

# Contextualización de Búsqueda Web Mediante el Uso de Anotaciones Sociales

Jose M. Conde, David Vallet, Pablo Castells

Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, Spain  
jose.conde@estudiante.uam.es  
{david.vallet, pablo.castells}@uam.es

**Resumen.** En este trabajo investigamos la adaptación de técnicas implícitas de extracción del contexto del usuario durante la realización de una búsqueda Web. Presentamos varios modelos de obtención del contexto que utilizan la información aportada por servicios Web de anotación de recursos (e.g. Delicious) en vez de la representación textual del documento. Asimismo, presentamos un conjunto de técnicas de reordenación de resultados para adaptar éstos al proceso de búsqueda actual del usuario. Con el objetivo de evaluar las técnicas presentadas, realizamos una evaluación basada en usuarios reales. Los resultados de estas evaluaciones indican que nuestras técnicas de explotación de anotaciones sociales asociadas a documentos son más efectivas para la extracción y aplicación de una representación del contexto del usuario que las basadas únicamente en el contenido textual del documento.

## 1 Introducción

Con el advenimiento de la Web 2.0, las aplicaciones sociales han crecido de manera exponencial tanto en términos de usuarios como de contenidos. Los usuarios de estos sistemas etiquetan distintos tipos de contenidos con el fin de mejorar su visibilidad respecto a otros usuarios o para permitir una organización propia del contenido. Los dominios de estos sistemas son variados, incluyendo música (Last.fm), fotos (Flickr), o páginas Web (Delicious<sup>1</sup>). Sin embargo, debido al crecimiento exponencial de contenido accesible desde la Web, los usuarios cada vez tienen más problemas para acceder a este contenido, incluso con la ayuda de estas herramientas sociales disponibles en la actualidad. Este problema se conoce como la sobrecarga de información y sigue siendo una línea de investigación abierta dentro del área de la Recuperación de la Información (RI).

El área de la personalización y la contextualización tiene como objetivo aliviar el problema de la sobrecarga de información en la Web. La solución que esta área investiga es tener en cuenta los intereses a largo y corto plazo que puede tener un usuario cuando realiza una tarea de búsqueda, y así adaptar los resultados de la búsqueda a cada usuario. El principal problema al que se enfrentan estos sistemas personalizados es la obtención de los intereses del usuario. Una posible fuente de esta

---

<sup>1</sup> <http://www.delicious.com>

información puede ser la actividad de los usuarios en los servicios sociales propios de la Web 2.0. Por ejemplo, la información semántica subyacente asociada a un documento, producto de la etiquetación social que realizan los usuarios sobre cualquier tipo de contenido. Esta información, conocida como *folksonomía*, puede permitir la investigación y desarrollo de nuevos modelos que saquen ventaja de la riqueza de esta información asociada tanto a usuarios como a contenidos. Por ejemplo, las folksonomías se han explotado recientemente para mejorar la búsqueda Web basándose en la popularidad de los documentos [1] o en la personalización [8, 15].

En este trabajo investigamos si sistemas de etiquetado social pueden ser útiles para la captura y explotación implícita (i.e., sin suponer un esfuerzo extra por parte del usuario) de una representación contextual del interés a corto plazo de un usuario. Es decir, se investiga si la información provista por estos servicios puede ser considerada como una nueva fuente del contexto de búsqueda de un usuario. Centramos nuestro análisis en la búsqueda Web y en el uso de la aplicación Web 2.0 Delicious, un servicio de anotación social de recursos Web. Nuestra hipótesis es que sistemas de anotación o etiquetado social como Delicious pueden ser una buena fuente de información a la hora de capturar y explotar la semántica asociada al proceso de búsqueda de un usuario.

El resto de este documento se estructura como sigue. En la sección 2 damos un breve resumen del estado del arte relacionado con nuestro trabajo. En la sección 3 se presenta un nuevo modelo de captura y explotación del contexto del usuario basada en folksonomías. En la sección 4 indicamos una propuesta para la evaluación de nuestro modelo con usuarios reales. En la sección 5 presentamos los resultados obtenidos con nuestros experimentos. Por último, concluimos en la sección 6.

## 2 Trabajo Relacionado

Los modelos contextuales tradicionales basados en feedback implícito se centran en el procesamiento del contenido asociado a las consultas realizadas por el usuario y el conjunto de documentos accedidos por éste durante la sesión de búsqueda [13]. Esta información se utiliza para construir una representación del contexto actual de búsqueda que puede ser explotado en subsiguientes consultas de la sesión de búsqueda. En este trabajo investigamos la aplicación de dichas técnicas a una representación de documentos Web basada en folksonomías.

