

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 816 498**

51 Int. Cl.:

**A61B 3/032** (2006.01)

**A61B 3/028** (2006.01)

**A61B 3/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2006 E 19170657 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.07.2020 EP 3586722**

54 Título: **Sistema y método de prueba de visión**

30 Prioridad:

**15.11.2005 AU 2005906336**

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

**05.04.2021**

73 Titular/es:

**CARL ZEISS VISION AUSTRALIA HOLDINGS LTD. (100.0%)  
Sherriffs Road  
Lonsdale, SA 5160, AU**

72 Inventor/es:

**FISHER, SCOTT y  
FREELAND, WARWICK**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 816 498 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).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y método de prueba de visión

5 Esta solicitud reivindica prioridad a la Solicitud de Patente Provisional N° 2005906336 australiana presentada el 15 de noviembre 2005.

Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a la prueba de visión. En una aplicación típica, la presente invención puede utilizarse para evaluar la agudeza visual de una persona.

Antecedentes de la invención

15 Las pruebas de visión convencionales implican leer gráficos, mirar a fuentes de luz o tomar decisiones sobre dónde o qué estímulos altamente simplificados. Estos métodos de prueba son a menudo tediosos, requieren que la persona realice determinaciones repetidas de la claridad de una condición de visualización o que identifique símbolos. El proceso a menudo se lleva a cabo en condiciones bien controladas pero restrictivas. En consecuencia, los médicos pueden tener dificultades para mantener la atención de los niños en estas condiciones, lo que repercute en la validez de los resultados.

20 En vista de lo anterior, los métodos de prueba existentes pueden no resultar atractivos para la persona que se somete a la prueba, especialmente los jóvenes. La presente invención busca proporcionar un método y un sistema de prueba de visión que sea más atractivo para la persona.

25 Resumen de la invención

30 La presente invención proporciona un método de prueba de visión de una persona, el método que incluye: visualizar una o más secuencias de imágenes de prueba, cada una de las imágenes de prueba que incluye uno o más símbolos de prueba; para cada una de las imágenes de prueba, o para cada una de las secuencias, identificar un símbolo objetivo para la persona; la persona que ve cada una de las imágenes de prueba en la secuencia y activa un control en respuesta al reconocimiento de un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo; procesar la información de activación asociada con la activación del control para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones; y correlacionar el valor de parámetro con una métrica de visión.

35 Un método de acuerdo con una realización de la presente invención típicamente se llevará a cabo en un entorno generado por computadora, tal como un entorno similar a un juego de computadora. Se espera que un entorno de este tipo sea más atractivo para la persona que se somete a la prueba, especialmente para los niños pequeños o los jóvenes. Sin embargo, también se pueden utilizar otros entornos que no son como los de un juego de computadora, pero que también están configurados para interactuar con la persona. Por ejemplo, una realización puede realizarse en un entorno generado por computadora que crea una experiencia basada en un "tema" para la persona. En una realización, la persona puede seleccionar un tema que proporcione una secuencia de imágenes de prueba relacionadas con un tema basado en deportes, en cuyo caso los símbolos de prueba pueden incluir iconos basados en deportes.

45 También se espera que un entorno generado por computadora ofrezca ventajas adicionales. Por ejemplo, una prueba basada en computadora puede permitir que la prueba se realice a través de una red de computadoras, tal como el Internet. Por ejemplo, en una realización, la prueba puede ser accesible para la persona activando, en una computadora cliente, una dirección que vincula la computadora cliente a un servidor que aloja un programa informático que contiene instrucciones que son ejecutables por el cliente, o el servidor, para realizar la prueba.

50 En una realización, la visión de una persona se prueba en cuanto a su agudeza visual. Sin embargo, otras realizaciones pueden probar diferentes aspectos de la visión de una persona, tales como uno o más de agudeza visual de cerca, agudeza visual de lejos, sensibilidad al contraste, agudeza estereoscópica, función binocular y rendimiento de la visión periférica.

55 Típicamente, la secuencia de imágenes de prueba se mostrará en, o mediante, un dispositivo de pantalla gráfica que tiene características de visualización adecuadas tales como un dispositivo de visualización de cristal líquido (LCD), un dispositivo de visualización de plasma, un dispositivo de visualización basado en tubo de rayos catódicos (CRT) o un

proyector de datos. Una pantalla adecuada será capaz de mostrar imágenes de prueba con la adición de ningún artefacto visible, o al menos una cantidad mínima, de los símbolos de prueba, al menos en un rango de tamaños de símbolo de prueba, para no afectar el resultado de la prueba.

- 5 La secuencia de imágenes de prueba se puede mostrar como una secuencia de imágenes de prueba dinámicas en el sentido de que cada una de las imágenes de prueba puede incluir características de imagen en movimiento, incluyendo símbolos de prueba en movimiento, y así ser de naturaleza dinámica.

10 Alternativamente, la secuencia puede incluir una secuencia de imágenes de prueba estáticas que, cuando se muestra en la secuencia, forman una secuencia dinámica de imágenes en el sentido de que las imágenes de prueba consecutivas contienen diferentes características de imagen. Por lo tanto, a lo largo de esta memoria descriptiva, las referencias al término "dinámico", cuando se utiliza para describir una imagen o una secuencia de imágenes de prueba, deben entenderse como una referencia a una imagen, o una secuencia de imágenes, que cambia de apariencia con el tiempo, de manera que la imagen, o la secuencia de imágenes, implica movimiento o movimiento de características de imagen, ya sea en la imagen o en la secuencia de imágenes.

15 En una realización, cada una de las imágenes de prueba es una imagen dinámica que se extiende por un intervalo de prueba particular de una secuencia. En una realización de este tipo, y a modo de ejemplo, cada una de las imágenes de prueba puede incluir un vídeo o una imagen animada que abarque un intervalo de prueba con una duración definida por la hora de inicio y una hora de finalización. En un caso de este tipo, la secuencia de imágenes de prueba puede incluir una secuencia de imágenes de prueba en donde cada una de las imágenes de prueba comprende un video discreto o una imagen animada y en donde la duración de la secuencia es la suma de los intervalos de prueba para las imágenes de prueba que comprenden la secuencia.

20 Aunque una realización de la presente invención puede utilizar imágenes de prueba dinámicas, incluyendo, por ejemplo, un vídeo o una imagen animada, un método de acuerdo con otra realización puede utilizar una secuencia de imágenes de prueba en forma de una secuencia de imágenes de prueba estáticas, organizadas de manera que las imágenes de prueba consecutivas sean diferentes. En otras palabras, en una realización de este tipo, las imágenes de prueba consecutivas en la secuencia pueden ser diferentes de modo que la secuencia en sí sea de naturaleza dinámica.

Los símbolos de prueba pueden tener cualquier forma adecuada y pueden incluir, por ejemplo, números, letras, signos, iconos u otras representaciones visuales. En una realización, cada uno de los símbolos de prueba es un optotipo.

35 El símbolo objetivo será típicamente uno seleccionado de una gama de símbolos de prueba visualizables y típicamente puede identificarse a la persona en la misma pantalla que muestra la secuencia de imágenes de prueba. Por supuesto, se apreciará que el símbolo objetivo puede identificarse por la persona de otras formas, incluyendo, por ejemplo, utilizando una señal de audio que identifica el símbolo objetivo. El símbolo objetivo puede ser el mismo para cada una de las imágenes de prueba o cada una de las secuencias de imágenes de prueba, o puede ser diferente.

40 En una realización, la secuencia de imágenes de prueba está dispuesta para incluir uno o más símbolos de prueba que tienen un tamaño que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba. Por lo tanto, la presente invención también proporciona un método para probar la visión de una persona, el método que incluye: proporcionar una imagen de prueba que incluye un símbolo de prueba que tiene un tamaño que, durante un intervalo de prueba, se agranda progresivamente desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona; la persona que activa un control en el instante, durante el intervalo de prueba, en que la persona reconoce el símbolo; y correlacionar el tamaño del símbolo de prueba, en el momento de la activación, con una métrica de visión.

50 Aunque una realización de la presente invención se basa en información (tal como información de tamaño angular) de tamaño para los símbolos de prueba con el fin de obtener un resultado de la prueba, un experto en la técnica apreciará que la presente invención puede estar configurada para realiza pruebas de visión que utilizan, o varían, otras características de los símbolos de prueba.

55 En una realización, sólo algunas de las imágenes de prueba incluyen un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo, mientras que otras imágenes de prueba pueden incluir un símbolo de prueba que es diferente al símbolo objetivo. Por consiguiente, no es esencial que cada una de las imágenes de prueba incluya un símbolo de prueba que tenga una forma que replique la forma del símbolo objetivo.

