

Ontologie

Materiały do wykładu Komputerowe Przetwarzanie Wiedzy
Tomasz Kubik

Wprowadzenie

- Podstaw ontologii należy szukać w filozofii, gdyż stanowi jedną z jej gałęzi z dorobkiem myślowym gromadzonym od pierwszych metafizycznych rozważań Arystotelesa [Smith2002].
- Pomimo tego, że geneza przedmiotu sięga IV w p.n.e., sam termin został ukuty dopiero z początkiem wieku siedemnastego. Sama definicja ontologii jest przedmiotem sporu, a kontrowersje dotyczą głównie zakresu tematycznego, jaki ta gałąź objąć powinna. W większości przypadków ontologię traktuje się jako naukę stanowiącą o "rodzajach i strukturach: obiektów, właściwości, zdarzeń, procesów, relacji i dziedzin rzeczywistości" [Smith2001].
- Współczesny słownik Webstera definiuje ontologię jako "dziedzinę metafizyki, która para się badaniem i wyjaśnianiem natury jak i kluczowych właściwości oraz relacji rządzących wszelakimi bytami bądź głównych zasad i przyczyn bytu".
- Ontologia zatem nie jest, co znamienne, nauką dotyczącą funkcjonowania świata, ani sposobu w jaki człowiek go postrzega. Stawia ona natomiast przed sobą pytania "jak można wszystko poklasyfikować?", "jakie klasy bytów są niezbędne do opisu i wnioskowania na temat zachodzących procesów?", "jakie klasy bytu pozwalają wnioskować o prawdzie?", "na podstawie jakich klas bytu można wnioskować o przyszłości?" [Smith2002].
- Popularne definicje ontologii:
 - *Formalna specyfikacją wspólnej warstwy pojęciowej* [Gruber1993].
 - *Reprezentacja dystrybuowanej konceptualizacji określonej domeny* [Hodge2003]

Definicja ontologii [Maedche2002].

- Ontologia jest zdefiniowana poprzez zbiory: definiujące strukturę ontologii oraz leksykon.
 - $O = \{C, R, Hc, Rel, A\}$ określa strukturę pojęć, relacje między nimi jak i teorie dotyczącą definiowanego modelu
 - C - stanowi zbiór wszystkich pojęć (klas) wykorzystanych w modelu. Pojęcie w notacji identyfikowane jest przez symbol - najczęściej słowo.
 - R - jest zbiorem nietaksonomicznych relacji (slotami, rolami) definiowanych jako nazwane połączenie między pojęciami. Relacja jest także pojęciem, ale zbiory pojęć i relacji są rozłączne.
 - Hc - stanowi zbiór taksonomicznych relacji pomiędzy conceptami, gdzie w zależności od przyjętego systemu może to być jedna z poniższych relacji hyponimicznych [Perez-Gomez1996].
 - Rozłączne podklasy
 - Wyczerpujące rozłączne podklasy
 - Podklasy
 - Rel - zdefiniowane nietaksonomiczne relacje pomiędzy pojęciami
 - A - zbiór aksjomatów
 - $L = \{Lc, Lr, F, G\}$ określa leksykon, czyli sposób w jaki należy rozumieć pojęcia, w tym i relacje.
 - Lc - definicje leksykonu dla zbioru pojęć
 - Lr - definicje leksykonu dla zbioru relacji
 - F - referencje dla pojęć
 - G - referencje dla relacji

Postulaty dotyczące cech ontologii

- Ontologia nie stanowi listy, katalogu czy taksonomii obiektów, stwarza natomiast formalne przesłanki wedle których takowe mogą być budowane
- Ontologia jest oderwana od teorii poznania (epistemologii), powiązana jest z obiektem, a nie jego subiektywnym odbiorem
- Ontologia musi uchwycić rzeczywistość na różnych poziomach atomizacji, jak również relacje pomiędzy tymi warstwami
- Naturalne jest istnienie wielu ontologii (uznanie braku możliwości stworzenia jednej ogólnej ontologii)
- W przeciwieństwie do nauki relacje między obiektami nie są ujęte funkcyjnie (zależności nie są ilościowe)
- Nauka rozpoczyna proces od mierzenia i predykcji, ontologia zaś od budowania taksonomii
- Nauka bada tylko obiekty z danej dziedziny, ontologia jest międzydyscyplinarna [Poli1996][Smith2001][Guarino1995].

Podstawy ontologii i języki ich zapisu

- Ontologie bazują na dobrze już ugruntowanych teoriach wywodzących się z:
 - algebry,
 - teorii zbiorów,
 - sieci semantycznych,
 - logiki.
- Najbardziej znamieny wpływ na istniejące języki formułowania ontologii miały:
 - rachunek predykatów (KIF, CycL),
 - ramy (Ontolingua),
 - logika deskryptorów (CLASSIC).
- Istnieje oczywista zależność między wzrostem ekspresywności danego języka opisu, a spadkiem wydajności wnioskowania, bądź nawet uniemożliwienie wnioskowania w systemach czasu rzeczywistego [Brachman1987].
- Języki zapisu ontologii:
 - Ontobroker,
 - SHOE (Simple HTML Ontology Extensions),
 - OIL (Ontology Inference Layer lub Ontology Interface Layer),
 - DAML (DARPA Agent Markup Language),
 - OWL
- W większości języków fakty zapisywane są podobnie. Przeważająca ich część korzysta z RDF. Dla starszych języków możliwa jest translacja do/z KIF (Knowledge Interchange Format), który bez problemu może być tłumaczony do/z RDF.
- Zdecydowany wpływ na popularyzację tego rozwiązania miały prostota zastosowanego modelu oraz wykorzystanie powszechnie akceptowanych technologii. (np. URI, XML, N3).

