

Inferencia en la Web Semántica

Experimentos con la Web Semántica
Concepción de sistemas de Información

Inferencia

- Nociones Intuitivas de Inferencia (o Razonamiento):
 - Encadenamientos de Ideas.
 - A partir de cierto conocimiento que tiene disponible en forma explícita, se hace explícito más conocimiento que, está implícito en el conocimiento anterior.
- Ej: Silogismo (Aristóteles)

Todos los hombres son mortales.
Sócrates es un hombre.

Sócrates es mortal.

Inferencia

- Otra visión (o la misma):
 - A partir de ciertos hechos, se pueden obtener otros hechos que son consecuencia de los anteriores.
- De donde salen esos hechos?
 - De la observación de un “universo” determinado.
- Cómo se obtienen las consecuencias?
 - A través de reglas que se aceptan como válidas en ese “universo”.
 - Ley de gravedad según Newton.

Inferencia

- Hay al menos tres elementos involucrados en la inferencia:
 - Una representación del universo.
 - En el caso de Newton es directamente el universo real observable.
 - Un conjunto de reglas que se aceptan como válidas.
 - La ley de gravedad.
 - Un formalismo que permite manipular esa representación del universo para obtener los nuevos hechos.
 - $|F|=g*m_1*m_2/d^2$

Inferencia y Lógica de Primer Orden

- Los “universos” están dados por las estructuras:
 - $\langle A, R_1, \dots, R_n, F_1, \dots, F_m, a_1, \dots, a_k \rangle$
- El formalismo está dado por la sintaxis y su correspondencia con el universo.
 - El lenguaje de Términos y la interpretación de los mismos.
 - El lenguaje de las Fórmulas y la noción de valuación (función que nos dice cuando algo es verdadero o falso)
- Las reglas están dadas por las manipulaciones del formalismo que aceptamos como válidas.

$A \rightarrow B$

A

—

B

CSI

EWS - Inferencia

5

Inferencia y Web Semántica

- Cómo se puede explotar la idea de Inferencia en la Web Semántica?
 - Cómo se puede obtener conocimiento o información implícita a partir de la información que está explícita en la web semántica?
- El primer paso :
 - En donde está la información en la Web Semántica?
 - En las ternas, ya sean de instancia o de esquema.
 - Depende de los vocabularios.
- Hay que ver cuáles son los universos (modelos), cuáles son los lenguajes (formalismos) y cuáles son las reglas posibles.

CSI

EWS - Inferencia

6

Lenguaje Básico: RDF.

- Qué se tiene disponible en RDF.
 - Ternas $\langle S, P, O \rangle$ donde:
 - S es el **sujeto**, y es una URI o un nodo blanco.
 - P es el **predicado**, y es una URI.
 - O es el **objeto**, y una URI, un nodo blanco o un literal.

Estructuras Simples en RDF

- Similares a los de primer orden en donde:
 - No hay funciones ni constantes.
 - Todas las relaciones son binarias
 - El universo son los recursos (lo que representan las uris o los literales o los nodos blancos).
 - Son: $\langle U, R_1, \dots, R_n, E_1, \dots, E_m, a_1, \dots, a_k \rangle$

Conjunto de los Recursos

Una relación por cada URI que representa un predicado.

Todo esto se tiene para cada grafo.

Estructuras Simples en RDF

Se está considerando que los literales tipeados y sin tipo se interpretan igual.

- Aproximación final:
 - Hay que resolver bien la correspondencia entre el vocabulario (V) y el modelo.
- La estructura es una tupla (I) con funciones y conjuntos:
 - Un conjunto (LV) que son los literales.
 - Un conjunto (IR) que son los recursos $LV \subseteq IR$
 - Un conjunto (IP) de propiedades (podrían ser recursos).
 - Una función (Iext) que mapea las propiedades en conjuntos de parejas de recursos (Iext: $IP \rightarrow 2^{IR \times IR}$)
 - Una función (Is) que mapea cada término del vocabulario en una propiedad o un recurso (Is: $V \rightarrow IR \cup IP$)