El uso de información de anotaciones sociales para la representación y explotación del contexto no se ha investigado en profundidad anteriormente. Una primera iniciativa en la explotación de Delicious como una fuente del contexto del usuario ha sido presentada por Schmidt et al. [9]. En su propuesta, los autores extraen etiquetas relacionadas con documentos abiertos por el usuario, y las aplican a la expansión de consultas, usando factores de decaimiento *ad-hoc* que dan más importancia a documentos abiertos recientemente por el usuario. Sin embargo, este trabajo no presenta una evaluación formal, por lo que la utilidad de usar una representación basada en folksonomías para la representación del contexto aún no se ha demostrado empíricamente. En vez de aplicar técnicas de expansión de consultas [9, 13], en este

trabajo presentamos técnicas de reordenación de resultados. La razón principal es que estas técnicas se pueden aplicar sobre cualquier sistema de búsqueda Web comercial, ya que la reordenación de resultados se realiza sobre cualquier lista de resultados. Además, las técnicas de reordenación de resultados permite centrarnos en la mejora de la precisión en las primeras posiciones de la lista de resultados, ya que en búsqueda Web se considera probado que los usuarios apenas se fijan más allá de la primera página de resultados [3].

Asimismo, en este trabajo investigamos estrategias de representación del contexto más formales [13], tales como el modelo ostensivo [5]. De forma similar a [1, 15], explotamos las anotaciones sociales que alberga Delicious para mejorar la búsqueda Web. Sin embargo, nuestra técnica se basa en la aplicación de un contexto de búsqueda del usuario, o lo que se podría entender como los intereses a corto plazo del usuario, mientras que Bao et al. se centran en la mejora de la búsqueda Web independientemente del usuario [1] y Xu et al. se centran en la personalización de la búsqueda, es decir en los intereses a largo plazo [15]. Por último, cabe precisar que a diferencia del mecanismo de personalización presentado por Xu et al. nuestra técnica no requiere que el usuario tenga un perfil en Delicious, sino que el modelo de contexto se construye en tiempo real, basado en la información de interacción obtenida del usuario durante su proceso de búsqueda y en la información de anotaciones sociales asociada a cada recurso Web provista por los usuarios de Delicious.

### 3 Un Modelo Contextual Basado en Folksonomías

Definimos una folksonomía  $\mathcal{F}$  como una tupla  $\mathcal{F} = \{\mathcal{T}, \mathcal{U}, \mathcal{D}, \mathcal{A}\}$ , donde  $\mathcal{T} = \{t_1, \dots, t_L\}$  es un conjunto de etiquetas que forman parte del vocabulario expresado por la folksonomía,  $\mathcal{U} = \{u_1, \dots, u_M\}$  y  $\mathcal{D} = \{d_1, \dots, d_N\}$  son, respectivamente, el conjunto de usuarios y el conjunto de documentos anotados por los usuarios, haciendo uso de las etiquetas definidas en  $\mathcal{T}$ . Finalmente  $\mathcal{A} = \{(u_m, t_l, d_n)\} \in \mathcal{U} \times \mathcal{T} \times \mathcal{D}$  representa el conjunto de asignaciones (anotaciones) realizado por un usuario  $u_m$  para cada etiqueta  $t_l$  a un documento  $d_n$ . El perfil de un documento  $d_n$  se define como un vector  $\vec{d}_n = (d_{n,1}, \dots, d_{n,L})$ , donde  $d_{n,l} = |\{(u, t_l, d_n) \in \mathcal{A} | u \in \mathcal{U}\}|$  indica el número de veces que un documento ha sido anotado con la etiqueta  $t_l$ . En el escenario de búsqueda Web estudiado en este trabajo, el conjunto de documentos  $\mathcal{D}$  representa recursos encontrados en la Web, los cuales se identifican con una URL (*Uniform Resource Locator*).

Para la representación de un proceso de búsqueda de un usuario, definimos el concepto de *trayectoria de consulta*. Este concepto representa la interacción del usuario con un sistema de búsqueda desde el momento que introduce una consulta hasta que introduce una nueva búsqueda o termina de interactuar con el sistema. Definimos por tanto una trayectoria de consulta  $tc_i = \{q, d_1, \dots, d_Q\}$ ,  $d \in \mathcal{D}$ , como un conjunto ordenado de elementos en el que el primer elemento es la consulta del usuario (identificada por los términos usados en la consulta) y los subsecuentes indican un conjunto ordenado de documentos a los que el usuario accedió después

de ejecutar la consulta. La secuencia de documentos está ordenada en función de cuándo el usuario accedió al documento, indicando pues la secuencia temporal de accesos del usuario a resultados de la consulta.