Przykład ontologii w języku OIL

class-def zwierzę	%zwierzęta są klasą
class-def roślina	%rośliny są klasą
subclass-of NOT zwierzę	%wyłączenie ze zwierząt
class-def drzewo	
subclass-of roślina	%drzewa są rodzajami roślin
class-def gałąź	
slot-constraint is-part-of has-value drzewo	%gałęzie są częścią drzew
class-def liść	
slot-constraint is-part-of has-value gałąź	%liście są częścią gałęzi
class-def definicja drapieżników	%drapieżniki są zwierzętami
subclass-of zwierzę	
slot-constraint zjada value-type zwierzę	%które zjada tylko inne zwierzęta
class-def definicja roślinożernych	%roślinożerne są zwierzętami
subclass-of zwierzę	
slot-constraint zjada value-type roślina	
OR (slot-constraint is-part-of has-value roślina)	%które zjada tylko rośliny lub części roślin
class-def żyrafa	%żyrafy są zwierzętami
subclass-of zwierzę	
slot-constraint zjada value-type liść	%oraz jedzą liście
class-def lew	
subclass-of zwierzę	%lwy też są zwierzętami
slot-constraint zjada value-type roślinożerne	%ale zjadają one roślinożerne
class-def rośliny jadalne	%rośliny jadalne to rośliny zjadane
subclass-of roślina	%przez drapieżników i roślinożerców
slot-constraint zjadany has-value roślinożerny, drapieżnik	

OIL cd.

- Ontologia zawiera listę definicji:
 - klas **class-def**
 - cech **slot-def**;
- Definicja klasy łączy nazwę klasy z jej opisem, zawierając następujące opcjonalne elementy:
 - **type** – definicja typu, który może być zarówno podstawowy, jak i definiowalny; podstawowe klasy pozwalają na tworzenie niezbędnych warunków dla przynależności do klasy.
 - **Subclass-of** - lista jednego lub kilku wyrażeń klasy (**class-expression**). Klasa zdefiniowana w definicji klasy musi być podklasą każdego wyrażenia klasy na liście.
 - **Slot-constraint** - lista zero lub więcej ograniczeń cech (**slot-constrain**). Definiowana klasa, dla której wypisane są ograniczenia musi być podklasą każdego ograniczenia na liście (zauważmy, że **slot-constraint** definiuje klasę).
- **Class-expression** może być nazwą klasy, ograniczeniem cech lub arbitralnie utworzonym zestawem połączeń boole'owskich **class-expressions**.
- **Slot-constraint** jest listą jednego lub więcej ograniczeń stosowanych do cechy. Cecha jest relacją binarną (tzn. jej wystąpieniami są pary jednostek), ale **slot-constraint** to faktyczne definicje klasy - jego wystąpieniami są te jednostki, które spełniają ograniczenia.

OIL cd.

- **Slot-constraint** zawiera następujące główne składniki:
 - **Name** - nazwa cechy (ciąg znaków).
 - **Has-value** - lista jednego lub kilku wyrażeń klasy. Każdy przypadek klasy definiowanej przez ograniczenie cechy (**slot-constraint**) musi być połączony poprzez relacje cechy z wystąpieniem każdej **class-expression** na liście.
 - **Value-type** - lista jednej lub kilku **class-expressions**. Jeżeli wystąpienie klasy definiowanej przez **slot-constraint** jest powiązane poprzez relację cechy z pewną jednostką x, to x musi być wystąpieniem każdego **class-expression** na liście.

OIL cd.

- **Ontologia** OIL jest strukturą składającą się z kilku części, które także mogą posiadać własną strukturę, niektóre z nich są opcjonalne, a inne powtarzalne. Dla opisu ontologii w OIL wyróżnia się trzy poziomy:
 - Poziom obiektu, na którym opisywane są konkretne wystąpienia ontologii.
 - Pierwszy poziom meta, na którym umieszczane są rzeczywiste definicje ontologiczne. Tu definiuje się terminologię, która może być uprzedmiotowiona na poziomie obiektu. Jest to zasadniczy poziom OIL (nazywany także definicją ontologii) będący narzędziem służącym tworzeniu ustrukturalizowanych słowników o dobrze zdefiniowanej semantyce.
 - Drugi poziom meta (tzn. poziom meta-meta), nazywany też kontenerem ontologii, służy opisowi cech ontologii, takich jak: autor, nazwa, przedmiot itp. Dla wyrażania metadanych ontologii często używa się Dublin Core Metadata Element Set (<http://www.dublincore.org/>[9]).
- Do tworzenia kontenera ontologii zaadaptowano zestaw elementów Dublin Core. Pomimo tego, że w DC każdy element jest opcjonalny i powtarzalny, w OIL wprowadzono w tym zakresie pewne ograniczenia. W poniższym wykazie elementy obligatoryjne oznaczono znakiem "+". Elementy oznaczone "*" są opcjonalne.

OIL cd.

- **+Tytuł** - nazwa ontologii;
- **+Twórca** - nazwa agenta (osoby, grupy osób, oprogramowania) - twórcy ontologii;
- ***Opis rzeczowy** - słowa kluczowe lub symbole klasyfikacji;
- **Opis** - tekst w języku naturalnym opisujący treść ontologii;
- ***Wydawca** - definiuje jednostkę odpowiedzialną za udostępnienie źródła;
- ***Współtwórca** - nazwa agenta (osoby, grupy osób, oprogramowania) pomagającego w tworzeniu ontologii;
- ***Data** - data utworzenia, modyfikacji lub udostępnienia ontologii;
- **+Typ** - rodzaj źródła. Wartością standardową jest **ontologia**;
- ***Format** - cyfrowa materializacja źródła;
- **+Identyfikator** - URI ontologii;
- ***Źródło** - opcjonalny odsyłacz (URI) do źródeł, z którego pochodzi **ontologia**;
- **+Język** - język ontologii. Predefiniowaną i wymaganą wartością jest "OIL";
- ***Relacja** - wykaz odesłań do innych ontologii OIL;
- ***Własność** - informacja o prawach własności dotyczących ontologii.

