

REPRESENTACIÓN DEL CONOCIMIENTO

Mauricio Espinoza Mejía
2024

- Ingeniero de Sistemas en UC, 1998
 - MEng en UNAM, 2002
 - Diplomado en Gestión y Evaluación de Proyectos de Investigación UC, 2004
 - PhD en UNIZAR-UPM, 2014
-
- Profesor – UC desde 2002
 - Director Carrera de Ingeniería Sistemas/Electrónica y Telecomunicaciones
 - Director Departamento de Ciencias de la Computación
 - Director Investigación UC

- Inteligencia Artificial

- Representación conocimiento, Web Semántica, Sistemas de Información Inteligentes, Sistemas de Recomendación (Salud).

- Publications:

- Scholar

- <https://scholar.google.com/citations?user=PFHdwNMAAAAJ&hl=es&oi=ao>

- ResearchGate

- https://www.researchgate.net/profile/Mauricio_Espinoza_Mejia

Porqué estudiar RC? (I)

- La representación del conocimiento (RC) y el razonamiento está en el centro del gran desafío de la inteligencia artificial

comprender la naturaleza de la inteligencia y la cognición tan bien que las computadoras puedan exhibir habilidades similares a las humanas

RC: Definición

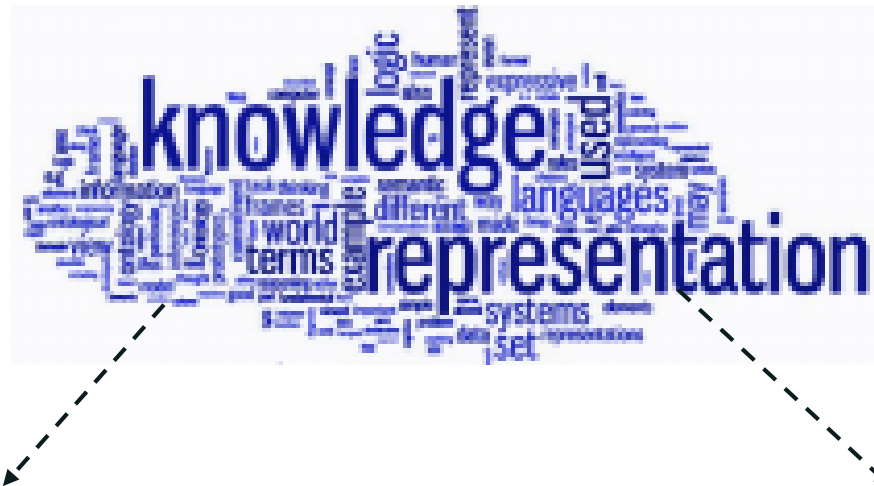
- RC se ocupa de presentar información del mundo real de forma que un computador pueda "entender" y utilizar la información para "resolver" problemas de la vida real o "gestionar" tareas de la vida real.

Desarrollar formalismos para proporcionar una descripción de alto nivel del mundo que pueda usarse de manera efectiva para construir aplicaciones inteligentes.

Preguntas importantes en RC

● Balance entre:

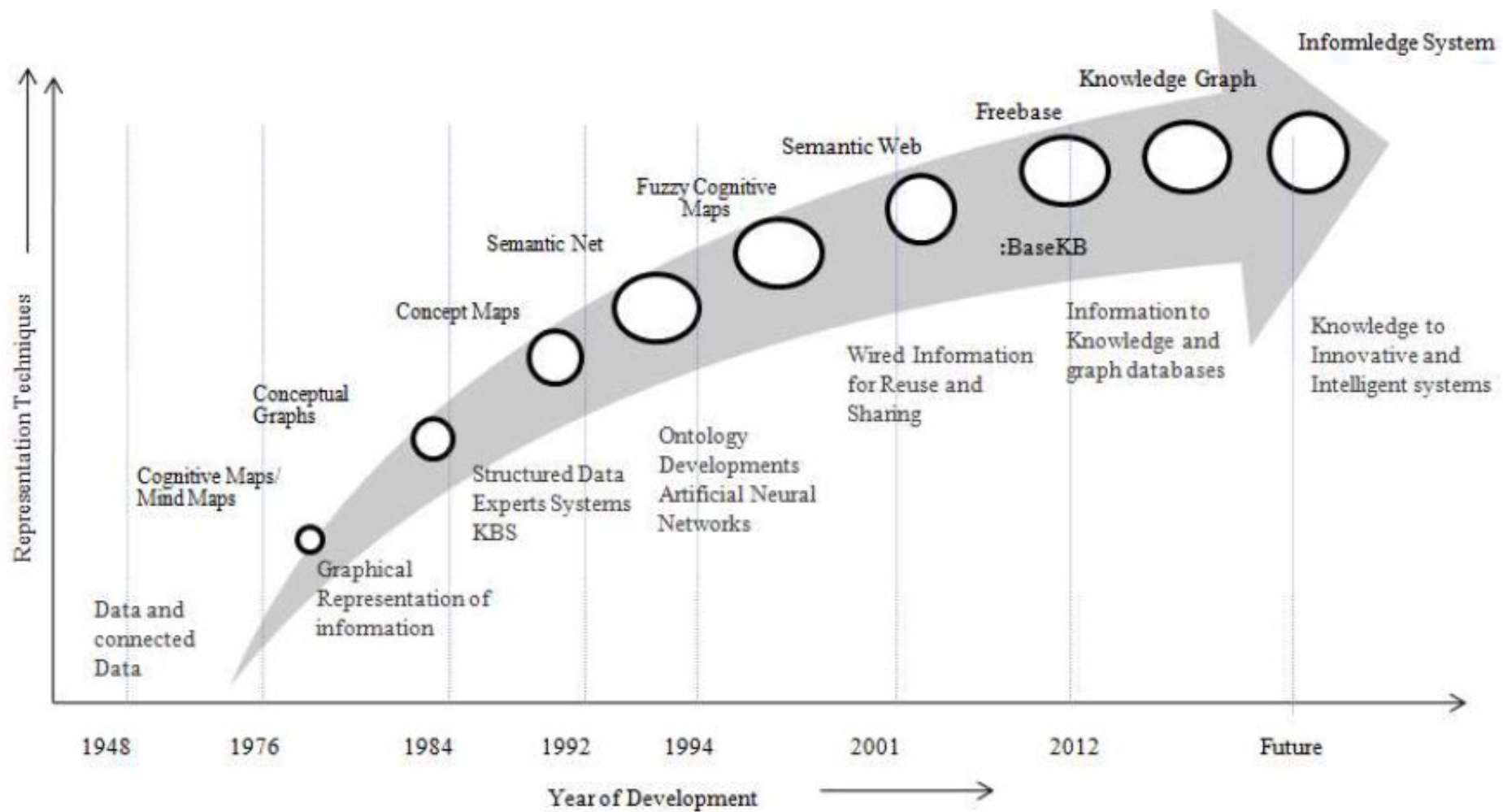
- ❑ la adecuación de la representación,
- ❑ el costo de adquisición y
- ❑ el costo computacional.



