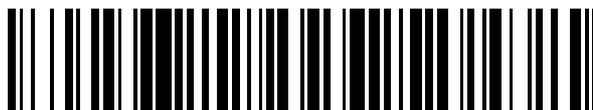


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 742 454**

51 Int. Cl.:

G06F 3/0354 (2013.01)

G06F 3/038 (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.05.2015 PCT/EP2015/060776**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15173401**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2015 E 15722537 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3143479**

54 Título: **Compensación de deriva con minimización paralela**

30 Prioridad:

15.05.2014 DE 102014106837

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

14.02.2020

73 Titular/es:

**STABILO INTERNATIONAL GMBH (100.0%)
Schwanweg 1
90562 Heroldsberg, DE**

72 Inventor/es:

KÄMPF, KARL-PETER

74 Agente/Representante:

ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María

ES 2 742 454 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

Compensación de deriva con minimización paralela

5 **Técnica anterior**

La presente invención se refiere a un método para reconocer y evaluar patrones de movimiento y posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico del tipo especificado en el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un bolígrafo electrónico del tipo especificado en el preámbulo de la reivindicación 9 y a un sistema de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 10.

15 Cuando los movimientos de un bolígrafo electrónico son detectados por sistemas de medición inerciales, tales como sensores de aceleración o sensores de velocidad de rotación, los datos de dichos sensores deben integrarse una o dos veces para obtener una señal de velocidad (primera integración) o una señal de localización (segunda integración) del bolígrafo electrónico. Los errores menores en la medición de las aceleraciones y/o las velocidades angulares por medio de los sensores de medición inerciales del bolígrafo electrónico pueden dar como resultado errores de determinación de velocidad mayores en el caso de la primera integración, que, a su vez, pueden dar como resultado errores aún mayores en la señal de localización después de la integración de la señal de velocidad.

20 Aquí, las posibles fuentes de error pueden comprender no solo inexactitudes inherentes de los métodos de integración numérica, sino también, a modo de ejemplo, inexactitudes de conversiones de analógico a digital de las señales del sensor de medición, errores de punto cero, por ejemplo, a través de la deriva de temperatura, interferencias aleatorias o componentes de ruido inherentes al sistema.

25 Dado que, por ejemplo, se halla una nueva posición del bolígrafo electrónico a partir de una posición previamente hallada, los errores en la determinación de la velocidad y la localización del bolígrafo electrónico pueden acumularse aún más y conducir a una denominada deriva de la señal de movimiento del bolígrafo electrónico de una manera no deseada.

30 La técnica anterior se puede encontrar, por ejemplo, en el documento US 5.902.968 A, que describe un aparato de entrada en forma de bolígrafo de tamaño pequeño que detecta una entrada de escritura a mano y compensa los efectos de la inclinación del aparato de entrada en forma de bolígrafo.

35 Tarea

Por lo tanto, el objeto de la presente invención consiste en mejorar un bolígrafo electrónico, especialmente con respecto a la precisión con la que se pueden detectar los movimientos del bolígrafo electrónico, y en particular con respecto a una compensación de deriva mejorada en la señal de movimiento del bolígrafo electrónico.

40 Solución

De acuerdo con la presente invención, este objeto se logra mediante un método para reconocer y evaluar las posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico tal y como se define en la reivindicación independiente 1, así como mediante un bolígrafo electrónico tal y como se define en la reivindicación independiente 9 y un sistema de acuerdo con la reivindicación 10.

Las realizaciones ventajosas y los desarrollos adicionales son la materia objeto de las reivindicaciones secundarias.

50 Para detectar la posición de la punta o la punta de la mina de escritura de un bolígrafo electrónico, dicho bolígrafo puede estar provisto de sensores de medición inerciales, y el movimiento se puede reconstruir integrando los datos de medición de estos sensores.

Un método de acuerdo con la presente invención para reconocer y evaluar patrones de movimiento y posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico con sensores de medición inerciales durante la escritura en un sustrato de escritura bidimensional puede comprender aquí las siguientes etapas:
 55 especificar inicialmente dos ejes X, Y, que son ortogonales entre sí, en el sustrato de escritura y un eje Z perpendicular al sustrato de escritura bidimensional, definiendo el eje X, por ejemplo, una dirección de escritura o la dirección de escritura predominante. Los ejes X, Y, Z pueden definir de este modo un sistema de coordenadas de referencia para el bolígrafo electrónico.

60 Dicha especificación inicial de dos ejes, que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura, por ejemplo, de dicho eje X y dicho eje Y, puede llevarse a cabo en función del ángulo de elevación o del ángulo de inclinación y del eje longitudinal del bolígrafo electrónico con respecto al sustrato de escritura y/o en función de un ángulo azimutal ϵ del eje longitudinal del bolígrafo electrónico o de una proyección del eje longitudinal del bolígrafo electrónico.

65 Por ende, los ejes X, Y pueden definir el plano del sustrato de escritura, y las posiciones en el plano de sustrato de

escritura se pueden describir con las coordenadas de sustrato de escritura x , y .

Asimismo, dicho método de acuerdo con la presente invención puede comprender una compensación de una deriva no deseada en la señal de posición de bolígrafo del bolígrafo electrónico que se va a emitir, comprendiendo las siguientes etapas:

ejecutar en paralelo una transformación de coordenadas del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ del bolígrafo electrónico en las coordenadas de sustrato de escritura x , y para los valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ determinados a partir de los sensores de medición inerciales, así como para una pluralidad de valores predeterminables adicionales del ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , que, por ejemplo, en intervalos predeterminados de valores, pueden estar alrededor de los valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ determinados a partir de los sensores de medición inerciales, comprendiendo la determinación de la combinación lineal óptima de los valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ en la que se logra una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z desde una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, y seleccionar los valores determinados del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ , lo que da como resultado una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z desde una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, para corregir una señal de posición de bolígrafo que se va a emitir, por ejemplo, en particular una señal de aceleración del bolígrafo electrónico que se va a emitir.

En este contexto, debe señalarse que la expresión señal de posición de bolígrafo puede comprender señales de localización así como señales de movimiento y aceleración del bolígrafo electrónico. Asimismo, la expresión sensores de medición inerciales hace referencia de aquí en adelante a una pluralidad de sensores inerciales del bolígrafo electrónico, que son capaces de medir en tres direcciones espaciales, que son ortogonales entre sí, aceleraciones y/o la fuerza del campo magnético local y/o velocidades de rotación, en particular, el ángulo de posición espacial del bolígrafo electrónico, por ejemplo, el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ .

Una combinación lineal de valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ puede representar aquí un par de valores que comprende un valor respectivo del ángulo azimutal ϵ y un valor respectivo del ángulo de inclinación γ .

De ello se deduce que, ventajosa y preferentemente, los valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ pueden optimizarse en común para averiguar el par óptimo de valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ en el caso de que se consiga una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z a partir de una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, por ejemplo, igual a cero o igual a la aceleración de la gravedad.

Como alternativa, también es imaginable una optimización individual independiente de los valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , que puede tener lugar reiteradamente.

