

ANÁLISIS ERGONÓMICO PARA EL DISEÑO Y DESARROLLO DE UN CONTROLADOR DE ORDENADOR

Javier Casas Barrado^{1,*}, Antonio Córdoba Roldán^{2,*}, Ana de las Heras García de Vinuesa²

¹ *Estudiante egresado, Universidad de Sevilla, Sevilla.*

² *Departamento de Ingeniería del Diseño, Universidad de Sevilla, Sevilla.*

E-mail de correspondencia: javier.casas.95@gmail.com, acordoba1@us.es

Resumen

En el presente trabajo se establece una propuesta de evaluación del uso y rediseño de producto en el ámbito de la ergonomía y biomecánica con el objetivo de mejorar la interacción del usuario con el producto, tratando de disminuir los posibles trastornos músculo esqueléticos (TME) derivados del diseño y uso del mismo.

Se establece una propuesta de evaluación del uso del producto para analizar y extraer las propiedades formales y funcionales que tienen incidencia sobre posibles trastornos y fatigas. El objeto de análisis y rediseño será un dispositivo de control o ratón de ordenador.

Para la propuesta de evaluación se han analizado diferentes soluciones de producto mediante técnicas termográficas y electrogoniométricas llevadas a cabo en el Laboratorio de Ergonomía Industrial de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Sevilla. Con los datos obtenidos de la evaluación se ha planteado un *briefing* de rediseño de producto apoyado por el uso de cuestionarios de conformidad mediante evaluación Kano.

1. Introducción

El principal objetivo del presente proyecto es el estudio, diseño y desarrollo innovador en controladores de ordenador para un uso exclusivamente profesional. Dichos controladores se corresponden con el ratón del ordenador. El uso del ratón surgió de la necesidad de establecer un vínculo intermediario entre el usuario y la computadora tratando de minimizar la complejidad de aplicación de dicho vínculo.

El presente proyecto surge de la necesidad de diseñar y desarrollar un controlador para usuarios que desarrollen actividades profesionales de larga duración frente al ordenador, siendo necesario que se disminuyan los posibles trastornos, cargas y

fatigas que puedan producirse por la interacción directa del usuario con el producto durante largos periodos de tiempo (UGT, 2016).

1.1 Objetivos

En base al Estado del Arte y Estudio de Mercado realizado sobre el diseño de controladores se ha detectado la posibilidad de mejorar el diseño del producto mediante análisis ergonómico al segmento objetivo. Se plantea como objetivo general el diseño y desarrollo de un producto innovador, incluyendo los siguientes objetivos particulares: análisis de usuario, análisis de riesgos y trastornos musculoesqueléticos (TME), análisis de actividades y tareas, así como evaluar las mejores técnicas disponibles para realizar evaluaciones ergonómicas (Veiga y Ramos, 2014).

2. Metodología de evaluación ergonómica

Para el correcto desarrollo del proyecto, se comenzará estudiando el mercado de soluciones disponibles, los antecedentes de dichos controladores, así como los principales datos históricos de productos que hayan sido catalogados como estrella en el mercado en base a la metodología propuesta por la *Boston Consulting Group* (matriz BCG) y al *benchmarking* realizado. Dado que dicho controlador corresponde con el ratón del ordenador, será necesario realizar un análisis de tareas con el fin de estudiar los procedimientos cognitivos que desarrolla el usuario mediante el uso del producto. Para dicho propósito se utilizará el análisis jerárquico de tareas, así como diagramas UML de secuencias y actividades.

Por otro lado, se realizará un estudio de posibles trastornos músculo esquelético (TME) que puedan presentarse durante el ciclo de uso del producto. Dicho estudio se realizará con el objetivo de evitar el riesgo de padecer dichas enfermedades, obteniendo del mismo especificaciones de diseño para en el desarrollo del producto.

Una vez analizados todos estos puntos, se procederá a realizar un estudio y análisis de las técnicas de evaluación ergonómica que se llevan a cabo para este tipo de productos (Odell y Johnson, 2015). En el presente proyecto se ha optado por realizar evaluaciones termográficas y electrogoniométricas durante el uso del producto, así como diferentes test, incluyendo un test de conformidad para analizar aspectos subjetivos del uso del producto, una encuesta por método Kano para establecer requerimientos funcionales y un Focus Group para analizar el diseño formal del producto.

Posteriormente, se planteará el desarrollo mediante modelo virtual de varias alternativas de diseño en base a los requerimientos formales y funcionales

establecidos durante los análisis previos, con el objetivo de desarrollar dichos modelos mediante técnicas de prototipado sólido rápido para finalmente realizar una evaluación ergonómica real en una muestra de la población, la cuál será objeto de estudio.

