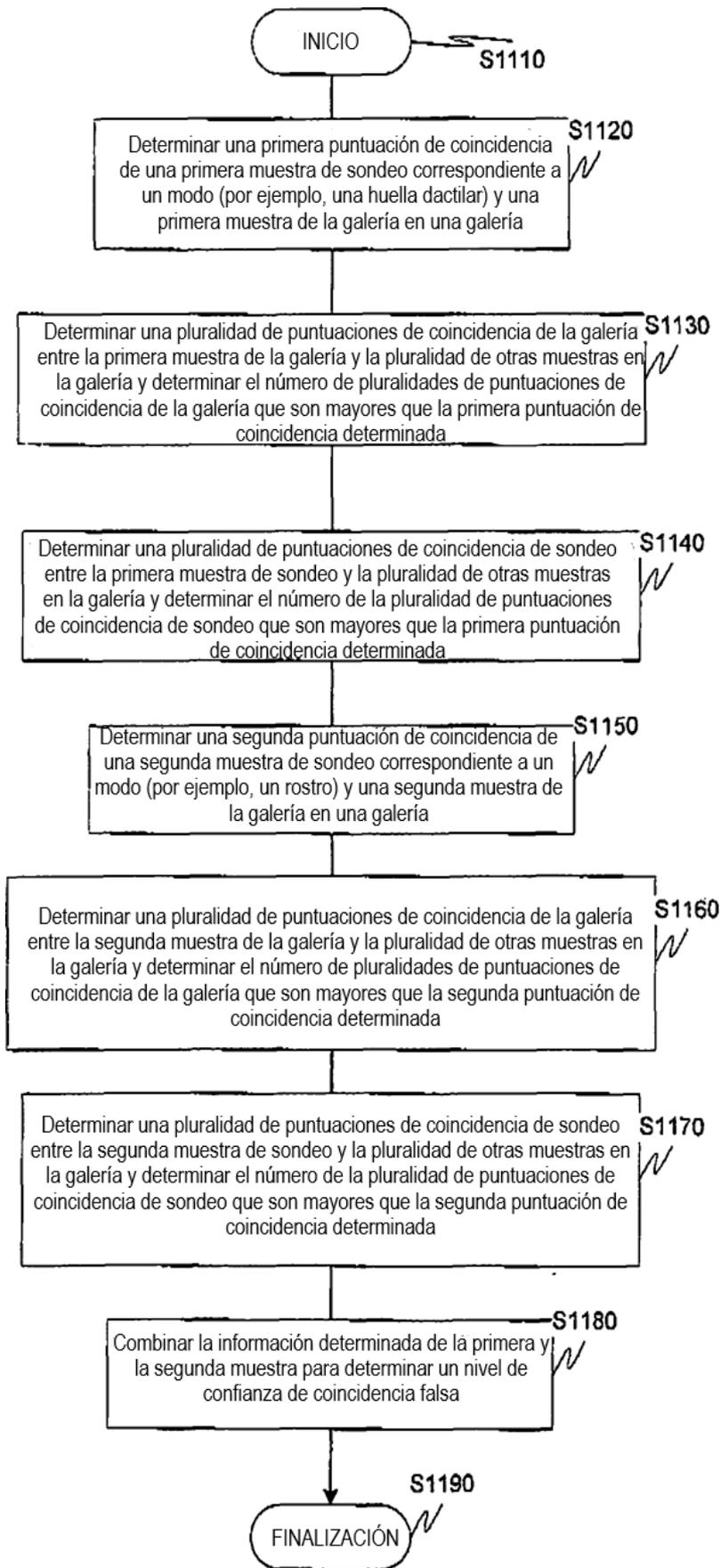
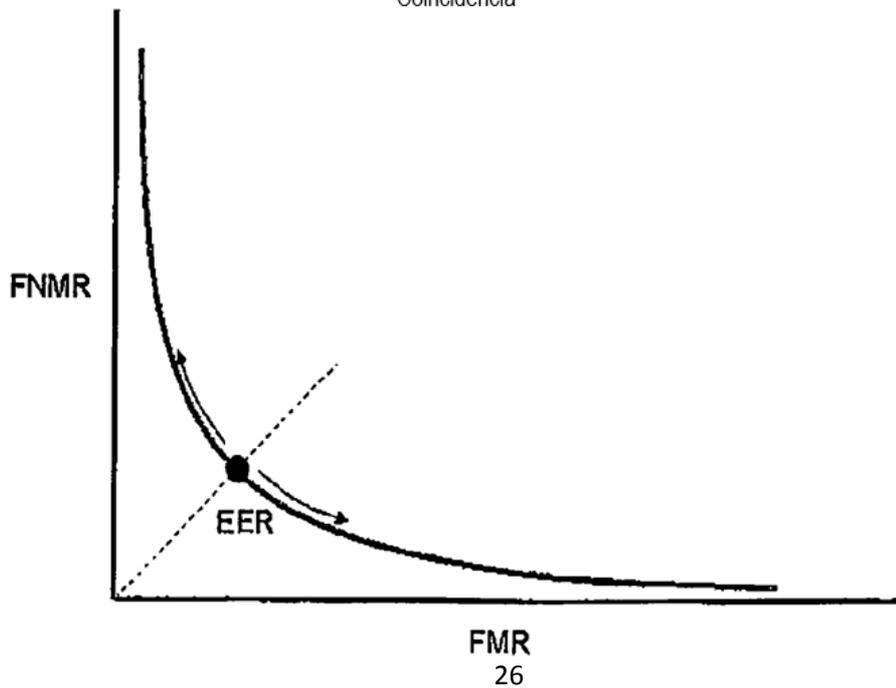
