

Arquitecturas orientadas a servicios para la preservación de objetos digitales

<p>Ricardo Borillo Domenech Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Computadores Universitat Jaume I, España borillo@uji.es</p>	<p>Jose Pascual Gumbau Mezquita Departamento de Ingeniería y Ciencia de los Computadores Universitat Jaume I, España gumbau@uji.es</p>
--	---

Resumen: A medida que los entornos y las herramientas orientadas a la creación y mantenimiento de archivos electrónicos van evolucionando, se hace más patente la necesidad de interoperar entre las aplicaciones clientes que hacen uso de los repositorios o incluso entre los propios repositorios.

Para paliar esta necesidad, con el tiempo han surgido varias iniciativas basadas principalmente en el campo del intercambio de metadatos, pero es el formato interno de los objetos digitales y los protocolos y métodos de intercambio los que pueden hacer de un archivo un ente abierto, interoperable y que permita relacionar o enlazar recursos de distintas fuentes.

La orientación a servicios (SOA) a la hora de plantear la arquitectura de un sistema, es una de las opciones que más fuerza está tomando en la actualidad. SOA nos proporciona un entorno de ejecución en el que nuestro archivo digital se presenta como un servicio especializado que puede y debe ser explotado con facilidad desde cualquier otro servicio que lo requiera, independientemente de la implementación de archivo digital por la que hayamos optado: DSpace, Fedora, etc.

En este marco abierto e interoperable, y focalizando el problema en el formato interno del documento electrónico, un requisito necesario para lograr la preservación a lo largo del tiempo de los documentos almacenados, es el de dotar a las arquitecturas SOA del componente criptográfico necesario para asegurar la consistencia e integridad de los objetos digitales y su autoría. Para ello, el uso de los certificados digitales y en particular la firma digital de documentos y el uso de estándares como XML Signature o XAdES, nos permitirán enriquecer, al igual que hacen los metadatos, el contenido de los objetos digitales y completar sus funcionalidades básicas.

En este artículo expondremos las iniciativas que existen actualmente para la definición del formato interno de los objetos digitales, su preservación, visualización confiable, intercambio y aseguramiento. Analizaremos sus ventajas e inconvenientes desde el punto de vista de la interoperabilidad y la orientación a servicios, y las ubicaremos dentro de una arquitectura global cuyo objetivo es conseguir un entorno abierto, pero que garantice la integridad de los contenidos y su preservación.

Palabras clave: SOA, OAIS, archivo digital, XAdES, firma digital, preservación, interoperabilidad

1 Introducción

Antes de entrar en detalle en los formatos y protocolos existentes, y su relación e implaciones en cuanto a preservación e integridad de la información se refiere, es necesario definir y exponer los conceptos que sustentan estas funcionalidades.

A continuación expondremos la problemática de la preservación de los contenidos digitales y de la obsolescencia de los formatos en los que están representados. A partir de esta base y de la descripción de las arquitecturas orientadas a servicios, ya podemos comenzar el análisis de dos de las propuestas que han marcado de forma más notable el mundo de los archivos digitales: El modelo de referencia de OAIS y el *Open Archives Initiative*.

1.1 Preservación y obsolescencia de los objetos digitales

"La preservación es la planificación, almacenamiento de recursos, y la aplicación de métodos y tecnologías necesarias para asegurar que los objetos digitales permanezcan accesibles y usables"

Existen varias estrategias [1] que pueden utilizarse para combatir la posible pérdida de información:

- **Refrescar.** El refresco de información consiste en la copia del objeto digital implicado en un nuevo medio o sistema. Si el formato en el que está la información puede quedar obsoleto, entonces será necesario combinar esta técnica con la de migración.
- **Migración.** Es la transferencia de datos a nuevos entornos. En el proceso, puede resultar necesario la conversión de un formato a otro para garantizar la preservación del objeto digital. Cuando se migra, siempre existe el riesgo de perder información en el proceso, ya que la migración a un nuevo formato puede producir que todas las funcionalidades originales no tengan cabida.
- **Replicación.** Es la creación de varias copias de los datos en uno o varios sistemas adicionales con el fin de evitar que una sola copia de los objetos digitales pueda sufrir daños y se pierda la información. Al margen de la seguridad adicional, el tener varias copias distribuidas complica las tareas de refresco, migración, versionado y control de acceso.

