

**CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION
SUPERIOR DE ENSENADA**

**DIVISION DE FISICA APLICADA
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION**

**CAPTURA Y RECUPERACION DE PRESENTACIONES
MULTIMEDIA**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

JUAN FRANCISCO GARCILAZO ORTIZ

Ensenada, Baja California, México, Octubre de 1998

BIBLIOTECA
C I C E S E

**CENTRO DE INVESTIGACION CIENTIFICA Y DE EDUCACION
SUPERIOR DE ENSENADA**

**DIVISION DE FISICA APLICADA
DEPARTAMENTO DE ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES
POSGRADO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACION**

**CAPTURA Y RECUPERACION DE PRESENTACIONES
MULTIMEDIA**

TESIS

que para cubrir parcialmente los requisitos necesarios para obtener el grado de
MAESTRO EN CIENCIAS presenta:

JUAN FRANCISCO GARCILAZO ORTIZ

Ensenada, Baja California, México, Octubre de 1998

RESUMEN de la Tesis de **JUAN FRANCISCO GARCILAZO ORTIZ**, presentada como requisito parcial, para la obtención del grado de **MAESTRO EN CIENCIAS en CIENCIAS DE LA COMPUTACION**. Ensenada, Baja California, México. Octubre de 1998.

CAPTURA Y RECUPERACION DE PRESENTACIONES MULTIMEDIA.

Resumen aprobado por:

Gracias a los avances tecnológicos en la actualidad el uso de la multimedia ha crecido notablemente, ahora es posible que un gran número de personas realicen videoconferencias, telepresentaciones, clases a distancia, etc., en muchas de estas interacciones, elementos como el audio y el video han sido utilizados como medios de comunicación síncrono, desperdiciando la información de éstos al no ser almacenados. Sin embargo, han surgido sistemas multimedios en muchas áreas que tienen estos tipos de datos como fuente de información.

En la educación se han utilizado los sistemas multimedios para difundir el conocimiento más allá de las barreras físicas, de escuelas, bibliotecas, etc. El poder acceder cursos electrónicos se ha vuelto común y una gran cantidad de profesores tienen sus cursos disponibles en el Web incluyendo generalmente texto e imágenes. Recientemente se han desarrollado sistemas multimedios para la captura y recuperación de cursos electrónicos, realizando la integración de diversos medios. En este trabajo se realizó un análisis de algunos de estos sistemas mostrando sus ventajas y desventajas. Debido a estas últimas surge la necesidad de desarrollar un sistema que incluya nuevas características de las que sistemas de su tipo carecen.

En este trabajo se presenta el análisis, diseño e implementación de un sistema para la captura y recuperación de presentaciones multimedia, que incluye información auditiva y textual del presentador hacia la audiencia. El sistema fue realizado en el lenguaje de programación JAVA y es accesado usando un visualizador de Web, lo que permite su uso en diferentes plataformas de hardware. El sistema cuenta con un procedimiento de captura que es automático, sencillo y adecuado. El indexado de la sesión se realiza en base a eventos ocurridos en ésta, relacionando los diferentes datos que se manejan (audio y texto). También se implementaron mecanismos para una apropiada recuperación de la información así como de su visualización y posterior reproducción del audio sincronizado con el acetato correspondiente.

Palabras clave: Multimedia, Presentaciones, Recuperación de Información.

ABSTRACT of the Thesis of **JUAN FRANCISCO GARCILAZO ORTIZ**, presented as partial requirement to obtain the **MASTER IN SCIENCE** degree in **COMPUTER SCIENCE**. Ensenada, Baja California, México. October 1998.

CAPTURE AND RETRIEVAL OF MULTIMEDIA PRESENTATIONS.

ABSTRACT

With the technological advances at the present time the use of the multimedia has grown notably, today is possible that a great number of people are involved in videoconferences, telepresentations, classes to distance, etc., in many of these interactions, elements like the audio and the video has been used like synchronous means of communication, but most of the information is wasted because it isn't stored. However, multimedia systems have arisen in many areas that use these type of multimedia data like source of information.

In the education the multimedia systems have been used in order to diffuse the knowledge beyond the physical barriers, of schools, libraries, etc. The accessing of electronic courses has become common and many teachers has their courses available in the Web those including in general text and images. Recently multimedia systems have been developed for the capture and retrieval of electronic courses, using multimedia data. In this work an analysis of some of these systems is carried out to show their advantages and disadvantages. Due to these the necessity of developing a new system with new characteristic that similar systems arises.

This work presents the analysis, design and implementation of a system for the capture and retrieval of multimedia presentations that includes audio and textual information of a speaker to an audience. The system was developed in JAVA and it is accessed using a browser, this allows it to be used in several platforms of hardware. The system has a procedure of capture that is automatic, simple and appropriate. The session indexing is developed based on events happening during the session, making a relation between the audio, slides and the text associated to the presentation. Mechanisms for an appropriate retrieval of the information are also implemented, allowing the visualization of the information and the reproduction synchronizing the audio with the corresponding slide.

Keywords: Multimedia, Presentations, Information Retrieval.

Dedicatorias

A mis padres, por todo el cariño y fe que siempre me han tenido "Los quiero mucho"

A todos mis hermanos por su apoyo, y en especial a Oscar, por la inapreciable compañía que me brindo estos dos años "Gracias hermano!!!"

A Pili, por su gran amor que me impulsó día con día a alcanzar esta meta "Te amo Pili"

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a mi director de Tesis M.C Josefina Rodríguez Jacobo, por la paciencia y fe que siempre tuvo en mi. Gracias

A el Dr. Jesús Favela Vara, por todo el tiempo que me dedico en darme excelentes ideas para enriquecer mi trabajo.

Al Dr. Josué Alvarez Borrego, por sus consejos y el tiempo tan valioso que le dedico a mi trabajo. Es usted una gran persona!!!

A mis amigos los Web Ones, por su compañía en los momentos que nunca olvidare y que hicieron sentirme como en mi casa. Gracias Compas!!!!

A mis compañeros del primer año de la maestría, Alnoldo, Carro, Zapatilla (Paisa...). Estuvo "chilo" ese año.

A mis compañeras, Marcela, Diana, Gabriela, Mary, Urania, Edelmira, Tere, Vicky, Carmen, Idalia y Lily.

A mis amigos Eduardo y Orlando por ayudarme en las pruebas del sistema

A todo el personal de CICESE que se portó excelentemente a todas las peticiones que tuve.

Al Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN	
I.1 Antecedentes	1
I.2 Planteamiento del problema	2
I.3 Objetivo	4
I.4 Organización de la tesis	5
II. SISTEMAS MULTIMEDIOS EN LA EDUCACIÓN	7
II.1 Multimedia	7
II.2 Indexado y recuperación multimedia	8
II.3 Sistemas multimedia	10
II.3.1 Sistemas multimedia en la educación	12
II.4 Telepresentaciones	13
II.4.1 Elementos de una telepresentación	13
II.4.2 Implicaciones técnicas y sociales en los elementos de una presentación	14
II.4.2.1 Acetatos	14
II.4.2.2 Audio	15
II.5 Sistemas multimedia para la captura y recuperación de presentaciones	16
II.6 Aspectos de uso del Web en la educación a distancia	16
III. SISTEMAS DE CAPTURA Y RECUPERACIÓN DE PRESENTACIONES.	18
III.1 Captura	19
III.2 Indexado	21
III.2.1 Proceso de indexado automático de texto	21
III.2.2 Indexado y recuperación de información del audio	22
III.3 Sistemas de captura almacenamiento y transmisión de cursos electrónicos	25
III.3.1 gwTTS – grounds wide Tele-Tutoring System	26
III.3.2 MANIC: Multimedia Asynchronous Networked Individualized Courseware	29
III.3.3 Classroom 2000	31
III.3.3.1 Pre-producción	31
III.3.3.2 Fase de Captura	32
III.3.3.3 Integración	33
III.3.3.4 Acceso y motivación	33
III.4 Motivación y características del sistema a desarrollar	34
IV. SICREP: SISTEMA PARA LA CAPTURA Y RECUPERACIÓN DE PRESENTACIONES	37
IV.1 Web Presenter (WP)	37
IV.2 Arquitectura del sistema SICREP	38
IV.3 Conexión entre el WP y SICREP	40
IV.4 Etapas del sistema SICREP	41
IV.4.1 Captura	42
IV.4.1.1 Captura de información general sobre la presentación	42
IV.4.1.2 Captura de audio y texto	44

CONTENIDO (Continuación)

	Página
IV.4.2 Indexado	46
IV.4.2.1 Indexado del audio	46
IV.4.2.2 Indexado del contenido de los acetatos	48
IV.4.3 Recuperación	49
IV.4.3.1 Procedimiento a seguir en la recuperación de la información	50
IV.4.4 Tipos de consultas en SICREP	52
IV.4.4.1 Consultas por fecha	52
IV.4.4.2 Consultas por palabras clave	52
IV.4.4.3 Consultas por tipo de sesión	53
IV.4.5 Presentación de la información	54
IV.4.5.1 Visualización de las presentaciones	54
V. PRUEBAS Y RESULTADOS	56
V.1 Pruebas	56
V.1.1 Diseño de las pruebas de aceptación del sistema SICREP	56
V.1.1.1 Pruebas de usabilidad	57
V.1.1.2 Pruebas de funcionalidad	57
V.1.2 Población de usuarios	59
V.1.3 Entrenamiento de los usuarios	59
V.1.4 Principales características de la interfaz de recuperación	59
V.1.5 Descripción de las clases y presentaciones grabadas	61
V.1.5.1 Clases grabadas	62
V.1.5.2 Ensayos de defensa de tesis grabados	63
V.1.6 Pruebas realizadas a la recuperación de la información	63
V.2 Resultados	64
V.2.1 Resultados obtenidos de la evaluación realizada en la captura	65
V.2.1.1 Manejo de los archivos de audio en el subsistema de captura	65
V.2.1.2 Espacio requerido para el almacenamiento	67
V.2.1.3 Influencia de la captura en la sesión	67
V.2.1.4 Influencia de los dispositivos empleados en el desarrollo de la Sesión	69
V.2.2 Resultados obtenidos en la evaluación realizada a la recuperación	69
V.2.2.1 Instalación de las librerías al visualizador de Web	70
V.2.2.2 Tiempo de respuesta del sistema	70
V.2.2.3 Calidad del audio	71
V.2.2.4 Preferencia en los criterios de evaluación	71
V.2.2.5 Comentarios generales de los usuarios	72
VI CONCLUSIONES APORTACIONES Y TRABAJO FUTURO	74
VI.1.1 Conclusiones	74
VI.1.2 Aportaciones	76
VI.1.3 Trabajo futuro	77
LITERATURA CITADA	79

CONTENIDO (Continuación)

Página

APENDICES:

A. Tabla comparativa de algunos formatos de compresión de audio.	83
B. Cuestionario para evaluar el procedimiento de captura en SICREP	84
C. Cuestionario para evaluar el procedimiento de recuperación en SICREP	85
D. Análisis del sistema SICREP	87
D.1 Introducción	87
D.2 Alcance del sistema	87
D.3 Requerimientos	88
D.4 Perspectiva del sistema	90
D.5 Entradas y salidas	90
D.6 Contexto de uso de la aplicación	90
D.7 Características del usuario	91
D.8 Restricciones de acceso y seguridad	91
D.9 Modelo de objetos	91
D.9.1 Relaciones y asociaciones	91
D.9.2 Diccionario de datos	92
D.9.3 Atributos identificados	93
D.10 Modelo dinámico	94
D.10.2 Captura y almacenamiento	94
D.10.2 Recuperación	95
E. Diseño del sistema SICREP	98
E.1 Hardware y Software	98
E.2 Arquitectura del sistema	99
E.3 Almacenamiento de datos	100
E.3.1 Sistema de archivos	100
E.4 Estructura de datos a utilizar	101
E.4.1 Sesión	101
E.5 Diseño de objetos	101
E.5.1 Clases	101
E.5.2 Métodos y atributos de las clases	103
F. Manual de usuario del sistema SICREP	104
F.1 Captura de una sesión	104
F.2 Recuperación de la información	106
F.2.1 Búsqueda de información	106
F.2.2 Visualización de la información	107
F.2.3 Reproducción	108
F.2.4 Ejecutar acciones	109

FECHA DE INGRESO

MAR 24 1999

BIBLIOTECA CICESE

LISTA DE FIGURAS

<u>Figura</u>		<u>Página</u>
1	Sistema sencillo de reconocimiento de voz	24
2	Pantalla del Electronic Office Hours	26
3	Pantalla del sistema MANIC	29
4	Pizarrón electrónico ZenPad	32
5	Ejemplos de interfaces del sistema Classroom 2000	34
6	Vista conceptual de la arquitectura del ambiente WP	38
7	Vista general de la arquitectura del sistema SICREP	39
8	Interacción entre los sistemas WP y SICREP	41
9	Esquema del procedimiento de captura de la información general sobre la presentación	43
10	Esquema de la captura del audio y texto	44
11	Vista general de las conexiones existentes entre los acetatos, archivos de audio e información general de la presentación	47
12	Índice invertido relacionando las palabras clave con los documentos en que se encuentran	49
13	Vista general del procedimiento de recuperación de la información	51
14	Ejemplo de una consulta realizado por palabras clave	53
15	Interfaz de SICREP para la consulta de acetatos	61
16	Interfaz para el control de la reproducción del audio	60
17	Modelo de objetos de SICREP	92
18	Diagrama de escenario para el almacenamiento de las presentaciones	95
19	Diagrama de escenario para la recuperación de una o más presentaciones	96
20	Diagrama de estados para la clase almacenamiento	97
21	Diagrama de estados para la clase recuperación	97
22	Descomposición del sistema SICREP en subsistemas	100
23	Modelo de objetos del diseño de SICREP	102
24	Applet que controla la grabación de la sesión	105
25	Interfaz para introducir al sistema los datos de la sesión	105
26	Tipos de búsquedas en SICREP	107
27	Visualización del contenido de las sesiones	108
28	Áreas de despliegue de la información recuperada (izquierda) e información a reproducir (derecha)	109
29	Interfaz que controla la reproducción del audio	109

LISTA DE TABLAS

<u>Tabla</u>		<u>Página</u>
I	Descripción de las clases capturadas del curso Sistemas Colaborativos	62
II	Descripción de las clases capturadas del curso Ingeniería y Metodología del Software	62
III	Defensas de tesis capturadas	63
IV	Preferencias de los usuarios a realizar las búsquedas	72
V	Entradas y salidas	90
VI	Atributos identificados para cada clase	93
VII	Requisitos mínimos de hardware y software para el sistema SICREP	98
VIII	Atributos y métodos identificados para cada clase	103
IX	Relación de los botones gráficos de la interfaz de recuperación	110

Captura y Recuperación de Presentaciones Multimedia

Capítulo I. Introducción

I.1 Antecedentes

El texto ha sido la principal forma de representar la información en computación. Sin embargo, gracias al surgimiento de nuevas tecnologías como redes de comunicación de alta velocidad, la posibilidad de almacenar grandes cantidades de información, equipo para la obtención de información de diversos medios entre otras, se ha permitido un mayor manejo de datos no textuales en muchas aplicaciones. Este tipo de datos incluyen entre otros, el video, audio, imágenes y gráficas, que al ser utilizados conjuntamente son llamados datos multimedios. Con la llegada de Internet se han abiertos muchas posibilidades para poder acceder de forma remota la información e interactuar con elementos multimedios.

Se han realizado diversos trabajos de investigación para crear nuevas tecnologías que hacen eficiente el almacenamiento, difusión y procesamientos de datos multimedios. Las técnicas de compresión de datos multimedios han ayudado a reducir su costo de almacenamiento. El contar con un ancho de banda amplio en las redes de comunicaciones es un requerimiento básico para poder transmitir datos multimedios [Guojun, 1996], por lo que se han realizado investigaciones sobre medios físicos y protocolos de comunicación que ayuden a la transmisión de grandes cantidades de información.

El audio, video y las imágenes son utilizados en diversas aplicaciones para proveer comunicación verbal y visual en interacciones entre personas, donde éstas no se encuentran

en una misma localidad, como por ejemplo las videoconferencias, clases a distancia, etc. En los últimos años la multimedia ha tenido mucho uso como fuente de información. En algunas aplicaciones resulta más útil almacenar y luego recuperar el audio, video y texto de interacciones entre personas; que utilizarlos como un medio síncrono de comunicación [Hindus, 1992]. Existen métodos manuales y automáticos para realizar el almacenamiento y posterior recuperación de datos multimedios, los primeros por lo regular son caros y consumen muchos recursos, por otro lado los métodos automáticos utilizan algoritmos y diversas técnicas para dar estructura a datos multimedios mediante el análisis de su contenido, por ejemplo en el caso del video se crea un índice de escenas que contengan objetos en común, de esta forma se pueden realizar búsquedas por presencia de objetos en el video.

Los sistemas multimedios se encuentran en una gran diversidad de áreas: educativa, entretenimiento, recuperación de información, trabajo cooperativo, etc. En la educación se han desarrollado diversos sistemas multimedios para la elaboración captura y recuperación de cursos electrónicos, la creación de bibliotecas digitales, etc., de esta forma han surgido tecnologías que serán utilizadas en la creación de universidades virtuales, donde alumnos y maestros puedan interactuar eficientemente sin estar físicamente en contacto.

I.2 Planteamiento del problema

Recientemente se han implementado sistemas tutoriales de enseñanza por computadora, los cuales ofrecen ciertas ventajas sobre los libros al utilizar tecnologías multimedia, que ofrecen variedad en la presentación de la información (audio, video,

gráficas y texto). Sistemas de teleconferencia y videoconferencia se han desarrollado para realizar presentaciones a distancia, se enfocan a impartir cursos de actualización a trabajadores, clases a estudiantes, etc. Actualmente existen sistemas de teleconferencia basados en audio/video, aunque no necesariamente sobre una computadora, a veces referidos como videoconferencia de sala, con enlaces satelitales como canal de comunicación medular, permitiendo, de alguna manera, la enseñanza a distancia. Estos sistemas tienen la desventaja de ser unidireccionales y que los estudiantes tengan que utilizar otros medios de comunicación, como el fax y el teléfono, para hacer réplicas, preguntas o comentarios al expositor, por lo que son poco interactivos. Pero el hecho de apoyarse en tecnologías de audio/video permite a los estudiantes obtener información visual y auditiva del experto aunque se encuentren geográficamente distribuidos.

Este medio de comunicación, por enlace satelital, es caro. Una solución a estos problemas es el uso de computadoras conectadas a la red mundial Internet, la cual, como medio de comunicación, es mucho más económica, haciéndola más accesible a costa de menor ancho banda para la transmisión.

Avances en la tecnología de cómputo tales como, procesadores más veloces y mejores esquemas de compresión de datos han hecho posible integrar audio y video en ambientes computacionales, por lo que en el CICESE surgió la inquietud de implementar un sistema mediante el cual se pudiese crear un ambiente adecuado para la realización de presentaciones, las cuales sean provistas de los elementos fundamentales para la buena comunicación entre el instructor y el alumno. También se consideró una restricción de costo con respecto a los sistemas de videoconferencias que utilizan enlaces satelitales. De

aquí surgió el sistema Web Presenter (WP) [Aguilar, 1997], *ambiente para presentaciones interactivas sobre Internet a audiencias distribuidas*, el cuál formó parte de una tesis de maestría, y ha sido usado para impartir diversos cursos a distancia en el departamento de ciencias computacionales de CICESE.

A pesar del éxito del WP, toda la información generada en las clases usando este sistema se perdía al termino de la misma, investigaciones revelan que gran parte del aprendizaje es controlado por el estudiante [Marchionini y Maurer, 1995], éste realiza investigaciones, búsquedas de información en bibliotecas, etc. Para realizar esto se apoya en lo que se ha enseñado en clase así como en notas de clase que frecuentemente son empleadas como guías de estudio [Kiewra, 1985]. Por otro lado, contar con notas, y poder repasar el contenido de la clase refuerza el recuerdo de los estudiantes [Kiewra, 1991]. Es por este motivo que surge la necesidad de almacenar las interacciones que se generan durante las clases, dando al alumno la posibilidad de revisarlas posteriormente. La información que se almacene podrá estar en una gran variedad de formas, como el video, audio, texto libre, etc, por lo tanto hay que considerar la aplicación de técnicas apropiadas de indexado y recuperación de información para darle un adecuado almacenamiento.

I.3 Objetivo

El principal objetivo de esta tesis es el diseño e implementación de un sistema, que permita la captura y recuperación de sesiones educativas que involucren audio del presentador y su material expuesto.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar un adecuado indexado de la información almacenada.
- Captura de la comunicación verbal del presentador así como la información textual referente a la presentación.
- Realización de un diseño modular para la estructura de la información, que pueda ser posteriormente ampliado.
- Formulación de consultas de diferentes tipos para recuperar información relevante sobre el contenido de las presentaciones.
- Sincronización de los distintos medios usados, al momento de realizar la reproducción de la presentación.

I.4 Organización de la tesis

Hasta ahora hemos descrito brevemente la aparición de los sistemas multimedia y su aplicación en diversas áreas, también mencionamos lo difícil que es procesar información en medios como el audio, video, imágenes, etc. Hemos contemplado la aplicación de estos en la educación, con la creación de herramientas para facilitar las presentaciones a distancia y poder almacenar las interacciones que surjan en éstas. Para satisfacer estas necesidades es necesario sistemas que puedan realizar la captura y recuperación de presentaciones en las que se involucren datos multimedia.

El capítulo II describe algunos conceptos referentes a los sistemas multimedia, las técnicas de procesamiento de video, audio, imágenes y texto libre, además se discute la aplicación de estos en la educación, terminando con una discusión sobre lo apropiado que es el Web para esta tarea. En el capítulo III se describe los procesos que los sistemas de

captura y recuperación de presentaciones multimediales utilizan. Se dan algunos ejemplos de este tipo de sistemas, finalizando con las características del propuesto en este trabajo. En el capítulo IV se presenta la arquitectura del sistema SICREP (Sistema para la Captura y Recuperación de Presentaciones). El capítulo V describe las pruebas realizadas a SICREP y los resultados obtenidos. Finalmente en el capítulo VI se presentan las conclusiones del trabajo de tesis y algunas recomendaciones para trabajos futuros.

Se presentan también cuatro apéndices. El apéndice A es una tabla comparativa de algunos de los formatos existentes para la codificación del audio. Los apéndices B y C muestran los cuestionarios empleados para evaluar el sistema SICREP. Por último los apéndices D, E y F son el análisis, el diseño y el manual de usuario de SICREP.

Capítulo II. Sistemas multimedia en la educación

El proceso de aprendizaje ha evolucionado mucho con la llegada de las computadoras y aún más con la aparición de Internet y los sistemas multimedia facilitando la interacción entre el alumno y el maestro en ambientes de educación a distancia, entre otros.

II.1 Multimedia

Antes de dar la definición de multimedia, discutiremos el término medios. *Medios* se refiere a los tipos de información o tipos de transportes de información [Guojun, 1996]. Existen diversas maneras para clasificar los medios. Las clasificaciones más comunes están basadas en formatos físicos y relaciones entre los medios y el tiempo. En nuestro caso clasificaremos los medios basados en su dimensión de tiempo. Bajo esta clasificación hay dos clases de medios: *estáticos* y *dinámicos* (o continuo en tiempo).

Los *medios estáticos* no tienen dimensión de tiempo y su contenido y manejo no varía con el tiempo. Los medios estáticos incluyen datos alfanuméricos, gráficas e imágenes.