En una realización que incluye imágenes de prueba que incluyen un símbolo de prueba que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba, la persona normalmente activará el control en el instante, durante el intervalo de prueba, en que la persona reconoce el símbolo de prueba como que tiene una forma que replica el símbolo objetivo. En otras palabras, la persona activará el control en el instante en que el tamaño angular del símbolo de prueba, o el tamaño angular de las características del símbolo de prueba, sea tal que la persona pueda discriminar que el símbolo de prueba tiene una forma, o patrón espacial, que replica la del símbolo objetivo.

En otra realización, en la que la secuencia de imágenes de prueba incluye un conjunto de imágenes de prueba estáticas, las imágenes de prueba consecutivas pueden ser diferentes en respuesta a la activación del control mediante la persona. Por ejemplo, en una realización, el tamaño de uno o más símbolos de prueba incluidos en cada una de las imágenes de prueba puede diferir entre imágenes de prueba consecutivas, de modo que una primera imagen de prueba puede incluir un conjunto de símbolos de prueba de un primer tamaño y una imagen de prueba consecutiva que incluye un conjunto de símbolos de prueba de menor o mayor tamaño. Por ejemplo, en una realización, se requiere que la persona active el control al reconocer uno de los símbolos de prueba seleccionados como una réplica de la forma del símbolo objetivo. Si la activación del control mediante la persona es indicativa de que la persona reconoce correctamente, y por lo tanto discrimina correctamente, el símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo, entonces la siguiente imagen de prueba en la secuencia puede incluir un conjunto de símbolos de prueba que tienen un tamaño más pequeño que los símbolos de prueba de la primera imagen de prueba, con la idea general de que el tamaño de los símbolos de prueba continuará reduciéndose en tamaño para más imágenes de prueba adicionales en la secuencia en respuesta a que la persona reconoce correctamente el símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo. Por otro lado, si la activación del control mediante la persona indica que la persona no reconoce y, por lo tanto, discrimina incorrectamente el símbolo de prueba que reproduce la forma del símbolo objetivo de los otros símbolos de prueba mostrados, entonces la siguiente imagen de prueba en la secuencia puede incluir un conjunto de símbolos de prueba que tienen un tamaño mayor que la primera imagen de prueba. Por tanto, en una realización, independientemente de si la persona activa el control correcta o incorrectamente, las imágenes de prueba consecutivas diferirán en respuesta a la activación del control mediante la persona.

Para el resto de la descripción, una activación que es indicativa de que la persona reconoce correctamente un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo, en el presente documento se denominará una 'activación correcta', mientras que una activación que es indicativa de que la persona reconoce incorrectamente un símbolo de prueba se denominará una 'activación incorrecta'.

La activación del control puede incluir que la persona active cualquier control adecuado. Por ejemplo, el control puede incluir, por ejemplo, un dispositivo de entrada tal como una interfaz de pantalla táctil superpuesta sobre la pantalla, un ratón, una bola de seguimiento, un control de joystick, un interruptor inalámbrico, un micrófono, un teclado, un teclado numérico, un panel táctil, un botón, un dispositivo de detección de movimiento u otro dispositivo de entrada adecuado. Normalmente, el control se configurará para comunicarse con un procesador que ejecuta un programa de software para proporcionar la secuencia de imágenes de prueba, procesa el procesamiento de un valor de parámetro asociado con las activaciones y correlaciona el valor de parámetro con una métrica de visión.

La secuencia de imágenes de prueba puede terminar en respuesta a la detección de un valor umbral especificado indicativo del grado en que la persona es capaz de reconocer correctamente de forma fiable símbolos de prueba, de un tamaño particular, que replican la forma del símbolo objetivo. Normalmente, el umbral será un valor umbral mínimo indicativo de la fiabilidad a la que la persona puede reconocer un tamaño particular de los símbolos de prueba. Normalmente, el valor umbral mínimo será para el símbolo de prueba de tamaño más pequeño que la persona puede reconocer de forma fiable en ese valor umbral.

El valor umbral mínimo puede incluir un valor umbral predefinido, expresado como un porcentaje, tal como, por ejemplo, un 50%, 75% o 95% de nivel de umbral de rendimiento correcto para un símbolo objetivo particular.

En una realización, una estimación paramétrica mediante procedimiento de prueba escalonado secuencial se utiliza con un valor umbral del 75%. En una realización de este tipo, para imágenes de prueba estáticas consecutivas que incluyen uno o más símbolos de prueba, el tamaño del símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo puede aumentarse o disminuirse hasta que se alcance un valor umbral correcto del 75%, en este punto la secuencia, y por lo tanto la prueba finaliza.

Aunque en una realización la secuencia de imágenes de prueba puede terminar en respuesta a la detección de un valor umbral particular, éste no necesita ser el caso en todas las realizaciones. Por ejemplo, en otra realización, la

secuencia puede terminar al final de una duración preestablecida o después de la visualización de un número especificado de imágenes de prueba.

5 En términos de procesamiento de la información de activación, tal información puede incluir información que es indicativa del tamaño del símbolo de prueba en el instante en que el control se activó, la información relativa a los tiempos de respuesta, información que identifica el grupo o tipo de símbolo de prueba para cada una de las activaciones correctas, o información que identifica la precisión de activación de la persona en términos de una relación que expresa el número de veces que ha reconocido correctamente símbolos de prueba de diferentes tamaños frente al número de veces que se han mostrado símbolos de prueba de ese tamaño.

10 El tamaño se puede expresar en términos de un ángulo mínimo de resolución (MAR) o derivada del MAR, tal como una derivada logarítmica (log MAR) o una derivada decimal. Como se apreciará, el ángulo mínimo de resolución es igual al ángulo visual (generalmente expresado en minutos de arco) subtendido por un símbolo de prueba, o características de un símbolo de prueba, en el ojo de la persona.

15 En una realización el procesamiento de la información de activación incluye el procesamiento de información para cada uno de los símbolos de prueba asociados con activaciones correctas para obtener un parámetro en la forma de un valor estadístico basado en el tamaño de esos símbolos de prueba. Por ejemplo, en una realización en la que los símbolos de prueba se agrandan progresivamente desde un tamaño en el que el símbolo de prueba es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo de prueba es reconocible para la persona, procesar un valor de parámetro asociado con las activaciones puede incluir procesar información de tamaño para cada uno de los símbolos de prueba asociados con activaciones correctas en los respectivos instantes cuando se activó el control para calcular un valor estadístico derivado de la información de tamaño. En una realización de este tipo, el procesamiento de la información de activación también puede tener en cuenta activaciones incorrectas.

20 Se puede utilizar cualquier valor estadístico adecuado, incluyendo por ejemplo, la media, la mediana o la desviación estándar del tamaño de los símbolos de prueba asociados con activaciones. A este respecto, el tamaño de los símbolos de prueba puede expresarse dimensionalmente (por ejemplo, en términos de las características de altura y ancho), o en términos de la resolución angular de los símbolos de prueba para una distancia especificada de la pantalla como MAR, LogMAR, o un equivalente decimal de MAR.

25 Aunque una realización utiliza uno o más valores estadísticos derivados del tamaño de los símbolos de prueba asociados con activaciones correctas, se apreciará que otros parámetros, o de hecho otras combinaciones de parámetros, se pueden utilizar de manera similar, incluyendo, por ejemplo, el tiempo de activación (en otras palabras, el tiempo que tarda la persona en reconocer un símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo). Por ejemplo, en una realización, correlacionar el valor de parámetro de activación con una métrica de visión incluye correlacionar el tiempo transcurrido en el que se activó el control, en relación con el tiempo en el que se mostró por primera vez una imagen de prueba a la persona.

30 En una realización, correlacionar el valor de parámetro con una métrica de visión incluye obtener un valor para una métrica de agudeza visual que tiene una relación predeterminada con el tamaño medio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones correctas. En una realización de este tipo, obtener un valor para una métrica de agudeza visual puede implicar recuperar, de una escala de valores, un valor que tiene una relación predeterminada con el valor del tamaño medio. Sin embargo, se apreciará que una escala de este tipo también podría utilizarse para otros tipos de valores estadísticos. El procesador puede realizar la correlación del valor de parámetro con la métrica de visión. Alternativamente, el procesador puede emitir el valor de parámetro para que lo utilice un usuario para recuperar un valor de una métrica de visión manualmente, tal como de un gráfico o una tabla.

35 En otra realización, el valor estático es el tamaño más pequeño de los símbolos de la prueba que la persona es capaz de detectar en una proporción que excede del valor umbral correcto. En una realización de este tipo, obtener un valor para una métrica de agudeza visual puede implicar recuperar, de una escala de valores, un valor que tiene una relación predeterminada con el valor del valor de tamaño mínimo.

