

Modelando los Hábitos de Consumo Televisivo usando Tecnología Semántica

Mauricio Espinoza-Mejía*, Víctor Saquicela*

*Departamento de Ciencias de la Computación
Grupo de Investigación en Gestión del Conocimiento
Universidad de Cuenca, Ecuador
{mauricio.espinoza, victor.saquicela}@ucuenca.edu.ec

Abstract—La capacidad de modelar las preferencias del usuario y explotar esta información para mejorar el proceso de búsqueda de información relevante, se ha convertido en un importante tema en el campo de la representación del conocimiento. Este trabajo explora el uso de tecnologías semánticas mediante ontologías para la representación e interpretación de los hábitos de consumo televisivo expresados en términos del perfil de usuario y su contexto. Para guiar el proceso de construcción del modelo ontológico se han instanciado las guías propuestas en la metodología NeOn.

La ontología que se propone para modelar las preferencias televisivas, es un primer paso hacia la creación de un sistema de recomendación semántico consciente del contexto. Con el fin de motivar el trabajo se presenta un escenario y se demuestra cómo la ontología se podría aplicar para representar información sobre los hábitos de consumo televisivo de un usuario.

I. INTRODUCCIÓN

La necesidad de una recuperación de información más eficaz ha dado lugar a la creación de nuevas áreas de investigación como la Web semántica y la gestión de información personalizada. Estas áreas de estudio aprovechan el contexto semántico de los datos para facilitar el proceso de recuperación de la información. En este contexto, los perfiles de usuario juegan un rol vital para identificar las preferencias del usuario y personalizar las aplicaciones.

De forma general el proceso de personalización y contextualización de las preferencias de un usuario puede ser dividido en tres aspectos: i) la identificación de los datos a ser modelados y su formato de representación, ii) la determinación de las fuentes de información más apropiadas para la extracción de las preferencias y iii) el uso adecuado de este conocimiento para filtrar la información más relevante para el usuario.

El alcance de este trabajo está orientado hacia la búsqueda de una solución para el primero de estos tres aspectos. Es necesario hacer notar que la modelación del perfil del usuario planteada en este trabajo, tiene como meta final proveer una base de conocimiento para el sistema de recomendación de programación televisiva propuesta en [1]. En dicho sistema se plantea que el uso de ontologías para modelar el perfil de un usuario permite que el comportamiento inicial del televidente sea emparejado con los conceptos existentes en la ontología. Este enfoque ontológico para modelar el perfil de un usuario ha demostrado ser eficaz en la solución del problema del arranque en frío en los sistemas de recomendación, ya que permite la

propagación de un pequeño número de conceptos iniciales a otros conceptos relacionados explotando la estructura ontológica del dominio [2], [3], [4], [5].

Por tanto, en este trabajo se explorará una representación semántica de las preferencias del usuario. Dicho esto, el modelamiento del perfil de usuario basado en ontologías plantea dos desafíos principales: la necesidad de conocimiento predefinido específico del dominio, por lo general construido manualmente, y correspondencias semánticas significativas entre la descripción del contenido y la información semántica en la ontología. En este trabajo se abordarán estos desafíos haciendo uso de una metodología que permita reutilizar, fusionar y ejecutar procesos de reingeniería de recursos ontológicos existentes para facilitar el proceso de creación de la ontología.

La contribución del trabajo puede ser resumido en los siguientes aspectos:

- Se determina el esquema más adecuado para el modelo, de forma que sea posible representar las preferencias del usuario y sus relaciones, y al mismo tiempo soporte la distinción del contexto.
- Se identifica la terminología que permita representar las características del usuario, sus hábitos de consumo televisivo y el contexto espacio-temporal en el que se desarrollan estas actividades.
- Se selecciona, reutiliza e integra ontologías existentes para modelar las características y preferencias de los usuarios de TV digital.
- Se demuestra cómo la ontología puede ser utilizada para representar las preferencias de un usuario típico de TV digital.

El resto de este artículo tiene la siguiente estructura. En la sección II, se describen brevemente algunos trabajos relacionados. En la sección III, se introduce un conjunto de requerimientos para modelar el perfil de un usuario de TV digital. La sección IV, describe el proceso seguido para la construcción de la ontología. La sección V, describe un ejemplo sobre la aplicación de la ontología para modelar las preferencias televisivas de un usuario. Finalmente, la sección VI presenta las conclusiones y trabajos futuros.

II. TRABAJOS RELACIONADOS

En los últimos años se han propuesto varias técnicas para la modelación de usuarios basada en ontologías, siguiendo uno

de estos paradigmas: modelado basado en la normalización y modelado basado en la mediación [6]. El primer paradigma está basado en una propuesta *top-down* en el cual las ontologías para el modelado de usuario son diseñadas para ser independientes del dominio (usando ontologías de alto nivel) con el fin de ser reutilizables en múltiples sistemas. El segundo enfoque sigue una propuesta *bottom-up*, en la cual los modelos ontológicos que definen el perfil de usuario son integrados para un objetivo específico dentro de un contexto específico [7].

El interés de los autores de este trabajo radica principalmente en aquellas ontologías modeladas bajo el primer paradigma, es decir ontologías de alto nivel que puedan ser especializadas y provean una potente base de conocimiento para capturar la semántica del dominio y usuario.

Una de las ontologías considerada de referencia para modelar el perfil de un usuario es FOAF (Friend of a Friend)¹. Esta ontología de alto nivel modela la información genérica de un usuario, incluyendo su nombre, relaciones sociales, intereses y ubicación. Sin embargo, los perfiles generados usando la ontología FOAF se basan en una representación estática de algunos datos que pueden ser muy cambiantes tales como la ubicación de un usuario o su trabajo actual.

Otro ejemplo de ontología de alto nivel es GUMO (General User Model Ontology) [8]. Esta ontología introducida en el 2005, resulta apropiada para modelar diversas dimensiones del usuario. Presenta algunas ventajas frente a otras ontologías de su tipo. En primer lugar, contiene elementos de información personal, de contexto y dependientes del dominio para describir exhaustivamente la situación del usuario. En segundo lugar, es una ontología reconocida y robusta. Por último, es una ontología flexible que puede adaptarse a diferentes dominios de aplicación [9].

Las dos ontologías descritas previamente han sido reusadas y extendidas para modelar las características y preferencias de un usuario de TV digital. Los detalles de este proceso serán descritos en la sección IV.

En el área específica de este trabajo, hay que mencionar que existe un proyecto europeo LinkedTV² que investiga y desarrolla soluciones para la integración de la televisión y el contenido disponible en la Web, proporcionando una experiencia audiovisual enriquecida al usuario. Uno de los resultados preliminares de este proyecto es la ontología LUMO (Linked User Model Ontology)³ para representar semánticamente la información de un usuario en el dominio de los medios audiovisuales. Una gran parte de los modelos ontológicos reutilizados para construir LUMO, han sido considerados en la construcción de la ontología.

