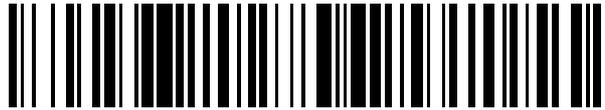


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 610 794**

21 Número de solicitud: 201600539

51 Int. Cl.:

**G06F 17/00** (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

**17.06.2016**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**03.05.2017**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

**12.05.2017**

Fecha de concesión:

**12.09.2017**

45 Fecha de publicación de la concesión:

**19.09.2017**

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN  
CANARIA (100.0%)**

**Juan de Quesada, 30  
35001 Las Palmas, Las Palmas de G.C., ES**

72 Inventor/es:

**FERRER BALLESTER, Miguel Ángel y  
CARMONA DUARTE, María Cristina**

54 Título: **Método y sistema para generar texto manuscrito con diferentes grados de madurez del escritor**

57 Resumen:

Esta patente propone un método y sistema para generar texto manuscrito con diferentes grados de madurez del escritor sin necesidad de tener texto original del escritor. Adicionalmente, al generar tanto texto online (sintetizando el movimiento temporal) como offline (generando la imagen del manuscrito), permite simular la evolución real tanto en número de trazos como en perfil de velocidad del escritor según su progreso. Posibilita generar manuscrito de escritores con posibles disfunciones neurológicas y motoras.

ES 2 610 794 B2

## DESCRIPCIÓN

Método y sistema para generar texto manuscrito con diferentes grados de madurez del escritor.

5

La presente invención se refiere a la generación de texto manuscritos, más particularmente a un método y sistema para generar texto manuscrito de escritores sintéticos y su evolución en el tiempo tanto para texto online (sintetizando el movimiento temporal) como offline (generando la imagen del manuscrito).

10

### Ámbito de la invención

La invención se encuadra en el sector técnico de la síntesis de texto manuscrito. La invención se refiere a métodos para generar texto manuscrito mediante un dispositivo de computación lo mas similar posible al texto humano.

15

Los métodos presentes en el estado de la técnica actual no solucionan el problema de generar texto manuscrito con diferentes grados de madurez del escritor, que simule la evolución del escritor y que permita mediante el mínimo número de parámetros simular tanto las posiciones del bolígrafo o lápiz en el tiempo como el modo de escribir dependiendo de la edad o el tiempo de aprendizaje del escritor.

20

Esta patente propone un método y sistema para generar texto manuscrito con diferentes grados de madurez del escritor sin necesidad de tener texto original. Permite simular la evolución real tanto en número de trazos como en perfil de velocidad del escritor según su progreso. Posibilita generar manuscrito de escritores con posibles disfunciones neurológicas y motoras.

25

Este nuevo método y sistema permite resolver problemas técnicos en los OCR de texto manuscrito, mejora la identificación del escritor, permite un seguimiento del aprendizaje de la escritura en niños y aporta una mejora en la monitorización y screening de enfermedades neurodegenerativas, así como disgrafía.

30

### Antecedentes de la invención

La investigación sobre la síntesis de manuscrito se utiliza en diferentes campos. Una primera motivación era proporcionar una gran base de datos de escritura biométrica para evaluar los verificadores de firmas automáticas o identificadores automáticos del escritor y evitar problemas legales sobre la privacidad [US 7227993 (B2)]. Hoy en día se entiende que inclusión en un sintetizador de manuscrito de la variabilidad intra e inter persona y la variabilidad de la salud debida a diferentes enfermedades como el Parkinson o el Alzheimer, etc. podrían ayudar a mejorar la comprensión de los procesos subyacentes en la producción de manuscrito humano. Creaciones artísticas y generación de captchas son otra motivación [*Chetan Ramaiah, Rêjean Plamondonm, and Venu Govindaraju. A Sigma-Lognormal Model for Handwritten Text CAPTCHA Generation, in: Proceedings of the International Conference on Pattern Recognition. 2014, pp. 250-255.*], [*O. Thomas. A. Rusu, V. Govindaraju, Synthetic handwritten CAPCHAs, Pattern Recognition 42 (2009) 3365-3373*].

35

40

45

Algunas patentes tratan de solucionar el problema técnico de generar texto manuscrito sintético. Por ejemplo el documento de la patente US 5327342 (A) hace referencia a proporcionar un método para producir escritura a mano simulada y, más particularmente, un aparato y un método para producir escritura a mano que simula la propia escritura a mano del usuario.

50

El documento de la patente WO 2006042307 (A2) hace referencia a proporcionar un método y un aparato para generador de una comunicación escrita a mano realista.

5 El documento de la patente US 7227993 (B2) hace referencia a proporcionar un sistema basado en el aprendizaje y el proceso de síntesis de la escritura cursiva.

El documento de la patente US 7983478 B2 hace referencia a la generación de letras de caligrafía basado en un procedimiento de modelos de Markov.

10 El documento de la patente GB 2394348 hace referencia a un método para sintetizar a partir de los datos de escritura a mano de un usuario, mediante la división en glifos y su almacenamiento en una memoria, genera otras letras del mismo usuario.

15 El documento de la patente US 7227993 B2 presenta un método que genera letras cursivas similares a las del usuario. También se basa en coger una imagen de la letra del usuario (glifos) y añadirle variaciones en la imagen. No simula el perfil de velocidad.

20 Esto métodos se basan en procesar la imagen del texto manuscrito con lo que aumenta el tiempo de procesado. Tampoco simulan el aprendizaje y la variabilidad que se obtiene con la práctica ni dan las posiciones del lápiz con su referencia temporal.

25 El documento de la patente WO 2000078215 (A1) hace referencia a un método para el análisis de la habilidad motora basado en la medida y monitorización del control motor mediante la aproximación de un sumatorio de lognormal con diferentes parámetros del perfil de velocidad obtenido de la escritura sobre una tableta digitalizadora.

30 El documento de la patente WO 1992014219 (A1) hace referencia a un método para digitalizar y segmentar el movimiento de la escritura basado en el movimiento curvilíneo y la velocidad angular. A partir de un movimiento previo del usuario parametriza los datos para volver a recuperarlo.