40 La escala puede expresarse en cualquier forma adecuada. Una escala adecuada puede expresar una relación cualitativa entre la agudeza visual y el valor estadístico. Por ejemplo, la escala se puede expresar, para diferentes bandas respectivas de tamaños medios, agudeza visual como "buena", "satisfactoria" o "mala", o similares. Otra escala adecuada puede expresar la relación predeterminada entre la agudeza visual y el tamaño medio cuantitativamente utilizando, por ejemplo, una métrica cuantitativa convencional de agudeza visual.

En una realización, una puntuación de métrica de visión se proporciona a la persona a la finalización del intervalo de prueba.

5 La presente invención también proporciona un sistema interactivo para probar la visión de una persona, el sistema que incluye: un dispositivo de visualización de gráficos; un procesador de gráficos para proporcionar, para su visualización en el dispositivo de visualización de gráficos, una secuencia de imágenes de prueba, incluyendo cada una de las imágenes de prueba uno o más símbolos de prueba; medios de identificación para identificar, para cada una de las imágenes de prueba o secuencia, un símbolo objetivo para la persona; un controlador que puede activar la persona que ve cada una de las imágenes de prueba en la secuencia en respuesta al reconocimiento de un símbolo  
10 de prueba que replica la forma del símbolo objetivo; un procesador para: procesar información de activación para obtener un valor para un parámetro de activación para la correlación con una métrica de visión.

15 En un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención, cada una de las imágenes de prueba en la secuencia de imágenes de prueba se encuentra en la forma de una imagen gráfica dinámica que se extiende por un intervalo de prueba y que incluye un símbolo de prueba que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba. En una realización de este tipo, el símbolo aumenta desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona. Por tanto, la presente invención también proporciona un sistema interactivo para probar la visión de una persona, que incluye: un dispositivo de visualización gráfica; un procesador de gráficos para proporcionar, en el dispositivo de visualización gráfica, una  
20 imagen gráfica dinámica que incluye un símbolo de prueba que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba, el símbolo de prueba se agranda desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona; medios de control para la activación en el instante, durante el intervalo de prueba, en que la persona reconoce el símbolo en la pantalla; y un procesador para correlacionar la activación del control con una métrica de visión.

25 En una realización, el sistema interactivo es en forma de un juego de computadora.

30 Se espera que la presente invención encuentre aplicación en exámenes de visión del tipo que se lleva a cabo tradicionalmente mediante pruebas de tipo de anillos de Landolt, una prueba Lea o una tabla de Snellen. Sin embargo, se prevé que la presente invención proporcionará una prueba que se espera que sea más atractiva, particularmente para niños pequeños o jóvenes.

#### Breve descripción de los dibujos

35 La presente invención se describirá ahora en relación con una realización preferida, como se ilustra en los dibujos adjuntos. Sin embargo, debe apreciarse que la materia ilustrada presenta sólo una técnica para realizar la invención. Se prevé que otras configuraciones y disposiciones también estén dentro del alcance de la invención como se describió en general anteriormente.

40 En los dibujos:

la Fig. 1 es un diagrama de bloques simplificado de un sistema de acuerdo con una realización de la presente invención;

la Fig. 2 es un diagrama de flujo de un método de prueba de visión de acuerdo con una realización de la presente invención.

45 la Fig. 3 es un ejemplo de un par de símbolos de prueba para utilizar con el sistema de la Fig. 1;

la Fig. 4 es una secuencia de ejemplo de imágenes de prueba para una realización del método de la presente invención;

la Fig. 5 es otro ejemplo de secuencia de imágenes de prueba para la realización del método que se muestra en la Fig. 4;

50 la Fig. 6 es un ejemplo de una secuencia de imágenes de prueba para un método de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

la Fig. 7 es un diagrama de flujo de ejemplo para la realización del método que se muestra en la Fig. 6;

la Fig. 8 es un ejemplo de escala de una relación predeterminada adecuada para correlacionar un parámetro con una métrica de visión.

55 la Fig. 9 es otro ejemplo de escala de una relación predeterminada adecuada para correlacionar un parámetro con una métrica de visión.

la Fig. 10 es una secuencia de ejemplo de imágenes de prueba para un método de acuerdo con una tercera realización de la presente invención; y

la Fig. 11 es otro ejemplo de secuencia de imágenes de prueba para la realización del método que se muestra en la Fig. 10.

Descripción detallada de las realizaciones

En la siguiente descripción, será conveniente describir diversas realizaciones de la invención por referencia a diversas aplicaciones que se refieren a probar la agudeza visual de una persona. Sin embargo, se prevé que el método propuesto para evaluar la visión de una persona será aplicable a una amplia gama de pruebas de visión, tales como la prueba de estereopsis, la prueba de sensibilidad al contraste, la disparidad de fijación, el equilibrio muscular y la visión del color.

Con referencia en primer lugar a la Fig. 1, se muestra un diagrama de bloques simplificado de un sistema 100 de ejemplo para realizar una prueba de visión de acuerdo con una realización de la presente invención. En la realización representada, los elementos de hardware del sistema 100 incluyen un dispositivo 102 de visualización, un procesador 104 de gráficos, un procesador 106 y un control 108 (mostrado aquí como un ratón).

En la realización ilustrada, el sistema 100 incluye como una computadora 110 de sobremesa, tal como una computadora de sobremesa compatible IBM equipada con memoria de programa que almacena software informático de aplicación que es ejecutable por el procesador 106 de la computadora 110 para proporcionar un entorno de aplicación para realizar el método. El diseño del software informático adecuado para realizar el método estaría dentro de las capacidades de un programador informático experto.

En el presente caso, ya que el sistema 100 incluye una computadora 110 de sobremesa, el procesador 104 de gráficos y el procesador 106 se incluyen como módulos de ese equipo. Por ejemplo, el procesador 106 se instalará en un componente de la placa base de la computadora 110, y el procesador de gráficos se instalará en un componente de la tarjeta gráfica de la computadora 110. Por supuesto, se apreciará que otros tipos de computadora serán adecuados para su utilización en una realización del sistema. Por ejemplo, una computadora portátil, una computadora de mano o una computadora de diseño personalizado también pueden ser adecuadas. Además, el sistema 100 puede implementarse utilizando hardware, software o una combinación de los mismos y puede implementarse en uno o más sistemas informáticos o sistemas de procesamiento. De hecho, la funcionalidad del sistema 100 puede proporcionarse por uno o más sistemas informáticos.

En la realización ilustrada, el dispositivo 102 de visualización incluye un dispositivo de visualización de gráficos que es compatible con la computadora 110. En una realización, el dispositivo 102 de visualización incluye un monitor de 17" LCD que proporciona un tiempo de respuesta de 8 ms, un brillo de 300 cd/m<sup>2</sup> y una relación de contraste de 450:1. Sin embargo, se apreciará que otras configuraciones de dispositivos de visualización, que proporcionan diferentes especificaciones técnicas, pueden utilizarse en otras realizaciones. Por ejemplo, el dispositivo 102 de visualización puede incluir una pantalla convencional de rayos catódicos (CRT), un proyector de pantalla (tal como un proyector DDR DLP) o un dispositivo de pantalla montado en la cabeza.

Como se explicará en más detalle más adelante, aunque la configuración y las especificaciones técnicas de los dispositivos 102 de visualización adecuados pueden variar, es importante que el dispositivo 102 de visualización sea capaz de resolver características especificadas de símbolos de prueba generados durante la prueba sin introducir artefactos visibles que de otro modo podrían afectar adversamente la precisión de los resultados de la prueba, al menos para una variedad de tamaños de símbolos de prueba.

Con referencia ahora a la Fig. 2, en el paso 200 el procesador 104 de gráficos (ref. Fig. 1) proporciona, en el dispositivo 102 de visualización gráfica (ref. Fig. 1), una visualización que comprende una secuencia de imágenes de prueba, tal como que cada una de las imágenes de prueba incluye uno o más símbolos de prueba. En el paso 202, para cada una de las imágenes de prueba, o para cada una de las secuencias, también se muestra un símbolo objetivo, y así se identifica a la persona que se somete a la prueba.

En el paso 204, la persona ve cada una de las imágenes de prueba en la secuencia y activa el control 108 (ref. Fig.1) en respuesta a reconocer un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo. En el paso 206, el procesador 106 procesa la información de activación para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones y luego, en el paso 208, correlaciona el valor de parámetro con una métrica de visión que expresa el resultado de la prueba.

A continuación se describirán diversos ejemplos de diferentes métodos para la realización de una prueba visual de acuerdo con diferentes realizaciones de la presente invención para ayudar al lector en la comprensión de la presente invención.

5 **Ejemplo 1**

Las Fig. 3 a la Fig. 5 se refieren a un ejemplo de una realización de la presente invención que muestra una secuencia de imágenes de prueba de manera que cada una de las imágenes de prueba incluye un único símbolo de prueba que se agranda durante la duración de la secuencia. En el presente caso, cada uno de los símbolos de prueba se agranda gradualmente en un rango de tamaños.