Programy służące do budowy ontologii

- Programy działające "lokalnie":
 - Protege 2000,
 - OntoEdit,
 - OilEd,
 - OpenCyc
 - SMORE—Semantic Markup, Ontology, and RDF Editor
- Programy działające "online":
 - Ontolingua,
 - Chimaera

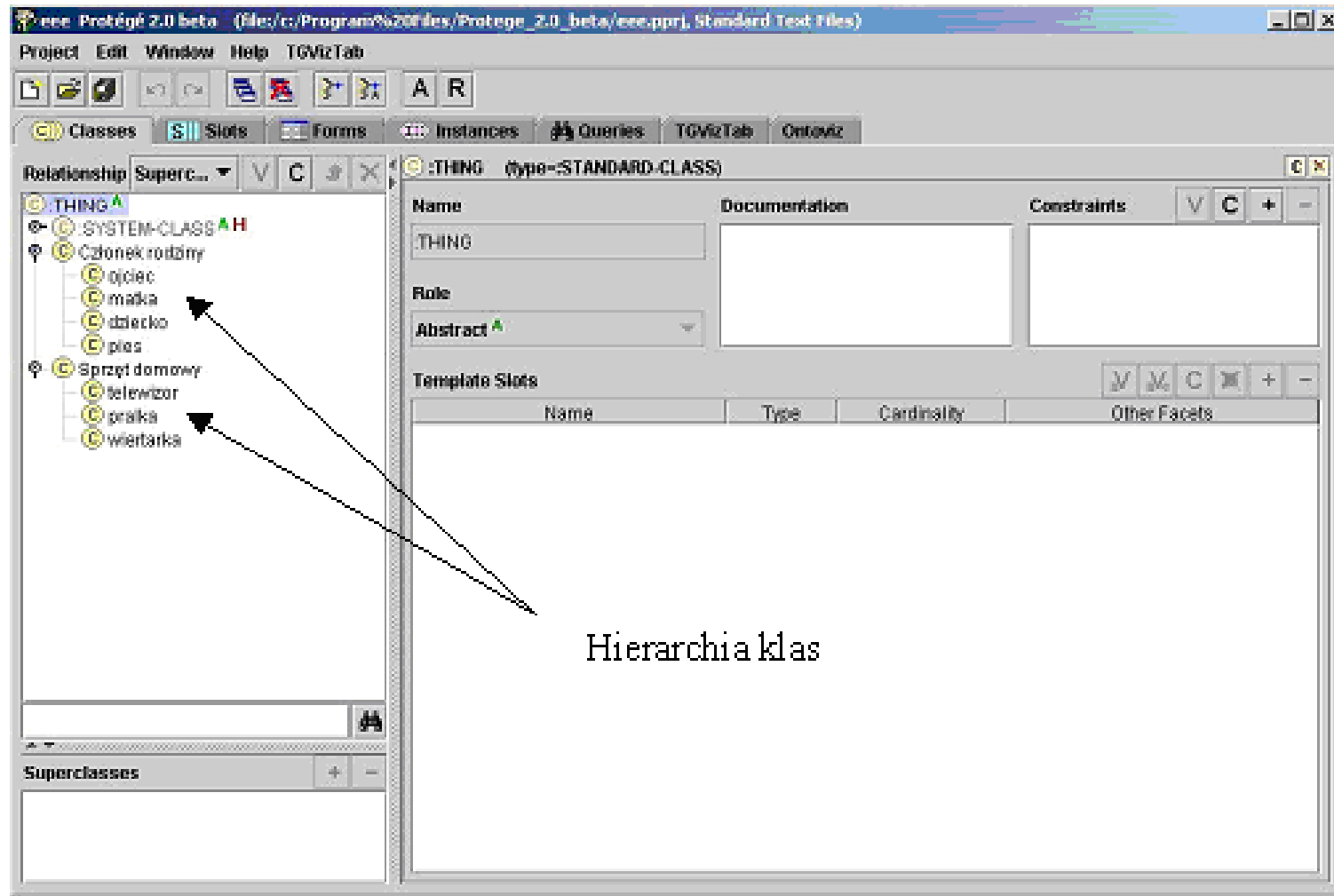
OpenCyc

- Wersja 1.0 zawiera 6000 klas i ponad 60000 właściwości
- Służy nie tylko do tworzenia samej ontologii, umożliwia też tworzenie rozbudowanej Bazy Wiedzy (czyli najkrócej mówiąc instancji klas i relacji stworzonych przy projektowaniu ontologii).
- Posiada rozbudowany system wnioskowania, stąd po stworzeniu Bazy Wiedzy możemy zadawać systemowi dość złożone pytania (poprawność odpowiedzi w dużym stopniu zależy od utworzonych definicji obiektów i relacji, oraz wprowadzonych ograniczeń logicznych).
- Jest rozbudowanym systemem pozwalającym tworzyć całkiem zaawansowane ontologie.
- Jego obsługa jest skomplikowana.
- Wykorzystuje skrypty CGI jako „front end”
- Nie zalecane dla początkującego użytkownika

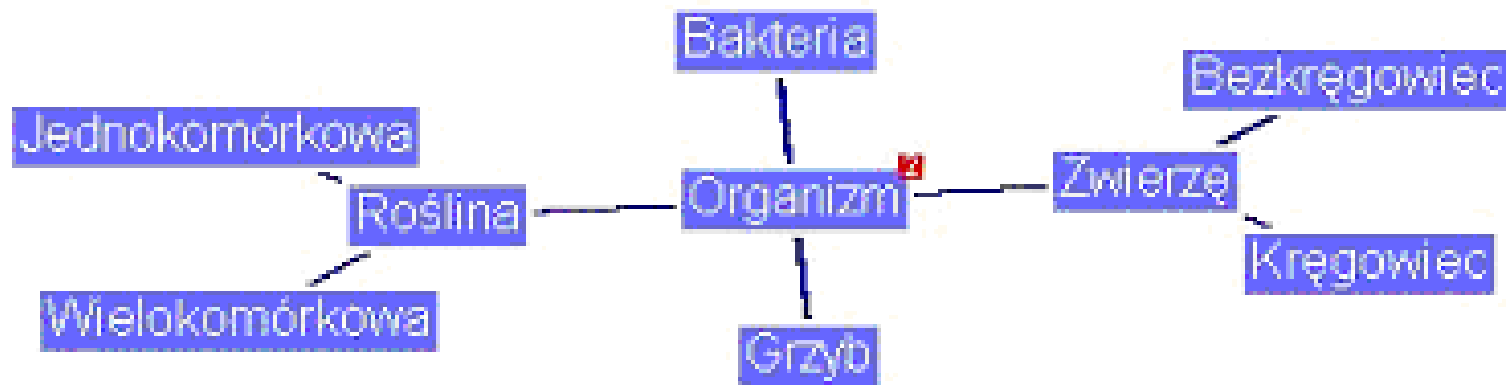
Protégé

- Może służyć zarówno do stworzenia samych ontologii, jak również na ich podstawie Bazy Wiedzy, choć nie jest bardzo rozbudowanym programem
- Jego obsługa rozpoczyna się od skonfigurowania projektu, podczas którego definiuje się udostępniane zakładki:
 - Classes, pozwalająca tworzyć nową ontologię
 - wszystkie klasy są klasami potomnymi klasy Thing
 - tworzone klasy prezentowane są od razu w formie hierarchii
 - stworzone klasy można też przemieszczać za pomocą myszy
 - Slots, dająca możliwość definicji:
 - poszczególnych właściwości danych klas
 - jak i relacji zachodzących między nimi (dobrze jest tworzyć od razu relacje odwrotne, co ułatwia późniejszą orientację w projekcie).
 - Instances, pozwalająca tworzyć konkretne instancje dla naszych klas
- Jego możliwości można rozszerzać za pomocą wtyczek (pluginów napisanych w języku JAVA)
 - służących do wizualizacji:
 - TGVizTab (wyświetla hierarchię klas na zadanym poziomie, w zadanych kolorach)
 - Ontviz Tab (pokazuje właściwości klas oraz relacji zachodzące pomiędzy nimi)
 - ezOWL

