Brief Introduction to Ontology

By Dr. Luma Akram Alsaffar
Artificial Intelligence Department

Knowledge Representation Second Semester- Lecture two

Introduction to Ontology

مقدمة في علم الوجود

There is a discipline Ontology, which is the philosophical study of ‘being’.

يوجد تخصص يُسمى علم الوجود، وهو الدراسة الفلسفية للوجود.

There are specific ontologies used in knowledge management (KM), knowledge representation and computer science that describe a system of objects or concepts in some domain.

تُستخدم أنطولوجيات محددة في إدارة المعرفة، وتمثيل المعرفة، وعلوم الحاسوب، تصف نظامًا من الأشياء أو المفاهيم في مجال معين.

An ontology is a specification of a conceptualization.

الأنطولوجيا هي تحديدٌ لمفهومٍ ما.

Ontologies in KM are used to define properties of and relationships between the concepts.

تُستخدم الأنطولوجيات في إدارة المعرفة لتحديد خصائص المفاهيم والعلاقات بينها.

Ontologies are used by people (e.g., by experts) and by computers (e.g., in semantic web applications).

يستخدمها الأفراد (مثل الخبراء) وأجهزة الحاسوب (مثل تطبيقات الويب الدلالي) والأنطولوجيات.

Computer applications of ontologies require standardization in the definition of computer languages for ontologies.

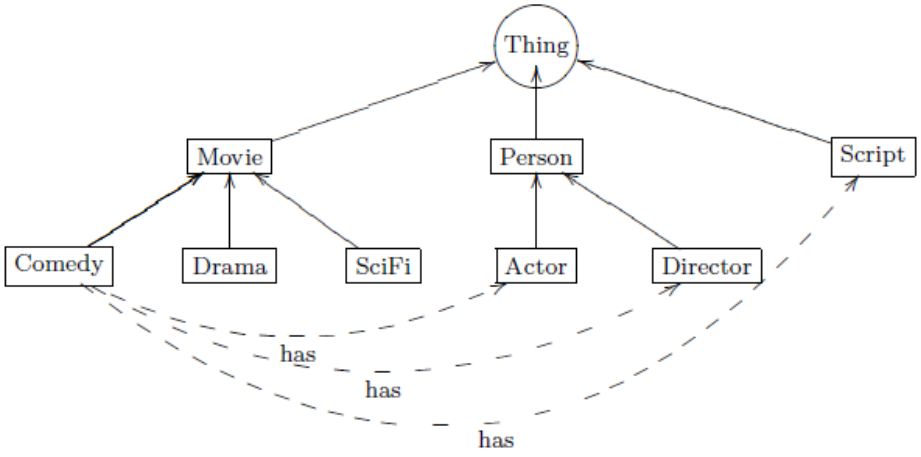
تتطلب تطبيقات الحاسوب للأنطولوجيا توحيدًا في تعريف لغات الحاسوب للأنطولوجيات.

تعريف الانتولوجي

Classes, relationships between them, and constraints that hold between/for them, with possibly individuals and their relations as a representation of a particular subject domain

الاصناف، والعلاقات بينها، والقيود المفروضة عليها، مع إمكانية اعتبار الأفراد وعلاقاتهم تمثيلاً لمجال موضوعي معين.

Example: Movie Ontology



Domains of Ontologies

مجالات الأنطولوجيات

Ontologies can describe knowledge and concepts at different levels of abstraction:
يمكن للأنطولوجيات وصف المعرفة والمفاهيم على مستويات مختلفة من التجريد:

Upper ontologies represent common concepts and relations used across a wide range of domains (e.g. OpenCyc, SUMO, WordNet).

تمثل الأنطولوجيات العليا مفاهيم وعلاقات مشتركة مستخدمة عبر مجموعة واسعة من المجالات مثل OpenCyc، وSUMO، وWordNet.

Domain ontologies represent concepts and relations specific to some domain (e.g. Movie Ontology, Gene Ontology).
تمثل أنطولوجيات النطاقات مفاهيم وعلاقات خاصة بمجال معين (مثل أنطولوجيا الأفلام، وأنطولوجيا الجينات).

Different domain ontologies are often incompatible with each other or with the upper ontologies.

غالبًا ما تكون أنطولوجيات النطاقات المختلفة غير متوافقة مع بعضها البعض أو مع الأنطولوجيات العليا.

Components of Ontologies

مكونات الأنطولوجيات

Ontologies usually consist of:

تتكون الأنطولوجيات عادةً من

1. Individuals or instances of objects.

أفراد أو حالات من الأشياء.

2. Classes or sets of collections of objects.

فئات أو مجموعات من الأشياء.

3. Attributes or properties that objects may have.

سمات أو خصائص قد تمتلكها الأشياء.

4. Relations ways in which concepts can be related to one another.

علاقات: طرق ربط المفاهيم ببعضها البعض.

- Individuals, classes, and attributes together can be considered as the set of all concepts $c_1,\ldots, c_n \in C$.

يمكن اعتبار الأفراد والفئات والسمات معًا مجموعة جميع المفاهيم

- Relations are 'links' between pairs of concepts, such as $(c_1, c_3) \in r_1$, $(c_2, c_4) \in r_2$ means c_1 is related to c_3 by relation r_1, and c_2, c_4 by r_2.