Con referencia en primer lugar a la Fig. 3, antes del comienzo de la prueba, un par de elementos de imagen (mostrados aquí como imágenes de una nave espacial) que incluyen símbolos 302, 304 de prueba se muestran a la persona que se somete a la prueba. En este ejemplo, el par de símbolos 302, 304 de prueba incluye un símbolo 302 "F" y un símbolo 304 "E". Normalmente, los símbolos 302, 304 de prueba serán optotipos, sin embargo, por motivos de claridad, no se han representado como tales en la Fig. 3 a la Fig. 5.

En el presente caso, cada uno de los símbolos 302, 304 de prueba está asociado con un respectivo elemento de imagen (en este, una imagen de una "nave espacial") para añadir aún más interés a la prueba. No es esencial que los símbolos 302, 304 de prueba estén asociados con un respectivo elemento de imagen.

Uno de los símbolos 302, 304 de prueba se identifica a la persona que se somete la prueba como un símbolo objetivo (que se muestra etiquetado como 'amigable'). Durante la prueba, la persona ve una secuencia de imágenes de prueba y activa los medios 108 de control (ref. Fig. 1) al reconocer, en la secuencia de imágenes de prueba, un símbolo de prueba que replica la forma del símbolo objetivo. Así, en el presente caso, se instruye a la persona para que active los medios 108 de control (ref. Fig. 1) al reconocer el símbolo 204 "E", lo que típicamente ocurrirá cuando el símbolo 204 de prueba tenga un tamaño que sea suficientemente grande para la persona para discriminar las características del símbolo de prueba, y así reconocer que un símbolo de prueba tiene una forma que replica la del símbolo 204 objetivo.

La Fig. 4 y la Fig. 5 muestran diferentes secuencias de ejemplo de imágenes de prueba para una prueba de acuerdo con la primera realización.

Con referencia a la Fig. 4, se muestra una secuencia 400 de imágenes 402, 404, 406, 408 de prueba para una prueba en la que un símbolo 302 "E" se agranda progresivamente, durante un intervalo de prueba, desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona. Como se muestra, el entorno en el que se realiza la prueba se asemeja a un juego de computadora. De hecho, en el presente caso, la activación de los medios 108 de control (ref. Fig. 1) activa una representación gráfica de un cañón disparando al elemento de imagen asociado con un símbolo 302 de prueba.

En la secuencia de ejemplo que se muestra en la Fig. 4, la persona ha activado el control 108 (ref. Fig. 1) en respuesta a reconocer el símbolo de prueba en el tamaño que se muestra la imagen 406 de prueba. Sin embargo, en, se apreciará que las imágenes 402, 404, 406, 408 de prueba que se muestran en la Fig.3 se muestran solo con fines ilustrativos. Normalmente, la secuencia 400 incluirá imágenes de prueba adicionales ubicadas entre las imágenes 402, 404, 406, 408 de prueba. En el ejemplo ilustrado, estas imágenes de prueba adicionales se han omitido para mayor claridad.

Volviendo ahora a la Fig. 5 se muestra un ejemplo de secuencia 500 de imágenes 502, 504, 506, 508 de prueba para un intervalo de prueba en el que se agranda progresivamente un símbolo 304 "F", durante el intervalo de prueba, desde un tamaño en el que el símbolo 304 de prueba es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo 304 de prueba es reconocible para la persona. En el presente caso, el símbolo 304 "F" es un símbolo de prueba que, al ser reconocido por la persona, no requiere la activación de los medios 108 de control ya que replica la forma del símbolo objetivo.

Una secuencia de ejemplo del tipo representado en la Fig. 5 puede incluirse en una prueba con el fin de proporcionar un mecanismo para detectar cuando una persona no está llevando a cabo adecuadamente la prueba. Por ejemplo, la información de activación para activaciones incorrectas puede procesarse para establecer que la persona está intentando frustrar el propósito de la prueba o manipular el resultado de la prueba.

Al finalizar la prueba, que incluirá típicamente múltiples secuencias, la información de activación se procesa para obtener un valor de parámetro que luego se correlaciona con una métrica de visión. En el presente caso, la información

de activación incluye información de tamaño promedio para los símbolos de prueba asociados con activaciones correctas. Correlacionar el tamaño promedio con una métrica de visión incluye indexar la información de tamaño en una tabla de búsqueda que contiene una métrica de visión para un rango de tamaños promedio. Sin embargo, se apreciará que pueden utilizarse otros tipos de información de activación.

5 La correlación de la información de activación con la métrica visión también puede tener en cuenta cualquier activación de los medios 108 de control en respuesta a una activación incorrecta. En otras palabras, la persona que activa los medios 108 de control en respuesta a una activación incorrecta del control 108.

10 **Ejemplo 2**

Con referencia ahora a la Fig. 6, se muestra una secuencia 600 de ejemplo de imágenes 602, 604, 606 de prueba para un método de prueba de acuerdo con una segunda realización de la presente invención.

15 En este ejemplo, cada una de las imágenes 602, 604, 606 de prueba de la secuencia 600 de imágenes de prueba incluye símbolos 608 de prueba plurales. La persona sometida a la prueba que se requiere para activar el control 108 (ref. Fig.1) en respuesta a reconocer símbolos de prueba en el conjunto de símbolos 608 de prueba que replican la forma de un símbolo 610 de prueba objetivo. En este caso, el símbolo 610 objetivo se identifica a la persona a lo largo de la duración de la secuencia 600.

20 Como se representa, en este ejemplo cada uno de los símbolos 508 de prueba tiene un tamaño particular de un intervalo predeterminado de tamaños  $s_k$  (donde  $k = 1 \dots n$ ). Cada uno de los tamaños en el rango predeterminado de tamaños tiene una relación predeterminada con una métrica de visión.

25 El tamaño de los símbolos de prueba que replican el símbolo objetivo varía a lo largo de la prueba de modo que uno cualquiera de los símbolos de prueba que replica la forma del símbolo objetivo tendrá un tamaño diferente para al menos algunos de los otros símbolos de prueba que replican la forma del símbolo objetivo.

30 En el ejemplo representado, la secuencia 600 de imágenes 602, 604, 606 de prueba está dispuesta de manera que los símbolos 608 de prueba parecen moverse desde el lado derecho de la pantalla hacia el lado izquierdo de la pantalla a través de la secuencia. Sin embargo, en otras realizaciones, los símbolos 608 de prueba pueden ser estáticos.

35 Durante la prueba, cada una de las imágenes 602, 604, 606 de prueba muestra un conjunto de símbolos 608 de prueba de diferentes tamaños para la persona de prueba. La persona activa el control 108 (ref. Fig.1) al reconocer un símbolo de prueba, o símbolos de prueba, que replican la forma del símbolo 610 objetivo.

40 En el ejemplo ilustrado, la activación del control conlleva "disparar" al símbolo de prueba que la persona reconoce como que replica la forma del símbolo de prueba. Durante la prueba, el procesador 106 obtiene la información de activación para las activaciones correctas. En el presente caso, la información de activación incluye una relación de activación derivada de los valores de contador que, para cada uno de los tamaños, son indicativos del número de símbolos de prueba mostrados durante la prueba que replicaron el símbolo objetivo y el número de instancias en que la persona identificó correctamente cada uno de los tamaños.

45 En el presente ejemplo, la información de activación se almacena en la memoria incorporada (o accesible) al procesador 106 en la forma de respectivas matrices que contienen valores que se actualizan durante la prueba. Por ejemplo, una primera matriz contiene una matriz  $(c_1, c_2, c_3, c_4 \dots c_n)$  de contador que contiene, para cada uno de los tamaños, un valor de contador que es indicativo del número de instancias en que la persona activó correctamente el controlador, una segunda matriz  $(d_1, d_2, d_3, d_4 \dots d_n)$  que contiene valores de contador que son indicativos del número de instancias en que se mostró cada uno de los tamaños de símbolo de prueba.

50 Al finalizar la prueba, la información de activación se procesa para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones. En el presente ejemplo, la información de activación es el tamaño angular más pequeño para el cual la persona es capaz de reconocer de manera fiable los símbolos de prueba como que replican el símbolo 610 objetivo. Más específicamente, la información de activación es el tamaño angular más pequeño para el cual la persona puede reconocer un símbolo 610 objetivo replicado con una relación de activación correcta que supera el 75%. En el ejemplo  
55 ilustrado, la relación (AR) de activación correcta se calcula como  $AR_x = c_x/d_x$  (donde  $x = 1 \dots n$ ). Por supuesto, se apreciará que se pueden utilizar otros valores para la 'relación de activación correcta'.

En el presente caso, la prueba continúa hasta que se ha procesado suficiente información de activación para identificar el tamaño angular más pequeño que satisface la relación del 75%.