Uno de los ejemplos más representativos dentro de este apartado es la iniciativa internacional llamada LOCKSS [2] (*Lots of Copies Keep Stuff Safe*), la cual proporciona un conjunto de herramientas para la preservación basada en la replicación.

- **Emulación.** Supone la replicación en el sistema actual de una funcionalidad ya obsoleta o que forma parte de un sistema obsoleto.

Existen varias opiniones al respecto de qué combinación de estas estrategias es la adecuada. Todas ellas intentan evitar la obsolescencia de los contenidos digitales.



Figura 1: Disco encontrado en Phaistos (Grecia). Su significado se ha perdido al igual que los formatos no preservados correctamente

La obsolescencia digital viene marcada por la rápida proliferación de nuevos formatos o codificaciones que hacen que la recuperación y procesamiento de estos contenidos en el futuro sea muy complicado o incluso imposible. Es por ello que el punto clave de la preservación digital pasa por una correcta definición del formato en que los objetos digitales deben ser expresados, almacenados, representados o incluso intercambiados.

1.2 Orientación a Servicios

OASIS define la Orientación a Servicios [4] como: "Un paradigma para la organización y uso de funcionalidades que se encuentran distribuidas en distintos servicios, proporcionando un modo uniforme de ofrecer, descubrir e interactuar con ellos"

Así, una herramienta de archivo digital puede pasar de ser una aplicación monolítica dirigida por un interfaz gráfico de acceso interactivo, a un servicio accesible a todas las aplicaciones que lo necesiten, ofreciendo un interfaz de acceso estándar y uniforme que permita una fácil integración y explotación.

De igual manera, los objetos digitales no tienen que estar almacenados completamente en un sólo repositorio. Es posible que estén formados por distintos elementos almacenados en otros repositorios, y que simplemente sean referenciados. Esta naturaleza heterogénea de los objetos digitales hace que un enfoque distribuido, encaje perfectamente en la forma de operar con estos sistemas.

1.3 Open Archival Information System

Con el fin de definir un marco bajo el que diseñar archivos digitales que permitan garantizar los principios básicos de preservación durante largos periodos de tiempo, el CCSDS (*Consultative Committee for Space Data Systems* de la NASA) lanzó la especificación de un modelo de referencia para un sistema de información de archivo abierto (OAIS - *Open Archival Information System* – 2002). En esta especificación se explicitaban los roles de cada actor a lo largo de todo el proceso de archivo y preservación, funciones de los mismos y transformaciones que sufrían los contenidos almacenados desde su producción (*Submission Information Package* o SIP), pasando por su incorporación al archivo (*Archive Information Package* o AIP) o su distribución al consumidor (*Dissemination Information Package* o DIP).

Funcionamiento básico:

- Los autores de contenidos como fuentes de información envían al archivo sus producciones en forma de SIP.
- Durante el proceso de adición de estas producciones al archivo, se añade toda la información descriptiva necesaria como es el autor, título u otros metadatos básicos aplicables a cualquier contenido (conjunto clásico de datos de catalogación).
- Adicionalmente, se añaden un conjunto específico de metadatos más orientados a la preservación del material. Estos pueden ser, por ejemplo, el programa utilizado para su creación, la versión del mismo, propietario, información sobre la licencia con la que se publicará el contenido, etc. El resultado de dotar al contenido original de todos estos metadatos se conoce como AIP, y ya cumple todos los requisitos mínimos de descripción para ser archivado.

