

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 762**

51 Int. Cl.:

G06F 3/01 (2006.01)

G06F 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.10.2011** **E 11186882 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017** **EP 2587341**

54 Título: **Gestión de potencia en un sistema de rastreo ocular**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.06.2017

73 Titular/es:

TOBII AB (100.0%)
Karlsrovägen 2 D
182 53 Danderyd, SE

72 Inventor/es:

SKOGÖ, MÅRTEN;
ESKILSSON, HENRIK;
ELVESJÖ, JOHN y
BLIXT, PETER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 620 762 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

Gestión de potencia en un sistema de rastreo ocular

Campo técnico de la invención

5 La invención divulgada en la presente memoria por lo general se refiere al rastreo ocular (determinación de la posición de los ojos, punto de observación o ángulo de observación) para proporcionar datos de entrada a un sistema informático. En particular, la invención proporciona una implementación energéticamente eficiente de rastreo ocular asistido por una fuente de luz artificial adaptada para determinar el punto de observación de un ojo que observa una pantalla de visualización que forma parte de un sistema de ordenador personal portátil o estacionario, un televisor, una pantalla de visualización frontal en un vehículo, una pantalla cercana al ojo o una pantalla en un dispositivo de comunicación con capacidades de imágenes y computación, tales como un teléfono móvil.

Antecedentes de la invención

15 La supervisión o rastreo de los movimientos del ojo y la detección del punto de observación de una persona se puede utilizar en muchos contextos diferentes. Los datos de rastreo ocular pueden ser una importante fuente de información para analizar el comportamiento o la conciencia de la persona. Se puede utilizar tanto para evaluar el objeto al que la persona está observando como para la evaluación de la persona respectiva. Los diversos usos de la detección del punto de observación incluyen estudios sobre la capacidad de uso del software y diferentes tipos de interfaces; evaluación de páginas Web, publicidad y anuncios; provisión de medios para educar a los pilotos en entornos de simulación y la formación de personal de vigilancia en las funciones críticas de seguridad; y la investigación en psicología, ciencias de la conducta y percepción humana. Un campo que ha atraído un interés creciente en los últimos años es la evaluación de la publicidad y otros canales de comercialización.

20 Las técnicas de rastreo ocular se pueden utilizar también en una interfaz hombre-máquina (HMI): un usuario puede controlar un ordenador con solo mirarlo. Tal control visual se puede aplicar como técnica de interacción única o combinarse con un teclado, ratón, botones físicos y voz. El control visual se utiliza en dispositivos de comunicación para personas con discapacidad y en diversas aplicaciones industriales y médicas.

25 Si bien los sistemas de rastreo ocular se utilizan en una gama creciente de aplicaciones dirigidas a los profesionales, rara vez se incluyen como periféricos estándar en o como parte integrante de los nuevos ordenadores portátiles, ordenadores de sobremesa, teléfonos inteligentes y otros sistemas de ordenadores personales. En el caso de los sistemas alimentados con baterías, preocupaciones de que las funcionalidades de rastreo ocular puedan perjudicar una gestión de potencia optimizada de otro modo pueden ser una de las razones para esta ausencia.

30 El documento US 2005/199783 A1 describe una técnica para la conmutación de un dispositivo genérico entre un estado de encendido, un estado de suspensión y un estado apagado basándose en los datos de detección ocular relativos a un usuario. Solo la presencia o ausencia de un ojo es motivo de preocupación, no el ángulo de observación. Una presencia detectada de un ojo causa la conmutación del modo inactivo al estado encendido, mientras que una ausencia detectada causa la conmutación del estado de encendido al estado de suspensión, y después al estado apagado del dispositivo. Aunque la presente memoria describe cómo un resultado de la detección ocular, es decir, la presencia del ojo, se puede utilizar para mejorar el rendimiento energético del dispositivo genérico, no aborda el problema de la gestión de potencia en el propio equipo de detección ocular. Ni propone ninguna solución que se adapte a, y se beneficie de las particularidades asociadas con la actividad de detección ocular.

40 De manera similar, los documentos US 5 835 083 A y WO 2008/056274 A1 describen cómo las mediciones del punto de observación se pueden utilizar para controlar un estado de potencia de una pantalla de visualización, por lo que el consumo energético se reduce cuando los ojos del usuario y, por lo tanto, la atención del usuario no se dirigen al dispositivo. Tampoco abarcan la gestión de potencia del propio rastreador ocular.

Sumario de la invención

45 En vista de los problemas anteriores, un objeto de la presente invención consiste en proponer un sistema de ordenador personal con mejores funcionalidades de gestión de potencia en relación con el equipo de rastreo ocular incluido en el mismo. Un objeto particular es mejorar la gestión de potencia en un sistema de este tipo preservando al mismo tiempo una baja latencia en relación con las interacciones del usuario en todos los instantes en que el dispositivo está operando. Otro objeto adicional es proporcionar un sistema de rastreo ocular que puede integrarse en un sistema de ordenador personal (por ejemplo, ordenador de sobremesa o portátil, tableta, portátil, net book, televisión, teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales, cámaras digitales, pantalla de visualización frontal, pantalla de cerca del ojo) sin tener que sobrecargar el rendimiento energético del sistema informático.

55 Al menos uno de estos objetos se consigue mediante un procedimiento, producto de programa informático, y el sistema de ordenador personal, tal como se expone en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes definen las realizaciones de la invención.

Un sistema de ordenador personal incluye una pantalla de visualización, un dispositivo de formación de imágenes para proporcionar datos de rastreo ocular mediante la formación de imágenes de una porción de la cara (incluyendo preferentemente al menos un ojo) de un observador de la pantalla de visualización, y además uno o más medios de entrada para aceptar los datos de control de rastreo ocular y otros datos de entrada. El dispositivo de formación de imágenes puede incluir una cámara y una fuente de luz opcional para iluminar un ojo de un modo en el eje o fuera de eje, o para la producción de al menos una reflexión corneal (o brillo, o primera reflexión Purkinje) para facilitar el rastreo ocular. Tal iluminación que proporciona el dispositivo de formación de imágenes además de las fuentes de luz natural o de fondo se referirá como iluminación activa. Los otros datos de entrada pueden incluir señales de dispositivo de puntero, caracteres del teclado, combinaciones de teclado, datos visuales distintos de los datos de rastreo ocular, detección de proximidad, datos adquiridos por un transductor acústico, y similares.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, el dispositivo de formación de imágenes es capaz de funcionar en al menos un modo activo, un modo preparado y un modo inactivo. En el modo activo, el dispositivo de formación de imágenes es capaz de operar completamente en lo que respecta a la precisión, el alcance de detección y otros parámetros de rendimiento que pueden influir en el consumo energético momentáneo del dispositivo. El modo preparado y el modo inactivo representan alternativas de ahorro energético en el modo activo, que se diferencian al menos con respecto a sus respectivos tiempos de activación. Más precisamente, el tiempo de activación requerido para conmutar del modo preparado al modo activo es menor que el tiempo de activación necesario para conmutar del modo inactivo al modo activo.

