

Interoperabilidad de Metadatos en Sistemas Distribuidos

Tesis doctoral

Enric Peig Olivé

Director: Jaime Delgado Mercé

Octubre 2003

Universitat Pompeu Fabra

Dipòsit legal: B.14321-2004
ISBN: 84-688-6238-X

A la meva dona, la Montse, i als meus nens, el Ferran, l'Eudald i l'Arnau

Índice

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 4 |
| 1.1. Concepto de metadatos..... | 4 |
| 1.2. Conjunto de metadatos | 6 |
| 1.3. Metadatos en la web | 7 |
| 1.4. Objetivo y estructura de la tesis..... | 7 |
| 2. Estado del arte | 9 |
| 2.1. Esquemas de metadatos..... | 9 |
| 2.1.1. Dublin Core | 9 |
| 2.1.2. MPEG-7 | 18 |
| 2.1.3. IEEE LOM..... | 23 |
| 2.2. Proyecto Harmony..... | 26 |
| 2.2.1. El modelo ABC..... | 26 |
| 2.3. Z39.50..... | 29 |
| 2.3.1. Descripción | 29 |
| 2.3.2. Modelo del servicio | 31 |
| 2.3.3. Modelo de la base de datos | 32 |
| 2.3.4. Facilidades del servicio..... | 33 |
| 2.4. MPEG-21..... | 34 |
| 3. Contribución de la tesis | 37 |
| 3.1. Comentario sobre esquemas de metadatos | 37 |
| 3.2. Hacia la Web semántica | 39 |
| 3.3. Entorno del trabajo..... | 40 |
| 3.3.1. CEN/ISSS. <i>Workshop</i> sobre metadatos | 40 |
| 3.3.2. Proyecto HYPERMEDIA | 46 |
| 3.4. Propuesta de modelo de interoperabilidad | 47 |
| 3.4.1. Intermediación | 49 |
| 3.5. El conjunto de atributos interno | 51 |
| 3.5.1. Construcción del conjunto de atributos común..... | 52 |
| 3.6. El agente intermediario de metadatos..... | 55 |
| 3.6.1. Arquitectura del agente intermediario | 56 |
| 3.6.2. Funciones del agente intermediario | 57 |
| 4. Desarrollo y validación del modelo..... | 60 |
| 4.1. Proyecto MARS | 60 |
| 4.1.1. Internet2-CAT..... | 60 |
| 4.1.2. El proyecto MARS | 61 |
| 4.1.3. Interoperabilidad en MARS..... | 65 |
| 4.1.4. El proyecto NewMARS..... | 66 |
| 4.2. Nuevas estrategias en los meta-busadores | 66 |
| 4.2.1. Buscadores en Internet..... | 66 |
| 4.2.2. Los meta-busadores | 68 |
| 4.2.3. Una nueva estrategia..... | 69 |
| 5. Conclusiones | 72 |
| 6. Líneas futuras de trabajo | 75 |

| | |
|-------------------|----|
| Referencias | 77 |
| Anexo | 79 |

1. Introducción

1.1. Concepto de metadatos

Los metadatos, literalmente “datos sobre datos”, se ha convertido de la noche a la mañana en un término omnipresente en el entorno del procesado de información [1].

Pero si el término es relativamente joven, lo que representa es muy antiguo. El catálogo de una biblioteca, el registro de piezas de un museo o la lista de canciones de un disco de vinilo impresa en la parte posterior de la funda son ejemplos claros de lo que hoy llamamos metadatos. La digitalización y posterior tratamiento informático automatizado de todas estas fuentes de información han propiciado el uso exhaustivo del mencionado término “metadatos”, para hacer referencia a toda la información asociada a un recurso, un objeto o una entidad.

A partir de los años 60 del siglo pasado las grandes bibliotecas empezaron a compartir metadatos descriptivos usando sistemas automatizados como catálogos de acceso público, usando reglas de catalogación y contenido internacionalmente aceptadas como el formato MARC (Machine-Readable Cataloguing Format).

A finales de los años 70 apareció Internet. Nació como una red de usos militares, pero desarrollada por científicos que también la usaron para fines académicos. A mediados de los años 80 empezó a ser conocida fuera de los entornos científicos y hoy en día es la gran red de comunicaciones mundial y global.

Los primeros usos de la red Internet se centraban en la conexión remota a grandes ordenadores, la transferencia de ficheros y el correo electrónico personal. En estos servicios, el uso de metadatos no era común.

La aparición del servicio WWW (World Wide Web) a finales de los 90 marcó de forma clara un punto de inflexión en el uso de los metadatos. La web (literalmente telaraña) consiste en una red de páginas con enlaces hipertextuales, que contienen todo tipo de recursos. Las páginas residen en ordenadores que juegan el papel de servidores, y los usuarios usan programas que permiten visualizar (o escuchar) el contenido de los recursos y seguir los enlaces hipertextuales para acceder a diferentes recursos. Así, la web constituye un inmenso repositorio de documentos, imágenes, archivos de sonido, etc., puestos al alcance de cualquiera. Disponer de información exhaustiva sobre estos recursos es obvio que tiene que facilitar en gran manera la búsqueda, el descubrimiento y la recuperación de dichos recursos.

La web nació como un servicio de páginas estáticas. Es decir, contenidos que, una vez puestos en la red, cada vez que sean consultados van a tener el mismo aspecto.

Posteriormente, se han desarrollado sistemas de páginas dinámicas, es decir, que se crean en el momento de ser servidas en función de quien lo solicita, de parámetros que se han suministrado, del estado del sistema, etc.

El siguiente paso del mundo web ha sido convertir estas páginas dinámicas en la interfaz de usuario de aplicaciones distribuidas, de manera que la web ha pasado a ser una red donde no solamente se ofrecen recursos sino también servicios.

En este último caso también, los metadatos pueden jugar un papel importante, si extendemos el concepto y consideramos que además de etiquetar objetos o recursos, también pueden calificar procesos o acciones.

Para entender mejor esta concepción de metadato, puede ser de gran ayuda dividirlo en distintas categorías, que reflejan los aspectos clave de la funcionalidad de los metadatos [2]. La tabla 1 presenta y define cada una de estas categorías y las ilustra con ejemplos de funciones que pueden realizar.

Tabla 1. Tipos de metadatos

| Tipo de metadatos | Definición | Ejemplos de uso |
|-------------------|---|--|
| Administrativos | Metadatos usados para gestionar y administrar recursos de información | <ul style="list-style-type: none"> · Información sobre adquisición · Seguimiento de derechos · Documentación de requerimientos de acceso legal · Información sobre la posición · Criterios de selección · Control de versiones |
| Descriptivos | Metadatos usados para describir o identificar recursos de información | <ul style="list-style-type: none"> · Catálogos · Índices especializados · Relaciones entre recursos · Anotaciones hechas por usuarios |
| Preservación | Metadatos relacionados con la preservación de recursos | <ul style="list-style-type: none"> · Documentación de condiciones físicas de los recursos · Documentación de acciones llevadas a cabo para generar versiones |
| Técnicos | Metadatos relacionados con el funcionamiento de los sistemas | <ul style="list-style-type: none"> · Documentación sobre hardware y software · Información sobre formatos, razones de compresión, rutinas de escalado, etc. · Passwords, llaves de encriptación |
| Uso | Metadatos relacionados con el nivel y tipología de usos de los recursos | <ul style="list-style-type: none"> · Muestra de registros · Seguimiento de uso y de usuarios · Reusado de contenido · Información sobre versiones |

Además de poder clasificar los metadatos según el tipo y sus funciones, también se pueden analizar sus características según otros atributos, como por ejemplo el método de creación de los metadatos, que puede ser manual (una persona) o automático (un ordenador), la estructura (pueden estar bien estructurados o no), la semántica (pueden seguir un esquema predefinido y un vocabulario controlado o ser de texto y contenido libres), etc.

La creación y la gestión de los metadatos se han convertido en una compleja mezcla de procesos manuales y automáticos, llevados a cabo por diferentes entidades en diferentes instantes a lo largo del tiempo de vida de un recurso. A medida que los objetos van pasando por fases de su ciclo de vida, van adquiriendo capas de metadatos que se pueden asociar a ellos de diferentes maneras. Pueden quedar incluidos dentro del propio objeto, por ejemplo, a modo de cabecera en un archivo que contiene una imagen. También pueden residir aparte del objeto y relacionar ambos, objeto y conjunto de metadatos, con punteros o hipervínculos en ambos sentidos. Otros sistemas más sofisticados almacenan los metadatos como registros en una base de datos, y incluyen una referencia al objeto relacionado [3].

1.2. Conjunto de metadatos

Como hemos dicho, los metadatos pueden estar estructurados en forma de conjunto de elementos previamente definidos. Diferentes organismos y entidades han definido conjuntos de metadatos pensados para aplicaciones concretas. Esta definición puede ser más o menos detallada, más o menos genérica, más o menos estricta. El caso es que el número de esquemas de metadatos propuestos hasta la fecha es muy grande.

En bibliotecas, en museos, en archivos, en repositorios de material multimedia, en repositorios de material educativo, en sistemas de comercio electrónico, en cada entorno se han definido conjuntos de metadatos a medida de la aplicación donde se tienen que usar, según los requerimientos que estas aplicaciones imponen.

Esta situación ya nos hace aparecer un primer problema. Si nos planteamos crear un entorno de trabajo donde diferentes entidades (básicamente clientes y servidores) ya existentes tengan que interactuar, nos podemos encontrar fácilmente con que trabajen con diferentes esquemas de metadatos y, por tanto, no se “entiendan”. Los elementos en los diferentes esquemas no se llaman igual, no significan lo mismo, no permiten los mismos valores. En definitiva, no es posible la interoperabilidad entre las entidades, a nivel semántico. Podemos conseguir que se intercambien información, que se pongan de acuerdo en seguir un protocolo. Es decir, en un plano funcional no tendríamos que tener problemas. Es en el momento de procesar la información transmitida cuando nos aparecen los problemas de interoperabilidad entre las entidades. Por eso distinguimos los dos planos, y nos centramos en el problema que se plantea en el plano semántico, asumiendo que no vamos a poder alterar el funcionamiento de dichas entidades, ya sea porque no se tenga acceso a ellas, o porque no convenga dicha alteración.

1.3. Metadatos en la web

Si nos miramos la web como un servicio global y universal, parece claro que la definición, estructura y gestión de los metadatos asociados a los recursos y a los servicios tendrían que ser igualmente globales y universales. Pero desgraciadamente esto no ha sido así, porque esta reflexión se ha hecho tarde. La necesidad de un sistema de metadatos compartido por todos los usuarios de la web no ha aparecido hasta hace muy poco, cuando el número de servidores web y, por tanto, de páginas web consultables alcanza cifras astronómicas.

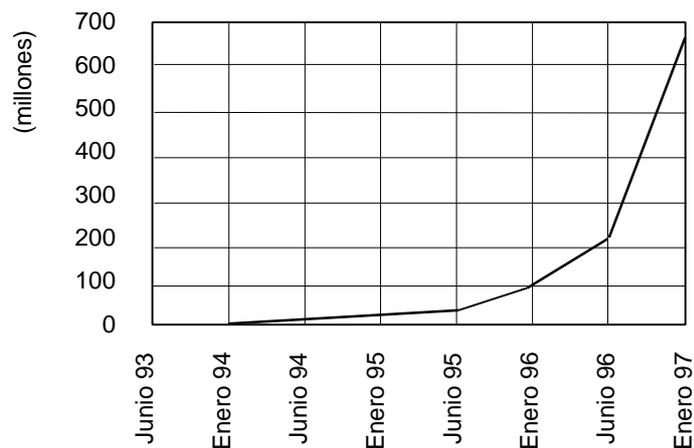


Figura 1. Evolución del número de servidores web

La figura 1 refleja la evolución a lo largo del tiempo del número estimado de servidores web [2]. A partir del año 1997 ya no existen datos fiables, porque no se dispone de métodos que permitan hacer este cálculo con un mínimo de garantías. A la vista del gráfico, pero, se puede deducir que, aunque el crecimiento no haya seguido el mismo ritmo exponencial, el número de servidores web accesibles hoy es un número ingente.

A estas alturas conseguir poner de acuerdo a todo el mundo en un mismo sistema de metadatos es tarea imposible. De todas maneras, el intento está ahí, en forma de “web semántica”. Este término fue acuñado por Tim Berners-Lee, el inventor del servicio web [4], cuando propuso evolucionar hacia una web donde las máquinas entiendan el contenido de los recursos, y que los programas y los agentes inteligentes que seamos capaces de desarrollar puedan interactuar con estos contenidos, ya sean simples páginas o complejos servicios, sin necesidad de ayuda humana.

1.4. Objetivo y estructura de la tesis

Los entornos descritos anteriormente pueden estar construidos alrededor de la web, o usar la red en alguna parte concreta. Y esto constituye nuestra situación de partida. El

objetivo de la presente tesis es el estudio, desarrollo y aplicación de un modelo de gestión de metadatos que permita la interoperabilidad a nivel semántico en entornos heterogéneos sin imponer nada a los diferentes actores presentes en el entorno.

La estructura de este trabajo de tesis es la siguiente: En el capítulo 2 se presenta el estado del arte de los esquemas de metadatos más conocidos y de tres propuestas de interoperabilidad entre entidades que usen diferentes esquemas de metadatos, que se acercan al problema por caminos distintos pero que no acaban de solucionarlo en los términos en que lo hemos planteado. En el capítulo 3 se desarrolla la principal contribución de este trabajo de tesis, que consiste en un modelo de gestión de metadatos que proporciona dicha interoperabilidad de forma efectiva. En el capítulo 4 se muestran las dos situaciones reales donde el modelo ha sido aplicado, y como los resultados obtenidos validan la bondad del modelo propuesto. El capítulo 5 se dedica a las conclusiones del presente trabajo y el capítulo 6 muestra las líneas de trabajo futuro que se abren con la propuesta del modelo de interoperabilidad.

2. Estado del arte

En este capítulo vamos a analizar, por un lado tres esquemas de metadatos, seleccionados entre la gran cantidad de esquemas publicados por su relevancia, popularidad y extensión de uso. Son tres ejemplos muy representativos de tres entornos diferentes. Se trata de Dublin Core, ampliamente usado en el entorno de las bibliotecas digitales, MPEG-7 para el entorno del material audiovisual y IEEE LOM para los entornos educativos, ya sean presenciales con soporte multimedia o no presenciales, a través de la red.

Por otro lado, se presentan tres sistemas que pretenden, con aproximaciones distintas, ofrecer interoperabilidad de metadatos a diferentes niveles. Se trata del proyecto Harmony, del protocolo Z39.50 y del estándar MPEG-21.

2.1. Esquemas de metadatos

2.1.1. Dublin Core

Dublin Core nació como un conjunto simple de metadatos pensado para facilitar las búsquedas de documentos en la web [5]. Sus impulsores fueron un grupo de investigadores de NCSA y de OCLC que, reunidos en una sesión de trabajo conjunta sobre la semántica de los metadatos en Dublin, Ohio, llegaron a la conclusión de que un conjunto reducido de elementos genéricos sería muy útil para su propósito. A este conjunto le llamaron Dublin Core, porque tenían claro que era un núcleo inicial, que tendría que ser ampliado para que fuese útil en diferentes dominios.

Para llevar a cabo todo este trabajo se constituyó la DCMI (Dublin Core Metadata Initiative), como una organización que agrupa gente interesada en el desarrollo de este esquema de metadatos. Se reúnen periódicamente bajo la forma de talleres (*workshops*) e, incluso, desde el año 2001 convocan un congreso anual, al que invitan a toda la comunidad internacional a presentar artículos sobre metadatos y su uso.

La tarea de adaptar Dublin Core a diferentes dominios, y eventualmente ampliarlo, se hace en grupos de trabajo que se establecen en función de las necesidades de cada momento.

El esquema de metadatos Dublin Core consta de quince elementos, que son los que aparecen en la tabla 2.

Tabla 2. Conjunto de metadatos Dublin Core

| | |
|---------|------------|
| Title | Format |
| Creator | Identifier |
| Subject | Source |

| | |
|-------------|----------|
| Description | Language |
| Publisher | Relation |
| Contributor | Coverage |
| Date | Rights |
| Type | |

Para definir los quince elementos se usa un conjunto de atributos definido en el estándar ISO/IEC 11179 para la descripción de elementos de datos. Son estos:

- Identificador
- Etiqueta
- Versión
- Autoridad de registro
- Idioma
- Definición
- Obligación
- Tipo de datos
- Ocurrencia máxima
- Comentarios

En aras de la simplicidad, se decidió que seis de estos atributos tuviesen el mismo valor para todos los elementos. Son los que aparecen en la tabla 3.

Tabla 3. Atributos de los elementos Dublin Core con valor fijado

| Atributo | Valor fijado |
|-----------------------|---------------------------------|
| Versión | 1.1 |
| Autoridad de registro | Dublin Core Metadata Initiative |
| Idioma | en (Inglés) |
| Obligación | opcional |
| Tipo de datos | cadena de caracteres |
| Ocurrencia máxima | Ilimitada |

Teniendo esto en cuenta, la siguiente lista muestra los famosos quince elementos de Dublin Core, explicitando para cada uno los cuatro atributos restantes:

| | |
|---------------|---|
| Identificador | Title |
| Etiqueta | Title |
| Definición | Nombre que recibe el recurso. |
| Comentario | Típicamente, <i>Title</i> será el nombre con el que el recurso es formalmente conocido. |

| | |
|---------------|---|
| Identificador | Creator |
| Etiqueta | Creator |
| Definición | Una entidad responsable de la creación del recurso. |
| Comentario | Ejemplos de <i>Creator</i> serían una persona, una organización o un servicio. Típicamente el nombre de un <i>Creator</i> se usa para indicar cuál es la entidad. |

| | |
|---------------|--|
| Identificador | Subject |
| Etiqueta | Subject and Keywords |
| Definición | El tema del contenido del recurso. |
| Comentario | Típicamente, un <i>Subject</i> se expresará con palabras clave, frases clave o códigos de clasificación que describen el tema del recurso. Se recomienda para un buen uso de este elemento que se seleccione un valor de un vocabulario controlado o de algún esquema formal de clasificación. |

| | |
|---------------|---|
| Identificador | Description |
| Etiqueta | Description |
| Definición | Un relato sobre el contenido del recurso. |
| Comentario | Puede incluir pero no está limitado a: un resumen, una tabla de contenidos, una referencia a una representación gráfica del contenido o un relato de texto libre. |

| | |
|---------------|---|
| Identificador | Publisher |
| Etiqueta | Publisher |
| Definición | Una entidad responsable de hacer disponible el recurso |
| Comentario | Ejemplos de <i>Publisher</i> incluyen una persona, una organización o un servicio. Típicamente, el nombre de un <i>Publisher</i> tendría que ser usado para indicar la entidad. |

| | |
|---------------|--|
| Identificador | Contributor |
| Etiqueta | Contributor |
| Definición | Una entidad responsable de hacer contribuciones al contenido del recurso. |
| Comentario | Ejemplos de <i>Contributor</i> incluyen una persona, una organización o un servicio. Típicamente el nombre de un <i>Contributor</i> tendría que ser usado para indicar la entidad. |

| | |
|---------------|---|
| Identificador | Date |
| Etiqueta | Date |
| Definición | Una fecha asociada a un suceso en el ciclo de vida del recurso. |
| Comentario | Típicamente, <i>Date</i> estará asociado a la creación o a la puesta en disponibilidad del recurso. Se recomienda para un buen uso de este elemento seguir la codificación definida en uno de los perfiles de ISO 8601 con el formato YYYY-MM-DD. |

| | |
|---------------|---|
| Identificador | Type |
| Etiqueta | Resource Type |
| Definición | La naturaleza o género del contenido del recurso. |
| Comentario | <i>Type</i> incluye términos que describen categorías generales, funciones, géneros o niveles de agregación. Se recomienda para un buen uso seleccionar un valor dentro de un vocabulario controlado (por ejemplo, la lista provisional que la DCMI ha confeccionado). Para describir la manifestación física o digital del recurso, se recomienda usar el elemento <i>Format</i> . |

| | |
|----------------------|--|
| Identificador | Format |
| Etiqueta | Format |
| Definición | La manifestación física o digital del recurso. |
| Comentario | Típicamente, <i>Format</i> incluye el tipo de medio en el que se encuentra el recurso o sus dimensiones. Este elemento puede ser usado para determinar el software, hardware o equipo necesario para mostrar o operar sobre el recurso. Ejemplos de dimensiones son la medida o la duración. Se recomienda para un buen uso seleccionar un valor dentro de un vocabulario controlado, por ejemplo, la lista de tipos de medios de Internet (MIME). |

| | |
|----------------------|---|
| Identificador | Identifier |
| Etiqueta | Resource Identifier |
| Definición | Una referencia no ambigua del recurso dentro de un contexto concreto. |
| Comentario | Se recomienda para un buen uso de este elemento identificar el recurso mediante una cadena de caracteres o un número que siga un sistema de identificación formal, como por ejemplo un Uniform Resource Identifier (URI) –incluyendo el Uniform Resource Locator (URL)-, el Digital Object Identifier (DOI) o el International Standard Book Number (ISBN). |

| | |
|----------------------|--|
| Identificador | Source |
| Etiqueta | Source |
| Definición | Una referencia al recurso del cual el presente recurso se deriva. |
| Comentario | El presente recurso puede estar derivado del recurso <i>Source</i> en todo o en parte. Se recomienda para un buen uso de este elemento referenciar el recurso <i>Source</i> mediante una cadena de caracteres o un número que siga un sistema de identificación formal, como el elemento <i>Identifier</i> . |

| | |
|----------------------|---|
| Identificador | Language |
| Etiqueta | Language |
| Definición | Idioma en que está escrito el contenido del recurso. |
| Comentario | Se recomienda para un buen uso de este elemento usar los valores definidos en la RFC 1766, la cual incluye un código de lenguaje de dos letras (tomado del estándar ISO 639), seguido opcionalmente por un código de país también de dos letras (tomado del estándar ISO 3166). Por ejemplo, 'en' para inglés, 'fr' para francés, o 'en-uk' para el inglés hablado en el Reino Unido. |

| | |
|----------------------|--|
| Identificador | Relation |
| Etiqueta | Relation |
| Definición | Una referencia a un recurso relacionado. |
| Comentario | Se recomienda para un buen uso de este elemento referenciar el recurso mediante una cadena de caracteres o un número que siga un sistema de identificación formal. |

| | |
|----------------------|---|
| Identificador | Coverage |
| Etiqueta | Coverage |
| Definición | El alcance o ámbito donde se circunscribe el contenido del recurso. |
| Comentario | <i>Coverage</i> incluye típicamente una localización espacial (un nombre de lugar o unas coordenadas geográficas), un periodo temporal (el nombre de una época, una fecha o un rango de fechas) o jurisdicción (como el nombre de una entidad administrativa). Se recomienda para un buen uso de este elemento seleccionar un valor dentro de un vocabulario controlado, por ejemplo el Thesaurus of Geographical Names (TGN) y que, cuando sea apropiado, se usen nombres de lugares o de periodos temporales en lugar de identificadores numéricos como coordenadas o rangos de fechas. |

| Identificador | Rights |
|---------------|---|
| Etiqueta | Rights Management |
| Definición | Información sobre los derechos que se pueden ejercer sobre el recurso. |
| Comentario | Típicamente, este elemento contendrá una sentencia que describe la gestión de un derecho a ejercer sobre el recurso o una referencia a un servicio que proporcione una información afín. Información sobre derechos incluye normalmente derechos de propiedad intelectual, copyright y parecidos. Si el atributo <i>Rights</i> no está presente, no se puede hacer ninguna aseveración sobre el estado del recurso con relación a los derechos que se pueden ejercer o no sobre él. |

La definición original de los quince elementos se hizo obviamente en inglés, pero se han realizado traducciones de este conjunto de metadatos (formalmente, se han traducido todos los atributos descriptores de cada elemento), a diferentes idiomas, con más o menos fortuna. En la tabla anterior, no obstante, se han mantenido los nombres originales de los elementos en inglés.

