

Web Ontology Language: OWL

Michael Mandl

Centrum für Informations- und Sprachverarbeitung/
Institut für Informatik,
Ludwig-Maximilians-Universität München

19.05.2009

Überblick

Motivation

Grundlagen

Die OWL Sprache im Detail

Literatur

Fragen - Diskussion

Anforderungen an Ontologiesprachen

Anforderungen an Ontologiesprachen

- wohldefinierte Syntax
- wohldefinierte Semantik
- effiziente Beweisführung (reasoning support)
- ausreichende Expressivität
- Einfachheit der Ausdrücke

Die OWL-Sprachen

Die OWL-Sprachen

- es gibt drei Arten von OWL:
OWL Lite \subseteq OWL DL \subseteq OWL Full

Die OWL-Sprachen

- es gibt drei Arten von OWL:
OWL Lite \subseteq OWL DL \subseteq OWL Full
- OWL Lite
 - entscheidbar
 - wenig ausdrucksstark
 - Komplexität ExpTime

Die OWL-Sprachen

- es gibt drei Arten von OWL:
OWL Lite \subseteq OWL DL \subseteq OWL Full
- OWL Lite
 - entscheidbar
 - wenig ausdrucksstark
 - Komplexität ExpTime
- OWL DL
 - entscheidbar
 - wird von aktuellen Softwarewerkzeugen unterstützt
 - Komplexität NExpTime

Die OWL-Sprachen

- es gibt drei Arten von OWL:
OWL Lite \subseteq OWL DL \subseteq OWL Full
- OWL Lite
 - entscheidbar
 - wenig ausdrucksstark
 - Komplexität ExpTime
- OWL DL
 - entscheidbar
 - wird von aktuellen Softwarewerkzeugen unterstützt
 - Komplexität NExpTime
- OWL Full
 - enthält ganz RDFS
 - unentscheidbar

OWL Syntax Überblick

OWL Syntax Überblick

- OWL basiert syntaktisch auf RDF/RDFS
- RDF/RDFS wird gewöhnlich in XML kodiert
- OWL kann aber auch anders kodiert werden, z.B.
 - abstrakte Darstellung
 - functional-style-syntax
 - Manchester-Syntax
 - UML

OWL Syntax Überblick

- OWL basiert syntaktisch auf RDF/RDFS
- RDF/RDFS wird gewöhnlich in XML kodiert
- OWL kann aber auch anders kodiert werden, z.B.
 - abstrakte Darstellung
 - functional-style-syntax
 - Manchester-Syntax
 - UML

Grundlagen: URI

Grundlagen: URI

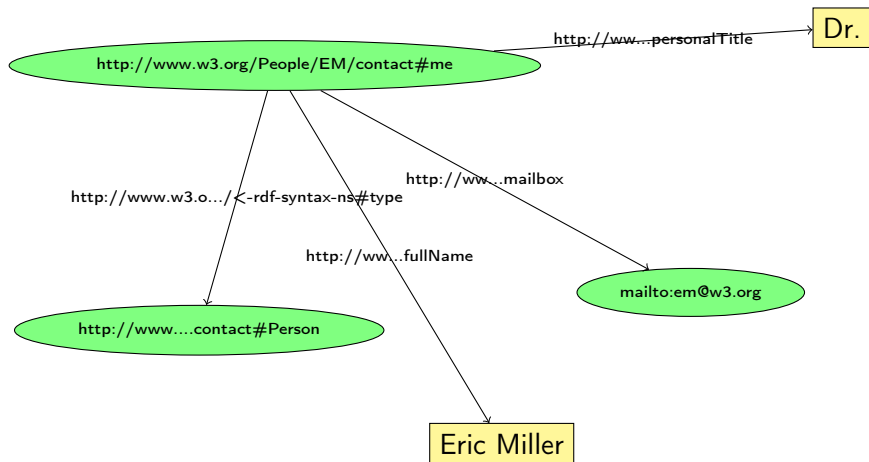
- URI = Uniform Resource Identifier
- dienen zur weltweiten eindeutigen Bezeichnung von Ressourcen
- Ressource kann alles sein, was eine klare Identität besitzt

Grundlagen: RDF

Grundlagen: RDF

- RDF = Resource Description Framework
- RDF-Tripel haben die Form:
Subjekt $\xrightarrow{\textit{Prädikat}}$ Objekt bzw.:
(URI \cup bnode) \times URI \times (URI \cup bnode \cup Literal)
- eine Menge von Tripeln heißt auch RDF-Graph