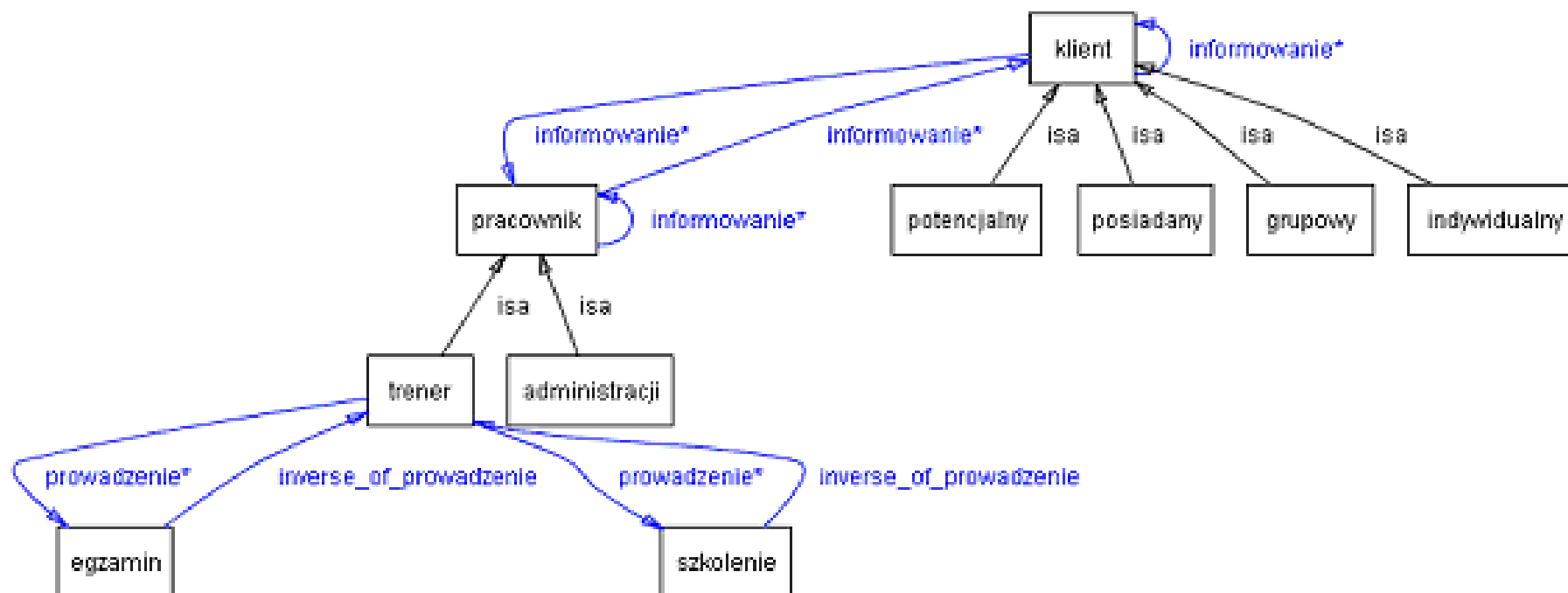
Okno główne programu Protege-2000 z widoczną hierarchią klas



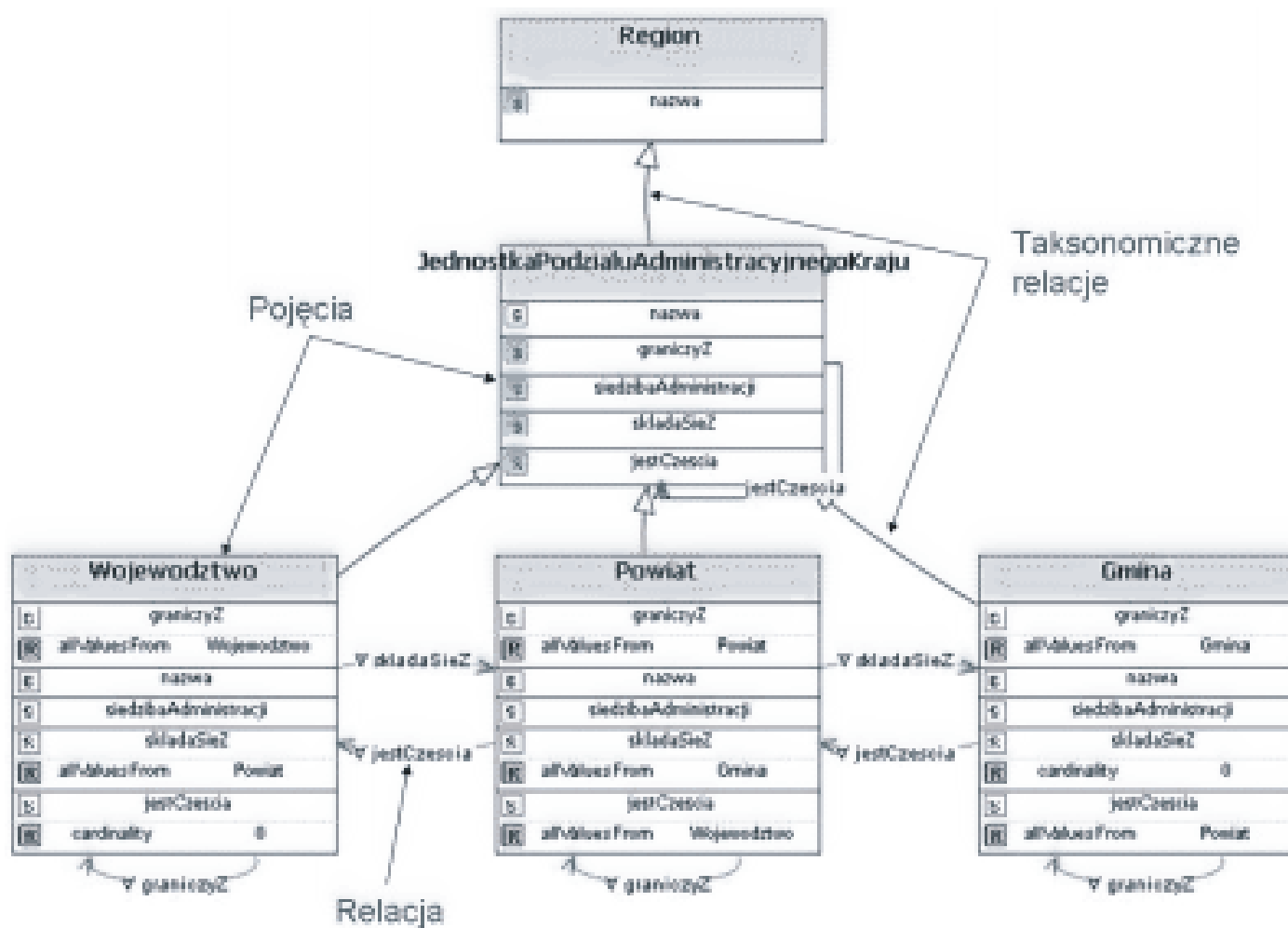
Przykładowa hierarchia klas pokazana za pomocą pluginu TGVizTab



