

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 623 816**

51 Int. Cl.:

G06F 3/01 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2009 PCT/US2009/055930**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.03.2010 WO10028176**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2009 E 09812234 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.03.2017 EP 2338114**

54 Título: **Sistema de control para navegar una dimensión principal de un espacio de datos**

30 Prioridad:

03.09.2008 US 93852 P
02.04.2009 US 417252
18.06.2009 US 487623

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.07.2017

73 Titular/es:

OBLONG INDUSTRIES, INC. (100.0%)
923 E. Third Street Unit 111
Los Angeles, CA 90021, US

72 Inventor/es:

UNDERKOFFLER, JOHN, S. y
KRAMER, KWINDLA, H.

74 Agente/Representante:

LÓPEZ CAMBA, María Emilia

ES 2 623 816 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 de control para navegar una dimensión principal de un espacio de datos

5 Campo de la invención

Esta invención se refiere al campo de los sistemas informáticos en general y en particular a sistemas y métodos que permiten el movimiento espacial lineal de la mano de un operador humano o el rendimiento de actividad dimensional de forma análoga, para controlar el movimiento de transporte o lindante lineal a través de un espacio gráfico o de representación de datos.

Antecedentes

15 Un usuario puede introducir comandos e interactuar con un sistema informático mediante la manipulación de datos o imágenes en una ventana en una pantalla o mediante la selección de operaciones a partir de un menú asociado a la ventana o un programa asociado, mediante el uso de dispositivos de entrada tales como un ratón, teclado, palanca de mando, llave cruzada o similar. Tales dispositivos de entrada pueden funcionar también como dispositivos de traslado de posición, que se pueden utilizar para posicionar un puntero en pantalla, gráfico, tal como un cursor. Un cursor funciona, por ejemplo, para indicar un carácter que se va a revisar o para indicar una posición donde se introducen los datos o una operación que se va a llevar a cabo. Un cursor, en alguna forma o aparición, está presente característicamente en la pantalla del equipo. La manipulación de un dispositivo de entrada por un usuario resultará en un movimiento correspondiente del cursor. De este modo, por ejemplo, el movimiento de un ratón u otro dispositivo de entrada resulta en el movimiento del cursor en la misma dirección.

25 Estos dispositivos de entrada convencionales son, no obstante, con frecuencia solo eso, dispositivos. Se requiere que el usuario tenga un ratón con cable o inalámbrico u otro dispositivo de entrada y que utilice ese dispositivo para gestionar la selección, el traslado de posición, la activación y otras funciones de entrada. Con frecuencia el uso de estos dispositivos físicos no es natural ni intuitivo. Otra desventaja es la necesidad de seguir ciertos pasos para cambiar el contexto del dispositivo de entrada de forma que se puedan llevar a cabo diferentes funciones.

30 US 2006/0187196 revela un sistema y método de control basado en gestos en el que un detector recibe datos gestuales que representan un gesto realizado por un cuerpo, siendo los datos gestuales datos de ubicación de tres espacios absoluta de un estado instantáneo del cuerpo en un punto en el tiempo y espacio físico y un procesador identifica el gesto mediante el uso únicamente de datos gestuales y traduce el gesto en una señal gestual. El procesador convierte la información espacial en 3D y la información de marcador en un lenguaje de comando que puede ser interpretado y utilizado para actualizar la ubicación, forma y acción de un cursor o una pantalla.

Resumen de la invención

40 La presente invención se define por las reivindicaciones independientes anexas. Las realizaciones se definen en las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

45 La **figura 1** es un diagrama de bloques de un sistema de control gestual, según una realización.
La **figura 2** es un diagrama de flujo para la navegación de un espacio de datos mediante el uso del sistema de control gestual, según una realización.
La **figura 3** es una trama de datos de ejemplo renderizada en una pantalla, según una realización.
50 La **figura 4** muestra un escenario de retroceso unilateral en el cual el cuerpo es la mano de un operador en la posición abierta, estando la palma orientada en una dirección hacia delante (a lo largo del eje z) (p. ej., hacia una pantalla de visualización enfrente del operador), según una realización.
La **figura 5** (en conjunto las figuras 5a, 5b, 5c y 5d) es un ejemplo de los glifos que indican los gestos de retroceso del cuerpo en la zona muerta hasta un punto del umbral de la zona muerta, según una realización.
La **figura 6** (en conjunto las figuras 6a, 6b, 6c y 6d) es un ejemplo de los glifos que indican los gestos de retroceso del cuerpo en la zona muerta más allá del punto del umbral de la zona muerta (a lo largo del eje z hacia la pantalla y lejos del operador), según una realización.
55 La **figura 7** es un ejemplo de un primer desplazamiento de eje z relativo de la trama de datos que resulta del retroceso correspondiente, según una realización.
La **figura 8** es un ejemplo de un segundo desplazamiento de eje z relativo de la trama de datos que resulta del retroceso correspondiente, según una realización.
60 La **figura 9** es un ejemplo de un desplazamiento de eje x lateral de la trama de datos que resulta del movimiento lateral del cuerpo, según una realización.
La **figura 10** muestra un escenario físico de ejemplo en el cual el cuerpo se mantiene horizontalmente sobre una superficie de visualización similar a una mesa (no mostrada), según una realización.
65 La **figura 11** es un ejemplo de una capa (p. ej., trama de datos) adyacente a la capa actual (p. ej., trama de datos actual) que se atenúa con visibilidad diferencial a medida que se acopla el sistema de retroceso, según una

realización.

La **figura 12** es un ejemplo de traslado hacia arriba de la pila en la cual la capa previamente actual (p. ej., trama de datos previamente actual) toma una mayor transparencia (se vuelve invisible en este ejemplo), mientras la capa (p. ej., trama de datos adyacente) adyacente a la capa previamente actual se vuelve visible como la capa inmediatamente actual, según una realización.

La **figura 13** es un diagrama de etiquetas de marcado, según una realización.

La **figura 14** es un diagrama de poses en un vocabulario gestual, según una realización.

La **figura 15** es un diagrama de orientación en un vocabulario gestual, según una realización.

La **figura 16** es un diagrama de combinaciones de dos manos en un vocabulario gestual, según una realización.

La **figura 17** es un diagrama de combinaciones de orientación en un vocabulario gestual, según una realización.

La **figura 18** es un diagrama de flujo de funcionamiento de sistema, según una realización.

La **figura 19** (en conjunto las figuras 19/1 y 19/2) es un ejemplo de comandos, según una realización.

La **figura 20** es un diagrama de bloques de sistema de control basado en gestos para la extracción de información tridimensional sobre una profundidad de campo extendida, según una realización.

La **figura 21** es un diagrama de bloques de un sistema de imagen de codificación de frente de onda utilizado en un sistema de control basado en gestos, según una realización.

La **figura 22** es un diagrama de bloques del sistema de control basado en gestos para la extracción de información tridimensional a través de una profundidad de campo extendida mediante el uso de un sistema de imagen de codificación de frente de onda que incluye dos cámaras de codificación de frente de onda, según una realización.

La **figura 23** es un diagrama de flujo para el control basado en gestos mediante el uso de información tridimensional extraída a través de una profundidad de campo extendida, según una realización.

La **figura 24** es un diagrama de bloques de un proceso de diseño de codificación de frente de onda utilizado en un sistema de control basado en gestos, según una realización.

La **figura 25** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye representaciones de datos mediante el uso de slawx, proteínas y grupos, según una realización.

La **figura 26** es un diagrama de bloques de una proteína, según una realización.

La **figura 27** es un diagrama de bloques de una descrip, según una realización.

La **figura 28** es un diagrama de bloques de una ingesta, según una realización.

La **figura 29** es un diagrama de bloques de slaw, según una realización.

La **figura 30A** es un diagrama de bloques de una proteína en un grupo, según una realización.

La **figura 30B** (en conjunto las figuras 30B/1 y 30B/2) muestra un formato de cabecera slaw, según una realización.

La **figura 30C** es un diagrama de flujo para el uso de proteínas, según una realización.

La **figura 30D** es un diagrama de flujo para la creación o generación de proteínas, según una realización.

La **figura 31** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye el intercambio de datos mediante el uso de slawx, proteínas y grupos, según una realización.

La **figura 32** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos y numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en el cual se crea el Plasma (es decir, grupos, proteínas y slaw) se utilizan para permitir a los numerosos programas en ejecución compartir y responder en conjunto a los eventos generados por los dispositivos, según una realización.

La **figura 33** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos y numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en el cual se crea el Plasma (es decir, grupos, proteínas y slaw) se utilizan para permitir a los numerosos programas en ejecución compartir y responder en conjunto a los eventos generados por los dispositivos, según una realización alternativa.

La **figura 34** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos de entrada acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales se crea el Plasma (es decir, grupos, proteínas y slaw) que se utilizan para permitir que los numerosos programas en ejecución compartan y respondan en conjunto a los eventos generados por los dispositivos de entrada, según otra realización alternativa.

La **figura 35** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales se crea el Plasma (es decir, grupos, proteínas y slaw) que se utilizan para permitir que los numerosos programas en ejecución compartan y respondan en conjunto a los eventos gráficos generados por los dispositivos, según otra realización alternativa.

La **figura 36** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales se crea el Plasma (es decir, grupos, proteínas y slaw) que se utilizan para permitir la inspección de firewall, visualización y depuración de los programas en ejecución, según otra realización alternativa.

La **figura 37** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales se crea el Plasma (es decir, grupos, proteínas y slaw) que se utilizan para permitir la influencia o control de las características de información de estado producida y colocada en ese grupo de proceso, según una realización alternativa adicional.

Descripción detallada

Se describe un sistema y método para un entorno operativo espacial (SOE). El SOE, que incluye un sistema de

control basado en gestos, también se puede mencionar como una interfaz de usuario espacial (SUI) o una interfaz espacial (SI). Se describen unos sistemas y métodos para la navegación a través de un espacio de datos del SOE. La navegación comprende la detección de un gesto de un cuerpo a partir de datos gestuales recibidos a través de un detector. Los datos gestuales son datos de ubicación de tres espacios absolutos de un estado instantáneo del cuerpo en un punto en el tiempo y espacio físico. La detección comprende la identificación de los gestos mediante el uso de datos gestuales. La navegación comprende la traducción de los gestos a una señal gestual, y la navegación a través del espacio de datos en respuesta a la señal gestual. El espacio de datos es un espacio de representación de datos que comprende un conjunto de datos representado en el espacio físico.

5
10 En la siguiente descripción, se describe en detalle un número de características con el fin de proporcionar una comprensión más exhaustiva del SOE. Es evidente que el SOE se puede practicar sin estos detalles específicos. En otros casos, las características bien conocidas no se han descrito en detalle.

Entorno operativo espacial (SOE)

15 La **figura 1** es un diagrama en bloques del SOE, según una realización. Un usuario coloca sus manos 101 y 102 en el área de visualización de una selección de cámaras 104A-104D. Las cámaras detectan la ubicación, orientación y movimiento de los dedos y manos 101 y 102 y generan señales de salida al pre-procesador 105. El pre-procesador 105 traduce la salida de cámara a una señal gestual que se proporciona a la unidad de procesamiento informático 107 del sistema. El equipo 107 utiliza la información de entrada para generar un comando para controlar uno o más cursores de pantalla y proporciona salida de vídeo a la pantalla 103.

20 Aunque el sistema se muestra con las manos de un único usuario como entrada, el SOE 100 se puede implementar mediante el uso de múltiples usuarios. Además, en vez de o además de las manos, el sistema puede realizar un seguimiento de cualquier parte o partes del cuerpo de un usuario, incluyendo la cabeza, pies, piernas, brazos, codos, rodillas y similares.

25 En la realización mostrada, se utilizan cuatro cámaras o sensores para detectar la ubicación, orientación y movimiento de las manos del usuario 101 y 102. Se debería entender que el SOE 100 puede incluir más (p. ej., seis cámaras, ocho cámaras, etc.) o menos (p. ej., dos cámaras) cámaras o sensores sin salirse del ámbito del SOE. Además, aunque las cámaras o sensores están dispuestos simétricamente en la realización de ejemplo, no existe ningún requisito de tal simetría en el SOE 100. Cualquier número de posicionamiento de cámaras o sensores que permite la ubicación, orientación y movimiento de las manos del usuario se puede utilizar en el SOE 100.

30 En una realización, las cámaras utilizadas son cámaras de captura de movimiento capaces de capturar imágenes en escala de grises. En una realización, las cámaras utilizadas son aquellas fabricadas por Vicon, tales como la cámara Vicon MX40. Esta cámara incluye procesamiento en cámara y es capaz de capturar imágenes a 1.000 imágenes por segundo. Una cámara de captura de movimiento es capaz de detectar y localizar marcadores.

35 Las cámaras o sensores del SOE de una realización pueden tomar varias formas. Una realización utiliza dos o más cámaras pequeñas acopladas juntas para formar un sistema de visión estéreo. Este sistema estéreo genera, como mínimo, una nube de puntos de datos tridimensional para objetos dentro de su campo de visión. La precisión de profundidad resuelta de los puntos en los conjuntos de datos varía de acuerdo con un número de factores, incluyendo la distancia desde la línea de base de cámara, pero es aproximadamente 1 mm.

40 Dada una nube de puntos generada por el conjunto de sensor estéreo, los componentes del SOE extraen posiciones de mano y/o dedo, desde las cuales a su vez se pueden recuperar las poses de mano cuantificadas y los vectores de orientación de mano y dedo continuos. El enfoque utilizado para esta recuperación es sustancialmente similar a los métodos descritos más abajo excepto la entrada inicial que son nubes de puntos no estructuradas, más bien que datos etiquetados agregados. Las representaciones de mano y dedo están disponibles para los mecanismos que implementan los modos interactivos del sistema.

45 Las realizaciones utilizan múltiples conjuntos de cámaras acopladas estéreo o utilizan algoritmos de correlación modificados que procesan datos de píxeles para gestionar más de una cámara. El incremento del número de cámaras puede, por ejemplo, ampliar el campo de visión, disminuir las dificultades planteadas por la oclusión de partes de las manos y/o incrementar la precisión de los datos de nube de puntos.

50 En la realización descrita, las cámaras son sensores utilizados para la detección óptica. En otras realizaciones, las cámaras u otros detectores se pueden utilizar para la detección electromagnética, magnetostática, RFID o cualquier tipo de detección adecuada.

55 El pre-procesador 105 genera la reconstrucción de punto de espacio tridimensional y etiquetado de punto esquelético. El traductor de gestos 106 convierte la información espacial en 3D y la información de movimiento de marcador en un lenguaje de comandos que puede ser interpretado por un procesador informático para actualizar la ubicación, forma y acción de un cursor en una pantalla. En una realización alternativa del SOE 100, el pre-procesador 105 y el traductor de gestos 106 están integrados o combinados en un único dispositivo.

El equipo 107 puede ser cualquier equipo de propósito general tal como fabricado por Apple, Dell o cualquier otro fabricante adecuado. El equipo 107 ejecuta aplicaciones y proporciona salida de visualización. La información de cursor que provendría no obstante de un ratón u otro dispositivo de entrada de la técnica anterior proviene ahora del sistema gestual.

Espacio de datos de navegación

El SOE de una realización permite el “retroceso”, un movimiento espacial lineal de la mano de un operador humano o rendimiento de la actividad dimensional de forma análoga, para controlar el movimiento de transporte o lindante lineal a través de un espacio gráfico u otro espacio de representación de datos. El SOE, y la asociación cognitiva y computacional establecida por este, proporciona una forma fundamental estructurada para navegar niveles de escala, atravesar una “dimensión de profundidad” principalmente lineal o, más generalmente, acceder a espacios de parámetro cuantificados o “interrumpidos”. El SOE proporciona también unos medios efectivos por los cuales un operador puede adquirir deliberadamente contexto adicional: una técnica rápida para la comprensión de proximidades e inmediaciones, tanto espacial, conceptual como computacional.

En ciertas realizaciones, la técnica de retroceso puede emplear dispositivos de entrada tradicionales (p. ej. ratón, rueda de desplazamiento, pulsadores o controles deslizantes integrados) o puede depender de los objetos etiquetados o supervisados externos a la propia persona del operador (p. ej., enlaces cinemáticos instrumentados, “bloques de entrada” magnetostáticamente supervisados). En otras realizaciones alternativas, una implementación de retroceso puede ser suficiente como la totalidad de un sistema de control.

El SOE de una realización es parte de y está integrado en un sistema de interacción espacial más amplio que suplanta los métodos de interfaz de usuario gráfica basada en ratón habitual (“WIMP” UI) para el control de un equipo, que comprende en lugar de (a) sensores físicos que pueden realizar un seguimiento de uno o más tipos de objeto (p. ej., manos humanas, objetos en manos humanas, objetos inanimados, etc.); (b) unos medios para el análisis de la pose, orientación y posición en evolución de las manos detectadas en una secuencia de eventos gestuales; (c) un esquema descriptivo para la representación de tales eventos gestuales y espaciales; (d) un marco para la distribución de tales eventos a y dentro de programas de control; (e) métodos para la sincronización de la intención humana (los comandos) codificada por el flujo de eventos gestuales con representaciones gráficas, auditivas y otras representaciones modales de visualización tanto del flujo de evento en sí mismo como de las consecuencias específicas de aplicación de la interpretación de evento, las cuales se describen en su totalidad en detalle más abajo. En tal realización, el sistema de retroceso está integrado con técnicas de entrada e interfaz gestual y espacial.

La **figura 2** es un diagrama de flujo para la navegación de un espacio de datos, según una realización. La navegación comprende la detección de un gesto de un cuerpo a partir de los datos gestuales recibidos a través de un detector 202. Los datos gestuales son datos de ubicación de tres espacios absolutos de un estado instantáneo del cuerpo en un punto en el tiempo y espacio físico. La detección comprende la identificación del gesto mediante el uso de datos gestuales 204. La navegación comprende la traducción del gesto a una señal gestual 206 y la navegación a través del espacio de datos en respuesta a la señal gestual 208. El espacio de datos es un espacio de representación de datos que comprende un conjunto de datos representado en el espacio físico.

Cuando la latencia del trayecto de ida y vuelta general de una realización (movimiento manual a sensores para generar análisis al sistema de interpretación de retroceso a gráficos informatizados que se van a renderizar para mostrar el dispositivo de nuevo al sistema visual del operador) se mantiene baja (p. ej., una realización muestra la latencia de aproximadamente quince milisegundos) y cuando otros parámetros del sistema están adecuadamente ajustados, la consecuencia de percepción de la interacción de retroceso es un sentido distinto de causalidad física: el SOE literaliza la metáfora físicamente resonante de empuje con respecto a una estructura con resorte. La causalidad percibida es una respuesta elevadamente efectiva, junto con otras modalidades de respuesta gráfica más abstractas proporcionadas por el sistema de retroceso y con una supresión deliberada de ciertos grados de libertad en la interpretación del movimiento del operador, tal respuesta permite a su vez un uso estable, fiable y repetible tanto de la actividad motora humana fina y gruesa como un mecanismo de control.

En la evaluación del contexto del SOE, muchos conjuntos de datos son intrínsecamente espaciales: representan fenómenos, eventos, medidas, observaciones o estructura dentro de un espacio físico literal. Para otros conjuntos de datos que son más abstractos o que codifican información literal no espacial, a menudo se puede desear preparar una representación (visual, auditiva o que implican otras modalidades de visualización) algún aspecto fundamental de la cual está controlado por un único parámetro de valor escalar; la asociación de ese parámetro con una dimensión espacial es entonces también beneficioso con frecuencia. Es la manipulación de este parámetro escalar único, como se detalla más abajo, el que se beneficia de la manipulación por medio del mecanismo de retroceso.

Las representaciones pueden favorecer además una pequeña pluralidad de valores discretos de su parámetro, en efecto en ocasiones solamente uno, en el cual el conjunto de datos se contenla de forma óptima. En tales casos, es útil hablar de un “parámetro detenido” o si el parámetro ha sido explícitamente asignado en una dimensión de un

espacio representacional, de espacio detenido. El uso del término “detenido” en este documento está destinado a provocar no solo la cuantificación preferencial del parámetro sino también la sensación visuo-háptica de trinquetes, mecanismos de alineamiento magnético, ruedas lanzaderas y la riqueza de los otros dispositivos terrenales que están en posesión de retenciones mecánicas deliberadas.

5 Ejemplos evidentes incluso crucialmente importantes de tales parámetros incluyen pero no están limitados a (1) la distancia de una cámara sintética, en un entorno gráfico informático, de una representación renderable de un conjunto de datos; (2) la densidad a la cual los datos se prueban a partir del conjunto de datos original y se convierten en forma renderable; (3) el índice temporal en el cual las muestras se recuperan a partir de un conjunto
10 de datos que varía en el tiempo y se convierten en una representación renderable. Estos son enfoques universales; también existen innumerables parametrizaciones específicas de dominio.

El retroceso del SOE alinea generalmente el eje de control de parámetro del conjunto de datos con una “dimensión de profundidad” localmente relevante en espacio físico y permite el movimiento en el mundo real estructurado a lo largo de la dimensión de profundidad para efectuar una traducción de espacio de datos a lo largo del eje de control. El resultado es un medio elevadamente eficiente para la navegación de un espacio de parámetro. A continuación se muestran descripciones detalladas de realizaciones representativas del retroceso como se implementa en el SOE.

En un ejemplo de retroceso, un operador está a una distancia confortable antes de una gran pared de visualización en la cual aparece una única “trama de datos” que comprende texto e imágenes, cuyos elementos de datos gráficos pueden ser estáticos o dinámicos. La **figura 3** es una trama de datos de ejemplo 310 renderizada en una pantalla 300, según una realización. La trama de datos 310 de este ejemplo incluye una imagen pero no está limitada a eso. La trama de datos 310, en sí misma una creación bidimensional, no reside no obstante en un gráfico informático tridimensional de renderización de entorno cuyo sistema de coordenadas subyacente se ha dispuesto para que coincida con las coordenadas del mundo real convenientes para la descripción de la habitación y su contenido,
25 incluyendo la pantalla 300 y el operador.

Las manos del operador son supervisadas por sensores que resuelven la posición y orientación de sus dedos y posiblemente de las masas de mano generales, para una elevada precisión y en una tasa temporal elevada; el sistema analiza los datos espaciales resultantes con el fin de caracterizar la “pose” de cada mano; es decir, la disposición geométrica de los dedos relativa entre sí y a la masa de mano. Mientras que esta realización de ejemplo realiza un seguimiento de un objeto que es la mano(s) de un humano, numerosos objetos diferentes podrían ser supervisados como dispositivos de entrada en realizaciones alternativas. La **figura 4** muestra un escenario de retroceso unilateral en el cual el cuerpo 400 es la mano de un operador en la posición abierta, estando orientada la palma en una dirección hacia delante (a lo largo del eje z) (p. ej., hacia una pantalla de visualización enfrente del operador), según una realización. Con fines de esta descripción, la pantalla de pared (no mostrada) se toma para que ocupe las dimensiones x e y; z describe la dimensión entre el operador y la pantalla. El espacio de interacción gestual 410 asociado a la realización de retroceso comprende dos espacios colindantes en un plano de constante z; el espacio de intervalo detenido más lejano de la pantalla (es decir, más cercano al operador) se denomina la “zona muerta” 412, mientras que el medio espacio más cercano es la “zona activa” 414. La zona muerta 412 se extiende indefinidamente en la dirección hacia atrás (hacia el operador y lejos de la pantalla) pero solo una distancia limitada hacia delante, que termina en el umbral de zona muerta 413. La zona activa 414 se extiende desde el umbral de la zona muerta 413 hacia delante a la pantalla. El marco(s) de datos renderizado en la pantalla están controlados interactivamente o “retroceden” 402 por movimientos del cuerpo en la zona activa 414.

La trama de datos se crea en un tamaño y relación de aspecto que coincidan precisamente con los de la pantalla y está posicionada y orientada de forma que su centro y vector normal coincidan con los atributos físicos de la pantalla, aunque la realización no está limitada a ello. La cámara virtual utilizada para renderizar la escena se ubica directamente hacia delante de la pantalla y aproximadamente a distancia del operador. En este contexto, el marco renderizado rellena precisamente de este modo la pantalla.

Dispuesto lógicamente a la izquierda y a la derecha del marco visible hay un número de tramas de datos coplanarios adicionales, uniformemente espaciados y con un discreto hueco que separa cada uno de sus vecinos inmediatos (véanse las figuras 6, 7 y 8 descritas más abajo). Dado que están fuera de los límites de renderización física/virtual de la geometría de renderización de los gráficos informáticos, estas tramas de datos adyacentes lateralmente desplazadas no son inicialmente visibles. Como se podrá ver, el espacio de datos, dada su estructura geométrica, está en posesión de una retención natural única en la dirección z y una pluralidad de retenciones x.

El operador levanta su mano izquierda, la sostiene en una pose de mano cerrada suelta, en su hombro. El operador extiende entonces los dedos de forma que apunten hacia arriba y el pulgar de forma que apunte a la derecha; su palma está orientada a la pantalla (en el lenguaje de descripción gestual descrito en detalle más abajo, esta transición de pose se expresaría como $[\wedge\wedge\wedge>:x^\wedge$ en $|||]-:x^\wedge$). El sistema, que detecta la nueva pose, activa la interacción de retroceso y registra inmediatamente la posición de mano de tres espacios absoluta en la cual se introdujo la pose primero: esta posición se utiliza como el “origen” desde el cual los movimientos de mano posteriores se reportarán como intervalos relativos.

Inmediatamente, dos glifos concéntricos parcialmente transparentes se superponen en el centro del marco (y de este modo en el centro de la pantalla). La **figura 5** es un ejemplo de los glifos 501/502 que indican los gestos de retroceso del cuerpo en la zona muerta hasta un punto del umbral de zona muerta, según una realización. Que el segundo glifo 502 es más pequeño que el primer glifo 501 (véase la **figura 5a**) es una indicación de que la mano del operador reside en la zona muerta, a través de la cual la operación de retraso "ya" no está acoplada. A medida que el operador mueve su mano hacia delante (hacia el umbral de zona muerta y la pantalla), el segundo glifo 502 aumenta gradualmente (véanse las **figuras 5b, 5c y 5d** en secuencia). El segundo glifo 502 es equivalente en tamaño al primer glifo 501 (véase la **figura 5d**) en el punto en el cual la mano del operador está en el umbral de zona muerta. Los glifos 501/502 de este ejemplo muestran la evolución de los elementos concéntricos del glifo a medida que los trayectos de la mano del operador se efectúan desde su posición de inicio hacia el umbral de la zona muerta que separa la zona muerta de la zona activa. La parte "con dientes" interna del glifo 502 aumenta a medida que la mano se acerca al umbral y está dispuesta de forma que el radio del glifo interno 502 y glifo externo (estático) 501 coincida de forma precisa a medida que la mano alcanza la posición de umbral.

El segundo glifo 502 disminuye en tamaño dentro del primer glifo 501 a medida que el operador mueve su mano fuera del umbral de la zona muerta y fuera de la pantalla, permaneciendo no obstante siempre concéntrico con el primer glifo 501 y centrado en la pantalla (véanse las **figuras 5d, 5c, 5b y 5a** en secuencia). De forma crucial, solo el componente z del movimiento de la mano del operador está asignado en el cambio de escala del glifo; los componentes x e y casuales del movimiento de la mano no contribuyen de modo alguno.

Cuando la mano del operador atraviesa el umbral delantero de la zona muerta, cruzando en la zona activa, el mecanismo de retroceso se acopla. La posición z relativa de la mano (medida desde el umbral) está sujeta a una función de cambio de escala y el valor resultante se utiliza para efectuar un desplazamiento de eje z de la trama de datos y sus vecinos laterales, de forma que la imagen renderizada del marco retrocede desde la pantalla; las tramas de datos cercanas se vuelven visibles entonces también, "completando" desde los bordes del espacio de visualización, la delimitación angular constante de la cámara sintética "captura" geoméricamente más del plano en el cual están situados los marcos a medida que el plano se mueve fuera de la cámara. El desplazamiento z se actualiza continuamente, de forma que el operador, empujando su mano hacia la pantalla y tirando de ella de vuelta hacia el operador, percibe la recopilación lateral de marcos que retroceden y lindan en respuesta directa con sus movimientos.

La **figura 7** es un ejemplo de un primer desplazamiento de eje z relativo de la trama de datos 703 que resulta del retroceso correspondiente, según una realización. Como se ha descrito más arriba, la imagen renderizada de la trama de datos 703 retrocede desde la pantalla 700 y las tramas de datos vecinas 702/704 se vuelven visibles, "completando" desde los bordes del espacio de visualización. Las tramas de datos vecinas 702/704, que incluyen un número de tramas de datos coplanarias adicionales, están dispuestas de forma lógica a la izquierda y la derecha del marco visible, uniformemente espaciadas y con un discreto hueco que separa cada una de sus vecinos inmediatos. La **figura 8** es un ejemplo de un segundo desplazamiento de eje z relativo de la trama de datos 703 que resulta del retroceso correspondiente, según una realización. Teniendo en cuenta que el primer desplazamiento de eje z relativo y asumiendo el empuje adicional de la mano del operador (empuje adicional a lo largo del eje z hacia la pantalla y fuera del operador) desde ese empuje que resulta en el primer desplazamiento de eje z relativo, la imagen renderizada del marco 703 retrocede además desde la pantalla 700 de forma que las tramas de datos cercanas adicionales 701/705 se vuelva visible, "completando" además a partir de los bordes del espacio de visualización.

Los glifos concéntricos emparejados, mientras tanto, exhiben ahora una respuesta modificada: con la mano del operador en la zona activa, el segundo glifo 502 cambia de una reacción basada en cambio de escala a una reacción rotativa en la cual el desplazamiento del eje z físico de la mano desde el umbral está asignado a un desplazamiento angular (en plano) positivo. La **figura 6** es un ejemplo de los glifos 501/502 que indican los gestos de retroceso del cuerpo en la zona muerta más allá del punto del umbral de la zona muerta (a lo largo del eje z hacia la pantalla y lejos del operador), según una realización. Los glifos 501/502 de este ejemplo representan la evolución del glifo una vez que la mano del operador ha cruzado el umbral de la zona muerta; es decir, cuando el mecanismo de retroceso se ha acoplado de manera activa. Los movimientos de la mano del operador hacia y fuera de la pantalla son indicados de este modo visualmente por rotación en sentido horario y en sentido contrario a las agujas del reloj del segundo glifo 502 (con el primer glifo, igual que antes, proporcionando un estado de referencia estático), de tal forma que el elemento "con dientes" 520 del glifo gire como una función lineal del desplazamiento de la mano desde el umbral, convirtiendo el movimiento lineal en una representación rotativa.

Por tanto, en este ejemplo, un primer incremento adicional del movimiento de la mano a lo largo del eje z hacia la pantalla es indicado visualmente por una rotación en sentido horario progresiva 510 del segundo glifo 502 (con el primer glifo, igual que antes, proporcionando un estado de referencia estático), de tal forma que el elemento "con dientes" 520 del glifo gire una primera cantidad correspondiente a una función lineal del desplazamiento de la mano desde el umbral. Un segundo incremento adicional del movimiento de la mano a lo largo del eje z hacia la pantalla se indica visualmente por una rotación en sentido horario progresiva 512 del segundo glifo 502 (con el primer glifo, igual que antes, proporcionando un estado de referencia estático), de tal forma que el elemento "con dientes" 520 del glifo gire una segunda cantidad correspondiente a una función lineal del desplazamiento de la mano desde el umbral. Además, un tercer incremento del movimiento de mano a lo largo del eje z hacia la pantalla se indica

visualmente por una rotación en sentido horario progresiva 514 del segundo glifo 502 (con el primer glifo, igual que antes, proporcionando un estado de referencia estático), de tal forma que el elemento "con dientes" 520 del glifo gire una tercera cantidad correspondiente a una función lineal del desplazamiento de la mano a partir del umbral.

5 En esta aplicación de muestra, una sensibilidad dimensional secundaria se acopla cuando la mano del operador está en la zona activa: se asigna el movimiento lateral (eje x) de la mano, de nuevo a través de una posible función de cambio de escala, a desplazamiento x de la secuencia de marco horizontal. Si la función de cambio de escala es positiva, el efecto es el de "seguimiento" posicional de la mano del operador y el operador percibe que están deslizando los marcos izquierdo y derecho. La **figura 9** es un ejemplo de un desplazamiento de eje x lateral de la trama de datos que resulta del movimiento lateral del cuerpo, según una realización. En este ejemplo de movimiento de trama de datos lateral que resulta del movimiento de cuerpo lateral, las tramas de datos se deslizan de izquierda a derecha de tal forma que las tramas de datos particulares 701/702 desaparecen o parcialmente desaparecen de la vista a través del borde izquierdo del espacio de la pantalla 700 mientras que las tramas de datos adicionales 705 completan desde el borde derecho del espacio de la pantalla 700.

15 Finalmente, cuando el operador hace que su mano salga de la pose de palma hacia delante (p. ej., cerrando la mano en un puño), la interacción de retroceso finaliza y la recopilación de marcos vuelve rápidamente a su retención z original (es decir, coplanaria con la pantalla). Simultáneamente, la recopilación de marco está ajustada lateralmente para lograr la coincidencia x de un marco único con la pantalla; cuyos extremos de marco de este modo "centrados en pantalla cualquiera que sea el más cercano a los glifos concéntricos" se centran en el instante de final de retroceso: la retención x más próxima. La estructura de glifo sirve aquí como una segunda función, como un retículo de selección, pero la realización no está limitada a ello. Las posiciones z y x de la recopilación de marco son capaces de forma característica de progresar a sus valores coincidentes de pantalla final durante un breve intervalo de tiempo con el fin de proporcionar un sentido visual de "retorno cargado por resorte".

20 El sistema de retroceso como se implementa en este ejemplo proporciona modalidades de control eficaces para (1) adquirir "contexto de proximidad" cognitivamente valioso mediante el desplazamiento de forma variable de un conjunto de datos total a lo largo de la línea de visión visual directa; llevando de este modo la dimensión de profundidad más cantidad del conjunto de datos a la vista (en intercambio para disminuir la delimitación angular de cualquier parte del conjunto de datos); (2) adquirir contexto de proximidad mediante el desplazamiento de forma variable del conjunto de datos lateralmente presentado a lo largo de su dimensión horizontal natural, manteniendo la delimitación angular de cualquier sección de datos pero intercambiando la visibilidad de los datos antiguos por la de los datos nuevos, en el sentido familiar de "desplazamiento"; (3) seleccionar elementos discretizados del conjunto de datos a través de una navegación rápida y dimensionalmente limitada.

25 En otro ejemplo del retroceso de una realización, un operador está de pie inmediatamente junto a un dispositivo de visualización a nivel de la cintura cuya superficie activa se encuentra en un plano horizontal paralelo al suelo. El sistema de coordenadas se establece aquí de una forma consistente con la del ejemplo anterior: la superficie de visualización se encuentra en el plano x-z, de forma que el eje y, que representa lo normal a la superficie, está alineado de forma opuesta al vector de gravedad físico.

30 La **figura 10** muestra un escenario físico de ejemplo en el cual el cuerpo 1000 se mantiene horizontalmente sobre una superficie de visualización similar a una mesa (no mostrada), según una realización. En este ejemplo, el cuerpo 1000 es la mano de un operador, pero la realización no está limitada a ello. La interacción de retroceso es de doble cara, de forma que existe un umbral de zona muerta superior 1013U y un umbral de zona muerta inferior 1013L. Adicionalmente, el espacio lineal al que se accede por maniobra de retroceso se proporciona con retenciones espaciales separadas 1015U (p. ej., "1ª retención", "2ª retención", "3ª retención", "4ª retención") en la zona activa superior 1014U y retenciones espaciales separadas 1015L (p. ej., "1ª retención", "2ª retención", "3ª retención", "4ª retención") en la zona activa inferior 1014L. El espacio de interacción de una realización está configurado de forma que una zona muerta relativamente pequeña que comprende una zona muerta superior 1012U y una zona muerta inferior 1012L esté centrado en la posición vertical (eje y) en la cual se acopla el retroceso, con una zona activa 1014U sobre la zona muerta y una zona activa 1014L por debajo de la zona muerta.

35 El operador está trabajando con un conjunto de datos de ejemplo que ha sido analizado en una pila de planos paralelos separados (véase la figura 10 descrita más abajo) que son las tramas de datos. El conjunto de datos puede estar dispuesto de esta forma como una consecuencia natural de la realidad física que representa (p. ej. porciones separadas desde una exploración tomográfica, las múltiples capas de un circuito integrado tridimensional, etc.) o porque es lógico o instructivo separar y discretizar los datos (p. ej., imágenes de satélite adquiridas en un número de bandas espectrales, datos de censos organizados geográficamente con cada dato de década en una capa independiente, etc.). La representación visual de los datos puede ser además estática o incluir elementos dinámicos.

40 Durante intervalos cuando la funcionalidad de retroceso no está acoplada, una única capa se considera "actual" y se representa con prominencia visual por la pantalla y se percibe para que sea físicamente coincidente con la pantalla. Las capas por encima y por debajo de la capa actual no son en este ejemplo visualmente evidentes (aunque se utiliza una iconografía compacta para indicar su presencia).

El operador extiende su mano derecha cerrada sobre la pantalla; cuando el operador abre la mano, los dedos extendidos hacia arriba, pulgar a la izquierda y la palma orientada hacia abajo (transición: [^^^>:vx en |||;-vx]), el sistema de retroceso se acopla. Durante un breve intervalo (p. ej., 200 milisegundos), algún número de capas adyacente a la capa actual se atenúa con visibilidad diferencial; cada una está compuesta por debajo o por encima

5 con un filtro desenfocado y una transparencia cuyas “intensidades” dependen de la distancia ordinal de la capa desde la capa actual.

La **figura 11** es un ejemplo de una capa 1102 (p. ej., trama de datos 1102) adyacente a la capa actual 1101 (p. ej., trama de datos 1101) que se atenúa con visibilidad diferencial a medida que se acopla el sistema de retroceso, según una realización. En este ejemplo, la pila comprende numerosas tramas de datos 1101-110X (donde X es cualquier número según sea apropiado para los conjuntos de datos de las tramas de datos; en este ejemplo X es 5 de tal forma que la pila comprende tramas de datos 1101, 1102, 1103, 1104 y 1105) que se pueden atravesar mediante el uso del sistema de retroceso.

10

Simultáneamente, los glifos de respuesta concéntrica familiares en el ejemplo anterior aparecen; en este caso, la interacción está configurada de forma que una pequeña zona muerta está centrada en la posición vertical (eje y) en la cual se acopla el retroceso, con una zona activa tanto por encima como por debajo de la zona muerta. Esta disposición proporciona asistencia en “recuperación” de la capa original. Los glifos están acompañados en este caso por un gráfico simple adicional que indica la proximidad dirigida a capas sucesivas.