Como decíamos, el esquema de metadatos Dublin Core pretende ser genérico pero adaptable a diferentes dominios concretos y ampliable para cubrir requerimientos específicos. Esta adaptación y ampliación a los diferentes entornos se lleva a cabo siguiendo tres estrategias:

- Constitución de grupos de trabajo
- Definición de calificadores
- Adaptación de perfiles de aplicación

Grupos de trabajo

Por un lado, en el seno de DCMI se han constituido grupos de trabajo que trabajan en sectores concretos. Actualmente los grupos existentes son:

- Educación: Este grupo de trabajo está dedicado al estudio de la aplicación del esquema de metadatos Dublin Core a recursos educativos. Uno de sus objetivos es establecer puntos de encuentro con el estándar por excelencia en este terreno: IEEE LOM.
- Administración: En este grupo se estudia cómo aplicar Dublin Core a todo el entramado de documentos administrativos, de cara a conseguir informatizar de forma efectiva toda la relación de los ciudadanos con la Administración, y entre

las diferentes administraciones presentes en un territorio: locales, regionales, nacionales, supra-nacionales, etc.

- **Bibliotecas:** El principal objetivo de este grupo de trabajo es el de extender al máximo el uso de Dublin Core en los entornos bibliotecarios. Es su entorno natural porque Dublin Core nació allí. Una de sus tareas específicas es estudiar la posibilidad de sistematizar la conversión de los registros MARC a Dublin Core. Otro campo de interés de este grupo es la exposición de los catálogos de las bibliotecas en la web.
- **Negocios:** El campo de las transacciones comerciales por la Red es un buen espacio para fomentar el uso de un esquema de metadatos. A eso se dedica este grupo.
- **Medio Ambiente:** Este grupo tiene por objetivo el estudio del campo de la información referente al medio ambiente, y cómo el uso de Dublin Core en este entorno puede facilitar el desarrollo de aplicaciones que permitan el acceso a este tipo de información.
- **Descripción de colecciones:** Por colección se entiende cualquier agrupación de elementos físicos o digitales. Así, este grupo se dedica a la aplicación de metadatos a entornos como museos o archivos pero también directorios e índices de páginas web, repositorios de sonidos o imágenes, etc.
- **Citación:** En este grupo se estudia la aplicación de metadatos en la citación de referencias bibliográficas, artículos de revistas y en general las publicaciones que son citadas en otras publicaciones.

Además de estos, se han establecido otros grupos de trabajo que no se centran en la extensión del esquema de metadatos Dublin Core, sino en su gestión o uso. Estos grupos de trabajo son:

- **Administración de metadatos:** Este grupo está concentrado en el estudio y la propuesta de mecanismos de administración de metadatos.
- **Agentes.** En este grupo se está estudiando cómo incluir en el esquema de metadatos las características propias de los agentes.
- **Arquitectura:** Su principal objetivo es el desarrollo de modelos arquitectónicos de implementación de metadatos, haciendo especial hincapié en los mecanismos de almacenaje y transporte de metadatos en sistemas distribuidos.
- **Registro:** Este grupo está dedicado al establecimiento de mecanismos de registro de atributos y vocabularios, de manera que se pueda ofrecer este tipo de información con autoridad.
- **Estándares:** Este grupo se encarga de mantener el contacto con los diferentes foros de estandarización con la intención de promocionar en ellos el esquema Dublin Core.

- Herramientas: El objetivo de este grupo de trabajo es el dar soporte al desarrollo y la creación de herramientas y aplicaciones basadas en Dublin Core.
- Tipo: En este grupo se discute la incorporación de nuevos términos al vocabulario de posibles valores de los atributos.
- Guía de uso: Están a cargo del mantenimiento de la guía de uso de Dublin Core, una herramienta disponible para todos los implementadores de sistemas de metadatos.
- Accesibilidad: Este grupo se encarga de garantizar la accesibilidad a la información y recomendaciones que el DCMI emite.
- Localización y Internacionalización: El principal objetivo de este grupo es el de compartir experiencias en la aplicación de Dublin Core en entornos locales, e intercambiar ideas sobre cómo se debe adaptar Dublin Core a los diferentes idiomas y culturas que hay en el mundo, sin que por ello se pierda la visión global del estándar.

Los calificadores

Se pueden definir calificadores en dos sentidos. Por un lado, existen calificadores aplicados a los quince elementos nucleares, que modifican su significado refinándolo. El calificador mantiene el significado del elemento no calificado, pero con un ámbito más restringido. Por ejemplo, calificadores aceptados para el elemento Relation son isBasedOn, isFormatOf o hasPart.

Por otro lado, existen calificadores sobre los valores para especificar, por ejemplo, una sintaxis concreta para un elemento, o un vocabulario controlado o una notación formal. Por ejemplo, usar el término MIME para el elemento Format, o el término ISO8601 para Date.

En principio, los calificadores definidos y que pueden ser usados tienen que ser aprobados por la DCMI. No obstante, existen muchas aplicaciones que califican Dublin Core según sus necesidades, sin seguir el estándar.

Para expresar elementos calificados se usa la construcción “DC.elemento.calificador”. Por ejemplo, DC.Relation.isBasedOn.

Los perfiles de aplicación

La noción de perfil de aplicación (*application profile*) no es propia de Dublin Core, pero está siendo contemplada en el seno de DCMI como el vehículo ideal para articular el resultado de los grupos de trabajo. Por ejemplo, el grupo DC-Education está trabajando para adaptar Dublin Core al mundo de los recursos educativos, añadiendo elementos definidos en otros estándares, como IEEE-LOM.

El perfil de aplicación es el mecanismo adecuado para especificar esta mezcla de elementos provenientes de diferentes espacios de nombres. Por tanto, una definición de perfil de aplicación sería: “conjunto de elementos extraídos de uno o varios

esquemas combinados por implementadores y optimizados para una aplicación particular”.

La definición de un perfil de aplicación permite ajustar perfectamente la definición de los metadatos para una aplicación concreta, aunque claramente esta estrategia va en detrimento de la interoperabilidad entre aplicaciones. No obstante, si en una aplicación específica se define un perfil de aplicación para disponer de un esquema de metadatos bien ajustado, la interoperabilidad con otras aplicaciones no es un requerimiento básico.

Actualmente han sido propuestos o están en marcha propuestas de perfiles de aplicación para los entornos de educación, de administración y de librerías.

2.1.2. MPEG-7

MPEG (Moving Pictures Experts Group) es un grupo de trabajo de ISO/IEC que está a cargo del desarrollo de estándares para la codificación de información audiovisual. Los primeros en aparecer fueron MPEG-1 (1992) y MPEG-2 (1994), donde se definieron mecanismos para la representación, almacenaje y transmisión de información multimedia, y constituyen la base de estándares tan ampliamente usados hoy en día como el Video CD, el audio MP3, o el DAB (Digital Audio Broadcasting).

El siguiente paso fue MPEG-4 (la versión 2 es del 1999). En él introdujeron la noción de objeto a la representación audiovisual, lo cual facilita enormemente el procesado de este tipo de material desde un punto de vista de contenido. Así, lo que se almacena con MPEG-4 no es información del tipo “en tal punto de la pantalla tenemos un valor tal de luminancia”, sino “en esta secuencia aparece un coche que tiene tal forma, y sigue tal trayectoria”. La combinación de imágenes reales con material sintetizado por ordenador o la interacción con el usuario son dos ejemplos de las enormes posibilidades que este sistema de codificación permite. Está claro que MPEG-4 va a ser la base estándar de los nuevos servicios como las aplicaciones multimedia para móviles o la televisión digital de consumo doméstico, abriéndose a partir de aquí un abanico de posibilidades inimaginables en un pasado no muy lejano.

La conexión de MPEG con el mundo de los metadatos se produce en el estándar MPEG-7 (la versión 1 es del 2001) [6]. Formalmente llamado “Interfaz de descripción de contenidos multimedia” define las herramientas necesarias para calificar el contenido MPEG, ya sea 1, 2 o 4, aunque está muy orientado a ir asociado a MPEG-4. Está pensado para la gestión integral de los materiales multimedia, desde el descubrimiento (búsqueda, filtrado, catalogado) hasta la obtención del material o su reproducción y la eventual gestión de los derechos de la propiedad intelectual que pueda llevar asociados dicho material.

En los próximos años la cantidad de material audiovisual que estará a disposición de cualquiera va a crecer tanto que los mecanismos tradicionales para identificar y acceder a este material no van a ser suficientes. Por esto MPEG ha considerado necesario definir unos mecanismos estándares que permitan la gestión y procesado de este material de forma automática.

En MPEG-7 los metadatos son descriptores. Pueden incluir información acerca del proceso de creación o producción del contenido, acerca de su uso, de cómo se tiene que almacenar, de cómo está estructurado, en un plano temporal y en un plano espacial o también información descriptiva de lo que aparece en el contenido.

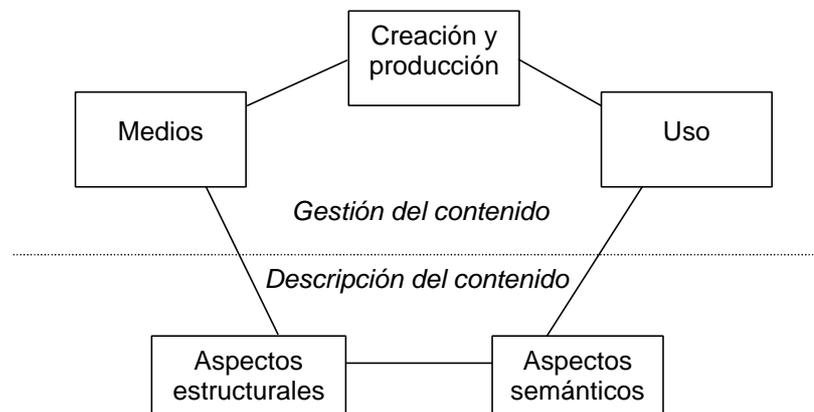


Figura 2. Descripción y gestión del contenido en MPEG-7

El contenido audiovisual al que se pueden asociar descriptores MPEG-7 pueden ser imágenes fijas, gráficos, modelos 3D, audio, vídeo y también la combinación de varios de estos elementos para producir escenarios multimedia completos. Un caso especial de estos tipos de datos que en MPEG tienen una gran relevancia son las características faciales humanas.

Aunque desarrollado en el seno de MPEG, los descriptores MPEG-7 también se pueden usar para describir otros contenidos. MPEG-7 está definido de manera que no depende de cómo los datos descritos están codificados o almacenados. Así, se puede aplicar MPEG-7 a una película en soporte analógico (vídeo convencional) o a una imagen impresa sobre un papel, dos soportes que no tienen nada que ver con el mundo digital.

MPEG-7 permite diferentes granularidades en sus descripciones y ofrece la posibilidad de especificar diferentes niveles de discriminación. Aunque no dependa de la codificación del material representado, MPEG-7 puede sacar partido de las ventajas que proporciona MPEG-4 con su sistema de codificación. En este caso, donde el escenario multimedia se codifica como diferentes objetos y sus relaciones temporales y espaciales, es posible asignar descripciones a los objetos presentes en una escena de forma independiente.

Las características descritas tienen que tener sentido en la aplicación que las requiere. Así, en diferentes contextos, es habitual que sean diferentes, éstas características. Esto implica que el mismo material puede tener asociados distintos descriptores, en función de la aplicación que lo use. Por ejemplo, en un nivel de abstracción bajo,

podríamos tener la descripción de un material en términos de forma, medida, aspecto, color, movimiento, etc. o para un segmento de audio, el tempo, el ritmo, etc. Pero también puede interesar un nivel de abstracción mayor, con información semántica sobre el contenido: “en esta escena aparece un perro, en el lado derecho de la imagen, mirando un árbol”. Por supuesto, pueden existir igualmente niveles intermedios de abstracción.

El estándar también define los mecanismos de implementación de estos descriptores. Las herramientas principales en MPEG-7 son el Lenguaje de Definición de Descriptores (Description Definition Language, DDL), donde se especifican los atributos que definen cada descriptor y los Esquemas de Descriptores (Description Schemes, DS). Especifican los tipos de descriptores que se pueden usar en una instancia concreta, los valores posibles y la relación entre estos descriptores, y las posibles relaciones con otros esquemas.

La figura 3 muestra la relación entre los diferentes elementos MPEG-7. Las herramientas de descripción (D y DS) se instancian en forma de texto XML, el cual puede ser codificado en binario para su transmisión.

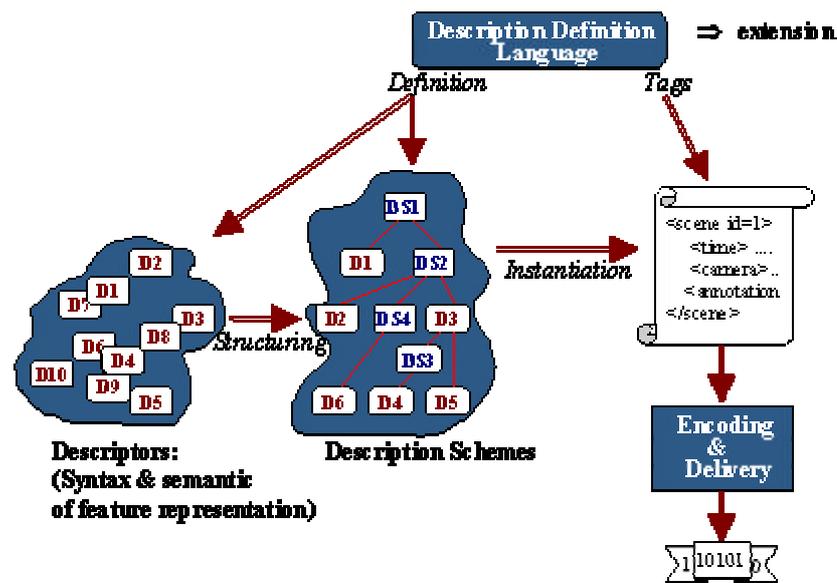


Figura 3. Los elementos principales de un sistema MPEG-7

En la figura 4 se muestra una hipotética cadena MPEG-7 en la práctica. A partir del contenido multimedia original, se obtienen una descripción vía extracción manual o semiautomática. Estos descriptores pueden ser almacenados o transmitidos directamente junto con el material. Si consideramos un escenario del tipo “pull”, las aplicaciones cliente emitirán peticiones al repositorio de descriptores y recibirá un grupo de descripciones que cumpla la condición, para que el cliente pueda inspeccionarlos, manipularlos, requerir el material asociado, etc. En un escenario “push” podemos plantear un agente que selecciona una descripción de las disponibles y lleva a cabo alguna acción programada (por ejemplo, grabar un vídeo).

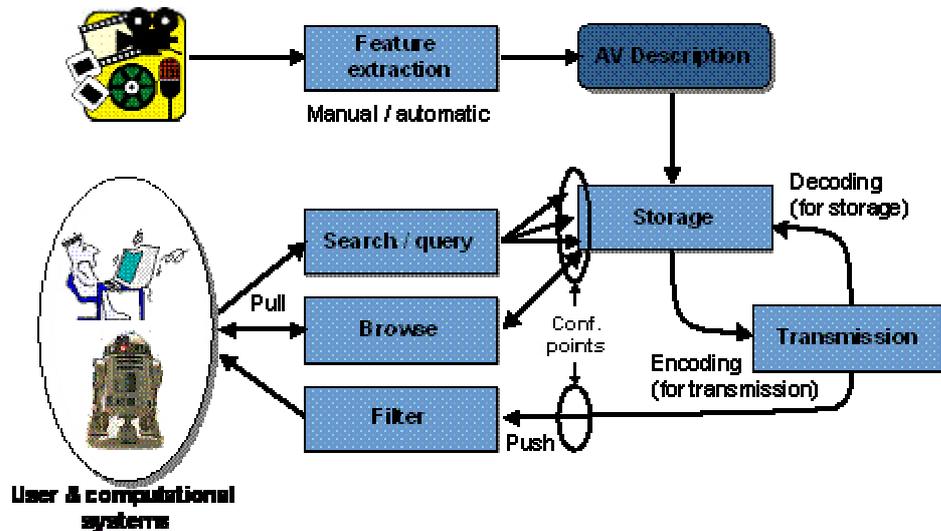


Figura 4. Representación abstracta de posibles aplicaciones que usen MPEG-7

En ambos escenarios, todos los módulos pueden gestionar descripciones codificadas en formatos MPEG-7 (textual o binario), pero sólo en los puntos de ajuste indicados tienen que ser compatibles MPEG-7, que son los puntos de interfaz entre aplicaciones cliente y aplicaciones servidor.

El estándar MPEG-7 consiste en las siguientes partes:

- Systems
- DDL
- Visual
- Audio
- Multimedia Description Schemes
- Conformance Testing
- Extraction and use of descriptions

Los descriptores MPEG-7 y los esquemas de descriptores

La figura 5 ilustra la estructura y el contenido de lo que se conoce como esquema de descriptores audiovisual (Audiovisual DS) genérico, que contiene todos los posibles descriptores definidos en MPEG-7, agrupados en esquemas de descriptores de menor nivel.

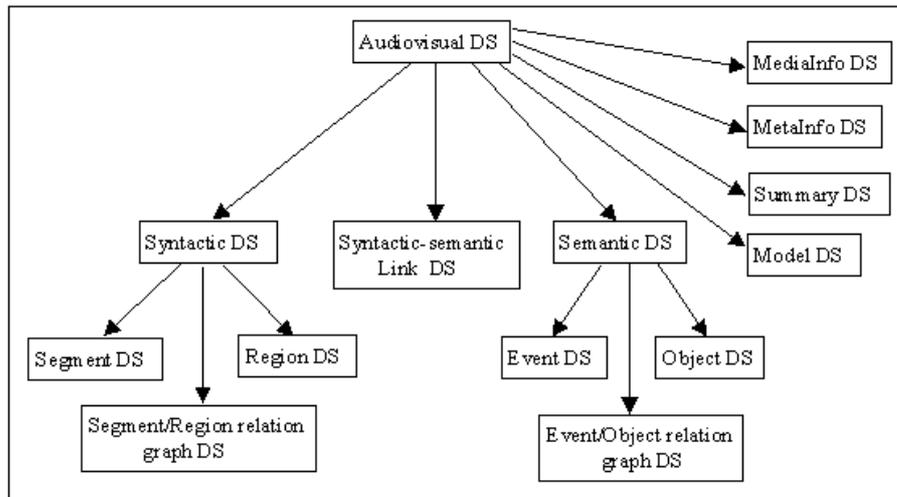


Figura 5. Un esquema de descripción Audiovisual genérico

Y para tener una idea de la gran cantidad de descriptores que se han definido en MPEG-7, la tabla 4 muestra los más importantes que se aplican al material visual y al audio.

Tabla 4. Descriptores MPEG-7 para video y audio

| Tipo | Característica | Descriptores |
|--------|---------------------|-------------------------------------|
| Visual | Estructuras básicas | Diseño de cuadrícula |
| | | Histograma |
| | Color | Espacio de color |
| | | Color dominante |
| | | Histograma de color |
| | | Cuantificación del color |
| | Textura | Distribución de intensidad espacial |
| | | Textura homogénea |
| | Forma | Caja que engloba un objeto |
| | | Formas basadas en regiones |
| | | Formas basadas en contorno |
| | | Descriptores 3D |
| | Movimiento | Movimiento de cámara |
| | | Trayectoria del objeto |
| | | Velocidad del objeto |

| | | |
|-------|---------------------|--------------------------------|
| | | Aceleración del objeto |
| Audio | Anotación del habla | Palabras y fonemas |
| | Timbre | Armónicos |
| | | Coherencia del ataque armónico |
| | Melodía | Contorno |
| | | Ritmo |

2.1.3. IEEE LOM

Alrededor de este estándar de metadatos es habitual encontrarse con confusiones sobre el nombre y sobre sus autores. Vamos a ver cómo surgió.

En 1997 y en el seno del consorcio EDUCOM que agrupaba varias instituciones universitarias americanas, se puso en marcha el proyecto IMS, cuyo principal objetivo era el de desarrollar estándares de especificación de metadatos para materiales educativos.

Por su parte, en el mismo año el grupo P.1484 del IEEE (llamado ahora IEEE Learning Technology Standards Committee) se propuso el mismo objetivo: estudiar los metadatos adecuados para el marcaje de materiales destinados a la educación.

ARIADNE, un proyecto de investigación europeo que incluía una parte importante de definición de metadatos y IMS empezaron a colaborar y, fruto de este trabajo conjunto, sometieron a consideración del grupo del IEEE una propuesta bastante sólida, que fue a la postre la base del borrador del IEEE Learning Object Meta-Data (LOM). En junio de 2002, LOM ha sido aprobado como estándar IEEE, con la referencia 1484.12.1 [7].