Los *medios dinámicos*, a diferencia de los anteriores, si tienen dimensión de tiempo y su manejo depende de la calidad con que son presentados. Los medios dinámicos incluyen animación, audio y vídeo. Estos medios tienen una velocidad de transmisión intrínseca. Por ejemplo, para poder percibir el movimiento, el vídeo debe ser desplegado a 25 cuadros por segundo. Similarmente, ocurre con el audio, cuando éste es reproducido continuamente a una misma velocidad para que no sufra distorsiones que impidan su buen

entendimiento. Los medios anteriores deben ser reproducidos continuamente y a una cierta velocidad es por ello que por lo regular son llamados *medios continuos*.

El término multimedia es definido en una gran variedad de formas dependiendo del área de aplicación. Algunas personas ven a la multimedia como un esfuerzo de combinar medios estáticos y dinámicos para brindar una información más rica al usuario. Al término multimedia también se le definen como la unión entre la computadora y la televisión. En esta tesis se considerará una definición que se encuentra en los contextos del manejo de información digital [Fluckiger, 1995].

“El campo relacionado con la integración- controlada por computadora- de texto, gráficas, video estático y dinámico, sonido y cualquier otro medio donde cada tipo de información puede ser representado, almacenado y procesado digitalmente.”

II.2 Indexado y recuperación multimedia

Se han reportado diversos trabajos sobre el indexado y recuperación multimedia, estas dependen del tipo de medio. A continuación daremos una panorámica de las principales técnicas usadas en el indexado y recuperación de: imágenes, texto libre, video y audio.

Los primeros trabajos de recuperación de imágenes basada en su contenido han tomado dos direcciones [Grosky y Mehrotra, 1989; Jain, 1993; Narasimhalu, 1995]. En el primero los contenidos de las imágenes son modelados como un conjunto de atributos extraídos manualmente y manipulados con sistemas manejadores de bases de datos

convencionales. Las consultas son realizadas usando estos atributos. La representación de las imágenes basadas en los atributos implica un alto nivel de abstracción de éstas.

En la segunda alternativa se depende de un sistema encargado de la extracción automática de atributos para luego insertar la imagen con sus atributos a la base de datos.

El indexado de documentos de texto comúnmente es realizado basándose en palabras clave contenidas en ellos, algunas veces complementadas con información relacionada, que describen el contenido del documento. Las peticiones o consultas hechas por los usuarios del sistema de recuperación están formadas por un conjunto de palabras clave que expresan sus necesidades de información. El sistema toma estas palabras y recupera de la colección todos aquellos documentos semejantes a la consulta hecha por el usuario.

El video consiste en un número de imágenes tomadas a cierta velocidad, las cuales describen un conjunto de escenas, por lo que sería inadecuado procesar individualmente cada imagen. Afortunadamente el video puede ser dividido en segmentos. Estos son un conjunto de imágenes que tienen características similares, como la descripción de una misma escena, la presencia de un objeto o persona, etc.

Diversas técnicas son usadas para la detección de los segmentos en el video, algunas de éstas detectan los cambios de cámaras para encontrar la transición entre dos segmentos. Métodos más complejos se han propuesto para detectar diferencias entre las imágenes que componen un video [Nagasaka y Tanaka, 1991; Zhang , 1993].

Después de tener segmentado el video, el paso siguiente es indexar cada uno, de tal forma que la recuperación sea rápida. La manera más común de crear el índice es usar una

imagen que represente al segmento de video al cual pertenece, ésta debe ser escogida de tal manera que contenga los atributos que puedan describir al segmento de video. Otra forma de indexar los segmentos es usar una descripción textual, un segmento de video normalmente corresponde a algún evento que puede ser descrito usando texto libre y algunos atributos fijos.

El audio es manejado al igual que el video por segmentos, pero a diferencia de éste no se han publicado muchos trabajos sobre el indexado en base a su contenido; a pesar de esto, existen algunos grupos que se han enfocado en esta problemática. Por un lado se han enfocado en el análisis de las propiedades físicas del audio, longitud de onda, frecuencia, para obtener patrones e ir realizando el indexado [Pfeiffer, *et al.*, 1996]. También se han utilizado algoritmos para el reconocimiento de voz y procesamiento de lenguaje natural para el indexado del audio [Brown, 1995]. Una más de las tendencias es tratar de convertir el audio a texto para luego ser tratado como tal.

Recientemente se ha comenzado a integrar técnicas de indexado y recuperación de distintos tipos de información en bases de datos multimedios [CALD, 1998]. En el CICESE, por ejemplo, se desarrolló un trabajo enfocado a utilizar técnicas de indexado de imágenes por contenido y su texto asociado para permitir búsquedas utilizando palabras clave y/o imágenes dibujadas por el usuario [Meza, 1998].

II.3 Sistemas Multimediales

No existe una definición universal de sistemas multimediales. Desde el punto de vista lingüístico, cualquier sistema capaz de manejar más de un medio debería ser llamado

sistema multimedia. Bajo esta definición, un sistema computacional capaz de manipular datos alfanuméricos y gráficas puede ser llamado sistema multimedia. En este trabajo tomaremos la definición de Guojun L. 1996 sobre sistemas multimedia, *los cuales serán los que puedan manipular cuando menos un tipo de medio continuo en forma digital así como un medio estático*. La definición anterior hace a los sistemas multimedia más útiles, cambiantes e interesantes.

Las funciones comunes de los sistemas multimedia son la captura, generación, almacenamiento, recuperación, procesamiento, transmisión y presentación de información multimedia. Hay dos usos principales de los sistemas multimedia: el cómputo y las comunicaciones. El cómputo de multimedia y la comunicación de multimedia están relacionados pero enfatizan diferentes aspectos de las aplicaciones. La comunicación de multimedia se enfoca en la captura, transmisión y presentación de la información, mientras que el cómputo de multimedia se dirige al procesamiento de la información como la búsqueda, recuperación y reconocimiento.

En la actualidad, muchos sistemas se enfocan en la transmisión de datos multimedia de una computadora a otra, así como la presentación de dichos datos al usuario, por lo que estos sistemas no cuentan con mucho procesamiento de información. Este tipo de sistemas multimedia son llamados de *primera generación*. Con el avance de la tecnología, el procesamiento computacional como el reconocimiento de imágenes, restauración de las mismas en tiempo real, etc, surgen los sistemas multimedia de *segunda generación*, los cuales se enfocan al procesamiento de la información.

Con la posibilidad de realizar captura, generación, recuperación, procesamiento, transmisión y presentación de datos multimedia eficientemente, se abre la oportunidad de desarrollar una amplia gama de aplicaciones, estas pueden agruparse en una gran variedad de categorías [Gudivada, 1995]: sistemas ingenieriles, científicos, arte y educación, ambientes de trabajo colaborativo, entretenimiento, etc.

II.3.1 Sistemas multimedia en la educación

Con la multimedia es posible ofrecer al alumno información en diversas formas, así como poder interactuar con nuevos conceptos como son videoconferencias, sistemas para la creación de cursos electrónicos, etc.

Muchos sistemas multimedia de entrenamiento y educación están orientados a tener la información almacenada en dispositivos como CD-ROMs, la cual no puede ser compartida con otros usuarios. Lo anterior puede cambiar con la llegada de los servidores de multimedia en una red de computadoras. Estos servidores facilitarán el compartir información, recursos y herramientas para tomar cursos a distancia. Mediante estas se pueden realizar telepresentaciones para personas que se encuentren distribuidas geográficamente o co-localizados. Por otro lado, existen sistemas multimedia que proveen acceso a información generada durante una presentación, reunión clase. Uno de los objetivos de estos sistemas es crear una memoria de las interacciones ocurridas en las sesiones para posteriormente ser recuperadas.

II.4 Telepresentaciones

Una telepresentación es una presentación en la que el presentador y/o los miembros de la audiencia no se encuentran físicamente presentes, esto es, están en una localidad diferente y/o tiempo distinto.

Una de las mejores opciones a utilizar como medio de difusión de telepresentaciones sobre Internet es el Web, ya que este es hoy en día bastante accesible y su operación no requiere un fuerte entrenamiento [Aguilar, 1997].

II.4.1 Elementos de una telepresentación

Existen muchas alternativas al momento de definir los elementos de una telepresentación, aunque existen los componentes ideales, que mencionaremos a continuación.

Acetatos¹: Estos son la esencia del contenido de una presentación y pueden ser creados a base de texto, gráficas, imágenes, etc.

Audio: Este elemento está principalmente conformado por la voz del presentador.

Canal de retorno: Medio de comunicación entre la audiencia y presentador. Por ejemplo video, audio, comunicación textual, pizarron compartido, etc.

Video: Principalmente presenta la imagen del presentador así como la de la audiencia, aunque ésta no es muy relevante [Aguilar, 1997].

Guión de la presentación: Acceso que tiene la audiencia a un índice para visualizar el contenido de la presentación.

¹ En este trabajo nos referiremos como acetatos al material de apoyo que es presentado.

Priorizando los elementos y teniendo en cuenta los impedimentos técnicos y sociales, los acetatos y audio de alta calidad constituyen la parte esencial de una presentación típica, mientras que el resto de los elementos útiles pero no necesarios [Gemmell, 1997].

II.4.2 Implicaciones técnicas y sociales en los elementos de una presentación

Nos avocaremos ahora a los aspectos técnicos y sociales de los principales elementos de una presentación, que son como se mencionó anteriormente, los acetatos y el audio.

II.4.2.1 Acetatos

Los acetatos pueden ser enviados y almacenados en una diversidad de formatos. Las páginas HTML suelen ser atractivas por su predominancia, sin embargo son documentos que no aseguran un mismo arreglo para una misma página, ya que su despliegue en pantalla es dependiente del visualizador. Los formatos basados en páginas con texto e imágenes en dos dimensiones, como PostScript y varios estándares gráficos como WMF, pueden ser adecuados aunque las animaciones y efectos especiales importantes en una presentación se perderían.

Los acetatos deben ser llamativos, es decir incluir, en la medida que se pueda texto, animaciones, gráficas, etc., puesto que estarán compitiendo por la atención de la audiencia contra otras distracciones como podría ser navegar por Internet, etc.

La audiencia debe de tener la posibilidad de “echar un vistazo” a la presentación recorriendo los acetatos que el presentador tiene preparados. De esta manera sabrá si la presentación será de su interés.

II.4.2.2 Audio

A diferencia de los acetatos, la transmisión de audio de buena calidad puede no ser una tarea trivial. Sin embargo, en ocasiones es uno de los últimos aspectos a considerar por un presentador.

El audio es un aspecto muy importante en una telepresentación. Seleccionar el micrófono, igualar su impedancia con la tarjeta de audio, posicionarlo adecuadamente y obtener el nivel de entrada correcto no es una tarea trivial, esta tarea es reservada a los ingenieros de audio.

La importancia de una buena calidad en el audio siempre debe tenerse en cuenta, ya que en ocasiones no podemos reconocer con exactitud lo que un presentador trata de expresarnos en sus acetatos, una comunicación efectiva no puede ocurrir sin audio entendible. El retraso en el audio puede crear dificultades en la interacción, y en caso de tener video y no estar sincronizado, puede ser un factor de distracción. Sin embargo, algunos estudios demuestran que los usuarios prefieren audio con retraso mínimo a tener audio en sincronía con video y grandes retrasos [Tang e Issacs, 1992].

II.5 Sistemas multimedia para la captura y recuperación de presentaciones

Los cursos electrónicos pueden ser accesados de dos formas principales: síncrona y asíncronamente [Stern, *et al.*, 1997]. El acceso síncrono se enfoca principalmente en crear o simular un salón de clase, una sala de reuniones, etc. Los sistemas multimedia que permiten esta interacción incluyen comúnmente la transmisión de audio, video, texto y aplicaciones, como en el caso de las telepresentaciones. Estos sistemas permiten el acceso síncrono de las sesiones vía satélite, además de la posibilidad de grabación de las interacciones que surjan. Por otro lado en lo que se refiere a los sistemas asíncronos, son diseñados para permitir a los estudiantes proceder a su propio paso, además de que en estos no se asume que el mismo material esté siendo visto por otros estudiantes al mismo tiempo. El objetivo principal de estos sistemas es servir como un repositorio de material para su posterior tratamiento, recuperación y fácil acceso. En el siguiente capítulo daremos una descripción de los procesos principales que componen este tipo de sistemas.

II.6 Aspectos de uso del Web en la educación a distancia.

Las propuestas para el mejoramiento de la educación a distancia han existido por muchos años, cada una tratando de ser más efectiva y eficiente que la anterior. Sin embargo, la exploración de la nueva tecnología del uso del Web y la multimedia promete proveer a la educación a distancia mejores métodos a los anteriormente usados, esto debido a que con el uso de estas nuevas tecnologías se podría resolver uno de los problemas

fundamentales de la educación a distancia, como es la localización y acceso del conocimiento que quiere ser transmitido [Lawhead, *et, al.*, 1997.].

El Web no fue diseñado para remplazar las tecnologías existentes y técnicas concernientes a la educación a distancia, de hecho este no fue diseñado del todo para propósitos educacionales. Sin embargo los educadores reconocieron rápidamente el potencial del Web como una manera viable para proveer métodos que auxilien a la educación a distancia. Por otro lado se debe de conocer muy bien la nueva tecnología para poder aprovechar sus capacidades así como usar estas apropiadamente, por lo que ha de considerar las ventajas y desventajas del uso de la misma.

Hay muchas posibilidades para el uso del Web de tal forma que incremente las oportunidades de los usuarios de realizar un aprendizaje a distancia. El Web es capaz de mejorar la educación a distancia suministrando más que una herramienta, un esfuerzo para innovar el uso del medio. Algunas de las ventajas que pueden ser derivadas del uso del Web para el aprendizaje a distancia son [Lawhead, *et, al.*, 1997]: accesibilidad de los datos, plataforma independiente, globalización de cursos, etc.

Aunque el uso del Web en aprendizaje a distancia ha mostrado ser una promesa, aun hay aspectos a resolver para su exitosa implementación, como son: los éticos, pedagógicos y tecnológicos, entre otros.

Capítulo III. Sistemas de captura y recuperación de presentaciones.

Sabemos que en un ambiente de educación a distancia el aprendizaje no termina con la finalización de la clase, éste es el momento donde surge la mayoría del conocimiento transmitido del maestro al alumno [Marchionini y Maurer, 1995]. Existen sistemas que apoyan la adquisición de conocimiento del alumno y la transmisión por parte del maestro una vez que la clase halla finalizado.

Contar con un medio de captura y consulta de cursos electrónicos es adecuado en muchos aspectos, por ejemplo cuando los alumnos no pudieron estar presentes en ciertas clases o simplemente quieren estudiar los temas tratados en estas; por el lado del maestro se tiene la ventaja de contar con la información de sus cursos impartidos para poder mejorarlos posteriormente, añadiendo o sustrayendo información. Es por estos motivos que surge la necesidad de contar con sistemas capaces de capturar, almacenar y reproducir cursos electrónicos.

A continuación veremos los distintos procesos que estos sistemas deben de tener, también se describirán brevemente las técnicas utilizadas en la manipulación de la información, algunos ejemplos de sistemas desarrollados para este fin, finalizando con la motivación de realizar un sistema de esta clase.

III.1 Captura

La captura es la etapa en que se basan los sistemas de captura y recuperación de cursos electrónicos para la obtención de la información, con esta etapa se inicia todo el proceso de manipulación de la información, su indexado, recuperación y visualización, por lo que en ésta se debe adquirir toda la información pertinente de la forma más adecuada y eficiente.

La captura de datos se debe realizar sobre lo que la gente está diciendo, cómo la gente está interactuando y lo que está haciendo [Kazman y Reem., 1996], con todo esto se tiene suficiente información para saber, en búsquedas futuras, qué es lo que aconteció durante una presentación.

Existen ciertos objetivos muy importantes al momento de realizar la captura, los cuales se consideran la influencia que tendrá el procedimiento de captura en el desarrollo normal de la presentación, algunos de estos objetivos son los siguientes [Cruz y Hill, 1994]:

- *Mínima intervención de los participantes de la presentación*- Para los participantes el esfuerzo de realizar la captura de la información debe ser mucho menor a los beneficios que obtendrán de ésta. Esto quiere decir que los participantes no deben ser responsables de manipular micrófonos, cámaras, o realizar algún soporte técnico.
- *Captura no obstructiva*- El equipo de captura así como el personal para realizar ésta, no debe interferir durante el evento. Demasiadas cámaras, así como equipo, hacen parecer a la sala como un estudio más que como una sala de juntas o salón de clase (según el caso), claro que todo este equipo no debe obstruir pero tampoco ser indetectable. Por lo

tanto el personal y el equipo no debe intervenir con las actividades normales que se realizan en la sala.

- *Buena calidad de video y audio*- El video debe contar con una definición suficiente para que los participantes puedan obtener información visual de éste. Similarmente el audio debe tener la calidad necesaria para que las personas puedan entender qué es lo que se está diciendo sin mucho esfuerzo. El uso de otras tecnologías como un pizarrón electrónico podrían sustituir en ciertas ocasiones al video, ya que con esto se ganaría una mejor resolución del despliegue de información con un menor requerimiento de procesamiento, transmisión y almacenamiento (si éste existe).
- *Información completa*- Idealmente en la captura se debe grabar la información completa concerniente a la presentación. Sin embargo información incompleta no necesariamente es mala, si ésta contiene los eventos más importantes de la presentación, y además se evita tener información que no sea relevante, la cual sólo consumiría recursos de procesamiento y almacenamiento.
- *Razonables costos de almacenamiento*- Los puntos anteriores tienen conflictos con el objetivo de mantener bajos los costos de almacenamiento de la información, lo que significa que en caso de audio y video, se requiere capturar la menor información posible, con una buena calidad y tratar de tenerla distribuida para aprovechar mejor los recursos. Una buena solución para el problema anterior es realizar una compresión a la información de audio y video tratando de mantener la calidad de estos medios a un costo de almacenamiento menor.

III.2 Indexado

El proceso de indexado depende del tipo de información a indexar, ya sea texto, imágenes, audio, video, etc. Para cada tipo de medio existen ciertas técnicas a aplicar, a continuación se mencionan y se describen algunos procesos de indexado de texto y audio.

III.2.1 Proceso de indexado automático de texto

En el indexado automático de texto cada uno de los documentos almacenados son procesados utilizando las palabras contenidas en ellos, algunas veces complementadas por información relacionada, que describe el contenido del documento [Salton, 1986].

El proceso de indexado inicia con la obtención de todas las palabras que constituyen a los documentos. El lugar más obvio donde los identificadores del contenido pueden ser encontrados es en el mismo texto del documento o en el texto de los títulos del documento y resúmenes. Después de la identificación de las palabras que ocurren en los textos de los documentos, se eliminan las palabras con una frecuencia muy alta. Estas palabras comprenden el 40 o 50 % de las palabras del texto, estudios previos indican que no son buenas indicadores del contenido del documento (artículos, pronombres personales, etc). Estas palabras son incluidas en un diccionario, llamado diccionario negativo o lista de *stop words*. Durante el proceso de indexado el documento es tratado como una lista de palabras y las llamadas “stop words” son quitadas de la lista.

El siguiente paso es la identificación de los mejores términos de indexado y su asignación a los documentos de la colección. Es muy útil eliminar primero los sufijos, de esta manera reducimos las palabras originales a la raíz de la palabra. Por ejemplo,

supóngase que las palabras “recuperar,” “recuperando,” y “recupera” aparecen en un documento, entonces en el proceso de indexado estas palabras son reducidas a su raíz la cual sería “recuper”. Con el proceso anterior el índice del documento se hace más compacto y el proceso de recuperación más eficiente.

Otro camino para mejorar el índice del documento es asociar ciertos sinónimos a una sola palabra, esto reduciría aun más el índice que representará al documento.

A continuación, se eligen las palabras que serán utilizadas para el indexado. La frecuencia de las palabras clave dentro de un documento es un indicador de la importancia de dichos términos [Luhn, 1958]. Un estándar de alto desempeño y costo modesto es el utilizar la función de la inversa de la frecuencia del documento para obtener el peso o factor de importancia que nos indique la relevancia del término en el documento. Los términos con pesos más altos pueden ser asignados a los documentos de la colección con o sin los pesos de los términos [Salton y McGill, 1983].

III.2.2 Indexado y recuperación de información del audio

Los documentos de texto no tienen una estructura ni atributos fijos, pero estos tienen sintaxis y semántica. El audio digital, imágenes y video no tienen estructura ni atributos fijos así como obviamente tampoco tienen sintaxis y su semántica no es fácil de obtener. Pero un aspecto importante de la recuperación de información de éste tipo de medios es el tratar de extraer el contenido semántico del audio y video, claro estos deben estar indexados de alguna forma. Esto puede ser realizado de dos formas: automática o manualmente. Los métodos automáticos intentan reconocer audio e imágenes identificando

algunas características como el volumen, color de las imágenes, etc. Con respecto a los métodos manuales, tienen la misma finalidad que los anteriores, pero resultan caros y requieren de mucho tiempo para el procesamiento de la información, por lo que son utilizados como un complemento de los métodos automáticos. Otra característica importante de estos métodos es el uso de texto para realizar anotaciones al audio, imágenes o video. Las anotaciones de texto son bastante poderosas si se usan inteligentemente y con estas se puede capturar un alto nivel de abstracción del contenido en ese medio, el problema del uso de las anotaciones es realizar una correcta relación entre las anotaciones y otros medios como audio o video, además de que la interpretación del medio de cada persona podría ser diferente.

Con respecto al audio, éste puede ser clasificado en dos categorías: *habla* y *no-habla* (música, silencio, etc). Con respecto al *no-habla* la indexación directa es algo difícil. Una solución parcial es el uso de anotaciones de texto para indexar el audio, aunque esto no suele ser suficiente, ya que la información valiosa no podría ser indexada adecuadamente.

Con el audio clasificado como *habla* podemos almacenar las palabras contenidas en el audio y luego indexar y recuperar estas basándose en la técnica de indexado automático de texto descrita anteriormente. Del audio se pueden obtener las palabras manualmente o con alguna técnica de reconocimiento de voz. En la figura 1 se muestra un proceso simple de reconocimiento de voz, en donde la señal analógica de las palabras habladas es digitalizada en un patrón de bits, para luego ser comparados con patrones de bits almacenados en un vocabulario. La palabra en el vocabulario que corresponda a los patrones de bits a buscar será la que se asigne a éste.

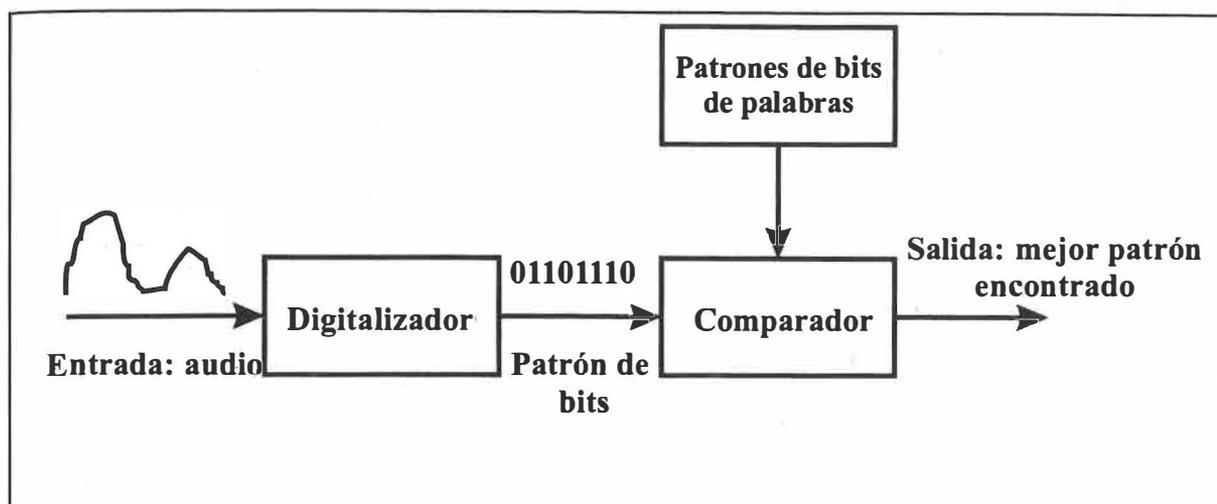


Figura 1.- Sistema sencillo de reconocimiento de voz.