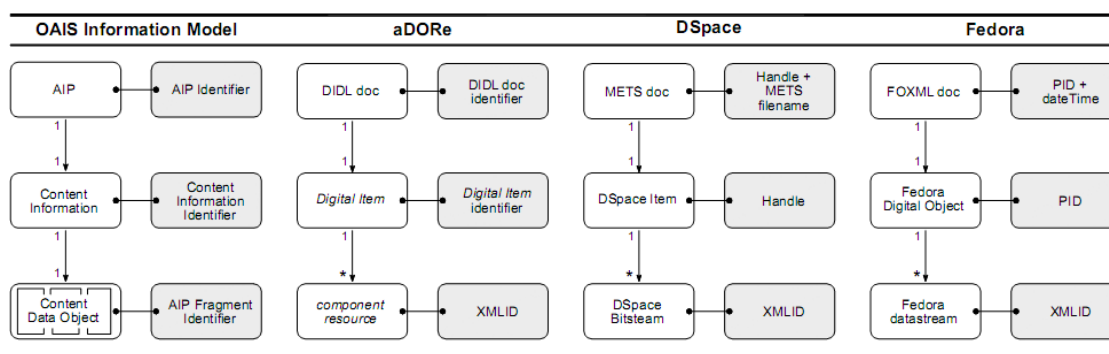


Figura 2: Correspondencia entre un AIP definido en OAIS y su correspondiente implementación en Fedora/DSpace[3]

- Por último, cuando un usuario del archivo solicita un recurso en concreto se genera un DIP, o lo que es lo mismo, una versión del contenido solicitado enfocado a los requisitos de forma y presentación que el usuario necesita (en la medida en que esté implementado en el archivo).

1.4 Open Archives Initiative

Siguiendo este espíritu de interoperabilidad y estandarización del formato interno de los objetos digitales, el *Open Archives Initiative* coordina dos proyectos de gran interés:

- Protocolo para la recolección de metadatos (Protocol for Metadata Harvesting o OAI-PMH). Permite la interoperabilidad de repositorios a nivel de metadatos. En esta arquitectura, los proveedores de datos son los repositorios que exponen sus metadatos de forma estructurada, mientras que los clientes utilizan peticiones basadas en OAI-PMH para recolectarlos. Este protocolo ha sido

implementado y adoptado por casi todas las implementaciones de archivos digitales.

- Reutilización e intercambio de objetos (Object Reuse and Exchange o OAI-ORE). Permite el intercambio de información de los objetos digitales entre repositorios distribuidos, definiendo una aproximación a la representación de estos objetos internos, así como de los servicios que facilitan el acceso a estas representaciones. Esta especificación permitirá una nueva generación de servicios de integración entre repositorios que explotarán la faceta distribuida de los objetos digitales. El documento de trabajo de este grupo está aún en una fase temprana de desarrollo.

1.5 Estado actual

Aunque el trabajo realizado con estas especificaciones abre el camino hacia la estandarización e interoperabilidad del formato interno de los objetos digitales, aún quedan muchos aspectos sin resolver:

- Definición de formatos de objeto digital preparados para la preservación con garantías a lo largo del tiempo, garantizando además la consistencia y confiabilidad de la información.
- Definición de interfaces y protocolos de comunicación adecuados para el intercambio integrado de metadatos, objetos digitales o referencias, bajo un marco de seguridad adecuado.
- Incorporación de firma digital a los formatos definidos para garantizar sus consistencia.
- Integración dentro de toda la arquitectura de un sistema de visualización y validación de documentos confiable.

En las siguientes secciones intentaremos analizar el estado actual para cada una de estas cuestiones, examinando las herramientas, formatos y protocolos disponibles, y cómo pueden ayudarnos a hacer de los sistemas de archivo, sistemas abiertos e interoperables que encajen en las arquitecturas orientadas a servicios actuales.