IEEE LOM define y especifica un esquema de metadatos que permite múltiples implementaciones, los atributos, sus definiciones, una estructura jerárquica que los relaciona entre ellos, en definitiva, los aspectos teóricos del esquema, pero no incluye información acerca de cómo representar estos metadatos o con qué mecanismos se puede transmitir y procesar esta metainformación. Debido a esto, en el seno del proyecto IMS se han especificado modelos para el uso de los metadatos y una representación en XML que proporcionan los mecanismos necesarios para ser usados en la práctica.

Así, tanto IEEE Learning Object Meta-Data como IMS Learning Resource Meta-Data hacen referencia a la misma cosa. IEEE LOM es el estándar promovido por este organismo que contiene la especificación de los atributos, nombres, definiciones, tipos de datos y longitudes, mientras que IMS Learning Resource Meta-Data incluye una referencia al anterior estándar y además las guías y herramientas necesarias para su uso.

El principal objetivo de este estándar es facilitar la búsqueda, la evaluación, la adquisición y el uso de recursos educativos, tanto por parte de los instructores como de los alumnos. Igualmente se pretende facilitar el intercambio de los objetos,

permitiendo el desarrollo de catálogos e inventarios y teniendo en cuenta la diversidad cultural de los entornos donde estos recursos y los metadatos asociados pueden ser usados.

Los metadatos definidos en IEEE LOM se estructuran en una jerarquía en árbol. El nodo raíz corresponde al documento que se está describiendo y suele recibir el nombre de "lom". En el siguiente nivel encontramos sub-elementos, que pueden contener a su vez otros sub-elementos o no. A los elementos terminales se les llama hojas y a los intermedios, ramas. Para cada elemento en la jerarquía se especifica la definición, el tipo de datos, los valores permitidos y si se permite multiplicidad o no.

En la figura 6 se muestra esta estructura jerárquica, mientras que en la tabla 5 aparecen los elementos definidos en el primer nivel. En la tabla 6 se muestran los sub-elementos que pertenecen al primer elemento, "general",

El estándar, lógicamente, no permite la libre inclusión de elementos no definidos. Por el contrario, sí permite la definición de un elemento especial llamado "extensión" en una instancia concreta donde un implementador puede añadir un elemento que necesite y que no esté definido en el estándar.

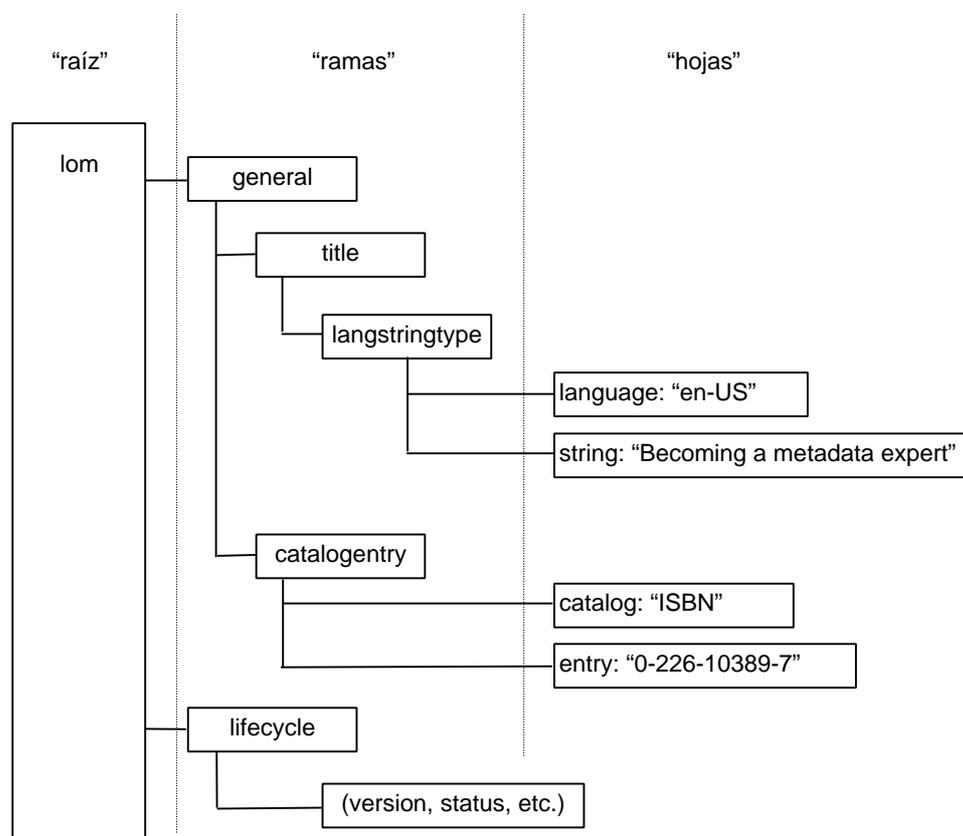


Figura 6. Estructura jerárquica de los metadatos IEEE LOM

Tabla 5. Elementos IEEE LOM de primer nivel

| |
|----------------|
| general |
| lifecycle |
| metametadata |
| technical |
| educational |
| rights |
| relation |
| annotation |
| classification |

Tabla 6. Sub-elementos del elemento “general”

| Nombre del elemento | Descripción | Multiplicidad | Dominio | Tipo |
|---------------------|---|---|---|--------|
| identifier | Etiqueta global única | valor único | | cadena |
| title | Nombre | valor único | | cadena |
| catalogentry | Designación del objeto | lista; máximo permitido más pequeño: 10 | | |
| language | Idioma en el que está escrito el objeto | lista según ISO 639 - ISO 3166 | código de idioma de dos letras, con sub-código opcional | cadena |
| description | Describe el contenido | lista; máximo permitido más pequeño: 10 | | cadena |
| keyword | Palabras clave asociadas al objeto | lista; máximo permitido más pequeño: 10 | | cadena |
| coverage | Características temporales o espaciales | lista; máximo permitido más pequeño: 10 | | |

| | | | | |
|------------------|---------------------------------|-------------|---|-------------|
| structure | Cómo esta organizado el recurso | valor único | vocabulario: {Colección, mezcla, lineal, jerárquico, red, árbol, atómico} | vocabulario |
| aggregationlevel | Granularidad del objeto | valor único | rango restringido: 1-4 | vocabulario |

2.2. Proyecto Harmony

En el seno del proyecto Harmony [8] se ha desarrollado el modelo de datos ABC [9]. Su principal objetivo es el de proporcionar un modelo conceptual común para facilitar la interoperabilidad entre vocabularios de metadatos para aplicaciones. Harmony era un proyecto internacional auspiciado por DSTC (Distributed Systems Technology Centre, Australia), NSF (National Science Foundation, Estados Unidos) y JISC (Joint Information Systems Committee, Gran Bretaña), que estuvo en marcha desde Julio de 1999 hasta Junio del 2002.

2.2.1. El modelo ABC

ABC empezó como un intento de armonizar las divergencias semánticas entre diversos esquemas de metadatos, de cara al procesado automático de la interoperabilidad entre ellos. Pero viendo por una parte la falta de principios de modelado que tienen la mayoría de estos esquemas y por otra el hecho de que sean esquemas estáticos, o sea, que no contemplan los cambios que los objetos puedan sufrir en el tiempo, sus responsables decidieron dar un paso adelante y evolucionar hacia un nivel conceptual superior.

En la versión 2 del modelo ABC, la noción de temporalidad ha cobrado un destacado protagonismo. Así, el modelo incluye conceptos como

- Estado, para reflejar la evolución en el tiempo de un objeto.
- Suceso, que representa las transiciones entre estados.
- Acción, para modelar el resultado de las actividades que se llevan a cabo sobre los objetos, por parte de los agentes del sistema.

De hecho, esta versión de ABC no es un mero esquema de metadatos. Se trata de una ontología sobre la que se pueden construir esquemas pensados para comunidades concretas. Por tanto, los conceptos que define no son atributos sino clases o categorías a partir de las cuales se instancian atributos, y propiedades, que son las relaciones entre las clases.

El acento que pone ABC en el paso del tiempo lo hace muy adecuado al modelado de situaciones donde el control de flujo es determinante.

Las clases en ABC

Las clases están organizadas en árbol, con clases y subclases. En la figura 7 se pueden ver las clases definidas en ABC.

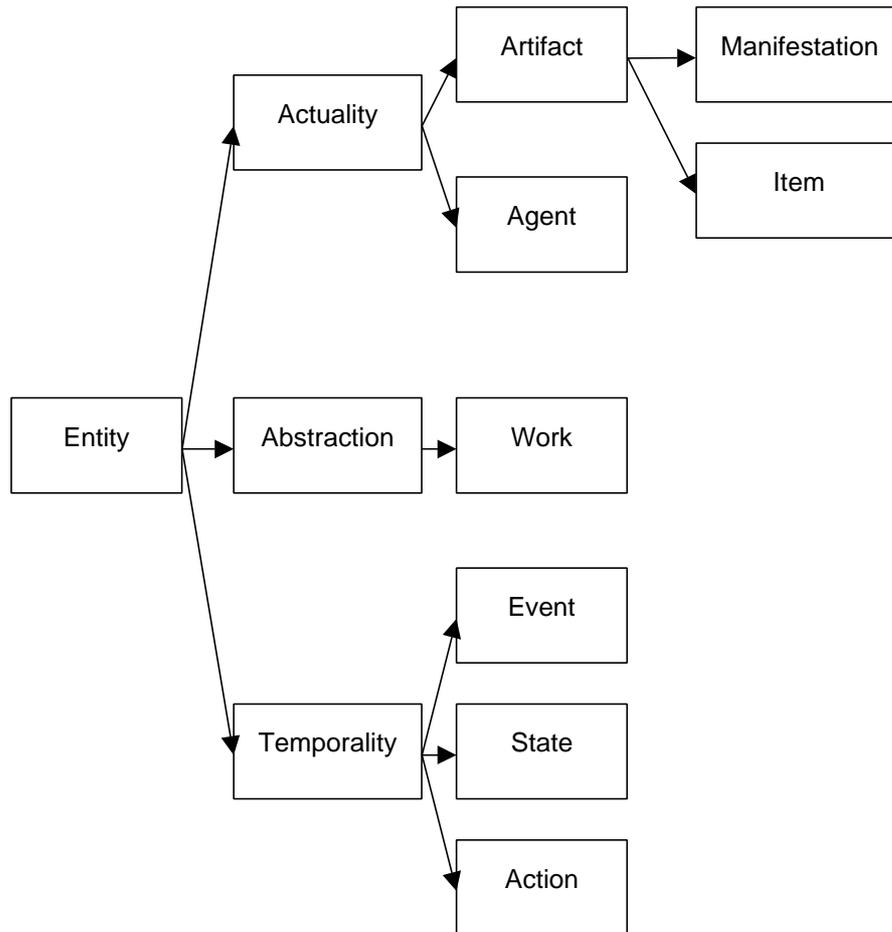


Figura 7. Diagrama jerárquico de las clases en el modelo ABC

El nivel superior de la jerarquía es la clase Entity, la máxima abstracción posible. En el siguiente nivel encontramos las clases Temporality, Actuality y Abstraction. Temporality sirve para modelar todos los eventos relacionados con el paso del tiempo; Actuality abarca entidades tangibles, que pueden ser tocadas, vistas o oídas, mientras que la categoría Abstraction permite la inclusión de conceptos e ideas en el modelo.

Bajo la categoría Temporality se definen las clases State, que refleja una situación estable donde se establece un contexto; Event, que refleja un suceso que provoca un cambio de estado, y Action, que indica la actividad que se realiza en el suceso.

La categoría Actuality contiene las clases Artifact, que refleja una realidad tangible y Agent, que representa el causante que provoca un suceso (una persona, un instrumento, una organización, etc.) Artifact, a su vez incluye Manifestation y Item, para contemplar la posibilidad de la existencia de copias (Items) de un mismo objeto (Manifestation).

La categoría Abstraction se instancia con la clase Work. Es un concepto abstracto que no puede existir en solitario, sino que tiene que estar asociado a una Manifestation.

Las propiedades en ABC

Por su parte, las propiedades, que establecen relaciones entre las clases, son las que aparecen en la tabla 7.

Tabla 7: Propiedades en el modelo ABC

| | | | |
|-------------|----------------|-----------|----------|
| HasInput | InstanceOf | UsesTool | HasAgent |
| HasOutput | HasRealization | HasResult | HasRole |
| Contains | HasCopy | Destroys | AtTime |
| InState | Involves | Creates | InPlace |
| HasInstance | HasPatient | HasAction | |

La definición de cada propiedad incluye el dominio y el rango, que, en términos matemáticos, reflejan las clases origen y destino de una propiedad. Por ejemplo, la propiedad InState tiene como dominio la clase Actuality y como rango la clase State, porque establece en qué estado (State) se encuentra un objeto (cualquier de la clase Actuality).

Ejemplo de aplicación del modelo ABC

Podemos ilustrar la aplicación del modelo ABC con un ejemplo. La expresión narrativa sería:

“El 14 de Junio de 2001 en el Hospital General nació una niña que pesó 3,5 kg. Sus padres fueron Juan Martín y Clara Pérez”

Asignamos a cada suceso y a cada actor una categoría del modelo. La representación gráfica de clases y propiedades correspondiente a la situación descrita sería la que aparece en la figura 8.

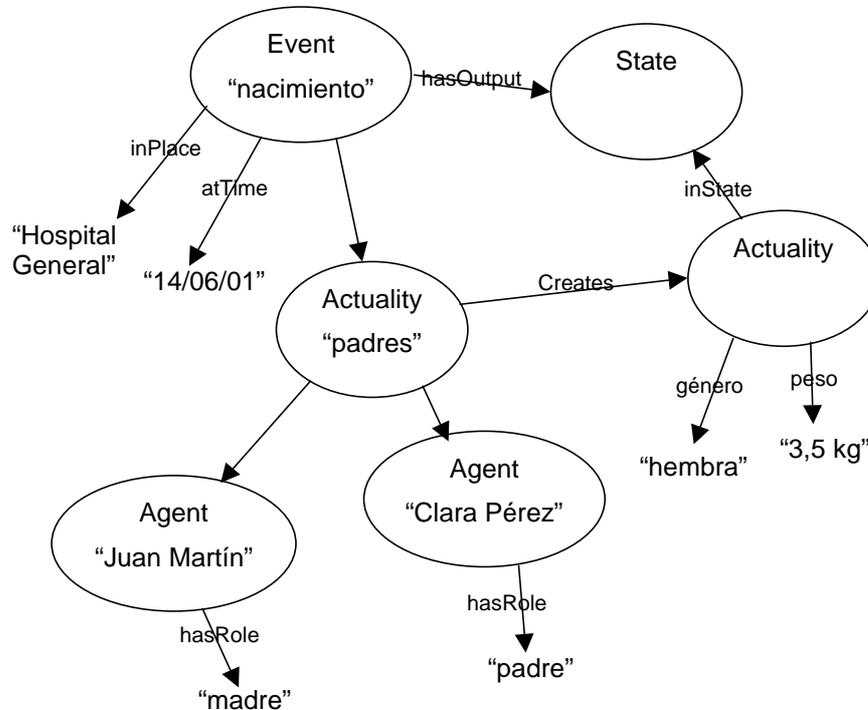


Figura 8: Representación gráfica del ejemplo del nacimiento

2.3. Z39.50

2.3.1. Descripción

Z39.50 es un estándar para la búsqueda y recuperación de información en entornos abiertos [10]. Es un estándar nacional americano, conocido formalmente como *ANSI/NISO Z39.50 -- Information Retrieval (Z39.50): Application Service Definition and Protocol Specification*. La versión actual es del año 1995. En Marzo de 1997 fue aceptado como estándar ISO, con el código ISO 23950.

El estándar Z39.50 fue desarrollado para solucionar los problemas asociados con la búsqueda a múltiples bases de datos, como son el tener que conocer los diferentes métodos de acceso, lenguajes de comandos, o menús de opciones que las bases de datos puedan tener. Z39.50 ofrece a los usuarios una interfaz de acceso única, que les permite tanto la búsqueda en el sistema local como en cualquier sistema remoto que soporte el estándar.

Z39.50 sigue las directrices del modelo cliente/servidor para el desarrollo de aplicaciones distribuidas. En este modelo, los roles que juegan las entidades

implicadas en la comunicación están claramente especificados: la parte cliente emite una petición a la parte servidora, la cual responde a la petición recibida. En Z39.50, la parte cliente se llama “origen” y la parte servidora es el “destino”. La información que el destino sirve al origen son registros de su base de datos.

Cuando un usuario hace una petición en su sistema local, con la interfaz que éste le ofrece y, por tanto, es perfectamente conocida por dicho usuario, el módulo origen Z39.50 que reside en su sistema traduce esta petición a un formato estandarizado y la emite a los sistemas remotos que convenga, siempre que dispongan de un servidor Z39.50. Este servidor realiza la búsqueda en el sistema remoto, traduciendo de nuevo la petición al lenguaje de comandos o procedimiento que use el servidor, y devuelve el resultado al módulo origen. La figura 9 muestra un diagrama que ilustra la arquitectura de un cliente y un servidor capaces de comunicarse con Z39.50.

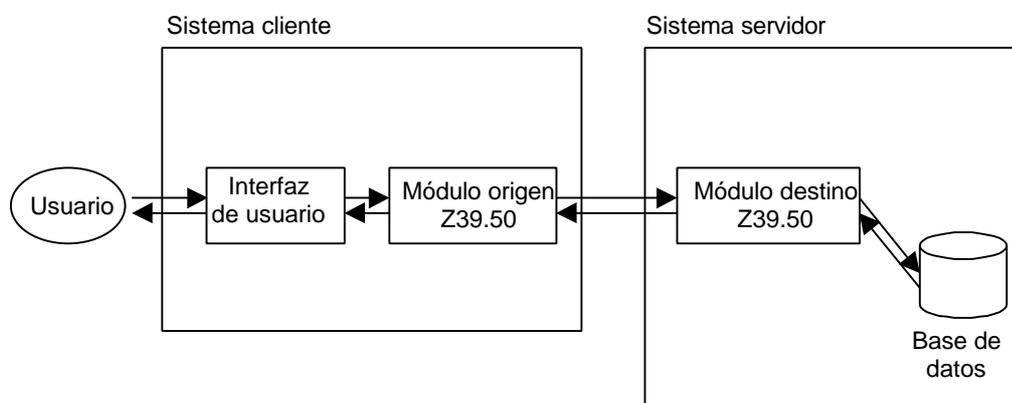


Figura 9. Diagrama de bloques de un sistema Z39.50

Una de las ventajas de usar Z39.50 es que los usuarios no tienen que conocer los diferentes métodos de interrogación de las bases de datos a las que tenga acceso, ni tampoco la sintaxis del estándar Z39.50. Solamente el lenguaje propio de su base de datos local. El módulo origen se encargará de traducir esta petición al formato estandarizado.

Z39.50 contempla la posibilidad de definir perfiles, donde se especifica cómo usarlo en un determinado entorno o comunidad. El objetivo que se persigue con la definición de perfiles es no tener que implementar el estándar entero para una aplicación concreta sino solamente lo que sea necesario, y así ayudar en su tarea a los desarrolladores de aplicaciones.

Este estándar nació en el entorno de las bibliotecas americanas, y es ahí donde ha visto su mayor actividad. La mayor parte de aplicaciones destinadas a informatizar bibliotecas que se comercializan en América y también en Europa incorporan este estándar.

2.3.2. Modelo del servicio

Z39.50 se modela como un servicio, en el que se realiza un intercambio de mensajes entre origen y destino. Un servicio implica una o varias peticiones y sus correspondientes respuestas. Entre los dos extremos se establece una comunicación, llamada Asociación-A (o Asociación de Aplicación), y en ella se establecen Asociaciones-Z (o Asociaciones Z39.50). En una Asociación-A puede haber diversas Asociaciones-Z, y en cada una de éstas se produce el intercambio de mensajes correspondientes a un servicio. Una asociación-Z siempre empieza a instancias de una entidad origen, pero las peticiones tanto pueden ser realizadas por el origen como por el destino.

Los servicios ofrecidos pueden ser de tres tipos:

- Confirmados
- No confirmados
- Condicionalmente confirmados

Un servicio confirmado implica una petición y su respuesta correspondiente. Un ejemplo de servicio confirmado sería Search, iniciado por el origen y siempre contestado por el destino.

Un servicio no confirmado implica una petición sin respuesta asociada. TriggerResourceControl es un servicio no confirmado iniciado por el origen. Segment es un servicio no confirmado iniciado por el destino.

Un servicio condicionalmente confirmado es un servicio que puede ser invocado tanto como confirmado como no confirmado. Por tanto, implica una petición que puede tener o no asociada una respuesta. Por ejemplo, ResourceControl, que es un servicio parcialmente confirmado, iniciado por el destino.

Los servidores Z39.50 realizan operaciones, que se inician con una petición y terminan en el momento que se emite la correspondiente respuesta. El estándar define ocho tipos de operación:

- Init
- Search
- Present
- Delete
- Scan
- Sort
- Resource-Report
- Extended-Services

Desde el punto de vista del origen, una operación empieza cuando lanza una petición y finaliza cuando recibe la respuesta correspondiente. Desde el punto de vista del destino, la operación empieza cuando recibe la petición y termina en el momento en que emite la respuesta.

2.3.3. Modelo de la base de datos

El objetivo de este estándar es facilitar la interconexión de aplicaciones que se basan en la búsqueda y recuperación de información. Las maneras cómo las bases de datos son implementadas pueden diferir considerablemente de un sistema a otro. Así, se ha definido un modelo abstracto para su descripción, al cual las diferentes implementaciones pueden mapear su funcionalidad.

El modelo definido contiene definiciones para:

- La arquitectura del sistema
- La búsqueda
- La recuperación
- Servicios extendidos

Para la arquitectura, el modelo define el término “base de datos”, que se refiere a una colección de registros, mientras que un registro es una colección de información relacionada, tratada como una unidad. El término “registro de una base de datos” se refiere a una estructura de datos local que representa la información en un registro particular. Asociado a una base de datos, se define uno o varios grupos de “puntos de acceso”, que pueden ser especificados en una búsqueda de registros, y uno o varios grupos de “elementos” que pueden ser recuperados de un registro de la base de datos. Un punto de acceso es una clave, única o no, que puede ser especificada sola o en combinación con otros puntos de acceso en la búsqueda de registros. Un punto de acceso puede estar o no relacionado con un elemento, puede ser equivalente a un elemento o puede estar derivado de un elemento o conjunto de elementos.

