

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS CONJUNTO Y LA REPRESENTACIÓN VIRTUAL DE PRODUCTOS AL DISEÑO DE UN TECLADO DE ORDENADOR ADAPTADO PARA PERSONAS CON PROBLEMAS DE VISIÓN.

Alcaide-Marzal, J.^(p)

Diego-Más, J.A.

Asensio-Cuesta, S.

González-Cruz, M.C.

Departamento de Proyectos de Ingeniería – Universidad Politécnica de Valencia

Abstract

Conjoint Analysis has been widely utilised to know which features in a new product design are preferred by the target market. This work has been developed in the Engineering Design Master at the UPV and uses Conjoint Analysis to optimize the design of a new PC keyboard aimed to visually impaired people, following the Design for All principles.

Once the features under study were settled, different keyboard alternatives were simulated in order to be analysed by users. The number of attributes was intentionally low to make the experiment easier. The results allowed to implement the most desired features in the keyboard design.

Keywords: Conjoint Analysis, Customer Preference Analysis, Virtual Product Modelling, Design for All

Resumen

El Análisis Conjunto ha sido empleado durante muchos años como herramienta para determinar las características de un producto preferidas por el usuario objetivo. En este trabajo, desarrollado dentro de una asignatura del Máster en Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia, se ha utilizado como medio para establecer cómo debía diseñarse un teclado de ordenador destinado a personas con problemas de visión reducida, dentro de los principios del Diseño para Todos

Para ello se simularon las diferentes características sobre las que se pretendía actuar, de forma que el usuario pudiera experimentar con cada una de ellas. El número de atributos del estudio se mantuvo intencionadamente bajo para facilitar el desarrollo de la encuesta. Los resultados permitieron diseñar un dispositivo que incorporase las características obtenidas al diseño del teclado, del que se fabricó un prototipo volumétrico.

Palabras clave: Análisis Conjunto, Análisis de Preferencias del Usuario, Representación Virtual de Productos, Diseño para Todos

1. Introducción

En las etapas iniciales del proceso de diseño, la información obtenida directamente del consumidor es esencial para determinar los requerimientos del proyecto. Conocer con detalle las preferencias y las expectativas del consumidor permite diseñar el producto con arreglo a las mismas, disminuyendo de esta forma el espacio entre lo que el usuario espera y lo que el producto le ofrece. Esto es todavía más patente cuando se diseña para una población específica. Para obtener esta información existen numerosas técnicas (Bech-Larsen y Nielsen, 1999; Bruseberg y McDonagh-Philp, 2001; Muñoz y Everitt, 2004; Van Kleef et al, 2005), cuyo uso depende de las características del producto que se desee estudiar, el tipo de respuesta del usuario y el grado de detalle del análisis.

Muchas de las técnicas de análisis del usuario utilizadas en el desarrollo de nuevos productos provienen del campo de las ciencias sociales, la psicometría o la econometría. Es el caso del Análisis Conjunto (en adelante, AC), propuesto por Luce y Tukey (1964) y posteriormente aplicado al campo del marketing por Green y Rao (1971) y Johnson (1974). El AC se viene utilizando como técnica de investigación de mercado y de desarrollo de producto durante más de tres décadas. El AC emplea originalmente regresiones lineales para inferir la utilidad de las características de un producto, es decir, el valor individual e independiente que el usuario otorga a cada característica, y cuya suma produce el valor global percibido del producto. Versiones posteriores de la técnica fueron introduciendo nuevos procedimientos (regresiones logísticas, jerarquías de Bayes, Clases Latentes...) que permitían tratar otro tipo de datos o refinar los cálculos existentes.

En el campo del diseño de productos, el AC permite entre otras cosas identificar qué configuraciones de productos son las más atractivas para el mercado. Para ello, descompone los productos en características (atributos) y asigna diferentes valores (niveles) a las mismas. El objetivo es por tanto determinar qué combinación de niveles es la más atractiva para el mercado. Existen numerosos trabajos que hacen uso de esta aplicación para el diseño de productos (ver por ejemplo Kohli y Krishnamurti, 1989; Wittink et al, 1994; Moore et al, 1999; Pullman et al, 2002; Moskowitz y Silcher, 2006; Alriksson y Oberg, 2008; Cheung y Chung, 2008). Dado que se emplea con frecuencia en estudios sociales o de servicios, es posible encontrar trabajos aplicados a la identificación de preferencias de personas mayores (ver por ejemplo Brown et al, 2009).