Por ende, se puede detectar una desviación de la aceleración desde una aceleración que se espera y se puede llevar a cabo una compensación de la deriva no deseada en la señal de posición de bolígrafo que se va a emitir, especialmente una corrección de deriva en el espacio de la señal de aceleración, es decir, una corrección de la deriva de las señales de aceleración en las direcciones espaciales X, Y y Z del sistema de coordenadas de referencia de escritura del bolígrafo electrónico.

Para cada par de valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ entre la pluralidad de pares de valores examinados durante la optimización, puede determinarse la aceleración en las tres direcciones espaciales X, Y y Z del sistema de coordenadas de referencia de escritura, con lo cual es posible determinar o seleccionar o interpolar el par de valores respectivo en el caso de que se consiga una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z a partir de una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, por ejemplo, igual a cero o igual a la aceleración de la gravedad.

Si la señal de aceleración hallada o corregida de este modo en la dirección Z es correcta, es decir, se corresponde con un valor esperado predeterminado, también son correctas las señales de aceleración en las otras dos direcciones espaciales, es decir, los ejes de sustrato de escritura X e Y, es decir, se corrigen mediante la corrección de la señal de aceleración en la dirección Z.

De ello se deduce que se puede hallar la combinación lineal óptima de valores para el ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ del bolígrafo electrónico, para lo cual el error que se produce en la aceleración hallada en la dirección Z o a lo largo del eje Z, es decir, la desviación desde un valor Z de la aceleración que se espera, por ejemplo, un valor Z de aceleración que se espera que es igual a cero o igual a la aceleración de la gravedad, se vuelve mínimo.

De este modo, es posible corregir la señal de aceleración en la dirección Z, que se halla a partir de los sensores de medición inerciales, por una señal de aceleración determinada a partir de la combinación lineal óptima de los valores del ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ .

En otras palabras, una pluralidad de soluciones de la transformación de coordenadas puede ejecutarse continuamente en paralelo para varios ángulos de inclinación γ y ángulos azimutales ϵ y, a través de una condición límite para una aceleración en la dirección Z que se espera, se puede hallar el par de valores óptimo o supuestamente más preciso para el ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ y este par de valores puede usarse para calcular una señal de posición de bolígrafo corregida y una señal de aceleración corregida del bolígrafo electrónico.

La determinación de la combinación lineal óptima de valores para el ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ se puede basar, por ejemplo, en una búsqueda en rejilla simple, en cuyo caso los valores para el ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ se varían con incrementos predeterminados en intervalos de valores predeterminados, y se determinan los valores para el ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ , en cuyo caso puede conseguirse una desviación mínima de, por ejemplo, una aceleración en la dirección Z, hallada a partir de los sensores de medición inerciales, a partir de una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z.

La determinación de la combinación lineal óptima del ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ y la determinación de los valores óptimos para el ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ también pueden ejecutarse, por ejemplo, por medio de un método de eliminación de Gauss o con la ayuda de otros algoritmos de optimización, por ejemplo, mediante métodos de gradiente local (por ejemplo, el método simplex), en donde la cantidad que se ha de optimizar o minimizar puede ser aquí la desviación de una aceleración en la dirección Z, hallada a partir de los sensores de medición inerciales, a partir de una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z.

De esta forma, una señal de posición de bolígrafo que se va a emitir se puede corregir de una manera ventajosa eliminando los posibles errores causados por una deriva no deseada de los sensores de medición, y especialmente se puede comprobar, por ejemplo, si un ángulo de inclinación γ hallado del bolígrafo electrónico es correcto.

Si, por ejemplo, el ángulo de inclinación γ hallado de esta forma es correcto, por ejemplo, el valor de la aceleración de la gravedad se obtiene como un valor de aceleración en el eje Z que es ortogonal al plano del sustrato de escritura, además de las aceleraciones del bolígrafo electrónico en las coordenadas de los ejes de coordenadas del sustrato de escritura X, Y, tras la transformación de coordenadas de las aceleraciones, medidas, por ejemplo, por los sensores de medición inerciales, en las coordenadas de sustrato de escritura x, y, descrita por los ejes de coordenadas de sustrato de escritura ortogonales X, Y.

Si el valor hallado de este modo de la aceleración Z se desviara del valor de la aceleración de la gravedad, aunque la punta del bolígrafo está en contacto con la hoja o el sustrato de escritura, como se puede detectar fácilmente, por ejemplo, a través de un sensor de presión de escritura, habrá un error en el ángulo de inclinación γ hallado con toda probabilidad.

Dicho error puede estar causado, por ejemplo, por una deriva no deseada del sensor en los sensores de medición del bolígrafo electrónico, pero también puede estar causado, por ejemplo, por anomalías del campo magnético que rodea al bolígrafo y al sustrato de escritura, respectivamente.

Si, sin embargo, la aceleración de la gravedad se ha sustraído de los datos medidos del sensor de aceleración antes de la integración de los datos del sensor de aceleración, el valor de la aceleración en la dirección Z que se espera y la señal Z en el sistema de coordenadas del sustrato de escritura que se espera, o si, por ejemplo, un sensor de presión de escritura indica que hay contacto con el sustrato de escritura, idealmente será igual a cero.

Por lo tanto, las desviaciones de un valor Z que se espera, por ejemplo, el valor de la aceleración en Z, pueden ser indicaciones de errores en el cálculo de la posición del bolígrafo, que han sido causados, por ejemplo, por errores de deriva de los sensores de medición.

Sin embargo, dichos posibles errores de deriva pueden ser corregidos y compensados, al menos parcialmente, por la transformación de coordenadas mencionada anteriormente del ángulo de inclinación γ y el ángulo azimutal ϵ del bolígrafo electrónico en el plano del sustrato de escritura con las coordenadas del sustrato de escritura x, y, ejecutándose dicha transformación de coordenadas en paralelo para una pluralidad de valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ y seguidos de una determinación de la combinación lineal de valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , en cuyo caso un error en la aceleración hallada en la dirección Z se vuelve mínimo.

La locución "una pluralidad de o una multitud de valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ para determinar la combinación lineal óptima del ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ " puede describir, por ejemplo, que, a partir de los valores iniciales para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , los ángulos azimutales ϵ y los ángulos de inclinación γ se pueden variar, por ejemplo, en intervalos de $\pm 10^\circ$ o $\pm 20^\circ$ o $\pm 30^\circ$ alrededor del valor inicial respectivo.

Un valor inicial ejemplar para el ángulo azimutal ϵ puede ser, por ejemplo, un valor de $+ 30^\circ \pm 10^\circ$, y un valor inicial

ejemplar para el ángulo de inclinación γ puede ser de $+ 45^\circ \pm 10^\circ$.

5 Los incrementos preferentes ejemplares para variar los valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ para determinar la combinación lineal óptima de los valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ pueden ser aquí más pequeños que o iguales a 3° , o más pequeños que o iguales a 1° , o más pequeños que o iguales a $0,1^\circ$.