El modelo de búsqueda define el término “*query*” como la relación entre valores y puntos de acceso que tienen que cumplir los registros solicitados. Una petición de búsqueda incluye las bases de datos donde buscar y una *query*. Un ejemplo de petición de búsqueda sería:

“ En la base de datos llamada Libros encuentra todos los registros para los cuales el punto de acceso ‘título’ contenga el valor ‘Estrategias’ Y el punto de acceso ‘autor’ contenga el valor ‘Martín’ ”

El modelo de recuperación de información define el término “conjunto de resultados” como el grupo de registros que cumplen la condición expresada en la petición. A continuación del procesado de una búsqueda, el destino hace llegar el conjunto de resultados al origen, para subsecuentes peticiones. Para recuperar un

registro concreto de un conjunto de resultados, el origen puede proporcionar un identificador de esquema de base de datos o una especificación de elementos. Los esquemas son información sobre la estructura de la base de datos, compartida entre todos para facilitar el intercambio.

El modelo de servicios extendidos permite extender la funcionalidad de un servidor Z39.40 sin tener que redefinir o ampliar los servicios ofrecidos. Una operación de servicio extendido se inicia a petición del origen, lo cual lanza una tarea de servicio extendido. La respuesta, que completa la operación, no tiene que indicar la finalización de la tarea, pero sí de la operación. La tarea puede seguir siendo tratada, o ser puesta en cola, a la espera de ser realizada. Dos ejemplos ilustrativos de servicios extendidos serían archivar un conjunto de resultados o una petición, o exportar un documento.

2.3.4. Facilidades del servicio

Las facilidades son agrupaciones lógicas de servicios, que permiten definir acciones de más alto nivel que los servicios. Algunas facilidades consisten en un solo servicio. Z39.50 describe once facilidades, que son:

- Initialization: Incluye Init, un servicio confirmado iniciado por el origen.
- Search: Incluye Search, un servicio confirmado iniciado por el origen.
- Retrieval: Incluye dos servicios, Present y Segment. El primero confirmado y iniciado por el origen y el segundo no confirmado y originado por el destino.
- Result-set-delete: Incluye el servicio Delete, confirmado, iniciado por el origen.
- Browse: Incluye el servicio Scan, confirmado, iniciado por el origen.
- Sort: Incluye el servicio Sort, confirmado, iniciado por el origen.
- Access control: Incluye el servicio Control de acceso, confirmado, iniciado por el destino.
- Accounting/Resource Control: Incluye los servicios ResourceControl, condicionalmente confirmado, TriggerResourceControl, no confirmado, y ResourceReport, confirmado. El primero iniciado por el destino y los otros dos iniciados por el origen.
- Explain: Esta facilidad no incluye servicios, sino que usa los servicios de las facilidades de búsqueda y recuperación.
- Extended Services: Incluye el servicio ExtendedServices, confirmado, iniciado por el origen.
- Termination: Incluye el servicio Close, confirmado, que puede ser iniciado por el origen o por el destino.

2.4. MPEG-21

MPEG-21 no es un mero esquema de metadatos [11]. Pretende definir un marco general normativo para crear, transmitir y utilizar recursos multimedia, usando los estándares MPEG ya establecidos. MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4 para los datos multimedia, y MPEG-7 para los metadatos. En el horizonte, MPEG-21 pretende ser un auténtico entorno de interoperabilidad completa en el mundo del material multimedia. Es un estándar reciente, en estos momentos en plena ebullición, y se espera que esté terminado a finales del año 2004.

MPEG-21 se basa en dos conceptos esenciales: la definición de una unidad fundamental de distribución y transacción (Digital Item) y el usuario que interactúa con Digital Items. Los Digital Items se pueden considerar el “qué” del entorno multimedia, mientras que los usuarios son el “quién”.

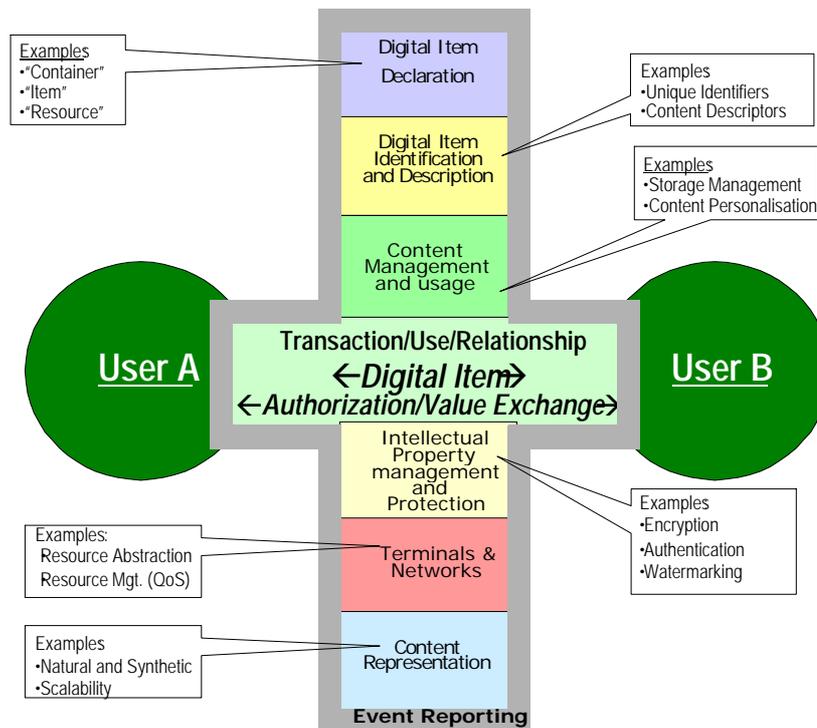


Figura 10. Esquema general de MPEG-21

El trabajo en MPEG-21 se ha estructurado en partes, estructura que a medida que avanza el trabajo realizado ha ido variando. En el momento de redactar el presente trabajo de tesis, esta así:

- Parte 1: Visión, tecnologías y estrategia. Pretende dar una visión general del marco de trabajo y de los mecanismos de integración de las diferentes partes. En esta parte se define igualmente la estrategia para el desarrollo de aplicaciones que sigan el estándar.
- Parte 2: Declaración del Digital Item (DID, Digital Item Declaration). El propósito de esta parte es describir los términos abstractos necesarios para modelar el concepto de Digital Item. Incluye el modelo, la representación y la gramática que se tienen que usar para declarar Digital Items.
- Parte 3: Identificación de Digital Item (DII, Digital Item Identification). Esta parte trata de cómo identificar de forma única Digital Items y sus partes, tipos de Digital Items, esquemas de descriptores asociados, etc.
- Parte 4: Protección y gestión de la propiedad intelectual (IPMP, Intellectual Property Management and Protection). Esta parte incluye la estandarización de mecanismos de gestión de derechos sobre material audiovisual protegido. Cómo se pueden conseguir y autenticar herramientas para llevar a cabo los procesos y cómo tienen que funcionar estas herramientas.
- Parte 5: Lenguaje de Expresión de Derechos (REL, Rights Expression Language). Se trata de definir un lenguaje procesable de forma automática para poder llevar a cabo los procesos anteriormente citados de control de derechos de la propiedad intelectual que puedan estar asociados a los Digital Items.
- Parte 6: Diccionario de términos de derechos (RDD, Rights Data Dictionary). Esta parte es un complemento de las dos anteriores. Se trata de elaborar un diccionario con los términos asociados a la gestión de los derechos y sus precisas definiciones, de manera que todos los actores del sistema usen la misma sintaxis y semántica. Incluye además la especificación de los sistemas de extensión del lenguaje y del diccionario.
- Parte 7: Adaptación del Digital Item (DIA, Digital Item Adaptation). El objetivo del estándar es ofrecer acceso transparente a los recursos por parte de los usuarios independientemente de la red y su funcionamiento y de los terminales y sus características. Para conseguirlo, es preciso definir los mecanismos de adaptación necesarios para ajustar el Digital Item a las condiciones de trabajo de todo el entorno.
- Parte 8: Software de referencia. Esta es una parte crucial en todos los estándares MPEG. Habida cuenta que MPEG sólo estandariza lenguajes, protocolos, definiciones, pero no software para llevarlos a cabo, se proporciona un software de referencia para que los desarrolladores de aplicaciones puedan validar el comportamiento de su software comparándolo con aquél.
- Parte 9: Formato de archivo. Un Digital Item puede ser una colección de información compleja. Puede contener elementos de audio o video, fijo o en movimiento, puede contener descriptores, información sobre el propio Digital

Item, etc. Puede además contener información textual como una expresión XML o datos binarios, como un objeto MPEG-4. Se requiere un formato de archivo para contener digital Items que contemple toda esta diversidad y pueda ofrecer acceso a cada parte de forma independiente.

- Parte 10: Procesado de Digital Item. Esta parte es de reciente incorporación, y en ella se pretende sistematizar todas las operaciones susceptibles de realizar a un Digital Item para que pueda ser mostrado por un terminal compatible con MPEG-21.
- Parte 11: Métodos de evaluación para las tecnologías de asociación persistente. La asociación consiste en el enlace entre los recursos y sus descriptores, y se tiene que garantizar que sea persistente en el tiempo. Para ello, hace falta evaluar la pertinencia de las herramientas que manejan estos descriptores.
- Parte 12: Patrón de comprobación para la transmisión de recursos. En esta parte se va a realizar una API (Application Programming Interface) y definir una plataforma de test para comprobar el funcionamiento de las herramientas de emisión de Digital Items, especialmente en entornos de emisión/recepción en tiempo real.

3. Contribución de la tesis

En este capítulo se va a desarrollar la contribución de este trabajo de tesis en el sentido de proporcionar interoperabilidad de metadatos a nivel semántico. En primer lugar, vamos a analizar los esquemas descritos en el capítulo anterior, y justificar porque los sistemas de interoperabilidad descritos no sirven nuestro propósito de interoperabilidad transparente. A continuación se muestran los antecedentes de este trabajo de tesis, que se concretan en la participación en un *workshop* de estandarización del CEN (Comité Europeo de Normalización) y en un proyecto europeo que tenía como principal objetivo crear un mercado continuo europeo completamente informatizado de material audiovisual. En ambas iniciativas se puso de relieve la necesidad de la interoperabilidad de sistemas, pero en ambas quedó en el aire.

A continuación se presentan las bases del modelo de interoperabilidad propuesto y los mecanismos de aplicación a entornos concretos donde es imprescindible, o altamente recomendable dicha interoperabilidad.

3.1. Comentario sobre esquemas de metadatos

Todos estos esquemas de metadatos presentados en el capítulo anterior hacen especial énfasis en la cuestión que nos ocupa, la interoperabilidad. En todos los documentos que han emitido los organismos o colectivos que hay detrás de cada uno, se remarca de alguna forma u otra que tienen un especial interés en garantizar la interoperabilidad entre sistemas. O que su objetivo primordial es proporcionar esta interoperabilidad allá donde no la haya.

Pero esto tiene su sentido en un entorno homogéneo. Es decir, si todo el mundo usase Dublin Core para etiquetar todos sus recursos disponibles, entonces es lógico pensar que todo sería interoperable. O si todo fuese MPEG. O si todo estuviese referenciado con LOM. La realidad, no obstante, es muy distinta.

Los esquemas de metadatos que hemos presentado nacieron para entornos concretos. No nacieron con una visión global. Su posterior desarrollo los ha convertido en referentes en muchos ámbitos, pero lo cierto es que ninguno ha conseguido imponerse, al menos de momento, sobre los demás más allá de sus entornos naturales. Así, la mayor parte de repositorios de recursos educativos usan LOM, o Dublin Core en menor medida, mientras que las bibliotecas digitales están usando Dublin Core extensivamente, y los generadores, productores y distribuidores de material audiovisual usan o se plantean usar MPEG-7.

Mención aparte merece el caso de los perfiles de aplicación que se están definiendo en Dublin Core. Es una muestra clara del intento, legítimo por supuesto, de llegar a todas partes con Dublin Core. Pero esta generalización va a ir claramente en detrimento de la interoperabilidad. Porque en el fondo, un perfil de aplicación es una personalización, recogiendo elementos concretos de diversos esquemas para poder buscar los más adecuados. Y esto es el sentido contrario de lo que se podría interpretar como interoperabilidad.

El problema será el mismo entre perfiles de aplicación que entre DC y MPEG y LOM, tal como ya se ha comentado. Porque en algunos casos son esquemas bastante diferentes entre sí, aunque partan del mismo núcleo. El hecho de que estén definidos para un entorno concreto obviamente tiene que ir en detrimento de una visión global, y, por tanto, de la interoperabilidad.

Otro aspecto a destacar de los esquemas de metadatos descritos es su granularidad. Algunos, como Dublin Core, podríamos decir que son de grano grueso porque definen pocos atributos con un significado muy amplio mientras que otros especifican una cantidad bastante grande de atributos, normalmente organizados jerárquicamente, con un contenido semántico mucho más específico, los cuales e podrían llamar de grano fino. Los otros dos esquemas analizados, MPEG y IEEE LOM, son dos claros ejemplos de estos esquemas más completos. Esta diferencia en la granularidad va a condicionar los mapeos que se puedan hacer entre ellos .

En el capítulo anterior hemos expuesto también las tres propuestas de interoperabilidad más divulgadas. Z39.50 es claramente una propuesta en el plano sintáctico. Especifica perfectamente un mecanismo de intercambio de información y metainformación, en un modelo cliente/servidor. Cada entidad que quiera establecer un contacto con Z39.50 necesita implementar un módulo que adapte su funcionalidad interna a dicho protocolo, ya sea para enviar peticiones o para interpretar las respuestas recibidas. De esta manera, un cliente y un servidor de recursos que a priori no podrían comunicarse, sí podrían conseguirlo incorporando cada uno un módulo Z39.50. Pero en todo el estándar no hay ninguna referencia al contenido, al tipo de información que se puede intercambiar, a los esquemas de metadatos que se pueden usar. Es, como se ha dicho, interoperabilidad funcional, no de significados.

El proyecto Harmony nació como un intento de armonizar (de ahí su nombre) las semánticas asociadas a los diversos esquemas de metadatos, pero evolucionó hacia la creación de un modelo, el llamado modelo ABC, que pretende ser una especie de ontología de muy alto nivel. Intenta modelar todo lo que puede acontecer a un recurso, sea cual sea su naturaleza o el ámbito de aplicación. Se trata de un modelo que se ha alejado de los esquemas tradicionales hacia niveles de abstracción muy superiores. Puede ser útil como marco de desarrollo de aplicaciones, pero no para crear pasarelas entre esquemas más básicos.

Por otro lado, el entorno MPEG, después de emitir los estándares dedicados a la codificación de datos audiovisuales (1, 2, y 4) y el estándar dedicado a la descripción de los datos (7), está planteando el marco global donde se puedan crear, transmitir y consumir *digital items*. Está claro que cualquiera que quiera estar dentro del marco, tendrá que conocer muy bien MPEG-21.

A la vista de los análisis realizados, establecemos una distinción clara entre:

- sistemas o aplicaciones o entornos homogéneos, diseñados de forma global, y dónde todos sus actores hablan el mismo idioma, tanto en el sentido sintáctico (cómo se dicen las cosas) como en el sentido semántico (qué significado tienen las cosas que se dicen), y

- sistemas heterogéneos, como reunión de actores que ya han sido desarrollados y que pretenden cooperar para proporcionar o recibir servicios de forma global.

Para los primeros, la interoperabilidad se consigue aplicando el mismo esquema de metadatos, con las mismas reglas de funcionamiento para todos los actores. Para ello, proyectos como Harmony, o una combinación de Z39.50 y Dublin Core, o un entorno MPEG son perfectamente válidos.

Para los segundos, necesitamos un modelo diferente, que mantenga la heterogeneidad no imponiendo ningún comportamiento ni significado.

3.2. Hacia la Web semántica

Cómo hemos comentado en el capítulo 1, lo que se persigue con el uso de los esquemas de metadatos es el procesado automático de la información por parte de los ordenadores, porque la gran cantidad de información a la que se puede acceder fácilmente hoy en día hace muy difícil el procesado manual.

La aparición del servicio web ha contribuido sin duda alguna a esta facilidad de acceso. Pero también ha contribuido a aumentar la confusión, porque el lenguaje HTML, que es el que se propuso usar para especificar las características de las páginas a servir, solamente se centra fundamentalmente en aspectos de apariencia, no en la descripción del contenido. Es un lenguaje de marcas, las cuales son insertadas en la página de datos, para informar al cliente (el navegador) de cómo tiene que mostrarla. O sea, el servidor no proporciona información sobre el contenido de una página de una manera conveniente para que la pueda entender una máquina.

En el fondo, cuando Tim Berners-Lee propone la Web semántica, está apelando a construir un esquema de metadatos en el que todos entendamos lo mismo. Un esquema global.

Está claro que visto así, es una quimera. Lo que se está consiguiendo es que los proveedores de información creen ontologías, donde explican de forma inteligible por una máquina las relaciones semánticas entre sus elementos de metadatos, que pueden etiquetar recursos estáticos o acciones. Y que se definan ontologías genéricas, para entornos concretos. Pero corremos el riesgo de volver a donde estábamos. A tener tantas ontologías como proveedores, a que en un entorno haya entidades trabajando con ontologías distintas y por tanto que la interoperabilidad no sea obvia.

El modelo que aquí se propone, en el fondo, pretende ser un paso en la dirección de la web semántica, sin llegar a la sistematización que implica definir una ontología.

3.3. Entorno del trabajo

La participación en el workshop MMI del CEN, un foro de estandarización internacional y las contribuciones que en su seno hicimos significaron un primer paso en el análisis de los problemas de interoperabilidad. La experiencia previa en tareas de estandarización de algunos de los miembros del grupo de investigación en que se circunscribe este trabajo de tesis propició que participásemos en este *workshop*.

Posteriormente participamos en un proyecto europeo del área ACTS, Hypermedia, dónde se pretendía crear una plataforma de mercado continuo de material audiovisual. En este entorno, los metadatos juegan un papel suficientemente importante como para que una de las tareas del proyecto fuera la edición de un informe sobre el estado del arte en el campo de los metadatos. A este informe contribuimos con nuestras valiosas experiencias en MMI, y sirvió para tener una ajustada panorámica sobre el tema. En el anexo de este trabajo de tesis se adjunta dicha contribución.

Estas dos actividades que llevamos a cabo constituyen el marco dónde se originó la propuesta de modelo de interoperabilidad presentado.

3.3.1. CEN/ISSS. *Workshop* sobre metadatos

ISSS (Information Society Standardization System) es una división del CEN (Comité Europeo de Normalización) creada en Octubre del 1997 para seguir el trabajo realizado en varias organizaciones de estandarización como EWOS (European Workshop for Open Systems). Las actividades del CEN/ISSS se estructuran en talleres o *workshops*, en los que participan expertos europeos en los temas que se tratan [12].

Uno de los primeros *workshops* puestos en marcha, actualmente ya finalizado, estaba dedicado a los metadatos para información multimedia. El principal objetivo del *workshop* MMI (Metadata for Multimedia Information) era generar recomendaciones para las empresas, tanto del sector público como del privado, sobre la creación y el mantenimiento de sistemas de metadatos para referenciar la información multimedia de la cual pudiesen disponer. Más específicamente, los objetivos se concretaron en:

- Recoger información sobre actividades alrededor de los metadatos que se estuviesen llevando a cabo en proyectos financiados por la Unión Europea o en la industria.
- Analizar todos estos trabajos para detectar solapamientos o lagunas, y para detectar situaciones donde se pudiera aconsejar el reuso de tecnología ya desarrollada.
- Diseminar de manera proactiva toda esta información a la industria, a los proyectos y a los programas de investigación en el ámbito europeo.
- Favorecer esta diseminación en todos los ámbitos internacionales de la industria o de la investigación.

- Finalmente, generar recomendaciones, consejos y CWA (CEN Workshop Agreement), que es el nombre que reciben los estándares emitidos por el ISSS.

El trabajo que se llevó a cabo en el seno del MMI giró entorno a tres ejes:

- La definición de un modelo de metadatos.
- La especificación de los requerimientos necesarios para un sistema de metadatos.
- El desarrollo de un *framework* que muestre todas las actividades en el campo de los metadatos, su alcance, los organismos o entidades que haya detrás de cada iniciativa y que permita identificar situaciones donde sea preciso desarrollar actividades de estandarización.

El modelo MMI

Uno de los efectos del crecimiento de la sociedad de la información es que una enorme cantidad de información digital valiosa está siendo generada y almacenada en todo el mundo. Estos recursos de información tienen un gran potencial de combinación, reuso y explotación. Un obstáculo importante que impide el desarrollo de estos potenciales es que los recursos están distribuidos en entornos técnicamente heterogéneos, lo cual hace que el descubrimiento y la combinación de estos recursos sean muy difíciles de llevar a la práctica. Otro problema añadido es que aspectos como la calidad, la fiabilidad o la exactitud varían según la fuente de la información.

Se necesitan mecanismos de estandarización para permitir la identificación, la localización, el uso y el reuso de los recursos de información digital, que cada vez más son de naturaleza multimedia. El desarrollo y adopción de esquemas de metadatos estandarizados para describir estos recursos de información son clave en esta propuesta.

El modelo MMI define los elementos Recurso de Información, Metadato y Multimedia, y propone un modelo conceptual para los metadatos en términos de:

- Clases de metadatos
- Los roles de los diferentes actores involucrados en el sistema
- Las acciones llevadas a cabo por los actores
- Las fases en el ciclo de vida de los recursos

Cada uno de estos conceptos puede aplicarse tanto a los recursos de información como a los metadatos.

El modelo propone nueve clases de metadatos, que son:

- General
- Ciclo de vida

- Meta-metadata
- Técnico
- Según uso
- Gestión de derechos
- Relación
- Anotación
- Seguridad

Por su parte, los roles identificados en el modelo son:

- Creador
- Proveedor de servicio
- Usuario

Las acciones que puede realizar un creador incluyen Crear, Capturar, Preparar, Editar y Almacenar, mientras que las que puede realizar un proveedor de servicio son Mantener, Almacenar, Copiar, Integrar, Preservar, Archivar, Descartar, Validar, Asegurar la calidad, Despachar, Proporcionar funciones de seguridad, Anunciar y Vender. Las acciones que puede realizar un usuario final son: Especificar la información requerida, Encontrar, Seleccionar, Establecer el derecho de uso, Establecer mecanismos de acceso/uso, Acceder/Conseguir el recurso, Verificar, Transformar y Usar.