Propuestas cognitivas
Ej. Estructuras de red

Propuestas basadas en lógica
Ej. Fragmentos de Lógica de Primer Orden

Evolución de las técnicas de RC...



Paradigmas emergentes ('70 - '80)

● **Redes semánticas**

- Grafos no estructurados
- Sin semántica para apoyar la interpretación
- Sin axiomas para apoyar el razonamiento
- "What's in a Link: Foundations for Semantic Nets" W. Woods, in Representation and Understanding: Studies in Cognitive Science; edited by D. Bobrow and A. Collins; Academic Press; 1975.

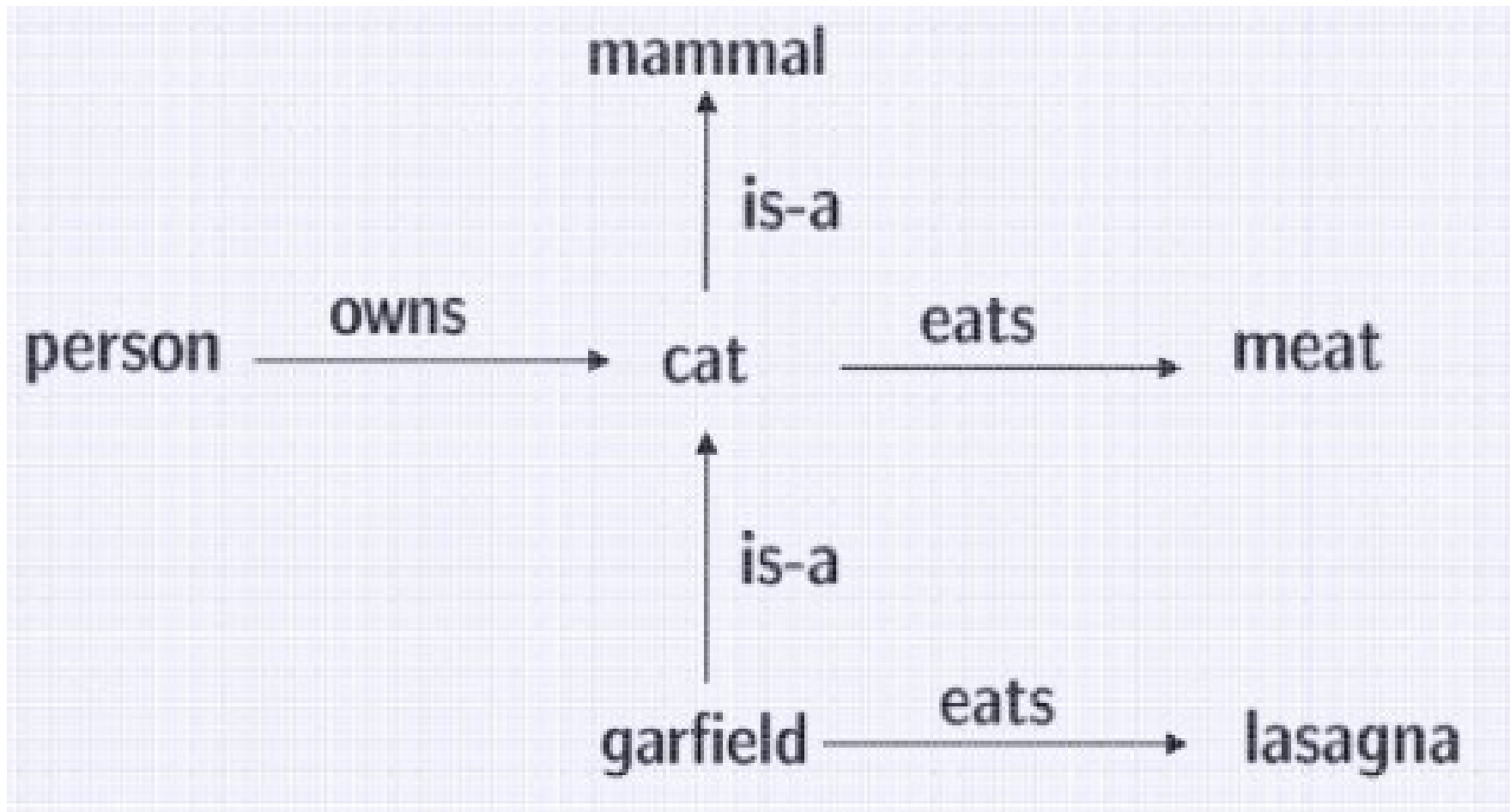
● Marcos

● Reglas de Producción

● Lógica de Predicados

Redes Semánticas

- **Redes semánticas** introducidas en [Quillan, 1967]



Paradigmas emergentes ('70 - '80)

- Redes semánticas

- **Marcos**

- Redes semánticas estructuradas
- Descripción orientada a objetos
- Un marco tiene un conjunto de slots
- Un slot representa una relación con otro marcos
- Taxonomías clase-subclase
- “A Framework for Representing Knowledge” , M. Minsky; in Mind Design; edited by J. Haugeland: MIT Press; 1981.