10 De forma ejemplar, también es imaginable una configuración mínima para determinar la combinación lineal óptima del ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , en cuyo caso el valor examinado es al menos un valor respectivo de 1° o 3° por encima y por debajo de un valor esperado o valor inicial para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , es decir, el par de valores óptimo de los valores para el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ se puede determinar o interpolar a partir de al menos 9 pares de valores.

15 Esto puede ser ventajosamente suficiente para poder corregir o compensar, por ejemplo, errores del orden de aprox. 3° de los valores para los ángulos de posición, en concreto, el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , determinados a partir de los sensores de medición inerciales, así como errores de posición de bolígrafo, lo que puede ocurrir, por ejemplo, en un intervalo de tiempo de 10 a 25 ms debido a una deriva no deseada.

20 Una corrección de la componente de velocidad de la punta de escritura en Z, hallada a partir de los sensores de medición inerciales, también puede ejecutarse, por ejemplo, reduciendo a cero el valor de Z o el valor de velocidad en Z, cuando el bolígrafo entra en contacto con el sustrato de escritura.

25 También es posible hallar ventajosamente la orientación de los sensores de medición en relación con la dirección de la fuerza de gravedad, hallada, por ejemplo, por medio de sensores de velocidad de rotación o de campo magnético, así como métodos de fusión de sensores.

30 Los sensores de medición inerciales y otros posibles sensores (tales como sensores de presión de fuerza de escritura, sensores de campo magnético, sensores de velocidad de rotación, etc.) pueden recoger datos de medición al menos cada 50 ms, cuando el bolígrafo electrónico está en uso, para garantizar que la frecuencia de muestreo sea más alta que la frecuencia de escritura o frecuencia propia (por ejemplo, 3 Hz a 7 Hz) de la mano del escritor, de modo que todos los movimientos de la mano y del bolígrafo electrónico, respectivamente, puedan detectarse de manera suficientemente precisa.

35 En otras palabras, la frecuencia de muestreo puede ser igual o superior a la frecuencia de muestreo mínima determinada por el teorema de Nyquist-Shannon.

40 Dependiendo del modo de operación del bolígrafo electrónico, los sistemas de coordenadas utilizados para evaluar las posiciones del bolígrafo se pueden inicializar de diferentes formas. Mientras que en el caso de un dibujo, puede tener sentido conocer la posición absoluta del bolígrafo electrónico en el sustrato de escritura (o la posición en relación con los puntos de referencia en el sustrato de escritura, por ejemplo, papel), la secuencia dinámica de movimientos del bolígrafo electrónico en sí ya puede ser suficiente para reconocer, por ejemplo, la escritura a mano.

45 Una especificación inicial de dos ejes, que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura, por ejemplo, dicho eje X y dicho eje Y, puede llevarse a cabo en función del ángulo de elevación o del ángulo de inclinación γ del eje longitudinal del bolígrafo electrónico con respecto al sustrato de escritura y/o en función de un ángulo azimutal ϵ del eje longitudinal del bolígrafo electrónico o de una proyección del eje longitudinal del bolígrafo electrónico.

50 Por ejemplo, en el caso de una postura de escritura típica, el ángulo azimutal ϵ se puede definir como el ángulo entre el eje X del sistema de coordenadas que se ha de especificar y la línea de intersección a lo largo de la cual un plano, definido por el eje longitudinal del bolígrafo y un sustrato de escritura perpendicular, interseca el plano del sustrato de escritura.

55 En función de un primer eje de coordenadas especificado en el sustrato de escritura, luego se puede especificar un segundo eje de coordenadas en el sustrato de escritura a través de la ortogonalidad requerida, pudiéndose especificar aquí el sistema de coordenadas de forma selectiva como un sistema de coordenadas para zurdos o diestros.

60 Al comienzo de la grabación de los datos de posición del bolígrafo, se puede suponer que el ángulo azimutal ϵ tiene un valor fijo, que puede determinarse, por ejemplo, a partir de datos empíricos.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, por ejemplo, un valor de $+ 30^\circ \pm 10^\circ$ puede especificarse como un valor inicial preferente del ángulo azimutal ϵ .

65 Cuando la dirección X se define, por ejemplo, como una dirección de escritura predominante y la dirección Y como una dirección perpendicular a la misma en el plano de la hoja, puede admitirse un movimiento constante promediado en la dirección X y pequeñas deflexiones temporales en las direcciones X e Y.

5 Aquí se puede suponer que las velocidades de la punta de la mina de escritura son, por ejemplo, aprox. $1,0 \pm 0,5$ m/s y que oscilan a la frecuencia típica de movimiento de escritura entre 3 y 7 Hz. De este modo, la velocidad de escritura promediada o esperada en la dirección X puede estar en $1,0 \pm 0,5$ m/s y la velocidad de escritura promediada en la dirección Y puede estar en 0 m/s.

Si se halla que dicha velocidad de punta de la mina de escritura se ha sobrepasado, esto también puede atribuirse a una deriva en los sensores de medición.

10 Una corrección o compensación de una deriva se puede conseguir, por ejemplo, mediante una comprobación de plausibilidad de la posición de la punta de la mina de escritura. Cuando la punta de la mina de escritura se encuentra, por ejemplo, en una posición debajo del eje X (es decir, debajo de la dirección de escritura), se puede suponer que el siguiente movimiento será un movimiento hacia arriba y la señal de posición se puede corregir, por ejemplo, con una rampa, lo que hace que se cumpla este resultado.

15 La señal de la posición X puede tratarse de manera análoga: si hay un avance de señal excesivo o un retardo de señal en relación con el valor esperado a largo plazo, también puede corregirse esta señal con una rampa.

20 Ya que, debido al proceso de escritura, la vista de la persona que escribe normalmente se encuentra dirigida hacia el sustrato de escritura y, por ejemplo, no a un dispositivo de visualización, normalmente, se dispondrá de unos pocos segundos para corregir lo que se ha escrito.

25 Por ende, es posible, por ejemplo, distorsionar o corregir las últimas letras escritas por medio de rampas (por ejemplo, que aumentan de forma cuadrática) (equivalentes a desfases nulos de los resultados de integración de la señal de posición de escritura), sin que la persona que escribe se percate.

30 A medida que el proceso de escritura continúa, dicho ángulo azimutal ϵ puede ser examinado, definido con mayor precisión y adaptado aún más definiendo, por ejemplo, el eje mayor de los movimientos de escritura, que se llevan a cabo, por ejemplo, a una frecuencia de movimiento de escritura de 3 a 7 Hz, en relación con un ángulo de inclinación biométrico β en relación con el eje de dirección de escritura (por ejemplo, eje X).

Dicho ángulo de inclinación biométrico β puede especificarse, por ejemplo, a través del eje de rotación de la articulación interfalángica proximal del dedo índice de la mano con que la se escribe.

35 El eje de rotación de la articulación interfalángica proximal del dedo índice se proporciona a través de la biomecánica de la mano con la que escribe y su orientación en relación con el eje X es un parámetro típico mediante el cual se puede caracterizar la escritura individual.

