

3D-body-HUB: Herramientas digitales para integrar los datos antropométricos en el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios

Clara Solves Camallonga,
Alfredo Ballester Fernández,
Sara Gil Mora,
Sandra Alemany Mut,
Juan Carlos González García

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

INTRODUCCIÓN

El empleo de la información métrica del cuerpo humano se ha convertido en una valiosa fuente de innovación para aquellas empresas cuyos productos demandan ajuste, confort y elevada componente ergonómica. Pese a que existen numerosas fuentes de información antropométrica, sólo algunas de ellas están disponibles, si bien se hallan en formato de datos agregados o datos 1D publicados en libros, bibliografía o artículos científicos. Esta información es poco accesible e insuficiente para ser empleada por los diseñadores o ergónomos en el desarrollo de productos.

Para contrarrestar esta carencia, cada vez son más numerosas las bases de datos antropométricos 3D provenientes de diversas campañas nacionales organizadas en distintos países, puesto que el potencial intrínseco de la información de forma

contenida en los escaneos tridimensionales originales de estas bases de datos es equivalente a miles de millones de medidas 1D. Sin embargo, pese a que la inversión económica requerida para desarrollar grandes estudios antropométricos 3D es muy elevada, el aprovechamiento de esta información está muy limitado puesto que precisa disponer de complejas herramientas específicas para el procesado de formas. Estas herramientas deben permitir:

- La **reparación de errores asociados a la adquisición de la forma corporal**. Los sistemas de escaneo 3D empleados en las distintas campañas de medida realizadas proporcionan archivos en formatos estándar (iges, dxf, stl, txt) para describir tanto las coordenadas 3D de la superficie corporal como marcadores clave. Sin embargo, los archivos en bruto contienen numerosos artefactos, específicos de cada tecnología de adquisición (Figura 1). Si bien cada pro-



Figura 1. Errores habituales encontrados en las mallas resultado del proceso de adquisición corporal 3D.

veedor de tecnología posee sus propios algoritmos de procesamiento de superficies y localización automática de puntos clave del cuerpo, la primera fuente de incompatibilidad entre datos surge de estos programas, ya que devuelven posiciones diferentes de puntos clave para la misma referencia anatómica.

- La **armonización de datos provenientes de distintas fuentes**. Para poder trabajar con distintas bases de datos, debe asegurarse su compatibilidad, puesto que sólo datos equivalentes pueden ser comparados. Pese a la existencia de normativa de definición de medidas y posturas, el protocolo de adquisición puede suponer que los escaneados obtenidos en distintas campañas no sean comparables (Figura 2). Por otra

parte, para poder agregar los datos para su análisis conjunto se precisa convertir la malla original de cada escaneado en una estructura 3D común, basada en la correspondencia entre puntos anatómicos homólogos. Si bien el IBV ha desarrollado herramientas de generación de modelos homólogos para algunos tipos de escaneados, la sistematización de este proceso supone un reto importante puesto que para ello se precisa:

- minimizar la pérdida de información de forma en áreas corporales clave, a la vez que se eliminan los detalles y los rasgos personales,
- automatizar los procesos clave, con el fin de reducir las intervenciones manuales y aumentar la eficiencia.

