

Od sémantických sítí k logickým formalismům

Petr Křemen

FEL ČVUT

Co nás čeká

- 1 Informace o předmětu
- 2 Co je to reprezentace znalostí ?
- 3 Sémantické sítě
- 4 Rámce
- 5 Thesaury
- 6 Mapy témat
- 7 Konceptuální grafy

Informace o předmětu

Informace o předmětu

- webová stránka:
<http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33rzn/start>

Informace o předmětu

- webová stránka:
<http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33rzn/start>
- čtyři témata: deskripční logika, temporální a modální logika, pravděpodobnostní modely, fuzzy logika

Informace o předmětu

- webová stránka:
<http://cw.felk.cvut.cz/doku.php/courses/a4m33rzn/start>
- čtyři témata: deskripční logika, temporální a modální logika, pravděpodobnostní modely, fuzzy logika
- pečlivě si projděte pravidla hry !

Co je to reprezentace znalostí ?

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: **“Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?”**

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: “**Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?**”
 - Učitel : “**Kolik hodin týdně budu tento semestr učit ?**”

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: **“Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?”**
 - Učitel : **“Kolik hodin týdně budu tento semestr učit ?”**
 - Děkan : **“Které předměty jsou mezi studenty populární a které nikoliv ?”**

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: **“Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?”**
 - Učitel : **“Kolik hodin týdně budu tento semestr učit ?”**
 - Děkan : **“Které předměty jsou mezi studenty populární a které nikoliv ?”**
- Každý z nich potřebuje jiné informace - Co jsou tedy znalosti ?

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: **“Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?”**
 - Učitel : **“Kolik hodin týdně budu tento semestr učit ?”**
 - Děkan : **“Které předměty jsou mezi studenty populární a které nikoliv ?”**
- Každý z nich potřebuje jiné informace - Co jsou tedy znalosti ?
- Znalosti se snaží postihnout vztahy a zákonitosti v dané doméně, tak aby mohly být využity k zodpovězení takovýchto dotazů.

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: **“Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?”**
 - Učitel : **“Kolik hodin týdně budu tento semestr učit ?”**
 - Děkan : **“Které předměty jsou mezi studenty populární a které nikoliv ?”**
- Každý z nich potřebuje jiné informace - Co jsou tedy znalosti ?
- Znalosti se snaží postihnout vztahy a zákonitosti v dané doméně, tak aby mohly být využity k zodpovězení takovýchto dotazů.
 - **“Předměty bakalářské etapy jsou typem předmětů.”**

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: **“Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?”**
 - Učitel : **“Kolik hodin týdně budu tento semestr učit ?”**
 - Děkan : **“Které předměty jsou mezi studenty populární a které nikoliv ?”**
- Každý z nich potřebuje jiné informace - Co jsou tedy znalosti ?
- Znalosti se snaží postihnout vztahy a zákonitosti v dané doméně, tak aby mohly být využity k zodpovězení takovýchto dotazů.
 - **“Předměty bakalářské etapy jsou typem předmětů.”**
 - **“Ve většině případů je možné předmět otevřít pouze tehdy jsou-li zapsáni alespoň 2 studenti.”**

Motivace

- Mějme univerzitní doménu :
 - Student: **“Jaký předmět bakalářské etapy si mám zapsat, abych získal alespoň 6 kreditů ?”**
 - Učitel : **“Kolik hodin týdně budu tento semestr učit ?”**
 - Děkan : **“Které předměty jsou mezi studenty populární a které nikoliv ?”**
- Každý z nich potřebuje jiné informace - Co jsou tedy znalosti ?
- Znalosti se snaží postihnout vztahy a zákonitosti v dané doméně, tak aby mohly být využity k zodpovězení takovýchto dotazů.
 - **“Předměty bakalářské etapy jsou typem předmětů.”**
 - **“Ve většině případů je možné předmět otevřít pouze tehdy jsou-li zapsáni alespoň 2 studenti.”**
 - **“Je-li někdo vedoucím katedry, je též zaměstnancem školy.”**

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?
 - deklarativně × procedurálně ? - my nyní **deklaravně**. např.
 $(\forall P)(BakalarskyPredmet(P) \Rightarrow Predmet(P))$

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?
 - deklarativně \times procedurálně ? - my nyní **deklaravně**. např.
 $(\forall P)(BakalarskyPredmet(P) \Rightarrow Predmet(P))$
 - bez neurčitosti (crisp) \times s neurčitostí - my nyní **bez neurčitosti**. např.
 $(\forall K)(Kurz(K) \Rightarrow (KurzSVyjimkou(K) \vee ((\exists X_1, X_2)ZapsanNa(X_1, K) \wedge ZapsanNa(X_2, K) \wedge X_1 \neq X_2)))$

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?
 - deklarativně \times procedurálně ? - my nyní **deklaravně**. např.
 $(\forall P)(BakalarskyPredmet(P) \Rightarrow Predmet(P))$
 - bez neurčitosti (crisp) \times s neurčitostí - my nyní **bez neurčitosti**. např.
 $(\forall K)(Kurz(K) \Rightarrow (KurzSVyjimkou(K) \vee ((\exists X_1, X_2)ZapsanNa(X_1, K) \wedge ZapsanNa(X_2, K) \wedge X_1 \neq X_2)))$
- jak využít výslednou reprezentaci ?

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?
 - deklarativně \times procedurálně ? - my nyní **deklaravně**. např.
 $(\forall P)(BakalarskyPredmet(P) \Rightarrow Predmet(P))$
 - bez neurčitosti (crisp) \times s neurčitostí - my nyní **bez neurčitosti**. např.
 $(\forall K)(Kurz(K) \Rightarrow (KurzSVyjimkou(K) \vee ((\exists X_1, X_2)ZapsanNa(X_1, K) \wedge ZapsanNa(X_2, K) \wedge X_1 \neq X_2)))$
- jak využít výslednou reprezentaci ?
 - znalostní management - vyhledávače (databáze, sémantické servery, sémantický web)

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?
 - deklarativně × procedurálně ? - my nyní **deklaravně**. např.
 $(\forall P)(BakalarskyPredmet(P) \Rightarrow Predmet(P))$
 - bez neurčitosti (crisp) × s neurčitostí - my nyní **bez neurčitosti**. např.
 $(\forall K)(Kurz(K) \Rightarrow (KurzSVyjimkou(K) \vee ((\exists X_1, X_2)ZapsanNa(X_1, K) \wedge ZapsanNa(X_2, K) \wedge X_1 \neq X_2)))$
- jak využít výslednou reprezentaci ?
 - znalostní management - vyhledávače (databáze, sémantické servery, sémantický web)
 - multiagentní systémy - komunikační obsah zpráv zasílaných mezi agenty

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?
 - deklarativně \times procedurálně ? - my nyní **deklaravně**. např.
 $(\forall P)(BakalarskyPredmet(P) \Rightarrow Predmet(P))$
 - bez neurčitosti (crisp) \times s neurčitostí - my nyní **bez neurčitosti**. např.
 $(\forall K)(Kurz(K) \Rightarrow (KurzSVyjimkou(K) \vee ((\exists X_1, X_2)ZapsanNa(X_1, K) \wedge ZapsanNa(X_2, K) \wedge X_1 \neq X_2)))$
- jak využít výslednou reprezentaci ?
 - znalostní management - vyhledávače (databáze, sémantické servery, sémantický web)
 - multiagentní systémy - komunikační obsah zpráv zasílaných mezi agenty
 - strojové učení - jazykový bias

Motivace (2)

Máme tedy doménu a znalosti. Ovšem:

- jak tedy znalosti formálně reprezentovat ?
 - deklarativně \times procedurálně ? - my nyní **deklaravně**. např.
 $(\forall P)(BakalarskyPredmet(P) \Rightarrow Predmet(P))$
 - bez neurčitosti (crisp) \times s neurčitostí - my nyní **bez neurčitosti**. např.
 $(\forall K)(Kurz(K) \Rightarrow (KurzSVyjimkou(K) \vee ((\exists X_1, X_2)ZapsanNa(X_1, K) \wedge ZapsanNa(X_2, K) \wedge X_1 \neq X_2)))$
- jak využít výslednou reprezentaci ?
 - znalostní management - vyhledávače (databáze, sémantické servery, sémantický web)
 - multiagentní systémy - komunikační obsah zpráv zasílaných mezi agenty
 - strojové učení - jazykový bias
 - ... a vlastně všechny obory AI