2 Estándares de representación de objetos de archivo, metadatos y contenidos

Modelos de referencia como el de OAIS, definen el tratamiento de los objetos digitales como paquetes de información y nos enseñan que características deben tener sin entrar en más detalles sobre cuál será su formato o cómo estarán definidos. Es por esto que, a distintos niveles, se han ido definiendo formatos para la especificación tanto de los objetos digitales como de los metadatos, siempre teniendo en mente la estandarización de los contenidos y su preservación, y siguiendo el modelo de referencia establecido.

A continuación se describirán algunas de las iniciativas relacionadas, prestando especial atención al nivel al que se aplican y qué aportan en su uso a nivel de preservación e interoperabilidad.

2.1 Open Archives Initiative: Object Reuse and Exchange

Mediante el soporte de la Fundación Mellon, nace en Octubre del 2006 OAI-ORE [9] (Open Archives Initiative for Object Reuse and Exchange) con el propósito de aumentar la interoperabilidad entre repositorios. Su objetivo pasa por desarrollar, identificar y definir protocolos y estándares extensibles que permitan interoperar a repositorios, agentes y servicios en el contexto del intercambio y reutilización de objetos digitales complejos más allá de las fronteras que los albergan. Ya no estamos hablando sólo de metadatos como en anteriores trabajos del OAI, sino de objetos digitales complejos (compuestos de distintos tipos de contenido albergados en uno o varios repositorios, pero relacionados de forma consistente como uno sólo).

OAI-ORE intenta proporcionar los mecanismos necesarios para:

- Facilitar el descubrimiento de objetos digitales complejos.
- Permitir las referencias entre objetos.
- Obtener un conjunto de diseminadores para esos objetos.
- Agregar o desasociar objetos.

- Permitir el procesamiento de los objetos por agentes.

Se piensa en una estructura de archivo digital distribuido, de forma que ya no es obligatoria en primera instancia la transferencia de un objeto digital de un repositorio a otro, sino que ahora los contenidos pueden ser referenciados por objetos digitales de otros repositorios. Es más, se asimila la idea de objeto digital a la idea de recurso en la *Arquitectura de la Web* definida por el W3C [10], donde un recurso tiene una representación y una URI que permite referenciarlo. OAI-ORE complementa esta idea otorgando a los recursos la posibilidad de agregar otros recursos existentes (relación semántica *hasResource*).

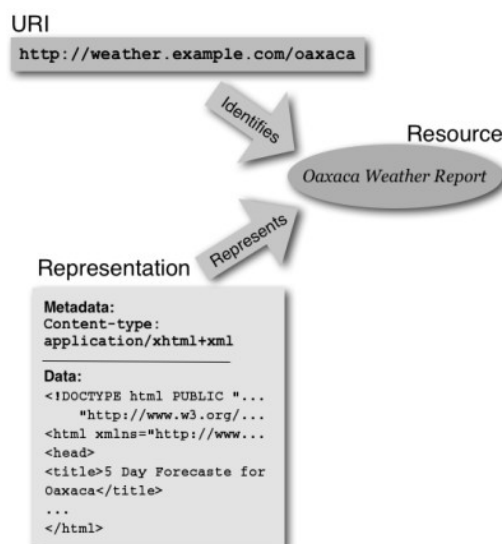


Figura 3: Relación entre identificador, recurso y representación

Otro de los objetivos de OAI-ORE es la descripción de los servicios (ORE Services) que permitirán el intercambio de instancias de objetos digitales conformando una capa de comunicaciones homogénea y consistente. Estos servicios, como pasa en la descripción de OAI-PHM realizarán funciones de:

- Recolección. Petición de un conjunto de instancias que cumplen el modelo ORE, obtenidas a partir de un conjunto de recursos existentes.
- Obtención. Petición de una instancia concreta.
- Registro. Petición realizada para la creación de nuevos nodos o relación dentro de una agregación existente.

