

KI: Wie testet man ein Hirn?

(Und warum?)

Richard Jelinek

PetaMem GmbH

Nürnberg

Weltwissen beschreibt das verfügbare allgemeine Wissen, Kenntnisse und Erfahrungen über Umwelt und Gesellschaft.

Wissensrepräsentation (englisch: knowledge representation) dient im Rahmen der Wissensmodellierung dazu, Wissen in Wissensbasierten Systemen formal abzubilden.

Gütekriterien Wissensrepräsentation:

- Korrektheit
- Mächtigkeit
- Effizienz

BetaMem
Language Technology - We Mean IT!

Wie soll man Weltwissen formal repräsentieren?

- 1 Katalog, Glossar, Taxonomie (einfache Kontrollierte Vokabularien),
- 2 Klassifikation, Thesaurus (begrenzte Zahl von Relationen in der Regel ohne Vererbungsrelation),
- 3 semantisches Netz, Ontologie, Frames, Produktionsregeln,
- 4 Axiomensystem, Prädikatenlogik sowie
- 5 mehrschichtige Erweiterte Semantische Netze (MultiNet).

Machen wir es kurz: Klassenlogik

- Mengenlehre (naiv) \rightarrow ZFC \rightarrow axiomatische Klassenlogik¹



PetaMem
Language Technology - We Mean IT!

¹Arnold Oberschelp: *Allgemeine Mengenlehre*. BI-Wissenschafts-Verlag, Mannheim u. a. 1994, ISBN 3-411-17271-1.

Machen wir es kurz: Klassenlogik

- Mengenlehre (naiv) \rightarrow ZFC \rightarrow axiomatische Klassenlogik¹
- Verallgemeinerung der Mengenlehre

PetaMem
Language Technology - We Mean IT!

¹Arnold Oberschelp: *Allgemeine Mengenlehre*. BI-Wissenschafts-Verlag, Mannheim u. a. 1994, ISBN 3-411-17271-1.

Machen wir es kurz: Klassenlogik

- Mengenlehre (naiv) \rightarrow ZFC \rightarrow axiomatische Klassenlogik¹
- Verallgemeinerung der Mengenlehre
- Antinomien/Paradoxa kein Problem („Klasse aller Klassen, die sich nicht selbst als Element enthalten“)

¹Arnold Oberschelp: *Allgemeine Mengenlehre*. BI-Wissenschafts-Verlag, Mannheim u. a. 1994, ISBN 3-411-17271-1.

Axiomensystem einer einfachen allgemeinen Klassenlogik:

Abstraktionsprinzip

(Klassen beschreiben ihre Elemente durch eine logische Eigenschaft)

$$\forall y : (y \in \{x|A(x)\} \Leftrightarrow A(y))$$

Extensionalitätsprinzip

(Mengen sind gleich wenn alle ihre Elemente gleich sind)

$$A = B \Leftrightarrow \forall x : (x \in A \Leftrightarrow x \in B)$$

Komprehensionsprinzip

(Eine Klasse kann ein Element sein)

$$\{x|A(x)\} \in B \Leftrightarrow \exists y : (y = \{x|A(x)\} \wedge y \in B)$$

Abstraktionsprinzip $\forall y : (y \in \{x|A(x)\} \Leftrightarrow A(y))$

(Klassen beschreiben ihre Elemente durch eine logische Eigenschaft)

```
ferrari => {  
    'c' => 'car',  
},  
  
car => {  
    'c' => 'vehicle',  
    '<' => 'house',  
    '>' => 'flower'  
},  
  
vehicle => {  
    'c' => 'machine',  
},
```

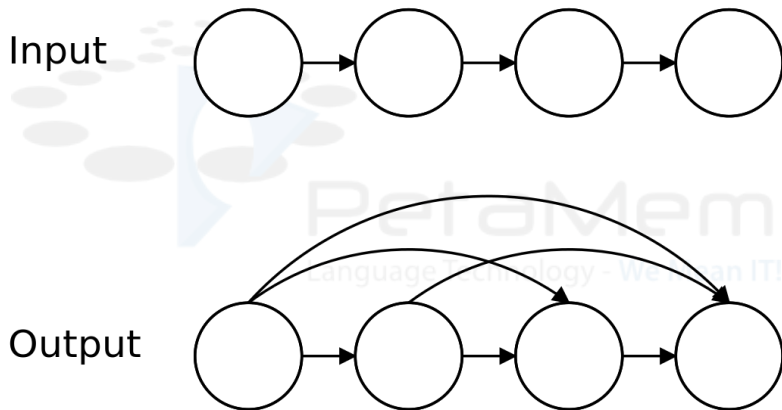
```
gigaset => {  
    'c' => 'phone',  
    '3' => {  
        key => {  
            '#' => '19',  
        },  
    },  
},  
  
phone => {  
    'c' => {  
        'device' => {  
            ':' => 'electronic',  
        },  
    },  
    '3' => {  
        keyboard => 1,  
    },  
},
```