Deklarativní reprezentace znalostí bez neurčitostí

- sémantické sítě, rámce,

Deklarativní reprezentace znalostí bez neurčitostí

- sémantické sítě, rámce,
- thesaury, mapy témat

Deklarativní reprezentace znalostí bez neurčitostí

- sémantické sítě, rámce,
- thesaury, mapy témat
- relační databáze (relační kalkulus)

Deklarativní reprezentace znalostí bez neurčitostí

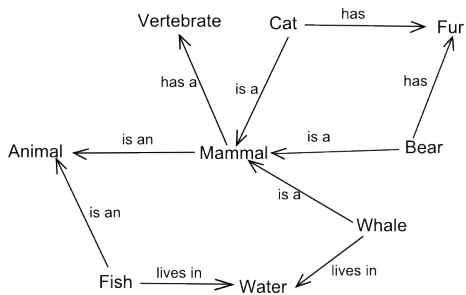
- sémantické sítě, rámce,
- thesaury, mapy témat
- relační databáze (relační kalkulus)
- pravidlové systémy, Prolog (predikátová logika prvního řádu)

Deklarativní reprezentace znalostí bez neurčitostí

- sémantické sítě, rámce,
- thesaury, mapy témat
- relační databáze (relační kalkulus)
- pravidlové systémy, Prolog (predikátová logika prvního řádu)
- sémantický web, RDF(S), OWL, OWL 2 (deskripční logiky)

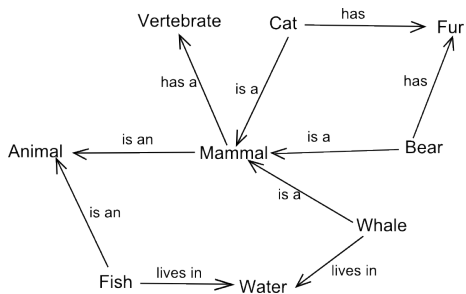
Sémantické sítě

Sémantické sítě



(©wikipedia.org)

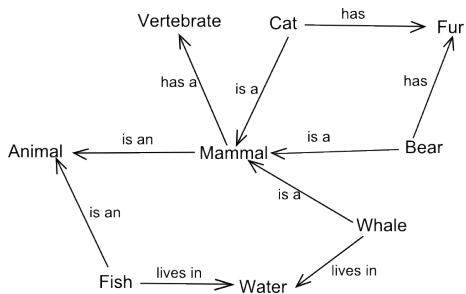
Sémantické sítě



(©wikipedia.org)

- Uzly jsou tvořeny entitami (instance, třídy), hrany reprezentují binární relace.

Sémantické sítě



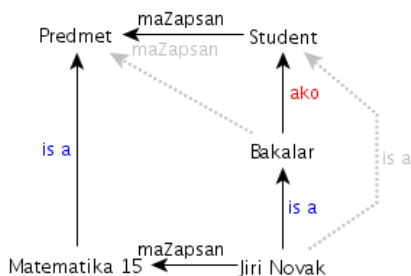
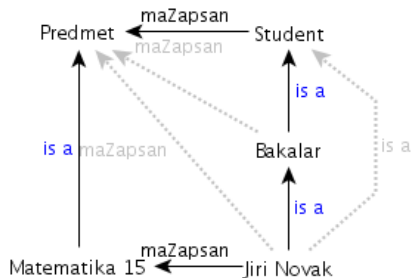
(©wikipedia.org)

- Uzly jsou tvořeny entitami (instance, třídy), hrany reprezentují binární relace.
- Jediná inference je dědění pomocí **is a** relace.

Příklad

Each Cat **has a** Vertebrate, since each Cat **is a** Mammal.

Sémantické sítě (2)



Tento způsob však nerozlišuje jednotlivce (instance) a množiny (třídy) ...

Řešením je zavést nový typ relace “is a kind of” **ako** a používat ji pro dědičnost, zatímco **is a** používat pro instanciování.

Sémantické sítě (3)

- 😊 jsou velmi jednoduché - z logického pohledu se jedná o jednoduchou binární relační strukturu – vyjma relací **ako** a **is a**. Sémantiku těchto relací lze vyjádřit univerzálními uzávěry formulí

$$relace(X, Y) \wedge ako_a(Z, X) \Rightarrow relace(Z, Y).$$

$$isa(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow isa(X, Z).$$

$$ako(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow ako(X, Z).$$

Sémantické sítě (3)

- 😊 jsou velmi jednoduché - z logického pohledu se jedná o jednoduchou binární relační strukturu – vyjma relací **ako** a **is a**. Sémantiku těchto relací lze vyjádřit univerzálními uzávěry formulí

$$relace(X, Y) \wedge ako_a(Z, X) \Rightarrow relace(Z, Y).$$

$$isa(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow isa(X, Z).$$

$$ako(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow ako(X, Z).$$

- ☹️ neumožňují vyjádřit nemonotónní znalosti (podobně jako FOL).

Sémantické sítě (3)

- 😊 jsou velmi jednoduché - z logického pohledu se jedná o jednoduchou binární relační strukturu – vyjma relací **ako** a **is a**. Sémantiku těchto relací lze vyjádřit univerzálními uzávěry formulí

$$relace(X, Y) \wedge ako_a(Z, X) \Rightarrow relace(Z, Y).$$

$$isa(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow isa(X, Z).$$

$$ako(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow ako(X, Z).$$

- ☹ neumožňují vyjádřit nemonotónní znalosti (podobně jako FOL).
- ☹ neumožňují vyjádřit n-ární relace. Ty je nutné nejprve **reifikovat**.

Sémantické sítě (3)

- 😊 jsou velmi jednoduché - z logického pohledu se jedná o jednoduchou binární relační strukturu – vyjma relací **ako** a **is a**. Sémantiku těchto relací lze vyjádřit univerzálními uzávěry formulí

$$relace(X, Y) \wedge ako_a(Z, X) \Rightarrow relace(Z, Y).$$

$$isa(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow isa(X, Z).$$

$$ako(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow ako(X, Z).$$

- ☹ neumožňují vyjádřit nemonotónní znalosti (podobně jako FOL).
- ☹ neumožňují vyjádřit n-ární relace. Ty je nutné nejprve **reifikovat**.
- ☹ neumožňují vyjádřit vlastnosti binárních relací - tranzitivita, funkcionalita, reflexivita, atd, ani jejich hierarchie “býti otcem znamená i býti rodičem”, aj.,

Sémantické sítě (3)

- 😊 jsou velmi jednoduché - z logického pohledu se jedná o jednoduchou binární relační strukturu – vyjma relací **ako** a **is a**. Sémantiku těchto relací lze vyjádřit univerzálními uzávěry formulí

$$relace(X, Y) \wedge ako_a(Z, X) \Rightarrow relace(Z, Y).$$

$$isa(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow isa(X, Z).$$

$$ako(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow ako(X, Z).$$

- ☹️ neumožňují vyjádřit nemonotónní znalosti (podobně jako FOL).
- ☹️ neumožňují vyjádřit n-ární relace. Ty je nutné nejprve **reifikovat**.
- ☹️ neumožňují vyjádřit vlastnosti binárních relací - tranzitivita, funkcionalita, reflexivita, atd, ani jejich hierarchie “býti otcem znamená i býti rodičem”, aj.,
- ☹️ neumožňují vyjádřit složitější konstrukty, jako kardinality: “Každý člověk má nejvýše dvě nohy.”