Con objeto de representar una sesión de búsqueda completa, definimos la *trayectoria de sesión* como la secuencia de trayectorias de consulta que realiza un usuario con el fin de satisfacer una necesidad de información dada. De esta forma, una trayectoria de sesión  $ts = \{tc_1, \dots, tc_s\}$  se representa como un conjunto ordenado de forma temporal de trayectorias de consulta. En el momento en que el usuario introduce una consulta en el sistema de búsqueda, la trayectoria de sesión representa todas las consultas y accesos a documentos que ha realizado el usuario antes de realizar esa consulta. Esta información es la que puede ser explotada por técnicas implícitas de captura del contexto del usuario basada en folksonomías.

### 3.1 Captura Implícita del Contexto del Usuario

Definimos una técnica de representación del contexto implícito del usuario como una función  $C(ts, t_i)$  que asigna un peso a una etiqueta  $t_i$  en función al grado de relación de esa etiqueta para representar el contexto asociado a la trayectoria de sesión  $ts$ . En este trabajo estudiamos un modelo de representación general, basado en el modelo ostensivo de representación del contexto [5]:

$$C(ts, t_i) = \sum_{i=s}^1 \alpha^{s-i} \cdot \sum_{d_n \in tc_i} w(d_n, t_i),$$

donde  $\alpha$  es un factor de ponderación que considera el orden de las trayectorias de consulta, es decir, cómo de actual es cada trayectoria de consulta respecto al momento actual. La función  $w(d_n, t_i)$  asocia un peso a la etiqueta  $t_i$  que indica el grado de relación entre la etiqueta y el documento  $d_n$ . En este trabajo investigamos dos variaciones de esta función de peso: 1)  $tf-idf(d_n, t_i)$ , basada en el valor  $tf-idf$  asociado a un tag, en el que se utiliza  $d_{n,l}$  como valor de frecuencia; y 2)  $t(d_n) \times tf-idf(d_n, t_i)$ , que multiplica la función anterior por un factor de tiempo  $t(d_n)$  que mide el tiempo que ha pasado el usuario observando el documento.

**Tabla 1.** Modelos de representación implícita del contexto basados en el modelo ostensivo

Nombre	Valor de $\alpha$	Descripción
Acumulativo	$\alpha = 1$	Modelo acumulativo, en el que todos los documentos accedidos durante la sesión de búsqueda tienen el mismo peso al representar el contexto del usuario
Ostensivo	$\alpha \in (0,1)$	Modelo ostensivo original [5], en el que los documentos accedidos en momentos más cercanos al actual tienen más peso para representar el contexto del usuario
Comienzo	$\alpha > 1$	Modelo en el que los documentos accedidos en momentos más distantes del actual, dentro de la sesión de búsqueda, tienen más peso para representar el contexto del usuario

Mediante la variación del parámetro  $\alpha$  se pueden obtener distintos modelos de representación implícita del contexto [13]. Los modelos estudiados en este trabajo se indican en la Tabla 1. Se incluye el modelo de Comienzo (ver Tabla 1) que fue el que produjo mejores resultados en el estudio realizado en [13].

### 3.2 Técnicas de Aplicación del Contexto del Usuario

Una vez se ha obtenido la representación del contexto  $C(ts, t_1)$  del usuario, se pueden aplicar un número variado de técnicas para contextualizar una lista de resultados. Con el fin de que las técnicas estudiadas se pueden aplicar en cualquier sistema externo de búsqueda Web, en este trabajo nos centraremos en técnicas basadas en la reordenación de resultados.

Un sistema Web no contextualizado  $S$  devuelve una lista ordenada de resultados  $S(q) \subseteq \mathcal{D}$  que satisfacen una consulta  $q$  introducida por el usuario. Esta ordenación se define de la forma  $\tau = [d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_k]$ , en la cual  $d_i \in \mathcal{D}$  y  $\geq$  es una relación de ordenación dada por el sistema de búsqueda. Sobre esta ordenación definimos una técnica de contextualización  $C$  que provee de una nueva ordenación de documentos  $C(q, ts) \subseteq \mathcal{D}$  mediante la reordenación de los resultados  $S(q)$  de acuerdo a la trayectoria de sesión obtenida implícitamente de las acciones del usuario hasta el momento de realizar la consulta. Formalmente, la técnica de contextualización provee de una ordenación  $\tau' = [d_1 \geq d_2 \geq \dots \geq d_k]$  en la que la relación de orden se define por  $d_i \geq d_j \Leftrightarrow \text{sim}(ts, d_i, q) \geq \text{sim}(ts, d_j, q)$ , donde  $\text{sim}(ts, d, q)$  es una función de similitud entre la representación del contexto actual  $C(ts)$  y la representación del documento  $d$ , definida como  $\text{sim}(d_n, C(ts))$ , teniendo en consideración la posición original de  $d$  en  $S(q)$ .