15
20

Mientras la mano del operador permanece en la zona muerta, no se produce ningún desplazamiento de la pila de capa. Los glifos exponen un comportamiento “preparatorio” idéntico al del ejemplo anterior, con el glifo interno aumentando a medida que la mano se acerca al límite de la zona (por supuesto, aquí el comportamiento es de doble cara y simétrico: el glifo interno está a una escala mínima en la posición y de inicio de la mano y aumenta hacia la coincidencia con el glifo externo si la mano se mueve hacia arriba o hacia abajo).

25

A medida que la mano del operador se mueve hacia arriba más allá del plano superior de la zona muerta, el glifo interno acopla el glifo externo y, como antes, el movimiento adicional de la mano en esa dirección da lugar al movimiento rotativo en sentido contrario a las agujas del reloj del glifo interno. Al mismo tiempo, la pila de capa comienza a “trasladarse hacia arriba”: estas capas por encima de la capa originalmente actual asumen una mayor transparencia y desenfoque; la capa originalmente actual en sí misma se vuelve más transparente y más desenfocada; y las capas por debajo de esta se mueven hacia una mayor visibilidad y menor desenfoque.

30

La **figura 12** es un ejemplo de traslado hacia arriba de la pila en la cual la capa previamente actual 1101 (p. ej., trama de datos 1101) (no mostrada, véase la figura 11) asume una mayor transparencia (se vuelve invisible en este ejemplo), mientras la capa 1102 (p. ej., trama de datos 1102) adyacente a la capa previamente actual 1101 se vuelve visible como la capa inmediatamente actual, según una realización. Adicionalmente, la capa 1103 (p. ej., la trama de datos 1103) adyacente a la capa inmediatamente actual 1102 se atenúa con visibilidad diferencial a media que la pila se traslada hacia arriba. Como se ha descrito más arriba, la pila comprende numerosas tramas de datos 1101-110X (donde X es cualquier número según sea apropiado para los conjuntos de datos de las tramas de datos; en este ejemplo X es 5 de tal forma que la pila comprende tramas de datos 1101, 1102, 1103, 1104 y 1105) que pueden ser atravesadas mediante el uso del sistema de retroceso.

35
40

La pila de capa está configurada con una asignación entre las distancias del mundo real (es decir, el desplazamiento de la mano del operador desde su posición inicial, como se mide en coordenadas de espacio) y la distancia “lógica” entre las sucesivas capas. El traslado de la pila de capa es, por supuesto, el resultado de esta asignación, ya que es la apariencia instantánea del gráfico de proximidad, el que indica mientras tanto (en un principio) una distancia creciente entre el plano de visualización y la capa actual; indica también que el plano de visualización está ahora por debajo de la capa actual.

45
50

El movimiento de la mano continúa y la pila de capa atraviesa eventualmente la posición en la cual la capa actual y la siguiente por debajo exactamente se extienden (es decir, son equidistantes desde) el plano de visualización; solo más allá de este punto, el gráfico de proximidad cambia para indicar que el plano de visualización está ahora más elevado que la capa actual: el “estado de capa actual” se ha asignado ahora a la siguiente capa más baja. En general, la capa actual es siempre la más cercana al plano de visualización físico y es la única que se “seleccionará” cuando el operador desacople el sistema de retroceso.

55

A medida que el operador sigue elevando su mano, cada capa consecutiva se lleva hacia el plano de visualización, volviéndose progresivamente más resuelta, obteniendo coincidencia momentánea con el plano de visualización y, a continuación, volviendo hacia la transparencia y el desenfoque en favor de la próxima capa más baja. Cuando el operador revierte la dirección del movimiento de su mano, bajándola, el proceso se revierte, y el glifo interno gira en el sentido horario. A medida que la mano pasa eventualmente a través de la zona muerta, la pila se detiene con la capa originalmente actual en alineamiento y preciso con el plano de visualización; y entonces el recorrido y de la pila se reanuda, llevando a un enfoque sucesivo aquellos planos por encima de la capa originalmente actual. La percepción general del operador es amplia y simplemente que el usuario está utilizando su mano para empujar hacia

60
65

abajo y levantar una pila de capas.

5 Cuando por fin el operador libera el retroceso cerrando su mano (o de lo contrario cambiando su pose) el sistema "sale" de la pila en alineamiento de eje y detenido con el plano de visualización, saliendo a medida que la capa actual cualquiera que sea estaba más cerca del plano de visualización cuando se salió del retroceso. Durante el breve intervalo de este realineamiento posicional, todas las demás capas se atenúan para completar la transparencia y los glifos de respuesta desaparecen suavemente.

10 Los elementos discretizados del conjunto de datos (aquí, capas) de este ejemplo se distribuyen a lo largo del eje de retroceso principal (profundidad); previamente, los elementos (tramas de datos) eran coplanarios y dispuestos lateralmente, a lo largo de una dimensión ortogonal al eje de profundidad. Esta disposición presente, junto con el despliegue de las técnicas de transparencia, significa que los datos se superponen con frecuencia; algunas capas son visualizadas a través de otros. El operador en este ejemplo disfruta también sin embargo (1) de una facilidad para obtener rápidamente contexto de proximidad (¿cuáles son los contenidos de las capas por encima y por debajo de la capa actual?); y (2) una facilidad para seleccionar y cambiar de forma efectiva entre elementos paralelos apilados en el conjunto de datos. Cuando el operador tiene la intención (1) solo, de proporcionar una zona muerta le permite volver con seguridad a la capa originalmente seleccionada. A través de la manipulación, la supresión de dos dimensiones de traslación permite rapidez y precisión (es comparativamente difícil para la mayoría de los humanos trasladar una mano verticalmente sin ningún apilamiento lateral, pero la modalidad como se describe ignora simplemente cualquier desplazamiento lateral de ese tipo).

25 Se observa que para ciertos fines puede ser conveniente configurar el espacio de entrada de retroceso de forma que la zona muerta es de extensión infinitesimal; a continuación, tan pronto como se acople el retroceso, sus mecanismos activos se acoplan también. En el segundo ejemplo presentado en este documento esto significaría que la capa originalmente actual no se trata de forma diferente, una vez que la maniobra de retroceso ha comenzado, de cualquier otra. Empíricamente, la extensión lineal de la zona muerta es una cuestión de preferencia del operador.

30 Las modalidades descritas en este segundo ejemplo son pertinentes a lo largo de una gran variedad de visualizaciones, incluyendo tanto dispositivos bidimensionales (tanto proyectados como emisores) y tridimensionales (tanto autoestereoscópicos o no, de producción de imagen aérea o no, etc.). En implementaciones de alta calidad del último caso, es decir 3D, ciertas características del medio pueden ayudar enormemente a los mecanismos de percepción que son la base del retroceso. Por ejemplo, una combinación de paralaje, profundidad óptica de campo, y fenómeno de alojamiento ocular puede permitir que múltiples capas se capturen simultáneamente, eliminando de este modo la necesidad de atenuar y desenfocar (o de hecho excluir en general) las capas distantes del plano de visualización. Las modalidades se aplican, además, independientemente de la orientación de la pantalla: puede ser principalmente horizontal, como en el ejemplo, o se puede montar con la misma utilidad a la altura de los ojos en una pared.

40 Una extensión del escenario de este segundo ejemplo representa la utilidad de la manipulación de dos manos. En ciertas aplicaciones, el traslado tanto de la pila de capa completa como de una capa individual lateralmente (es decir en las direcciones x y z) es necesario. En una realización, la otra mano del operador, es decir, sin retroceso, puede efectuar esta transformación, por ejemplo a través de una modalidad en la cual llevando la mano a una proximidad cercana de la superficie de pantalla permite a una de las capas del conjunto de datos "deslizarse alrededor", de forma que su posición x-z de desplazamiento siga la de la mano.

45 A los operadores puede resultarles conveniente generalmente fácilmente manejable comenzar las manipulaciones de retroceso y traslado lateral simultáneamente. Quizás no sea completamente fatuo proponer que la asignación de manipulaciones de dominio continuas a una mano y el trabajo de estilo específico a la otra puede actuar para optimizar la carga cognitiva.

50 Es instructivo considerar ya otro ejemplo de retroceso según el SOE en el cual no existe ningún aspecto visual natural para el conjunto de datos. Es representativo el problema de monitoreo de una pluralidad de canales de audio y de selección de forma intermitente de uno entre la recopilación. Una aplicación del sistema de retroceso permite tal tarea en un entorno equipado con resultado auditivo pero no visual; la modalidad es extraordinariamente similar a la del ejemplo anterior.

60 Un operador, de pie o sentado, está escuchando un único canal de audio. De forma conceptual, este audio existe en el plano vertical, llamado el "plano auditivo", que incluye geoméricamente sus oídos; los canales adicionales de audio residen en planos adicionales paralelos al plano auditivo pero desplazados hacia delante y hacia atrás, a lo largo del eje z.

65 Al abrir su mano, mantenida nueve pulgadas enfrente de ella, con la palma orientada hacia delante, el operador acopla el sistema de retroceso. El audio en varios planos próximos se atenúa de forma diferencial; el volumen de cada uno depende inversamente en su distancia ordinal del plano del canal actual. En la práctica, es perceptualmente poco realista permitir más de dos o cuatro canales adicionales que van a ser audibles. Al mismo tiempo, un "glifo de audio" se atenúa para proporcionar respuesta de proximidad. Inicialmente, mientras la mano del

operador se mantiene en la zona muerta, el glifo es un acorde de dos notas escasamente audible (inicialmente al unísono).

5 A medida que el operador mueve su mano hacia delante o hacia atrás a través de la zona muerta, los volúmenes de los canales de audio permanecen fijos mientras que el del glifo aumenta. Cuando la mano atraviesa el umbral delantero o trasero de la zona muerta, el glifo alcanza su volumen "activo" (que está aún subordinado al volumen del canal actual).

10 Una vez que la mano del operador empieza a moverse a través de la zona activa, en la dirección hacia delante, el efecto esperado en los canales de audio obtiene: el plano de canal actual se empuja más lejos del plano auditivo, y su volumen (y los volúmenes de esos canales aún más adelante) se reduce progresivamente. El volumen de cada plano de canal "dorsal", por otro lado, incrementa a medida que se acerca al plano auditivo.

15 El glifo de audio, mientras tanto, tiene modos intercambiados. El progreso hacia delante de la mano va acompañado con el aumento en frecuencia de uno de los tonos; en el "punto medio", cuando el plano auditivo biseca un plano de canal de audio y el siguiente, los tonos forman un quinto exacto (matemáticamente, debería ser un intervalo de tritono, pero existen abundantes razones por las que esto se debe evitar). La frecuencia del tono variable sigue aumentando a medida que la mano continúa hacia delante, hasta que eventualmente el operador "alcanza" el plano de audio siguiente, en cuyo punto los tonos duran precisamente una octava.

20 La audición de los diversos canales continúa, el operador traslada su mano hacia delante y hacia atrás para acceder a cada uno a su vez. Finalmente, para seleccionar uno, el operador simplemente cierra su mano, concluyendo la sesión de retroceso y dando lugar a la recopilación de planos de audio que van a "entrar" en alineamiento. Los otros canales (no seleccionados) se atenúan a la inaudibilidad, así como el glifo.

25 Este ejemplo ha ilustrado una variante en la aplicación de retroceso en la cual se permiten se nuevo las mismas facilidades: acceso al contexto próximo y rápida selección de elemento de datos discretizado (aquí, una emisión de audio individual). El escenario sustituye un mecanismo de respuesta auditivo y, en particular, uno que se aprovecha de la capacidad humana fiable para discernir ciertos intervalos de frecuencia, para proporcionar al operador información sobre si el operador está "lo suficientemente cerca" de un canal de destino para realizar una selección. Esto es particularmente importante en el caso de los canales de voz, en los cuales las señales "audibles" están presentes solo de forma intermitente; la naturaleza continua del glifo de respuesta de audio lo deja presente y legible incluso cuando el canal se ha quedado en silencio en sí mismo.

30 Se observa que si el SOE en este presente ejemplo incluye la capacidad de audio de espacio, la percepción de capas de audio sucesivas que se desvanecen en la distancia hacia delante y que se acercan desde la parte trasera (o viceversa) se puede mejorar enormemente. Además, la oportunidad de "localizar" de forma más literal el plano de audio seleccionado en la posición del operador, con las capas sucesivas enfrente del operador y las capas precedentes detrás, es útilmente aprovechable.

35 Otras particularizaciones del glifo de audio son posibles y, en efecto, la naturaleza de los diversos contenidos de los canales, incluyendo sus distribuciones espectrales, tiende a dictar qué tipo de glifo será más claramente discernibles. A modo de ejemplo, otro formato de glifo de audio mantiene el volumen constante pero emplea clic periódico, con el intervalo entre clics proporcional a la proximidad entre el plano auditivo y el plano de canal de audio más cercano. Finalmente, bajo ciertas circunstancias, y dependiendo de la agudeza del operador, es posible utilizar retroceso de audio sin respuesta de glifo en absoluto.

40 Con referencia al mecanismo de retroceso, a medida que el número y la densidad de retenciones espaciales en la representación del conjunto de datos aumentan hacia uno mayor, el espacio y su parametrización se vuelven efectivamente continuos, es decir, no se detienen. El retroceso permanece no obstante efectivo en tales extremos, en parte porque el "estado inicial" del conjunto de datos antes de cada invocación de retroceso se puede tratar como una retención temporal, realizada simplemente como una zona muerta.

45 Una aplicación de tal retroceso no detenido se puede encontrar en conexión con la idea de un diagrama infinitamente (o al menos sustancialmente) ampliable. El control de retroceso de la funcionalidad de zoom asocia la posición de mano de desplazamiento a un valor de escala afín, de forma que el operador empuje su mano hacia delante o hacia atrás el grado de zoom disminuye o aumenta (respectivamente). El estado de zoom de retroceso previo original es siempre fácilmente accesible, no obstante, porque la asignación directa de posición a parámetro de zoom asegura que la devolución de la mano de control a la zona muerta también efectúa la devolución del valor de zoom a su estado inicial.

50 Cada escenario descrito en los ejemplos anteriores proporciona una descripción de los aspectos prominentes del sistema de retroceso y su uso según el SOE. Se debería entender además que cada una de las maniobras descritas en este documento se puede emprender de forma precisa y comprensible en un segundo o menos, debido a la eficacia y precisión habilitadas permitiendo un tipo particular de respuesta de percepción para guiar el movimiento humano. En otros momentos, los operadores también encuentran útil permanecer en una "sesión" de retroceso

única continua para decenas de segundos: los objetivos exploratorios y de adquisición de contexto se cumplen adecuadamente mediante el retroceso a través de intervalos más largos.

5 Los ejemplos descritos más arriba emplearon una asignación lineal de espacio (gesto) de entrada físico para espacio de representación: trasladar la mano de control por A unidades en espacio real siempre resulta en un traslado por B unidades [principal] en el espacio de representación, independientemente de la posición de espacio real en la cual se emprende el traslado A. No obstante, otras asignaciones son posibles. En particular, el grado de control de motor adecuado disponible para la mayoría de los operadores humanos permite el uso de asignaciones no lineales, en las cuales por ejemplo los traslados gestuales diferenciales lejos del umbral activo pueden traducirse en desplazamientos mayores a lo largo de la dimensión parametrizada que las traducciones gestuales cerca del umbral.

Etiquetas de marcador

15 El SOE o una forma de realización contempla el uso de etiquetas de marcador en uno o más dedos del usuario de forma que el sistema pueda ubicar las manos del usuario, identificar si se ve una mano izquierda o derecha y qué dedos son visibles. Esto permite al sistema detectar la ubicación, orientación y movimiento de las manos del usuario. Esta información permite que un número de gestos sea reconocido por el sistema y utilizado como comandos por el usuario.

20 Las etiquetas de marcador en una realización son etiquetas físicas que comprenden un sustrato (apropiado en la presente realización para adherirse a diversas ubicaciones en una mano humana) y marcadores separados dispuestos en la superficie del sustrato en patrones de identificación únicos.

25 Los marcadores y el sistema de detección externo asociado pueden operar en cualquier dominio (óptico, electromagnético, magnetostático, etc.) que permite la adquisición exacta, precisa y rápida y continua de su posición de tres espacios. Los marcadores en sí mismos pueden operar tanto activamente (. Ej., mediante la emisión de impulsos electromagnéticos estructurados) o pasivamente (p. ej., siendo ópticamente retrorreflectantes, como en la presente realización).

30 En cada marco de adquisición, el sistema de detección recibe la “nube” agregada de ubicaciones de tres espacios recuperadas que comprenden todos los marcadores desde etiquetas inmediatamente en el volumen de espacio de trabajo instrumentado (dentro del rango visible de las cámaras u otros detectores). Los marcadores en cada etiqueta son de suficiente multiplicidad y están dispuestos en patrones únicos de tal forma que el sistema de detección pueda llevar a cabo las siguientes tareas: (1) segmentación, en la cual cada posición de marcador recuperada se asigna a una y solamente una subcolección de puntos que formar una única etiqueta; (2) etiquetado, en el cual cada subcolección segmentada de puntos se identifica como una etiqueta particular; (3) ubicación, en la cual la posición de tres espacios de la etiqueta identificada se recupera; y (4) orientación, en la cual la orientación de tres espacios de la etiqueta identificada se recupera. Las tareas (1) y (2) son posibles a través de la naturaleza específica de los patrones de marcador, como se describe más abajo en referencia a la figura 2.

45 Los marcadores en las etiquetas en una realización se adhieren a un subconjunto de ubicaciones de cuadrícula regulares. Esta cuadrícula subyacente puede, como en la presente realización, ser del tipo cartesiano tradicional; o puede ser en su lugar algún otro teselado plano regular (una disposición de embaldosado triangular/hexagonal, por ejemplo). La escala y el espaciado de la cuadrícula se establecen con respecto a la resolución espacial conocida del sistema de detección del marcador, de forma que las ubicaciones de cuadrícula adyacentes no se puedan confundir. La selección de patrones de marcador para todas las etiquetas debería satisfacer la siguiente limitación: ningún patrón de etiqueta coincidirá con el de cualquier otro patrón de etiqueta a través de cualquier combinación de rotación, traslado o imitación. La multiplicidad y disposición de marcadores se puede seleccionar además de forma que la pérdida (u oclusión) de algún número especificado de marcadores de componente se tolere: después de cualquier transformación arbitraria, debería ser aún improbable confundir el módulo comprometido con cualquier otro.

55 La figura 13 es un diagrama de etiquetas de marcado, según una realización. Se muestran numerosas etiquetas 1301A-1301E (mano izquierda) y 1302A-1302E (mano derecha), pero la realización no está limitada a ello. Cada etiqueta es rectangular y consiste en esta realización de una matriz de cuadrícula de 5x7. La forma rectangular se escoge como una ayuda en la determinación de orientación de la etiqueta y para reducir la probabilidad de duplicados de espejo. En la realización mostrada, existen etiquetas para cada dedo en cada mano. En algunas realizaciones, puede ser adecuado utilizar una, dos, tres o cuatro etiquetas por mano. Cada etiqueta tiene un borde de una escala de gris diferente o tonalidad de color. Dentro de este borde está una matriz de cuadrícula de 3x5. Los marcadores (representados por los puntos negros de la figura 13) están dispuestos en ciertos puntos en la matriz de cuadrícula para proporcionar información.

65 La información de calificación se puede codificar en los patrones de marcador de etiquetas a través de la segmentación de cada patrón en subpatrones “comunes” y “únicos”. Por ejemplo, la presente realización especifica dos posibles “patrones de borde”, distribuciones de marcadores sobre un límite rectangular. Una “familia” de

etiquetas se establece de este modo; las etiquetas destinadas a la mano izquierda podrían utilizar todas de este modo el mismo patrón de borde como se muestra en las etiquetas 1301A-1301E mientras que las sujetas a los dedos de la mano derecha podrían asignarse a un patrón diferente como se muestra en las etiquetas 1302A-1302E. Este subpatrón se escoge de forma que en todas las orientaciones de las etiquetas, el patrón izquierdo se pueda distinguir del patrón derecho. En el ejemplo ilustrado, el patrón de la mano izquierda incluye un marcador en cada esquina y en marcador en un segundo desde la ubicación de cuadrícula de esquina. El patrón de la mano derecha tiene marcadores en solo dos esquinas y dos marcadores en ninguna de las ubicaciones de cuadrícula de esquina. Una inspección del patrón revela que siempre y cuando cualquiera de los tres de los cuatro marcadores sea visible, el patrón de mano izquierda se puede distinguir de forma positiva del patrón de mano izquierda. En una realización, el color o la tonalidad del borde se puede utilizar también como un indicador de lateralidad.

Cada etiqueta debe emplear aún por supuesto un único patrón interior, los marcadores distribuidos dentro de su borde común de familia. En la realización mostrada, se ha encontrado que dos marcadores en la matriz de cuadrícula interior son suficientes para identificar de forma única cada uno de los diez dedos sin duplicación debido a la rotación u orientación de los dedos. Incluso si uno de los marcadores se ocluye, la combinación del patrón y la lateralidad de la etiqueta produce un identificador único.

En la presente realización, las ubicaciones de cuadrícula están visualmente presentes en el sustrato rígido como una ayuda para la tarea (manual) de fijación de cada marcador retrorreflectante como su ubicación prevista. Estas cuadrículas y las ubicaciones de marcador previstas se imprimen literalmente a través de impresora de inyección de tinta sobre el sustrato, que es aquí una hoja de "película ajustable" (inicialmente) flexible. Cada módulo se corta desde la hoja y, a continuación, se hornea, durante el cual el tratamiento térmico de cada módulo se somete a una retracción repetible y precisa. Durante un breve intervalo según este procedimiento, la etiqueta de refrigeración se puede moldear ligeramente, para seguir la curva longitudinal de un dedo, por ejemplo; a partir de ahí, el sustrato es adecuadamente rígido y los marcadores se pueden fijar en los puntos de cuadrícula indicados.

En una realización, los marcadores en sí mismo son tridimensionales, tales como las esferas reflectantes pequeñas fijadas al sustrato a través de adhesivo o algún otro medio apropiado. La tridimensionalidad de los marcadores puede ser una ayuda en la detección y ubicación en dos marcadores dimensionales. No obstante, cada uno se puede utilizar sin salirse del ámbito del SOE descrito en este documento.

En la actualidad, las etiquetas se fijan a través de Velcro u otros medios apropiados a un guante que lleva el operador o se fijan de forma alternativa directamente a los dedos del operador mediante el uso de una cinta adhesiva doble suave. En una tercera realización, es posible distribuir en conjunto el sustrato rígido y fijar, o "pintar", marcadores individuales directamente sobre las manos y los dedos del operador.

Vocabulario gestual

El SOE de una realización contempla un vocabulario gestual que consta de poses de mano, orientación, combinaciones de mano y combinaciones de orientación. Un lenguaje de notación se implementa también para diseñar y comunicar poses y gestos en el vocabulario gestual del SOE. El vocabulario gestual es un sistema de representación instantáneo de "estados de pose" de enlaces cinemáticos en forma textual compacta. Los enlaces en cuestión pueden ser biológicos (una mano humana, por ejemplo; o un cuerpo humano completo; o una pata de saltamontes; o la columna vertebral articulada de un lémur) o pueden ser no biológicos en su lugar (p. ej. un brazo de robot). En cualquier caso, el enlace puede ser simple (la columna vertebral) o ramificado (la mano). El sistema de vocabulario gestual del SOE establece para cualquier enlace específico una cadena de longitud constante; el total de los caracteres ASCII específicos que ocupan las "ubicaciones de carácter" de la cadena es entonces una descripción única del estado instantáneo o "pose" del enlace.

50 Poses de la mano

La **figura 14** muestra poses de la mano en un vocabulario gestual del SOE, según una realización. El SOE supone que se utiliza cada uno de los cinco dedos de la mano. Estos dedos son códigos como p-meñique, r-dedo anular, m-dedo corazón, i-dedo índice y t-pulgar. Un número de poses para los dedos y pulgares se define e ilustra en el vocabulario gestual de una realización. Una cadena de vocabulario gestual establece una posición de carácter única para cada grado de libertad expresable del enlace (en este caso, un dedo). Además, cada grado de libertad tal se entiende como discretizado (o "cuantificado"), de forma que su rango completo de movimiento se puede expresar a través de la asignación de uno de un número finito de caracteres estándar ASCII en esta posición de cadena. Estos grados de libertad se expresan con respecto a un origen específico de cuerpo y sistema de coordenadas (la parte trasera de la mano, el centro del cuerpo del saltamontes; la base del brazo de robot, etc.). Un pequeño número de posiciones de carácter de vocabulario gestual adicional se utilizan por consiguiente para expresar la posición y orientación del enlace "como un conjunto" en el sistema de coordenadas más global.

Numerosas poses se definen e identifican mediante el uso de caracteres ASCII. Algunas de las poses se dividen entre pulgar y no-pulgar. El SOE en esta realización utiliza una codificación de tal manera que el carácter ASCII en sí mismo sugiere la pose. No obstante, cualquier carácter se puede utilizar para representar una pose, tanto

sugerente o no. Además, no existe ningún requisito en la invención para utilizar caracteres ASCII para las cadenas de notación. Cualquier símbolo, número u otra representación adecuada se puede utilizar sin salirse del ámbito de la invención. Por ejemplo, la notación puede utilizar dos bits por dedo si se desea u otro número de bits según se desee.

5 Un dedo doblado se representa por el carácter “^” mientras que un pulgar doblado por “>”. Un dedo recto o pulgar orientado hacia arriba se indica por “1” y en un ángulo por “\” o “/”. “-” representa un pulgar orientado recto hacia un lado y “x” representa un pulgar orientado en el plano.

10 Mediante el uso de las descripciones de pulgar y dedo individual, un gran número de poses de mano se pueden definir y escribir mediante el uso del esquema de la invención. Cada pose se representa por cinco caracteres siendo el orden p-r-m-i-t como se ha descrito más arriba. La mano mantenida de forma plana y paralela al suelo se representa por “11111”. Un puño se representa por “^^^^>”. Un signo “OK” se representa por “111^>”.

15 Las cadenas del carácter proporcionan la oportunidad de “legibilidad humana” clara cuando se utilizan caracteres de sugerencia. El conjunto de posibles caracteres que describen cada grado de libertad se pueden escoger normalmente de cara al rápido reconocimiento y analogía evidente. Por ejemplo, una barra vertical (“|”) significaría probablemente que un elemento de enlace es “recto”, una ele (“L”) podría significar un doblez de noventa grados y un circunflejo (“^”) podría indicar un doblez agudo. Como se ha indicado más arriba, cualquier carácter o codificación se puede utilizar según se desee.

20 Cualquier sistema que emplee cadenas de vocabulario gestual tal como se ha descrito en este documento disfruta del beneficio de eficacia informática elevada de comparación de cadena; la identificación de o búsqueda de cualquier pose especificada literalmente se vuelve una “comparación de cadena” (p. ej., función UNIX ‘strcmp()’) entre la cadena de pose deseada y la cadena real instantánea. Además, el uso de “caracteres comodín” proporciona al programador o diseñador del sistema eficiencia y eficacia familiar adicional; grados de libertad cuyo estado instantáneo es irrelevante para una coincidencia que se puede especificar como un punto de interrogación (“?”); se pueden asignar significados de comodín adicionales.

30 Orientación

Además de la pose de los dedos y el pulgar, la orientación de la mano puede representar información. Los caracteres que describen orientaciones de espacio global se pueden escoger también de forma transparente: los caracteres “<”, “>”, “^” y “v” se pueden utilizar para indicar, cuando se encuentran en una posición de carácter de orientación, las ideas de izquierda, derecha, arriba y abajo. La **figura 15** es un diagrama de orientación en un vocabulario gestual, según una realización. Esta orientación del vocabulario gestual incluye descriptores de orientación de la mano y ejemplos de codificación que combinan pose y orientación. En una realización de la invención, dos posiciones de carácter especifican primero la dirección de la palma y, a continuación, la dirección de los dedos (si estaban rectos, independientemente de los dobleces reales de los dedos). Los posibles caracteres de estas dos posiciones expresan una noción de orientación “céntrica del cuerpo”: “-”, “+”, “x”, “*”, “^” y “v” describen intermedia, lateral, anterior (hacia delante, fuera del cuerpo), craneal (hacia arriba) y caudal (hacia abajo).

45 En el esquema de notación de una realización de la invención, la pose de los cinco dedos que indica que los caracteres van seguidos por dos puntos y, a continuación, dos caracteres de orientación para definir una pose de comando completa. En una realización, una posición de inicio se menciona como una pose “xyz” donde el pulgar está orientado recto hacia arriba, el dedo índice está orientado hacia delante y el dedo corazón está perpendicular al dedo índice, orientado a la izquierda cuando la pose se realiza con la mano derecha. Esto se representa por la cadena “^^x1-:-x”.

50 “Mano XYZ” es una técnica para la explotación de la geometría de la mano humana para permitir la navegación de seis grados de libertad completa de la estructura tridimensional visualmente presentada. Aunque la técnica depende solamente de la rotación y el traslado masivo de la mano del operador; de forma que sus dedos se puedan mantener en principio en cualquier pose deseada, la presente realización prefiere una configuración estática en la cual el dedo índice apunta fuera del cuerpo; el pulgar apunta hacia el techo; y el dedo corazón apunta hacia izquierda-derecha.

55 Los tres dedos describen de este modo (aproximadamente, pero con intención claramente evidente) los tres ejes mutuamente ortogonales de un sistema de coordenadas de tres espacios: de este modo “mano XYZ”.

La navegación de mano XYZ continúa entonces con la mano, los dedos en una pose como se ha descrito más arriba, mantenidos antes del cuerpo del operador en una “ubicación neutral” predeterminada. El acceso a los tres grados de libertad rotacionales y traslativos de un objeto de tres espacios (o cámara) se efectúa de la siguiente forma natural: el movimiento izquierda-derecha de la mano (con respecto al sistema de coordenadas natural del cuerpo) resulta en movimiento a lo largo del eje x de contexto informático; el movimiento de arriba debajo de la mano resulta en movimiento a lo largo del eje y de contexto controlado; y el movimiento de mano hacia delante-atrás (hacia/fuera del cuerpo del operador) resulta en movimiento de eje z dentro del contexto. De manera similar, la rotación de la mano del operador sobre el dedo índice conduce a un cambio de rollo de la orientación del contexto informático; los cambios de “cabeceo” y “desviada” se efectúan de forma análoga, a través de la rotación de la mano

del operador sobre el dedo corazón y el pulgar, respectivamente.

Cabe destacar que mientras se utiliza aquí el "contexto computacional" para referirse a la entidad que está controlada por el método de mano XYZ, y parece sugerir tanto un objeto o cámara de tres espacios sintético; se debería entender que la técnica es igualmente útil para controlar los diversos grados de libertad de los objetos del mundo real: los controles de giro/inclinación/rollo de una cámara de película cinematográfica o de vídeo equipada con accionadores de rotación apropiados, por ejemplo. Además, los grados de libertad físicos alcanzados por la postura de la mano XYZ pueden estar en cierto modo menos literalmente asignados incluso en un dominio virtual. En la presente realización, la mano XTZ se utiliza también para proporcionar acceso de navegación a imágenes de gran visualización panorámica, de forma que los movimientos de izquierda-derecha y de arriba-debajo de la mano del operador conduzcan al "giro" de izquierda-derecha o de arriba-abajo esperado sobre la imagen, pero el movimiento hacia delante-atrás de la mano del operador se asigne al control de "zoom".

En cada caso, el acoplamiento entre el movimiento de la mano y la rotación/traslado computacional inducido puede ser tanto directo (es decir, un desplazamiento posicional o rotativo de la mano del operador se asigna de forma individual, a través de alguna función lineal o no-lineal, a un desplazamiento posicional o rotativo del objeto o cámara en el contexto computacional) como indirecto (es decir, un desplazamiento posicional o rotativo de la mano del operador se asigna de forma individual, a través de alguna función lineal o no-lineal, a un primer derivado de grado más alto de posición/orientación en el contexto computacional; la integración en curso efectúa entonces un cambio no estático en la posición/orientación de orden de cero actual del contexto computacional). Este último medio de control es análogo para el uso de un "pedal del acelerador" de un automóvil, en el cual un desplazamiento constante del pedal conduce, más o menos, a una velocidad del vehículo constante.

La "ubicación neutral" que sirve como el origen de coordenadas de seis grados de libertad local de la mano XYZ del mundo real se puede establecer (1) como una posición y orientación absoluta en el espacio (relativa, es decir, al espacio envolvente); (2) como una orientación y posición fija relativa al operador en sí mismo (p. ej., ocho pulgadas enfrente del cuerpo, diez pulgadas por debajo de la barbilla y lateralmente en línea con el plano de los hombros), independientemente de la posición total y "encabezado" del operador; o (3) interactivamente, a través de la acción secundaria deliberada del operador (mediante el uso, por ejemplo, de un comando gestual representado por la "otra" mano del operador, indicando dicho comando que la orientación y posición presente de la mano XYZ se debería utilizar de aquí en adelante como el origen rotacional y traslativo).

Es además conveniente proporcionar una región de "retención" (o "zona muerta") sobre la ubicación neutral de la mano XYZ, de tal forma que los movimientos dentro de este volumen no se asignen a movimientos en el contexto controlado.

Otras poses pueden incluir:

- [||||:vx] es una mano plana (pulgar paralelo a los dedos) con la palma orientada hacia abajo y los dedos hacia delante.
- [||||:x^] es una mano plana con la palma orientada hacia delante y los dedos hacia el techo.
- [||||:-x] es una mano plana con la palma orientada hacia el centro del cuerpo (a la derecha si es la mano izquierda, a la izquierda si es la mano derecha) y los dedos hacia delante.
- [^^^:-:x] es una mano única con pulgar hacia arriba (con el pulgar apuntando hacia el techo).
- [^^^-:-x] es una pistola de mimo que apunta hacia delante.

Combinación de dos manos

El SOE de una realización contempla poses y comandos de mano única, así como poses y comandos de dos manos. La **figura 16** es un diagrama de combinaciones de dos manos y la correspondiente notación en un vocabulario gestual del SOE, según una realización. Al revisar la notación del primer ejemplo, la "parada total" revela que comprende dos puños cerrados. El ejemplo de "instantánea" tiene el pulgar y el dedo índice de cada mano extendidos, con los pulgares apuntando uno hacia el otro, definiendo un marco moldeado en forma de poste de meta. La "posición de inicio de timón y acelerador" es con los dedos y pulgares apuntando hacia arriba con las palmas orientadas hacia la pantalla.

Combinaciones de orientación

La figura 17 es un diagrama de combinaciones de orientación en un vocabulario gestual, según una realización. En el ejemplo mostrado, la combinación se representa por pares adjuntos de notaciones de orientación en paréntesis después de la cadena de pose del dedo. Por ejemplo, el primer comando muestra las posiciones de dedo de todos orientados rectos. El primer par de comandos de orientación resultaría en las palmas planas hacia la pantalla y el segundo par tiene las manos que giran en una pendiente de 45 grados hacia la pantalla. Aunque los pares de combinaciones se muestran en este ejemplo, cualquier número de combinaciones se contempla en el SOE.

Comandos de ejemplo

La **figura 19** es un ejemplo de comandos para su uso con el SOE, según una realización. Aunque algunos de los debates aquí han sido sobre el control de un cursor en una pantalla, el SOE no se limita a esa actividad. De hecho, el SOE tiene una gran aplicación en la manipulación de cualquiera y de todos los datos y porciones de datos en una pantalla, así como el estado de la pantalla. Por ejemplo, los comandos se pueden utilizar para tomar el lugar de los controles de vídeo durante la reproducción de contenido de vídeo. Los comandos se pueden utilizar para pausar, avanzar rápidamente, rebobinar y similares. Además, los comandos se pueden implementar para acercar o alejar una imagen, para cambiar la orientación de una imagen, para girar en cualquier dirección y similares. El SOE se puede utilizar también en lugar de comandos de menú tales como abrir, cerrar, guardar y similares. En otras palabras, cualquier comando o actividad que se pueda imaginar se puede implementar con gestos de la mano.

Procedimiento

La **figura 18** es un diagrama de flujo del procedimiento del sistema del SOE, según una realización. En 1801 el sistema de detección detecta los marcadores y etiquetas. En 1802 se determina si las etiquetas y marcadores son detectados. Si no, el procedimiento vuelve a 1801. Si las etiquetas y marcadores son detectados en 1802, el procedimiento continúa con 1803. En 1803 el sistema identifica la mano, los dedos y la pose desde las etiquetas y los marcadores detectados. En 1804 el sistema identifica la orientación de la pose. En 1805 el sistema identifica la ubicación espacial tridimensional de la mano o manos que se detectan. (Tenga en cuenta que cualquier o todos los 1803, 1804 y 1805 se pueden combinar como un procedimiento único).

En 1806, la información se traslada a la notación gestual descrita más arriba. En 1807 se determina si la pose es válida. Esto se puede conseguir a través de una simple comparación de cadena mediante el uso de la cadena de notación generada. Si la pose no es válida, el procedimiento vuelve a 1801. Si la pose es válida, el sistema envía la información de posición y notación al equipo en 1808. En 1809 el equipo determina la acción apropiada que se va a realizar en respuesta al gesto y actualiza la pantalla de conformidad con 1810.

En una realización del SOE, los procedimientos 1801-1805 se logran por el procesador en cámara. En otras realizaciones, el procesamiento se puede lograr por el sistema informático si se desea.

Análisis y traducción

El sistema es capaz de “analizar” y “traducir” una transmisión de gestos de bajo nivel recuperados por un sistema subyacente y convertir esos gestos analizados y traducidos en una transmisión de comando o datos de evento que se pueden utilizar para controlar un amplio rango de sistemas y aplicaciones informáticas. Estas técnicas y algoritmos se pueden realizar en un sistema que consta de código informático que proporciona tanto un motor que implementa estas técnicas como una plataforma para la generación de aplicaciones informáticas que hacen uso de las capacidades del motor.

Una realización se centra en permitir el uso de gesto rico de manos humanas en interfaces informáticas, pero es capaz también de reconocer gestos realizados por otras partes del cuerpo (incluyendo, pero sin limitarse a brazos, torso, piernas y la cabeza), así como herramientas físicas no manuales de diversos tipos, tanto estáticas como de articulación, incluyendo pero sin limitarse a calibradores, compases, aproximadotes curvos flexibles y dispositivos de puntero de diversas formas. Los marcadores y etiquetas se pueden aplicar a elementos y herramientas que se pueden ser llevadas a cabo y utilizadas por el operador si se desea.