CSI

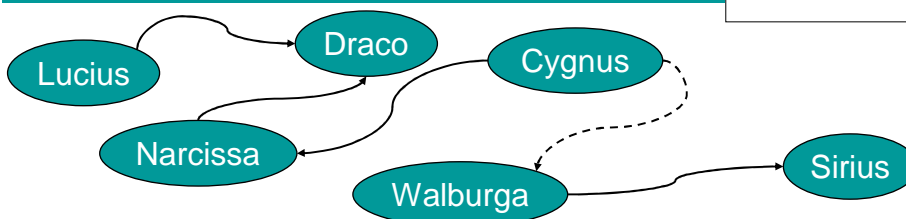
EWS - Inferencia

9

Ejemplo de Modelo Simple

```
@prefix hpw: <http://.../person/>
hpw:Lucius hpw:padre hpw:Draco.
hpw:Narcissa hpw:padre hpw:Draco.
hpw:Cygnus hpw:padre hpw:Narcissa;
hpw:hermano hpw:Walburga.
hpw:Walburga hpw:padre hpw:Sirius.
```

→ Padre
- - - - - Hermano



CSI

EWS - Inferencia

10

Ejemplo de Estructura Simple

- Hay que definir el vocabulario (V), el conjunto de Recursos (IR), el conjunto de propiedades (IP), los literales (LV), y las Funciones ltext, ls
- V: Todos los nombres de nodos y aristas.
 - $V = \{hpw:Lucius, hpw:Narcisa, hpw:Draco, hpw:Walburga, hpw:Cygnus, hpw:Sirius, hpw:padre, hpw:hermano\}$
- IR: Son las personas (o sus representaciones Semánticas) de las que se habla y podría incluir a las propiedades
 - $IR = \{lm, dm, nb, cb, wb, sb, p, h\}$
- IP: son las propiedades (o sus representaciones semánticas)
 - $IP = \{p, h\}$

Ejemplo de Estructura Simple

- LV: no hay literales por lo que es vacío
 - $LV = \{\}$
- ltext: Para cada propiedad devuelve un conjunto de parejas de recursos.
 - $ltext(p) = \{<lm, dm>, <nb, dm>, <cb, nb>, <wb, sb>\}$
 - $ltext(h) = \{<cb, wb>\}$
- ls: Para cada nombre de recurso devuelve el recurso asociado.
 - $ls(hpw:Lucius) = lm$
 - $ls(hpw:Draco) = dm$
 - $ls(hpw:Narcissa) = nb$
 - $ls(hpw:Cygnus) = cb$
 - $ls(hpw:Walburga) = wb$
 - $ls(hpw:Sirius) = sb$
 - $ls(hpw:padre) = p$
 - $ls(hpw:hermano) = h$

Interpretación Simple

- Ahora se puede definir una noción de verdad.
 - Una terna $\langle s, p, o \rangle$ es verdadera en una estructura (interpretación) I de un vocabulario V , en donde $I = \langle LV, IR, IP, \text{lext}, \text{Is} \rangle$ cuando todos sus componentes son del vocabulario correcto y la pareja formada por las interpretaciones de s y o están en el conjunto asociado a p y en cualquier otro caso, es falsa.
 - $\langle s, p, o \rangle$ es verdadera en I si y solo si $\{s, p, o\} \subseteq V$ y $\langle \text{Is}(s), \text{Is}(o) \rangle \in \text{lext}(\text{Is}(p))$.
 - Un grafo G es verdadero en una interpretación I , si todas sus ternas son verdaderas.

Ejemplo de Interpretación Simple

- Dado el grafo de la página 10 y la estructura presentada en las páginas 11 y 12:
 - hpw:Lucius hpw:padre hpw:Draco.
 - Para ver si es verdadera hay que ver si:
 $\langle \text{Is}(\text{hpw:Lucius}), \text{Is}(\text{hpw:Draco}) \rangle \in \text{lext}(\text{Is}(\text{hpw:padre}))$
 - Y esto es así, dado que $\langle \text{lm}, \text{dm} \rangle \in p$
 - hpw:Narcissa hpw:padre hpw:Sirius.
 - Es falsa, dado que razonando análogamente, se ve que $\langle \text{nb}, \text{sb} \rangle \notin p$.

Notación

- Si una terna $\langle s,p,o \rangle$ (o un grafo G) es verdadera en una estructura I , se dice que I es modelo de (o modela) $\langle s,p,o \rangle$ (o del grafo G) y se escribe de la siguiente forma:
 - $I \models \langle s,p,o \rangle$ ($I \models G$)
- Dados dos grafos G_1 y G_2 . Si todos los modelos de G_1 también son modelos de G_2 se dice que G_2 es una **consecuencia simple** de G_1 .
 - Notación: $G_1 \models G_2$.

