

Seminar kognitive Robotik: Beschreibungslogiken und OWL

Sommersemester 2012

Stefan Profanter

Technische Universität München
Computer Science Department
Robotics and Embedded Systems Group

19.06.2012

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome
 \mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)
open-world -
closed-world
Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie
RDF und RDFS
OWL
SPARQL

Zusammenfassung

Inhalt

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme (T-Box / A-Box)

open-world - closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Outline

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme (T-Box / A-Box)

open-world - closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Motivation

- ▶ WWW bietet Fülle an Informationen & Austauschmöglichkeit
- ▶ Ausrichtung auf dem Menschen
- ▶ Verarbeitung für Roboter:
 - ▶ KI: Nachahmung des Menschen
 - ▶ Semantic Web: Maschinenverarbeitbar abspeichern

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome
AL Sprache

Reasoning

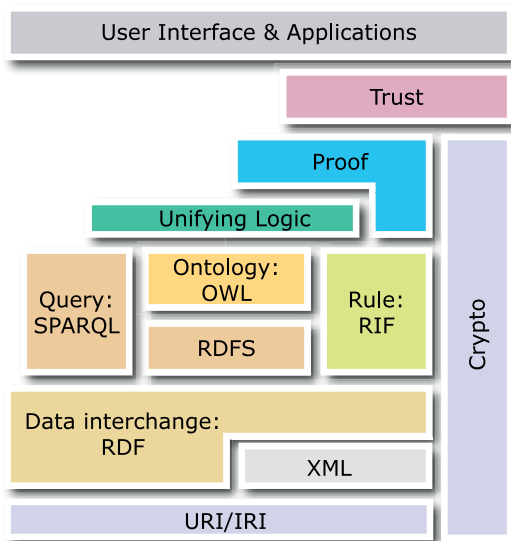
Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)
open-world -
closed-world
Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie
RDF und RDFS
OWL
SPARQL

Zusammenfassung

Semantic Web Pyramide



Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome
 \mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)
open-world -
closed-world
Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie
RDF und RDFS
OWL
SPARQL

Zusammenfassung

Abbildung : Semantic Web Pyramide Quelle: w3.org

Outline

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme (T-Box / A-Box)

open-world - closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

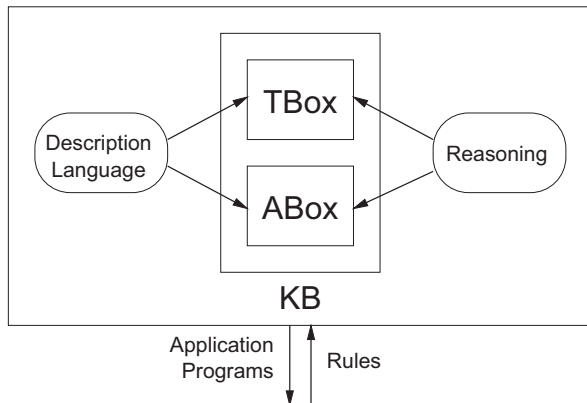


Abbildung : Komponenten eines Wissensrepresentations-Systems

Quelle: The Description Logic Handbook

- ▶ Grundlage: Konzepte und Rollen
- ▶ T-Box
 - ▶ Sammlung von (atomaren) Konzepten einer Domäne
 - ▶ Weiblich, Person, Frau
 - ▶ „nicht weibliche Person“ \rightarrow $\text{Person} \sqcap \neg\text{Weiblich}$
- ▶ A-Box
 - ▶ Wissen über Entitäten oder Instanzen der Konzepte
 - ▶ Beziehungen zwischen Konzepten
 - ▶ hatKind, hatWeiblicheVerwandte
 - ▶ $\text{hatKind}(\text{ANNA}, \text{PETER}), \text{Weiblich} \sqcap \text{Person}(\text{ANNA})$

- Bildung neuer Konzepte mit Konstruktoren

$C, D \rightarrow A$ | (atomares Konzept)

\top | (universelles Konzept)

\perp | (Grundkonzept)

$\neg A$ | (atomare Negation)

$C \sqcap D$ | (Schnittmenge)

$\forall R.C$ | (Allquantor)

$\exists R.\top$ (eingeschränkter Existenzquantor)

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie
RDF und RDFS
OWL
SPARQL

Zusammenfassung

- Bildung neuer Konzepte mit Konstruktoren

$C, D \rightarrow A$ | (atomares Konzept)

\top | (universelles Konzept)

\perp | (Grundkonzept)

$\neg A$ | (atomare Negation)

$C \sqcap D$ | (Schnittmenge)

$\forall R.C$ | (Allquantor)

$\exists R.\top$ (eingeschränkter Existenzquantor)

- Erweiterungen:

- \mathcal{U} (Vereinigung): $(C \sqcup D)$

- \mathcal{E} (volle Existenzquantor): $(\exists R.C)$

- \mathcal{N} (Beschränkungen in der Kardinalität): $(\geq nR)$,
 $(\leq nR)$

- \mathcal{C} (Erweiterte Negation), auch für nicht atomare Konzepte: $(\neg C)$

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie
RDF und RDFS
OWL
SPARQL

Zusammenfassung

Outline

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme (T-Box / A-Box)

open-world - closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Seminar KogRob:
BL und OWL

Stefan Profanter

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Inferenzprobleme (T-Box / A-Box)