العلاقات هي "روابط" بين أزواج من المفاهيم

- Ontologies may also contain **restrictions** (constraints describing individuals or classes), **axioms** (a priori assertions always assumed to be true), and **events** (changes of attributes or relations).

قد تحتوي الأنطولوجيات أيضًا على قيود (قيود تصف الأفراد أو الفئات)، ومسلمات (ادعاءات بديهية يُفترض دائمًا أنها صحيحة)، وأحداث (تغيرات في السمات أو العلاقات).

Individuals

الأفراد أمثلة محددة للمفاهيم أو الأشياء.

Individuals are specific instances of the concepts or objects.

Example 1 (Individuals). – In the Movie ontology, individuals can be a specific film (Sherlock Holmes: A Game of Shadows), a specific director (Guy Ritchie), a specific actor (Robert Downey).

مثال 1 (الأفراد) - في علم الوجود السينمائي، يمكن أن يكون الأفراد فيلمًا محددًا (شيرلوك هولمز: لعبة الظلال)، أو مخرجًا محددًا (غاي ريتشي)، أو ممثلًا محددًا (روبرت داوني).

– The film genre (Action) is not an individual.

نوع الفيلم (الأكشن) ليس فردًا.

• Individuals represent the ground or atomic level of the ontology.

الأفراد يمثلون المستوى الأساسي أو الذري للعلم.

• An ontology may have no individuals, only classes.

قد لا يحتوي علم الوجود على أفراد، بل على فئات فقط.

Classes

الفئات

Classes, types or categories are sets of individuals.

الفئات أو الأنواع أو الفئات هي مجموعات من الأفراد.

Example 2 (Classes). In the Movie ontology, movie genre (e.g. Comedy, Drama), types of person (Actor, Director) are classes.

مثال 2 (الفئات). في أنطولوجيا الأفلام، يُعدّ نوع الفيلم (مثل الكوميديا، الدراما)، وأنواع الأشخاص (الممثل، المخرج) فئات.

Classes can be organized into a hierarchy or taxonomy using the Subclass Of relation

يمكن تنظيم الفئات في تسلسل هرمي أو تصنيف باستخدام علاقة Subclass Of

All ontologies have at least two classes:

تحتوي جميع الأنطولوجيات على فئتين على الأقل:

Thing representing the class of all concepts (i.e. the universe or domain).

الشيء الذي يمثل فئة جميع المفاهيم (أي الكون أو المجال).

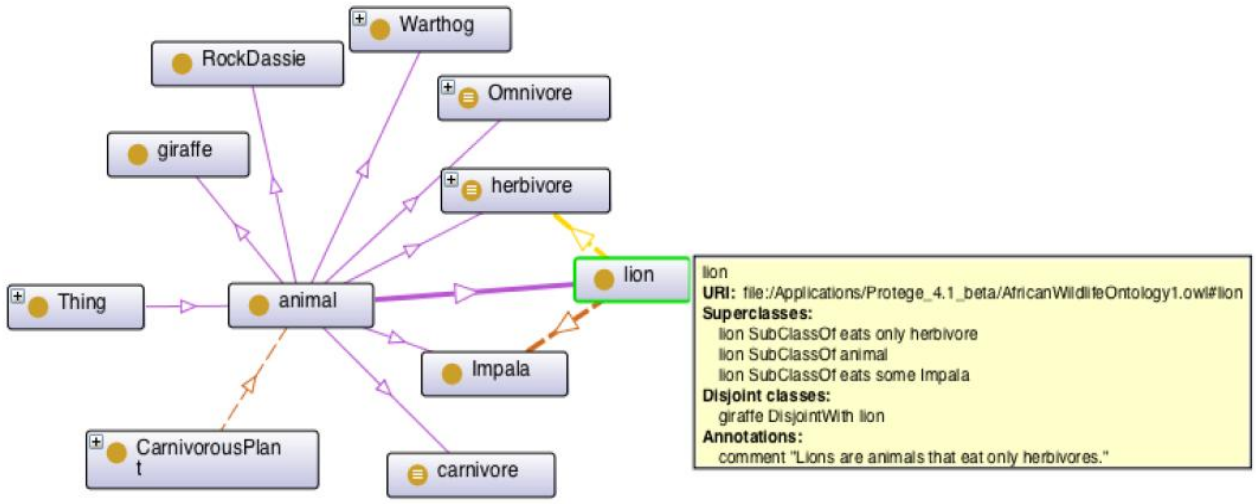
Nothing representing the empty set (a subset of any set).

لا شيء يمثل المجموعة الفارغة (مجموعة فرعية من أي مجموعة).

As in formal concept analysis (FCA), classes can be characterized by their Extent (all elements of the class) or Intent (all common attributes within the class).
كما هو الحال في تحليل المفاهيم الرسمي(FCA) ، يمكن تمييز الفئات من خلال مداها (جميع عناصر الفئة) أو غرضها (جميع السمات المشتركة داخل الفئة).

FCA algorithms can be used to automatically derive the taxonomy of an ontology.
يمكن استخدام خوارزميات تحليل المفاهيم الرسمي لاستنتاج تصنيف الأنطولوجيا تلقائيًا.