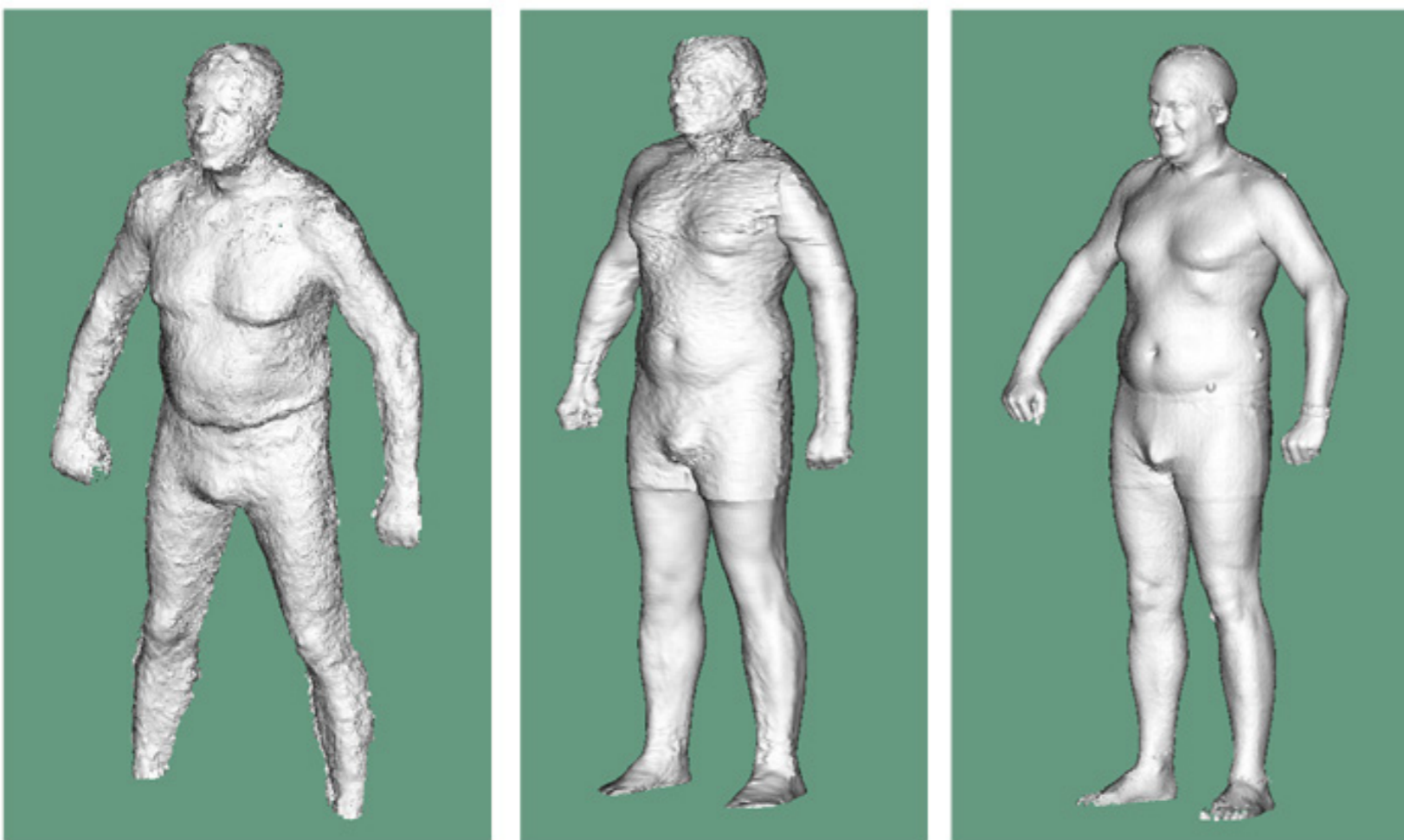


Figura 2. Escaneados provenientes de distintas fuentes: cambios en la postura y en la calidad de la malla.

- El **análisis de formas 3D** para la extracción de información compleja y útil. No sólo las métricas simples tales como las longitudes o contornos aportan valor, con las herramientas adecuadas es posible extraer de los datos antropométricos 3D información más compleja como curvaturas, proporciones, formas superficiales, áreas o volúmenes, de alto valor para los procesos de desarrollo de producto de las empresas. Existen técnicas, como el análisis de componentes principales (PCA), que resumen y sintetizan la información de la forma corporal de grandes muestras de datos 3D representativos de una población determinada. Sin embargo, son varias las limitaciones que se presentan asociadas: determinar el conjunto de componentes clave, reinterpretar la forma corporal a partir de los resultados proporcionados por el PCA y facilitar la ejecución en línea de este tipo de análisis con grandes muestras de población.
- La **compatibilidad entre las mallas resultado de los procesos de adquisición 3D de la forma corporal y los programas CAD paramétricos** basados en poli-superficies y para-sólidos, empleados en los procesos de desarrollo de producto de la industria. La principal limitación actual es que los sistemas CAD paramétricos no pueden trabajar con mallas, por lo que se precisa convertir la malla en superficie paramétrica. Este proceso actualmente se realiza de forma interactiva, por lo que se precisa intervención humana. Por tanto, es necesario optimizar este proceso, y automatizarlo en la medida de lo posible. Además, las empresas precisan disponer de modelos digitales humanos en posturas dife-