Las fases del ciclo de vida son: Crear o Adquirir, Transformar, Poner a disposición, Usar, Persistir y Descartar.

La creación de metadatos puede preceder la existencia del recurso al que se refieren, y los metadatos pueden tener vigencia más allá del momento en que el recurso deja de existir.

En conclusión, los recursos de información y los metadatos asociados pueden ser modelados usando los mismos conceptos y ciclo de vida, sea cual sea el tema o el contenido de los recursos y de los metadatos.

Las recomendaciones finales emitidas desde el *workshop* fueron éstas:

- Que se use el modelo y el ciclo de vida definidos en el desarrollo del *framework*.
- Que se desarrollen mecanismos estándar para realizar acciones sobre recursos de información multimedia y metadatos asociados.
- Que no se apliquen restricciones a priori sobre la naturaleza o tipo de recurso multimedia que se desea tratar.

Los requerimientos en MMI

Para emitir los requerimientos que debían cumplir los sistemas de metadatos, se analizaron profusamente los resultados de proyectos, iniciativas y especificaciones de estándares que ya se habían llevado a cabo.

Hay muchas áreas de aplicación donde se necesitan metadatos. Sin embargo MMI se fijó en un número limitado de ellas para especificar los requerimientos, donde pareció que la necesidad era más fuerte. Estas áreas son:

- Venta al detalle
- Servicios
- Administración pública
- Entretenimiento
- Bibliotecas
- Publicación
- Museos y archivos
- Educación
- Medicina

MMI no pretende emitir un conjunto de requerimientos completo para todos los usos posibles de los metadatos, porque constituiría una tarea ingente y sin fin. Lo que se pretende es proporcionar una taxonomía de metadatos y una metodología de trabajo, que permitan después de combinar ambas, identificar los requerimientos necesarios para cada aplicación.

Los requerimientos generales aportados por la taxonomía se clasifican en:

- Información que los metadatos deben proporcionar
- Facilidades que se tienen que proporcionar juntamente con los metadatos

Cada uno de estos dos conjuntos de requerimientos sigue una clasificación, según dos conceptos: las clases de metadatos descritos en el modelo de metadatos (para el primer conjunto) y el árbol de esquemas y herramientas definido en el *framework* (para el segundo conjunto).

La tabla 8 muestra los requerimientos más significativos correspondientes al primer grupo.

Tabla 8. Requerimientos relacionados con las clases del modelo de metadatos

| Clase | Requerimientos |
|---------------------|--|
| General | Identificador Título Emisión Tema Identificación y selección de idioma |
| Ciclo de vida | Autoría y propiedad Contribuciones Fecha de creación Editor |
| Técnico | Formato multimedia Formato de intercambio Características, objetivas y subjetivas Requerimientos de <i>hardware</i> y <i>software</i> |
| Según uso | Calidad y otras calificaciones Información sobre proveedores |
| Gestión de derechos | Método de pago Precio Derechos de uso Información sobre derechos de propiedad intelectual |
| Relación | Referencias a otros recursos relacionados Otras versiones del recurso |

La tabla 9 muestra los requerimientos correspondientes al segundo grupo, los que indican las facilidades que se precisan para gestionar los metadatos.

Tabla 9. Requerimientos relacionados con las acciones definidas en el *framework*

| Elemento del <i>framework</i> | Requerimientos |
|-------------------------------|---|
| Distribución | Mecanismos disponibles para controlar la presentación Software/hardware disponibles para controlar la presentación |
| Protocolos | Facilidades de filtro Recuperación basada en el contenido |
| Descubrimiento/búsqueda | Método estándar de clasificación y |

| | |
|---------------------|--|
| | descripción del contenido Facilidades para entornos multiculturales y multiidioma Indexado y creación de metadatos Información y clasificación de productos |
| Gestión del recurso | Protección anticopia Control de cumplimiento de derechos de propiedad intelectual Detección de violaciones de copyright |

La metodología que se propone seguir consiste en identificar cuales son los requerimientos necesarios y cuales no, mapeando los requerimientos de la taxonomía con los definidos por el usuario para la nueva aplicación, y elegir los que ilustran mejor la información que los metadatos deben proporcionar, y los que proporcionan las facilidades necesarias para la gestión de la información.

La propuesta del MMI es utilizar estas herramientas en diferentes sentidos. En primer lugar, el estudio de la taxonomía puede ser útil para tener una idea global sobre los requerimientos de las aplicaciones que necesitan esquemas de metadatos. En segundo lugar, puede ser interesante para comprobar si unos requerimientos específicos cuadran con la taxonomía. Tercero, y quizás el más importante, para derivar a partir de la taxonomía descrita nuevos requerimientos específicos para nuevas aplicaciones.

Valoración de la participación en MMI

Participar de una forma activa en el *workshop* MMI nos proporcionó una oportunidad única para conocer todas las actividades que por entonces se estaban llevando a cabo en el campo de los metadatos, sobre todo a nivel europeo, y cuan necesario era buscar mecanismos de cooperación y interoperabilidad. El *framework* que se produjo contribuyó enormemente en este sentido.

El *workshop* se centró en emitir recomendaciones para desarrollar nuevos esquemas de metadatos necesarios, de una forma sistemática y siguiendo pautas estándares.

La culminación del *workshop* MMI fue la emisión en Septiembre del 1999 de los CWA (CEN Workshop Agreement) 13699 y 13700, correspondientes respectivamente al modelo de metadatos para información multimedia y a los requerimientos. Nuestra contribución se materializó en el apartado de Seguridad del modelo de metadatos y en la edición de la parte del estándar referida a los requerimientos.

No obstante, seguía persistiendo el problema de la interoperabilidad entre conjuntos ya desarrollados. Las propuestas del modelo general de metadatos y de la taxonomía completa de requerimientos (en cuya elaboración participamos activamente) constituyeron para nosotros un primer paso que ha desembocado en el modelo presentado en este trabajo de tesis.

3.3.2. Proyecto HYPERMEDIA

Hypermedia fue un proyecto del programa ACTS de la Comisión Europea (ACTS 361), que empezó en Junio de 1998 y duró dos años [13]. En él participaron empresas del sector, universidades y varias cadenas de televisión europeas.

Su principal objetivo fue definir el concepto de mercado audiovisual continuo en Europa y desarrollar un piloto para demostrar su viabilidad. Siendo éste un objetivo muy ambicioso, Hypermedia se centró en la implementación de un caso de uso concreto y allanar el camino para en un futuro poder aplicar el modelo definido en cualquier escenario imaginable.

El caso de uso escogido se basa en la producción de vídeo. El sistema reúne proveedores de contenidos que ofrecen material audiovisual que puede ser accedido por completo o en parte, y clientes que serán profesionales del sector que desean realizar y producir nuevos productos audiovisuales. Las búsquedas y recuperaciones de material se realizan en un entorno hipermedia, que permite al usuario navegar a través de las bases de datos de los diferentes actores del sistema.

Los requerimientos principales de los usuarios contemplan la automatización de los procesos de indexado de los vídeos y la posibilidad de realizar búsquedas basadas en el contenido de los materiales. Estas peticiones de material basadas en contenido incluyen por ejemplo poder solicitar una imagen o una escena donde aparezca un actor concreto. Estas búsquedas ricas sólo son posibles si se desarrollan potentes herramientas de indexado de los vídeos, que extraigan metadatos descriptivos del contenido de forma automática.

La arquitectura propuesta del sistema se muestra en la figura 11, mientras que el diagrama de flujo de la información se puede ver en la figura 12.

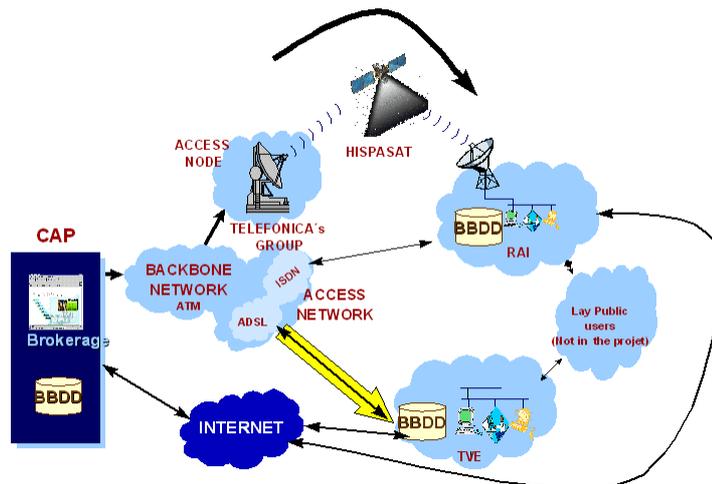


Figura 11. Arquitectura Hypermedia

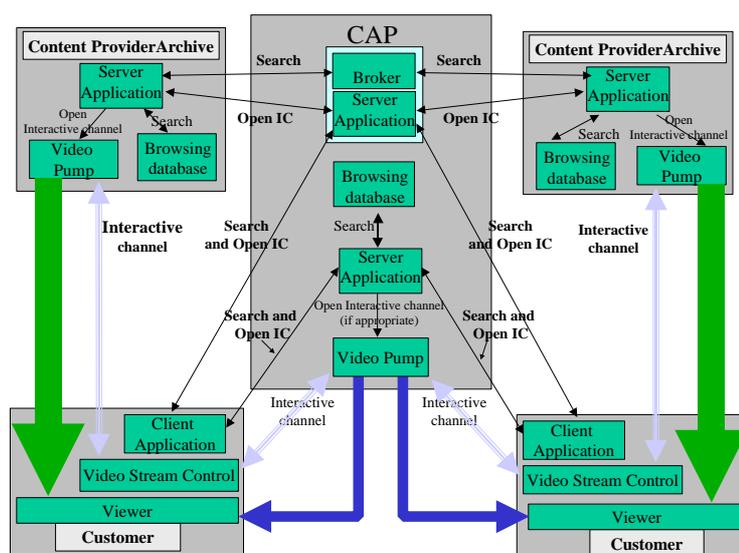


Figura 12. Diagrama de flujo de la información en Hypermedia

Desde el momento en que en el proyecto se planteó el acceso libre a Internet por medio de buscadores para descubrir recursos susceptibles de ser incorporados al sistema, se puso de manifiesto el problema de la dispersión de metadatos, incluso la posibilidad de encontrar servidores que no usasen ningún sistema de metadatos. Una de las tareas del proyecto consistió en la edición de un informe sobre metadatos, al que contribuimos con nuestras experiencias, para valorar la conveniencia de elaborar una plataforma completa de interoperabilidad o no. Al final, se decidió crear un entorno homogéneo con el esquema MPEG-7 (el más adecuado para material multimedia) y dejar realizado un análisis bastante completo del problema de la interoperabilidad para futuras implementaciones.

3.4. Propuesta de modelo de interoperabilidad

Cómo hemos analizado en el capítulo 2 de este trabajo de tesis, existen diferentes esquemas de metadatos para referenciar todo tipo de recursos a los que se puede acceder de una manera o otra. La mayoría se han desarrollado en y para entornos concretos y especializados, como por ejemplo LOM para recursos educativos o MPEG-7 para material audiovisual. Otros tienen puntos de vista más globales, como Dublin Core que pretende ser un estándar en diferentes ámbitos, cómo las bibliotecas digitales, las administraciones, el medio ambiente, etc.

El problema aparece cuando nos planteamos aplicaciones donde puede tener sentido acceder a material que tiene diversos orígenes. Como ejemplos de esta situación podemos citar tres casos:

- Comercio electrónico (o B2C): Las tiendas virtuales que nos permiten buscar material por toda la web para poder adquirirlo o simplemente para acceder a él de forma puntual.

- Entornos educativos (o *e-learning*): Empieza a ser habitual el diseño de cursos de todo tipo y nivel (primaria, secundaria, universitario, posgrado, formación continua,...) con una base preparada y la posibilidad de acceso a recursos publicados en la web. También en entornos presenciales tiene sentido esta opción de complementar las lecciones magistrales no solamente con libros sino con recursos publicados electrónicamente.
- Buscadores genéricos: quizás el paradigma de esta situación de entorno heterogéneo. Pero también son un paradigma del no uso de metadatos, como se verá.

En el primer y segundo caso expuestos, el comercio electrónico B2C y los entornos de *e-learning*, existen muchas propuestas de plataformas centradas en un único estándar. La propuesta que hacemos debe permitir la reunión en un mismo entorno de actores (consumidores y productores) que usen diferentes esquemas de metadatos, de forma que todos puedan seguir usándolo sin perjuicio que se puedan comunicar con el resto.

Los metadatos en este tipo de aplicaciones tienen que jugar un papel fundamental en diferentes fases de su desarrollo. Las más claras, y en las que nos hemos centrado en este trabajo de tesis, son la especificación de condiciones de búsqueda del material y la obtención de información complementaria al recurso, una vez localizado éste.

Los buscadores tradicionales actualmente no están usando los metadatos para aumentar sus prestaciones. Los sistemas de indexación que usan no tienen en cuenta la semántica de los vocablos, sino el número de apariciones en un documento o su posición relativa respecto del resto, o otras opciones más o menos ingeniosas. Pero no su significado. Tiempo atrás, algunos buscadores recogían los metadatos presentes en las cabeceras de las páginas web y con ellos intentaban ayudar a la búsqueda, pero actualmente esta práctica se ha abandonado. La propuesta de interoperabilidad que presentamos pretende ser de ayuda también en este campo, y que permita desarrollar meta-buscadores que se sirvan de los resultados suministrados por los buscadores tradicionales y de los metadatos asociados a los recursos acotar las búsquedas y garantizar la relevancia de los resultados. En el apartado de validación del modelo presentamos esta propuesta.

La premisa básica sobre la que se sostiene el modelo propuesto es que las diferentes entidades presentes en el escenario no tienen porque ser conscientes de los esquemas de metadatos que los demás están usando. Dicho de otra forma, se persigue evitar la imposición de ningún esquema concreto a nadie. El objetivo es permitir que cada cual siga usando su esquema independientemente de los que usan el resto; conseguir la interoperabilidad entre diferentes actores que no siguen los mismos estándares.

Para ello nos hemos basado en el concepto de intermediación electrónica tal como se está usando este concepto en el comercio electrónico. Nuestro modelo aprovecha el concepto de intermediación para ocultar a los participantes el funcionamiento del resto.

3.4.1. Intermediación

El concepto de intermediación electrónica (*brokerage*) está inspirado en el concepto de mediación que se da en el mundo real, generalmente entre compradores y vendedores de productos o entre clientes y proveedores de servicios, como se ilustra en la figura 13.

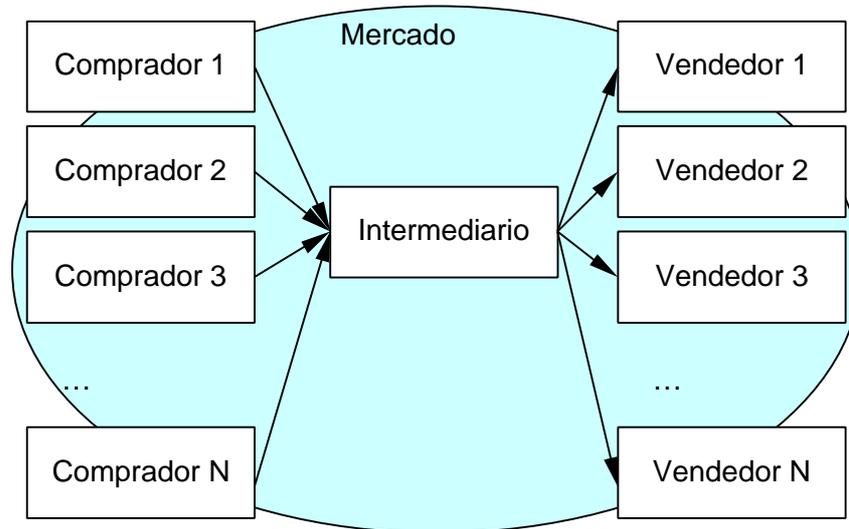


Figura 13. Posición de un intermediario en un escenario tradicional de comercio

El papel del intermediario en el mundo real es crucial para la realización de tratos comerciales. Es materialmente imposible que un vendedor pueda llegar a todos sus compradores y además estar sondeando el mercado continuamente a la caza de potenciales compradores. Del mismo modo, desde el punto de vista del cliente, es más cómodo y ágil acceder a sus proveedores a través de intermediarios que conocen perfectamente el mercado donde se mueven.

No obstante, en los escenarios electrónicos el papel tradicional de los intermediarios deja de tener sentido, ya que los servicios añadidos que proporciona pueden ser suplidos fácilmente por las aplicaciones y plataformas de comercio electrónico existentes. En el fondo, una de las ventajas del uso de las nuevas tecnologías en el campo del comercio es ésta: eliminar intermediación para abaratar costes.

Sin embargo, han surgido diversas propuestas de redefinición del concepto de intermediario en escenarios de comercio electrónico para, aprovechando estas nuevas tecnologías, proporcionar nuevas funciones de mediación entre compradores y vendedores mediante las cuales todas las entidades involucradas obtienen beneficios comerciales [14].

Ejemplos de estos nuevos servicios serían:

- Mantenimiento de catálogos actualizados de productos y servicios. El intermediario se encarga de rastrear el mercado, localizar los diferentes proveedores de un producto y poder elaborar un catálogo de todas las ofertas.
- Cruzamiento de ofertas y demandas. Si el intermediario ha reunido información de diferentes proveedores, ésta puede ser útil para escoger a cada momento la mejor oferta, según las demandas que se reciben.
- Punto de acceso único. El intermediario ofrece a los diferentes actores una visión homogénea del sistema, con independencia del origen de los elementos, (básicamente ofertas y demandas). Además ofrece un punto de acceso único al servicio facilitando de esta forma la tarea a compradores y vendedores.
- Personalización del mercado. El intermediario puede ayudar a que compradores y vendedores tengan una visión del mercado global adecuada a sus necesidades y preferencias.
- Facilitar las negociaciones de compra/venta. El intermediario se puede encargar de llevar la negociación de las condiciones de la transacción comercial. El precio es el aspecto que se suele incluir en los procesos de negociación, pero no es el único. Existen otras posibilidades, como los métodos de pago, los plazos y métodos de entrega, la garantía posventa, etc.
- Asegurar la fiabilidad del servicio. El intermediario es la entidad en que compradores y vendedores confían para realizar sus transacciones comerciales. Por lo tanto debe comprometerse a que las ofertas y demandas que gestiona tengan un nivel de calidad adecuado.
- Garantizar la seguridad del servicio. Los aspectos más importantes de seguridad por los que debe velar son:
 - Garantizar la identidad de las partes implicadas en la transacción comercial con mecanismos de autenticación y certificación digital. También puede ser considerado un requerimiento lo contrario: garantizar el anonimato.
 - Garantizar la confidencialidad de la información transmitida. Que sólo sea conocida por las entidades autorizadas.
 - Garantizar la integridad de la información, y por tanto, su no-alteración durante la transmisión entre las partes implicadas.

Como se ha comentado, nos centraremos en el escenario que contempla la búsqueda, descubrimiento y recuperación de recursos publicados, ya sea en un entorno de comercio electrónico, en un entorno de *e-learning* o un meta-buscador. Por tanto, debemos considerar dos tipos de entidades: los proveedores de este tipo de material y los usuarios que desean acceder a dicho material.

Proponemos un modelo que proporcione interoperabilidad semántica, basado en la definición de un conjunto de atributos común al resto de esquemas y en un agente

intermediario que realiza las traducciones pertinentes entre los esquemas de metadatos y dicho conjunto definido.

Así pues, el modelo tiene dos piedras angulares:

- Está basado en un agente, externo a todos los actores presentes en el sistema, típicamente consumidores y proveedores de contenido, con características de intermediación entre ellos, como las descritas en el anterior subapartado.
- Define un conjunto de atributos propio, al que se mapean los metadatos que usan los diferentes actores, de una forma transparente.

Vamos a analizar en los siguientes apartados estos dos aspectos del modelo.

3.5. El conjunto de atributos interno

El objetivo que se persigue es que los consumidores presentes en el sistema puedan hacer búsquedas de material en los repositorios de los proveedores de contenidos pero sin que tengan que usar todos, consumidores y proveedores, el mismo conjunto de metadatos. Asumimos, pues, que estos proveedores permiten búsquedas ricas basadas en la explotación de los metadatos asociados a los recursos.

El intermediario recibirá consultas de un consumidor, que él tendrá que reemitir a los diferentes proveedores de contenido. Las peticiones de búsqueda que recibirá serán expresiones que tendrán la forma siguiente:

```
atributo operador_relacional valor
operador_lógico
atributo operador_relacional valor
...
```

donde *operador_relacional* es un operador de relación del tipo igual, diferente, menor, mayor, etc. y *operador_lógico* es un operador del tipo Y ò O.

A su vez, el intermediario hará llegar la consulta a los diferentes proveedores de contenido, pero para cada uno tendría que usar su esquema de metadatos propio. Así, el intermediario deberá traducir las peticiones de búsqueda originales de manera que aparezcan los vocablos propios del conjunto de metadatos del proveedor correspondiente, en lugar de los originales. La ocultación de los atributos originales exige una traducción, una adaptación desde el punto de vista semántico. La propuesta que presentamos es la de realizar esta traducción en dos etapas, pasando por un conjunto de atributos genérico que está definido solamente en el ámbito del intermediario. Si se persigue no imponer ningún esquema a los actores y permitir que sólo sean conscientes de su propia esquema, entonces está claro que el conjunto genérico sólo va a ser conocido por el agente intermediario.

Para conseguir interoperabilidad entre esquemas concretos, se han hecho diferentes propuestas de mapeos entre parejas de estos esquemas [2][15][16]. Esta filosofía es

perfectamente aplicable a nuestro esquema basado en agente intermediario, y a priori se puede argumentar que hace el proceso más fácil porque requiere un solo paso de traducción, en lugar de dos.