'pretty' picture of a section of the AWO



يُقدم الشكل المعنون "صورة جميلة لجزء من AWO" تمثيلًا بصريًا لعلم الوجود المتعلق بالحيوانات، مع التركيز بشكل خاص على علاقات وتصنيف الأنواع المختلفة ضمن سياق مُنمذج. فيما يلي تفصيل لمكوناته:

يوضح الشكل بوضوح الهيكل الهرمي النموذجي للأنطولوجيات، حيث لا يقتصر على تصنيف الكائنات الحية فحسب، بل يُظهر أيضًا علاقاتها وقيودها. يُساعد هذا النهج النمذجة في تنظيم المعرفة بطريقة تُعزز التواصل والفهم، لا سيما في سياقات مثل دراسات الحياة البرية، حيث يُعد تصنيف الأنواع وتفاعلاتها أمرًا بالغ الأهمية.

يُمثل الرسم البياني تمثيلًا بصريًا للأنطولوجيا- أنطولوجيا الحياة البرية الأفريقية، AWOالتي تُفصّل العلاقات بين مختلف فئات الحيوانات وخصائصها المحددة. يُتيح النهج المُهيكل، المُبرز بالعلاقات والشروح التوضيحية، للمستخدمين استيعاب المعلومات المُعقدة حول تصنيفات الحيوانات وسلوكياتها بكفاءة.

نظرة عامة على الشكل

الكيان الجذري:

الشيء: هذا هو الصنف الأكثر عمومية الذي تشتق منه جميع الأصناف الأخرى.

الصنف الرئيسي:
الحيوان: فئة مركزية تُمثل جميع الكيانات المُصنفة كحيوانات. وتتفرع إلى أصناف فرعية مختلفة.
الأصناف الفرعية:
تُوضح الأصناف الفرعية المختلفة للحيوانات:
آكل اللحوم
آكل الأعشاب
القارت
أنواع مُحددة مثل الخنزير البري، والزرافة، وحيوان الداسي الصخري، والإمبالا.
الروابط:
تمثل الخطوط والأسهم العلاقات بين هذه الأصناف:
تشير الأسهم إلى علاقات الأصناف الفرعية (على سبيل المثال، كيف تُعتبر الأسود أصنافًا فرعية من آكلات اللحوم والحيوانات).
تشير أنماط الخطوط المختلفة (مثل البرتقالي أو البنفسجي) إلى أنواع مختلفة من العلاقات، مثل الانفصال أو عادات غذائية محددة.
الكيان المُميّز:
الأسد: تم التركيز على هذه الفئة تحديدًا لمزيد من التفاصيل. يحتوي مربع المعلومات المجاور على بيانات محددة عن الأسد:
معرّف الموارد المُوحّد (URI): مُعرّف فريد لفئة الأسد ضمن الأنطولوجيا.
الفئات العليا: تُشير إلى أن الأسود هي فئات فرعية من تلك التي تتغذى على العواشب فقط، وتُصنّف ضمن الحيوانات.
الفئات المنفصلة: تُشير إلى أن الزرافات منفصلة عن الأسود، مما يعني أنها لا تتداخل في التصنيف.
التعليقات التوضيحية: تعليق يوضح أن "الأسود حيوانات تتغذى على العواشب فقط"، مُحددًا تصنيفها الغذائي.

Summary

- Ontologies are common specifications of a conceptualization used for knowledge representation and reasoning.
- There are domain ontologies and upper ontologies.
- Ontologies contain individuals, classes, attributes of concepts and relations between them.
- There are several formal languages for ontologies.
- KM applications take advantage of domain specific ontologies as well as a number of published upper ontologies.
- Ontology engineering is becoming an important area of Knowledge Management,
- E-commerce and the Semantic Web (Gomez-Perez, Fernandez-Lopez, & Corcho, 2004).

ملخص

الأنطولوجيات هي مواصفات شائعة للتصورات المستخدمة لتمثيل المعرفة والاستدلال.

هناك أنطولوجيات نطاقية وأنطولوجيات عليا.

تحتوي الأنطولوجيات على الأفراد، والفئات، وسمات المفاهيم، والعلاقات بينها.

هناك العديد من اللغات الرسمية للأنطولوجيات.

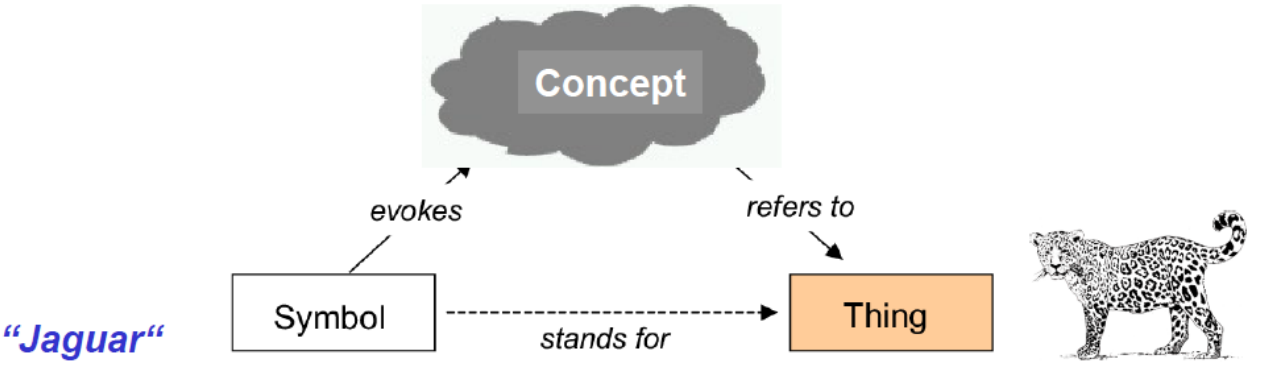
تستفيد تطبيقات إدارة المعرفة من الأنطولوجيات الخاصة بالنطاق، بالإضافة إلى العديد من الأنطولوجيات العليا المنشورة.