Hay muchas dificultades en el reconocimiento de voz. Primero, una palabra genera una señal analógica diferente cuando es hablada por diferentes personas e incluso por la misma persona en distintos estados de ánimo, diferentes señales generan distintos patrones de bits y podrían producir diferentes salidas. Segundo, es difícil separar la señal en segmentos que identifiquen a las palabras ya que estas tienen diferentes duraciones. Por estas y muchas razones, las técnicas actuales de reconocimiento de voz solo pueden reconocer un número limitado de palabras y son usualmente dependientes del usuario. Sin embargo, la información temporal de las palabras habladas apuntando a una posición temporal en el archivo de audio puede ser almacenada y a su vez recuperada para que se pueda reproducir en algún punto relevante del audio capturado.

Adicionalmente, anotaciones de texto relativos al audio como título, autor, fecha de grabación, etc., pueden ser almacenadas en una base de datos mediante la cual se realice el indexado y la recuperación de esta información.

Por último, otro método que es utilizado para indexar audio, así como video es la relación con eventos temporales que ocurren a su alrededor, y que están relacionados con la captura y contenido del mismo. Los eventos pueden ser variados según el ambiente en donde se haya realizado la captura. Por ejemplo, en una reunión un evento podría ser la intervención de algún integrante en la misma, durante la grabación de una clase un evento podría ser el cambio de acetato del maestro, las preguntas del alumno, etc.

A pesar de que el audio es un medio rico de información, no ha habido mucha investigación con respecto a su indexado y recuperación, enfocándose a usar este medio como una manera de comunicación síncrona y no una fuente de datos [Hindus y Schmandt, 1992]. Sin embargo, combinando algunas técnicas mencionadas anteriormente se puede tener un sistema mediante el cual la recuperación de éste sea eficiente y confiable.

III.3 Sistemas de captura almacenamiento y transmisión de cursos electrónicos

Existen diversos sistemas que usan diferentes métodos para realizar la captura, indexado y recuperación de cursos electrónicos. Veremos algunos de ellos señalando los puntos principales, para luego realizar una comparación entre ellos.

III.3.1 gwTTS- grounds wide Tele-Tutoring System

gwTTS es un conjunto de herramientas multimedia interactivas que facilitan la colaboración e interacción remota entre el instructor y el estudiante sobre una red de computadoras. Este sistema fue desarrollado en la universidad de Virginia con apoyo de compañías como Microsoft entre otras [Leibeherr *et al.*, 1996].

Algunas de sus características son: soportar simultáneamente el intercambio de video, audio digital e imágenes fijas entre grupos de personas en tiempo real, todo en una red de computadoras. En la figura 2 se puede observar una imagen del sistema gwTTS.

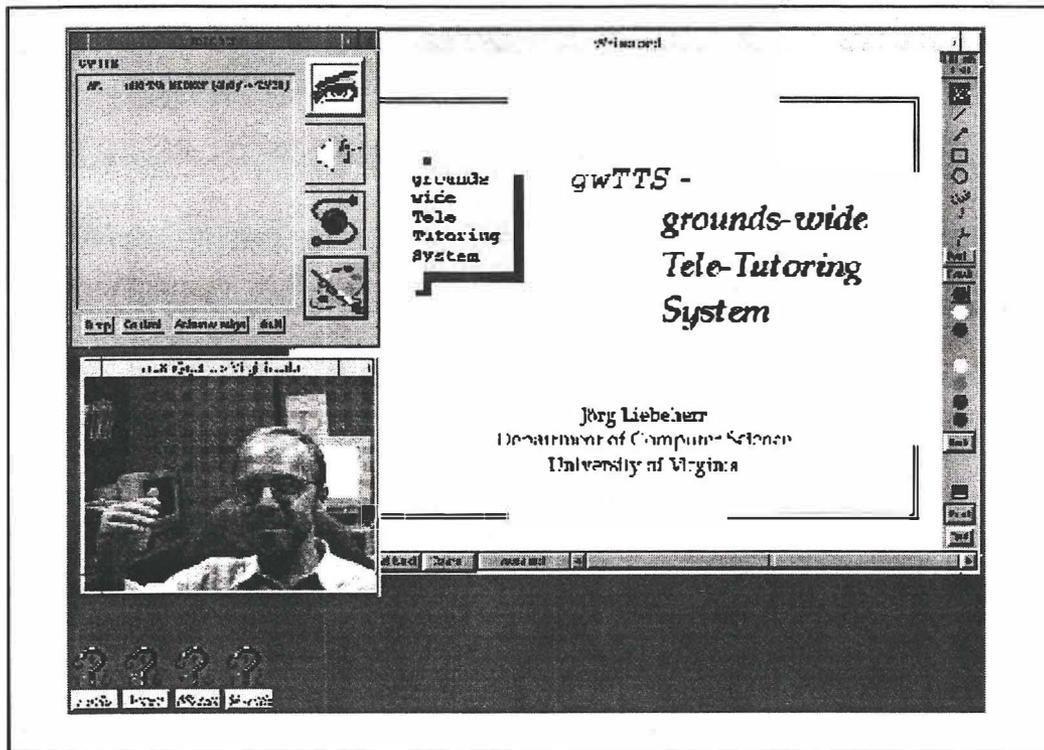


Figura 2.- Pantalla del gwTTS.

Con base a las características anteriormente mencionadas el sistema gwTTS permite un conjunto de aplicaciones multimedia interactivas, las cuales describiremos a continuación.

- *Electronic Office Hours* – En esta aplicación instructor y estudiantes con acceso a una computadora con equipo multimedia, se pueden comunicar arbitrariamente estando geográficamente distribuidos. Esto significa que la interacción entre estudiante y maestro es visto como una consulta entre los dos, mediante la cual se tiene una comunicación bidireccional de video y audio suficiente para que ambos puedan verse y escucharse. Adicionalmente, se tiene un pizarrón electrónico mediante el cual se despliegan imágenes y realizan anotaciones sobre ellas.
- *Digital Video Broadcast of Lectures* – Esta aplicación facilita la captura y diseminación de cursos. El instructor y los estudiantes son localizados en un salón tradicional, operadores entrenados realizan la labor de operar el equipo audio-visual para la grabación de la clase. Esta grabación es enviada a un servidor gwTTS, desde donde la clase almacenada puede ser posteriormente transmitida.
- *Virtual Classroom* – En esta aplicación el instructor y los estudiantes se encuentran geográficamente distribuidos, pero interactúan de igual forma como si estuvieran en un salón de clase. Mediante esta aplicación se realiza el intercambio simultáneo de flujo de video, voz, datos e imágenes gráficas. Durante la clase, el instructor emplea su estación de trabajo para poder escribir en un pizarrón electrónico o desplegar imágenes

digitalizadas. Los estudiantes, en diferentes lugares desde sus terminales escucharán y verán el flujo de audio/video/imagen del instructor.

- *Remote Study Groups* – Esta aplicación habilita a grupos de estudiantes a trabajar conjuntamente en proyectos de clase usando solamente sus estaciones de trabajo. En esta aplicación se ofrece comunicación auditiva y visual en conjunto con la posibilidad de la edición de archivos y contar con un pizarrón electrónico. Cada estudiante recibe audio y video de los demás participantes de la sesión así como las imágenes desplegadas por otros usuarios pudiendo realizar anotaciones sobre éstas.

Como puede verse gwTTS es una plataforma que se adapta a diferentes escenarios tratando de cubrir un amplio intervalo. A pesar de todo lo anterior uno de los inconvenientes que no han sido mencionado, es el hecho de que se necesita una estación de trabajo para poder tomar el rol de presentador, debido a que con ésta se realiza la transmisión del audio y video. Por otro lado el sistema es muy portable ya que puede ser ejecutado en los siguientes sistemas operativos: Aix, FreeBSD, Irix, Linux, Solaris y SunOS.

Teniendo en cuenta la fecha de desarrollo del sistema gwTTS (principios 1996), con éste fue posible aprender y a la vez impulsar la investigación en el área de educación a distancia utilizando Internet como medio de transmisión.

III.3.2 MANIC : Multimedia Asynchronous Networked Individualized Courseware

MANIC es un proyecto del departamento de ciencias computacionales de la Universidad de Massachusetts con la finalidad de facilitar el aprendizaje asíncrono individual a distancia [Stern *et al.*, 1997]. Este toma ventaja de la tecnología actual como el Web y las redes de alta velocidad para presentar una rica combinación de texto, gráficas, y audio. En la figura 3 podemos ver una imagen de MANIC.

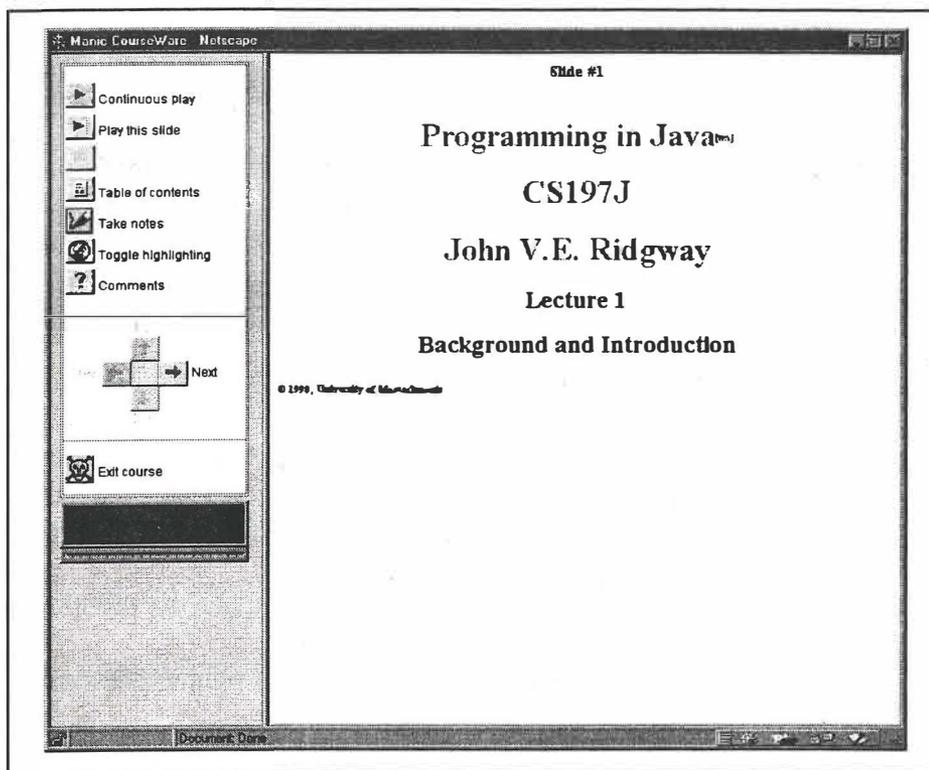


Figura 3.- Pantalla del sistema MANIC.

Actualmente, MANIC envía texto (Documentos HTML, e imágenes fijas) sincronizado con el audio (codificado y liberado por un servidor de RealAudio [RealAudio,

1998] sobre internet a estudiantes provistos con computadoras con capacidad multimedia y algún visualizador del web, esta arquitectura provee una experiencia similar a un salón de clase, y también permite el aprendizaje asíncrono. Teniendo en cuenta que RealAudio es capaz de transmitir audio aceptable a velocidades de 28.8 Kbps (Kilo bits por segundo), usando MANIC los cursos pueden ser accedidos desde la casa, la escuela o el trabajo. El diseño de MANIC también provee un servidor de video el cual está en proceso de ser implementado.

MANIC pone a disposición el material del curso, incluyendo las notas provistas por el instructor en HTML y el audio que estarán accesibles en el Web para los estudiantes. Inicialmente, las notas que se usaron eran un duplicado de las del instructor en una clase normal. Sin embargo, posteriormente las notas que estarían en línea serían accedidas a través de ligas al material de la clase ya procesado.

El cliente accesa el material del curso usando un visualizador del Web y la aplicación RealAudio. El servidor de Web manda el texto en HTML, un flujo de audio es también enviado a la aplicación RealAudio del cliente por un servidor de RealAudio. MANIC también es capaz de almacenar las actividades realizadas por el estudiante, y construir un modelo individual de estas para accesos posteriores.

Otra funcionalidad de MANIC es la sincronización de audio con las páginas en HTML, utilizando las facilidades que provee RealAudio server/player para poder presentar el material a los usuarios, de esta manera surge una desventaja al ser necesario contar con el reproductor de dicha compañía para poder acceder al sistema. De igual forma para

instalar el sistema MANIC, es necesario contar con las licencias correspondientes al uso de los servidores de RealAudio.

III.3.3 Classroom 2000

Classroom 2000 es un sistema que es parte de un proyecto del Instituto de Tecnología de Georgia [Abowd *et al.*, 1998]. El objetivo de este proyecto es crear un ambiente para capturar tanto como sea posible la experiencia que se vive en un salón de clases, mediante el uso de una variedad de tecnología computacional como: pizarrones electrónicos, interfaces personales y el Web junto con aplicaciones computacionales. Classroom 2000 comprende varias fases, las cuales describiremos brevemente.

III.3.3.1 Pre-producción

Antes que la clase comience, se prepara el material como una serie de acetatos o bien páginas HTML. En esta pre-producción se procura aprovechar el material que es normalmente usado. Classroom 2000 consta de un pizarrón electrónico mediante el cual se pueden realizar anotaciones sobre imágenes del tipo GIF. También se realizan algunas conversiones de material en formato PostScript a GIF para que pueda ser usado por el pizarrón electrónico. Con respecto a los acetatos, estos se pueden convertir a formato GIF con gran calidad, usando programas como Microsoft PowerPoint97 [PowerPoint, 1997].

III.3.3.2 Fase de captura

Una vez que la clase comienza, se quiere grabar tanta información como sea posible. Como se sabe muchos maestros usan tan solo un pizarrón, el sistema provee un pizarrón electrónico mediante el cual se presenta y a la vez captura lo escrito en éste. El sistema que interactúa con el pizarrón electrónico es llamado ZenPad, mostrado en la figura 4. ZenPad provee una interfaz la cual aumenta la superficie física del pizarrón de tal forma que se tiene un mayor espacio de escritura, aunque esto en ocasiones confunde al maestro, a causa de que no visualiza todo el contenido mostrado a los estudiantes.

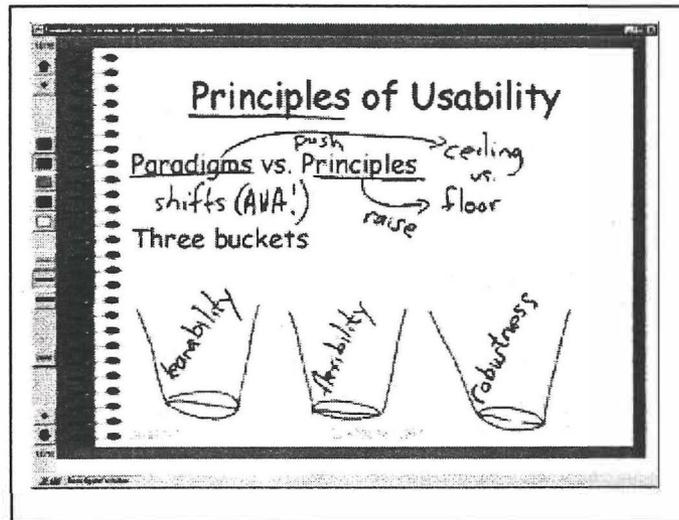


Figura 4.- Pizarrón electrónico ZenPad.

ZenPad tiene dos características que lo hacen bastante completo. El primero es que la información que es producida puede ser fácilmente distribuida vía Internet. ZenPad también puede ser usado en modo de visualización para que la clase pueda ser accesada usando cualquier visualizador de HTML. La segunda características de ZenPad es que

mantiene información acerca de varias actividades que ocurrieron sobre éste. Por ejemplo, se puede saber cuándo comenzó la clase, cuándo fueron desplegados los acetatos así como el instante en que se hizo cada anotación sobre el mismo. Esta información es muy importante para integrar el material de la clase con el audio y otra información que fue capturada durante la clase.

El audio de la clase es capturado en un medio analógico de alta fidelidad para un análisis posterior, éste es procesado y digitalizado con la finalidad de ser posteriormente liberado por medio de Internet.

III.3.3.3 Integración

Una vez que la clase ha terminado, se realiza un trabajo adicional para integrar lo capturado por el pizarrón electrónico con el audio de la clase. Varios esquemas de integración son usados en Classroom 2000. La integración del audio basado en el tiempo y el cambio de acetato por cada anotación realizada en el acetado son los esquemas manejados en el sistema.

III.3.3.4 Acceso y Visualización

Los estudiantes y maestros, provistos de un visualizador del Web, además de una aplicación cliente de Real Audio pueden acceder las clases almacenadas. Con respecto al despliegue en la figura 5 se observan dos formas de visualizar la información. En la interfaz del lado izquierdo, se observa pequeñas imágenes de los acetatos, esto para tener una vista global de toda la presentación o clase, a la izquierda se tiene el acceso al audio, la

interfaz de la derecha muestra el despliegue de los acetatos y anotaciones desplegadas de forma temporal.

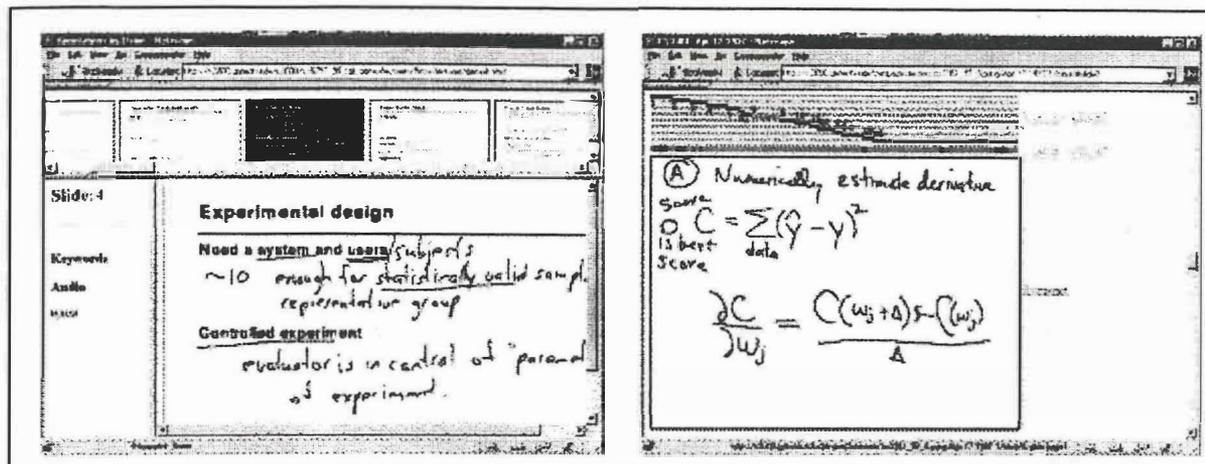


Figura 5.- Ejemplos de interfaces del sistema Classroom 2000.

III.4 Motivación y características del sistema a desarrollar

Ya hemos visto algunas características de sistemas para captura, almacenamiento y reproducción de cursos electrónicos, además de la descripción de algunos de los sistemas de éste tipo más representativos, de estos se ha aprendido mucho de sus ventajas como de sus desventajas, por estas últimas surge la motivación de desarrollar un sistema que tenga las características positivas de los sistemas anteriores y a la vez atacando sus puntos débiles.

A continuación se listarán las principales características del sistema propuesto:

- *Contar con audio de calidad aceptable*- Uno de los requisitos mínimos que se detectó al momento de realizar consultas sobre alumnos que encontraban tomando un curso a distancia, fue que ellos preferían tener un buen audio en lugar del video, por lo que se

prefirió incluir el audio como una mayor prioridad, dejando la inclusión del video como un trabajo futuro.

- *Sincronía entre los acetatos y el audio*- Las partes más importantes al momento de la consulta de la información es poder ver y saber qué fue lo que se dijo sobre ésta. Es por lo anterior, que es muy importante poder alinear la reproducción del audio con el despliegue de los acetatos y no confundir al usuario con información errónea.
- *Información centralizada*- Se observó que en todos los sistemas estudiados se tuvieron grandes ventajas al tener la información de los cursos de una manera centralizada, ya que con ello se aseguraba una consistencia de la misma.
- *Una captura sencilla*- Como se mencionó anteriormente la etapa de captura debe ser de tal manera que no influya significativamente la forma natural de llevar la sesión, por lo que consideramos este punto importante al momento de diseñar nuestro sistema.
- *Visualización de más de un curso*- Un problema que se detectó en los sistemas estudiados, fue que no es posible visualizar más de un curso a la vez, esto es muy útil cuando se está haciendo búsquedas de información, en nuestro sistema se soluciona este aspecto.
- *Reproducción de información de más de un curso*- Imaginemos que quisiéramos consultar sobre una variedad de temas pero no adentrarnos mucho en ellos, entonces desearíamos poder realizar una reproducción que contenga información de varios cursos, esto no es posible con ningún sistema evaluado y debido a su importancia decidimos incluir esta característica en nuestro sistema.

- *Creación de nuevos cursos a partir de los ya almacenados-* Como consecuencia del punto anterior se pensó en brindar la posibilidad de crear nuevos cursos a partir de los ya capturados, con lo anterior se puede evitar la duplicación de información sobre cursos muy similares.

Capítulo IV. SICREP: Sistema para la captura y recuperación de presentaciones.

En este capítulo nos centraremos en la arquitectura del sistema para la captura y reproducción de cursos electrónicos (SICREP) que se desarrolló, poniendo énfasis en la racional de las decisiones tomadas y ofrecer al lector una visión completa de sus componentes principales y funcionalidad.

Como se mencionó en el capítulo II, SICREP se apoya en el ambiente de presentaciones Web Presenter WP [Aguilar, 1997] para realizar la captura de la información. A continuación daremos una breve introducción a la arquitectura de este sistema así como la del SICREP, enfocándonos también en la manera en que interactúan ambos.

IV.1 Web Presenter (WP)

WP es un ambiente que permite transmitir una presentación sobre el WWW a una audiencia distribuida con capacidades de colaboración remota. La figura 6 muestra una vista conceptual del WP.

La arquitectura está compuesta de cinco elementos, siendo el Presentador y la Audiencia los dos principales. Estos intercambian una señal de audio/video a través de un Reflector de Videoconferencia (elemento externo). Los mensajes textuales mediante un Servidor de Presentaciones y acetatos (en formato electrónico) por medio de un Servidor de WWW (elemento externo).