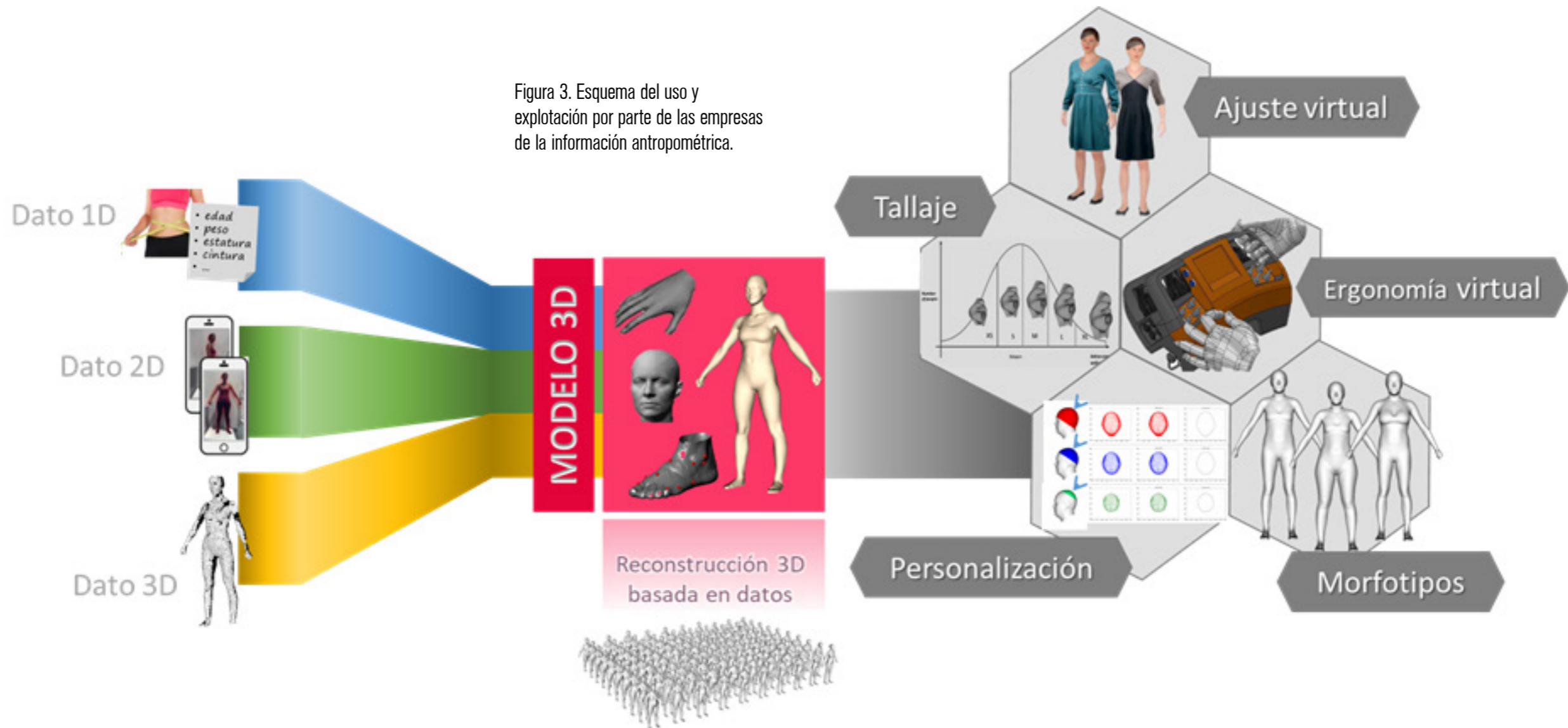
rentes a las posturas de escaneo estándar empleadas habitualmente.