El Diseño para Todos (o Diseño Universal), por otra parte, es una disciplina que persigue el diseño de productos que sean utilizables por el mayor número posible de personas. Se trata de un planteamiento que defiende el considerar las diferentes capacidades de los usuarios desde el principio, para evitar posteriores rediseños o adaptaciones. Este enfoque queda recogido en un conjunto de siete principios de diseño (Centre for Universal Design, 1997) que posteriormente han sido asimilados en diferentes segmentos de producto. El ámbito de la interacción con los ordenadores es especialmente prolífico, dado que el diseño de interfaces se presta enormemente a las consideraciones del diseño universal (ver Stephanidis, 2001; Keates et al, 2002; Gill, 2004, entre otros).

En este trabajo se empleará el AC para determinar qué características de un teclado de ordenador fácil de usar por personas con deficiencias visuales son más valoradas por los potenciales usuarios. El diseño del cuestionario se realizará atendiendo a las recomendaciones y los requisitos derivador de los principios del Diseño para Todos.

2. Objetivos

El trabajo presentado se enmarca dentro de un proyecto que persigue desarrollar un teclado de ordenador de uso general según los principios del diseño para todos. Se trata de diseñar

un teclado que tenga en consideración el uso por parte de personas con diferentes grados de deficiencia visual causada bien por la edad o bien por otro tipo de problemas.

En este contexto, el experimento aquí presentado pretende identificar mediante el AC la importancia que los usuarios otorgan a determinadas características del teclado, con el fin de evaluar su posible inclusión en el nuevo diseño. El objetivo final es obtener una configuración de teclado que facilite todo lo posible el uso por parte del máximo número de usuarios.

Paralelamente a este estudio se llevaron a cabo otros análisis complementarios que permitieron definir completamente las características y funciones del nuevo teclado.

3. Metodología

El estudio se ha realizado como parte de la investigación para una tesina en el Master en Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia. La tesina tiene como meta desarrollar un teclado considerando los principios del Diseño Universal a partir de un estudio del estado de la oferta actual y de los requerimientos de los usuarios de mayor edad, principalmente con problemas de pérdida en la calidad de la visión.

Para determinar la importancia que los usuarios otorgan a las características del teclado se emplea el Análisis Conjunto, que deriva esta información a partir de las respuestas de preferencias de los encuestados sobre un cuestionario en el que se les presentan diferentes alternativas de producto. Estas alternativas quedan definidas por un conjunto de atributos que pueden tomar valores, denominados “niveles”.



Figura 1. Algunos de los teclados analizados.

En este caso, los atributos a incluir en el estudio fueron seleccionados de acuerdo con las consideraciones del equipo de diseño. Inicialmente se realizó un estudio de la oferta del mercado con objeto de identificar las características más relevantes de los teclados

actuales, incidiendo en el estudio en los aspectos relacionados con la usabilidad del producto.

Se evaluaron diversos teclados y se consideraron características tales como el tamaño de las teclas, el contraste del texto en las mismas, la distribución de las teclas, las funciones incorporadas, la morfología del teclado...

La aplicación de los principios del diseño universal al caso del teclado, identificando cada principio con características del mismo, definiría a grandes rasgos las propiedades del producto:

1. Igualdad de uso: El objetivo del estudio era averiguar qué aspectos del teclado podían mejorarse para hacerlo más usable, pero sin perjudicar sus funciones.
2. Flexibilidad: El teclado debería poder configurarse según un amplio rango de necesidades.
3. Simple e intuitivo: La interacción del usuario con el teclado debía simplificarse al máximo. Dado que se trata del diseño de una interfaz, es un principio prioritario.
4. Información fácil de percibir: Muy relacionado con el tercer principio. El teclado deberá transmitir la información de forma clara y perceptible.
5. Tolerante a errores: En el caso del teclado, la tolerancia a errores es prácticamente inherente al producto, pero un buen diseño minimizaría el número de errores.
6. Escaso esfuerzo físico: En este caso los objetivos del diseño deberían centrarse en minimizar el esfuerzo visual al usar el teclado.
7. Dimensiones apropiadas: Los distintos elementos del teclado deberán diseñarse para un uso fácil y cómodo de todos los usuarios.