Aunque en este punto no estamos hablando del formato interno con el que se almacenan los objetos digitales en el repositorio, se están sentando las bases para el la interoperabilidad de objetos entre repositorios y su posterior preservación, todo ello en base a la definición de unos servicios de intercambio uniformizados y con la previsión del uso de estándares *de facto* como RSS/Atom, OpenURL, OAI-PHM o METS.

2.2 Fedora Digital Object Model

Fedora [5] define un modelo de objetos genérico con el fin de poder expresar distintos formatos como documentos, imágenes, metadatos, etc. Un objeto digital puede componerse de la agregación de uno o muchos contenidos, los cuales pueden ser de diferentes tipos y pueden estar incluidos directamente en el propio objeto digital o ser referenciados desde este.

Adicionalmente, existe la posibilidad de definir una serie de filtros con el fin de convertir alguno de los contenidos que forman parte del objeto digital en otro, transformando su contenido original (generación de miniaturas para las imágenes o contenidos de distintas resoluciones).

Los objetos se especifican mediante un formato XML propio (FOXML), que permite expresar todos los

aspectos detallados anteriormente. Así, un objeto digital en Fedora se compone de:

- Un identificador persistente único para el objeto.
- Propiedades del objeto. Conjunto descriptivo de propiedades necesarias para la gestión del objeto dentro del repositorio.
- Contenido o *datastream* (uno o muchos). Representan los datos propiamente dichos. Cada objeto tiene como mínimo una de estas secciones para el almacenamiento de metadatos, pudiendo utilizarse también para almacenar contenidos o referenciarlos vía URL.
- Diseminadores (son opcionales). Filtros que permiten la transformación de un *datastream* con el fin de ofrecer una visión distinta del mismo.

Persistent ID (PID)
Relations (RELS-EXT)
Dublin Core (DC)
Audit Trail (TRAIL)
Datastream: 1..n
Disseminator: 0..n

Figura 4: Estructura de un objeto digital en Fedora

2.3 METS

METS o *Metadata Encoding & Transmission Standard* define un formato de documento basado en XML para la codificación de metadatos, con el fin de facilitar el intercambio y la gestión de objetos digitales.

Así, METS es un XML Schema diseñado para:

- Crear documentos XML que expresen la estructura jerárquica de los objetos digitales de un archivo.
- Recoger los nombres y localizaciones de los ficheros que los componen.
- Expresar los metadatos asociados a cada objeto digital.

Dependiendo de su uso, un documento codificado siguiendo el estándar definido por METS puede ser utilizado para realizar funciones de *Submission Information Package* (SIP), *Archival Information Package* (AIP) o *Dissemination Information Package* (DIP) según el modelo de referencia definido por OAIS.

Adicionalmente METS define un sistema de perfiles que permiten tanto a los autores de contenidos como a los programadores, realizar integraciones más a medida en función del tipo de contenido proporcionado. Cada perfil se expresa también en XML y permite expresar los requisitos que ese tipo de documentos en concreto debe cumplir. Actualmente existen perfiles para diferentes tipos de documentos como: Libros, audio o vídeo, PDF, fotos, colecciones, etc.

2.4 Otros formatos para la preservación de contenidos

Por último, existen algunos formatos para ciertos contenidos concretos que han nacido fruto de la necesidad de preservarlos sin problemas. Es el caso de PDF y de su perfil específico orientado a preservación PDF/A [6].

PDF/A es un subconjunto de PDF que elimina aquellas funcionalidades que puedan producir efectos negativos sobre la preservación del documento. Este estándar no define una estrategia de archivo ni sigue

ningún modelo de referencia, es una especificación mucho más operativa y enfocada a solucionar un problema concreto. La clave está en que los documentos sean autocontenidos al 100%. Toda la información necesaria para su visualización debe estar contenida en el propio documento (contenidos, fuentes, perfiles de color, etc). Exigencias adicionales del formato PDF/A:

- No se permite la inclusión de audio y vídeo.
- No se permite la ejecución scripts o macros.
- Todas las fuentes deben ser embebidas en el documento.
- Los perfiles de color deben ser especificados de forma que sean independientes del dispositivo de visualización.
- No se permite la encriptación.
- Se permite el uso de metadatos basados en estándares.

