BAZE DE CUNOŞTINŢE

SCHEME SEMANTICE

SEMINAR

Titular curs:
Prof. univ. dr. Nicolae Ţăndăreanu

Asist. univ. dr. Mihaela Verona Colhon

Octombrie 2009

Despre Retele Semantice

O retea semantica este un graf orientat in care nodurile reprezinta concepte iar arcele reprezinta relatii intre concepte. Un exemplu de retea semantica este dat in Figura 1.

Reteaua semantica este o metoda de reprezentare a cunostintelor ce permite efectuarea de *deductii automate*. Primul tip de retea semantica care a aparut in literatura a utilizat un mecanism de deductie bazat pe mostenire.

Daca orice X este Y si orice Y este Z atunci orice X este Z.

Daca X este Y si orice Y este Z atunci X este Z.

Daca orice X este Y si Y este Z atunci orice X este Z.

Daca X este Y si Y este Z atunci X este Z

Conceptul de *schema semantica* extinde pe cel de retea semantica. Acesta este o structura abstracta care devine o descriere reala a unei piese de cunostinte daca se utilizeaza o anumita interpretare. Conceptul de schema semantica implica doua aspecte:

- un *aspect formal* prin care se formalizeaza un calcul simbolic intr-o anumita algebra;
- un *aspect de evaluare* descris in contextul unei *interpretari*; entitatile abstracte continute in schema primesc valori intr-un anumit spatiu numit *spatiu semantic*.

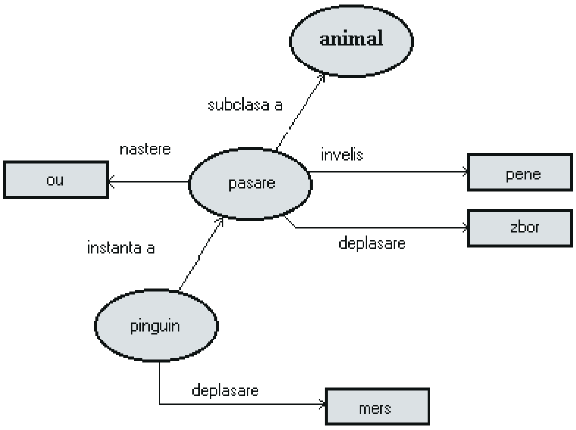

Fig. 1: Exemplu de retea semantica

Scheme semantice

Fie θ un simbol de aritate 2. Definim θ **schema semantica** (pe scurt θ-schema) ca fiind tuplul:

$$\mathcal{S} = (X, A_0, A, R)$$

unde:
• X este o multime finita de **simboluri de obiecte sau concepte**
• A_0 este o multime finita de **simboluri de proprietati** iar A satisface conditia $A_0 \subseteq A \subseteq \overline{A_0}$, unde $\overline{A_0} = \bigcup_{n \geq 0} A_n$ pentru:

$$A_{n+1} = \{\theta(u, v) \mid u, v \in A_n\}_{n \geq 0}$$

•$R \subseteq X \times A \times X$ o multime nevida de **relatii** care satisface urmatoarele trei conditii:

$$(x, \theta(u, v), y) \in R \Rightarrow \exists z \in X : (x, u, z) \in R, (z, v, y) \in R$$

$$\theta(u, v) \in A, (x, u, z) \in R, (z, v, y) \in R \Rightarrow (x, \theta(u, v), y) \in R$$

$$pr_2 R = A$$

Exemplu Sa consideram schema semantica $\mathcal{S}_1$ ilustrata in Figura 2. Obtinem $\mathcal{S}_1 = (X^1, A_0^1, A^1, R^1)$ unde:

- $X^1 = \{x_1, \ldots, x_7\}$
- $A_0^1 = \{a, c, d, e\}$
- $A^1 = A_0^1 \cup \{\theta(a, a), \theta(a, c)\}$
- $R^1 = \{(x_1, a, x_2), (x_2, a, x_3), (x_2, c, x_4), (x_1, d, x_5), (x_1, e, x_6), (x_6, a, x_7), (x_1, \theta(a, a), x_3), (x_1, \theta(a, c), x_4)\}$

Prin definirea unei interpretari adecvate reprezentarii folosite intr-o schema semantica, entitatile acesteia primesc valori intr-un **spatiu de iesire** sau spatiu semantic. Astfel nodurile schemei devin obiecte in acest spatiu de iesire iar relatiilor li se ataseaza algoritmi ai acestui spatiu de iesire.