35 El documento de la patente WO 2009018983 (A1) hace referencia a un método que anima a escribir mediante una pluma virtual que escribe y dibuja sintetizando diferentes tipos de formas y textos.

40 A su vez, el trabajo que más se acerca a solucionar el problema técnico de generar firmas con texto manuscrito sintéticas dando la posibilidad de generar variabilidad en la firmas y en el texto ha sido presentado en [Ferrer, M.A.; Díaz-Cabrera. M.: Morales, A., "Static Signature Synthesis: A Neuromotor Inspired Approach for Biometrics", *Pattern Analysis and Machine Intelligence. IEEE Transactions on*, vol. PP, no.99, pp. 1,1(2015)]. El método se basa en fijar en los puntos de un grid la posición y trayectoria del carácter a generar, se unen todos los caracteres generados para formar palabras y a continuación se aplican un método para generar el texto como si fuera real fijando los valores de unos filtros que simulan el modelo neuromuscular. Este modelo genera variabilidad variando  
45 las distancias en el grid, la inclinación del grid y variando los parámetros de los filtros para simular letras escritas a diferentes velocidades. La desventaja de este modelo es que no puede simular la variabilidad que se produce de forma natural en un escritor con el tiempo y no permite variar los parámetros para simular escritores de diferentes edades.

50 Estos métodos anteriores no solucionan el problema de generar texto escrito sin utilizar texto escrito real, que simule las diferentes edades del escritor y que permita mediante el mínimo número de parámetros simular tanto las posiciones del bolígrafo o lápiz en el tiempo como el modo de escribir dependiendo de la edad, grado de madurez o el tiempo de aprendizaje del escritor.

Por lo tanto, quedan como problemas técnicos sin resolver: sintetizar texto similar al real simulando la evolución real tanto en número de trazos como en perfil de velocidad del escritor según su progreso y dando la posibilidad de variar parámetros que pueden ser relacionados con parámetros neurológicos o motores del aprendizaje humano de manera simple.

### Sumario de la invención

La presente invención se refiere a un nuevo método y sistema para generar texto manuscrito válido para escritores con diferentes grados de madurez.

El método de la presente invención, a diferencia de otras soluciones propuestas a nivel internacional, permite generar texto manuscrito válido para escritores con diferentes grados de madurez sin necesidad de tener texto original del escritor anterior, simulando la evolución real tanto en números de trazos como en perfil de velocidad del escritor según su progreso y dando la posibilidad de variar parámetros que pueden ser relacionados con parámetros neurológicos o motores del aprendizaje humano de manera simple.

La invención comprende las siguientes etapas:

- (i) para cada letra que se pretende sintetizar, se seleccionan sus  $n_{si}$  puntos que componen su trayectoria de forma que permitan realizar el punto (ii), que se han almacenado previamente en una memoria de forma que cada punto de su trayectoria se corresponde con un punto determinado de una cuadrícula común para cualquier tipo de carácter que se quiera sintetizar,
- (ii) se aplica el método para generar la evolución temporal en texto manuscrito que se caracteriza por seleccionar un porcentaje E de los  $n_{si}$  puntos iniciales de los que consta la trayectoria de cada letra. El porcentaje E es inversamente proporcional a la evolución o madurez de la escritura. Se fija una regla de legibilidad del texto sintetizado. En el caso de que no se cumpla la regla de legibilidad, se vuelve a repetir la selección de puntos hasta que se cumpla la norma de legibilidad,
- (iii) se conectan cada una de las letras que conformen la palabra, uniendo el punto final de la letra anterior al inicial de la siguiente, cumpliendo que las líneas superiores e inferiores de la cuadrícula queden unidas,
- (iv) se transforman las posiciones de los puntos de la trayectoria en una secuencia temporal de vectores y se calculan el instante de tiempo inicial correspondiente a cada vector dependiendo del anterior. Por cada dos puntos consecutivos se considera un vector  $\overline{(Q_j, Q_{j+1})}$  (2) y por cada vector se calcula el ángulo  $\alpha_j$  entre el vector previo  $\overline{Q_{j-1}, Q_j}$  y el actual  $\overline{Q_j, Q_{j+1}}$ . El retardo introducido debido al ángulo entre los vectores ( $\alpha_j$ ) viene dado por una curva predeterminada (S). Se obtiene el instante de tiempo inicial de cada vector  $t_{0j}$  a partir de S, y las constantes  $K_t$ ,  $K_\alpha$  y  $\varepsilon_D$ ,
- v) se transforman el módulo de cada vector en una constante relacionada con la amplitud de la señal de velocidad. La amplitud  $D_j$  de la señal correspondiente al vector  $j$  se define proporcional al módulo de cada vector, normalizada con la distancia mínima entre los puntos de la cuadrícula, proporcional a una constante  $K_D$  y con una variación aleatoria por persona mediante una constante  $\varepsilon_D$ ,

(vi) se sintetiza el perfil de velocidad para cada vector basándose en una ecuación predeterminada ( $|\vec{v}_j(t; t_{0j})|$ ), comenzando en el instante inicial  $t_{0j}$ , con una amplitud proporcional a  $D_j$  y ajustando los parámetros ( $K_\mu, K_\sigma, K_b, K_D, K_a, \epsilon_D, \epsilon_i$ ) para sintetizar a un individuo con una madurez determinada y unas características personalizadas,

(vii) se genera la señal de velocidad final mediante la suma las  $n_{si}-1$  señales  $|\vec{v}_j(t; t_{0j})|$ . Se calculan las componentes  $x$  e  $y$  de la señal de velocidad final, a partir del ángulo de cada vector ( $\emptyset_j$ ) con respecto a los ejes  $x$  e  $y$ , y el signo de la dirección de cada vector,

(viii) se obtiene la trayectoria cartesiana que se usa para representar el texto sintetizado, integrando las componentes  $x$  e  $y$  de la señal de velocidad final respectivamente,

Los detalles de una o más realizaciones de lo descrito en este sumario se exponen en los dibujos adjuntos y la descripción siguientes. Otras características, aspectos y ventajas de la materia se pondrán de manifiesto a partir de la descripción, los dibujos, y las reivindicaciones.

