

Interfaz visual para recuperación de información basada en análisis de metadatos, escalamiento multidimensional y efecto ojo de pez

Yusef Hassan-Montero y Víctor Herrero-Solana
Grupo SCImago. Universidad de Granada.

Resumen:

En el presente trabajo se propone un modelo original de Interfaz Visual para la Recuperación de Información o VIRI (Visual Information Retrieval Interface), orientada a sitios web descritos por metadatos. Además, se describe el desarrollo de un prototipo experimental basado en dicho modelo, resultado de la combinación de tres métodos: Minería de metadatos, Escalamiento Multidimensional o MDS (Multidimensional Scaling), y una técnica de Focus+Context denominada “ojo de pez”. Por último se lleva a cabo un test de usuarios sobre el prototipo desarrollado. Los resultados sugieren que el modelo de VIRI propuesto resulta útil para la exploración y recuperación de información, así como satisfactorio para el usuario final.

Palabras clave:

Visualización de Información, Minería de Datos, Escalamiento Multidimensional, Focus+Context, Ojo de Pez.

Title: Information retrieval interface based on metadata mining, multidimensional scaling and fisheye technique.

Abstract:

This paper proposes an original model of Visual Information Retrieval Interface (VIRI), aimed at websites described by metadata. The paper also describes the development of an experimental prototype based on the proposed model. The applied methodology of the prototype's development is a combination of three methods: Metadata Mining, Multidimensional Scaling (MDS), and a Focus+Context technique called Fisheye. Finally, a user tests is conducted, whose results suggest that the proposed model of VIRI is useful for information browsing and retrieval, and is satisfying for the end-user as well.

Keywords:

Information visualization, Data Mining, Multidimensional Scaling, Focus+Context, Fisheye.

1. Introducción

La World Wide Web representa, en la actualidad, el mayor espacio de información existente, debido a su constante y exponencial crecimiento. A pesar de que este volumen le confiere un gran valor informativo, conlleva una problemática correlacionada: el incremento para el usuario de la dificultad para encontrar y localizar información relevante que satisfaga sus necesidades de información. No es de extrañar, por tanto, que la investigación en técnicas de Recuperación de Información (RI) haya experimentado un gran auge a partir del surgimiento de la WWW.

Los sistemas de RI basados en *querying* – en los que el usuario debe introducir una serie de términos de búsqueda para que el sistema pueda devolver una lista de resultados ordenada por relevancia respecto a la consulta – son los que mayor atención han recibido hasta la fecha por parte de la comunidad científica dedicada a la RI. Este hecho ha originado que actualmente existan multitud de implementaciones prácticas de gran utilidad para el usuario final, siendo el motor de búsqueda Google el que mayor éxito ha cosechado, debido, entre otras razones, a la precisión y continua optimización de su algoritmo de ordenación de resultados.

Sin embargo, por definición, estos sistemas no pueden resultar igualmente útiles y satisfactorios para todos los tipos de necesidades informativas. Cuando el usuario no tiene completamente claro qué está buscando, o cuando no es capaz de expresar con precisión sus necesidades de información mediante el lenguaje de consulta, requiere de sistemas de RI alternativos que en vez de interrogarle sobre qué necesita, le permitan reconocer visualmente la información buscada y el modo de acceder a ella.

La principal alternativa a los sistemas basados en *querying* es aquella representada por las denominados Interfaces Visuales de Recuperación de Información o VIRIs (Visual Information Retrieval Interfaces). Estas interfaces posibilitan al usuario localizar y recuperar información mediante una estrategia de *browsing* o exploración visual-espacial. De esta forma, a través de abstracciones gráficas del conjunto documental, el usuario puede predecir visualmente qué información

podrá encontrar y reconocer intuitivamente cuál es el camino para satisfacer sus necesidades informativas.

Los sistemas basados en *browsing* gráfico, como los VIRIs, presentan no obstante algunos inconvenientes como la posibilidad de ocasionar en el usuario distracción respecto a su objetivo inicial (Marchionini, 1995); pero suponen un complemento a los sistemas basados en *querying*, debido a las ventajas exclusivas que presentan para la recuperación de información, que atendiendo a los trabajos de Lin (1997) y Marcos-Mora (2004) podemos resumir en las siguientes:

- La posibilidad de representar una gran cantidad de información en un espacio (visual) limitado.
- La capacidad de revelar relaciones semánticas entre documentos y términos.
- La facilidad de la exploración visual y la inferencia perceptiva del interfaz.
- Gran similitud con la forma de buscar información en el mundo físico.
- Propician el hallazgo de información de interés de manera fortuita.

En el presente trabajo se propone un modelo original de interfaz visual para la recuperación de información sobre sitios web descritos por metadatos. El trabajo se encuentra estructurado en los siguientes apartados: (2) Descripción de un Modelo metodológico para la producción de VIRIs; (3) Especificación de los objetivos generales y específicos perseguidos; (4) Metodología y materiales empleados; (5) Presentación de los resultados en forma de prototipo funcional de la interfaz; (6) Descripción de los resultados obtenidos tras la evaluación del prototipo mediante un test de usuarios; (7) Resumen de las conclusiones y futuras vías de investigación.