5 Después de haber obtenido el valor de parámetro (que, en este caso, es un valor del tamaño angular), dicho valor se correlaciona entonces con una métrica de visión con el fin de obtener un valor para la métrica de visión. Normalmente, la correlación la realizará el procesador 106, pero no es necesario que sea así, ya que la correlación se podría realizar manualmente utilizando una tabla o gráfico adecuado.

10 En el presente caso, la obtención de un valor para una métrica de agudeza visual implica recuperar, a partir de una escala de valores, un valor que tiene una relación predeterminada con el valor del tamaño promedio. En la Fig. 8 y la Fig. 9 se muestran dos ejemplos de relaciones predeterminadas adecuadas. Como se muestra, la Fig. 8 representa una relación entre el valor de parámetro de tamaño y una métrica cuantitativa de agudeza visual, mientras que la Fig. 9 representa una relación entre el valor de parámetro de tamaño y una métrica cualitativa de agudeza visual. Sin embargo, se apreciará que dicha escala también podría utilizarse para otros tipos de valores estadísticos.

15 Con referencia a la Fig. 7, se muestra un diagrama 700 de flujo de ejemplo que incluye los pasos descritos anteriormente.

### 20 **Ejemplo 3**

La Fig. 10 y la Fig. 11 representan secuencias de ejemplo de imágenes de prueba para un método de prueba de acuerdo con una tercera realización de la presente invención.

25 Volviendo inicialmente a la Fig. 10, se muestra una secuencia 1000 que incluye imágenes 1002, 1004, 1006 de prueba. Cada una de las imágenes 1002, 1004, 1006 de prueba incluye una disposición de los símbolos 1008 de prueba plurales. En la disposición representada incluye conjuntos plurales de símbolos de prueba de igual tamaño angular que, en el presente caso, están dispuestos como anillos concéntricos. Cada uno de los conjuntos incluye símbolos de prueba que tienen un tamaño diferente al tamaño de los otros conjuntos.

30 Durante una prueba, se requiere que la persona reconozca, de una manera conjunto-a-conjunto, un símbolo de prueba desde dentro de cada uno de los conjuntos que replica la forma de un símbolo objetivo. En el presente ejemplo, el símbolo 1010 objetivo se muestra en cada una de las imágenes de prueba. Para indicar el reconocimiento de un símbolo 1012 de prueba, la persona alinea el símbolo 1010 objetivo mostrado con el símbolo de prueba que replica el símbolo objetivo y luego activa el control 108 (ref. Fig. 1).

35 En el caso de que la persona reconozca correctamente el símbolo 1012 de prueba, la prueba continúa con que se requiere que la persona repita la prueba para el siguiente conjunto más pequeño de símbolos de prueba.

40 Como se muestra en la secuencia 1100 mostrada en la Fig. 11, el proceso descrito anteriormente continúa hasta que se ha identificado la relación de activación mínima, correspondiente con el conjunto de símbolos de prueba que tiene el tamaño angular más pequeño que la persona es capaz de reconocer de forma fiable.

45 Una realización del tipo representado en la Fig. 10 y la Fig. 11 es particularmente adecuada para una "estimación paramétrica mediante procedimiento de escalonado de prueba secuencial". En una realización de este tipo, las imágenes de prueba estáticas consecutivas se adaptan a las activaciones correctas e incorrectas mediante la persona, de modo que el tamaño del siguiente conjunto de símbolos de prueba para la activación varía hacia arriba y hacia abajo en relación con el conjunto anterior hasta que se logra un valor umbral correcto predefinido (por ejemplo, 75%), momento en el que finaliza la secuencia.

50 La presente invención puede implementarse como una versión independiente o en línea. Se espera que una versión en línea ofrezca beneficios adicionales, ya que puede atraer a las personas a realizar una prueba por su propia voluntad. Se espera que una realización de la presente invención que se asemeja a un juego de computadora atraiga particularmente a los jóvenes.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para probar la visión de una persona, el método que incluye:
  - 5 proporcionar una imagen gráfica dinámica que incluye un símbolo que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba, el símbolo se agranda desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo es reconocible por la persona;
  - proporcionar un control para la activación mediante la persona en el instante, durante el intervalo de prueba, en que la persona reconoce el símbolo; y
  - 10 correlacionar la activación del control con una métrica de visión, en donde la correlación con una métrica de visión incluye obtener un valor para una métrica de agudeza visual que tiene una relación predeterminada con el tamaño medio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones correctas.
  
- 15 2. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el tamaño es el tamaño angular o se expresa en términos de un ángulo mínimo de resolución (MAR) o una derivada logarítmica (LogMAR) o una derivada decimal.
  
- 20 3. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el control se activa en el instante en que el tamaño angular del símbolo, o el tamaño angular de las características del símbolo de prueba, es tal que la persona puede discriminar que el símbolo tiene una forma, o patrón espacial, que replica la del símbolo objetivo.
  
- 25 4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la información de activación incluye información que es indicativa del tamaño del símbolo de prueba en el instante en que se activó el control, información relacionada con los tiempos de respuesta, información que identifica el grupo o el tipo de los símbolos prueba para cada una de las activaciones correcta, o información que identifica la precisión de activación de la persona en términos de una relación que expresa el número de veces que ha reconocido correctamente símbolos de prueba de diferentes tamaños frente al número de veces que se han mostrado símbolos de prueba de ese tamaño.
  
- 30 5. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la información de activación incluye procesar información de tamaño para cada uno de los símbolos de prueba asociados con la activación correcta para obtener un parámetro en forma de un valor estadístico en base al tamaño de esos símbolos de prueba, opcionalmente teniendo en cuenta activaciones incorrectas.
  
- 35 6. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la prueba es una prueba habilitada por computadora.
  
- 40 7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la prueba se realiza en un entorno similar a un juego de computadora o está configurada para interactuar con la persona.
  
8. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la imagen gráfica dinámica se muestra como una secuencia de imágenes de prueba dinámicas.
  
- 45 9. Un sistema para probar la visión de una persona, el sistema que incluye un procesador y un dispositivo de memoria asociado para almacenar una serie de instrucciones, las instrucciones se configuran para hacer que el procesador:
  - muestre una imagen gráfica dinámica que incluye un símbolo que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba, el símbolo se agranda desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona;
  - 50 procese información de activación para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones para la correlación con una métrica de visión;
  - en donde la información de activación está asociada con activaciones de un control mediante la persona en el instante, durante el intervalo de prueba, en que la persona reconoce el símbolo, y en donde el procesamiento comprende correlacionar la información de activación del control con una métrica de visión,
  - 55 en donde la correlación con una métrica de visión incluye obtener un valor para una métrica de agudeza visual que tiene una relación predeterminada con el tamaño medio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones correctas.

10. Un programa informático para utilizar en un sistema para probar la visión de una persona, el procesador y el dispositivo de memoria asociado están configurados para almacenar el programa de computadora, donde el programa de computadora incluye una serie de instrucciones para hacer que el procesador:

- 5       muestre, en una pantalla gráfica, una imagen gráfica dinámica que incluye un símbolo que se agranda progresivamente durante un intervalo de prueba, el símbolo se agranda desde un tamaño en el que el símbolo es irreconocible para la persona hasta un tamaño en el que el símbolo es reconocible para la persona;
- 10       procese información de activación para obtener un valor de parámetro asociado con las activaciones para la correlación con una métrica de visión;
- en donde la información de activación se asocia con la activación de un control mediante la persona en el instante, durante el intervalo de prueba, en que la persona reconoce el símbolo, y en donde el procesamiento comprende correlacionar la información de activación del control con una métrica de visión,
- 15       en donde la correlación con una métrica de visión incluye obtener un valor para una métrica de agudeza visual que tiene una relación predeterminada con el tamaño medio de los símbolos de prueba asociados con las activaciones correctas.