Estructura RDF

- Una estructura RDF es una estructura Simple que considera el vocabulario RDF (V_{rdf}) de forma que siempre sea interpretado formalmente según la especificación “humana”.
 - $V_{rdf} = \{rdf:type, rdf:Property, rdf:XMLLiteral, rdf:nil, rdf:List, rdf:Statement, rdf:subject, rdf:predicate, rdf:object, rdf:first, rdf:rest, rdf:Seq, rdf:Bag, rdf:Alt, rdf:value\} \cup \{rdf:_i / i \in \mathbb{Z}^+\}$
 - Nos concentraremos en algunas partes de este vocabulario.

Estructura RDF: Condiciones

- Definición: Un estructura **I** es una estructura RDF sobre el vocabulario **V** si y sólo si:
 - **I** es una estructura simple sobre el vocabulario $V \cup V_{rdf}$.
 - **I** cumple además las siguientes condiciones:
 - Todas las propiedades están relacionadas con **rdf:Property** a través de la propiedad **rdf:type**.
 - Todos los literales están bien tipeados.
 - Son verdaderas todas las ternas axiomáticas (están en todas las interpretaciones de cualquier grafo).

Estructura RDF: Condiciones

- Todas las propiedades están relacionadas con **rdf:Property** a través de la propiedad **rdf:type**.
 - $x \in IP$ si y sólo si
 $\langle x, \text{Is}(\text{rdf:Property}) \rangle \in \text{Iext}(\text{Is}(\text{rdf:type}))$

Ternas Axiomáticas en Estructuras RDF

- `rdf:type` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:subject` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:predicate` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:object` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:first` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:rest` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:value` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:_1` `rdf:type` `rdf:Property` .
- `rdf:_2` `rdf:type` `rdf:Property` .
- ...
- `rdf:nil` `rdf:type` `rdf:List`

Consecuencia RDF

- Dados dos grafos G_1 y G_2 . Si todos los modelos de G_1 también son modelos de G_2 se dice que G_2 es una **consecuencia RDF** de G_1 .
 - Notación: $G_1 \models_{\text{rdf}} G_2$.
 - Observar que si es consecuencia RDF también es consecuencia Simple, porque las estructuras RDF son estructuras Simples.

Resumen de la semántica de RDF.

- Se definieron dos formas de interpretar RDF:
 - La **interpretación simple** que no considera ningún vocabulario, sólo ternas. Se define la interpretación de un vocabulario V como una tupla $\langle LV, IR, IP, \text{lex}, \text{ls} \rangle$ con algunas condiciones sobre esos elementos.
 - La **interpretación rdf** que considera el vocabulario RDF mediante condiciones extras la tupla y las ternas axiomáticas.

Resumen de la semántica de RDF.

- En base a esas definiciones se introducen nociones de verdad tanto para las tuplas como para los grafos:
 - I es un **modelo simple** de $\langle s, p, o \rangle$ si y sólo si $\langle \text{ls}(s), \text{ls}(o) \rangle$ está en $\text{lex}(\text{ls}(p))$
 - I es un **modelo rdf** si I es un modelo simple y además: los literales XML están bien tipeados y todas las propiedades están relacionadas con `rdf:Property` por `rdf:type`
 - Una interpretación I es modelo (simple o RDF) de un grafo si y sólo si I es modelo (simple o RDF) de todas las ternas del grafo.

Resumen de la semántica de RDF.

- Se presentaron las definiciones de Consecuencia (Entailment) de Grafos en función de las nociones de verdad.
 - Dados dos grafos G_1 y G_2 . G_2 es **consecuencia (simple o rdf)** de G_1 si todos los modelos (simples o rdf respectivamente) son también modelos de G_2 . ($G_1 \models G_2$)