2. Modelo metodológico

Existen varios trabajos que describen marcos metodológicos para la producción de VIRI (Börner, Chen, Boyack; 2003) (Herrero-Solana; 2000) (Marcos-Mora; 2004). En el presente estudio se utilizará como modelo metodológico el descrito por Herrero-Solana y Hassan-Montero (2006), donde se analizan y comparan los diferentes métodos y algoritmos para la producción de VIRI clasificándolos según la etapa del proceso en la que intervienen:

- Análisis y transformación de los datos
- Aplicación de los algoritmos de clasificación y distribución visual

	MDS	SOM	PFNETS
Focus+Context	-	√	-
Detail+Overview	X	-	√
Zoom and Panning	√	√	√

- Aplicación de técnicas de transformación visual

La etapa de *análisis y transformación de los datos* consiste en la indización automática del espacio documental, comúnmente en base al modelo de espacio vectorial propuesto por Salton (1989). El objetivo de esta técnica es permitir tanto la clasificación automática del conjunto documental como el descubrimiento de relaciones estructurales subyacentes.

En esta etapa se utilizan técnicas de Minería de Datos, de forma individual o combinada, entre las que podemos distinguir entre técnicas de minería de contenido, minería de estructura y minería de uso (Baeza-Yates; 2004).

Por su parte, la etapa de *aplicación de algoritmos de clasificación y distribución visual* tiene el objetivo de reducir estructuras de datos multidimensionales a un número de dimensiones comprensibles y perceptibles por el ojo humano (1D, 2D ó 3D). El resultado visual de esta etapa puede ser considerado como la abstracción gráfica de este espacio vectorial.

Las técnicas y algoritmos de mayor popularidad en esta etapa son: técnicas de clustering o análisis de conglomerados (Hartigan; 1975); técnicas de poda como el método de escalamiento de red Pathfinder o PFNETs (Schvaneveldt; 1990), y de posicionamiento de los nodos como el de Kamada y Kawai (1989); técnicas estadísticas multivariantes tales como el Escalamiento Multidimensional o MDS (Multidimensional Scaling) (Kruskal y Wish; 1978); y técnicas de redes neuronales tales como el modelo de mapas auto-organizativos o SOM (Self-Organizing Map) (Kohonen; 1989). Estos métodos y algoritmos pueden ser considerados complementarios ya que ofrecen diferentes soluciones para un mismo problema (Herrero-Solana; 2000).

Por último, la *aplicación de técnicas de transformación visual* tiene su razón de ser cuando la representación gráfica obtenida de la anterior etapa no resulta de fácil exploración, debido a su tamaño y complejidad, provocando lo que ha venido a denominarse como “sobrecarga visual”.

En este caso, las posibles técnicas a emplear podemos clasificarlas entre las no orientadas a la distorsión visual (*Panning, Zooming y Detail+Overview*), y las orientadas a la distorsión visual (*Focus+Context*).

El trabajo de Herrero-Solana y Hassan-Montero (2006) concluye con el análisis de qué combinaciones entre las técnicas de la etapa denominada *aplicación de algoritmos de clasificación y distribución visual* y las técnicas de la etapa denominada *aplicación de técnicas de transformación social*, resultan más adecuadas en base a su compatibilidad (tabla 1).

Tabla 1. Leyenda: \checkmark Combinación adecuada, - Adecuada pero con reservas, \times Combinación inadecuada. (Herrero-Solana, Hassan-Montero; 2006).

3. Objetivos

Debido a la cantidad de combinaciones posibles de técnicas, algoritmos y tipos de análisis a emplear en la generación de interfaces visuales para la recuperación de información, es lógico que no todas las combinaciones hayan sido suficientemente exploradas y/o investigadas.

Por esta razón, los objetivos generales marcados en el presente trabajo son:

- Proponer un modelo de interfaz visual para recuperación de información en espacios web descritos por metadatos.
- Desarrollar un prototipo funcional en base a este modelo.
- Evaluar el modelo propuesto sobre el prototipo desarrollado.

El modelo de VIRI propuesto es resultado de las siguientes técnicas:

- *Etapa de análisis y transformación de los datos*: Minería de meta-contenido, mediante el análisis de la co-ocurrencia de palabras clave en el conjunto documental.
- *Etapa de aplicación de los algoritmos de clasificación y distribución visual*: Aplicación de la técnica MDS, para la visualización del espacio documental a través de la representación bidimensional de las palabras clave más representativas.
- *Etapa de aplicación de técnicas de transformación visual*: Aplicación de interactividad a la representación, así como de la técnica de distorsión visual conocida como *ojo de pez (fisheye)*, con el objetivo de facilitar la exploración visual de la interfaz.

El modelo presentado no pretende ser únicamente original por la combinación de técnicas propuesta, sino también en cuanto al método propuesto para su aplicación. Por ello, en el presente trabajo se marcaron los siguientes objetivos específicos:

- Proponer un método de análisis de meta-contenido, que permita determinar el grado en que cada documento es representado por cada palabra clave, así como cuáles son las palabras clave más representativas del conjunto documental.