Przykład użycia pluginu Ontoviz Tab



Przykład użycia pluginu ezOWL



OntoEdit Free

- Pakiet umożliwiający zarówno tworzenie ontologii, jak również pełne wnioskowanie na ich podstawie
- Wersja Free pozwala utworzyć do 50 klas, instancji i relacji
- Zamiast klas - pojęcia (*concepts*), a zamiast slotów - relacje.
- Dodawanie i edycja pojęć ujęta w jednej zakładce z dodawaniem relacji.
- Pojęcia są prezentowane od razu w formie hierarchii.
- Klasy można przemieszczać za pomocą myszki
- Dla pojęcia, oprócz definicji w formie tekstu, można dodatkowo podać link do zewnętrznego dokumentu definiującego pojęcie.
- Dla relacji również istnieje taka możliwość (można też podać zakres dozwolonych wartości dla relacji)
- Istnieje możliwość definiowania pojęć rozłącznych
- Wtyczko rozszerzające możliwość programu (napisane w j. JAVA):
 - Visualizer, umożliwiający graficzną prezentację stworzonej ontologii
 - OWL, umożliwiający eksport projektu do OWL
- Możliwość określenia powiązanych ontologii za pomocą hiperłączy (Umożliwia to łatwe wykorzystanie wcześniej stworzonych ontologii).
- OntoEdit w wersji "podstawowej" oferuje formaty eksportu projektu, m.in.: DAML, OIL, RDF.

OilEd

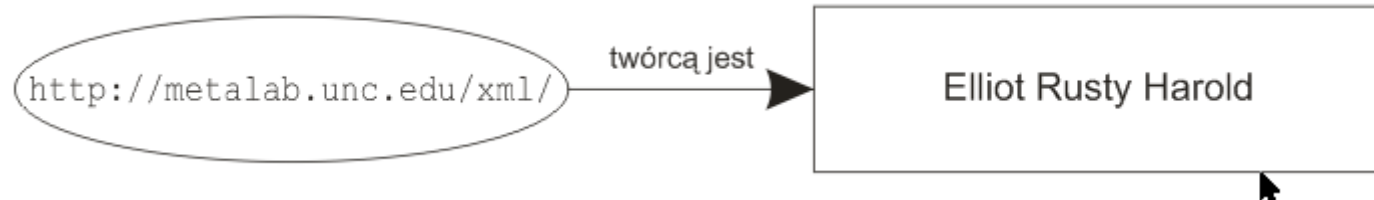
- Eksport danych do wielu formatów (dostępny bez użycia trudnych w konfiguracji pluginów).
- Wszystkie klasy są prezentowane w postaci prostej listy
- Hierarchia klas jest pokazana w osobnym oknie (nie ma możliwości przesuwania klas za pomocą myszki).
- Brakuje możliwości graficznej prezentacji danych (być może dostępne jest to za pomocą pluginów)

Stwierdzenia RDF

Stwierdzenie RDF łączy jakiś zasób z nazwaną właściwością i jej wartością. Trzy części stwierdzenia to, kolejno, przedmiot, predykat, obiekt.

W składni RDF występują: element główny, element Description, przestrzeń nazw, mogą pojawić się formy skrócone.

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/DC/"
  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/"
    <dc:CREATOR>Elliotte Rusty Harold</dc:CREATOR>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```



```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/DC/"
  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/" dc:CREATOR="Elliotte Rusty Harold" \>
</rdf:RDF>
```

Wiele właściwości i stwierdzenia

```
<rdf:RDF
```

```
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#">
```

```
  xmlns:dc="http://purl.org/DC/">
```

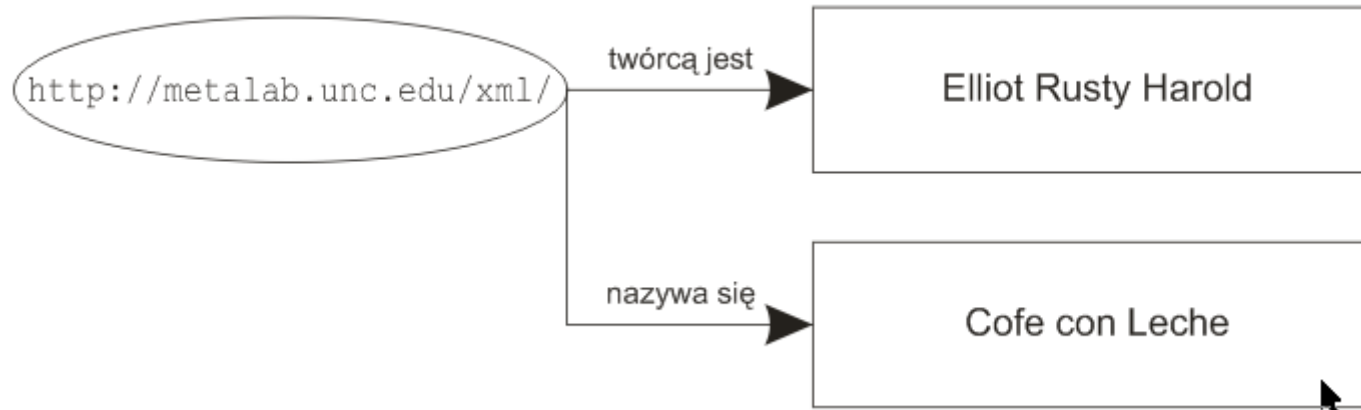
```
  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/">
```

```
    <dc:CREATOR>Elliotte Rusty Harold</dc:CREATOR>
```

```
    <dc:TITLE>Cofe con Leche</dc:TITLE>
```

```
  </rdf:Description>
```