El valor de similitud se puede definir de varias maneras. En la Tabla 2 se indican las funciones de similitud investigados en este trabajo, basadas en un producto escalar, en el cálculo del coseno, y en una adaptación de la medida de BM25 [9].

La reordenación de los resultados por el sistema de búsqueda Web se realiza usando el método de agregación CombSUM con una normalización basada en la posición del documento [11], bien en la ordenación original dada por la búsqueda Web o bien en la ordenación de los documentos en base a alguna de las medidas de similitud con el contexto investigadas.

## 4 Evaluación del Modelo Contextual en Búsqueda Web

La evaluación de modelos contextuales en sistemas de recuperación de información se reconoce como una tarea compleja de realizar [14]. En el modelo clásico de evaluación de un sistema de RI, conocido como el marco evaluación de Cranfield, se indica que para llevar a cabo una evaluación se requiere de 1) una colección de documentos; 2) un conjunto de descripción de tareas de búsqueda; y 3) un conjunto de juicios de relevancia explícitos que indique qué documentos son relevantes a una tarea de búsqueda dada. En el modelo clásico, tanto la tarea de búsqueda como los juicios de relevancia son independientes del usuario que las realiza. En un modelo de evaluación diseñado para un algoritmo de búsqueda

contextualizada se requiere introducir al usuario como una nueva variable de la evaluación. La información relativa al usuario se introduce en dos puntos distintos. Primero, el punto 3) de juicios de relevancia se altera para que éstos sean dependientes del usuario, esto quiere decir que para una misma tarea de búsqueda (e.g. busca un producto electrónico que te interese) se tendrán distintos documentos relevantes dependiendo del usuario que la realice. Además, se introduce una nueva fuente de información: 4) la interacción del usuario con el sistema, la cual es la fuente de información clave para las distintas técnicas de captura del contexto que evaluamos en este trabajo. Esta información relativa a la interacción del usuario se puede obtener o bien monitorizando a usuarios reales mientras realizan una tarea de búsqueda [12], o bien simulando esta interacción con el sistema, mediante el análisis de logs de consultas [13].

**Tabla 2.** Medidas de similitud entre el contexto del usuario  $C(ts)$  y la representación de un documento  $d_n$

Definición	Definición
$escalar(d_n, C(ts))$	$\sum_l d_{n,l} \cdot C(ts, t_l)$
$coseno(d_n, C(ts))$	$\frac{\sum_l d_{n,l} \cdot C(ts, t_l)}{\ d_n\ }$
$bm25(d_n, C(ts))$	$\sum_{(l d_{n,l}>0)} idf(t_l) \frac{C(ts, t_l)^{k_1+1}}{C(ts, t_l) + k_1}, k_1 = 2.0$

Para la evaluación de nuestro modelo de captura implícita y aplicación del contexto, incorporamos las cuatro fuentes de información citadas anteriormente de la siguiente manera: 1) la colección de documentos será cualquier recurso presente en la Web, ya que en este trabajo nos centramos en la aplicación de modelos del contexto en este dominio; 2) adoptamos la descripción de tareas simuladas de Borlund [2], las cuales motivan la necesidad de información que el usuario quiere satisfacer y las pautas que debe seguir para suponer un documento como relevante; 3) usamos usuarios reales en nuestros experimentos, que proveen de juicios de relevancia para cada una de las tareas que realizan; y 4) obtenemos datos de la interacción del usuario del sistema mediante la monitorización del usuario cuando realiza la tarea de búsqueda.

#### 4.1 Preparación de los Experimentos

Para la realización de los experimentos que evalúen las distintas técnicas de captura y explotación del contexto presentadas en este trabajo, reclutamos a 14 usuarios para realizar tres tareas simuladas de búsqueda en la Web. Los usuarios eran en su mayoría estudiantes de doctorado de la institución de los autores. El grupo de estudio se compuso de 10 varones y 4 mujeres, con una mediana de edad de 23 años. El estudio se realizaba en inglés por lo que era un requisito que los usuarios tuvieran un alto conocimiento de este idioma. Los usuarios realizaron cada tarea durante un

máximo de 15 minutos. Se les instruyó a que usaran un navegador Web convencional y usarán el buscador Web Bing<sup>2</sup> de Microsoft para realizar las búsquedas que fueran necesarias de manera que pudieran realizar cada una de las tres tareas.