أصبحت هندسة الأنطولوجيا مجالًا مهمًا في إدارة المعرفة.

التجارة الإلكترونية والويب الدلالي (غوميز-بيريز، فرنانديز-لوبيز، وكورشو، 2004).

The Meaning Triangle

- Humans require words (or at least symbols) to communicate efficiently. The mapping of words to things is indirect. We do it by creating *concepts* that refer to things.
- The relation between symbols and things has been described in the form of the *meaning triangle*:



Ogden, C. K. & Richards, I. A. 1923. "The Meaning of Meaning." 8th Ed. New York, Harcourt, Brace & World, Inc

before: Frege, Peirce; see [Sowa 2000]

- مثلث المعنى
- يحتاج البشر إلى كلمات (أو على الأقل رموز) للتواصل بفعالية. ويتم ربط الكلمات بالأشياء بطريقة غير مباشرة، وذلك من خلال خلق مفاهيم تشير إلى الأشياء.

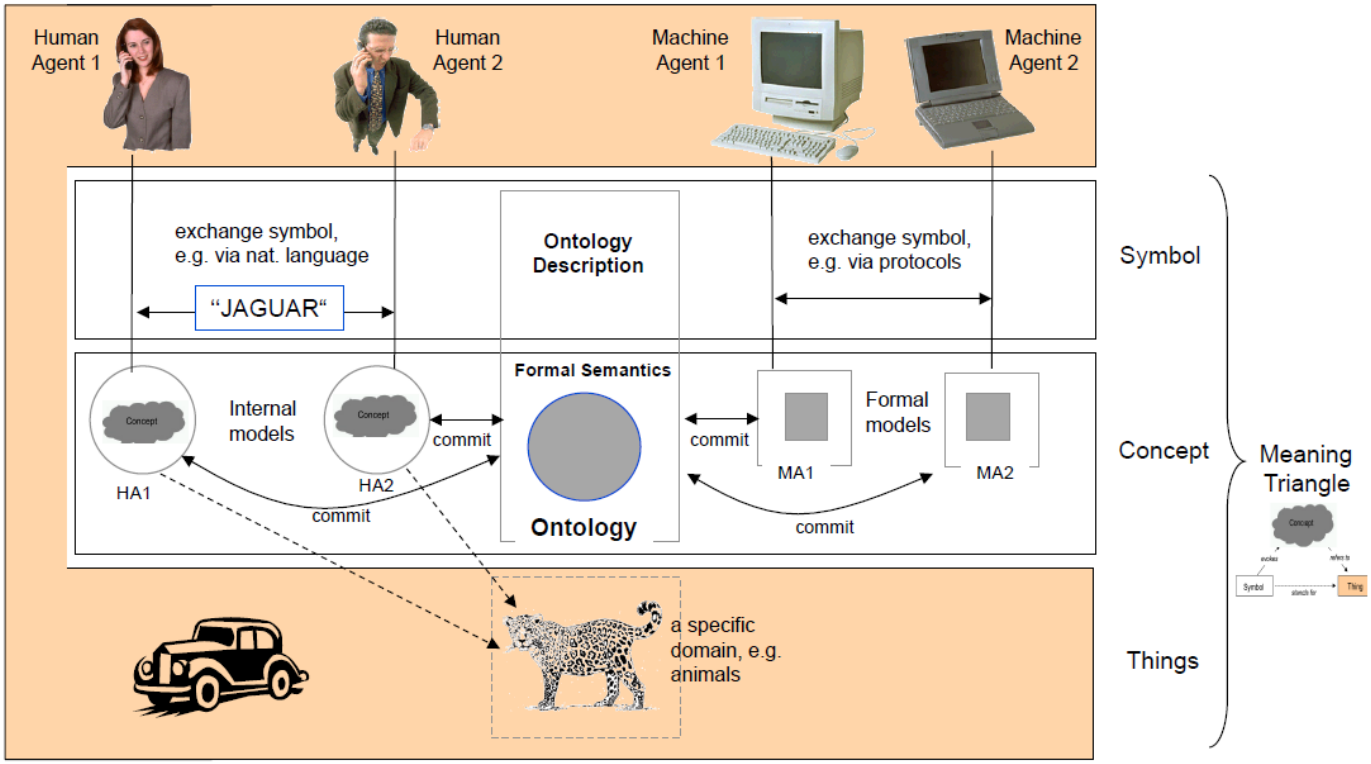
وُصفت العلاقة بين الرموز والأشياء في شكل مثلث المعنى:

Concept
▲
|
| evokes
|
Symbol ----------> Thing

"Jaguar"
(Ogden, C. K. & Richards, I. A. 1923. "The Meaning of Meaning." 8th Ed. New York, Harcourt, Brace & World, Inc)
(before: Frege, Peirce; see [Sowa 2000])

تعبير عن فِكْرة برَسْم أو لَوْحة شِعارها كائن حَيّ evokes.

