

# Přehled znalostních systémů

Kamil Matoušek, Ph.D.

Informační a znalostní systémy

# Znalostní systémy

***Data -> Informace -> Znalosti (-> Moudrost -> ???)***

- Angl.: Knowledge-Based Systems (KBS)
- Programy k rozšiřování a/či dotazování znalostní báze
- Založeny na metodách UI
- Obsahují především znalostní bázi a inferenční mechanismus
- Aplikace: nemůžeme-li přesně popsat cestu, jak nalézt správné řešení

# Znalosti

- ... mnoho neuspokojivých definic ...
- „Něco“, co nám umožňuje využívat zkušeností (vlastních i cizích), nacházet řešení různých problémů či efektivně se rozhodovat.
- Jinými slovy, umožňují nám chovat se inteligentně.

# Reprezentace znalostí

Rozdělení znalostí podle toho, jakým způsobem je sdělujeme:

## 1. Znalosti deklarativní

- Obvykle stručnější, vyžaduje však od toho, kdo je využívá, některé další znalosti. Ty se týkají jak zvyklostí používaných při vlastním deklarativním záznamu znalostí tak i znalostí obecnějších
- Např.: „Zanesený vzduchový filtr u automobilu zvýší jeho spotřebu.“

## 2. Znalosti procedurální

- Bývají hůře (či složitěji) sdělitelné .
- Např.: „Má-li automobil zvýšenou spotřebu paliva, ověřte, zda nemá zanesený vzduchový filtr.“

## 3. Znalosti nevedomé (tacitní)

- Např.: jízda na kole, chůze

## Požadavky na systém reprezentace znalostí (poznatků)

- vyjádřitelnost poznatků
- použitelnost reprezentace
- logická adekvátnost reprezentačního systému
- heuristická síla, expresivita a přesnost reprezentace
- začlenitelnost do kontextu již reprezentovaných poznatků
- jednoduchost (pohodlnost) vyjádření (zápisu)

# Reprezentace znalostí

## **Produkční pravidla**

- IF-THEN, situace-akce (Expertní systémy)

## **Nepravidlové reprezentace**

- Sémantické (asociativní) sítě (Quillian 1968)
- Rámce (Minsky 1975)
- Rozhodovací stromy
- Objekty

a další (matematická logika, konceptuální grafy, ...)

# Reprezentace neurčitosti

## Zdroje neurčitosti

- Nepřesnost, nekompletnost, nekonzistence dat
- Vágní pojmy
- Nejisté znalosti

## Prostředky pro zpracování neurčitosti

- Bayesovský přístup, Bayesovské sítě
- Faktory jistoty
- Dempster-Shaferova teorie
- Fuzzy logika

# Dublin Core – popis dokumentů

- První „properties“ **Metadata Workshop, Dublin, Ohio, 1995**
- V současnosti udržuje: **Dublin Core Metadata Initiative**

<b>Property</b>	<b>Definition</b>
Contributor	An entity responsible for making contributions to the content of the resource
Coverage	The extent or scope of the content of the resource
Creator	An entity primarily responsible for making the content of the resource
Format	The physical or digital manifestation of the resource
Date	A date of an event in the lifecycle of the resource
Description	An account of the content of the resource
Identifier	An unambiguous reference to the resource within a given context
Language	A language of the intellectual content of the resource
Publisher	An entity responsible for making the resource available
Relation	A reference to a related resource
Rights	Information about rights held in and over the resource
Source	A Reference to a resource from which the present resource is derived
Subject	A topic of the content of the resource
Title	A name given to the resource
Type	The nature or genre of the content of the resource

# Konceptuální grafy (CG)

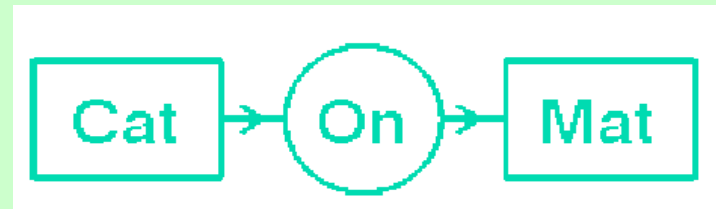
- J. Sowa (1976)
  - viz: John F. Sowa, Knowledge Representation: Logical, Philosophical, and Computational Foundations, Brooks Cole Publishing Co., 2000.
- Logický formalismus zahrnující třídy, relace, individua, kvantifikátory...
- Binarizace relací pomocí reifikace
- Syntaxe
  - Abstraktní syntaxe
  - Grafická notace (DF)
  - Textová notace (LF)
  - Formální jazyk (CGIF)