### Breve descripción de las figuras

Estas se presentan a título ilustrativo y no limitativo de la invención. Las siguientes figuras muestran:

- La figura 1 un diagrama que describe el método según la invención.
- La figura 2 un diagrama que describe el método de evolución.
- La figura 3 una imagen con un ejemplo del texto generado con el método.
- La figura 4 un ejemplo de letras sintetizadas de diferentes edades y la velocidad correspondiente del escritor comparada con texto real.
- La figura 5 un ejemplo de perfil de velocidad de un adulto obtenido de dibujar un arco (figura intermedia) con un ángulo menor de  $50^\circ$ . Se observa en la figura superior que la trayectoria está formada por dos vectores, dando lugar a un perfil de velocidad con dos señales independientes (figura inferior, línea discontinua) que modelan al perfil de velocidad real (figura inferior, línea continua).

### Descripción detallada de la invención

Aunque la invención se describe en términos de una realización específica preferida, será evidente para los expertos en esta técnica que se pueden hacer diversas modificaciones, redistribuciones y reemplazos. El alcance de la invención está definido por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

La presente invención permite dar solución al problema técnico de sintetizar texto similar al real sin necesidad de tener texto original del escritor anterior, simulando la evolución real tanto en número de trazos como en perfil de velocidad del escritor según su progreso y dando la posibilidad de variar parámetros que pueden ser relacionados con parámetros neurológicos o motores del aprendizaje humano de manera simple.

**Descripción detallada de una realización preferida de la invención**

La presente invención puede implementarse en hardware, software o una combinación de ambos.

5

La figura 1 muestra las distintas etapas del procedimiento y cómo es posible resolver el problema técnico. En la primera etapa (101) consiste en seleccionar la trayectoria de cada letra partiendo de una trayectoria previamente almacenada (103), proceso que se realiza una única vez cuando se programa el tipo de escritura u idioma que se va a aprender. Seguidamente se aplica el método de evolución (105) que selecciona una serie de puntos dependiendo la edad del escritor (Figura 2) y que se explica en el siguiente subapartado. A continuación se unen las distintas letras cumpliendo que las líneas superiores (201) e inferiores del grid (204) queden unidas.

10

15

En el método propuesto se considera a diferencia que en [Ferrer, MA; Díaz-Cabrera. M.; Morales, A. "Static Signature Synthesis: A Neuromotor Inspired Approach for Biometrics, H Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on, vol. PP. no. 99, pp. 1,1(2015)] que cada dos puntos consecutivos del grid se considera un vector  $(Q_j, Q_{j+1})$  (Figura 2) y además por cada vector se calcula también el ángulo  $\alpha_j$  entre el

20

vector previo  $(Q_{j-1}, Q_j)$  y el actual  $(Q_j, Q_{j+1})$  que se define como:

$$\alpha_j = \arccos \left( \frac{(Q_{j-1}, Q_j) \cdot (Q_j, Q_{j+1})}{\|Q_{j-1}, Q_j\| \|Q_j, Q_{j+1}\|} \right), j = 0, 1, 2, \dots, n_{sl} \quad (1)$$

25

Con estos cálculos previos se considera que por cada vector  $(Q_j, Q_{j+1})$  se ajustan los parámetros  $D_j$ ,  $t_{0j}$ ,  $\mu_j$  y  $\sigma_j$  de una señal que modela el perfil de velocidad y que se recomienda que sea una lognormal (u otra que ajustando sus parámetros de el mismo ajuste):

$$|\vec{v}_j(t; t_{0j})| = D_j \Lambda_j(t; t_{0j}, \mu_j, \sigma_j) = \frac{D_j}{\sigma_j \sqrt{2\pi}(t-t_{0j})} e^{\left( \frac{-|\ln(t-t_{0j})-\mu_j|^2}{2\sigma_j^2} \right)} \quad (2)$$

30

Donde  $\mu$  y  $\sigma$  son los parámetros de localización y escala respectivamente,  $j$  indica el número del vector correspondiente y  $t_{0j}$  es el instante inicial donde se localiza el inicio de la lognormal.

35

A continuación se explican las ecuaciones y premisas que tienen que tener estos parámetros para que se pueda sintetizar el texto manuscrito con apariencia real y que incluya los requisitos para que la evolución del escritor sea similar a la real.

40

En este método el valor  $\sigma_j$ , el cual define el ancho de cada lognormal, se define para cada lognormal similar y dado por la ecuación:

$$\sigma_j = K_\sigma \quad (3)$$

45

donde  $K_\sigma$  es una constante definida para cada escritor y diferente para escritores diferentes. Para generar evolución el parámetro  $K_\sigma$  se aproxima a 0.01 para simular escritura de niños y se va variando hasta un valor de 0.05 para adultos para obtener unos resultados como los de la Figura 3. Si se quiere aproximar al de una persona en particular

este valor se ajustaría con la última lognormal del perfil de velocidad de la persona real (Figura 5), cuando la persona realiza un trazo rápido curvo de ángulo inferior a 60° del tamaño del texto que se desea sintetizar.

5 El periodo inicial de cada lognormal  $t_{0j}$  se expresa como:

$$\begin{cases} t_{0j} = \sum_{l=1}^j (k_t + \delta_l + K_\alpha S(-\alpha, 1/15, -70)) \\ \delta_l = N(0, \varepsilon_t), \quad l = 0, 1, 2, \dots, n_{sl} \end{cases} \quad (4)$$

10 donde  $n_{sl}$  es el número de puntos que forman la trayectoria de la letra,  $K_t$  es una constante que puede ser fijada para cada escritor, para fijar las escalas pequeñas de las letras y la velocidad media,  $K_\alpha$  es el tiempo máximo de retardo debido al ángulo,  $N(0, \varepsilon_t)$  es una variable aleatoria que emula la dispersión y es inversamente proporcional a habilidad del escrito y por último el retardo introducido debido al ángulo entre los vectores ( $\alpha_j$ ) viene dado por una curva sigmoide ( $S(a, b, -c)$ ), donde el valor de  $b$  se aproxima a 15  
15 0.06 y  $c$  a 65 para la configuración inicial, pudiéndose aumentar o disminuir hasta un 10% dichos valores para ajustar mejor el escritor a sintetizar y donde:

$$S(\alpha, b, c) = \frac{1}{1 + e^{-b(\alpha - c)}} \quad (5)$$

20 Como ajuste de partida se fija  $K_t = 0.04$ ,  $K_\alpha = 0.1$  y  $\varepsilon_t = +/-0.02$ . Estos valores se pueden ajustar para aproximarlos a los parámetros reales de un escritor igual que se explico con el ángulo. En este caso se ajustarla el parámetro  $K_\alpha$  con el incremento de tiempo ( $\Delta t$ ) mayor (Figura 5 inferior) en el perfil de velocidad la de la persona real, cuando la persona realiza un trazo rápido curvo de ángulo inferior a 5° del tamaño del texto que se desea sintetizar.  
25