Fie $\mathcal{S} = (X, A_0, A, R)$ o θ-schema. O **interpretare** $\mathcal{I}$ a lui $\mathcal{S}$ este definita ca fiind sistemul:

$$\mathcal{I} = (Ob, ob, Y, \{Alg_u\}_{u \in A})$$

unde:

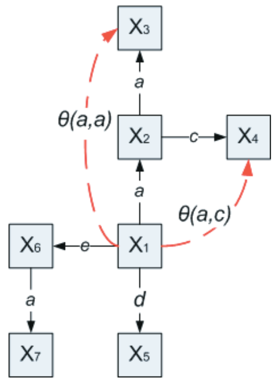

Fig. 2: Exemplu de schema semantica

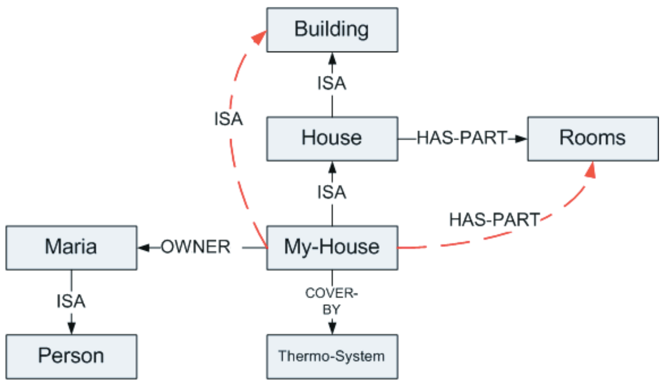

Fig. 3: O retea semantica obtinuta din interpretarea lui $\mathcal{S}_1$

- Ob e o multime finita de elemente, numite **obiectele interpretarii**
- $ob : X \to Ob$ e o functie bijectiva
- Y este o multime nevida de algoritmi ai interpretarii definit dupa cum urmeaza:

$$Y = \bigcup_{u \in A} Y_u$$

$$Y_a = \{Alg_a(ob(x), ob(y)) \mid (x, a, y) \in R_0\}_{a \in A_0}$$
$$Y_{\theta(u,v)} = \{Alg_{\theta(u,v)}(o_1, o_2) \mid o_1 \in Y_u, o_2 \in Y_v\}_{\theta(u,v) \in A}$$

O interpretare a schemei $\mathcal{S}_1$ ilustrata in Figura 2 este cea din Figura 3. Observam ca prin aceasta interpretare am obtinut o retrea semantica din θ-schema $\mathcal{S}_1$. Formal, interpretarea $\mathcal{I}_1$ corespunzatoare Figurii 3 se defineste astfel.

Consideram urmatoarele forme propozitionale de doua variabile. Aceste forme propozitionale devin propozitii intr-un limbaj natural prin substituirea fiecarei variabile cu un obiect, nume din acel limbaj.

$p_1(x, y)=$ *" x este un tip de y"*

$p_2(x, y)=$ *" x contine y"*

$p_3(x, y)=$ *" x il are ca proprietar pe y"*

$p_4(x, y)=$ *" x este acoperit de y"*

Definim $\mathcal{I}_1$ ca fiind sistemul: $\mathcal{I}_1 = (Ob_1, ob_1, Y^1, \{Alg_u^1\}_{u \in A^1})$ unde:

- $Ob_1 = \{Building, House, Rooms, My - House, Maria, Thermo - System, Person\}$
- $ob_1(x_3) = Building$, $ob_1(x_2) = House$, $ob_1(x_4) = Rooms$, $ob_1(x_1) = My - House$, $ob_1(x_5) = Thermo - System$, $ob_1(x_6) = Maria$, $ob_1(x_7) = Person$
- Multimea algoritmilor folositi in interpretare este:
  Algorithm $Alg_a^1(o_1, o_2)$
  return $p_1(o_1, o_2)$
  End of algorithm
  Algorithm $Alg_c^1(o_1, o_2)$
  return $p_2(o_1, o_2)$
  End of algorithm
  Algorithm $Alg_e^1(o_1, o_2)$
  return $p_3(o_1, o_2)$
  End of algorithm
  Algorithm $Alg_d^1(o_1, o_2)$
  return $p_4(o_1, o_2)$
  End of algorithm
  Algorithm $Alg_{\theta(a,a)}^1(o_1, o_2)$
  take $t_1, t_2, t_3, t_4 :\ o_1 = p_1(t_1, t_2)$ *and* $o_2 = p_1(t_3, t_4)$
  $if\ (t_2 = t_3)$
  return $p_1(t_1, t_4)$
  End of algorithm
  Algorithm $Alg_{\theta(a,c)}^1(o_1, o_2)$
  take $t_1, t_2, t_3, t_4 :\ o_1 = p_1(t_1, t_2)$ *and* $o_2 = p_2(t_3, t_4)$
  $if\ (t_2 = t_3)$
  return $p_2(t_1, t_4)$
  End of algorithm