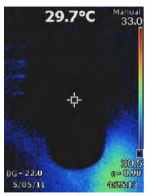
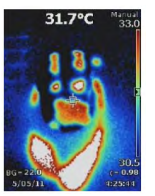
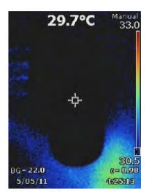
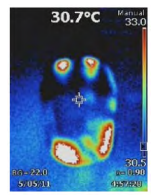
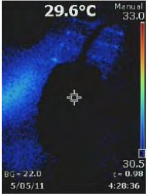
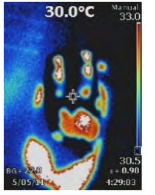
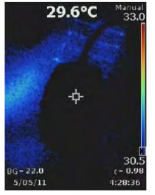
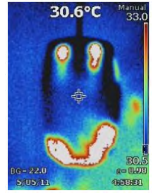
3. Resultados

Analizado el mercado, el usuario y los TME asociados al uso del ratón de ordenador se plantea una propuesta de análisis ergonómico que incluye:

- Análisis termográfico: analizar superficies de contacto y presión con el usuario. Se analizaron en detalle las evaluaciones de usuarios de percentil alto y bajo (Tabla 1).
- Análisis eletrogoniométrico: analizar el ángulo de flexión dorsal en el uso del controlador (Tabla 2).
- Test de conformidad: encuesta de opinión
- Aplicación de técnicas de encuesta por Focus Group y Análisis Kano

En la Tabla 1 se puede apreciar un extracto del estudio termográfico para un encuestado de percentil alto (Tabla 1, Sujeto X) y un encuestado de percentil bajo (Tabla 1, Sujeto Y). Con las imágenes térmicas se obtienen conclusiones acerca del diseño formal del controlador y su incidencia en la superficie de apoyo y la comodidad de uso (mediante test de conformidad).

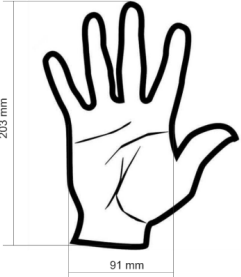

Tabla 8. Extracto de datos obtenidos en el análisis termográfico durante el uso.

Producto	Sujeto X		Sujeto Y	
	E. Inicial	E. Final	E. Inicial	E. Final
C				
D				

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 2 se puede apreciar un extracto del estudio mediante electrogoniometría dividido en tres fases. La primera fase se analiza la antropometría de la mano del encuestado (Longitud y anchura de mano), en la segunda fase se recopilan datos de uso del usuario sobre la dimensión flexión palmar tanto para una postura neutra y una postura forzada. Por último, se tabulan los ángulos medios para los diferentes modelos de controlador.

Tabla 2. Extracto de datos del análisis electrogoniométrico durante el uso.

Fase 1. Percentil de usuario	Fase 2. Medición de ángulo flexión dorsal	Fase 3. Obtención de resultados																														
		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3" data-bbox="799 542 1106 566">SUJETO 1</th> </tr> <tr> <th data-bbox="799 571 834 613"></th> <th data-bbox="860 571 963 613">POSICION NEUTRAL</th> <th data-bbox="1002 571 1106 613">POSICION FORZADA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="799 615 834 638">A</td> <td data-bbox="860 615 963 638">-40°</td> <td data-bbox="1002 615 1106 638">-49°</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 640 834 664">B</td> <td data-bbox="860 640 963 664">-28°</td> <td data-bbox="1002 640 1106 664">-43°</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 666 834 689">C</td> <td data-bbox="860 666 963 689">-35°</td> <td data-bbox="1002 666 1106 689">-45°</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 691 834 715">D</td> <td data-bbox="860 691 963 715">-34°</td> <td data-bbox="1002 691 1106 715">-41°</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 717 834 740">E</td> <td data-bbox="860 717 963 740">-35°</td> <td data-bbox="1002 717 1106 740">-42°</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 742 834 766">F</td> <td data-bbox="860 742 963 766">-32°</td> <td data-bbox="1002 742 1106 766">-44°</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 768 834 791">G</td> <td data-bbox="860 768 963 791">-34°</td> <td data-bbox="1002 768 1106 791">-41°</td> </tr> <tr> <td data-bbox="799 793 834 817">H</td> <td data-bbox="860 793 963 817">-38°</td> <td data-bbox="1002 793 1106 817">-46°</td> </tr> </tbody> </table>	SUJETO 1				POSICION NEUTRAL	POSICION FORZADA	A	-40°	-49°	B	-28°	-43°	C	-35°	-45°	D	-34°	-41°	E	-35°	-42°	F	-32°	-44°	G	-34°	-41°	H	-38°	-46°
SUJETO 1																																
	POSICION NEUTRAL	POSICION FORZADA																														
A	-40°	-49°																														
B	-28°	-43°																														
C	-35°	-45°																														
D	-34°	-41°																														
E	-35°	-42°																														
F	-32°	-44°																														
G	-34°	-41°																														
H	-38°	-46°																														

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

En base a los estudios realizados se obtiene un briefing de diseño para el ángulo de inclinación, superficies de apoyo, grado de curvatura superior del controlador etc., con el que se propone un diseño innovador de controlador ajustable al usuario. Las alternativas de diseño propuestas son prototipadas mediante fabricación aditiva con el objetivo de realizar una evaluación ergonómica de las propuestas de diseño con el objetivo de obtener el diseño óptimo.

Referencias bibliográficas

Odell, D., y Johnson, P. (2015). Evaluation of flat, angled, and vertical computer mice and their effects on wrist posture, pointing performance, and preference. *Work*, 52, 245-2253. <https://content.iospress.com/articles/work/wor2167>

UGT (Unió General de Treballadors de Catalunya). (2016). Estudio de adaptabilidad de los ratones de ordenador y recomendaciones para su elección y uso. Fundación para la prevención de riesgos laborales. Depósito Legal B 26286-2016.

Veiga, P. R., y Ramos, E. (2014). Biomechanics and performance when using a standard and a vertical computer mouse. *Ergonomics*, 56(8), 1336-1344. https://www.researchgate.net/publication/239946498_Biomechanics_and_performance_when_using_a_standard_and_a_vertical_computer_mouse