

Tecnologías predictivas al servicio del confort: modelos de aprendizaje automático y visión artificial mejoran el diseño y la evaluación de productos

Consuelo Latorre Sánchez,
Elisa Signes i Pérez,
José Laparra Hernández,
Andrés Soler Valero,
Yoel García Marín,
Sonia Gimeno Peña,
Isabel Roger López

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

INTRODUCCIÓN

El confort es un atributo muy importante, especialmente en productos con alta interacción con los usuarios, como la gestión térmica en futuros vehículos eléctricos o la definición de criterios de diseño y evaluación de productos (indumentaria, calzado, mobiliario, etc.). La fuerte relación entre la percepción de comodidad y las expectativas del usuario parece sugerir que el desarrollo de productos de confort siempre debe tener la valoración subjetiva de los usuarios.

El IBV ha realizado en 2018 el proyecto **COPeT (Caracterización y desarrollo de modelos de Confort Postural y Térmico para la obtención de estrategias de diseño y evaluación de productos)**. Basándose en tecnologías como la inteligencia artificial (IA) que integra los algoritmos de autoaprendizaje (*“Machine Learning”*) y la visión artificial y plataformas que soportan el manejo y tratamiento de un importante volumen de datos, se han desarrollado modelos que integran el registro de variables objetivas y la percepción del usuario, con el fin de lograr predicciones de confort que permitan su evaluación de forma más económica y eficaz.

Los datos han sido generados en una batería de ensayos, tras un pequeño piloto de puesta a punto de la metodología y el protocolo. La experimentación con usuarios consistió en la recopilación de datos subjetivos tomados a través de una app embarcada en una Tablet, y el registro de medidas objetivas de

temperatura, humedad e imágenes térmicas sobre el usuario y sobre un asiento de automóvil en diferentes escenarios de temperatura extrema, controlados en la cámara climática con 2 configuraciones de vestuario idéntico para todos los participantes (frío: -5º C con HVAC (*Heating ventilation and air conditioning systems*) y asiento con calefacción; calor: 40º C y HVAC). En los 144 ensayos ejecutados, se generaron los mapas térmicos tridimensionales antes y después de la prueba.

Se seleccionó un conjunto de 48 participantes con diferentes características físicas como edad (20 - 60 años), género, gran variabilidad de índice de masa corporal (IMC) y percepción subjetiva de la temperatura diferente; cada usuario participó en 3 de las 6 sesiones diseñadas y ordenadas de forma aleatoria. (Figura 1).

Adicionalmente, gracias a la versatilidad y potencia que permiten desarrollar las librerías de código abierto *“Open Pose”* de visión artificial, se generaron modelos 2D para estimar sin necesidad de marcadores diferentes posturas en estático sobre imágenes y en dinámico sobre vídeo. De esta forma, se da un paso importante en la obtención de métricas y valoración del confort postural, al poder realizarse de forma no invasiva, múltiple y en tiempo real.

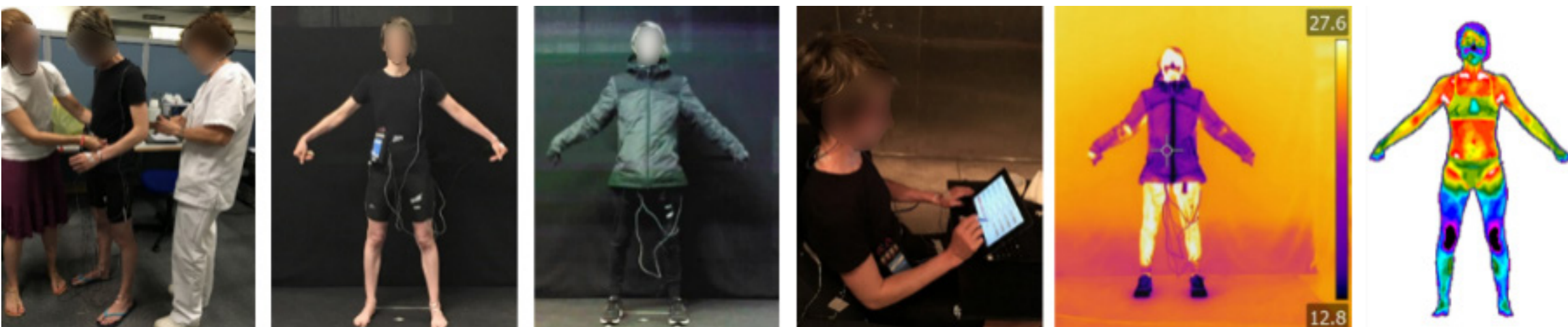


Figura 1. Secuencia de imágenes tomadas durante las pruebas con usuarios.