- ▶ Inferenz: Schlussfolgern (Reasoning)
- ▶ T-Box (Reduzierbar auf Subsumierung oder Unerfüllbarkeit)
 - ▶ Erfüllbarkeit (Satisfiability)
 - ▶ Subsumierung (Subsumption)
 - ▶ Äquivalenz (Equivalence)
 - ▶ Disjunktheit (disjoint)
- ▶ A-Box (Reduzierbar auf Konsistenzprüfung)
 - ▶ Konsistenz (Consistency)
 - ▶ Instanzüberprüfung (Instance check)

open-world - closed-world

- ▶ relationale Datenbank: closed-world (Schema, Tupel)
- ▶ BL Wissensbasis: open-world (T-Box, A-Box)
- ▶ Bsp: $\text{hatKind}(PETER, HARRY)$
 - ▶ Datenbank \Rightarrow Peter hat nur ein Kind
 - ▶ ABox \Rightarrow Harry is Kind von Peter (mindestens ein Kind)
 - ▶ Mehrere Modelle: Kind-Modell, Geschwister-Modell
 - ▶ Peter einziges Kind: ($\leq 1 \text{ hatKind}$)($PETER$)

- ▶ Logische Konsequenzen finden & Erfüllbarkeit bestimmen
 1. Umformung der Wissensbasis zu Negativnormalform
 2. Bilde neue logische Konsequenzen aus bereits vorhandenen
 3. Wiederhole, bis Widerspruch entsteht

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)
open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie
RDF und RDFS
OWL
SPARQL

Zusammenfassung

- Logische Konsequenzen finden & Erfüllbarkeit bestimmen

1. Umformung der Wissensbasis zu Negativnormalform
2. Bilde neue logische Konsequenzen aus bereits vorhandenen
3. Wiederhole, bis Widerspruch entsteht

Beispiel: $W = \{C(a), \neg C \sqcup D, \neg D(a)\}$

1. $C(a)$ und $\neg D(a)$ trivial \Rightarrow
 $T_1 = \{C(a), \neg D(a)\}$
2. Aus $\neg C \sqcup D \Rightarrow (\neg C \sqcup D)(a) \Rightarrow$
 $T_2 = \{C(a), \neg D(a), (\neg C \sqcup D)(a)\}$
3. $(\neg C \sqcup D)(a) \Rightarrow \neg C(a)$ oder $D(a)$ ist wahr \Rightarrow
 $T_{3,1} = \{C(a), \neg D(a), (\neg C \sqcup D)(a), \neg C(a)\}$ und
 $T_{3,2} = \{C(a), \neg D(a), (\neg C \sqcup D)(a), D(a)\}$
4. Widerspruch $\Rightarrow T_2 = \{C(a), \neg D(a), (\neg C \sqcup D)(a)\}$

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Outline

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme (T-Box / A-Box)

open-world - closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Seminar KogRob:
BL und OWL

Stefan Profanter

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

**Ontologien, RDF
und OWL**

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Ontologie: „Sprachlich gefasste und formal geordnete Darstellung einer Menge von Begrifflichkeiten und der Beziehung zwischen diesen“

- ▶ Darstellung mit XML, RDF

RDF und RDFS

- ▶ Resource Description Framework
- ▶ Tripel: *Subjekt-Prädikat-Objekt*



```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.example.org/~profanter#profanter">
    <foaf:family_name>Profanter</foaf:family_name>
    <foaf:givenname>Stefan</foaf:givenname>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

- ▶ Erweitert RDF(S)
- ▶ OWL Lite, OWL DL, OWL Full

```
<rdf:RDF xmlns="....">
  <rdf:Description rdf:about="http://example.com/
    pizzas.owl#Pizza">
    <rdfs:subClassOf rdf:parseType="Resource">
      <rdf:type rdf:resource="http://www.w3.org
        /2002/07/owl#Restriction"/>
      <owl:onProperty rdf:resource="http://
        example.com/pizzas.owl#hasBase"/>
      <owl:someValuesFrom rdf:resource="http://
        example.com/pizzas.owl#PizzaBase"/>
    </rdfs:subClassOf>
    <owl:disjointWith rdf:resource="http://
      example.com/pizzas.owl#PizzaBase"/>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome
AL Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)
open-world -
closed-world
Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie
RDF und RDFS
OWL
SPARQL

Zusammenfassung

- ▶ Abfragesprache für RDF (und OWL)
- ▶ SELECT, CONSTRUCT, ASK, DESCRIBE

```
PREFIX foaf: <http://xmlns.com/foaf/0.1/>
SELECT ?name ?email
WHERE {
    ?person a foaf:Person.
    ?person foaf:name ?name.
    ?person foaf:mbox ?email.
}
```

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

ACL Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Outline

Motivation

Sprachen & Modellierung

T-Box und A-Box Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme (T-Box / A-Box)

open-world - closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Motivation

Sprachen &
Modellierung

T-Box und A-Box
Axiome

\mathcal{AL} Sprache

Reasoning

Inferenzprobleme
(T-Box / A-Box)

open-world -
closed-world

Tableau-Algorithmen

Ontologien, RDF
und OWL

Ontologie

RDF und RDFS

OWL

SPARQL

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- ▶ Daten strukturiert Abspeichern
- ▶ Logische Darstellung von Beziehungen (T-Box, A-Box)
- ▶ RDF, RDF(S), OWL
- ▶ Anwendung: knowrob & RoboEarth

<http://bit.ly/kogRob>