La invención consigue al menos uno de sus objetos puesto que la técnica de gestión de potencia propuesta tiene en cuenta el hecho de que los algoritmos de rastreo ocular contienen un filtrado generalmente recursivo (por ejemplo, filtrado de Kalman), en el que la exactitud se mejora gradualmente con el número de iteraciones o dependen de las mediciones anteriores, los datos intermedios o datos parcialmente procesados a ser utilizados como aproximación inicial para el seguimiento posterior. Un algoritmo de rastreo ocular de este tipo no proporciona datos de medición precisos y completos desde el momento en que se arranca en frío, sino solo después de que ha transcurrido un período de tiempo de activación. Por lo tanto, en la técnica anterior, los requisitos de bajo consumo energético y la capacidad de respuesta (latencia baja de usuario) son claramente contradictorios. La invención alivia esta dificultad, proponiendo un modo preparado, en el que el equipo de rastreo ocular opera una potencia inferior pero diferente de cero, de modo que una porción de las mediciones anteriores, de los datos intermedios o de los datos parcialmente procesados permanecerá actualizada y disponible para soportar y facilitar las mediciones posteriores cuando el equipo conmuta de nuevo a su modo activo.

Los modos activo, preparado e inactivo pueden ser diferentes con respecto al estado de (componentes de) solo el dispositivo de formación de imágenes, pero también pueden ser diferentes con respecto a los parámetros de operación de otros componentes en el sistema de ordenador personal. Por ejemplo, el hecho de que el dispositivo de formación de imágenes entra en su modo de desactivación puede causar el apagado de una luz de fondo en la pantalla de visualización.

El dispositivo de formación de imágenes puede consistir en una cámara única, preferentemente una cámara digital, pero también puede incluir componentes adicionales, tales como una fuente de luz para ayudar a la cámara, por ejemplo, mediante la emisión de impulsos de luz no visible, preferentemente en el intervalo infrarrojo o infrarrojo cercano. Dentro del dispositivo de formación de imágenes ya sea, por tanto, solamente la cámara, solamente la fuente de luz o una combinación de éstas y posibles componentes adicionales pueden comportarse de forma diferente en los modos activo, preparado e inactivo, respectivamente. Como se utiliza en la presente memoria, la expresión dispositivo de formación de imágenes no está restringido a las cámaras ópticas, sino que también se destina a cubrir los sensores electromagnéticos acústico (por ejemplo, ultrasonido), (por ejemplo, radar). La expresión se extiende también más allá de los sensores que producen imágenes que son percibidas como tales por un observador humano, cubriendo con ello los sensores formados como disposiciones de un número de un solo dígito de píxeles, sensores que incluyen pre-lentes de alta distorsión destinadas a favorecer la precisión óptica en las regiones de interés sobre otras regiones, etc. Además, el dispositivo de formación de imágenes se puede dirigir hacia uno o más de solo los ojos del observador solamente, pero puede también formar imágenes de una porción más grande de la cara con el fin de determinar una pose relativa a la cabeza, y la observación puede determinarse basándose en la posición de al menos un ojo en la cara.

Los modos activo y preparado pueden diferir con respecto a los datos que el dispositivo de formación de imágenes proporciona. En el modo activo, se pueden proporcionar tanto la posición de los ojos como la orientación de los ojos. (Para hacer esta afirmación precisa, el dispositivo de formación de imágenes puede emitir datos que representan la posición de los ojos y la orientación de los ojos o, si carece de capacidades de procesamiento adecuadas por sí mismo, el dispositivo de formación de imágenes puede emitir suficientes datos de imágenes originales a través de los que un procesador es capaz de determinar la posición de los ojos y la orientación de los ojos. El receptor de los datos de salida puede ser un procesador responsable de ejecutar una interfaz gráfica de usuario que forma parte del software de aplicación, un entorno de escritorio o similares). En el modo preparado, sin embargo, cualquiera de estos puede omitirse para ahorrar recursos, preferentemente la orientación de los ojos de modo que solo se proporciona la posición de los ojos. El rastreo de la posición de los ojos puede proceder en todo el modo preparado, aunque preferentemente a una velocidad de fotogramas más baja que en el modo activo, de manera que la información actualizada sobre la posición de los ojos está a disposición al momento en que el dispositivo de

formación de imágenes conmuta de nuevo al activo modo. Esto reduce el tiempo de activación significativamente, mientras que el consumo energético en modo preparado puede estar limitado de manera significativa.

5 Como alternativa, los modos activo y preparado pueden diferir con respecto a la serie de características de oculares rastreadas distintas (por ejemplo, la ubicación de pupila, reflexiones de córnea) en la que el dispositivo de formación de imágenes basa los datos de rastreo ocular. En el modo activo, el rastreo ocular puede basarse en dos o más características. Por ejemplo, el procesamiento de rastreo ocular se puede basar en las reflexiones de no menos de dos fuentes de luz distintas (incluyendo el caso en que las reflexiones se capturan dentro de los diferentes fotogramas de cámara), mientras que en el modo preparado, el rastreo ocular se puede basar en una sola reflexión distinta, tal como se puede obtener utilizando una sola fuente de luz (incluyendo el caso en que un reflejo de esta fuente de luz se proyecta en múltiples puntos en el tiempo dentro de los diferentes fotogramas), es decir, el procesamiento de rastreo ocular es capaz de completarse basándose en datos de una sola reflexión. Se recuerda que el rastreo de la observación de acuerdo con el enfoque de reflexión corneal al centro de pupila (PCCR) requiere como entrada las ubicaciones de una pupila y una reflexión corneal que son simultáneas o casi simultáneas (véase, por ejemplo, el documento General Theory of Remote Gaze Estimation Using the Pupil Center and Corneal Reflections de E.D. Guestrin y M. Eizenmann, IEEE Transactions on Biomedical Engineering, vol. 53, núm. 6, pág. 1124-1133 (junio de 2006), incluido en el presente documento por referencia). La distancia de la cámara al ojo puede ser una fuente de datos de entrada adicional en el rastreo de la observación por PCCR. Se describe en el documento US 7 572 008 cómo esta distancia se puede estimar basándose en dos reflexiones corneales distintas. En consecuencia, el rastreador ocular puede abstenerse de realizar la actualización de la última estimación de la distancia de la cámara al ojo cuando está en el modo preparado, pero puede hacerlo de forma intermitente en el modo activo.

Ejemplos adicionales ventajosos que indican cómo los modos activo y preparado se pueden configurar en detalle se observan en la Tabla 1.