RESULTADOS

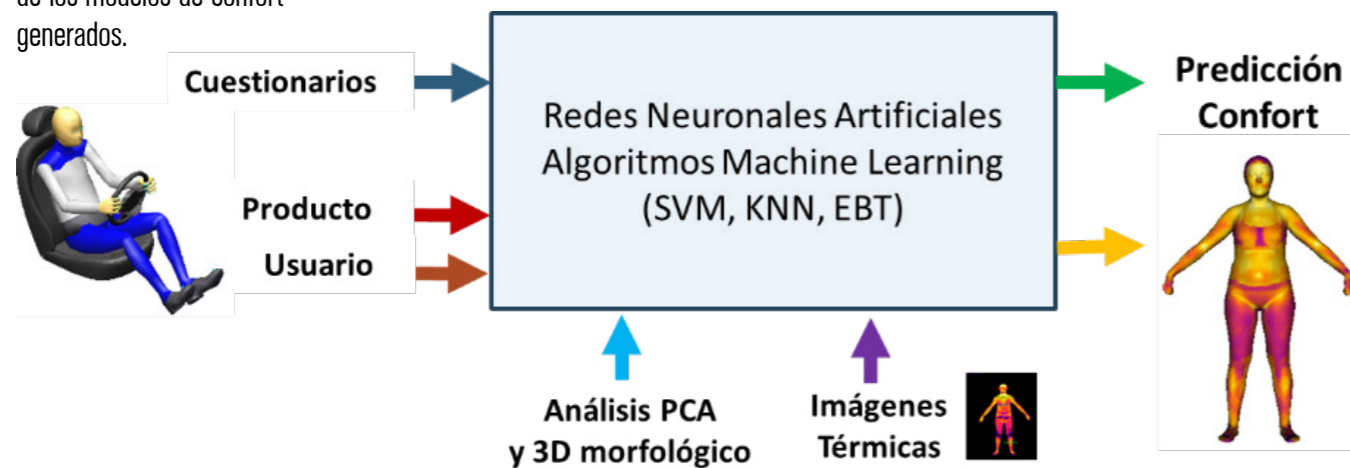
Se obtuvo una colección de datos en torno a 4600 series temporales de datos objetivos y subjetivos y más de 3000 termografías durante la experimentación. Estos conjuntos de datos alimentaron el modelo relacional y la reconstrucción térmica 3D,

respectivamente; teniendo en cuenta las diferencias morfológicas y las características térmicas de cada sujeto.

Los modelos de confort propuestos intentan unificar estas dos bases técnicas bien diferenciadas; los modelos relacionales con un importante componente matemático y estadístico y los modelos 3D basados en la reconstrucción y el procesamiento de imágenes. El objetivo final ha sido fusionar la reconstrucción 3D y la visión térmica, dos técnicas en las cuales el IBV ha demostrado una amplia experiencia en el desarrollo de algoritmos avanzados para poder generar avatares térmicos que ayuden a caracterizar y desarrollar nuevas soluciones de confort (Figura 2).

El IBV ha encontrado que para unos mismos arquetipos (peso, altura y volumen similar, edad y género), existen respuestas térmicas distintas, diferentes “termotipos”, siendo capaz de predecir si los usuarios son “frioleros” o “calurosos” con un acierto del 81%, lo que, dada la fuerte relación existente entre

Figura 2. Diagrama general de los modelos de confort generados.



la percepción del confort y las expectativas del usuario, puede ayudar al desarrollo de productos que generen confort. Además, la investigación ha desvelado, las diferencias cuantificables en la respuesta térmica del cuerpo en función de la edad y el género y cómo, por ejemplo, las personas frioleras son más sensibles a los cambios de temperatura.