- Proponer un método de aplicación del efecto de *ojo de pez* para representaciones visuales de dispersión.

4. Métodos y materiales

Muestra documental

La muestra documental utilizada consta de 269 documentos, obtenidos del sitio web 'www.useit.com', pertenecientes a su sección *alertbox* y publicados entre junio de 1995 y junio de 2003.

La temática general del conjunto documental está referida al estudio de la Usabilidad, la Interacción Persona-Ordenador (IPO) y el Diseño Web, áreas en las que su autor – Jakob Nielsen - es un reconocido investigador.

Todos los documentos se encuentran en formato HTML, y tienen aplicados aquellos metadatos básicos para la descripción de su contenido que este lenguaje de marcado permite: Título, Palabras clave y Resumen.

Vectorización y análisis de meta-contenido

En esta etapa se extrae, representa y analiza la meta-información que en la muestra documental se describe mediante etiquetas HTML para metadatos. Como se demuestra en estudios sobre el uso de metadatos en la web (O'Neill, Lavoie, Bennett; 2003), la aplicación de este modelo de análisis sería perfectamente aplicable sobre un gran porcentaje de la red.

Para vectorizar la muestra documental se programó un *script* en lenguaje PHP que automatiza la indexación. Este genera un número de vectores n , siendo n el número de palabras clave diferentes encontradas en el conjunto documental. Los vectores tendrán tantos componentes como número de documentos en los que aparezca cada palabra clave. Es decir, siendo $X = \{x_1, \dots, x_m\}$ el conjunto de documentos de la muestra, e $Y = \{y_1, \dots, y_n\}$ el conjunto de palabras clave, la matriz $R \subseteq X \times Y$ representaría las relaciones de correspondencia binaria entre X e Y .

En la muestra documental estudiada, formada por 269 documentos ($m = 269$), se encontraron 2161 palabras clave diferentes ($n = 2161$). Con el objetivo de que las palabras clave puedan ser empleadas para la recuperación de información, en este modelo son consideradas como categorías en sí mismas, y cada aparición de una de ellas en la descripción de un documento, será considerada como una relación de pertenencia del documento a la categoría.

Dado que el número de categorías es muy amplio, para aumentar la cobertura de cada una – contabilizada en número de documentos - se propone un procedimiento

que calcule el grado de pertenencia entre documento y categoría teniendo en cuenta más variables que la simple aparición de la palabra clave en la descripción del documento.

El funcionamiento de este procedimiento se basa en una serie de condicionales que determinarán el Grado de Pertenencia entre documento y categoría $GP(x,y)$ – siendo x el documento e y la categoría - de la siguiente forma:

1. Si en el documento x apareciera la palabra clave o categoría y , el $GP(x,y)$ tomará un valor igual a 0'5 (igual a 0 en caso contrario), sin perjuicio de que en los siguientes condicionales puede incrementarse.
2. Si en el título del documento x apareciera la palabra clave y , el $GP(x,y)$ determinado en el primer condicional se incrementaría en 0'5, y no se tendrían en cuenta los siguientes condicionales.
3. Si en el resumen del documento x apareciera la palabra clave y , el $GP(x,y)$ determinado en el primer condicional se incrementaría en 0'25, y no se tendrían en cuenta los siguientes condicionales.
4. Si en el cuerpo del documento x apareciera la palabra clave y , el $GP(x,y)$ determinado en el primer condicional se incrementaría en 0'125.

Tras aplicar esta serie de condicionales se obtiene una matriz $GP = \langle X \times Y, GP_{xy} \rangle$, donde a diferencia de la matriz R , las relaciones entre categorías y documentos ya no se representa de forma binaria, sino de forma ponderada con valores que oscilan entre 0 y 1, siendo 0 un $GP(x,y)$ nulo, y 1 el mayor $GP(x,y)$ posible.

Sobre esta matriz se realiza un ajuste de los Grados de Pertenencia en base a la siguiente premisa: cuanto mayor número de relaciones de pertenencia a categorías diferentes tenga un documento, menor debería ser su Grado de Pertenencia hacia cada una de estas categorías. Este ajuste se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$GP(x,y)_{ajustado} = \frac{GP(x,y)}{NC(x)}$$

Fórmula 1: Grado de Pertenencia ajustado

Donde $GP(x,y)$ es el grado de pertenencia del documento x a la categoría y , y $NC(x)$ el número de categorías diferentes a las que pertenece el documento x .

Una vez realizado el ajuste, se procede a calcular el grado de representatividad de cada categoría, con el objetivo de utilizar esa variable como criterio para la elección de las 100 categorías finales que conformarán la representación visual perseguida.

A diferencia de la cobertura de cada categoría, que como indicábamos con anterioridad sería cuantificable por el número de documentos que presentasen algún grado de pertenencia hacia la categoría, el Grado de Representatividad de cada categoría (GR) debería tener en cuenta, además, la suma de los grados de pertenencias entre sus documentos y el total de categorías a las que pertenecen.

