
Beschreibungslogik

Vorlesung im Sommersemester 2015

Organisatorisches

- Zeit und Ort:

Mi 16-18 MZH1460 und Do 16-18 MZH1460

- Vortragender:

Carsten Lutz

Cartesium Raum 2.59

Tel. (218)-64431

clu@uni-bremen.de

- Position im Curriculum: Modulbereich Theorie, Master-Basis
Master-Profil KIKR und DMI

Organisatorisches

- Form: K4, jeder vierte Termin ist Übung
Fragen und Diskussion jederzeit erwünscht.
- Vorlesungsmaterial:

Folien und Aufgabenblätter auf:

<http://www.informatik.uni-bremen.de/tdki/lehre/ss15/bl/>

Beispiele, Beweise, etc an der Tafel bitte mitschreiben

Prüfungsmodalitäten

Übungen + Fachgespräch:

- Übungsaufgaben jede zweite Woche (Kernaufgaben + Zusatzaufgaben)
- Werden in Kleingruppen (2-3 Pers.) bearbeitet, abgegeben und korrigiert
- Lösungen für Übungsaufgaben werden von Studierenden präsentiert.
- Es müssen insgesamt 50% der Punkte erreicht werden.
- Erste Übung (und Abgabe) am 29.4.2015

Alternativ: Mündliche Prüfung

Literatur

- The Description Logic Handbook, 2nd edition.
Baader, Calvanese, McGuinness, Nardi, and Patel-Schneider (eds.),
Cambridge University Press, 2007
- An Overview of Tableau Algorithms for Description Logics.
Baader und Sattler. *Studia Logica*, 69:5-40, 2001
- Buchkapitel über Komplexitätsresultate in Stud.IP

Einleitung

Wissensrepräsentation

Wissensrepräsentation: allgemeines Hintergrundwissen dem Rechner verfügbar machen.

Grundlage für:

- „Intelligente Systeme“, die Daten nicht nur verarbeiten, sondern auch interpretieren können
- Zahlreiche Teildisziplinen der künstlichen Intelligenz, wie z.B. Robotik, automatisches Planen, usw.
- ein „semantisches Web“, in dem Suchmaschinen und andere Agenten Webinhalte interpretieren können (im Gegensatz zu Schlüsselwort-basierter Suche)

Wissensrepräsentation – ein Beispiel

Betrachte folgende medizinische Datenbank:

Patient(p_1)

diagnose(p_1, d_1)

Tachykardie(d_1)

Patient(p_2)

diagnose(p_2, d_2)

Hypertonie(d_2)

Und die Anfrage $\text{Patient}(x) \wedge \exists y (\text{diagnose}(x, y) \wedge \text{Herz-Kreislauf-Erkrankung}(y))$

also: "gib mir alle Patienten mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen"

Ein klassisches Datenbanksystem liefert keine Antworten, denn es fehlt das Wissen, dass Tachykardie und Hypertonie Herz-Kreislauf-Erkrankungen sind

Wissensrepräsentation

Das Ziel der Wissensrepräsentation etwas konkreter:

Entwicklung von Formalismen, mittels derer Wissen über die Welt in abstrakter Weise beschrieben werden kann und die effektiv verwendet werden können, um intelligente Anwendungen zu realisieren. [Brachman&Nardi03]

Dies ist anwendungsorientierte Sicht auf WR,
keine philosophische oder kognitionswissenschaftliche.

Wissensrepräsentation

Entwicklung von **Formalismen**, mittels derer Wissen über die Welt in abstrakter Weise beschrieben werden kann und die effektiv verwendet werden können, um intelligente Anwendungen zu realisieren.

Wohldefinierte Syntax und Semantik.

Syntax: die Sprache, in der Wissen „aufgeschrieben“ wird
in dieser VL stets symbolisch und logik-basiert

Semantik: fixiert die Bedeutung des repräsentierten Wissens
in exakter, eindeutiger Weise

Wissensrepräsentation

Entwicklung von **Formalisten**, mittels derer Wissen über die Welt in abstrakter Weise beschrieben werden kann und die effektiv verwendet werden können, um intelligente Anwendungen zu realisieren.

Deklarative Semantik: unabhängig von verarbeitender Software

- erlaubt (weitgehende) Anwendungsunabhängigkeit
- wir wollen repräsentieren (=beschreiben), nicht programmieren wie etwa in Prolog
- basiert auf (logischen) Strukturen

Wissensrepräsentation

Entwicklung von Formalismen, mittels derer **Wissen über die Welt** in abstrakter Weise beschrieben werden kann und die effektiv verwendet werden können, um intelligente Anwendungen zu realisieren.

Die Natur von Wissen ist schwierige (philosophische) Frage.