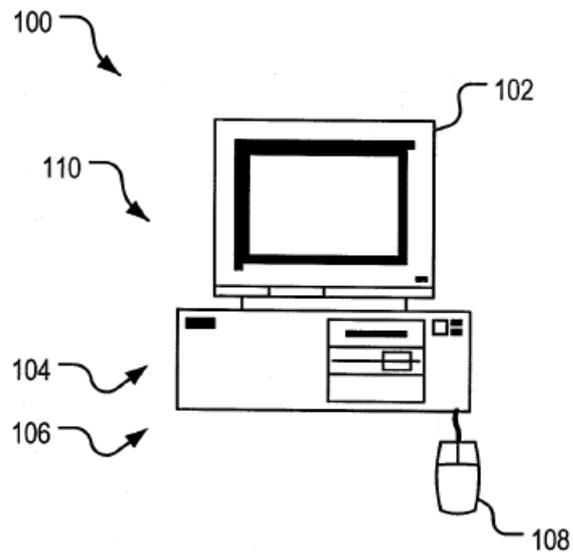


FIG.1

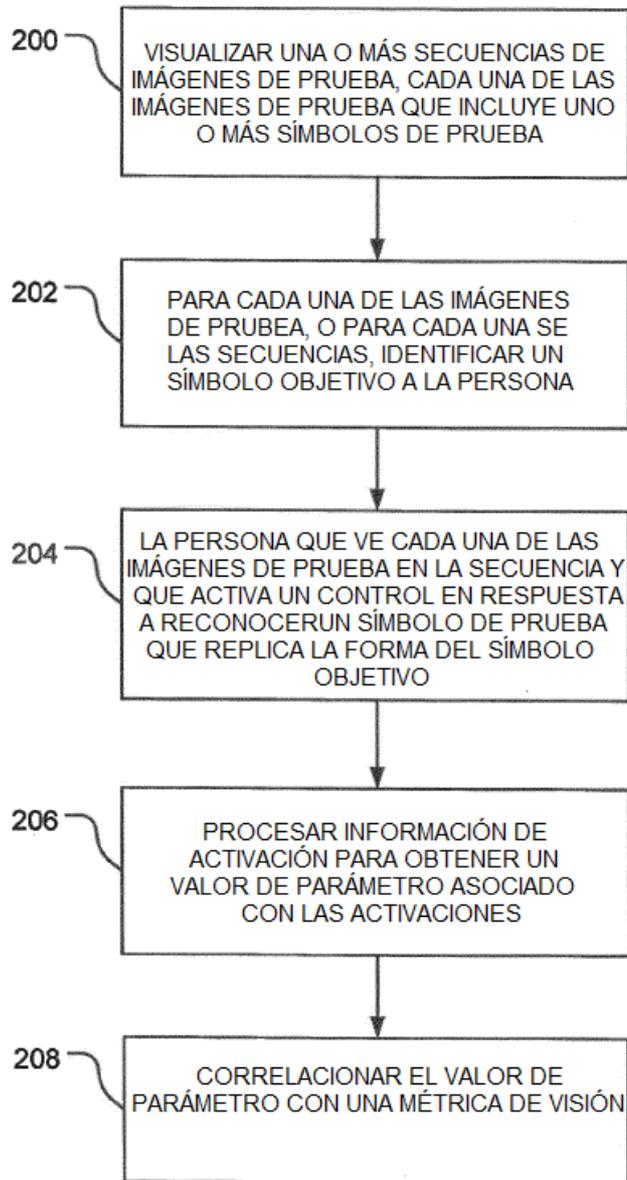


Fig. 2

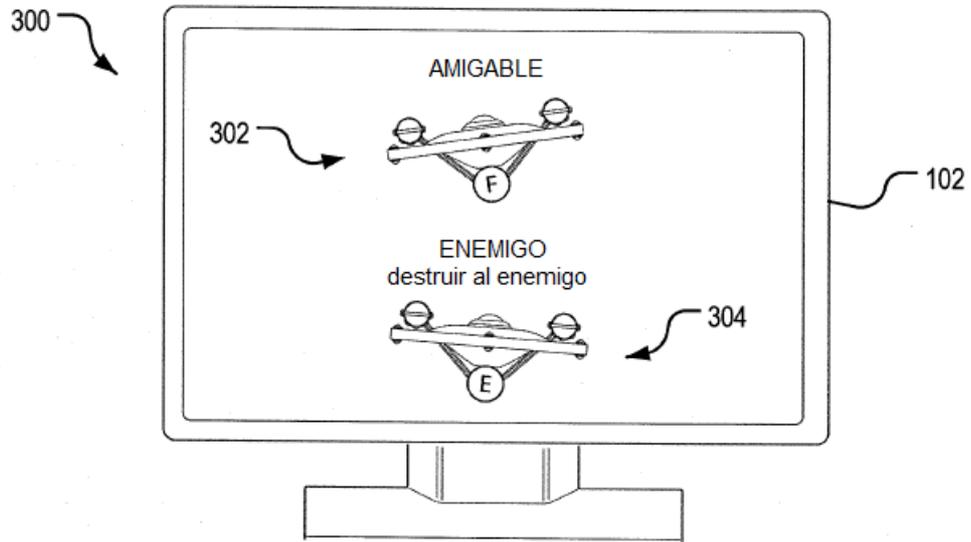


FIG.3

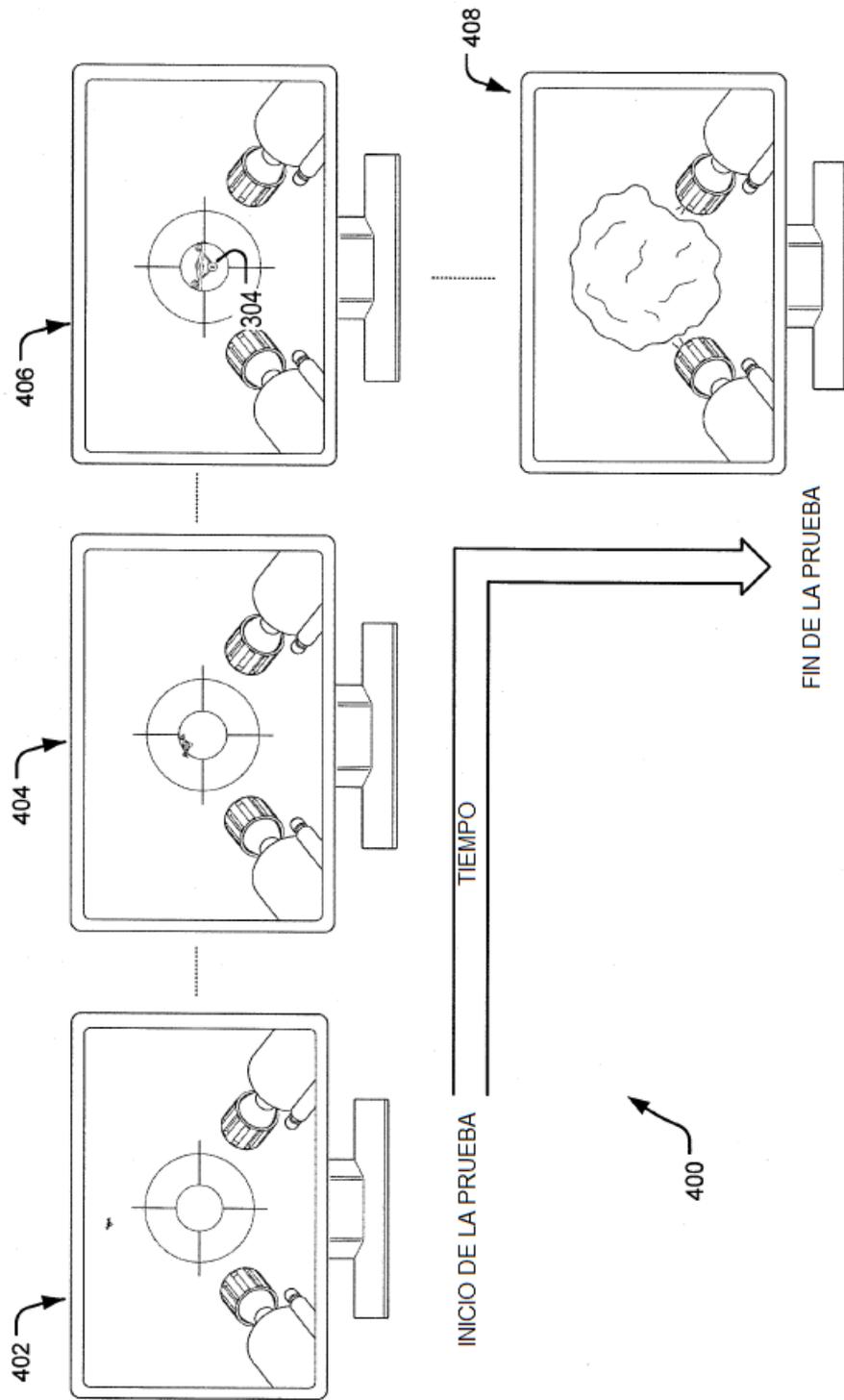


FIG.4

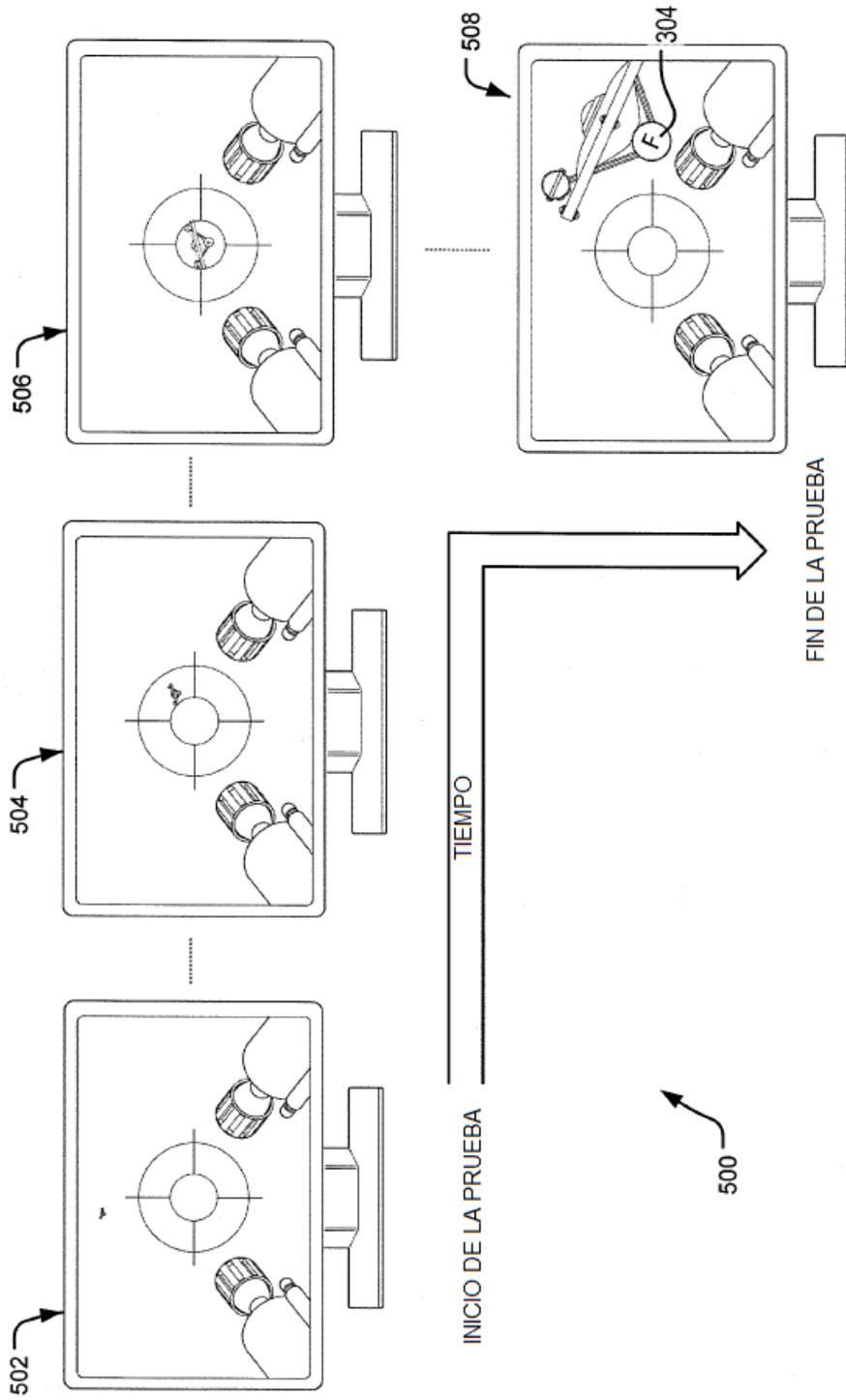


FIG.5

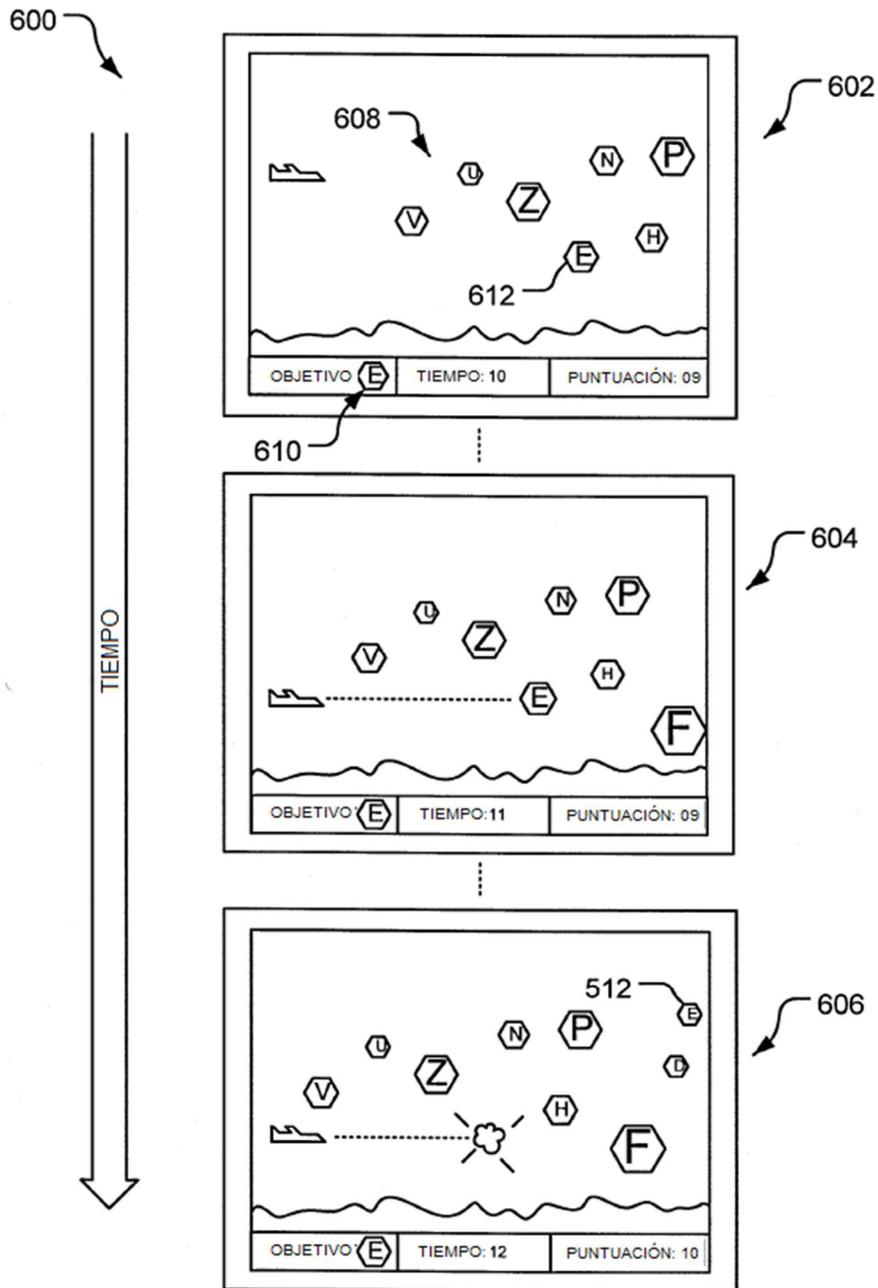


FIG.6

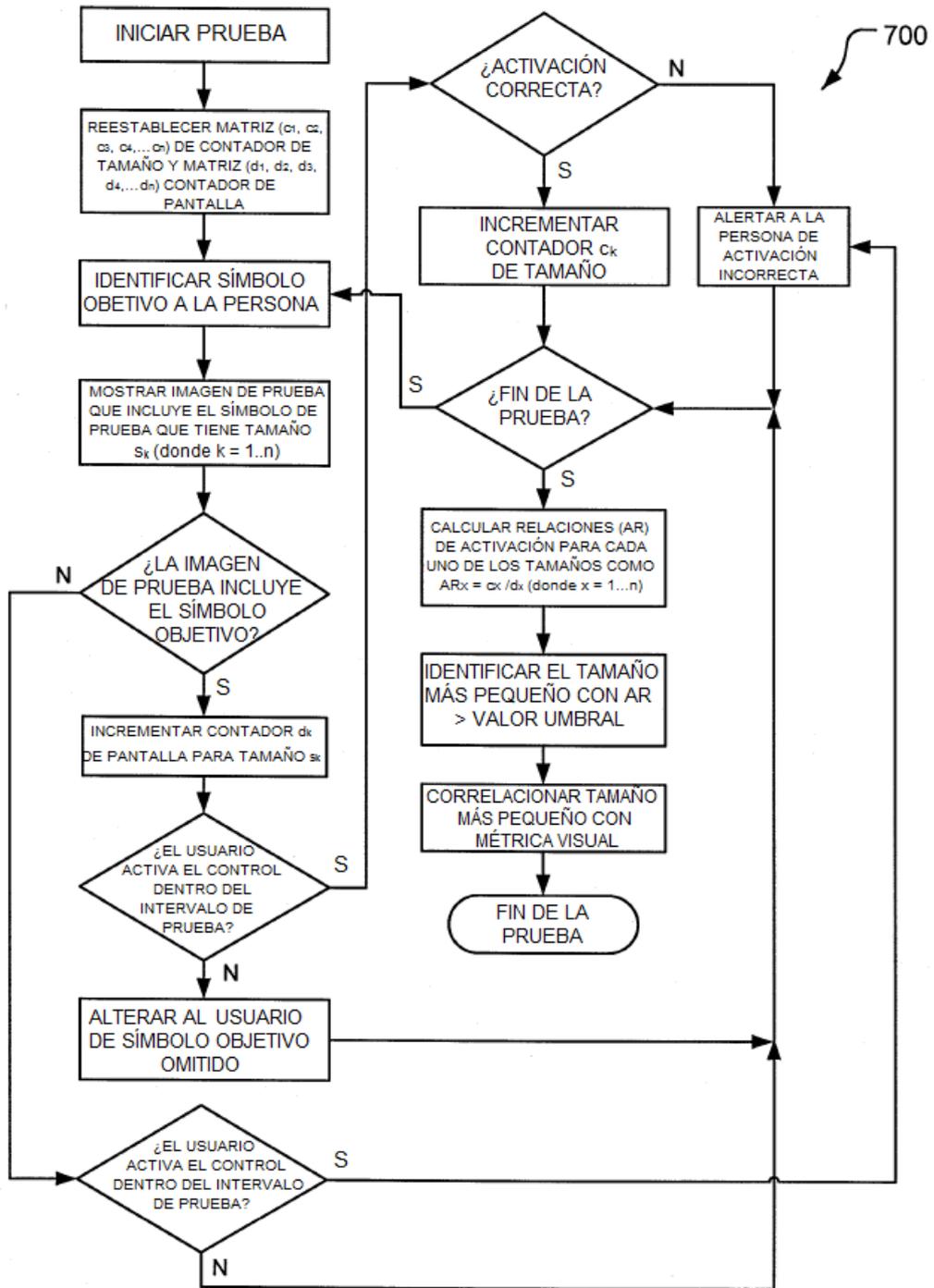