40 El ángulo de inclinación biométrico β puede configurarlo, por ejemplo el usuario, por ejemplo, en los ajustes por defecto del *software* de procesamiento de señales del bolígrafo electrónico de modo que se pueda ajustar la inclinación deseada de la escritura a mano en relación con la dirección de escritura.

45 La velocidad del movimiento constante promediado en la dirección de escritura se puede utilizar como una medida para el alargamiento o compresión de la escritura a mano reproducida con respecto a una velocidad de referencia del movimiento de escritura constante promediado.

50 Para mejorar la velocidad del movimiento constante promediado en la dirección de escritura, hallándose dicha velocidad a partir de los datos del sensor del bolígrafo electrónico, el usuario puede configurar un valor inicial de velocidad de escritura que sea típico de su escritura a mano, por ejemplo, de 0,1 a 2 cm/s, preferentemente $1 \pm 0,5$ cm/s.

55 Una compensación de una deriva no deseada en la señal de posición de bolígrafo del bolígrafo electrónico que se va a emitir puede comprender, adicionalmente, durante un intervalo de tiempo predeterminado y una frecuencia predeterminada, un promedio móvil de los movimientos del bolígrafo, que se producen a lo largo de los dos ejes ortogonales X, Y y que están determinados por los sensores de medición inerciales durante la escritura a través de la integración de los datos de sensor de dichos sensores de medición, y además una comparación periódica de los promedios móviles hallados en el momento en cuestión con los promedios iniciales y/o con los promedios móviles previamente hallados, y una sustracción de las desviaciones que se producen durante dicha comparación entre los promedios móviles hallados en el momento en cuestión y los promedios iniciales y/o las desviaciones que ocurren entre los promedios móviles hallados en el momento en cuestión y los promedios móviles previamente hallados, a partir de una señal de posición del bolígrafo que va a emitirse.

60 Los promedios de la señal de posición del bolígrafo que se hallan en el momento en cuestión a lo largo de dichos dos ejes ortogonales X, Y pueden compararse de este modo continuamente con los promedios previamente hallados de la señal de posición de bolígrafo y/o con promedios de salida previamente especificables esperados.

65

5 En otras palabras, las desviaciones del movimiento de escritura halladas en el momento en cuestión, en particular, las desviaciones de la dirección de movimiento de escritura hallada, a partir de un movimiento, postulado en función de promedios previamente hallados o especificados de la señal de posición de bolígrafo, o de una dirección de movimiento de escritura postulada, se puede interpretar como una deriva y se sustrae de la señal de posición del bolígrafo hallada, es decir, del valor de localización hallado, antes de emitir la señal de posición del bolígrafo, es decir, la señal de localización, por ejemplo, en una unidad de visualización gráfica.

10 El intervalo de tiempo durante el cual se forman los promedios móviles de los movimientos del bolígrafo hallados a partir de los datos de sensor por integración puede ser aquí más largo que 1 s, 2 s o 5 s.

15 Antes de integrar los datos de sensor para hallar la señal de localización del bolígrafo electrónico y antes de extraer su movimiento en la dirección de escritura, es decir, la dirección X, las frecuencias por encima y por debajo de la frecuencia de movimiento de escritura típica del usuario (3 a 7 Hz) se pueden eliminar de los datos de sensor por medio de un filtro de paso alto y un filtro de paso bajo.

En otras palabras, los datos de sensor pueden estar ya filtrados y suavizados antes de que la integración de los datos de sensor y las señales de deriva de los sensores de medición ya se puedan corregir y compensar, al menos parcialmente.

20 Esta suavización y filtración puede reducir el ruido en los datos de sensor y permitir de este modo una mejor integración de los datos de sensor, y pueden reducir una señal de deriva que quizás pueda permanecer después de la integración.

25 La filtración de los datos de sensor puede comprender métodos bien establecidos de promedios móviles. Además del uso de técnicas de filtración clásicas, tales como la Transformada Rápida de Fourier, por ejemplo, puede ejecutarse una transformación numérica ventajosa en particular a través de filtros de ondículas. Un éxito conveniente puede lograrse aquí mediante una ondícula básica o de patrón básico simple, tal como la ondícula de Haar.

30 En aras de la exhaustividad, Cabe señalar que, cuando el movimiento de escritura se ejecuta en una superficie de sustrato de escritura bidimensional, por ejemplo, una hoja de papel, la deriva en una dirección perpendicular al plano de la hoja se puede detectar inmediatamente y se puede compensar fácilmente.

35 La información de una deriva detectada perpendicular al plano de la hoja puede utilizarse, además, también para corregir errores que se producen en la detección de la posición espacial del bolígrafo electrónico.

40 Se pueden obtener valores adicionales que apoyan la determinación y la compensación de una deriva no deseada en la señal de posición del bolígrafo que se va a emitir con respecto a la dirección de escritura agregando, por ejemplo, una señal de presión de escritura, proporcionada, por ejemplo, por un sensor de presión de fuerza de escritura acoplado a la mina de escritura.

Un pulso de alta presión corto (por ejemplo, más corto que 0,3 s), es normalmente el resultado de un punto final/punto (al final de una oración o un punto sobre una i), en el caso de que la punta del bolígrafo descansa durante el momento respectivo, es decir, la punta del bolígrafo no se mueve en el plano del sustrato de escritura.

45 En este punto de reposo de la punta de la mina de escritura del bolígrafo electrónico con respecto al plano del sustrato de escritura, resultante, por ejemplo, de la configuración mencionada anteriormente de un punto final/punto, la deriva en las direcciones X e Y se puede leer localmente desde la señal de velocidad integrada, y la señal de posición del bolígrafo que se va a emitir se puede corregir de esta forma.

50 Asimismo, la inclinación de la escritura a mano de la señal de posición del bolígrafo hallada se puede corregir, es decir, los errores en la inclinación hallada de la escritura a mano o una deriva no deseada de la señal de inclinación de escritura a mano también pueden corregirse y compensarse comparando la inclinación hallada de la escritura a mano con una inclinación postulada de la escritura a mano. Las posibles desviaciones resultantes de dicha comparación pueden ser corregidas entonces, antes de que se emita la señal de posición del bolígrafo, es decir, la señal de localización, a través de una transformación adecuada de la señal de posición del bolígrafo hallada, es decir, el valor de localización hallado.

60 La inclinación de escritura a mano postulada o deseada puede configurarse previamente aquí, por ejemplo, por parte del usuario, por ejemplo, como una entrada para una unidad de control digital del bolígrafo electrónico o como un parámetro para una unidad de evaluación de datos. La inclinación de la escritura a mano postulada o deseada puede considerarse aquí como la inclinación característica de la escritura a mano de un usuario.

65 Dicha inclinación de escritura a mano postulada o deseada puede proceder aquí de un análisis con respecto a una dirección preferencial de la distribución de frecuencia de la dirección de los movimientos de escritura del bolígrafo electrónico a la frecuencia de escritura o frecuencia propia (3 Hz a 7 Hz) de la mano con la que se escribe y puede caracterizarse, por ejemplo, por un ángulo de dirección η de una dirección de escritura preferencial, como el ángulo

entre el eje de un carácter y el eje de dirección de escritura, por ejemplo, el eje X.