Cada tarea describe una posible situación real en la que el usuario tiene que utilizar un buscador Web para buscar cierta información. Las tareas se diseñaron para que tuvieran características distintivas, de tal forma que se pudiera estudiar el efecto de la técnica contextual en situaciones diferentes. Las tareas que los usuarios realizaron son las siguientes:

**Tarea 1.** Encuentra un producto electrónico que te interese (búsqueda dirigida).

**Tarea 2.** Planifica tus próximas vacaciones (búsqueda exploratoria, multifacética).

**Tarea 3.** Busca información sobre un tema que te interese (tarea libre).

Las tareas se basan en la clasificación de tareas inicialmente sugerida por Campbell [4]. La primera tarea indica una búsqueda dirigida, en la que se le instruye al usuario que busque información sobre un producto concreto (o una categoría de productos) que le apoye en su decisión de compra: información como especificaciones técnicas del producto, opiniones dadas por revistas electrónicas u otros usuarios, etc. La segunda tarea indica una búsqueda exploratoria con múltiples facetas, en las que el usuario primero debe buscar información del sitio que quiere visitar para sus vacaciones (si no lo tenía decidido anteriormente) y posteriormente debe buscar información suficiente para planificar sus vacaciones en el sitio elegido. Esto requiere buscar información complementaria pero que cubre distintos aspectos tales como el precio del transporte hacia el lugar de vacaciones, qué hotel reservar, qué visitas turísticas se pueden realizar, o recomendaciones sobre el lugar. Por último, en el caso de la última tarea, nos interesa investigar el papel de los modelos del contexto cuando no se le presenta al usuario con una tarea simulada. Por tanto en esta tarea únicamente se le instruyó al usuario que buscara durante el tiempo marcado sobre cualquier tema que le pudiera interesar en ese momento y del que quisiera buscar información. En este caso las tareas de búsqueda de los usuarios fueron muy variadas, desde un usuario que buscó información sobre un concierto de música próximo, hasta un usuario de máster que utilizó este tiempo para profundizar en el estado de arte que tenía asignado en una asignatura. Cada usuario realizaba las tareas siguiendo una ordenación cuadrada latina, de tal forma que el orden de las tareas no influyese en los resultados.

Con el objetivo de obtener juicios de relevancias personalizados para cada usuario y tarea, indicamos a los usuarios que guardasen en los marcadores del navegador aquellas páginas Web que encontraran interesantes para la tarea que estaban realizando. Se evitó indicar que encontrasen el máximo número de documentos relevantes que pudiesen. La intención de estas indicaciones es que nuestra evaluación se desviase lo mínimo posible de una búsqueda Web que pudiera realizar el usuario en una situación normal. Con el fin de obtener un mayor número de juicios de relevancia, al terminar cada tarea se les pedía a los usuarios realizaran juicios de relevancia adicionales sobre una lista agregada de todos los resultados que se les había presentado durante su sesión de búsqueda. Los juicios de relevancia tenían tres niveles: nada relevante, algo relevante y muy relevante.

---

<sup>2</sup> Microsoft Bing: <http://www.bing.com>

Esta información, junto con los documentos salvados durante la sesión de búsqueda, conforma los juicios de relevancia utilizados para evaluar cada técnica de contexto.

De modo que se pudiera obtener la información de la interacción del usuario con el navegador y el motor de búsqueda Web, todas las acciones del usuario eran registradas utilizando la barra de herramientas de Lemur<sup>3</sup>. Esta herramienta recoge información tal como qué consulta ha realizado el usuario, el top 50 de documentos devueltos por el motor de búsqueda (en este caso, Bing), qué documentos ha seleccionado el usuario de los resultados, el tiempo que ha pasado el usuario en cada documento, o si ha salvado en sus marcadores el documento. En definitiva, la herramienta nos permitía obtener la información implícita necesaria para ser utilizada por nuestros modelos de captura del contexto. La información sobre anotaciones asociadas a cada página Web se obtuvo a través de la API de Delicious, la cual nos permitía crear la representación del documento basada en folksonomías.

## 4.2 Procedimiento de Evaluación y Métricas Utilizadas

Debido a que tenemos un alto número de variantes de algoritmos de captura y explotación del contexto, evaluar cada modelo sobre los usuarios reales requeriría un alto número de recursos humanos. Por ello adoptamos un modelo de evaluación en la que monitorizamos a usuarios reales realizando las tareas de búsqueda sobre un sistema base (en este caso un motor de búsqueda Web) y utilizamos los juicios de relevancia para analizar el rendimiento del motor de búsqueda en caso de que sus resultados se reordenaran utilizando las técnicas presentadas.