3 Protocolos de intercambio de documentos

Al margen del ya citado OAI-PMH para la recolección de metadatos de objetos digitales, es muy común observar como cada implementación de archivo digital cuenta con un API propia para el acceso y gestión de los objetos digitales que almacena.

Fedora cuenta con una capa de Servicios Web para la administración y acceso a la información [11], y DSpace con una implementación del *Online Computer Library Center* llamada SWR [12] (Search & Retrieve Web Service) también basada en SOAP.

Un movimiento similar pero a otro nivel está surgiendo en el mundo Java con la aparición del JSR-170 [13] o *Java Content Repository*, el cual intenta definir un conjunto de interfaces a cumplir por cualquier archivo digital con el fin de que las aplicaciones Java puedan acceder de forma uniforme.

Con todo esto, aún no se ha logrado estandarizar el acceso a los contenidos de forma uniforme. XML parece ser el formato elegido para las nuevas propuestas de estructura interna de los objetos digitales como la de Fedora (FOXML). De igual manera, en las plataformas abiertas y orientadas a servicios, son los protocolos basados en XML como SOAP o XML-RPC los que están consiguiendo implantarse de una forma más clara (al no ofrecer una solución restringida a un lenguaje en concreto).

Si aplicamos estas tecnologías cuyo fuerte es su eficacia en las tareas de integración, y que ya cuentan a su vez con un lenguaje general para describir su interfaz (*Web Service Definition Language* o WSDL), tendríamos un mecanismo de invocación uniforme e independiente del lenguaje y sistema de acceso.

Los servicios web, piedra angular de las arquitecturas SOA, pueden pues satisfacer las necesidades de integración planteadas.

4 Creación, firma y almacenamiento confiables

En muchos casos, es necesario garantizar que los objetos digitales preservados no han sido modificados. Para ello, entran en juego técnicas criptográficas que nos ayuden a mantener la consistencia de los objetos almacenados: La firma digital de objetos digitales.

El estándar TS 101 733 del *European Telecommunications Standards Institute* [7] (ETSI) define un formato para firma electrónica avanzada que permite que esta permanezca válida durante largos periodos de tiempo, el cual además cumple la directiva europea 1999/93/EC sobre firma electrónica. XAdES [8] (ETSI TS 101 903: XML Advanced Electronic Signatures), representa su aplicación para formatos de firma basados en XML Signature, formato de firma XML definido por el W3C.

XAdES está definido en base a perfiles, de forma que cada perfil más completo es un superconjunto del anterior. Así se define los siguiente perfiles:

- XAdES-BES. Perfil básico.
- XAdES-EPES. Perfil básico al que se añade la identificación de una política de firma, la cual define una serie de reglas de creación y validación bajo las cuales, la firma se puede considerar como

válida.

- XAdES-T. Amplía la definición de XAdES-EPS al añadir el sellado de tiempos producido por una TSA (Autoridad de sellado de tiempos) sobre el valor de la firma, de forma que queda constancia irrefutable del momento en el cual se realizó la misma.
- XAdES-C, XAdES-X y XAdES-X-L. Añaden otros elementos adicionales como la respuestas producidas por los servicios de validación OCSP atestiguando que el certificado utilizado se encuentra en vigor, es válido y no está revocado, y un conjunto adicional de sellos de tipo sobre diferentes elementos de la firma.
- XAdES-A. Es el perfil más comprometido con la tarea de evitar que las firmas digitales queden obsoletas por el uso de algoritmos criptográficos, claves u otra información criptográfica que ya no se considere válida para asegurar la autenticidad de los contenidos. La clave está en realizar sellados de tiempo sobre el perfil XAdES-X-L ya definido, antes de que queden obsoletos los recursos criptográficos con los que se calculó, y seguir realizando esta operación cada vez que se dude de su capacidad. Eso sí, en cada sellado se deben emplear algoritmos y claves más fuertes que el original para asegurar su consistencia.