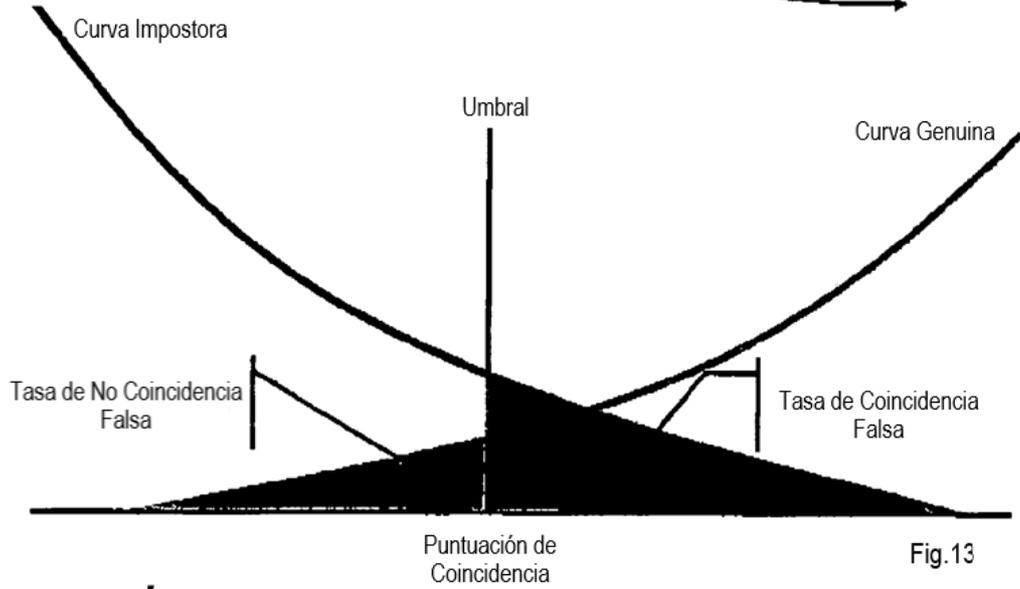
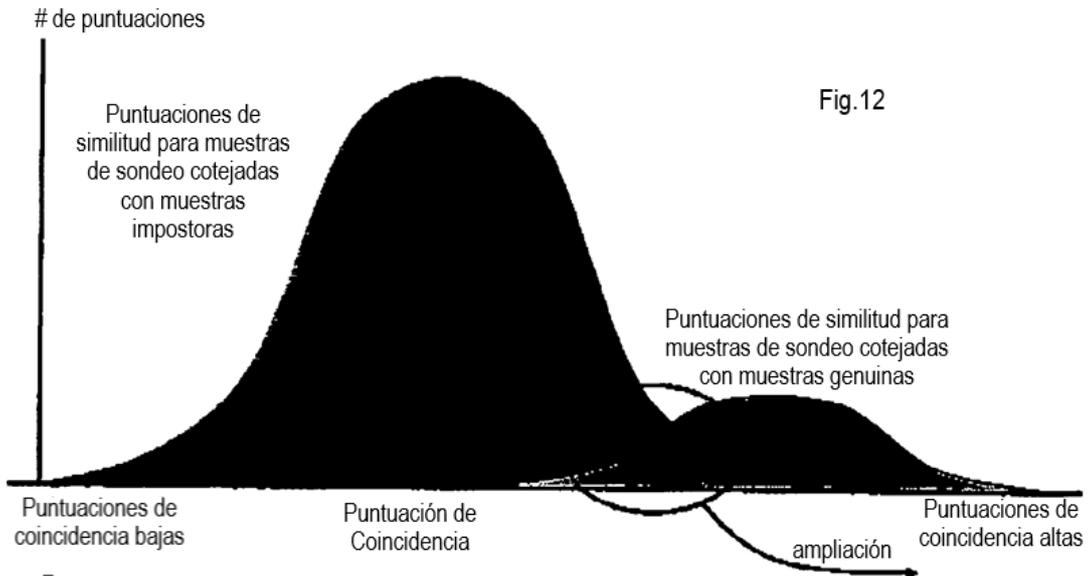