Además de estas directrices generales, se tuvieron en cuenta las recomendaciones para el diseño de ordenadores de la Nordic Cooperation on Disability (Thóren, 1998), la guía Design Considerations Task Force of the Industry/Government Cooperative Initiative on Computer Accessibility (1988), y estudios científicos como Kahan y Griffin (1999) o Fennell (2006). Teniendo todo esto en cuenta, el cuestionario debía incidir en aspectos relacionados con la usabilidad del teclado. Se deseaba conocer el interés que algunas de las características que se barajaba incluir podía suscitar en el público objetivo. El estudio se limitó a estas características, tres en total. Esto redundó además en un cuestionario breve, suficientemente liviano para las personas mayores que debían responderlo.

En primer lugar se consideró el tamaño de las teclas. Se trata de una característica esencial en el manejo del teclado. Se determinaron tres tamaños: estándar, mediano y grande. El primero de ellos corresponde al tamaño de las teclas de un teclado convencional. El segundo mantiene el tamaño de las teclas, pero incrementa el del texto de la tecla. El tercer se refiere a teclas cuyo tamaño se incrementa en 2 mm. e incluyen texto mayor que en el segundo caso.



Figura 2. Niveles para el atributo Tamaño de las teclas.

En segundo lugar se evalúa la utilidad de disponer de teclas de función configurables. El objetivo es determinar la importancia de esa función en el teclado para valorar la justificación de su inclusión en el diseño final. Los niveles son dos: presencia o ausencia de estas teclas de función.



Figura 3. Niveles para el atributo Teclas de función.

Por último, con idea de facilitar la interacción del usuario con el teclado, se valora la posibilidad de diferenciar grupos de teclas por funciones. Se trata de utilizar signos gráficos, fundamentalmente colores, para identificar grupos de teclas con acciones similares (vocales, consonantes, números y teclas de comando). Nuevamente se utilizan dos niveles: presencia o ausencia de esta característica.



Figura 4. Niveles para el atributo Clasificación por función.

Con esta parametrización del producto se diseña el estudio. Se utiliza un modelo de Análisis Conjunto basado en la comparación de alternativas dos a dos, que estima las utilidades de cada nivel mediante regresión lineal por mínimos cuadrados. El cuestionario se preparó mediante el programa *SMRT* y se publicó vía web mediante *SSi Web*, ambos de la firma Sawtooth Software. Se limitó el número de comparaciones a 12, y con objeto de hacer la tarea del encuestado lo más real posible, se prepararon mediante programas de representación 3D y de tratamiento fotográfico digital imágenes de las diferentes alternativas presentes en la encuesta. Este tipo de programas resulta especialmente útil cuando se pretende mostrar al encuestado imágenes de alternativas de producto que no existen todavía, de manera que pueda aportar su juicio sobre las mismas sin necesidad de disponer de prototipos físicos. De esta forma, el encuestado recibía también una información visual sobre lo que se estaba decidiendo. Un ejemplo de pregunta del cuestionario elaborado se recoge en la Figura 5.

Por favor, indique cuál de los dos teclados prefiere:



1 2 3 4 5 6 7 8 9

Prefiero claramente el de la izquierda Indiferente Prefiero claramente el de la derecha

Figura 5. Ejemplo de pregunta en el cuestionario AC.

Dado que el trabajo de tesis se desarrolló en Colombia, el estudio de campo también se llevó a cabo allí. La encuesta se envió a un grupo de 30 personas de una compañía de manufactura de entre 23 y 61 años usuarios de ordenador a diario. Las personas recibieron descripciones detalladas de las distintas opciones y otras instrucciones para completar la encuesta. Una vez recogidos los datos en el servidor, fueron llevados de nuevo a *SMRT* para su análisis e interpretación.