No obstante, la propuesta del vocabulario común genérico tiene a nuestro modo de ver, tres ventajas:

- Por un lado, es más fácilmente escalable, puesto que si se pretende incorporar un esquema nuevo, en el primer caso se tendrían que definir tantos mapeos como esquemas ya estuviesen contemplados, mientras que en la opción del vocabulario común, sólo hace falta añadir un mapeo, el del esquema que se pretende incorporar al común.
- En segundo lugar, el vocabulario común permite la ampliación en vertical, es decir, si se añade un esquema de metadatos muy rico, se pueden incorporar nuevos elementos a la tabla, y completar las correspondencias con los que ya existían.
- Por último, armonizar diferentes mapeos dos a dos que hayan sido propuestos por diferentes autores podría llevar a incongruencias y a resultados dispares. Por ejemplo, supongamos que un mapeo concreto entre dos conjuntos establece que el elemento A del primer conjunto se corresponde con el elemento B del segundo. Otro mapeo diferente entre el segundo de los esquemas y un tercero asigna al elemento B del segundo un elemento C del tercero. Pero si existiese un tercer mapeo entre el primer conjunto y el tercero donde se establezca que el elemento A del primero se corresponde con un elemento D del tercero, y no con el C, entonces estamos llegando a diferentes resultados según el camino que hayamos seguido.

Por todo ello, basamos nuestro modelo de interoperabilidad en el vocabulario común que presentamos a continuación.

3.5.1. Construcción del conjunto de atributos común

Para construir el conjunto de atributos común, genérico y oculto, hemos partido de los tres estándares explicados en el capítulo 2 de este trabajo de tesis, Dublin Core, LOM y MPEG-7. El motivo principal de partir de estos tres esquemas ha sido su heterogeneidad. Como decíamos, Dublin Core es de granularidad gruesa. Tiene pocos elementos y por tanto su contenido semántico es muy alto, mientras que, en el otro extremo, MPEG-7 presenta una granularidad más fina, y así el contenido semántico de cada elemento es más preciso.

En la tabla 10 se presenta una muestra del vocabulario común y el mapeo de cada elemento a los diferentes elementos de los tres esquemas mencionados. Habida cuenta que LOM define 79 elementos y MPEG-7 muchísimos más, se muestra sólo una parte de la tabla, la que contiene los elementos más habituales.

Tabla 10. Extracto de la tabla de metadatos

| | Dublin Core | LOM | MPEG-7 |
|-----------------|-------------|---------------------------------|--|
| Identifier | Identifier | General.CatalogEntry | MediaInformation. MediaIdentification. Identifier |
| Title | Title | General.Title | CreationMetaInformation. Creation. Title. TitleText |
| Description | Description | General.Description | CreationMetaInformation. Creation. CreationDescription |
| Format | Format | Technical.Format | MediaInformation. MediaProfile. MediaFormat. FileFormat |
| Length | Format | Technical.Size | MediaInformation. MediaProfile. MediaFormat. Duration |
| Author | Creator | LifeCycle.Contribute. Entity | CreationMetaInformation. Creation. Creator |
| Creation_Date | Date | LifeCycle.Contribute. Date | CreationMetaInformation. Creation. CreationDate |
| Publishing_Date | Date | LifeCycle.Contribute. Date | UsageMetaInformation. Publication. PublicationDate |
| Language | Language | General.Language | CreationMetaInformation. Classification. Language. LanguageCode |
| Place | Coverage | General.Coverage | CreationMetaInformation. Creation. CreationLocation. PlaceName |
| Rights | Rights | Rights | UsageMetaInformation. Rights. RightsID |

Cómo se ha explicado anteriormente, la traducción de un esquema a otro se realiza en dos pasos. En el primero se busca el equivalente semántico de un elemento de un conjunto de metadatos origen en el vocabulario común, y en el segundo paso se extraen todos los equivalentes a este elemento en los esquemas de destino.

Pongamos un ejemplo ilustrativo. Supongamos que un cliente que conoce MPEG-7 solicita la siguiente búsqueda:

```
Todos los materiales en los que el elemento
CreationMetaInformation.Creation.CreationDate
contenga una fecha entre 01/01/90 y 31/12/99
```

Supongamos ahora que el agente intermediario pretende buscar recursos que cumplan esta condición en dos proveedores de contenido diferentes, y que el primero usa Dublin Core y el segundo LOM. Entonces entra en la tabla de equivalencias semánticas por la columna MPEG-7, busca el elemento solicitado, y extrae el elemento de su vocabulario interno: "Creation_Date". A continuación genera la petición para el primer proveedor, substituyendo en la original el término "CreationMetaInformation.Creation.CreationDate" por "Date", y genera la petición para el segundo, esta vez substituyendo dicho término por "LifeCycle.Contribute.Date"

Este mecanismo de búsqueda en dos etapas fuerza que la tabla presente una característica determinante: tiene que estar completa. O sea, no puede haber ninguna casilla vacía, porque si fuese así, al realizar la segunda búsqueda se podría encontrar con que no tiene equivalencia en el conjunto de destino y no podría realizar la búsqueda en el proveedor correspondiente. En la fase de creación de la tabla, debemos llenar cada casilla con el elemento que más se acerque al significado del elemento del vocabulario común. De esta manera garantizamos que se puedan realizar todas las búsquedas, aunque en algún caso produzca resultados irrelevantes, debido a que el elemento no se correspondía exactamente con la forma cómo lo trata el proveedor.

Un ejemplo de esta situación lo podemos ver en la tabla de muestra (tabla 10). Dublin Core solamente tiene un elemento para fechas, si se usa sin calificar, mientras que los otros dos permiten especificar diferentes tipos de fechas. Así, en la tabla aparecen dos filas diferentes con especificación de fechas, pero en las casillas correspondientes a Dublin Core, aparece el mismo elemento: Date.

Cómo se ha dicho, el sistema es fácilmente escalable. Supongamos ahora que queremos incorporar al sistema un proveedor de contenidos que usa un esquema de metadatos diferente a los que ya existen. Por una vez, y con intervención humana, debemos añadir una columna a la tabla con todos los elementos de este conjunto nuevo, ubicándolos según el significado que tengan. Una vez situados todos, o un subconjunto representativo si el conjunto es muy extenso, debemos rellenar los huecos repitiendo elementos, ajustando los significados más próximos.

La tabla admite un mantenimiento dinámico. En el caso de que llegue una consulta (o una respuesta) con un elemento no contemplado, el agente reclama completar la

tabla, especificando el elemento del vocabulario común que represente su semántica, añadiendo la fila correspondiente, y para cada conjunto ya presente en la tabla, buscar el elemento que más se acerca a esta nueva entrada.

Destacamos el hecho que se requiere intervención humana para llenar la tabla. De momento, pretender que el mismo agente intermediario lo haga de forma automática no es trivial porque no se dispone de herramientas que permitan relacionar las semánticas, aunque como se verá en el capítulo dedicado a líneas de trabajo futuro, se ha hecho ya alguna propuesta en este sentido. De todas formas, estamos hablando de llenar una columna una sola vez por cada esquema que se decida incorporar.

3.6. El agente intermediario de metadatos

Como se ha descrito, esta entidad es la encargada de recibir las peticiones de búsqueda realizadas por los clientes, traducirlas según cuáles sean los proveedores donde se van a realizar las búsquedas y enviar a estos las versiones traducidas de las peticiones. Una vez los proveedores respondan a las peticiones de búsqueda con resultados concretos, el agente debe hacer llegar estos resultados a los clientes que solicitaron el servicio. Este proceso se muestra de forma gráfica en la figura 14.

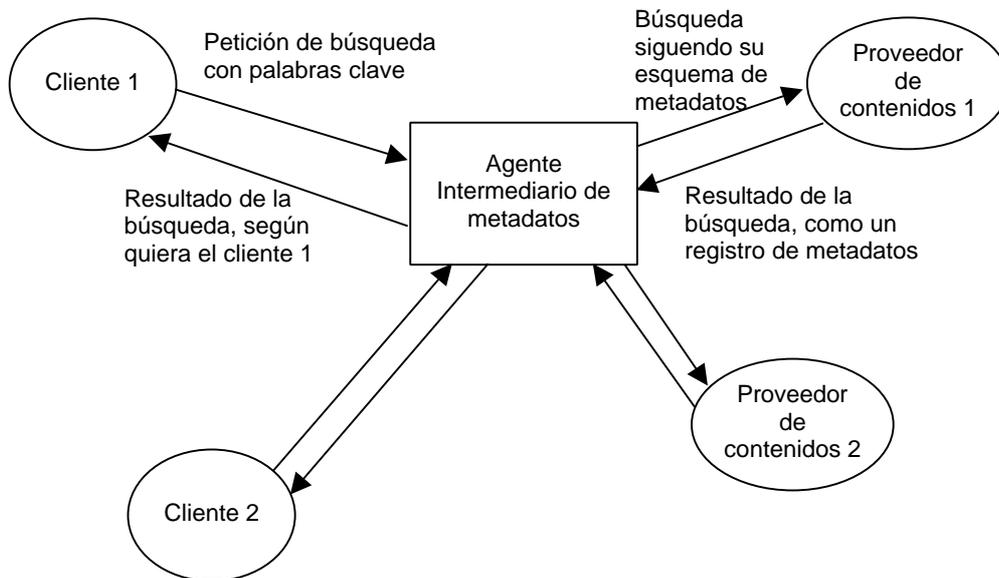


Figura 14. Funcionamiento del agente intermediario de metadatos

Estamos exponiendo un entorno donde los metadatos juegan un papel fundamental. Hasta este punto hemos planteado este uso intensivo de los metadatos en la petición de búsqueda de recursos, con la intención de acotar los resultados al máximo y ceñirlos a lo que realmente se está buscando.

Pero también nos podemos plantear el uso de los metadatos como complemento informativo al recurso encontrado. Así, cuando el cliente recibe como respuesta a su petición un recurso o un conjunto de recursos que responden a su petición, podemos adjuntar a la referencia al recurso todos los metadatos (o un subconjunto) que el proveedor de contenidos posea sobre este recurso. En el caso de que la petición no fuese muy concreta y por tanto la respuesta sea un conjunto más o menos amplio de recursos que cumplen las condiciones de la petición, el hecho de acompañar los recursos con los metadatos asociados puede ayudar al cliente a afinar su petición.

Por tanto, la interoperabilidad de metadatos que estamos planteando hasta ahora en el sentido cliente-proveedor, se puede aplicar igualmente en el sentido inverso. Los metadatos que los proveedores de contenidos suministran acompañando al recurso (o a la referencia al recurso) pueden ser traducidos al esquema propio del cliente a través del vocabulario común interno del agente.

Más aún, si analizamos la situación, nos damos cuenta que desde el punto de vista de la provisión del material, disponemos de tres posibilidades:

- El cliente puede recibir los metadatos asociados al recurso o recursos en su propio esquema, solicitando, por tanto, al agente que realice las dos traducciones definidas: del esquema del proveedor al vocabulario común y del vocabulario común al esquema del cliente.
- El cliente es consciente de la existencia del vocabulario genérico del agente y le pide que le suministre los metadatos según este esquema, a pesar de que no siga ningún estándar, ni sea conocido por nadie más. Esta opción podría enmarcarse en alguna estrecha relación de más alto nivel entre el cliente y el agente intermediario.
- El cliente conoce los esquemas de metadatos del proveedor o proveedores de contenidos y pide al agente que le suministre las respuestas tal como las hayan emitido los proveedores.

Vamos a describir a continuación el funcionamiento del agente intermediario que nos proporciona la interoperabilidad, desde dos puntos de vista, que son:

- Su arquitectura
- La funcionalidad ofrecida

3.6.1. Arquitectura del agente intermediario

El agente intermediario dialoga por un lado con los clientes, realiza los procesos internos de traducción y adaptación, y dialoga por el otro lado con los proveedores de contenidos. Tiene que estar abierto a recibir nuevos clientes, así como a interactuar con nuevos proveedores de contenidos. Estas tres características se reflejan en el diagrama de la figura 15, que muestra la arquitectura del agente intermediario.

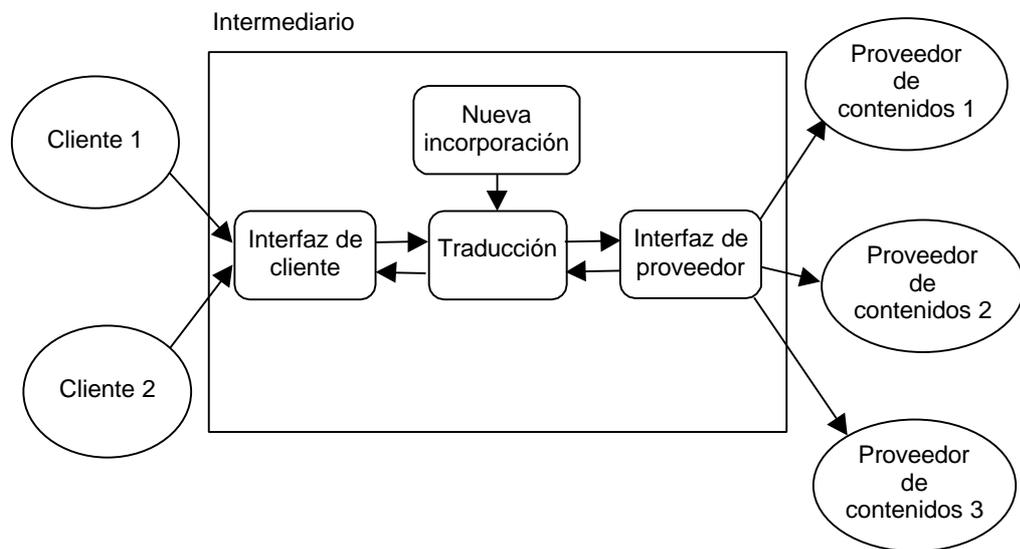


Figura 15. Arquitectura interna del agente intermediario

Estos son los componentes funcionales del agente:

- Interfaz de cliente: Dialoga con los clientes, en los dos sentidos. Por un lado recibe sus peticiones y las pasa al módulo traductor, y por otro recibe las respuestas que vienen de los proveedores una vez han sido traducidas o adaptadas.
- Interfaz de proveedor: Dialoga con los proveedores de contenidos, igualmente en los dos sentidos. Para hacerles llegar una petición realizada por un cliente, y para recibir el resultado de dicha petición.
- Módulo de traducción y adaptación: Realiza la traducción de los elementos consultando la tabla de metadatos descrita en el apartado anterior. Tanto en el sentido cliente-proveedores con una petición, como en el sentido proveedores-cliente con las respuestas.
- Módulo de incorporación de nuevos esquemas: Es el que permite añadir un nuevo esquema de metadatos al sistema, incorporando una nueva columna a la tabla.

3.6.2. Funciones del agente intermediario

Cómo se ha comentado en el capítulo 1 de este trabajo de tesis, éste se centra en la interoperabilidad desde el punto de vista semántico, y por tanto plantea la existencia

del agente intermediario para proporcionar esta interoperabilidad semántica entre actores de forma transparente.

No podemos perder de vista, no obstante, que el contacto entre los actores se produce a diferentes niveles, no sólo el semántico. Para recibir peticiones y devolver respuestas se necesitará establecer algún tipo de protocolo y un formato en el que encapsular los datos y metadatos que se intercambian los diferentes actores. No es objeto de este trabajo de tesis especificar mecanismos de intercambio de información, porque en este aspecto no tiene porque existir ningún problema de interoperabilidad. De hecho, no se requiere interoperabilidad sintáctica entre los extremos del sistema. En nuestro caso, los protocolos de transporte y encapsulado de datos se establecen entre clientes y agente y entre éste y los proveedores de contenidos, de forma totalmente independiente, para cada pareja de interlocutores. Protocolos genéricos como HTTP o SOAP o más específicos como Z39.50, o formatos como RDF o XML-Schema son perfectamente válidos en cada una de las comunicaciones.

En un entorno homogéneo es lógico definir un único protocolo y un único formato para todas las comunicaciones posibles, pero en un escenario heterogéneo y no creado ad-hoc como el que estamos planteando, necesariamente tiene que contemplar cualquier posibilidad. Así, el agente intermediario que estamos definiendo tendría que ser capaz de incorporar cualquier protocolo o formato que los clientes o los proveedores le pidan o impongan.

En el plano que nos ocupa, las interfaces de cliente y proveedor son meros transmisores de peticiones y respuestas entre ellos, a través del módulo de traducción y adaptación, mientras que en éste es dónde se concentra la funcionalidad relacionada con la tarea principal del agente.

El módulo de traducción y adaptación tiene tres puntos de acceso:

- Desde las interfaces de cliente
- Desde las interfaces de proveedor
- Desde el módulo de incorporación de nuevos esquemas

Por un lado tenemos los dos primeros, equivalentes, dónde se solicitan las traducciones de expresiones de búsqueda, o de conjuntos de resultados. Una vez recibida una expresión que contiene metadatos,

Y por el otro lado tenemos el tercer acceso posible al módulo de traducción, para poder incorporar nuevos esquemas de metadatos a la tabla de cruce entre el vocabulario común interno y los esquemas propios de los agentes externos. Se trata del acceso desde el módulo de incorporación. Como se ha comentado, en este acceso se requiere, intervención humana porque no se dispone aún de herramientas que puedan deducir la semántica de los elementos del esquema que se pretende incorporar y relacionarla con la de los elementos del vocabulario común. Cabe recordar que existe la posibilidad de tener que incorporar una nueva fila a la tabla, y,

en este caso, se debe repasar la tabla, llenando los huecos que la incorporación de una fila provoca.

Hemos definido el agente como una entidad autónoma que realiza la funcionalidad expuesta. Pero también puede estar integrado en algún otro sistema de manera que complemente su funcionalidad. Este es el caso de los dos sistemas donde se validó este modelo de interoperabilidad, y que se presentan en el siguiente capítulo. En estas situaciones, la funcionalidad que debe ofrecer el agente intermediario de metadatos y los mecanismos para proporcionarla quedan supeditados al funcionamiento del sistema donde se va a integrar.

4. Desarrollo y validación del modelo

En este capítulo se muestran los desarrollos y posteriores validaciones del modelo de interoperabilidad que se ha propuesto en el capítulo anterior.

En primer lugar, se presentan el proyecto MARS y su continuación, NewMARS, donde se propuso la integración de la funcionalidad.

En segundo lugar, se presenta una nueva aproximación al diseño de meta-buscaadores que se basa en la aplicación de técnicas de metadatos y, entre ellas, el modelo de interoperabilidad propuesto.

El tercer campo de interés de esta funcionalidad, tal como se ha especificado anteriormente, es el entorno del *e-learning*. No se dispone aún de desarrollos concretos en este campo, aunque el trabajo está iniciado. Se mencionarán estas iniciativas en el capítulo dedicado a la exposición de líneas futuras de trabajo.

4.1. Proyecto MARS

MARS (Multimedia Advanced brokerage and Redistribution Surveillance) nació en el seno del proyecto Internet2-CAT, lanzado en octubre del 1999 a instancia de la “Secretaria per a la Societat de la Informació” de la Generalitat de Catalunya [17].

4.1.1. Internet2-CAT

El principal objetivo de Internet2-CAT es la construcción de una plataforma de Internet de gran velocidad, experimental y precompetitiva, con la finalidad de promover, en primer lugar, la puesta en marcha de servicios y aplicaciones de banda ancha por parte de las comunidades de investigación e innovación, tanto públicas como privadas, y en segundo lugar fomentar el despliegue de infraestructuras de banda ancha por parte de las operadoras presentes en el territorio catalán.

Para la primera fase del proyecto de desarrolló:

- Un nodo conmutador de 2 Gigabits por segundo, llamado GigaCat, al que se conectaron seis operadoras de telecomunicaciones e inicialmente catorce entidades, entre empresas, escuelas, universidades, hospitales, etc.
- Una red de acceso y distribución de banda ancha superior a 2 Megabits por segundo con tecnología de fibra óptica y cable.
- Un acceso para la tecnología GRPS, para una aplicación específica que precisa el uso de teléfonos móviles.

Toda esta infraestructura se puso al servicio de las ocho aplicaciones avanzadas que se desarrollaron para demostrar las posibilidades de la nueva generación de Internet. Estas aplicaciones incorporan nuevas facilidades para el usuario como son:

- Tiempo real

- Búsqueda inteligente de información
- Diseños amigables de las interfaces de usuario
- Calidad de servicio garantizada
- Seguridad
- Interactividad

La red Internet de segunda generación permite transmitir grandes volúmenes de información entre dos o más usuarios, de manera que se reduce drásticamente el tiempo de espera en la recepción de información. Esta característica es básica en aplicaciones como la transmisión de imágenes médicas o la videoconferencia de alta calidad.

Todas las aplicaciones han sido desarrolladas sobre servicios de tiempo real. Es decir, cada aplicación dispone de una calidad de servicio independiente del número de usuarios conectados a la red o de los recursos utilizados. Ésta es una de las principales diferencias respecto de la red Internet actual, donde no se garantiza una calidad fija para cada usuario. La red Internet2-CAT permite que cada aplicación tenga una calidad específica en función de la velocidad que el usuario requiere, lo cual se traduce en la recepción de los datos, vídeo y/o audio con la máxima calidad disponible.

4.1.2. El proyecto MARS

En este contexto se enmarca el proyecto MARS. Su principal objetivo era el desarrollo de una tienda virtual que actuara como mediador/*broker* multimedia que permite comprar vídeos (o secuencias concretas de vídeos), con unas características muy concretas: previsualización en línea del material, buscador, compra segura y marcaje mediante marcas de agua que garanticen la protección de los derechos de propiedad intelectual y industrial.

El uso de la banda ancha que la plataforma Internet2-CAT se pone de manifiesto en la previsualización del material y en su transferencia, una vez culminado el proceso de compra.

En la figura 16 se muestra un esquema general del sistema definido en MARS.

Los actores que intervienen en el modelo funcional utilizado en el proyecto MARS son los siguientes:

- Cliente: Entidad interesada en la compra de material audiovisual.
- Proveedor de contenido: Entidad que dispone de material audiovisual que desea comercializar.
- Intermediario: Entidad que realiza tareas de *broker* entre los diferentes actores. Dispone de información sobre los contenidos disponibles en los proveedores, así como los intereses particulares de los clientes.

