

Desarrollo de un modelo dinámico del cuerpo humano que integra la simulación de tejidos blandos

Eduardo Parrilla Bernabé,
Beatriz Mañas Ballester,
Sandra Alemany Mut,
Francisco Roldán Atienza,
Juan Manuel Belda Lois,
Francisco Parra González

Instituto de Biomecánica (IBV). *Universitat Politècnica de València*. Edificio 9C. Camino de Vera s/n (46022) Valencia, España.

INTRODUCCIÓN

La captura y reconstrucción de avatares corporales 3D, se ha desarrollado enormemente en los últimos años impulsada por la integración de tecnología en tienda, el auge de los sistemas de realidad aumentada y el avance en los procesos de digitalización interna de las empresas. Los métodos de captura actuales, están optimizados para generar el avatar en postura canónica. Se trata de un avatar estático que es de utilidad para extraer medidas y con ellas recomendar producto. Sin embargo, el cuerpo humano no es un objeto rígido. Está vivo y su forma y dimensiones varían con la respiración, la postura y el movimiento debido principalmente a la deformación de los tejidos blandos. Esto tiene implicaciones en el ajuste ergonómico de productos y en la generación de avatares realistas en movimiento.

En el contexto actual de reconversión digital de procesos, las empresas están apostando por renovar el proceso de innovación y diseño de productos y actualizar la experiencia de compra incorporando información digital de los usuarios. El proceso de digitalización que muchas empresas están implementando en la fabricación de productos, lo están extendiendo a la parte de conceptualización, diseño y venta. Las empresas de indumentaria de vanguardia y en particular, las del sector deportivo con las que el IBV colabora, han expresado la necesidad de contar con avatares corporales animados que simulen de forma realista gestos deportivos del atleta. Esto les permite por un lado innovar

3D-body-dynamics



en el proceso de desarrollo de nuevos productos a partir del estudio detallado de las necesidades del deportista y por otro, conectar la fase de conceptualización con el diseño y patronaje digital de las prendas.

La incorporación de tecnología de simulación y realidad virtual o aumentada en el proceso de venta tanto en tienda como online es una tendencia en auge que apoya y estimula la experiencia de compra. Numerosas empresas del sector TIC están desarrollando probadores virtuales de producto que requieren una representación realista del cliente. El realismo del avatar y la representación de movimientos naturales y precisos es también una demanda de este sector.

El proyecto **3D-body-dynamics** tiene como objetivo modelar la deformación de los tejidos blandos del cuerpo cuando se produce un cambio de postura o durante el movimiento. La modelización se lleva a cabo equipando con un esqueleto 3D a la malla corporal inicial y entrenando los algoritmos y matrices que modelan el cambio del tejido blando, primero con bases de datos corporales en posturas forzadas, y después con mallas en movimiento. Los objetivos específicos planteados para la primera anualidad son:

- Una nueva topología de malla corporal adaptada para animación 3D.
- Definición de los requerimientos del modelo de tejidos blandos.

- Un nuevo método de animación de mallas corporales.
- Un método de correspondencia punto a punto inter-*frame*.
- Adecuación del Laboratorio de Antropometría 4D para captura y animación de avatares corporales.

Este proyecto se inició en 2018 y tiene una duración de 2 años.

RESULTADOS

- **Adecuación y puesta a punto del Laboratorio de Antropometría 4D:** Se ha realizado la adecuación de un