Tabla 1: Configuraciones de modos	
Modo activo	Modo preparado
El dispositivo de formación de imágenes rastrea una ubicación de pupila y al menos una reflexión corneal.	El dispositivo de formación de imágenes rastrea una ubicación de pupila.
El dispositivo de formación de imágenes aplica iluminación activa, que permite el rastreo de una reflexión corneal.	El dispositivo de formación de imágenes no aplica iluminación activa.
Una fuente de luz y una cámara están activas.	Dos fuentes de luz y una cámara están activas.
Una fuente de luz y una cámara están activas.	Una fuente de luz y dos cámaras están activas.
Una cámara está activa.	Una fuente de luz y una cámara están activas.
El dispositivo de formación de imágenes opera a plena resolución.	La resolución del dispositivo de formación de imágenes se reduce apurando grupos de píxeles, por ejemplo, por 2x2 (relación 4:1), 4x4 (relación 16:1), 1 x2 (relación 2:1), 2x1 (relación 2:1), en la que varios píxeles se leen como uno solo. Preferentemente, puesto que la agrupación aumenta la sensibilidad del dispositivo de visualización, una fuente de luz asociada se opera a menor intensidad o se apaga completamente. Además, el tiempo de exposición del dispositivo de formación de imágenes se puede aumentar, aumentando así aún más la sensibilidad a costa de cierta exactitud.
El dispositivo de formación de imágenes opera a una relación de agrupación relativamente inferior, por ejemplo, 2:1.	El dispositivo de formación de imágenes opera a una relación de agrupación relativamente más alta, por ejemplo, 16:1.
El dispositivo de formación de imágenes mide o estima una posición de los ojos en coordenadas mundiales (por ejemplo, coordenadas de n-dimensionales o coordenadas de 3 dimensiones).	El dispositivo de formación de imágenes mide o estima una posición de los ojos en las coordenadas del plano de imagen (por ejemplo, coordenadas en (n-1) dimensión o coordenadas en 2 dimensiones).

Se señala que el alcance de la invención incluye combinaciones de los pares anteriores también. Del mismo modo, la agrupación puede referirse a la agrupación analógica, tal como mediante la lectura de las cargas de píxeles en forma de grupo, de modo que la energía luminosa recibida en una pluralidad de píxeles contribuye a un valor. También puede referirse a la agrupación digital en el sensor, que puede formar parte de una etapa de pre-
 5 procesamiento que implica la adición o la combinación de valores de los píxeles de datos de lectura en el hardware de procesamiento.

Por otra parte, en un sistema en el que se proporciona una pluralidad de cámaras y/o una pluralidad fuentes de luz, el modo preparado puede implicar el uso de un menor número de estos dispositivos. Puesto que las estimaciones basadas en un conjunto de datos más pequeños pueden tener una mayor varianza estadística, este modo puede dar
 10 lugar a los datos de rastreo ocular más lentos y menos precisos, pero todavía puede proporcionar información suficiente para acortar significativamente el tiempo para conmutar a la posición activa y recoger los datos de rastreo ocular pertinentes en comparación con un arranque en frío en el modo inactivo.

Los medios de entrada en el sistema de ordenador personal pueden consistir en medios de entrada dedicados, por un lado, y medios de entrada de propósito general por el otro. También pueden consistir en solo uno de los mismos, como se menciona en el siguiente párrafo. Los medios de entrada dedicados se utilizan para introducir datos de control de rastreo ocular, mientras que los medios de entrada generales aceptan todos los otros datos de entrada excepto los datos de rastreo ocular, es decir los datos de control de rastreo ocular y otros datos de entrada. Debido a que el medio de entrada dedicado solo se utiliza para los datos de control de rastreo ocular, el sistema operativo puede asignarle capacidades para activar el rastreador ocular con un retraso inferior al que conseguirá el medio de
 15 entrada de propósito general. Los medios de entrada dedicados se pueden configurar como una cámara para la detección de los gestos faciales predefinidos, gestos del cuerpo predefinidos o un micrófono para detectar un patrón de voz predefinido. Ventajosamente, la cámara utilizada para este fin es idéntica al, al menos un, dispositivo de formación de imágenes que suministra los datos de rastreo ocular. Los medios de entrada dedicados pueden además realizarse como un hardware o botón de software, un sensor de IR, un sensor de movimiento, un sensor de proximidad, una capa sensible al tacto de una pantalla de visualización o de una porción de la misma. En este último caso, una pantalla sensible al tacto puede comprender tanto un área que opera como un medio de entrada dedicado como un área que opera como un medio de entrada de propósito general.

Dichos datos de control de rastreo ocular introducidos a través del medio de entrada dedicado pueden ser un clic de activación, es decir, una señal de tipo clic del ratón que complementa un punto de observación en la pantalla de visualización para lograr una interfaz similar a la ofrecida por un dispositivo de puntero convencional, aunque esto no tiene que organizarse basándose en la posición del puntero como generalmente están tales sistemas convencionales. Una HMI con manos libres, en la que se introducen todos los datos de entrada, ya sea en forma de datos de rastreo ocular o datos de control de rastreo ocular, se contempla. Medios de entrada adicionales en tal HMI con manos libres pueden incluir transductores acústicos, ópticos o táctiles y similares, pero está desprovista de
 20 dispositivos adaptados para ser manipulados mecánicamente utilizando los dedos, manos u otras partes del cuerpo.

Dichos datos de control de rastreo ocular se pueden utilizar también para conmutar las funcionalidades de rastreo ocular entre un estado habilitado y un estado deshabilitado, lo que puede ser particularmente atractivo para los usuarios preocupados por la integridad personal. Como una posible opción, los medios de control dedicados se pueden configurar para obligar al dispositivo de formación de imágenes en el modo inactivo.

Como alternativa, los medios de entrada dedicados pueden activar una interrupción por la que el dispositivo de formación de imágenes se ve forzado al modo activo. La activación se puede conseguir conectando funcionalmente el medio de entrada dedicado a un medio de interrupción (por ejemplo, una patilla de interrupción) previsto en el dispositivo de formación de imágenes o en un procesador asociado al mismo. Preferentemente, el medio de entrada dedicado se desconecta funcionalmente del medio de interrupción en el modo activo, a fin de no perturbar el trabajo del dispositivo de formación de imágenes durante el modo activo, en el que la carga de computacional es relativamente mayor que en otros modos. Mediante el uso de una interrupción de esta manera, la latencia total asociada con una conmutación al modo activo se reduce en comparación con el caso de la activación de la conmutación por medio de la de uso de los medios de entrada de propósito general, que normalmente tienen una latencia inherente. La mayoría de los teclados de calidad baja e intermedia, ratones, pantallas táctiles y otros dispositivos E/S de propósito general de hoy en día, del tipo que un usuario puede esperar conectar a un sistema de ordenador personal de su posesión, operan mediante la exploración de líneas seguido por la generación de interrupción. Una interrupción de este tipo se genera indirectamente, no por el accionamiento del usuario, sino por el resultado de la exploración. Este principio de operación incurre en un retardo, que es normalmente despreciable en el uso previsto del dispositivo de E/S (por ejemplo, mecanografía) y por lo tanto raramente mejorado por el fabricante, pero que hace que un dispositivo de E/S de propósito general ajuste pobremente los datos de control de rastreo ocular de entrada. De hecho, la latencia contribuida por el dispositivo de E/S se añade al tiempo de activación del dispositivo de formación de imágenes en sí, de modo que la latencia total puede llegar a ser más grande de lo aceptable en una aplicación dada. Esta realización de la invención resuelve el problema mediante la activación de una interrupción directamente.