La razón de este procedimiento se fundamenta en que no sólo de debe 'premiar' a la categoría por número de documentos representados, sino también por el grado de dificultad para que esos documentos sean representados por otras categorías.

Finalmente, la función con la que se calcula el GR es una adaptación de la fórmula de pesos $tf \cdot idf$:

$$GR(y_z) = \sum_{i=1}^{i=m} \left(\frac{GP(x_i, y_z)}{\sum_{r=1}^{r=n} GP(x_i, y_r)} \right)$$

Fórmula 2: Grado de Representatividad

Donde:

- $GR(y)$ es el grado de representatividad de y .
- $GP(x,y)$ es el grado de pertenencia de x a y .
- y es un elemento del conjunto de categorías Y .
- x es un elemento del conjunto de documentos X .
- m es el número total de documentos.
- n es el número total de categorías.

Se probaron diversas fórmulas, incluso algunas más complejas. Sin embargo, ésta fue la que mejores resultados dio en términos de cobertura y capacidad de inclusión de documentos para la muestra documental estudiada.

En función del cálculo del $GR(y)$ para cada categoría, se seleccionan las 100 categorías más representativas del conjunto documental, que podemos ver ordenadas según su grado de representatividad en el Anexo I.

Finalmente se comprueba que todos los documentos de la muestra pertenecen a al menos alguna de las categorías finalmente seleccionadas. De hecho, como hemos visto, el éxito de la función para la elección de las categorías finales viene dado por su capacidad para determinar cuáles son las más inclusivas (cobertura y representatividad).

Reducción de la dimensión

Con el objetivo de representar visualmente el conjunto de categorías seleccionadas y sus relaciones en un

espacio bidimensional, se aplicó la técnica de reducción dimensional MDS. Esta técnica ha demostrado ampliamente su validez como herramienta de visualización (McQuaid et al.; 1999).

Para ello se utilizó el paquete estadístico SPSS, al que se alimentó con la matriz de Grados de Pertenencia entre documentos y categorías que habíamos generado en la etapa anterior. Para calcular la matriz de (di)similaridades entre categorías se utilizó la función de correlación ρ de Pearson. La aplicación de la técnica MDS sobre esta matriz de distancias entre categorías, nos ofrece como resultado las posiciones o coordenadas en un espacio bi-dimensional para las diferentes categorías.

Para su implementación en un prototipo funcional consultable vía web, se representaron visualmente los rótulos de cada categoría en dichas posiciones o coordenadas mediante el lenguaje de etiquetado SVG (Scalable Vector Graphics) (Ferraiolo, Jun, Jackson; 2003).

Interactividad y efecto *ojo de pez*

Una vez que se genera la representación visual en forma de agrupaciones de categorías, es necesario dotarla de cierta interactividad para que pueda funcionar como interfaz de recuperación de información.

El funcionamiento de la interfaz consiste básicamente en que cuando el usuario hace clic sobre el rótulo de una categoría, obtiene como resultado una lista de aquellos documentos pertenecientes a la categoría y ordenados por su grado de pertenencia.

Para ello, la interfaz principal invoca a otro *script* en lenguaje PHP que genera la lista de resultados, y que muestra para cada documento su título, resumen y grado de pertenencia a la categoría en forma de porcentaje. Al hacer clic sobre el título de cada documento presentado, el navegador se redirigirá a la URL del documento.

A la interfaz principal se le ha provisto de un mecanismo de distorsión visual basado en el efecto de *ojo de pez*, originalmente propuesto por Furnas (1986), con el objetivo de facilitar la exploración visual del conjunto de categorías. El efecto *ojo de pez* es una técnica tipo *Focus+Context*, que consiste en distorsionar una representación visual haciendo más visible el foco y minimizando la zona visual contextual o periférica (Herrero-Solana, Hassan-Montero; 2006). Furnas (1986) fue quien formalizó este efecto visual a través de su función de Grado de Interés o DOI (Degree Of Interest), que asigna a cada elemento visual un valor que representa el interés del usuario en visualizarlo (Fórmula 3).

$$DOI(x, y) = API(x) - D(x, y)$$

Fórmula 3: Degree Of Interest (Furnas; 1986)

DOI(x,y) es el grado de interés que para el usuario tiene el elemento x , cuando el elemento foco que se está visualizando es y . API (x) es el valor global de la Importancia A Priori (A Priori Importance) que tiene el elemento x , y $D(x, y)$ la distancia existente entre el elemento x y el elemento focal y .

Lo que se pretende es que cuando el usuario sobrevuele con el puntero el rótulo de una categoría (elemento focal), como consecuencia se produzca una transformación del tamaño y posición de los rótulos de las categorías. El rótulo de la categoría focal sería el que adquiriera mayor tamaño, mientras que el tamaño del resto de rótulos se calcularía en una relación inversamente proporcional a su distancia con respecto a la categoría focal, es decir, a más distancia menor tamaño.

Con relación a las posiciones, mientras que el elemento focal no cambie de posición, las posiciones del resto de categorías variarían alejándose de manera inversamente proporcional a su distancia original frente al elemento focal. Este desplazamiento está justificado porque, en caso contrario, el aumento de los tamaños de los rótulos más cercanos al elemento focal produciría un solapamiento entre rótulos, impidiendo su lectura.