Ein RDF-Graph



In XML

```
1 <?xml version="1.0"?>
2 <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/
3           22-rdf-syntax-ns#"
4           xmlns:contact="http://www.w3.org/2000/10/
5           swap/pim/contact#">
6   <contact:Person
7     rdf:about="http://www.w3.org/People/EM/
8     contact#me">
9     <contact:fullName>
10      Eric Miller
11    </contact:fullName>
12    <contact:mailbox
13      rdf:resource="mailto:em@w3.org"/>
14    <contact:personalTitle>
15      Dr.
16    </contact:personalTitle>
17  </contact:Person>
18
19 </rdf:RDF>
```

Grundlagen: RDF Schema

Grundlagen: RDF Schema

- RDFS ist ein spezielles RDF-Vokabular (RDF-Schemas sind legale RDF-Graphen)
- ermöglicht Spezifikation von schematischem Wissen
- mit RDFS sind einfache Ontologien konstruierbar

Properties und Klassen in RDFS

Properties und Klassen in RDFS

$[URI] \xrightarrow{rdf:type} rdfs : class$

```
<rdf:Description rdf:about="MotorVehicle">  
  <rdf:type rdf:resource=  
    "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class" />  
</rdf:Description>
```

bzw. kürzer:

```
<rdfs:Class rdf:about="MotorVehicle" />
```

Properties und Klassen in RDFS

$[URI] \xrightarrow{rdf:type} rdfs : class$

```
<rdf:Description rdf:about="MotorVehicle">
  <rdf:type rdf:resource=
    "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class" />
</rdf:Description>
```

bzw. kürzer:

```
<rdfs:Class rdf:about="MotorVehicle" />
```

$[URI] \xrightarrow{rdf:type} rdf : Property$
(in N3 Notation)

```
ex:employer rdf:type rdf:Property
```

```
ex:employer rdfs:domain ex:Person
```

```
ex:employer rdfs:range ex:Organization
```

Grenzen der Ausdruckstärke von RDF Schema

Das geht mit RDFS **nicht**:

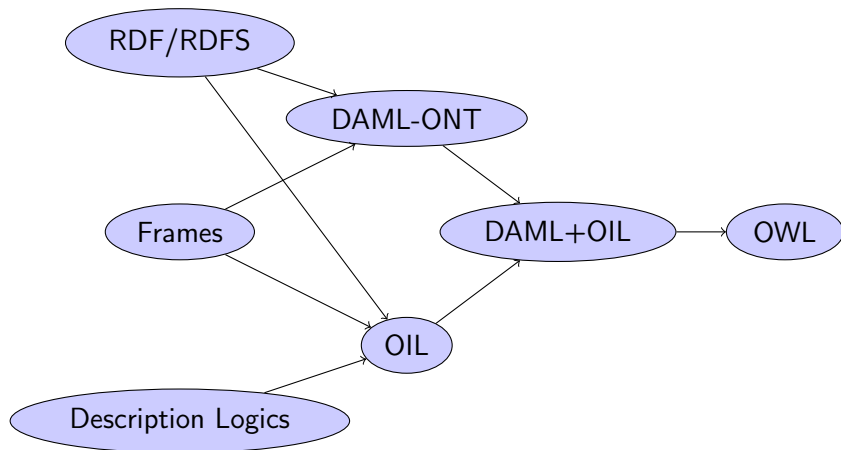
Grenzen der Ausdruckstärke von RDF Schema

Das geht mit RDFS **nicht**:

- Lokaler Geltungsbereich von Properties
- Disjunktheit von Klassen
- Boole'sche Kombination von Klassen
- Kardinalitätsbeschränkungen
- Spezielle Charakteristika von Properties

Der OWL-Stammbaum

Der OWL-Stammbaum



Wie mächtig sind OWL Lite - OWL DL?

Wie mächtig sind OWL Lite - OWL DL?