En una realización adicional, el dispositivo de formación de imágenes se alimenta por separado, tal como a través de un interruptor eléctrico controlable de forma autónoma que se conecta a una potencia de accionamiento necesaria

para su operación. Con esta configuración, el modo de inactividad puede consistir en un estado completamente apagado del dispositivo de visualización. Por lo tanto, ventajosamente, el medio de entrada dedicado obliga al dispositivo de formación de imágenes al modo inactivo desconectándolo de dicha potencia de accionamiento.

5 Los modos activo, preparado e inactivo pueden ser diferente con respecto a una frecuencia de operación del dispositivo de formación de imágenes. Por lo general, la frecuencia de operación puede referirse a cualquier frecuencia de la caracterización de un componente dentro del dispositivo de formación de imágenes, en la medida en que la frecuencia influye en el consumo energético momentáneo. En particular, la frecuencia de operación puede ser la frecuencia de muestreo (o velocidad de fotograma) de una cámara dentro del medio de formación de imágenes. También puede referirse a una frecuencia de pulsos de luz procedente de una fuente de luz pulsada que se utiliza en conexión con una cámara de este tipo, en la que cada pulso de luz se sincroniza con un instante de muestreo de la cámara. En particular, los modos activo y preparado pueden diferir en términos de la frecuencia de operación, en que el modo preparado se asocia con una menor frecuencia diferente de cero, que mantiene el rastreo ocular a un nivel menos preciso. Un nivel menos preciso de este tipo se configura aún con el objetivo de promover la conmutación rápida del modo preparado al modo activo.

15 Como otra opción, que es particularmente ventajosa en conexión con un rastreador ocular que utiliza la iluminación activa, la operación del dispositivo de formación de imágenes en el modo preparado puede incluir la reducción de una intensidad de iluminación de la fuente de luz desde el valor que tiene en el modo activo. La iluminación puede incluso prescindirse por completo, apagando la fuente de luz, en el que la cámara puede operar opcionalmente con la duración de exposición más largo y/o agrupación de píxeles, por lo que el dispositivo de formación de imágenes proporciona todavía datos de salida aunque a una calidad relativamente inferior. Mientras que la iluminación está apagada, las funciones normalmente cumplidas por la cámara pueden realizarse, alterativamente, por una cámara de luz no visible, tal como una cámara sensible a la radiación infrarroja en o alrededor del intervalo de longitud de onda correspondiente a la temperatura del cuerpo humano.

25 El sistema de ordenador personal puede incluir un detector de presencia de observador, que se adapta para producir una señal de detección positiva y/o negativa haciendo que el dispositivo de formación de imágenes se transfiera entre los modos como consecuencia. El detector de presencia puede ser un detector de proximidad o un detector de movimiento que opera basándose, por ejemplo, en mediciones ópticas, acústicas, electromagnéticas o capacitivas. Se observa que la detección de presencia puede referirse ya sea a la proximidad del ojo de un observador al dispositivo de formación de imágenes o a la proximidad de la cara, cabeza o cuerpo del observador al dispositivo de formación de imágenes o al sistema de ordenador personal.

35 Es especialmente ventajoso representar el detector de presencia de observador como un sensor dispuesto para detectar la proximidad del dedo (o mano) de un observador con respecto a un botón, rueda de desplazamiento u otro hardware que se utiliza normalmente para la entrada de datos durante una sesión de trabajo. El sensor de proximidad puede, por ejemplo, montarse en un botón pulsador que actúa como un medio de entrada dedicado en el sentido anterior, en particular, para la introducción de clics de activación con referencia a un elemento visible que aparece en la posición de observación en una pantalla. Un clic de activación de este tipo puede causar la activación del elemento de la misma manera que un clic del ratón convencional lo hace. Cuando el observador se ha detectado en la forma anterior como estando presente, se asegura de que el dispositivo de formación de imágenes entre en el modo preparado, de modo que una conmutación al modo activo, en caso de reanudar el trabajo, se puede realizar en muy poco tiempo. El tiempo de conmutación puede reducirse aún más si esta realización se utiliza junto con otras características de la presente invención, tal como mediante el uso de una interrupción directa para realizar esta conmutación de modo.

45 Como alternativa o adicionalmente, el ordenador personal puede incluir un medio de identificación para determinar la identidad de un observador actual. La identificación puede realizarse con referencia a un conjunto de perfiles personales predefinidos, en el que cada uno está asociado con los modos activos personalizadas incluyendo, por ejemplo, valores de parámetros relevantes para el rastreo ocular y/o gestión de potencia. Los valores se pueden establecer por el observador o por un administrador del sistema con referencia a un sujeto existente. Como alternativa, pueden ser de naturaleza genérica y pre-almacenarse por un diseñador del sistema para adaptarse a diferentes categorías de usuarios.

50 Como un desarrollo adicional de la realización anterior, el medio de identificación es un dispositivo de formación de imágenes que es capaz de detectar una condición de visión de un observador real (o, en particular, de un observador identificado). Por una condición de visión real se entiende la presencia de ayudas de visión, tales como gafas o lentes de contacto, o el uso de determinadas prendas de vestir, tales como una gorra o un velo, información que puede mejorar o hacer más económica la adquisición y/o procesamiento computacional de los datos de rastreo ocular. Estas adaptaciones pueden incluir la modificación de la iluminación del ojo, el control de filtrado óptico o compensar las reflexiones y/o deformaciones geométricas producidas por elementos de refracción en las proximidades del ojo. Las adaptaciones pueden ventajosamente codificarse como uno o más sub-perfiles asociados con los perfiles personalizados descritos anteriormente. Por ejemplo, el modo activo del dispositivo de formación de imágenes puede diferenciarse en los modos activos para las personas A, B, C, etc., en el que los modos activos para la persona A se pueden subdividir en sub-perfiles "persona A sin gafas", "persona A con gafas transparentes" y "persona A con gafas de sol".