O alta interpretare pentru aceeasi schema $\mathcal{S}_1$ este data in Figura 4. Ca exercitiu formalizati aceasta interpretare in sistemul $\mathcal{I}_2 = (Ob_2, ob_2, Y^2, \{Alg_u^2\}_{u \in A^1})$. Ce au in comun interpretarile $\mathcal{I}_1$ si $\mathcal{I}_2$?

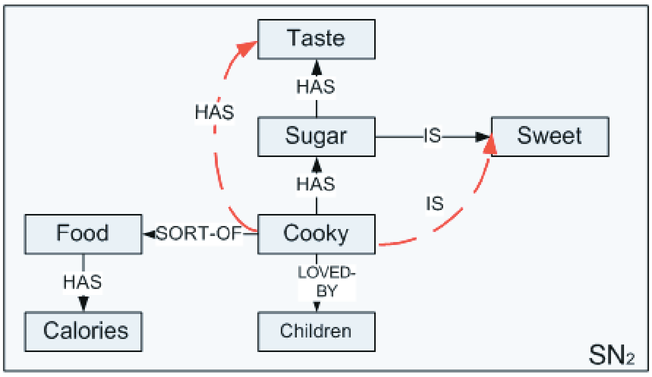

Fig. 4: O alta retea semantica obtinuta din interpretarea lui $\mathcal{S}_1$

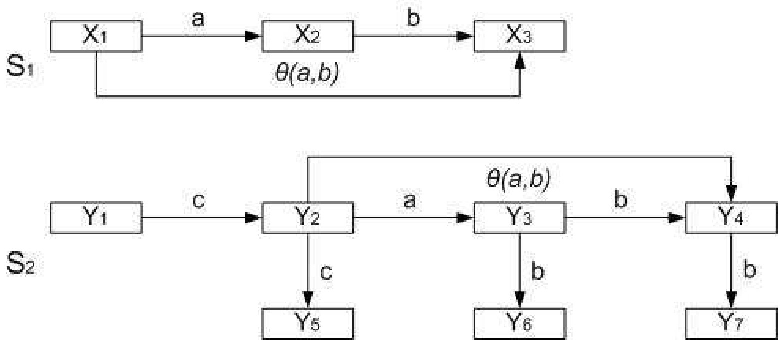

Fig. 5: The semantic schemas $\mathcal{S}_1$ and $\mathcal{S}_2$

Exercitiu 1([1])

Sa consideram θ-schemele $\mathcal{S}_1$ si $\mathcal{S}_2$ ilustrate in Figura 5. Rezulta ca obtinem urmatoarele pentru $\mathcal{S}_1$ si $\mathcal{S}_2$ urmatoarele componente:

- $\mathcal{S}_1 = (X^1, A_0^1, A^1, R^1)$ where:
  $X^1 = \{x_1, x_2, x_3\}$, $A_0^1 = \{a, b\}$, $A^1 = A_0^1 \cup \{\theta(a,b)\}$, $R^1 = \{(x_1, a, x_2), (x_2, b, x_3), (x_1, \theta(a,b), x_3)\}$
- $\mathcal{S}_2 = (X^2, A_0^2, A^2, R^2)$ where:
  $X^2 = \{y_1, \ldots, y_7\}$, $A_0^2 = \{a, b, c\}$, $A^2 = A_0^2 \cup \{\theta(a,b)\}$, $R^2 = \{(y_1, c, y_2), (y_2, a, y_3), (y_3, b, y_4), (y_2, c, y_5), (y_3, b, y_6), (y_4, b, y_7), (y_2, \theta(a,b), y_4)\}$

Intentionam sa construim interpretari pentru aceste scheme astfel incat iesirile obtinute sa fie imagini grafice $2D$. Astfel, daca o este o figura $2D$ atunci vom folosi urmatoarele notatii pentru o:

- $in(o)$ multimea punctelor aflate in interiorul lui o
- $ext(o)$ multimea punctelor exterioare lui o

Daca F si G sunt doua multimi de puncte definim urmatoarele operatii:

- $F \setminus G = \{x \in F \mid x \notin G\}$
- $F \Delta G = (F \setminus G) \cup (G \setminus F)$