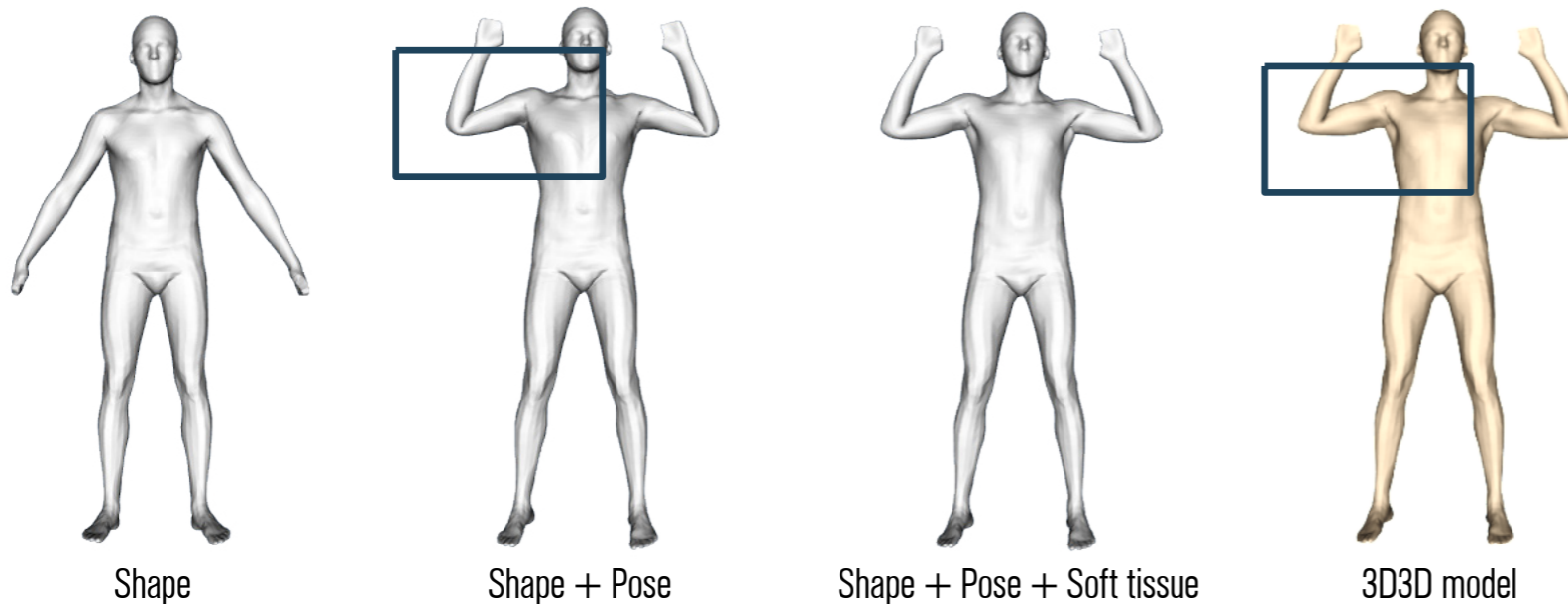
laboratorio de escaneado 4D en movimiento ampliando el número de módulos de medida y el espacio útil del laboratorio para poder registrar casi cualquier movimiento y gesto deportivo. Se trata del primer laboratorio de antropometría y cinemática 4D en España y si se considera la velocidad de captura (180 escaneados por segundo) y resolución (1 mm), el primero a nivel mundial. El valor diferencial de este equipamiento se completa con el software de procesado y animación 3D de mallas que se está desarrollando en este proyecto y su compatibilidad e integración con el *software* de análisis de movimientos IBV.

- **Recopilación de bases de datos dinámicas de cuerpos 3D:** El objetivo es utilizar estas bases de datos para poner a punto el método de simulación de tejidos blandos analizando la contribución al modelo que tienen la incorporación de bases de datos públicas existentes. Tras el proceso de búsqueda y recopilación de bases de datos, se han recabado aproximadamente 44.000 escaneados válidos que se han procesado para entrenar el modelo geométrico de tejidos blandos.



Figura 1. Nuevo Laboratorio de escaneado 4D.

Figura 2. Progresión del modelo deformable del cuerpo desarrollado por el IBV.