- Reglas de Producción

- Lógica de Predicados

Class Edited-Book

- Defined in Ontology: [Documents](#)
- Source code: [documents.lisp](#)

Arity: 1

Documentation: An edited book is a book whose authors are known as editors.

Instance-Of: [Class](#), [Relation](#), [Set](#)

Subclass-Of: [Book](#), [Document](#), [Individual](#), [Individual-Thing](#), [Thing](#) [...](#)

Object-oriented descriptions

Slots:

Has-Author:

Minimum-Slot-Cardinality: [0](#) [1](#)

Has-Editor:

Minimum-Slot-Cardinality: 1

Same-Slot-Values: [Has-Author](#)

Publication-Date-Of:

Slot-Cardinality: [0](#) [1](#)

Publisher-Of:

Slot-Cardinality: [0](#) [1](#)

Title-Of:

Slot-Cardinality: [0](#) [1](#)

Paradigmas emergentes ('70 - '80)

- Redes semánticas
- Marcos
- **Reglas de Producción**
 - Reglas de situación-acción
 - Si (luz de advertencia encendida) entonces (apague el motor)
 - Reglas de inferencia si-entonces
 - Si (luz advertencia encendida) entonces (sobrecalentamiento motor)
 - Si (luz advertencia encendida), entonces ((sobrecalentamiento motor) 0,95)
 - Base para sistemas expertos
- Lógica de Predicados

Paradigmas emergentes ('70 - '80)

- Redes semánticas
- Marcos
- Reglas de Producción
- **Lógica de Predicados**
 - Principalmente lógica de primer orden
 - "Todo el mundo ama a alguien en algún momento".
(forall ?p
 (implica (Persona ?p1)
 (existe (?p2 ?t) (and (Persona ?p2)
 (Tiempo ?t)
 (ama ?p1 ?p2 ?t))))))

RC en los ('90)

- **Representaciones declarativas**

- Más fácil de cambiar
- Multiuso
- Extensible por razonamiento

- **Semántica formal**

- Define lo que significa la representación
- Permite la comparación de representaciones / algoritmos

- **RC enraizado en el estudio de la lógica**

- temporal, contextual, modal,

- **Análisis teórico riguroso**

RC en los ('00)

● **Sistemas basados en web**

- ▣ incrustar conocimiento en páginas web
- ▣ lenguajes basados en XML, RDF, RDFS, OWL
- ▣ ¡Ontologías!

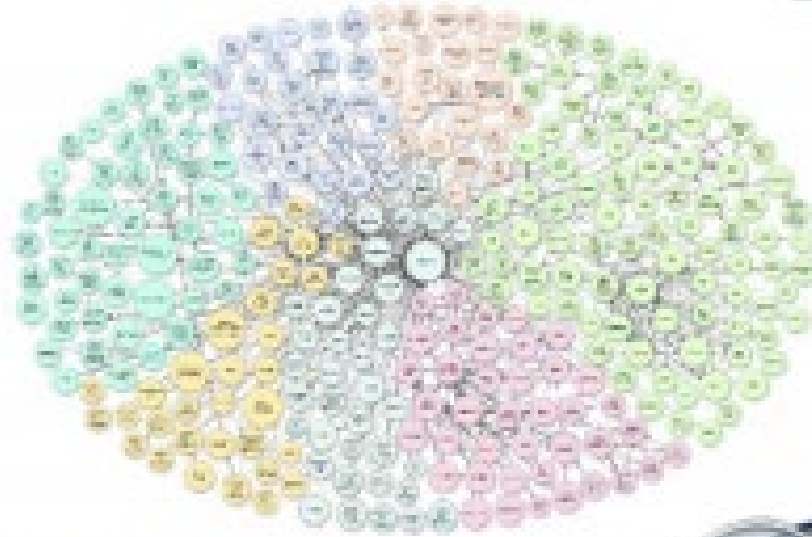
● **Impulsado por nuevas clases de aplicaciones**

- ▣ Recuperación de información en la web
- ▣ Servicios web

● **Grafos de conocimiento**

● ??

Actualidad: Grafos de conocimiento



https://www.wikidata.org/wiki/Wikidata:Main_Page



<http://rtw.ml.cmu.edu/rtw/kbbrowser/>

Actualidad: Grafos de conocimiento

- ...como una forma de conocimiento humano estructurado
- Gran atención de investigación tanto de la academia y la industria.
 - Google Knowledge Graph
 - Amazon, eBay, Airbnb
- Un grafo de conocimiento es una estructura de representación de hechos, constituida por entidades, relaciones, y descripciones semánticas

Grafos y Bases de Conocimiento

- Grafos de conocimiento \sim Bases de conocimiento
- GC = estructura basado en un grafo
- BC = semántica formal
 - interpretación e inferencia de hechos.

Ejemplo: Base y Grafo de Conocimiento

- El conocimiento se puede expresar en un triple general
 - (premisa; relación; consecuencia) o
 - (sujeto; predicado; objeto) RDF
 - (Albert Einstein; WinnerOf; Premio Nobel)

