

INSTITUTO DE
BIOMECÁNICA
DE VALENCIA



AVB

**Análisis y Valoración
Biomecánica**

MEMORIA

E2. Puesta a punto de técnicas y metodologías de registro

Entregable:	E2
Paquete de trabajo:	PT2
Responsable:	IBV

El contenido de este documento ha sido generado por el Instituto de Biomecánica (IBV) como resultado del proyecto IMAMCJ/2016/1 (Plan de Actividades de carácter no económico del IBV para 2016. AVB. Análisis y Valoración Biomecánica) en el marco de la línea nominativa T8021000 aprobada por la Ley de Presupuestos de la Generalitat para 2016, cofinanciada en un 50% a través del Programa Operativo FEDER de la Comunitat Valenciana 2014-2020: Eje Prioritario 1

INTRODUCCIÓN

En este entregable se presenta una descripción del trabajo desarrollado en el *PT2 Puesta a punto de técnicas y metodologías de registro de fuerzas, movimientos y variables fisiológicas*. Este paquete de trabajo parte del conocimiento generado en el PT1 para poner a punto nuevas técnicas y metodologías de medida aplicables a los diferentes ámbitos de la valoración biomecánica, como pueden ser:

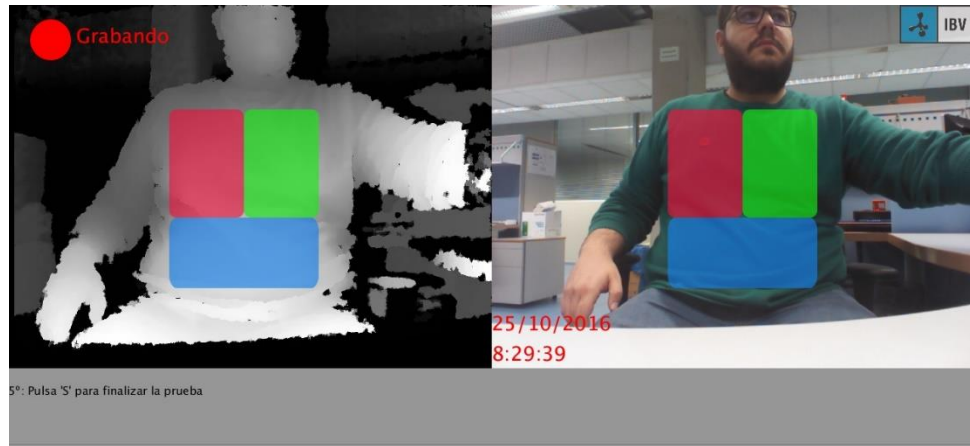
- La utilización de sensores de registro de movimiento portables de bajo coste
- Tecnología de registro de movimiento sin marcadores.
- Evolución de técnicas y protocolos de registro de variables fisiológicas
- Generación de protocolos de calibración anatómica simplificada
- Desarrollo y evolución de procedimientos de evaluación de la capacidad funcional.
- Desarrollo y actualización de bases de datos de funciones humanas.
- Modelos biomecánicos estandarizados.

PUESTA A PUNTO DE TÉCNICAS DE REGISTRO

Además de la mejora continua de las técnicas de medida con las que cuenta el IBV, en esta tarea se ha explorado la utilidad de nuevas técnicas de registro, su puesta en funcionamiento, mantenimiento y adaptación a los problemas a resolver en el estudio de movimientos humanos. Dentro de esta tarea se han realizado las siguientes actividades principales:

Procedimiento de medida de la respiración mediante sensores de profundidad

Se ha desarrollado una sencilla aplicación, que visualiza simultáneamente, la imagen RGB y la imagen de obtenida de la cámara de profundidad. En el centro de ambas imágenes se ha proyectado una máscara que ayuda a la persona que está realizando las medidas a centrar al sujeto de tal forma que el sujeto quedaría centrado dentro del rango óptimo de medición.