Human and machine communication



Main idea:

It's about how humans and computers share and understand information.

Key parts:

Symbols (Language):

Humans and computers exchange symbols, like words or signals.

Example: Humans say "JAGUAR," and computers send signals through protocols.

Concepts (Meaning):

The symbols refer to concepts, which are ideas or meanings.

Both humans and computers have internal models of these concepts.

For example, the word "JAGUAR" may be linked to a concept of a car or an animal in the mind.

Ontology (Shared understanding):

A formal way to describe concepts and how they connect.

Looks like a big "map" of ideas.

When humans and computers exchange info, they often "commit" or agree on the same understanding via this ontology.

Things (Specific objects):

The diagram shows a specific example, like a car or a leopard.

These are real-world things that the concepts refer to.

Overall:

Humans and machines communicate by sharing symbols (words/signals) representing ideas (concepts). They use common descriptions (ontology) to ensure they understand each other about specific things in the world.

الفكرة الرئيسية:

يتعلق الأمر بكيفية قيام البشر وأجهزة الكمبيوتر بمشاركة المعلومات وفهمها.

الأجزاء الرئيسية:

الرموز (اللغة):

يتبادل البشر وأجهزة الكمبيوتر الرموز، مثل الكلمات أو الإشارات.

على سبيل المثال: يقول البشر"JAGUAR" ، وترسل أجهزة الكمبيوتر إشارات عبر البروتوكولات.

المفاهيم (المعنى):

تشير الرموز إلى المفاهيم، والتي هي عبارة عن أفكار أو معاني.

لدى كل من البشر وأجهزة الكمبيوتر نماذج داخلية لهذه المفاهيم.

على سبيل المثال، قد ترتبط كلمة "جاكوار" بمفهوم سيارة أو حيوان في العقل.

الأنطولوجيا (الفهم المشترك):

طريقة رسمية لوصف المفاهيم وكيفية ارتباطها ببعضها.

يبدو وكأنه "خريطة" كبيرة للأفكار.

عندما يتبادل البشر وأجهزة الكمبيوتر المعلومات، فإنهم غالبًا ما "يلتزمون" أو يتفقون على نفس الفهم من خلال هذه الوجودية.

الأشياء (أشياء محددة):

يُظهر الرسم التخطيطي مثالاً محددًا، مثل سيارة أو نمر.

هذه هي الأشياء الحقيقية في العالم التي تشير إليها المفاهيم.

بشكل عام يتواصل البشر والآلات من خلال مشاركة الرموز (الكلمات/الإشارات) التي تمثل الأفكار

Ontology: A definition

An "ontology" describes the common words, concepts and relationships between concepts used to describe and represent an area of knowledge.

An ontology can range from a

- Taxonomy (knowledge with minimal hierarchy or a parent/child structure) to a …
- Thesaurus (words and synonyms) to a ….
- Conceptual Model (with more complex knowledge) to a…
- Logical Theory (with very rich, complex, consistent and meaningful knowledge).

A well-formed ontology is one that is expressed in a well-defined syntax that has a well-defined machine interpretation consistent with the above ontology definition

(المفاهيم). إنهم يستخدمون أوصافًا مشتركة (علم الوجود) للتأكد من أنهم يفهمون بعضهم البعض حول أشياء محددة في العالم.

الأنطولوجيا: تعريف
تصف "الأنطولوجيا" الكلمات والمفاهيم والعلاقات المشتركة بين المفاهيم المستخدمة لوصف وتمثيل مجال معرفي معين.
يمكن أن تتراوح الأنطولوجيا من:

1. التصنيف (المعرفة ذات التسلسل الهرمي البسيط أو بنية الأصل/الفرع) إلى...
2. قاموس المرادفات (الكلمات والمرادفات) إلى...
3. النموذج المفاهيمي (مع معرفة أكثر تعقيدًا) إلى...

4. النظرية المنطقية (مع معرفة غنية ومعقدة ومتسقة وذات معنى).

الأنطولوجيا المُصاغة جيدًا هي تلك التي يُعبَّر عنها بتركيب نحوي واضح المعالم، مع تفسير آلي واضح المعالم، بما يتوافق مع تعريف الأنطولوجيا المذكور أعلاه

Ontology terminology that we will use

Class: Description of a **concept** in domain of discourse

- E.g. "Room" in the intelligent space domain

Slot/Property: Describes **attribute** of a concept or **relationship** of a concept

- E.g. longtitude and latitude of a room provides its coordinates
- E.g. isSpatiallySubsumedBy – points to instance of class "Building"

Facet/Restriction: Describes a **constraint** on a slot

- Slot cardinality e.g. one or many values allowed in slot
- Slot value type, e.g. String, Number, Boolean, Enummerated, Instance