Como hemos visto, la firma digital de contenidos es algo muy cercano a los objetivos de la preservación, siendo un mecanismo que permite que un contenido pueda perdurar en el tiempo, asegurando además que no ha sido modificado por terceros.

Resulta necesario que estándares como XAdES puedan ser integrados en la especificación de formatos para la representación, archivo e intercambio de objetos digitales. XML está siendo la base de muchas de estas especificación, así pues, los estándares de firma digital XML se integran perfectamente en estas definiciones.

5 Generación de visualizaciones confiables del documento firmado

Firmar digitalmente un documento es un proceso muy directo. Sin embargo, cuando el documento digital contiene contenido dinámico, la firma puede permanecer válida y sin modificar, y el documento visualizado no ser el mismo que el que visualizó el firmante cuando realizó el acto de la firma.

Otro problema similar existe si la apariencia del documento puede ser alterada, incluso en el caso de documentos estáticos. La sustitución de fuentes puede ser utilizada como mecanismo para mostrar el mismo documento digital con diferentes representaciones en diferentes máquinas.

Para solucionar todos estos problemas cuando archivamos documentos y los preservamos, es necesario definir algún mecanismo confiable de visualización de la información almacenada.

Existen varios planteamientos para solucionar este problema [14,15]:

- Deshabilitar el contenido dinámico. Esta opción puede dejar algunos documentos inservibles. En esta línea existen dos formas de solucionar el problema del contenido dinámico:
 - Restringir las acciones del contenido activo en lugar de deshabilitarlas. Esto supone la controlar el formato y la forma de operar de cualquier aplicación.
 - Utilizar un "visor seguro" para ver los documentos firmados. Sin embargo, esto requiere que este visor sea capaz de parsear cualquier formato de documento existente.

Esta es una de las opciones que utiliza PDF/A para asegurar que el contenido generado pueda ser preservado sin problemas.

- Utilizar formatos de fichero estáticos. Sólo los formatos predefinidos que ya se sabe que no tienen contenido dinámico son permitidos. Prácticamente los ficheros de texto serían los únicos formatos soportados.
- XML. Convertir el documento digital a XML y luego utilizar XML Signature para la representación de la firma digital asociada. El inconveniente es que el contenido dinámico puede aún existir en el XML. Cuando un documento es presentado posteriormente al verificador de la firma, es necesario convertirlo a su formato original. De otra forma, si no somos capaces de representar en el XML todas las componentes dinámicas, el documento puede quedar inservible a la hora de volver a ser

visualizado.

- Parser de documentos. Creación de una aplicación de firma digital que cuente con su propio parser de documentos. Así, cuando un usuario quiere firmar un documento, la aplicación de firma lo parsea y elimina el contenido dinámico. Esta aplicación deberá saber interpretar cualquier formato existente, cosa que parece bastante imposible. Hay que tener en cuenta que algunos formatos son propietarios y su especificación no es pública.
- Versión gráfica. Lo que ves es lo que firmas (WYSIWYS). Se crea una representación gráfica del documento digital y luego se firma, y es esto junto al documento original lo que se archiva y preserva. Para verificar la imagen es necesario el mismo "visor confiable" que se empleó para su generación.

En cualquier caso, y al igual que pasaba en apartados anteriores, es necesario definir tanto protocolos de comunicación como formatos de representación de visualizaciones confiables.