El sistema descrito aquí incorpora un número de innovaciones que hacen posible generar sistemas gestuales que están enriquecidos en el rango de los gestos que se pueden reconocer y representar también, mientras al mismo tiempo contemplan una sencilla integración en las aplicaciones.

El sistema de traducción y análisis gestual en una realización consta de:

- 1) una forma compacta y eficiente de especificar (codificar para uso en programas informáticos) gestos en varios niveles diferentes de agregación:
 - a. una pose de mano única (la configuración y orientación de las partes de la mano relativa una a otra) una posición y orientación de mano única en espacio tridimensional.
 - b. combinaciones de dos manos, tanto para la mano que tiene en cuenta la pose, la posición o ambas.
 - c. combinaciones multi-persona; el sistema puede realizar un seguimiento de más de dos manos y así más de una persona puede de forma conjunta (o de forma competitiva, en el caso de aplicaciones de juego) controlar el sistema de destino.
 - d. gestos secuenciales en los cuales las poses se combinan en una serie; los llamamos gestos “de animación”.
 - e. gestos de “grafema”, en los cuales el operador traza formas en el espacio.
- 2) una técnica programática para el registro de gestos específicos de cada categoría anterior que son relevantes para un contexto de aplicación dado.

- 3) algoritmos para análisis de la transmisión de gestos de forma que los gestos registrados se puedan identificar y los eventos que incluyen esos gestos se puedan entregar a contextos de aplicación relevantes.

5 El sistema de especificación (1), con elementos constituyentes (1a) a (1f), proporciona la base para hacer uso de las capacidades de traducción y análisis gestual del sistema descrito aquí.

Una "pose" de mano única se representa como una cadena de

- 10 i) orientaciones relativas entre los dedos y la parte trasera de la mano,
ii) cuantificadas en un número pequeño de estados separados.

15 El uso de orientaciones de junta relativas permite al sistema descrito aquí evitar problemas asociados con geometrías y tamaños de mano diferentes. No se requiere ninguna "calibración de operador" con este sistema. Además, al especificar las poses como una cadena o recopilación de orientaciones relativas, permite que más especificaciones de gestos complejos se creen fácilmente mediante la combinación de representaciones de pose con filtros y especificaciones adicionales.

20 El uso de un número reducido de estados separados para especificación de pose hace posible especificar poses de forma compacta así como garantizar el reconocimiento de pose preciso mediante el uso de una variedad de tecnologías de seguimiento subyacentes (por ejemplo, seguimiento óptico pasivo mediante el uso de cámaras, seguimiento óptico activo mediante el uso de puntos iluminados y cámaras, seguimiento de campo electromagnético, etc.).

25 Los gestos en cada categoría (1a) a (1f) se pueden especificar parcialmente (o mínimamente), de forma que se ignoren los datos no críticos. Por ejemplo, un gesto en el cual la posición de dos dedos es definitiva y otras posiciones de dedo son poco importantes, se pueden representar por una especificación única en la cual se dan las posiciones operativas de los dos dedos relevantes y, dentro de la misma cadena, los indicadores de "carácter comodín" o "ignorar estos" genéricos se incluyen para los otros dedos.

30 Todas las innovaciones descritas aquí para el reconocimiento de gesto, incluyendo pero sin limitarse a la técnica de especificación de multi-capa, el uso de orientaciones relativas, la cuantificación de datos y el permiso de especificación parcial o mínima en cada nivel, generaliza más allá de la especificación de gestos de la mano a la especificación de gestos mediante el uso de otras partes del cuerpo y objetos y herramientas "fabricados".

35 Las técnicas programáticas para los "gestos de registro" (2) comprenden un conjunto definido de llamadas de Interfaz de programación de aplicación que permiten a un programador definir los gestos que el motor debería poner a disposición de otras partes del sistema de funcionamiento.

40 Estas rutinas de API se pueden utilizar en tiempo de preparación de la aplicación, creando una definición de interfaz estática que se utiliza a lo largo de la vida útil de la aplicación en funcionamiento. Se pueden utilizar también durante el transcurso del funcionamiento, permitiendo a las características de la interfaz cambiar sobre la marcha. Esta alteración en tiempo real de la interfaz hace posible,

- 45 i) crear estados de control condicional y contextual complejos,
ii) añadir de forma dinámica histéresis al entorno de control, y
iii) crear aplicaciones en las cuales el usuario es capaz de cambiar o ampliar el vocabulario de la interfaz del sistema de funcionamiento en sí mismo.

50 Los algoritmos para el análisis de la transmisión de gestos (3) compara gestos especificados como en (1) y registrados como en (2) frente a datos gestuales de bajo nivel entrantes. Cuando se reconoce una adaptación para un gesto registrado, los datos de evento que representan el gesto adaptado se suministran sobre la pila a aplicaciones en funcionamiento.

55 La adaptación en tiempo real eficiente se desea en el diseño de este sistema y gestos especificados son tratados como un árbol de posibilidades que se procesan tan rápidamente como sea posible.

60 Además, los operadores de comparación primitiva utilizados internamente para reconocer gestos especificados están expuestos también al uso del programador de aplicaciones, de forma que una comparación adicional (inspección de estado flexible en gestos compuestos o complejos, por ejemplo) pueda producirse incluso desde dentro de los contextos de la aplicación.

65 Las semánticas de "bloqueo" de reconocimiento son una innovación del sistema descrita aquí. Estas semánticas son implicadas por la API de registro (2) (y, en menor medida, integradas dentro del vocabulario de especificación (1)). Las llamadas de API de registro incluyen,

- i) notificaciones de estado de "entrada" y notificaciones de estado de "continuación", y

ii) especificadores de prioridad de gesto.

Si un gesto se ha reconocido, sus condiciones de "continuación" tienen prioridad sobre todas las condiciones de "entrada" de gestos de las mismas o inferiores prioridades. Esta distinción entre los estados de entrada y continuación se añade de manera significativa a la utilidad del sistema percibida.

El sistema descrito aquí incluye algoritmos para el funcionamiento sólido frente a errores de datos del mundo real e incertidumbre. Los datos de los sistemas de seguimiento de bajo nivel pueden ser incompletos (por una diversidad de razones, incluyendo la oclusión de marcadores en seguimiento óptico, pérdida de red o retraso de procesamiento, etc.).

Los datos que faltan son marcados por el sistema de análisis e interpolados tanto en los estados "últimos conocidos" como "más probables", dependiendo de la cantidad y el contexto de los datos que faltan.

Si los datos sobre un componente de gesto particular (por ejemplo, la orientación de una junta particular) faltan, pero el estado "último conocido" de ese componente particular se puede analizar como físicamente posible, el sistema utiliza este último estado conocido en su adaptación en tiempo real.

A la inversa, si el último estado conocido se analiza como físicamente imposible, el sistema retrocede a un "mejor rango de acierto" para el componente y utiliza estos datos sintéticos en su adaptación en tiempo real.

Los sistemas de especificación y análisis descritos aquí se han diseñado cuidadosamente para soportar el "agnosticismo de lateralidad", de forma que para gestos multi-mano cada mano pueda satisfacer los requisitos de pose.

Control basado en gestos mediante el uso de información tridimensional extraída sobre una profundidad extendida de campo

La **figura 20** es un diagrama de bloques del sistema de control basado en gestos 2000 que incluye un sistema de imágenes que extrae información tridimensional sobre una profundidad extendida de campo, según una realización. Un usuario ubica sus manos 101 y 102 en el área de visualización de una variedad de cámaras 2004A-2004D. Al menos dos cámaras de la variedad 2004A-2004D son cámaras de codificación de frente de onda, cada una de las cuales comprende elementos de un sistema de imágenes de codificación de frente de onda que incluyen máscaras de codificación de frente de onda (también mencionados en este documento como "elemento esférico óptico" o "elemento óptico"), como se describe en detalle más abajo. Las manos y/o los dedos del usuario pueden o pueden no incluir las etiquetas de marcador descritas más arriba.

Las cámaras 2004A-2004D detectan o capturan imágenes de los dedos y manos 101 y 102 que incluyen la ubicación, orientación y movimiento de los dedos y manos 101 y 102 y generan señales de salida al pre-procesador 2005. El pre-procesador 2005 puede incluir o estar acoplado al procesamiento de señal digital de codificación de frente de onda 2008, como se ha descrito más abajo. De forma alternativa, el procesamiento de señal digital de codificación de frente de onda se puede incluir en, acoplado a, o distribuido entre uno o más de otros componentes del sistema 2000. El procesamiento de señal digital de codificación de frente de onda 2008 está configurado para ampliar enormemente la profundidad del campo de los sistemas de imágenes.

El pre-procesador 2005 traduce la salida de la cámara en una señal gestual que se proporciona a la unidad de procesamiento informático 2007 del sistema. Al hacerlo, el pre-procesador 2005 genera la reconstrucción de punto de espacio tridimensional y el etiquetado de punto esquelético. El traductor gestual 2006 convierte la información espacial en 3D y la información de movimiento de marcador en un lenguaje de comando que se puede interpretar por un procesador informático para actualizar la ubicación, forma y acción de un cursor en una pantalla. El equipo 2007 utiliza la información de entrada para generar un comando para controlar uno o más de los cursores en pantalla y proporciona salida de vídeo a la pantalla 2003.

Uno o más del pre-procesador 2005, traductor gestual 2006 y equipo 2007 de una realización alternativa se pueden combinar en un dispositivo único. Independientemente de la configuración del sistema, las funciones y/o funcionalidad de cada uno de los pre-procesadores 2005, traductor gestual 2006 y equipo 2007 son como se describen en otra parte en este documento.

Además, mientras este ejemplo muestra cuatro cámaras que se utilizan para detectar la ubicación, orientación y movimiento de la manos del usuario 101 y 102, la realización no se limita a ello. La configuración del sistema puede incluir dos o más cámaras como sea adecuado para una configuración de estación de trabajo o del sistema. Además, aunque las cámaras están dispuestas simétricamente en la realización de ejemplo, no hay ningún requisito de tal simetría. De este modo, al menos dos cámaras con cualquier posicionamiento que permita la ubicación, orientación y movimiento de las manos del usuario se pueden utilizar en lo sucesivo.

Aunque el sistema se muestra con las manos de un único usuario como entrada, el sistema puede hacer un

seguimiento de las manos de cualquier número de múltiples usuarios. Además, en lugar de o además de las manos, el sistema puede realizar un seguimiento de cualquier parte o partes del cuerpo de un usuario, incluyendo la cabeza, pies, piernas, brazos, codos, rodillas y similares. Además, el sistema puede realizar un seguimiento de cualquier número de objetos animados o inanimados y no está limitado a las partes de seguimiento de un cuerpo.

5 En particular, para los sistemas de análisis gestual que ubican un sensor óptico para que esté deliberadamente o potencialmente próximo a la mano de un operador (o implementación seguida de forma equivalente), los elementos comprendidos de este modo oscilarán de forma característica, a través de una secuencia natural de movimiento del operador, sobre varias o muchas órdenes de magnitud de distancia relativa. Está más allá de la capacidad de los sistemas de imágenes ópticas tradicionales proporcionar un registro resuelto de enfoque de forma consistente de eventos que atraviesan tal rango de distancias. Estas geometrías de estrecha aproximación a distancia media son deseables con frecuencia no obstante en el contexto del seguimiento de operador u objeto con fines de diseño de producto y dispositivo macroscópico. Resulta interesante de este modo proporcionar una técnica (para cuyo fin las ópticas tradicionales son inadecuadas) para garantizar el contraste local o estabilidad de característica saliente sobre el rango esperado de la actividad del operador.

Al describir la extracción de la información tridimensional sobre una profundidad extendida de campo como se utiliza en los sistemas en este documento, la distancia a un punto en una escena se puede estimar desde su ubicación en dos o más imágenes capturadas simultáneamente. La posición tridimensional (3D) del punto se puede computar desde relaciones geométricas básicas cuando se conoce la relación 3D entre las cámaras. El desafío en la ubicación espacial de computación desde múltiples imágenes, a menudo mencionado como una correlación estéreo o computación de profundidad estéreo, asocia de forma automática y precisa la asignación de un punto en una imagen con su asignación a otra imagen. Esto se realiza con mayor frecuencia mediante la correlación de características de imagen de una imagen a una o más. La suposición subyacente en todos los métodos de adaptación estéreo, no obstante, es que debe haber alguna característica o contraste local identificable en la imagen con el fin de adaptar ese punto a su ubicación en otra imagen. Por lo tanto, surge un problema cuando no existe ningún contraste o característica local en la imagen debido a que la adaptación estéreo de desenfoque no produce resultados precisos en regiones de una imagen que están fuera de enfoque.

Los medios convencionales para extender la profundidad focal de una imagen es reducir el diámetro de la pupila de la lente de la cámara (cierre). No obstante, los efectos secundarios restringen la utilidad de la técnica. Primero, la sensibilidad del sistema de imágenes se reduce por un factor igual al cuadro de la relación de diámetro de la pupila. Segundo, la respuesta de frecuencia espacial máxima se reduce un factor igual a la relación de diámetro de la pupila, que limita la resolución y el contraste en la imagen. Existe de este modo una compensación entre la profundidad de campo, el tiempo de exposición y el contraste general en sistemas de imágenes convencionales. En el caso de un sistema de alcance de cámara múltiple, el efecto neto será un compromiso entre la precisión de profundidad estereoscópica y el rango de funcionamiento.

Un enfoque alternativo para incrementar la profundidad del campo sin cerrar las lentes es introducir una máscara de fase de prescripción especificada en la pupila de las lentes de la cámara. Con una función de fase adecuadamente escogida, una profundidad extendida del campo se puede recuperar por procesamiento electrónico posterior de la imagen capturada en el sensor. Esta técnica, conocida como codificación de frente de onda, proporciona generalmente una compensación entre la profundidad del campo, el rango dinámico de la cámara y la relación de señal ruido. La codificación de frente de onda hace posible optimizar los parámetros de cámara para una aplicación específica. Las aplicaciones que no requieren un rango dinámico muy alto y en el cual la iluminación está bajo el control del usuario, tales como el reconocimiento gestual descrito en este documento, pueden beneficiarse en gran medida de la codificación de frente de onda para alcanzar una precisión elevada sobre un volumen prescrito de espacio.

Como se ha descrito más arriba, el sistema de una realización incluye una técnica en la cual las salidas procesadas de una pluralidad de cámaras de codificación de frente de onda se utilizan para determinar el rango y la posición de objetos seleccionados dentro de una escena. La profundidad extendida del campo que resulta de la codificación de frente de onda se puede utilizar en un número de aplicaciones, incluyendo el reconocimiento gestual y una amplia variedad de trabajo de imagen basado en otras tareas, para incrementar de forma significativa su rendimiento. Aunque se requiere un mínimo de dos cámaras, no existe límite superior al número de cámaras que se puede utilizar en la realización. La extracción de escena puede incluir cualquier pluralidad de técnicas de procesamiento (tales como correlaciones) que se utilizan para la extracción de rango con dos o más cámaras. Las realizaciones descritas en este documento incluyen todas las funciones de fase de codificación de frente de onda, que resultan en una profundidad extendida de campo después del procesamiento.

La codificación de frente de onda, como se utiliza en los sistemas de imágenes de codificación de frente de onda, es una técnica general de uso de ópticas esféricas generalizadas y procesamiento de señal digital para incrementar considerablemente el rendimiento y/o reducir el coste de los sistemas de imágenes. El tipo de ópticas esféricas empleado resulta en características de imagen óptica que son muy insensibles a aberraciones relacionadas de desenfoque. Una imagen clara y nítida no se produce directamente desde las ópticas, no obstante, el procesamiento de señal digital aplicado a la imagen de muestra produce una imagen final clara y nítida que también es insensible a

las aberraciones relacionadas de desenfoque.

La codificación de frente de onda se utiliza para incrementar considerablemente el rendimiento de imagen mientras se reduce también el tamaño, peso y coste de los sistemas de imágenes. La codificación de frente de onda combina elementos ópticos esféricos simétricos de forma no rotativa y el procesamiento de señal digital de una manera fundamental para extender considerablemente la profundidad de campo de los sistemas de imágenes. Con la codificación de frente de onda, la profundidad del campo o la profundidad de enfoque de un sistema de imágenes se puede incrementar por un factor de diez o más en comparación con los sistemas de imágenes tradicionales, para un tamaño de apertura dado o $F/\#$, por ejemplo. Los elementos ópticos de codificación de frente de onda de una realización son superficies de fase y como tal no absorbe la luz o incrementa los requisitos de iluminación o exposición. Tal rendimiento de profundidad de campo extendida es imposible con las técnicas de imágenes tradicionales sin una pérdida dramática de potencia óptica, como sea necesario con las aperturas detenidas. La profundidad incrementada de campo/profundidad de enfoque permite también que los sistemas de imágenes sean físicamente menos costosos, más pequeños o más ligeros por el control de las aberraciones relacionadas de desenfoque que se controlan tradicionalmente mediante la incorporación de elementos de lentes o el incremento de la complejidad de lente. Las aberraciones relacionadas de desenfoque que se pueden controlar con la codificación de frente de onda incluyen la aberración cromática, curvatura Petzval, astigmatismo, aberración esférica y desenfoque relacionado con la temperatura.

La codificación de frente de onda, como un enfoque de imagen híbrida, combina las ópticas y electrónicas para incrementar la profundidad de campo y reducir el número de elementos ópticos, tolerancias de fabricación y coste del sistema general. La **figura 21** es un diagrama de bloques de un sistema de imagen de codificación de frente de onda 2100 utilizado en un sistema de control basado en gestos, según una realización. La sección óptica 2101 del sistema de imagen de codificación de frente de onda 2100 es un sistema óptico convencional o cámara modificada con un elemento óptico de codificación de frente de onda 2102 colocado cerca de la parada de apertura. La adición del elemento óptico de codificación resulta en imágenes con una función de dispersión de punto o desenfoque bien definido especializado que es insensible al desenfoque. El procesamiento digital 2103 aplicado a la imagen de muestra produce una imagen clara y nítida 2104 que es muy insensible a los efectos de desenfoque.

La **figura 22** es un diagrama de bloques de sistema de control basado en gestos 2200 para la extracción de información tridimensional sobre una profundidad extendida de campo mediante el uso de un sistema de imagen de codificación de frente de onda que incluye dos cámaras de codificación de frente de onda, según una realización. El sistema 2200 incluye al menos dos cámaras de codificación de frente de onda 2201 y 2202, como se ha descrito más arriba con referencia a la figura 21. Un procesador está acoplado para recibir la salida de las cámaras de codificación de frente de onda 2201 y 2201 y para llevar a cabo el procesamiento de datos en la salida de la cámara. El procesamiento de datos incluye deconvolución 2220 y extracción de rango 2230, por mencionar algunos casos, y generar un mapa de rango de enfoque extendido 2240.

En el sistema de codificación de frente de onda 2200, la porción óptica del sistema (p. ej., las cámaras de codificación de frente de onda 2201 y 2202) "codifica" las imágenes resultantes para producir imágenes intermedias 2210. Dado que el elemento de codificación de frente de onda (p. ej., figura 21, elemento 2102) desdibuja a propósito todos los puntos en cualquier imagen, la imagen intermedia 2210 aparece desenfocada. En tales imágenes intermedias 2210, casi todos los objetos dentro del campo de visión están desdibujados, pero están desdibujados de forma idéntica. Por el contrario, las ópticas tradicionales forman característicamente imágenes que tienen una función de desenfoque variable que es dependiente de la distancia a cada objeto en la escena.

Con el fin de producir una imagen clara y nítida a partir de la imagen codificada de frente de onda intermedia 2210, electrónicas (p. ej., procesamiento de señal digital de codificación de frente de onda) se utilizan para procesar o "decodificar" 2220 y 2230 la imagen intermedia desdibujada mediante la eliminación del desenfoque de imagen dependiente del sistema. El filtrado digital se puede llevar a cabo en tiempo real por software o con soluciones de hardware especializadas.

Las ópticas del sistema de una realización incluyen componentes convencionales con al menos un elemento óptico adicional que lleva a cabo la función de codificación de frente de onda, como se describe más arriba con referencia a la figura 21. Este elemento se coloca en la ruta óptica, característicamente cerca de una parada de apertura del sistema para minimizar el viñeteado. El procesamiento de señal llevado a cabo en la imagen detectada depende de la óptica, el elemento de codificación de frente de onda y las propiedades de primer orden del detector digital.

El elemento de codificación de frente de onda general es simétrico y liso de forma no rotativa, aunque se pueden utilizar las superficies difractivas. El elemento puede ser un componente separado, o se pueden integrar en un elemento de lentes tradicionales por la adición de una superficie esférica generalizada. Todos los elementos de codificación redirigen luz de modo que no rayo, además del rayo en eje, viaja hacia el punto de enfoque geométrico tradicional. De hecho, dos rayos no viajan hacia el mismo punto a lo largo del eje óptico. El sistema no forma una imagen clara en ningún plano de imagen.

El principal efecto de la porción óptica de un sistema de imagen codificada de frente de onda es hacer las imágenes

resultantes insensibles a aberraciones relacionadas con el enfoque tales como el desenfoque, la aberración esférica, astigmatismo o curvatura de campo. La imagen desdibujada intermedia es insensible o invariable a cambios en el objeto o el sistema de imágenes que constan de aberraciones de desenfoque. Desde un punto de vista de análisis de sistemas, las funciones de transferencia de modulación (MTF) y funciones de dispersión de punto (PSF) de los sistemas codificados de frente de onda son invariables con respecto al desenfoque.

Aunque la MTF de una imagen intermedia de un sistema codificado de frente de onda muestra un pequeño cambio con desenfoque, tales MTF tienen potencia reducida en comparación con el sistema tradicional de enfoque. Dado que la apodización no se utiliza, la potencia óptica total se conserva. Un proceso de filtrado digital o de reconstrucción de imagen se utiliza para formar una imagen clara. Estas MTF finales son muy insensibles al desenfoque, de este modo el sistema de imagen codificada de frente de onda tiene una profundidad de campo muy amplia. De forma similar, las PSF intermedias a partir del sistema codificado de frente de onda son diferentes de las PSF del sistema tradicional, pero cambian muy poco con los cambios en el desenfoque.

En referencia de nuevo a la figura 21, un elemento esférico óptico con un fin especial se coloca en o cerca de la parada de apertura de un sistema de imagen convencional para formar un sistema de imagen de codificación de frente de onda. Este elemento óptico modifica el sistema de imagen de tal forma que la PSF resultante y la función de transferencia óptica (OTF) son insensibles a un rango de aberraciones de desenfoque o relacionadas con el desenfoque. La PSF y OTF no son, no obstante, las mismas que las que se obtienen con una buena calidad en el sistema de imagen de enfoque. El proceso de realización del sistema de imagen insensible a las aberraciones de desenfoque produce imágenes con un desenfoque bien definido, especializado; este desenfoque se elimina con el procesamiento de señal digital de codificación de frente de onda.

Las PSF de un sistema de imagen convencional, por ejemplo, cambian drásticamente con el desenfoque, mientras que las PSF del sistema de imagen de codificación de frente de onda no muestran al menos ningún cambio notorio con el desenfoque. El procesamiento digital para eliminar el desenfoque aplicado a un sistema de imagen tradicional desenfocado utiliza un procesamiento dependiente de la cantidad de desenfoque presente en diferentes áreas de la imagen. En muchas situaciones, la cantidad de desenfoque es desconocida y difícil de calcular. Además, la MTF del sistema de imagen tradicional desenfocado puede contener con frecuencia ceros o nulos que incrementan además la dificultad del procesamiento digital. En contraste, la naturaleza constante de las PSF con desenfoque desde el sistema de codificación de frente de onda es lo que se necesita para eliminar las dependencias del procesamiento digital en desenfoque. El procesamiento digital aplicado al dispositivo acoplado de carga (CCD) o imagen detectada semiconductor de óxido de metal complementario (CMOS) es independiente del desenfoque y la escena real se visualiza. Además, la MTF de los sistemas de imagen de codificación de frente de onda, ambos en y fuera de enfoque, no contiene ceros ni nulos que permitan imágenes finales de alta calidad.

La codificación de frente de onda para extender la profundidad de campo puede añadir valor a las aplicaciones de imagen donde las metodologías tradicionales (es decir, parada de la apertura) son generalmente inaceptables. Las limitaciones en los niveles de iluminación, tiempos de exposición o resolución espacial limitan con frecuencia la aplicación de los métodos ópticos previos. Mediante el uso de la codificación de frente de onda, las aplicaciones pueden disfrutar de menos problemas de desenfoque, sin sacrificar tiempos de exposición ni requerir amplias cantidades de iluminación.

Los sistemas de imagen de codificación de frente de onda comprenden diseños ópticos no convencionales y procesamiento de señal digital de las imágenes resultantes, como se ha descrito más arriba. El procesamiento de señal utilizado depende del sistema óptico específico. Las ópticas de codificación de frente de onda dependen del tipo y la cantidad de procesamiento de señal que se va a utilizar. Dado que las ópticas y el procesamiento de señal están acoplados cerca, es natural esperar un mejor rendimiento de los sistemas donde los componentes ópticos y digitales del sistema se optimizan de forma conjunta durante el diseño. Los componentes ópticos están configurados para minimizar los cambios o la sensibilidad de las ópticas a los efectos de desenfoque y permitir también el procesamiento de señal eficaz. Los componentes digitales están diseñados para minimizar la complejidad del algoritmo, el tiempo de procesamiento y los efectos del procesamiento digital en el ruido de la imagen.

La **figura 23** es un diagrama de flujo para control basado en gestos mediante el uso de información tridimensional extraída a través de una profundidad extendida de campo, según una realización. El control basado en gestos de una realización comprende el escaneo 2302 de un cuerpo con un sistema de imagen. El escaneo 2302 comprende la generación de imágenes codificadas de frente de onda del cuerpo. El control basado en gestos de una realización comprende automáticamente la detección 2304 de un gesto de un cuerpo, incluyendo el gesto un estado instantáneo del cuerpo. La detección 2304 incluye la agregación de datos gestuales del gesto en un instante en el tiempo. Los datos gestuales comprenden datos resueltos de enfoque del cuerpo dentro de una profundidad del campo del sistema de imagen. El control basado en gestos de una realización comprende la traducción 2306 del gesto en una señal gestual. El control basado en gestos de una realización comprende el control 2308 de un componente acoplado a un equipo en respuesta a la señal gestual.

La rutina base para la codificación de frente de onda de una realización puede incluir un programa de trazado de rayos que traza rayos a través de superficies esféricas y esféricas típicas así como formas de superficie de

codificación de frente de onda general. El programa de trazado de rayos se utiliza para calcular las pupilas de salida y optimizar un conjunto dado de operandos o funciones de mérito digitales y ópticas. La **figura 24** es un diagrama de bloques de un proceso de diseño de codificación de frente de onda 2400 utilizado en un sistema de control basado en gestos, según una realización. El resultado de este diseño incluye pero no se limita a lo siguiente: superficies ópticas tradicionales, materiales, grosor y espaciados; parámetros de superficies de codificación de frente de onda; y coeficientes de filtro digital.

El bucle de diseño óptico/digital general se describe ahora. Un programa de trazado de rayos 2402 traza rayos a través de superficies ópticas para calcular diferencias de ruta óptica de pupila de salida (OPD) 2404 y optimizar un conjunto dado de operandos o funciones de mérito digitales y ópticas. Las entradas al programa de trazado de rayos 2402 incluyen superficies ópticas, grosor y condiciones de funcionamiento (longitudes de onda, campo de visión, rango de temperatura, imágenes de objeto de muestra, etc.) por mencionar algunos casos. Las OTF se calculan o generan 2406 y las OTF de píxel relacionadas con la geometría del detector se añaden 2408. Las OTF y PSF de muestra se calculan 2410. Los coeficientes de filtro digital se generan 2412 para un algoritmo de procesamiento seleccionado basado en las PSF de muestra. El procesamiento continúa mediante la formación de figuras de mérito (p. ej., operandos de codificación de frente de onda) para el filtro que se basan en la minimización: cambios de la MTF y PSF de muestra a través del enfoque, con ángulo de campo, con color, debido a cambios de temperatura, debido a dentado, etc.; parámetros de procesamiento digital tales como la cantidad de procesamiento, forma del procesamiento, procesamiento relacionado con el ruido de imagen, ganancia de ruido de filtro digital, etc. Los operandos de codificación de frente de onda están combinados con los operandos ópticos tradicionales (aberraciones de frente de onda seidel, errores de frente de onda RMS, etc.) a través de rutinas de optimización para modificar las superficies ópticas. Las operaciones vuelven a generar diferencias de ruta óptica de pupilas de salida 2402 (OPD) a través del trazado de rayos tradicional.

Las formas de superficie de codificación de frente de onda calculadas teóricamente se utilizan como puntos de inicio para la optimización óptica. Una familia general de formas de superficie rectangularmente separables se da en coordenadas normalizadas como:

$$S(x) = |\beta| \text{signo}(x) |x|^\alpha$$

donde $\text{signo}(x) = +1$ para $x > 0$,
y $\text{signo}(x) = -1$ para $x \leq 0$.

El parámetro exponencial α controla la altura de la MTF sobre un rango de desenfoque y el parámetro β controla la sensibilidad al desenfoque. En general, al aumentar el parámetro β disminuye la sensibilidad al desenfoque mientras disminuye la altura de la MTF y aumenta la longitud de la PSF resultante.

El proceso de filtrado utilizado para reconstruir las imágenes intermedias y producir imágenes finales puede imponer una carga computacional. El tamaño del núcleo de control de filtro requerido para la reconstrucción de imagen puede ser tan grande como coeficientes 70×70 , dependiendo del sistema óptico y la mejora de la profundidad de campo introducida por el proceso de codificación. Generalmente, cuanto mayor es la extensión de la profundidad de campo, mayor es el núcleo de control de filtro y mayor es la penalización de ruido o la ganancia de ruido. Además, dado que cada píxel de una imagen está desdibujado por la codificación de frente de onda, cada píxel necesita ser filtrado; de este modo, las imágenes de mayor tamaño pueden requerir más computación que las imágenes más pequeñas. Con tamaños de imagen que se aproximan a decenas de millones de píxeles, se utilizan soluciones computacionales eficientes para sistemas prácticos y económicos. Las implementaciones computacionales, tales como las aproximaciones de filtro rectangularmente separables, pueden ayudar a reducir las dimensiones del núcleo de control. El elemento de codificación de frente de onda utilizado, por ejemplo, puede tener una forma de fase cúbica rectangularmente separable descrita como

$$S(x,y) = a (x^3 + y^3).$$

El filtrado de una imagen desdibujada para eliminar el desenfoque impone esencialmente una amplificación y desviación de fase como una función de frecuencia espacial. Esta amplificación incrementa la señal así como el ruido en las imágenes finales. Para mejoras de profundidad de campo muy grandes, por ejemplo, más de 10 veces, la ganancia de ruido en un sistema codificado de frente de onda puede ser un factor de cuatro o cinco. Para mejoras de profundidad de campo más moderadas de dos a cuatro, la ganancia de ruido es característicamente un factor de dos o menos.

Para el ruido gaussiano desvinculado (una buena suposición para la mayoría de las imágenes), la ganancia de ruido es el valor de RMS de los coeficientes de filtro. Para los sistemas con extensiones de profundidad de campo demasiado grandes para producir un valor de ganancia de ruido adecuadamente pequeño, la reducción de la resolución o el ancho de banda espacial del filtro digital puede reducir la ganancia de ruido. La reducción del

contraste en la imagen final puede reducir también los efectos generales del ruido incrementado. El filtrado no lineal especializado es la mejor solución para eliminar el ruido en las imágenes codificadas de frente de onda.

5 Dado que el elemento óptico de codificación de frente de onda utilizado para formar las MTF y PSF en una
realización es rectangularmente separable, el procesamiento de señal utilizado puede ser también rectangularmente
separable. El procesamiento rectangularmente separable puede reducir el número requerido de computaciones por
un orden de magnitud o más. Debido al hecho de que el filtrado digital se lleva a cabo con convolución espacial, los
10 métodos computacionales de una realización comprenden una serie de multiplicaciones para modificar la escala de
los datos por los coeficientes de filtro y sumas para añadir todos los valores de datos de escala modificada juntos a
través del núcleo de control completo. La unidad fundamental de tal computación es una operación de acumulación
de forma múltiple. Un núcleo de control de filtro de codificación de frente de onda 2-D típico para un aumento amplio
de profundidad de campo podría ser de coeficientes 30 x 30. Una versión separable de forma rectangular de este
15 filtro contendría un filtro de fila que tiene 30 coeficientes de largo y un filtro de columna que tiene 30 coeficientes de
alto o 60 coeficientes totales. Mientras que los elementos de codificación de frente de onda pueden ser
rectangularmente separables en diseño, no están tan limitados, y sistemas altamente aberrados pueden utilizar
filtrado no separable.

Mediante la combinación de técnicas de imagen ópticas con filtrado electrónico, la tecnología de codificación de
frente de onda puede mejorar el rendimiento de un amplio rango de sistemas de imagen. La ganancia de
20 rendimiento en sistemas de imagen de alto rendimiento puede incluir una profundidad de campo muy amplia sin
sacrificar la recogida de luz o la resolución espacial. Las ganancias de rendimiento en los sistemas de imagen de
menor coste pueden incluir buena calidad de imagen con menos componentes físicos de los que se han requerido
tradicionalmente.

25 Espacios físicos y de visualización/virtuales coincidentes

El SOE de una realización, como se ha descrito más arriba, incluye sistemas y métodos para detectar, representar e
interpretar entradas de tres espacios. Las realizaciones del sistema, en el contexto del SOE, procesan datos de bajo
nivel a partir de una pluralidad de fuentes de datos de seguimiento espacial y analizan estos datos espacio-
30 temporales semánticamente desvinculados y generan eventos gestuales de alto nivel de acuerdo con un conjunto de
descripciones gestuales explícitas e implícitas dinámicamente configurables. Los eventos producidos son adecuados
para el consumo por sistemas interactivos y las realizaciones proporcionan uno o más mecanismos para el control y
la realización de distribución de evento a estos consumidores. Las realizaciones proporcionan además a los
consumidores de sus eventos una facilidad para transformar eventos gestuales entre marcos de referencia
35 semánticos y arbitrarios espaciales.

El sistema puede proporcionar un entorno en el cual el espacio virtual representado en uno o más dispositivos de
visualización ("pantallas") se trata como coincidente con el espacio físico habitado por el operador u operadores del
sistema. Se describe aquí una realización de tal entorno. Esta realización actual incluye tres pantallas accionadas
40 con proyector en ubicaciones fijas, se acciona por un equipo de sobremesa única y se controla mediante el uso del
vocabulario gestual y el sistema de interfaz descrito en este documento. Cabe destacar, no obstante, que cualquier
número de pantallas está soportado por las técnicas que se describen; que esas pantallas pueden ser móviles (en
vez de fijas); que las pantallas pueden estar accionadas por muchos equipos independientes de forma simultánea; y
que el sistema general puede estar controlado por cualquier técnica o dispositivo de entrada.

45 El sistema de interfaz descrito en este documento tiene unos medios de determinación de las dimensiones,
orientaciones y posiciones de pantallas en el espacio físico. Dada esta información, el sistema es capaz de asignar
de forma dinámica el espacio físico en el cual están ubicadas estas pantallas (y que los operadores del sistema
habitan) como una proyección en el espacio virtual de las aplicaciones informáticas que se ejecutan en el sistema.
50 Como parte de esta asignación automática, el sistema traduce también la escala, los ángulos, la profundidad, las
dimensiones y otras características espaciales de los dos espacios en una variedad de formas, de acuerdo con las
necesidades de las aplicaciones que son alojadas por el sistema.

Esta traducción continua entre el espacio virtual y físico hace posible el uso consistente y generalizado de un
55 número de técnicas de interfaz que son difíciles de conseguir en las plataformas de aplicación existentes o que se
deben implementar fragmentadas para cada ejecución de aplicación en las plataformas existentes. Estas técnicas
incluyen (pero no se limitan a):

- 60 1) Uso de "orientación literal", mediante el uso de las manos en un entorno de interfaz gestual o mediante el
uso de dispositivos o herramientas de orientación física, como una técnica de interfaz natural y
generalizada.
- 2) Compensación automática para movimiento o reposicionamiento de pantallas.
- 3) Representación de gráficos que cambia dependiendo de la posición del operador, por ejemplo simulando
cambios de paralaje para mejorar la percepción de profundidad.
- 65 4) Inclusión de objetos físicos en visualización de pantalla, tomando en cuenta el estado, la orientación, la
posición del mundo real, etc. Por ejemplo, un operador de pie enfrente de una pantalla grande opaca,

podría ver tanto los gráficos de aplicación como una representación de la verdadera posición de un modelo de escala que está detrás de la pantalla (y está, quizás, moviendo o cambiando la orientación).

5 Es importante destacar que la orientación literal es diferente de la orientación abstracta utilizada en las interfaces de ventana basadas en ratón y la mayoría de los demás sistemas contemporáneos. En esos sistemas, el operador debe aprender a administrar una traducción entre un indicador virtual y un dispositivo de orientación físico y debe asignar entre los dos cognitivamente.

10 Por el contrario, en los sistemas descritos en esta divulgación, no existe diferencia entre el espacio físico y virtual (excepto que el espacio virtual está más dispuesto a la manipulación matemática), tanto desde una perspectiva de usuario como de aplicación, de forma que no se requiere una traducción cognitiva del operador.

15 La analogía más próxima para la orientación literal proporcionada por la realización descrita aquí es la pantalla sensible al tacto (como se encuentra, por ejemplo, en muchas máquinas de cajeros automáticos). Una pantalla sensible al tacto proporciona una asignación uno a uno entre el espacio de visualización bidimensional en la pantalla y el espacio de entrada bidimensional de la superficie de pantalla. De una forma análoga, el sistema descrito aquí proporciona una asignación flexible (posiblemente, pero no necesariamente, uno a uno) entre un espacio virtual visualizado en una o más pantallas y el espacio físico habitado por el operador. A pesar de la utilidad de la analogía, vale la pena entender que la extensión de este "enfoque de asignación" a tres dimensiones, un entorno de gran arquitectura de forma arbitraria y múltiples pantallas no es trivial.

20 Además de los componentes descritos en este documento, el sistema puede implementar también algoritmos que implementan una asignación del nivel de sistemas continua (quizás modificada por rotación, traslación, modificación de escala u otras transformaciones geométricas) entre el espacio físico del entorno y el espacio de visualización en cada pantalla.

Una pila de representación que toma los objetos computacionales y la asignación y emite una representación gráfica del espacio virtual.

30 Una pila de procesamiento de eventos de entrada que toma datos de evento desde un sistema de control (en la realización actual tanto datos gestuales como de orientación desde la entrada de ratón y del sistema) y asigna datos espaciales desde los eventos de entrada a coordenadas en el espacio virtual. Los eventos traducidos se entregan entonces a las aplicaciones en ejecución.