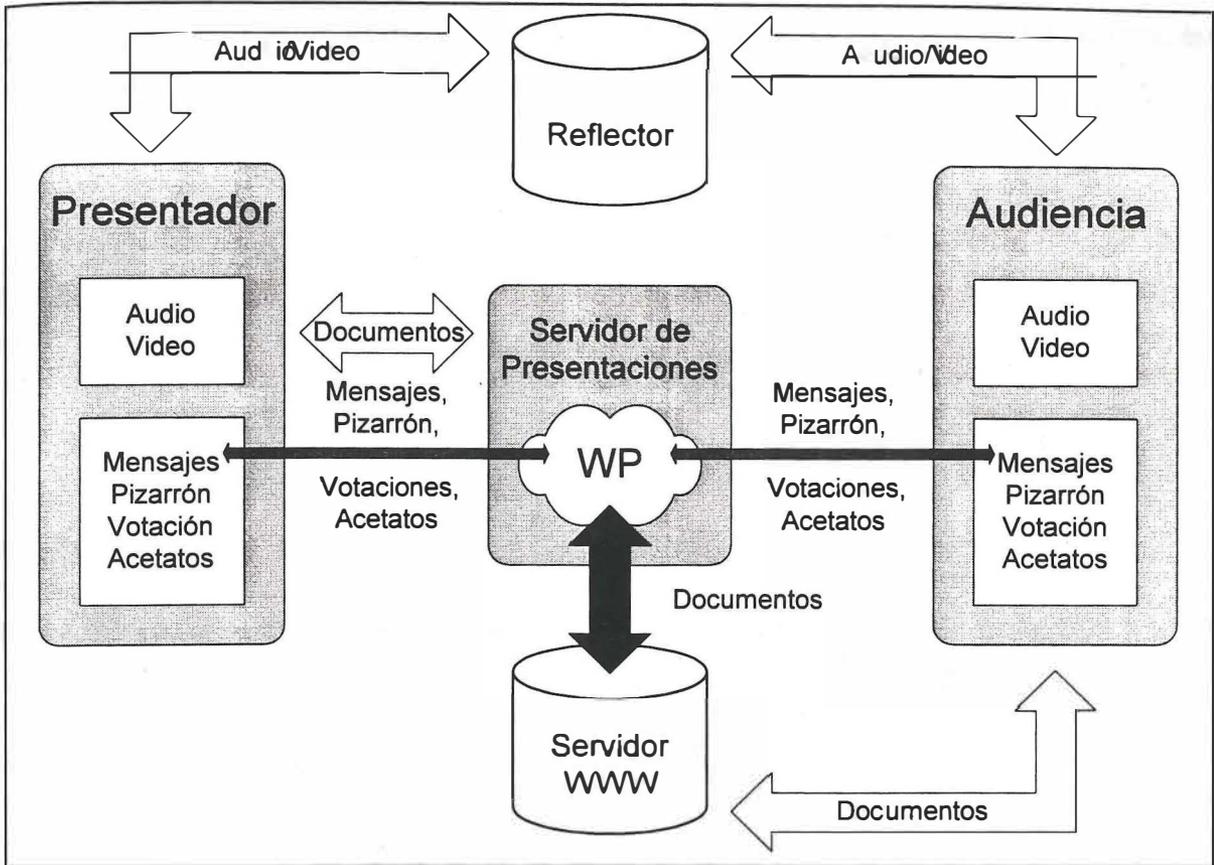


Figura 6.- Vista conceptual de la arquitectura del ambiente WP.

IV.2 Arquitectura del sistema SICREP

Para los sistemas distribuidos, como el que se desarrolló, se cuenta con dos principales tipos de arquitectura, una centralizada y otra replicada. Las arquitecturas replicadas son más robustas que las centralizadas, pero estas últimas son más sencillas de implementar, por ese motivo se escogió implementar una arquitectura centralizada en el sistema SICREP teniendo en cuenta la flexibilidad del sistema para tener la información distribuida.

En la figura 7, se presenta un esquema general de la arquitectura del sistema, éste consiste de 4 elementos principales: el presentador, la audiencia, el servidor SICREP y por último el servidor Web. Cabe mencionar que dichos elementos no interactúan con el servidor al mismo tiempo, como se verá más adelante.

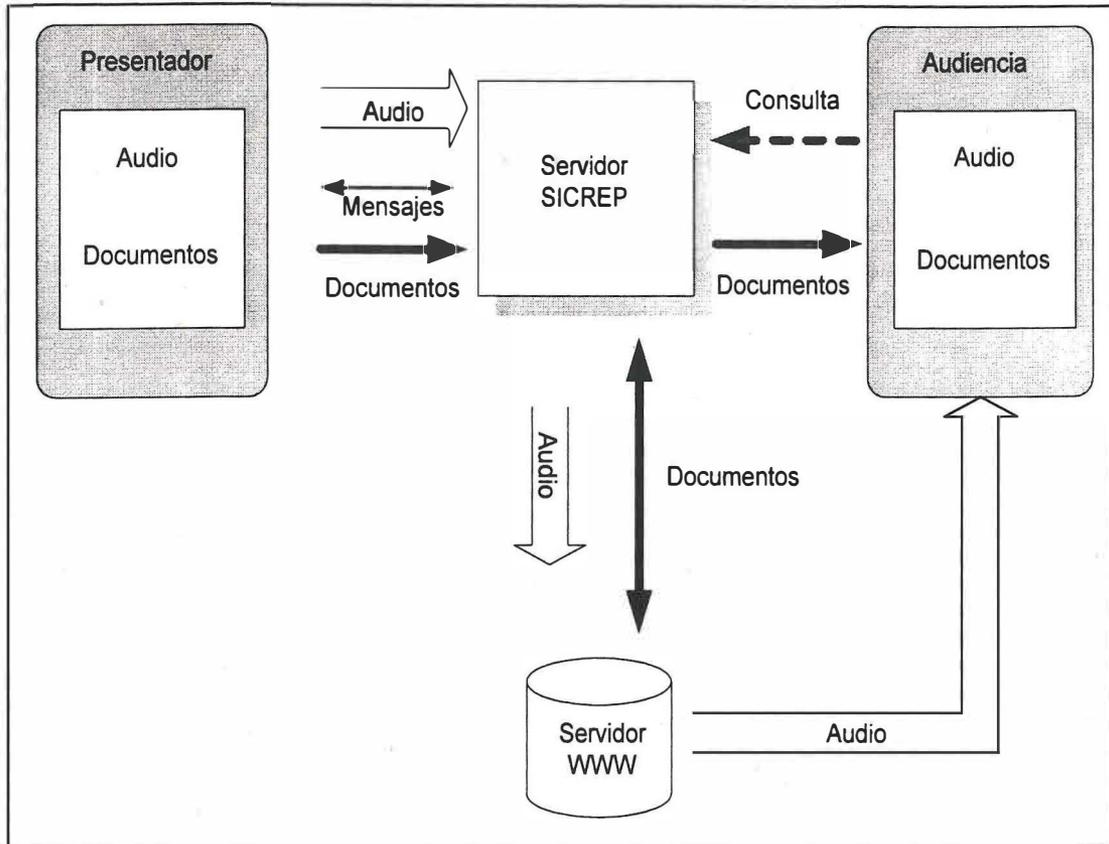


Figura 7.- Vista general de la arquitectura del sistema SICREP.

Entre el servidor SICREP y el presentador existe una comunicación mediante la cual se manda el audio del presentador y de los acetatos que en nuestro caso son páginas HTML. Además de esta interacción, se tiene entre estos dos elementos un protocolo de

mensajes el cual es una parte importante en la captura de la información. Por otro lado, la audiencia tiene conexión tanto con el servidor SICREP como con el servidor de Web. Del primero, la audiencia recibe los documentos del servidor SICREP a respuesta de la consulta mandada. Con el segundo, se tiene una conexión para acceder los archivos de audio que son parte esencial de la consulta realizada por la audiencia. Entre los dos tipos de servidores la conexión que existe es para intercambiar la información, en nuestro caso, archivos de audio y páginas HTML que como se mencionó anteriormente son los acetatos que apoyan la presentación.

IV.3 Conexión entre el WP y SICREP

Una de las principales funciones de SICREP es la captura de cursos electrónicos. Para realizar esto se requiere de un ambiente mediante el cual sea posible llevar a cabo un curso electrónico a audiencias distribuidas geográficamente o co-localizadas, en nuestro caso, WP es usado para esta tarea. Para realizar la captura, lo único que se requirió fue una conexión con el WP para transportar los datos necesarios hacia el servidor de captura de SICREP. Por motivos de portabilidad procuramos que el tipo de conexión con este sistema sea mínima, lo anterior para poder integrar nuestra herramienta a otros sistemas que tengan una funcionalidad semejante al WP.

El principal evento que el sistema debe capturar es el cambio de acetatos (páginas HTML) por parte del presentador, ya que con esto se puede realizar la segmentación de la presentación, además de la asociación con el audio correspondiente. Por lo anterior, es importante que cuando el WP reciba el evento de cambio de acetato por el presentador, éste

le mande a nuestro servidor una señal para que se tomen medidas pertinentes en la captura, lo cual se describirá con mayor detalle más adelante. Por lo pronto, como se puede observar en la figura 8, entre el WP y SICREP solo se tienen una pequeña conexión para este propósito. Con lo anterior, hacemos a SICREP poco dependiente de una herramienta como WP, pudiendo utilizar otra sin la necesidad de cambiar la estructura.

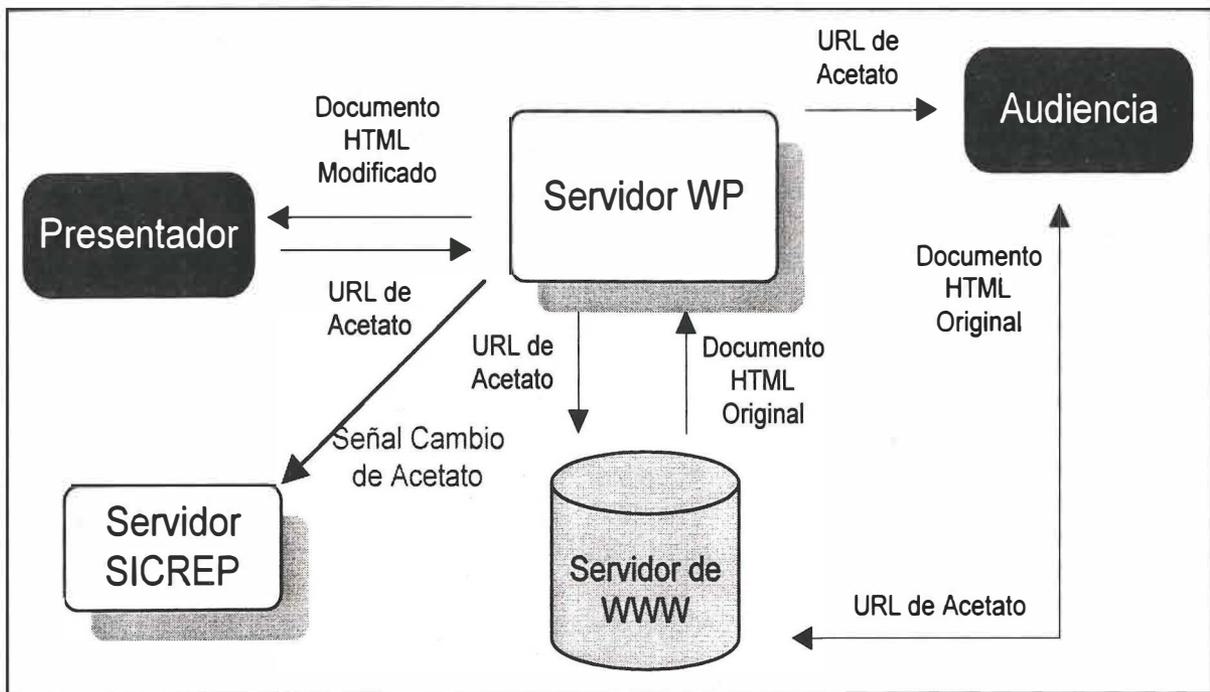


Figura 8.- Interacción entre los sistemas WP y SICREP.

IV.4 Etapas del sistema SICREP

SICREP cuenta con cuatro etapas principales: captura, indexado, recuperación y visualización de los resultados. A continuación, describimos cada etapa, y cómo están relacionadas cada una de ellas.

IV.4.1 Captura

En muchos sistemas [Stern., *et. al.*, 1997, Abowd, *et. al.*, 1998], el procedimiento de captura de datos multimedios (audio, video, etc) es algo laborioso no siendo éste transparente al usuario. En esta etapa se requiere personal calificado para poder realizar las grabaciones del audio o video según sea el caso, además de requerir una post-producción de estos medios para mejorar la calidad, cambiar el formato de almacenamiento, etc. A diferencia de estos sistemas, SICREP automatiza el procedimiento de captura de audio, sin necesidad de personal calificado así como una labor de post-producción del audio. En SICREP se capturan dos partes que describen a la presentación: la información general sobre ésta (autor, nombre) y la información sobre su contenido (audio y acetatos).

IV.4.1.1 Captura de información general sobre la presentación

Para poder identificar las presentaciones de una manera rápida, es necesario tener una información general de la misma como, el autor, la descripción, etc. Por esto es necesario que esta información esté al alcance del usuario cuando realice las consultas. En SICREP, el primer paso en la captura es tomar datos sobre la presentación como una descripción y nombre del presentador. Como se aprecia en la figura 9, los datos que describen a la presentación son enviados al servidor de captura. Este se encargará de comunicarse con el servidor de Web, para asignarle un espacio en el mismo, donde se almacenará toda la información referente a la presentación.

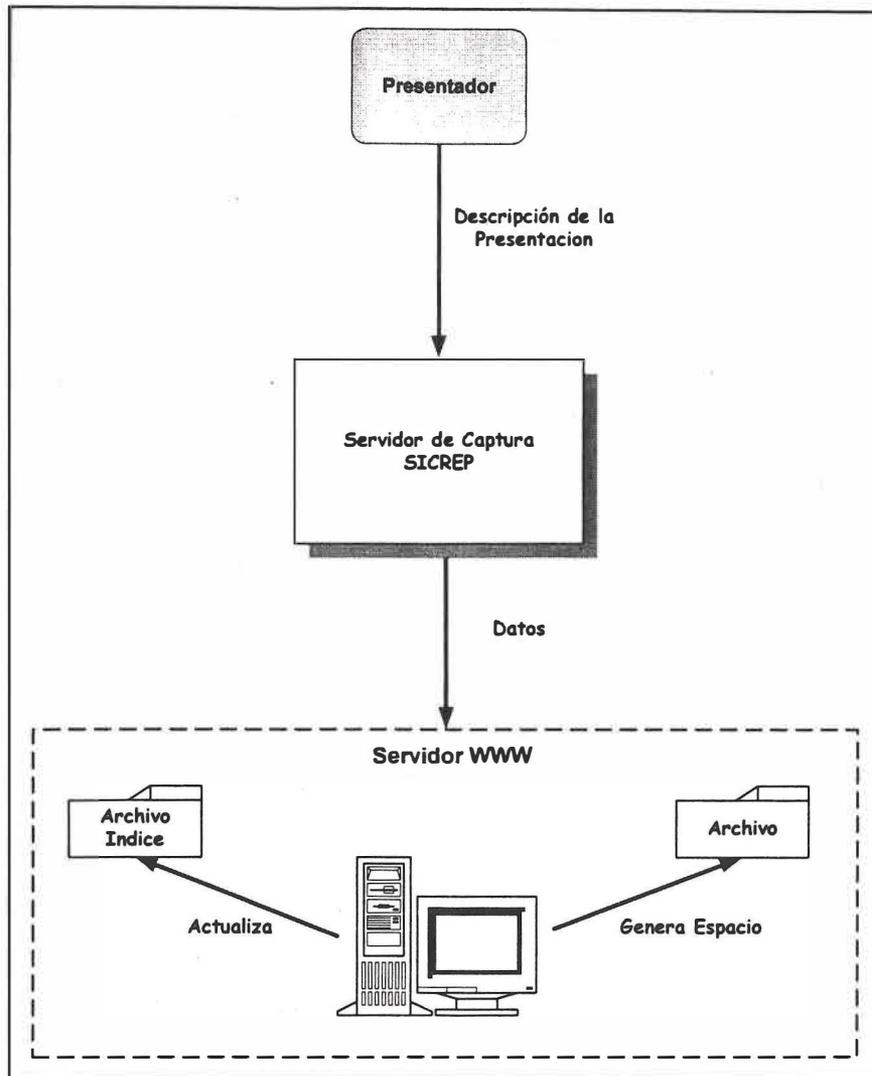


Figura 9.- Esquema del procedimiento de captura de la información general sobre la presentación.

En este momento, comienza la construcción de una estructura, la cual es identificada físicamente con un archivo en el servidor de Web, que contendrá la información pertinente a la presentación, teniendo por ahora sólo una información general de la misma. De aquí en adelante el sistema estará listo para recibir los mensajes de cambio

de acetatos enviados desde el presentador, agregando de esta manera información a la estructura. Este procedimiento se describirá a continuación.

IV.4.1.2 Captura de audio y texto

Como se mencionó anteriormente, el presentador y el servidor de captura, cuentan con una comunicación mediante mensajes, como se puede apreciar en la figura 10. El principal motivo de tener este tipo de comunicación se describe a continuación.

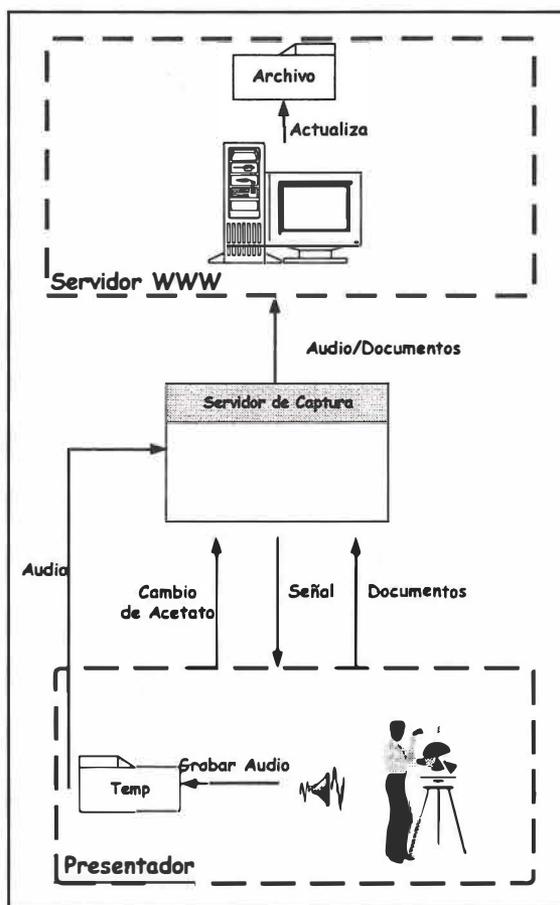


Figura 10.- Esquema de la captura del audio y texto.

En el capítulo anterior se mencionó que en el sistema SICREP por cada acetato se cuenta con un archivo que corresponde al audio del presentador cuando se estaba visualizando el acetato, por lo tanto necesitamos una comunicación con la que el presentador notifica al servidor cuando éste ha cambiado de acetato. 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. Al final de la sesión se envían al servidor todos los archivos de audio correspondientes a la presentación. El motivo de enviar al final de la sesión todos los archivos de audio de la aplicación cliente del presentador al servidor de captura es el de no saturar la conexión entre el cliente y el servidor durante la presentación.

Además del audio, SICREP obtendrá también los acetatos para procesarlos y almacenarlos en el servidor de Web. Cuando el presentador le indique al servidor de captura que ha cambiado de acetato, éste también le mandará la dirección del nuevo acetato a desplegar, el servidor teniendo esta información obtiene una copia del archivo correspondiente de la máquina donde se encuentre y lo almacena en el servidor de Web. Al final de la presentación el servidor de presentaciones toma cada archivo almacenado y lo analiza obteniendo de éste las palabras relevantes, para posteriormente realizar su indexado.

Por último, tanto la localización de los documentos HTML referentes a la presentación, los archivos de audio del presentador y la información general sobre la presentación, se almacenan en un solo directorio dentro del servidor de Web, el cual servirá de base al momento de realizar la recuperación.

IV.4.2 Indexado

Teniendo toda la información, se continúa con su organización de tal manera que sea fácil de recuperar. A continuación veremos cómo se organiza tanto la información sobre el audio, texto e información de la presentación, dando una vista general de cómo estos elementos están relacionados entre sí.

IV.4.2.1 Indexado del audio

El indexado del audio se realiza durante la captura de la presentación, ya que como habíamos mencionado, por cada acetato existirá un archivo de audio correspondiente. Estos se envían al mismo sitio donde se encuentre el archivo que contenga los datos generales de la reunión, posteriormente a este archivo se le agrega al número de eventos capturados, su relación con los archivos de audio y las acciones realizadas por el presentador, que en nuestro caso solo son de un tipo, el cambio de acetato.

En la figura 11 se muestra la estructura general con la que se conectan los acetatos, el audio y los datos generales de la presentación. También se puede observar que cada acetato está ligado a su antecesor y predecesor y a la vez todos están ligados entre sí ya que son parte de una presentación. En muchas presentaciones es común que la navegación sobre los acetatos sea según las necesidades del expositor, por lo que es muy posible que se visiten más de una vez los acetatos, esto para poder aclarar puntos o por alguna otra razón. Lo anterior podría causar problemas si el acceso a los elementos de la presentación se hiciera por medio de los acetatos, estos no serían un buen índice, sin embargo sí podemos afirmar que los archivos de audio siempre serán únicos, por lo que estos se toman como

índice para hacer referencia a los acetatos. Entonces, podemos concluir que en nuestro sistema a cada acetato le corresponde uno o más archivos de audio, pero a cada archivo de audio solo le corresponde un acetato.

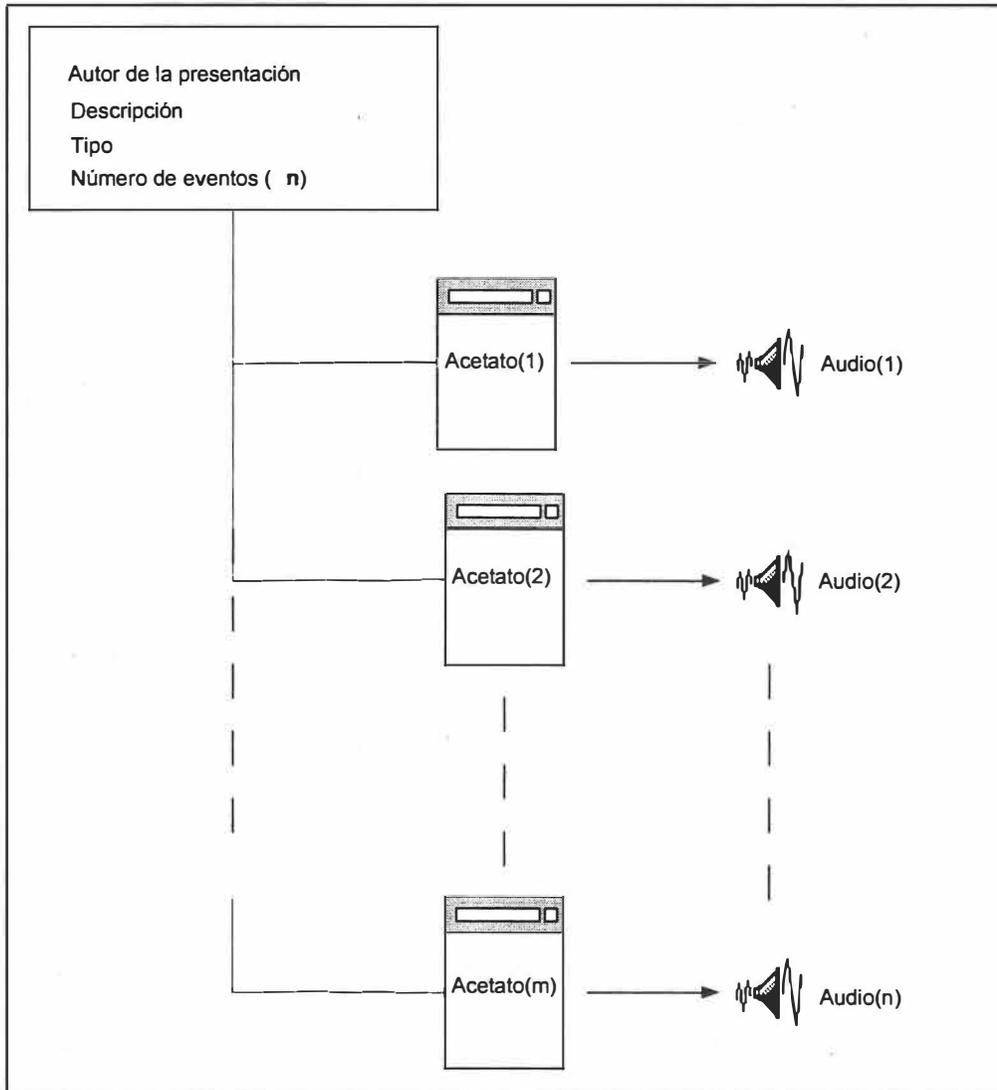


Figura 11.- Vista general de las conexiones existentes entre los acetatos, archivos de audio e información general de la presentación.