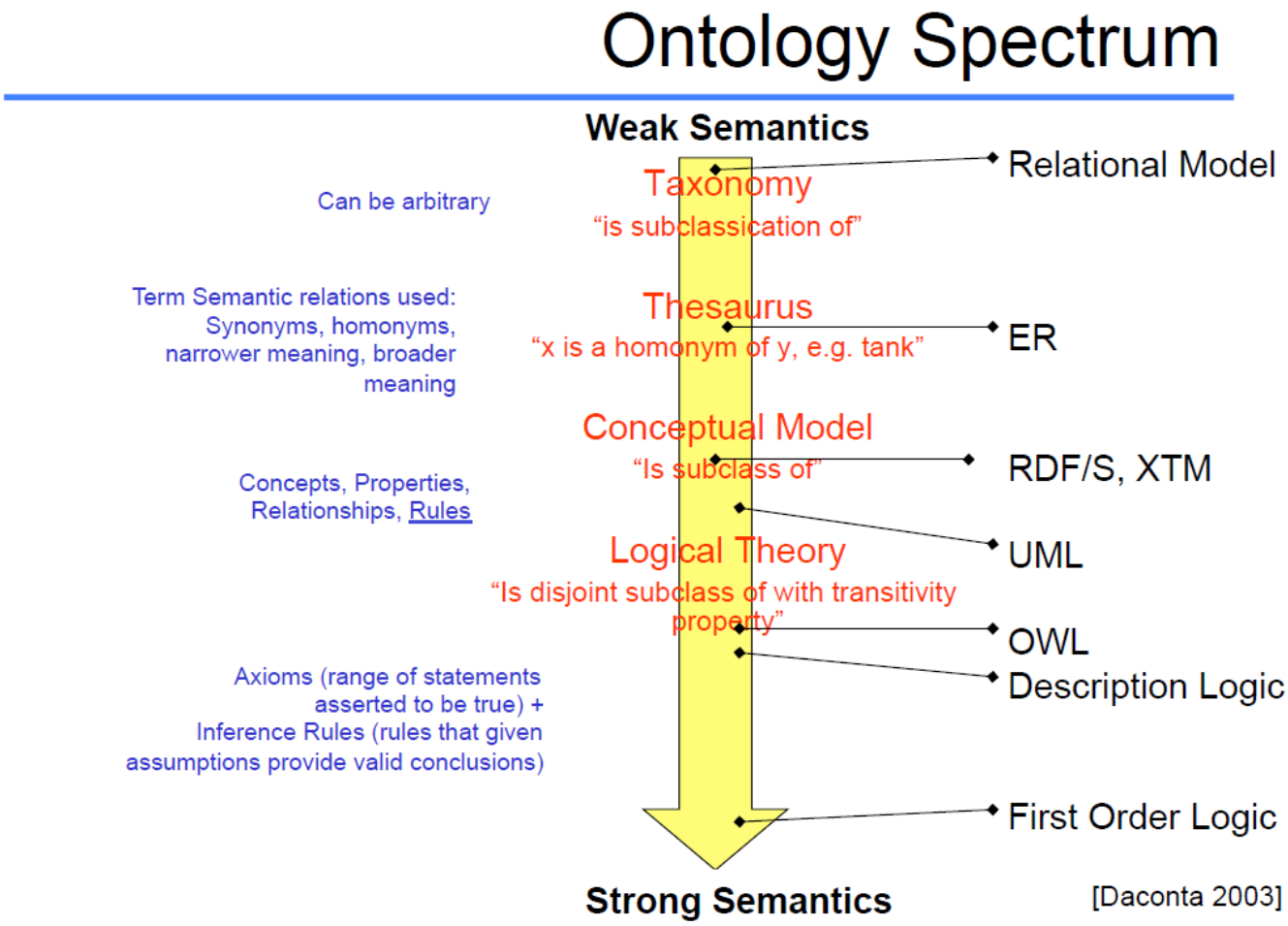
مصطلحات علم الوجود التي سنستخدمها

الفئة: وصف لمفهوم في مجال ما

مثال: "غرفة" في مجال ذكي

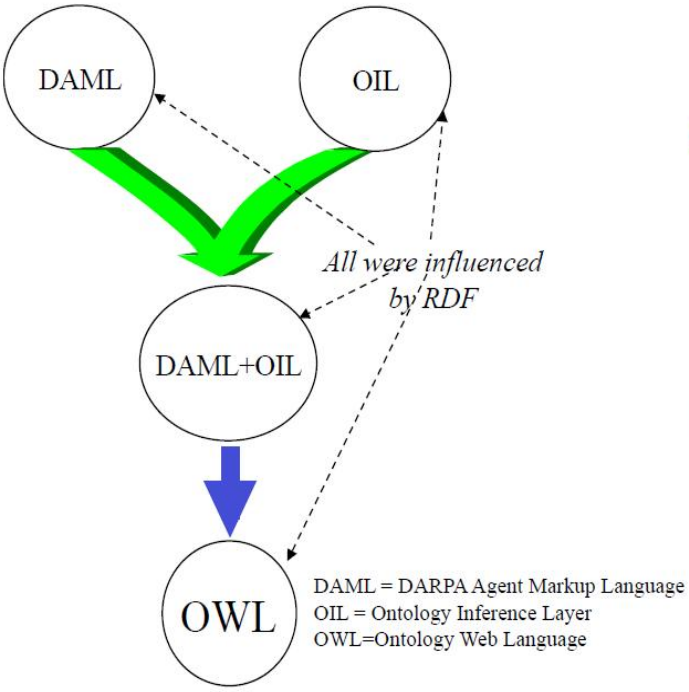
الخاصية: تصف سمة لمفهوم أو علاقة به

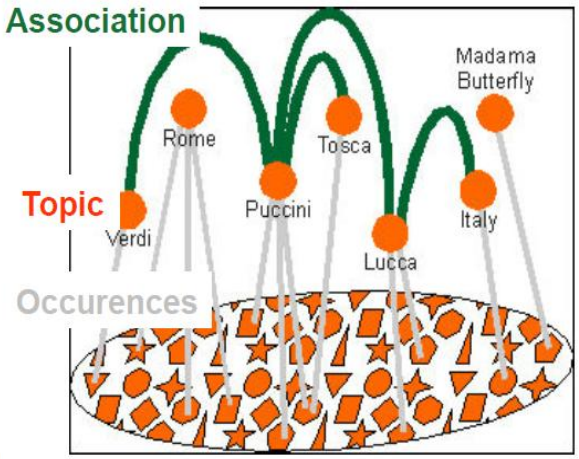
مثال: خط الطول والعرض لغرفة يُحددان إحداثياتها
مثال: (يتم استيعابها مكانيًا بواسطة) isSpatiallySubsumedBy يُشير إلى مثيل للفئة "مبنى building"
الواجهة/القيد: يصف قيدًا على خانة
اصناف الخاصية، مثال: قيمة واحدة أو أكثر مسموح بها في الخاصية
نوع قيمة الخاصية، مثال: سلسلة نصية، رقم، قيمة منطقية، مُعَدَّدة، مثيل



يوضح هذا الرسم التخطيطي كيف تصبح أنواع مختلفة من "الدلالات" (المعنى) في اللغة والنماذج أقوى وأكثر دقة كلما تحركت إلى أسفل المقياس.الصف العلوي ("الدلالات الضعيفة"): وهي معاني واسعة وأقل دقة مثل الفئات والعلاقات (على سبيل المثال، "التصنيف"، "المرادفات"). الصف السفلي ("الدلالات القوية"): وهي معاني دقيقة ورسمية ولا لبس فيها تستخدم في المنطق والاستدلال الحاسوبي، مثل "منطق الدرجة الأولى" و"منطق الوصف". وهو يوضح التقدم من الفهم الغامض إلى الفهم الدقيق في دراسة المعنى.

XML based ontology languages





XML Topic Maps (XTM)