Wir beschränken uns auf konzeptuelles Wissen:

- Beschreibung des Konzeptes einer Hypertonie, einer Herz-Kreislauf-Erkrankung, einer Vorlesung, eines Studenten, etc
- Eine „was ist ein XYZ“ Beschreibung

Andere Arten von Wissen z.B. zeitliches Wissen, räumliches Wissen, prozedurales Wissen, Wissen über Wissen, etc.

Wissensrepräsentation

Entwicklung von Formalismen, mittels derer Wissen über die Welt in **abstrakter Weise** beschrieben werden kann und die effektiv verwendet werden können, um intelligente Anwendungen zu realisieren.

- Wissensrepräsentation bedeutet Abstraktion!
- Alle Aspekte eines Konzeptes im Detail zu identifizieren ist Aufgabe der Philosophie
- Nicht relevante Aspekte eines Konzeptes sollten nicht repräsentiert werden
- Damit ist eine bestimmte WR nicht unbedingt für alle Anwendungen adäquat (trotzdem deklarativ!)

Wissensrepräsentation

Entwicklung von Formalismen, mittels derer Wissen über die Welt in abstrakter Weise beschrieben werden kann und die effektiv verwendet werden können, um **intelligente Anwendungen** zu realisieren.

Intelligente Anwendungen können Informationen interpretieren und neue daraus ableiten.

- klassische Datenbank i.d.S. nicht intelligent:
eingegebene Daten = ausgegebene Daten, nur Reorganisation
- Schlussfolgern (Reasoning, aus explizit gegebenem Wissen implizites ableiten) erforderlich; T1.1

Wissensrepräsentation

Entwicklung von Formalismen, mittels derer Wissen über die Welt in abstrakter Weise beschrieben werden kann und die **effektiv verwendet werden können**, um intelligente Anwendungen zu realisieren.

Schlussfolgerungsprobleme sollten entscheidbar sein und von möglichst geringer (Berechnungs-)Komplexität

Wechselwirkung:

- geringe Komplexität und Entscheidbarkeit vs.
- benötigte Ausdruckstärke

Ideale Balance abhängig von Anwendung und Abstraktionsgrad, also nicht ein WR Formalismus sondern viele!

Wissensrepräsentation

- Prädikatenlogik erster Stufe (FO)
 - Formale Syntax, deklarative Semantik
 - Hohe, dennoch beschränkte Ausdrucksstärke
 - Sehr hohe Berechnungskomplexität: unentscheidbar
- Aussagenlogik (AL)
 - Formale Syntax, deklarative Semantik
 - sehr beschränkte Ausdrucksstärke
 - relativ geringe Berechnungskomplexität
 - effektive Schlussfolgerungssysteme („SAT-Solver“) verfügbar

BL ist Kompromiss bzgl. Ausdrucksstärke und Komplexität

Beschreibungslogik

Beschreibungslogik ist wichtige Familie von Formalismen zur Wissensrepräsentation

Andere Formalismen: siehe KI Vorlesung

BLen sind eine Familie von Logiken

- zur Repräsentation konzeptuellen Wissens
- mit entscheidbaren Schlussfolgerungsproblemen
- für die viele effiziente Reasoner zur Verfügung stehen

