

MIND: Una herramienta para crear bibliotecas digitales multimedia de tesis

Acosta Díaz Ricardo
Facultad de Telemática-Universidad de Colima
Colima, Colima, 28030, México

Favela Jesús
Ciencias de la Computación-CICESE
Ensenada, Baja California, 22860, México

y

Damián Reyes Pedro, García Ruiz A Miguel, Pulido Gutiérrez Jorge Rafael, Gallardo Armando Román
Facultad de Telemática-Universidad de Colima
Colima, Colima, 28030, México

RESUMEN

En el proyecto MIND (MIXed-media Networked Digital Library) se ha desarrollado un ambiente para explorar mecanismos eficientes para el indexado y recuperación de información multimedia en una biblioteca digital de tesis. Se almacena e indexa texto e imágenes de los acetatos usados por los tesisistas durante su defensa de tesis, el audio y video de la presentación así como el documento completo de la tesis. Una interfaz gráfica presenta los acetatos, permitiendo al usuario navegar a través de ellos. Cuando el usuario selecciona un acetato su contenido se despliega en un panel y es posible reproducir el video correspondiente. Otro panel despliega automáticamente las secciones de los documentos de tesis que contienen información relacionada con el acetato. Las pruebas realizadas demuestran que el sistema tiene una precisión del 78% para recuperar documentos de la tesis que explican en mayor detalle el acetato que se está visualizando y posee una precisión del 84% para detectar el documento más relevante.

Palabras Claves: indexado, recuperación de información, multimedia, bibliotecas digitales.

1. INFORMACIÓN IMPORTANTE

Avances recientes en las telecomunicaciones y la computación han abierto la posibilidad de transmitir información en formato digital, a bajo costo y estructurada conforme a nuevos esquemas de escritura, edición, almacenamiento, publicación y recuperación, aumentando su valor al ofrecerla en forma inmediata.

El creciente aumento en la publicación y circulación de documentos digitales con texto, sonido e imágenes ha dado lugar a la creación de una categoría denominada *Biblioteca Digital* para aludir a la idea de la creación y manejo de acervos en formatos digitales [1].

El término biblioteca digital es tomado con un significado diferente dependiendo del tipo de usuario que se trate. Para algunos simplemente sugiere la computarización de las bibliotecas tradicionales, para otros, quienes han estudiado la ciencia de las bibliotecas, se llama a la ejecución de las funciones de la biblioteca tradicional en una nueva forma, la cual contiene nuevos tipos de recursos de información, nuevas formas de adquisición, nuevos métodos de almacenamiento y preservación, mas confianza en sistemas electrónicos y redes, y un cambio dramático en las prácticas económicas, organizacionales e intelectuales.

Las bibliotecas juegan un papel central en la educación y el aprendizaje, lo que se aplica igualmente para las bibliotecas digitales. Entre los principales roles de la biblioteca en el aprendizaje se encuentran [2]:

1. Compartir recursos.
2. Preservar y organizar artefactos e ideas.
3. Tienen un rol social e intelectual al acercar ideas y gente.

Uno de los principales recursos de información con que cuentan las universidades son las tesis, principalmente de posgrado, que en ellas se producen. En éstas se detalla buena parte del trabajo de investigación que se produce en la institución. Además sirven como apoyo a cursos y como introducción a temas de actualidad, ya que generalmente presentan una descripción del estado del arte del tema de estudio.

Por todo lo anterior, se justifica la creación de una biblioteca digital de tesis de posgrado, la cual proporciona información útil para los centros de investigación y al mismo tiempo es de gran interés para estudiantes a nivel licenciatura y posgrado, ya que ofrece las siguientes ventajas:

- Permite incluir información en distintos medios (los libros no pueden incluir animaciones, audio y video).
- Se puede indexar el texto completo de los documentos contenidos en la biblioteca digital y utilizar máquinas de búsqueda para su acceso.