- OWL Lite $\cong SHIF(D)$
- OWL DL $\cong SHOIN(D)$
- (OWL 2 $\cong SROIQ(D)$)

OWL Lite (*SHIF*(D))

SHIF(D) steht für:

OWL Lite (*SHIF*(D))

SHIF(D) steht für:

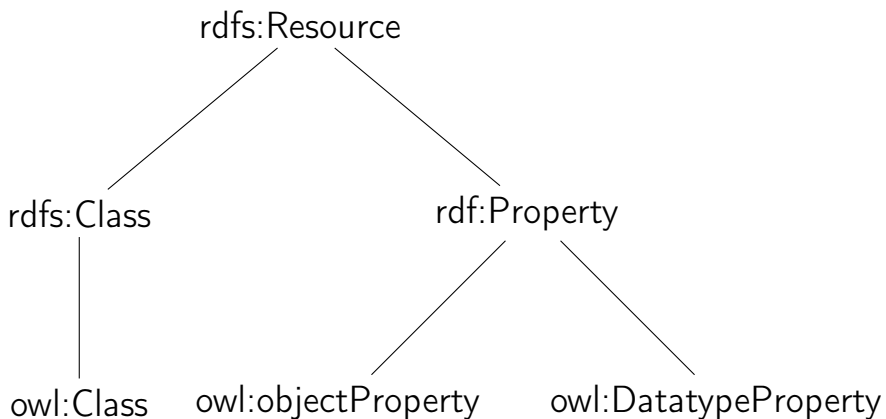
- \mathcal{S} ist \mathcal{ALC} mit transitiven Rollen

\mathcal{ALC} bildet Klassen aus:

$\perp \mid \top \mid A \mid \neg C \mid C \sqcup D \mid C \sqcap D \mid \exists R.C \mid \forall R.C$

- \mathcal{H} = Rollenhierarchien
- \mathcal{I} = inverse Rollen
- \mathcal{F} = funktionale Rollen
- (D) = Datentypen

OWL: Ableitung von Klassen/Properties aus RDF



OWL Lite RDF-Schema Features

Class

```
<owl:Class rdf:ID="Winery"/>
```

```
<owl:Class rdf:ID="Region"/>
```

```
<owl:Class rdf:ID="ConsumableThing"/>
```

OWL Lite RDF-Schema Features

rdfs:subClassOf

```
<owl:Class rdf:ID="associateProfessor">  
  <rdfs:subClassOf rdf:resource=  
    "#academicStaffMember"/>  
</owl:Class>
```

OWL Lite RDF-Schema Features

ObjectProperties

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="isTaughtBy">  
  <owl:domain rdf:resource="#course"/>  
  <owl:range rdf:resource="#academicStaffMember"/>  
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#involves"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

OWL Lite RDF-Schema Features

DatatypeProperties

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="age">  
  <rdfs:range rdf:resource=  
    "http://www.w3...# nonNegativeInteger"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

OWL Lite RDF-Schema Features

SubProperties

```
<owl:DatatypeProperty rdf:ID="isTaughtBy">  
  <owl:domain rdf:resource="#course"/>  
  <owl:range rdf:resource="#academicStaffMember"/>  
  <rdfs:subPropertyOf rdf:resource="#involves"/>  
</owl:DatatypeProperty>
```

OWL Lite Äquivalenz

equivalentClass

```
<owl:Class rdf:ID="faculty">  
  <owl:equivalentClass rdf:resource=  
    "#academicStaffMember">  
</owl:Class>
```

OWL Lite weitere Properties

- `<owl:equivalentProperty>` ($P_1 \equiv P_2$)
- `<owl:sameIndividualAs>` ($\{x_1\} \equiv \{x_2\}$)
- `<owl:differentFrom>` ($\{x_1\} \sqsubseteq \neg\{x_2\}$)
- `<owl:AllDifferent>`

OWL Lite Propertie-Relationen

TransitiveProperty

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="locatedIn">  
  <rdf:type rdf:resource="&owl;TransitiveProperty"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource="&owl;Thing"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="#Region"/>  
</owl:ObjectProperty>
```


OWL Lite Propertie-Relationen

TransitiveProperty

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="locatedIn">  
  <rdf:type rdf:resource="&owl;TransitiveProperty"/>  
  <rdfs:domain rdf:resource="&owl;Thing"/>  
  <rdfs:range rdf:resource="#Region"/>  
</owl:ObjectProperty>
```

- inverseOf
- SymmetricProperty
- FunctionalProperty
- InverseFunctionalProperty

OWL Lite Property Restrictions

Existenzquantifizierung

```
<owl:Class rdf:about="#academicStaffMember">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#teaches"/>
      <owl:someValuesFrom
        rdf:resource="#undergraduateCourse"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

OWL Lite Property Restrictions

Existenzquantifizierung

```
<owl:Class rdf:about="#academicStaffMember">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#teaches"/>
      <owl:someValuesFrom
        rdf:resource="#undergraduateCourse"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

zugehörige Formel aus der Beschreibungslogik?