35 Una "capa de pegamento" que permite al sistema alojar aplicaciones en ejecución a través de varios equipos en una red de área local.

40 Las realizaciones de un sistema de entrada continua espacial se describen en este documento como que comprenden el intercambio, tránsito y la representación de datos basados en red que incluye un sistema denominado "plasma" que comprende subsistemas "slawx", "proteínas" y "grupos", como se describe con detalle más abajo. Los grupos y proteínas son componentes de métodos y sistemas descritos en este documento para datos de encapsulación que se van a compartir entre o a través de procesos. Estos mecanismos incluyen también slawx (plural de "slaw") además de las proteínas y grupos. Generalmente, los slawx proporcionan el nivel inferior de definición de datos para el intercambio entre procesos, las proteínas proporcionan una estructura de nivel medio y conexiones para consulta y filtrado y los grupos proporcionan semántica de acceso y organización de alto nivel. Los slawx incluyen un mecanismo para el acceso y la representación eficaz de datos independientes de la plataforma. Las proteínas proporcionan una encapsulación de datos y esquema de transporte mediante el uso de slawx como carga. Los grupos proporcionan distribución, filtrado, clasificación y agregación estructurada y flexible de proteínas dentro de un proceso, entre procesos locales, a través de una red entre procesos remotos o distribuidos y a través de almacenamiento a largo plazo (p. ej., en disco, etc.).

55 La configuración e implementación de las realizaciones descritas en este documento incluyen varias construcciones que juntas permiten numerosas capacidades. Por ejemplo, las realizaciones descritas en este documento proporcionan el intercambio eficaz de datos entre amplios números de procesos como se ha descrito más arriba. Las realizaciones descritas en este documento proporcionan también la estructura y "escritura" de datos flexibles, de forma que sean soportados tipos y usos de datos muy variados. Además, las realizaciones descritas en este documento incluyen mecanismos flexibles para el intercambio de datos (p. ej., memoria local, disco, red, etc.), todos dirigidos por interfaces de programación de aplicación sustancialmente similares (API). Además, las realizaciones descritas permiten el intercambio de datos entre procesos escritos en diferentes lenguajes de programación. De forma adicional, las realizaciones descritas en este documento permiten el mantenimiento automático del estado de agregación y caché de datos.

65 La **figura 25** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye representaciones de datos mediante el uso de slawx, proteínas y grupos, según una realización. Las principales construcciones de las realizaciones presentadas en este documento incluyen slawx (plural de "slaw"), proteínas y grupos. Los slawx como se describen en este documento incluyen un mecanismo para el acceso y la representación de datos independientes

de la plataforma. Las proteínas, como se describen en detalle en este documento, proporcionan una encapsulación de datos y esquema de transporte, y la carga de una proteína de una realización incluye slawx. Los grupos, como se describe en este documento, proporcionan la agregación, clasificación, filtrado y distribución estructurada pero flexible de proteínas. Los grupos proporcionan acceso a datos, en virtud de las proteínas, dentro de un proceso, entre procesos locales, a través de una red entre procesos remotos o distribuidos y a través del almacenamiento "a largo plazo" (p. ej., en disco).

La **figura 26** es un diagrama de bloques de una proteína, según una realización. La proteína incluye un encabezado de longitud, un descrip y una ingesta. Cada uno de los descrip e ingesta incluyen slaw o slawx, como se describe en detalle más abajo.

La **figura 27** es un diagrama de bloques de un descrip, según una realización. El descrip incluye un desplazamiento, una longitud y slawx, como se describe en detalle más abajo.

La **figura 28** es un diagrama de bloques de una ingesta, según una realización. La ingesta incluye un desplazamiento, una longitud y slawx, como se describe en detalle más abajo.

La **figura 29** es un diagrama de bloques de un slaw, según una realización. El slaw incluye un encabezado tipo y datos de tipo específico, como se describe en detalle más abajo.

La **figura 30A** es un diagrama de bloques de una proteína en un grupo, según una realización. La proteína incluye un encabezado de longitud ("longitud de proteína"), un desplazamiento de descripts, un desplazamiento de ingestas, un descrip y una ingesta. Los descripts incluyen un desplazamiento, una longitud y un slaw. La ingesta incluye un desplazamiento, una longitud y un slaw.

La proteína como se describe en este documento es un mecanismo para la encapsulación de datos que hay que compartir entre procesos o mover a través de un bus o red u otra estructura de procesamiento. Como ejemplo, las proteínas proporcionan un mecanismo mejorado para el transporte y la manipulación de datos que incluyen datos correspondientes a o asociados con los eventos de interfaz de usuario; en particular, los eventos de interfaz de usuario de una realización incluyen los de la interfaz gestual descrita más arriba. Como un ejemplo adicional, las proteínas proporcionan un mecanismo mejorado para el transporte y la manipulación de datos incluyendo, pero sin limitarse a, eventos o datos gráficos e información de estado, por mencionar algunos. Una proteína es un formato de registro estructurado y un conjunto de métodos asociado para la manipulación de registros. La manipulación de registros como se utiliza en este documento incluye la colocación de datos en una estructura, el traslado de los datos fuera de una estructura y la consulta del formato y la existencia de datos. Las proteínas están configuradas para ser utilizadas a través de código escrito en una variedad de lenguajes informáticos. Las proteínas están configuradas también para ser el bloque de construcción básico para los grupos, como se describe en este documento. Además, las proteínas están configuradas para ser nativamente capaces de moverse entre procesadores y a través de redes mientras mantienen intactos los datos que incluyen.

Al contrario que los mecanismos de transporte de datos convencionales, las proteínas son no tipadas. Aunque son no tipadas, las proteínas proporcionan una facilidad de concordancia de patrones potente y flexible, sobre la cual se implementa la funcionalidad "como tipo". Las proteínas configuradas como se describe en este documento son también por naturaleza multi-punto (aunque las formas punto a punto se implementan fácilmente como un subconjunto de transmisión multi-punto). De forma adicional, las proteínas definen un formato de registro "universal" que no difiere (o difiere solo en los tipos de optimizaciones opcionales que se llevan a cabo) entre los formatos (de red) en memoria, en disco y por cable, por ejemplo.

En referencia a las figuras 26 y 30A, una proteína de una realización es una secuencia lineal de bytes. Dentro de estos bytes se encapsulan una lista de descripts y un conjunto de pares de valor clave denominados ingestas. La lista de descripts incluye una descripción de evento por proteína arbitrariamente elaborada pero eficazmente filtrable. Las ingestas incluyen un conjunto de pares de valor clave que comprenden los contenidos reales de la proteína.

Las proteínas referentes a los pares de valor clave, así como algunas ideas fundamentales sobre el intercambio de datos multi-punto y fáciles de usar para la red, se comparten con sistemas anteriores que favorecen el concepto de "tuplas" (p. ej., Linda, Jini). Las proteínas difieren de los sistemas orientados a tupla en varias formas principales, incluyendo el uso de la lista de descripts para proporcionar un sustrato de concordancia de patrones optimizable. Las proteínas difieren también de los sistemas orientados a tupla en la especificación rigurosa de un formato de registro apropiado para una variedad de construcciones de lenguaje y almacenamiento, junto con varias implementaciones particulares de "interfaces" a ese formato de registro.

Volviendo a una descripción de proteínas, los primeros cuatro u ocho bytes de una proteína especifican la longitud de la proteína, que debe ser un múltiplo de 16 bytes en una realización. Esta granularidad de 16 bytes garantiza que las eficacias de la alineación de bytes y la alineación de bus se pueden conseguir en hardware contemporáneo. Una proteína que no está "alineada por palabra cuádruple" de forma natural se rellena con bytes de manera arbitraria de forma que su longitud sea múltiplo de 16 bytes.

La porción de longitud de una proteína tiene el siguiente formato: 32 bits que especifican la longitud, en formato big-endian, con los cuatro bits orden inferior que sirven como indicadores para indicar las características de estructura de proteína de nivel macro; seguidas por 32 bits adicionales si la longitud de la proteína es mayor que 2^{32} bytes.

La condición de alineación de 16 bytes de una realización significa que los bits de orden inferior de los primeros cuatro bytes están disponibles como indicadores. De este modo, los primeros tres indicadores de bit de orden inferior indican si la longitud de la proteína se puede expresar en los primeros cuatro bytes o requiere ocho, si la proteína utiliza la clasificación de bytes big-endian o little-endian y si la proteína emplea estructura estándar o no estándar, respectivamente, pero la proteína no está limitada a esto. El cuarto bit de indicador se reserva para futuro uso.

Si se establece el bit de indicador de longitud de ocho bytes, la longitud de la proteína se calcula mediante la lectura de los siguientes cuatro bytes y mediante el uso de ellos como los bytes de alto orden de un entero de ocho bytes, big-endian (con los cuatro bytes ya leídos que suministran la porción de orden inferior). Si se establece el indicador little-endian, todos los datos numéricos binarios en la proteína se van a interpretar como little-endian (de lo contrario, big-endian). Si se establece el bit de indicador no estándar, el resto de la proteína no se ajusta a la estructura estándar que se va a describir más abajo.

Las estructuras de proteína no estándar no se tratarán más a fondo en este documento, excepto para decir que existen diversos métodos para describir y sincronizar en formatos de proteína no estándar disponibles para un programador de sistemas mediante el uso de proteínas y grupos y que estos métodos pueden ser útiles cuando los ciclos de computación o espacio son limitados. Por ejemplo, la proteína más corta de una realización es de dieciséis bytes. Una proteína de formato estándar no puede entrar en cualquier dato de carga real en esos dieciséis bytes (la parte importante de la que ya se ha relegado para describir la ubicación de las partes de componente de la proteína). Pero una proteína de formato no estándar podría utilizar de forma posible 12 de sus 16 bytes para datos. Dos aplicaciones que intercambian proteínas podrían decidir mutuamente que cualquiera de las proteínas de 16 bytes de largo que emiten incluya siempre 12 bytes que representan, por ejemplo, valores de sensor de 12 8 bytes desde un convertidor de analógico a digital en tiempo real.

Inmediatamente después del encabezado de longitud, en la estructura estándar de una proteína, aparecen dos números enteros más de longitud variable. Estos números especifican desplazamientos a, respectivamente, el primer elemento en la lista de descript y el primer par de valor clave (ingesta). Estos desplazamientos se mencionan también en este documento como el desplazamiento de descript y el desplazamiento de ingestas, respectivamente. El orden de bytes de cada cuádruple de estos números se especifica por el bit de indicador endianness de proteína. Para cada uno, el bit más significativo de los primeros cuatro bytes determina si el número tiene cuatro u ocho bytes de ancho. Si se establece el bit más significativo (msb), los primeros cuatro bytes son los bytes más significativos de un número (de ocho bytes) de palabra doble. A esto se hace referencia en este documento como "forma de desplazamiento". El uso de desplazamientos separados orientados a descript y pares permite que los descript y los pares se puedan manejar por diferentes rutas de código, haciendo posible las optimizaciones particulares relacionadas con, por ejemplo, el conjunto de proteína y descript de concordancia de patrones.

La mayoría de las proteínas no serán tan grandes como para requerir longitudes de ocho bytes o indicadores, para que en general la longitud (con indicadores) y dos números de desplazamiento ocupen solo los primeros tres bytes de una proteína. En muchas arquitecturas del sistema o hardware, una búsqueda o lectura de un cierto número de bytes más allá del primero es "gratis" (p. ej., 16 bytes llevan exactamente el mismo número de ciclos horarios en tirar del principal bus del procesador Cell que un único byte).

En muchos casos es útil permitir los metadatos o caché específica del contexto o específica de implementación dentro de una proteína. El uso de desplazamientos permite que un "orificio" de tamaño arbitrario se cree cerca del comienzo de la proteína, dentro del cual se pueden encajar tales metadatos. Una implementación que puede hacer uso de ocho bytes de metadatos obtiene esos bytes de forma gratuita en cualquier arquitectura del sistema con cada búsqueda del encabezado de longitud para una proteína.

El desplazamiento de descript especifica el número de bytes entre el comienzo de la proteína y la primera entrada de descrip. Cada entrada de descrip comprende un desplazamiento (en forma de desplazamiento, por supuesto) a la siguiente entrada de descrip, seguido por un campo de longitud de ancho variable (de nuevo en forma de desplazamiento), seguido por un slaw. Si no hay más descript, el desplazamiento es, por norma, cuatro bytes de ceros. De lo contrario, el desplazamiento especifica el número de bytes entre el comienzo de esta entrada de descrip y una entrada de descrip posterior. El campo de longitud especifica la longitud del slaw, en bytes.

En la mayoría de las proteínas, cada descrip es una cadena, formateada en la forma de cadena slaw: un encabezado de tipo/longitud de cuatro bytes con el conjunto de bits más significativo y solo los 30 bits inferiores utilizados para especificar la longitud, seguidos del número de bytes de datos indicados del encabezado. Como siempre, el encabezado de longitud toma su endianness de la proteína. Se supone que los bytes codifican los caracteres UTF-8 (y de este modo, nota bene, el número de caracteres no es necesariamente el mismo que el número de bytes).

El desplazamiento de ingestas especifica el número de bytes entre el comienzo de la proteína y la primera entrada de ingesta. Cada entrada de ingesta comprende un desplazamiento (en forma de desplazamiento) a la siguiente entrada de ingesta, seguido de nuevo por un campo de longitud y un slaw. El desplazamiento de ingestas es funcionalmente idéntico al desplazamiento de descripts, excepto que apunta a la siguiente entrada de ingesta en vez de a la siguiente entrada de descrip.

En la mayoría de las proteínas, cada ingesta es del tipo slaw cons que comprende una lista de dos valores, utilizada generalmente como un par de valor/clave. El registro slaw cons comprende un encabezado de tipo/longitud de cuatro bytes con el segundo conjunto de bits más significativo y solo los 30 bits inferiores utilizados para especificar la longitud; un desplazamiento de cuatro bytes al inicio del (segundo) elemento de valor; la longitud de cuatro bytes del elemento clave, el registro slaw para el elemento clave; la longitud de cuatro bytes del elemento de valor; y finalmente el registro slaw para el elemento de valor.

Generalmente, la clave cons es una cadena slaw. La duplicación de datos a través de las diversas proteínas y longitud cons slaw y campo de desplazamiento proporciona aún más oportunidades de optimización y refinamiento.

La construcción utilizada según una realización para incrustar datos dentro de proteínas, como se describe más arriba, es una abstracción y especificación de secuencia de bytes etiquetada denominada un "slaw" (el plural es "slawx"). Un slaw es una secuencia lineal de bytes que representa una pieza de datos introducidos (posiblemente agregados) y está asociado a las API específicas de lenguaje de programación que permiten que se creen, modifiquen y desplacen los slawx alrededor entre los espacios de memoria, medios de almacenamiento y máquinas. El esquema de tipo slaw está pensado para ser extensible y tan ligero como sea posible y para ser un sustrato común que se puede utilizar desde cualquier lenguaje de programación.

El deseo de crear un mecanismo de comunicación inter-proceso a gran escala eficaz es el controlador de la configuración slaw. Los lenguajes de programación convencionales proporcionan estructuras de datos sofisticadas e introducen facilidades que funcionan bien en modelos de memoria específicos de proceso, pero estas representaciones de datos se descomponen de forma invariable cuando es necesario mover los datos entre procesos o almacenarlos en disco. La arquitectura slaw es, en primer lugar, un modelo de datos de nivel inferior, de fácil uso en multi-plataforma y sustancialmente eficaz para la comunicación inter-proceso.

Pero incluso de forma más importante, los slawx están configurados para influir, junto con las proteínas y permitir el desarrollo de hardware de computación futuro (microprocesadores, controladores de memoria, controladores de disco). Algunas adiciones específicas, por ejemplo, a los conjuntos de instrucción de los microprocesadores comúnmente disponibles hace posible para los slawx ser tan eficientes incluso para un modelo de datos en memoria de proceso único como el esquema utilizado en la mayoría de los lenguajes de programación.

Cada slaw comprende un encabezado de tipo de longitud variable seguido por un modelo de datos de tipo específico. En una realización de ejemplo, que soporta la funcionalidad de slaw completa en C, C++ y Ruby por ejemplo, las introducciones se indican por un número entero universal definido en los archivos de encabezado del sistema accesibles desde cada lenguaje. También se habilita la funcionalidad de resolución de introducción más sofisticada y flexible: por ejemplo, introducción indirecta a través de ID de objeto universal y búsqueda de red.

La configuración de slaw de una realización permite que los registros de slaw se utilicen como objetos de forma fácil para el lenguaje tanto desde Ruby como C++, por ejemplo. Un conjunto de utilidades externas al modelo de bytes slaw de comprobación de validez de compilador C++, crea macros y archivos de encabezado específicos para tipos de slaw individuales y vinculaciones de auto-generación para Ruby. Como resultado, los tipos de slaw bien configurados son bastante eficaces incluso cuando se utilizan desde dentro de un proceso único. Cualquier slaw en cualquier parte en una memoria accesible de un proceso se puede abordar con una copia o paso de deserialización.

La funcionalidad slaw de una realización incluye facilidades API para llevar a cabo uno o más de los siguientes: crear un nuevo slaw de un tipo específico; crear o generar una referencia específica de lenguaje a un slaw a partir de los bytes en disco o en memoria; incrustar datos dentro de un slaw de forma de tipo específico; consultar el tamaño de un slaw; recuperar datos desde dentro de un slaw; clonar un slaw; y traducir la endianness y otros atributos de formato de todos los datos dentro de un slaw. Cada especie de slaw implementa los comportamientos anteriores.

La **figura 30B** muestra un formato de encabezado de slaw, según una realización. Una descripción detallada del slaw se muestra a continuación.

La estructura interna de cada slaw optimiza cada tipo de resolución, acceso a datos encapsulados e información de tamaño para ese ejemplo de slaw. En una realización, el conjunto completo de tipos de slaw es por diseño mínimamente completo e incluye: la cadena de slaw; los slaw cons (es decir, díada); la lista de slaw; y el objeto numérico de slaw, que representa en sí mismo un amplio conjunto de tipos numéricos individuales entendidos como permutaciones de una media docena de atributos o atributos básicos. La otra propiedad básica de cualquier slaw es

su tamaño. En una realización, los slawx tienen longitudes de bytes cuantificadas a múltiplos de cuatro; estas palabras de cuatro bytes se mencionan en este documento como "cuádruples". En general, tal dimensión basada en cuádruple aliena los slawx bien con las configuraciones de las arquitecturas de hardware informático moderno.

5 Los primeros cuatro bytes de cada slaw en una realización comprenden una estructura de encabezado que codifica la descripción tipo y otra metainformación y que atribuye significados de tipo específico a patrones de bits particulares. Por ejemplo, el primer (más significativo) bit de un encabezado de slaw se utiliza para especificar si el tamaño (longitud en palabras cuádruples) de ese slaw sigue el encabezado de tipo de cuatro bytes iniciales. Cuando este bit se establece, se entiende que el tamaño del slaw está explícitamente registrado en los siguientes cuatro bytes del slaw (p. ej., cinco a través de ocho bytes); si el tamaño del slaw es tal que no se puede representar en cuatro bytes (es decir, si el tamaño es o es mayor que dos a la trigésima segunda potencia) entonces el siguiente bit más significativo de los cuatro bytes iniciales del slaw se establece también, lo que significa que el slaw tiene una longitud de ocho bytes (en vez de cuatro bytes). En ese caso, un proceso de inspección encontrará la longitud del slaw almacenada en cinco a través de doce bytes ordinales. Por otro lado, el pequeño número de tipos de slaw significa que en muchos casos un patrón de bits de tipo completamente especificado "deja sin utilizar" muchos bits en el encabezado de slaw de cuatro bytes; y en tales casos estos bits se pueden emplear para codificar la longitud del slaw, ahorrando los bytes (cinco a través de ocho) que se requerirían de otro modo.

20 Por ejemplo, una realización deja los bits más significativos del encabezado de slaw (el indicador de "longitud continúa") sin establecer y establece el siguiente bit para indicar que el slaw es un "wee cons" y, en este caso, la longitud del slaw (en cuádruples) se codifica en los treinta bits restantes. De forma similar, una cadena "wee string" se marca por el patrón 001 en el encabezado, que deja veintinueve bits para la representación de la longitud de la cadena del slaw; y un 0001 destacado en el encabezado describe una lista "wee list", que en virtud de los veintiocho bits que representan la longitud disponibles puede ser una lista de slaw de hasta dos a los veintiocho cuádruples en tamaño. Una "cadena completa" (o cons o lista) tiene una firma de bits en el encabezado, con el bit de encabezado más significativo necesariamente establecido porque la longitud de slaw se codifica de forma independiente en cinco a través de ocho bytes (o doce, en casos extremos). Cabe destacar que la implementación de Plasma "decide" en el instante de la construcción del slaw si emplea la versión "wee" o "completa" de estas construcciones (la decisión se basa en si el tamaño resultante "entrará" en los bits wee disponibles o no), pero el detalle completo-versus-wee se oculta del usuario de la implementación de Plasma, que conoce y se preocupa solo de que el usuario esté utilizando una cadena slaw o un slaw cons o una lista de slaw.

35 Los slawx numéricos se indican, en una realización, por el patrón de encabezado destacado 00001. Los bits de encabezado posteriores se utilizan para representar un conjunto de propiedades ortogonales que se pueden combinar en permutación arbitraria. Una realización emplea, pero no está limitada a, cinco tales bits de carácter para indicar si el número es o no: (1) coma flotante; (2) complejo; (3) independiente; (4) "ancho"; (5) "rechoncho" ((4) "ancho" y (5) "rechoncho" se permutan para indicar ocho, dieciséis, treinta y dos y sesenta y cuatro representaciones de número de bits). Dos bits adicionales (p. ej., (7) y (8)) indican que los datos numéricos encapsulados son dos, tres o cuatro vectores de elemento (siendo ambos bits cero que sugieren que el numérico es un "vector de un elemento" (es decir, un escalar)). En esta realización, los ocho bits del cuarto byte de encabezado se utilizan para codificar el tamaño (en bytes, no cuádruples) de los datos numéricos encapsulados. Esta codificación de tamaño se desplaza por uno, de forma que pueda representar cualquier tamaño entre e incluir uno y doscientos cincuenta y seis bytes. Finalmente, dos bits de carácter (p. ej., (9) y (10)) se utilizan para indicar que los datos numéricos codifican una variedad de entidades numéricas individuales, cada una de las cuales es del tipo descrito por los bits de carácter (1) a través de (8). En el caso de una matriz, las entidades numéricas individuales no están etiquetadas cada una con encabezados adicionales, sino que están empaquetadas como datos continuos siguiendo el encabezado único y, posiblemente, la información de tamaño de slaw explícita.

50 Esta realización alcanza la duplicación de slaw simple y eficaz (que se puede implementar como una copia de byte por byte) y comparación de slaw extremadamente directa y eficaz (dos slawx son los mismos en esta realización si y solamente si hay una correspondencia recíproca de cada uno de sus bytes componentes considerados en secuencia). Esta última propiedad es importante, por ejemplo, para una implementación eficaz de la arquitectura de proteína, una de cuyas características crítica y generalizada es la capacidad de buscar a través o "corresponder con" una lista de descripts de proteína.

55 Además, las realizaciones en este documento permiten agregar formas slaw (p. ej., slaw cons y la lista de slaw) que se van a construir de forma simple y eficaz. Por ejemplo, una realización genera un slaw cons a partir de dos slawx de componente, que pueden ser de cualquier tipo, incluyendo agregados en sí mismos mediante: (a) la consulta de cada tamaño de slaw de componente; (b) asignación de memoria de tamaño igual a la suma de los tamaños de los dos slawx de componente y uno, dos o tres cuádruples necesarios para la estructura de encabezado de mayor tamaño; (c) registro del encabezado de slaw (información de mayor tamaño) en los primeros cuatro, ocho o doce bytes; y, a continuación, (d) copia de los bytes de slawx de componente a su vez en la memoria inmediatamente subsiguiente. De forma significativa, tal rutina de construcción no necesita conocer nada sobre los tipos de los dos slawx de componente, solo sus cuestiones de tamaños (y accesibilidad como una secuencia de bytes). El mismo proceso pertenece a la construcción de listas de slaw, que son encapsulaciones ordenadas de muchos sub-slawx arbitrariamente de tipo (posiblemente) heterogéneo.

Una consecuencia adicional del formato fundamental del sistema de slaw como bytes secuenciales en la memoria obtiene en conexión con las actividades "transversales"; un patrón de uso recurrente utiliza, por ejemplo, acceso secuencial a los slawx individuales almacenados en una lista de slaw. Los slawx individuales que representan los descripts e ingestas dentro de una estructura de proteína se deben atravesar de forma similar. Tales maniobras se logran de una manera increíblemente directa y eficaz: para "llegar al" siguiente slaw en una lista de slaw, uno añade la longitud del slaw actual a su ubicación en memoria y la ubicación de memoria resultante es de forma idéntica el encabezado del siguiente slaw. Tal simplicidad es posible porque el diseño de slaw y proteína evita la "indirección"; no hay punteros; en su lugar, los datos simplemente existen, en su totalidad, in situ.

Hasta el punto de comparación de slaw, una implementación completa del sistema de Plasma debe reconocer la existencia de esquemas de representación de datos incompatibles y diferentes a través y entre diferentes sistemas operativos, CPU y arquitecturas de hardware. Tales diferencias principales incluyen políticas de clasificación de bytes (p. ej., little versus big endianness) y representaciones de coma flotante; existen otras diferencias. La especificación de Plasma requiere que los datos encapsulados por slawx se garanticen interpretable (es decir, deben aparecer en el formato nativo de la arquitectura o plataforma desde la cual se inspecciona el slaw). Este requisito significa a su vez que el sistema de Plasma es en sí mismo responsable de la conversión de formato de datos. No obstante, la especificación estipula solo que la conversión tiene lugar antes de que un slaw se vuelva "del todo visible" en un proceso de ejecución que podría inspeccionarlo. Corresponde por consiguiente a la implementación individual en cuyo punto selecciona llevar a cabo tal formato c conversión; dos enfoques apropiados son que las cargas de datos de slaw están ajustadas al formato de datos de la arquitectura local (1) a medida que un slaw individual se "extrae" de una proteína en la cual se había empaquetado o (2) para todos los slaw en una proteína simultáneamente, a medida que la proteína se extrae del grupo en el cual residía. Cabe destacar que la estipulación de conversión considera la posibilidad de implementaciones de hardware asistidas. Por ejemplo, los chipsets de red creados con la capacidad de Plasma explícita puede escoger llevar a cabo la conversión de formato de forma inteligente y en el "instante de transmisión", basándose en las características conocidas del sistema de recepción. De forma alternativa, el proceso de transmisión puede convertir las cargas de datos en un formato canónico, con el proceso de recepción que se convierte de forma simétrica del formato canónico al "local". Otra realización lleva a cabo la conversión de formato "en el metal", que significa que los datos se almacenan siempre en formato canónico, incluso en memoria local, y que el hardware de controlador de memoria lleva a cabo en sí mismo la conversión a medida que los datos se recuperan de la memoria y colocados en los registros de la CPU próxima.

Una implementación de proteína mínima (y de sólo lectura) de una realización incluye la operación o comportamiento en una o más aplicaciones o lenguajes de programación que hacen uso de las proteínas. La **figura 30C** es un diagrama de flujo 3050 para el uso de proteínas, según una realización. El funcionamiento comienza por medio de la consulta 3052 de la longitud en bytes de una proteína. El número de entradas de descripts se consulta 3054. El número de ingestas se consulta 3056. Una entrada de descrip se recupera 3058 por número de índice. Una ingesta se recupera 3060 por número de índice.

Las realizaciones descritas en este documento definen también los métodos básicos que permiten que las proteínas se construyan y rellenen con datos, los métodos de asistente que realizan tareas comunes de forma más fácil para programadores y conexiones para la creación de optimizaciones. La **figura 30D** es un diagrama de flujo 3070 para la construcción o generación de proteínas, según una realización. El funcionamiento comienza con la creación 3072 de una nueva proteína. Una serie de entradas de descripts se anexan 3074. Una ingesta se anexa también 3076. La presencia de un descrip coincidente se consulta 3078 y la presencia de una clave de ingesta coincidente se consulta 3080. Dada una clave de ingesta, un valor de ingesta se recupera 3082. La correspondencia de patrones se lleva a cabo 3084 a través de descripts. Los metadatos no estructurados se incrustan 3086 cerca del comienzo de la proteína.

Como se ha descrito más arriba, los slawx proporcionan el nivel más bajo de definición de datos para el intercambio inter-proceso, las proteínas proporcionan conexiones y estructura de nivel medio para la consulta y el filtrado y los grupos proporcionan semántica de acceso y organización de alto nivel. El grupo es un depósito de proteínas, que proporciona caché de estado y secuenciación lineal. El grupo proporciona también acceso multi-proceso por múltiples programas o aplicaciones de numerosos tipos diferentes. Además, el grupo proporciona un conjunto de comportamientos correspondientes de patrones y filtrado comunes y optimizables.

Los grupos de una realización, que puede alojar decenas de miles de proteínas, funcionan para mantener el estado, de forma que los procesos individuales puedan descargar gran parte de la tediosa contabilidad común al código de programa de multi-proceso. Un grupo mantiene o conserva un gran almacenamiento de proteínas anteriores disponibles; el grupo Platonic es explícitamente infinito; de forma que los procesos de participación puedan escanear tanto la parte trasera como delantera en un grupo cuando se desee. El tamaño del almacenamiento es dependiente de implementación, por supuesto, pero en uso común es posible con frecuencia mantener las proteínas en un grupo durante horas o días.

El estilo más común de uso de grupo como se describe en este documento se inclina a una metáfora biológica, en contraste con el enfoque punto a punto mecánico tomado por los marcos de trabajo de comunicación inter-proceso

existentes. El nombre de la proteína alude a la inspiración biológica: las proteínas de datos en grupos están disponibles para la correspondencia de patrones y consulta flexible por un gran número de procesos computacionales, como las proteínas químicas en un organismo vivo están disponibles para el filtrado y correspondencia de patrones por grandes números de agentes celulares.

5 Dos abstracciones adicionales se inclinan en la metáfora biológica, incluyendo el uso de "operarios informáticos" y el marco de trabajo Golgi. Un proceso que participa en un grupo crea generalmente un número de operarios informáticos. Los operarios informáticos son paquetes de código relativamente pequeños que asocian las condiciones coincidentes con los comportamientos de manipulación. Mediante la introducción de uno o más
10 operarios informáticos en un grupo, un proceso configura activadores de rellamada flexibles que encapsulan el estado y reaccionan a nuevas proteínas.

Un proceso que participa en varios grupos generalmente se hereda de una clase de Golgi abstracta. El marco de trabajo Golgi proporciona un número de rutinas útiles para la administración de múltiples grupos y operarios
15 informáticos. La clase de Golgi encapsula también las relaciones padre-hijo, proporcionando un mecanismo para el intercambio de proteína local que no utiliza un grupo.

Una API de grupos proporcionada según una realización está configurada para permitir que los grupos se implementen en una variedad de formas, con el fin de considerarlos tanto para los objetivos específicos del sistema como para las capacidades disponibles de las arquitecturas de red y hardware dadas. Las dos provisiones del sistema fundamentales de las cuales dependen los grupos son una instalación de almacenamiento y unos medios de comunicación de inter-proceso. Los sistemas existentes descritos en este documento utilizan una combinación flexible de memoria compartida, memoria virtual y disco para la instalación de almacenamiento, y colas de IPC y sockets TCP/IP para la comunicación de inter-proceso.

25 La funcionalidad de grupo de una realización incluye, pero no se limita a, lo siguiente: participación en un grupo; colocación de una proteína en un grupo; recuperación de la siguiente proteína invisible desde un grupo; rebobinado o adelanto rápido a través de los contenidos (p. ej., proteínas) dentro un grupo. Adicionalmente, la funcionalidad de grupo puede incluir, pero no se limita a, lo siguiente: configuración de rellamada de grupo de emisión en continuo para un proceso; recuperación de forma selectiva de proteínas que coinciden con patrones particulares de claves de ingestas o descripts; escaneo hacia atrás y hacia delante para proteínas que coinciden con patrones particulares de claves de ingestas o descripts.

35 Las proteínas descritas más arriba se proporcionan a grupos como una forma de compartir los contenidos de datos de proteína con otras aplicaciones. La **figura 31** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye el intercambio de datos mediante el uso de slawx, proteínas y grupos, según una realización. Este entorno de ejemplo incluye tres dispositivos (p. ej., dispositivo X, dispositivo Y, y dispositivo Z, mencionados en conjunto en este documento como los "dispositivos") que comparten datos a través del uso de slawx, proteínas y grupos como se ha descrito más arriba. Cada uno de los dispositivos está acoplado a los tres grupos (p. ej., grupo 1, grupo 2, grupo
40 3). El grupo 1 incluye numerosas proteínas (p. ej., proteína X1, proteína Z2, proteína Y2, proteína X4, proteína Y4) aportadas o transferidas al grupo desde los respectivos dispositivos (p. ej., la proteína Z2 se transfiere o aporta al grupo 1 por el dispositivo Z, etc.). El grupo 2 incluye numerosas proteínas (p. ej., proteína Z4, proteína Y3, proteína Z1, proteína X3) aportadas o transferidas al grupo desde los respectivos dispositivos (p. ej., la proteína Y3 se transfiere o aporta al grupo 2 por el dispositivo Y, etc.). El grupo 3 incluye numerosas proteínas (p. ej., proteína Y1, proteína Z3, proteína X2) aportadas o transferidas al grupo desde los respectivos dispositivos (p. ej., la proteína X2 se transfiere o aporta al grupo 3 por el dispositivo X, etc.). Aunque el ejemplo descrito más arriba incluye tres dispositivos acoplados o conectados entre tres grupos, cualquier número de dispositivos puede estar acoplado o conectado de cualquier manera o combinación entre cualquier número de grupos y cualquier grupo puede incluir cualquier número de proteínas aportado desde cualquier número o combinación de dispositivos. Las proteínas y
50 grupos de este ejemplo son como se ha descrito más arriba con referencia a las figuras 25-30.

La **figura 32** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos y numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) se utilizan para permitir que los numerosos programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos generados por los dispositivos, según una realización. Este sistema es un ejemplo de una configuración o escenario de control interactivo de multi-equipos, multi-dispositivos, multi-usuario. Más particularmente, en este ejemplo, un sistema interactivo, que comprende múltiples dispositivos (p. ej., dispositivo A, B, etc.) y un número de programas (p. ej., aplicaciones AA-AX, aplicaciones BA-BX, etc.) que se ejecutan en los dispositivos utiliza las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) para permitir que
60 los programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos generados por estos dispositivos de entrada.

En este ejemplo, cada dispositivo (p. ej., dispositivo A, B, etc.) traduce los datos sin procesar separados generados por o producidos desde los programas (p. ej., aplicaciones AA-AX, aplicaciones BA-BX, etc.) que se ejecutan en ese dispositivo respectivo en proteínas de Plasma y deposita esas proteínas en un grupo de Plasma. Por ejemplo, el programa AX genera datos o información de salida y proporciona la información de salida al dispositivo A que, a su
65

vez, traduce los datos sin procesar en proteínas (p. ej., proteína 1A, proteína 2A, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo. Como otro ejemplo, el programa BC genera datos y proporciona los datos al dispositivo B que, a su vez, traduce los datos en proteínas (p. ej., proteína 1B, proteína 2B, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo.

5 Cada proteína contiene una lista de descripciones que especifica los datos o información de salida registrada por la aplicación así como la información de identificación para el programa en sí mismo. Cuando sea posible, los descripciones de proteína pueden asignar también un significado semántico general para la acción o evento de salida. La carga de datos de la proteína (p. ej., ingestas) lleva el conjunto completo de información de estado útil para el evento de programa.

10 Las proteínas, como se ha descrito más arriba, están disponibles en el grupo para el uso por cualquier programa o dispositivo acoplado o conectado al grupo, en cualquier caso del tipo del programa o dispositivo. Por consiguiente, cualquier número de programas que se ejecutan en cualquier número de equipos puede extraer proteínas de evento desde el grupo de entrada. Estos dispositivos solo necesitan ser capaces de participar en el grupo a través del bus de memoria local o una conexión de red con el fin de extraer proteínas desde el grupo. Una consecuencia inmediata de esto es la posibilidad beneficiosa de desacoplamiento de procesos que son responsables de la generación de eventos de procesamiento a partir de aquellos que utilizan o interpretan los eventos. Otra consecuencia es la multiplexación de fuentes y consumidores de eventos de forma que los dispositivos puedan ser controlados por una persona o se puedan utilizar de forma simultánea por varias personas (p. ej., un marco de trabajo de entrada basado en Plasma soporta muchos usuarios simultáneos), mientras que los flujos de evento resultantes son a su vez visibles para múltiples consumidores de evento.

25 Como un ejemplo, el dispositivo C puede extraer una o más proteínas (p. ej., proteína 1A, proteína 2A, etc.) desde el grupo. Después de la extracción de proteína, el dispositivo C puede utilizar los datos de la proteína, recuperados o leídos desde el flujo de los descripciones e ingestas de la proteína, los eventos en procesamiento a los cuales corresponden los datos de proteína. Como otro ejemplo, el dispositivo B puede extraer una o más proteínas (p. ej., proteína 1C, proteína 2A, etc.) desde el grupo. Después de la extracción de proteína, el dispositivo B puede utilizar los datos de la proteína en los eventos de procesamiento a los cuales corresponden los datos de proteína.

30 Los dispositivos y/o programas acoplados o conectados a un grupo pueden echar un vistazo hacia atrás y hacia delante en el grupo buscando secuencias particulares de proteínas. Con frecuencia es útil, por ejemplo, configurar un programa para esperar la aparición de una proteína que se corresponda con un cierto patrón, echar entonces un vistazo atrás para determinar si esta proteína ha aparecido en conjunto con otras determinadas. Esta facilidad para hacer uso del historial de evento almacenado en el grupo de entrada con frecuencia hace el código de administración de estado de escritura innecesario o al menos reduce de forma significativa la dependencia de tales patrones de codificación no deseados.

40 La **figura 33** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos y numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y flujo) se utilizan para permitir que los numerosos programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos generados por los dispositivos, según una realización alternativa. Este sistema es un ejemplo de una configuración o escenario de control interactivo de multi-equipos, multi-dispositivo, multi-usuario. Más particularmente, en este ejemplo, un sistema interactivo, que comprende múltiples dispositivos (p. ej., dispositivos X e Y, acoplados a los dispositivos A y B, respectivamente) y un número de programas (p. ej., aplicaciones AA-AX, aplicaciones BA-BX, etc.) que se ejecutan en uno o más equipos (p. ej., dispositivo A, dispositivo B, etc.) utiliza las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y flujo) para permitir que los programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos generados por estos dispositivos de entrada.