- **Nuevo método de ajuste de mallas 3D en movimiento:** Se ha optimizado el método de ajuste de mallas corporales para que pueda aplicarse en cuerpos escaneados en cualquier postura. Esta optimización ha implicado una modificación en la función que relaciona el esqueleto virtual interno y los nodos de la malla exterior.
- **Nuevo método de ajuste de mallas inter-frame:** Este es uno de los aspectos más importantes en el procesado de los escaneados 3D en movimiento y consiste en asegurar que la malla homóloga que se ajuste a cada escaneado de la secuencia de movimiento 3D tenga correspondencia anatómica tanto intersujeto como intrasujeto. Permitirá realizar seguimiento de las nubes de puntos y estudios biomecánicos sobre los resultados. Este objetivo es relevante en aplicaciones del ámbito médico o deportivo. En la primera versión del método, se ha conseguido identificar de forma automática los puntos de la malla inicial en bruto con los nodos de la malla patrón para cualquier postura. Este será el algoritmo base que se implementará en la implementación funcional de este método.
- **Desarrollo de un modelo de tejidos blandos:** Se han desarrollado dos aproximaciones complementarias:
 - **Modelo geométrico:** El modelo geométrico de reconstrucción 3D corporal de partida desarrollado por el IBV, estaba compuesto por dos términos, un término que controla la forma corporal y permite generar formas corporales 3D en postura en A, y un término que combina forma y postura que utiliza un esqueleto interno para arrastrar la malla corporal 3D cuando se modifica el ángulo de los segmentos corporales del esqueleto. A estos términos se ha añadido un tercero, que se ha desarrollado en el proyecto, que consiste en un modelo que gobierna la deformación del tejido blanco con el cambio de postura considerando la forma corporal. La deformación del tejido blando no es la misma en cuerpos esbeltos, que en cuerpos con mayor índice de masa corporal. Este modelo deformable permite simular con realismo la deformación de los tejidos blandos del cuerpo al cambiar la postura o al aplicarle movimiento. Se trata de un modelo basado en datos con los que se ajustan los parámetros de entrenamiento de los algoritmos matemáticos.
 - **Modelo físico:** El modelo físico, permite caracterizar la rigidez de los tejidos blandos mediante curvas fuerza-desplazamiento. Esta rigidez, son condiciones de contorno que se imponen a los nodos de la malla 3D y que permite tener un modelo deformable que el avatar corporal pueda tener una interacción mecánica con objetos o productos que puedan producir un cambio en la forma corporal

como pueden ser sentarse en una silla o ponerse una prenda de ropa. Para realizar esta caracterización, se ha puesto a punto un ensayo específico con una sonda de ecógrafo equipada con una célula de carga y sensor de desplazamiento, que permite medir *in vivo*, la rigidez a compresión del cuerpo. Como resultado se ha obtenido un mapa de curvas de rigidez en las zonas del torso, glúteo y muslos. Este tipo de modelos masa-muelle, son los más utilizados para caracterizar objetos en entornos virtuales.

EMPRESAS Y ENTIDADES PARTICIPANTES

Las empresas que han participado en esta iniciativa junto al Instituto de Biomecánica (IBV) han sido:

- MSL Elebe 1992
- Shapeme3D
- Institut Valencià de Recuperació Esportiva (IVRE)
- Ford España

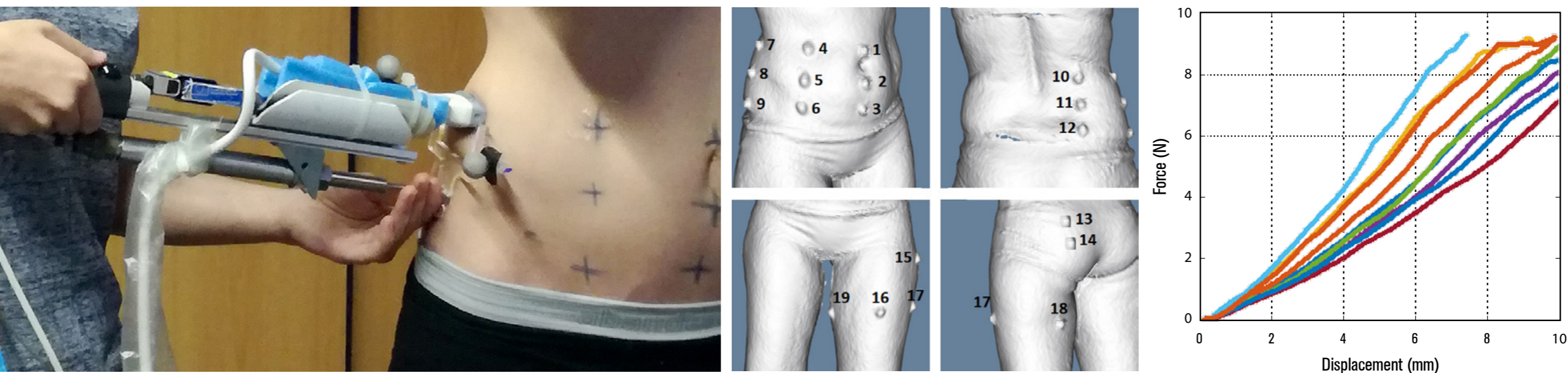


Figura 3. Diseño del ensayo *in vivo* de caracterización mecánica de tejidos blandos.

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2018/58