Respecto a los datos que necesitan ser incluidos para representar el perfil de un usuario, algunos estudios han sido elaborados. En [10] por ejemplo, los autores sugieren los siguientes conceptos como esenciales para modelar el perfil de un usuario: identidad, características, capacidades,

preferencias, y estado del usuario. También se ofrece una idea de los parámetros que podrían ser incluidos en la información personal (nombre, cumpleaños, dirección), características generales (factores físicos: peso y talla, habilidades: leer, hablar y escribir en inglés), educación, ocupación, y conocimientos técnicos.

Intereses [11], [12], [13] y preferencias [14], [15], [16] son dos conceptos considerados de especial importancia para la mayoría de aplicaciones que incorporan perfiles. Además, las habilidades tanto físicas como mentales han sido propuestas como factores relevantes para el perfil [17]. Se ha demostrado también que el género afecta el rendimiento de los usuarios, mientras interactúan con el mismo sistema [18]. Todas estas recomendaciones han sido consideradas en la identificación de las propiedades del perfil de usuario a modelar.

Finalmente, hay que anotar que en el campo de diseño de ontologías, varios grupos de investigación han hecho esfuerzos para facilitar el proceso de ingeniería ontológica, empleando métodos tanto manuales como automáticos. Para los fines que persigue esta investigación, se han considerado principalmente metodologías que consideren la reutilización de recursos ontológicos y no-ontológicos para reducir el esfuerzo de construir una ontología desde cero. Lectores interesados en una revisión del estado del arte sobre las metodologías más conocidas en el campo de la ingeniería ontológica y una visión general de algunas de las obras seminales sobre especificación de requisitos y reutilización de recursos ontológicos pueden consultar [19].

III. ESPECIFICACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE LA ONTOLOGÍA

En esta sección se instancia la guía propuesta en la metodología NeOn para cubrir la actividad de especificación de requisitos de una ontología. El propósito es determinar los requisitos de la ontología que permita modelar las características y preferencias de un usuario de TV digital. Aquellos lectores interesados en una descripción más completa de la actividad de especificación de requisitos, su flujo de trabajo, tareas, actores, entradas y salidas, pueden referirse a [20].

A continuación se irá describiendo los resultados de cada una de las tareas de la actividad de elicitación de requisitos, usando para ello la plantilla propuesta en la metodología. La Tabla I muestra las cinco primeras secciones del documento para el caso de la ontología.

El propósito, alcance, y lenguaje de implementación de la ontología fueron determinados luego de una lluvia de ideas con los miembros del equipo de trabajo. Para determinar los posibles usuarios y los usos previstos de la ontología a desarrollar (secciones cuatro y cinco en la tabla I), se tomó como base los casos de uso identificados para el desarrollo del sistema de recomendación que se está planeando implementar [1].

En la identificación, agrupación y validación del conjunto de requisitos que debe satisfacer la ontología, participaron únicamente futuros usuarios del sistema de recomendación y no expertos del dominio. Para reducir el riesgo de una identificación errónea e incompleta de los requisitos, los resultados

¹<http://xmlns.com/foaf/spec/>

²<http://www.linkedtv.eu/>

³<http://mklab.iti.gr/project/lumo>

TABLE I

DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS: SECCIONES 1 A 5

1	Propósito
El propósito de la construcción de la ontología del perfil de usuario es proveer un modelo consensado del dominio de los usuarios de TV digital que pueda ser usado en un sistema de recomendación semántico	
2	Alcance
La ontología tiene como alcance determinar las características de los de los usuarios de TV digital y sus preferencias televisivas tomando en consideración el contexto espacio-temporal en el que se ejecutan las actividades	
3	Lenguaje de Implementación
La ontología será implementada en OWL [21] y almacenada en un repositorio abierto.	
4	Usuarios Finales Previstos
Usuario 1. Televidente que está buscando un programa para observar Usuario 2. Agencias televisivas que desean conocer las preferencias de los televidentes.	
5	Usos Previstos
Uso 1. Determinar las preferencias televisivas individuales tomando consideración el contexto (ej., día, género, localidad). Uso 2. Determinar las preferencias televisivas colectivas	

de las entrevistas fueron validadas por expertos del grupo de trabajo, todos ellos con sólidos conocimientos de ingeniería ontológica. Para identificar los requerimientos funcionales se usó la técnica de preguntas de competencia [22] que consiste en escribir preguntas en lenguaje natural que la ontología a ser construída debe ser capaz de responder. La Tabla II muestra una lista ordenada de los requisitos funcionales y no funcionales.

La última sección del documento de especificación de requisitos contiene el pre-glosario de términos dividido en tres partes: términos extraídos de las preguntas de competencia, términos provenientes de las respuestas a las preguntas de competencia, y términos identificados como nombres de entidades (objetos). Para la extracción del glosario de términos se adoptaron sencillas técnicas heurísticas de extracción de terminología. Así por ejemplo, desde los diferentes requisitos se extrajeron nombres, adjetivos y verbos que serán representados en la ontología como conceptos, atributos, relaciones o instancias (en el caso de nombres de entidades). La Tabla III muestra las tres partes del glosario de términos. En las secciones *a* y *b* de la tabla, los números representan la frecuencia de aparición de los términos.

Aunque la metodología recomienda usar los términos con la frecuencia más alta para dirigir la búsqueda de recursos existentes que ayuden en el desarrollo de la ontología (ver sección IV-A), en este caso se procedió a categorizar la terminología con el fin de focalizar la búsqueda en dominios más específicos. Las categorías identificadas son: datos personales, preferencias, actividades, tiempo y lugares. A continuación se describen brevemente estas categorías.