El mecanismo aquí propuesto es una adaptación de la función original DOI, donde el grado de interés del elemento x cuando el elemento focal es y se corresponde con la distancia euclídea entre x e y , dado que en una representación MDS esta distancia indica el grado de similaridad entre elementos.

$$DOI(x, y) = D(x, y)$$

Fórmula 4: Grado de Interés para representación de dispersión (MDS)

La transición entre vista original y vista distorsionada, de cara al usuario, se realiza en forma de animación mediante una transformación progresiva de tamaños y posiciones. Como indican Lamping, Rao y Pirolli (1995), las transiciones animadas ayudan al usuario a asimilar los cambios entre vistas. Además, este comportamiento visual ayudará a minimizar el problema de la preservación del mapa mental que el usuario adquiere en la visualización previa a la distorsión (Herreo-Solana, Hassan-Montero; 2006).

5. Resultados

El aspecto final de la interfaz podemos apreciarlo a través de la siguiente captura de pantalla (figura 1).



Figura 1: Interfaz principal del prototipo desarrollado

Cuando el usuario se ayuda del ratón en su exploración visual de la interfaz, sobrevolando con el puntero el rótulo de una categoría (elemento focal), se produce la distorsión visual de *ojo de pez*. El efecto visual se puede observar en la serie de capturas de pantalla de la figura 2, donde el elemento focal sobrevolado es la categoría 'Roi' (Return Of Investment).

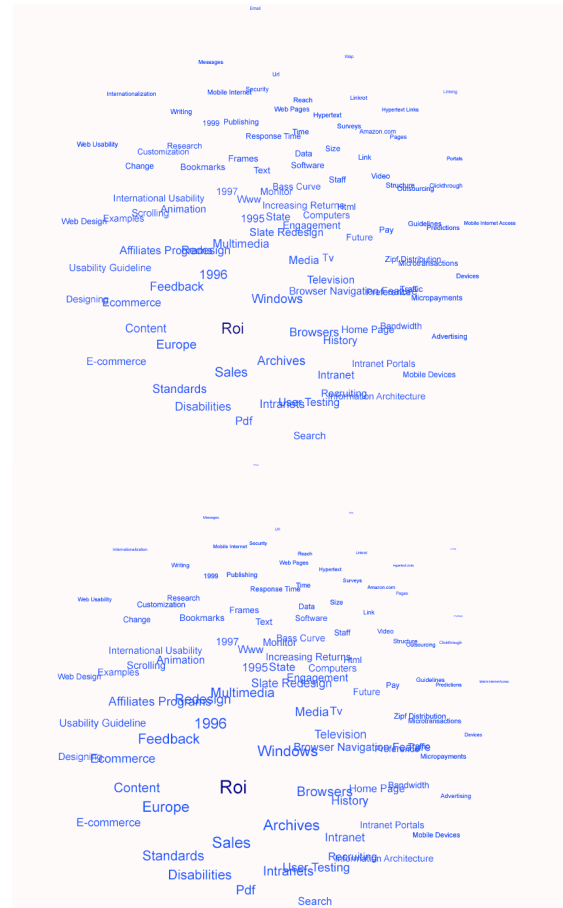


Figura 2: Transición de vista original a vista distorsionada en el prototipo desarrollado

Una vez que el usuario hace clic sobre una categoría, el sistema le ofrece cómo resultado una lista con los documentos ordenados por grado de pertenencia a dicha categoría, facilitando además un mecanismo de regreso a la interfaz principal en forma de enlace (*map index*), como podemos observar en la figura 3.

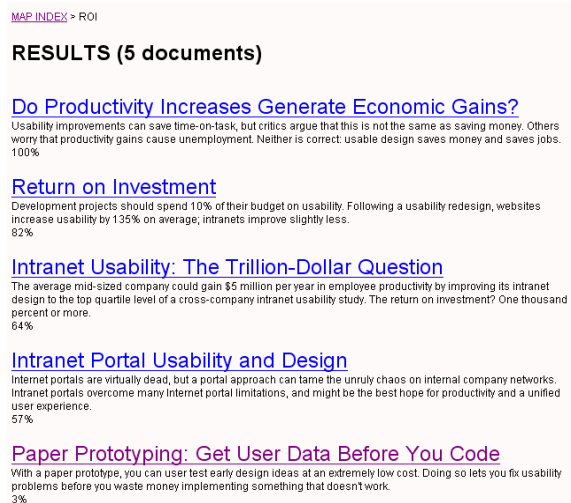


Figura 3: Resultados para la categoría 'ROI' en el prototipo desarrollado

6. Evaluación

En la literatura científica sobre Visualización de Información, en concreto la orientada al diseño de VIRI, es muy frecuente encontrar trabajos en los que las interfaces o propuestas de modelos no se evalúan ni validan de forma alguna. A pesar de que esta situación parece estar cambiando, lo hace lentamente y en casos todavía muy esporádicos (Chen, Czerwinski; 2000).