- La información almacenada en un sólo lugar puede ser accesada al mismo tiempo por varias personas, a diferencia de un libro del cual se requiere una copia por cada usuario simultáneo.
- La presentación del material puede ser adaptada a cada usuario.
- Ofrece información que puede ser utilizada sin las restricciones de propiedad intelectual.
- Mayor circulación del material permitiendo su acceso por medio de Internet.
- La gran mayoría de las tesis hoy en día son escritas en computadora con lo que se disminuye el costo de captura.
- Las instituciones educativas están interesadas en dar difusión a sus productos.
- Algunas áreas de investigación como es la Ciencia de la Computación cuentan con pocos investigadores en México los cuales se encuentran relativamente aislados [3]. Los estudiantes de posgrado en México, conocen mas lo que se hace en otros países que los trabajos relacionados que se desarrollan en su propio país.

Uno de los principales elementos tecnológicos y de investigación de las bibliotecas digitales, es el que se refiere al indexado y recuperación de la información contenida en éstas. Si bien se han propuesto varios algoritmos y estrategias para el indexado de información digital, principalmente para texto y más recientemente en imágenes, apenas se empieza a explorar el efecto sinérgico de integrar técnicas de indexado y recuperación de distintos medios que frecuentemente ofrecen información redundante y complementaria en bases de datos mixtas.

El objetivo principal de está investigación fue proponer una arquitectura y un ambiente que permita realizar en forma automática y eficiente, la captura, indexado y recuperación de información multimedia en una biblioteca digital de tesis de posgrado.

Para ello se construyó una biblioteca digital, se evaluaron algoritmos existentes para el indexado y recuperación de información y se desarrolló y evaluó un algoritmo para la alineación automática del texto de la tesis y los acetatos correspondientes.

El sistema desarrollado permite capturar, indexar y recuperar automáticamente información multimedia usando eventos y palabras claves. Como primera instancia se usaron palabras clave para alinear los acetatos con el documento de tesis y eventos para alinear el acetato con el audio y el video. Dicho prototipo permite al usuario realizar búsquedas sobre los acetatos de las presentaciones, dando como parámetros una fecha o palabras clave y en base a los resultados obtenidos, encontrar información más detallada sobre el tema visualizado los acetato, ofreciendo la opción de reproducir el audio o el video y presentando el segmento del documento de tesis que describe mas a detalle el acetato.

2. EL SISTEMA MIND (MIXED MEDIA NETWORKED DIGITAL LIBRARY)

Arquitectura del sistema MIND

La arquitectura de MIND está diseñada para una rápida implementación, facilidad de uso, bajo costo y para evolución futura en componentes, funciones y estándares.

MIND permite almacenar y recuperar documentos (imágenes, documentos PDF y HTML) y sincronizarlos con audio y video sobre Internet, poniéndolos a disposición de usuarios que cuenten con una computadora que contenga tarjeta de audio y bocinas, utilizando un visualizador de Web (Figura 1).

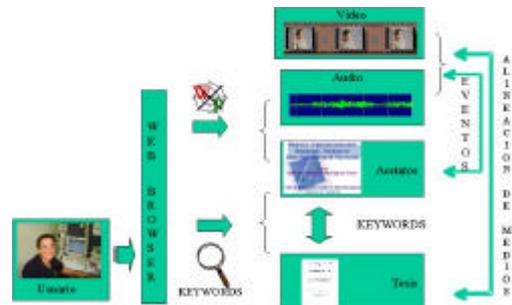


Figura 1. Arquitectura de MIND

Componentes del sistema MIND

MIND cuenta con cuatro procesos principales: captura, indexado, recuperación y visualización de medios. Cada uno de los componentes así como la relación entre ellos, se describe a continuación.

Captura: El procedimiento de captura de datos multimedia es por lo general laborioso y puede abrumar al usuario [4]. Una de las principales ventajas del sistema MIND sobre los sistemas que capturan multimedia es que automatiza el procedimiento de captura de audio, texto e imágenes, sin necesidad de personal calificado así como una labor de post-producción del audio. El video se captura automáticamente y el trabajo que se debe realizar para segmentarlo es mínimo y la conversión al formato deseado es semiautomática.