La amplitud  $D_j$  de la lognormal  $j$  se define proporcional a la distancia entre los puntos de la trayectoria:

$$D_j = K_D (d_{act,j} + N(0, \varepsilon_D)) / d_{ref} \quad j = 0, 1, 2, \dots, n_{sl} \quad (6)$$

30 Donde  $d_{act,j}$  es la distancia entre los puntos de la trayectoria,  $Q_j$  to  $Q_{j+1}$ ,  $d_{ref}$  es la distancia mínima entre los puntos de grid.,  $K_D$  es una constante dependiente de cada individuo y también se puede usar para el escalado grande de las letras en los casos para los que  $K_t$  no es suficiente.  $N(0, \varepsilon_D)$  es un valor aleatoria para cada lognormal  $j$ . Como ajuste inicial se figa  $K_D = d_{ref,j}$  y  $\varepsilon_D = 0.3$ . Estos valores se pueden ajustar mediante una aproximación para ajustarlos a los parámetros reales de un escritor, cuando este sea su fin.  
35

40 La variable  $\mu_j$  es igual a una constante  $K_\mu$  una constante que depende de las características motoras del sujeto y por tanto es diferente para cada individuo. En el experimento realizado para la obtención de la Figura 3 se puso a cero.

45 Un vez calculados todos los parámetro para cada componente de la trayectoria  $\vec{v}_j(t; t_{0j})$  se obtiene sustituyendo lo parámetros  $D_j$ ,  $t_{0j}$ ,  $\mu_j$  y  $\sigma_j$  en la Ecuación 2. Finalmente el vector de velocidad final se obtiene mediante la suma de cada una de las  $\vec{v}_j(t; t_{0j})$  basado en [M. Djoua. R. Plamondon. A new algorithm and system for the characterization of handwriting strokes with delta-lognormal parameters. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 31 (2009) 2060-2072]:

$$\vec{v}_n(t) = \sum_{j=1}^{n_{sl}} \vec{v}_j(t; t_{oj}) \quad (8)$$

Las componentes x e y del vector  $\vec{v}_j(t)$  se ajusta calculando el ángulo de cada trayectoria  $\phi_j$ .

$$\phi_j = \left| \text{atan} \left( \frac{Q_{j,y} - Q_{j+1,y}}{Q_{j,x} - Q_{j+1,x}} \right) \right| \quad (9)$$

Y sustituyéndolo en las ecuaciones para calcular  $v_x(t; t_{oj})$  y  $v_y(t; t_{oj})$  a partir de  $\vec{v}_j(t; t_{oj})$  mediante la (Ecuación 9) y (Ecuación 10).

$$\begin{cases} v_{x,j}(t; t_{oj}) = \text{sgn}(Q_{j+1,x} - Q_{j,x}) |\vec{v}_j(t; t_{oj})| \cos(\phi_j) + Q_{j,x}, j = 0,1,2, \dots, n_{sl} \\ v_x(t) = \sum_{j=1}^{n_{sl}} v_{x,j}(t; t_{oj}) \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} v_{y,j}(t; t_{oj}) = \text{sgn}(Q_{j+1,y} - Q_{j,y}) |\vec{v}_j(t; t_{oj})| \cos(\phi_j) + Q_{j,y}, j = 0,1,2, \dots, n_{sl} \\ v_y(t) = \sum_{j=1}^{n_{sl}} v_{y,j}(t; t_{oj}) \end{cases} \quad (11)$$

Finalmente se obtienen la trayectoria cartesiana que se usa para dibujar la letra:

$$x(t) = \int v_x(t) dt \quad (12)$$

$$y(t) = \int v_y(t) dt \quad (13)$$

Para sintetizar problemas en el aprendizaje o salud neurológica del individuo, se modifican los parámetros  $\epsilon_D$  y  $\epsilon_b$ , aumentando su valor cuanto más separado del valor normal se encuentre el individuo ideal que se quiera sintetizar.

Para sintetizar pacientes con Parkinson se aumenta el incremento de tiempo entre las señales que representa a cada vector ( $K_i$ ). De esta forma cuanto más afectado por la enfermedad esté el paciente menor sea el solapamiento entre las señales que modelan cada uno de los vectores. Los vectores que conforman la trayectoria se diseñan por pares, y en cada uno de los pares la dirección de uno contrarresta al anterior (simula el movimiento agonista y antagonista de los músculos).

Para sintetizar pacientes con Alzheimer se aumenta el valor de los parámetros relacionados con la estabilidad de punto de inicio de la señal que representa a cada vector y el error en la trayectoria ( $E_D$ ,  $E_i$ ). Cuanto mayor sea el valor de estos parámetros mayor el grado de degeneración debido a la mencionada enfermedad en personas adultas.

Para sintetizar pacientes con esclerosis lateral amiotrófica se aumenta el ancho de la señal que representa a cada vector de la trayectoria variando  $K_\sigma$  o  $K_\mu$  y disminuyendo la amplitud ( $K_D$ ). Cuanto mayor sea el ancho y menor la amplitud mayor será grado de degeneración debido a la enfermedad en personas adultas.

