

SISTEMA, DISPOSITIVO Y MÉTODO DE MONITOREO Y PREDICCIÓN DE ALTERACIONES CINEMÁTICAS DE LA ESPALDA

CAMPO DE LA TÉCNICA

La presente invención se relaciona con disposiciones de entrada para la transferencia de datos destinados a ser procesados en una forma utilizable por el computador; disposiciones de salida para la transferencia de datos desde la unidad de procesamiento a la unidad de salida, p. ej. disposiciones de interfaz, disposiciones de entrada o disposiciones combinadas de entrada y salida para la interacción entre el usuario y el computador, en particular dispositivos, sistema y métodos que involucren el monitoreo, registro o adquisición de datos de diversas clases de sensores hacia una interfaz, para que sean procesados, y comparados los datos con bases de datos predefinidas con anterioridad.

OBJETO DE LA INVENCION

Proporcionar un dispositivo, sistema y/o método para poder procesar datos variedad de sensores adheridos al cuerpo humano, para que sean transferidos los datos de forma inalámbrica y permitan la detección temprana de alteraciones o patologías relacionadas con la espalda.

ESTADO DE LA TÉCNICA

- En el estado de la técnica se conocen dispositivos como el mostrado en el
- 5 artículo Evaluation of an inertial sensor system for analysis of timed up and gounder dual-task demands. Gait & Posture 2015:41 882-7 de Coulthard JT, Treen TT, Oates AR, Lanovaz JL., que analiza la parte posterior de ambas muñecas, la parte superior del esternón distal, la parte posterior en la vértebra lumbar inferior y la parte anterior en cada tobillo proximal a los maléolos.
- 10
- Existen otros sistemas de captura de movimientos del cuerpo basados en sensores inerciales que permiten hacer análisis de marcha, análisis del tren inferior o tren superior completo, también sistemas de valoración de columna
- 15 espalda con captura de movimientos cervical, lumbar, flexión, extensión, rotaciones e inclinaciones hacia los lados, de igual forma en miembros superiores e inferiores y otros de monitoreo de postura con sensores inerciales que se colocan en diversa partes del troco, pelvis, con correas elásticas y marcadores reflectantes.
- 20
- Poor otro lado se encuentran en el estado de la técnica documentos como la solicitud de patente US 2015/03425113 que muestra un sistema de análisis biomecánico para analizar un organismo cuando el organismo realiza un acto por sí mismo, el sistema comprende: un acelerómetro configurado para ser
- 25 dispuesto en una superficie de un músculo del organismo y configurado adicionalmente para detectar una señal de aceleración; un filtro de paso bajo conectado al acelerómetro, el filtro de paso bajo configurado para recibir la señal de aceleración del acelerómetro y filtrar la señal de aceleración para producir una señal de baja frecuencia; y una unidad de procesamiento conectada al filtro de paso bajo, la unidad de procesamiento configurada para recibir la señal de
- 30 baja frecuencia del filtro de paso bajo, analizando una frecuencia de un estado de movimiento del organismo de acuerdo con la señal de baja frecuencia.

Donde se proporciona un sistema de análisis biomecánico para analizar un estado de movimiento de un organismo cuando el organismo realiza un acto por sí mismo. El sistema de análisis biomecánico incluye un acelerómetro, un filtro de paso bajo y una unidad de procesamiento. El acelerómetro está configurado para ser dispuesto en una superficie de un músculo del organismo y está configurado además para detectar una señal de aceleración. El filtro de paso bajo está conectado al acelerómetro y está configurado para recibir la señal de aceleración del acelerómetro y filtrar la señal de aceleración para producir una señal de baja frecuencia. La unidad de procesamiento está conectada al filtro de paso bajo.

Además se proporciona un método de análisis computarizado biomecánico para analizar un estado de movimiento de un organismo cuando el organismo realiza un acto por sí mismo. El método de análisis computarizado de biomecánica incluye los siguientes pasos. Una señal de aceleración es detectada en la superficie de un músculo del organismo por un acelerómetro. La señal de aceleración se filtra para producir una señal de baja frecuencia. La frecuencia del estado de movimiento del organismo se analiza según la señal de baja frecuencia.