Para realizar la captura, MIND extiende la funcionalidad de dos sistemas desarrollados en CICESE:

- *WP*.- Un ambiente para el soporte de presentaciones a audiencias que se encuentren distribuidas geográficamente en el WWW [5]
- *SICREAP*.- Un sistema para la captura y recuperación de cursos electrónicos [6].

En el Sistema MIND a cada acetato le corresponde un archivo de audio y video de acuerdo a la explicación del ponente cuando se estaba proyectando el acetato al momento de la grabación, por lo tanto se necesita comunicar al servidor cuando el presentador ha cambiado de acetato (figura 2). Al recibir el servidor este mensaje inmediatamente se comunica con la aplicación del cliente, que se encarga de realizar las grabaciones del audio y almacenarlas en un directorio temporal. Como no es posible grabar archivos de audio y de video por separado en una sola máquina al mismo tiempo, el video es capturado en otra máquina y en forma continua, por lo que al terminar la grabación será necesario segmentar en forma manual el video, de acuerdo a la duración de los segmentos de audio. Al final de la sesión se envían al servidor que actúa como repositorio de la biblioteca digital todos los archivos de audio y video correspondientes a la presentación.

Además del audio y el video, MIND obtiene las direcciones de los acetatos utilizados durante la presentación cada vez que el presentador realiza un cambio de acetato. Al final de la presentación el servidor de presentaciones hace una revisión de

los acetatos utilizados y los indexa de acuerdo a las palabras relevantes que contienen.

Por último, la dirección de los documentos HTML de la presentación, los archivos de audio y video del presentador y la información general sobre la presentación, son almacenados en un directorio en el servidor de Web o repositorio de la biblioteca digital.

El sistema MIND proporciona también una interfaz, mediante la cual se captura la ficha bibliográfica de cada una de las tesis que se almacenarán en la biblioteca digital, para ello el administrador del sistema debe dar de alta la tesis, proporcionando los datos correspondientes a la misma tales como: nombre de la tesis, fecha, autor, director de tesis, institución, las palabras claves que identifican el contenido de esa tesis, las direcciones del repositorio donde se encuentran almacenados; el documento de tesis, los acetatos y el video. Estos datos serán de utilidad para llevar un control de las tesis existentes y para permitir acceso directo a una tesis en particular o alguno de los medios que la integran.

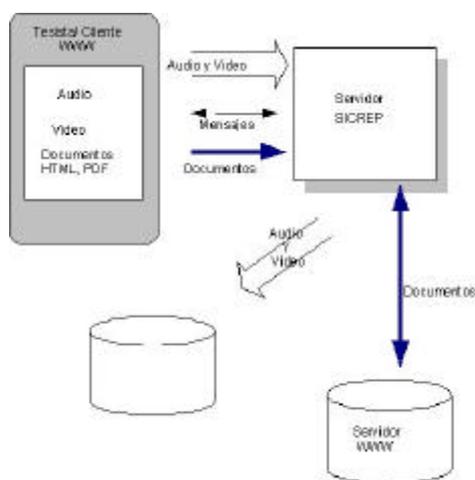


Figura 2. Arquitectura del sistema MIND para la captura de información

Indexado: Una componente determinante de la calidad de los servicios de una biblioteca digital, está constituida por los criterios utilizados para organizar la información almacenada en formato digital, por lo tanto una vez que se tiene toda la información, está se organiza de manera que el usuario pueda recuperarla fácilmente.

El indexado del audio se realiza al momento de estar grabando la presentación, este es un indexado por eventos, ya que como se mencionó anteriormente por cada acetato existirá un archivo de audio que le corresponde o en su caso mas de un archivo de audio si es que el presentador visitó ese acetato en mas de una ocasión. La información de correspondencia entre los archivos de audio y acetatos se almacena en un archivo en el servidor que está siendo utilizado como repositorio de la biblioteca digital. Este archivo contiene información general sobre la presentación, el número total de acetatos, la dirección donde se encuentran almacenados cada uno de ellos y los archivos de audio que les corresponden.