يُبرز الشكل تطور وترابط لغات الأنطولوجيا التي تُعزز دلالات البيانات، مُظهرًا الانتقال من اللغات السابقة DAMLو OIL إلىOWL ، التي تُوفر قدرات قوية لتعريف الأنطولوجيات واستنتاجها في الويب الدلالي. بالإضافة إلى ذلك، يُوضح كيفية ارتباط هذه اللغات بالتطبيقات العملية، مثل خرائط مواضيعXML ، التي تُتيح تنظيمًا وترابطًا فعالين للمحتوى ذي الصلة، مما يُعزز سهولة استخدام وفهم علاقات البيانات المعقدة.

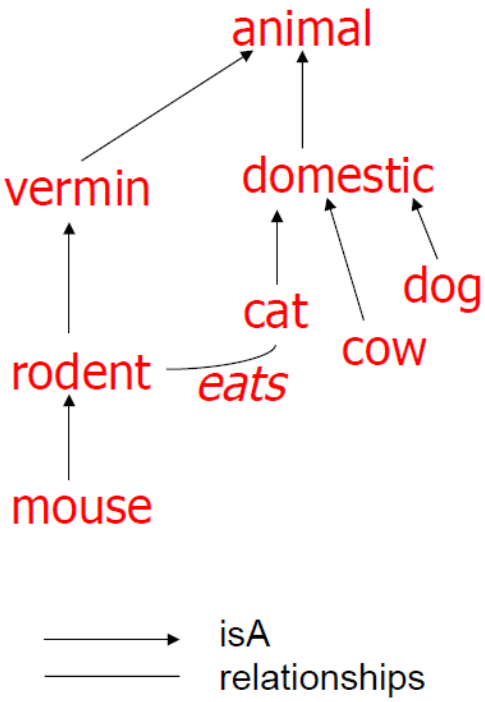
Ontology Modeling
An explicit description of a domain

Concepts (**class**, set, type, predicate)

- event, gene, gammaBurst, atrium, molecule, cat

Properties of concepts and *relationships* between them (**slot**)

- *Taxonomy*: generalisation ordering among concepts *isA*, *partOf*, *subProcess*
- *Relationship*, *Role* or *Attribute*: *functionOf*, *hasActivity* location, *eats*, size



يوضح الشكل المعنون "نمذجة الأنطولوجيا: وصف واضح لمجال" المكونات الرئيسية لنمذجة الأنطولوجيا ضمن مجال محدد، مع التركيز على المفاهيم والخصائص والعلاقات.

المكونات الرئيسية

المفاهيم:

تُعرّف بأنها فئات، أو مجموعات، أو أنواع، أو مسندات تُمثل وحدات أساسية ضمن المجال.

الأمثلة:

حدث

جين

انفجار غاما

أذين

جزيء، قطة

تُشكل هذه المفاهيم اللبنات الأساسية للأنطولوجيا، حيث تُصنف العناصر ذات الصلة بالمجال.