La solicitud de patente US 2014/0358473 muestra un medio no transitorio legible por computadora que comprende instrucciones ejecutables por computadora que cuando se ejecuta por un procesador está configurado para funcionar al menos: recibir datos de aceleración que representan el movimiento de un apéndice de un usuario en un procesador de frecuencia de muestreo ubicado en un dispositivo configurado para ser usado en un apéndice de un humano, donde los datos de aceleración se obtuvieron mediante un acelerómetro ubicado en el dispositivo mientras el acelerómetro está funcionando a una primera tasa de muestreo; basado, al menos en parte, en los propios datos de aceleración recibidos, clasifique los datos de aceleración en una de una pluralidad de

categorías de actividad que representan una actividad que realiza el usuario; y basado en al menos la categoría de actividad clasificada, seleccionando una segunda tasa de muestreo de una pluralidad de velocidades de muestreo para operar el acelerómetro durante la actividad que realiza el usuario.

5

Donde los sistemas y métodos descritos en US 2014/0358473 se refieren a medios no transitorios legibles por computadora con instrucciones ejecutables por computadora para recibir datos de movimiento del usuario en un procesador de velocidad de muestreo en un dispositivo sensor. Los datos de movimiento
10 pueden recibirse desde un acelerómetro en el dispositivo, en el que el dispositivo se coloca en un apéndice de un usuario, y está muestreando desde el acelerómetro a una primera tasa de muestreo. Además, los datos de aceleración recibidos se pueden clasificar en una categoría de actividad que representa una actividad que realiza el usuario, y basándose en esta clasificación, se puede
15 seleccionar una segunda tasa de muestreo para recibir datos del acelerómetro u otro sensor o sensores.

En otro aspecto, se refiere a un aparato configurado para ser usado en un apéndice de un usuario, que incluye una fuente de alimentación, y un sensor
20 configurado para capturar datos tales como, por ejemplo, datos de aceleración en función del movimiento del usuario. El aparato puede incluir además un procesador de análisis y un procesador de velocidad de muestreo. En una realización, el procesador de velocidad de muestreo determina una primera tasa de muestreo para muestrear los datos de aceleración de modo que se reduce el
25 consumo de potencia por el procesador de análisis. El aparato puede intentar además clasificar los datos muestreados a la primera tasa de muestreo en una categoría de actividad.

La solicitud de patente US 2017/0224520 muestra una interfaz corporal
30 conformable, que incluye un andamio corporal que comprende un retículo tridimensional que puede colocarse de manera extraíble sobre una superficie de

tejido blando tridimensional, tal como una rodilla, codo, columna vertebral, tobillo, muñeca, cadera o cuello. Uno o más sensores están ubicados en una o más ubicaciones en el andamio corporal, y las unas o más ubicaciones se seleccionan para colocar el sensor cerca de una región objetivo en la superficie del cuerpo cuando el andamio corporal se coloca sobre la superficie corporal tridimensional. Por lo general, los sensores se colocan cerca de una articulación del cuerpo para detectar el movimiento de la articulación del cuerpo.

Que incluye un método para fabricar una interfaz corporal conformable que puede detectar el movimiento de una articulación corporal, comprendiendo dicho método: fabricar un andamio corporal que puede colocarse de forma extraíble sobre una superficie corporal tridimensional para conformar una o más regiones objetivo de dicha superficie corporal adyacente a la articulación corporal; y unir al menos un elemento sensor al andamio corporal en una ubicación seleccionada para ubicar el sensor cerca de la región objetivo en la superficie del cuerpo cuando el andamio corporal se coloca sobre la superficie corporal tridimensional, donde el sensor está configurado para detectar movimiento del articulación del cuerpo y un método para generar un conjunto de datos para fabricar un armazón corporal conformable, comprendiendo dicho método: escanear directa o indirectamente una superficie corporal tridimensional del tejido blando de un paciente para producir un conjunto inicial de datos que representa la geometría superficial de al menos una región objetivo en la superficie corporal del tejido blando adyacente a una articulación corporal; y modificar el conjunto de datos inicial para incluir una o más ubicaciones para unir uno o más sensores configurados para detectar movimiento de la articulación corporal al andamiaje de cuerpo conformable para producir un conjunto de datos final adecuado para controlar una máquina de fabricación para producir el andamio corporal conformable.