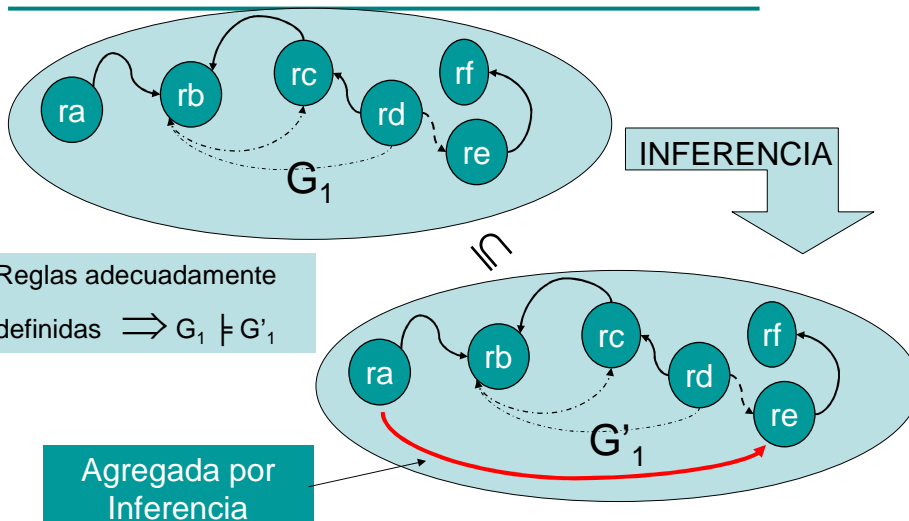
Qué se necesita de las Reglas de Inferencia.

- Se quieren reglas de inferencia para garantizar que $G_1 \models G_2$.
 - Esto es que permitan calcular G_2 a partir de G_1 garantizando que G_2 es consecuencia de G_1 o que si se tienen los dos grafos, permitan chequear la consecuencia.
- De qué forma se pueden definir esas reglas?

Qué se necesita de las Reglas de Inferencia.

- Inferencia:
 - A partir de conocimiento dado explícitamente se obtiene nuevo conocimiento implícito.
- Dónde está el conocimiento en RDF?
 - En los grafos (y/o en las ternas).
- Qué es inferencia en términos de RDF?
 - Dado un grafo, obtener nuevas ternas que tienen que ser verdaderas en todos los modelos del grafo original.

Inferencia en Grafos RDF



Inferencia en Grafos RDF

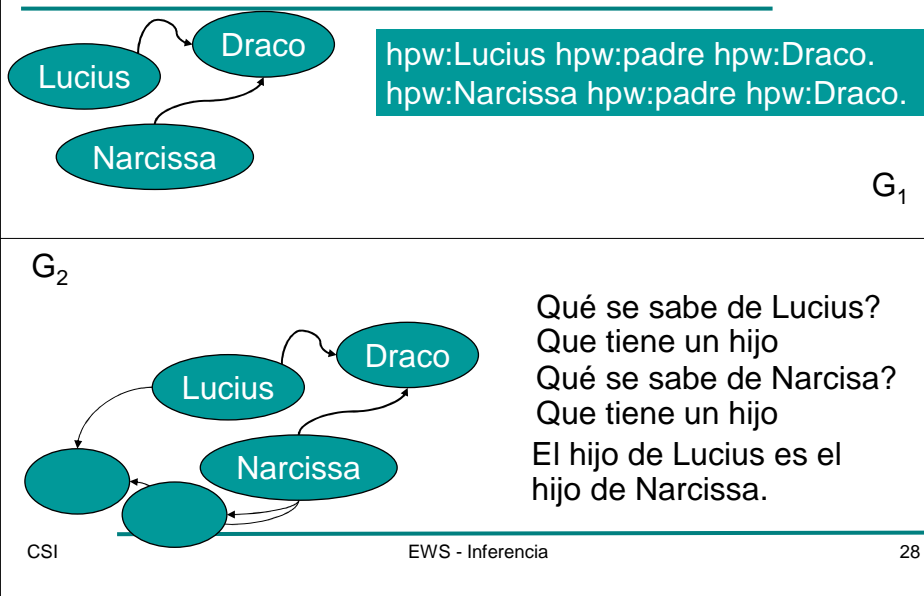
- De lo anterior:
 - $G_1 \models G'_1$ donde $G'_1 = G_1 \cup \{ \langle s,p,o \rangle / \langle s,p,o \rangle \text{ surgen de } G_1 \text{ vía reglas de inferencia adecuadas} \}$
 - Si $G_2 \subseteq G_1$ entonces $G_1 \models G_2$ (Por def de \models)
 - \models es transitiva (por def.) o sea que:
 - $G_1 \models G'_1$ y $G'_1 \models G_2 \Rightarrow G_1 \models G_2$
- Definimos una nueva relación entre grafos (\vdash), dependiendo del tipo de interpretación:
 - $G_1 \vdash G_2$ si y sólo si hay un grafo G'_1 que es una extensión de G_1 obtenida sólo mediante las reglas de inferencia correspondientes y $G_2 \subseteq G'_1$

CSI

EWS - Inferencia

27

Inferencia Simple



CSI

EWS - Inferencia

28

Notación para las Reglas.