OWL Lite Property Restrictions

Existenzquantifizierung

```
<owl:Class rdf:about="#academicStaffMember">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#teaches"/>
      <owl:someValuesFrom
        rdf:resource="#undergraduateCourse"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

zugehörige Formel aus der Beschreibungslogik?

$academicStaffMember \sqsubseteq \exists teaches.undergraduateCourse$

OWL Lite Property Restrictions

Allquantifizierung

```
<owl:Class rdf:about="#firstYearCourse">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#isTaughtBy"/>
      <owl:allValuesFrom
        rdf:resource="#Professor"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

OWL Lite Property Restrictions

Allquantifizierung

```
<owl:Class rdf:about="#firstYearCourse">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#isTaughtBy"/>
      <owl:allValuesFrom
        rdf:resource="#Professor"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

zugehörige Formel aus der Beschreibungslogik?

OWL Lite Property Restrictions

Allquantifizierung

```
<owl:Class rdf:about="#firstYearCourse">
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#isTaughtBy"/>
      <owl:allValuesFrom
        rdf:resource="#Professor"/>
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
</owl:Class>
```

zugehörige Formel aus der Beschreibungslogik?

$firstYearCourse \sqsubseteq \forall isTaughtBy. Professor$

OWL DL (*SHOIN*(D))

OWL DL (*SHOIN*(D))

OWL DL enthält OWL Lite sowie zusätzlich:

- \mathcal{O} nominals (Definition durch Aufzählung)
- \mathcal{N} Zahlenrestriktionen

OWL DL

oneOf / aufgezählte Klassen

```
<owl:oneOf rdf:parseType="Collection">  
  <owl:Thing rdf:about="#Monday"/>  
  <owl:Thing rdf:about="#Tuesday"/>  
  ...  
</owl:oneOf>
```

OWL DL

hasValue

```
<rdfs:subClassOf>  
  <owl:Restriction>  
    <owl:onProperty rdf:resource="#hasSugar"/>  
    <owl:hasValue rdf:resource="#Dry"/>  
  </owl:Restriction>  
</rdfs:subClassOf>
```

OWL DL

Boole'sche Kombinationen/Disjunktheit/Kardinalitätsbeschränkungen

```
<owl:Class rdf:about="#course">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:complementOf rdf:resource="#staffMemb<br>  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

OWL DL

Boole'sche Kombinationen/Disjunktheit/Kardinalitätsbeschränkungen

```
<owl:Class rdf:about="#course">  
  <rdfs:subClassOf>  
    <owl:Restriction>  
      <owl:complementOf rdf:resource="#staffMember">  
    </owl:Restriction>  
  </rdfs:subClassOf>  
</owl:Class>
```

- <owl:unionOf>
- <owl:intersectionOf>
- <owl:disjointWith>

- <owl:minCardinality>
- <owl:maxCardinality>
- <owl:cardinality>

Protege

Konstruktion einer kleinen Ontologie mithilfe des Editors "Protege"
an dieser Stelle

OWL Lite vs. OWL Full

benutzen das gleiche Vokabular, Unterschiede:

- Typrestriktion (z.B. eine Klasse darf nicht zugleich ein Individuum sein)
- in OWL DL gibt es keine Restriktionen auf der Sprache selbst
- in OWL DL explizite Typisierung
- in OWL DL Property Separation
- in OWL DL keine transitiven Kardinalitätsrestriktionen
- in OWL DL beschränkte anonyme Klassen

Neuerungen in OWL 2

Neuerungen in OWL 2

- Schlüssel
- Property-Ketten
- mehr Datentypen
- qualifizierte Kardinalitätsbeschränkungen
- asymmetrische, reflexive und disjunkte Properties
- verbesserte Annotation
(formale Äquivalenz zu UML)

Quellen:



Grigoris Antoniou, Frank van Harmelen

Web Ontology Language: OWL

<http://www.cs.vu.nl/~frankh/postscript/OntoHandbook03OWL.pdf>



Pascal Hitzler, Markus Krötzsch, Sebastian Rudolph

Folien: Semantic Web Technologies 1

http://semantic-web-grundlagen.de/wiki/SWebT1_WS08/09#Online-Ressourcen

Fragen - Diskussion

Fragen

Fragen - Diskussion

Diskussion