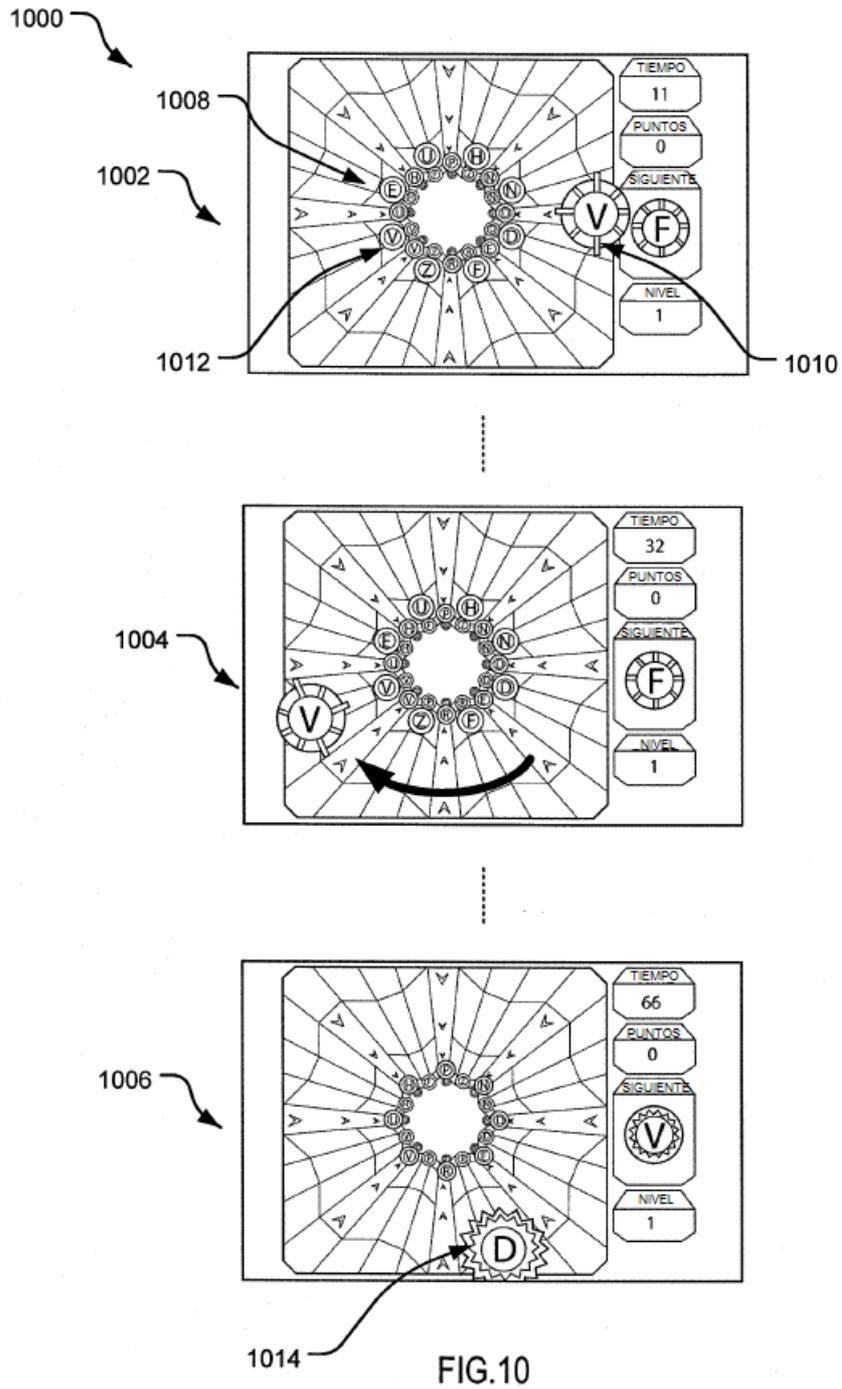
FIG.7

TAMAÑO			MÉTRICA DE VISIÓN	
MAR	logMAR	DECIMAL	MÉTRICA	IMPERIAL
10	1	0.1	6/60	20/200
8	0.9	0.13	6/48	20/160
6.3	0.8	0.16	6/38	20/125
5	0.7	0.2	6/30	20/100
4	0.6	0.25	6/24	20/80
3.2	0.5	0.32	6/19	20/60
2.5	0.4	0.4	6/15	20/50
2	0.3	0.5	6/12	20/40
1.6	0.2	0.63	6/9.5	20/30
1.25	0.1	0.8	6/7.5	20/25