Para relacionar el video con el acetato no es necesario realizar un indexado adicional, es decir se puede aprovechar el indexado del audio para relacionar los segmentos de video con el acetato que les corresponde ya que lo único que varía es el nombre del video o mas específicamente la extensión del archivo que contiene el segmento de video almacenado.

Después de la captura, cada acetato es procesado para obtener de él las palabras relevantes que contiene. El procedimiento para realizar lo anterior se basa en el indexado automático de texto.

Los pasos realizados por el sistema MIND son los siguientes:
Análisis del acetato (archivo HTML).- Durante este proceso, se extrae el texto contenido en el archivo, para luego poder aplicar el indexado automático.

Aplicación del proceso de indexado automático de texto.- Al realizar este proceso se obtienen las palabras relevantes de cada uno de los acetatos y con ellas se crea un índice.

El proceso de indexado automático se aplica para cada uno de los acetatos (documento HTML), y las palabras extraídas se colocan en un índice invertido por palabras, de tal forma que una palabra puede tener uno o mas acetatos asociados a ella.

Para realizar el indexado de los archivos del documento de tesis, los cuales se encuentran en formato HTML se tomó como base el Script ICE que está basado también en el proceso de indexado automático. Este script fue desarrollado en 1993 en El Fraunhofer Institute en Dinamarca por Cristiane Neuss [7]. Se tomó ICE como base para realizar el indexado porque ofrece ventajas como: regresar ligas a las páginas que satisfacen los criterios de búsquedas, realiza búsquedas en múltiples directorios, permite realizar búsquedas booleanas; como está codificado en el lenguaje Perl puede operar en diferentes plataformas, bajo los sistemas operativos UNIX, Windows o Mac. Es un código libre, que puede ser utilizado y modificado.

Recuperación de Información: Una vez que se han generado los índices del audio, el video, los acetatos y el documento de tesis se puede recuperar la información fácilmente. MIND ofrece dos formas principales para tener acceso a la información:

La primera es realizando búsquedas en las fichas bibliográficas de las tesis, de esta forma el usuario recupera las fichas bibliográficas de las tesis que le interesen y desde la ficha bibliográfica, tiene un acceso directo al medio (audio, video, acetatos, documento) que el desee.

La segunda manera de tener acceso a la biblioteca digital es utilizando una interfaz más sofisticada la cual permite hacer uso de la alineación de medios para recuperar la información. Como se muestra en la Figura 3, esta interfaz permite visualizar la presentación completa o parte de ella, con audio, video y el texto original de la tesis. Además el usuario puede controlar el orden de la presentación, o pararla para explorar un tema con mayor detalle. Esta interfaz también permite al usuario construir una nueva presentación utilizando acetatos (y su correspondiente audio y video) de varias presentaciones.

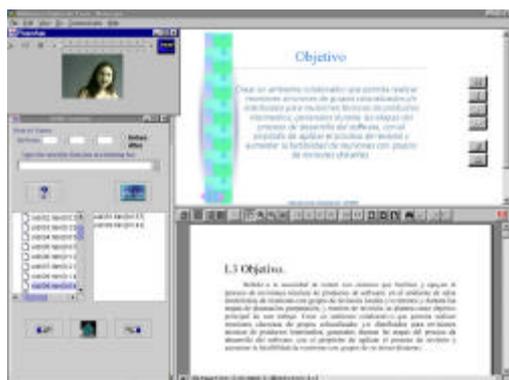


Figura 3. Interfaz del sistema MIND que permite la consulta y alineación automática de medios

Procedimiento a seguir en la recuperación de información multimedia

MIND realiza varias tareas que son transparentes al usuario para realizar la recuperación de la información. A continuación se describen dichas tareas:

- El usuario puede consultar la biblioteca digital utilizando un navegador de Web.
- El usuario formula su búsqueda mediante un applet.
- El applet envía la consulta al servidor de consultas.
- El servidor de consultas procesa dicha consulta.
- El servidor de consultas se conecta al servidor de Web que sirve como repositorio de la biblioteca digital para obtener el resultado de la búsqueda.
- El servidor de consultas regresa un listado de las presentaciones que pueden ser de interés para el usuario.
- El usuario revisa la información que se le ha mostrado, selecciona y reproduce los acetatos que son de su interés.