- *Información del Televidente (Persona)*. Esta categoría contiene información acerca de la identidad del televidente. Esta categoría puede ser subdividida en: i) información básica del usuario como nombre, edad, sexo, estado civil, o lugar de residencia, ii) información profesional como sus títulos académicos, iii) características

TABLE II

DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS: SECCIÓN 6

6	Requerimientos de la Ontología
a)	Requerimientos No Funcionales
RNF1. La ontología debe soportar un escenario multilingüe en los siguientes lenguajes: Inglés y Español. RNF2. La ontología debe estar basada en estándares o modelos reconocidos en existencia o en desarrollo.	
b)	Requerimientos Funcionales - Preguntas de Competencia
Grupo 1 (Televidente)	
PC1. Cuál es el nombre del televidente? Mauricio Espinoza PC2. Cuál es la ciudad de residencia del televidente? Cuenca; Loja; Quito; Guayaquil, ... PC3. Cuál es el rango de edad del televidente? niño; joven; adulto; adulto mayor PC4. Cuáles son los tópicos de interés del televidente? deportes; noticias; series de acción PC5. Qué ve el televidente en las mañanas-tardes-noches? noticias-nada-deportes;series de acción PC6. Cuáles son sus programas favoritos? 24 Horas; FoxSport:Copa Libertadores; ESPN:Goles de Europa; CSI; PC7. Qué tiempo dedica a ver la televisión en las mañanas-tardes-noches? 30min-0min-60min PC8. Qué ve el televidente los fines de semana? Fútbol de Europa PC9. Qué ve el televidente los feriados y días no laborables? Nada PC10. Cuál es su personaje favorito? Leonel Messi PC11. Cuál es el estado civil del televidente? casado PC12. Cuál es la profesión del televidente? Ingeniero de Sistemas PC13. Cuáles son las habilidades del televidente? Habla Inglés	
Grupo 2 (Grupo de Usuarios)	
PC14. Qué ciudad ve más televisión? Guayaquil PC15. Qué rango de edad ve más televisión? jóvenes PC16. Qué tópicos de interés tienen los jóvenes-adultos-adultos mayores? películas-noticias;deportes-novelas PC17. Qué ven los televidentes de la sierra-costa-oriente? noticias; deportes;-telenovelas;deportes-deportes-películas PC18. Qué ven los televidentes en la mañana-tarde-noche? noticias; farándula-telenovelas-películas;noticias;películas PC19. Cuál es el programa favorito de la Sierra? 24 horas PC20. Cuál es el programa favorito de la Costa? Televistazo PC21. Qué tiempo en promedio dedica a ver televisión la gente de Cuenca? 5 horas PC22. Qué ve la gente de Cuenca los fines de semana? deportes PC23. Qué ve la gente de Cuenca los feriados? películas;deportes	

propias del usuario como su peso o altura, y iv) las habilidades del usuario como aficionado a la electrónica, manejo de idiomas, etc.

- *Tópicos de Preferencias*. Esta categoría del perfil del usuario identifica las preferencias del usuario. Analizando las respuestas a las preguntas de competencia, es posible identificar que un televidente puede tener al mismo tiempo diferentes preferencias (ej. deportes, noticias, etc.). Esta categoría deberá contener tópicos lo más generales posibles, de forma que sea factible almacenar cualquier tipo de preferencias.
- *Intereses*. Algunos ejemplos de intereses que pueden ser útiles a la hora de recomendar programas televisivos son conocer que al usuario le gusta el rock, es aficionado a los videojuegos o que no le agradan los perros.
- *Actividades*. La categoría actividades identifica toda la interacción que tiene el televidente frente al televisor. De hecho, los datos sobre el consumo de programas televisivos proporcionará una gran cantidad de información acerca de las preferencias del usuario.

TABLE III
DOCUMENTO DE ESPECIFICACIÓN DE REQUISITOS: SECCIÓN 7

7	Pre-Glosario de Términos		
a)	Términos desde las preguntas de competencia		
	televidente	12	ver 8
	nombre	1	ciudad 2
	edad	2	tópicos 2
	programa	2	manana 3
	noche	3	tiempo 2
	tarde	3	fin de semana 2
	gente	2	feriado 2
	estado civil	1	personaje 2
	profesión	1	habilidad 1
	Costa	2	Sierra 2
	Cuenca	2	Oriente 2
b)	Términos desde las respuestas a las preguntas de competencia		
	Cuenca, Loja, ...	1	joven, adulto, adulto mayor 1
	deportes, noticias, ...	4	30min, 60min, ... 2
	soltero, casado, ...	1	
c)	Objetos		
	Costa, Sierra, Oriente, etc...		
	Cuenca, Loja, Quito, etc...		
	Inglés, Español, etc ...		
	Ingeniero de Sistemas, Arquitecto, etc ...		
	24 Horas, Televistazo, etc ...		
	Leonel Messi, Neymar, etc ...		

- *Tiempo y Lugares.* Estas dos categorías son complementarias a las anteriores, en el sentido que permiten determinar el contexto espacio-temporal del usuario. Estas dos categorías permitirán entender mucho más al usuario, ofreciendo por ejemplo información precisa sobre el tiempo y lugar en los que un televidente observa un programa determinado.

Estas categorías de datos proveen la información necesaria para concentrar la búsqueda de modelos ontológicos que cubran estos dominios de interés.

IV. MODELAMIENTO DEL PERFIL DEL USUARIO

En esta sección se explica el proceso seguido para crear un perfil semántico, basado en una ontología formal. Es necesario recordar que una ontología como definida en [23], es una especificación formal y explícita de una conceptualización compartida. Aquí, *conceptualización* se refiere a un modelo abstracto de algún fenómeno en el mundo y la identificación de los conceptos relevantes de ese fenómeno. *Explícita* significa que el tipo de conceptos que se utilizan, así como las restricciones de su uso, se definen de forma explícita. *Formal* hace referencia al hecho de que la ontología debe ser legible por una máquina. *Compartida* refleja la noción de que una ontología captura conocimiento consensuado, es decir, que no es privado, sino aceptado por un grupo.

El uso de las ontologías para modelar el perfil de un usuario ha sido propuesto en varias aplicaciones como búsqueda en la Web [24], [12], gestión de información personal [25], o recomendación de noticias [5]. Inclusive, en el campo específico de este trabajo, existen varias propuestas que intentan modelar el perfil para un usuario de TV digital [26], [27]. A pesar de estos esfuerzos, no se puede hablar todavía de una ontología estándar para estos propósitos, la mayoría de las

ontologías creadas son específicas a la aplicación, cada una de ellas elaborada para un dominio particular.

El objetivo es reutilizar el trabajo existente en la literatura para crear una ontología que permita describir de manera adecuada el conocimiento relevante de un usuario de la TV digital. Se requiere que el modelo abarque tanto conceptualizaciones de las características del usuario (tales como profesión, edad, género, experiencia, etc.), como sus intereses televisivos, los mismos que pueden cubrir entidades de diferentes dominios.

A. Proceso de Construcción de la Ontología

Para la creación de la ontología se ha adoptado una propuesta top-down, basada en uno de los escenarios para la creación de ontologías propuesto en la Metodología NeOn [28]. Esta metodología está basada en un conjunto de nueve escenarios para la construcción de ontologías y redes de ontologías, haciendo hincapié en la reutilización de los recursos ontológicos y no ontológicos, la reingeniería y la fusión, y teniendo en cuenta la colaboración y el dinamismo.