En el presente trabajo se ha realizado un estudio de evaluación preliminar, cuyo principal objetivo consiste en descubrir carencias, fallos y posibles mejoras de modelo de interfaz propuesto.

La metodología de evaluación empleada ha sido el *test* basado en usuarios reales y el análisis cualitativo de los resultados. Con este se pretende determinar la usabilidad de la interfaz y del modelo de aplicación del efecto de *ojo de pez* empleado.

Participantes y preparación

Para la realización de la prueba se contó con diez participantes – cinco hombres y cinco mujeres-, todos ellos estudiantes del programa de doctorado de Documentación e Información Científica, del Departamento de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad de Granada.

Como paso previo a la conducción del *test*, se impartió una sesión preparatoria a todos los participantes de forma conjunta. En esta sesión se explicaron los principios básicos de la recuperación de información por *browsing*, y se describió la interfaz y su funcionamiento, haciendo especial hincapié en el efecto visual de *ojo de pez*.

Tareas y procedimiento

La prueba fue realizada por todos los participantes de forma individual, con el fin de poder observar el comportamiento en la interacción de los participantes, su reacción ante el uso de la interfaz, así como también las dudas que se planteaban durante la realización de las tareas.

La tarea encomendada consistió en la recuperación de dos documentos, uno de ellos mediante la interfaz propuesta en este trabajo, y el otro mediante la misma interfaz pero con el efecto de *ojo de pez* desactivado.

Los dos documentos a localizar, que eran los mismos para todos los participantes y que fueron extraídos del conjunto documental de forma aleatoria, se le entregaban a cada participante, sin título ni resumen, antes de comenzar el *test*. A cada participante se le dio el tiempo que estimara necesario para su lectura y comprensión y, una vez finalizada ésta, el participante procedió a realizar la búsqueda.

La mitad de los participantes tuvieron que buscar el primer documento mediante la interfaz con *ojo de pez* (figura 2), y el segundo documento mediante la interfaz sin *ojo de pez* (figura 1). La otra mitad de los participantes lo hicieron de forma inversa.

Para cada tarea se contabilizó el tiempo que cada usuario tardó en encontrar el documento, además de analizar su comportamiento frente a la interfaz, los errores que cometió, y las estrategias utilizadas en la búsqueda.

Al finalizar las tareas de búsqueda de los documentos, a cada usuario se le pidió que comentara cómo había sido su experiencia con ambas interfaces.

Resultados e interpretación

Los tiempos empleados por los participantes en la realización de las tareas de búsqueda no muestran diferencias significativas entre interfaces, lo que sugiere que el empleo de la técnica de *ojo de pez* no parece influir en la eficiencia de la interacción.

Un fenómeno observado durante la prueba es que los participantes utilizaron estrategias de exploración y navegación muy diferentes, condicionadas por la existencia o no del efecto de *ojo de pez*.

Cuando se encontraban frente a la interfaz con *ojo de pez*, los participantes dedicaban más tiempo a la exploración visual y, según se observó, sólo seleccionaban una categoría para ver sus resultados cuando tenían cierta seguridad de que esa era la categoría adecuada. La razón de este comportamiento puede deberse, en parte, al carácter interactivo del efecto visual y la distracción que puede ocasionar la animación; pero también, a que una vez resaltadas ciertas categorías, se disminuye la sobrecarga visual y es más fácil explorar visualmente la interfaz, y tomar decisiones sobre qué categoría puede resultar más afín temáticamente al documento buscado.

Cuando los participantes se encontraban frente a la interfaz desprovista del efecto de *ojo de pez*, realizaban una navegación más compulsiva y poco meditada, es decir, una navegación por ensayo y error, en la que los participantes hacían clic con mayor frecuencia en las categorías, para observar qué documentos se mostraban. Una posible interpretación es que el número elevado de categorías presentes en el interfaz provoque sobrecarga visual, y el usuario prefiera probar con la primera categoría que crea puede llevarle a su objetivo, en vez de explorar más detenidamente la interfaz.

Como resultado de este comportamiento los usuarios solían cometer más errores –entendiendo estos como la exploración de categorías incorrectas– cuando usaban

la interfaz sin *ojo de pez*. Este comportamiento sugiere que el efecto *ojo de pez* propuesto mejora la eficacia en la consecución de tareas de *browsing* aplicadas a la recuperación de información.

Al finalizar la prueba los usuarios expresaron su grado de satisfacción en el uso de las dos interfaces, valorando de forma mucho más positiva el empleo de la interfaz con *ojo de pez*. Tan solo uno de los participantes la valoró de forma negativa, alegando que la animación de los rótulos de las categorías le producía un cierto mareo. Por su parte, la mayoría de los participantes valoraron como muy útil o útil la interfaz con *ojo de pez*.

7. Conclusiones y trabajos futuros

En el presente trabajo se ha propuesto un modelo de interfaz, y desarrollado un prototipo funcional, mediante una combinación metodológica hasta la fecha no estudiada en la literatura científica: Análisis de meta-contenido, escalamiento multidimensional o MDS, y efecto de distorsión visual de *ojo de pez*.