Sémantické sítě (3)

- 😊 jsou velmi jednoduché - z logického pohledu se jedná o jednoduchou binární relační strukturu – vyjma relací **ako** a **is a**. Sémantiku těchto relací lze vyjádřit univerzálními uzávěry formulí

$$relace(X, Y) \wedge ako_a(Z, X) \Rightarrow relace(Z, Y).$$

$$isa(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow isa(X, Z).$$

$$ako(X, Y) \wedge ako(Y, Z) \Rightarrow ako(X, Z).$$

- ☹️ neumožňují vyjádřit nemonotónní znalosti (podobně jako FOL).
- ☹️ neumožňují vyjádřit n-ární relace. Ty je nutné nejprve **reifikovat**.
- ☹️ neumožňují vyjádřit vlastnosti binárních relací - tranzitivita, funkcionalita, reflexivita, atd, ani jejich hierarchie “býti otcem znamená i býti rodičem”, aj.,
- ☹️ neumožňují vyjádřit složitější konstrukty, jako kardinality: “Každý člověk má nejvýše dvě nohy.”
- Wordnet, sémantické wiki, aj.

Sémantické sítě – Wordnet, MultiWordnet

Wordnet (<http://wordnet.princeton.edu>) a MultiWordnet (<http://multiwordnet.itc.it>) jsou lexikální databáze. Jedná se o sémantické sítě, které rozšiřují dosud jmenované relace o další sémantiku, např. :

hyponyma, hypernyma odpovídají **ako** relaci.

Sémantické sítě – Wordnet, MultiWordnet

Wordnet (<http://wordnet.princeton.edu>) a MultiWordnet (<http://multiwordnet.itc.it>) jsou lexikální databáze. Jedná se o sémantické sítě, které rozšiřují dosud jmenované relace o další sémantiku, např. :

hyponyma, hypernyma odpovídají **ako** relaci.

meronyma, holonyma označují “part-of” vztahy mezi pojmy.

Sémantické sítě – Wordnet, MultiWordnet

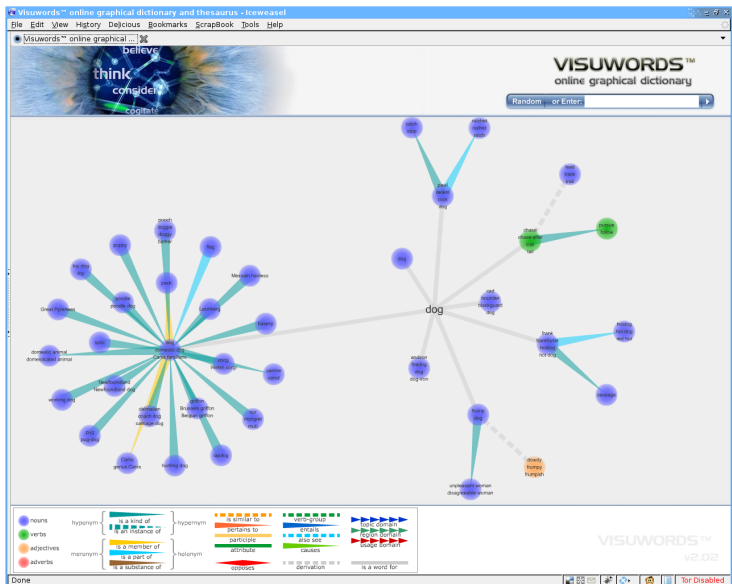
Wordnet (<http://wordnet.princeton.edu>) a MultiWordnet (<http://multiwordnet.itc.it>) jsou lexikální databáze. Jedná se o sémantické sítě, které rozšiřují dosud jmenované relace o další sémantiku, např. :

hyponyma, hypernyma odpovídají **ako** relaci.

meronyma, holonyma označují “part-of” vztahy mezi pojmy.

synonyma, antonyma synonyma se sdružují v tzv. *synsetech* - jedná se o množiny termů, odpovídající jednomu sémantickému kontextu (např.

$$S_1 = \{\text{man, adult male}\}, S_2 = \{\text{man, human being}\}$$

Sémantické sítě – <http://www.visuwords.com/>

Rámce

Rámce

frame: Škoda Favorit

slots:

is a: osobní auto

ma motor: čtyřdobý benzínový

ma prevodovku: manuální

ma karburator: *hodnota:* Jikov
předpoklad: Pierburg

- strukturovanější než SN

([MvL93])

Rámce

frame: Škoda Favorit

slots:

is a: osobní auto

ma motor: čtyřdobý benzínový

ma převodovku: manuální

ma karburator: *hodnota*: Jikov
předpoklad: Pierburg

- strukturovanější než SN
- formuláře, které obsahují **sloty** (binární relace).

([MvL93])

Rámce

frame: Škoda Favorit

slots:

is a: osobní auto

ma motor: čtyřdobý benzínový

ma převodovku: manuální

ma karburator: *hodnota:* Jikov
předpoklad: Pierburg

- strukturovanější než SN
- formuláře, které obsahují **slots** (binární relace).

([MvL93])

- Každý slot může mít několik **facetů** (omezení na používání slotu), např. kardinalitu, defaultní hodnotu, apod.

Rámce

frame: Škoda Favorit

slots:

is a: osobní auto

ma motor: čtyřdobý benzínový

ma převodovku: manuální

ma karburator: *hodnota:* Jikov
předpoklad: Pierburg

- strukturovanější než SN
- formuláře, které obsahují **slots** (binární relace).

([MvL93])

- Každý slot může mít několik **facetů** (omezení na používání slotu), např. kardinalitu, defaultní hodnotu, apod.
- ☺ Facety umožňují nemonotónní odvozování.

Rámce

frame: Škoda Favorit

slots:

is a: osobní auto

ma motor: čtyřdobý benzínový

ma převodovku: manuální

ma karburator: *hodnota:* Jikov
předpoklad: Pierburg

- strukturovanější než SN
- formuláře, které obsahují **sloty** (binární relace).

([MvL93])

- Každý slot může mít několik **facetů** (omezení na používání slotu), např. kardinalitu, defaultní hodnotu, apod.
- ☺ Facety umožňují nemonotónní odvozování.
- ☺ Lze definovat *démony* – triggery pro akce prováděné na facetech (čtení, změna, smazání). Lze je použít např. pro ověřování konzistence.

Rámce (2)

Příklad

Škoda Favorit typicky **má karburátor** typu Pierburg, tento Škoda Favorit však **má karburátor** typu Jikov.

- rámce lze sdružovat do *scénářů*. Ty představují typické situace, např. návštěva restaurace, apod. [MvL93]

Rámce (2)

Příklad

Škoda Favorit typicky **má karburátor** typu Pierburg, tento Škoda Favorit však **má karburátor** typu Jikov.

- rámce lze sdružovat do *scénářů*. Ty představují typické situace, např. návštěva restaurace, apod. [MvL93]
- OKBC - <http://www.ai.sri.com/okbc>

Rámce (2)

Příklad

Škoda Favorit typicky **má karburátor** typu Pierburg, tento Škoda Favorit však **má karburátor** typu Jikov.

- rámce lze sdružovat do *scénářů*. Ty představují typické situace, např. návštěva restaurace, apod. [MvL93]
- OKBC - <http://www.ai.sri.com/okbc>
- Protégé - <http://protege.stanford.edu/overview/protege-frames.html>

Rámce (2)

Příklad

Škoda Favorit typicky **má karburátor** typu Pierburg, tento Škoda Favorit však **má karburátor** typu Jikov.

- rámce lze sdružovat do *scénářů*. Ty představují typické situace, např. návštěva restaurace, apod. [MvL93]
- OKBC - <http://www.ai.sri.com/okbc>
- Protégé - <http://protege.stanford.edu/overview/protege-frames.html>
- Apollo - <http://apollo.open.ac.uk>

Rámce (2)

Příklad

Škoda Favorit typicky **má karburátor** typu Pierburg, tento Škoda Favorit však **má karburátor** typu Jikov.