El funcionamiento del sistema es el siguiente:

- El cliente pide un vídeo a un proveedor de contenido o al intermediario.
- Todos los proveedores de contenido asociados al intermediario MARS deben registrar los vídeos que desean comercializar así como las condiciones de comercialización.
- Si el proveedor de contenidos no dispone del vídeo solicitado se pone en contacto con el intermediario que se encarga de localizarlo en los otros proveedores o en Internet.
- Cuando el intermediario recibe del cliente o del proveedor de contenidos la petición del vídeo, realiza una búsqueda en su base de datos local que contiene información de todos los vídeos disponibles en los proveedores de contenidos asociados al intermediario.
- Si el intermediario encuentra el vídeo solicitado en algún proveedor de contenidos asociado se pone en contacto con él para obtener una copia marcada del vídeo y entregarla al cliente. De esta forma se protege el *copyright* del material audiovisual comercializado en MARS. Cada vídeo marcado tiene asociado un identificador mediante el cual es posible hacer un seguimiento de las transacciones comerciales legales del vídeo.
- Finalmente, el cliente una vez ha recibido el vídeo solicitado, procede a su pago por medios electrónicos.

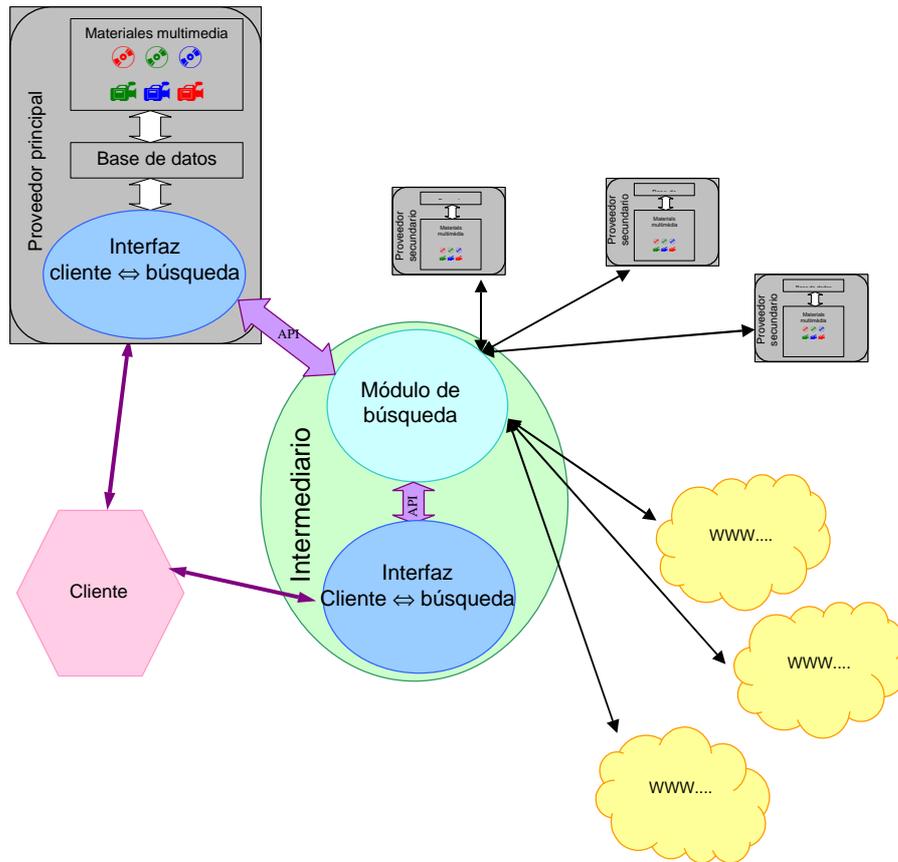


Figura 16. Esquema general del sistema MARS

El intermediario de MARS se compone de dos módulos principales:

- El módulo de búsqueda.
- El módulo de ventas, o interfaz entre el cliente y el módulo de búsqueda.

Ambos módulos se comunican mediante una *API (Application Programming Interface)*.

En la figura 17 se muestra el esquema general del intermediario del proyecto MARS.

La interfaz cliente-búsqueda permite que un cliente solicite al intermediario un vídeo y se encarga de facilitar al cliente la búsqueda del vídeo deseado. Para ello, y de forma guiada, va pidiendo al cliente información relacionada con el vídeo que le permita al módulo de búsqueda realizarla.

El módulo de búsqueda recibe del módulo de venta la orden de búsqueda con la información del vídeo a buscar. Una vez realizada la búsqueda, los resultados se envían a la interfaz cliente-búsqueda que se encarga de notificar el resultado de la búsqueda al cliente.

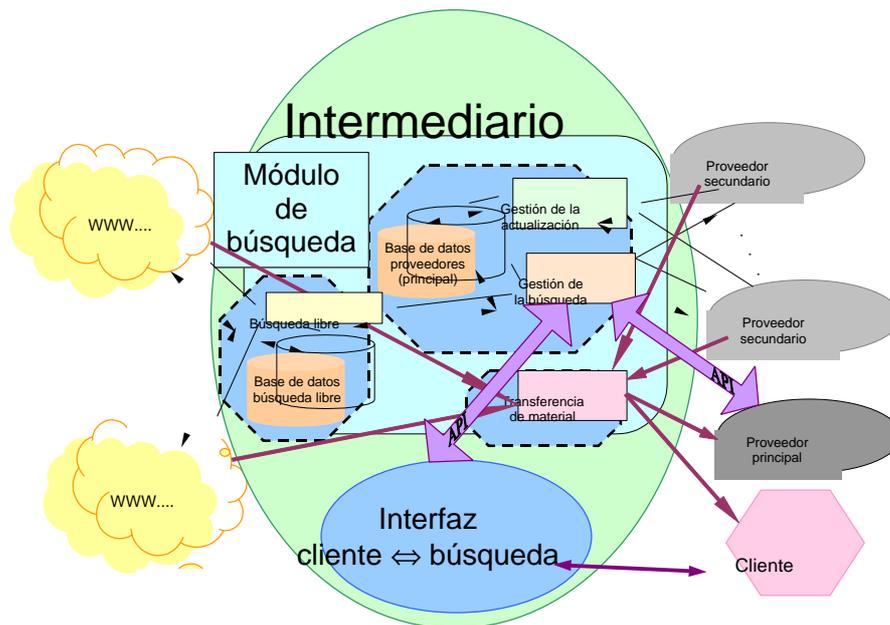


Figura 17. Esquema del intermediario MARS

El módulo de búsqueda se compone a su vez de tres módulos, uno para realizar la búsqueda en la base de datos del intermediario que contiene referencias sobre los productos multimedia que ofrecen los proveedores asociados, otro para realizar la búsqueda libre en Internet y finalmente otro módulo que se encarga de realizar la transferencia de material.

El funcionamiento de los módulos de búsqueda del sistema intermediario de MARS es el siguiente:

- Búsqueda local. Se realiza sobre la base de datos del intermediario a partir de la recepción de la petición de búsqueda (realizada por el intermediario o por un cliente) con los datos del material a buscar. En función del resultado de la búsqueda, el funcionamiento del sistema es el siguiente:
 - Resultado de la búsqueda positivo: Si el resultado de la búsqueda es único, el intermediario (mediante el módulo de transferencia de material) se encarga de solicitar al proveedor de contenidos adecuado una copia marcada del vídeo seleccionado para su posterior transferencia al cliente. En el caso de que el resultado no sea único porque existe más de un vídeo que cumpla los requisitos de la búsqueda, es necesario seleccionar un vídeo entre todos los encontrados, previamente a la transferencia. Para ello, el módulo de búsqueda envía el resultado al cliente (mediante la interfaz cliente-búsqueda) para que seleccione uno entre todos los vídeos que cumplen los requisitos.

- Resultado de la búsqueda negativo: En este caso genera una petición libre en Internet.
- Búsqueda libre: La búsqueda libre en Internet se realiza cuando la búsqueda en los contenidos de los proveedores asociados no ha tenido éxito. Normalmente el material multimedia que se puede encontrar en Internet no es de acceso libre, sino que está sujeto a determinadas condiciones de comercialización. Por lo tanto, esta búsqueda libre no se podrá realizar a través de los buscadores tradicionales que rastrean la web, sino a través de tiendas virtuales. El intermediario MARS devuelve al cliente el resultado de la búsqueda libre en Internet con información sobre donde se puede encontrar el vídeo solicitado. Esta información permite al cliente decidir o no su adquisición. Debido a la gran variedad de proveedores de contenido audiovisual disponible en Internet, la adquisición del vídeo queda bajo la responsabilidad del cliente que debe ponerse de acuerdo con la tienda de vídeos específica y aceptar sus condiciones de pago, así como el mecanismo de transferencia. La información de interés para búsquedas futuras relacionada con los resultados obtenidos en las búsquedas libres en Internet se almacenan en la base de datos de búsqueda libre del intermediario, de esta forma se consigue mejorar el rendimiento de las futuras búsquedas libres.

La transferencia del material multimedia solicitado por el cliente después de una búsqueda lo realiza el submódulo de transferencia del intermediario. Se trata de utilizar un protocolo de transferencia de ficheros, pero sobre una conexión de banda ancha, lo cual permite conseguir tiempos de transferencia mucho menores que con las conexiones tradicionales, de mucha menor capacidad.

La base de datos principal del intermediario MARS, que contiene información relacionada con los recursos multimedia disponibles en los proveedores de contenidos asociados al sistema, es actualizada directamente por los proveedores de contenido de forma manual o automática. Las operaciones asociadas a la actualización de dicha base de datos son:

- Añadir información asociada a un recurso
- Modificar una información existente
- Consultar/Listar la información existente
- Borrar información

Esta información asociada a los recursos se gestiona con las técnicas de metadatos descritas en este trabajo de tesis. Básicamente, se trata de definir un esquema de metadatos (o escoger algún estándar ya existente) con la semántica más apropiada para el material calificado, y definir mecanismos de intercambio de estos metadatos, entre cliente e intermediario y entre intermediario y proveedores.

4.1.3. Interoperabilidad en MARS

En la fase de especificación del proyecto MARS se incluyó la funcionalidad para la interoperabilidad que se ha presentado en este trabajo de tesis en el sistema

intermediario, por tratarse de un entorno ideal para esta funcionalidad. Se definió como requerimiento del sistema MARS que pudiese operar con proveedores que trabajasen con diferentes esquemas de metadatos, y que los clientes no tuviesen que ser conscientes de esta disparidad. Por lo tanto, el modelo de interoperabilidad propuesto encajaba perfectamente con estos requerimientos.

Así, se incorporó la tabla y los procesos de traducción en el submódulo de gestión de la búsqueda, de modo que no era preciso modificar el resto de módulos.

Debido a condicionantes externos, el proyecto MARS no se pudo desarrollar en su totalidad y la demostración final del prototipo definitivo solamente contemplaba un conjunto de metadatos homogéneo para todos los actores del sistema, que fue una adaptación de MPEG-7. Habida cuenta que su principal objetivo era el uso de la banda ancha para la transmisión del material multimedia, las funcionalidades del buscador no fueron priorizadas.

4.1.4. El proyecto NewMARS

Una vez cerrado el proyecto MARS, en el seno de nuestro grupo de investigación y para seguir trabajando en el diseño e implementación de agentes intermediarios para el comercio electrónico, se puso en marcha NewMARS como un subproyecto de Área2000, proyecto de investigación financiado por el gobierno español (TIC2000-0317-P4-05) y que pretende cubrir el amplio espectro de los contenidos y servicios multimedia, la movilidad, la seguridad y el control de los derechos de la propiedad intelectual en entornos de comercio electrónico.

En NewMARS se mantiene la especificación del requerimiento de la interoperabilidad de metadatos entre los diferentes actores, y da un paso adelante incorporando técnicas de gestión de ontologías para la descripción de los metadatos, especialmente por lo que se refiere a la especificación y el control de los derechos de propiedad intelectual asociados al material comercializado.

4.2. Nuevas estrategias en los meta-buscadores

4.2.1. Buscadores en Internet

Como se ha comentado en el capítulo 1 de este trabajo de tesis, la web se ha erigido como el mayor y más popular mecanismo de acceso humano a la información publicada en la red Internet. La forma más comúnmente utilizada para rastrear y localizar estos recursos de información diseminados por multitud de servidores es a través de los buscadores, o motores de búsqueda.

Estos motores disponen de herramientas que les permite identificar páginas web en sistemas servidores y, una vez localizadas, recoger los términos más significativos dentro de la página y incluirlos en sus bases de datos convenientemente indexadas para poder acceder a los recursos a través de palabras clave. Dicho de otra manera, cuando un usuario accede a un buscador y le suministra un término o conjunto de términos, el buscador consulta sus índices y le muestra al usuario todas las páginas que lo o los contienen. A mayor número de términos, más acotados pueden ser los

resultados. A partir de aquí, el usuario puede acceder al recurso, acudiendo al servidor web que lo aloja.

Actualmente existen dos tipos de buscadores. Unos más genéricos, pensados para indexar y, por tanto, localizar todo tipo de recursos, y otros más especializados, pensados para un tipo específico de recursos.

La principal diferencia entre estos dos tipos de buscadores radica en que los genéricos suelen buscar a partir de un solo campo de texto donde el usuario introduce una palabra clave o una combinación lógica de varias, mientras que los más especializados suelen ofrecer una interfaz de usuario más rica porque conocen la estructura interna de los servidores donde van a buscar y las características de los recursos. Así, un buscador de libros en bibliotecas puede pedir un valor para el campo “título de la obra”, para el campo “autor”, para el campo “fecha de publicación”, etc., y un buscador de películas puede preguntar por el nombre del director, el género, la duración, etc. En las figuras 18 y 19 se pueden apreciar estas diferencias.



Figura 18. Interfaz de usuario de un buscador clásico

Search Books

Fill in **at least** one field. Fill in more to narrow your search. Need more flexibility? Try [Power Search](#). Need help? Go to [search tips](#).

Author:

Title:

Subject:

ISBN:

Publisher:

Refine your search (optional):

Used Only:

Format:

Reader age:

Language:

Publication date:

(e.g. 1999)

Sort results by:

Figura 19. Interfaz de usuario de un buscador especializado en libros

Además, de la interfaz de usuario, los diferentes tipos de buscadores presentan estas otras características diferenciales:

- Gestionan diferentes tipos de contenido.
- Presentan interfaces de usuario específicas.
- Requieren reglas de búsqueda diferentes.
- Tienen sus propias bases de datos y mecanismos de indexación.
- Presentan los resultados a los usuarios de formas distintas.

También existen dos tipos de búsquedas. A veces, el usuario sabe muy bien lo que busca, pero no sabe dónde lo va a encontrar. En otros casos, el usuario no conoce lo que está buscando. Simplemente se plantea si hay algún recurso accesible sobre el tema que le interesa.

Así, los usuarios muchas veces se ven abocados a usar diferentes buscadores para encontrar de forma efectiva lo que están buscando, porque los dos tipos de buscadores mencionados le ofrecen diferentes funcionalidades.

4.2.2. Los meta-buscadores

Para paliar los inconvenientes que toda esta dispersión genera en los usuarios de buscadores, han aparecido los meta-buscadores. Consisten en buscadores que a partir de la petición de un usuario, extraen la información no de los servidores que alojan la información, sino de los buscadores tradicionales que tienen estos recursos indexados, la combinan para eliminar recursos repetidos y muestran el resultado de la meta-búsqueda al usuario de forma homogénea.

Como se ha dicho, los buscadores especializados ofrecen interfaces de usuario ricas en campos y condiciones especificables porque conocen la naturaleza de los recursos y como los servidores los almacenan. Pero los meta-buscadores existentes en general ofrecen un solo campo de texto, al estilo de los buscadores genéricos, cuando se supone que van a sacar partido de los buscadores especializados, con interfaces más completas.

La explicación de esta aparente contradicción es porque los meta-buscadores van a acceder a los buscadores a través de la interfaz de usuario, pensada para ser usada por humanos, no por otras máquinas. Deducir a qué se corresponde cada campo de texto no es una tarea fácil, y más si tenemos en cuenta que los buscadores, por diversas razones, cambian regularmente el aspecto de la interfaz de usuario. Así, los meta-buscadores no pueden trasladar al usuario la riqueza de la interfaz de los buscadores que va a acceder, y sólo le pide por un campo genérico de texto.

Nuestro grupo de investigación está trabajando en esta línea, la de mejorar las características de los meta-buscadores y superar esta importante limitación que presentan [18].

4.2.3. Una nueva estrategia

Para conseguir el objetivo de la mejora de las prestaciones de los meta-buscadores, se ha planteado el uso de técnicas de metadatos, y la aplicación del modelo de interoperabilidad propuesto en este trabajo de tesis. Como se ha dicho, la característica básica de este modelo es que no impone ningún esquema concreto de metadatos a los actores del sistema.

En el entorno de los buscadores, esto es aún más necesario porque la mayoría de buscadores genéricos no trabajan con metadatos, ni en la fase de descubrimiento y captura de páginas, ni en la fase de búsqueda por parte de los usuarios, aunque estos metadatos existan y estén disponibles.

La estrategia que se ha definido para el diseño de nuevos meta-buscadores se basa en cinco ideas principales:

- La especificación de un conjunto de metadatos común, que califique los recursos objeto de la búsqueda. Este conjunto puede ser formalizado usando tecnología XML o RDF-Schema.
- La definición de un lenguaje de peticiones independiente de la interfaz de usuario, que constituirá el punto de entrada al meta-buscador. XQuery es la opción más adecuada si se trabaja con XML, mientras que RQL sería el más indicado para RDF. Cabe destacar que este lenguaje no tiene porque ser conocido por el usuario final del meta-buscador. Las expresiones en este lenguaje se generan internamente a partir de los datos introducidos.
- La definición de unos descriptores XML que contengan la información sobre las características de las interfaces de usuario que ofrecen los servidores. El mantenimiento de estos descriptores será manual (las personas que gestionan el meta-buscador) o de forma automática por medio de agentes de aprendizaje que se puedan desarrollar.

- El mapeo de las peticiones de los usuarios, convenientemente formalizadas con el lenguaje anteriormente mencionado, a las interfaces específicas de los buscadores accedidos, por medio de los descriptores XML. Estos descriptores también serán usados en el camino inverso, para formalizar los resultados heterogéneos obtenidos de los buscadores, y poder mostrarlos al usuario de forma homogénea.
- El reprocesado de los resultados, que constituye la idea clave en esta reformulación de los meta-buscadores. Ya que algunas de las condiciones expresadas por la petición genérica del usuario no pueden mapeadas a los buscadores, hace falta reprocesar los resultados obtenidos, una vez normalizados. Este paso garantiza que los resultados devueltos al usuario están afinados y son coherentes con su petición.

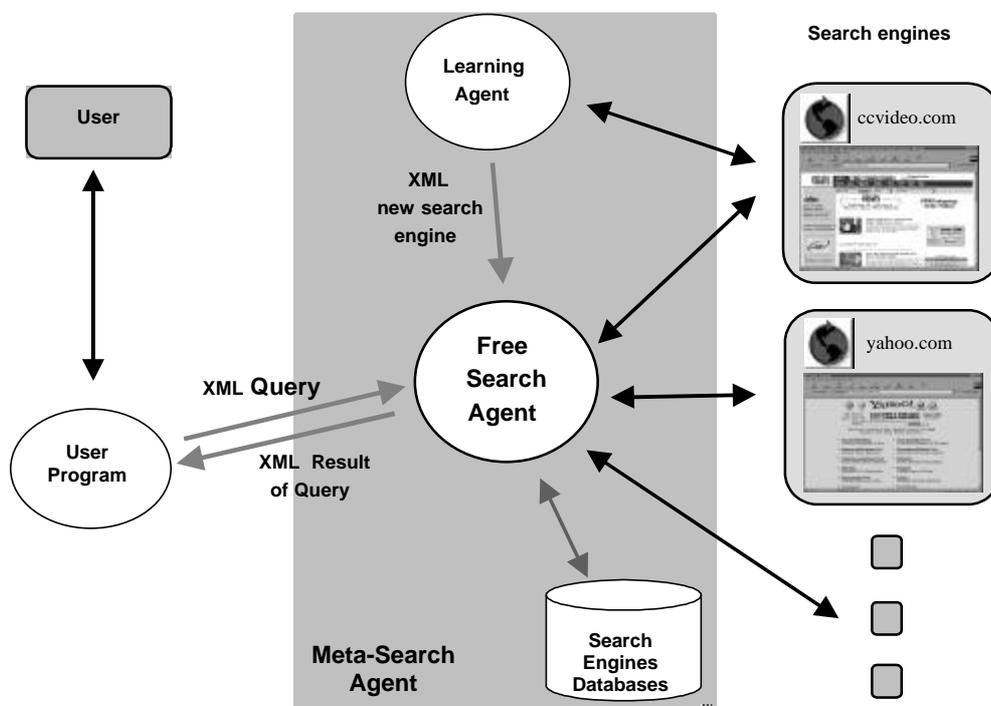


Figura 20. Esquema del meta-buscador

Los primeros resultados que se han obtenido muestran la validez de esta aproximación para conseguir meta-buscadores efectivos, que se han plasmado en el desarrollo de un meta-buscador de noticias [18], cuya interfaz de usuario se muestra en la figura 21.

Esta aplicación ofrece al usuario una interfaz genérica que le permite especificar condiciones no restringidas sobre un conjunto de atributos definidos para este dominio. Una vez capturadas las condiciones y formalizadas en un DTD XML, se generan las peticiones a los diversos buscadores por medio de los descriptores XML

previamente definidos. Los diferentes resultados obtenidos son analizados para extraer la información asociada a los metadatos definidos y sobre ellos se aplica de nuevo la petición original, para mostrar al usuario el resultado de este reprocesado.

The screenshot shows a web interface for a news meta-searcher. At the top, there is a navigation bar with a blue button labeled "<MetaApplications>" and a "News" button next to a stack of papers icon. Below this, the text "Search for documents that contain" is followed by a search input field. Underneath, the section "Occurred" includes two date range filters: "on or after" and "and on or before", each with a dropdown menu set to "October", a date input set to "23", and a year input set to "2003". At the bottom of the search area, there is a "Search" button and three links: "Advanced Search", "Help", and "Profile". A horizontal line separates the search area from the footer, which contains the text: "DMAG 2002 Distributed Multimedia Applications Group Universitat Pompeu Fabra (UPF)".

Figura 21. Interfaz de usuario del meta-buscador de noticias

5. Conclusiones

En el capítulo 1 de este trabajo de tesis se han expuesto las nociones básicas del concepto de metadatos y sus campos de aplicación, así como el concepto de esquema de metadatos. Se ha planteado igualmente el problema de los entornos heterogéneos donde se reúnen entidades que usan diferentes esquemas de metadatos y la imposibilidad de que puedan entender la información que se puedan intercambiar.