1	0	1	6/6	20/20
0.8	-0.1	1.25	6/4.8	20/16
0.63	-0.2	1.58	6/3.8	20/12.5
0.5	-0.3	2	6/3.0	20/10

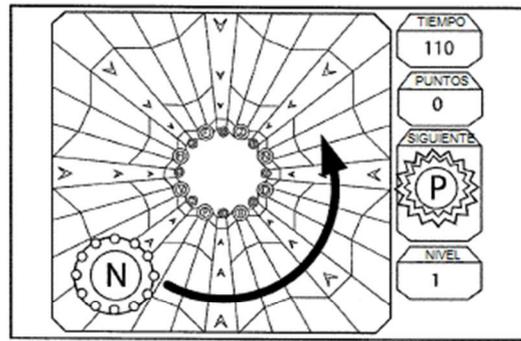
FIG.8

logMAR	MÉTRICA
$\geq 0.1$	EXCELENTE
$0.1 \leq \text{to} \geq -0.1$	ACEPTABLE
$\geq -0.1$	MALA

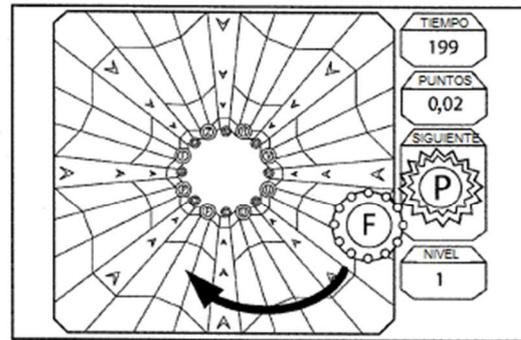
FIG.9



1100



⋮



⋮

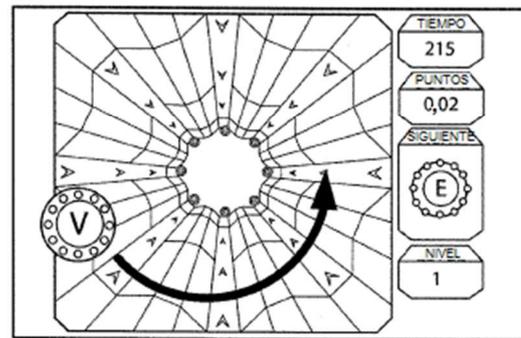


FIG.11