- rámce lze sdružovat do *scénářů*. Ty představují typické situace, např. návštěva restaurace, apod. [MvL93]
- OKBC - <http://www.ai.sri.com/okbc>
- Protégé - <http://protege.stanford.edu/overview/protege-frames.html>
- Apollo - <http://apollo.open.ac.uk>
- Apollo CH - <http://labe.felk.cvut.cz/falc/Apollo>

Rámce (3) - Apollo CH

The screenshot shows the Apollo 0.28.0 interface. On the left is a tree view of classes. The main area is divided into several panels:

- Super-classes:** Contains the class 'disorder'.
- Slots using focus:** An empty panel.
- disease-disorder details:** A table with columns: Slot, Type, Value, Cardinality, and Documen.

Slot	Type	Value	Cardinality	Documen.
description	string		R	
- Documentation, Slots, Relational:** A set of tabs at the bottom of the details panel.
- Sub-classes and instances:** Lists 'cerebrovascular-disease', 'heart-disease', 'renal-disease', and 'vascular-disease'.
- Classes used by focus:** Lists 'string'.

At the bottom left, it says "Current : general-medical-knowledge".

Rámce (4) - Protégé

newspaper Protégé 3.2.1 (file:/home/kremen/programs/Protege_3.2.1/examples/newspaper/newspaper.pprj, Protégé Files (.pont and .pins))

File Edit Project Window Tools Help

Classes Slots Forms Instances Queries

CLASS BROWSER

For Project: newspaper

Class Hierarchy

- THING
 - SYSTEM-CLASS
 - META-CLASS
 - CLASS
 - STANDARD-CLASS
 - SLOT
 - STANDARD-SLOT

- Facet
- Constraint
- Annotation
- Relation
- Author
 - News_Service
 - Columnist
 - Editor
 - Reporter
- Content
 - Advertisement
 - Personals_Ad
 - Standard_Ad
 - Article
 - Library
 - Newspaper

CLASS EDITOR

For Class: :STANDARD-SLOT (instance of :STANDARD-CLASS)

Name: :STANDARD-SLOT

Documentation:

Constraints:

Role: Concrete

Template Slots

Name	Cardinality	Type	Other Facets
:ASSOCIATED-FACET	single	Instance of FACET	inverse-slot=ASSOCIATED-SLOT
:DIRECT-DOMAIN	multiple	Instance of CLASS	inverse-slot=DIRECT-TEMPLATE-SLOTS
:DIRECT-SUBSLOTS	multiple	Instance of SLOT	inverse-slot=DIRECT-SUBSLOTS
:DIRECT-SUPERSLOTS	multiple	Instance of SLOT	inverse-slot=DIRECT-SUBSLOTS
:DIRECT-TYPE	multiple	Class with superclass :SLOT	inverse-slot=DIRECT-INSTANCES
:DOCUMENTATION	multiple	String	
:NAME	single	String	
:SLOT-CONSTRAINTS	multiple	Instance of :CONSTRAINT	
:SLOT-DEFAULTS	multiple	Any	
:SLOT-INVERSE	single	Instance of :SLOT	inverse-slot=SLOT-INVERSE
:SLOT-MAXIMUM-CARDINALITY	single	Integer	default=1
:SLOT-MINIMUM-CARDINALITY	single	Integer	
:SLOT-NUMERIC-MAXIMUM	single	Float	
:SLOT-NUMERIC-MINIMUM	single	Float	
:SLOT-VALUE-TYPE	multiple	Any	default=String
:SLOT-VALUES	multiple	Any	

Superclasses

- SLOT

Rámce a sémantické sítě - shrnutí

😊 velmi jednoduché struktury pro reprezentaci znalostí,

Rámce a sémantické sítě - shrnutí

- 😊 velmi jednoduché struktury pro reprezentaci znalostí,
- 😊 nemonotónní odvozování,

Rámce a sémantické sítě - shrnutí

- 😊 velmi jednoduché struktury pro reprezentaci znalostí,
- 😊 nemonotónní odvozování,
- 😞 ad-hoc odvozovací procedury, překlad do FOL není jednoduchý, a tedy ani jednoznačný,

Rámce a sémantické sítě - shrnutí

- 😊 velmi jednoduché struktury pro reprezentaci znalostí,
- 😊 nemonotónní odvozování,
- 😞 ad-hoc odvozovací procedury, překlad do FOL není jednoduchý, a tedy ani jednoznačný,
- 😞 problémy – dotazovací jazyk, debugging.

Rámce a sémantické sítě - shrnutí

- 😊 velmi jednoduché struktury pro reprezentaci znalostí,
- 😊 nemonotónní odvozování,
- 😞 ad-hoc odvozovací procedury, překlad do FOL není jednoduchý, a tedy ani jednoznačný,
- 😞 problémy – dotazovací jazyk, debugging.
 - na sémantických sítích staví dnešní :

Rámce a sémantické sítě - shrnutí

- 😊 velmi jednoduché struktury pro reprezentaci znalostí,
- 😊 nemonotónní odvozování,
- 😞 ad-hoc odvozovací procedury, překlad do FOL není jednoduchý, a tedy ani jednoznačný,
- 😞 problémy – dotazovací jazyk, debugging.
 - na sémantických sítích staví dnešní :
 - **thesaury**

Rámce a sémantické sítě - shrnutí

- 😊 velmi jednoduché struktury pro reprezentaci znalostí,
- 😊 nemonotónní odvozování,
- 😞 ad-hoc odvozovací procedury, překlad do FOL není jednoduchý, a tedy ani jednoznačný,
- 😞 problémy – dotazovací jazyk, debugging.
 - na sémantických sítích staví dnešní :
 - **thesaury**
 - **mapy témat**

Thesaurý

Thesaurus

taxonomie je hierarchie pojmů

thesaurus je taxonomie obohacená o další typy relací. Může být buď jednojazykový (ISO 2788:1986) nebo vícejazykový (ISO 5964:1985). Příklady použitých relací :

BT/NT (broader/narrower term) = hierarchie pojmů.

Příklad

skopové maso → BT → maso

SN (scope note) vysvětluje význam daného termu.

Příklad

škola → SN → instituce sloužící k vzdělávání

USE/UF slouží k popisu deprecated synonym

Příklad

vteřina → USE → sekunda.

Thesaurus – pro a proti

- 😊 čitelnější než striktně formální jazyky pro sémantický web – snadněji tvořitelné.

Thesaurus – pro a proti

- 😊 čitelnější než striktně formální jazyky pro sémantický web – snadněji tvořitelné.
- 😞 opět problémy se sémantikou :

Thesaurus – pro a proti

- 😊 čitelnější než striktně formální jazyky pro sémantický web – snadněji tvořitelné.
- ☹ opět problémy se sémantikou :

Příklad

Relace BT může být použita ve významech:

Thesaurus – pro a proti

- 😊 čitelnější než striktně formální jazyky pro sémantický web – snadněji tvořitelné.
- ☹ opět problémy se sémantikou :

Příklad

Relace BT může být použita ve významech:

subsumpce , např. jablko BT ovoce,

Thesaurus – pro a proti

- 😊 čitelnější než striktně formální jazyky pro sémantický web – snadněji tvořitelné.
- 😞 opět problémy se sémantikou :

Příklad

Relace BT může být použita ve významech:

subsumpce , např. jablko BT ovoce,

instance , např. David BT člověk,

Thesaurus – pro a proti

- 😊 čitelnější než striktně formální jazyky pro sémantický web – snadněji tvořitelné.
- ☹ opět problémy se sémantikou :

Příklad

Relace BT může být použita ve významech:

- subsumpce** , např. jablko BT ovoce,
- instance** , např. David BT člověk,
- být částí** , např. kapota BT auto.

Thesaurus – pro a proti

- 😊 čitelnější než striktně formální jazyky pro sémantický web – snadněji tvořitelné.
- ☹ opět problémy se sémantikou :

Příklad

Relace BT může být použita ve významech:

subsumpce , např. jablko BT ovoce,

instance , např. David BT člověk,

být částí , např. kapota BT auto.

...

Mapy témat

Mapy témat – témata

- ISO standard – ISO/IEC 13250:2003

Mapy témat – témata

- ISO standard – ISO/IEC 13250:2003
- tři typy objektů : **témata** (topics), **výskyty** (occurences) a **asociace** (associations).