4. Resultados

Tras el pase de la encuesta se obtuvieron 30 encuestas válidas. La regresión lineal efectuada sobre las respuestas de la muestra presenta un R^2 de 0.775, por lo que el modelo se puede aceptar como razonablemente ajustado. La importancia de cada atributo en el juicio de los encuestados se refleja en la figura inferior:

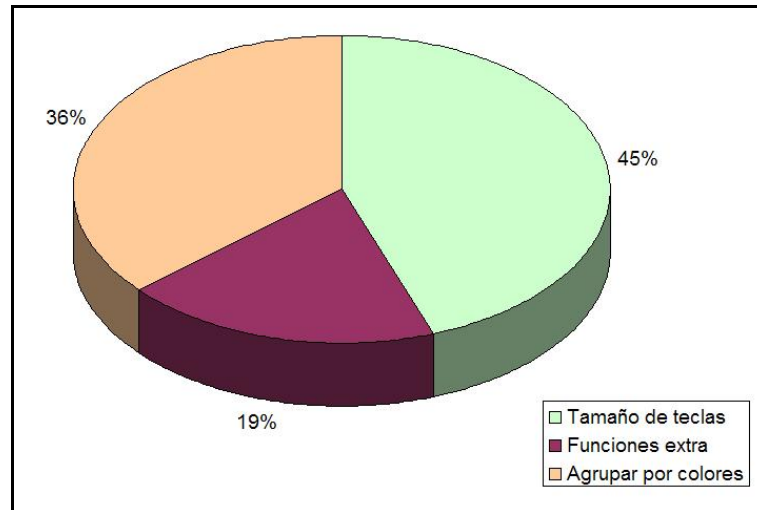


Figura 6. Importancia de los atributos

El atributo de mayor importancia ha resultado ser el tamaño de las teclas, seguido de la diferenciación de las teclas y finalmente la inclusión de teclas de función. Los encuestados, razonablemente, priorizan las características que permiten mejorar la interacción visual con el objeto. Para determinar qué características son las preferidas se examinan las utilidades obtenidas por cada nivel de atributo. Según los resultados, los encuestados prefieren teclados con un tamaño de tecla mediano, que elimine la presencia de teclas de función y en el que las teclas estén diferenciadas según su función.

Atributo	Nivel	Utilidad
Tamaño de las teclas	Estandar	-45,83
	Mediano	39,18
	Grande	6,65
Presencia de teclas de función	Con funciones extra	-8,31
	Teclado simplificado	8,31
Diferenciación de teclas	Teclas del mismo color	-31,41

	Teclas agrupadas por funciones y colores	31,41
--	--	-------

Tabla 1. Utilidades de cada nivel.

A partir de estas premisas, y teniendo en cuenta las directrices extraídas previamente, se desarrolló un prototipo de teclado que incluye las características demandadas. Respecto a un teclado tradicional, se mantiene el tamaño de las teclas pero se incrementa el de las letras de las mismas. La diferenciación de teclas por funciones se consigue mediante un sistema de retroiluminación. Con idea de que el teclado sea utilizable por cualquier persona, las teclas de función no han sido eliminadas. En lugar de eso, tanto las teclas de función como el teclado numérico han sido reubicados en áreas independientes y el tamaño de las teclas de función se ha reducido.