En un segundo y tercer aspecto, la invención proporciona un procedimiento para operar un sistema de ordenador personal que incluye funcionalidades de rastreo ocular, así como un producto de programa informático para realizar el procedimiento por medio de un procesador programable comunicativamente conectado a - o que constituye - dicho sistema de ordenador personal. Las características anteriores que han sido descritas en el primer aspecto se llevan fácilmente al segundo y tercer aspectos, en los que se pueden utilizar ventajosamente.

Cabe señalar que la invención se refiere a todas las combinaciones de características, incluso si se recitan en las reivindicaciones mutuamente diferentes.

Breve descripción de los dibujos

A modo de ejemplo y no de limitación, las realizaciones de la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la Figura 1 ilustra un modo activo, preparado e inactivo de un equipo de rastreo ocular y las transiciones entre estos;
- la Figura 2 ilustra un desarrollo adicional de la configuración de la Figura 1, en el que el modo activo se diferencia en modos personalizados; y
- la Figura 3 es un diagrama de bloques generalizado de un sistema de ordenador personal de acuerdo con una realización de la invención.

Todas las Figuras son esquemáticas y, en general solo muestran partes que son necesarias con el fin de dilucidar la invención, mientras que otras partes pueden omitirse o simplemente sugerirse.

Descripción detallada de realizaciones

La Figura 1 muestra esquemáticamente un modo A activo, un modo R preparado y un modo I inactivo de un dispositivo de formación de imágenes en un rastreador ocular. Como se ha indicado anteriormente, el rastreador ocular realiza cálculos de naturaleza recursiva o utiliza los datos históricos, de modo que, por un lado, una tarea de computación o medición dada se puede facilitar o acelerar por los resultados o resultados intermedios de cálculos y mediciones anteriores y, por otro lado, el rastreador ocular tiene un tiempo de activación considerable antes que proporcionar datos de salida precisos y completos. Ningún historial de resultados se mantiene en el modo inactivo, mientras que un historial de resultados completo - permitiendo que el rastreador ocular saque el máximo provecho de los cálculos y mediciones anteriores - se mantiene en el modo activo. El historial de resultados completo se puede referir a una ventana de tiempo de movimiento de valores, por lo que los valores mínimos recientes se descartan a medida que se introducen otros nuevos. El modo preparado se caracteriza por producir y mantener un historial resultado parcial (por ejemplo, menor frecuencia de muestreo, un menor número de muestras o muestras adquiridas a una resolución más baja o menor exactitud), lo que representa un intercambio entre un bajo consumo energético y alta capacidad de respuesta (cuantificado como, por ejemplo, un corto tiempo de activación). Asimismo, en implementaciones en las que varios componentes de hardware están asociados con un tiempo de calentamiento o inicialización hasta que el componente se encuentra en un estado completamente operativo, el modo preparado puede corresponder a un modo parcialmente operativo, en el que no todos los componentes operan a plena potencia y/o algunos componentes se desactivan por completo. Preferentemente, los componentes desactivados son los que más contribuyen significativamente al consumo total de energía y/o tienen el tiempo de inicialización más corto.

La Figura 3 muestra un sistema 300 de ordenador personal, que incluye una pantalla 310 de visualización para la visualización de datos de salida. La pantalla 310 de visualización puede producir una imagen que actúa como una referencia para la detección del punto de observación en una HMI incluyendo la comunicación basada en la observación; en este caso, el punto de observación se puede determinar por la intersección del eje óptico detectado de un ojo con el plano de imagen de la pantalla 310 y la corrección de la posición fuera del eje de la fóvea de la retina utilizando *per se* técnicas conocidas para ello. El sistema 300 de ordenador personal comprende, además, un dispositivo 320 de formación de imágenes, que en esta realización comprende una cámara 321 y una fuente 322 de luz pulsada sincronizada con la cámara 321. En función de las condiciones de uso previstas, la realización alternativa del dispositivo 320 de formación de imágenes puede incluir más de una cámara y más de una fuente de luz, pero puede también carecer de una fuente de luz por completo. La potencia momentánea de la cámara y la fuente de luz varía con los parámetros operativos tales como el muestreo y la frecuencia de pulso de iluminación, la intensidad y el ángulo sólido de iluminación, la resolución de la imagen y el tamaño de la imagen, de manera que un modo de ahorro energético, en particular un modo preparado o modo inactivo, se pueden conseguir mediante la modificación de uno o más de estos parámetros. La pantalla 310 y el dispositivo 320 de formación de imágenes pueden ser dispositivos independientes separados como se muestra en el dibujo, o pueden formar una unidad polivalente. Como alternativa, cualquiera o ambos pueden realizarse como dispositivos montados en la cabeza; esto es particularmente ventajoso en conexión con una HMI con manos libres del tipo anteriormente descrito.

El sistema 300 de ordenador personal comprende además medios 330 de entrada que incluyen un medio 331 de entrada dedicado (mostrado simbólicamente como un botón de "apagado") para la introducción de datos de control de rastreo ocular y un medio 332 de entrada de propósito general (simbólicamente se muestra como un ratón).

Además, el sistema 300 incluye un sensor 340 de presencia (mostrado como un sensor óptico) para detectar la presencia de un observador o, posiblemente, el ojo de un observador, así como un medio 350 de identificación, tal como un sensor biométrico (que se muestra como una línea de escáner para huellas dactilares). En la Figura, los periféricos discutidos hasta ahora se muestran conectados a una unidad 360 central, incluyendo posiblemente un procesador (no mostrado), y pueden incluirse como componentes físicamente separados o como partes integrantes de la unidad 360 central. En esta realización, el dispositivo 320 de formación de imágenes suministra sus datos de salida a la unidad 360 central, que es responsable de la ejecución de un programa (por ejemplo, un entorno de escritorio o software de aplicación) que proporciona una interfaz de usuario con la que el usuario interactúa. En los ordenadores portátiles y los teléfonos inteligentes, los periféricos se incorporan habitualmente dentro de un alojamiento común.

La configuración que ilustra la Figura 3 se refiere a una solución con un grado relativamente bajo de integración de hardware. Una posible alternativa al presente se puede obtener mediante la utilización de la cámara 321 como un sensor de presencia, de modo que no se requiere un componente dedicado para detectar la presencia del usuario. Esto se puede conseguir con molestias insignificantes, ya que la detección de presencia es más relevante en el modo inactivo o preparado, cuando la cámara 321 se opera normalmente a una velocidad de fotogramas y/o resolución reducida. Además, los medios 350 de identificación se pueden integrar en el dispositivo 320 de formación de imágenes, por ejemplo, en forma de medios de identificación por reconocimiento facial, reconocimiento del iris.