El ángulo entre esta dirección preferencial hallada y la inclinación deseada de la escritura a mano se puede utilizar entonces como base para compensar la inclinación de la escritura a mano. Con este fin, por ejemplo, primero se puede especificar un rectángulo, que comprende la escritura a mano de una línea escrita a lo largo de la dirección de escritura y que luego puede cortarse con el ángulo de compensación de inclinación de escritura a mano deseado.

Además, la inclinación del bolígrafo electrónico en el espacio, es decir, el ángulo de inclinación y que ya se ha introducido anteriormente, se puede medir a través de sensores de campo magnético y sensores de velocidad de rotación.

Si, por ejemplo, el ángulo de inclinación y obtenido de este modo es correcto, por ejemplo, el valor de la aceleración de la gravedad se obtiene como un valor esperado predeterminado de la aceleración en la dirección Z, además de las aceleraciones del bolígrafo electrónico en las coordenadas de los ejes de coordenadas del sustrato de escritura X, Y, tras la transformación de coordenadas de las aceleraciones, medidas, por ejemplo, por los sensores de medición inerciales, en las coordenadas de sustrato de escritura x, y, descrita por los ejes de coordenadas de sustrato de escritura ortogonales X, Y.

Si, por ejemplo, el valor hallado de este modo de la aceleración Z se desviara del valor de la aceleración de la gravedad, aunque, por ejemplo, la punta del bolígrafo está en contacto con la hoja o el sustrato de escritura, como se puede detectar fácilmente, por ejemplo, a través de un sensor de presión de escritura, habrá un error en el ángulo de inclinación y hallado con toda probabilidad. Dicho error puede estar causado, por ejemplo, por una deriva no deseada del sensor en los sensores de medición del bolígrafo electrónico, pero también puede estar causado, por ejemplo, por anomalías del campo magnético que rodea al bolígrafo y al sustrato de escritura, respectivamente.

Si, por ejemplo, la aceleración de la gravedad se ha sustraído de los datos medidos de sensores de aceleración antes de la integración de dichos datos de sensor de aceleración, la aceleración en Z, es decir, la señal Z en el sistema de coordenadas del sustrato de escritura, o si, por ejemplo, un sensor de presión de escritura indica que hay contacto con el sustrato de escritura, idealmente será igual a cero.

Si este no es el caso, esto puede deberse al hecho de que el sustrato de escritura no está posicionado horizontalmente, y puede permanecer un pequeño valor correlacionado con las señales X e Y, a partir del cual se puede hallar la inclinación del sustrato de escritura (o el error en el cálculo de la aceleración de la gravedad).

Por lo tanto, las desviaciones de un valor Z que se esperan, por ejemplo, el valor de la aceleración en Z, pueden ser indicaciones de errores en el cálculo de la posición del bolígrafo, lo que, por ejemplo, puede ser indicativo de un ángulo de inclinación incorrecto y, y puede corregirse por medio del método descrito anteriormente para determinar la combinación lineal óptima de los ángulos de posición, en concreto, el ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación y, por ejemplo, también reduciendo a cero el valor Z o el valor de aceleración en Z, cuando el bolígrafo entra en contacto con el sustrato de escritura.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, una información de inclinación o un ángulo de inclinación y corregido de conformidad con la presente invención también puede reducir los errores en los ejes X e Y de la señal de aceleración de una manera ventajosa.

En función de esta corrección, también es imaginable proporcionar un mapeo de las anomalías magnéticas a lo largo de las coordenadas del sustrato de escritura y permitir una referencia absoluta en función de estas anomalías.

Esta referenciación absoluta se puede realizar, por ejemplo, distorsionando intencionalmente el campo magnético local (por ejemplo, a través de un imán permanente situado cerca de este). Con este fin, un imán permanente puede alojarse, por ejemplo, en la tapa del bolígrafo y depositarse, durante la escritura, en las proximidades del sustrato de escritura en una localización bien definida, por ejemplo, en el margen del sustrato de escritura, por ejemplo, en el margen de un sustrato de escritura en formato A4. La distancia mínima entre el imán permanente y el bolígrafo electrónico que se puede observar aquí preferentemente es una distancia de, por ejemplo, más de 1, 2 o 3 cm, para evitar cargas excesivas en el sensor de campo magnético.

La fuerza del campo magnético o el cambio en dicha fuerza permitirá entonces sacar conclusiones sobre la distancia al imán, y la dirección del campo magnético permite sacar conclusiones sobre la posición del bolígrafo electrónico, lo que luego puede expresarse ventajosamente en coordenadas polares.

En otras palabras, la determinación del ángulo de inclinación y en combinación con la medición de la fuerza o del cambio del campo magnético natural o de un campo magnético artificial permite la referenciación absoluta de la señal de posición, es decir, de la localización, del bolígrafo electrónico en el sustrato de escritura.

Por ende, un bolígrafo electrónico con reconocimiento de posición del bolígrafo de acuerdo con la presente invención puede comprender una mina de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de control

digital, al menos un módulo de transmisión de datos, así como sensores de medición inerciales, y se puede caracterizar por que la unidad de control digital puede configurarse para especificar inicialmente un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes ortogonales X, Y sobre el sustrato de escritura y un eje Z perpendicular al sustrato de escritura bidimensional, en donde el eje X define la dirección de escritura predominante y las coordenadas del sustrato de escritura x, y se definen con respecto a dicho sistema de coordenadas de escritura, y pueden configurarse adicionalmente para compensar una deriva no deseada en la señal de posición de bolígrafo del bolígrafo electrónico que se va a emitir.

La unidad de control digital puede configurarse aquí adicionalmente para ejecutar en paralelo una transformación de coordenadas del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ del bolígrafo electrónico para escribir las coordenadas del sustrato x, y para los valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ determinados a partir de los sensores de medición inerciales, así como para una pluralidad de valores predeterminables adicionales del ángulo azimutal ϵ y el ángulo de inclinación γ , comprendiendo la determinación de la combinación lineal óptima de los valores del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ en los cuales se consigue una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z a partir de una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, y puede configurarse adicionalmente para seleccionar los valores determinados del ángulo azimutal ϵ y del ángulo de inclinación γ , lo que da como resultado una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z desde una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, para corregir una señal de posición del bolígrafo que se va a emitir.

Un dispositivo para reconocer electrónicamente las posiciones del bolígrafo de acuerdo con la presente invención puede, entre otras funciones, tener la función de verificar o repetir los cálculos y correcciones realizados por el bolígrafo electrónico para determinar las posiciones del bolígrafo y las correcciones de deriva, y, si es necesario, de suplementarlos y/o corregirlos, así como adicional y principalmente, permitir la salida de los datos procesados de un bolígrafo electrónico en una unidad de salida de datos y/o almacenarlos en una unidad de almacenamiento de datos.