Beispiel: "Ist Hyponym von" (Auszug)

```
q{c} => {  
  '-1' => 'c', # inverse  
  'c' => 'c', # is proper subclass of  
  '¬' => 'φ', # complement  
  '¬-1' => 'φ',  
  'c∧¬' => 'φ',  
  'c∧¬-1' => 'φ',  
  'c∧-1' => 'c',  
  '∧' => {  
    q{R∧R⊆R} => 1, # is transitive  
    q{Δ∩R=∅} => 1, # is irreflexive  
    q{R∩R-1=∅} => 1, # is asymmetric  
  },  
},
```

Transitive Hülle

Transitive Hülle ermöglicht $O(n)$ Schlüsse in $O(1)$;



A ist ein B ist ein C ist ein D ...

ok - is gigaset a machine? yes

ok - is gigaset a device? yes

ok - is gigaset a car? no

ok - is flower an organism? yes

ok - is flower a small plant? yes

PetaMem
Language Technology - We Mean IT!

Beispiel: Äquivalenzrelation (Auszug)

```
q{**} => {  
  '0' => '0',  
  '1' => {  
    q{Δ⊆R} => 1,  
    q{R⊆R-1} => 1,  
    q{R∘R⊆R} => 1,  
  },  
  '¬' => '¬',  
},
```

IS reflexive, symmetric and transitive

¬EQU = ¬

Clique: Hülle von Klassen assoziiert durch Relation

ok - czech from eng to ita

ok - clique for mul equ contains eng

ok - symmetry inferention: pták got from bird while bird has no EQU

ok - iso specified: clique for ces pták contain eng bird

ok - mediator language eng: clique for ces pták contain deu vogel

ok - no args: clique for ces pták contain eng bird

Perl Tests: XOR-concat, bidi ISA zu EQU

Beispiele: XOR Test (nicht normiert), Deduktion ISA \leftrightarrow ISA \Rightarrow EQU

```
a4 => {
  s => 't',
},
b4 => {
  s => 'z',
},
cmp_a4_xor_b4 => {
  'v' => [
    {
      'v' => {
        s => 't',
      },
      s => 'z',
    },
    {
      s => 't',
      'v' => {
        s => 'z',
      },
    },
  ],
},
```

```
with_equivalent_1 => {
  'c' => 'equivalent_1',
},
equivalent_1 => {
  'c' => 'with_equivalent_1',
},
cmp_with_equivalent_1 => {
  '+' => 'equivalent_1',
},
```

Probabilistische Logik

```
# tests:
# 1.  $\Gamma(AE \leftrightarrow AI) = 0.7$ 
#    "The probability that AE is equivalent to AI" is .7
# 2.  $\Gamma(AE < AB) = 0.3$ 
#    "The probability that AE is smaller than AB" is .3
# 3.  $\Gamma((AE \leftrightarrow AI) \wedge (AE < AB)) = 0.21$ 
#    "The probability that AE is equivalent to AI and at the
#    same time smaller than AB" is 0.21
'and_explicit' => {
  '∧' => {
    '↔' => {
      'and_implicit' => 1,
      'Γ' => 0.7,
    },
    '<' => {
      'and_bigger' => 1,
      'Γ' => 0.3,
    },
  },
},
},
```



Wo bekommt man die Daten her?

PMSE - PetaMem Scripting Environment

<http://petamem.corpus.technology>

- Wikimedia Projects, Gutenberg
- WordNet, ISO, Unicode CLDR
- European Commission Corpora
- und z.Zt. noch 548 weitere Quellen...

Q&A

- http://www.petamem.com/t_n_p/160311-gpw2016_ki_talk.pdf
- R. Jelinek (rj@petamem.com)