Mapy témat – témata

- ISO standard – ISO/IEC 13250:2003
- tři typy objektů : **témata** (topics), **výskyty** (occurences) a **asociace** (associations).
- témata

Mapy témat – témata

- ISO standard – ISO/IEC 13250:2003
- tři typy objektů : **témata** (topics), **výskyty** (occurrences) a **asociace** (associations).
- témata
 - představují konceptuální pojmy - třídy, instance, vlastnosti, atd.

Mapy témat – témata

- ISO standard – ISO/IEC 13250:2003
- tři typy objektů : **témata** (topics), **výskyty** (occurences) a **asociace** (associations).
- témata
 - představují konceptuální pojmy - třídy, instance, vlastnosti, atd.
 - téma může mít několik tzv. **typů témat** (topic types). Vztah “míti typ” vytváří hierarchii témat (analogie *isa* relace v sémantických sítích, nebo vlastnosti *rdf:type* v RDF(S), viz. příští přednáška).

Mapy témat – témata

- ISO standard – ISO/IEC 13250:2003
- tři typy objektů : **témata** (topics), **výskyty** (occurrences) a **asociace** (associations).
- **témata**
 - představují konceptuální pojmy - třídy, instance, vlastnosti, atd.
 - téma může mít několik tzv. **typů témat** (topic types). Vztah “mítí typ” vytváří hierarchii témat (analogie *isa* relace v sémantických sítích, nebo vlastnosti *rdf:type* v RDF(S), viz. příští přednáška).
 - tématu může být přiřazeno několik **jmen** (např. přezdívka, formální jméno, přihlašovací jméno, atd.), každé z nich v několika **variantách** (např. zobrazení vs. třídění).

Mapy témat – výskyty

- výskyty

Mapy témat – výskyty

- výskyty
 - představují “odkazy” témat na reálné dokumenty/informační zdroje.

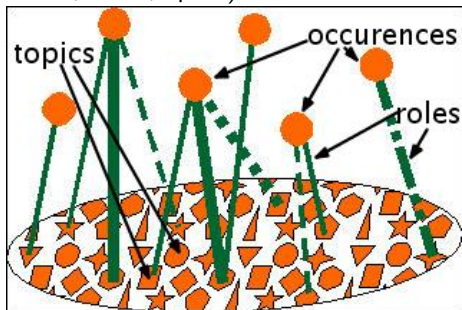
Mapy témat – výskyty

- výskyty
 - představují “odkazy” témat na reálné dokumenty/informační zdroje.
 - téma je s výskytem svázáno pomocí tzv. **role**, která určuje typ výskytu (web. stránka, článek, kniha, apod.).

Mapy témat – výskyty

- výskyty

- představují “odkazy” témat na reálné dokumenty/informační zdroje.
- téma je s výskytem svázáno pomocí tzv. **role**, která určuje typ výskytu (web. stránka, článek, kniha, apod.).



(<http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tao.html>)

Mapy témat – asociace

- asociace

Mapy témat – asociace

- asociace
 - představují vztahy mezi tématy – analogie n-árních relací

Mapy témat – asociace

- asociace
 - představují vztahy mezi tématy – analogie n-árních relací
 - asociaci je přiřazen **asociační typ**, který je tématem („a dále typ tématu je speciálním asociačním typem“).

Mapy témat – asociace

- asociace
 - představují vztahy mezi tématy – analogie n-árních relací
 - asociaci je přiřazen **asociační typ**, který je tématem („a dále typ tématu je speciálním asociačním typem“).
 - témata vystupují v asociacích v tzv. **asociačních rolích**

Mapy témat – asociace

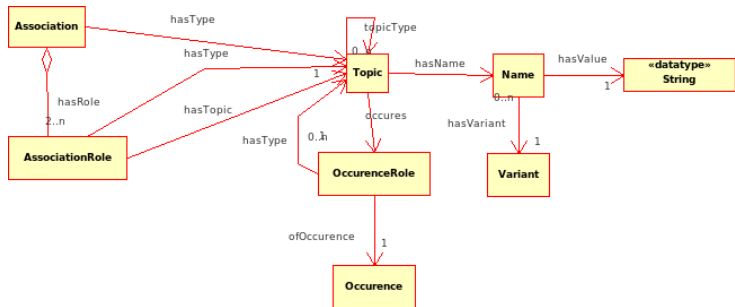
- asociace
 - představují vztahy mezi tématy – analogie n-árních relací
 - asociaci je přiřazen **asociační typ**, který je tématem („a dále typ tématu je speciálním asociačním typem“).
 - témata vystupují v asociacích v tzv. **asociačních rolích**
 - též asociační roli je přiřazen **typ asociační role**, který je tématem

Mapy témat – příklad



- T ... témata
 P ... částečně rozvinutá témata (kromě typů témat)
 R ... asociace

Mapy témat – model



Nástroje a odkazy

- nástroje:

Nástroje a odkazy

- nástroje:
 - Ontopia (Ontopoly, Omnigator, Vizigator) – hlavní tahoun vývoje v TM

Nástroje a odkazy

- nástroje:
 - Ontopia (Ontopoly, Omnigator, Vizigator) – hlavní tahoun vývoje v TM
 - TM4L

Nástroje a odkazy

- nástroje:
 - Ontopia (Ontopoly, Omnigator, Vizigator) – hlavní tahoun vývoje v TM
 - TM4L
 - TM4J

Nástroje a odkazy

- nástroje:
 - Ontopia (Ontopoly, Omnigator, Vizigator) – hlavní tahoun vývoje v TM
 - TM4L
 - TM4J
 - ... a mnoho dalších

Nástroje a odkazy

- nástroje:
 - Ontopia (Ontopoly, Omnigator, Vizigator) – hlavní tahoun vývoje v TM
 - TM4L
 - TM4J
 - ... a mnoho dalších
- odkazy:

Nástroje a odkazy

- nástroje:
 - Ontopia (Ontopoly, Omnigator, Vizigator) – hlavní tahoun vývoje v TM
 - TM4L
 - TM4J
 - ... a mnoho dalších
- odkazy:
 - <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tm-vs-thesauri.html>

Nástroje a odkazy

- nástroje:
 - Ontopia (Ontopoly, Omnigator, Vizigator) – hlavní tahoun vývoje v TM
 - TM4L
 - TM4J
 - ... a mnoho dalších
- odkazy:
 - <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/tm-vs-thesauri.html>
 - <http://www.kosek.cz/xml/tmtut/>

TM4L Viewer

The screenshot displays the TM4L Viewer interface with three main panels:

- File Scope Help:** Shows the current file path: `M:file:/home/kremen/downloads/zsyopera.xtm`.
- Topic Maps Indexes:** A list of subject topics including 'voto', 'work by Paul de Choudens', 'A Masked Ball', 'A peasant', 'Abbe', 'Abbé', 'Abbé de Chazeuil', 'Abdalla', 'Abhijnanasakuntala', 'Abigail', 'Abgeschwär', 'Acciano', 'Adam Mickiewicz', 'Adami', 'Adhemar de Monthell', 'Admèto', 'Adonella', 'Adriana Lecouvreur', 'Adriana Lecouvreur (character)', 'Adrienne Lecouvreur', 'Agean island', 'Aira', 'Agnese', 'Ahi Per l'ultima volta', 'Ah, il suo nome', 'Ah-voe', 'Ahi, Vergine Maria', 'Aida', 'Aida (character)', 'Alcindo de Mittonaux', 'Aida di Farenow', 'Aldobrandino del Rangoni', 'Aldwort', 'Alexis', 'Alefano', 'Afu', 'Alfredo Germont', 'Alice', 'Alice Ford', 'Aligi', 'Aims Collector', 'Absace', 'Alternativnavn', 'Atchihara', 'Avaro', 'Alvise Badero', 'Atzira', 'Atzira (character)', 'Atzira, ou Les Américains', and 'Amalia'.
- Tree View:** A hierarchical tree structure for 'La Bohème (Puccini)'. The root node is 'La Bohème (Puccini)', which branches into 'Dopperra', 'Short name', 'Web page', 'Skikkelse', 'Alcindo de Mittonaux', 'Parisi', 'Colline', 'Customs official', 'Marcello', 'Mimi', 'Musetta', 'Pargnion', 'Rodolfo (Puccini's La Bohèr', and 'Schaunard'. Further sub-nodes include 'Pastor', 'Source', 'Librettist', 'Place', 'Video recording', 'Sound clip', 'Article', 'Libretto', 'Illustration', 'Synopsis', 'Utgiver', 'Première date', and 'Part'.
- Graph/Text View:** A network graph where nodes represent concepts and edges represent relationships. The central node is 'La Bohème (Puccini)'. It is connected to nodes like 'Paris', 'Teatro Regio Duca', 'Giacosa, Giuseppe', 'Luigi Illica', 'Boppera', 'Giacoso Puccini', 'Part', 'Scènes de la vie de Bohè', 'Ricordi', 'Librettist', 'Short name', 'Skikkelse', 'Pargnion', 'Customs official', 'Marcello', 'Rodolfo (Puccini's La Bohème)', 'Mimi', 'Musetta', 'Schaunard', and 'Benoit'.
- Log:** A message at the bottom states: 'Cannot activate TopicMapReference, because its in state StoreState (opening)'.