Para este caso particular se ha adoptado el escenario seis: reusando, fusionando y ejecutando reingeniería de recursos ontológicos. Este escenario parte de la premisa que los desarrolladores tienen a su disposición recursos ontológicos útiles para modelar el dominio de su problema. Los recursos son fusionados para crear un nuevo modelo ontológico, sin embargo la fusión no es suficiente para cubrir las necesidades de la nueva ontología, por tanto un proceso de reingeniería es requerido.

A continuación se describen las actividades que se han llevado a cabo:

1) *Búsqueda de Ontologías:* Durante esta etapa se buscaron ontologías que reúnan los requisitos identificados en el *Documento de Especificación de Requerimientos de la Ontología*, introducido en la sección III. Para la búsqueda de ontologías se utilizó Watson⁴ y otros motores de búsqueda semántica como Swoogle⁵ y Sindice⁶. Se consultó en forma manual algunas librerías de ontologías existentes como Protégé Ontology Library⁷. Adicionalmente, se buscaron estándares que definan tipos de competencia e intereses de un usuario en sitios Web de alta fiabilidad.

La tabla IV muestra un ejemplo de las ontologías encontradas por cada categoría, incluyendo el proyecto o institución creador(a) del modelo. Para la categoría *información del televidente* se especificó la búsqueda en diferentes características que se requerían modelar acerca del usuario. El número entre paréntesis en cada categoría representa el total de ontologías encontradas y que están actualmente accesibles⁸.

2) *Comparación de las Ontologías:* Durante esta tarea se compararon las ontologías identificadas en el paso anterior.

⁴<http://watson.kmi.open.ac.uk/>

⁵<http://swoogle.umbc.edu/>

⁶<http://sindice.com/>

⁷http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Protege_Ontology_Library

⁸El proceso de búsqueda inició en el mes de octubre de 2013 y culminó a mediados de noviembre del mismo año.

TABLE IV
EJEMPLO DE ONTOLOGÍAS POR CADA CATEGORÍA.

Ontología	Proyecto o Institución
Categoría 1: Información del Televidente (Persona)	
Información Básica (30)	
FOAF.owl GUMO.owl Person ^a ...	FOAF-Project DFKI GmbH W3C Schema.org ...
Información Profesional (7)	
FOAF.owl eBiquity Person ^b Education Ontology ^c ...	FOAFProject UMBC ebiquity Ontology Engineering Group ...
Características propias del usuario (2)	
GUMO LUMO	DFKI GmbH CERTH-ITI
Habilidades (12)	
GUMO Reusable Competency Definitions ^d Reusable Definition of Competency ^e HR-XML Person Competency ^f Skill Ontology ^g ...	DFKI GmbH IEEE IMS HR-XML Consortium Ontology Engineering Group ...
Categoría 2: Tópicos de Preferencias (6)	
IPTC news codes ^h DBpedia ⁱ ...	International Press Telecommunications Council Comunidad Wikipedia y otros ...
Categoría 3: Intereses (10)	
NERD ^j Interests ^k ...	G. Rizzo Y R. Troncy M. Golemati ...
Categoría 4: Actividades (4)	
Event ^l Programmes ^m Event ⁿ	Schema.org BBC Centre for Digital Music
Categoría 5: Tiempo (10) y Lugares (15)	
TimeLine Ontology ^o Kestrel Time Ontology ^p SRI Time Ontology ^q OWL-Time ^r (antes DAML-Time) ...	Centre for Digital Music Kestrel Institute SRI Artificial Intelligence Center W3C ...
ISO3166 ^s Geography Ontology ^t ...	ISO Ontology Engineering Group ...

^a <http://schema.org/Person>

^b <http://ebiquity.umbc.edu/ontology/person.owl>

^c <http://mayor2.dia.fi.upm.es/oeg-upm/files/hrmontology>

^d <http://www.cen-itso.net/main.aspx?put=264>

^e <http://www.imglobal.org/competencias/>

^f <http://www.hr-xml.org/>

^g El mismo enlace que “c”

^h <http://weblab.it.uc3m.es/results/NEWS/subjectcodes.owl>

ⁱ <http://wiki.dbpedia.org/Ontology>

^j <http://nerd.eurecom.fr/ontology>

^k <http://oceanis.mm.di.uoa.g>

^l <http://schema.org/Event>

^m <http://www.bbc.co.uk/ontologies/programmes/2009-09-07.n3>

ⁿ <http://motools.sourceforge.net/event/event.122.n3>

^o <http://motools.sourceforge.net/timeline/timeline.179.n3>

^p <http://www.kestrel.edu/DAML/2000/12/TIME.daml>

^q <http://www.ai.sri.com/daml/ontologies/sri-basic/1-0/Time.daml>

^r <http://www.w3.org/TR/owl-time/>

^s http://www.iso.org/iso/country_codes

^t El mismo enlace que “c”

Para determinar el conjunto de ontologías no apropiadas a ser reutilizadas, las siguientes acciones fueron ejecutadas:

- Comprobar si el alcance y propósito establecido en el Documento de Especificación de Requisitos de la Ontología (DERO) es similar al de la ontología candidata.
- Comprobar si los requisitos no funcionales establecidos en el DERO están cubiertos por el dominio de la ontología candidata. Un ejemplo de requisito no funcional identificado en la propuesta fue que el multilingüismo debe ser representado en la ontología a desarrollar.

- Comprobar si los requisitos funcionales en forma de preguntas de competencia incluidos en el DERO son cubiertas (total o parcialmente) por el dominio de la ontología candidata. Esta comprobación fue ejecutada calculando la precisión y cobertura de la terminología de las ontologías candidatas con respecto a la terminología incluida en el DERO.

Se ha definido precisión como la proporción de los términos en la ontología candidata incluidos en los términos identificados en DERO sobre los términos en la ontología candidata. Esto se expresa de la siguiente manera:

$$Precision = \frac{TermOntCandidata \cap TermDERO}{TermOntCandidata}$$

La medida de cobertura está basada en la medida *recall* usada en recuperación de información [29]. En este trabajo, la cobertura es la proporción de los términos identificados en el DERO que están incluidos en los términos recogidos en la ontología candidata sobre los términos identificados en el DERO. Esto se expresa de la siguiente manera:

$$Cobertura = \frac{TermOntCandidata \cap TermDERO}{TermDERO}$$

Con el fin de ilustrar el proceso ejecutado para analizar las ontologías candidatas bajo los criterios antes mencionados, se ha seleccionado como ejemplo el grupo de ontologías sobre información profesional del usuario (ver categoría 1 en la tabla IV. En la tabla V se muestra el análisis efectuado por el equipo de desarrollo de ontologías al grupo de recursos ontológicos seleccionado.