Fig. 11



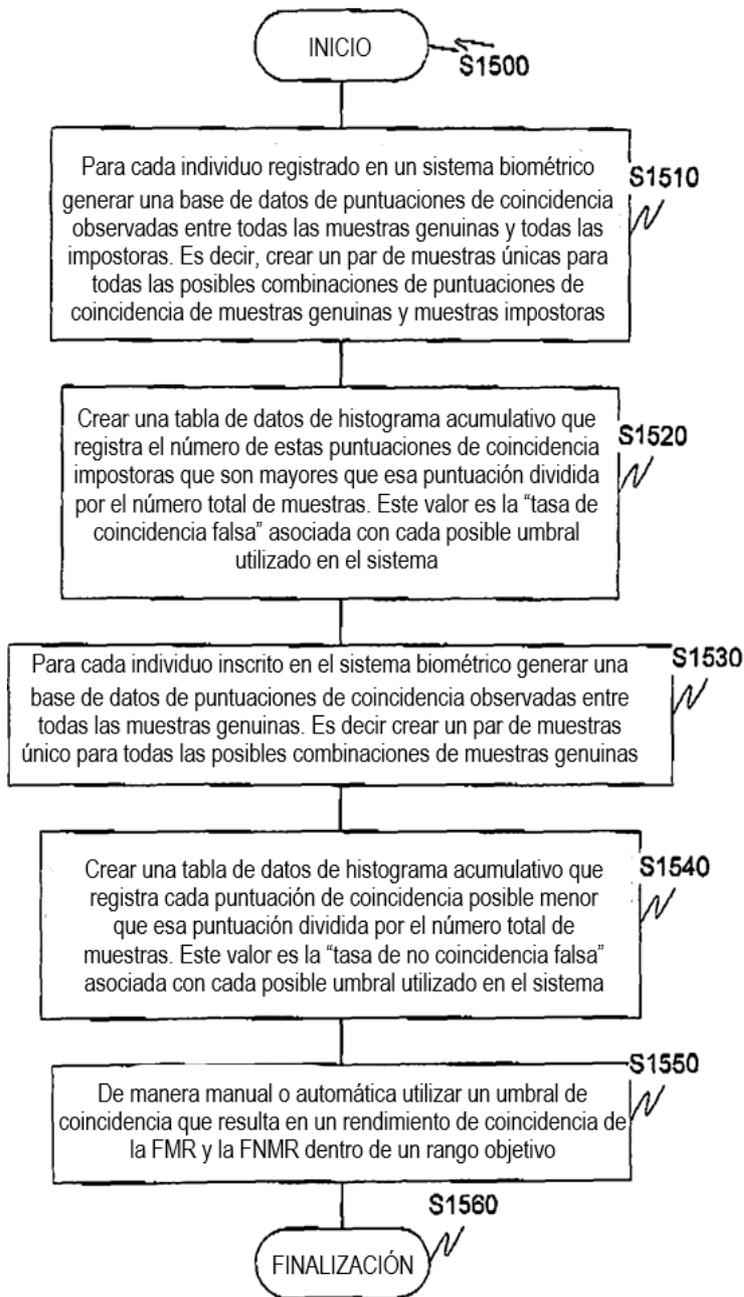


Fig. 15