- **p,q,b,c** son uris.
- **_:n** es un nodo blanco.
- **u,v** son uris o nodos blancos (posibles sujetos)
- **x,y** son una uris, nodos blancos o literales (posibles objetos).
- **l** es un literal
- Las reglas se notarán poniendo sobre una línea las ternas de hipótesis y debajo de la línea las conclusiones.
- Se asume que cada regla puede tener 0 o más hipótesis pero tiene una única conclusión.
- Cada regla tiene un nombre.

Inferencia Simple

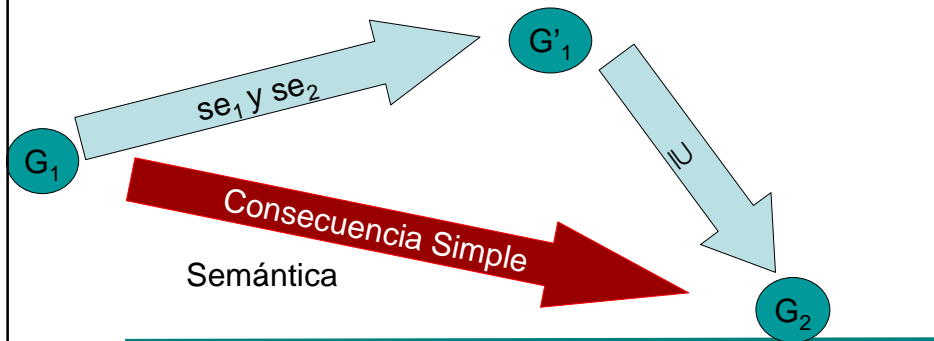
$$\frac{u \ p \ x .}{u \ p \ _ : n .} \text{ se}_1 \qquad \frac{u \ p \ x .}{_ : n \ p \ x .} \text{ se}_2$$

- Donde **_:n** es un nodo blanco que o bien, no aparece en el grafo, o bien si aparece está sustituyendo a **x** o **u** respectivamente.
- Significado intuitivo:
 - se_1 : Si hay una terna, entonces hay un objeto.
 - se_2 : Si hay una terna, entonces hay un sujeto.

Inferencia Simple

- Teorema:

- Si G_1 se puede extender a G'_1 usando sólo las reglas se_1 y se_2 y $G_2 \subseteq G'_1$ entonces $G_1 \models G_2$.



CSI

EWS - Inferencia

31

Inferencia en RDF

$\frac{}{u p x .}$ rdfax

Donde $\langle u, p, x \rangle$ es una terna axiomática

$\frac{u p l .}{u p _ : n .}$ lg

No debe ser usada para introducir nodos blancos que ya aparezcan en el grafo y que no hayan sido introducidos para **I**.

CSI

EWS - Inferencia

32

Inferencia en RDF

$$\frac{u \text{ p } y .}{p \text{ rdf:type } \text{rdf:Property} .} \text{rdf1}$$

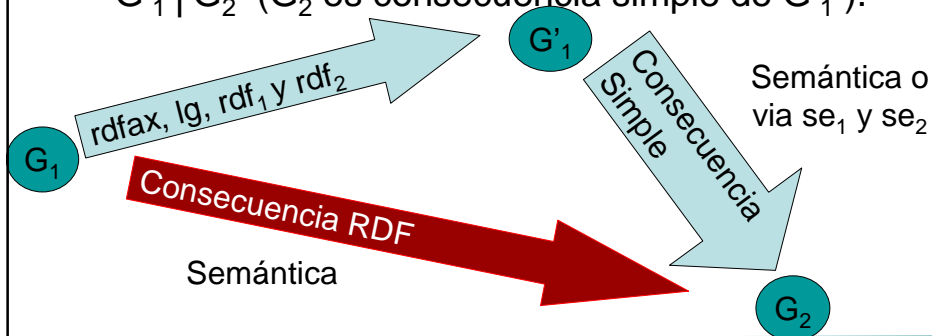
$$\frac{u \text{ p } l .}{_:n \text{ rdf:type } \text{rdf:XMLLiteral} .} \text{rdf2}$$

No debe ser usada para introducir nodos blancos que ya aparezcan en el grafo y que no hayan sido introducidos para **l**.

Inferencia RDF

- Teorema:

- $G_1 \models_{\text{rdf}} G_2$ si y sólo si de G_1 se puede derivar G'_1 usando sólo las reglas rdfax , lg , rdf_1 y rdf_2 y $G'_1 \models G_2$ (G_2 es consecuencia simple de G'_1).