Al ser ejecutada esta acción por el usuario se inicia el applet reproductor el cual recupera y despliega el acetato correspondiente, así mismo carga y reproduce el audio o video asociado con él y en el panel inferior derecho (Figura 3) haciendo uso de la alineación de medios, despliega la parte del documento de tesis que da información más detallada sobre el acetato que se está visualizando.

A continuación se describen los tipos de consultas que se pueden realizar utilizando esta interfaz.

Tipo de consultas que ofrece la interfaz: En MIND se pueden realizar consultas en las presentaciones por fechas, por palabras claves o con una combinación de ambas.

Las consultas basadas en fecha permiten a los usuarios recuperar presentaciones que se realizaron antes o después de una fecha señalada.

Cuando se realiza una búsqueda basada en palabras clave, el usuario debe introducir palabras que indiquen el tema que desea consultar, para que el sistema realice la búsqueda entre las presentaciones almacenadas.

Así mismo, es posible hacer una combinación de los dos tipos de búsquedas, es decir proporcionando una fecha y palabras claves, esto aumenta la efectividad y acota la información en la

cual se debe realizar la búsqueda, aunque el tiempo de resolución de la consulta resulta mayor.

3. PRUEBAS Y RESULTADOS

Aplicar pruebas a un sistema es un proceso minucioso que se realiza con el propósito de encontrar errores y verificar que el sistema haga lo que se supone debe hacer. Existe un número de condiciones, las cuales deben reunirse en la ejecución de un software para que sea considerada como prueba.

1. *Un medio ambiente controlado/observado.* Esto es esencial en la prueba para poder reproducirla en cualquier otro momento.
2. *Entradas simples.* En las pruebas sólo se utiliza un ejemplo de todas las posibles entradas.
3. *Resultados parecidos.* Esto ofrece la ventaja de comparar los resultados esperados y los obtenidos.
4. *Resultados analizados.* Los resultados deben ser estudiados y procesados para interpretarlos y reportarlos.

A continuación describimos las métricas utilizadas para evaluar la recuperación de información en MIND, mediante la cual se alinean los acetatos de la defensa con los documentos de la tesis, así como las pruebas realizadas y los resultados obtenidos.

Métricas utilizadas

En los Sistemas de Recuperación de Información se evalúa por lo general la precisión del conjunto de documentos que se obtienen como respuesta a una consulta.

Considérese un ejemplo de una consulta C y un conjunto R de documentos relevantes. Sea |R| el número de documentos relevantes en este conjunto. Supóngase que el algoritmo que se está probando procesa la consulta C y genera como respuesta un conjunto A. Sea |A| el número de documentos en ese conjunto. Llámese entonces |Ra| al número de documentos en la intersección de los conjuntos R y A (Figura 4).



Figura 4. Precisión y Recuerdo

Las métricas Recuerdo y Precisión se definen de la siguiente manera [8]:

- *Recuerdo* es la fracción de documentos relevantes (conjunto R) que han sido recuperados:

$$\text{Recuerdo} = (|Ra|) / (|R|) \quad (1)$$
- *Precisión* es la fracción de documentos recuperados (conjunto A) los cuales son relevantes:

$$\text{Precisión} = (|Ra|) / (|A|) \quad (2)$$

Los documentos del conjunto A se ordenan y son presentados al usuario iniciando por el de mayor relevancia.

Pruebas realizadas

Para el caso del sistema MIND se aplicaron solamente *pruebas de precisión*, ya que se desconoce el número exacto de documentos relevantes para cada acetato y no se cuenta con los expertos (autores de la tesis) para definir dicho conjunto. En el caso bajo estudio se consideró de mayor importancia las pruebas de precisión porque el objetivo principal es encontrar el documento más relevante, y no obtener el total de documentos relevantes. Las pruebas realizadas tuvieron como objetivo determinar la precisión del algoritmo para recuperar documentos de una tesis recibiendo como entrada el texto de los acetatos de la presentación.