IV 4.2.2 Indexado del contenido de los acetatos

En la etapa de captura, como se mencionó anteriormente, el sistema SICREP almacena el contenido de los acetatos (páginas HTML) en el servidor de Web. Después de realizar esta tarea, SICREP procesa cada acetato para obtener de él las palabras relevantes que identifiquen a éste. El procedimiento para realizar lo anterior se basa en el indexado automático de texto explicado en el capítulo anterior. Los pasos realizados por el sistema SICREP son los siguientes:

- **Análisis del archivo HTML.-** La finalidad de este paso es obtener solamente el texto, para luego poder aplicar el proceso de indexado automático.
- **Aplicación del proceso de indexado automático de texto.-** De este paso se obtendrán las palabras relevantes para cada acetato, así como la creación del índice.

El proceso anterior se realiza para cada acetato (página HTML), por lo que se generan índices invertidos por palabras, de tal forma que para cada palabra se tendrá uno o más acetatos que las contienen, esto se aprecia en la figura 12.

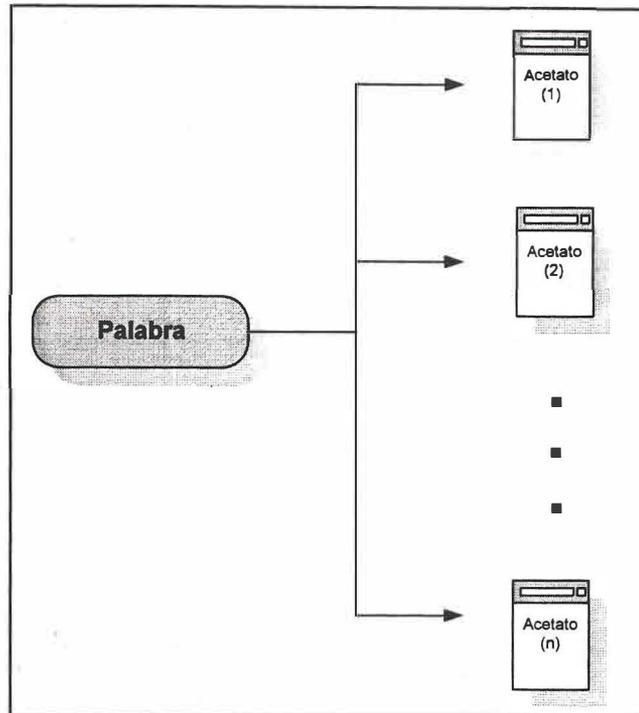


Figura 12.- Índice invertido relacionando las palabras clave con los documentos en que se encuentran.

IV.4.3 Recuperación

Ya teniendo los índices tanto del audio como del texto de los acetatos, lo que resta por hacer es la recuperación. Basándonos en índices que se realizaron en el sistema SICREP existen dos formas principales de recuperación de la información, tanto del audio como del texto contenido en los acetatos.

En el WP, los usuarios pueden acceder al sistema en dos roles principales, el de audiencia y el de presentador, esto por medio de cualquier visualizador de Web. Teniendo en cuenta este diseño, se pensó que SICREP pudiera ser accesado de la misma manera, por lo que se le agregó al WP un botón para acceder al SICREP, esto da la ventaja de poder acceder datos de presentaciones pasadas estando o no en una. Un ejemplo de lo anterior es

durante un entorno de clase, el estudiante podrá revisar lo dicho por el maestro en clases pasadas, mientras esté tomando una clase, lo que ayudaría al aprendizaje, aunque de igual forma se corra el riesgo de distraer al alumno.

IV.4.3.1 Procedimiento a seguir en la recuperación de la información

SICREP realiza varias tareas que son transparentes al usuario para realizar la recuperación de la información (ver figura 13), a continuación daremos una descripción de estas.

- El usuario formula su búsqueda mediante un applet².
- El applet envía la consulta al servidor de consultas del SICREP.
- El servidor de consultas procesa dicha consulta.
- Inmediatamente, el servidor de consultas se conecta al servidor de Web (donde se encuentra la información) para obtener el resultado de la búsqueda.
- El servidor de consultas le regresa al applet la información de interés del usuario.
- El usuario revisa la información que le ha llegado, selecciona la que sea de su interés y realiza la reproducción.

Otro applet se inicializa (reproductor), éste se encarga de cargar del servidor de Web, el archivo de audio correspondiente al acetato visualizado, y se inicia su reproducción. Según sea el número de acetatos a reproducir será el número de veces que este proceso se repita.

² Applet es un programa en Java que es incluido en una página HTML y su código es interpretado en un visualizador de Web.

Ya teniendo una visión general del procedimiento de recuperación ahora veremos qué tipo de consultas se pueden realizar en el sistema así como la interfaz que tiene el usuario.

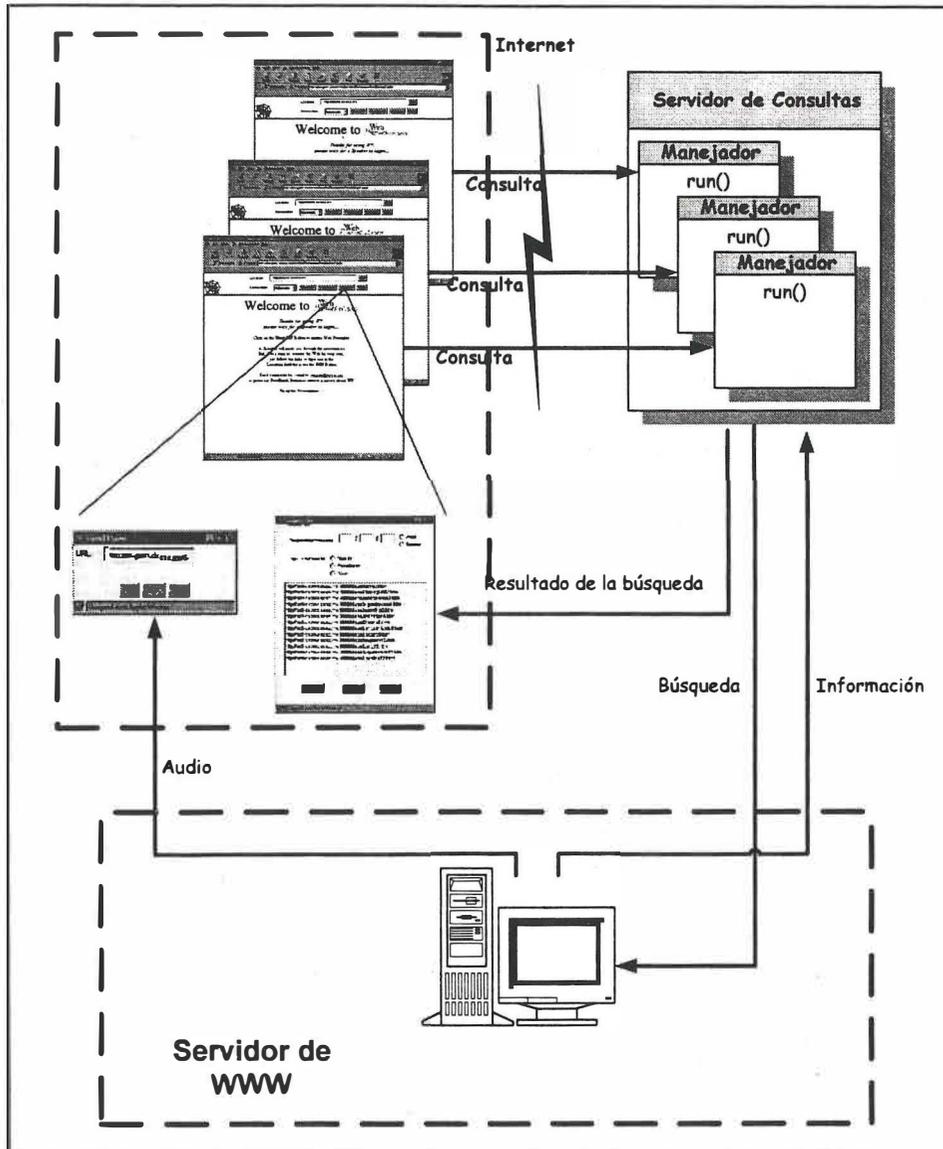


Figura 13.- Vista general del procedimiento de recuperación de la información.

IV.4.4 Tipo de consultas en SICREP

Al usuario hay que darle herramientas para que pueda formular sus consultas de una manera sencilla y al mismo tiempo eficiente. En SICREP contemplamos la formulación de las consultas, por fecha, por palabras clave, por tipo de sesión y por una combinación de las tres. Es importante señalar que todos los tipos de consultas siguen el procedimiento general para la recuperación de la información descrito con anterioridad.

IV.4.4.1 Consultas por fecha

En SICREP es posible formular consultas por fecha de presentaciones que se efectuaron antes o después de un día específico, esto se realiza para facilitar al usuario la realización de la búsqueda de información que sea de interés para él, lo anterior se puede dar en caso que se quieran realizar búsquedas rápidas conociendo aproximadamente la fecha en que se realizó una presentación, con esto se auxilia al usuario a no tener mucha información irrelevante desplegada.

IV.4.4.2 Consultas por palabras clave

Cuando realizamos una búsqueda sobre algún tópico en Internet, es muy común usar las diferentes máquinas de búsqueda existentes. Lo que se realiza es una consulta explícita, la cual trata de reflejar las necesidades de información; la máquina de búsqueda tomará esta consulta y buscará en su base de datos los documentos que cumplan con los requerimientos especificados para finalmente ser presentados en el visualizador de Web [Gudivada y Raghavan 1995]. En SICREP es posible realizar el procedimiento anterior, el

usuario puede introducir palabras para que el sistema haga búsquedas en todas la presentaciones que se tengan almacenadas, he aquí la importancia de realizar el indexado al contenido de los acetatos. En la figura 14 se observa un ejemplo de este tipo de consulta, ésta fue realizada por la palabras “interacción casual”, en la ventana principal de SICREP se observa que se encontraron cuatro documentos que contienen una o dos de las palabras. En el visualizador de Web se despliega uno de estos documentos.

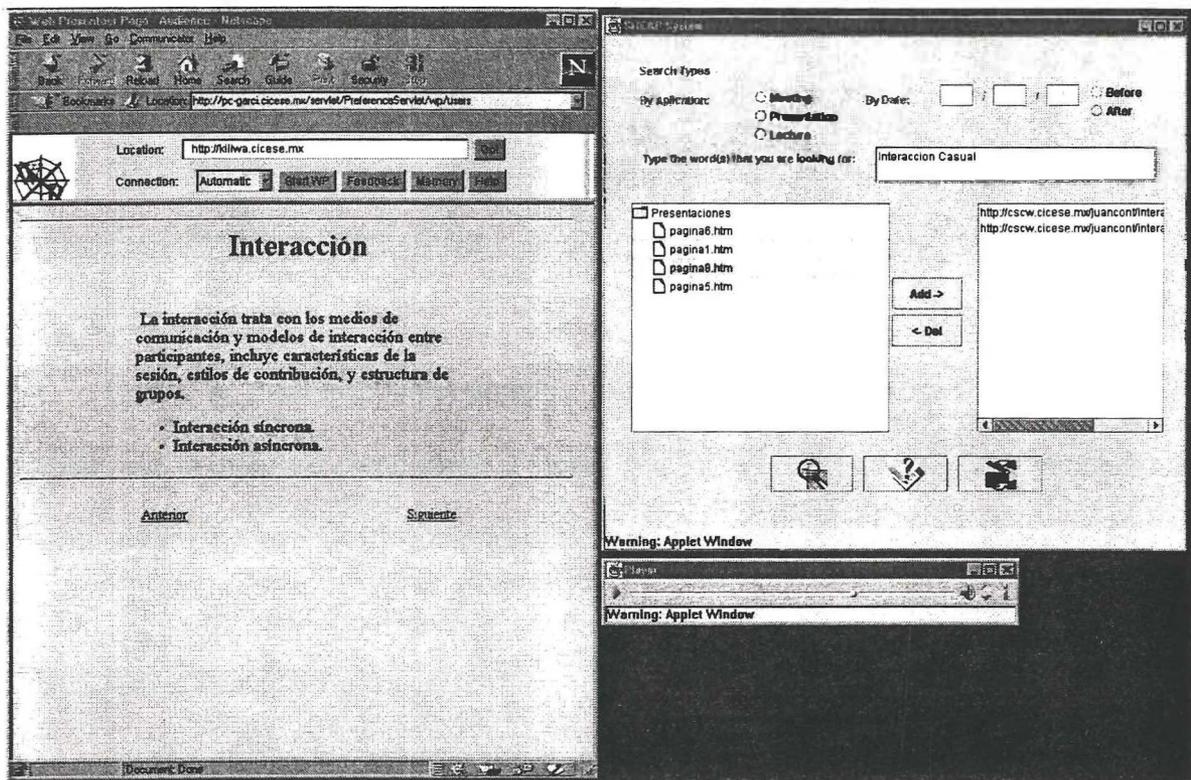


Figura 14.- Ejemplo de una consulta realizada por palabras clave.

IV.4.4.3 Consultas por tipo de sesión

Al momento de realizar la captura se clasifica a la sesión como una clase o presentación, esto se hace con la finalidad de distinguir la información que se tiene

almacenada. Así en la recuperación, el usuario puede realizar consultas sobre todas las clases, presentaciones o ambas.

Por otro lado es posible hacer una combinación de los tres tipos de consultas, tanto por fecha, palabras clave y tipo de aplicación, con lo anterior se incrementa la eficiencia de la búsqueda además de disminuir el tiempo invertido para encontrar la información de interés del usuario.

IV.4.5 Presentación de la información

Uno de los principales aspectos de todo sistema, es la manera de presentar la información, ésta debe ser mostrada en una forma atractiva, además de contar con una completa funcionalidad.

Como se mencionó anteriormente las presentaciones con sus correspondientes acetatos son el principal componente a mostrar en SICREP, por esta razón al momento de realizar su interfaz se consideró importante el despliegue de estos.

IV.4.5.1 Visualización de las presentaciones

Luego de algunas pruebas con prototipos diseñados (en el siguiente capítulo se describirá este proceso), se llegó a la interfaz mostrada en la figura 14, en la que se pueden apreciar las presentaciones visualizadas en forma de “árbol” de documentos en el que se puede navegar por los acetatos de todas la presentaciones almacenadas. Adicionalmente a esto, cuando el usuario seleccione un acetato de cualquier presentación el contenido del mismo se desplegará en el visualizador, con esto el usuario puede recorrer el contenido de

toda o parte de una o varias presentaciones. Con lo anterior el usuario podrá echar un “vistazo” al contenido de alguna presentación para ver si ésta es de su interés antes de realizar la reproducción del audio correspondiente. Otra ventaja del despliegue de más de una presentación, es poder seleccionar de diferentes presentaciones los acetatos que sean de interés al usuario y posteriormente ser reproducidos. Con lo anteriormente descrito se puede concluir que SICREP da al usuario libertad de “navegar” por la información almacenada.

Capítulo V. Pruebas y resultados

En este capítulo se describen las pruebas realizadas a los dos principales subsistemas del sistema SICREP: la captura y la recuperación de la información, continuando con los resultados obtenidos.

V.1 Pruebas

V.1.1 Diseño de las pruebas de aceptación del sistema SICREP

Las pruebas realizadas al sistema estarán basadas, principalmente, en cumplir los requerimientos que se plantearon para su realización (ver apéndice D), este tipo de pruebas son denominadas de aceptación, las cuales deben ser realizadas con una muestra de usuarios con cierta experiencia en el área de las ciencias computacionales y conocimiento del uso que se le dará al sistema.

Un punto importante que los usuarios toman en cuenta para la aceptación del sistema, es la interfaz, mientras más atractiva y cómoda sea para el usuario mayor será el uso que le dará al sistema, por tal motivo nos centraremos en la realización de las pruebas de usabilidad que son parte de las pruebas de aceptación.

Por otro lado, en este capítulo también se presenta una descripción de las pruebas de funcionalidad, que tienen como objetivo determinar el beneficio o perjuicio que produce el uso del sistema a un grupo de estudiantes en su labor de aprendizaje. Para realizar este tipo de pruebas se requiere de una mayor información almacenada, considerable tiempo invertido para realizarlas, así como de estudiantes con un completo y libre acceso a computadoras que soporten el sistema, entre otros aspectos. Por lo que, en este capítulo

solo se da una descripción general de las pruebas de funcionalidad que deben de realizarse, dejando como trabajo futuro la aplicación de estas.

V.1.1.1 Pruebas de usabilidad

Las pruebas de usabilidad, consistieron en pedir a un grupo de usuarios que desempeñara un número determinado de tareas y observar cómo estos realizan las actividades solicitadas. Como primera actividad, se realizaron las grabaciones de 10 clases, en las que se probó lo eficiente de este procedimiento.

Otro grupo de usuarios realizaron pruebas al subsistema de recuperación. Cada uno realizó las instalaciones pertinentes en su visualizador de Web para acceder al sistema y llevar a cabo consultas para posteriormente realizar la reproducción de la información que fuera de su interés. Los principales puntos que se evaluaron fueron la eficiencia y rapidez del sistema para responder a las acciones realizadas por los usuarios.

V.1.1.2 Pruebas de funcionalidad

Para las pruebas de funcionalidad es necesario contar con suficiente información para poder ser consultada por los usuarios, así como la infraestructura adecuada para dar al usuario facilidades de acceso al sistema, entre otros puntos.

Un requisito importante que se debe considerar es el acceso al sistema, este debe de ser a cualquier hora del día debido a que los estudiantes tienen variados horarios de estudio.

En el sistema se debe de llevar un registro de los siguiente datos:

- Nombre de los estudiantes

- Hora de acceso al sistema
- Clases visitadas y por cuánto tiempo
- El tipo de búsquedas que realizó el estudiante y bajo qué tópico fueron.

A los alumnos se les solicitará que al final de la sesión con el sistema llenen un cuestionario, en donde se les pide que evalúen los siguientes puntos:

- La interfaz de recuperación del sistema, si es atractiva al alumno visual y funcionalmente.
- La eficiencia del sistema en lo referente a la información ofrecida al alumno, si ésta fue completa o no.
- La importancia de contar con el audio del maestro para poder comprender mejor el material presentado.
- Hasta que punto el sistema auxilia al alumno en revisar el contenido de una clase a la que no asistió.

Con la información anterior, se procede a evaluar el rendimiento del alumno con el uso del sistema, esto tomando en cuenta diferentes parámetros como son el tiempo de uso del sistema y el material consultado, entre otros. Entre las formas interesantes de evaluar el sistema están las siguientes:

Realizar la comparación de dos grupos de alumnos de los cuales uno no haya tenido acceso al sistema, de esta forma se verá si hay cierta diferencia entre el aprovechamiento de los dos grupos, así como comparar el tiempo empleado por cada grupo al estudio de la materia.

Por otro lado, en cursos que estén diseñados de tal forma que exista evaluaciones por cada clase impartida, sería interesante observar el desempeño del alumno antes y después de tener acceso al sistema, además de observar si el tiempo de estudio dedicado por cada alumno aumenta o disminuye con el uso del sistema.

V.1.2 Población de usuarios

La población elegida para realizar las pruebas de aceptación en base a los requerimientos, se tomó de un grupo de estudiantes de maestría y doctorado en Ciencias Computacionales del CICESE y profesionistas involucrados en el área de la computación, los que en conjunto realizaron 14 accesos al sistema.

V.1.3 Entrenamiento de los usuarios

A todos los usuarios que participaron en las pruebas se les dió una breve explicación del funcionamiento del sistema. El entrenamiento tuvo una duración aproximada de entre 2 y 5 minutos, durante los cuales se les mostró cómo deberían de realizar las diferentes actividades, desde la captura hasta la recuperación de la información.

V.1.4 Principales características de la interfaz de recuperación

La interfaz de recuperación (ver figura 15), presenta características que permiten un buen despliegue y manipulación de la información, a continuación mencionaremos las características principales.

- Permite realizar búsquedas de información basadas en las palabras relevantes que se encuentran en los acetatos de las sesiones.
- El despliegue de la información sobre las sesiones y sus elementos es visualizada en forma de árbol en donde es fácil identificar cada sesión y sus elementos.
- Se realiza un despliegue en el visualizador de Web de los acetatos antes de comenzar la reproducción, con lo que es posible realizar un rápido recorrido al contenido de los acetatos.
- También el sistema presenta el tiempo que tomará la reproducción del audio de cada acetato.

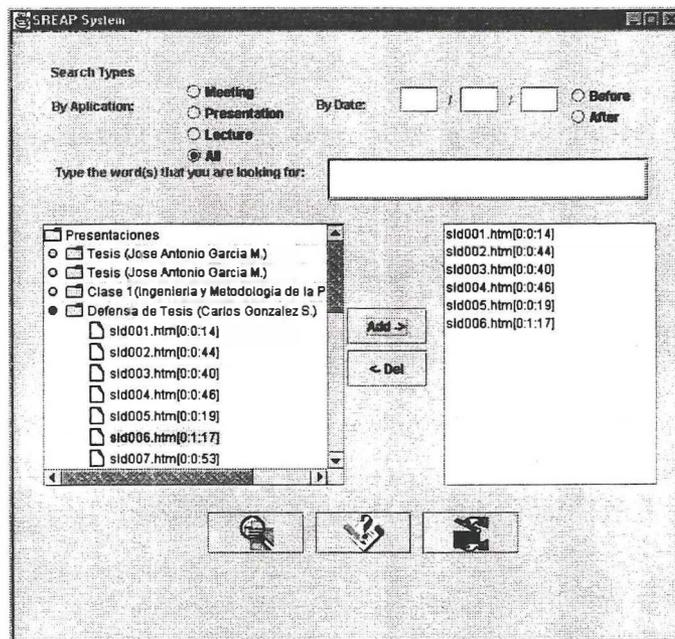


Figura 15.- Interfaz de SICREP para la consulta de acetatos.

Con respecto a la interfaz que controla la reproducción del audio (ver figura 16), contiene algunos controles con la finalidad de poder manipular la reproducción del audio y una mejor presentación del transcurrir de su reproducción. Los principales elementos que se tienen son: el botón para realizar pausas a la reproducción, el control del volumen y por último la posibilidad de adelantar y retrasar la reproducción utilizando la barra de corrimiento. Con estos controles se da al usuario una mejor manera de interactuar con el audio a reproducir, facilitando con ello el uso del sistema.