Además, el detector de presencia del observador se puede realizar como un sensor de proximidad dispuesto en un dispositivo de entrada táctil, tal como el ratón 332 o el botón 331 de la Figura 3. Esto hace que sea posible predecir la entrada de nuevos datos y colocar el rastreador 320 ocular en el modo preparado, así como permitir que el retraso, que está asociado con este cambio de modo, transcurra en un punto anterior a después de que llega la primera entrada de datos.

Se apreciará que una mayor integración de varias funciones en una sola unidad de hardware es posible, como lo es la distribución de una funcionalidad lo largo de varias unidades de hardware colaboradoras.

Como se muestra en la Figura 1, las transiciones de cualquier modo a cualquier otro modo están habilitadas. En esta realización, las transiciones de modo se activan por señales proporcionadas por el sensor 340 de presencia, un botón 331 de "apagado" para introducir datos de control de rastreo ocular (forzando a los equipos de rastreo ocular al modo inactivo) y los medios 332 de entrada de propósito general para la introducción de datos de entrada distintos de los datos de rastreo ocular y datos de control de rastreo ocular. La conmutación entre modos puede proceder como se indica en la Tabla 2.

	De / A	Condición de activación
S1	R→A	Los medios 332 de entrada de propósito general reciben datos.
S2	A→R	Los medios 332 de entrada de propósito general no se han utilizado durante un primer intervalo de tiempo predeterminado.
S3	I→R	El sensor 340 de presencia detecta que un observador está presente. Activación alternativa: el dispositivo 320 de formación de imágenes en el modo de bajo consumo detecta que un usuario está presente y su dirección de observación aproximada está en la pantalla de visualización (se activa en la observación). La detección aproximada puede, por ejemplo, configurarse para detectar dos pupilas que se ven en una dirección cercana a la dirección frontal, es decir, en el que las pupilas son moderadamente elípticas, y no difieren por encima de un determinado umbral de una forma circular.
S4	R→I	El sensor 340 de presencia detecta que no hay observador presente. Activación alternativa: el sensor 340 de presencia no ha detectado presencia de un observador para un segundo intervalo de tiempo predeterminado.
S5	I→A	Los medios 332 de entrada de propósito general reciben datos. Activación alternativa: se activa en la observación, como se detalla más arriba, que se complementa opcionalmente al exigir que un medio de entrada de datos reciba datos.
S6	A→I	El sensor 340 de presencia detecta que no hay observador está presente; como alternativa, el sensor 340 de presencia no ha detectado la presencia de un observador para un segundo intervalo de tiempo predeterminado.
S7	A→I	El botón 331 de "apagado" se activa.

Esta realización consigue un objeto de la invención, puesto que la transición S1, el tiempo de activación resultante del sistema, requiere menos tiempo que la transición S5.

5 El ejemplo de realización mostrado en la Figura 3 carece de un medio de entrada dedicado positivo. Se apreciará que tales medios de entrada dedicados positivos se pueden incluir fácilmente, por ejemplo, como un botón de hardware para la introducción de datos de control de rastreo ocular. Los datos de control de rastreo ocular se pueden introducir pulsando el botón de hardware. Como se ha explicado anteriormente, la funcionalidad de pulsar el botón se puede reservar, como alternativa, para la entrada de otros datos de entrada que no están relacionados con el rastreo ocular, en el que los datos de control de rastreo ocular se introducen por un sensor de proximidad dispuesto dentro del botón. Evidentemente, tales medios de entrada dedicados positivos pueden, en algunas realizaciones, reemplazar el botón 331 de "apagado" que se muestra en la Figura 3.

10 Volviendo a la Figura 2, no se describirá cómo la configuración anterior se puede desarrollar aún más diferenciando el modo activo A en un conjunto de personalizado de sub-modos A.1, A.2, A.3 activos, cada uno asociado con un observador conocido. Esta realización incluye una etapa de identificación inicial, en la que el observador se identifica mediante los medios 350 de identificación y el resultado se almacena en caché durante una sesión de trabajo. Cada transición S1, S5 en el modo A activo, ya sea desde el modo R preparado o modo I inactivo se reemplazará, a continuación, por una transición en el sub-modo personalizado asociado con el observador identificado, de acuerdo con el resultado de la identificación almacenada en caché. Del mismo modo, cada transición S2, S6, S7 desde un sub-modo personalizado ya sea en el modo R preparado o en el modo I inactivo se puede realizar sustancialmente como si hubiera sucedido desde el modo A activo.

15 Opcionalmente, los perfiles personales pueden refinarse en sub-perfiles A.1.a, A.1.b reflejando diferentes condiciones de visión, por ejemplo, el uso de gafas, como se ha descrito anteriormente. Cada visualización real se puede observar ópticamente. Mediante el uso de, por ejemplo, el detector 340 de presencia o la cámara 321, la condición de visión real se puede supervisar continuamente por un cambio en el sub-perfil, permitiendo que los ajustes en el sub-modo activo se ajusten en consecuencia.