Para decidir si una ontología candidata no es considerada útil en el proceso de reutilización, la siguiente heurística fue aplicada: Si el desarrollador contestó No a los criterios “Alcance similar” y/o “Propósito similar” y/o “Requerimientos Funcionales cubiertos”, entonces la ontología fue considerada no útil, y por tanto fue eliminada del conjunto de ontologías candidatas.

Luego de la aplicación de la heurística las ontologías: *eBiquity Person*, *Ukek*, *Bibliographies*, *Onto*, y *KA*, fueron eliminadas del conjunto de ontologías candidatas. El mismo proceso fue aplicado para el resto de ontologías identificadas en las otras categorías.

3) *Selección de las Ontologías*: En esta tarea se determinó cuál de las ontologías identificadas en la tarea previa es la más apropiada para ser reutilizada en la ontología a ser desarrollada. Para determinar tal ontología se analizaron cuatro dimensiones de las características no-funcionales de

TABLE V
EJEMPLO DE COMPARACIÓN DE ONTOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PERSONAL.

Criterio	Rango de Valores	Ontologías Candidatas						
		FOAF	eBiquity Person	Education	Ukek ^a	Bibliographies ^b	Onto ^c	KA ^d
Alcance similar	[Si,No,Desconocido]	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
Propósito similar	[Si,No,Desconocido]	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Requerimientos no-funcionales cubiertos	[Si-Totalmente, Si-Parcialmente, No, NO Desconocido]	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Requerimientos funcionales cubiertos	[Si-Totalmente, Si-Parcialmente, No, Desconocido]	Si-Parcialmente	NO	Si-Parcialmente	NO	NO	NO	NO

^a <http://www.ukoln.ac.uk/projects/iemsr/wp2/rdf/vocab/ukek.rdf>

^b <http://simile.mit.edu/repository/ontologies/official/bibliographies.rdfs>

^c <http://oaei.ontologymatching.org/2004/Contest/303/onto.rdf>

^d <http://www.cs.man.ac.uk/horrocks/OWL/Ontologies/ka.owl>

las ontologías. Las dimensiones consideradas se describen brevemente a continuación:

- Costo de Reutilización. Se refiere a la estimación del coste (económico y temporal) que se necesita para la reutilización de la ontología candidata.
- Esfuerzo de Comprensión. Se refiere a la estimación del esfuerzo necesario para comprender la ontología candidata.
- Esfuerzo de Integración. Se refiere a la estimación del esfuerzo necesario para la integración de la ontología candidata en la ontología que está siendo desarrollada.
- Confiabilidad. Se refiere al análisis de si se puede confiar en la ontología candidata a ser reutilizada.

Es necesario aclarar que cada una de las dimensiones arriba descritas posee un conjunto de criterios que permiten obtener un puntaje para cada ontología candidata. Por cada criterio se tiene i) un rango de valores lingüísticos⁹, ii) una explicación de la forma de medir el criterio, y iii) un peso numérico. Una explicación de los criterios y su forma de medición está fuera del alcance de este artículo, sin embargo mayores detalles pueden ser consultados en [19].

La tabla VI muestra los valores obtenidos para cada criterio y por cada ontología candidata de la categoría información personal. Considere que este mismo grupo de ontologías fue usado como ejemplo para mostrar la tarea de comparación de ontologías (descrito en el punto anterior). Del grupo de siete ontologías, sólo dos fueron catalogadas como aceptables para ser reusadas. En la tabla, los pesos numéricos fueron definidos por el equipo de trabajo, considerando la importancia de cada uno de los criterios. Los símbolos (+) y (-) en los pesos se establecieron para observar si el criterio se cuenta de manera positiva o negativa, respectivamente. Tanto los símbolos como los pesos numéricos no fueron modificados por el desarrollador de la ontología al momento de la evaluación.

Para calcular la puntuación de las diferentes ontologías candidatas se usaron las siguientes formulas:

$$Puntaje_{i(+)} = \sum_{j(+)} Valor_{T_{i,j}} x \frac{Peso_j}{\sum_j Peso_j}$$

⁹Estos valores lingüísticos toman valor en una escala de [0 a 3] de la siguiente manera: desconocido=0, bajo=1, medio=2, y alto=3

TABLE VI
EJEMPLO DE SELECCIÓN DE ONTOLOGÍAS DE INFORMACIÓN PERSONAL.

Criterio	Peso	Valores*	
		FOAF	Education
Costo de Reutilización			
Costo Económico del Reuso	(-) 9	1	1
Tiempo Requerido para Reuso	(-) 7	1	1
Esfuerzo de Comprensión			
Calidad Documentación	(+) 8	3	2
Disponibilidad de Conocimiento Externo	(+) 7	3	2
Claridad del Código	(+) 8	3	3
Esfuerzo de Integración			
Adecuación de extracción de conocimiento	(+) 9	2	2
Adecuación de convenciones de nombrado	(+) 5	2	3
Adecuación del lenguaje de implementación	(+) 8	3	3
Conflictos de conocimiento	(-) 8	2	2
Adaptación al razonador	(+) 5	3	1
Necesidad de términos puente	(-) 7	1	1
Confiabilidad			
Disponibilidad de pruebas	(+) 8	3	1
Soprote Teórico	(+) 8	3	3
Reputación del Equipo de Desarrollo	(+) 8	3	3
Fiabilidad documentación	(+) 3	3	3
Apoyo Práctico	(+) 6	3	3
	Total:	1.48	1.26

* desconocido=0, bajo=1, medio=2, y alto=3

$$Puntaje_{i(-)} = \sum_{j(-)} Valor_{T_{i,j}} x \frac{Peso_j}{\sum_j Peso_j}$$

donde:

- $Puntaje_{i(+)}$ es el puntaje para la ontología candidata i para el conjunto de criterios ponderados con (+)
- $Puntaje_{i(-)}$ es el puntaje para la ontología candidata i para el conjunto de criterios ponderados con (-)
- i es una ontología candidata particular
- j es un criterio particular de las incluidas en la Tabla VI, $j(+)$ representa los criterios con peso positivo y $j(-)$ los criterios con peso negativo.
- $Valor_{T_{i,j}}$ es el valor para el criterio de j en la ontología i
- $Peso_j$ es el peso numérico asociado al criterio j

La puntuación final para cada ontología candidata se obtuvo de la siguiente manera:

$$Puntaje_i = Puntaje_{i(+)} - Puntaje_{i(-)}$$

Las ontologías con el puntaje más alto en cada una de las categorías fueron seleccionadas para la construcción del perfil de usuario. En ciertos casos más de una ontología fue seleccionada dada su calidad y aporte al proceso de construcción.