Por ende, un dispositivo para reconocer electrónicamente las posiciones del bolígrafo de acuerdo con la presente invención puede comprender un bolígrafo electrónico del tipo descrito anteriormente, que puede estar configurado para ejecutar un método del tipo descrito anteriormente, y al menos un módulo de recepción de datos para recibir datos transmitidos por el módulo de transmisión de datos del bolígrafo electrónico, una unidad de evaluación de datos para evaluar y procesar los datos recibidos, una unidad de salida de datos y una unidad de almacenamiento de datos, y se puede caracterizar por que la unidad de evaluación de datos es capaz de integrar los datos recibidos y de corregir errores en los mismos, incluyendo el método descrito anteriormente para la compensación de la deriva, y para emitir los datos procesados en la unidad de salida de datos y/o almacenarlos en la unidad de almacenamiento de datos.

Las siguientes figuras muestran a modo de ejemplo:

Fig. 1a: una vista tridimensional esquemática de un ejemplo de sistema de coordenadas de sustrato de escritura de un bolígrafo electrónico.

Fig. 1b: una vista superior esquemática de un ejemplo de sistema de coordenadas de sustrato de escritura de un bolígrafo electrónico.

Fig. 2: un ejemplo esquemático de especificación de un ángulo de inclinación biométrico β .

La **Fig. 1a** muestra de manera ejemplar una vista tridimensional de un ejemplo de sistema de coordenadas de sustrato de escritura 111 de un bolígrafo electrónico 100, que es capaz de escribir caracteres 110 en un sustrato de escritura bidimensional 108.

Los ejes X (101), Y (102), que se extienden en el plano del sustrato de escritura y que se pueden especificar tal y como se ha descrito anteriormente, son ortogonales entre sí y el eje Z (103) es perpendicular al sustrato de escritura 108.

El ángulo de elevación o el ángulo de inclinación γ (104) del bolígrafo electrónico 100 puede definirse, por ejemplo, como el ángulo entre el eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 y el sustrato de escritura 108, es decir, el plano del sustrato de escritura bidimensional.

El ángulo azimutal ϵ (105) del bolígrafo electrónico 100 se puede definir como un ángulo entre el eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 y el eje X 101 o como un ángulo entre una proyección 106 del eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 sobre el sustrato de escritura 108 y el eje X 101.

Como ya se ha mencionado, los ejes X (101), Y (102), que son ortogonales entre sí en el sustrato de escritura 108, inicialmente se pueden especificar en función del ángulo de elevación o ángulo de inclinación γ (104) del eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 con respecto al sustrato de escritura 108.

Por ejemplo, en el caso de una postura de escritura típica, el ángulo azimutal ϵ (105) se puede definir como el ángulo entre el eje X 101 del sistema de coordenadas 111 que se utilizará/especificará y la proyección 106 del eje longitudinal 107 del bolígrafo sobre el sustrato de escritura 108, es decir, la línea de intersección a lo largo de la cual un plano, definido por el eje longitudinal 107 del bolígrafo y un sustrato de escritura perpendicular, interseca el plano del sustrato de escritura.

En función de un primer eje de coordenadas, por ejemplo, el eje X 101, en el sustrato de escritura 108, que se especifica, por ejemplo, de acuerdo con la especificación del ángulo azimutal ϵ (105), es posible entonces especificar un segundo eje de coordenadas, por ejemplo, el eje Y 102, en el sustrato de escritura 108 a través de la ortogonalidad requerida, pudiéndose especificar aquí el sistema de coordenadas de forma selectiva como un sistema de coordenadas para zurdos o diestros. También un tercer eje, el eje Z 103, que es perpendicular al sustrato de escritura 108, se puede derivar de los ejes especificados X (101), Y (102) a través de una ortogonalidad requerida con respecto a dichos ejes X (101), Y (102).

El sistema de coordenadas X, Y, Z (111) que se muestra en la Fig. 1a es, por ejemplo, un sistema de coordenadas para diestros.

También es imaginable usar para los ángulos de inclinación γ (104) del eje longitudinal 107 del bolígrafo que son diferentes de 90° la proyección 106 del eje longitudinal 107 del bolígrafo sobre el sustrato de escritura 108 para definir un primer eje de coordenadas, por ejemplo, el eje Y 102.

La dirección de escritura del bolígrafo electrónico 100 se puede definir, por ejemplo, por el eje X 101.

Además, La Fig. 1a muestra a modo de ejemplo un carácter 110, por ejemplo, una "T", escrito con la punta de la mina de escritura 109 del bolígrafo electrónico 100 en el sustrato de escritura 108.

La Fig. 1b muestra, a modo de ejemplo, la vista superior esquemática de un sistema de coordenadas de sustrato de escritura 207 de un bolígrafo electrónico 200, que es análogo o idéntico al sistema de coordenadas de sustrato de escritura de la Fig. 1a.

El ángulo azimutal ϵ (203) del bolígrafo electrónico 200 se define aquí, por ejemplo, como un ángulo entre el eje longitudinal 204 del bolígrafo electrónico 200 y el eje X 20 ϵ . En otras palabras, es, por ejemplo, una selección del ángulo azimutal ϵ (203) que especifica el eje X 201 y, tal y como se ha descrito anteriormente, un primer eje de coordenadas especificado en el sustrato de escritura 205 se puede usar para especificar en función de eso, a través de un requisito de ortogonalidad, el segundo eje de coordenadas en el sustrato de escritura 205, por ejemplo, el eje Y 202, así como el tercer eje de coordenadas, por ejemplo, el eje Z (no mostrado), que es perpendicular al sustrato de escritura 205.

Además, al igual que la Fig. 1a, la Fig. 1b muestra también a modo de ejemplo un carácter 110 escrito con el bolígrafo electrónico 100 en el sustrato de escritura 108, en concreto, una "T" a modo de ejemplo, que puede comprender un primer eje de carácter o eje mayor 209, por ejemplo, una línea longitudinal y un segundo eje de carácter o eje menor 206, por ejemplo, una línea horizontal.

Aquí, por ejemplo, un ángulo de dirección η (208) de una dirección de escritura preferencial puede definirse como un ángulo entre un eje de caracteres 209 y el eje de la dirección de escritura, por ejemplo, el eje X 201.

La Fig. 2 muestra a modo de ejemplo una vista tridimensional de la mano con la que se escribe 302 de un usuario de un bolígrafo electrónico 300.

El bolígrafo electrónico 300 con la punta de la mina de escritura 310 se encuentra aquí, a modo de ejemplo, entre el dedo índice 312 y el pulgar 313 del usuario.

Además, La figura muestra a modo de ejemplo los huesos articulares primero 303, segundo 304, tercero 305 y cuarto 306 del dedo índice 312, incluida sus articulaciones primera (articulación metacarpofalángica) 307, segunda (articulación interfalángica proximal) 308 y tercera (articulación interfalángica distal) 309.

El valor de un ángulo azimutal ϵ del tipo definido anteriormente puede especificarse, por ejemplo, a través de un ángulo de inclinación biométrico β (311) definido entre un primer hueso articular 303 del dedo índice de la mano que escribe 302 y un segundo hueso articular 304 del dedo índice 302 de la mano con la que se escribe, y se caracteriza adicionalmente por la orientación espacial del eje de rotación (no mostrado) de la articulación interfalángica proximal 308 del dedo índice 312 de la mano con la que se escribe 302 del usuario durante la escritura.