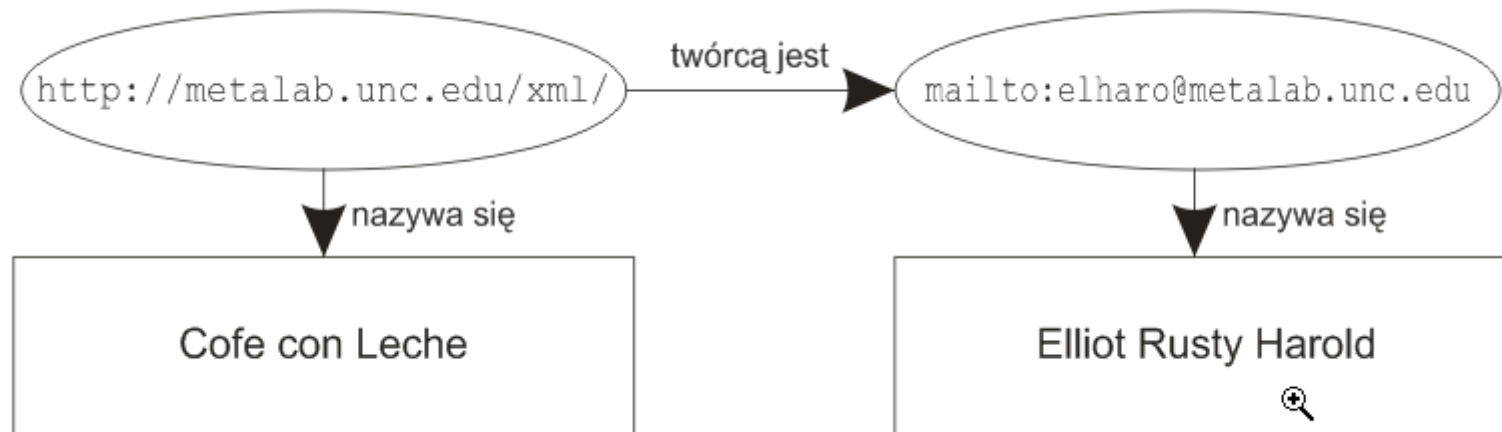
```
</rdf:RDF
```



Właściwości, których wartościami są zasoby

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/DC/">

  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/">
    <dc:TITLE>Cofe con Leche</dc:TITLE>
    <dc:CREATOR>
      <rdf:Description about="mailto:elharo@metalab.unc.edu">
        <dc:TITLE>Elliotte Rusty Harold</dc:TITLE>
      </rdf:Description>
    </dc:CREATOR>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```



Stwierdzenia z tą samą właściwością dołączoną do wielu zasobów

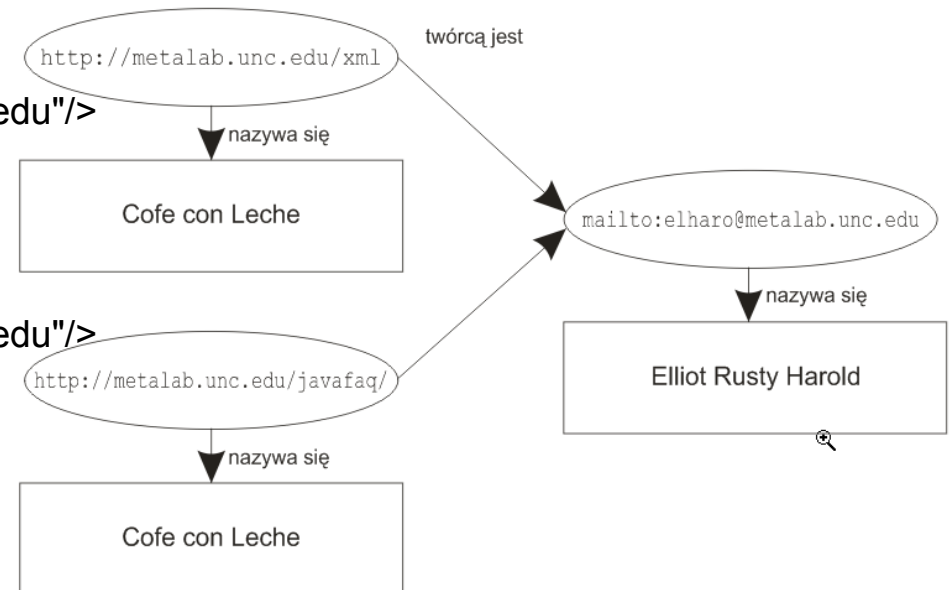
```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/DC/">
```

```
<rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/">
  <dc:TITLE>Cofe con Leche</dc:TITLE>
  <dc:CREATOR rdf:resource="mailto:elharo@metalab.unc.edu"/>
</rdf:Description>
```

```
<rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/javafaq/">
  <dc:TITLE>Cofe au Lait</dc:TITLE>
  <dc:CREATOR rdf:resource="mailto:elharo@metalab.unc.edu"/>
</rdf:Description>
```

```
<rdf:Description about="mailto:elharo@metalab.unc.edu">
  <dc:TITLE>Elliotte Rusty Harold</dc:TITLE>
</rdf:Description>
```

```
</rdf:RDF>
```