Los resultados sugieren que el modelo propuesto para realizar el análisis de meta-contenido resulta válido, tanto para determinar el grado en el que cada documento se encuentra representado por una palabra clave o categoría, como para determinar cuál es el grupo de categorías más representativas del conjunto documental.

Otro aspecto importante a señalar es la utilidad del MDS como técnica de clasificación y distribución visual. Como indicábamos, su elección se basó en la validez demostrada como herramienta de visualización, y tras la evaluación con usuarios se ha comprobado que éstos no han encontrado problemas para comprender la metáfora visual resultante de su aplicación. Sin embargo, la técnica de MDS, por su carácter iterativo, tiene el inconveniente de que a mayor número de dimensiones originales a reducir, mayor tiempo de procesamiento. Por esta razón, esta técnica no resultaría viable en la generación dinámica de representaciones visuales para conjuntos documentales de gran tamaño.

Respecto al efecto *ojo de pez*, si nos atenemos a los resultados del *test* con usuarios, podemos concluir que la propuesta de aplicación supone, en términos de eficacia y satisfacción de uso, una mejora significativa para la interfaz. Aún así creemos que, en próximos trabajos, sería necesario evaluar la interfaz con mayor número de participantes y perfiles más heterogéneos, para comprobar si los resultados corroboran los obtenidos en la presente evaluación.

Además, la propuesta de aplicación de *ojo de pez* creemos sería susceptible de mejoras. En concreto, ésta no hace uso de la variable API (A Priori Importance),

que en el trabajo original de Furnas (1986) se calculaba en base al nivel jerárquico de cada elemento. En estructuras de datos multidimensionales donde no existen relaciones de jerarquía, Chen (1998) propone su cálculo en base al número accesos o visitas de usuario recibidas para cada elemento, considerando que es un buen indicador de su importancia. En el contexto de este trabajo, una posible opción sería determinar el API de cada categoría en base al número de sus documentos representados. Esta opción, así como otras posibles, deberían ser consideradas y estudiadas en futuros trabajos.

8. Bibliografía

Baeza-Yates, R. (2004). Excavando la web. El profesional de la información, 2004, enero-febrero, 13 (1), pp. 4-10.

Börner, K.; Chen, C.; Boyak, K.W. (2003). Visualizing Knowledge Domains. Annual Review of Information Science and Technology, 37, pp. 179-255.

Chen, C. (1998). Generalised similarity analysis and pathfinder network scaling. Interacting with Computers, 10, 107-128.

Chen, C.; Czerwinski, M.P. (2000). Empirical evaluation of information visualizations: an introduction. International Journal of Human-Computer Studies, 53, pp. 631-635.

Ferraiolo, J.; Jun, F.; Jackson, D. (eds.) (2003). Scalable Vector Graphics (SVG) 1.1 Specification. W3C Recommendation 14 January 2003. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/2003/REC-SVG11-20030114/>

Furnas, G. W. (1986). Generalized fisheye views. In Marilyn Mantei, Peter Orbeton (Eds.). Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Boston, Massachusetts, United States, April 13-17, 1986, (pp. 16-23).

Hartigan, J. A. (1975). Clustering algorithms. New York : John Wiley & Sons, 1975.

Herrero-Solana, V. (2000). Modelos de representación visual de la información bibliográfica: aproximaciones multivariantes y conexionistas. Tesis Doctoral. Granada: Universidad, Departamento de Biblioteconomía y Documentación.

Herrero-Solana, V.; Hassan-Montero, Y. (2006). Metodologías para el desarrollo de Interfaces Visuales de Recuperación de Información: análisis y comparación. Information Research, 11(3), Abril 2006. Disponible en: <http://informationr.net/ir/11-3/paper258.html>

Kamada, T.; Kawai, S. (1989). An algorithm for drawing general undirected graphs. *Information processing letters*, 31, pp. 7-15.

Kohonen, T. (1989). *Self-organization and Associative Memory*. 3rd Edition. Berlin : Springer-Verlag, 1989.

Kruskal, J.B.; Wish, M. (1978). *Multidimensional scaling (quantitative applications in the Social Sciences)*. Newbury Park : SAGE, 1978.

Lamping, J., Rao, R., & Pirolli, P. (1995). A focus+context technique based on hyperbolic geometry for visualizing large hierarchies. *Proceedings of the ACM SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, Denver, Colorado, United States, May 1995 (pp. 401-408). New York: ACM Press.

Lin, X. (1997). Map Displays for Information Retrieval. En: *Journal of the American Society for Information Science*, 48 (1), pp. 40-54.

Marchionini, G. (1995). *Information seeking in electronic environments*. New York: Cambridge University Press, 1995.

Marcos-Mora, M.C. (2004). *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. Gijón: Ediciones TREA, 2004.

McQuaid, M.J. et al. (1999). Multidimensional scaling for group memory visualization. En: *Decision Support Systems*, 1999, 27, pp. 163-176.

O'Neill, E.T.; Lavoie, B.F.; Bennet, R. (2003). Trends in the Evolution of the Public Web. *D-Lib Magazine*, April 2003, 9 (4). Disponible en: <http://www.dlib.org/dlib/april03/lavoie/04lavoie.html>

Salton, G. (1989). *Automatic text processing : the transformation, analysis and retrieval of information by computer*. Reading , MA : Addison Wesley, 1989.