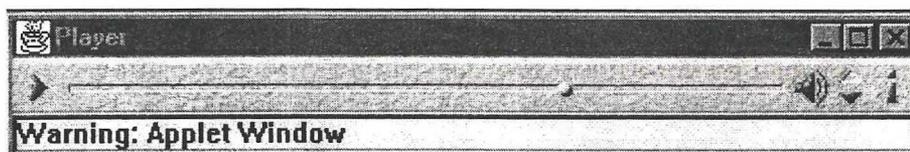


Figura 16.- Interfaz para el control de la reproducción del audio.

V.1.5 Descripción de las clases y presentaciones grabadas

A continuación daremos una descripción de las clases y presentaciones grabadas así como las pruebas realizadas al subsistema de recuperación.

Con SICREP se han grabado hasta el momento de la escritura del documento 7 clases y 3 presentaciones.

V.1.5.1 Clases grabadas

Las clases que fueron grabadas forman parte de dos cursos:

- Sistemas Colaborativos, impartida a los estudiantes de la maestría en telemática de la Universidad de Colima. En la tabla I se presentan las características de las clases grabadas.
- Ingeniería y Metodología del Software impartida a los estudiantes de la maestría en ciencias computacionales del CICESE. En la tabla II se muestra una descripción de las clases grabadas.

Tabla I.- Descripción de las clases capturadas del curso sistemas colaborativos

Nombre	Numero de Acetatos	Tipo
Sistema Colaborativo para la Revisión de Documentos	35	Clase
Salas Electrónicas de Reuniones	33	Clase
Memoria Organizacional para Revisiones Tecnicas	13	Clase
COCHI- Collaborative Objects for Communications and Human Interaction	24	Clase
Interacción Casual en Ambientes de Aprendizaje Colaborativo	21	Clase

Tabla II.- Descripción de las clases capturadas del curso Metodología e Ingeniería del Software

Nombre	Numero de Acetatos	Tipo
Introducción a la Ingeniería del Software	17	Clase
Administración de Proyectos de Software	17	Clase

V.1.5.2 Ensayos de defensa de tesis grabados

En la tabla III se listan las características de las presentaciones grabadas que corresponden a los últimos ensayos de las defensas de tesis de alumnos de la maestría en ciencias computacionales del CICESE,

Tabla III.- Defensas de tesis capturadas

Nombre	Numero de Acetatos	Tipo
Manejo de calidad de servicio (QoS) en el desarrollo de sistemas cooperativos	36	Presentación
Sistema colaborativo para la administración de proyectos	27	Presentación
Sistema colaborativo de apoyo a revisiones técnicas en salas electrónicas de reuniones	42	Presentación

V.1.6 Pruebas realizadas a la recuperación de la información

Una vez almacenada la información en el servidor, el siguiente paso fue accederla utilizando un visualizador del Web, esto sin necesidad de instalar alguna aplicación adicional que no fuese incluida en éste. Sin embargo, debido a que el sistema se implementó en el lenguaje de programación Java [Java, 1998] y se utilizaron nuevas librerías de este lenguaje que aún no se encuentran en los visualizadores comerciales actuales, es necesario que el usuario haga una única instalación del Java-PlugIn [Java-PlugIn, 1998]. Además es necesario la instalación del Java Media Framework [JMF, 1998], este último se utiliza para el envío y reproducción de los archivos de audio.

Las pruebas de recuperación se dividieron en dos grupos, pruebas locales realizadas dentro de la red CICESE y pruebas remotas realizadas fuera de esta red. El número de consultas locales fue de 15 y el de remotas de dos.

Las pruebas locales fueron realizadas por estudiantes de la maestría en ciencias computacionales que habían tomado el curso de Sistemas Colaborativos, a ellos se les pidió que realizaran búsquedas de temas de su interés y que formaran parte de la clases grabadas.

Las pruebas remotas se hicieron por parte de profesionistas involucrados en el área de la computación, teniendo el conocimiento suficiente para poder interactuar con el sistema desarrollado. La primera prueba remota se realizó desde la instalación matriz de la compañía RedUno en México D.F. La segunda se llevó a cabo desde la ciudad de Monterrey Nuevo León. En estas pruebas solo se requirió que el usuario realizara unos pasos sencillos, de los cuales los que toman más tiempo son la instalación del Java-PlugIn y el Java Media Framework.

Cabe mencionar que para las pruebas de aceptación del prototipo del sistema es necesario que las pruebas sean aplicadas por personas con conocimientos en el área de la computación y en base en los requerimientos planteados.

V.2 Resultados

En esta sección se analizan y discuten los resultados obtenidos en las pruebas realizadas en la captura y recuperación de la información.

V.2.1 Resultados obtenidos de la evaluación realizada en la captura

Durante la captura se enfocó a evaluar aspectos técnicos y sociales que surgieron al realizar las grabaciones de las clases. Se pidió al grupo de personas que realizaron las clases con el sistema que contestaran el cuestionario que se presenta en el apéndice B donde los presentadores externaron sus opiniones.

V.2.1.1 Manejo de los archivos de audio en el subsistema de captura

El primer subsistema de SICREP que se implementó fue la captura, por lo que también fue lo primero en ser probado. Cuando se realizó la captura de la clase Sistema Colaborativo para la Revisión de Documentos, se tenía conceptualizado toda la información ha ser capturada pero se necesitaba saber el procedimiento adecuado para el envío de información entre el cliente (presentador, maestro) y el servidor de captura, esto debido a que se manejarían archivos de audio bastante grandes que consumían muchos recursos computacionales. Por lo tanto, se pensó mantener los archivos de audio en el cliente para después mandarlos al servidor, para esto planteamos dos alternativas:

1. Ir capturando el audio correspondiente a un acetato y mantenerlo en memoria para grabarlo en el cliente hasta que se pase a otro acetato.
2. Ir grabando el audio localmente en el cliente y no tener información en memoria.

Las dos opciones tenían ventajas y desventajas. La primera tiene la ventaja de no tener accesos a disco, hasta que se detectara el cambio de acetato, con lo que se reduce la

pérdida de memoria disponible, la desventaja es en el tiempo limitado de grabación que depende de la memoria disponible que se tenga. Con respecto a la opción dos, a diferencia de la anterior tiene la ventaja de no tener mucha limitación en el tiempo de grabación (capacidad del disco duro) pero se tiene la desventaja de realizar accesos continuos al disco duro de la computadora, lo que podría afectar su desempeño. Para tomar una decisión se realizó la captura de la primera clase tomando la primera alternativa, resultando las siguientes observaciones:

- Con archivos de audio con duración menor a 5 minutos no se registró problema alguno.
- Con archivos de audio mayores a 5 minutos la computadora donde se tenía la aplicación del cliente registró problemas de memoria, esto debido a la gran cantidad de información que se tenía residente en ésta. En este punto surgieron bloqueos en la computadora lo que ocasionó pérdida de la información.

Debido a la segunda observación se tuvieron muchos problemas en la captura, ya que debido a la falta de memoria el sistema se bloqueaba perdiendo información, por lo que se pensó en la segunda alternativa para el manejo de audio.

Para la siguiente clase, "Salas Electrónicas de Reuniones", se probó la segunda alternativa no reportándose problema alguno con el tamaño de los archivo de audio almacenados - la única restricción es el espacio libre en el disco duro de la computadora del presentador - . Con esta alternativa no surgieron bloqueos en la computadora, además de

que los constantes accesos a disco no fueron un factor relevante que perjudicara en forma significativa al procedimiento de captura.

V.2.1.2 Espacio requerido para el almacenamiento

Uno de las principales inquietudes que se tuvieron al principio de esta tesis fue el espacio de almacenamiento requerido para los archivos de audio. Este espacio depende del tipo de formato que se almacenará. En este trabajo de tesis por cuestiones de facilidad se usó el formato G.711 mu-law (ver apéndice A) que es un formato propietario de la compañía Sun [G.711, 1998], el formato G.711 se usó debido al buen conocimiento que se tiene de él, así como a su gran aceptación.

En las pruebas que se realizaron se observó que en cada sesión grabada difería la cantidad de almacenamiento requerida, esto debido a la mayor o menor duración de las sesiones. Otro dato interesante que se observó fue que la cantidad de acetatos no influyó mucho en el almacenamiento, ya que se tuvieron sesiones con 27 acetatos y 9 megabytes de almacenamiento así como sesiones con 17 acetatos y 40 megabytes de almacenamiento, por lo que el único factor que influyó la duración de la sesión que dependía del tipo de sesión, el tema a tratar así como la persona que realizaba la misma.

V.2.1.3 Influencia de la captura en la sesión

Uno de los aspectos importantes al grabar la sesión es saber cuánto influye esto en el presentador, a continuación se describen algunos de los efectos de esta influencia recolectados del cuestionario y de observaciones realizadas.

En las pruebas que se realizaron, algunas de ellas fueron clases donde el presentador y la audiencia estaban distribuidos geográficamente, así que se necesitó de algún medio para mandar el audio y video del presentador a la audiencia, para esto se utilizó una herramienta externa llamada Netmeeting [Netmeeting, 1998]. Por lo tanto, el presentador de la sesión requería de un micrófono para enviar el audio a la audiencia así como otro adicional para grabar la sesión en nuestro sistema. Por otro lado, se tuvieron grabaciones en que tanto el presentador como la audiencia de la sesión estaban en una misma localidad, en lo que solo se utilizó un micrófono. El no tener a la audiencia en el mismo lugar, en ocasiones desconcertaba al presentador, al no estar completamente seguro si la audiencia recibía bien la plática, lo que no ocurría cuando ambas partes estaban en el mismo lugar.

Otro de los aspectos que también influyeron sobre el presentador es el saber que su clase o presentación estaba siendo grabada, ya que ponía más énfasis en tener una mejor dicción y no tener equivocaciones, lo que provocó cierta distracción sobre la persona.

Por otro lado, para algunos presentadores es muy común no realizar pausas entre acetatos y tratar de hacer la plática fluida, este comportamiento propicia la pérdida de información cuando se realiza el cambio de acetato, por lo que se debía cuidar el realizar pausas entre acetato y acetato lo que provocó molestia en algunos presentadores.

Un aspecto importante que se detectó durante las sesiones y que fue muy comentado en el cuestionario, es el de realizar pausas en la grabación para poder realizar actividades que no desean ser grabadas, como son la atención de preguntas, búsqueda de información, descansos en la sesión, etc.

Como se puede observar hay cierta diversidad de efectos sobre el presentador al estar grabando la sesión, muchos son debido a la naturaleza de ésta, otros al desenvolvimiento que tiene cada persona y al no estar familiarizados con el procedimiento.

V.2.1.4 Influencia de los dispositivos empleados en el desarrollo de la sesión

Otro de los aspectos que fue cuestionado a los presentadores de las sesiones, es qué tanto influyó la tecnología en ellos.

En las sesiones en las que la audiencia y el presentador estaban en un mismo lugar, éste utilizó un micrófono alámbrico para realizar la grabación del audio, limitando la movilidad, esto se piensa resolver con la utilización de un micrófono inalámbrico para que el presentador pueda desplazarse con libertad en toda la sala. Lo anterior no ocurría en las sesiones efectuadas con el presentador y la audiencia distribuidos geográficamente, ya que se necesitaba que el presentador estuviera enfocado por la cámara para el envío del video además de necesitar un segundo micrófono para transmitir el audio.

V.2.2 Resultados obtenidos de la evaluación realizada a la recuperación

En las pruebas sobre la recuperación de la información se abarcaron aspectos de presentación, consulta y manipulación de los datos. A los usuarios se les pidió que realizaran una serie de actividades, además de llenar el cuestionario del Apéndice B en el cual externaron sus opiniones.

V.2.2.1 Instalación de las librerías al visualizador de Web

Como se había mencionado anteriormente, el sistema necesita que se instalen dos aplicaciones en el visualizador de Web del cliente, JavaPlug-In y JMF. A los usuarios se les preguntó qué tan molesto o complicado resultó la instalación de dichas aplicaciones. Aproximadamente, el 50% de estos manifestaron desagrado al tener la necesidad de instalar algo adicional en el visualizador de Web para poder acceder al sistema. Sin embargo, este problema se resolverá cuando los visualizadores de Web tengan soporte completo a las nuevas tecnologías que ofrece Java.

V.2.2.2 Tiempo de respuesta del sistema

Cuando el sistema sea desde el Web, es importante considerar el tiempo de respuesta de éste. En nuestro caso se evaluaron los tiempos que se requerían para que el sistema enviara el archivo de audio al cliente y procesar sus consultas. El resultado que se obtuvo con respecto a la rapidez de respuesta del sistema a las consultas realizadas mostró que en ninguno de los casos la respuesta resultó lenta, siendo las pruebas realizadas remotamente las que manifestaron mayor espera, esto debido a que los usuarios tenían acceso al Web por medio de un modem.

Otro factor importante que influyó en el desempeño del sistema a responder a las consultas, fue la poca información que se tenía (10 presentaciones), por lo que se deja como trabajo futuro realizar pruebas con una mayor cantidad de información.

En lo que se refiere al tiempo de espera del usuario para recibir la reproducción del audio, el comportamiento fue similar al que se observó en las consultas, aunque los tiempos

son significativamente mayores, debido al tipo de información transmitida (archivos de audio). En las pruebas que se realizaron localmente se tuvo un promedio de 10 segundos de espera, esto tomando en cuenta que se tenían archivos de audio de duración de entre 3 y 30 minutos. En lo referente a las pruebas de acceso realizadas de forma remota, el tiempo de espera fue un poco mayor, aunque no muy significativo, esto se debió a retrasos ocasionados en la red al trasladar la información, la velocidad de conexión con que contaban los usuarios, entre otros factores.

V.2.2.3 Calidad del audio

El contar con un audio entendible y de calidad aceptable es muy importante para la evaluación del sistema ya que éste es un elemento muy importante en él. En las primeras pruebas realizadas, se reportó que el audio era de mala calidad ya que no tenía un adecuado volumen además de contar con mucho ruido en la señal, lo anterior es debido a que no se utilizó un buen dispositivo para realizar la captura del audio, por lo que para clases posteriores se utilizó un mejor micrófono, obteniéndose mejores resultados.

Ya teniendo información de mejor calidad se procedió a realizar más pruebas, en las que los usuarios externaron que las últimas sesiones grabadas tenían una mejor calidad de audio y que era suficiente para entender su contenido. Con lo anterior se cumplió con uno de los requisitos principales del sistema.

V.2.2.4 Preferencia en los criterios de evaluación

Al tener el sistema varias opciones para realizar la búsqueda, ofrece al usuario herramientas para encontrar eficiente y rápidamente la información de su interés. Sin

embargo, debido a la cantidad y tipo de información que se maneja en SICREP es necesario evaluar las preferencias del usuario al realizar las consultas. En la tabla IV se muestra en porcentaje cuales fueron las preferencias de los usuarios con respecto a los criterios de búsqueda. Como puede observarse el criterio más utilizado fue por tipo de aplicación, luego por palabras clave y por último por fecha, que ningún usuario usó. Una de las causas que explican el comportamiento anterior fue el hecho de no contar aún con mucha información almacenada por lo que el usuario puede encontrar rápidamente la información que sea de su interés. Con respecto al nulo uso del criterio por fechas éste fue en parte a que el usuario desconocía la fecha aproximada en que se realizaron las sesiones. Con respecto al criterio de búsqueda por palabras clave se observó que fue medianamente usado ya que en algunas pruebas los usuarios no sabían sobre que tópico podrían realizar la búsqueda.

Tabla IV.- Preferencias de los usuarios al realizar sus búsquedas.

Tipo de búsqueda:	Porcentaie de preferencia.
Por tipo de aplicación	65
Por palabras clave	35
Por fecha	0

V.2.2.5 Comentarios generales de los usuarios

Entre los comentarios de los participantes de las pruebas uno de ellos se refería a mejorar la calidad del audio, esto se ha solucionado parcialmente usando un mejor equipo de captura.

Otra observación que se tuvo fue que en ocasiones el presentador al inicio de su plática sobre un acetato acostumbraba aun hablar sobre el anterior, haciendo confusa la reproducción. Este problema podría resolverse, dando al presentador la posibilidad de hacer pausas durante la presentación, por otro lado mientras más uso se tenga del sistema, más conciencia se tendrá por parte del presentador de referirse en su plática al acetato que esté desplegado en el visualizador de Web.

Capítulo VI. Conclusiones, aportaciones y trabajo futuro

VI.1 Conclusiones

Gracias a los avances tecnológicos, hoy en día es posible que un gran número de personas realicen videoconferencias, telepresentaciones, clases a distancia, etc. En muchas de estas interacciones, el audio y el video son utilizados como medios de comunicación síncrono, desperdiciando la información de estos al no ser almacenados. Por éste y otros motivo han surgido sistemas multimedios que tienen al audio, video, texto libre, etc., como fuente de información.

En la educación se han utilizado los sistemas multimedios para ayudar a la difusión del conocimiento más allá de las barreras físicas de bibliotecas, universidades, etc. Hoy en día individuos con una gran diversidad de intereses como estudiantes, profesores y profesionistas accesan información de muchas partes del mundo. El acceder cursos electrónicos se ha vuelto común y una gran cantidad de profesores tienen sus cursos disponibles en el Web para sus alumnos o gente interesada. Muchos de estos por lo regular únicamente incluyen texto e imágenes, por lo que resultan poco atractivos, además de no tener una información completa, ya que por lo regular solo tienen una breve descripción de los temas o una guía de estudio. Recientemente, se han desarrollado sistemas multimedios para la captura y recuperación de cursos electrónicos, los cuales presentan una información más completa, además de integrar la sincronización de diferentes medios como son audio, video y texto. En ésta tesis se realizó un análisis de alguno de estos sistemas, mostrando sus ventajas y desventajas.

Teniendo en cuenta lo anterior se desarrolló un sistema para la captura y recuperación de presentaciones multimedia, en éste se incluyeron nuevas características que no se encuentran en sistemas similares existentes, se implementó un método más sencillo de captura del audio y el material presentado por el expositor, se dió al usuario flexibilidad para un mejor manejo de la información, se integraron técnicas de búsqueda, etc.

El trabajar con medios como el audio y texto libre, requirió de aplicar técnicas para su indexado y recuperación. En el caso del texto, actualmente la técnica más usada es procesar éste en base a las palabras relevantes que se encuentren en su contenido. En nuestro sistema se utilizó esta técnica para el indexado del texto contenido en cada acetato de las presentaciones. Con respecto al audio, técnicas para obtener información de éste basándose en su contenido han sido exploradas, sin embargo, es posible prescindir de esto utilizando eventos e información asociada al audio para realizar su indexado. En el sistema desarrollado se realizó el indexado del audio basándose en el texto y los eventos asociados a éste.

Durante las pruebas, se observó que el usuario apreció el tener diversos criterios de búsqueda para realizar recuperaciones sobre sesiones completas o partes de ellas. Por otro lado, también se notó en las pruebas, que los usuarios no realizaron reproducciones combinando información de más de una sesión, esto se debió a la poca información almacenada y al no ser ésta muy homogénea.

También se observó en las pruebas realizadas que el tiempo de espera de los usuarios al resultado de sus consultas y a la reproducción del audio, fue bastante rápida,

aunque esto dependió de varios factores, como la hora de acceso al sistema (en el caso de las pruebas remotas), y principalmente a la poca información almacenada.

Con respecto a la captura de la presentación, ésta demostró ser muy eficiente. Sin embargo, algunos usuarios manifestaron molestia al usar un micrófono alámbrico, durante la grabación.

Mucha influencia tendrá el contar con dispositivos electrónicos como micrófonos y apuntadores inalámbricos para dar libertad de movimiento al realizar la captura de su presentación.

El análisis de los resultados obtenidos en las pruebas nos permite concluir que el indexar el audio con respecto a los eventos y al texto asociado es un mecanismo eficiente y flexible para recuperar la información de las sesiones almacenadas.

VI.2 Aportaciones

Se desarrolló un sistema para el indexado y recuperación de presentaciones multimedias.

El sistema cuenta con un procedimiento de captura sencillo y adecuado, así como una recuperación eficiente de la información.

El sistema realiza un indexado eficiente del audio mediante texto y eventos asociados a la presentación.

Se implementaron mecanismos para realizar rápida y eficientemente el procedimiento de recuperación de la información y su posterior reproducción.

Mediante el sistema se recupera información verbal y textual de una o varias sesiones (presentaciones clases).

Se brinda al usuario una visualización dinámica, mediante la cual es posible “navegar” en la información almacenada.

En el sistema se pueden realizar búsquedas por tópico, tipo y fecha de las sesiones almacenadas.

También es posible la combinación de más de un curso para ser reproducido, así como crear nuevos cursos de los almacenados.

El sistema esta disponible a ser usado sin restricciones de horario, lo que da al usuario flexibilidad en el acceso de la información.

VI.3 Trabajo futuro

Como futuras actividades importantes a realizar con el sistema están las siguientes:

- Realizar las pruebas de funcionabilidad descritas en el capítulo IV, para ver la utilidad del sistema en un ambiente de educación. Durante la realización los esquemas de evaluación propuestos podrán cambiar de acuerdo a los resultados preliminares que se obtengan.
- Capturar e indexar el video del presentador y la audiencia, esto introduce aspectos técnicos que hay que cuidar, como son los dispositivos de almacenamiento y captura. Por otro lado, aun no se tienen tecnologías de red, protocolos, etc., disponibles para que los usuarios remotos puedan tener un rápido acceso de medios como el video, por lo

que se recomienda que estos accesos se realicen en la red local donde se tenga la información.

- Otra importante adición al sistema es permitir colaboración entre los usuarios que estén consultando una misma presentación o parte de ella. Así, se tendrían interacciones casuales que podrían formar grupos de estudio para el intercambio de ideas, documentos, etc. Para realizar esto, se deben implementar diversos métodos para monitorear las acciones de todos los usuarios e intercambiar información.

Otras adiciones que son un poco más sencillas que las anteriores son las siguientes:

- Implementación de la pausa durante la grabación de las sesiones. Como se mencionó en el capítulo IV, los usuarios del sistema manifestaron la necesidad de realizar pausas durante la grabación de la clase, esto para permitir descansos o preguntas por parte de la audiencia.
- Integrar un pizarrón electrónico al sistema donde el presentador realice anotaciones a imágenes, gráficas, etc. Estas anotaciones generaran eventos los que, al igual que el cambio de acetato, por lo que deberán tener información asociada.
- La posibilidad de tomar notas por los alumnos (textuales o verbales) las cuales ayudaran al momento de realizar el repaso de la clase o presentación.
- Realizar pruebas del sistema con una mayor información almacenada para observar la eficiencia y rapidez del sistema en la fase de recuperación.

LITERATURA CITADA

- Abowd G., Brotherton J., Bhalodia J., 1998. Classroom 2000: A system for capturing and accessing multimedia classroom experiences, ACM CHI'98 Demonstration paper.
- Aguilar A., 1997, Ambiente de presentaciones interactivas para audiencias distribuidas sobre Internet, Tesis de maestría, CICESE.
- Brown R., 1995. Automatic content-based retrieval of broadcast news. Proceeding ACM Multimedia 1995, 35-43 p.
- CALD., 1998. Proceeding of the workshop on Mixed Media Databases. Conference on automated learning and discovery. Pittsburg PA. Junio 1998.
- Cruz G. y R. Hill 1994. Capturing and Playing Multimedia Events with STREAMS. Proceeding of Multimedia ACM 1994, 193-199 p.
- Fluckiger F., 1995. Understanding networked multimedia. Prentice Hall, Inc. Primera Edición.
- Gemmel D., James and Bell, C. Gordon 1997. Noncollaborative telepresentations come of age. Communications of the ACM. Abril 1997. 79-89 p.
- Grosky W. y R. Mehrastra 1989. Guest editor, Special issue on image database management. Computer 22(12).
- Gudivada V. y V. Raghavan. 1995. Content-based image retrieval systems. IEEE Computer. 28(9). 18-22 p.
- Guojun L., 1996. Communication and computing for distributed multimedia systems. Artech House, Inc. Primera Edicion.
- G711, 1998. <http://www.lasi-nsp.com/g711.html>.