4) *Personalización e Integración de las Ontologías Seleccionadas*: Para personalizar e integrar las ontologías seleccionadas se ejecutó un proceso de alineamiento manual. El objetivo fue crear un modelo ligero y manejable que i) pueda soportar la representación del perfil de un usuario de TV digital bajo un único vocabulario, ii) abarque el conjunto mínimo de conceptos entre la abundante información en el dominio, y iii) sea capaz de mantener conceptualizaciones específicas tales como características y preferencias del usuario.

El proceso de alineamiento no tiene sentido sin un proceso de re-estructuración de los recursos ontológicos a ser alineados. Algunas situaciones pueden darse:

- Los recursos importados contienen información irrelevante para modelar el perfil.
- Algunos conceptos relevantes para modelar el perfil no están contemplados en los recursos importados.

Con el fin de cumplir los principios antes descritos, algunas de estas sub-actividades fueron ejecutadas en los recursos ontológicos seleccionados para reutilización:

- Podar las ontologías de acuerdo a las necesidades. En algunos casos fue necesario eliminar ciertos conceptos que no aportaban nada a la ontología construida. Por ejemplo en el caso de la ontología GUMO todos los conceptos derivados a partir del concepto Personality fueron eliminados porque no aportaban nada a las necesidades de la ontología final.
- Enriquecer la ontología a ser reusada. En ciertas ontologías seleccionadas fue necesario ejecutar un proceso de enriquecimiento con nuevas estructuras conceptuales que permitan cubrir las necesidades puntuales de la ontología a ser desarrollada.
- Adaptar las ontologías seleccionadas a los criterios de diseño de la ontología destino. Algunas convenciones de nombrado de términos fueron aplicadas para homogenizar la ontología final.
- Incluir conexiones a través de relaciones entre clases que no fueron inicialmente conectadas. Por ejemplo, para conectar la ontología sobre la información básica de la persona con la ontología que describe la localidad de residencia del usuario se usó la propiedad *viveEn (liveIn)*.

En ningún caso fue necesario traducir una ontología a ser reusada al lenguaje de implementación seleccionado para la ontología final. Todas las ontologías estaban disponibles en formatos similares ya sea RDF u OWL.

La figura 1 muestra el metamodelo de la ontología que define el perfil de un usuario de TV digital. Los rectángulos en

la figura representan clases, mientras que los óvalos representan relaciones. El metamodelo no es completo, solo pretende ilustrar las relaciones entre las diferentes ontologías usadas para modelar el perfil.

La ontología actual tiene 585 Classes, 9 ObjectProperties y 30 DataProperties. La primera versión será publicada bajo el espacio de nombres <http://ucuenca.edu.ec/ontology/>.

5) *Evaluación de la Ontología Resultante*: Esta actividad tiene como meta comprobar la calidad técnica de la ontología construida. Hay que indicar que al momento de escribir este artículo, únicamente se ha comprobado que la ontología no contenga errores de sintaxis. Es trabajo en ejecución la evaluación de posibles errores de diseño, estructura y calidad semántica de la ontología.

V. APLICACIÓN DE LA ONTOLOGIA

En esta sección se describe un ejemplo sencillo del perfil de un usuario típico de TV digital. La idea es demostrar la adaptabilidad de la ontología propuesta para representar las características y preferencias del usuario.

Se pide considerar una persona mayor de edad (21 años) y cuyo nombre es Juan Pérez (datos personales). Él ha indicado en sus redes sociales que le gusta el fútbol (intereses). Además ha colocado a Cuenca como su ciudad de origen (contexto espacial). Por la mañana ha podido observar el noticiero 24 Horas durante unos 30 minutos (tiempo) antes de salir a la Universidad (actividades). En el ejemplo, las palabras encerradas entre paréntesis hacen referencia a las categorías identificadas como básicas para modelar el perfil del usuario (ver sección III).

Para facilitar la comprensión de la representación del perfil descrito previamente, se ha usado la nomenclatura *TURTLE*¹⁰, la cual es un formato para serializar RDF y que representa la información en tripletas cada una de las cuales consta de un sujeto, un predicado, y un objeto.

- 1: @base <<http://ucuenca.edu.ec/ontology/userprofile/>> .
- 2: @prefix rdf:<<http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>> .
- 3: @prefix rdfs:<<http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>> .
- 4: @prefix foaf: <<http://xmlns.com/foaf/0.1/>> .
- 5: @prefix time: <<http://www.w3.org/TR/2006/WD-owl-time-20060927/>> .
- 6: @prefix po: <<http://purl.org/ontology/po/>> .
- 7: @prefix lo: <<http://www.cenitmio.es/ontologies/Location.owl>> .
- 8: @prefix bbc: <<http://www.bbc.co.uk/ontologies/programmes>> .
- 9: @prefix dbpedia: <<http://wiki.dbpedia.org/Ontology>> .
- 10: <#juan>
- 12: a foaf:Person ;
- 13: foaf:nick "JP1974" ;
- 14: foaf:name "Juan Perez" ;