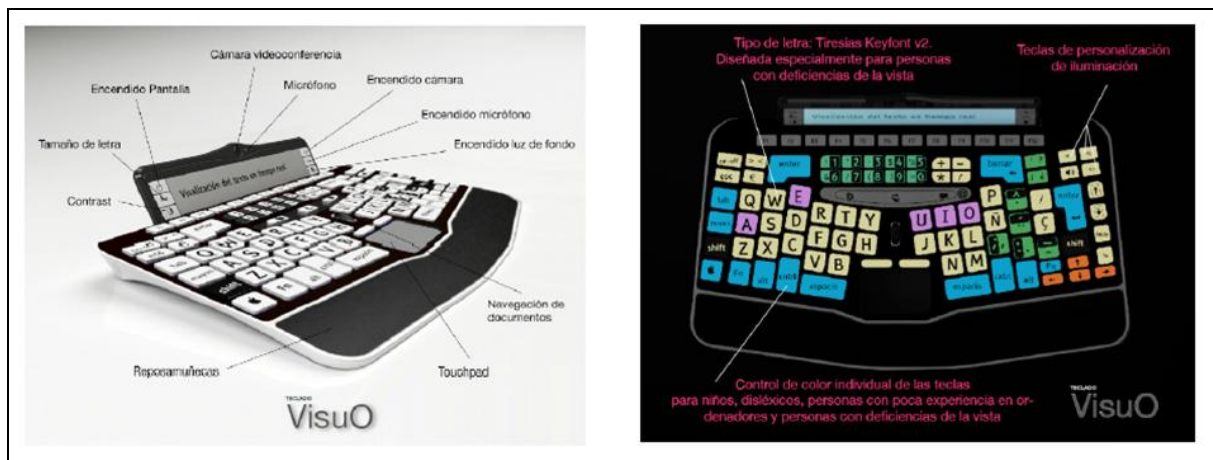


Figura 7. Propuesta conceptual de teclado adaptado.

Además de estas características, el teclado incluye otras que han sido consideradas útiles, como un visor para facilitar la realimentación de la persona que está utilizándolo (pues se ha manifestado como más saludable que obtener la realimentación constantemente de la pantalla). Algunas de las funciones del teclado fueron determinadas a partir de otros estudios complementarios al AC, que caen fuera del ámbito del presente trabajo. Esta propuesta conceptual fue materializada en un prototipo físico no funcional, pero apto para ser manipulado y probado en experimentos de usabilidad.

5. Conclusiones

Este trabajo presenta una aplicación puramente práctica del AC a la identificación de propiedades de un producto relacionadas con el diseño universal. El objetivo era estudiar las preferencias del sector de la población con más dificultades de uso respecto a las características del producto para a partir de ellas derivar especificaciones de diseño. En todo momento se consideró que la presencia de estas propiedades no fuera en detrimento del uso del producto por parte del resto de la población.

Es preciso destacar que se trata de un diseño experimental, y que los resultados del AC deben ser tomados con cautela por cuanto se trata de un experimento local y con un tamaño de muestra que, si bien es aceptable para determinados estudios científicos, no es suficiente en estudios de marketing que pretenden explorar las posibilidades de un nuevo producto en

un mercado masivo. Pese a ello, el estudio ha permitido comprobar la utilidad del AC en este tipo de diseños. Posteriores estudios en esta línea podrían contrastar las utilidades de la muestra de la población perteneciente a la tercera edad con las de otros colectivos, así como investigar la posibilidad de ampliar el número de atributos sin perder fiabilidad en las respuestas.

El prototipo diseñado cumple los objetivos planteados a partir de los siete principios del Diseño Universal, y en este sentido mejora notablemente la usabilidad frente a los teclados convencionales. Es preciso analizar los costes de algunas de las características implementadas, tales como el visor y la retroiluminación de las teclas, para que la viabilidad del producto final sea contrastada.

Referencias

Alriksson, S. and Oberg, T., "Conjoint analysis for environmental evaluation--a review of methods and applications", *Environmental Science and Pollution Research International*, 15 (3), p.244-257, May 2008

Bech-Larsen, T and Nielsen, N. A., "A comparison of five elicitation techniques for elicitation of attributes of low involvement products", *Journal of Economic Psychology*, Vol 20, 1999, pp. 315-341

Brown, D.S., Finkelstein, E.A., Brown, D.R., Buchner, D.M. and Johnson, F.R., "Estimating Older Adults' Preferences for Walking Programs via Conjoint Analysis", *American Journal of Preventive Medicine*, 36 (3), p.201-207.e4, Mar 2009

Bruseberg, A. and McDonagh-Philp, D., "New product development by eliciting user experience and aspirations". *International Journal of Human-Computer Studies*, Vol. 55, 2001, pp. 435-452

Centre for Universal Design. Principles of Universal Design. Version 2.0 4/1/97.