En el capítulo 2 se ha presentado el estado del arte de los conjuntos de metadatos más comunes y las propuestas más significativas para conseguir interoperabilidad entre esquemas diferentes. Como se ha puesto de manifiesto, estas soluciones tienen siempre como objetivo crear marcos de interoperabilidad donde tienen que circunscribirse los diferentes actores del sistema. Son soluciones interesantes, perfectamente válidas, pero todas ellas se basan en imponer esta interoperabilidad de forma consciente. Se basan en homogeneizar un entorno heterogéneo y no siempre esto es posible o aconsejable.

En el capítulo 3, una vez analizados los esquemas presentados y las soluciones existentes, se presenta la principal contribución de este trabajo de tesis, que consiste en un modelo de interoperabilidad semántica que tiene como principal objetivo no imponer ninguna restricción ni condición de funcionamiento a los actores del sistema. El modelo se ha centrado en las aplicaciones de búsqueda y descubrimiento de material multimedia, accesible a través de plataformas especializadas o a través del servicio web.

El modelo propuesto tiene dos pilares:

- La definición de un conjunto de metadatos común
- Una arquitectura basada en un agente intermediario

El conjunto de metadatos definido sólo es conocido por el agente. De esta forma no se impone su conocimiento a ningún otro actor, y cada cual, aunque inmerso en un entorno heterogéneo, puede seguir trabajando con su propio esquema y comportamiento sin tener que ser consciente que otros actores también presentes en el sistema están trabajando con esquemas diferentes.

Por otro lado, el elemento que se añade al sistema es un agente con características de intermediación, que es el que se encarga de dialogar con todos los actores, ocultándoles los modos de funcionamiento del resto. El agente dispone de una tabla donde se cruza el vocabulario común definido con cada esquema de metadatos que se quiera usar. Esta tabla le sirve para poder traducir cada expresión recibida, desde un esquema a otro cualquiera.

Un posible campo de aplicación del modelo de interoperabilidad propuesto es el comercio electrónico de material multimedia, donde se pretenda integrar actores (clientes y proveedores) ya existentes, sin alterar su funcionalidad previa.

Otro tipo de aplicaciones donde el modelo puede aportar claras ventajas es en los meta-buscadores. Estas herramientas pretenden facilitar el uso de los buscadores,

tradicionales o específicos, que contienen información sobre recursos en servidores web. Tradicionalmente estos servidores no usan ningún tipo de esquemas de metadatos y, por tanto, los meta-busadores no pueden sacar provecho de ellos. Si aplicamos metadatos a los resultados obtenidos desde los buscadores y reprocesamos la petición original, podemos obtener resultados más precisos para los clientes.

En el capítulo 4 de este trabajo de tesis se ha demostrado la validez del modelo propuesto, mostrando cómo ha sido aplicado al diseño de dos aplicaciones como las descritas: una plataforma de comercio electrónico de material multimedia (proyecto MARS) y un meta-buscador especializado en noticias.

El modelo de interoperabilidad presentado está igualmente avalado por las siguientes publicaciones internacionales [19][20], que corresponden a sendos congresos científicos:

5th ICCC/IFIP International Conference on Electronic Publishing (ELPUB'01)

Enric Peig, Jaime Delgado

“Metadata interoperability for e-commerce of multimedia publishing material”

5-7 Julio de 2001, Kent (Reino Unido).

Conference Proceedings. IOS Press. Amsterdam, 2001. Páginas 307-313.

ISBN 1-58603-191-0

DC-2001: International Conference on Dublin Core and Metadata Applications

Enric Peig, Jaime Delgado, Ismael Pérez

“Metadata Interoperability and Meta-Search on the Web”

24-26 Octubre 2001. Tokyo (Japón).

Conference Proceedings. National Institute of Informatics, Tokyo, 2001.

Páginas: 247-254

ISBN 4-924600-98-9

En el primero se presentó el modelo en el entorno de la publicación, enfocándolo al comercio electrónico del material multimedia. La actividad que se lleva a cabo en las bibliotecas digitales, en las editoriales, en los repositorios de trabajos científicos o las revistas digitales está muy presente en esta conferencia, y en todas estas actividades la gestión de metadatos juega un papel preponderante. Esta conferencia ya está en su 8ª edición, y goza de gran reputación en el campo de la publicación digital, tanto en las vertientes de investigación como de aplicación.

El segundo congreso mencionado merece la pena destacarlo. La comunidad de Dublin Core se reunía una vez al año en forma de *workshop* para poner en común toda la actividad que desarrollaban. En el octavo año que lo realizaban decidieron abrir su reunión anual en forma de conferencia internacional y aceptar artículos y ponencias de gente ajena al grupo. Así, en Octubre del 2001, en Tokyo se realizó el primer congreso alrededor del esquema Dublin Core y de aplicaciones de metadatos

en general. A él acudimos con el modelo de interoperabilidad propuesto y su aplicación a los meta-buscadores y fue aceptado con gran interés.

El trabajo de aplicación del modelo a un entorno educativo ya ha empezado, con la creación de un entorno de soporte a clases presenciales de nivel universitario, METAREF, dónde se proponen a los alumnos referencias de consulta, ya sea a libros presentes en la biblioteca o recursos accesibles vía web, y ellos deben comentarlos en un foro público telemático y así propiciar discusión y debate alrededor del material publicado asociado a alguna materia. Toda la información alrededor de las referencias se almacena en forma de metadatos y, por tanto, la interoperabilidad es un requerimiento básico, porque las fuentes de esta información son dispares y no controlables.

Un primer prototipo de esta herramienta ya ha sido desarrollado, y presentado en el siguiente congreso científico internacional [21]:

6th ICCC/IFIP International Conference on Electronic Publishing
(ELPUB'02)
Enric Peig, Jaime Delgado
“Using metadata for managing references in the educational environment:
METAREF”
6-8 Noviembre del 2002, Karlovy-Vary (Rep. Checa)
Conference Proceedings. Institut für Print- und Medientechnik. Chemnitz,
2002. Páginas 346-353.
ISBN 3-897-0035

Como conclusión final de este trabajo, cabe mencionar que se trata de una aportación en el ámbito del diseño de aplicaciones distribuidas donde, por una parte los metadatos juegan un papel preponderante, y por otra, existan entidades en el sistema a las que no se pueda o no interese imponer ninguna restricción de funcionamiento en cuanto a la gestión de los metadatos. El modelo ha sido validado en dos entornos concretos, donde se ha revelado profundamente útil, y ha producido una serie de publicaciones internacionales de divulgación científica que avalan la su bondad.

6. Líneas futuras de trabajo

El modelo propuesto es un primer paso hacia la interoperabilidad semántica que se persigue actualmente, especialmente en el mundo web. Como se ha descrito, la asociación de significados que representa la tabla interna del agente intermediario se tiene que llenar manualmente, a partir de lo que una persona humana interprete a la vista de la definición de los diferentes esquemas de metadatos.

El servicio web se desarrolló pensando exclusivamente en los humanos que lo iban a usar y, a medida que ha evolucionado para proveer servicios y aplicaciones además de páginas de información, se ha visto la necesidad de que las máquinas “entiendan” los contenidos, e interactúen sin necesidad de intervención humana.

La web semántica o web que tenga sentido para las máquinas se basa en definir ontologías, donde se explicitan y especifican relaciones semánticas entre términos.

A medida que los diferentes servidores y repositorios de material creen ontologías para modelar sus semánticas y las pongan a disposición, éstas podrán ser usadas por el agente intermediario para llenar la tabla de metadatos de una forma más automatizada que en estos momentos, que se realiza de forma manual.

En otro orden de cosas, y como ya se ha mencionado en la exposición de la tesis, otro campo muy interesante de aplicación del modelo es el de la educación a distancia, porque se pueden construir entornos heterogéneos muy ricos a partir de entidades ya existentes, más allá de crear entornos homogéneos desde el inicio, para lo cual ya se han definido estándares de metadatos muy adecuados.

En este sentido, y habiendo ya empezado el trabajo con la definición del entorno METAREF, el siguiente paso será estudiar el requisito de interoperabilidad y como se puede ajustar el modelo propuesto en este trabajo de tesis a dicho entorno educativo.

Otro ámbito donde se requiere una fuerte interoperabilidad es en la gestión digital de derechos de la propiedad intelectual. Se están desarrollando estándares en este sentido, como MPEG-21, que tienen que permitir la realización de aplicaciones que realicen este control, pero se están enfocando hacia el marco global, donde todos los actores tienen que hablar el mismo idioma, y aplicar los mismos significados. El modelo propuesto puede ser de utilidad para reunir en un entorno heterogéneo actores que no sigan el mismo estándar. En este caso, seguramente no bastará con una adaptación semántica con una tabla de cruce términos, porque, como se ha descrito en el capítulo 2 el estándar MPEG-21 es mucho más rico, y no define solo elementos sino procesos y funciones.

Cómo se ha visto, una de las partes de MPEG-21 está dedicada a la confección de un diccionario (RDD, Rights Data Dictionary), dónde tienen que aparecer todos los términos relacionados con el estándar y su definición. Creemos que nuestro modelo puede aportar una visión de conjunto muy interesante para dicha confección. Cabe recordar que una de las columnas de la tabla de metadatos definida corresponde al estándar MPEG-7.

Nuestra experiencia acumulada tanto en los aspectos de gestión digital de derechos, como en las técnicas de metadatos como en la estandarización a nivel internacional, nos ha permitido involucrarnos de una forma activa en el desarrollo y redacción del estándar MPEG-21.

Referencias

- [1] Lazinger, Susan S. Digital Preservation and Metadata. Englewood, Colorado: Libraries Unlimited, 2001
- [2] Baca, Murtha. Introduction to Metadata. Pathways to Digital Information. Los Angeles, CA: Getty Information Institute, 1998
- [3] Tannenbaum, Adrienne. Metadata Solutions. Using Metamodels, Repositories, XML and Enterprise Portals to Generate Information on Demand. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley, 2002
- [4] Página personal de Tim Berners-Lee, <http://www.w3.org/People/Berners-Lee/>
- [5] Dublin Core, <http://dublincore.org>
- [6] MPEG - 7, <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>
- [7] IEEE LOM, <http://ltsc.ieee.org/wg12/index.html>
- [8] The Harmony Project, <http://metadata.net/harmony>
- [9] D. Brickley, J. Hunter and C. Lagoze, "ABC: A Logical Model for Metadata Interoperability", http://www.ilrt.bris.ac.uk/discovery/harmony/docs/abc/abc_draft.html
- [10] Estándar Z39.50, <http://www.niso.org/Z3950.html>
- [11] MPEG - 21, <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-21/mpeg-21.htm>
- [12] Workshop MMI, <http://www.cenorm.be/iss>
- [13] HYPERMEDIA Project, <http://www.corporacionmultimedia.es/hypermedia>
- [14] DELGADO, J. and GALLEGO, I. "Evolution of Broker Agents in Electronic Commerce of Multimedia Products and Services", IAT '99 (First Asia-Pacific Conference on Intelligent Agent Technology, December 1999, Invited paper
- [15] J. Hunter, "MetaNet - A Metadata Term Thesaurus to Enable Semantic Interoperability Between Metadata domains", Journal of Digital Information, volume 1 issue 8, <http://jodi.ecs.soton.ac.uk/Articles/v01/i08/Hunter>
- [16] J. Hunter, "MPEG-7 Behind the Scenes". <http://www.dlib.org/dlib/september99/hunter/09hunter.html>
- [17] MARS y NewMARS, <http://dmag.upf.es/newmars>
- [18] TOUS, R. y DELGADO, J. "Advanced Meta-Search of News in the Web", Electronic Publishing '02, November 2002, Conference Proceedings, ISBN 3-897-0035
- [19] PEIG, Enric and DELGADO, Jaime. "Metadata interoperability for e-commerce of multimedia publishing material", Electronic Publishing '01, July 2001, Conference Proceedings, ISBN 1-58603-191-0

[20] PEIG, Enric; DELGADO, Jaime and PEREZ, Ismael. “Metadata Interoperability and Meta-Search on the Web”, DC-2001, October 2001, Conference Proceedings, ISBN 4-924600-98-9

[21] PEIG, Enric and DELGADO, Jaime. “Using metadata for managing references in the educational environment: METAREF”, Electronic Publishing '02, November 2002, ISBN 3-897-0035

Todas las URL indicadas han sido comprobadas y están activas, a octubre del 2003.

Anexo

Este anexo contiene la contribución que nuestro grupo de investigación hizo a la edición de un informe exhaustivo sobre metadatos (Metadata Report) en el seno del proyecto europeo Hypermedia, a partir de la participación en el *workshop* de estandarización MMI del CEN.

Project Number: AC361

Project Title: HYPERMEDIA: Continuous audio-visual market in Europe

Deliverable Type: (P/R/L/I)* I

CEC Deliverable number: AC360/UPC/DAC/PI/I/005/a1

Contractual date of delivery to the CEC: not applicable

Actual date of delivery: 1999-03-10

Title of the deliverable: Contribution to Metadata specification

WP contributing to the deliverable: 2

Nature of the deliverable: (P/R/S/T/O)** R

Author(s): Enric Peig (UPC-DAC), Jaime Delgado (UPC-DAC)

Abstract:

This document makes a few considerations on the current metadata report, proposes a way of selecting the metadata elements, and compares the CEN/ISSS MMI approach with the EBU/SMPTE one.

Keyword list:

Metadata

* Type: P-public, R-restricted, L-limited, I-internal

** Nature: P-prototype, R-report, S-specification, R-tool, O-other

Contribution to Metadata specification

Table of contents

| | |
|---|----------|
| 1. INTRODUCTION..... | 1 |
| 2. PROPOSED CLASSIFICATION OF METADATA ELEMENTS..... | 1 |
| 3. COMPARISON BETWEEN CEN/ISSS AND EBU/SMPTE APPROACH..... | 4 |
| 4. CONCLUSIONS | 5 |
| 5. ANNEX: THE CEN/ISSS MMI REQUIREMENTS METHODOLOGY | 5 |
| 5.1 THE MMI MODEL..... | 6 |
| 5.2 THE MMI REQUIREMENTS | 6 |
| 5.3 NEEDS IN THE HYPERMEDIA APPLICATION | 7 |
| 5.4 SPECIFICATION OF THE REQUIREMENTS..... | 8 |

Contribution to Metadata specification

1. Introduction

First of all, we would like to make some remarks to the actual metadata report:

- In different sections of the metadata report (3 and 4), two different classifications of metadata elements are presented, and it is not clear which one is going to be used. Also, none of them follows any standard classification among those detailed in section 2.
- In the “Analysis of service requirements” section, two groups of metadata are stated. The elements in the group named “Case related metadata” are not strictly metadata, because those are not data that give information about videos, but they give information about users, artists, etc., that are not the main data we want to describe with the metadata.

Having studied the different existing standards described in section 2 of the metadata report, we propose to group the HYPERMEDIA metadata elements following the model specified by CEN/ISSS MMI, because it fits adequately to the type of application we are dealing with, and because it specifies a method for deducing the metadata requirements needed in an application as a first step towards the specification of the metadata elements. Nevertheless, this is not necessary now, because the metadata elements have already been specified following the description of the business case. Anyhow we present this methodology in case it is considered to be useful.

We also propose not to consider as metadata those elements that are not direct information about data, that is, images. This information could be included, for example, in a relational database, as tables linked to the main table: the one that will contain the metadata.

2. Proposed classification of metadata elements

This is the classification we propose. The names underlined are the metadata classes specified by CEN/ISSS, and the other names are the metadata elements selected from the current report.

Contribution to Metadata specification

General

- Title
- Country
- Language
- Genre
- Packaged
- Date of event
- Places
- Subject
- Producer Company
- *Technical Staff*
 - Director
 - Producer
 - Co-ordinator
 - ...
- *Artistic Staff*
 - Action performers
 - Speakers
- *Artistic Staff attributes*
 - Hair colour
 - Hair cut
 - ...
- *Content*
 - Synopsis
 - Summary
 - Summarised description
 - Content per minute
 - Character description
 - Dialogues

Contribution to Metadata specification

- Script
- Story board
- Production plans

Life Cycle

- Date of the document
- Date of the insertion

Technical

- Format
- Recording system
- Medium
- Colour
- Sound
- Length
- Physical conditions
- Other materials

Use dependent

- Target
- Audience
- Cinema
- Publicity
- Commercial presence
- Costs
- Invoice
- *Costs for simulation*
 - Artistic team
 - Technical team
 - Plato
 - Scenery
 - Edition and post-production

Contribution to Metadata specification

- *Emission*
 - Country
 - Emission channel
 - Emission type
 - ...

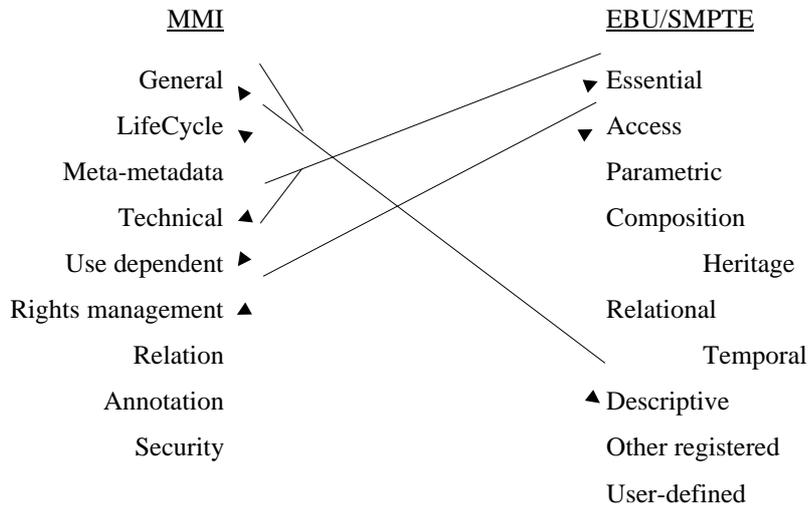
Rights management

- Use rights
- Broadcasting rights
- Commercialisation rights

3. Comparison between CEN/ISSS and EBU/SMPTE approach

The EBU/SMPTE approach is also interesting, mainly for the classification of metadata. However, there is no specified way of deducing the requirements or the metadata elements. Nevertheless, we propose this mapping between the metadata classes of both standards (MMI and EBU/SMPTE) in case it would be considered.

Contribution to Metadata specification



4. Conclusions

Other things that have to be considered are:

- It would be necessary to review the list of metadata elements already defined, because there are some repetitions.
- The elements that will be provided by the face recognition tool and the temporal segmentation tool must be introduced in the classification presented above.

5. Annex: The CEN/ISSS MMI requirements methodology

This annex describes the CEN/ISSS MMI requirements derivation methodology, and applies it to the HYPERMEDIA application, as an example.

Contribution to Metadata specification

5.1 *The MMI model*

The model for managing metadata described in the MMI Workshop is proposed in terms of classes of metadata, the roles of the different actors involved, and the actions performed by each role. The metadata classes are what we need for our purposes. The nine metadata classes recommended are:

- General: Basic reference to the resource and features independent of its use.
- Life Cycle: Information related to the different phases of the resource.
- Meta-metadata: Characteristics of the description rather than the resource.
- Technical: Technical features of the resource.
- Use dependent: Features that need to be interpreted according to the use of the resource.
- Rights Management: Information related to the control of transactions.
- Relation: Characteristics of the resource in relationship to other resources.
- Annotation: Comments on the use of the resource.
- Security: Metadata concerning security mechanisms.

5.2 *The MMI requirements*

The MMI Workshop proposes a comprehensive set of basic requirements, which is called the “requirements taxonomy” and a methodology for specifying the metadata requirements needed in a concrete application domain. In the taxonomy, two groups of requirements are considered, according to these two aspects: the information that metadata should provide and the facilities needed for generating and using that metadata. The requirements that belong to the first group are classified following the nine metadata classes defined in the model, whereas the ones that belong to the second are classified following the structure of the metadata framework, currently also being developed in the MMI Workshop.

The methodology consists in identifying which are the requirements needed and which are not, by mapping the user requirements defined for the new

Contribution to Metadata specification

application with the taxonomy, and picking up those requirements that illustrates the information that metadata should provide and those that enlighten the facilities needed for handling it.

5.3 Needs in the HYPERMEDIA application

The scenario that we want to deal with is electronic commerce of audio-visual material. That is, applications that allow publishing, searching for, selling and buying films, TV programmes, music, etc. The main actors involved in these actions are the suppliers of the material and the customers. The suppliers offer their products, the customers search for them, ask for them and then pay for them. The applications used for carrying out all these actions must meet some user requirements, where "user" means all the actors involved, that is, the suppliers and the customers.

We can also consider the existence in the scenario of a broker agent, if there is no direct communication between customers and suppliers but they communicate through a broker. This agent can offer new value-added services like remote search, order negotiation, intelligent automatic processing of information, among many others. This is a completely new situation, because there is a new actor, there are new actions to carry out, and hence, the user requirements are different. This annex is focused on the first situation, where customers and suppliers have direct communication.

As a first approach, the user requirements that should met in the scenario that has been described are:

- Unique identification of the information resources that are going to be sold/bought.
- Possibility of searching for a specific resource, with partial or null knowledge about it.
- Possibility of browsing through a catalogue, or a set of resources related among them.
- Possibility of ordering, transmitting and billing the information resources requested.
- Intellectual Property Rights management.

Contribution to Metadata specification

5.4 Specification of the requirements

By mapping the user requirements specified in the previous section with the requirement taxonomy presented above, we can identify which are the requirements that metadata defined within the application should fulfil. This is the result of the mapping (for every metadata class, the metadata elements considered necessary from the requirements taxonomy are selected):

General

- Identifier
- Resource Title
- Release of the resource
- Descriptive Information
- Semantic Information
- Subject
- Language identification and selection

Life Cycle

- Authoring and ownership information
- Contributors
- Date of creation
- Publisher

Technical

- Multimedia format
- Interchange format information
- Objective and subjective audio-visual features
- Hardware and software requirements

Use dependent

- Quality and other ratings of the information resource
- Information on suppliers

Rights management

- Payment method

Contribution to Metadata specification

- Price
- Usage rights
- Intellectual Property Rights information

Relation

- References to related resources
- Other versions of the resource