The screenshot shows the Omnigator web application interface. At the top, there is a navigation bar with the title 'omnigator' and a search bar. Below the navigation bar, the main content area is titled 'La Bohème (Puccini)'. The interface is organized into several panels, each with a red header and a list of items:

- Untyped Names (1)**:
 - La Bohème (Puccini)
 - Bohème (Puccini) - Scope: Sort
- Short name (1)**:
 - La Bohème - Scope: Puccini, Giacomo
 - Bohème - Scope: Puccini, Giacomo: Sort
- Associations (21)**:
 - Based on
 - Scènes de la vie de Bohème
 - Composed by
 - Puccini, Giacomo
 - Contains
 - Che gelida manina
 - Mi chiamano Mimì
 - Osava fanciulla
 - Quando m'en voi' soletta
 - Dramatic personas
 - Alexandre de Metzouak
 - Benoit
 - Colline
 - Customs official
 - Harcelle
 - Mimi
 - Musetta
 - Pargipol
 - Rodolfo (Puccini's La Bohème)
 - Schaunard
 - First performed at
 - Teatro Regio Ducal
 - Libretto by
 - Giacosa, Giuseppe
 - Illica, Luigi
 - Published by
 - Ricordi
 - Takes place in
 - Paris
- Scoped Names (1)**:
 - Rodolfo (Puccini's La Bohème) (Rodolfo (Puccini's La Bohème))
- Scoped Association Types (2)**
- Subject Identifiers (1)**:
 - http://en.wikipedia.org/wiki/La_Bohème
- Internal Occurrences (2)**:
 - Première date
 - 1896-02-01
 - Video recording
 - 100 046
- External Occurrences (11)**:
 - Article
 - http://en.wikipedia.org/wiki/La_Bohème - Scope: Web: Wikipedia
 - Illustration
 - http://localhost:8080/operamap/occurs/operapuccini/fa-bohème-poster-1.jpg - Scope: Local
 - Libretto
 - http://opera.stanford.edu/operapuccini/LaBohème/libretto.html - Scope: Opera Glass: Web
 - Poster
 - http://www1-ds.com/operapucciniana/pictures/bohème-score.htm - Scope: OperaResource: Web
 - http://www1-ds.com/operapucciniana/pictures/bohème-poster.htm - Scope: OperaResource: Web
 - Sound clip
 - http://localhost:8080/operamap/occur/fa-bohème.wav - Scope: Local
 - http://www.ontopia.net/topicmaps/examples/operapuccini/fa-bohème.wav - Scope: Web
 - Synopsis
 - http://localhost:8080/operamap/occurs/fa_syn.php3.htm - Scope: Arizona Opera: Local
 - http://www.azopera.com/team/synopsis/bohème.shtml - Scope: Arizona Opera: Web
 - http://www.metopera.org/synopses/bohème.html - Scope: Opera News: Web
 - Web page
 - http://opera.stanford.edu/operapuccini/LaBohème/main.html - Scope: Opera Glass: Web

Další aspekty map témat

- kromě přehledu uvedeného výše je možné sdružovat mapy témat (spec. typ tématu) do **kontextů** (scopes, themes). Kontexty představují filtrační mechanismus

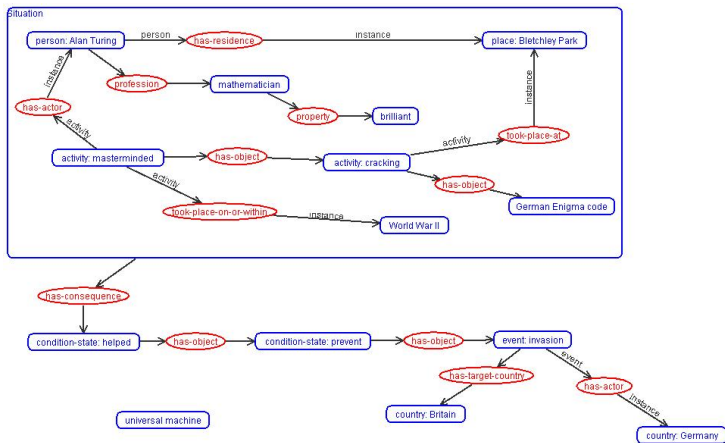
Příklad

Modelujeme-li doménu *turismus*, jiná data by měla být dostupná zájemci o cestování a jiná pracovníkovi cestovní kanceláře.

- XTM je XML formát pro ukládání map témat.
- dotazování pomocí TMQL, nebo tologu (podobná syntax jako SQL).

Konceptuální grafy

Příklad



Konceptuální grafy

konceptuální graf je bipartitní graf s uzly typu (1) **koncept** a (2) **relace**.

Konceptuální grafy

konceptuální graf je bipartitní graf s uzly typu (1) **koncept** a (2) **relace**.
koncept je tvaru **typ-konceptu : referent**.

Konceptuální grafy

konceptuální graf je bipartitní graf s uzly typu (1) **koncept** a (2) **relace**.
koncept je tvaru **typ-konceptu : referent**.

Příklad (Typy kvantifikátorů)

dog : Lucky

“Pes Lucky”

$\exists x \text{Pes}(x) \wedge \text{Name}(x, \text{Lucky}) \wedge \dots$

dog

“Nějaký pes”

$\exists x \text{Pes}(x) \wedge \dots$

dog : \forall

“Všichni psi”

$\forall x \text{Pes}(x) \rightarrow \dots$

dog : {*}

“Množina psů”

☹ není FOL

Konceptuální grafy

konceptuální graf je bipartitní graf s uzly typu (1) **koncept** a (2) **relace**.
 koncept je tvaru **typ-konceptu : referent**.

Příklad (Typy kvantifikátorů)

dog : Lucky

“Pes Lucky”

$\exists x \text{Pes}(x) \wedge \text{Name}(x, \text{Lucky}) \wedge \dots$

dog

“Nějaký pes”

$\exists x \text{Pes}(x) \wedge \dots$

dog : \forall

“Všichni psi”

$\forall x \text{Pes}(x) \rightarrow \dots$

dog : {*}

“Množina psů”

☹ není FOL

konceptuální relace = vztah = predikát libovolné arity > 0 .

Konceptuální grafy

konceptuální graf je bipartitní graf s uzly typu (1) **koncept** a (2) **relace**.
koncept je tvaru **typ-konceptu : referent**.

Příklad (Typy kvantifikátorů)

dog : Lucky

“Pes Lucky”

$\exists x \text{Pes}(x) \wedge \text{Name}(x, \text{Lucky}) \wedge \dots$

dog

“Nějaký pes”

$\exists x \text{Pes}(x) \wedge \dots$

dog : \forall

“Všichni psi”

$\forall x \text{Pes}(x) \rightarrow \dots$

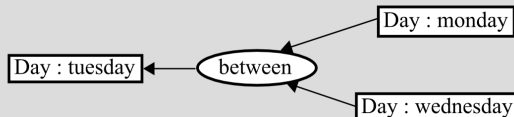
dog : {*}

“Množina psů”

☹ není FOL

konceptuální relace = vztah = predikát libovolné arity > 0 .