Cheung, H.D. and Chung, T.M. "A study on subjective preference to daylight residential indoor environment using conjoint analysis", *Building and Environment*, 43 (12), p.2101-2111, Dec 2008

Design Considerations Task. Force of the Industry/Government Cooperative Initiative on Computer Accessibility. "Considerations in the design of computers to increase their accessibility by persons with disabilities" [en línea]. Version 4.2 May, 1988.

<http://trace.wisc.edu/docs/considerations/consider.txt>

Fennell, A., "A Short Investigation into Colour Contrast Preference for Buttons" MediVoice Project, November 2006.

http://www.tiresias.org/research/reports/colour_contrast_preference.html

Gill, J. "Access-Ability: making technology more usable for people wit disabilities" [en línea]. 2004. ISBN 1 86048 030 6.<http://www.tiresias.org/research/guidelines/access-ability/Access-Ability.pdf>

Green, P. and Rao, V., "Conjoint Measurement for Quantifying Judgmental Data", *Journal of Marketing Research*, Vol. 8, 1971, pp.355-363

Johnson, Richard, "Trade-off Analysis of Consumer Values," *Journal of Marketing Research*, Vol. 11, 1974, pp.121-127

Kahan, N. J. and Griffin, V. "Motion-Based Ergonomics Keyboard Retraining" [en línea]. The RSI Network - Issue 39 - June/July 1999.

http://www.tifaq.org/articles/keyboard_retraining-junjul99-kahan&griffin.html.

Keates, S. John Clarkson, P. and Robinson, P., "Developing a practical inclusive interface design approach", *Interacting with Computers*, 14 (4), p.271-299, Jul 2002

Kohli, R. and Krishnamurti, R "Optimal product design using conjoint analysis: Computational complexity and algorithms", *European Journal of Operational Research*, 40 (2), p.186-195, May 1989

Luce, D. and Tukey, J., "Simultaneous Conjoint Measurement: A New Type of Fundamental Measurement", *Journal of Mathematical Psychology*, Vol 8 (1), 1964, pp. 1-27

Moore, W.L., Louviere, J.J. and Verma, R., "Using conjoint analysis to help design product platforms - Quantum Leaps in Speed, Efficiency, and Quality", *The Journal of Product Innovation Management*, 16 (1), p.27-39, Jan 1999

Moskowitz, H.R. and Silcher, M., "The applications of conjoint analysis and their possible uses in Sensometrics", *Food Quality and Preference*, 17 (3), p.145-165, Apr 2006

Muñoz, A.M. and Everitt, M., "Workshop Summary: Non traditional consumer research methods". *Food Quality and Preference*, Vol. 15, 2004, pp. 887–890

Pullman, M.E., Moore, W.L. and Wardell, D.G., "A comparison of quality function deployment and conjoint analysis in new product design", *The Journal of Product Innovation Management*, 19 (5), p.354-364, Sep 2002

Stephanidis, C., "User interfaces for all: concepts, methods, and tools", Lawrence Erlbaum Associates, ISBN 0805829679, 2001.

Thóren, C., "Nordic Guidelines for Computer Accessibility" [en línea]. Nordic Cooperation on Disability, 1998. 2ª versión.

http://trace.wisc.edu/docs/nordic_guidelines/nordic_guidelines.htm

Van Kleef, E., Van Trijp, H.C.M. and Luning, P., "Consumer research in the early stages of new product development: a critical review of methods and techniques", *Food Quality and Preference*, Vol. 16, 2005, pp. 181–201

Wittink, D.R., Vriens, M. and Burhenne, W , "Commercial use of conjoint analysis in Europe: Results and critical reflections". *International Journal of Research in Marketing*, 11 (1), p.41-52, Jan 1994

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a Alfonso Ghisays su colaboración al ceder material de su trabajo de tesis para la elaboración del presente artículo. Todas las imágenes han sido obtenidas de dicha fuente.

Correspondencia (Para más información contacte con):

D. Jorge Alcaide Marzal.

Departamento de Proyectos de Ingeniería. E.T.S. Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Valencia - Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain

Phone. +34 96 387 70 07 Ext. 5687 Fax. 96 387 98 69

E-mail: jalcaide@dpi.upv.es