Los datos de interacción obtenidos de los usuarios son por tanto utilizados para obtener la representación del contexto usando una de las técnicas estudiadas. Por cada consulta que realiza el usuario, se puede comparar las métricas obtenidas con el orden original de los documentos  $S(q) \subseteq \mathcal{D}$  con el nuevo orden  $C(q, ts) \subseteq \mathcal{D}$  producido por la combinación de una técnica de captura del contexto y una técnica de explotación de éste. De este modo el nuevo orden se puede comparar con el caso base u otras técnicas de contextualización de resultados.

La métricas adoptadas para mostrar los resultados son las típicas utilizadas para evaluar sistemas interactivos: MAP (Mean Average Precision), P@10 (Precision hasta la posición 10) y NDCG@50 (Normalized Discounted Cumulative Gain).

## 5 Resultado de los Experimentos

En esta sección analizaremos el resultado de nuestros experimentos. Primero, analizaremos algunas estadísticas que confirmen que se puede utilizar un servicio de anotación Web como Delicious para extraer el contexto del usuario, aparte de dar información general sobre la interacción de los usuarios con el sistema. Segundo, analizaremos el rendimiento de cada método de captura y explotación del contexto analizado en este trabajo.

---

<sup>3</sup> Lemur toolbar: <http://www.lemurproject.org/querylogtoolbar/>



## 5.1 Interacción del Usuario con el Sistema

En esta sección analizamos los datos de interacción obtenidos de los usuarios del experimento durante la realización de sus tareas. La tabla 3 resume las estadísticas obtenidas, globales para todas las tareas y específicas para cada tarea. En orden, las columnas indican: el número de consultas medio realizado por usuario (consultas), el número de documentos medio accedidos por usuario (documentos), el número de juicios de relevancia medio realizado por cada usuario (juicios), la probabilidad de que un documento accedido por un usuario estuviera anotado en Delicious (prob(D)), la anterior probabilidad condicionada a que el usuario indicó que el documento era relevante (prob(D|R)), y el porcentaje de documentos accedidos por los usuarios que son finalmente marcados como relevantes (ratio(A/R)).

**Tabla 3.** Estadísticas de la interacción obtenida de los usuarios para todas las tareas y por cada tarea específica.

Tarea	consultas	documentos	juicios	prob(D)	prob(D R)	ratio(A/R)
Todas	7.16	16.2	13.4	0.379	0.511	0.272
Tarea 1	7.50	17.0	12.1	0.356	0.466	0.243
Tarea 2	7.28	16.6	15.3	0.386	0.493	0.296
Tarea 3	6.71	15.1	12.9	0.398	0.576	0.280

La primera y más importante duda a despejar es si el servicio Delicious es suficiente para obtener la representación del documento basado en folksonomías, es decir, si este servicio tiene la suficiente cobertura para obtener la representación del contexto. Observando los datos de la tabla, todo parece indicar que la cobertura de Delicious es bastante buena. De media, un 38% de documentos accedidos por los usuarios se encuentran en Delicious. Este dato indica sugiere que por sí solo el servicio de Delicious ofrece la cobertura suficiente para ofrecer una contextualización de los resultados basada en folksonomías, hecho que se corrobora en los resultados de los experimentos analizados más adelante. Además, esta probabilidad aumenta cuando el documento es relevante al usuario, con un 51% de media.

Observando los datos desglosados por tarea, podemos concluir que las estadísticas son similares en cada tarea, salvo algunas excepciones. La primera excepción es la tarea 3 que de media tiene ligeramente menos consultas y documentos accedidos que las otras tareas, pero por otro lado la probabilidad de que un documento se encuentre en Delicious condicionada a que éste sea relevante es mayor que las otras tareas. Además cabe destacar que la tarea 2 tiene de media más juicios de relevancia que las otras dos tareas. Este resultado sería consistente con la definición de la tarea, que al ser exploratoria y tener múltiples facetas, requiere evaluar más documentos para cubrir cada faceta de la tarea.

## 5.2 Rendimientos de los modelos de captura del contexto

En esta sección analizaremos los datos de las métricas obtenidos tras seguir el proceso de evaluación presentado en la sección 4. La Tabla 4 muestra los valores de

MAP para las distintas combinaciones de modelo de captura del contexto basado en folksonomías y función de similitud aplicada en su explotación. El caso base en esta y subsiguientes tablas es la ordenación original devuelta por el motor de búsqueda Bing.