6 Conclusiones

Aspectos como la preservación de documentos durante largos periodos de tiempo, su representación en un formato estándar que garantice su consistencia o la necesidad de definir protocolos estandarizados que faciliten la integración y la interoperabilidad entre archivos digitales, hacen de las iniciativas de estandarización el punto clave para lograr los objetivos expuestos de integración e interoperabilidad.

Primero fue el modelo de referencia de OAI sobre la definición, estructura y roles dentro de un archivo digital. Posteriormente llegó el turno de los metadatos y de los protocolos definidos para su procesamiento y recolección como OAI-PMH. Otras iniciativas actualmente intentan definir objetos digitales más flexibles, que puedan estar almacenados en múltiples repositorios distribuidos como OAI-ORE, o incluso especificar un formato XML concreto para su definición como FOXML. En cualquier caso, todas estas iniciativas afrontan aspectos muy concretos de una escena global que es mucho más compleja, dejando abiertas muchas cuestiones como el aseguramiento de la consistencia e integridad de la información, la generación de visualizaciones confiables de los objetos digitales o la necesidad del uso de protocolos de compartición, acceso e intercambio basados en un estándar unificado.

Es por ello que dentro del marco de SOA, estándares como XML, Web Services o incluso la orquestación de servicios con BPEL están marcando el camino para conseguir la integración de servicios, convirtiéndose así en la base sobre la que diseñar y desarrollar los sistemas abiertos planteados, que permitan ofrecer soluciones a los problemas actuales de integración, preservación e intercambio.

Bibliografía

- [1] *Digital Obsolescence*. http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_obsolescence y *Digital Dark Ages*. http://liswiki.org/wiki/Digital_Dark_Ages
- [2] *Lots of Copies Keep Stuff Safe*. <http://www.lockss.org/lockss/Home>
- [3] J. BEKAERT AND H. VAN DE SOMPEL. *Access Interfaces for Open Archival Information Systems based on the OAI-PMH and the OpenURL Framework for Context-Sensitive Services*. 2006
- [4] OASIS. *SOA Reference Model*. http://www.oasis-open.org/committees/tc_home.php?wg_abbrev=soa-rm
- [5] Fedora Project. *The Fedora Digital Object Model*. <http://www.fedora.info/download/2.2.1/userdocs/digitalobjects/objectModel.html>
- [6] PDF/A Competence Center. <http://www.pdfa.org>
- [7] European Telecommunications Standards Institute. <http://www.etsi.org/>
- [8] European Telecommunications Standards Institute. *XML Advanced Electronic Signatures*. <http://uri.etsi.org/01903/v1.1.1/>
- [9] Coalition for Networked Information. *The OAI Object Re-Use & Exchange (ORE) Initiative*. <http://www.cni.org/tfms/2006b.fall/abstracts/PB-oai-sompel.html>. Octubre 2006

- [10] World Wide Web Consortium. *Architecture of the World Wide Web*.
<http://www.w3.org/TR/webarch/>
- [11] Fedora Project. *API-A Methods*. http://fedora.info/wiki/index.php/API-A_Methods
- [12] Online Compute Library Center. *Search & Retrieve Web Service / Search & Retrieve URL Service*.
<http://www.oclc.org/research/projects/webservices/default.htm>
- [13] Java Community Process. *JSR 170: Content Repository for Java™ technology API*.
<http://jcp.org/en/jsr/detail?id=170>. Junio 2005.
- [14] A. ALSAID AND C.J. MITCHELL. *Digitally Signed Documents – Ambiguities and Solutions*. 2004.
- [15] A. JOSANG. *What You See is Not Always What You Sign*. 2002.



Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 España

Usted es libre de:



copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra



hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Reconocimiento. Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciador (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).



No comercial. No puede utilizar esta obra para fines comerciales.



Compartir bajo la misma licencia. Si altera o transforma esta obra, o genera una obra derivada, sólo puede distribuir la obra generada bajo una licencia idéntica a ésta.

- Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.
- alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor
- Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.