Captura de pantalla de la aplicación desarrollada para el registro de la respiración

Desarrollo de procedimiento de valoración de rangos articulares

Durante el año 2016 hemos desarrollado un prototipo para asistir en el proceso de valoración de la amplitud de movimientos articulares. La tarea ha consistido, específicamente, en la programación de un prototipo para la integración de técnicas instrumentales de bajo coste para el registro de rangos articulares con protocolos de valoración basados en tablas AMA. Incluso tratamiento de los datos obtenidos y su representación gráfica/numérica.

Dicho prototipo permite realizar valoraciones de las articulaciones del miembro superior, miembro inferior y de los segmentos de raquis (cervical, dorsal y lumbar), registrando para ello, las amplitudes máximas de las articulaciones o grupos articulares en los planos de movimiento anatómicos.

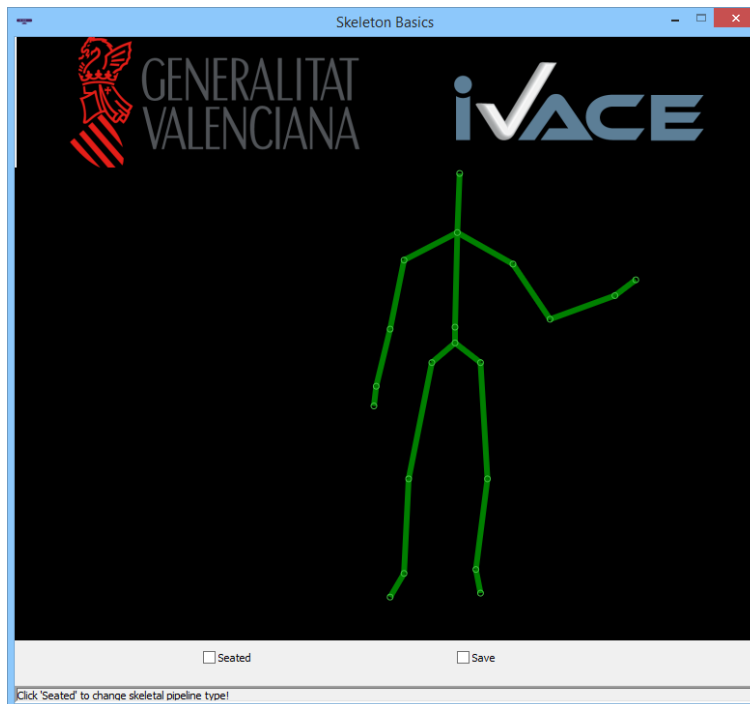
Permite el registro de amplitudes tanto de la movilidad activa como de la movilidad pasiva. Se obtienen valoraciones de las amplitudes de un lado frente a las del lado contrario, valoraciones de las amplitudes activas frente a las pasivas, y de las amplitudes activas frente a valores de referencia de la Guía práctica de la valoración de la amplitud articular de la American Medical Association (AMA).

Utiliza como herramientas de registro un sistema de goniometría electrónico para miembro superior e inferior, y para registrar la movilidad de la columna vertebral usa un equipo de doble inclinometría electrónico. También permite el uso de otra instrumentación de bajo coste e incluso equipos manuales alternativos.

Registro cinemático con dispositivo Kinect

En 2016 se ha desarrollado una aplicación que, usando una Kinect v1 y las SDKs de Microsoft para manejo de Kinect v1.8, registrase el movimiento del usuario y la evolución de la posición en el espacio de las articulaciones para generar tantos

ficheros como articulaciones. Estos ficheros tienen un formato fácilmente importable desde Octave.



Técnica integrada de registro de movimiento y electromiografía

Se ha realizado en 2016 el desarrollo y las pruebas necesarias para la integración de señales de electromiografía (EMG) con sistemas de análisis de movimientos.

Técnica para el registro de fuerzas en mano

La actividad en 2016 se ha centrado en dos tareas principales:

1. **Pruebas con dispositivo** para la medida de fuerza de agarre de mano basado en tecnología extensométrica, que permita la integración con una aplicación software para el registro de la fuerza de la mano.
2. **Programación de un prototipo software** para el registro de la fuerza de mano utilizando instrumentación electrónica.