**Tabla 4.** Valores de MAP para las distintas técnicas del contexto inspeccionadas y distintas funciones de similitud. En negrita la combinación con mejor rendimiento.

Contexto Similitud	Caso base	Acumulativo $\alpha = 1$	Ostensivo $\alpha = 0.5$	Comienzo $\alpha = 1.5$	ostensivo + tiempo
escalar		0.1005	0.1005	0.0997	<b>0.1013</b>
coseno	0.0969	0.0971	0.0962	0.0967	0.0965
bm25		0.1000	0.1000	0.1003	0.0999

Los resultados muestran que usando las medidas de similitud basadas en el producto escalar y BM25 se consigue una mejora con respecto al caso base. La medida de similitud basada en el cálculo del coseno no parece ser la adecuada para aplicar en este caso una representación del contexto basada en folksonomías. Mientras que las cuatro primeras columnas utilizan la función de peso de etiquetas basada en *tf-idf*, la última columna muestra el uso de la representación del contexto que sigue el modelo ostensivo y además incorpora el factor de tiempo de visualización de un documento para asignar un peso a cada etiqueta asociada al documento. Esta última medida es la que mejor rendimiento produce, consiguiendo una mejora de en torno el 4.5%. Esta mejora es estadísticamente significativa (Wilcoxon,  $p > 0.05$ ). Para las otras dos métricas contempladas,  $P@10$  y  $NDCG@50$  los valores obtenidos están correlacionados con la medida MAP.

Con el fin de investigar si estos valores varían según el tipo de tarea que realiza el usuario, en la Tabla 5 se desglosan por tarea los valores de MAP para la medida con mejor rendimiento mostrada en la Tabla 4, es decir el modelo ostensivo con factor de tiempo y producto escalar como medida de similitud.

**Tabla 5.** Valores de MAP por tareas para el modelo ostensivo de captura del contexto y factor de tiempo, con uso de producto escalar como función de aplicación del contexto.

Tarea	1	2	3
Ostensivo+tiempo	0.1071	0.0980	0.0992
Caso base	0.0962	0.1002	0.0951

El desglose por tareas muestra que nuestra técnica de captura y explotación del contexto mejora al caso base en dos de las tres tareas. Es en la primera tarea en el que la contextualización de los resultados produce una mayor mejora, en torno al 11.3%. Esto puede ser debido a que la primera tarea ejemplifica una búsqueda dirigida, en el que el usuario se centra en una única faceta de información- La representación del contexto, por tanto, es relevante en cualquier punto de la sesión de búsqueda y produce una mejora para todas las consultas. Por el contrario, no se mejora el caso base en la tarea 2. Este resultado se puede haber producido por el carácter exploratorio y multifaceta de esta tarea, en el que en el caso de que un usuario cambie de faceta dentro de la sesión de búsqueda, la representación del contexto obtenida hasta el momento puede no ser relevante. Cabe destacar que la bajada de rendimiento en esta tarea no es

significativa. Por último la técnica de contextualización de resultados obtiene una mejora sobre la tarea 3. Este resultado es muy interesante, ya que a pesar de ser una tarea en el que el usuario podría centrarse en el tema que quisiera, nuestras técnicas siguen mejorando al caso base.

Por último, consideramos importante analizar nuestra técnica de captura del contexto basada en folksonomías con las mismas técnicas usando el contenido textual asociado a cada documento. Este análisis se realiza a fin de observar cual es la ganancia obtenida con el uso de una representación basada en folksonomías, en comparación con una representación textual basada en palabras clave. Para realizar esta comparación modificamos las técnicas de captura del contexto para que extraigan términos asociados al documento en vez de usar el servicio Delicious. En este caso obtenemos una mejor cobertura que Delicious, ya que prácticamente la totalidad de los documentos accedidos por los usuarios tienen texto asociado. Los términos asociados a cada documento son limpiados de palabras comunes, o *stopwords*, y repesados con un valor de *tf-idf*. La tabla 6 muestra la comparación entre nuestras técnicas de captura y explotación del contexto usando las etiquetas obtenidas a través de Delicious y nuestras mismas técnicas usando el texto asociado al documento.

**Tabla 6.** Valores de MAP para las distintas técnicas del contexto inspeccionadas usando el producto escalar como valor de similitud y dos distintas fuentes de contenido del documento.