# CG příklady

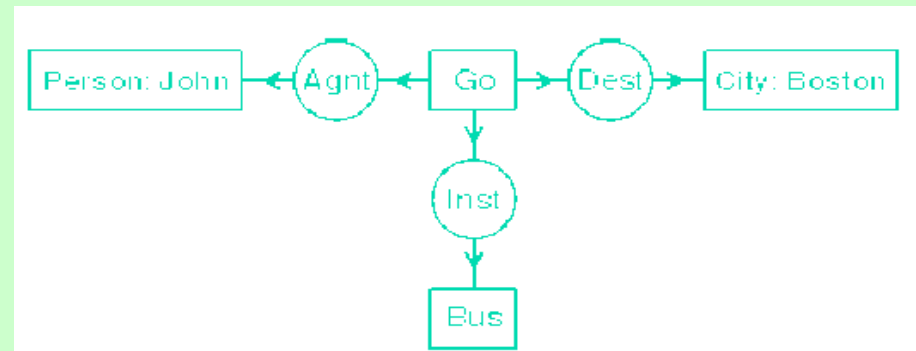
„Acat is on a mat.“

- DF:
- LF:[Cat]->(On)->[Mat].
- CGIF:[Cat: \*x] [Mat: \*y] (On ?x ?y)



„John is going to Boston by bus.“

- DF:
- LF:[Go]-  
(Agnt)->[Person: John]  
(Dest)->[City: Boston]  
(Inst)->[Bus].
- CGIF: [Go\*x] (Agnt?x [Person: John])  
(Dest?x [City: Boston]) (Inst?x [Bus])



# Sémantický web

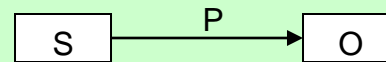
- "The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation."
  - *Tim Berners-Lee, James Hendler, Ora Lassila, The Semantic Web, Scientific American, May 2001*
- Poskytuje společný rámec pro sdílení dat a jejich opětovné využití
- W3C

# Resource Description Framework

- jazyk (formát) za účelem sémantické anotace zdrojů
- Samotné RDF – *framework* pro další sémantická rozšíření (RDF Schema, DAML+OIL, OWL, ...), vystihuje pouze základní sémantiku
- Druhy informačních objektů:
  - **zdroj (resource)** má přiřazeno URI
  - **literál (literal)** řetězce, fragmenty textu
- Prvek popisu **triple (statement)**  $T = (S, P, O)$ 
  - *S subjekt* (zdroj), *P predikát* (zdroj), *O objekt* (zdroj).
  - „S má hodnotu vlastnosti P rovnu O“
- RDF model je dán množinou *trojic*

# Syntaxe RDF

- **Triples:** výčet všech tvrzení-velmi nepřehledný
- **Orientovaný graf:** každé tvrzení typu (S,P,O)



- **XML** (*serializace*)
  - základní a rozšířená syntax
- **Reifikace** – rozklad  
(S,P,O) → (rdf:type,X,rdf:Statement)  
(rdf:Subject,X,S)  
(rdf:Predicate,X,P)  
(rdf:Object,X,O)
  - Přejít od tvrzení ke konstruktům vyšších řádů

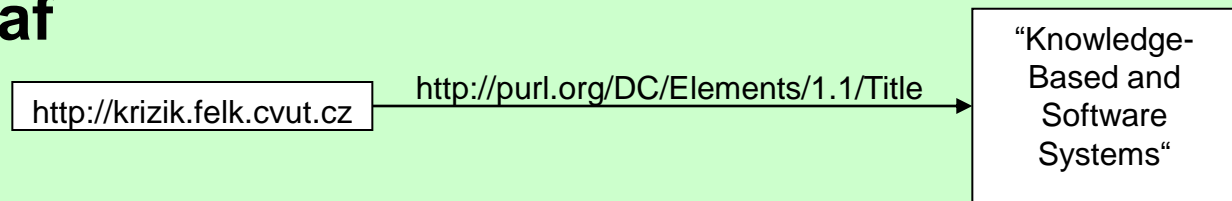
# Příklad RDF

„Titulek stránky <http://krizik.felk.cvut.cz> je Knowledge-Based and Software Systems“