Interpretaciones RDFS

- Una interpretación RDFS es una interpretación RDF que tiene en cuenta el vocabulario de rdfs (V_{rdfs})
- $V_{\text{rdfs}} = \{ \text{rdfs:domain}, \text{rdfs:range}, \text{rdfs:Resource}, \text{rdfs:Literal}, \text{rdfs:Datatype}, \text{rdfs:Class}, \text{rdfs:subClassOf}, \text{rdfs:subPropertyOf}, \text{rdfs:member}, \text{rdfs:Container}, \text{rdfs:ContainerMembershipProperty}, \text{rdfs:comment}, \text{rdfs:seeAlso}, \text{rdfs:isDefinedBy}, \text{rdfs:label} \}$
- Se agrega una función para interpretar las Clases como subconjuntos de recursos.

Interpretaciones RDFS

- Una interpretación RDFS sobre un vocabulario V es una interpretación RDF sobre el vocabulario $V \cup V_{\text{rdfs}}$, que tiene dos elementos más:
 - **IC**: contiene a los recursos que son clases.
 - **l_{ext}:IR** $\rightarrow 2^{\text{IR}}$ para representar las extensiones de las clases.

Interpretaciones RDFS

- De esta forma, una interpretación RDFS sobre un vocabulario V es una tupla $I = \langle LV, IR, IP, l_{\text{ext}}, l_{\text{cext}}, l_{\text{s}} \rangle$ donde
 - LV es el conjunto de literales.
 - IR es el conjunto de recursos.
 - IP son las propiedades.
 - $l_{\text{ext}}: IP \rightarrow 2^{IR \times IR}$
 - $l_{\text{cext}}: IR \rightarrow 2^{IR}$
 - $l_{\text{s}}: V \cup V_{\text{rdf}} \cup V_{\text{rdfs}} \rightarrow IR \cup IP$

Interpretaciones RDFS: Definición

- Una interpretación RDFS sobre un vocabulario V es una interpretación RDF sobre el vocabulario $V \cup V_{\text{rdfs}}$ que cumple las siguientes condiciones:
 - $IR = l_{\text{cext}}(l_{\text{s}}(\text{rdfs:Resouce}))$
 - $LV = l_{\text{cext}}(l_{\text{s}}(\text{rdfs:Literal}))$
 - $IC = l_{\text{cext}}(l_{\text{s}}(\text{rdfs:Class}))$
 - Si $\langle x, y \rangle \in l_{\text{ext}}(l_{\text{s}}(\text{rdfs:domain}))$ y $\langle u, v \rangle \in l_{\text{ext}}(x)$, entonces $u \in l_{\text{cext}}(y)$
 - Si el dominio de la propiedad x es la clase y , y además $\langle u, x, v \rangle$, entonces u está en la clase y .

Interpretaciones RDFS: Definición

- Si $\langle x, y \rangle \in \text{lex}(\text{Is}(\text{rdfs:range}))$ y $\langle u, v \rangle \in \text{lex}(x)$, entonces $v \in \text{Icext}(y)$
 - Si el rango de la propiedad x es la clase y , y además $\langle u, x, v \rangle$, entonces v está en la clase y .
- $\text{lex}(\text{Is}(\text{rdfs:subPropertyOf}))$ es reflexiva y transitiva sobre IP.
- Si $\langle x, y \rangle \in \text{lex}(\text{Is}(\text{rdfs:subPropertyOf}))$ entonces x e $y \in \text{IP}$ y $\text{lex}(x) \subseteq \text{lex}(y)$
 - Si $\langle x, \text{rdfs:subPropertyOf}, y \rangle$ entonces cualquier pareja que está en x también está en y .

Interpretaciones RDFS: Definición

- Si $x \in \text{IC}$ entonces $\langle x, \text{Is}(\text{rdfs:Resource}) \rangle \in \text{lex}(\text{Is}(\text{rdfs:subClassOf}))$
 - Toda clase es subclase de rdfs:Resource .
- Si $\langle x, y \rangle \in \text{lex}(\text{Is}(\text{rdfs:subClassOf}))$, entonces x e $y \in \text{IC}$ y $\text{Icext}(x) \subseteq \text{Icext}(y)$.
 - Si $\langle x, \text{rdfs:subClassOf}, y \rangle$ entonces x e y son clases y x está incluida en y .
- $\text{lex}(\text{Is}(\text{rdfs:subClassOf}))$ es reflexiva y transitiva sobre IC.