Contexto Fuente	Caso base	Acumulativo	Ostensivo	Comienzo	ostensivo + tiempo
Delicious	0.0969	0.1005	0.1005	0.0997	<b>0.1013</b>
Texto		0.0895	0.0881	0.0877	0.0870

Los resultados muestran que nuestras técnicas no serían efectivas si se usase el contenido textual del documento para la captura del contexto, ya que en ningún caso se mejora el caso base o a las mismas técnicas basadas en la etiquetación dada por otros usuarios. Este resultado indica que la representación creada mediante la anotación social de los usuarios es más concisa y rica a la hora de extraer y aplicar una representación del contexto del usuario.

## 6 Conclusiones

En este trabajo se presenta un conjunto de técnicas de captura y explotación implícita del contexto de búsqueda de un usuario basadas en la representación folksonómica de un documento, resultado de la anotación social de los usuarios. Los resultados obtenidos en nuestros experimentos indican que nuestra representación basada en folksonomías asociadas a los documentos es más eficiente que modelos tradicionales, los cuales explotan y representan el contexto del usuario mediante el tratamiento del contenido textual asociado a cada documento.

Los resultados desglosados por tareas indican que nuestra técnica no es efectiva para tareas que comprenden múltiples facetas, ya que la representación del contexto del usuario obtenida durante la sesión de búsqueda no es siempre relevante para las distintas facetas contenidas en este tipo de búsqueda exploratoria. Técnicas que

detecten un cambio de foco durante la sesión de búsqueda del usuario [7] pueden ayudar a mejorar nuestras técnicas en este tipo de tareas.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el por el Ministerio de Ciencias y Educación (TIN2008-06566-C04-02) y la Comunidad de Madrid (S2009TIC-1542)

## Referencias

1. Bao, S., Xue, G., Wu, X., Yu, Y., Fei, B., Su, Z.: Optimizing web search using social annotations. In: Proc. of WWW 2007, pp. 501-510. ACM Press, New York (2007)
2. Borlund, P. The iir evaluation model: a framework for evaluation of interactive information retrieval systems. *Information Research*, 8(3), paper no. 152 (2003)
3. Broder, A.: A taxonomy of web search. *SIGIR Forum*, 36(2), pp. 3-10 (2002).
4. Campbell, D. J. Task Complexity: A Review and Analysis. In *Academy of Management Review* 13(1), 40-52 (1988)
5. Campbell, I. and van Rijsbergen, C. J.. The ostensive model of developing information needs. In COLIS'96, pp. 251-268 (1996)
6. Cleverdon, C. W., J. Mills and M. Keen. Factors determining the performance of indexing systems. ASLIB Cranfield project, Cranfield (1966)
7. Huang, X., F. Peng, A. An and D. Schuurmans. Dynamic web log session identification with statistical language models. *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 55(14), 1290-1303. (2004)
8. Micarelli, A., Gasparetti, F., Sciarone, F., Gauch, S.: Personalized search on the World Wide Web. *The Adaptive Web*. LNCS, vol. 4321, pp. 195-230. Springer, Heidelberg (2007)
9. Robertson, S. E. Walker, S: Some simple effective approximations to the 2-Poisson model for probabilistic weighted retrieval. In *SIGIR '04: Proceedings of the 27th Annual International ACM SIGIR conference*, pp. 345-354. Springer (2004)
10. Schmidt, K. U., Sarnow, T., and Stojanovic, L. Socially filtered web search: an approach using social bookmarking tags to personalize web search. In *SAC'09*, pages 670-674, (2009)
11. Shaw, J. A. and Fox, E. A. Combination of multiple searches. In: *Text REtrieval Conference*, pp. 243-252 (1993)
12. White, R. W. and Kelly, D. A study on the effects of personalization and task information on implicit feedback performance. In *CIKM '06: Proceedings of the 15th ACM international conference on Information and knowledge management*, pp 297-306 (2006)
13. White, R. W., Ruthven, I., Jose, J. M., and Van Rijsbergen, C. J. Evaluating implicit feedback models using searcher simulations. *ACM TOIS.*, 23(3), pp. 325-361 (2005)
14. Wilkinson, R. and Wu, M. Evaluation experiments and experience from the perspective of interactive information retrieval. In: *Proceedings of the 3rd Workshop on Empirical Evaluation of Adaptive Systems, in conjunction with the 2nd International Conference on Adaptive Hypermedia and Adaptive Web-Based Systems*, pp. 221-230 (2004)
15. Xu, S., Bao, S., Fei, B., Su, Z., Yu, Y.: Exploring folksonomy for personalized search. In: *Proc. of SIGIR 2008*, pp. 155-162, ACM Press, New York (2008)