Beschreibungslogik

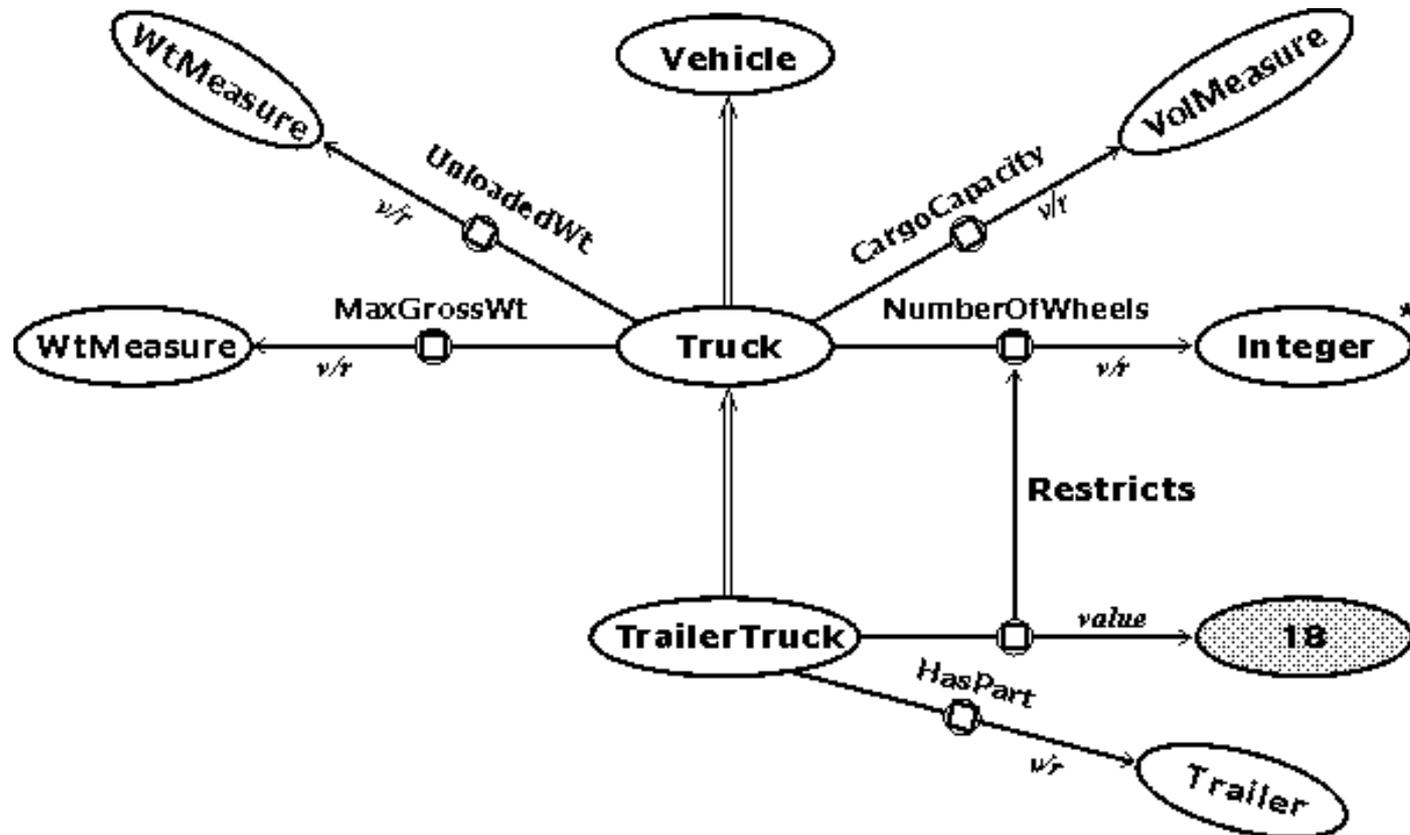
Historisch hervorgegangen sind BLen aus

- structured inheritance networks [Brachman78]
- einem bekannten historischen WR-System namens KL-ONE [Brachman&Schmolze85]

Diese frühen Formalismen

- waren nicht Logik-basiert
- hatten keine formale Syntax und Semantik
- haben dennoch fast alle grundlegenden Ideen heutiger BLen eingeführt

KL-ONE Beispiel



Beschreibungslogik

Zentrale Elemente der WR mit Beschreibungslogik:

- Konzepte

Konzept beschreibt Klasse von Objekten, z.B. Bereich Universität:

Vorlesung, Student, Universität, Fachbereich, etc.

Können durch logische Ausdrücke (Formeln) beschrieben werden:

Mensch $\sqcap \exists$ hört.Vorlesung

- Rollen

Sind binäre Relationen zwischen Objekten

hört, lehrt, istTeilVon, etc.

können (meist) nicht durch komplexe Ausdrücke beschrieben werden

Beschreibungslogik

Zentrale Elemente der WR mit Beschreibungslogik:

- TBoxen (terminologische Boxen)

Definieren Konzepte und setzen diese zueinander in Beziehung

Konzeptdefinition z.B.

$\text{Student} \equiv \text{Mensch} \sqcap \exists \text{hört.Vorlesung}$

Allgemeines Hintergrundwissen / Constraint z.B.

$\text{Student} \sqcap \text{Vorlesungssaal} \sqsubseteq \perp$

Beschreibungslogik

Zentrale Elemente der WR mit Beschreibungslogik:

- ABoxen (assertionale Boxen)

Beschreiben Individuen (= Objekte) und deren Eigenschaften

z.B.

Student(hans)

Vorlesung \sqcap \exists hatThema.InformatikThema(blv)

hört(hans, blv)

Ontologien

Ein sehr populärer Ansatz zur Wissensrepräsentation ist die Verwendung von *Ontologien*

Ontologien dienen der Repräsentation von konzeptuellem Wissen, sehr ähnlich den TBoxen der Beschreibungslogik

Im Prinzip kann eine Ontologie in beliebiger (meist logischer) Sprache verfasst werden

Besonders populär ist aber OWL: the Web Ontology Language:

- Standardisiert vom W3C (World Wide Web Consortium)
- Zugeschnitten aufs Web: XML Syntax etc.
- Im wesentlichen eine Beschreibungslogik

Ontologien – Beispiel SNOMED

Im Gesundheitswesen ist standardisierte Terminologie wichtig.