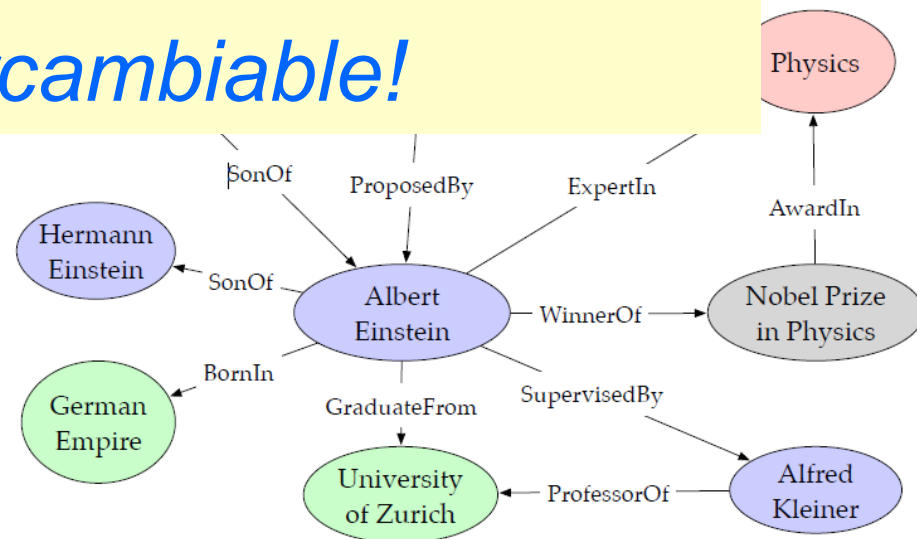
Ejemplo: Base y Grafo de Conocimiento

(Albert Einstein, **BornIn**, German Empire)
(Albert Einstein, **SonOf**, Hermann Einstein)
(Albert Einstein, **GraduateFrom**, University of Zurich)
(Albert Einstein, **WinnerOf**, Nobel Prize in Physics)
(Albert Einstein, **ExpertIn**, Physics)
(Nobel Prize in Physics, **AwardIn**, Physics)
(The theory of relativity, **TheoryOf**, Physics)
(Albert Einstein, **SupervisedBy**, Alfred Kleiner)

Triples de hechos en la base de conocimiento.

!este curso utiliza los términos gráfico de conocimiento y base de conocimiento de manera intercambiable!

Entidades y relaciones en gráfico de conocimiento



Grafos de Conocimiento (I)

https://en.wikipedia.org/wiki/Roger_Federer

"Federer" redirects here. For other uses, see [Federer \(disambiguation\)](#).

Roger Federer (born 8 August 1981) is a Swiss professional tennis player. Many players and analysts have called him the greatest tennis player of all time.^[a] Federer turned professional in 1998 and was continuously ranked in the top 10 from October 2002 to November 2016.^{[1][a]} He is currently ranked world No. 4 by the Association of Tennis Professionals (ATP).^{[2][a]}


Federer has won 18 Grand Slam singles titles, the most in history for a male tennis player, and held the No. 1 spot in the ATP rankings for a total of 302 weeks. In majors, Federer has won seven Wimbledon titles, five Australian Open titles, five US Open titles and one French Open title. He is among the eight men to capture a career Grand Slam. He has reached a record 28 men's singles Grand Slam finals, including 10 in a row from the 2005 Wimbledon Championships to the 2007 US Open.

Federer's ATP tournament records include winning a record six ATP World Tour Finals and playing in the finals at all nine ATP Masters 1000 tournaments. He also won the Olympic gold medal in doubles with his compatriot Stan Wawrinka at the 2008 Summer Olympic Games and the Olympic silver medal in singles at the 2012 Summer Olympic Games. Representing Switzerland, he was a part of the 2014 winning Davis Cup team. He was named the Laureus World Sportsman of the Year for a record four consecutive years from 2005 to 2008.

Contents [hide]

- Personal life
 - Childhood and early life
 - Family
 - Philanthropy and outreach
- Tennis career
 - Pre-1998: Junior years
 - 1998–2002: Early career and breakthrough in the ATP
 - 2003: Wimbledon victory
 - 2004: Impassing dominance
 - 2005: Consolidating dominance
 - 2006: Career best season
 - 2007: Holding off young rivals
 - 2008: 8th US Open title, Olympic Gold, and more
 - 2009: Career Grand Slam, and major title record
 - 2010: Fourth Australian Open
 - 2011: Sixth World Tour Finals title
 - 2012: Seventh Wimbledon and return to No. 1
 - 2013: Injury struggles
 - 2014: Wimbledon runner-up, and Davis Cup win
 - 2015: 1,000th win, Wimbledon and US Open runners-up
 - 2016: Knee surgery and long injury break
 - 2017: Resurgence and 18th major title
- National representation
 - Davis Cup
 - Olympics
- Rivalries
 - Federer vs. Nadal
 - Federer vs. Djokovic
 - Federer vs. Murray
 - Federer vs. Roddick
 - Federer vs. Hewitt
 - Federer vs. Agassi
 - Federer vs. del Potro
 - Federer vs. Safin

Roger Federer



Federer at 2009 Wimbledon where he broke the Grand Slam record

Country (sports) Switzerland

Residence Bottmingen, Switzerland^[3]

Born 8 August 1981 (age 35)
 Basel, Switzerland

Height 1.85 m (6 ft 1 in)^[2]

Turned pro 1998

Plays Right-handed (one-handed backhand)

Prize money US\$ 103,990,195

Official website [rogerfederer.com](#)

Singles

Career record 1099–248 (81.7%) in Grand Slam and ATP World Tour main draw matches, in Summer Olympics and in Davis Cup

Career titles 91 (6rd in the Open Era)

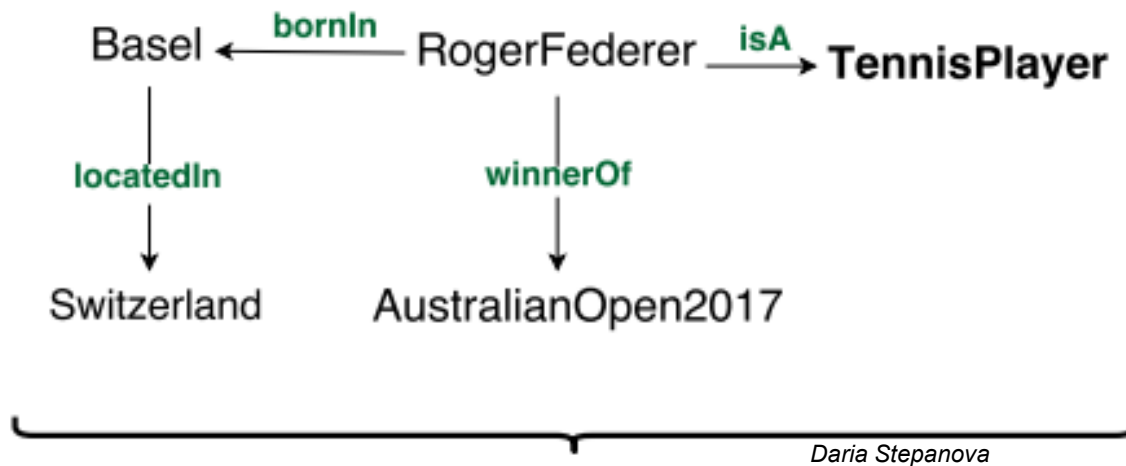
Highest ranking No. 1 (2 February 2004)