Schvaneveldt, R. (Ed.) (1990). *Pathfinder Associative Networks: Studies in Knowledge Organization*. Norwood , NJ : Ablex, 1990.

ANEXO I: Lista ordenada de las categorías más representativas

1. WEB DESIGN(0.97923770282323)
2. CONTENT(0.89295698320091)
3. SEARCH(0.85733336131217)
4. PAGES(0.78628456118214)
5. EMAIL(0.75640472668624)
6. TIME(0.70055453765292)
7. BANDWIDTH(0.66178489299907)
8. WEB USABILITY(0.60110670564916)
9. MESSAGES(0.59315391586114)
10. ADVERTISING(0.58690246962063)
11. 1996(0.55865202677073)
12. USER TESTING(0.54584363747341)
13. GUIDELINES(0.54144451819461)
14. CHANGE(0.53847980930486)
15. E-COMMERCE(0.53804341464224)
16. BROWSERS(0.53322987062239)
17. HISTORY(0.53304052104748)
18. HYPERTEXT(0.52115095774254)
19. MICROPAYMENTS(0.51653374173904)
20. DESIGNING(0.51307298560176)
21. LINK(0.49849816450006)
22. SLATE REDESIGN(0.49590497255476)
23. WAP(0.49206195400051)
24. DATA(0.48784600949374)
25. INFORMATION
ARCHITECTURE(0.48622604071448)
26. LINKING(0.48524364952594)
27. ANIMATION(0.47920874628242)
28. SOFTWARE(0.47328477562644)
29. SCROLLING(0.44090200465094)
30. TRAFFIC(0.43770843617193)
31. INTERNATIONAL
USABILITY(0.43629330278635)
32. HOME PAGE(0.4332114217513)
33. SALES(0.42601237692313)
34. INTRANET(0.416605359782)
35. RESEARCH(0.41099569889516)
36. INTERNATIONALIZATION(0.40990843673137
)
37. SECURITY(0.40354228665015)
38. AMAZON.COM(0.40262710592464)
39. PAY(0.40179778746077)
40. INTRANETS(0.40056180526582)
41. MOBILE INTERNET
ACCESS(0.39953476916151)
42. ENGAGEMENT(0.39449787119079)
43. BROWSER NAVIGATION
FEATURE(0.39291589708027)
44. DEVICES(0.39050938323705)
45. WEB PAGES(0.38866553467432)
46. STANDARDS(0.38639414416068)
47. STRUCTURE(0.38315767032761)
48. WRITING(0.38209848958014)
49. PREDICTIONS(0.37973425594231)
50. FEEDBACK(0.37798981595676)
51. EXAMPLES(0.37172531727555)
52. WWW(0.36922886249367)
53. SURVEYS(0.36658052515607)
54. ZIPF DISTRIBUTION(0.36482505419727)
55. URL(0.36376351712222)
56. PORTALS(0.36253558638951)
57. PDF(0.3594326791191)
58. MULTIMEDIA(0.35685140453804)
59. VIDEO(0.35450080166845)
60. FRAMES(0.35275021485525)
61. DISABILITIES(0.35263021977077)
62. INTRANET PORTALS(0.35163820418699)
63. RESPONSE TIME(0.35023750185752)
64. LINKROT(0.34916296260001)
65. CUSTOMIZATION(0.34559748549439)
66. STATE(0.34546894392532)
67. ARCHIVES(0.34520568933105)
68. MICROTRANSACTIONS(0.34504807664935)
69. FUTURE(0.34367381495253)
70. CLICKTHROUGH(0.34188161579328)
71. 1997(0.33723098712823)
72. MOBILE DEVICES(0.33701641875278)
73. OUTSOURCING(0.33178957572062)
74. USABILITY GUIDELINE(0.33083815659365)
75. BASS CURVE(0.32727269850277)
76. TV(0.32726910009862)
77. ECOMMERCE(0.32459099872988)
78. SIZE(0.32439990595887)
79. MONITOR(0.32409256930321)
80. TEXT(0.32298573529637)
81. BOOKMARKS(0.32248057003904)
82. MOBILE INTERNET(0.31863009606466)
83. HYPERTEXT LINKS(0.31764550381596)
84. MEDIA(0.3166752927403)
85. 1995(0.31617709349779)
86. 1999(0.31586133183037)
87. EUROPE(0.31504572744234)
88. WINDOWS(0.31468602696995)
89. RECRUITING(0.31455827666168)
90. AFFILIATES PROGRAMS(0.31353597324016)
91. COMPUTERS(0.31123770692536)
92. INCREASING RETURNS(0.31100655354244)
93. REACH(0.30986256876798)
94. ROI(0.30656404065351)
95. PUBLISHING(0.30629190707515)
96. STAFF(0.30422076320905)
97. HTML(0.30308868920876)
98. REDESIGN(0.29887058450749)
99. PREFERENCE(0.298232738881)
100. TELEVISION(0.29738764495985)