Příklad (ternární relace)



Konceptuální grafy (2)

referent se skládá (viz. předchozí slide) z **kvantifikátoru** (existenciální, nebo definovaný (univerzální, kolektivní, aj.)), **designátoru** (ten označuje identifikátor instance, např. jméno) a případně tzv. **deskriptoru** (konceptuální graf popisující daný koncept).

Konceptuální grafy (2)

referent se skládá (viz. předchozí slide) z **kvantifikátoru** (existenciální, nebo definovaný (univerzální, kolektivní, aj.)), **designátoru** (ten označuje identifikátor instance, např. jméno) a případně tzv. **deskriptoru** (konceptuální graf popisující daný koncept).

kontext je koncept s neprázdným deskriptorem

Konceptuální grafy (2)

referent se skládá (viz. předchozí slide) z **kvantifikátoru** (existenciální, nebo definovaný (univerzální, kolektivní, aj.)), **designátoru** (ten označuje identifikátor instance, např. jméno) a případně tzv. **deskriptoru** (konceptuální graf popisující daný koncept).

kontext je koncept s neprázdným deskriptorem

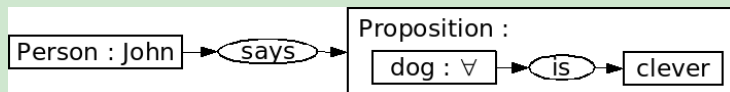
Příklad (Kontext)

Konceptuální grafy (2)

referent se skládá (viz. předchozí slide) z **kvantifikátoru** (existenciální, nebo definovaný (univerzální, kolektivní, aj.)), **designátoru** (ten označuje identifikátor instance, např. jméno) a případně tzv. **deskriptoru** (konceptuální graf popisující daný koncept).

kontext je koncept s neprázdným deskriptorem

Příklad (Kontext)

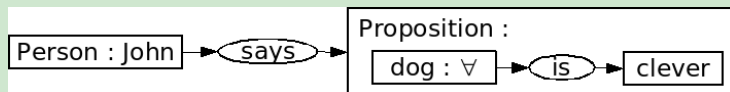


Konceptuální grafy (2)

referent se skládá (viz. předchozí slide) z **kvantifikátoru** (existenciální, nebo definovaný (univerzální, kolektivní, aj.)), **designátoru** (ten označuje identifikátor instance, např. jméno) a případně tzv. **deskriptoru** (konceptuální graf popisující daný koncept).

kontext je koncept s neprázdným deskriptorem

Příklad (Kontext)



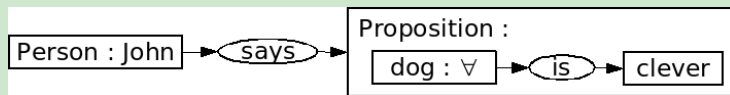
“John říká, že všichni psi jsou chytří.”

Konceptuální grafy (2)

referent se skládá (viz. předchozí slide) z **kvantifikátoru** (existenciální, nebo definovaný (univerzální, kolektivní, aj.)), **designátoru** (ten označuje identifikátor instance, např. jméno) a případně tzv. **deskriptoru** (konceptuální graf popisující daný koncept).

kontext je koncept s neprázdným deskriptorem

Příklad (Kontext)



“John říká, že všichni psi jsou chytří.”

☹ není FOL

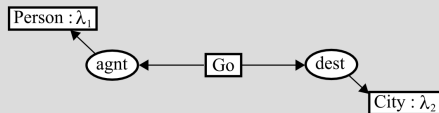
Konceptuální grafy (3)

lambda výrazy představují jakási “makra” – umožňují definovat konceptuální relace pomocí “vzoru” konceptuálního grafu. “Dosazované” proměnné se označí symboly λ_i .

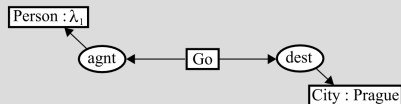
Konceptuální grafy (3)

lambda výrazy představují jakási “makra” – umožňují definovat konceptuální relace pomocí “vzoru” konceptuálního grafu. “Dosazované” proměnné se označí symboly λ_i .

Příklad (lambda výrazy)



def. binární relaci “Go”.



def. unární relaci “Go to Prague”.

Konceptuálních grafech – inference

- inference využívá několika forward chaining pravidel¹ (zobecnění grafu, specializace grafu, ekvivalentní úpravy).

¹<http://www.jfsowa.com/cg/cgstandw.htm>

Konceptuálních grafech – inference

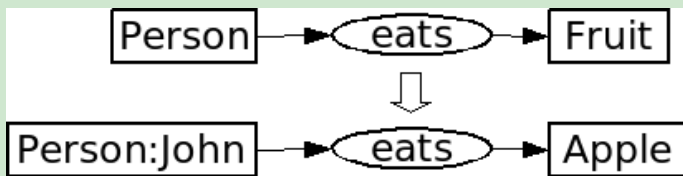
- inference využívá několika forward chaining pravidel¹ (zobecnění grafu, specializace grafu, ekvivalentní úpravy).
- vyhledávání (jakožto složitější inferenční procedura) se provádí pomocí tzv. **projekce**. Ta hledá výskyt vzoru konceptuálního grafu v grafu odpovídajícím dané znalostní bázi s využitím hierarchie konceptuálních typů a typů konceptuálních relací.

¹<http://www.jfsowa.com/cg/cgstandw.htm>

Konceptuálních grafech – inference

- inference využívá několika forward chaining pravidel¹ (zobecnění grafu, specializace grafu, ekvivalentní úpravy).
- vyhledávání (jakožto složitější inferenční procedura) se provádí pomocí tzv. **projekce**. Ta hledá výskyt vzoru konceptuálního grafu v grafu odpovídajícím dané znalostní bázi s využitím hierarchie konceptuálních typů a typů konceptuálních relací.

Příklad (projekce)



¹<http://www.jfsowa.com/cg/cgstandw.htm>

Konceptuální grafy – nástroje

CharGer – editor CG

(<http://sourceforge.net/projects/charger>)

Konceptuální grafy – nástroje

CharGer – editor CG

(<http://sourceforge.net/projects/charger>)

Notio – Java knihovna + API pro manipulaci s CG

(<http://backtrack.uwaterloo.ca/CG/projects/notio>)

Konceptuální grafy – nástroje

CharGer – editor CG

(<http://sourceforge.net/projects/charger>)

Notio – Java knihovna + API pro manipulaci s CG

(<http://backtrack.uwaterloo.ca/CG/projects/notio>)

Prolog+CG – inferenční stroj pro CG v Prologu

(<http://prologpluscg.sourceforge.net>)

Konceptuální grafy – nástroje

CharGer – editor CG

(<http://sourceforge.net/projects/charger>)

Notio – Java knihovna + API pro manipulaci s CG

(<http://backtrack.uwaterloo.ca/CG/projects/notio>)

Prolog+CG – inferenční stroj pro CG v Prologu

(<http://prologpluscg.sourceforge.net>)

Amine – novější verze Prolog+CG

(<http://amine-platform.sourceforge.net>)

Konceptuální grafy – nástroje

CharGer – editor CG

(<http://sourceforge.net/projects/charger>)

Notio – Java knihovna + API pro manipulaci s CG

(<http://backtrack.uwaterloo.ca/CG/projects/notio>)

Prolog+CG – inferenční stroj pro CG v Prologu

(<http://prologpluscg.sourceforge.net>)

Amine – novější verze Prolog+CG

(<http://amine-platform.sourceforge.net>)

DNA – anotační nástroj využívající pro vizualizaci CG

(<http://labe.felk.cvut.cz/uhlir/DNATWeb/DNATHome.html>)

Amine4

The screenshot displays the Amine4 software interface for editing Conceptual Graphs (CGs). It features three main windows:

- Input CG1:** Shows a simple ontology with a node 'Human.super' and a property 'Sex = male'.
- Input CG2:** Shows a more complex ontology with nodes 'Human', 'Object', and 'Push'. Relationships include 'xpr' (expression), 'obj' (object), and 'on' (on).
- Output CG:** Shows the result of a logical operation, combining elements from the input ontologies. It includes nodes 'Sex = male', 'Human', 'Object', and 'Push' with their respective relationships.