50 En este ejemplo, cada dispositivo (p. ej., dispositivos X e Y, acoplados a los dispositivos A y B, respectivamente) se administra y/o acopla para ejecutarse según o en asociación con uno o más programas alojados en el dispositivo respectivo (p. ej., dispositivo A, dispositivo B, etc.) que traduce los datos sin procesar separados generados por el hardware de dispositivo (p. ej., dispositivo X, dispositivo A, dispositivo Y, dispositivo B, etc.) en proteínas de Plasma y deposita esas proteínas en un grupo de Plasma. Por ejemplo, el dispositivo X que se ejecuta en asociación con la aplicación AB alojada en el dispositivo A genera datos sin procesar, traduce los datos sin procesar separados en proteínas (p. ej., proteína 1A, proteína 2A, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo. Como otro ejemplo, el dispositivo X que se ejecuta en asociación con la aplicación AT alojada en el dispositivo A genera datos sin procesar, traduce los datos sin procesar separados en proteínas (p. ej., proteína 1A, proteína 2A, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo. Como otro ejemplo, el dispositivo Z que se ejecuta en asociación con la aplicación CD alojada en el dispositivo C genera datos sin procesar, traduce los datos sin procesar separados en proteínas (p. ej., proteína 1C, proteína 2C, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo.

65 Cada proteína contiene una lista de descripciones que especifica la acción registrada por el dispositivo de entrada así como la información de identificación para el dispositivo en sí mismo. Cuando sea posible, los descripciones de proteína pueden asignar también un significado semántico general para la acción de dispositivo. La carga de los datos de la proteína (p. ej., ingestas) lleva el conjunto completo de la información de estado útil para el evento del dispositivo.

Las proteínas, como se ha descrito más arriba, están disponibles en el grupo para su uso por cualquier programa o dispositivo acoplado o conectado al grupo, independientemente del tipo de programa o dispositivo. Por consiguiente, cualquier número de programas que se ejecutan en cualquier número de equipos pueden extraer proteínas de evento desde el grupo de entrada. Estos dispositivos solo necesitan ser capaces de participar en el grupo a través tanto del bus de memoria local como de una conexión de red con el fin de extraer proteínas del grupo. Una consecuencia inmediata de esto es la posibilidad beneficiosa de los procesos de desacoplamiento que son responsables de la generación de eventos de procesamiento a partir de aquellos que utilizan o interpretan los eventos. Otra consecuencia es la multiplexación de fuentes y consumidores de eventos de forma que los dispositivos de entrada puedan ser controlados por una persona o puedan ser utilizados de forma simultánea por varias personas (p. ej., un marco de trabajo de entrada basado en Plasma soporta muchos usuarios simultáneos), mientras que los flujos de evento resultantes son a su vez visibles para los múltiples consumidores de evento.

Los dispositivos y/o programas acoplados o conectados a un grupo pueden echar un vistazo hacia atrás y hacia delante en el grupo buscando secuencias particulares de proteínas. Con frecuencia es útil, por ejemplo, configurar un programa para esperar la aparición de una proteína que se corresponda con un cierto patrón, echar entonces un vistazo atrás para determinar si esta proteína ha aparecido en conjunto con otras determinadas. Esta facilidad para hacer uso del historial de evento almacenado en el grupo de entrada con frecuencia hace el código de administración de estado de escritura innecesario o al menos reduce de forma significativa la dependencia de tales patrones de codificación no deseados.

La **figura 34** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos de entrada acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) se utilizan para permitir que los numerosos programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos generados por los dispositivos de entrada, según otra realización alternativa. Este sistema es un ejemplo de una configuración o escenario de control interactivo de multi-equipo, multi-dispositivo, multi-usuario. Más particularmente, en este ejemplo, un sistema interactivo, que comprende múltiples dispositivos de entrada (p. ej., dispositivos de entrada A, B, BA y BB, etc.) y un número de programas (no mostrado) que se ejecutan en uno o más equipos (p. ej., dispositivo A, dispositivo B, etc.) utiliza las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) para permitir que los programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos generados por estos dispositivos de entrada.

En este ejemplo, cada dispositivo de entrada (p. ej., dispositivos de entrada A, B, BA y BB, etc.) es administrado por un programa controlador de software alojado en el dispositivo respectivo (p. ej., dispositivo A, dispositivo B, etc.) que traduce los datos sin procesar separados generados por el hardware de dispositivo de entrada en proteínas de Plasma y deposita esas proteínas en un grupo de Plasma. Por ejemplo, el dispositivo de entrada A genera datos sin procesar y proporciona los datos sin procesar al dispositivo A que, a su vez, traduce los datos sin procesar separados en proteínas (p. ej., proteína 1A, proteína 2A, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo. Como otro ejemplo, el dispositivo de entrada BB genera datos sin procesar y proporciona los datos sin procesar al dispositivo B que, a su vez, traduce los datos sin procesar separados en proteínas (p. ej., proteína 1 B, proteína 3B, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo.

Cada proteína contiene una lista de descripciones que especifica la acción registrada por el dispositivo de entrada así como la información de identificación para el dispositivo en sí mismo. Cuando sea posible, los descripciones de proteína pueden asignar también un significado semántico general para la acción del dispositivo. La carga de datos de la proteína (p. ej., ingestas) lleva el conjunto completo de información de estado útil para el evento de dispositivo.

Para ilustrar, aquí son proteínas de ejemplo para dos eventos típicos en tal sistema. Las proteínas se representan aquí como texto no obstante, en una implementación real, las partes constituyentes de estas proteínas son paquetes de datos introducidos (p. ej., slaw). La proteína que describe una pose de "clic con un dedo" g-speak (descrita en las aplicaciones relacionadas) es la siguiente:

```
[Descripts: { point, engage, one, onefinger-engage, hand, pilot-id-02, hand-id-23 }
Ingests: { pilot-id => 02, hand-id => 23, pos => [ 0.0, 0.0, 0.0 ] angle-axis => [ 0.0, 0.0, 0.0, 0.707 ] gripe => ..^:vx time => 184437103.29}]
```

Como un ejemplo adicional, la proteína que describe un clic del ratón es la siguiente:

```
[Descripts: { point, click, one, mouseclick, button-one,
```



```

mouse-id-02 }
Ingests: { mouse-id => 23,
pos => [ 0.0, 0.0, 0.0 ]
time => 184437124.80}}

```

5 Tanto una como ambas proteínas de muestra anteriores podrían causar que un programa de participación de un dispositivo host ejecute una porción particular de su código. Estos programas pueden estar interesados en las etiquetas semánticas generales: lo más general de todo, "point" (punto) o el par más específico "engage one" (acoplar uno). Pueden buscar eventos que serían generados de forma plausible solo por un dispositivo preciso: 10 "one-finger-engage" (acoplamiento de un dedo) o incluso un objeto de agregación único "hand-id-23" (mano id 23).

15 Las proteínas, como se ha descrito más arriba, están disponibles en el grupo para su uso por cualquier programa o dispositivo acoplado o conectado al grupo, independientemente del tipo de programa o dispositivo. Por consiguiente, cualquier número de programas que se ejecutan en cualquier número de equipos pueden extraer proteínas de evento desde el grupo de entrada. Estos dispositivos solo necesitan ser capaces de participar en el grupo a través tanto del bus de memoria local como de una conexión de red con el fin de extraer proteínas del grupo. Una consecuencia inmediata de esto es la posibilidad beneficiosa de los procesos de desacoplamiento que son responsables de la generación de "eventos de entrada" a partir de aquellos que utilizan o interpretan los eventos. Otra consecuencia es la multiplexación de fuentes y consumidores de eventos de forma que los dispositivos de 20 entrada puedan ser controlados por una persona o puedan ser utilizados de forma simultánea por varias personas (p. ej., un marco de trabajo de entrada basado en Plasma soporta muchos usuarios simultáneos), mientras que los flujos de evento resultantes son a su vez visibles para los múltiples consumidores de evento.

25 Como un ejemplo o uso de proteína, el dispositivo C puede extraer una o más proteínas (p. ej., proteína 1B, etc.) desde el grupo. Después de la extracción de proteína, el dispositivo C puede utilizar los datos de la proteína, recuperados o leídos desde el slaw de los descriptores e ingestas de la proteína, procesando los eventos de entrada de los dispositivos de entrada CA y CC a los cuales corresponden los datos de proteína. Como otro ejemplo, el dispositivo A puede extraer una o más proteínas (p. ej., proteína 1B, etc.) desde el grupo. Después de la extracción de proteína, el dispositivo A puede utilizar los datos de la proteína en los eventos de entrada de procesamiento del 30 dispositivo de entrada A, a los cuales corresponden los datos de proteína.

35 Los dispositivos y/o programas acoplados o conectados a un grupo pueden echar un vistazo hacia atrás y hacia delante en el grupo buscando secuencias particulares de proteínas. Con frecuencia es útil, por ejemplo, configurar un programa para esperar la aparición de una proteína que se corresponda con un cierto patrón, echar entonces un vistazo atrás para determinar si esta proteína ha aparecido en conjunto con otras determinadas. Esta facilidad para hacer uso del historial de evento almacenado en el grupo de entrada con frecuencia hace el código de administración de estado de escritura innecesario o al menos reduce de forma significativa la dependencia de tales patrones de codificación no deseados.

40 Los ejemplos de dispositivos de entrada que se utilizan en las realizaciones del sistema descrito en este documento incluyen sensores de introducción gestual, teclados, ratón, controles remotos de infrarrojos tales como los utilizados en electrónica de consumo y objetos de medios tangibles orientados hacia las tareas, por nombrar algunos.

45 La **figura 35** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) se utilizan para permitir que los numerosos programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos gráficos generados por los dispositivos, según otra realización alternativa. Este sistema es un ejemplo de un sistema que comprende múltiples programas en ejecución (p. ej., gráficos A-E) y uno o más dispositivos de visualización (no mostrados), en los cuales la información de salida gráfica de algunos o todos los programas está disponible para otros programas de una manera coordinada 50 mediante el uso de las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) para permitir que los programas en ejecución compartan y respondan de forma colectiva a los eventos gráficos generados por los dispositivos.

55 Con frecuencia es útil para un programa informático visualizar gráficos generados por otro programa. Varios ejemplos comunes incluyen aplicaciones de videoconferencia, programas demo y presentación de diapositivas basada en red y gestor de ventanas. Según esta configuración, el grupo se utiliza como una biblioteca de Plasma para implementar un marco de trabajo generalizado que encapsula vídeo, uso compartido de aplicación de red y administración de ventana y permite a los programadores añadir un número de características no comúnmente disponibles en las versiones actuales de tales programas.

60 Los programas (p. ej., gráficos A-E) que se ejecutan en el entorno de composición de Plasma participan en un grupo de coordinación a través de acoplamientos y/o conexiones al grupo. Cada programa puede depositar proteínas en ese grupo para indicar la disponibilidad de fuentes gráficas de diversos tipos. Los programas que están disponibles para visualizar los gráficos depositan también proteínas para indicar sus capacidades de visualizaciones, seguridad y perfiles de usuario y ubicaciones de red y físicas. 65

Los datos gráficos se pueden transmitir también a través de grupos, o los programas de visualización se pueden orientar a los recursos de red de otros tipos (flujos RTSP, por ejemplo). La frase “datos gráficos” como se utiliza en este documento se refiere a una variedad de diferentes representaciones que se encuentran a lo largo de un amplio continuo; los ejemplos de los datos gráficos incluyen pero no se limitan a los ejemplos literales (p. ej., una “imagen” o bloque de píxeles), ejemplos de procedimiento (p. ej., una secuencia de directivas de “dibujo”, tales como las que fluyen hacia abajo de una tubería OpenGL típica) y ejemplos descriptivos (p. ej., instrucciones que combinan otras construcciones gráficas por medio de las operaciones de composición, recorte y transformación geométrica).

En una máquina local, los datos gráficos se pueden entregar a través de optimizaciones de controlador de visualización de plataforma específica. Incluso cuando los gráficos no se transmiten a través de grupos, con frecuencia una captura de pantalla periódica se almacenará en el grupo de coordinación para que los clientes sin acceso directo a las fuentes más esotéricas puedan visualizar aún los gráficos degradados.

Una ventaja del sistema descrito aquí es que a diferencia de la mayoría de los protocolos de red y marcos de trabajo de paso de mensaje, los grupos mantienen un búfer de datos significativo. De este modo, los programas pueden rebobinar en un grupo considerando el acceso y los patrones de uso (en el caso del grupo de coordinación) o extrayendo marcos gráficos previos (en el caso de los grupos gráficos).

La **figura 36** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) se utilizan para permitir la inspección, visualización y depuración cortafuegos de los programas en ejecución, según otra realización alternativa. Este sistema es un ejemplo de un sistema que comprende múltiples programas en ejecución (p. ej., programa P-A, programa P-B, etc.) en múltiples dispositivos (p. ej., dispositivo A, dispositivo B, etc.) en los cuales algunos programas acceden al estado interno de otros programas mediante el uso o a través de grupos.

Los sistemas informáticos más interactivos comprenden muchos programas que se ejecutan uno junto a otro, tanto en una máquina única como en múltiples máquinas y que interactúan a través de una red. Los sistemas multi-programa pueden ser difíciles de configurar, analizar y depurar porque los datos de ejecución están ocultos dentro de cada proceso y difíciles de acceder. El marco de trabajo generalizado y las construcciones de una realización descritas en este documento permiten a los programas en ejecución hacer que muchos de sus datos estén disponibles a través de grupos de forma que otros programas puedan inspeccionar su estado. Este marco de trabajo permite herramientas de depuración que son más flexibles que los depuradores convencionales, herramientas de mantenimiento de sistema sofisticadas y arneses de visualización configurados para permitir a los operadores humanos analizar en detalle la secuencia de estados a través de la que han pasado un programa o programas.

En referencia a la figura 36, un programa (p. ej., programa P-A, programa P-B, etc.) que se ejecuta en este marco de trabajo genera o crea un grupo de proceso tras el comienzo del programa. Este grupo está registrado en el calendario del sistema y se aplican los controles de acceso y seguridad. Más particularmente, cada dispositivo (p. ej., dispositivo A, B, etc.) traduce datos sin procesar separados generados por o producidos desde los programas (p. ej., programa P-A, programa P-B, etc.) que se ejecutan en ese dispositivo respectivo en las proteínas de Plasma y deposita esas proteínas en un grupo de Plasma. Por ejemplo, el programa P-A genera datos o información de salida y proporciona la información de salida al dispositivo A que, a su vez, traduce los datos sin procesar en proteínas (p. ej., proteína 1A, proteína 2A, proteína 3A, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo. Como otro ejemplo, el programa P-B genera datos y proporciona los datos al dispositivo B que, a su vez, traduce los datos en proteínas (p. ej., proteínas 1B-4B, etc.) y deposita esas proteínas en el grupo.

Para la duración de la vida útil del programa, otros programas con suficientes permisos de acceso pueden adjuntarse al grupo y leer las proteínas que el programa deposita; este representa la modalidad de inspección básica y es una propuesta conceptualmente “unidireccional” o “de solo lectura”: las entidades interesadas en un programa P-A inspeccionan el flujo de la información de estado depositada por P-A en su grupo de proceso. Por ejemplo, un programa de inspección o aplicación que se ejecuta en el dispositivo C puede extraer una o más proteínas (p. ej., proteína 1A, proteína 2A, etc.) del grupo. Después de la extracción de proteína, el dispositivo C puede utilizar los datos de la proteína, recuperados o leídos desde el slaw de los descriptores e ingestas de la proteína, para acceder, interpretar e inspeccionar el estado interno del programa P-A.

Cabe recordar no obstante que el sistema de Plasma no es solo un esquema de transmisión de cortafuegos eficaz sino también un entorno de mensajería omnidireccional, varios modos adicionales soportan la inspección de estado programa-a-programa. Un programa de inspección autorizado puede depositar en sí mismo proteínas en el grupo de proceso del programa P para influir en o controlar las características de la información de estado producida y colocada en ese grupo de proceso (que, después de todo, el programa P no solo escribe en él sino que lee desde el mismo).

La **figura 37** es un diagrama de bloques de un entorno de procesamiento que incluye múltiples dispositivos acoplados entre numerosos programas que se ejecutan en uno o más de los dispositivos en los cuales las construcciones de Plasma (p. ej., grupos, proteínas y slaw) se utilizan para permitir la influencia o control de las

características de la información de estado producida y colocada en ese grupo de proceso, según una realización alternativa adicional. En este ejemplo de sistema, el programa de inspección del dispositivo C puede solicitar por ejemplo que los programas (p. ej., programa P-A, programa P-B, etc.) depositen más estado que normal en el grupo, tanto durante un instante único como durante una duración particular. Mejor dicho, al prefigurar el siguiente "nivel" de comunicación de depuración, un programa interesado puede solicitar que los programas (p. ej., programa P-A, programa P-B, etc.) emitan una proteína que incluya los objetos existentes en su entorno ejecutable que son capaces de y están disponibles para la interacción a través del grupo de depuración. Informado de este modo, el programa interesado puede "dirigir" a las personas entre los objetos en la ejecución de programas, colocando proteínas en el grupo de proceso que un objeto particular solo iniciará y responderá. El programa interesado podría, por ejemplo, solicitar que un objeto emita una proteína de informa que describa los valores instantáneos de todos sus variables de componente. Incluso de forma más significativa, el programa interesado puede, a través de otras proteínas, dirigir un objeto para cambiar su comportamiento o sus valores de variables.

Más específicamente, en este ejemplo, la aplicación de inspección del dispositivo C coloca en el grupo una solicitud (en la forma de una proteína) para una lista de objeto (p. ej., "lista de objeto de solicitud") que es extraída entonces por cada dispositivo (p. ej., dispositivo A, dispositivo B, etc.) acoplado al grupo. En respuesta a la solicitud, cada dispositivo (p. ej., dispositivo A, dispositivo B, etc.) coloca en el grupo una proteína (p. ej., proteína 1A, proteína 1B, etc.) que incluye los objetos existentes en su entorno ejecutable que son capaces de forma individual de y están disponibles para la interacción a través del grupo de depuración.

Informado de este modo a través del listado de los dispositivos y en respuesta al listado de los objetos, la aplicación de inspección del dispositivo C dirige a las personas entre los objetos en el tiempo de ejecución de los programas, colocando las proteínas en el grupo de proceso que un objeto particular solo iniciará y responderá. La aplicación de inspección del dispositivo C puede, por ejemplo, colocar una proteína de solicitud (p. ej., proteína "informe de solicitud P-A-O", "informe de solicitud P-B-O") en el grupo que un objeto (p. ej., objeto P-A-O, objeto P-B-O, respectivamente) emite una proteína de informa (p. ej., proteína 2A, proteína 2B, etc.) que describe los valores instantáneos de todas sus variables de componente. Cada objeto (p. ej., objeto P-A-O, objeto P-B-O) extrae su solicitud (p. ej., proteína "informe de solicitud P-A-O", "informe de solicitud P-B-O", respectivamente) y en respuesta, coloca una proteína en el grupo que incluye el informe solicitado (p. ej., proteína 2A, proteína 2B, respectivamente). El dispositivo C extrae entonces las diversas proteínas de informe (p. ej., proteína 2A, proteína 2B, etc.) y toma medidas de procesamiento posteriores según sea apropiado para el contenido de los informes.

De esta forma, el uso de Plasma como un medio de intercambio tiende por último a mermar la distinción entre depuración, control de proceso y coordinación y comunicación programa-a-programa.

Para esto último, el marco de trabajo de Plasma generalizado permite que los programas de análisis y visualización sean diseñados de una forma ligeramente acoplada. Una herramienta de visualización que muestra los patrones de acceso de memoria, por ejemplo, podrían utilizarse en conjunto con cualquier programa que genere sus lecturas y escrituras de memoria básica a un grupo. Los programas que se someten a análisis no necesitan conocer la existencia o diseño de la herramienta de visualización y viceversa.

El uso de grupos de las maneras descritas más arriba no afecta excesivamente al rendimiento del sistema. Por ejemplo, las realizaciones han permitido el depósito de varios cientos de miles de proteínas por segundo en un grupo, de forma que la habilitación incluso de salida de datos relativamente verbosos no limite visiblemente el carácter de capacidad de respuesta o interactivo de la mayoría de los programas.

El SOE descrito en este documento incluye y/o se ejecuta bajo y/o en asociación con un sistema de procesamiento. El sistema de procesamiento incluye cualquier recopilación de dispositivos basados en procesador o dispositivos informáticos que funcionan juntos o componentes de dispositivos o sistemas de procesamiento, como se conoce en la técnica. Por ejemplo, el sistema de procesamiento puede incluir uno o más de un ordenador portátil, dispositivo de comunicación portátil que funciona en una red de comunicación y/o un servidor de red. El ordenador portátil puede ser cualquiera de un número y/o combinación de dispositivos seleccionados de entre los ordenadores personales, teléfonos móviles, asistentes digitales personales, dispositivos de computación portátiles y dispositivos de comunicación portátiles, pero no se limita a ellos. El sistema de procesamiento puede incluir componentes dentro de un sistema informático mayor.

El sistema de procesamiento de una realización incluye al menos un procesador y al menos un dispositivo de memoria o subsistema. El sistema de procesamiento puede incluir también o estar acoplado al menos a una base de datos. El término "procesador" como se utiliza generalmente en este documento se refiere a cualquier unidad de procesamiento lógica, como una o más unidades de procesamiento central (CPU), procesadores de señal digitales (DSP), circuitos integrados específicos de aplicación (ASIC), etc. El procesador y la memoria pueden estar integrados de forma monolítica en un chip único, distribuidos entre un número de chips o componentes de un sistema host y/o proporcionados por alguna combinación de algoritmos. Los métodos descritos en este documento se pueden implementar en uno o más circuitos, componentes, hardware, firmware, programas, algoritmo(s) de software, en cualquier combinación.

Los componentes del sistema que encarnan los sistemas y métodos descritos en este documento se pueden ubicar juntos o en ubicaciones independientes. Por consiguiente, los componentes del sistema que encarnan los sistemas y métodos descritos en este documento pueden ser componentes de un sistema único, múltiples sistemas y/o sistemas separados geográficamente. Estos componentes pueden ser también subcomponentes o subsistemas de un sistema único, múltiples sistemas y/o sistemas separados geográficamente. Estos componentes pueden estar acoplados a uno o más componentes distintos de un sistema host o un sistema acoplado al sistema host.

Las rutas de comunicación acoplan los componentes del sistema e incluyen cualquier medio para la comunicación o transferencia de archivos entre los componentes. Las rutas de comunicación incluyen conexiones inalámbricas, conexiones por cable y conexiones inalámbricas/por cable híbridas. Las rutas de comunicación incluyen también acoplamientos o conexiones a redes que incluyen redes de área local (LAN), redes de área metropolitana (MAN), redes de área amplia (WAN), redes privadas, redes secundarias o entre centrales e Internet. Además, las rutas de comunicación incluyen medios fijos extraíbles como disquetes, unidades de disco duro y discos CD-ROM, así como memoria flash, conexiones bus serial universal (USB), conexiones RS-232, líneas de teléfonos, bus y mensajes de correo electrónico.

A menos que el contexto requiera claramente lo contrario, a través de la descripción, las palabras “comprenden”, “que comprenden” y similares se van a interpretar en un sentido inclusivo al contrario que un sentido exclusivo o exhaustivo; es decir, en un sentido de “que incluye, pero no se limita a”. Las palabras que utilizan el número singular o plural incluyen también el número plural o singular respectivamente. De forma adicional, las palabras “en este documento”, “en lo sucesivo”, “más arriba”, “a continuación” y palabras de similar importancia se refieren a esta solicitud como un conjunto y no a cualquier parte particular de esta solicitud. Cuando la palabra “o” se utiliza en referencia a una lista de dos o más elementos, la palabra abarca todas las siguientes interpretaciones de la palabra: cualquiera de los elementos en la lista, todos los elementos en la lista y cualquier combinación de los elementos en la lista.

La descripción anterior de las realizaciones del SOE no está destinada a ser exhaustiva o a limitar los sistemas y métodos descritos a la forma precisa revelada. Aunque realizaciones específicas de, y ejemplo para, el SOE se describen en este documento con fines ilustrativos, diversas modificaciones equivalentes son posibles dentro del ámbito de otros sistemas y métodos, que los expertos en la técnica reconocerán. Las enseñanzas del SOE proporcionadas en este documento pueden aplicarse a otros métodos y sistemas de procesamiento, no solo para los sistemas y métodos descritos más arriba.

Los elementos y acciones de las diversas realizaciones descritas más arriba se pueden combinar para proporcionar realizaciones adicionales. Estos y otros cambios se pueden realizar al SOE a la luz de la descripción detallada más arriba.

En general, en las siguientes reivindicaciones, los términos utilizados no se deberían interpretar como que limitan las realizaciones a las realizaciones específicas reveladas en la especificación y las reivindicaciones, pero deberían interpretarse como que incluyen todos los sistemas que operan según las reivindicaciones. Por consiguiente, las realizaciones no están limitadas por la revelación de este documento, pero en su lugar el ámbito de las realizaciones se va a determinar por completo por las reivindicaciones.

Aunque ciertos aspectos de las realizaciones se presentan más abajo en ciertos formularios de reivindicación, los inventores contemplan los diversos aspectos de las realizaciones en cualquier número de formularios de reivindicación. Por consiguiente, los inventores se reservan el derecho de añadir reivindicaciones adicionales después de presentar la solicitud para proseguir tales formularios de reivindicación para otros aspectos de las realizaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado informático para la navegación a través de un espacio de datos, comprendiendo el método:
- 5 detección (202) de un gesto de un cuerpo (10, 102) a partir de datos gestuales recibidos a través de un detector (104A - 104D), en la que los datos gestuales son datos de ubicación de tres espacios absolutos de un estado instantáneo del cuerpo en un punto en el tiempo y espacio físico, comprendiendo la detección medios de procesamiento (105-107; 2005-2007) que llevan a cabo pasos de:
- 10 identificación (204) de los gestos mediante el uso de datos gestuales;
 traducción (206) del gesto a una señal gestual;
 generación de una representación espacial del espacio de datos y disposición del conjunto de datos dentro de la representación espacial, basada en una característica del conjunto de datos que puede ser controlada por un parámetro, en la que el espacio de datos es un espacio de representación de datos que comprende el conjunto de datos representado en el espacio físico, en el que el espacio de datos excluye los datos gestuales;
- 15 generación de una representación visual del espacio de datos para incluir una pluralidad de trama de datos generadas en un sistema de coordenadas que coincide con la representación espacial del espacio de datos y un sistema de coordenadas del espacio físico, en el que cada trama de datos se genera de forma que una pluralidad de dimensiones de cada trama de datos está alineada con una pluralidad de dimensiones del espacio físico; y
- 20 sincronización de la señal gestual con la representación visual del espacio de datos; y navegación (208) a través del espacio de datos en respuesta a la señal gestual.
- 25 2. El método de la reivindicación 1, que comprende la alienación de un eje de control de parámetro del conjunto de datos con una dimensión del espacio físico, en el que la dimensión es al menos una de una dimensión de profundidad, una dimensión horizontal, una dimensión vertical y una dimensión lateral, en el que la navegación comprende el movimiento a lo largo de la dimensión para efectuar una traducción de un espacio de datos a lo largo del eje de control de parámetro, en el que la navegación comprende la navegación a espacios de parámetro cuantificados del espacio de datos.
3. El método de la reivindicación 1, en el que la detección incluye la detección de al menos una de las posiciones de evolución del cuerpo, una orientación de evolución del cuerpo, una pose de evolución del cuerpo, en la que la pose es una disposición geométrica de una parte del cuerpo relativa al menos a otra parte del cuerpo y el movimiento de evolución del cuerpo.
- 35 4. El método de la reivindicación 1, que comprende:
- 40 el análisis del gesto en una secuencia de eventos gestuales;
 la identificación de los gestos, en el que la identificación del gesto incluye la identificación de al menos una de las posiciones de evolución del cuerpo, la orientación del cuerpo, la pose del cuerpo y el movimiento del cuerpo;
 la generación de una representación de los eventos gestuales de la secuencia de eventos gestuales;
 la distribución de la representación de los eventos gestuales al menos a un componente de control acoplado al espacio de datos;
- 45 al menos una de las sincronizaciones de la representación de los eventos gestuales con una representación gráfica del espacio de datos, sincronización de la representación de los eventos gestuales con una representación gráfica de la navegación a través del espacio de datos, sincronización de la representación de los eventos gestuales con una representación auditiva del espacio de datos y sincronización de la representación de los eventos gestuales con una representación auditiva de la navegación a través del espacio de datos.
- 50 5. El método de la reivindicación 1, en el que el conjunto de datos representa al menos una de las informaciones espaciales, la información espacial de al menos uno de los fenómenos, eventos, mediciones, observaciones y estructura e información no espacial.
- 55 6. El método de la reivindicación 1, que comprende:
- representación del conjunto de datos en una pluralidad de tramas de datos que son representaciones gráficas de una pluralidad de regiones del espacio de datos;
 visualización de cada trama de datos como una trama visible en una pantalla.
- 60 7. El método de la reivindicación 6, en el que al menos uno de los tamaños y una relación de aspecto de la trama de datos coincide con el tamaño y la relación de aspecto de la visualización, un vector central y normal de la trama de datos coinciden con el vector central y normal de la visualización, y una posición y una orientación de la trama de datos coinciden con la posición y la orientación de la visualización.
- 65 8. El método de la reivindicación 6, en el que cada trama de datos comprende elementos de datos

gráficos que representan elementos del conjunto de datos, en el que los elementos de datos gráficos son al menos uno de los elementos estáticos y elementos dinámicos.

- 5 9. El método de la reivindicación 6, en el que la trama de datos es una construcción bidimensional, en la que la trama de datos reside en un entorno de representación gráfico tridimensional que tiene un sistema de coordenadas que coincide con las coordenadas que describen un entorno local que incluye el cuerpo.
- 10 10. El método de la reivindicación 6, en el que la navegación a través del espacio de datos comprende la navegación a través de la pluralidad de tramas de datos.
11. El método de la reivindicación 6, que comprende:
 detección de una primera pose del cuerpo;
 activación de la interacción de retroceso en respuesta a la detección de la primera pose;
 15 registro de una primera posición en la cual se introduce la primera pose, en el que la primera posición es una posición de mano en tres espacios
 definición de la primera posición como un origen, en el que las posiciones del cuerpo detectadas posteriores se notifican como desplazamientos relativos al origen.
- 20 12. El método de la reivindicación 11, que comprende la detección de un gesto por la detección del movimiento del cuerpo, en el que la detección comprende la detección de un primer movimiento del cuerpo, en el que el primer movimiento es un movimiento a lo largo de un eje hacia la visualización, en el que el eje se define como un eje normal a una superficie de vista de la visualización.
- 25 13. El método de la reivindicación 12, en el que, en respuesta al primer movimiento del cuerpo, la navegación comprende el desplazamiento de la pluralidad de tramas de datos a lo largo del eje, en el que más del plano en el cual la disposición de las tramas de datos se vuelven visibles, en el que una primera trama visible representada en la pantalla se visualiza para retroceder desde la pantalla y las tramas de datos vecinas de la primera trama de datos se vuelven visibles.
- 30 14. El método de la reivindicación 12, en el que, en respuesta al primer movimiento del cuerpo, la navegación comprende el desplazamiento de la pluralidad de tramas de datos a lo largo del eje desde una trama de datos actual, en el que las tramas de datos se trasladan hacia abajo, en el que la trama de datos actual es la trama de datos actualmente representada en la pantalla, en el que una aparición de cada trama de datos varía en
 35 respuesta al desplazamiento, en el que las tramas de datos posicionadas debajo de la trama de datos actual asumen un grado relativamente alto de transparencia y desenfoque, en el que la trama de datos actual se convierte en visible y comienza a asumir un grado de transparencia y desenfoque, en el que las tramas de datos posicionadas sobre la trama de datos actual asumen un grado relativamente bajo de transparencia y desenfoque y se vuelven visibles.
- 40 15. El método de la reivindicación 12, en el que la detección comprende la detección de un segundo movimiento del cuerpo, en el que el segundo movimiento es un movimiento a lo largo del eje fuera de la pantalla.
- 45 16. El método de la reivindicación 15, en el que, en respuesta al segundo movimiento del cuerpo, la navegación comprende el desplazamiento de la pluralidad de tramas de datos a lo largo del eje, en el que menos del plano en el cual se disponen las tramas de datos se vuelve visible, en el que la primera trama visible representada en la pantalla se visualiza para lindar desde la pantalla y las tramas de datos vecinas de la primera trama de datos se vuelve menos visible.
- 50 17. El método de la reivindicación 15, en el que, en respuesta al segundo movimiento del cuerpo, la navegación comprende el desplazamiento de la pluralidad de tramas de datos a lo largo del eje desde una trama de datos actual, en el que las tramas de datos se trasladan hacia arriba, en el que la trama de datos actual es la trama de datos actualmente representada en la pantalla, en el que una aparición de cada trama de datos varía en
 55 respuesta al desplazamiento, en el que las tramas de datos posicionadas más arriba de la trama de datos actual asumen un grado relativamente alto de transparencia y desenfoque, en el que la trama de datos actual se convierte en visible y empieza a asumir un grado de transparencia y desenfoque, en el que las tramas de datos posicionadas debajo de la trama de datos actual asume un grado relativamente más bajo de transparencia y desenfoque y comienza a volverse visible.
- 60 18. El método de la reivindicación 12, en el que la detección comprende la detección de un tercer movimiento del cuerpo, en el que el tercer movimiento es un movimiento en un plano paralelo a una superficie de vista de la pantalla, en el que, en respuesta al tercer movimiento del cuerpo, la navegación comprende el desplazamiento de la pluralidad de tramas de datos en una dirección correspondiente al tercer movimiento, en el que una trama de datos actual representada en la pantalla se visualiza para deslizarse en la dirección y una trama de datos adyacente a la trama de datos actual se desliza en la vista desde un lado de la pantalla opuesto a la dirección,
 65 en el que la trama de datos actual es la trama de datos actualmente representada en la pantalla.

19. El método de la reivindicación 12, en el que la navegación comprende la actualización de forma continua de un desplazamiento de la pluralidad de tramas de datos en respuesta directa al movimiento del cuerpo.

20. El método de la reivindicación 19, que comprende:

5 detección de una segunda pose del cuerpo;
finalización de la interacción de retroceso en respuesta a la detección de la segunda pose,
en el que la finalización comprende la visualización de una trama de datos de la pluralidad de tramas de datos como
10 coplanaria con la pantalla.

21. El método de la reivindicación 12, que comprende una asignación entre una distancia física de
desplazamiento del cuerpo durante un gesto y distancia lógica entre los puntos sucesivos en el espacio de datos
durante la navegación, en el que la asignación controla al menos uno de los desplazamientos relativos de la
15 pluralidad de tramas de datos en el espacio de datos y una aparición de cada trama de datos separada.

22. El método de la reivindicación 12, que comprende la formación de un espacio de interacción gestual
que comprende una zona activa y una zona muerta, en el que la zona activa es adyacente a la pantalla y la zona
muerta es adyacente a la zona activa, en el que la navegación a través del espacio de datos en respuesta a la señal
20 gestual se activa en respuesta al gesto cuando el gesto se detecta en la zona activa.

23. El método de la reivindicación 22, que comprende un indicador de respuesta representado en la
pantalla, en el que el indicador de respuesta muestra la respuesta que indica que el cuerpo está en una de las zona
activa y la zona muerta, en el que el indicador de respuesta muestra la respuesta que indica un desplazamiento
25 físico del cuerpo desde el origen.

24. El método de la reivindicación 1, en el que la traducción comprende la traducción de información del
gesto a una notación gestual, en el que la notación gestual representa un vocabulario gestual y la señal gestual
comprende comunicaciones del vocabulario gestual, en el que el vocabulario gestual incluye una cadena de
30 caracteres que representa un estado de enlaces cinemáticos del cuerpo.

25. Un sistema informático para navegación a través de un espacio de datos, comprendiendo el sistema:

un detector (104A-104D; 2004A-2004D) para la recepción de datos gestuales que representa un gesto hecho por un
cuerpo (101, 102); y

35 un procesador (105-107; 2005-2007) acoplado al detector (104A-104D; 2004A-2004D), detectando el procesador
(105-107; 2005-2007) automáticamente (202) el gesto de los datos gestuales, en el que los datos gestuales son
datos de ubicación de tres espacios absolutos de un estado instantáneo del cuerpo en un punto en el tiempo y
espacio físico, identificando el procesador (105-107: 105; 2005-2007: 2005) el gesto mediante el uso solo de los
40 datos gestuales, traduciendo el procesador (105-107: 106; 2005-2007: 2006) el gesto a una señal gestual,
generando el procesador una representación espacial del espacio de datos y disponiendo el conjunto de datos
dentro de la representación espacial, basada en una característica del conjunto de datos que es controlable por un
parámetro, en el que el espacio de datos es un espacio de representación de datos que comprende el conjunto de
datos representado en el espacio físico, en el que el espacio de datos excluye los datos gestuales, generando el
45 procesador una representación visual del espacio de datos para incluir una pluralidad de tramas de datos generadas
en un sistema de coordenadas que coincide con la representación espacial del espacio de datos y un sistema de
coordenadas del espacio físico, en el que cada trama de datos se genera para que una pluralidad de dimensiones
de cada trama de datos esté alineada con una pluralidad de dimensiones del espacio físico, sincronizando el
procesador (105-107:106; 2005-2007: 2007) la señal gestual con la representación visual del espacio de datos y
50 controlando la navegación a través del espacio de datos en respuesta a la señal gestual.

26. Un medio legible por máquina que almacena instrucciones ejecutables para producir un sistema de
procesamiento (105- 107; 2005-2007) que está programado con ello, para llevar a cabo las operaciones expuestas
en la reivindicación 1.