### Método alternativo

En vez de usar la Ecuación 1, se puede usar una sinusoidal, donde:

$$|\bar{v}_j(t; t_{0j})| = \begin{cases} D_j \left( K_s \sin \left( 2\pi \left( \frac{1}{2\sigma_j} \right) (t + t_{0j}) - \frac{\pi}{2} \right) + 1 \right) & \text{para } t + t_{0j} < t \leq t + t_{0j} + 2\sigma_j \\ 0 & \text{para el resto de } t \end{cases} \quad (13)$$

El procedimiento sería igual que en el método anterior salvo que en este caso el valor de  $\sigma_j$  (Ecuación 3) estaría multiplicado por  $K_{Ds}$  de la forma:

$$\sigma_j = K_{Ds} (0.01 + K_\sigma) \quad (14)$$

El valor de  $K_{05}$  depende del escritor al igual que  $K_s$ . Para simular a un escritor real, el valor se ajusta comparando el valor sintetizado con el resto de los parámetros y  $K_D$  igual a 1 con la señal de velocidad obtenida de una muestra real. La muestra real será obtenida de la capturada mediante una tableta digitalizadora sobre la que el escritor real dibujará una recta de 1 cm.

### Método para evolución temporal

En este apartado se detalla el bloque (103) y mostrado en detalle en (Figura 2).

Se parte para este método de que según se va aprendiendo el número de puntos usados en la escritura es menor y por tanto la longitud  $d_{act,j}$  es mayor. Para ello se define una variable  $E$  que define el porcentaje de puntos seleccionado para cada individuo. Por tanto el número de salidas que tendrá el sistema vendrá dado por  $L$ :

$$L = n_{sl} * \frac{E}{100} \quad (15)$$

Este método se detalla en la figura (Figura 2) y consiste en:

1. Los de  $n_{sl} - 3$  de los puntos de la trayectoria se segmentan en  $L$  clusters. Cada cluster se distancia en  $(n_{sl} - 3)/(L - 2)$ . Para el primero y el último se tienen en cuenta el tamaño máximo para preservar la legibilidad.
2. De cada cluster se selecciona aleatoriamente uno de los puntos del grid.
3. Para garantizar la legibilidad, al menos tenemos que preservar, si hay, uno de los puntos que coincida con alguna de las líneas fijadas para cada idioma (201)(202)(203)(204). En el caso de que no se cumpla la regla se vuelve al punto e hasta que se cumpla la norma de legibilidad.

Una vez calculados los puntos del grid se calculan los parámetros con el método anterior.

### Ejemplos

A continuación se ilustrará la invención mediante unos ensayos realizados por los inventores, que ponen de manifiesto la eficacia de la invención.

Estos ejemplos específicos que se proporcionan sirven para ilustrar la naturaleza de la presente invención y se incluyen solamente con fines ilustrativos, por lo que no han de ser interpretados como limitaciones a la invención que aquí se reivindica. Por tanto, los ejemplos descritos más adelante ilustran la invención sin limitar el campo de aplicación de la misma.

**Ejemplo 1. Texto sintetizado automáticamente offline.**

En la Figura 3 se muestra un ejemplo de los diferentes manuscritos generados partiendo de una única configuración inicial del grid y trayectoria por letra. Estos resultados se han obtenido variando el parámetro de evolución E desde E=100 para sintetizar la escritura de un niño (primera fila de texto) hasta E=20 para sintetizar la escritura de una persona adulta que escribe frecuentemente. Además, para mejorar su realismo el valor de  $\varepsilon_D$  y  $\varepsilon_t$  se ha variado linealmente desde  $\varepsilon_D = 0.3$  y  $\varepsilon_t = 0.02$  cuando E=100 hasta 0 cuando E=20. Se puede observar como en el texto sintetizado para E=20 las letras tienen más variabilidad que para las generadas con E=100. Esto es debido a que en el caso de E=20 se seleccionan puntos de la trayectorias aleatorios lo que hace que el número de posible variaciones sea mucho más elevado que en un niño. Por tanto el parámetro E, según su valor es más bajo, sintetiza también diferentes escritores mientras que cuando E=100 se está sintetizando un único escritor o individuo, con su variabilidad propia.

**Ejemplo 1. Texto sintetizado automáticamente online.**

En la Figura 4 se muestra un ejemplo de la letra 'a' real y generada sintéticamente tanto online como offline y sus perfiles de velocidad.

Para obtener las muestras reales se les pidió a 20 niños (de 5 y 10 años) de un mismo colegio que escribieran sobre una tableta digitalizadora Wacom la letra 'a'. La tableta digitalizadora es una WACOM Intuos 3 con un bolígrafo 'Intuos 3 Grip Pen', con una frecuencia de muestreo de 200 Hz y una resolución de 2540 dpi y una superficie de trabajo de 304.8 mm x 228.6 mm. El mismo proceso se llevo a cabo con 10 adultos mayores de 18 años.

En la figura 4, columna de la izquierda se muestran los resultados reales obtenidos de uno de los casos para cada edad, habiéndose comprobado que los demás casos de la misma edad presentaban las mismas características. Se puede ver como en el caso de los niños de 5 años aparecen muchos más picos en el perfil de velocidad que en el adulto.

En la Figura 4, en la columna de la derecha se muestran los resultados obtenidos con la letra "a" sintetizada mediante el método propuesto en esta patente. Se puede observar como en el perfil de velocidad también aparecen más picos cuando se sintetiza letra de niño con un valor de E=100, en cambio aparecen solo tres picos en el caso de sintetizar letra adulta usando un valor de E=20, igual que sucede para las muestras reales.

REIVINDICACIONES

1. Método para generar texto manuscrito valido para escritores con diferentes grados de madurez que comprende las siguientes etapas:

5

(i) para cada letra que se pretende sintetizar, se seleccionan sus  $n_{si}$  puntos que componen su trayectoria de forma que permitan realizar el punto (ii) , que se han almacenado previamente en una memoria de forma que cada punto de su trayectoria se corresponde con un punto determinado de una cuadrícula común para cualquier tipo de carácter que se quiera sintetizar,

10

(ii) se aplica el método para generar la evolución temporal en texto manuscrito que se **caracteriza** por seleccionar un porcentaje E de los  $n_{si}$  puntos iniciales de los que consta la trayectoria de cada letra. El porcentaje E es inversamente proporcional a la evolución o madurez de la escritura. Se fija una regla de legibilidad del texto sintetizado. En el caso de que no se cumpla la regla de legibilidad, se vuelve a repetir la selección de puntos hasta que se cumpla la norma de legibilidad,

15

(iii) se conectan cada una de las letras que conformen la palabra, uniendo el punto final de la letra anterior al inicial de la siguiente, cumpliendo que las líneas superiores e inferiores de la cuadrícula queden unidas,