La medicina predictiva es un nuevo e innovador modelo de salud, cuyo objetivo es la creación de un nuevo e innovador modelo de asistencia sanitaria, este

modelo se centra en tomar una postura proactiva para mantener la salud en lugar de tratar o curar la enfermedad en un paciente después que se han producido los hechos. La medicina predictiva utiliza las nuevas herramientas de bio- ciencia para identificar y medir los riesgos y las desviaciones de la salud, se orienta a predecir las consecuencias potenciales y se esfuerza por desarrollar los procesos de mantenimiento de la salud, la medicina predictiva aborda los problemas de salud o enfermedad potenciales antes que estos ocurran.

Por lo anterior, el estado de la técnica actual no revela algún dispositivo que permita adherirse al usuario de forma cómoda, además que adquiera las señales de los sensores instalados y que puedan ser procesados y comparados para obtener como resultado predicciones en alteraciones o patologías relacionada con la espalda, con análisis basados en datos normales, con análisis de movimiento tridimensional, permitiendo hacer las predicciones de las alteraciones.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

5

La medicina predictiva es un nuevo e innovador modelo de salud, cuyo objetivo es la creación de un nuevo e innovador modelo de asistencia sanitaria, este modelo se centra en tomar una postura proactiva para mantener la salud en lugar de tratar o curar la enfermedad en un paciente después que se han producido los hechos. La medicina predictiva utiliza las nuevas herramientas de bio-ciencia para identificar y medir los riesgos y las desviaciones de la salud, se orienta a predecir las consecuencias potenciales y se esfuerza por desarrollar los procesos de mantenimiento de la salud, la medicina predictiva aborda los problemas de salud o enfermedad potenciales antes que estos ocurran.

15

Este dispositivo se focaliza en el monitoreo y registro de los DME (Desórdenes Músculo Esqueléticos) de espalda baja en el trabajo, tiene como fin proveer una tecnología de auto monitoreo, que capture datos de la biomecánica, fisiología y ergonomía del trabajo, en cada trabajador y los transfiera vía inalámbrica a un dispositivo de registro que facilite el monitoreo del estado de salud del trabajador y en el cual se registren simultáneamente los eventos que afectan la integridad de los individuos.

20

Es una tecnología de registro de las variables y patrones cinemáticos con fines predictivos para patologías de espalda baja asociadas a los Desórdenes Músculo esqueléticos de espalda en situaciones de trabajo para trabajadores activos.

25

El dispositivo se compone de una unidad central compuesta de un micro circuito integrado, fuente de poder o batería recargable, unidad de almacenamiento de datos, unidad de transmisión de datos, vía Bluetooth, entradas para conectores

30

de las unidades de registro y lectura. Las unidades de lectura con los sensores inerciales se ubican en puntos anatómicos de referencia donde se fija mediante un sistema adhesivo soportado en una estructura en material flexible de longitud variable. Las unidades de sensado se ubican tomado como referencia: (C7) 5 apófisis espinosa Séptima vértebra cervical, (ACR 1-2), apófisis espinosa primera vértebra lumbar, (Sacro) a nivel de S2, (ASIS 1-2) espinas iliacas antero-superiores.