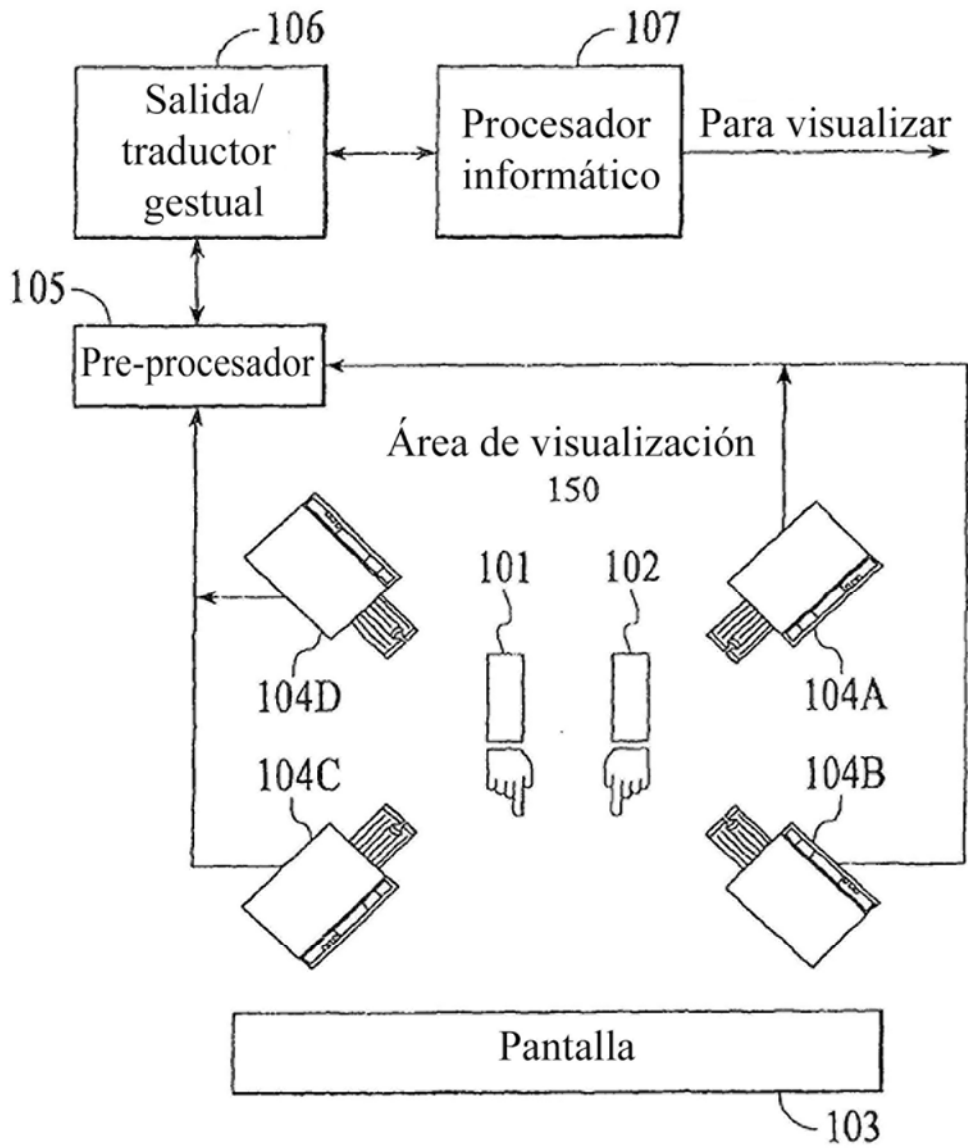


FIG. 1

200

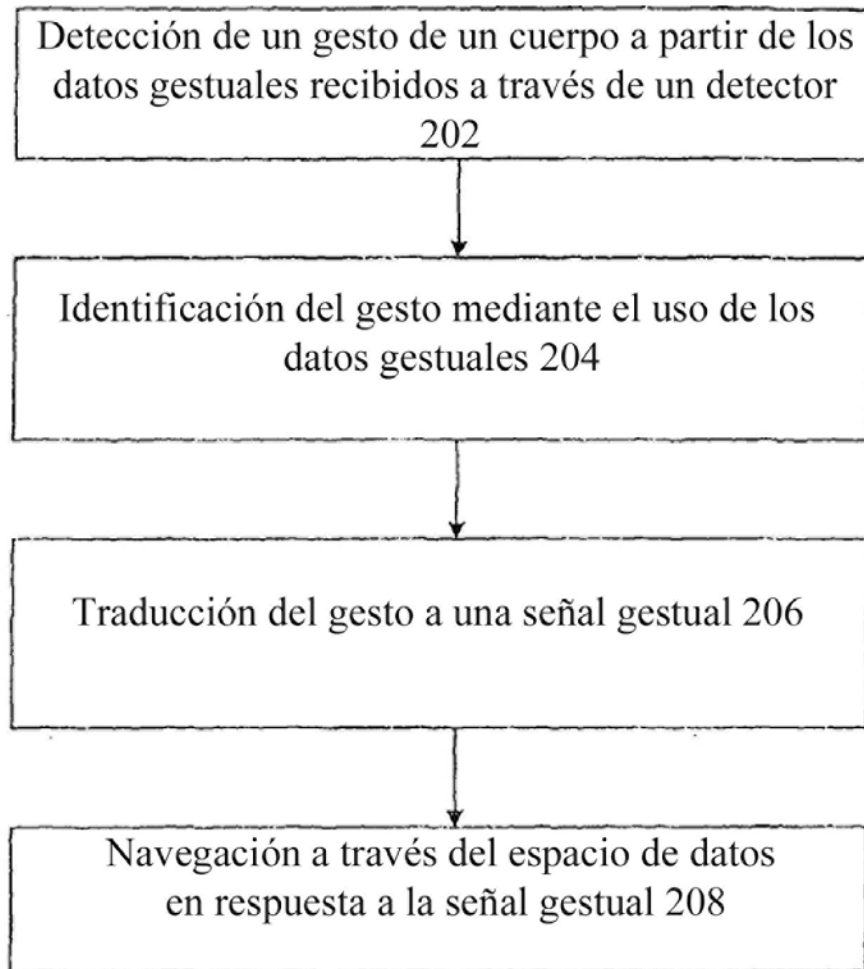
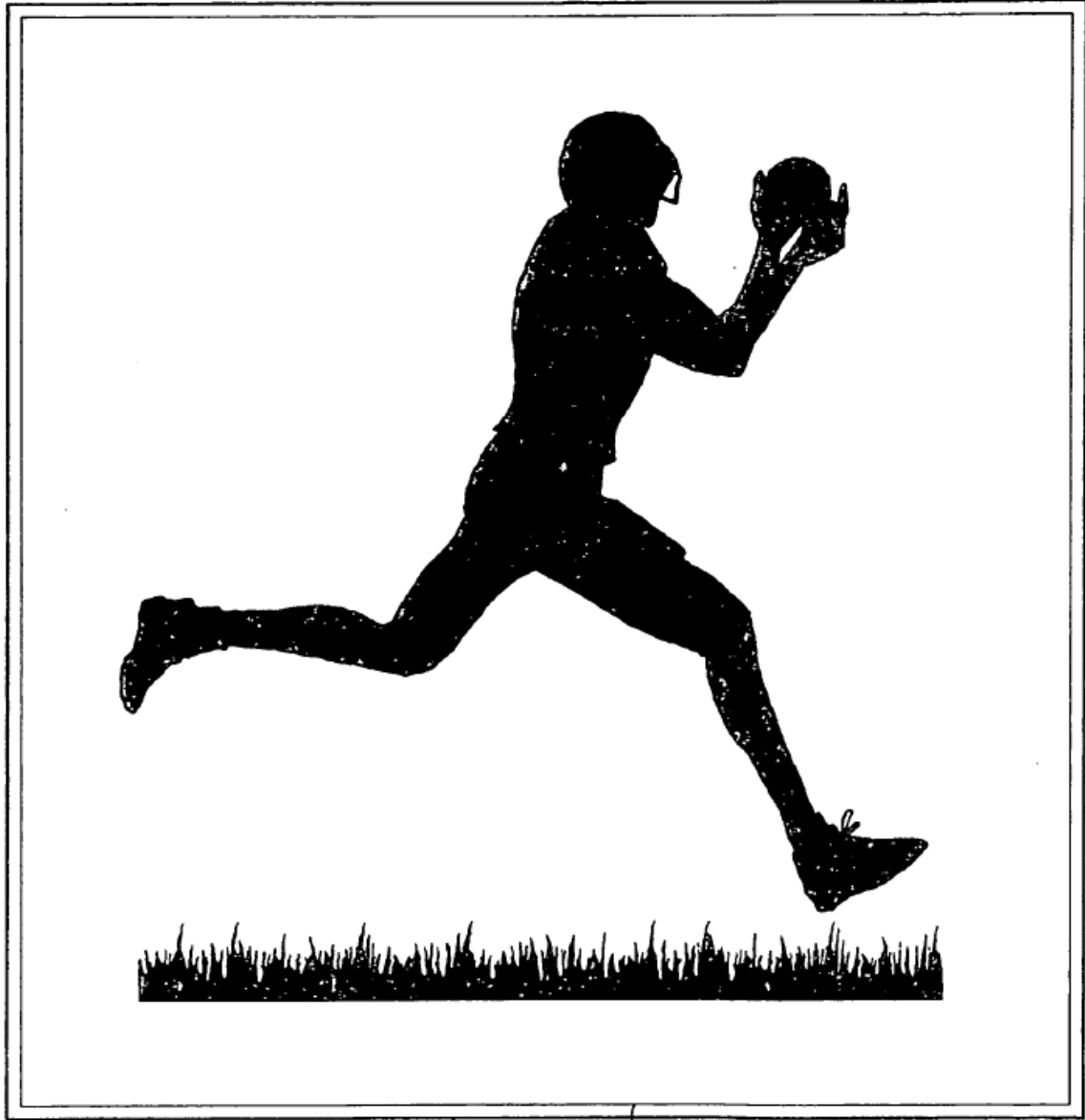


Figura 2



300

310

FIG. 3

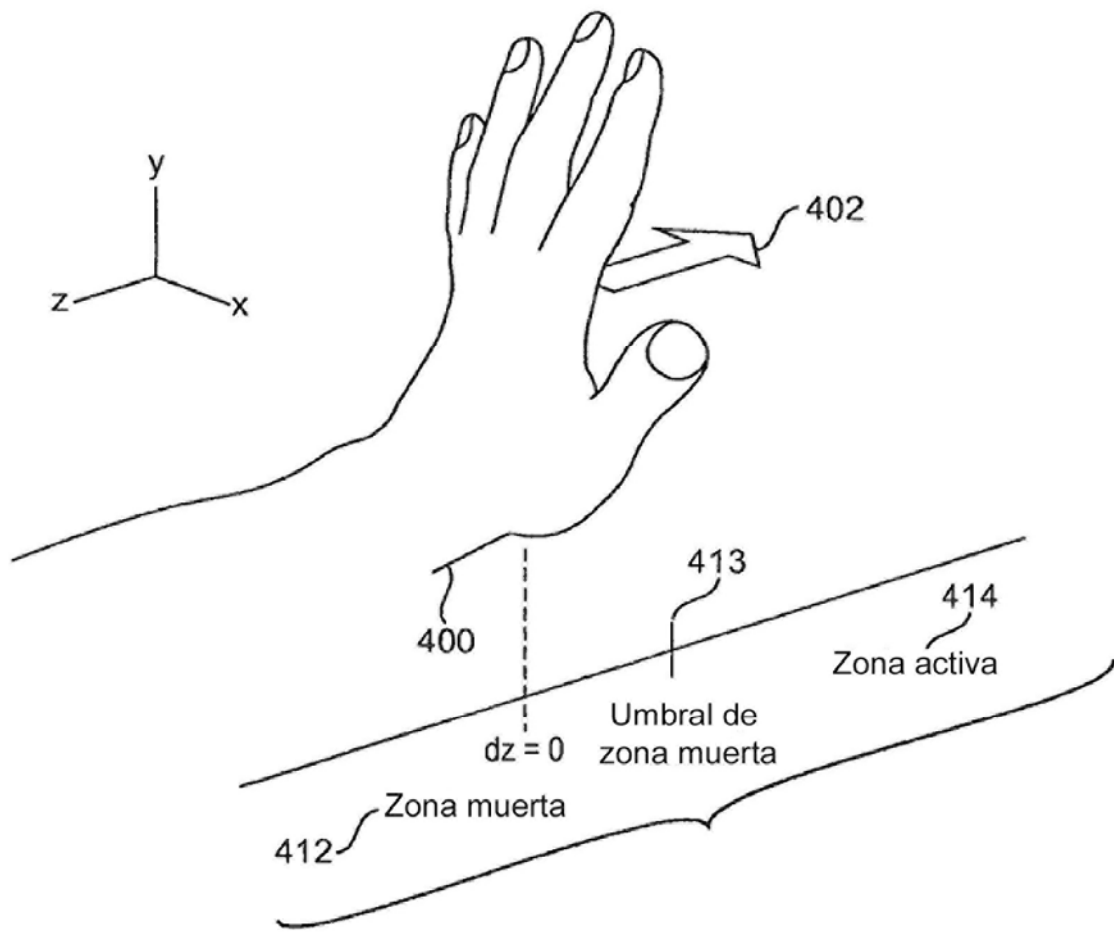


FIG. 4

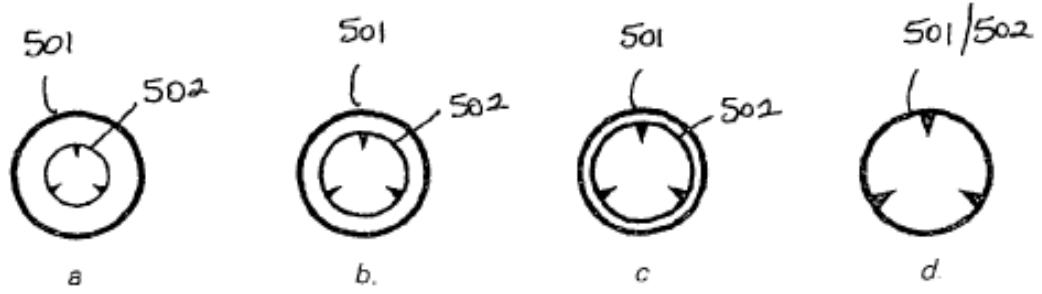


FIG. 5

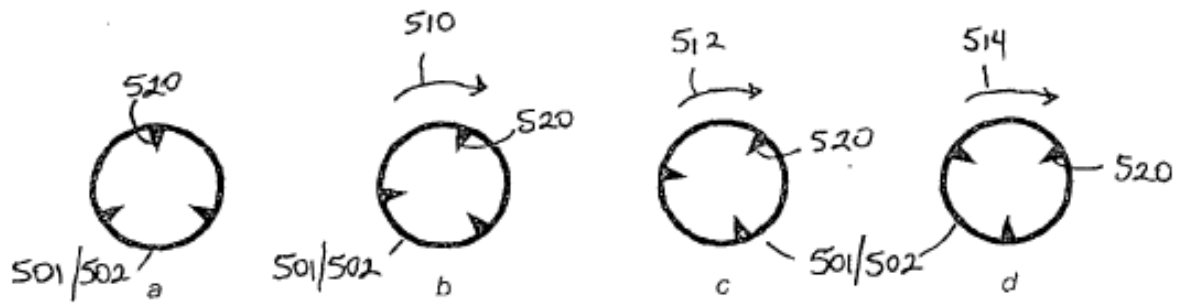


FIG. 6

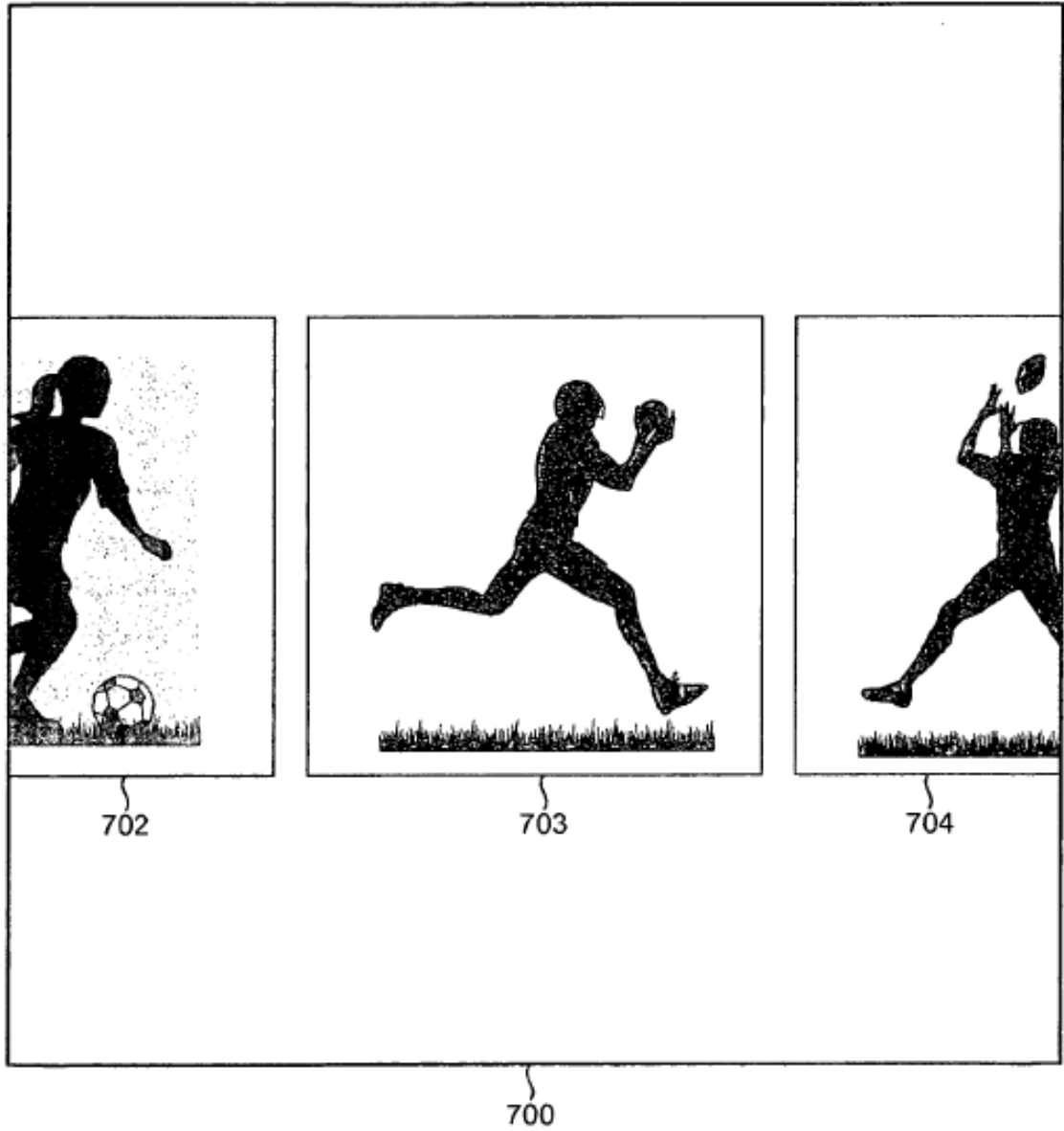


FIG. 7

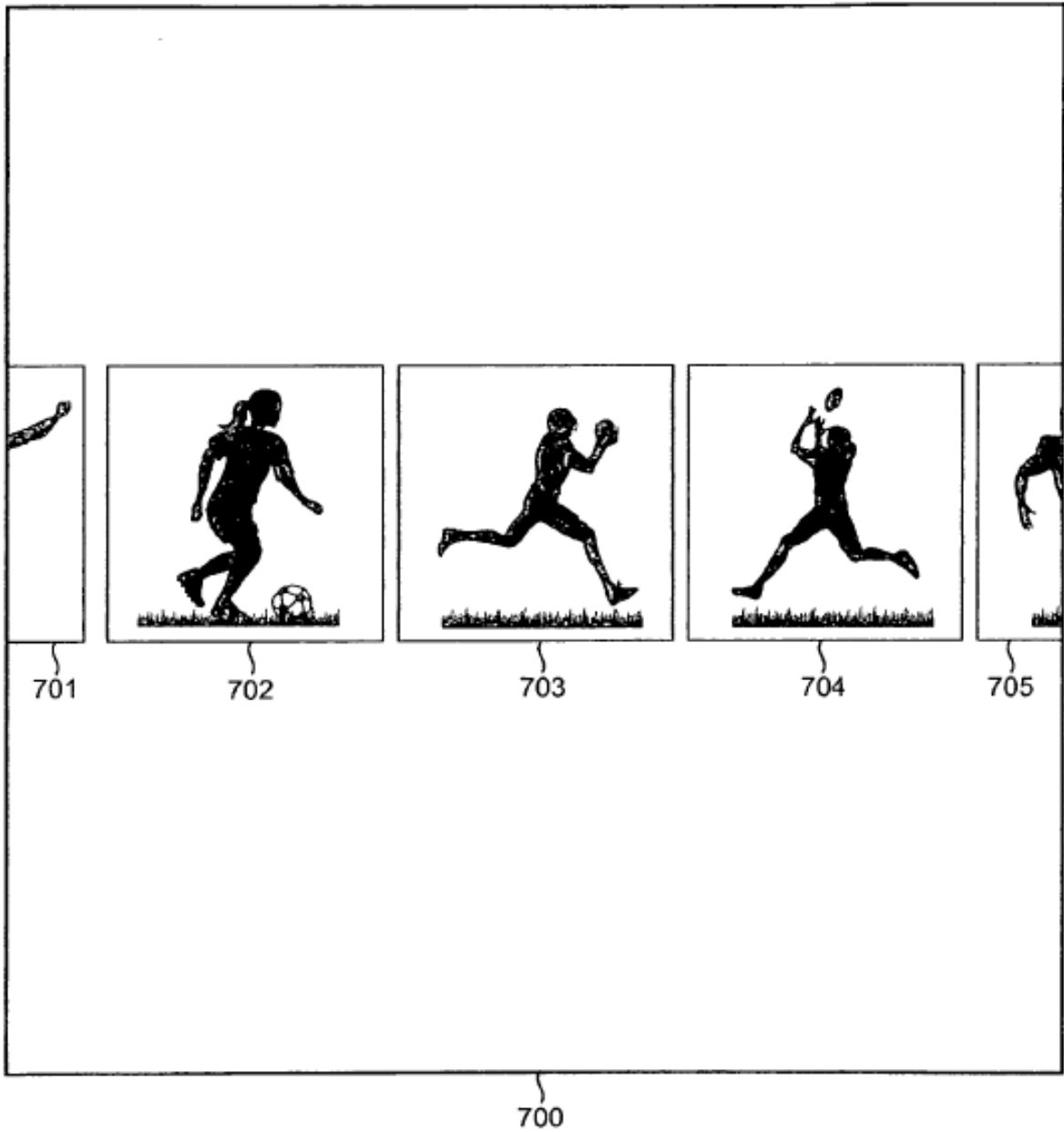


FIG. 8

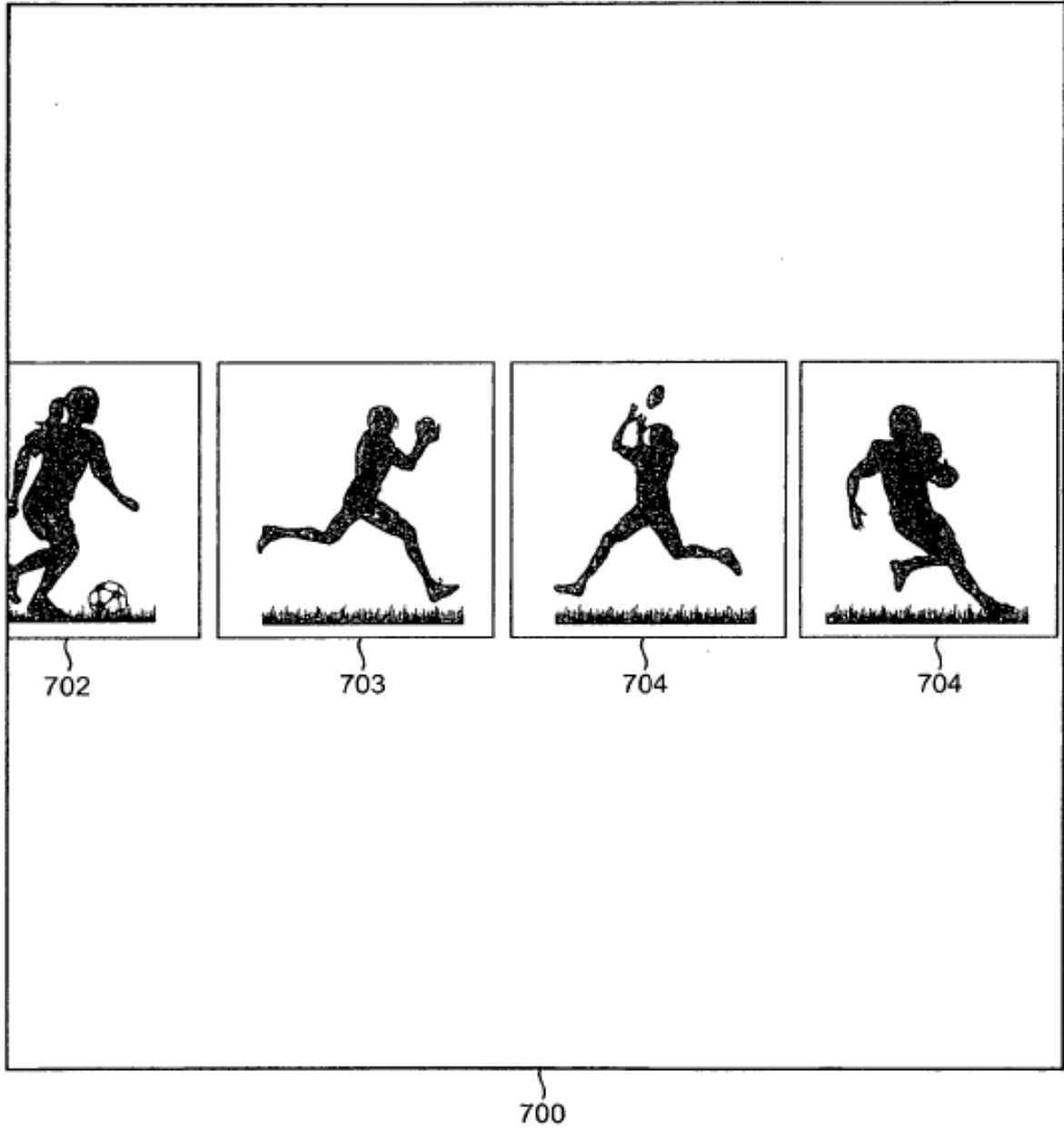


FIG. 9

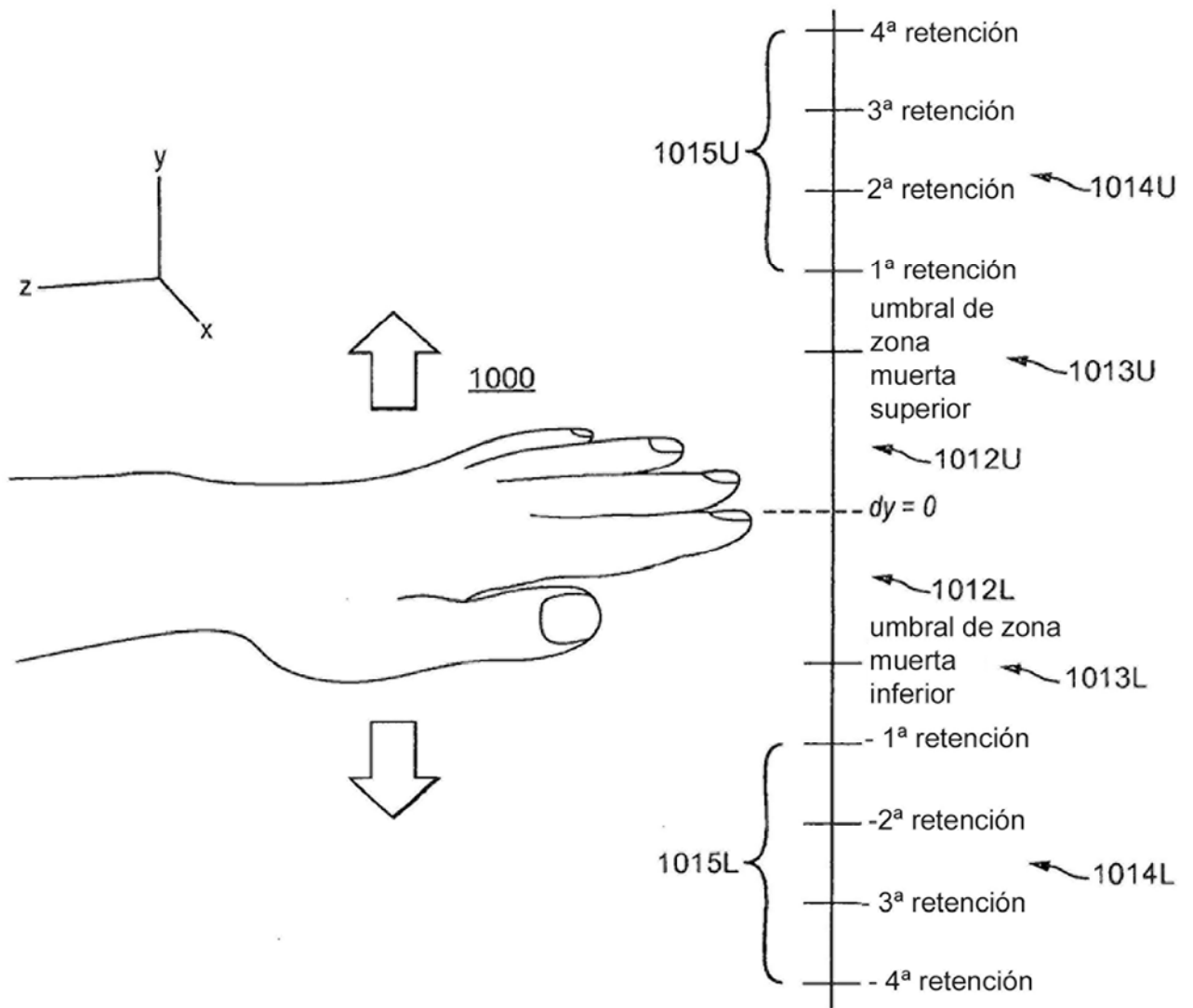


FIG. 10

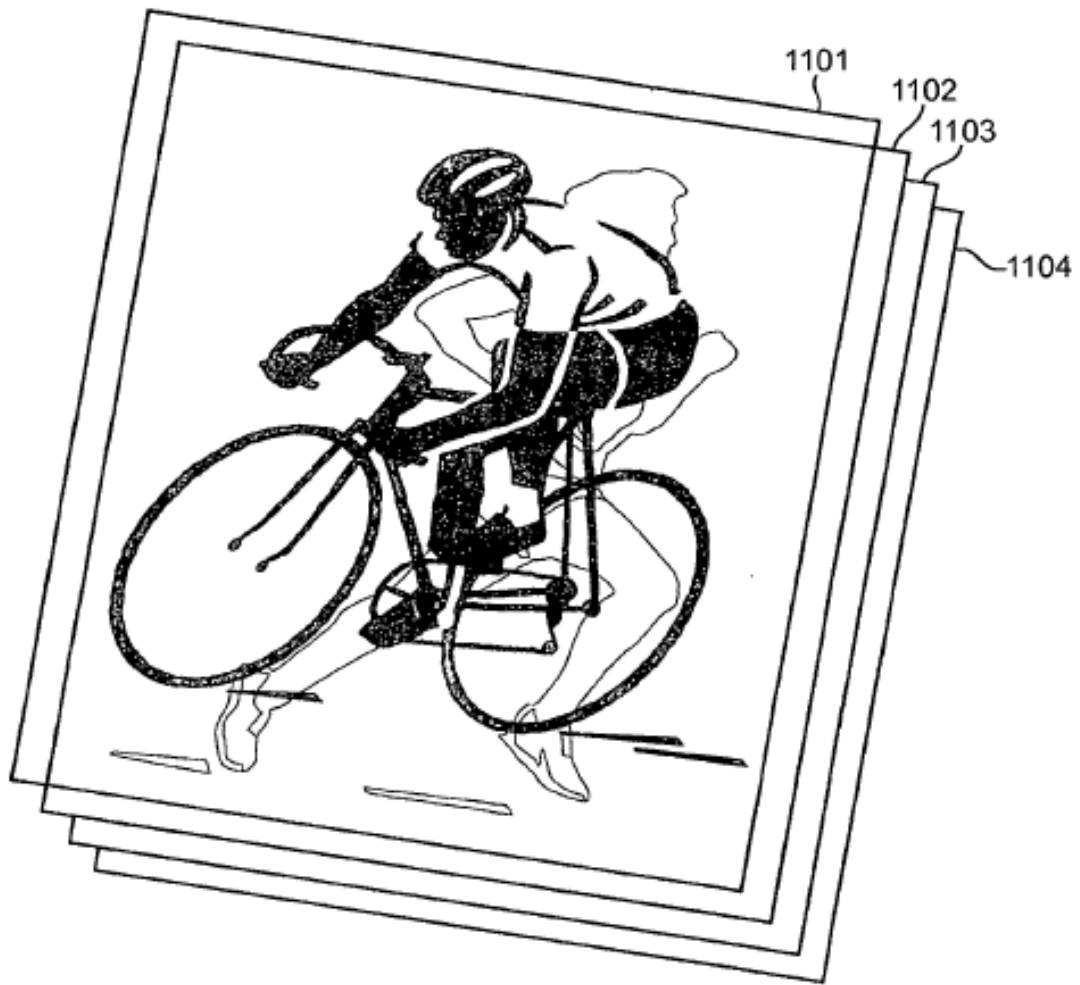


FIG. 11

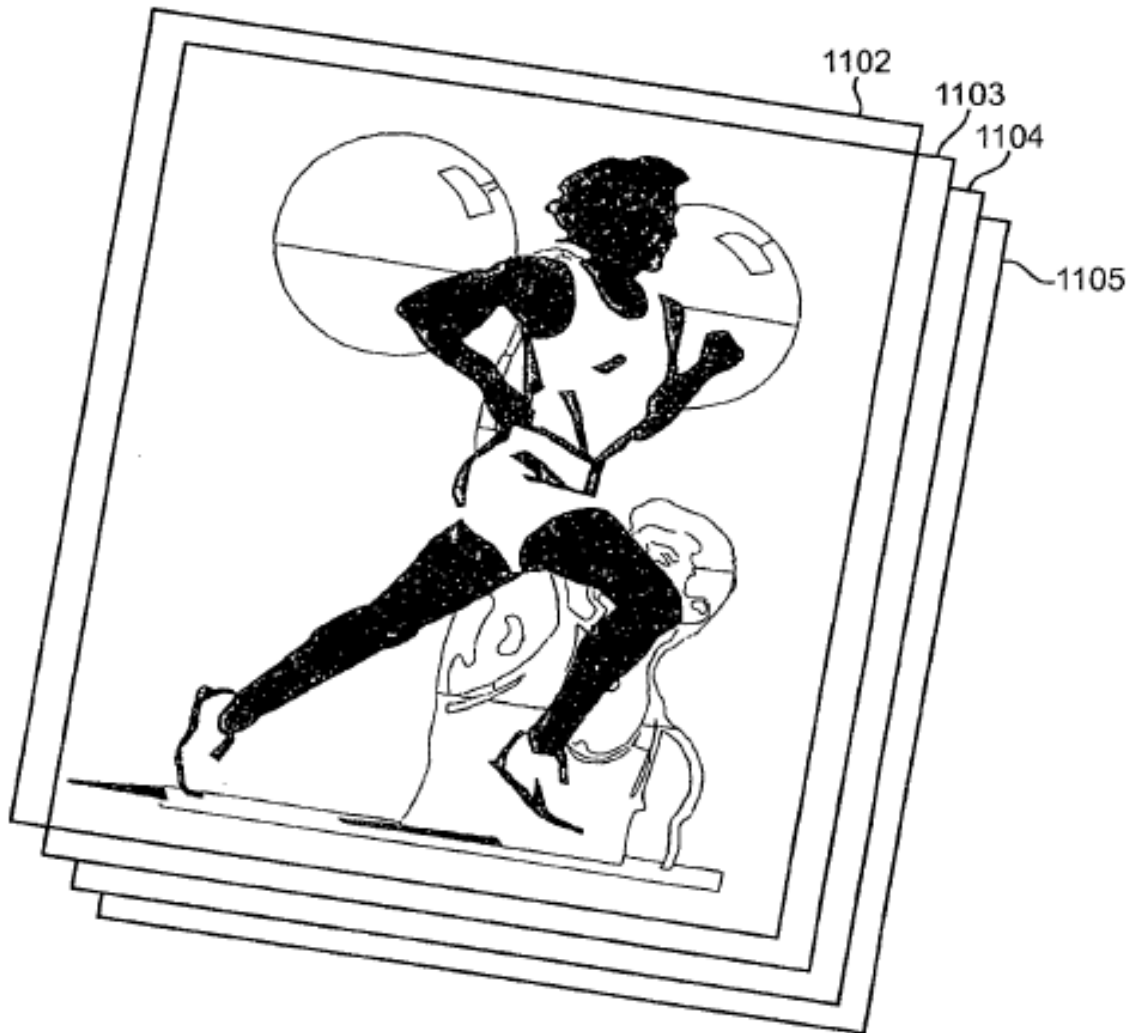


FIG. 12

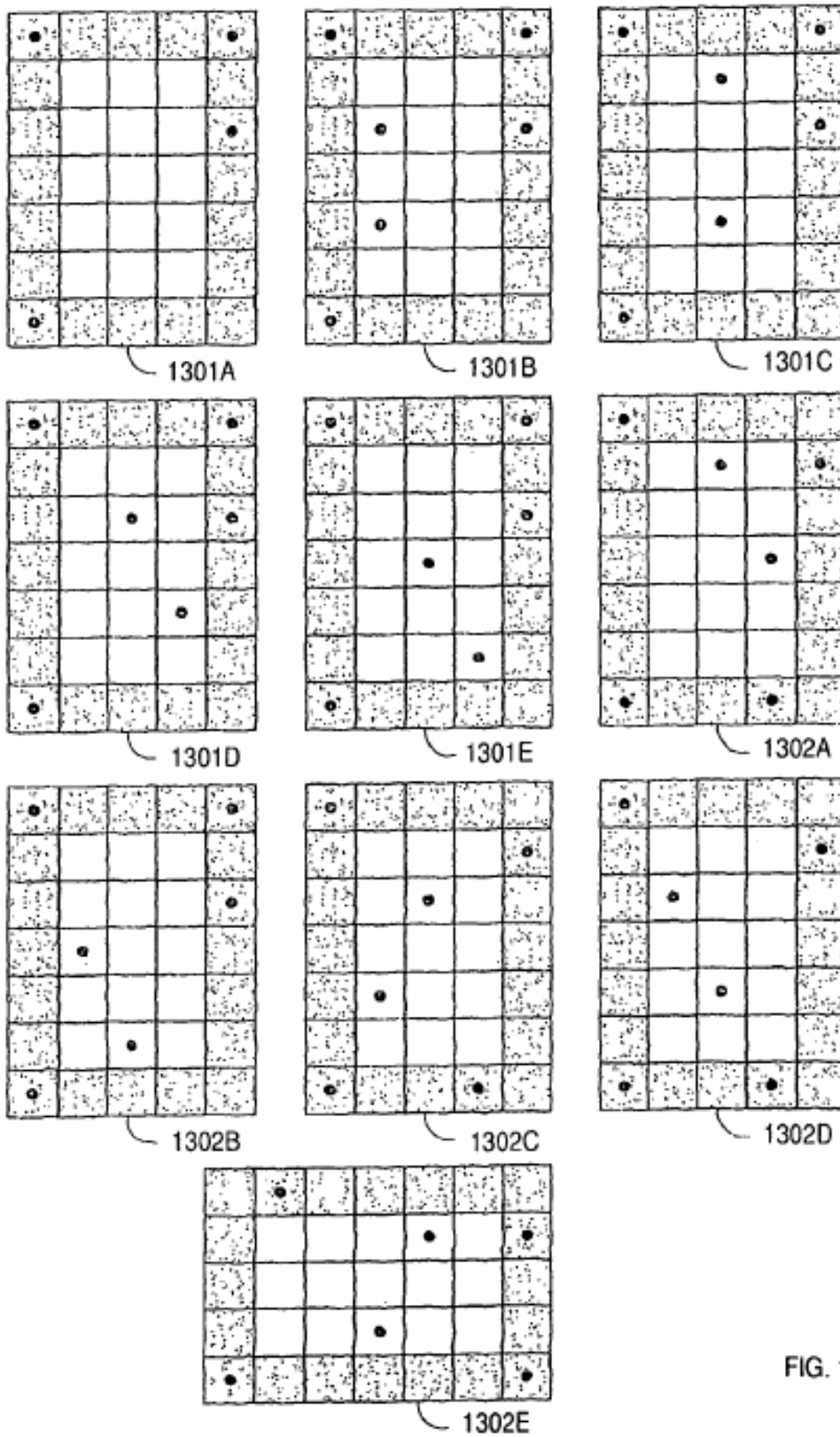


FIG. 13

1. Representación se la pose con la mano izquierda como se visualiza desde la parte trasera

p = dedo meñique
 r = dedo anular
 m = dedo corazón
 i = dedo índice
 t = pulgar

^ = pulgar no curvado
 > = pulgar curvado
 | = dedo recto o pulgar orientado recto hacia arriba
 \ o / = dedo recto o pulgar orientado en ángulo
 - = pulgar orientado recto hacia un lado
 X = dedo o pulgar orientado en plano