Interpretaciones RDFS

- Si $x \in \text{Icext}(\text{Is}(\text{rdfs:ContainerMembershipProperty}))$ entonces
 $\langle x, \text{Is}(\text{rdfs:member}) \rangle \in \text{Iext}(\text{Is}(\text{rdfs:subPropertyOf}))$
 - Si x es una propiedad “contenedor” entonces es una subpropiedad de **rdfs:member**
- Si $x \in \text{Icext}(\text{Is}(\text{rdfs:Datatype}))$ entonces
 $\langle x, \text{Is}(\text{rdfs:Literal}) \rangle \in \text{Iext}(\text{Is}(\text{rdfs:subClassOf}))$
 - Cualquier x de tipo **rdfs:Datatype** tiene que ser una subclase de **rdfs:Literal**.

Ternas Axiomáticas para RDFS

- `rdf:type rdfs:domain rdfs:Resource .`
- `rdfs:domain rdfs:domain rdf:Property .`
- `rdfs:range rdfs:domain rdf:Property .`
- `rdfs:subPropertyOf rdfs:domain rdf:Property .`
- `rdfs:subClassOf rdfs:domain rdfs:Class .`
- `rdfs:member rdfs:domain rdfs:Resource .`
- `rdf:first rdfs:domain rdf:List .`
- ...
- <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-mt-20040210/#RDFSINTERP>

Inferencia en RDFS

$\frac{}{u \text{ p } x .}$ rdfsax

Donde $\langle u, p, x \rangle$ es una terna axiomática

$\frac{u \text{ p } l .}{_ : n \text{ rdf:type } \text{ rdfs:Literal .}}$ rdfs1

No debe ser usada para introducir nodos blancos que ya aparezcan en el grafo y que no hayan sido introducidos para l.

Inferencia en RDFS

- Efectos de las Restricciones de las Propiedades (Dominio y Rango)

$\frac{p \text{ rdfs:domain } x . \quad u \text{ p } y .}{u \text{ rdf:type } x .}$ rdfs2

$\frac{p \text{ rdfs:range } x . \quad u \text{ p } v .}{v \text{ rdf:type } x .}$ rdfs3

Las propiedades son culpables de que los recursos estén en clases.

Inferencia en RDFS

- Todo es un recurso

$$\frac{u \text{ p } x .}{u \text{ rdf:type } \text{rdf:Resource} .} \text{rdfs4a}$$
$$\frac{u \text{ p } v .}{v \text{ rdf:type } \text{rdf:Resource} .} \text{rdfs4b}$$

Deducir que las propiedades también son recursos.

Inferencia en RDFS

- Subpropiedades

$$\frac{u \text{ rdfs:subPropertyOf } v . \quad v \text{ rdfs:subPropertyOf } x .}{u \text{ rdfs:subPropertyOf } x .} \text{rdfs5}$$
$$\frac{u \text{ rdf:type } \text{rdf:Property} .}{u \text{ rdf:subPropertyOf } u .} \text{rdfs6}$$

Subproperty es transitiva y reflexiva.

$$\frac{p \text{ rdfs:subPropertyOf } v . \quad u \text{ p } x .}{u \text{ v } x .} \text{rdfs7}$$

Las parejas de una subpropiedad también están en la superpropiedad

Inferencia en RDFS

- Subclases

u rdf:type rdfs:Class .

u rdfs:subClassOf rdfs:Resource . rdfs8

Todos los elementos de una clase son recursos.

u rdfs:subClassOf x . v rdf:type u .

v rdf:type x. rdfs9

Los elementos de una subclase también están en la superclase

Inferencia en RDFS

- Subclase.

u rdf:type rdfs:Class .

u rdfs:subClassOf u . rdfs10

u rdfs:subClassOf v . v rdfs:subClassOf x.

u rdfs:subClassOf x . rdfs11

Subclase es reflexiva y transitiva.

Inferencia en RDFS

- Contenedores

$$\frac{u \text{ rdf:type rdfs:ContainerMembershipProperty .}}{u \text{ rdfs:subPropertyOf rdfs:member .} \quad \text{rdfs12}}$$

- Datatypes

$$\frac{u \text{ rdf:type rdfs:Datatype .}}{u \text{ rdfs:subClassOf rdfs:Literal .} \quad \text{rdfs13}}$$

Inferencia en RDFS

- Reliteralización

$$\frac{u \text{ p } _ : n .}{u \text{ p l .} \quad \text{gl}}$$

En donde $_ : n$ fue introducido previamente por la regla **lg** para el literal **l** .