Current ranking No. 4 (3 April 2017)^[3]

Grand Slam Singles results

Australian Open W (2004, 2006, 2007, 2010, 2017)

Grafos de Conocimiento (II)



KGs are huge collections of positive unary and binary facts

tennisPlayer(rogerFederer)
bornIn(rogerFederer, basel)

Country (sports)	 Switzerland
Residence	Bottmingen, Switzerland ^[1]
Born	8 August 1981 (age 35) Basel, Switzerland
Height	1.85 m (6 ft 1 in) ^[2]
Turned pro	1998
Plays	Right-handed (one-handed backhand)
Prize money	US\$ 103,990,195
Official website	rogerfederer.com 
Singles	
Career record	1099–246 (81.71% in Grand Slam and ATP World Tour main draw matches, in Summer Olympics and in Davis Cup)
Career titles	91 (3rd in the Open Era)
Highest ranking	No. 1 (2 February 2004)
Current ranking	No. 4 (3 April 2017) ^[3]
Grand Slam Singles results	
Australian Open	W (2004, 2006, 2007, 2010, 2017)

Búsqueda semántica en la Web hoy...



winner of Australian Open 2017



Roger Federer

Tennis player



rogerfederer.com

Roger Federer is a Swiss professional tennis player who is currently ranked world No. 10 by the Association of Tennis Professionals. Many players and analysts have called him the greatest tennis player of all time. [Wikipedia](#)

Born: August 8, 1981 (age 35 years), Basel, Switzerland

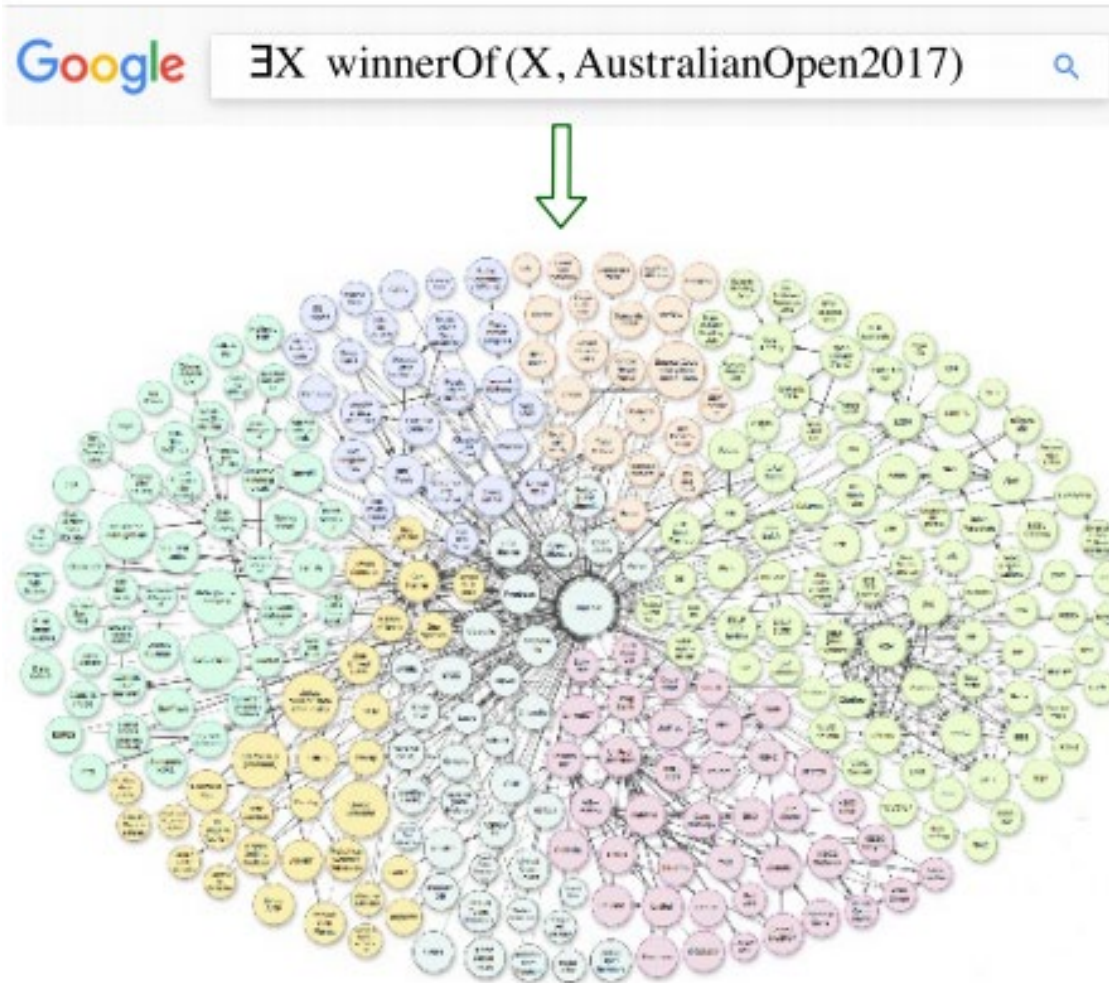
Height: 1.85 m

Weight: 85 kg

Spouse: Mirka Federer (m. 2009)

Children: Lenny Federer, Myla Rose Federer, Charlene Riva Federer, Leo Federer

Búsqueda semántica en la Web hoy...