Para las pruebas con dispositivo hemos utilizado un dinamómetro electrónico con dos células de carga extensométricas alojadas en una estructura para determinar la fuerza muscular.



Las pruebas han consistido en configurar una cadena completa de medida, evaluar la calidad de las medidas obtenidas con el dispositivo y determinar las condiciones adecuadas para la medida de la fuerza ejercida por el sujeto en diferentes posiciones de agarre.

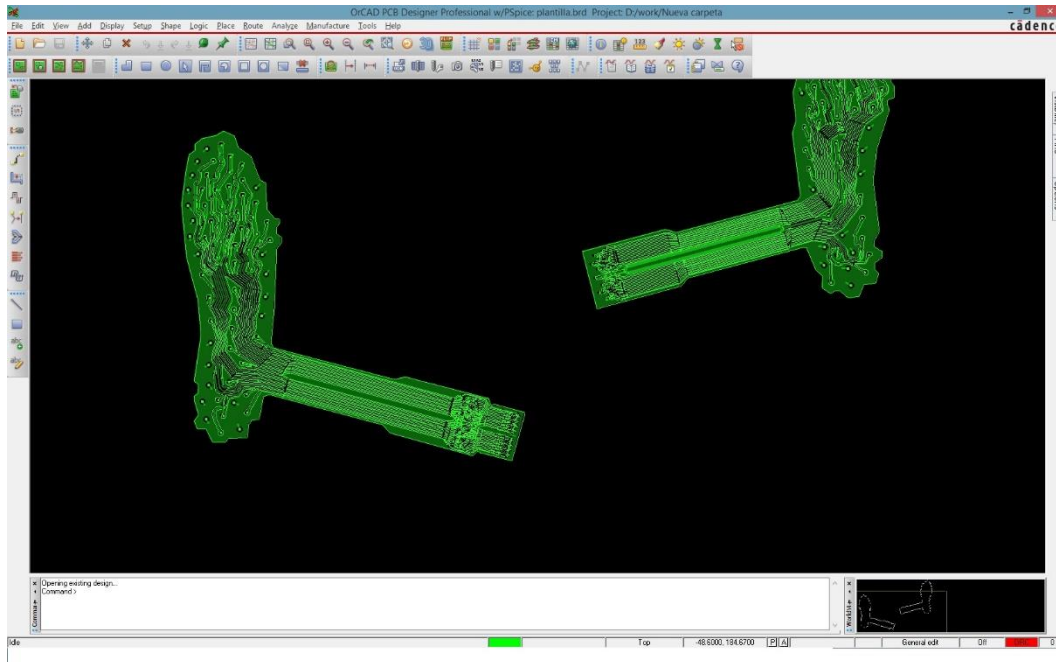
En cuanto a la programación de un prototipo software, a partir de las conclusiones obtenidas en el trabajo anterior hemos implementado en 2016 un prototipo de software para la valoración de la fuerza de agarre de la mano basado en la captura de datos de un dispositivo que usa dinamometría.

El entorno de desarrollo del prototipo ha sido sobre Microsoft Visual Studio utilizando el lenguaje de programación C#. Hemos elegido este lenguaje por su mayor rapidez y facilidad a la hora de implementar una interface que nos permita validar las técnicas de registro antes descritas.

El sistema registra, almacena y analiza las curvas de fuerza de diversos tipos de gestos (agarre en empuñamiento, en pinza distal, en pinza lateral y fatiga en empuñamiento) realizando varias medidas consecutivas con el fin de poder obtener una valoración del mismo.

Técnica para el registro de presiones plantares

Durante el año 2016 hemos buscado alternativas para la construcción y prueba de plantillas instrumentadas para la medida de presiones plantares en la marcha. El objetivo era solucionar los problemas que plantean los dispositivos actuales: degradación de los sensores con el tiempo, desgaste excesivo con el uso o falta de repetibilidad de las medidas.