20

(iv) se transforman las posiciones de los puntos de la trayectoria en una secuencia temporal de vectores y se calculan el instante de tiempo inicial correspondiente a cada vector dependiendo del anterior. Por cada dos puntos consecutivos se considera un vector  $\overline{(Q_j, Q_{j+1})}$  (2) y por cada vector se calcula el ángulo  $\alpha_j$  entre el vector previo  $\overline{Q_{j-1}, Q_j}$  y el actual  $\overline{Q_j, Q_{j+1}}$  . El retardo introducido debido al ángulo entre los vectores ( $\alpha_j$ ) viene dado por una curva predeterminada (S). Se obtiene el instante de tiempo inicial de cada vector  $t_{0j}$  a partir de S, y las constantes  $K_t$  ,  $K_a$  y  $\epsilon_D$ ,

25

30

(v) se transforman el módulo de cada vector en una constante relacionada con la amplitud de la señal de velocidad. La amplitud  $D_j$  de la señal correspondiente al vector  $j$  se define proporcional al modulo de cada vector, normalizada con la distancia mínima entre los puntos de la cuadrícula, proporcional a una constante  $K_D$  y con una variación aleatoria por persona mediante una constante  $\epsilon_D$ ,

35

(vi) se sintetiza el perfil de velocidad para cada vector basándose en una ecuación predeterminada  $(|\overline{v_j}(t; t_{0j})|)$ , comenzando en el instante inicial  $t_{0j}$ , con una amplitud proporcional a  $D_j$  y ajustando los parámetros  $(K_\mu, K_\sigma, K_t, K_D, K_a, \epsilon_D, \epsilon_t)$  para sintetizar a un individuo con una madurez determinada y unas características personalizadas,

40

(vii) se genera la señal de velocidad final mediante la suma las  $n_{si}-1$  señales  $|\overline{v_j}(t; t_{0j})|$ . Se calculan las componentes x e y de la señal de velocidad final, a partir del ángulo de cada vector ( $\theta_j$ ) con respecto a los ejes x e y, y el signo de la dirección de cada vector,

45

(viii) se obtiene la trayectoria cartesiana que se usa para representar el texto sintetizado, integrando las componentes x e y de la señal de velocidad final respectivamente.

2. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque las características propias del escritor sintético se establecen definiendo los parámetros  $(K_\mu, K_\sigma, K_i, K_D, K_\alpha, \varepsilon_D, \varepsilon_i)$ , siendo:

- 5 •  $K_\mu$ : es una constante que depende de las características motoras del sujeto, inicialmente se considera nula,
- $K_\sigma$ : es una constante que define el ancho de cada una de las señales  $|\vec{v}_j(t; t_{0j})|$  que modelan cada uno de los vectores y es diferente para cada escritor. Para  
10 generar evolución este parámetro se aproxima a 0.01 (para  $K_\mu$  igual a 0) para simular escritura de niños y se va aumentando hasta simular a un escritor experimentado sano,
- $K_i$ : es el incremento de tiempo entre el comienzo cada una de las señales  $|\vec{v}_j(t; t_{0j})|$   
15 por cada vector y es constante para cada tamaño de letra y velocidad de escritura. Debe ser menor al ancho de la señal  $(|\vec{v}_j(t; t_{0j})|)$  cuando se sintetiza sujetos normales y escritura continua a no ser que se quiera sintetizar un escritor escribiendo a una velocidad anormalmente baja,
- 20 •  $K_D$ : es una constante dependiente de cada individuo y también se puede usar para el escalado de las letras en los casos para los que el incremento de  $K_i$  no es suficiente para alcanzar el tamaño de letra deseado,
- $K_\alpha$ : es el tiempo máximo de retardo debido al ángulo entre las trayectorias actual y la  
25 precedente.
- $\varepsilon_D$ : es una variable aleatoria para generar cada  $(|\vec{v}_j(t; t_{0j})|)$  que modifica la distancia a la que se encuentran los puntos de la trayectoria. (cercana a 0 para sujetos sanos y se incrementa para simular poca habilidad del escritor o enfermedad),
- 30 •  $\varepsilon_i$ : es una variable aleatoria que emula la dispersión en el tiempo y es inversamente proporcional a habilidad del escritor. (cercana a 0 para sujetos adultos con habilidad sanos y se incrementa para simular poca habilidad escribiendo o enfermedad).

35 3. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque la regla de legibilidad del texto viene definida porque se tiene que mantener al menos uno de los puntos que coincidan con las líneas fijadas para cada idioma, si coinciden en el diseño inicial del carácter.

4. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque la ecuación predeterminada del punto (vi) viene dada por:

$$|\vec{v}_j(t; t_{0j})| = D_j \Lambda_j(t; t_{0j}, \mu_j, \sigma_j) = \frac{D_j}{\sigma_j \sqrt{2\pi}(t - t_{0j})} e^{\left(\frac{-|\ln(t-t_{0j})-\mu_j|^2}{2\sigma_j^2}\right)}$$

40

5. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** porque la ecuación predeterminada del punto (vi) viene dada por:

$$|\vec{v}_j(t; t_{0j})| = \begin{cases} D_j \left( K_s \sin \left( 2\pi \left( \frac{1}{2\sigma_j} \right) (t + t_{0j}) - \frac{\pi}{2} \right) + 1 \right) & \text{para } t + t_{0j} < t \leq t + t_{0j} + 2\sigma_j \\ 0 & \text{para el resto de } t \end{cases}$$

45

6. Método según la reivindicación 1 donde la curva sigmoide S predeterminada del punto (iv) viene aproximada por  $(S(a, b, - c))$ . Donde el valor de b se aproxima a 0.06 y c a 65.

7. Método según la reivindicación 1 donde el instante de tiempo inicial de cada vector  $t_{0j}$  se expresa como:

$$\begin{cases} t_{0j} = \sum_{l=1}^j (K_t + \delta_l + K_\alpha S) \\ \delta_l = N(0, \varepsilon_t), \quad l = 0, 1, 2, \dots, n_{sl} \end{cases}$$

Donde  $K_t$ ,  $K_\alpha$  y  $\varepsilon_D$  son constantes.

8. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** por ser online y generar el perfil de velocidad después de punto (vii) teniendo en cuenta el grado de madurez del escritor.

9. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** por ser un método offline y aplicar un modelo de tinta después del punto (viii) (202) y por añadirse a cada vector  $(Q_j Q_{j+1})$  una información de tinta o no tinta para representar trazos con tinta o no respectivamente.

10. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** por obtener las características de escritura de una persona real mediante el ajuste de los parámetros  $K_\mu$ ,  $K_b$ ,  $K_\sigma$ ,  $K_t$ ,  $K_\alpha$ , y  $K_D$ , a partir del perfil de velocidad real. Además, los vectores de trayectoria que se ha almacenado previamente en una memoria que se utilizan en el punto (i) son obtenidos de la escritura real del escritor a sintetizar.

11. Método según la reivindicación 1 **caracterizado** por la que los puntos (ii) y (iii) pueden intercambiarse.

12. Método según la reivindicaciones 1 **caracterizado** por definir el valor de E desde 100 a 20 para emular la evolución de niño a adulto.

13. Método según la reivindicaciones 1 **caracterizado** por estar los parámetros  $\varepsilon_D$  y  $\varepsilon_t$  relacionados con el aprendizaje o salud neurológica del individuo. El valor se aumenta hasta sintetizar poca salud neurológica o poco aprendizaje.

14. Método según la reivindicaciones 1 **caracterizado** por sintetizar pacientes con Parkinson aumentando el incremento de tiempo entre las señales  $|\vec{v}_j(t; t_{0j})|$  mediante el aumento de  $K_t$  proporcionalmente con el grado de la enfermedad hasta llegar a superar su valor el ancho de dicha señal. De esta forma cuanto más afectado por la enfermedad este el paciente menor sea el solapamiento entre las señales que modelan cada uno de los vectores. Se considera que los vectores que conforman la trayectoria se diseñan por pares, y en cada uno de los pares la dirección de uno contrarresta al anterior.

15. Método según la reivindicaciones 1 **caracterizado** por sintetizar pacientes con Alzheimer mediante el incremento de los parámetros relacionados con la estabilidad de punto de inicio de la señal que representa a cada vector y el error en la trayectoria  $(\varepsilon_D, \varepsilon_t)$ .

16. Método según la reivindicaciones 1 **caracterizado** por sintetizar pacientes con esclerosis lateral amiotrófica mediante el incremento del ancho de  $|\vec{v}_j(t; t_{0j})|$  variando  $K_\sigma$  o  $K_\mu$  y la disminución de su amplitud ( $K_D$ ).

17. Programa informático con instrucciones configuradas para su ejecución por al menos un procesador que, cuando son ejecutadas por un dispositivo electrónico, hacen que este lleve a cabo el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

5

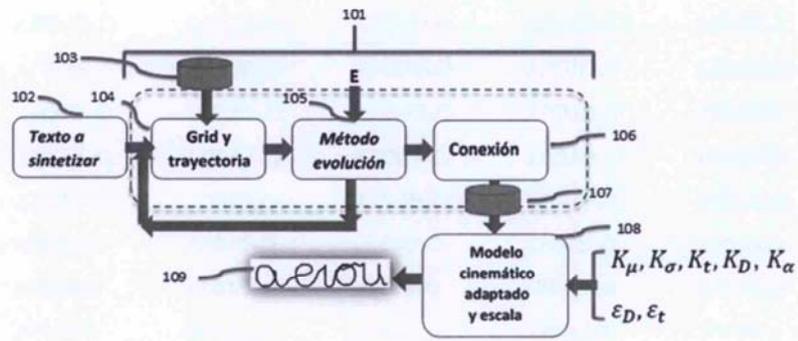


Figura 1

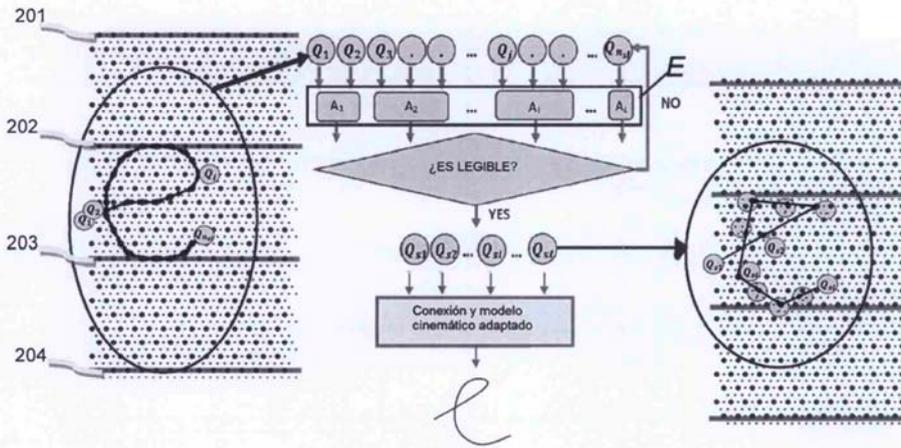


Figura 2

E	Manuscrito generado sintéticamente				
100	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
90	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
80	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
70	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
60	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
50	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
40	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
30	aerou	aerou	aerou	aerou	aerou
20	aerou	aerou	erou	aerou	aerou