Roger Federer

Tennis player

rogerfederer.com

Roger Federer is a Swiss professional tennis player who is currently ranked world No. 10 by the Association of Tennis Professionals. Many players and analysts have called him the greatest tennis player of all time. [Wikipedia](#)

Born: August 8, 1981 (age 35 years), Basel, Switzerland

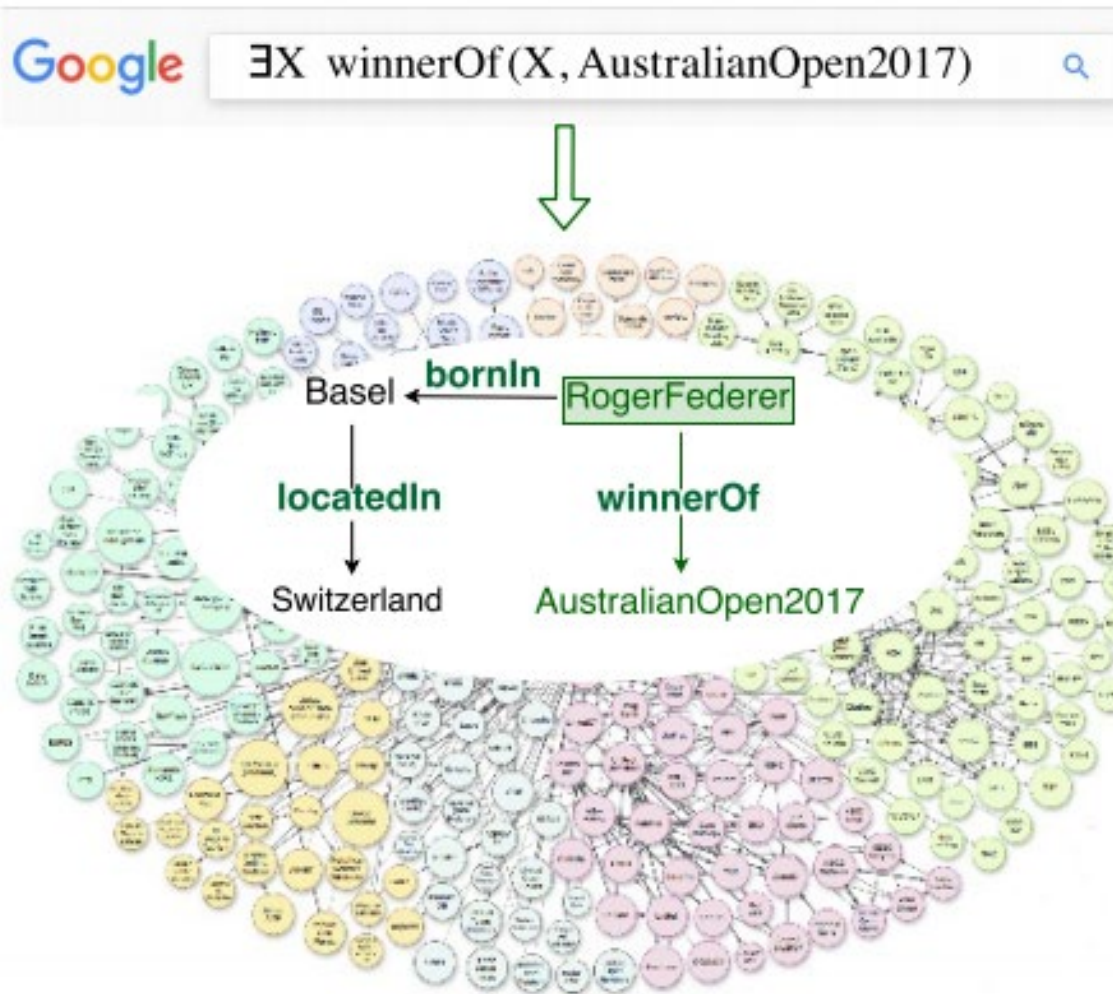
Height: 1.85 m

Weight: 85 kg

Spouse: Mirka Federer (m. 2009)

Children: Lenky Federer, Myla Rose Federer, Charlene Riva Federer, Leo Federer

Búsqueda semántica en la Web hoy...



Roger Federer

Tennis player

rogerfederer.com

Roger Federer is a Swiss professional tennis player who is currently ranked world No. 10 by the Association of Tennis Professionals. Many players and analysts have called him the greatest tennis player of all time. [Wikipedia](#)