Nombre de la pose	p	r	m	i	t
	Pose de la mano				
Plana					
Puño cerrado	^	^	^	^	>
Pistola de mimo	^	^	^		-
2 o paz	^	^	\	/	>
Señalar con un dedo	^	^	^		>
Señalar con dos dedos	^	^			>
x y z	^	^	X		-
Ok				^	>
Señalar con el meñique		^	^	^	>
Corchete	X	X	X	X	X
4	\	\		/	>
3	^	\		/	>
5	\	\		/	/

FIG. 14

2. Añadir la orientación de la mano para completar la pose

Debe especificar dos variables:

1. dirección de la palma (si la mano estaba plana)
2. dirección del dedo (si la mano estaba plana)

-	media
+	lateral
X	anterior
*	posterior
^	craneal
v	caudal

variables de orientación que vienen después de los dos puntos, p. ej.:

^ ^ X - : - X	=	posición de inicio x y z
^ ^ \ / > : * v	=	v invertida

FIG. 15

3. Combinaciones con dos manos

Mano 1	Mano 2	Pose
^ ^ ^ ^ > : X ^	^ ^ ^ ^ > : X ^	punto final
^ ^ ^ - : X -	^ ^ ^ - : X ^	imagen
: v X	: - X	posición de inicio de timón y acelerador

FIG. 16

4. Combinaciones de orientación

Lograr combinación de variable por pares adjuntos p. ej.:

:	(vX) (x [^])	plana en pendiente de 45 grados hacia la pantalla
^^ >	(- (- v)) x	señalar con dos dedos enrollados de forma media a 22,5 grados (por la mitad entre el centro de la palma y la palma enrollada a 45 grados)

FIG. 17

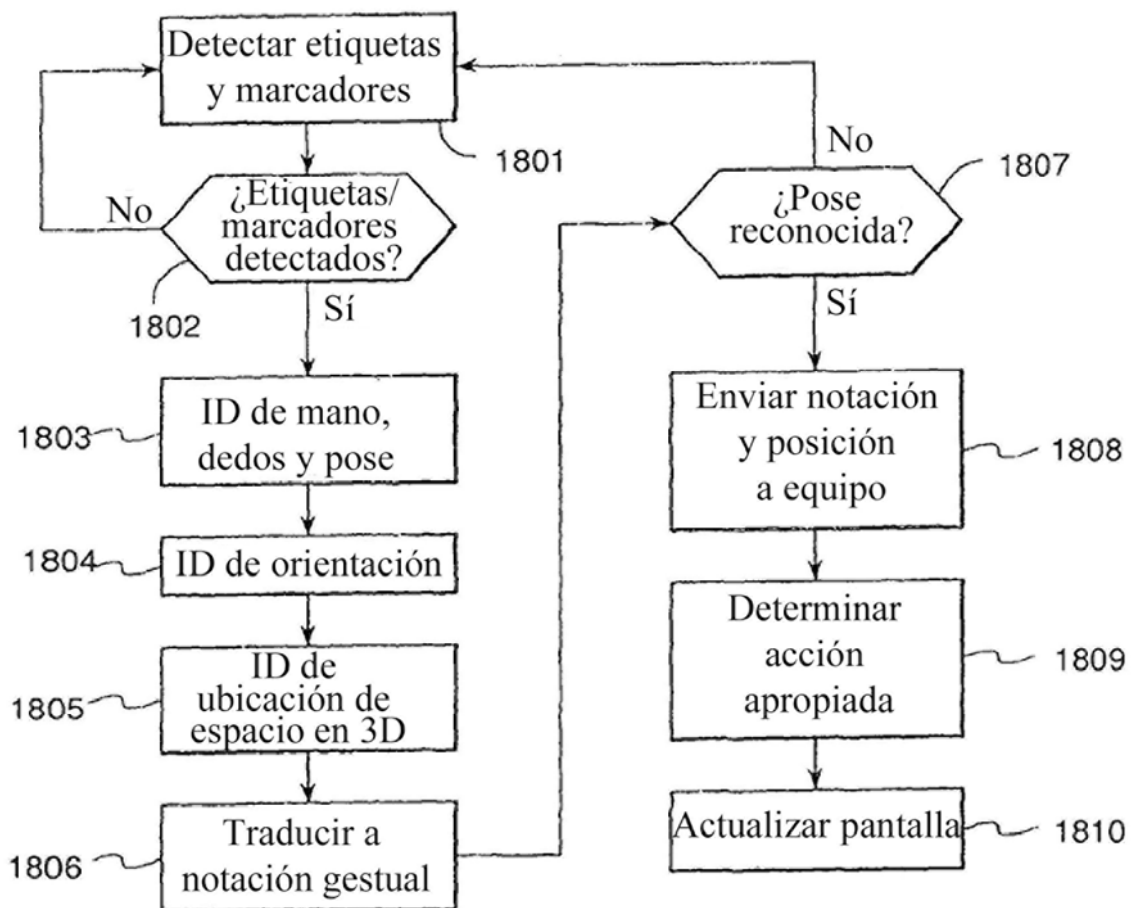


FIG. 18

ID gest	Descripción	Mano 1		Mano 2	
		Pose	Movimiento	Pose	Movimiento
1	señalar objeto (invocar y mover cursor)	^^^ - : - X	señalar pistola de mimo		
2	seleccionar objeto	^^^ : - X	bajar el pulgar para seleccionar		
3	mover espacialmente / acercar/alejar	^^ X - : - X	rotar/trasladar		
4	imagen	^^^ - : X -	hacer cuadro con dos manos	^^^ - : X ^	hacer cuadro con dos manos
5	demarcar región rectangular	^^^ - : X -	hacer cuadro, a continuación ajustar tamaño	^^^ - : X ^	hacer cuadro, a continuación ajustar tamaño
6	despejar las plataformas	: + X	barrer mano lateralmente	: - X	barrer mano de forma media
7	organizar objetos				
7	en un círculo	^^^ - : - ^	mirar a través de círculo de signo o.k.		
8	señalar con dos dedos objetos	^^ - : - X	señalar		
9	seleccionar con dos dedos objeto	^^^ : - X	bajar pulgar para seleccionar		
10	marcar tiempo de inicio	X X X X X : - ^	hacer una pose		
11	cambio de modo I	: - ^	hacer pose - hacer una "t" con dos manos	: v -	hacer pose - hacer una "t" con dos manos
12	cambio de modo II	: - ^	hacer pose - manos paralelas	: - ^	hacer pose - manos paralelas
	hacer retroceder y		empujar palma hacia la pantalla -		
13	deslizar espacio de trabajo	- : X ^	mover hacia un lado para encontrar nuevas regiones		

FIG. 19/1

14	introducir sub-aplicación	: X ^	hacer pose	: X ^	hacer pose
15	volver de sub-aplicación	: ^	hacer pose	: ^	hacer pose
16	seleccionar opción	^ ^ ^ - : - X	rollo medio		
17	tiempo del rollo hacia delante/atrás	: V X	desviar mano al codo mientras se mantiene la mano paralela al suelo		
18	tiempo de parada	: X ^	hacer pose		
19	tiempo de bucle	^ ^ ^ - : X ^	movimiento circular con "L"		
20	demarcar región irregular	^ ^ ^ - : V X	iniciar con dos puntas de los dedos juntas, una mano se mantiene en la posición de inicio.	^ ^ ^ - : - X	otra mano traza forma - seleccionar "clic" para vértices
21	etiquetar objeto	^ ^ ^ > : - X	señalar con el meñique a objeto, a continuación enrollar la mano de forma media		
22	transmisiones de datos de grupo	^ ^ ^ - : V X	acercar las puntas de los dedos de dos manos	^ ^ ^ - : V X	acercar las puntas de los dedos de dos manos
23	restaurar espacio de trabajo encapsulado	: + X	barrer mano de forma media	: - X	barrer mano lateralmente

FIG. 19/2

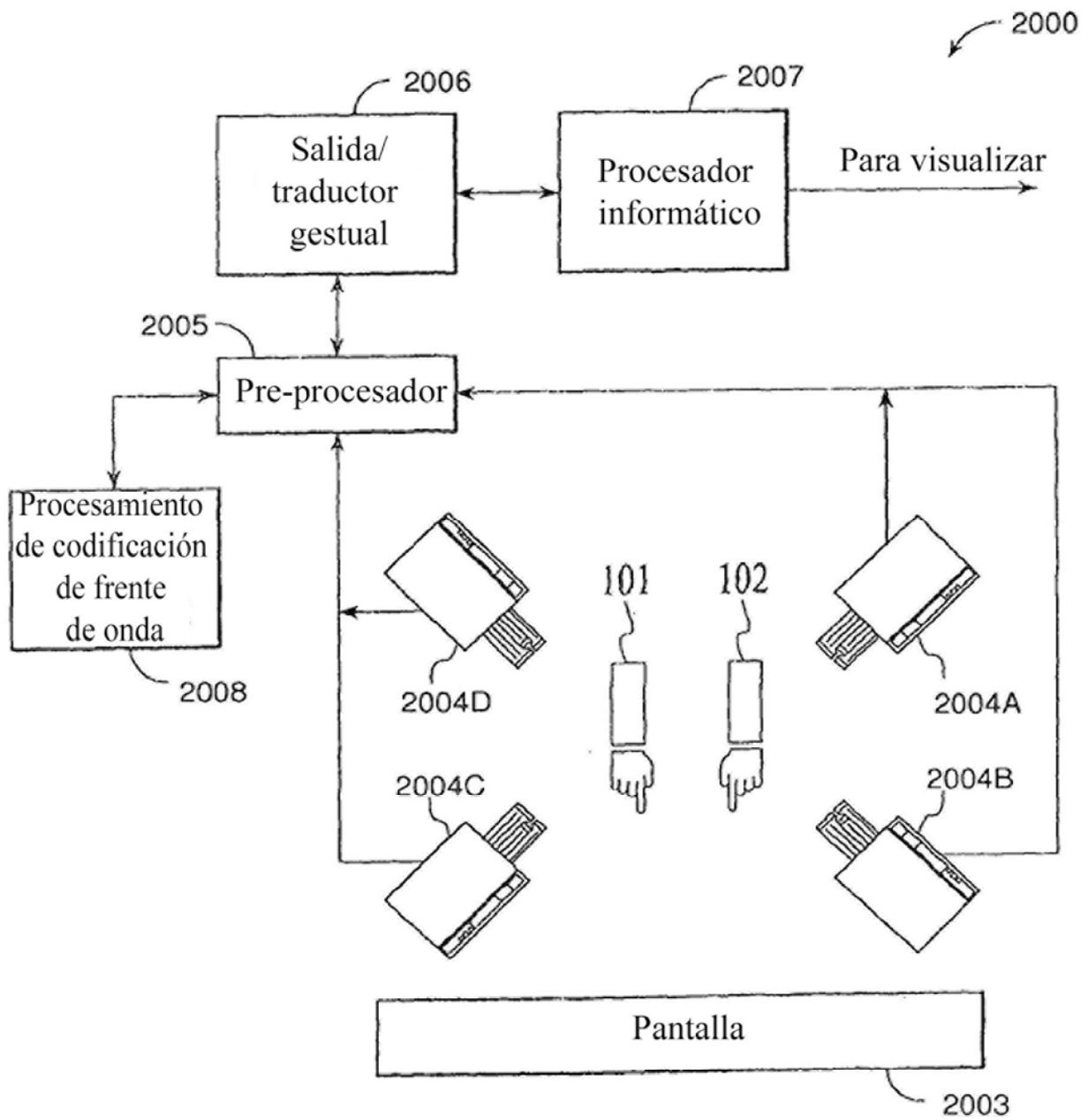


FIG. 20

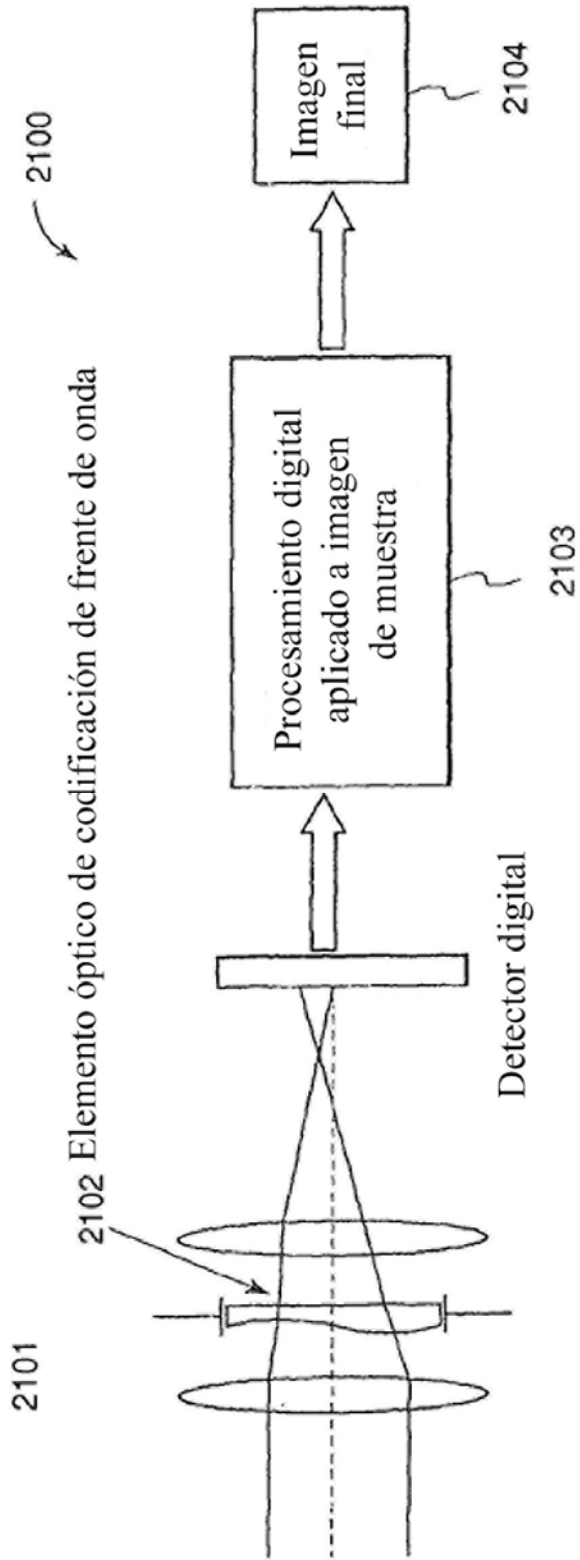


FIG. 21

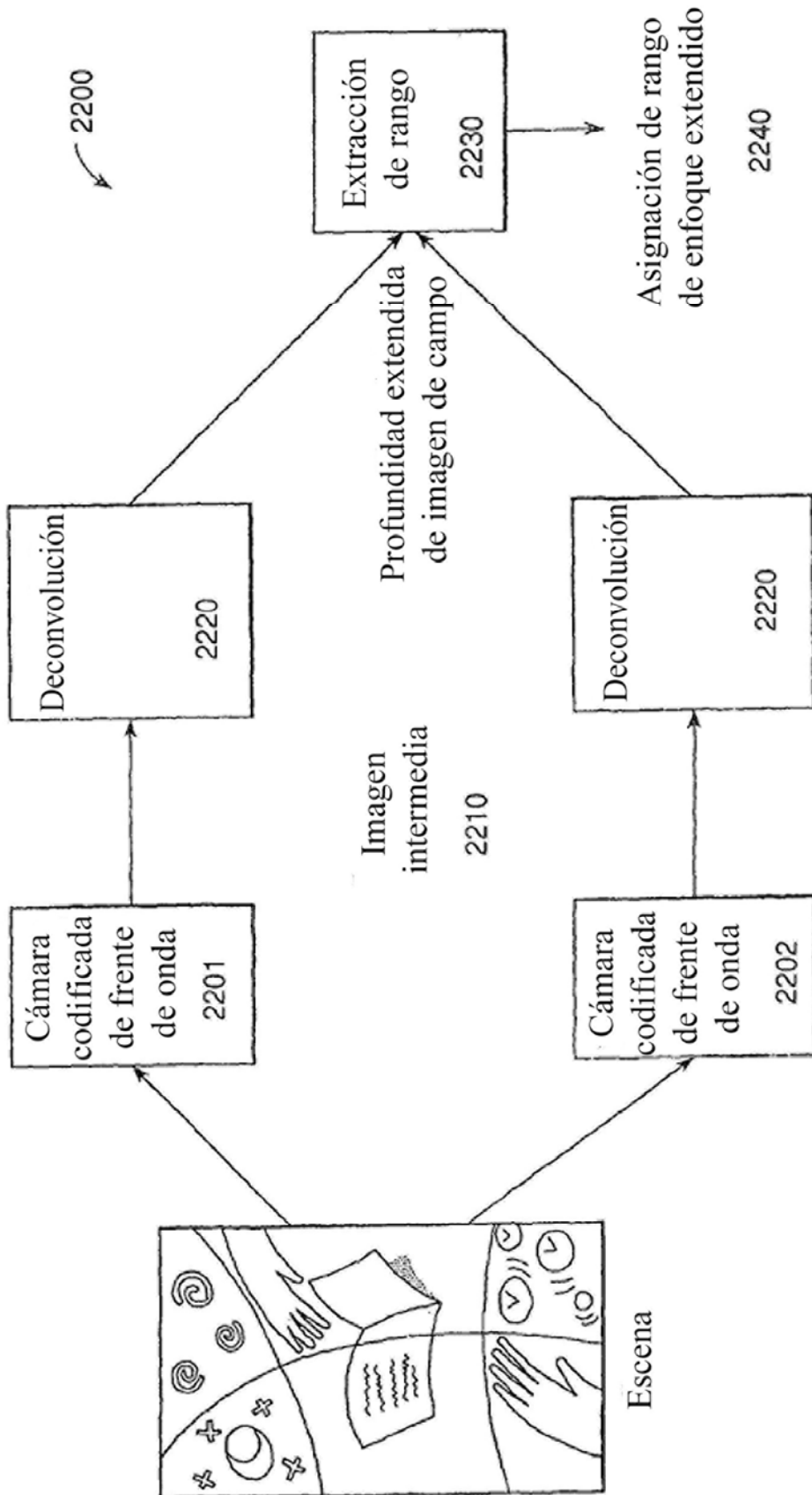


FIG. 22

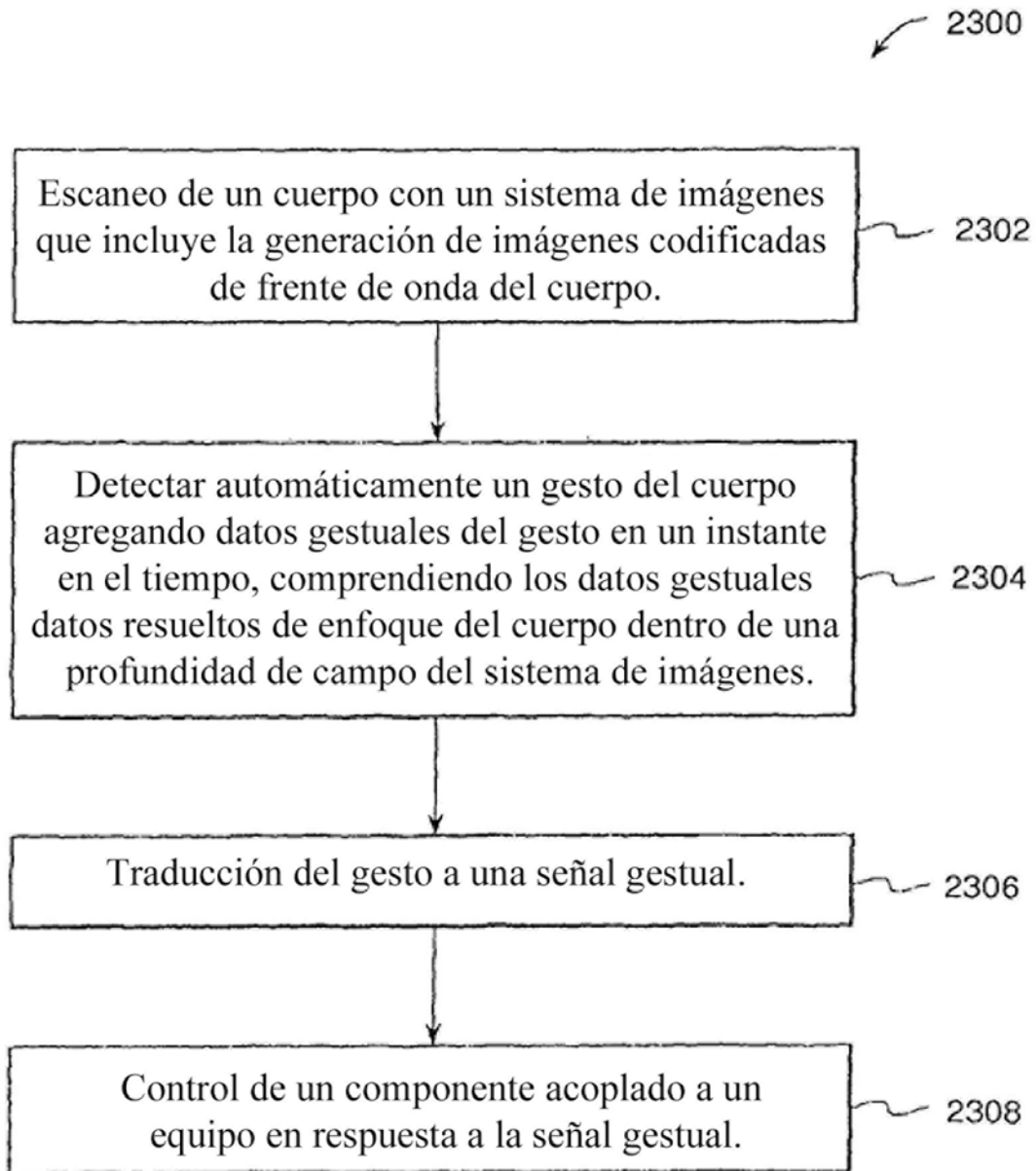


FIG. 23

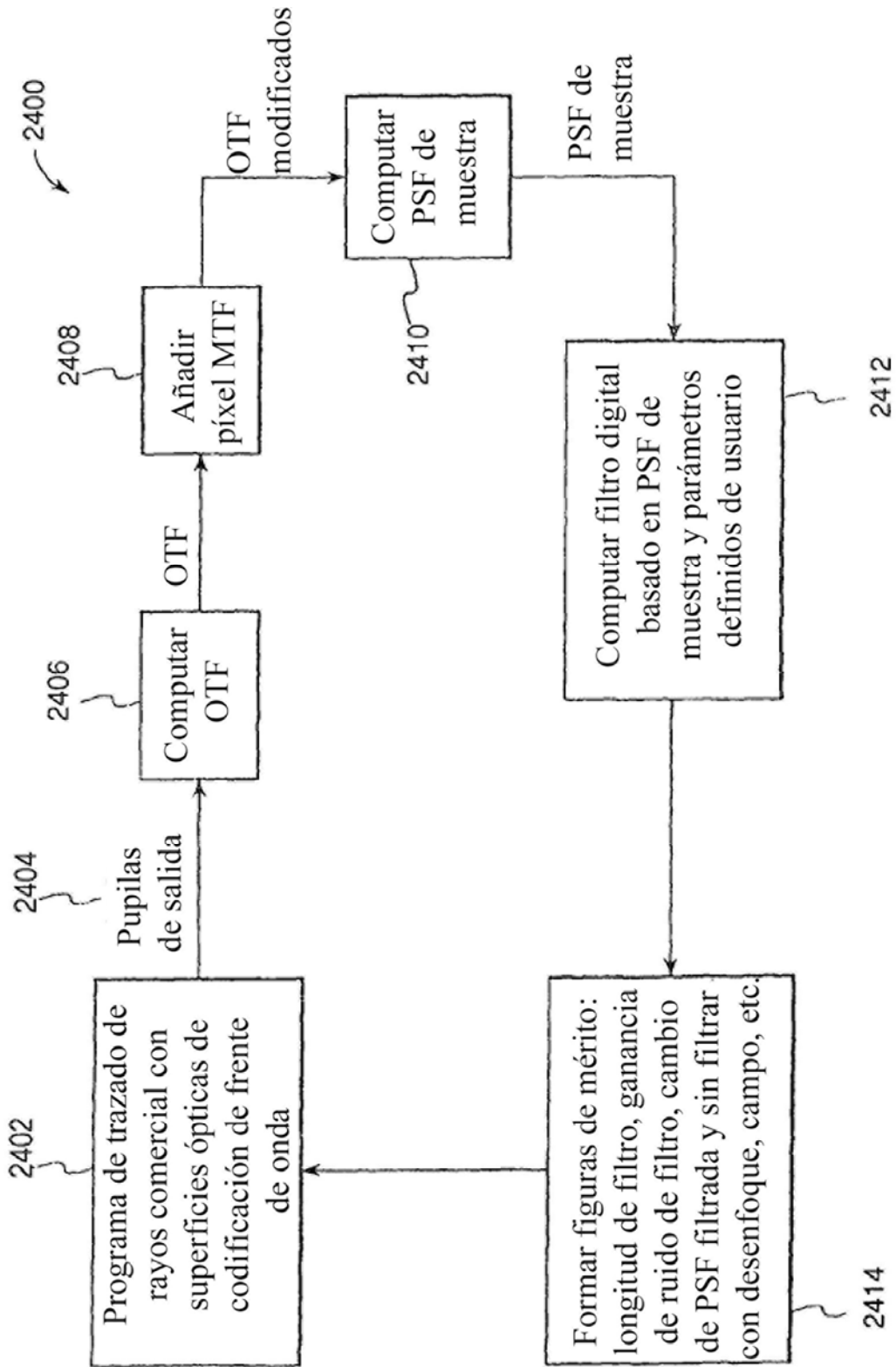


FIG. 24

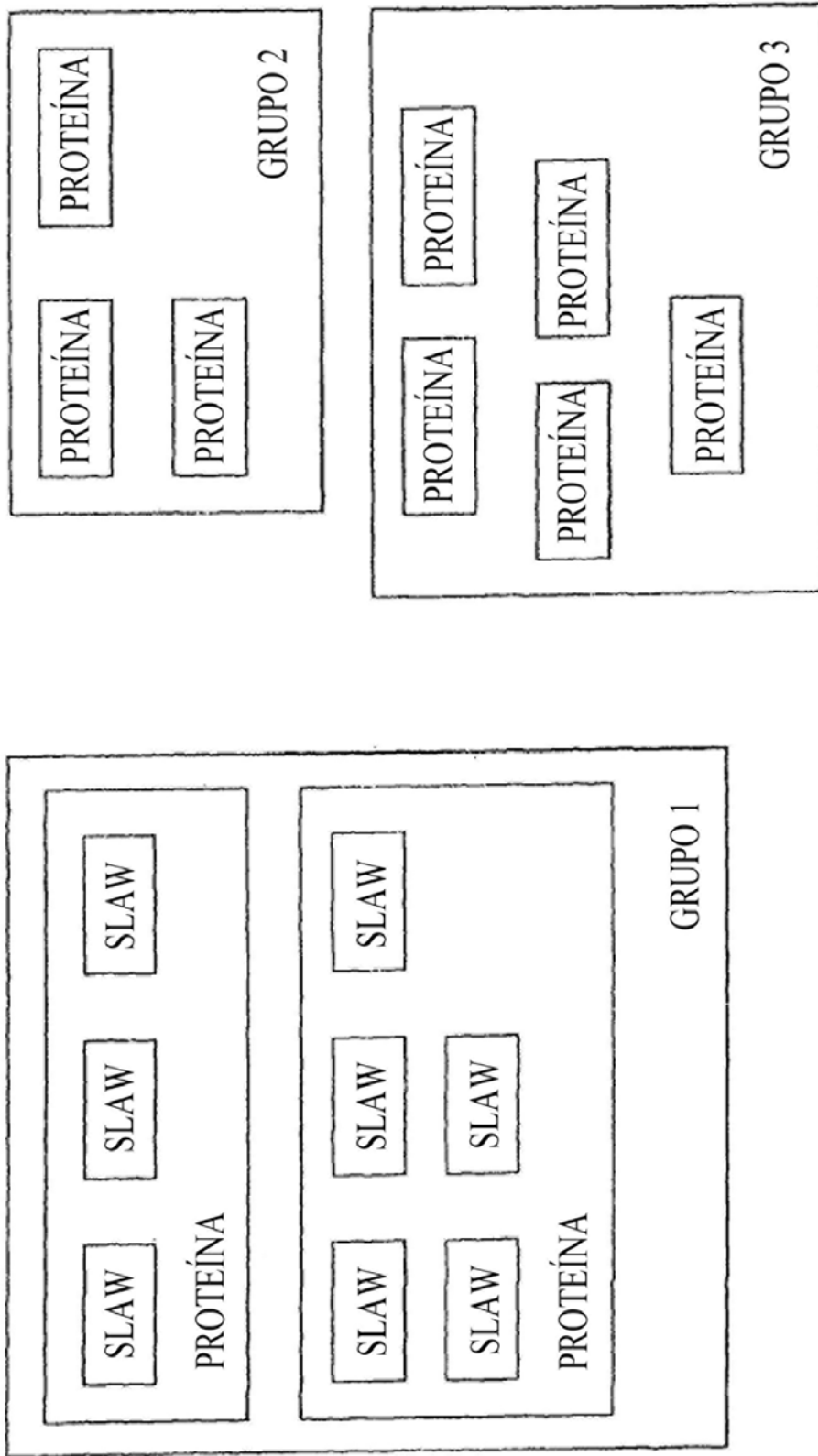


FIG. 25

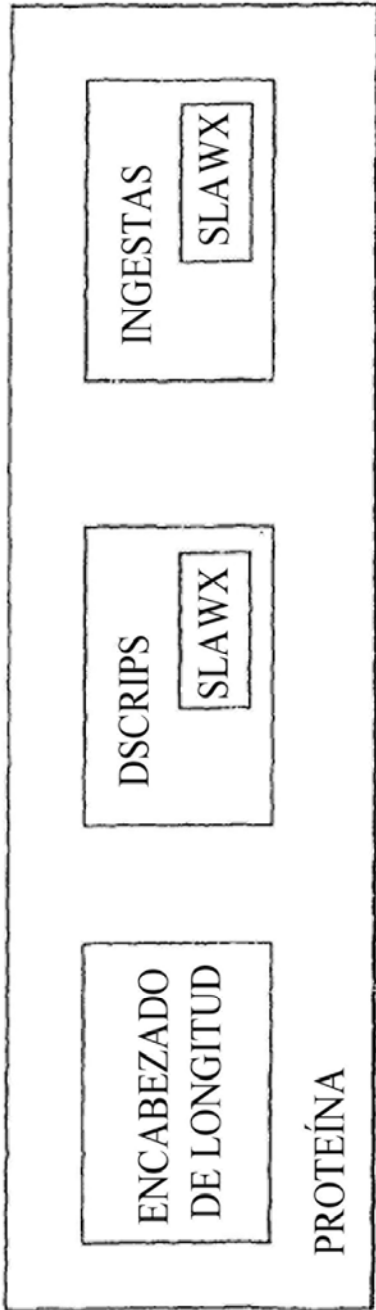


FIG. 26

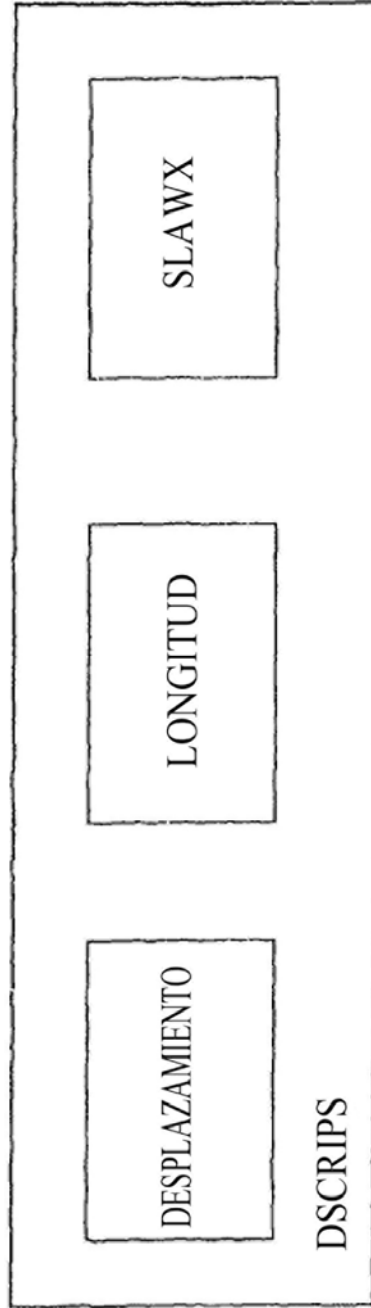


FIG. 27

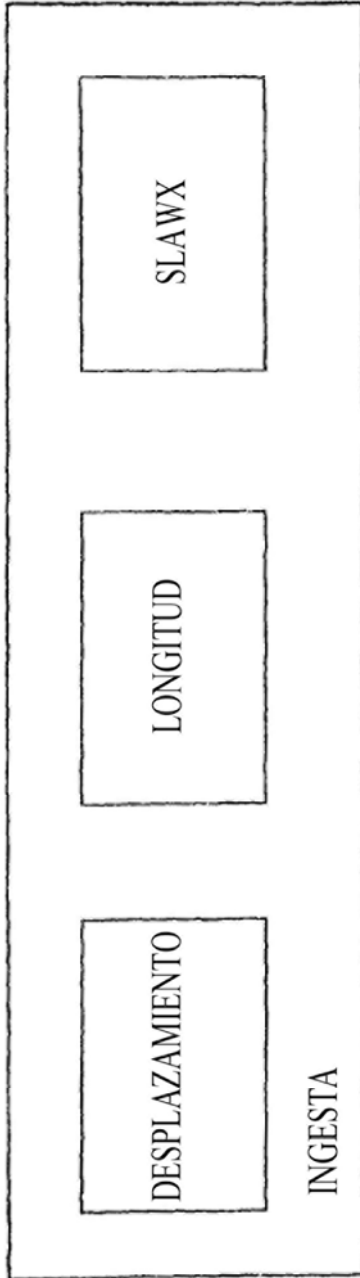


FIG. 28

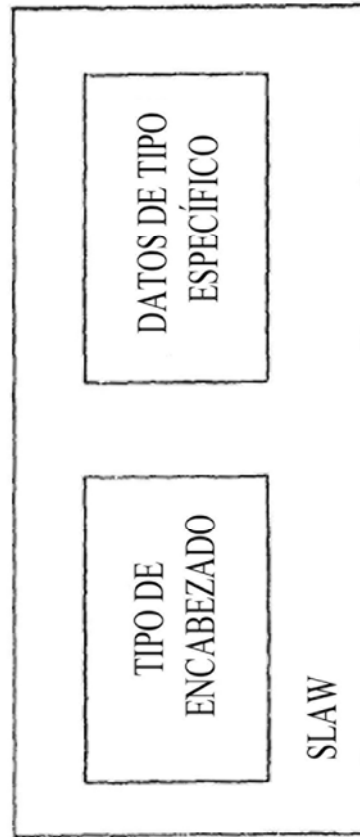


FIG. 29

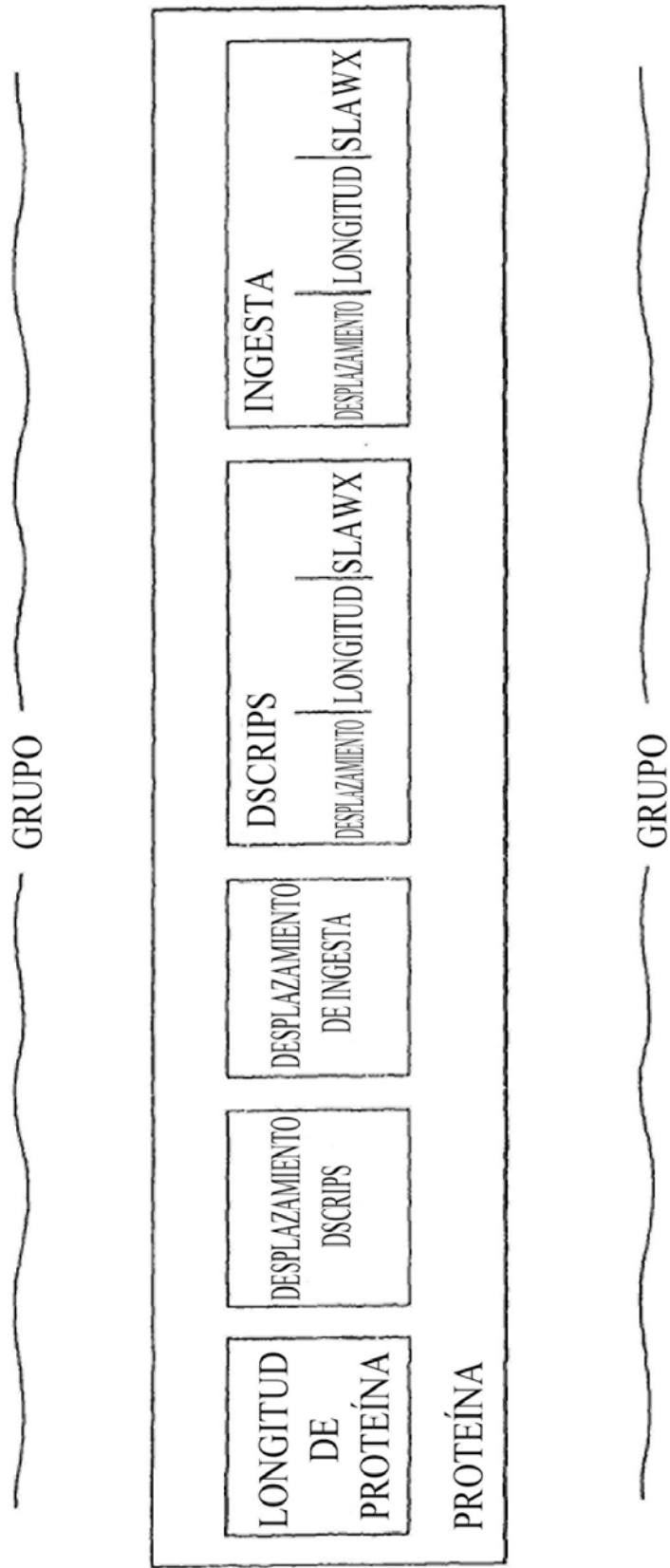


FIG. 30A

primera palabra cuádruple de cada slaw

	76543210	76543210	76543210	76543210
longitud siguiente:	1xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
longitud de ocho bytes:	11xxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
wee cons:	01xxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
wee cons quadlen:	rrqqqqqq	qqqqqqqq	qqqqqqqq	qqqqqqqq
wee string:	001xxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
wee string quadlen:	rrrqqqqq	qqqqqqqq	qqqqqqqq	qqqqqqqq
wee list:	0001xxxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
wee list quadlen:	rrrrqqqq	qqqqqqqq	qqqqqqqq	qqqqqqqq
cadena completa:	1*100000	00000000	00000000	00000001
cons completo:	1*100000	00000000	00000000	00000010
lista completa:	1*100000	00000000	00000000	00000011
(el penúltimo MSB anterior es cero o uno cuando la longitud se incluye en la siguiente o en dos palabras cuádruples, es decir, si es una longitud de cuatro u ocho bytes, por segundo de la descripción de bits de "longitud de ocho bytes" desde arriba)				
numérico:	00001xxx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
calcular direcciones absolutas numéricas:	xxxxx1xx	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
complejo numérico:	xxxxxx1x	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
sin signo numérico:	xxxxxxx1	xxxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
ancho numérico:	xxxxxxx	1xxxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
rechoncho numérico:	xxxxxxx	x1xxxxx	xxxxxxx	xxxxxxx
reservado numérico:	xxxxxxx	xx1xxxx	xxxxxxx	xxxxxxx