- **Triple**

(<http://krizik.felk.cvut.cz>, <http://purl.org/DC/Elements/1.1/Title>, “Knowledge-Based and Software Systems”)

- **Orientovaný graf**



- **XML**

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8">
<rdf:RDF xmlns:rdf = "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc = "http://purl.org/DC/Elements/1.1/">
  <rdf:Description about="http://krizik.felk.cvut.cz">
    <dc:Title> Knowledge-Based and Software Systems </dc:Title>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

# RDF Schema

## Rozšíření syntaxe RDF

- Class                      třída, koncept
- SubClassOf                vlastnost podtřídy
- SubPropertyOf            vlastnost podvlastnosti
- Domain                    vlastnost domény vlastnosti  
– definiční obor
- Range                      vlastnost oboru hodnot  
vlastnosti
- Literal                     koncept literálu

# Ontologie

*Ontology is an formal, explicit specification of a shared conceptualization.*

*Tom R. Gruber '93*

***Ontology is a formal explicit description of concepts in a domain of discourse***

## Konceptuální modelování

- Tvorba doménových ontologií experty v dané oblasti s minimální znalostí modelování

# Softwarové řešení - Protégé

The screenshot displays the Protégé 3.0 interface for editing a class. The window title is "newspaper Protégé 3.0 (file:\C:\Program%20Files\Protege\_3.0\examples\newspaper\newspaper.pprj...". The menu bar includes File, Edit, Project, Window, and Help. The toolbar contains various icons for file operations and editing. The interface is divided into several panes:

- CLASS BROWSER:** Shows the class hierarchy for the project "newspaper". The hierarchy includes :THING, :SYSTEM-CLASS, Author (with subclasses News\_Service, Columnist, Editor, Reporter), Content, Layout\_info, Library, Newspaper, Organization, and Person. The "Editor" class is currently selected.
- CLASS EDITOR:** Shows the configuration for the "Editor" class. It includes:
  - Name:** Editor
  - Documentation:** Editors are responsible for the content of sections.
  - Role:** Concrete
  - Template Slots:** A table listing slots with their names, cardinalities, and types.

Name	Cardinality	Type
current_job_title	single	String
date_hired	single	String
name	single	String
other_information	single	String
phone_number	single	String
responsible_for	multiple	Instance of Employee
salary	single	Float
sections	multiple	Instance of Section



# Deskripční logika

- Vlastně logiky-rodina formalismů, jejichž jádrem je vymezení konceptů pomocí jejich formálních popisů (deskripcí)
- Na základě popisů zjišťována subsumpce konceptů
- Též terminologická logika

# Topic Maps

- `/* ONTOLOGY */`
- `/* topic types */`
- `[composer = "Composer" @ "http://psi.ontopia.net/music/#composer"]`
- `[opera = "Opera" @ "http://psi.ontopia.net/music/#opera"]`
- `/* association types */`
- `[composed-by = "Composed by" = "Composed" /composer @ "http://psi.ontopia.net/music/#composed-by"]`
- `/* occurrence types */`
- `[birth-date = "Birth date" @ "http://psi.ontopia.net/biography/#date-of-birth"]`
- `[death-date = "Date of death" @ "http://psi.ontopia.net/biography/#date-of-death"]`
- `/* INSTANCES */`
- `/* composer */`
- `[smetana : composer = "Smetana, Bedrich"] {smetana, birth-date, [[...]]} {smetana, death-date, [[...]]}`
- `[dvorak : composer = "Dvorak, Antonin"] {dvorak, birth-date, [[...]]} {dvorak, death-date, [[...]]}`
- `[janacek : composer = "Janacek, Leos" @ "http://psi.ontopia.net/composer/janacek"] {janacek, birth-date, [[1854-07]]} {janacek, death-date, [[1928-08]]}`
- `/* opera */ /* by Smetana */`
- `[bartered-bride : opera = "The Bartered Bride"] /* by Dvorak */`
- `[rusalka : opera = "Rusalka"] /* by Janacek */`
- `[sarka : opera = "Sarka"] [beginning-of-a-romance : opera = "The Beginning of a Romance"]`
- `[jenufa : opera = "Jenufa" @ "http://psi.ontopia.net/opera/jenufa"]`
- `[osud : opera = "Osud"]`
- `/* composed by associations */`
- `composed-by( bartered-bride : opera, smetana : composer )`
- `composed-by( rusalka : opera, dvorak : composer )`
- `composed-by( sarka : opera, janacek : composer )`
- `composed-by( beginning-of-a-romance : opera, janacek : composer )`
- `composed-by( jenufa : opera, janacek : composer )`
- `composed-by( osud : opera, janacek : composer )`