Si bien es cierto que los últimos años la investigación en la armonización y análisis de formas 3D ha avanzado notablemente, **no se ha llegado a desarrollar herramientas estandarizadas que permitan la explotación directa de esta información por parte de la industria.** Por tanto, todo el potencial inherente a las extensas bases de datos nacionales disponibles actualmente apenas está siendo aprovechado por las empresas.

PROYECTO 3D-BODY-HUB

Las actividades desarrolladas por el IBV en el marco del proyecto 3D-body-HUB han conducido a la elaboración de una metodología para el procesado y análisis de información antropométrica bruta proveniente tanto de macro estudios como de adquisiciones antropométricas individuales para llegar a resultados de interés para la transferencia a empresas (Figura 3). Este planteamiento persigue generar resultados que permitan una integración eficiente de la información antropométrica en los procesos de desarrollo de producto de las empresas.

Con estas premisas, el principal objetivo del proyecto 3D-body-HUB es desarrollar una infraestructura digital que integre diferentes paquetes de herramientas de procesado y análisis de la información antropométrica existente, la incorporación de nuevos datos procedentes de estudios en curso y el intercambio seguro



de información entre organizaciones, empresas y usuarios. Para ello, el proyecto pretende:

- **Recopilar diferentes bases de datos antropométricos** para disponer de información relevante de distintos mercados de interés para las empresas. Con las herramientas apropiadas, estos datos pueden ser interrogados en cualquier momento para extraer información antropométrica diversa,

por lo que el potencial de uso es enorme. La actual búsqueda y adquisición incluye diferentes tipos de capturas corporales (cuerpo completo, cabeza, mano, pie, etc.) y diferentes grupos poblacionales (hombres, mujeres y niños). Durante el proyecto se han identificado bases de datos de antropometría corporal de interés revisando la disponibilidad de las mismas para su integración en la metodología del proyecto 3D-Body-HUB.

- **Procesado y armonización de los datos.** Durante el proyecto se está trabajando en la estandarización y automatización del procesado de la información bruta proveniente de distintos proveedores de tecnología de adquisición de formas 3D, a fin de generar herramientas optimizadas para trabajar de modo altamente autónomo y con bajos tiempos de computación. Además, se trabaja en la gestión y almacenamiento de la información tanto bruta como procesada para asegurar su trazabilidad y cumplir con la normativa de protección de datos aplicable.
- **Análisis de formas 3D.** En el marco del 3D-body-HUB se están desarrollando herramientas para automatizar la obtención de modelos digitales estadísticos de una población determinada, a partir de la definición de una serie de parámetros relativos al ámbito geográfico y perfil demográfico. También es posible determinar parámetros antropométricos tales como la estatura, el peso, el contorno de muslo o la longitud de pierna. La mayoría están definidos en varias familias de normas internacionales orientadas al diseño ergonómico (ISO 7250), la confección de indumentaria (ISO 8995), la generación de maniqués informatizados (ISO 15536) o la digitalización de formas humanas (ISO 20685). También se trabaja en la extracción de particiones corporales a partir de la malla 3D del cuerpo, a fin de disponer de zonas corporales específicas en función del producto a desarrollar, lo que reduce la cantidad de datos a manejar y optimiza tanto la computación como la gestión de la información.
- **Articulación y posicionamiento de avatares compatibles con programas CAD.** Con las herramientas que están siendo desarrolladas en el marco del 3D-body-HUB es posible transformar el modelo digital humano previamente generado en una malla articulada dotada de esqueleto. De esta forma, es posible modificar la postura del avatar para dotarlo de una postura objetivo, permitiendo además convertir la malla 3D del modelo en la postura objetivo en una superficie paramétrica que podrá importarse y utilizarse en cualquier *software* de modelado 3D paramétrico.

RESULTADOS

Se ha estado trabajando en el desarrollarlo de una plataforma digital que integrará herramientas de análisis de formas 3D y herramientas de explotación aplicables en el proceso de desarrollo de producto. El proyecto, que se inició en 2018, tiene una duración de 2 años. Al finalizar el proyecto, se habrá generando un ecosistema del que podrán beneficiarse, a partir del tercer año, tanto las empresas dedicadas al desarrollo de productos, como las empresas proveedoras o usuarias de tecnología de adquisición de la antropometría corporal.