Para realizar estas pruebas se apoyó en un grupo de 5 estudiantes del área de computación de CICESE, a los cuales se les indicó una lista de tareas a realizar, y registrar los resultados obtenidos. Posteriormente esos datos se procesaron, se sacó una media aritmética de los resultados y con ello se obtuvo la evaluación del algoritmo.

Las tareas realizadas fueron las siguientes:

1. Visitar 10 acetatos de una presentación (los cuales fueron preseleccionados al azar).
2. Leer el acetato y entender el contenido del mismo.
3. Realizar una consulta utilizando el algoritmo de recuperación.
4. Revisar cada uno de los documentos que regresa el algoritmo.
5. Con los resultados obtenidos y de acuerdo a su criterio contestar un cuestionario el cual contenía 4 preguntas para cada acetato:
 - a) Número de documentos que regresó el algoritmo.
 - b) Lugar que ocupó el documento más relevante dentro del conjunto ordenado.
 - c) Lugar que ocupó el segundo documento más relevante.
 - d) Número de documentos relevantes recuperados.

Dado que la recuperación de información es dinámica, es decir para cada acetato que es visitado debe ejecutarse el algoritmo de recuperación para encontrar el documento que lo explique a detalle, se realizaron dos tipos de pruebas para evaluar la precisión como se muestra en la figura 5.

Prueba 1. Se dio como entrada en la interfaz de consulta el título del acetato y se utilizó el operador booleano AND, esta prueba fue aplicada en base a la suposición de que el título del acetato viene a ser como un resumen del contenido del mismo, además de que el título contiene pocas palabras, lo cual aumenta la velocidad de respuesta del algoritmo.

Prueba 2. Se utilizó el texto completo del acetato y el operador OR. La decisión de aplicar esta prueba fue en base a los resultados obtenidos al aplicar la prueba anterior, ya que había ocasiones que en el acetato se hacía referencia a temas que no estaban relacionados con el título y no eran considerados.

	AND	OR
Título del acetato	✓	X
Texto completo del acetato	X	✓

Figura 5. Parámetros de las pruebas realizadas

Discusión de resultados obtenidos

Prueba No. 1: En esta sección se presentan los resultados obtenidos, dando como parámetro de búsqueda el título del acetato y utilizando el operador AND.

Como resultado se tiene que el 70% de las veces el documento más relevante aparece en el primer lugar dentro del conjunto ordenado de documentos que regresa el algoritmo de recuperación, el 26% de las veces en segunda posición y el 4% en tercera posición como puede verse en la Figura 6. También se puede observar que con un máximo de tres documentos que regrese el algoritmo se puede obtener el documento más relevante, el cual es el objetivo principal de este algoritmo.

La figura 7 muestra la posición que ocupa el segundo documento más relevante dentro del conjunto recuperado. El cual si existe, aparece la mayor parte de las veces en la segunda posición o en la tercera, también puede observarse en la figura que el 68% de las veces regresa un segundo documento relevante (suma de las cinco primeras posiciones).

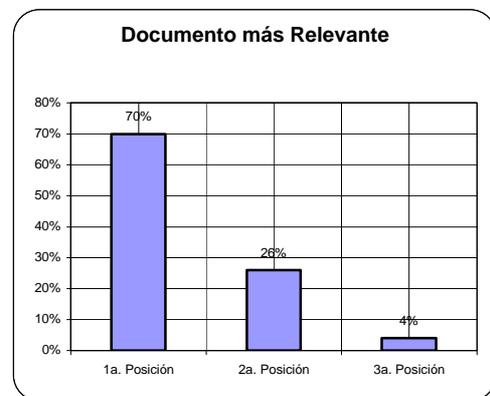


Figura 6. Lugar que ocupó el documento más relevante

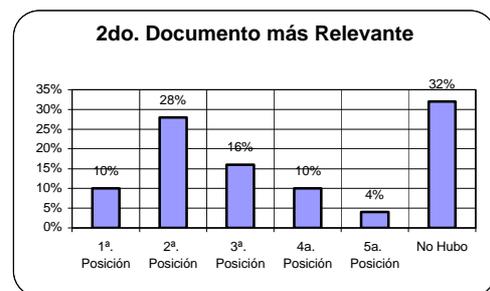


Figura 7. Lugar que ocupó la Segunda liga más relevante

Como resultado al ejecutar las 10 consultas se recuperaron 27 documentos de los cuales un promedio de 19.4 fueron relevantes por lo tanto utilizando estos parámetros para el algoritmo se logró una precisión del 72% como lo ilustra la figura 8.