Born: August 8, 1981 (age 35 years), Basel, Switzerland

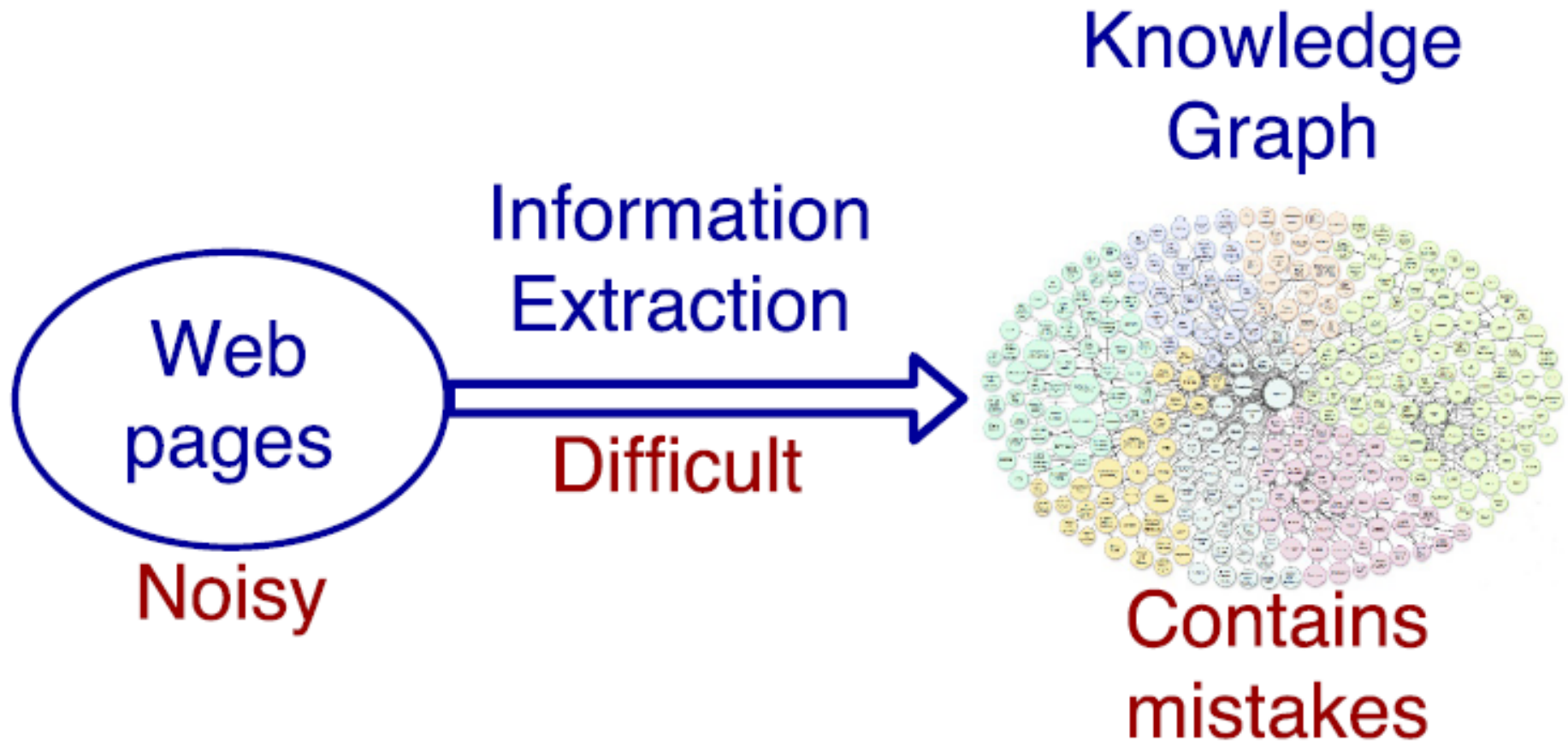
Height: 1.85 m

Weight: 85 kg

Spouse: Mirka Federer (m. 2009)

Children: Lenny Federer, Myla Rose Federer, Charlene Riva Federer, Leo Federer

Problema: inconsistencia



Problema: incompletitud

Google KG **misses** Roger's living place, but contains his wife's Mirka's..

living place of Roger Federer

[All](#) [Images](#) [News](#) [Videos](#) [Shopping](#) [More](#) [Settings](#) [Tools](#)

About 2.690.000 results (0,55 seconds)

Roger Federer's glass mansion: Tennis star's £6.5m Swiss waterfront ...
www.telegraph.co.uk/sport/tennis/roger-federer
Tennis star **Roger Federer** is to move his family into a £6.5million glass mansion on the shores of Lake Zurich after work was completed on the state-of-the-art ...



Roger Federer's Luxurious Houses | Basel Shows
www.baselshows.com/basel-world/the-houses-of-roger-federer
Roger Federer also owns a lavish apartment in Dubai apart from properties in Switzerland. He has chosen this **location** as a base of training to get use to heat ...

living place of Mirka Federer

[All](#) [Images](#) [News](#) [Shopping](#) [Videos](#) [More](#) [Settings](#) [Tools](#)

About 1.910.000 results (0,92 seconds)

Mirka Federer / Residence



Map data ©2017 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google

Bottmingen, Switzerland

Necesidad de razonamiento lógico en GC...

Google KG **misses** Roger's **living place**, but contains his **wife's** Mirka's..

living place of Roger Federer



All

Images

News

Videos

Shopping

More

Settings

Tools

About 2,690,000 results (0.55 seconds)

Roger Federer's glass mansion: Tennis star's £6.5m Swiss waterfront ...

www.telegraph.co.uk > Sport > Tennis > Roger Federer ▼

Tennis star **Roger Federer** is to move his family into a £6.5million glass mansion on the shores of Lake Zurich after work was completed on the state-of-the-art ...

Roger Federer's Luxurious Houses | Basel Shows

www.baselshows.com/basel-world/the-houses-of-roger-federer ▼

Roger Federer also owns a lavish apartment in Dubai apart from properties in Switzerland. He has chosen this location as a base of training to get use to heat ...

living place of Mirka Federer



All

Images

News

Shopping

Videos

More

Settings

Tools

About 1,910,000 results (0.92 seconds)

Mirka Federer / Residence



Bottmingen, Switzerland

Necesidad de razonamiento lógico en GC...

Google KG **misses** Roger's **living place**, but contains his **wife's** Mirka's..

Need for reasoning!

KG: Mirka lives in Bottmingen

KG: Roger is married to Mirka

Axiom: Married people live together

Derivation: Roger lives in Bottmingen

Contenido curso en 1 minuto

- Modelado del Conocimiento
- Lenguajes Representación del Conocimiento
 - Usando Lógica
- Representación Usando Ontologías
 - Diagramas conceptuales
 - Lenguajes basados en lógica
- RDF
- RDFS
- OWL
- SPARQL

PROTÉGÉ
PELLET, FACT, HERMIT...
GESTION Y REPRESENTA

Objetivo General

- Introducir los conceptos de representación del conocimiento y su papel en la inteligencia artificial,
- Capacitar a los estudiantes en el diseño y elaboración de sistemas basados en el conocimiento y
- Comprender las limitaciones y complejidad de los lenguajes basados en la lógica para representar el conocimiento.