A sidebar on the left contains various logical operation buttons such as 'Equal', 'MaximalJoin', 'Generalize', 'Subsume', 'SubsumeSk', 'Analogy', 'Compare', 'CoveredBy', 'IsCanonic', 'Expand', and 'Contract'. The status bar at the bottom indicates the current ontology file path: 'Current LexiconsOntology : /home/kremen/programs/Amine4/samples/ontology/ManOntology.Context.xml'.

- editace/prohlížení ontologií

Amine4

The screenshot displays the Amine4 software interface, which is used for editing and visualizing Conceptual Graphs (CGs). The interface is divided into several sections:

- Input CG1:** Shows a simple ontology with a node labeled "Sex = male" and a node labeled "Human:super".
- Input CG2:** Shows a more complex ontology with nodes for "Human", "Object", and "Push". The relationships are represented by arrows and labels like "sexOf", "isA", and "push".
- Output CG:** Shows a combined visualization of the two input CGs, illustrating how they are integrated into a single graph.
- Left Sidebar:** Contains various operations such as "Equal", "Generalize", "Subsume", "Subsume&sk", "Compare", "IsCanonic", and "Contract".
- Bottom Bar:** Shows the current file path: "Current LexiconsOntology : /home/kremen/programs/Amine4/samples/ontology/ManOntologyContext.xml".

- editace/prohlížení ontologií
- editace/prohlížení CG

Amine4

The screenshot displays the Amine4 software interface, which is used for editing and visualizing Conceptual Graphs (CGs). The interface is divided into several sections:

- Top Panel:** Contains two input windows, 'Input CG1' and 'Input CG2', each with a toolbar and a text area for entering concepts.
- Middle Panel:** Features two graphical editors, 'CG1 Graphic Editor' and 'CG2 Graphic Editor', showing the visual representation of the CGs. The left editor shows a simple graph with a node 'Sex = male' and a node 'Human:super' connected by a 'subCf' relation. The right editor shows a more complex graph with nodes 'Human', 'Object', and 'Push' connected by 'xpr', 'obj', and 'on' relations.
- Bottom Panel:** Contains a large graphical editor for the 'Output CG', showing a complex graph with nodes 'Sex = male', 'Human', 'Object', and 'Push' connected by 'sexCf', 'xpr', 'obj', and 'on' relations. Below the editor is a sidebar with various operations like 'Equal', 'Generalize', 'Subsume', 'SubsumeRst', 'Compare', 'IsCanonic', and 'Contract'.
- Status Bar:** At the bottom, it shows the current file path: 'Current LexiconsOntology : /home/kremen/programs/Amine4/samples/ontology/ManOntologyContext.xml'.

- editace/prohlížení ontologií
- editace/prohlížení CG
- operace nad CG – příklad: JOIN

Amine4

The screenshot displays the 'CG Operations Interface' software. It features three main windows for editing concept graphs (CGs). The top-left window, 'Input CG1', shows a graph with a node 'Sex = male' connected to 'Human:super'. The top-right window, 'Input CG2', shows a graph with 'Human' connected to 'xprt', which is connected to 'Push', which is connected to 'Object'. The bottom window, 'Output CG', shows a more complex graph with 'Sex = male' connected to 'Human', which is connected to 'xprt', which is connected to 'Push', which is connected to 'Object'. The interface includes a menu bar (File, Edit, Font, Parameters, Ontology, CG Operations, Animation, Help), a toolbar, and a sidebar with various operations like 'Equal', 'Generalize', 'Subsume', 'SubsumeSk', 'Analogy', 'Compare', 'CoveredBy', 'IsCanonic', 'Expand', and 'Contract'. The status bar at the bottom indicates the current file path: 'Current LexiconsOntology : /home/kremen/programs/Amine4/samples/ontology/ManOntologyContext.xml'.

- editace/prohlížení ontologií
- editace/prohlížení CG
- operace nad CG – příklad: JOIN
- inference CG+Prolog

Amine4

The screenshot displays the 'CG Operations Interface' software. It features a menu bar (File, Edit, Font, Parameters, Ontology, CG Operations, Animation, Help) and a toolbar. The interface is divided into several panes:

- Input CG1:** Shows a graph with a node 'Sex = male' and a node 'Human:super' connected by a 'subOf' relation.
- Input CG2:** Shows a graph with nodes 'Human', 'Push', and 'Object'. 'Human' is connected to 'Push' by an 'xpr' relation, and 'Push' is connected to 'Object' by an 'on' relation.
- Output CG:** Shows a complex graph with nodes 'Sex = male', 'Human', 'Push', and 'Object'. 'Sex = male' is connected to 'Human' by a 'relOf' relation. 'Human' is connected to 'Push' by an 'agnt' relation. 'Push' is connected to 'Object' by an 'on' relation.

On the left side, there is a vertical menu with buttons for operations: Equal, Generalize, Subsume, SubsumeSk, Compare, IsCanonic, Contract, MaximalJoin, Analogy, CoveredBy, and Expand. At the bottom, there is a status bar with the text: '*** Current LexiconsOntology : /home/kremen/programs/Amine4/samples/ontology/ManOntologyContext.xml'.

- editace/prohlížení ontologií
- editace/prohlížení CG
- operace nad CG – příklad: JOIN
- inference CG+Prolog
- multiagentní systémy

Konceptuální grafy – shrnutí

- CG's (J.F. Sowa 80's) jsou představitelem formálních (strojově zpracovatelných) a přitom dobře čitelných, intuitivních jazyků,

Konceptuální grafy – shrnutí

- CG's (J.F. Sowa 80's) jsou představitelem formálních (strojově zpracovatelných) a přitom dobře čitelných, intuitivních jazyků,
- vycházejí myšlenkově z Pierceho existenciálních grafů [Sow00], [Dau01],

Konceptuální grafy – shrnutí

- CG's (J.F. Sowa 80's) jsou představitelem formálních (strojově zpracovatelných) a přitom dobře čitelných, intuitivních jazyků,
- vycházejí myšlenkově z Pierceho existenciálních grafů [Sow00], [Dau01],
- jsou expresivnější než logika prvního řádu – nerozhodnutelnost,

Konceptuální grafy – shrnutí

- CG's (J.F. Sowa 80's) jsou představitelem formálních (strojově zpracovatelných) a přitom dobře čitelných, intuitivních jazyků,
- vycházejí myšlenkově z Pierceho existenciálních grafů [Sow00], [Dau01],
- jsou expresivnější než logika prvního řádu – nerozhodnutelnost,
- předchozí problém řeší tzv. *simple graphs* (J.F. Sowa 80's), které omezují tvar referentu a neumožňují tvořit kontexty.

Přehled – a co dál ?

- nyní jsme pouze přehledově prošli některé důležité milníky ve vývoji moderní reprezentace znalostí.

Přehled – a co dál ?

- nyní jsme pouze přehledově prošli některé důležité milníky ve vývoji moderní reprezentace znalostí.
- ⊖ tyto přístupy většinou mají problémy s formální sémantikou – nutnou podmínkou pro automatické zpracování rozsáhlých souborů informace.

Přehled – a co dál ?

- nyní jsme pouze přehledově prošli některé důležité milníky ve vývoji moderní reprezentace znalostí.
- ⊖ tyto přístupy většinou mají problémy s formální sémantikou – nutnou podmínkou pro automatické zpracování rozsáhlých souborů informace.
- my se nyní podíváme na jazyky, které tuto formální sémantiku nepostrádají a přesto mají v jistém smyslu dobré výpočetní vlastnosti