Utilizand aceste notatii, pentru $\mathcal{S}_1$ si $\mathcal{S}_2$ construim urmatoarele interpretari:

1. $\mathcal{I}_1 = (Ob_1, ob_1, Y^1, \{Alg_u^1\}_{u \in A^1})$, where
   - $Ob_1 = \{1, (2,2), (2, 1/2)\}$
   - $ob_1(x_1) = 1$, $ob_1(x_2) = (2,2)$, $ob_1(x_3) = (2, 1/2)$

   Algoritmii pentru simbolurile lui A_1 sunt:

   Algorithm $Alg_a^1(r : real, (x,y) : (real, real))$
   $o = in(C)$, unde C este cercul de raza r si centru (x, y);
   return o;
   End of algorithm

   Algorithm $Alg_b^1((x,y) : (real, real), (r_1, r_2) : (real, real))$
   $o = in(E)$, unde E este elipsa cu raza orizontala r_1, raza verticala r_2 si centru (x, y);
   return o;
   End of algorithm

   Algorithm $Alg_{\theta(a,b)}^1(o_1, o_2)$
   If $in(o_1) \subseteq in(o_2)$ then $E = in(o_2) \setminus in(o_1)$;
   return E;
   End of algorithm

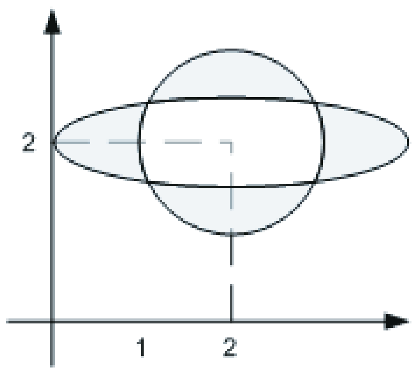

Fig. 6: $Y^1_{\theta(a,b)}$

2. $\mathcal{I}_2 = (Ob_2, ob_2, Y^2, \{Alg^2_u\}_{u\in A^2})$, where
   - $Ob_2 = \{2, 4, (5,3), (2,1), 7, (2,2), (4,2)\}$
   - $ob_2(y_1) = 2$, $ob_2(y_2) = 4$, $ob_2(y_3) = (5,3)$, $ob_2(y_4) = (2,1)$, $ob_2(y_5) = 7$, $ob_2(y_6) = (2,2)$, $ob_2(y_7) = (4,2)$

   Algoritmii lui $\mathcal{I}_2$ sunt:

   $Alg^2_a = Alg^1_a$, $Alg^2_b = Alg^1_b$.

   Algorithm $Alg^2_c(l_1 : real, l_2 : real)$

   $o = in(R)$, unde R dreptunghi de lungime l_1 si latime l_2;

   return o;

   End of algorithm

   Algorithm $Alg^2_{\theta(a,b)}(o_1, o_2)$

   If $in(o_1)\Delta in(o_2) \neq \emptyset$ then $F = in(o_2)\Delta in(o_1)$;

   return F

   End of algorithm

Construiti elementele multimilor Y^1 si Y^2.

Indicatie Imaginea grafica corespunzatoare lui $Alg^1_{\theta(a,b)}(Alg^1_a(ob_1(x_1), ob_1(x_2)),\ Alg^1_b$ $(ob_1(x_2),\ ob_1(x_3)))$ este ilustrata in Figura 6.

Exercitiu 2 [2] Modelati prin intermediul unei scheme semantice urmatoarea piesa de cunostinte:

Petre este un student. Ion este un elev. Orice elev este un potential student. Petre este prieten cu Ion. Petre este frate cu george. George este student.

Calculati deductiile care se pot genera in schema.

Exercitiu 3 [2] Modelati prin intermediul unei scheme semantice urmatoarea piesa de cunostinte:

Orice aliment are gust si miros. Brabza este un aliment. Ea este alba. Orice pasare are aripi si pene. Somonul este peste. El este roz. Orice peste este un animal. Orice pasare este un animal. Orice peste este un tip de aliment. Bob este un papagal. Orice papagal este o pasare.

Calculati deductiile care se pot genera in schema.

Bibliografie

[1] **N. Ţăndăreanu, M. Ghindeanu**:- A three-level distributed knowledge system based on semantic schemas, Proceedings of 16th International Workshop on Database and Expert Systems Applications (DEXA2005), IEEE Computer Society, Copenhagen, p.423-427, 2005.

[2] **N. Ţăndăreanu**:- Baze de cunostinte, Seria "Computer Science", vol. 204, Ed. Sitech 2004, ISBN: 973-657-720-1