El eje de rotación de la articulación interfalángica proximal del dedo índice se da a través de la biomecánica de la mano con la que se escribe, y su orientación en relación con el eje X (no mostrado) es un parámetro típico mediante el cual se puede caracterizar la escritura a mano individual.

El ángulo de inclinación biométrico β (311) puede configurarlo, por ejemplo el usuario, por ejemplo, en los ajustes por defecto del *software* de procesamiento de señales del bolígrafo electrónico 300.

Seguido de 3 hojas con 3 figuras. Los números de referencia identifican los siguientes componentes:

| | | |
|----|------------|---|
| | 100 | bolígrafo electrónico |
| | 101 | primer eje de coordenadas, por ejemplo, eje X |
| | 102 | segundo eje de coordenadas, por ejemplo, eje Y |
| 5 | 103 | tercer eje de coordenadas, por ejemplo, eje Z |
| | 104 | ángulo de elevación o ángulo de inclinación γ del eje longitudinal del bolígrafo electrónico con respecto al sustrato de escritura |
| | 105 | ángulo azimutal ϵ |
| 10 | 106 | proyección del eje longitudinal 107 del bolígrafo electrónico 100 sobre el sustrato de escritura 108 o línea de intersección a lo largo de la cual un plano, definido por el eje longitudinal 107 del bolígrafo y un sustrato de escritura perpendicular, interseca el plano del sustrato de escritura. |
| | 107 | eje longitudinal del bolígrafo electrónico |
| | 108 | sustrato de escritura / plano del sustrato de escritura |
| | 109 | punta de la mina de escritura |
| 15 | 110 | carácter escrito con el bolígrafo electrónico |
| | 111 | sistema de coordenadas de referencia del sistema de coordenadas X, Y, Z |
| | 200 | bolígrafo electrónico |
| | 201 | primer eje de coordenadas, por ejemplo, eje X |
| 20 | 202 | segundo eje de coordenadas, por ejemplo, eje Y |
| | 203 | ángulo azimutal ϵ |
| | 204 | eje longitudinal del bolígrafo electrónico |
| | 205 | sustrato de escritura / plano del sustrato de escritura |
| | 206 | segundo eje de caracteres o eje menor |
| | 207 | sistema de coordenadas de referencia del sistema de coordenadas X, Y, Z |
| 25 | 208 | ángulo de dirección η de una dirección preferencial de escritura |
| | 209 | primer eje de caracteres o eje mayor |
| | 300 | bolígrafo electrónico |
| | 301 | eje longitudinal del bolígrafo electrónico |
| | 302 | mano con la que se escribe de un usuario de un bolígrafo electrónico 300 |
| 30 | 303 | primer hueso articular del dedo índice de la mano con la que se escribe |
| | 304 | segundo hueso articular del dedo índice de la mano con la que se escribe |
| | 305 | tercer hueso articular del dedo índice de la mano con la que se escribe |
| | 306 | cuarto hueso articular del dedo índice de la mano con la que se escribe |
| | 307 | primera articulación (articulación metacarpofalángica) del dedo índice de la mano con la que se escribe |
| 35 | 308 | segunda articulación (articulación interfalángica proximal) del dedo índice de la mano con la que se escribe |
| | 309 | tercera articulación (articulación interfalángica distal) del dedo índice de la mano con la que se escribe |
| | 310 | punta de la mina de escritura |
| | 311 | ángulo de inclinación biométrico β |
| | 312 | dedo índice de la mano con la que escribe un usuario |
| 40 | 313 | pulgar de la mano que escribe de un usuario |

REIVINDICACIONES

1. Un método para reconocer y evaluar las posiciones de bolígrafo de un bolígrafo electrónico (100, 200, 300) con sensores de medición inerciales durante la escritura en un sustrato de escritura bidimensional (108, 205), que comprende
- 5
- especificar inicialmente un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes X, Y (101, 102, 201, 202), que son ortogonales entre sí, sobre el sustrato de escritura (108, 205) y un eje Z (103) perpendicular al sustrato de escritura bidimensional (108, 205), definiendo el eje X (101, 201), por ejemplo, la dirección de escritura predominante, y estando definidas las coordenadas del sustrato de escritura x, y con respecto a dicho sistema de coordenadas de escritura,
- 10
- compensar una deriva no deseada en la señal de posición de bolígrafo del bolígrafo electrónico que se va a emitir,
- 15
- y estando caracterizado por comprender:
- la ejecución en paralelo de una transformación de coordenadas del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104) del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) en las coordenadas del sustrato de escritura x, y para los valores del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104) determinados a partir de los sensores de medición inerciales, así como para una pluralidad de valores predeterminables adicionales del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y el ángulo de inclinación γ (104), que comprende
- 20
- determinar la combinación lineal óptima de los valores del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104) a la cual se consigue una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z desde una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, y seleccionar los valores determinados del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104), lo que da como resultado una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z desde una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, para corregir una señal de posición del bolígrafo que se va a emitir.
- 25
- 30
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el ángulo azimutal ϵ (105, 203) se define como el ángulo entre el eje X del sistema de coordenadas (111, 207) que se especificará y la línea de intersección (106) a lo largo de la cual un plano, definido por el eje longitudinal del bolígrafo y un sustrato de escritura perpendicular, interseca el plano del sustrato de escritura.
- 35
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde un valor de $+30^\circ \pm 10^\circ$ se especifica como un valor inicial del ángulo azimutal ϵ (105, 203).
- 40
4. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde los valores de los ángulos azimutales ϵ (105, 203) y/o de los ángulos de inclinación γ (104) varían en incrementos de $\leq 1^\circ$ o $\leq 0,1^\circ$ para determinar la combinación lineal óptima de los valores de los ángulos azimutales ϵ (105, 203) y de los ángulos de inclinación γ (104).
- 45
5. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde la aceleración esperada predeterminada en la dirección Z es igual a cero o igual a la aceleración de la gravedad.
- 50
6. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde en un punto de reposo de la punta de la mina de escritura del bolígrafo electrónico con respecto al plano del sustrato de escritura - dicho punto de reposo resultante, por ejemplo, de la configuración de un punto final/punto - la deriva en las direcciones X e Y se lee localmente a partir de la señal de velocidad integrada, y la señal de posición del bolígrafo que se va a emitir se corrige de esta forma.
- 55
7. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde los errores en la inclinación hallada de la escritura a mano se corrigen y compensan comparando la inclinación hallada de la escritura a mano con una inclinación postulada de la escritura a mano.
- 60
8. El método de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en donde una referencia absoluta de la posición, es decir, de la señal de localización, del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) sobre el sustrato de escritura (108, 205) se lleva a cabo a través de una determinación del ángulo de inclinación γ (104) junto con la medición de la fuerza de o del cambio del campo magnético natural o de un campo magnético artificial local.
- 65
9. Un bolígrafo electrónico (100, 200, 300) con reconocimiento de posición del bolígrafo, que comprende una mina de escritura, al menos una fuente de tensión eléctrica, al menos una unidad de control digital, al menos un módulo de transmisión de datos, así como sensores de medición inerciales,
- en donde la unidad de control digital está configurada para especificar un sistema de coordenadas de escritura con dos ejes

ortogonales X, Y (101, 102, 201, 202) sobre el sustrato de escritura (108, 205) y un eje Z (103) perpendicular al sustrato de escritura bidimensional (108, 205), en donde el eje X (101, 201) define, por ejemplo, la dirección de escritura predominante y las coordenadas del sustrato de escritura x, y se definen con respecto a dicho sistema de coordenadas de escritura, y se configura adicionalmente para