¹⁰<http://www.w3.org/TR/2013/CR-turtle-20130219/>

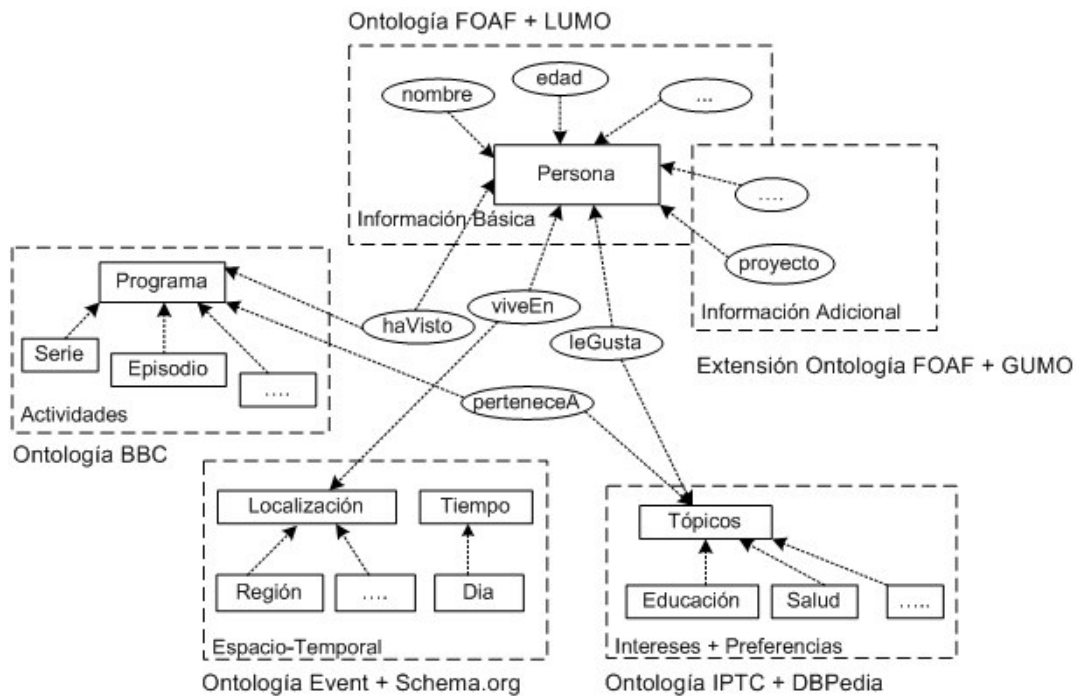


Fig. 1. Metamodelo de la Ontología del Perfil de Usuario

```

15: foaf:firstName "Juan" ;
16: foaf:surname "Perez" ;
17: foaf:gender "male" ;
18: foaf:age "21"^^xs:integer .

```

```

20: <#futbol>

```

```

21:   a dbpedia:Deportes ;
22:   dbpedia:name "Futbol"@ES, "Soccer"@EN .

```

```

24: <#juan> :like <#futbol> .

```

```

26: <#cuenca>

```

```

27:   a lo:City ;
28:   lo:name "Cuenca" .

```

```

30: <#juan> :liveIn <#cuenca> .

```

```

32: <#noticiero24>

```

```

33:   a bbc:Programme ;
34:   bbc:pid "b20140212" ;
35:   bbc:title "Noticiero 24 horas" .

```

```

37: bbc:Programme

```

```

38:   a evt:Event ;
39:   evt:hasBeginning evt:timeStart ;
40:   evt:hasDurationDescription
41:     evt:programmeDuration .

```

```

42: evt:timeStart

```

```

43:   a evt:Instant ;
44:   evt:inXSDDateTime

```

```

45:     2014-03-23T07:00:00 .

```

```

46:   evt:programmeDuration

```

```

47:     a evt:DurationDescription ;

```

```

48:     evt:minutes 30 .

```

```

49:

```

```

50: <#juan> :saw <#noticiero24> .

```

En el ejemplo las líneas 1-9, especifican los *namespaces* de las ontologías reutilizadas en el diseño. Note que la ontología especificada en la línea 1 es el modelo ontológico creado en este trabajo. Las líneas 11 a la 18 especifican los *datos personales* del usuario. La descripción de que la instancia *fútbol* es un tipo de *deporte* y que en el idioma Inglés el término usado es *soccer*, es mostrado en las líneas 20-22. La línea 24 permite especificar que al usuario *Juan* le gusta el *fútbol*.

Antes de describir la localidad de residencia del usuario, es necesario especificar el significado de la instancia *Cuenca*. Usando la ontología que describe las localidades es posible especificar que *Cuenca* es una *ciudad* (líneas 26-28). Con estos hechos declarados en la línea 30 se especifica que *Juan* vive en la ciudad de *Cuenca*.

En las líneas 32-35 se indica que el *noticiero 24 horas* es un tipo de *programa*. Las líneas 37-48 tienen como objetivo describir que un programa es un *evento* que tiene una *hora*, una *fecha* de inicio (líneas 42-45), y una *duración* (líneas 46-48). Finalmente en la línea 50 se indica el programa que ha visto el usuario.

Una de las ventajas de tener la información del perfil del usuario modelado a través de ontologías es la posibilidad de aprovechar la estructura ontológica para recomendar conceptos

similares. Así por ejemplo, si se conoce que a Juan le gustan los deportes es posible inferir con la ontología que automovilismo es también un tipo de deporte y por tanto puede ser de interés para Juan.

VI. CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

La principal contribución de este trabajo consiste en la identificación de los aspectos del modelado del perfil de usuario, relevantes para soportar un sistema de recomendación de programación televisiva y la integración de estos aspectos usando tecnología semántica. Tanto la definición de los requisitos del modelo ontológico como su construcción tomaron como base las guías propuestas en la metodología NeOn. Diferentes recursos ontológicos relacionados al dominio fueron considerados para crear un modelo comprensible y extensible. Aunque se han identificado características de los usuarios que son relevantes para el dominio de la TV digital, la mayor parte de la ontología es genérica y sin duda podría ser reutilizada en otros dominios.

Existen algunas tareas pendientes que requieren ser finalizadas antes de publicar la ontología. En primer lugar es necesario localizar¹¹ la ontología al Español, dado que la mayoría de ontologías reutilizadas son monolingües y el language usado es el Inglés. Para ello se está haciendo uso de la herramienta LabelTranslator [30], la cual está disponible como plugin dentro del NeOnToolkit [31]. En segundo lugar, se pretende ejecutar diferentes pruebas a la ontología propuesta. Particularmente, se busca medir la usabilidad y la calidad de la modelación. Finalmente, se están investigando diferentes técnicas para poblar la ontología automáticamente. Es de interés del grupo de investigación, estudiar la Web social como fuente de información para capturar el perfil de un usuario. La hipótesis que se maneja es que esta red de datos sociales ha crecido sustancialmente en los últimos años, por tanto su uso podría proporcionar un mejor entendimiento de las intenciones e intereses de los usuarios del dominio de la TV digital.

RECONOCIMIENTO

La investigación descrita en este trabajo en ejecución forma parte del proyecto “Aplicación de Tecnologías Semánticas para Disminuir la Sobrecarga de Información en Usuarios de TV digital” apoyado por la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca.

REFERENCES

- [1] V. Saquicela, M. Espinoza, J. Mejía, and B. Villazón-Terrazas, “Reduciendo la sobrecarga de información en usuarios de televisión digital,” in *Proceedings of the Workshop on Semantic Web and Linked Data*, Morelia, México, 2014.
- [2] S. Middleton, N. Shadbolt, and D. Roure, “Ontological user profiling in recommender systems,” in *ACM Transactions on Information Systems*, 2004, pp. 54–88.
- [3] A. Sieg, B. Mobasher, and R. Burke, “Improving the effectiveness of collaborative recommendation with ontology-based user profiles,” in *Proceedings of the 1st International Workshop on Information Heterogeneity and Fusion in Recommender Systems*, ser. HetRec '10. New York, NY, USA: ACM, 2010, pp. 39–46.

¹¹El proceso de localización implica la traducción de las etiquetas ontológicas entre diferentes lenguajes naturales.