Beispiel: Austausch medizinischer Daten zwischen Ärzten, Krankenhäusern, Krankenkassen, etc.

Es sollten

- dieselben Begriffe (Konzepte) verwendet werden
- verwendete Begriffe in derselben Weise verstanden werden

Es gibt verschiedene Standards:

- ICD-10: Int. Classification of Diseases and Related Health Problems
Publiziert von WHO, verwendet z.B. in Deutschland
- SNOMED CT: Standardized Nomenclature of Medicine, Clinical Terms
Verwendet z.B. in USA, GB, Schweden, Australien,...

Ontologien – Beispiel SNOMED

SNOMED

- von einem internationalen non-profit Konsortium entwickelt (IHTSDO)
- standardisiert etwa 500.000 medizinische Begriffe aus allen Bereichen (Krankheiten, Behandlungen, Medikamente, etc.)
- wird regelmässig aktualisiert, hat >40 Autoren gleichzeitig
- basiert auf einer Ontologie, in der diese Begriffe formal mittels einer Beschreibungslogik definiert werden

Die Mediziner erhalten natürlich keine logischen Ausdrücke sondern einen Katalog von Begriffen.

Ontologien – Beispiel SNOMED

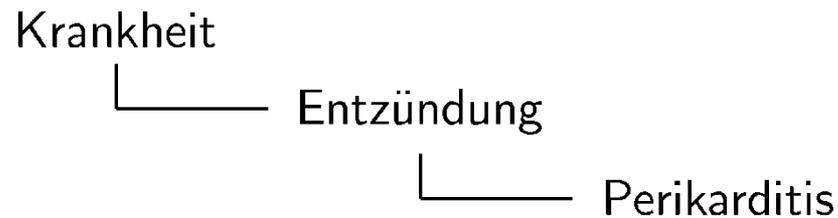
Ontologiefragment

Perikardium \sqsubseteq Gewebe \sqcap \exists teilVon.Herz

Perikarditis \equiv Entzündung \sqcap \exists ort.Perikardium

Entzündung \sqsubseteq Krankheit \sqcap \exists wirktAuf.Gewebe

Katalog





VTSL

SNOMED CT Core Browser

[Concepts](#)[Descriptions](#)[Codes](#)[Roots](#)[Main Menu](#)**Parent(s):***(Select a parent to make it the "Current Concept".)*[Chronic disease \(disorder\)](#)[Disorder of skin \(disorder\)](#)**Current Concept:*****Chronic disease of skin (disorder)*****Child(ren):***(N=17) (Select a child to make it the "Current Concept".)*[Acquired epidermolysis bullosa \(disorder\)](#)[Chronic dermatitis \(disorder\)](#)[Chronic eczema \(disorder\)](#)[Chronic lichenoid pityriasis \(disorder\)](#)[Chronic mucocutaneous candidiasis \(disorder\)](#)[Chronic necrotic pododermatitis \(disorder\)](#)[Chronic symmetrical impetigo \(disorder\)](#)[Chronic urticaria \(disorder\)](#)[Cutaneous mastocytosis \(disorder\)](#)[Hemolytic anemia with emphysema AND cutis laxa \(disorder\)](#)[Juvenile psoriatic arthritis \(disorder\)](#)[Local recurrence of malignant melanoma of skin \(disorder\)](#)[Local recurrence of malignant tumor of skin \(disorder\)](#)[Recurrent basal cell carcinoma \(disorder\)](#)[Recurrent erysipelas \(disorder\)](#)[Recurrent focal palmar peeling \(disorder\)](#)**Current Concept:****Fully Specified Name:** Chronic disease of skin (disorder)**ConceptId:** 128236002**Defining Relationships:****Is a** Chronic disease (disorder)**Is a** Disorder of skin (disorder)**Clinical course** [Chronic \(qualifier value\)](#)**Finding site** [Skin structure \(body structure\)](#)*This concept is fully defined.***Qualifiers:**[View Qualifying Characteristics and Facts](#)**Descriptions (Synonyms):****Fully Specified Name:** Chronic disease of skin (disorder)**Synonym:** Chronic skin disease**Synonym:** Chronic dermatosis**Preferred:** Chronic disease of skin**Related Concepts:**[- All "Is a" antecedents -](#)[- All descendents and related subtypes -](#)

Struktur Vorlesung

- Kapitel 1: Einleitung
- Kapitel 2: Grundlagen
- Kapitel 3: Ausdrucksstärke und Modellkonstruktionen
- Kapitel 4: Tableau Algorithmen
- Kapitel 5: Komplexität
- Kapitel 6: ABoxen und Anfragebeantwortung
- Kapitel 7: Effiziente Beschreibungslogiken