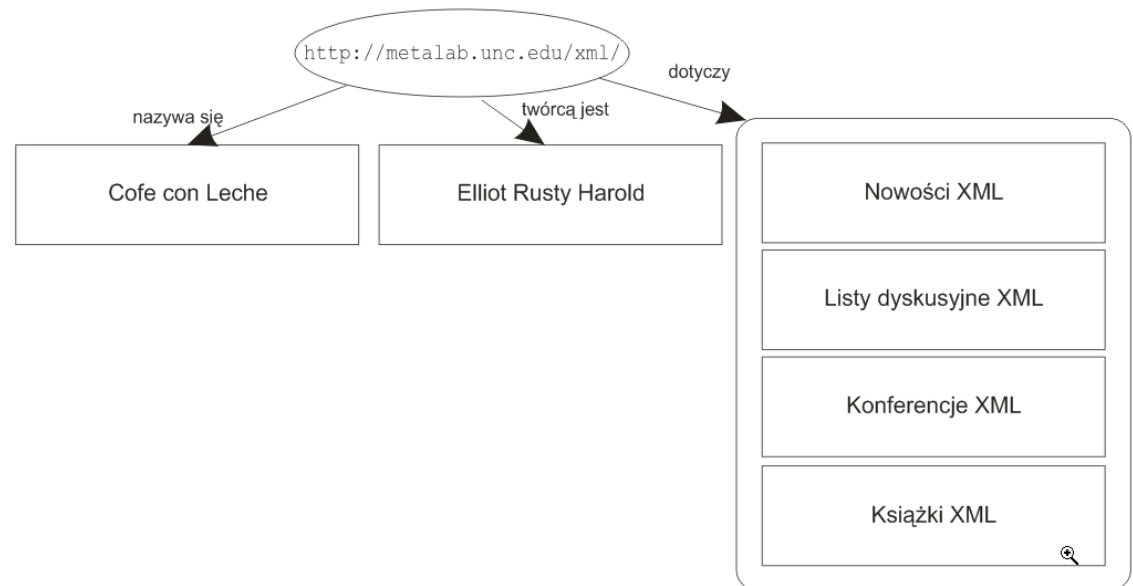


Pojemnik Bag (Seq)

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://www.purl.org/DC#">

  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/">
    <dc:TITLE>Cafe con Leche</dc:TITLE>
    <dc:CREATOR>Elliotte Rusty Harold</dc:CREATOR>
    <dc:SUBJECT>
      <rdf:Bag>
        <rdf:li>Nowości XML</rdf:li>
        <rdf:li>Listy dyskusyjne o XML</rdf:li>
        <rdf:li>Konferencje XML</rdf:li>
        <rdf:li>Książki o XML</rdf:li>
      </rdf:Bag>
    </dc:SUBJECT>
  </rdf:Description>

</rdf:RDF>
```



Pojemnik Alt

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://www.purl.org/DC#">

  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/">
    <dc:TITLE>Cafe con Leche</dc:TITLE>
    <dc:CREATOR>Elliote Rusty Harold</dc:CREATOR>
    <dc:PUBLISHER>
      <rdf:Alt>
        <rdf:li resource =
          "http://sunsite.univie.ac.at/jcca/mirrors/javafaq/" />
        <rdf:li resource =
          "http://sunsite.kth.se/javafaq/" />
        <rdf:li resource =
          "http://sunsite.cnlab-switch.ch/javafaq/" />
        <rdf:li resource =
          "http://sunsite.uakom.sk/javafaq/" />
      </rdf:Alt>
    </dc:PUBLISHER>
  </rdf:Description>
```

```
<rdf:Description
  about="http://sunsite.univie.ac.at/jcca/mirrors/javafaq/">
  <dc:PUBLISHER>Sunsite Austria</dc:PUBLISHER>
</rdf:Description>

<rdf:Description
  about="http://sunsite.uakom.sk/javafaq/">
  <dc:PUBLISHER>Sunsite Słowacja</dc:PUBLISHER>
</rdf:Description>

<rdf:Description
  about="http://sunsite.cnlab-switch.ch/javafaq/">
  <dc:PUBLISHER>Sunsite Szwajcaria</dc:PUBLISHER>
</rdf:Description>

<rdf:Description
  about="http://sunsite.kth.se/javafaq/">
  <dc:PUBLISHER>Sunsite Szwecja</dc:PUBLISHER>
</rdf:Description>

</rdf:RDF>
```

Stwierdzenia dotyczące pojemników (właściciel pojemnika nie posiada elementów pojemnika, atrybut ID)

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://www.purl.org/DC#"

  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/links.html">
    <dc:TITLE>Strony o XML</dc:TITLE>
    <dc:CREATOR>Elliotte Rusty Harold</dc:CREATOR>
    <dc:SUBJECT>
      <rdf:Bag ID="links">
        <rdf:li resource="http://www.w3.org/XML/">
        <rdf:li resource="http://www.xml.com/">
        <rdf:li resource="http://www.xmlinfo.com/">
        <rdf:li resource="http://www.microsoft.com/xml/">
        <rdf:li resource="http://www.oasis-open.org/cover/xml.html/">
        <rdf:li resource="http://www.xmlx.com/">
      </rdf:Bag>
    </dc:SUBJECT>
  </rdf:Description>
```

```
<rdf:Description about="#links">
  <dc:RIGHTS>
    Copyright 1999 Elliotte Rusty Harold
  </dc:RIGHTS>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="http://www.w3.org/XML/">
  <dc:TITLE>The W3C</dc:TITLE>
  <dc:RIGHTS>
    Copyright 1997 W3C (MIT, INRIA, Keio)
  </dc:RIGHTS>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="http://www.xml.com/">
  <dc:TITLE>xml.com</dc:TITLE>
  <dc:RIGHTS>
    Copyright 1998-1999 Seybold Publications
    and O'Reilly & Associates, Inc.
  </dc:RIGHTS>
</rdf:Description>
```

Stwierdzenia dotyczące pojemników (cd.)