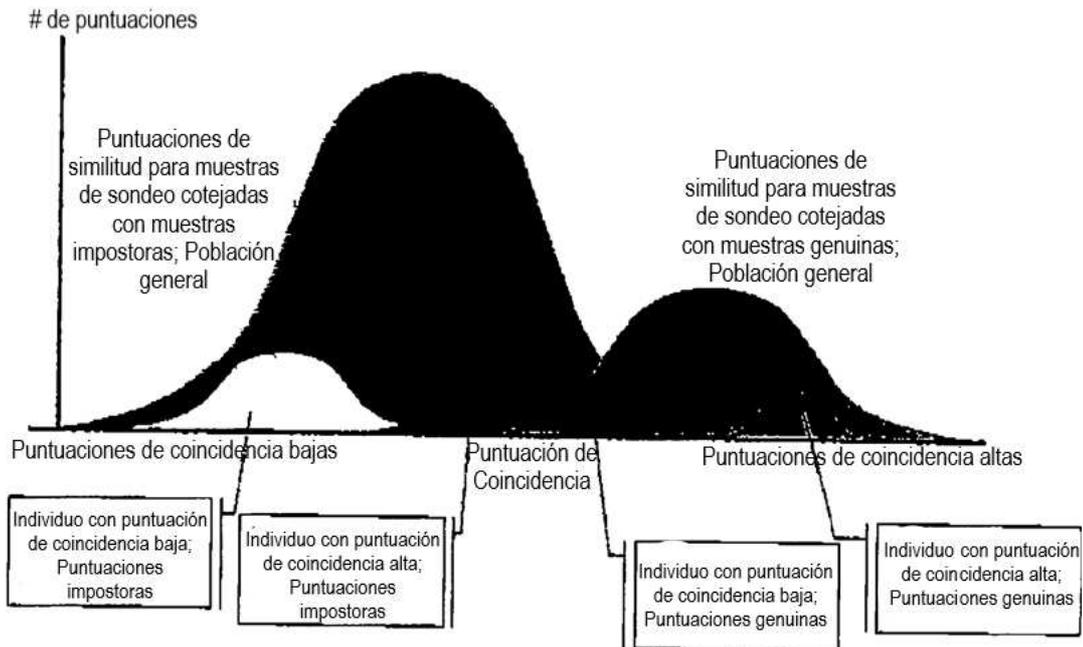


Fig. 16

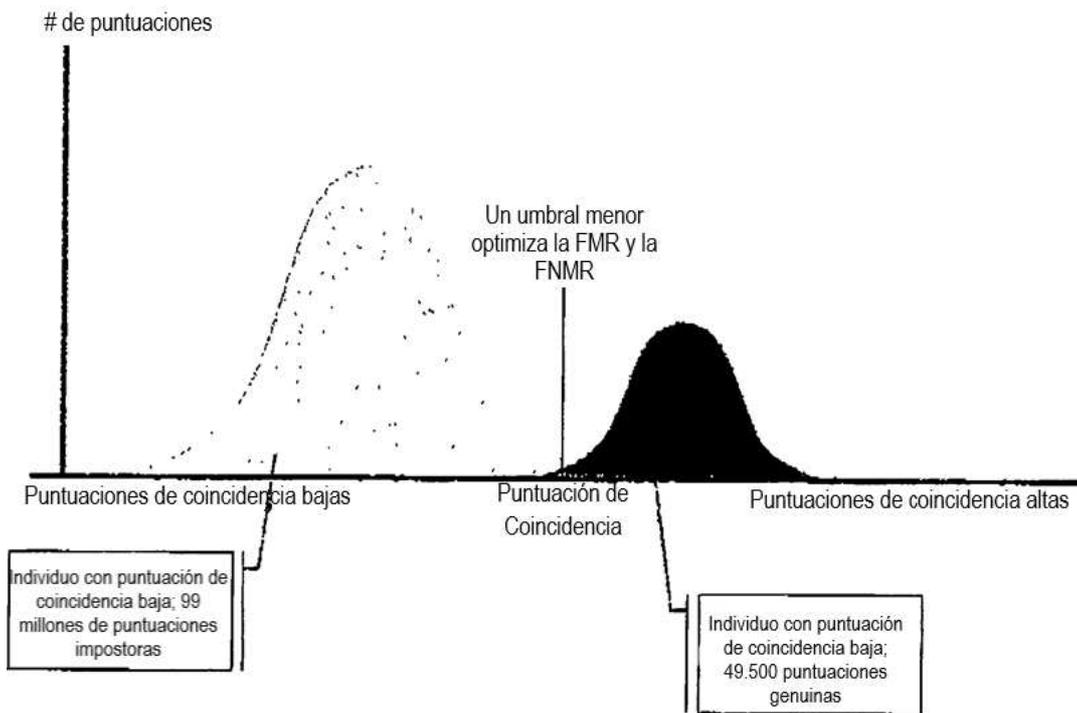