# Softwarové řešení - Omnigator

[Omnigator] Welcome Page - Microsoft Internet Explorer

Soubor Úpravy Zobrazit Oblíbené Nástroje Nápověda

Adresa <http://www.ontopia.net/omnigator/models/index.jsp>

## omnigator eight

The free Seamless Knowledge browser from Ontopia. Powered by the Ontopia Knowledge Suite.

[Manage](#) | [Customise](#)

### Welcome to the Omnigator

#### Index of Topic Maps

- concert.rdf
- factbook.hytm
- i18n.ltm
- jill.xtm
- mondial.xtm
- opera.hytm
- opera.xtm
- support-kb.ltm
- tm-standards.xtm
- xmltools-tm.xtm

#### Version

Version 2.1.1  
Build 2005-01-13 #1522  
Expires No expiry

#### Further Information

- Documentation
  - Omnigator User Guide
  - Query Language Tutorial
  - Schema Language Tutorial
- Articles
  - The TAO of Topic Maps
  - The XML Papers
  - Living with Topic Maps and RDF
  - Metadata? Thesauri? Taxonomies? Topic Maps!

#### Read Me First

The Omnigator is a technology showcase and teaching aid designed to demonstrate the power of Topic Maps. It is also used extensively as a topic map debugger and prototyping tool. Now, with the introduction of RDF support, the Omnigator is evolving into a multi-purpose Semantic Web Agent.

#### Features

The Omnigator is omnivorous: It eats anything, provided it is a topic map – or can be viewed as one! Its most unique feature is that it lets you load and navigate any conforming topic map, whether its format be XTM, HyTM, LTM – or even RDF. What's more, although it isn't optimized for any particular application, the Omnigator is able to make reasonable sense out of any reasonably sensible topic map!

But the Omnigator lets you do far more than simply browse your topic maps. It supports all aspects of the Topic Maps standard and has a host of powerful features, such as the ability to merge topic maps on the fly; search in ways that make Google boggle; export to a range of syntaxes; customize different views; produce filtered subsets based on scope; perform semantic validation; and much more besides.

The image shows a topic map visualization with 'Tosca' at the center. It is connected to various other terms, including 'Rome', 'Giacosa', 'Lucca', 'Madame Butterfly', 'Manon Lescaut', 'Illica', 'Spoletta', 'Va, Tosca!', 'E lucevan le st...', 'Mario', 'O dolci mani', 'Sciarone', 'Vissi d'arte', 'Teatro Costanzi', 'Giacca', 'Shepherd-boy', 'Sacristan', 'Gelotti', and 'La Tosca'. Each node is represented by a colored circle with a small number next to it, and they are connected by lines of varying colors.

[http://www.ontopia.net/omnigator/plugins/viz/viz.jsp?tm=opera.hytm&id=puccini&redirect=%2Fomnigator%2Fmodels%2Ftopic\\_complete.j](http://www.ontopia.net/omnigator/plugins/viz/viz.jsp?tm=opera.hytm&id=puccini&redirect=%2Fomnigator%2Fmodels%2Ftopic_complete.j)

Internet

# Znalostní inženýrství

- Oblast umělé inteligence, která vyvíjí znalostní systémy. Tj. počítačové programy které obsahují velké množství znalostí, pravidel a usuzovací mechanismy dávající řešení problémů reálného světa.
- Častým typem znalostního systému je expertní systém, napodobující usuzovací procesy zkušeného odborníka - experta (tj. člověka, který provádí svou profesi mnoho let). Typickými příklady expertních systémů jsou diagnostika bakteriálních infekcí, poradenství při průzkumu nerostů a posuzování návrhů elektrických obvodů.