20 Los algoritmos ilustrados por las Figuras 1 y 2 se pueden realizar como instrucciones ejecutables por ordenador distribuidas y utilizadas en la forma de un producto de programa informático que incluye un medio legible por ordenador que almacena tales instrucciones. A modo de ejemplo, los medios legibles por ordenador pueden comprender medios de almacenamiento de ordenador y medios de comunicación. Como es bien conocido para una persona experta en la técnica, los medios de almacenamiento informático incluyen tanto medios volátiles como no volátiles, extraíbles y no extraíbles implementados en cualquier procedimiento o tecnología para el almacenamiento de información tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Los medios de almacenamiento informáticos incluyen, pero no se limitan a memoria RAM, ROM, EEPROM, flash u otra tecnología de memoria, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD) u otro almacenamiento en disco óptico, casetes magnéticos, cinta magnética, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnéticos. Además, se conoce por el experto que los medios de comunicación representan normalmente instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos en una señal modulada de datos tal como una onda portadora u otro mecanismo de transporte y que incluyen cualquier medio de suministro de información.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (300) de ordenador personal que comprende:
 - una pantalla (310) de visualización;
 - un dispositivo (320) de formación de imágenes, que comprende una o más cámaras y que se adapta para proporcionar datos de rastreo ocular mediante formación de imágenes de al menos un ojo de un observador de la pantalla de visualización; y
- medios (330) de entrada para aceptar los datos de control de rastreo ocular y otros datos de entrada, en el que:
 - el dispositivo de formación de imágenes puede conmutar entre al menos un modo activo, un modo preparado y un modo inactivo;
 - el tiempo de conmutación del modo inactivo al modo activo es más largo que el tiempo de conmutación del modo preparado al modo activo;
 - el dispositivo de formación de imágenes se configura para utilizar la iluminación ocular activa en el modo activo, lo que permite el seguimiento de una reflexión corneal; y
- caracterizado porque** el dispositivo de formación de imágenes está configurado, en el modo preparado, para reducir una intensidad de iluminación a partir del valor que tiene en el modo activo; y
- porque** los datos de rastreo ocular que el dispositivo de formación de imágenes está configurado para proporcionar en el modo preparado incluyen la posición de los ojos, pero no la orientación de los ojos.
2. El sistema de ordenador personal de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de formación de imágenes está configurado, en el modo preparado, para emplear una intensidad de iluminación diferente de cero.
3. El sistema de ordenador personal de la reivindicación 1 o 2, en el que el modo activo y el modo preparado difieren con respecto a una frecuencia de operación del dispositivo de formación de imágenes.
4. El sistema de ordenador personal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de rastreo ocular que el dispositivo de formación de imágenes está configurado para proporcionar en el modo activo incluyen la posición de los ojos y la orientación de los ojos.
5. El sistema de ordenador personal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de formación de imágenes está configurado para desactivar la iluminación ocular activa en el modo preparado.
6. El sistema de ordenador personal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de rastreo ocular que el dispositivo de formación de imágenes está configurado para rastrear, en el modo preparado, se refieren a una región del ojo en un plano de imagen, pero no en coordenadas universales.
7. El sistema de ordenador personal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de formación de imágenes está configurado para activar, en el modo activo, al menos una unidad adicional seleccionada del grupo que comprende:
 - cámara, y
 - fuentes de luz,
 en el que dicha al menos una unidad adicional se desactiva en el modo preparado.
8. El sistema de ordenador personal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de formación de imágenes está configurado para pre-procesar datos ópticos por agrupación en una proporción de agrupación más alta en el modo preparado que en el modo activo.
9. El sistema de ordenador personal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de entrada consisten en:
 - al menos un medio (331) de entrada dedicado adaptado para aceptar solo datos de control de rastreo ocular; y
 - al menos un medio (332) de entrada de propósito general adaptado para aceptar al menos dichos otros datos de entrada.
10. El sistema de ordenador personal de la reivindicación 9, en el que el medio de entrada dedicado fuerza al dispositivo de formación de imágenes al modo activo.
11. El sistema de ordenador personal de la reivindicación 10, en el que el medio de entrada dedicado fuerza al dispositivo de formación de imágenes al modo activo mediante la activación directa de una interrupción.
12. El sistema de ordenador personal de la reivindicación 9, en el que el medio de entrada dedicado es un medio de entrada táctil accionado por hardware configurado para forzar al dispositivo de formación de imágenes al modo

inactivo.

13. El sistema de ordenador personal de la reivindicación 12, en el que:

5 el dispositivo de formación de imágenes está selectivamente conectado a la potencia de accionamiento; y el medio de entrada dedicado fuerza al dispositivo de formación de imágenes al modo inactivo desconectándolo de dicha potencia de accionamiento.

14. El sistema de ordenador personal de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un detector (340) de presencia del observador configurado para proporcionar al menos una de:

10 una señal de detección positiva que provoca que el dispositivo de formación de imágenes conmute del modo inactivo al modo preparado;
una señal de detección negativa que provoca que el dispositivo de formación de imágenes conmute del modo activo al modo inactivo;
una señal de detección negativa que provoca que el dispositivo de formación de imágenes conmute del modo preparado al modo inactivo.

15. El sistema de ordenador personal de la reivindicación 14, en el que:

15 el detector (340) de presencia del observador es un sensor de proximidad en un botón pulsador y está dispuesto para detectar la proximidad de un dedo; y el sensor de proximidad está configurado para proporcionar una señal de detección positiva haciendo que el dispositivo de formación de imágenes conmute del modo inactivo al modo preparado.

16. Un procedimiento en un sistema (300) de ordenador personal que comprende:

20 una pantalla (310) de visualización;
un dispositivo (320) de formación de imágenes, que comprende una o más cámaras y que está adaptado para proporcionar datos de rastreo ocular mediante formación de imágenes de al menos un ojo de un observador de la pantalla de visualización; y
25 medios (330) de entrada para aceptar los datos de control de rastreo ocular y otros datos de entrada, comprendiendo dicho procedimiento la conmutación del dispositivo de formación de imágenes entre al menos un modo activo, un modo preparado y un modo inactivo, en el que el tiempo de conmutación del modo inactivo al modo activo es más largo que el tiempo de conmutación del modo preparado al modo activo,
dicho procedimiento incluye el uso de la iluminación ocular activa, que permite el seguimiento de una reflexión corneal, en el modo activo,
30 estando dicho procedimiento **caracterizado por** la reducción, en el modo preparado, de una intensidad de iluminación desde el valor que tiene en el modo activo
estando dicho procedimiento, además, **caracterizado por** el rastreo, en el modo preparado, de la posición de los ojos, pero no de la orientación de los ojos.

17. El procedimiento de la reivindicación 16, que comprende además la desactivación de la iluminación ocular activa en el modo preparado.

18. El procedimiento de la reivindicación 16 o 17, en el que el modo preparado y el modo activo difieren con respecto a la relación de agrupación, siendo dicha relación de agrupación mayor en el modo preparado que en el modo activo.

19. Un producto de programa informático que comprende un soporte de datos que almacena instrucciones para hacer que un ordenador programable ejecute el procedimiento de la reivindicación 16.