10 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

Cada dispositivo se compone de sensores de baja potencia que utilizan tecnologías como acelerómetros, magnetómetros y giroscopios, proporcionando la posibilidad de análisis de movimiento tridimensional dinámico sin las 15 limitaciones que se evidencian en otros sistemas; estos sensores como acelerómetros, torsiómetros, inclinómetros, goniómetros y giroscopios, se combinan para el estudio de los movimientos humanos, lo que permite una mayor precisión. El tamaño de los sensores tienen un rango de 64 x 64 x 25 mm para el sensor más grande y de 12 x 12 x 5 mm para el sensor más pequeño, 20 todos los sensores son portátiles. Los sensores están conectados a un medio de registro de datos, los sensores son operados de forma inalámbrica, esta libertad permite que el dispositivo sea utilizado en cualquier entorno. Además, estos sistemas pueden operar en un rango de frecuencias de muestreo que permiten registrar tareas de larga duración.

25

La figura 1 muestra el dispositivo de monitoreo de alteraciones cinemáticas de la espalda (10) ubicado sobre la espalda de un usuario (U), donde el dispositivo (10) está conectado de manera inalámbrica a un terminal móvil (20), a través de un canal (101) por medio de un protocolo de comunicación seleccionado entre 30 RFID, WiFi o Bluetooth, preferentemente Bluetooth; donde los datos recibidos por el terminal móvil (20) pueden ser transmitidos hacia un ordenador (30) que

puede tener comunicación bidireccional (103) con el terminal móvil (20); el ordenador (30) puede transmitir y recibir datos desde la nube (40) a través de un canal (104), además el terminal móvil (20) puede transmitir y recibir datos directamente con la nube (40) por medio de un canal bidireccional (102).

5

El ordenador (30) tiene un programa con instrucciones que permite comparar los datos adquiridos con una base de datos predefinida y además permite almacenar los nuevos datos adquiridos.

10 Los datos adquiridos son comparados con curvas normales de una base de datos predefinida por “n” individuos, que representan una muestra sustancial de una población.

Se procede a comparar las características cinemáticas obtenidas con los datos
15 de sujetos normales y se establece un índice de correlación a nivel de las variaciones registradas y el movimiento normal.

Se establece la magnitud de la diferencia entre el movimiento normal y el movimiento de los usuarios por medio de datos adquiridos. Se identifican, los
20 puntos cinemáticos que son más representativos, esto permite realizar la evaluación con un número reducido de puntos.

Las figuras 2 y 3 muestran un dispositivo (10) que tiene una malla base (14), donde la malla es flexible y soporta los sensores (12a) (12b) (12c), donde los
25 sensores son del tipo acelerómetros, goniómetros, torsiómetros, magnetómetros, los cuales miden aceleración, inclinación, rotación, campo magnético, que miden en tres dimensiones dispuestos de forma adecuada en extensiones (15) con extremos distales (15a) (15b) (15c); las extensiones (15) forman un ángulo β de entre 100 a 140° grados, las extensiones (15) tienen
30 longitud variable de acuerdo a las necesidades de cada usuario; los sensores (12a) (12b) (12c) ubicados en extremos distales (15a) (15b) (15c) están

conectados de manera alámbrica por conexiones (13a) (13b) (13c) a una unidad de procesamiento (11) que tiene conectado un almacenamiento de memoria y a una unidad de transmisión de datos, que tiene protocolo de comunicación inalámbrico del tipo WiFi, RFID, o Bluetooth, Xbee, preferentemente del tipo Bluetooth; el número de las extensiones (15) están en el rango de 2 a 6, preferentemente 3; la malla base (14) tiene una cara exterior (14a) y una cara interior (14b), en la cara exterior (14a) se fijan los sensores y en la cara interior (14b) tiene una capa adherente que tiene pegante o un adhesivo que permite la fijación a la piel del usuario; la malla es de material flexible e hidrófobo.

10

La figura 4 muestra la forma de disposición del dispositivo (10) en la parte de la espalda de un usuario.

La figura 5 muestra la referencia relativa de los sistemas coordenados SC_1 , SC_2 , SC_3 , respecto a un sistema coordenado inicial SC_0 .