5 compensar una deriva no deseada en la señal de posición del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) que se va a emitir, y se caracteriza por comprender una configuración de la unidad de control digital para:

10 la ejecución en paralelo de una transformación de coordenadas del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104) del bolígrafo electrónico (100, 200, 300) en las coordenadas del sustrato de escritura x, y para los valores del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104) determinados a partir de los sensores de medición inerciales, así como para una pluralidad de valores predeterminables adicionales del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y el ángulo de inclinación γ (104), que comprende

15 determinar la combinación lineal óptima de los valores del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104) a la cual se consigue una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z desde una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, y seleccionar los valores determinados del ángulo azimutal ϵ (105, 203) y del ángulo de inclinación γ (104), lo que da como resultado una desviación mínima de una aceleración hallada del bolígrafo electrónico en la dirección Z desde una aceleración esperada predeterminada en la dirección Z, para corregir una señal de posición del bolígrafo que se va a emitir.

20

10. Un sistema para reconocer electrónicamente las posiciones del bolígrafo, que comprende un bolígrafo electrónico (100, 200, 300) de acuerdo con la reivindicación anterior y configurado para ejecutar un método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7 anteriores, al menos un módulo de recepción de datos para recibir datos transmitidos por el módulo de transmisión de datos del bolígrafo electrónico (100, 200, 300), una unidad de evaluación de datos para evaluar y procesar los datos recibidos, una unidad de salida de datos y una unidad de almacenamiento de datos

25 en donde

30 la unidad de evaluación de datos es capaz de integrar los datos recibidos y de corregir errores en los mismos y de emitir los datos procesados en la unidad de salida de datos y/o almacenarlos en la unidad de almacenamiento de datos.

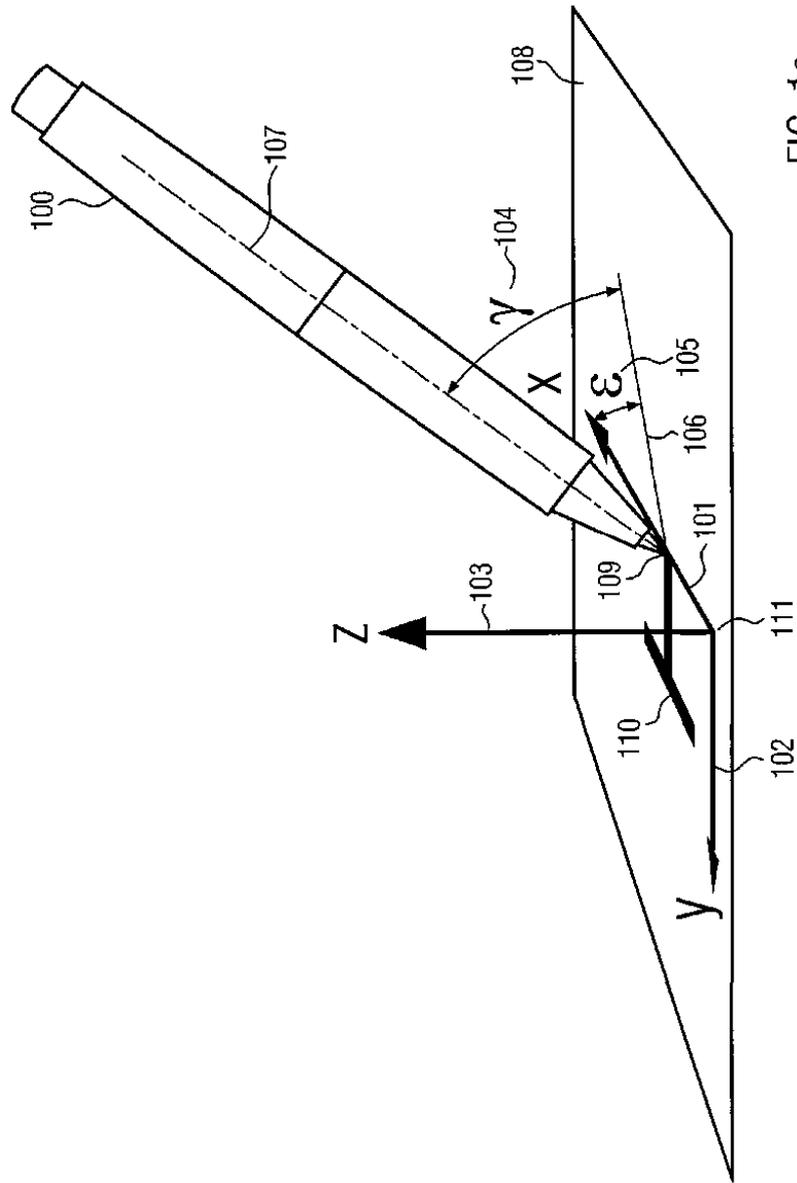


FIG. 1a

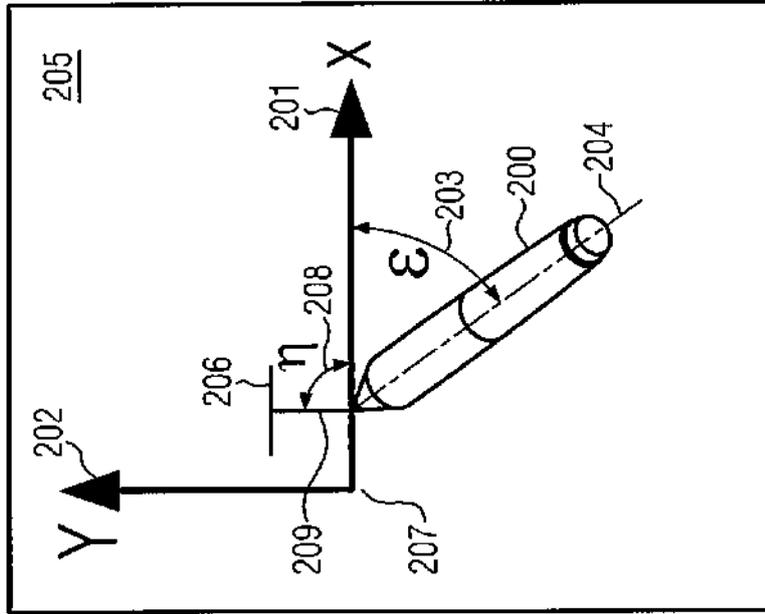


FIG. 1b