En la primera anualidad del proyecto se ha avanzado en el desarrollo de las herramientas con vistas a su integración y aplicación autónoma sin precisar de expertos que ejecuten los programas o revisen los resultados o los exporten a formatos compatibles.

Los principales resultados obtenidos durante la primera anualidad del proyecto son:

- **Proceso de innovación en productos basado en la explotación de datos antropométricos 3D.** Durante el desarrollo de los demostradores del proyecto, se han sistematizado las actividades y se han definido procedimientos para la integración y el uso de la información antropométrica

digital en las diferentes etapas del desarrollo de producto. Como resultado, se han generado metodologías de asesoramiento que son transferibles a las empresas.

- **Colección de bases de datos antropométricas 3D procesadas y armonizadas.** Actualmente, el IBV cuenta con una amplia colección de bases de datos antropométricos de ámbito mundial (Figura 4). Además, se encuentra en

Figura 4. Colección de bases de datos antropométricos de que dispone el IBV.

	País	Parte del cuerpo	Sexo	Rango de edad	Año	Tamaño de muestra
BBDD IBV	España	Cuerpo completo	Mujeres	13-70	2007-2008	10.010
	España	Cuerpo completo	Mujeres	13-70	2007-2008	2.326
	España	Cuerpo completo	Hombres	13-95	2019-2014	1.679
	España	Cuerpo completo	M & H	3-12	2014-2015	851
	España	Pie	M & H	1-14	2003, 2016-2017	1.339
	España	Pie	M & H	18-63	2004-2006-2007	1.728
	España	Mano	M & H	4-15	2016-2017	1.118
	España	Mano	M & H	13-70	2007-2008	2.165
	España	Mano	M & H	18-59	2007	510
	España	Cabeza y cara	M & H	18-70	2010-2018	196
	España	Oído	M & H	18-65	2011	106
BBDD Mundiales	Norte América	Cuerpo completo	M & H	18-65	2000-2001	2,375
	Holanda	Cuerpo completo	M & H	18-65	2000-2001	1,255
	Italia	Cuerpo completo	M & H	18-65	2000-2001	796
	Finlandia	Cuerpo completo	M & H	18-65	2010	4,000
	Corea	Cuerpo completo	M & H	18-65	2006-2007	6,000
	Japón	Cuerpo completo	M & H	18-65	2010	2,400

negociación con distintos propietarios para aumentar esta colección de datos con nuevos países. En el repositorio de datos del proyecto gestionará tanto la información original como los datos procesados en función de las demandas de las empresas.

- **Cinta métrica digital.** El *software* desarrollado por el IBV para la toma de medidas digital incluye tanto funciones de búsqueda de puntos característicos como de medidas geométricas, cuyas definiciones proceden de normativas internacionales para el diseño ergonómico (ISO 7250) y la confección de indumentaria (ISO 8559). Los retos que se plantean en esta línea de trabajo suponen la sistematización del proceso y su integración con el resto de herramientas de procesado y análisis, así como la posibilidad de implementar nuevas medidas en función de las necesidades de diseño de cada producto.

Primera generación de maniquís articulados basados en antropometría 3D compatibles con programas CAD. Se ha definido un proceso de generación de modelos digitales humanos que permite obtener avatares representativos tanto del individuo como de la población objetivo, dotarlos de esqueleto y articularlos en la postura deseada. A partir de este resultado, es posible exportar el modelo a un entorno CAD compatible con los programas de diseño comúnmente empleados por las empresas en sus procesos de desarrollo de productos. De este modo, las empresas disponen de referencias directas de las formas corporales reales. Este resultado tiene mucha relevancia porque

traslada el mundo del escaneado 3D corporal al diseño mediante un proceso sistemático. Este un avance muy significativo en relación al estado del arte actual.

EMPRESAS PARTICIPANTES

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto 3D_BodyHub (Desarrollo de herramientas digitales para la gestión y uso de las bases de datos antropométricas de la población para la innovación en el diseño de nuevos productos, procesos y servicios.), en el cual cooperan las empresas EMO, IST, ALO GROUP, BESPOKE y EUNNOVA 2003. ■

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2018/49