FIG. 30B/1

(ancho y rechoncho conspiran para expresar si el número en cuestión es de 8, 16, 32 ó 64 bits de longitud; ni ancho ni rechoncho, es decir, ambos cero, es una especie de canónico y de este modo significa 32 bits, solo rechoncho es 8, rechoncho y ancho es 16 y solo ancho es 64)

2 vectores numéricos: xxxxxxxx xxx01xxx xxxxxxxx xxxxxxxx
 3 vectores numéricos: xxxxxxxx xxx10xxx xxxxxxxx xxxxxxxx
 4 vectores numéricos: xxxxxxxx xxx11xxx xxxxxxxx xxxxxxxx

para cualquier entidad numérica, matriz o no, un tamaño en bytes menos uno se almacena en los últimos ocho bits, si hay un semifallo, este describe el tamaño de la parte de datos; si hay una matriz, es el tamaño de un elemento único, de este modo:

máscara tamaño b de unidad num'c: 00001xxx xxxxxxxx xxxxxxxx mmmmmmm

y para matrices, son estos:

anchura de num'c siguiente: xxxxxxxx xxxxx1xx xxxxxxxx xxxxxxxx
 anchura de 8 bytes num'c: xxxxxxxx xxxxx11x xxxxxxxx xxxxxxxx
 máscara de anchura pequeña num'c: xxxxxxxx xxxxx0mm mmmmmmm xxxxxxxx

FIG. 30B/2

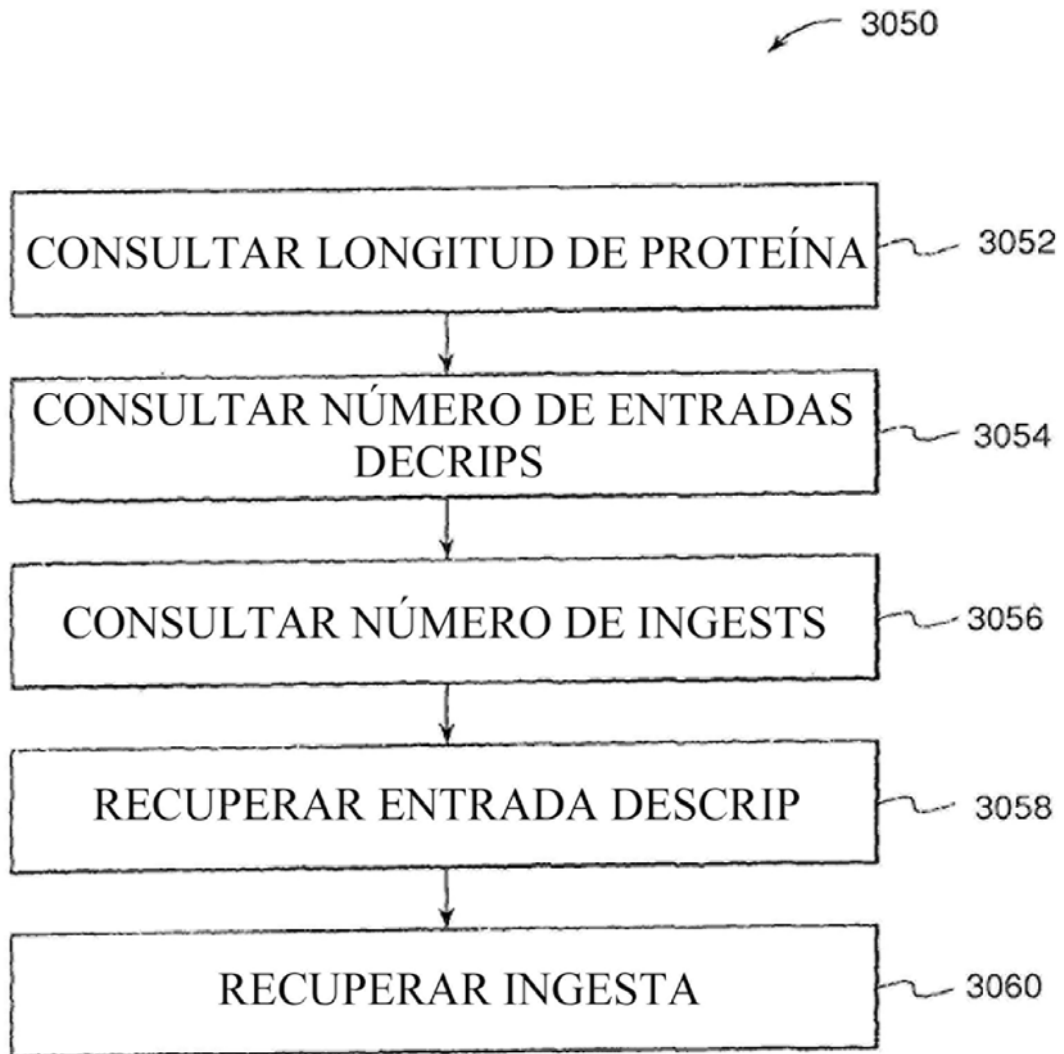


FIG. 30C

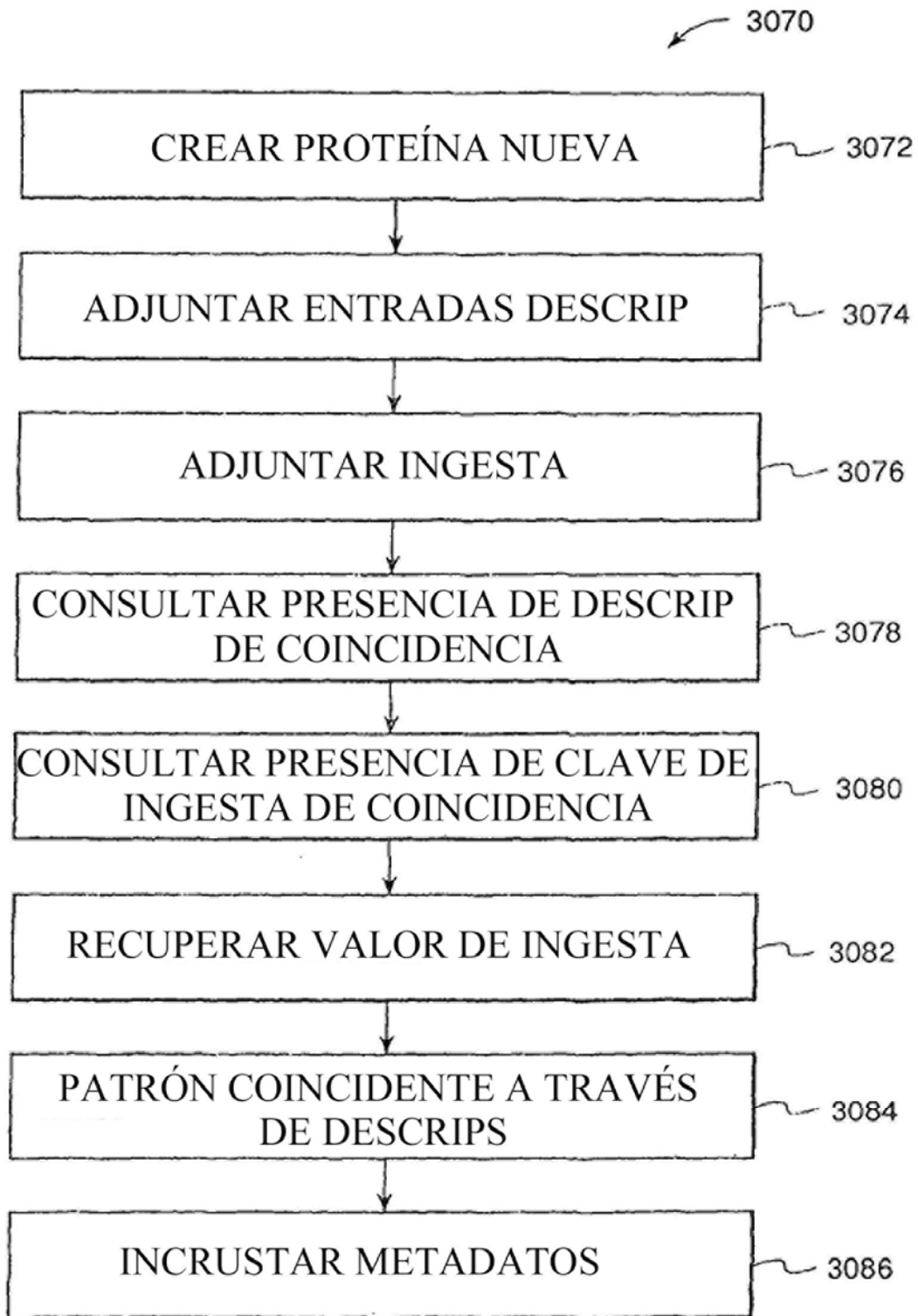


FIG. 30D

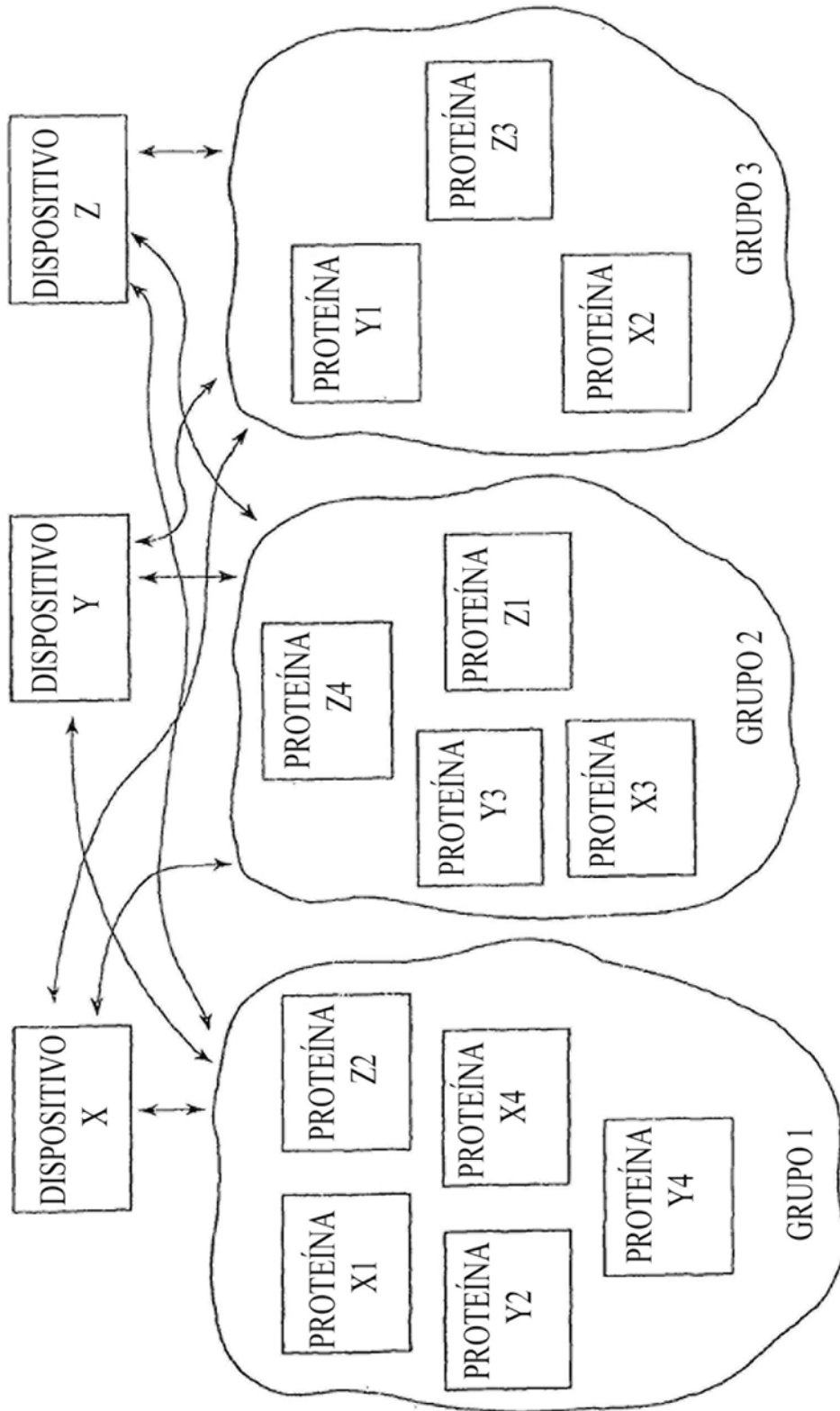


FIG. 31

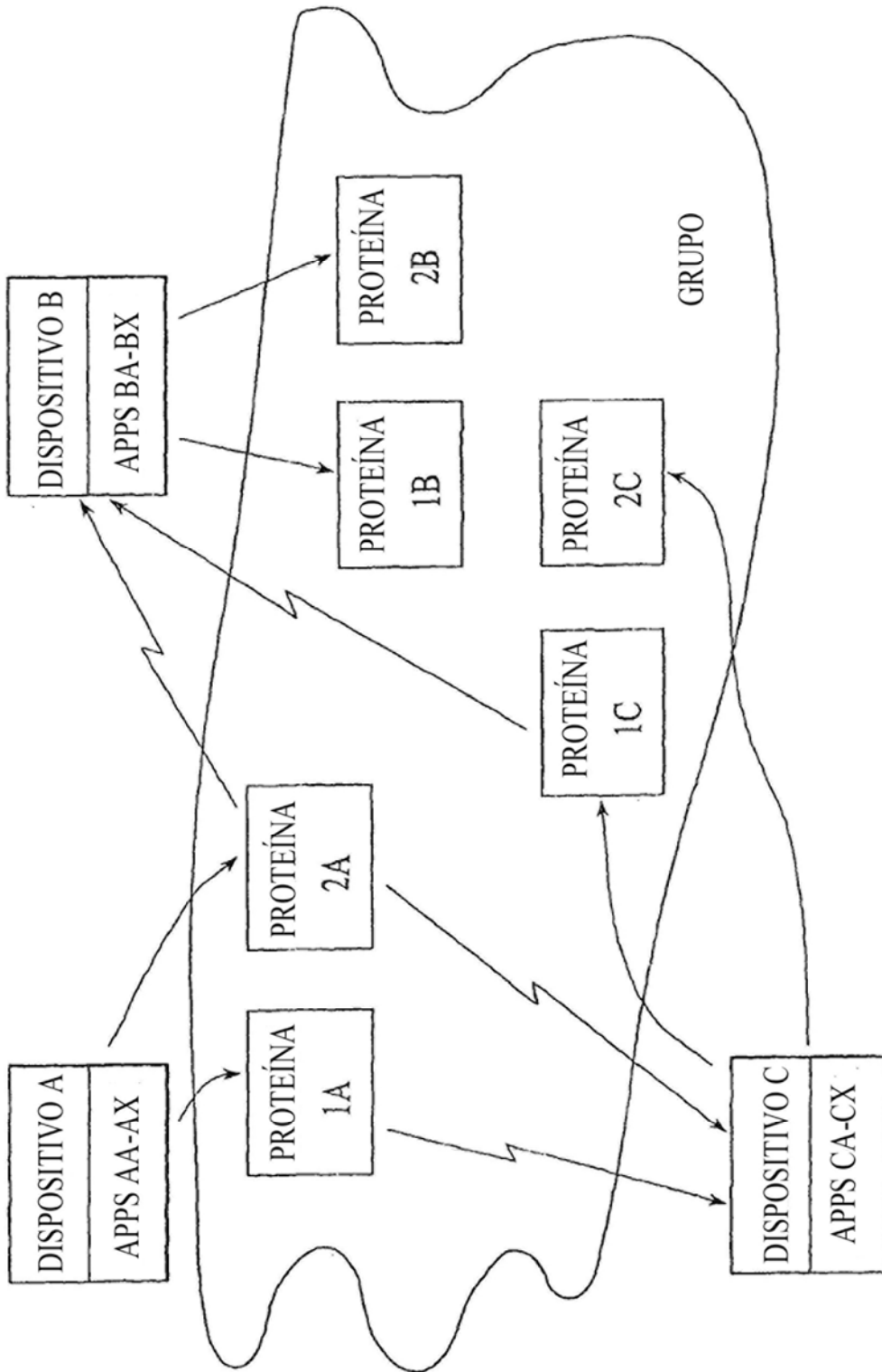


FIG. 32

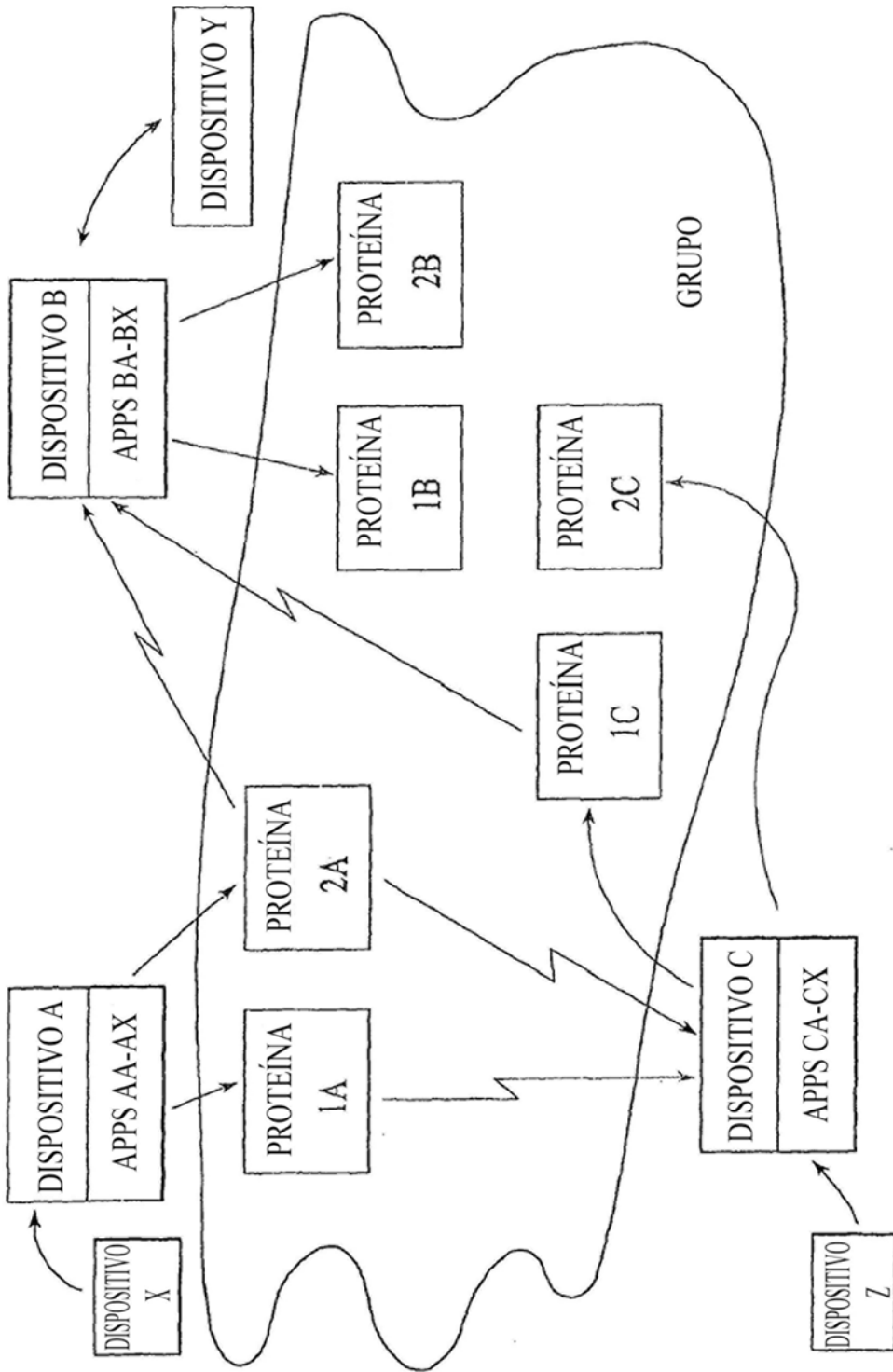


FIG. 33

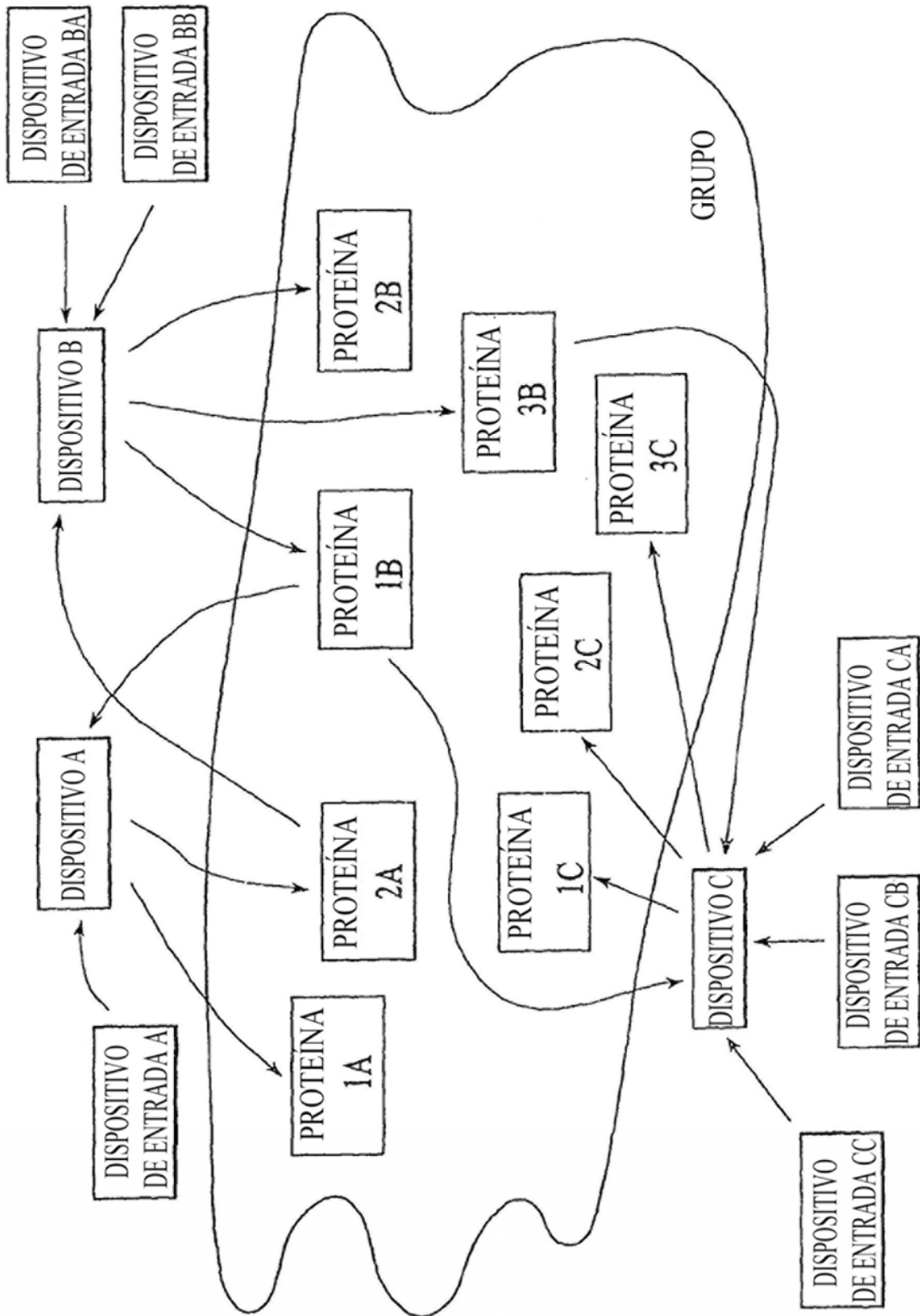


FIG. 34

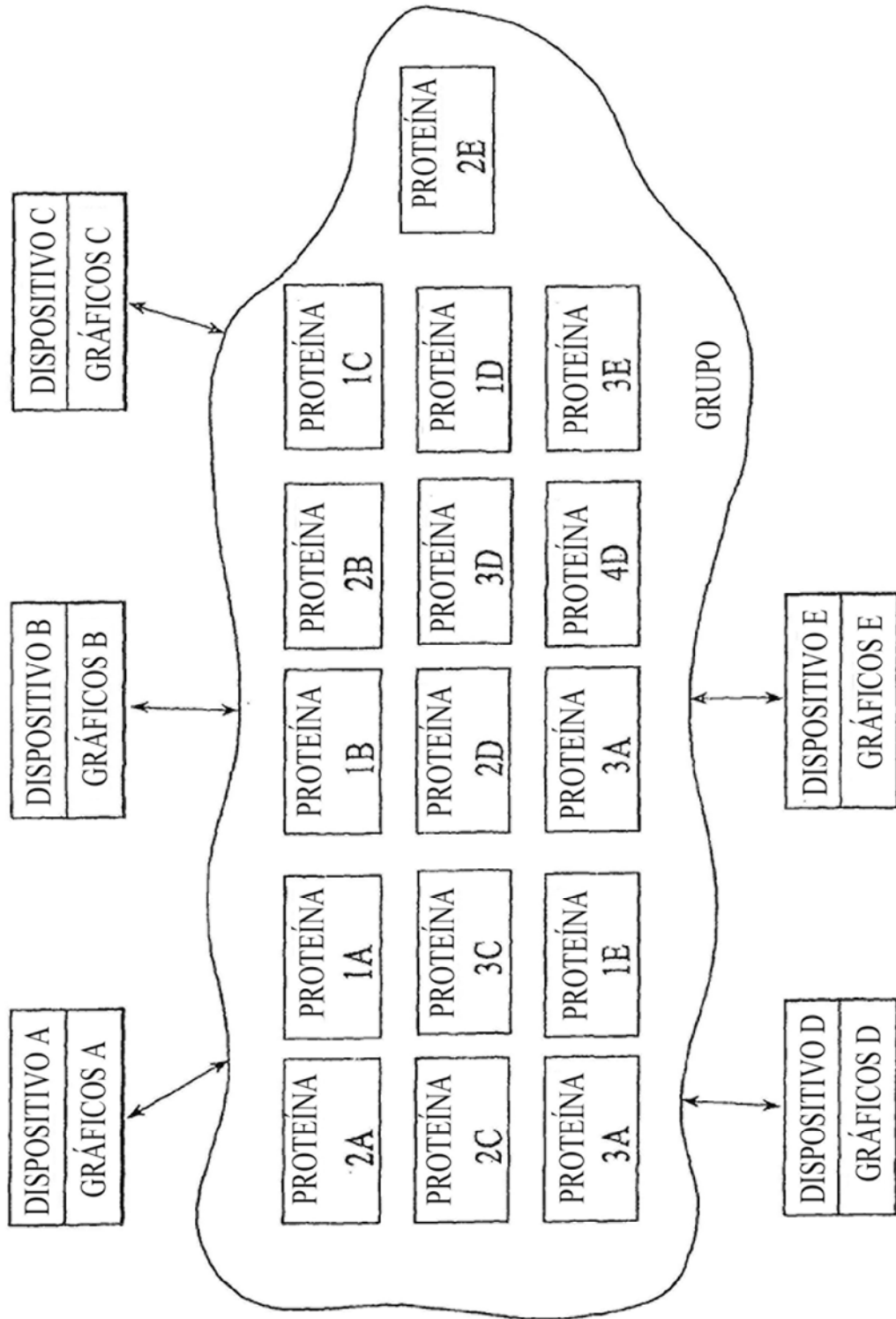


FIG. 35

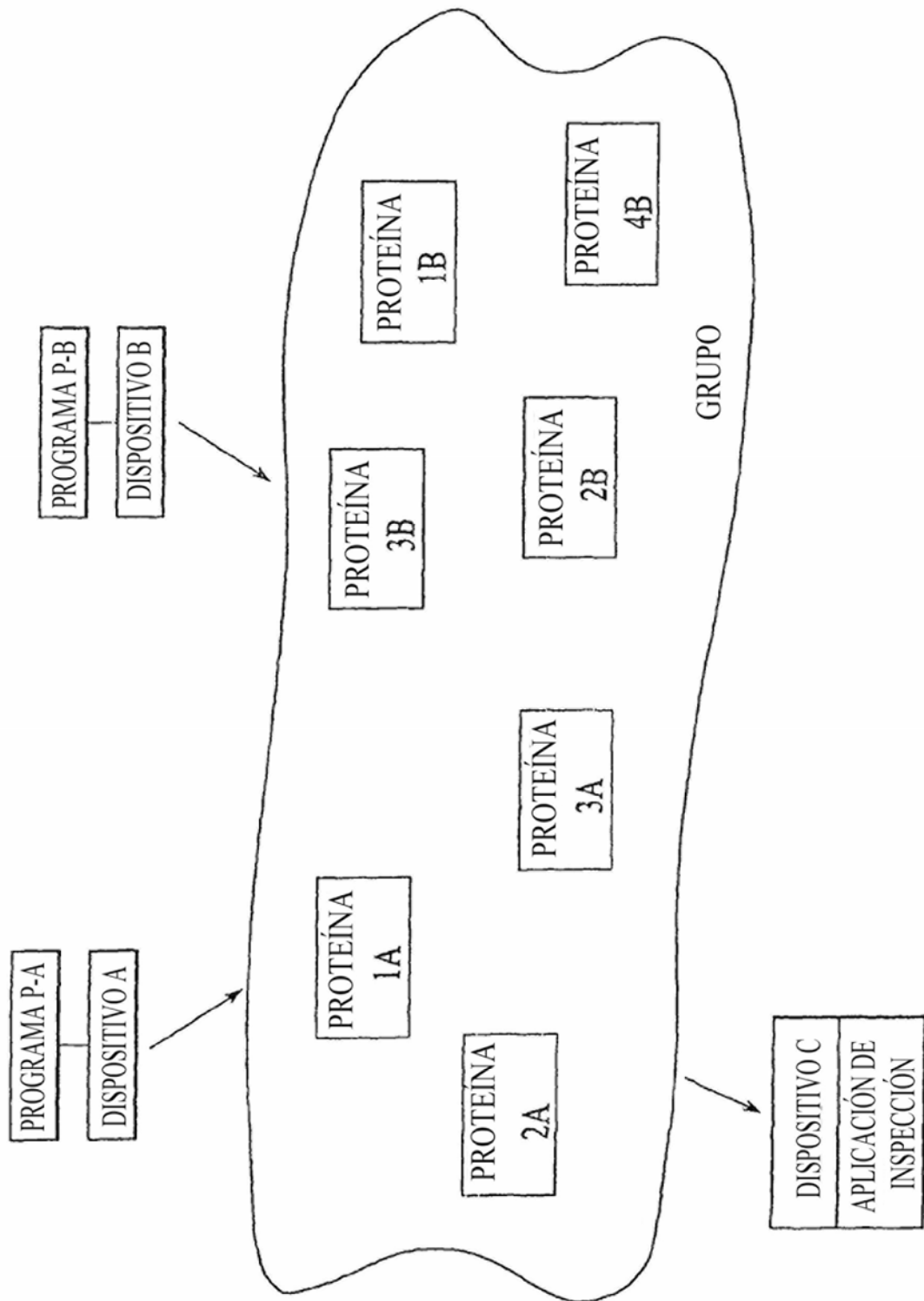


FIG. 36

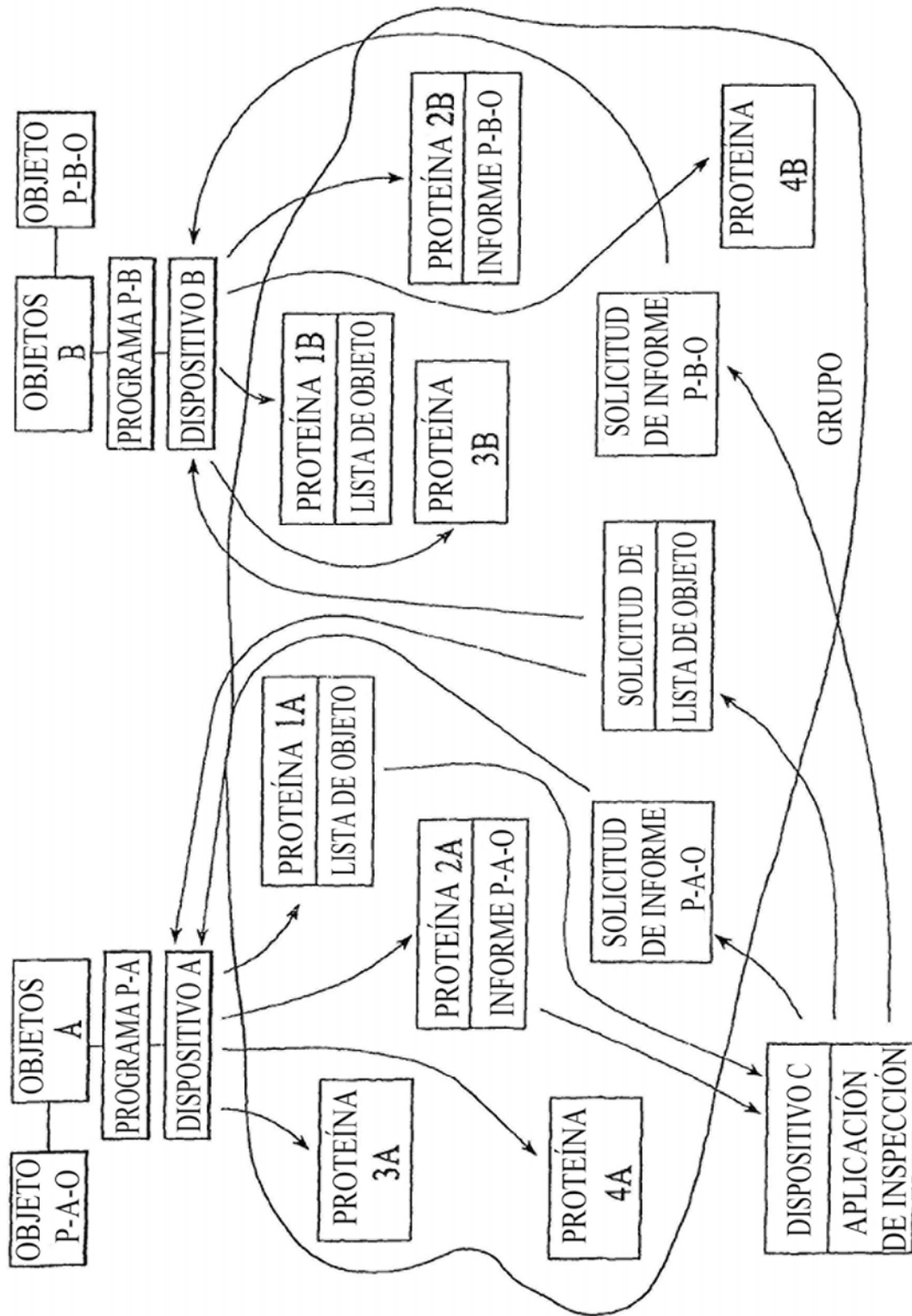


FIG. 37