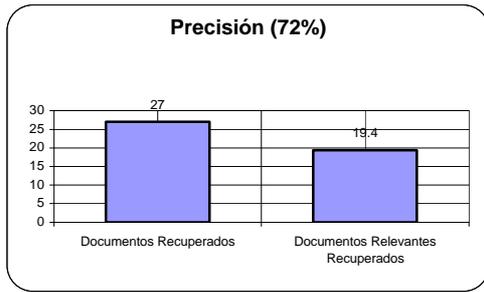


Figura 8. Precisión obtenida con el operador AND

Prueba No. 2: La figura 9 muestra la posición que ocupó el documento más relevante dentro del conjunto de documentos recuperados, al dar como parámetros de entrada el contenido total del acetato al algoritmo de recuperación utilizando el operador OR. Como puede observarse el 84% de las veces el documento ocupó la primera posición y en porcentajes menos importantes la segunda, tercera o cuarta posición.

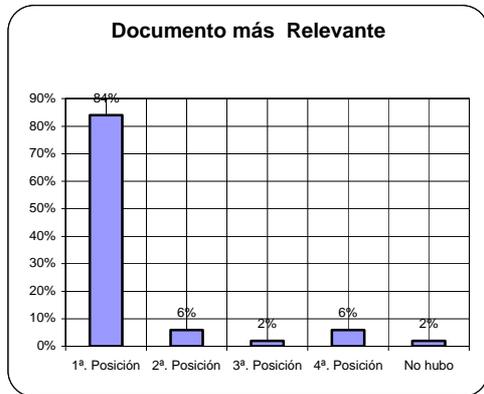


Figura 9. Liga más relevante usando OR

En la figura 10 se observa que en los casos que exista un segundo documento que es relevante este aparece el 56% de las veces en la segunda posición dentro del conjunto de documentos obtenidos y un 14% en la tercera posición.

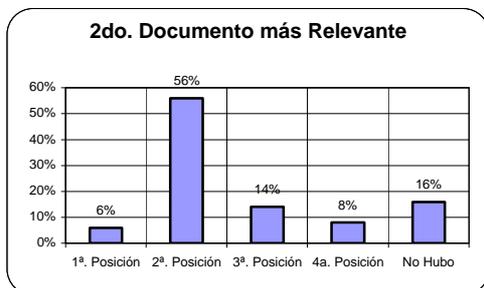


Figura 10. Segunda Liga más relevante usando OR

La figura 11 indica que ejecutando el algoritmo con estos parámetros regresa un total de 40 documentos de estos, 31 de ellos fueron relevantes, por lo tanto la precisión es del 78%.

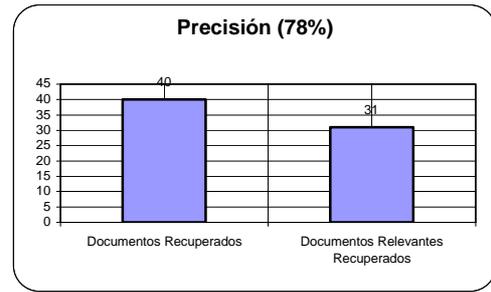


Figura 11. Precisión usando el operador OR

Recomendaciones

Como el objetivo principal del algoritmo es recuperar el documento más relevante o que contenga información que describa más a detalle un acetato, se recomienda utilizar la segunda opción, es decir dar como parámetros de entrada para el algoritmo el texto completo del acetato utilizando el operador OR, ya que ofrece un 6% más de precisión que el primero, además de que es 14% más preciso para presentar el documento más relevante en la primera posición y 28% para presentar el segundo más relevante en la segunda posición. Así mismo se recomienda visualizar automáticamente el documento que aparece en la primera posición como descripción del acetato que está siendo visualizado y opcionalmente desplegar un documento HTML que contenga ligas a los documentos que ocupen las cuatro primeras posiciones, por si el usuario desea obtener más información relacionada con el acetato.

4. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Se presentó una descripción del trabajo realizado el cual consistió en diseñar una arquitectura y un ambiente para crear y consultar una biblioteca digital multimedia de tesis de posgrado, la cual puede ser consultada a través de Internet, permitiendo a los usuarios manipular la información de acuerdo a sus necesidades.

Para finalizar se presentan las principales aportaciones y se dan recomendaciones para trabajo futuro.

Aportaciones

- Se desarrolló un ambiente que permite la alineación automática de información multimedia.
- Se evaluaron alternativas para la alineación de medios en la biblioteca digital multimedia de tesis de posgrado desarrollada en CICESE. La técnica propuesta permite asociar un acetato de la tesis con el texto de la misma con una precisión del 78%
- Se creó una Biblioteca Digital Multimedia de Tesis de Posgrado que ofrece las siguientes ventajas:
 - Realiza la alineación automática entre los acetatos, el audio, video y el documento de tesis.
 - Puede ser accesada a través de un navegador WWW
 - La información puede ser manipulada de acuerdo a las necesidades de cada usuario.
 - Permite realizar búsquedas por palabras claves, fechas o utilizando la ficha bibliográfica de la tesis.

Trabajo futuro

Algunos puntos que pueden considerarse para mejorar los servicios que ofrece este prototipo de biblioteca digital son descritos a continuación.

- Agregar un módulo para que realice la captura y segmentación automática de video, así como automatizar la conversión de texto al formato correspondiente.
- Ofrecer una interfaz de usuario que permita realizar consultas usando lenguaje natural escrito y hablado.
- Realizar el indexado y recuperación de información que no textual basada en contenido.
- Agregar perfiles de usuario y medios de comunicación que permitan a los visitantes de la biblioteca digital comunicarse entre sí.
- Incorporar a MIND la funcionalidad de QBICAT [9], un sistema desarrollado en CICESE que permite el indexado de imágenes por contenido y texto asociado para realizar búsquedas utilizando palabras clave y/o imágenes dibujadas por el usuario.

5. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el financiamiento del CONACYT para la realización del presente trabajo (proyecto No. 2972A)

6. REFERENCIAS

- [1] **Lesk, M.**, *Practical Digital Libraries: Books, bytes and bucks*. Morgan Kaufmann Publishers, 1997 San Francisco, Calif.
- [2] **Marchioni, G.** y **H. Maurer**, "The roles of Digital Libraries in Teaching and Learning". *CACM*, Vol. 38, No. 4, 1995. pp 67-75.
- [3] **INEGI**, Plan Nacional de Informática 1995-2000 México.
- [4] **Abowd G., J. Brotherton,** y **J. Bhalodia**, Classroom 2000: A system for capturing and accessing multimedia classroom experiences, *ACM CHI'98*, 1998. Demonstration paper.
- [5] **Aguilar J.A., J. Favela, E. Pastor y J.A. García**, An environment for supporting interactive presentations to distributed audiences over the World-Wide-Web". *Proc. of the 3d. Intl. Workshop on Groupware*, Madrid, España, Oct. 1997, pp. 61-70.
- [6] **Garcilazo, J.**, SICREAP "Sistema para la captura y recuperación de cursos electrónicos"., Tesis de maestría. CICESE, 1997.
- [7] **Weil B.** y **C. Baron**, *Drag and Drop CGI*, Addison-Wesley Pub Co, 1997.
- [8] **Baeza R.** y **R. Neto**, *Modern Information Retrieval*. Ed. Addison Wesley, 1999.
- [9] **Favela, J.** y **V. Meza**, Image-retrieval agent: integrating image content and text. *IEEE Intelligent Systems*. Vol. 14, No. 5, pp. 36-40.