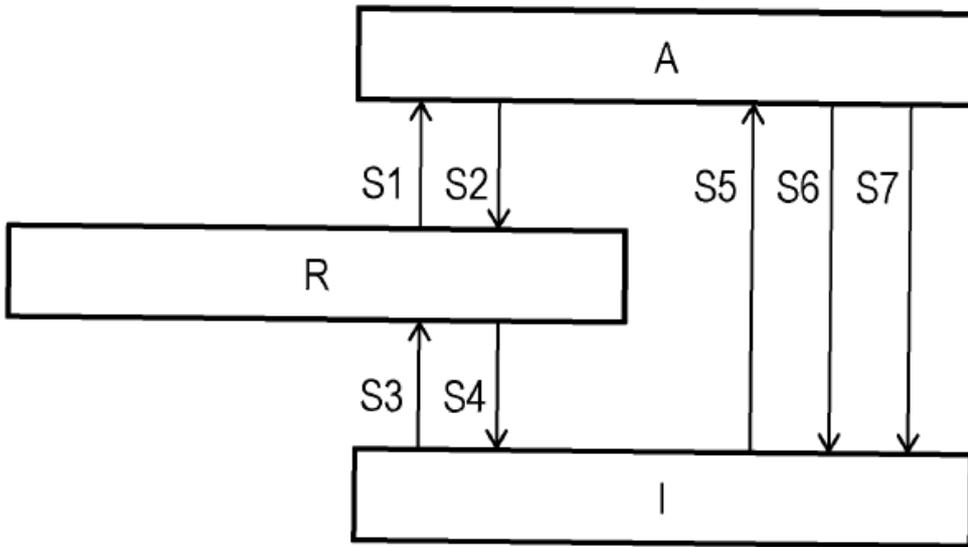


Fig. 1

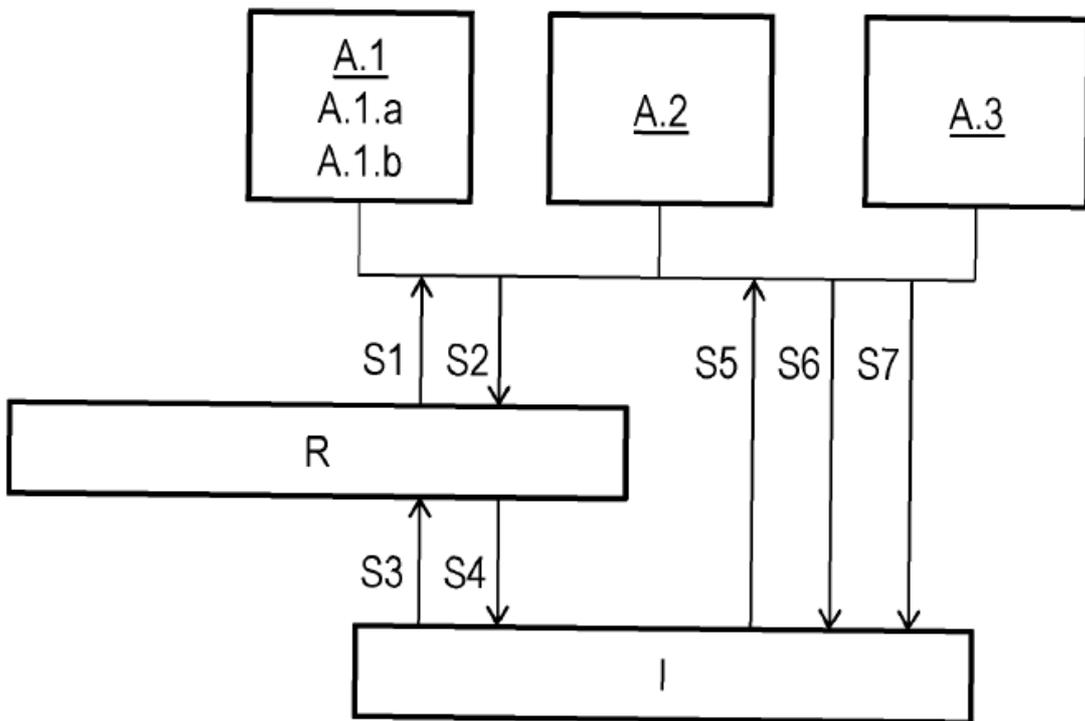


Fig. 2

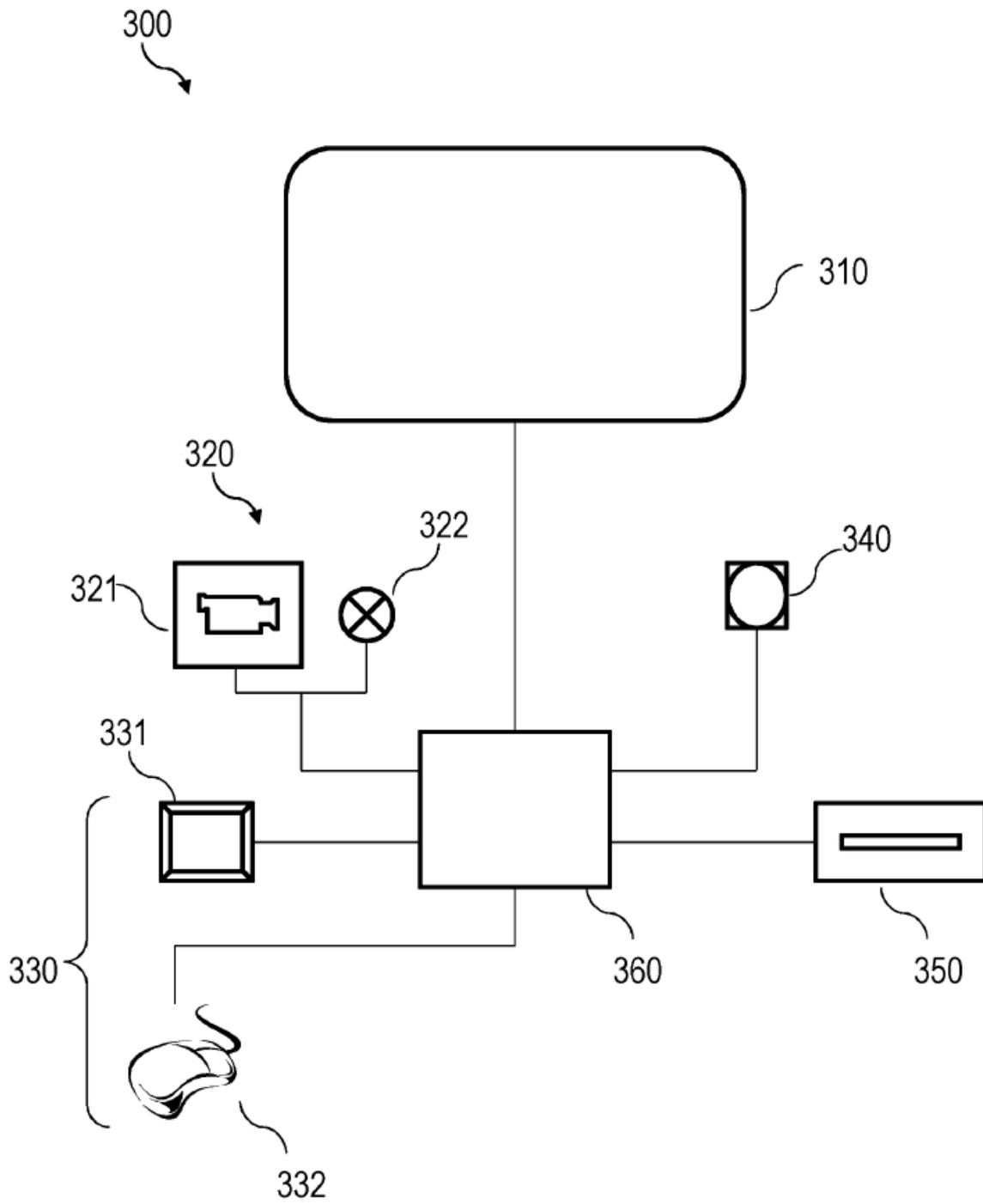


Fig. 3