الخصائص :تصف خصائص المفاهيم. يُمكن للخصائص أن تُساعد في تحديد السمات والخصائص التي تمتلكها المفاهيم.
العلاقات:تُوضح كيفية ارتباط المفاهيم ببعضها البعض. يُسلط الضوء على نوعين رئيسيين من العلاقات
التصنيف: يُحدد هذا التصنيف ترتيبًا عامًا بين المفاهيم باستخدام مصطلحات مثل isA و partOfو subProcessيسمح هذا الهيكل الهرمي بتصنيف أوضح.
الدور أو السمات: مثل دالة(functionOf) ، ونشاط(hasActivity) ، والموقع(location) ، والطعام (EATS)، والحجم.(size)

التمثيل البصري :يتضمن الجانب الأيمن من الشكل مخططًا يوضح العلاقات بين مفاهيم حيوانية مختلفة.
تشمل العناصر الرئيسية في هذه الأنطولوجيا ما يلي:
الحيوان ← فئة عامة تتضمن فئات فرعية مثل الحيوانات الأليفة والحشرات الضارة.
الحيوانات الأليفة ← مُصنّفة بشكل أكبر إلى حيوانات محددة مثل القطط والكلاب والبقر.
الحشرات الضارة ← تشمل القوارض والفأر كمفاهيم ذات صلة.
تشير الأسهم إلى العلاقات الهرمية المُعرّفة بواسطةisA ، بينما توضح الخطوط المتصلة علاقات أخرى (مثل الطعام)، موضحةً كيفية تفاعل هذه المفاهيم داخل النطاق.
يُبرز الشكل النهج المُهيكل لنمذجة الأنطولوجيا لوصف نطاق مُحدد بوضوح. ويُسلّط الضوء على كيفية تنظيم المفاهيم بطريقة هرمية (التصنيف)، وكيف تُعرّف الخصائص والعلاقات طبيعة هذه المفاهيم. يعد هذا النموذج أمرًا بالغ الأهمية لتمثيل المعرفة وتنظيم البيانات والتفكير المنطقي ضمن مجال معين، مما يتيح فهمًا أفضل وقابلية التشغيل المتبادل للمعلومات.

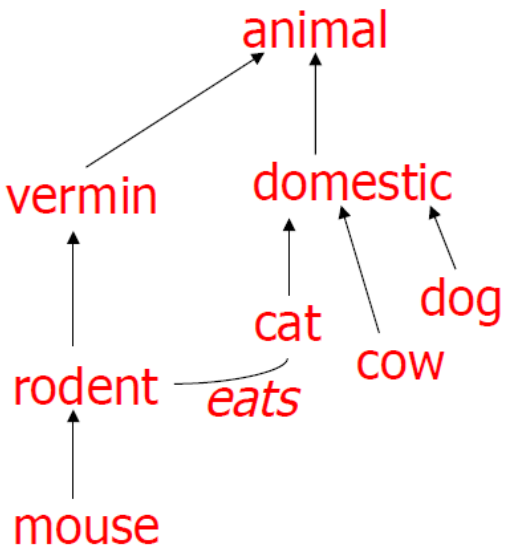
An explicit description of a domain

Constraints or *axioms* on properties and concepts:

- value: integer
- domain: cat
- cardinality: at most 1
- range: 0 <= X <= 100
- oligonucleiotides < 20 base pairs
- cows are larger than dogs
- cats cannot eat only vegetation
- cats and dogs are disjoint

Values or *concrete domains*

- integer, strings
- 20, trypotoplan-synthetase



This image provides an explanation of what is called an "explicit description of a domain" in a scientific or mathematical context. It appears to focus on how to specify the properties and concepts associated with a domain—here, the domain is related to animals, specifically some mammals like mice, rats, cats, dogs, cows, and a vermin.

توفر هذه الصورة شرحًا لما يسمى "الوصف الصريح للمجال" في سياق علمي أو رياضي. وكيفية تحديد الخصائص والمفاهيم المرتبطة بمجال ما هنا يرتبط المجال بالحيوانات، وتحديدًا بعض التقييمات مثل الفئران والجرذان والقطط والكلاب والأبقار والحشرات. وتوضح الطرق الرسمية لتحديد ما يشمل المجال، وقواعده، وقيمه، وعلاقاته الهرمية.

Breakdown of the content:

1. Constraints or axioms

These are properties or rules that define the domain clearly:

- **value:** must be an integer
- **domain:** is 'cat' (meaning the domain involves cats, or possibly referring to the set of cats)
- **cardinality:** at most 1 (likely referring to the number of members in some context)
- **range:** $0 \leq X \leq 100$ (values are within this range)
- **oligonucleotides:** fewer than 20 base pairs (a genetic detail)
- Additional rules specify some size relationships ('cows are larger than dogs'), diet restrictions ('cats cannot eat only vegetation'), and disjointness between cats and dogs.

2. Values or concrete domains

These are specific data types or values that are part of the domain:

- Integer and strings
- Numerical example: 20 (perhaps as a value for a certain parameter)
- Biological concept: "tryptopanal-synthase" (an enzyme or molecule)

The diagram on the right:

- The diagram shows a hierarchical classification or taxonomy, with various animals labeled in red:
    - "animal" is at the top
    - "vermin" is a subgroup under animal
    - "rodent" under vermin
    - "mouse" under rodent
    - "eat" is an action linking mouse to rat (or rodent), possibly implying that rodents eat or are eaten.
    - "domestic" is linked to "cat," "dog," "cow"

- The diagram helps illustrate the relationships and classification within the domain.

An explicit description of a domain

Individuals or *Instances*

- sulphur, trpA Gene, **felix**

Ontology versus Knowledge Base

- An *ontology* = concepts+properties+axioms +values
- A *knowledge base* = ontology+instances