- Hindus D. and C.Schmandt. 1992. Ubiquitous audio: capturing spontaneous collaboration. CSCW'92. 210-217 p.
- Jain R., 1993. NSF Workshop on visual information management systems. SIGmod Record. Marzo 1995. 57-75 p.
- Java. 1998. <http://java.sun.com/>.
- Java-PlugIn. 1998. <http://java.sun.com:80/products/plugin/index.html>.
- JMF. 1998. <http://java.sun.com:80/products/java-media/jmf/index.html>.
- Kazman R. y A. Reem. 1996. Four paradigms for indexing video conferences. IEEE Multimedia 1996. 63-73 p.
- Kiewra K., 1985. Investigating note taking and review: A depth of processing alternative. Education Psychologist. 23-32 p.
- Kiewra K., 1991. Effects of repetition on recall and note-taking: Strategies for learning from lectures. Journal of Education Psychology. 120-123 p.
- Lawhead P., E. Alpert, C. Bland, L. Carswell, D. Cizmar, J. DeWitt, M. Dumitru, E. Fahraeus, K. Scott 1997. The Web and distance learning: what is appropriate and what is not. ITiCSE'97 Working Group Reports and Supplemental Proceedings. 27-37 p.
- Liebeherr J. 1996. gwTTS: A grounds-wide Tele-Tutoring system. <http://www.cs.virginia/gwTTS/final2.html>.
- Luhn H.P. 1958. The automatic creation of literature abstracts. IBM Journal of Research and Development. 2(2). 159-165.

- Marchionini G. y H. Maurer. 1995. The roles of digital libraries in teaching and learning. *Communications of the ACM*. 38(4). 67-75 p.
- Meza V., 1998. Recuperación de imágenes basado en el contenido y su texto asociado en el World Wide Web. Tesis de maestría, CICESE.
- Nagasaka A. y Y. Tanaka. 1991. Automatic video indexing and full-video search for object appearances. *Proceedings of 2nd Working Conference on Visual Database Systems*. 119-133 p.
- Narasimhalu A. 1995. Guest editor, Special issue on content-based retrieval. *ACM Multimedia Systems*.
- Pfeiffer S., S. Fischer y W. Effelsberg 1996. Automatic Audio Content Analysis. *Proceeding of ACM Multimedia 1996*. 21-30 p.
- PowerPoint. 1998. <http://www.microsoft.com/office/powerpoint/>.
- RealAudio. 1998. <http://www.realaudio.com/>.
- Salton G. y M. McGill. 1983. *Introduction to modern information retrieval*. McGraw-Hill, Inc.
- Salton G. 1986. Another look of automatic text-retrieval systems. *Communications of the ACM*. 29(7). 648-656 p.
- Stern M., J. Steinberg, H.I. Lee, J. Padhye y J. Kurose 1997. MANIC: Multimedia asynchronous networked individualized courseware. *Proceeding of Educational Multimedia and Hypermedia*.
- Tang J. y E. Issacs. 1992. Why do users like video?. *Studies of multimedia supported collaboration*, SUN Microsystems Laboratories, Inc. Technical report TR-92-5.

Zhang H., A. Kankanhali, y S. Smoliar 1983. Automatic partitioning of full motion video.

Multimedia Systems Enero 1993. 10-28 p.

Apéndice A. Tabla comparativa de algunos formatos de compresión de audio.

Formato de Audio	<u>16-bit PCM</u>	<u>G.711 mu-law</u>	<u>32Kbps MPEG-1</u>	<u>IMA/DVI ADPCM</u>	<u>GSM 06.10</u>	<u>TrueSpeech 8.5</u>	<u>RealAudio v1.0</u>
Extensión	.wav or .aiff	.au	.mpa or .mp2	.wav	.gsm	.wav	.ra
Frecuencia de muestreo	128Kbps	64Kbps	32Kbps	32Kbps	13.2Kbps	8.5Kbps	8Kbps
Tamaño de archivo por minuto	960K	480K	240K	240K	96K	62K	59K
Factor de Compresión	1:1	2:1	4:1	4:1	10:1	15:1	16:1
Calidad de Sonido	5	4	4	3	2	2	1
Velocidad relativa de compresión	N/D	10	No probada	1.2	0.75	0.5	0.2
Reproductor para Windows	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Reproductor para Mac	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
Reproductor para Unix	Si	Si	Si	Algunos	Si	No	solo v2.0

Apéndice B. Cuestionario para evaluar el procedimiento de captura en SICREP

1.- Nombre: _____

2.- Nombre de la presentación o clase: _____

3.- Número de acetatos: _____

4.- Tiempo de duración de la presentación o clase _____

5.- ¿Influyó en usted el saber que se estaba realizando la grabación de su clase o presentación?, si la respuesta es afirmativa en qué forma?

6.- ¿Hasta qué grado los dispositivos empleados para realizar la grabación de la presentación o clase influyó en el desarrollo normal de la sesión? (1 Poco, 5 Mucho)

1 2 3 4 5

7.- ¿Recibiste algún entrenamiento para realizar la grabación de tu presentación o clase?

(Si la respuesta es afirmativa, explica cuál fue)

8.- ¿Qué sugerencias o comentarios darías para mejorar el procedimiento de captura?

Apéndice C. Cuestionario para evaluar el procedimiento de recuperación en SICREP

Nombre: _____

Fecha: _____

Ubicación: _____

En qué medida resultó difícil la instalación del JavaPlug-In y el JMF

(1 Fácil, 5 Difícil)

1 2 3 4 5

El necesitar elementos externos al visualizador te resultó molesto? (Si la respuesta es afirmativa ¿porqué?)

El tiempo en desplegar la ventana principal fue

(1 Poco, 5 Excesivo)

1 2 3 4 5

¿Fue complicado comprender la función de cada uno de los componentes? (Si la respuesta es afirmativa, ¿cuáles?)

La preferencia de cada criterios de evaluación fue:

(1 Baja, 5 Alta)

Tipo de aplicación	1	2	3	4	5
Fecha	1	2	3	4	5
Palabras clave	1	2	3	4	5

El despliegue de la información sobre las sesiones fue:

(1 Confuso, 5 Adecuado)

1 2 3 4 5

La respuesta de la interface a las acciones realizadas sobre esta fue:

(1 Lenta, 5 Rápida)

1 2 3 4 5

El poder seleccionar de diferentes sesiones los elementos para la reproducción fue:

(1 No Util, 5 Muy Util)

1 2 3 4 5

El tiempo de espera para poder recibir el audio correspondiente al acetato fue:

(1 Poco, 5 Demasiado)

1 2 3 4 5

La calidad del audio fue:

(1 Pésima, 5 Excelente)

1 2 3 4 5

¿La sincronización de los acetatos con el audio resulto confusa? (si la respuesta es afirmativa ¿porqué?)

¿Qué sugerencias o comentarios darías para mejorar algún punto de la visualización y recuperación de las sesiones?

Apéndice D. Análisis del sistema SICREP.

D.1 Introducción

En los últimos años la ingeniería del software ha tomado mayor importancia. Los administradores como los desarrolladores reconocen la necesidad de un enfoque más disciplinado de la producción de software. Por esta razón, se ha optado por seguir las fases genéricas de la ingeniería del software para el proceso de implementación de este sistema, que son principalmente: *definición, desarrollo y mantenimiento*.

La fase de definición se centra sobre el *qué*. Se intenta identificar qué información ha de ser procesada, qué función y rendimiento se desea, qué interfaces han de establecerse, y qué restricciones de diseño existen. Por tanto, han de identificarse los requisitos clave del sistema y del software.

La fase de desarrollo se centra en el *cómo*. Esto es, se intenta descubrir cómo han de diseñarse las estructuras de datos y la arquitectura del software, cómo ha de traducirse el diseño a un lenguaje de programación y cómo ha de realizarse la prueba.

D.2 Alcance del sistema

El sistema apoyará al proceso de enseñanza en el posgrado de Ciencias Computacionales, dando al estudiante información sobre sus cursos, que hoy en día no es muy sencillo de obtener.

El sistema proporcionará la capacidad de poder almacenar información del tipo textual y audible de diferentes tipos de interacciones (presentaciones, clases, etc), con la posibilidad de poder ser enriquecida posteriormente con información visual.

La información almacenada por el sistema estará disponible para ser consultada en el Web sin restricción alguna.

D.3 Requerimientos

Todas las interacciones que surgen de las reuniones, clases, presentaciones son de gran valía ya que en ellas se encierra una gran cantidad de información para uso futuro. Toda ésta información se pierde al no ser almacenada por lo que en futuras revisiones es necesario checar notas, minutas, apuntes de clase entre otros, las cuales en ocasiones no contienen toda la información pertinente. Este aspecto es bastante claro en el área educativa, los alumnos comienzan su aprendizaje en el salón de clase pero éste no termina ahí, éste continua constantemente, con la búsqueda de información en las bibliotecas, apuntes de clase, notas del maestro, etc.

Como mencionamos anteriormente, nuestro sistema pretende brindar al alumno la posibilidad de acceder información de sus cursos utilizando medios como el audio y el texto, manejando toda ésta información eficiente y flexiblemente. Para lo anterior se consideran los siguientes requerimientos:

- *Contar con audio de calidad aceptable*- Uno de los requisitos mínimos que se detectó al momento de realizar consultas sobre alumnos que se encontraban tomando un curso a distancia, fue que ellos preferían tener un buen audio en lugar del video, por lo que se prefirió incluir el audio como una mayor prioridad, dejando la inclusión del video como un trabajo futuro.

- *Sincronía entre los acetatos y el audio*- Las partes más importantes al momento de la consulta de la información es poder ver y saber qué fue lo que se dijo sobre esta información. Por esto es muy importante poder sincronizar la reproducción del audio con el despliegue de los acetatos y no confundir al usuario con información errónea.
- *Información centralizada*- Se observó que en todos los sistemas estudiados se tuvieron grandes ventajas al tener la información de los cursos de una manera centralizada y con ello asegurar una consistencia de la misma.
- *Una captura sencilla*- Como se mencionó anteriormente la etapa de captura debe ser de tal manera que no influya significativamente la forma natural de llevar la sesión, por lo que consideramos este punto importante al momento de diseñar nuestro sistema.
- *Visualización de más de un curso*- Un problema que se detectó en los sistemas estudiados, fue que no es posible visualizar más de un curso a la vez, esto es muy útil cuando se realizan búsquedas de información. En nuestro sistema se busca solucionar este aspecto.
- *Reproducción de información de más de un curso*- Imaginemos que quisiéramos consultar sobre una variedad de temas pero no adentrarnos mucho en ellos, entonces desearíamos realizar una reproducción que contenga información de varios cursos, esto no es posible con ningún sistema evaluado y debido a su importancia decidimos incluir estas características en nuestro sistema.
- *Creación de nuevos cursos a partir de los ya almacenados*- Como consecuencia del punto anterior se pensó en brindar la posibilidad de crear nuevos cursos a partir de los

ya capturados. Con esto se puede evitar la duplicación de información sobre cursos muy similares.

D.4 Perspectiva del sistema

El sistema SICREP será capaz de capturar, almacenar y recuperar información textual y audible que surja de interacciones en clases, presentaciones, etc.

D.5 Entradas y Salidas

Las entradas consistirán de toda aquella información que deberá estar almacenada para realizar la recuperación y reproducción de las presentaciones, las salidas serán la misma información de entrada al sistema (ver tabla V).

Tabla V. Entradas y salidas

Tipo	Información
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la presentación. • Acetatos. • Archivos de audio
Salida	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la presentación • Acetatos • Archivos de audio

D.6 Contexto de uso de la aplicación

La implementación del sistema para la captura y recuperación de presentaciones servirá para almacenar las defensas de tesis que se realicen en el posgrado de Ciencias de la Computación en CICESE, posteriormente se grabarán cursos completos que estarán a disposición de los alumnos. Otra posible aplicación es la integración del sistema a SCART.

D.7 Características del usuario

El sistema será utilizado principalmente por las personas que tengan interés en la información almacenada. Con respecto a la captura de la información, ésta se llevara a cabo inicialmente por profesores de departamento de Ciencias Computacionales del CICESE.

D.8 Restricciones de acceso y seguridad

En éste primer prototipo no se contempla ninguna restricción de acceso y seguridad, por lo que los usuarios tendrán acceso a la información en cualquier momento.

D.9 Modelo de objetos

En base al conocimiento adquirido se obtuvo el modelo de objetos mostrado en la figura 17, en el que se establece que el sistema consistirá básicamente de varias clases y relaciones. El significado de cada clase es explicado en el “Diccionario de Datos”, mientras que una explicación de las relaciones y asociaciones entre las mismas se proporciona a continuación:

D.9.1 Relaciones y asociaciones

- Una *Presentación* involucra muchos *Eventos*. Durante la presentación ocurren diversas interacciones entre los participantes, a estas las llamaremos eventos, los que

deben ser capturados para poder darle una estructura a la presentación y ser almacenada para posteriormente ser recuperada.

- Los *Eventos* involucran muchos *Sub-Eventos*. Un *Usuario* realiza la recuperación de una o más presentaciones
- Mediante la *Captura* se almacenan una o más presentaciones

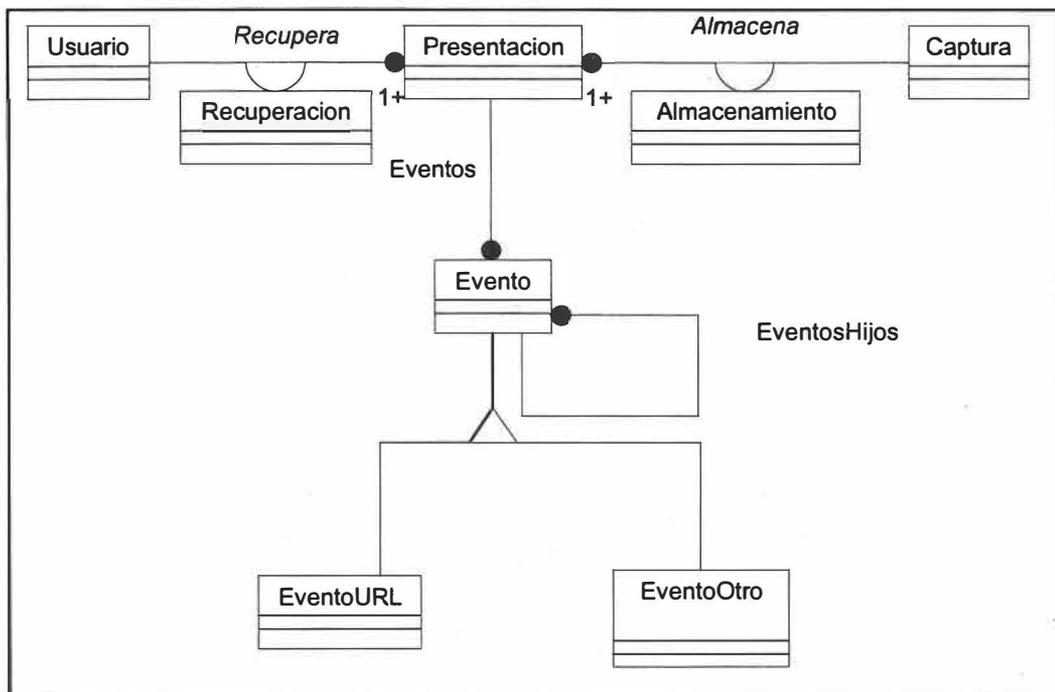


Figura 17.- Modelo de objetos de SICREP.

D.9.2 Diccionario de Datos

Captura: Clase que permite la captura de los datos de la presentación

Evento: Señal que identifica una acción durante la presentación, esta acción tiene sus atributos asociados como archivo de audio, video, etc.

EventoOtro: Evento que puede ser usado para identificar cierto evento, como la intervención de un participante, realización de trazos en un pizarrón. Esta clase es definida para que se tenga un patrón para futuros eventos definidos.

EventoURL: Evento que identifica el cambio de acetato en una presentación.

Presentacion: Sesión en la cual se expone cierto material a una audiencia, con fines educativos..

Usuario: Persona que emplea el servicio del sistema.

D.9.3 Atributos identificados

En la tabla VI se muestra una descripción general de los atributos para cada una de las clases principales.

Tabla VI. Atributos identificados para cada clase.

Clase	Atributos	Descripción
Captura	Presentador	Dirección IP donde se encuentre la aplicación del presentador
	Presentacion	Presentación a capturar
Evento	Tiempo	Duración del evento.
	NumHijos	Numero de Sub-Eventos que tiene el evento.
	Audio	URL donde está el archivo de audio correspondiente al evento.
	Video	URL donde está el archivo de video correspondiente al evento.
EventoURL	URL	URL donde se encuentra la pagina HTML a la cual se refiere el Evento
Presentacion	Nombre	Nombre de la presentación.
	Descripcion	Descripción de la presentación .
	Tipo	Tipo de presentación (Ej. Clase, Junta, etc.).
	NumEventos	Numero de eventos que tiene la presentación
	Directorio	Directorio donde se almacena los datos de la presentación.
Usuario	Lugar	Dirección IP desde donde se accesa al sistema

D.10 Modelo Dinámico

A continuación, se describen los principales escenarios en el sistema, captura y recuperación continuando con los diagramas de estado del almacenamiento y la recuperación de la información.

D.10.1 Captura y almacenamiento

En el diagrama de la figura 18 se muestran los eventos extraídos del escenario ocurrido durante la captura y almacenamiento de la información. Para realizar este diagrama se consideraron los siguientes aspectos:

- El **Presentador** mediante un visualizador de Web proporciona los datos generales de la presentación a la **captura**.
- El **Presentador** mediante un visualizador de Web manda un evento de inicio de sesión a la **captura**.
- El **Presentador** mediante un visualizador de Web manda un evento de cambio de acetato a la **captura**.
- La **captura** le indica a la aplicación del presentador **Cliente** que comience a realizar la grabación del audio del presentador.
- La **captura** recibe el evento de cambio de acetato por parte del **Presentador**.
- Se notifica a la aplicación **Cliente** que termine la grabación y comience otra.

Nota: Los tres pasos anteriores se ejecutan n veces, donde n es el número de acetatos en la reunión.

- El **Presentador** notifica al servidor de **captura** la finalización de la reunión.

- El servidor de *captura* le notifica a la aplicación *Cliente* para detener la última grabación y transmitir todos los archivos grabados.
- El servidor de *captura* manda toda la información de la presentación (Datos generales, archivos de audio, etc), para su *almacenamiento*.

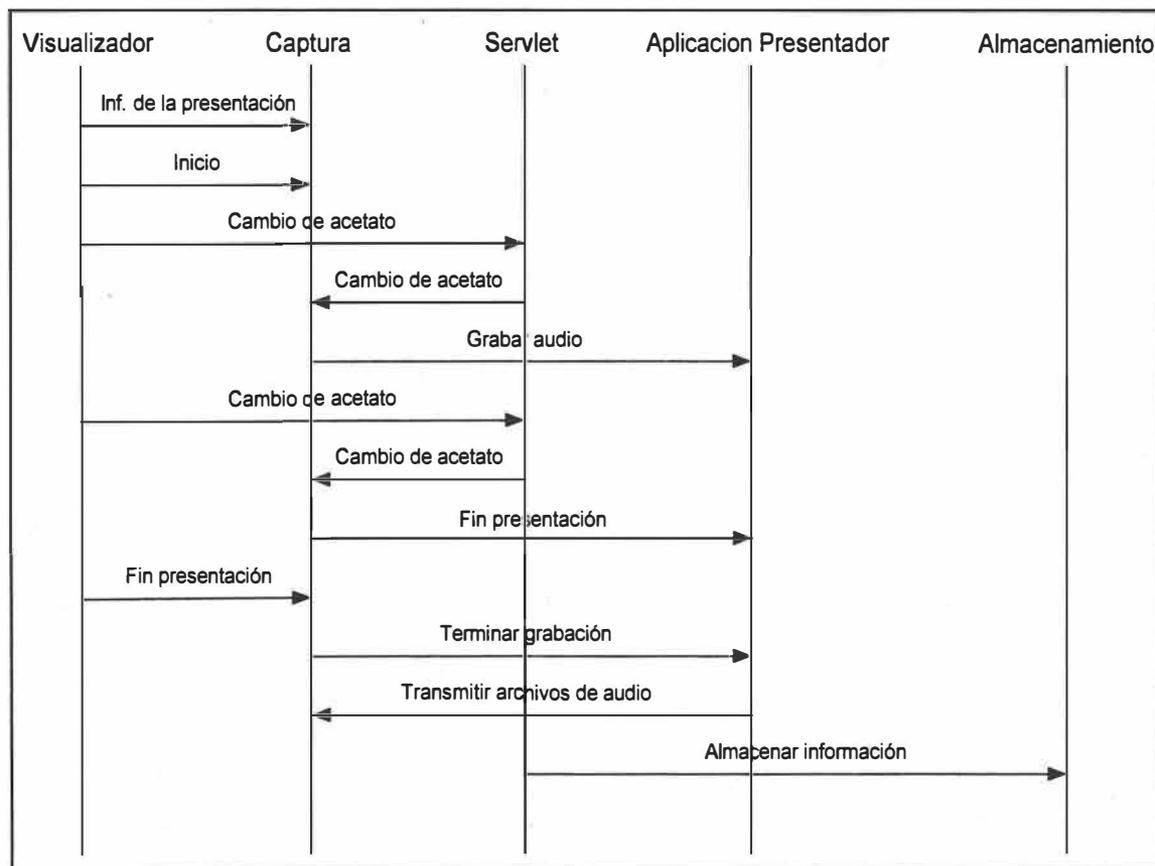


Figura 18.- Diagrama de escenario para el almacenamiento de las presentaciones.

D.10.2 Recuperación

En el diagrama de la figura 19 se presentan los eventos generados en una sesión de recuperación, el *usuario* realiza una consulta que es mandada a *busqueda*, éste procesa la

consulta y pide el resultado a *almacenamiento*, que se encarga de mandar la información de todas las presentaciones que sean el resultado de la búsqueda.

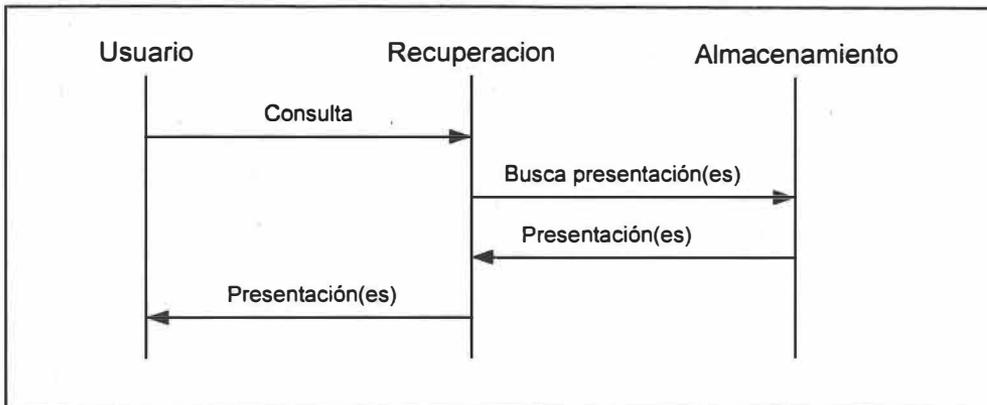


Figura 19.- Diagrama de escenario para la recuperación de una o más presentaciones.