```
<rdf:Description about="http://www.xmlinfo.com/">
  <dc:TITLE>XML Info</dc:TITLE>
  <dc:CREATOR>James Tauber</dc:CREATOR>
</rdf:Description>
```

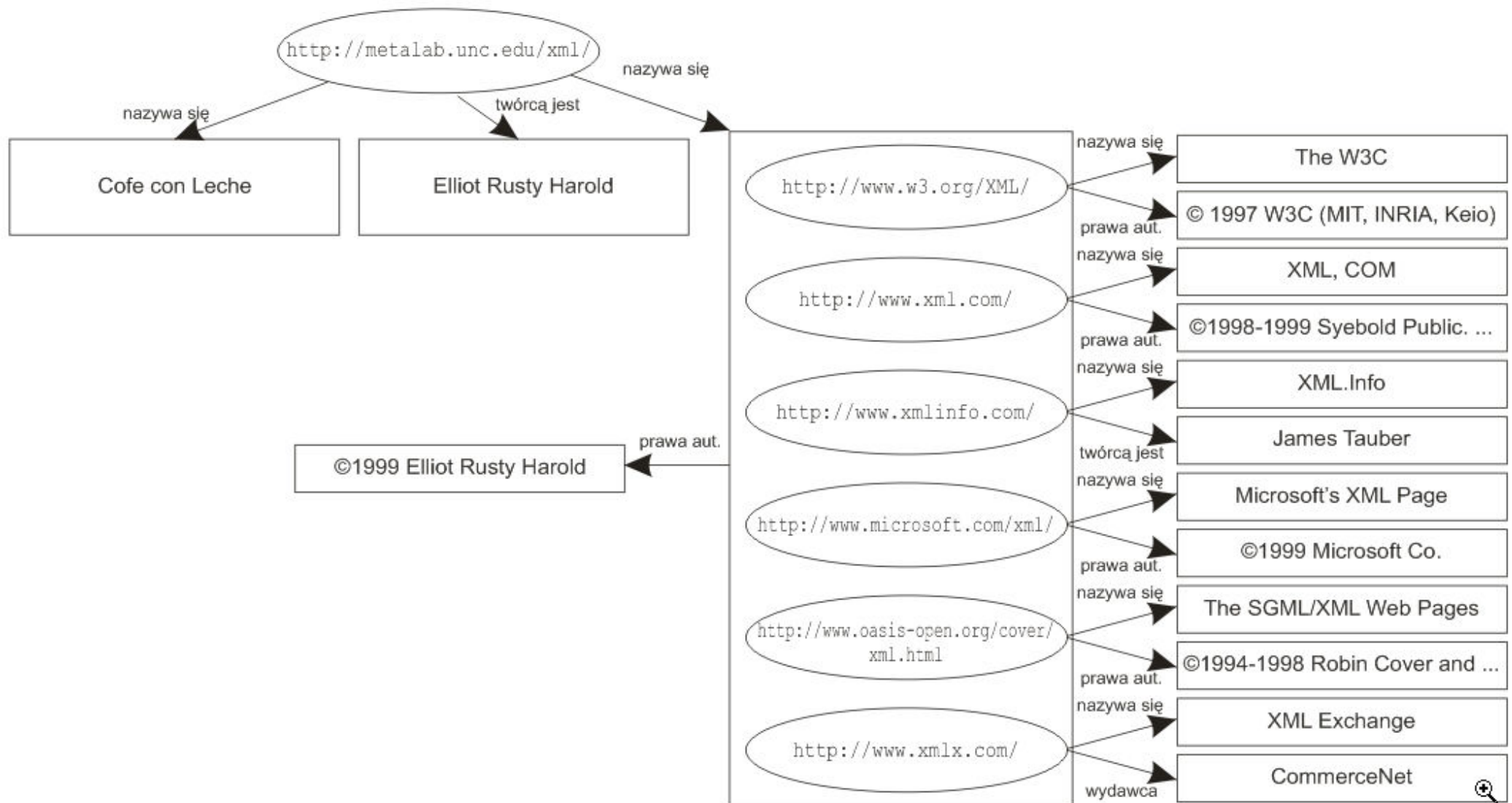
```
<rdf:Description about="http://www.microsoft.com/xml/">
  <dc:TITLE>Microsoft's XML Page</dc:TITLE>
  <dc:RIGHTS>Copyright 1999 Microsoft
Corporation</dc:RIGHTS>
</rdf:Description>
```

```
<rdf:Description
  about="http://www.oasis-open.org/cover/xml.html">
  <dc:TITLE>Robin Cover's XML Web Page</dc:TITLE>
  <dc:RIGHTS>
    Copyright Robin Cover and OASIS, 1994-98
  </dc:RIGHTS>
</rdf:Description>
```

```
<rdf:Description about="http://www.xmlx.com/">
  <dc:TITLE>XML Exchange</dc:TITLE>
  <dc:PUBLISHER>CommerceNet</dc:PUBLISHER>
</rdf:Description>
```

```
</rdf:RDF>
```

Stwierdzenia dotyczące pojemników, cd.



Stwierdzenia dotyczące elementów w pojemnikach (atrybut aboutEach)

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://www.purl.org/DC#">

  <rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/">
    <dc:TITLE>Cafe con Leche</dc:TITLE>
    <dc:CREATOR>Elliotte Rusty Harold</dc:CREATOR>
    <dc:SUBJECT>
      <rdf:Bag aboutEach="pages">
        <rdf:li resource="http://metalab.unc.edu/xml/news1999.html"/>
        <rdf:li resource="http://metalab.unc.edu/xml/maillinglists.html"/>
        <rdf:li resource="http://metalab.unc.edu/xml/news1999.html"/>
        <rdf:li resource="http://metalab.unc.edu/xml/tradeshows.html"/>
      </rdf:Bag>
    </dc:SUBJECT>
  </rdf:Description>
```

```
<rdf:Description aboutEach="#pages">
  <dc:RIGHTS>
    Copyright 1999 Elliotte Rusty Harold
    Łączenie dozwolone.
    Tworzenie kopii wymaga uprzedniego uzyskania zgody.
  </dc:RIGHTS>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/news1999.html">
  <dc:TITLE>Nowości XML z roku 1999</dc:TITLE>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/books.html">
  <dc:TITLE>Książki o XML</dc:TITLE>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/maillinglists.html">
  <dc:TITLE>Listy dyskusyjne o XML</dc:TITLE>
</rdf:Description>

<rdf:Description about="http://metalab.unc.edu/xml/tradeshows.html">
  <dc:TITLE>Pokazy i konferencje XML</dc:TITLE>
</rdf:Description>

</rdf:RDF>
```

Stwierdzenia dotyczące niejawnych pojemników Bag

```
<rdf:Description aboutEachPrefix="#http://metalab.unc.edu/xml/">  
  <dc:RIGHTS>Copyright 1999 Elliotte Rusty Harold</dc:RIGHTS>  
</rdf:Description>
```