15

La figura 6 muestra un sistema coordenado esférico, y representa esquemáticamente cada sensor que mide la aceleración total (r) que actúa sobre el segmento corporal, la inclinación (λ) en relación con la línea vertical y la dirección azimut (φ) de la inclinación. Por lo tanto, la posición de cada sensor y por ende el segmento del cuerpo, monitoreo se representa mediante coordenadas esféricas (r ; λ ; φ). El sensor no puede medir la rotación alrededor del eje largo del segmento del cuerpo en movimiento. Cada unidad de registro consta de tres sensores (S_x) (S_y) (S_z) miniatura montados perpendicularmente entre sí en las direcciones x , y , z . La aceleración estática es igual a la gravedad ($1\text{ g}=9,8\text{ m/s}^2$), es decir, la aceleración que actúa sobre el sensor en reposo. Por ejemplo, cuando el segmento de la espalda se mueve, el sensor también se ve influenciado por la aceleración dinámica. El principio de la medición es registrar continuamente cómo se distribuye la gravedad entre los tres sensores.

25
30

El método de monitoreo y predicción tiene como objetivos la prevención de lesiones antes de su manifestación o existencia, la detección y tratamiento temprano de la enfermedad, basada principalmente en vigilancia y control, prevención de las consecuencias de Desordenes Músculo Esqueléticos (DME) así como prevención de la recurrencia de la enfermedad.

Por lo tanto, se define el siguiente método de monitoreo y predicción de alteraciones cinemáticas de la espalda compuesto por las siguientes etapas:

- 10 a. Definir base de datos con curvas normales de referencia de posturas previas.
- b. Adquirir datos de posición mediante sensores de posición.
- c. Adquirir datos de inclinación mediante sensores de inclinación.
- d. Adquirir datos de aceleración en las tres coordenadas mediante sensores de aceleración.
- 15 e. Almacenar datos adquiridos de posición, inclinación y aceleración en memoria del dispositivo (10).
- f. Enviar datos adquiridos de posición, inclinación y aceleración desde el dispositivo de monitoreo (10) hacia el terminal móvil (20).
- 20 g. Almacenar datos adquiridos de posición, inclinación y aceleración.
- h. Enviar datos hacia ordenador (30)
- i. Calcular el centro de masa de la posición bípeda.
- j. Comparar datos adquiridos de posición, inclinación y aceleración respecto a la base de datos de curvas normales.
- 25 k. Comparar dato calculado del centro de masa previo respecto al calculo de centro de masa adquirido.
- l. Enviar mensaje preventivo de desviación.

El dispositivo realiza un análisis del patrón de movimiento a partir de una postura previa, así se toman en cuenta dichos puntos de referencia anatómicos para observar la alineación u otras alteraciones que se puedan presentar, después

del registro se procede a analizar y verificar las diferentes alteraciones en los planos, acompañado de una evaluación cinemática en donde se incluye además las variaciones cinemáticas, la trayectoria de los vectores de fuerza, durante los cambios de patrones y así mismo se busca determinar el cambio de centro masa de la posición bípeda inicial y su variación de rotación, inclinación y desviaciones laterales.

La anterior descripción solo puede ser tomada como referencia y no limitativa en sus componentes ni en su relación explícita, sino que han sido descritos para proporcionar una idea clara sobre la conformación general de la materia de la invención reclamada.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

5

Para complementar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características técnicas del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva como parte integrante de la misma, un conjunto de figuras definidas así:

10

Figura 1. Disposición general del dispositivo de monitoreo y predicción.

Figura 2. Dispositivo de monitoreo y predicción.

15

Figura 3. Dispositivo de monitoreo y predicción en vista isométrica.

Figura 4. Dispositivo de monitoreo y predicción colocado en un usuario.

20

Figura 5. Sistemas de coordenadas de referenciación.

Figura 6. Sistema de coordenadas esféricas.

25