Inconsistencias en RDFS

```
ex:título rdfs:range rdfs:Literal .
ex:UnLibro ex:título ">:--->"^XMLLiteral .
```

- A partir de ese grafo, se puede derivar la siguiente tupla:
 - “>:--->”^XMLLiteral rdf:type rdfs:Literal .
- Sin embargo, eso no es un literal bien formado por lo que no está en LV.
- Esto se llama **XML Clash**
- Es la única forma, de escribir un grafo en rdfs que no tiene ningún model (inconsistente)

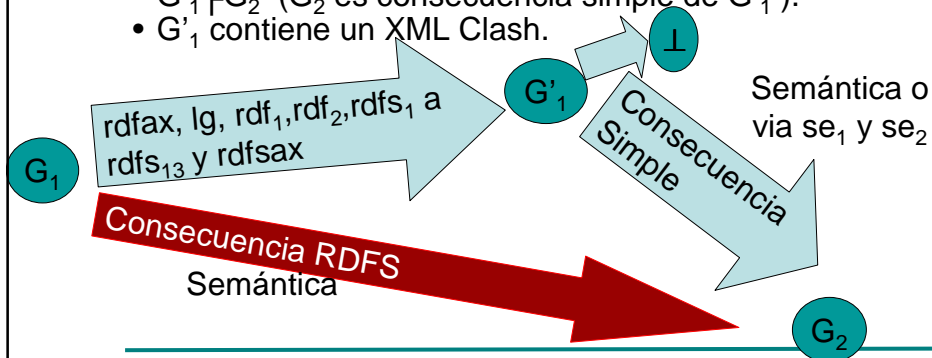
CSI

EWS - Inferencia

51

Inferencia RDFS

- Teorema:
 - $G_1 \models_{\text{rdfs}} G_2$ si G_1 se puede derivar G'_1 usando sólo las reglas lg, gl, rdfsax, rdf₁, rdf₂, rdfs₁ a rdfs₁₃ y rdfsax de forma que:
 - $G'_1 \models G_2$ (G_2 es consecuencia simple de G'_1).
 - G'_1 contiene un XML Clash.



CSI

EWS - Inferencia

52

Bibliografía

- Hayes, P. (2004). *RDF Semantics (W3C Recommendation)*. W3C. Retrieved from <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-mt-20040210/>
- Hitzler, P., Krötzsch, M., & Rudolph, S. (2009). *Foundations of Semantic Web Technologies*. Chapman & Hall/CRC.

ANEXO I: Tipos e Interpretaciones RDF

- En el slide 19 se omitió la especificación de la regla de “buen tipado” de los literales XML.
- Para agregar esa regla, es necesario considerar en una interpretación **I** un valor más llamado **IL** tal que es una función de los literales tipados (con ‘ $\wedge_{\langle \text{tipo} \rangle}$ ’) de **V** en **IR**.
- Son en realidad 2 condiciones compuestas que se presentan en el siguiente slide.

ANEXO I: Tipado de literales XML en Interpretaciones RDF

- Si $s^{\wedge}rdf:XMLLiteral$ está en V y s es un literal bien tipado, entonces:
 - $IL(s^{\wedge}rdf:XMLLiteral)$ es el valor XML de s
 - $IL(s^{\wedge}rdf:XMLLiteral) \in LV$
 - $\langle IL(s^{\wedge}rdf:XMLLiteral), Is(rdf:XMLLiteral) \rangle \in IExt(Is(rdf:type))$.
- Si $s^{\wedge}rdf:XMLLiteral$ está en V y s no está bien tipado, entonces:
 - $IL(s^{\wedge}rdf:XMLLiteral) \notin LV$ y
 - $\langle IL(s^{\wedge}rdf:XMLLiteral), Is(rdf:XMLLiteral) \rangle \notin IExt(Is(rdf:type))$.

Anexo II: errata.

- En la definición de Interpretación simple (slide 10) se decía que
 - $IR \cap LV = \{\}$
- Y eso es incorrecto. Debería decir:
 - $LV \subseteq IR$.

Inferencia

- Disponer del formalismo puede habilitar a estudiar “universos” que cumplen determinados hechos.
 - La Teoría de Cuerdas es una formulación matemática que permite representar ciertas observaciones del universo real, pero que también admite la existencia de más de cuatro dimensiones (otros “universos”).