Técnica de análisis de movimientos con marcadores de realidad aumentada

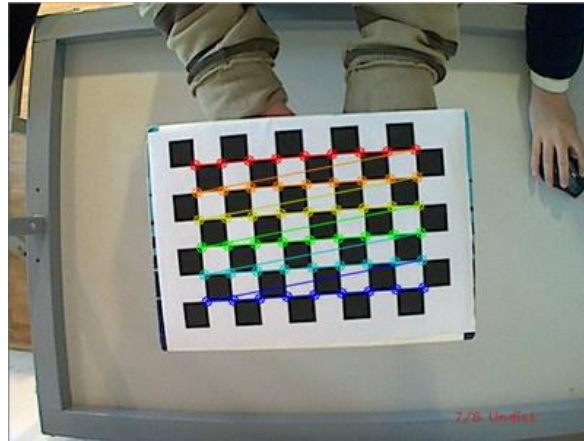
Los marcadores AR permiten su ubicación en el espacio mediante el uso de una sola cámara. Para ello es necesario conocer un patrón a buscar y las dimensiones relativas del patrón. A partir de estos datos es posible estimar la posición y la orientación del marcador en el espacio.

Si disponemos de patrones AR únicos es posible calcular la orientación y la posición relativa entre ellos. Por lo tanto, disponiendo estos marcadores entre dos segmentos consecutivos de un sistema formado por sólidos rígidos es posible utilizar esta aproximación para el cálculo de la posición y la orientación relativas entre los segmentos.

Esta tecnología podría, de esta forma, suponer un sistema de fotogrametría 3D de bajo coste con una única cámara.

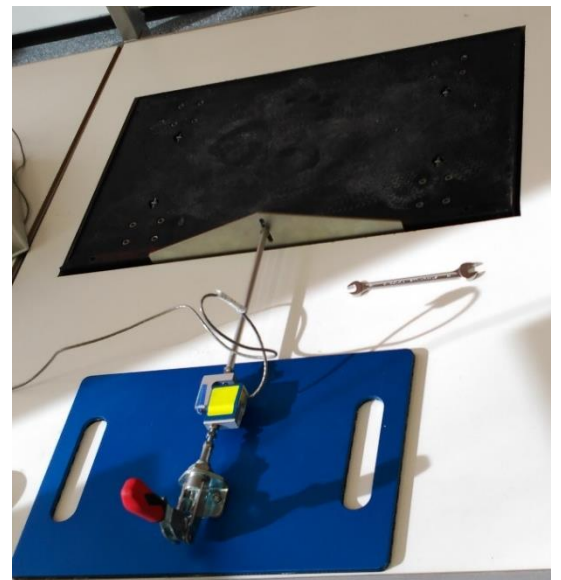
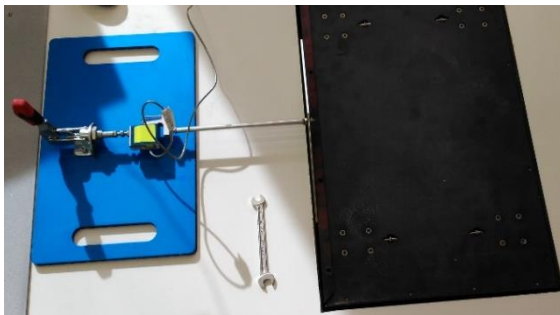
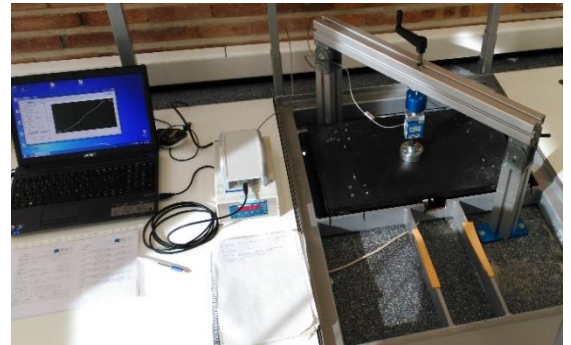
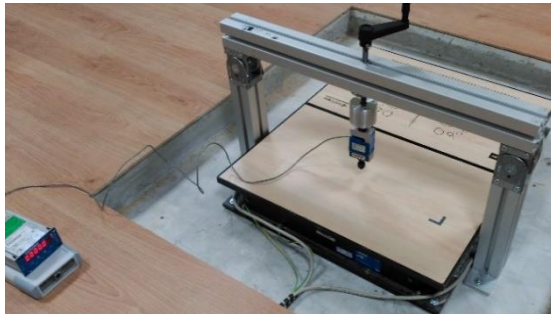
Durante el año 2016 se ha desarrollado un algoritmo propio para conseguir esta funcionalidad. El algoritmo se ha desarrollado en Python y consiste de los siguientes apartados:

- Un sistema de calibración por localización de un patrón conocido.
- Una función robusta de localización de los marcadores AR
- Una función de seguimiento de la posición de los marcadores en cámara.
- Una función para el cálculo de la posición y la orientación de los marcadores.



Puesta a punto de procedimientos de calibración de plataformas de fuerzas

Durante el año 2016 se ha desarrollado un sistema para calibrar plataformas de fuerzas, ensayo de indicación repetitividad y excentricidad. La calibración se realiza en 3 ejes de medida, eje Z (vertical), eje X e Y (horizontales) mediante la adquisición dinámica de señales. A diferencia de una calibración estática este sistema nos permite calibrar en las mismas condiciones de uso del equipo.



PUESTA A PUNTO DE NUEVOS PROTOCOLOS Y MÉTODOS DE ESTUDIO PARA LA VALORACIÓN DE FUNCIONES Y ACTIVIDADES HUMANAS

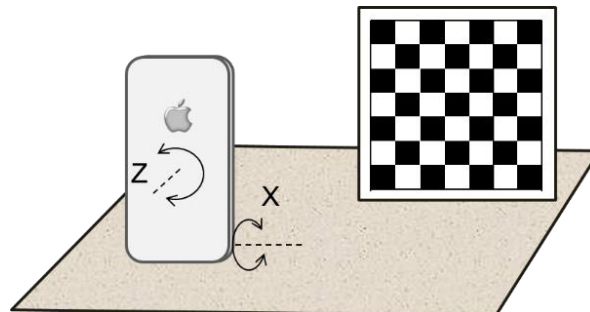
Esta tarea se ha centrado en el desarrollo de nuevos métodos de estudio para la valoración de las actividades y funciones humanas, para ello se ha avanzado en dos temas principales:

- Protocolos de calibración anatómica para análisis de movimiento con sensores de Smartphone
- Desarrollo de un prototipo software para la ejecución de protocolos de test de flexión-relajación lumbar (FRP)

Calibración anatómica del muslo para análisis de movimiento con sensores de Smartphone