Figura 3

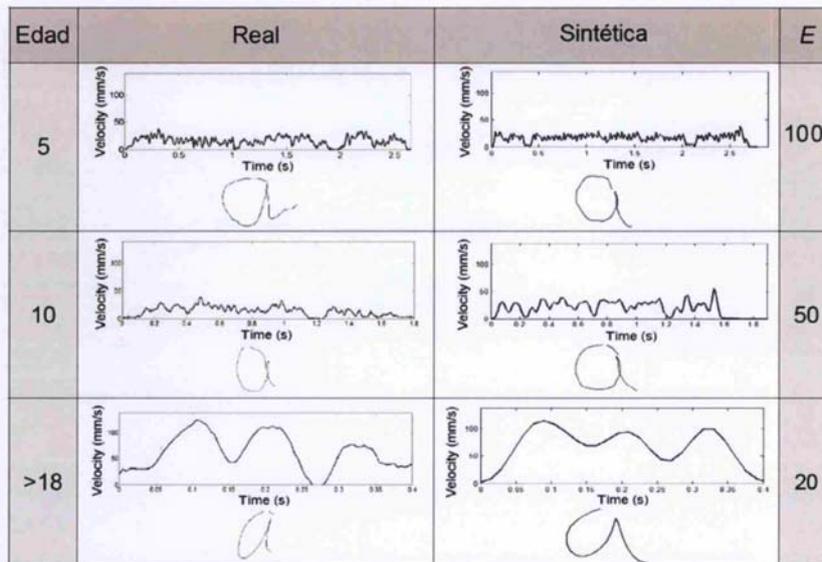


Figura 4

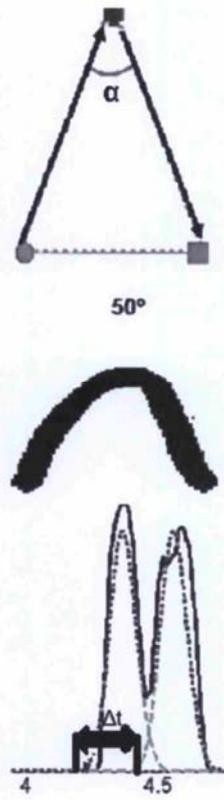


Figura 5



- ②① N.º solicitud: 201600539  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 17.06.2016  
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G06F17/00** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	Ferrer Miguel A et al. STATIC SIGNATURE SYNTHESIS: A NEUROMOTOR INSPIRED APPROACH FOR BIOMETRICS. 01/03/2015, Vol. 37, Páginas 667 - 680, ISSN 0162-8828, <DOI: 10.1109/TPAMI.2014.2343981> Todo el documento.	1-16, 18
X		17
A	Plamondon Rjean et al. RECENT DEVELOPMENTS IN THE STUDY OF RAPID HUMAN MOVEMENTS WITH THE KINEMATIC THEORY: APPLICATIONS TO HANDWRITING AND SIGNATURE SYNTHESIS. 01/01/2014, Vol. 35, Páginas 225 - 235, ISSN 0167-8655, <DOI:10.1016/j.patrec.2012.06.004>. Todo el documento.	1-16,18
A	US 2012172682 A1 (LINDERMAN MICHAEL et al.) 05/07/2012, Todo el documento.	1-16, 18
A	US 2004148577 A1 (XU YING-QING et al.) 29/07/2004, Todo el documento.	1-16, 18

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia  
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría  
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita  
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud  
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

**El presente informe ha sido realizado**

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
21.04.2017

Examinador  
M. Muñoz Sanchez

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G06F

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPIEE, XPI3E, MEDLINE

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 21.04.2017

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-16,18	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 17	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-16,18	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 17	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	Ferrer Miguel A et al. STATIC SIGNATURE SYNTHESIS: A NEUROMOTOR INSPIRED APPROACH FOR BIOMETRICS. Vol. 37, Páginas 667 - 680, ISSN 0162-8828, <DOI:10.1109/TPAMI.2014.2343981>	01.03.2015
D02	Plamondon Rjean et al.. RECENT DEVELOPMENTS IN THE STUDY OF RAPID HUMAN MOVEMENTS WITH THE KINEMATIC THEORY: APPLICATIONS TO HANDWRITING AND SIGNATURE SYNTHESIS. Vol. 35, Páginas 225 - 235, ISSN 0167-8655, <DOI: 10.1016/j.patrec.2012.06.004>	01.01.2014
D03	US 2012172682 A1 (LINDERMAN MICHAEL et al.)	05.07.2012
D04	US 2004148577 A1 (XU YING-QING et al.)	29.07.2004

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

Se considera D01 el documento más próximo del estado de la técnica al objeto de la solicitud.

**Reivindicaciones independientes**

Reivindicación 1: El documento D01 describe un método de síntesis de firmas a partir de la generación de trazos (vectores) según un perfil de velocidad que sigue una distribución temporal delta-log-normal combinando los distintos trazos para obtener la firma completa. También se introducen parámetros de variabilidad de las firmas. El documento D01 no utiliza constantes paramétricas adicionales para modelar la madurez o el grado de disfuncionalidad neuronal de un individuo.

El documento D02 por su parte modela dicho perfil de velocidad vectorial utilizando un sumatorio de distribuciones log-normales, llamadas ecuaciones sigma-lognormales. Este documento tampoco incluye mención a cómo tratar la variabilidad debida a la edad o enfermedad de un individuo.

El documento D03 por su parte divulga un método de análisis biométrico para detectar trastornos en el sistema nervioso central de un individuo investigando la relación existente entre enfermedades neurológicas como alzheimer, parkinson y esclerosis múltiple y la escritura de dicho individuo. Este documento no incluye un modelo concreto para relacionar variabilidad de la escritura con un perfil de velocidad.

Por tanto, la característica de usar constantes paramétricas para modelar la edad o enfermedad neuronal de un individuo partiendo de un perfil de velocidad log-normal no forma parte del estado de la técnica relevante y tiene el efecto técnico de posibilitar la generación de texto manuscrito acorde a la evolución vital de un individuo, resolviendo así el problema técnico de cómo incluir dicha evolución vital en un modelo general de escritura de un individuo. El experto en la materia, a la luz del estado de la técnica relevante y teniendo en cuenta el análisis anterior no se vería orientado, de forma evidente, a encontrar la solución aportada por el objeto de la reivindicación 1. Por tanto, la reivindicación 1 posee actividad inventiva según el art. 8.1 de la Ley de Patentes.

Reivindicación 17: el dispositivo reivindicado es un dispositivo de cómputo de propósito general como cualquiera del estado de la técnica. Por tanto, la reivindicación 17 no tiene novedad según el art. 6.1 de la Ley 11/86 de Patentes.

Reivindicación 18: el programa reivindicado se corresponde directamente con el método de la reivindicación 1. Por tanto, también posee actividad inventiva según el art. 8.1 de la Ley 11/86 de Patentes.

**Reivindicaciones dependientes**

Reivindicaciones 2-16: estas reivindicaciones tienen actividad inventiva por depender de la reivindicación 1 que también la posee según el art. 8.1 de la Ley 11/86 de Patentes.