Fig. 17

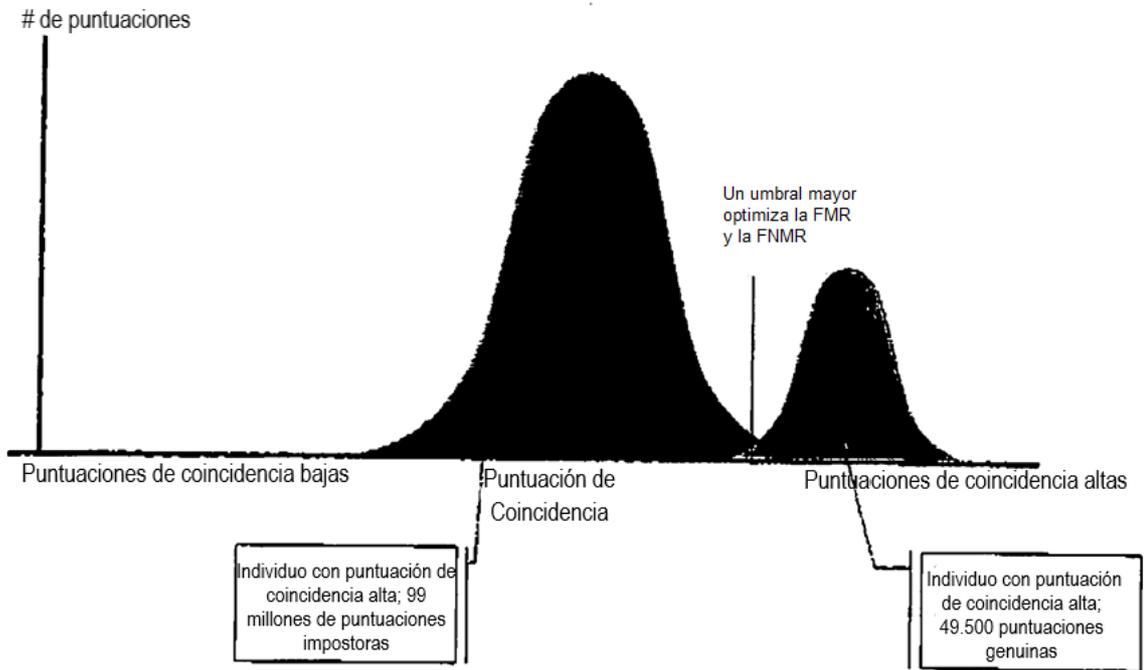


Fig. 18