- [4] N. P. Andersen, “Reducing cold start problem in the wikipedia recommender system,” Master’s thesis, Technical University of Denmark, DTU Informatics, Asmussens Alle, Building 305, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark, 2011.
- [5] I. Cantador, P. Castells, and A. Bellogín, “An enhanced semantic layer for hybrid recommender systems: Application to news recommendation,” *Int. J. Semant. Web Inf. Syst.*, vol. 7, no. 1, pp. 44–78, Jan. 2011. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.4018/jswis.2011010103>
- [6] M. Viviani, N. Bennani, and E. Egyed-Zsigmond, “A survey on user modeling in multi-application environments,” in *Proceedings of the 2010 Third International Conference on Advances in Human-Oriented and Personalized Mechanisms, Technologies and Services*, ser. CENTRIC '10. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010, pp. 111–116.
- [7] N. Baumgartner and W. Retschitzegger, “A survey of upper ontologies for situation awareness,” *Proc. of the 4th IASTED International Conference on Knowledge Sharing and Collaborative Engineering*, St. Thomas, US VI, 2006.
- [8] D. Heckmann, T. Schwartz, B. Brandherm, M. Schmitz, and M. von Wilamowitz-Moellendorff, “Gumo - the general user model ontology,” in *User Modeling*, 2005, pp. 428–432.
- [9] V. Ocegueda-Hernández and J. Conesa-Caralt, 2011, ontPersonal: ontología de personalización para ITINER un sistema generador de rutas turísticas basado en información semántica.
- [10] M. R. Tazari, M. Grimm, and M. Finke, “Modeling user context,” in *Proceedings of the 10th International Conference on Human-Computer Interaction (HCI2003)*, Crete, Greece, 2003.
- [11] S. Gauch, J. Chaffee, and A. Pretschner, “Ontology-based user profiles for search and browsing,” *User Modeling and User-Adapted Interaction: The Journal of Personalization Research, Special Issue on User Modeling for Web and Hypermedia Information Retrieval*, 2003.
- [12] J. Trajkova and S. Gauch, “Improving ontology-based user profiles,” in *Proc. of RIAO 2004*, 2004, pp. 380–389.
- [13] J. Teevan, S. T. Dumais, and E. Horvitz, “Personalizing search via automated analysis of interests and activities,” in *Proceedings of the 28th Annual International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval*, ser. SIGIR '05. New York, NY, USA: ACM, 2005, pp. 449–456.
- [14] A. Kobsa, “User modeling: Recent work, prospects and hazards,” in *Adaptive User Interfaces: Principles and Practice*, M. Schneider-Hufschmidt, T. Kühme, and U. Malinowski, Eds. Amsterdam: North-Holland, 1993, pp. 111–128.
- [15] S. E. Middleton, D. C. De Roure, and N. R. Shadbolt, “Capturing knowledge of user preferences: Ontologies in recommender systems,” in *Proceedings of the 1st International Conference on Knowledge Capture*, ser. K-CAP '01. New York, NY, USA: ACM, 2001, pp. 100–107.
- [16] J.-Y. Kim, J.-W. Kim, and C.-S. Kim, “Ontology-based user preference modeling for enhancing interoperability in personalized services,” in *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services*, ser. Lecture Notes in Computer Science, C. Stephanidis, Ed. Springer Berlin Heidelberg, 2007, vol. 4556, pp. 903–912.
- [17] J. Fink, A. Kobsa, and A. Nill, “Adaptable and adaptive information access for all users, including the disabled and the elderly,” in *In User Modeling: Proceedings of the Sixth International Conference, UM97*, 1997, pp. 171–173.
- [18] G. S. Hubona and G. W. Shirah, “The gender factor performing visualization tasks on computer media,” in *HICSS*, 2004.
- [19] M. del Carmen Suárez de Figueroa Baonza, “Neon methodology for building ontology networks: Specification, scheduling and reuse,” Ph.D. dissertation, Technical University of Madrid, UPM, 2010.
- [20] M. C. Suárez-Figueroa, A. Gómez-Pérez, and B. Villazón-Terrazas, “How to write and use the ontology requirements specification document,” in *Proceedings of the Confederated International Conferences, CoopIS, DOA, IS, and ODBASE 2009 on On the Move to Meaningful Internet Systems: Part II*, ser. OTM '09. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2009, pp. 966–982.
- [21] S. Bechhofer, F. van Harmelen, J. Hendler, I. Horrocks, D. L. McGuinness, P. F. Patel-Schneider, and L. A. Stein, “OWL Web Ontology Language Reference,” W3C, Tech. Rep., February 2004.
- [22] M. Grüninger and M. S. Fox, “Methodology for the design and evaluation of ontologies,” in *International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI95), Workshop on Basic Ontological Issues in Knowledge Sharing*, 1995.

- [23] R. Studer, V. R. Benjamins, and D. Fensel, "Knowledge engineering: Principles and methods," *Data and Knowledge Engineering*, vol. 25, no. 1-2, pp. 161–197, March 1998.
- [24] S. Lawrence, "Context in web search," *IEEE Data Engineering Bulletin*, vol. 23, no. 3, pp. 25–32, 2000.
- [25] V. Katifori, A. Poggi, M. Scannapieco, T. Catarci, and Y. E. Ioannidis, "Ontopim: how to rely on a personal ontology for personal information management." in *Semantic Desktop Workshop*, ser. CEUR Workshop Proceedings, S. Decker, J. Park, D. Quan, and L. Sauer mann, Eds., vol. 175. CEUR-WS.org, 2005.
- [26] D. Palmisano and M. Minno, 2010, user and Context Model Specification. Notube Project Deliverable D3.1.
- [27] D. Tsatsou, M. Loli, V. Mezaris, R. Klein, M. Kober, T. Kliegr, J. Kuchar, M. Mancas, J. Leroy, and L. Nixon, 2011, deliverable 4.1 Specification of user profiling and contextualisation. Linked TV Project.
- [28] M. Suarez-Figueroa, *NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse*, ser. Dissertations in Artificial Intelligence. IOS Press, Incorporated, 2013.
- [29] R. A. Baeza-Yates and B. Ribeiro-Neto, *Modern Information Retrieval*. Boston, MA, USA: Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 1999.
- [30] M. Espinoza, E. Montiel-Ponsoda, and A. Gómez-Pérez, "Ontology localization," in *Proc. of 5th international conference on Knowledge capture (KCAP-09), Redondo Beach, California (USA), ACM, ISBN 978-1-60558-658-8, pp. 33-40, 2009.*
- [31] P. Hasse, H. Lewen, R. Studer, and M. Erdmann, "The neon ontology engineering toolkit," in *In WWW 2008 Developers Track*, 2008.