Contenido Específico

1. Introducción a la representación del conocimiento
2. Modelado del conocimiento
3. Lenguajes de representación del conocimiento: basados en lógica
4. RDF y RDFs: representación del conocimiento basado en grafos
5. OWL: lenguaje ontológico basado en lógica descriptiva
6. SPARQL: accediendo a las bases de conocimiento
7. SWRL, SHACL: lenguajes para incorporar reglas en las bases de conocimiento
8. Sistemas basados en conocimiento

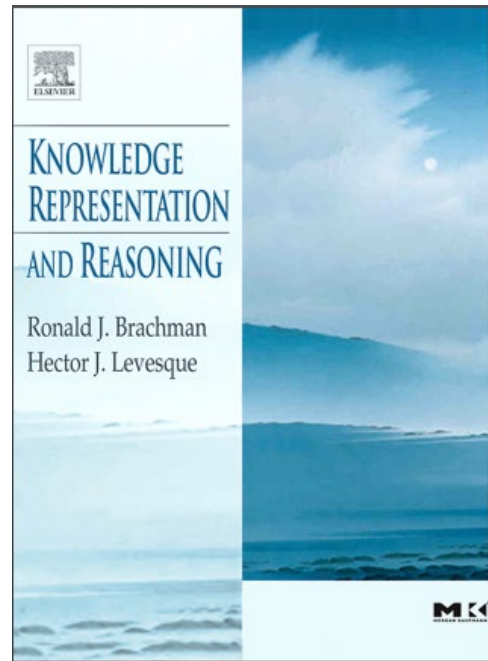
Material

- OEG Group
 - Asunción Gómez Perez
 - Oscar Corcho
- Ian Horrocks
- Alan Rector
-

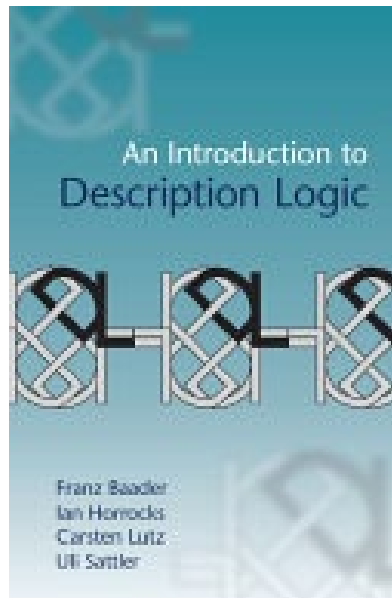
GESTION Y REPRESENTACION DE DATOS EN LA WEB

- Examen Final 30% – (Prueba 20%, Trabajo 10%)
- Interciclo 20%
- Pruebas - 35% (Tres pruebas)
 - Prueba 1: Temas 1, 2 y 3 (11)
 - Prueba 2: Temas 4 y 5 (9)
 - Prueba 3: Temas 6 y 7 (10)
- Ejercicios Prácticos – 10%
- Tareas en Clase – 10%

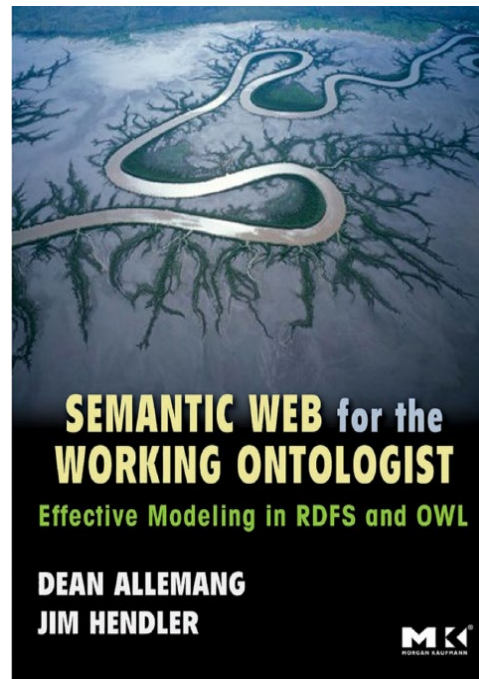
- Necesidad de la lógica en los sistemas basados en conocimiento
 - Uso de la lógica y el razonamiento..
 - **Knowledge Representation and Reasoning**
 - Ronald J. Brachman and Hector J. Levesque



- Las lógicas descriptivas para representación del conocimiento
 - ❏ Describir el conocimiento del dominio y se pueda razonar sobre este conocimiento..
 - ❏ **An Introduction to Description Logic**
 - ❏ Franz Baader, Ian Horrocks, Carsten Lutz, Uli Sattler



- Modelación Usando Ontologías:
 - ❏ **Semantic Web for the Working Ontologist
Modeling in RDF, RDFS and OWL**
 - ❏ Dean Allemang, James Hendler



- Hay varios editores de ontología disponibles, pero. . .
 - ❑ Es un software de código abierto.
 - ❑ Es el editor de ontología más utilizado.
 - ❑ Probablemente el mejor no comercial.



Protégé 5.5 desde

<https://protege.stanford.edu/products.php#desktop-protege>

- Alternativas:
 - ❑ Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Ontology_editor

- Hay varios sistemas de razonamiento alrededor, pero. . .
 - ❑ Es un software de código abierto.
 - ❑ Es uno de los razonadores más maduros e integrales.
 - ❑ Es lo suficientemente potente para nuestros propósitos.

Pellet 2.3.1 desde

<https://github.com/stardog-union/pellet>

~~<http://clarkparsia.com/pellet/>~~

● Alternativas:

- ❑ FaCT++, <http://owl.man.ac.uk/factplusplus/>
- ❑ RacerPro, <http://www.racer-systems.com/>
- ❑ Hermit, <http://hermit-reasoner.com/>
- ❑ etc., http://en.wikipedia.org/wiki/Semantic_reasoner

Trabajo en casa

Lectura 1

- KNOWLEDGE REPRESENTATION AND REASONING
- Capitulo 1. Secciones 1.1 al 1.3