Las figuras 20 y 21 muestran los diagramas de estado para el almacenamiento y la recuperación de la información, respectivamente. Estos diagramas se realizaron en base al criterio de que un sistema de almacenamiento y recuperación de información involucra las siguientes actividades:

- **Análisis de la información.** Consiste en la asignación de uno o más identificadores o términos de indexado a cada uno de los elementos que serán almacenados.
- **Organización y búsqueda de la información.** Una vez que los elementos han sido indexados, la información debe estar organizada apropiadamente para su posterior acceso. El procedimiento de búsqueda que se utilice debe estar diseñado para localizar la información eficientemente.

- **Formulación de la consulta.** Consiste en proporcionar una cadena de palabras y/o datos específicos acerca de las contribuciones que se desean recuperar.
- **Recuperación de la información y diseminación.** La información recuperada debe ser presentada de tal manera que se visualice las presentaciones y sus respectivos acetatos.

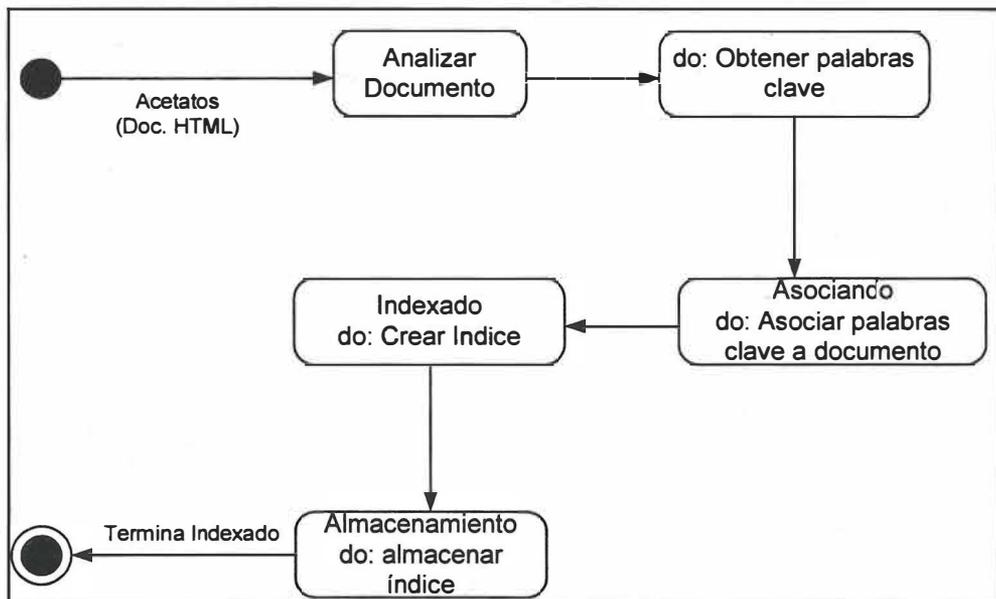


Figura 20.- Diagrama de estados para la clase Almacenamiento.

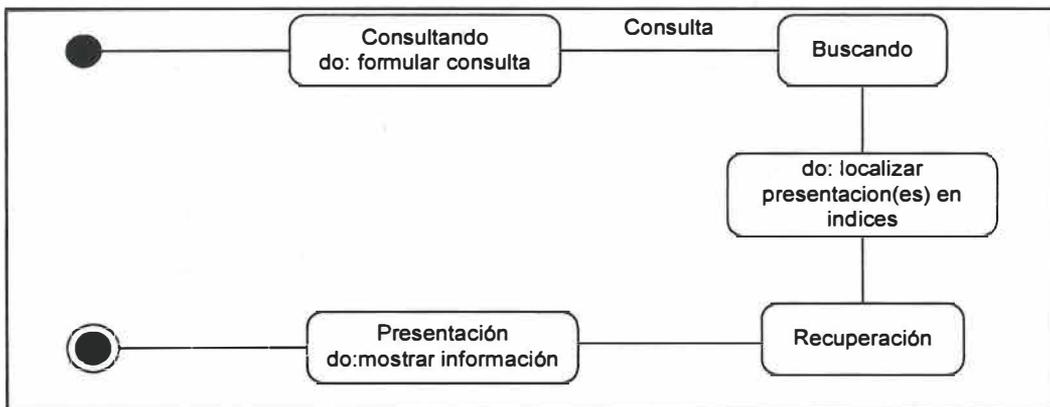


Figura 21.- Diagrama de estados para la clase Recuperación.

Apéndice E. Diseño del sistema SICREP.

E.1 Hardware y Software

Dado que el sistema debe de ser accesado remotamente utilizando un visualizador de Web mediante diferentes plataformas, se eligió a Java como lenguaje de programación, el cual permite – entre otras características – que las aplicaciones puedan ser accesadas desde diferentes plataformas, además de ser ejecutado en una gran cantidad de visualizadores de Web.

En lo referente al almacenamiento, éste se realizará de forma centralizada mediante una estructura de archivos, no se contempló el uso de una base de datos debido a la naturaleza de la información a manejar.

En la tabla VII se muestran los requisitos mínimos de hardware para la aplicación servidor, así como para la computadora de los usuarios que realizarán consultas y grabaciones de las presentaciones almacenadas.

Tabla VII.- Requisitos mínimos de hardware y software para el sistema SICREP.

	Servidor	Cliente
HARDWARE	<ul style="list-style-type: none"> • PC Compatible Pentium • Memoria 64MB • Disco Duro 100MB (Variara dependiendo de la información a almacenar) 	<ul style="list-style-type: none"> • MACINTOSH, PC Compatible, Estación de trabajo • Memoria de 32 MB • Disco Duro 12 MB
SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> • JDK 1.1.X • JavaWebServer 1.X • JavaMediaFramework 1.X • JavaFoundationClass 1.X 	<ul style="list-style-type: none"> • Visualizador de Web (Netscape, Explorer) • JavaMediaFramework 1.X • JavaPlugIn 1.1.X

E.2 Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema SICREP estará compuesta por 5 subsistemas: almacenamiento, recuperación, búsqueda, captura e indexado como muestra en la figura 22. A continuación daremos una descripción de las funciones que realizarán los diferentes subsistemas.

Almacenamiento.- Este subsistema se encargará de realizar las operaciones de acceso y almacenamiento de la información de los diferentes elementos que compondrán las sesiones (descripción general, audio, acetatos). También, se realizará la asignación de un espacio en el Servidor de Web para cada sesión al momento de realizar la captura de la misma.

Recuperación.- Este subsistema se ejecutará en el visualizador de Web del usuario, mediante el cual se formularán las consultas por diferentes criterios (fecha, palabras clave y tipo de sesión). Además, será el encargado de visualizar la información y reproducción del audio.

Búsqueda.- Su objetivo será recibir las peticiones de información del subsistema *Recuperación* para procesarlas y buscar la información mediante el subsistema *Almacenamiento*.

Captura.- Entre las funciones que se realizarán en este subsistema estarán la de controlar el proceso de la captura y estructuración de la información para cada sesión a almacenar.

Indexado.- Este subsistema, al final de la captura de cada sesión tomará los acetatos de ésta, para procesarlos y obtener las palabras relevantes y crear un índice invertido donde se relacionen palabras relevantes con acetatos que las contengan.



Figura 22.- Descomposición del sistema SICREP en subsistemas.

E.3 Almacenamiento de datos

E.3.1 Sistema de archivos

Para el almacenamiento de la información de las sesiones que se hayan grabado, así como las características y elementos de estas, se utilizará un sistema de archivos.

Se tendrá un archivo, con información sobre cuales y cuántas sesiones estén almacenadas, este archivo indicará la ubicación física de los elementos, descripción de la sesión y la fecha en que se realizó, por ejemplo, para una sesión que se lleva a cabo el día 12 de Octubre de 1998 a las 10:30 de la mañana se le asignará la siguiente línea: 12-10-98_10-30, la cual nos indicará la ubicación de la información en el servidor de Web sobre la sesión, en este caso sería http://NombreServidorWeb/12-10-98_10-30 además de la fecha de su realización.

Por otro lado, también se tendrá dentro de los directorios de cada sesión, un archivo con toda la información de la sesión, además de los archivos de audio correspondientes.

E.4 Estructuras de datos a utilizar

E.4.1 Sesión

Una sesión es una estructura de datos que se compone de: descripción y eventos. En la descripción se almacena la información general de la sesión, autor, nombre y tipo. Los eventos, describen el contenido de la sesión y contienen un audio asociado, además de poder contener sub-eventos. Los eventos podrán ser de diferentes tipos así como representar diversas acciones; en el sistema SICREP solo habrá un tipo de evento, que representará la acción de cambio de acetato realizado por el presentador de la sesión. La característica principal que tendrá éste tipo de evento, es el URL que contendrá el contenido del acetato.

E.5 Diseño de objetos

E.5.1 Clases

En base al modelo de objetos mostrado en el análisis se diseña un nuevo modelo (ver figura 23) que refleje cómo será la implementación del sistema. En este modelo a diferencia del anterior contiene dos clases nuevas, una de estas indexará los documentos HTML que representen a los acetatos.

Las clases contempladas son las siguientes:

Captura: Clase que permite la captura de los datos de la presentación

Evento: Señal que identifica una acción durante la presentación, esta acción tiene sus atributos asociados como un audio, video, etc.

EventoOtro: Evento que puede ser usado para identificar cierto evento, como la intervención de un participante, realización de trazos en un pizarrón. Esta clase es definida para que se tenga un patrón para futuros eventos definidos.

EventoURL: Evento que identifica el cambio de acetato en una presentación.

Presentacion: Sesión en la cual se expone cierto material a una audiencia, con fines educativos.

Usuario: Persona que utiliza el sistema.

Indexar: Clase mediante la cual se realiza el indexado de los archivos HTML que representan a los acetatos y que son parte de la clase *EventoURL*.

Acetato: Clase que representa a un Acetato mediante la dirección URL donde se encuentre éste.

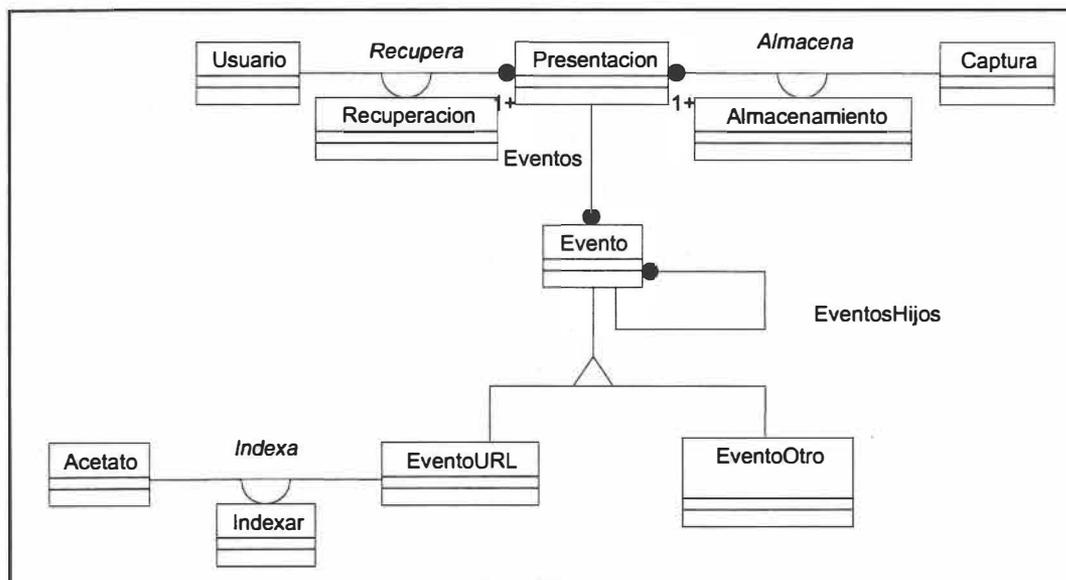


Figura 23.- Modelo de objetos del diseño de SICREP.

E.5.2 Métodos y atributos de las clases

En la tabla VIII se muestra una descripción general de los atributos para cada una de las clases principales.

Tabla VIII.- Atributos y métodos identificados para cada clase.

Clase	Atributos	Métodos
Captura	Presentador Presentacion	Captura() Grabar() Stop() Envia_Audio() Envia_Dat_Generales()
Evento	Tiempo NumEvtHijos Audio Video	Evento() SetTiempo() GetTiempo() AgregarEvtHijo() GetEvtHijo() SetVideo() GetVideo SetAudio() GetAudio()
EventoURL	URL	EventoURL() SetURL() GetURL() toString()
Presentacion	Nombre Descripcion Tipo Fecha NumEventos Directorio	Presentacion() FinPresentacion() SetDescripcion() GetDescripcion() SetTipo() GetTipo SetFecha() GetFecha() SetDirectorio() GetDirectorio() AddEvento() GetEvento()
Usuario	Lugar	Usuario() SetLugar() GetLugar()
Acetato	Direccion	Acetato() GetDireccion() SetDireccion()
Indexar	ArchInv DocInd	Indexar() BuscSemilla() SetPeso()

Apéndice F. Manual de usuario del sistema SICREP.

SICREP tiene la finalidad de grabar y recuperar sesiones electrónicas (presentaciones, clases, etc.), las cuales se componen de un presentador, audiencia y material presentado. SICREP también realiza la grabación de la información auditiva que el presentador transmite a la audiencia.

Al ser SICREP un sistema que puede ser accedido usando un visualizador de Web, se requirió de un lenguaje que sea multiplataforma, además de poder ser ejecutado en la mayoría de los visualizadores comerciales de Web, por lo anterior eligió a Java como lenguaje de programación.

SICREP tiene dos principales etapas: la captura y la recuperación, a continuación daremos una descripción de los pasos a seguir para realizar las diferentes tareas necesarias en estas dos etapas.

F.1 Captura de una sesión

Como primer paso, se debe acceder mediante un visualizador de Web al sistema WP (<http://pc-garci.cicese.mx/wp/register.html>) con el rol de “Presentador”, luego aparecerá un applet en la parte superior de visualizador de Web (ver figura 24). En este applet aparecerán seis botones. El presentador debe seleccionar el botón de “Configuration” para insertar al sistema los datos generales de la sesión mediante una ventana que se muestra en la figura 25. Después de esto, se selecciona el botón “Record”, para comenzar la grabación de la sesión, finalizándola seleccionando el botón “Stop”.

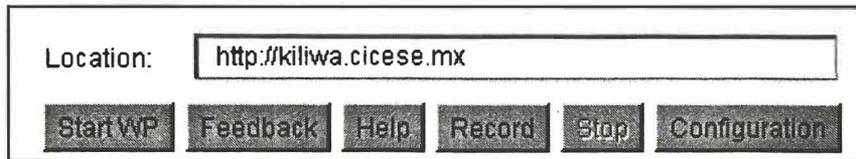


Figura 24.- Applet que controla la grabación de la sesión.

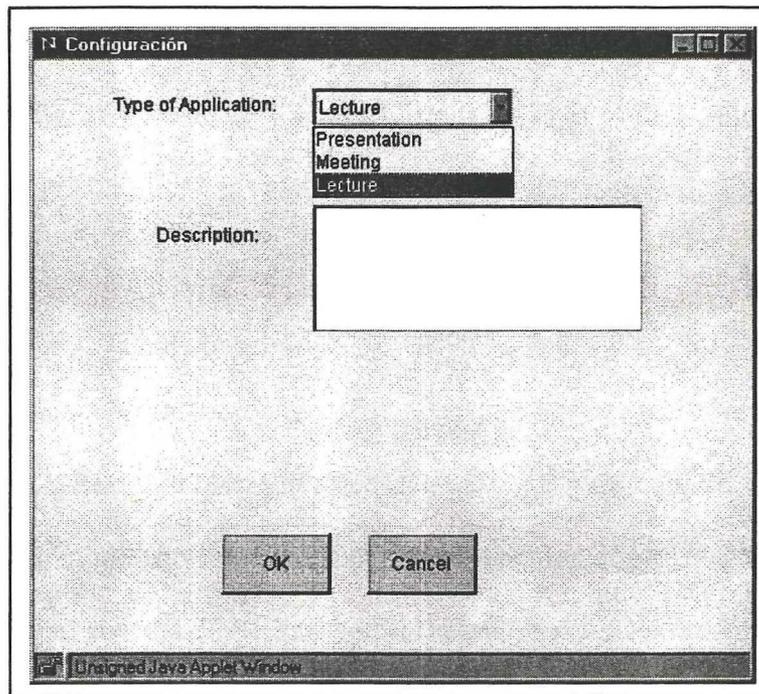


Figura 25.- Interfaz para introducir al sistema los datos de la sesión.

F.2 Recuperación de la información

Para recuperar la información se utiliza la interfaz que se muestra en la figura 15, en ésta se realizan la búsqueda de información, así como el desplegado y reproducción de la misma.

F.2.1 Búsqueda de información

En el sistema SICREP, se tienen tres tipos de criterio de búsqueda, mediante los cuales se realiza un filtrado de la información almacenada, esto para facilitar al usuario en la rápida y eficiente realización de este procedimiento. En la figura 26 se pueden apreciar, los tres tipos de búsqueda: por fecha, tipo de sesión y palabras clave.

Para realizar una búsqueda por fecha, el usuario introduce ésta y selecciona si quiere recuperar las sesiones que se realizaron antes o después de la fecha. Con respecto a los tipos de sesión el usuario escoge recuperar todas las reuniones, clases o presentaciones según sea el caso, el sistema desplegará todas las sesiones que cumplan con este requisito. El sistema permite también realizar búsquedas por palabras clave que se encuentren en el contenido de los acetatos de cada sesión, el usuario introduce al sistema la o las palabras por las que quiera que se realice la búsqueda a continuación el sistema devolverá los acetatos que contengan todas o alguna de las palabras. El usuario también puede realizar combinaciones de estos tipos de búsqueda para tener mayor precisión en el resultado.

Search Types

By Application: Meeting Presentation Lecture All

By Date: / / Before After

Type the word(s) that you are looking for:

Figura 26.- Tipos de búsquedas en SICREP.

F.2.2 Visualización de la información

Uno de los aspectos que se cuidaron de SICREP fue el despliegue de la información, como puede apreciarse en la figura 27, se tiene un área, en la que se despliega el resultado de la búsqueda. La información se muestra en forma de “árbol de carpetas” las cuales corresponden a una sesión, dentro de estas se despliega la información de cada acetato, el nombre y la duración del audio asociado. Con respecto al contenido de los acetatos, cada vez que se señale uno, su contenido se desplegará en el visualizador de Web.

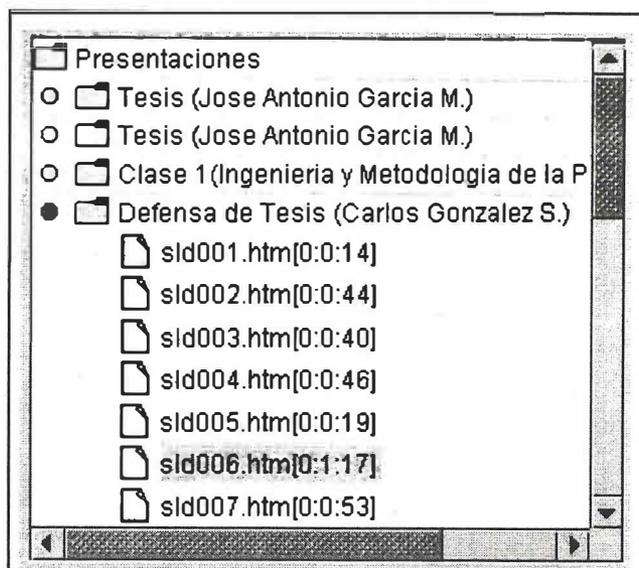


Figura 27.- Visualización del contenido de las sesiones

F.2.3 Reproducción

Teniendo el usuario la información que es de su interés, el siguiente procedimiento es realizar la reproducción. Como primer paso el usuario selecciona de la lista de sesiones los acetatos que son de su interés y mediante el botón “add”, los traslada a un área donde se tendrá los acetatos que compondrán la reproducción (ver figura 28). Al iniciarse la reproducción aparecerá una ventana (ver figura 29) que muestra los diferentes elementos visuales con los que se controla el transcurrir del audio (adelantar, atrasar), el volumen, etc. En este punto el usuario escuchará el audio correspondiente al acetato que se esté desplegando en el visualizador de Web, el cambio de acetato al siguiente acetato así como a la reproducción del audio correspondiente se realizará de manera automática, liberando al usuario de toda acción para realizar esta tarea.

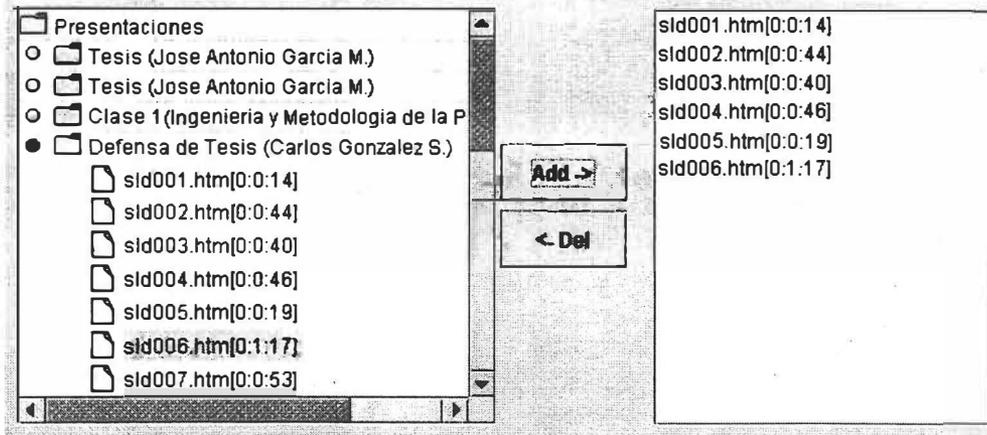


Figura 28.- Areas de despliegue de la información recuperada (izquierda) e información a reproducir (derecha).

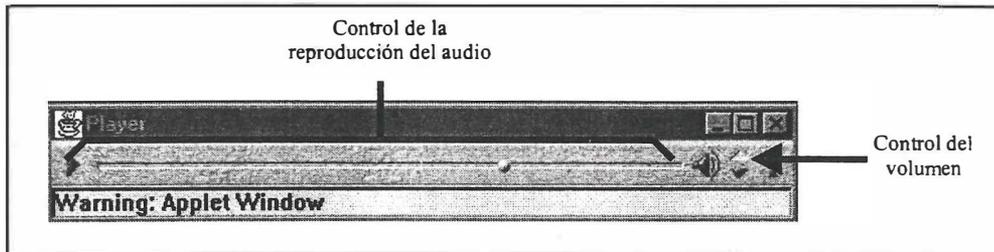


Figura 29.- Interfaz que controla la reproducción del audio.

F.2.4 Ejecutar acciones

En la interfaz de SICREP para la recuperación se tienen tres botones gráficos con los que el usuario ejecuta diversas acciones, en la tabla IX se observan estos botones con su respectiva funcionalidad.

Tabla IX.- Relación de los botones gráficos de la interfaz de recuperación.

Botón Gráfico	Función
	Realizar una consulta
	Mostrar una página HTML en el visualizador de Web con la ayuda del sistema.
	Comenzar la reproducción del audio sincronizado con los acetatos correspondientes.