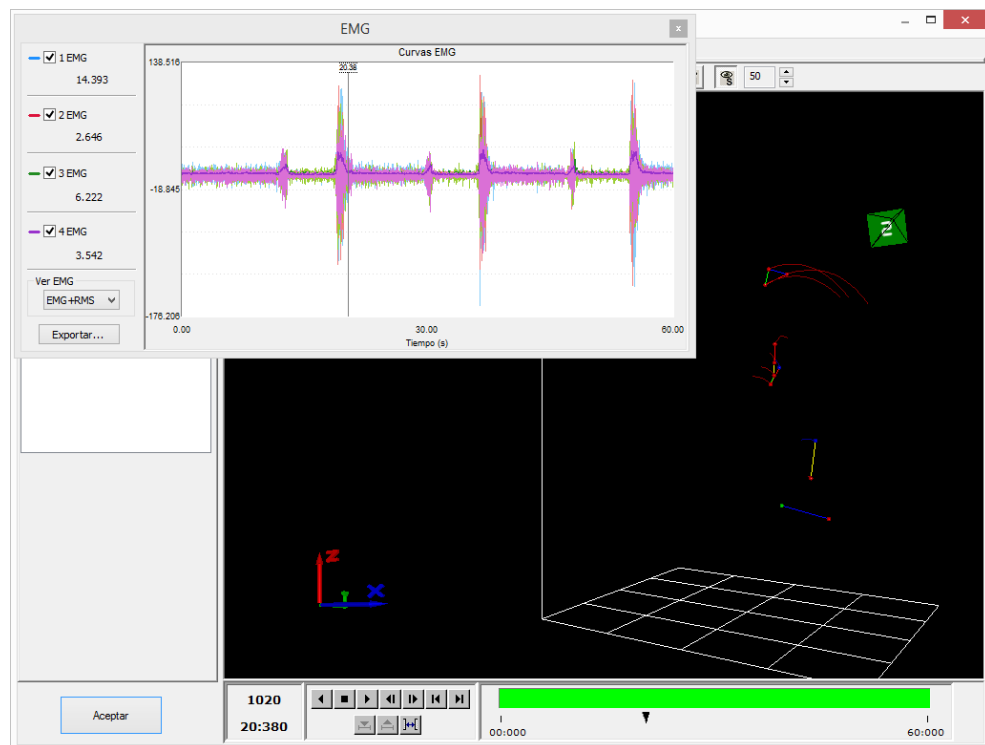
El uso de sensores inerciales (instalados en smartphones) está cada vez más extendido en el estudio de movimientos humanos. La principal limitación, en comparación con los sistemas de estereofotogrametría es su incapacidad para medir posiciones con precisión. En particular, esto supone un problema para referenciar los movimientos a ejes anatómicos.

El método de calibración anatómica desarrollado persigue reducir esta limitación de los sensores inerciales, a través de un procedimiento de referencia a puntos anatómicos mediante sensores de realidad aumentada.



Desarrollo de un prototipo software para la ejecución de protocolos de test de flexión-relajación lumbar (FRP)

Durante 2016 hemos desarrollado de un prototipo de aplicación software para el registro y parametrización de señales de electromiografía de superficie (SEMG) sincronizadas con sistema de análisis cinemático de movimientos, con el objetivo de utilizarla, inicialmente, como herramienta de puesta a punto de metodologías de análisis del fenómeno de Flexión-relajación lumbar (FRP).



AMPLIACIÓN DE BASES DE DATOS DE FUNCIONES Y ACTIVIDADES HUMANAS

Para el análisis e interpretación de las funciones y actividades humanas, es necesario disponer de bases de datos fiables y actualizadas. Las principales actividades desarrolladas han sido:

- Actualización de registros biomecánicos para la valoración biomecánica del dolor de hombro
- Actualización de registros biomecánicos para la valoración biomecánica de las lesiones de rodilla
- Actualización de registros biomecánicos para la valoración biomecánica del dolor cervical

Actualización de registros biomecánicos para la valoración biomecánica del dolor de hombro

La valoración biomecánica del dolor de hombro se realiza a través del análisis de la ejecución de gestos funcionales, que se comparan con el desempeño de personas sanas y personas patológicas. Para poder realizar la caracterización

biomecánica es necesario disponer de un número suficiente de registros con unas características determinadas.

En este caso, ha sido necesaria la medida de personas con patología de hombro, con el objetivo de alimentar el análisis sobre simulación del dolor de hombro.

Actualización de registros biomecánicos para la valoración biomecánica de las lesiones de rodilla

La valoración biomecánica del dolor de rodilla se realiza a través del análisis de la ejecución de gestos funcionales, que se comparan con el desempeño de personas sanas y personas patológicas. Para poder realizar la caracterización biomecánica es necesario disponer de un número suficiente de registros con unas características determinadas.

En este caso, ha sido necesaria la medida de personas sanas con edades comprendidas entre 55 y 70 años, con el objetivo de mejorar la sensibilidad de la valoración en personas de ese grupo de edad. Además, se recuperaron registros heterogéneos de pacientes con dolor de rodilla realizados con anterioridad.