El proyecto ha posibilitado la integración de diferentes tecnologías punteras como el aprendizaje automático, la reconstrucción 3D respaldada por potentes bases de datos antropométricas, tratamiento de imágenes, algoritmos de visión artificial y un importante análisis matemático y estadístico, poniendo especial

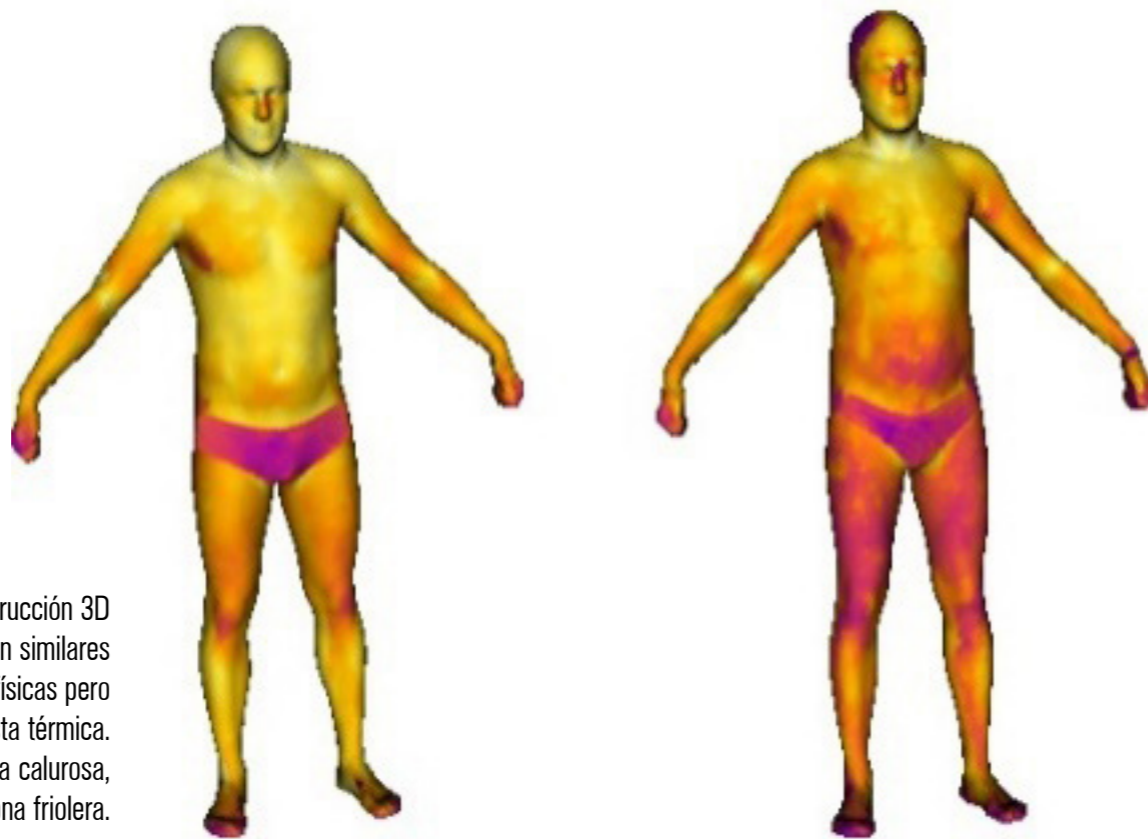


Figura 3. Reconstrucción 3D de dos sujetos con similares características físicas pero diferente respuesta térmica. Izquierda: persona calurosa, derecha: persona friolera.

énfasis en la importancia de los datos obtenidos de los usuarios y su posterior tratamiento.

La aplicación de nuevas tecnologías en el confort proporcionará nuevas estrategias para el diseño y mejor evaluación por parte de las empresas de sus productos. El resultado es un modelo digital humano que relaciona la percepción subjetiva del confort con las características del usuario y las mediciones objetivas. Este modelo permitirá, en el futuro, diseñar sistemas térmicos inteligentes autoajustables, personalizados, que puedan tomar decisiones en función de las características del usuario y lograr predicciones de confort térmico.

EMPRESAS PARTICIPANTES

Las empresas que han participado en esta iniciativa han sido: FAURECIA INTERIOR SYSTEMS SALC ESPAÑA, S.L. y ANALCO AUXILIAR DEL CALZADO, S.A.U. ■

Financiado por:



Nº expediente: IMDEEA/2018/77