BAZE DE CUNOŞTINŢE

SISTEME DE REPREZENTARE ŞI PROCESARE A CUNOŞTINŢELOR

SEMINAR

Titular curs:
Prof. univ. dr. Nicolae Ţăndăreanu

Asist. univ. dr. Mihaela Verona Colhon

Octombrie 2009

Exercitiu 1 [1] Notam cu L_{KB} multimea programelor Horn. Un program Horn este o multime finita de fapte si clauze. Un fapt este un atom fara variabile, iar o clauza este o formula de forma

$$A(X) : -B(Y), \ldots, B(Z)$$

unde $X, Y, \ldots, Z$ sunt secvente de variabile. Notam cu L_Q multimea atomilor fara variabile. Definim relatia de deductie astfel:
(R_1) $K \vdash F$ daca F este un fapt din K
(R_2) $K \vdash F$ daca exista o clauza

$$H \vdash B_1, ..., B_s$$

in K si exista o substitutie σ astfel incat $F = H\sigma$ si pentru fiecare $i \in \{1, ..., s\}$, $B_i\sigma$ este un fapt din K. Se cer urmatoarele:
1) Studiati idempotenta, reflexivitatea si monotonia relatiei de deductie definita mai sus.
2) Calculati $C(K)$ pentru urmatoarea baza K:

$mama(ana, petre).$
$mama(ana, doina).$
$mama(doina, maria).$
$masc(petre).$
$fem(doina).$
$frate(X, Y) : -mama(Z, X), mama(Z, Y), masc(X).$
$nepot(X, Y) : -frate(Y, Z), mama(Z, X).$
$sora(X, Y) : -mama(Z, X), mama(Z, Y), fem(X).$

Exercitiu 2 [1] Considerati sistemul de reprezentare si procesare a cunostintelor din Exemplul 1 din curs si baza de cunostinte:

$$K = \{p(b), r(a, f(b)), q(a, f(a))\}$$

Calculati:
1) $Ans(K, p(b) \vee q(x, y))$
2) $Ans(K, p(b))$
3) $Ans(K, q(x, y))$
4) $Ans(K, r(x, y) \wedge q(x, y))$
5) $Ans(K, p(b) \wedge q(x, y))$
Studiati proprietatea de tip "morfism" a functiei Ans. Pentru aceasta comparati $Ans(K, r(x, y) \wedge q(x, y))$ cu

$$Ans(K, r(x, y)) \cap Ans(K, q(x, y))$$

Luati in considerare de asemenea raspunsurile date la primele trei intrebari din acest exercitiu.

Exercitiu 3 [1] Considerati baza $B = (S_C, S_F, S_P)$,unde:
$S_C = \{ana, george, petre, vasile, maria, sorin, magda\}$
$S_F = \emptyset$
$S_P = \{mama^{(2)}, tata^{(2)}, este\_mama^{(1)}, este\_tata^{(1)}, masc^{(1)}, fem^{(1)}\}$

Considerati multimea de variabile $S_V = \{X, Y\}$. Definiti limbajul de reprezentare L_{Repr} ca fiind totalitatea faptelor, care nu contin variabile, de forma:

$masc(x)$ cu $x \in S_C$

$fem(x)$ cu $x \in S_C$

impreuna cu toate clauzele Horn care se pot construi peste baza B si S_V. Considerati relatia de deductie din Exemplul 2. O baza de cunostinte K va fi o submultime finita a limbajului L_{Repr}. Prin definitie, consideram ca o baza K este admisibila daca satisface urmatoarele conditii pentru orice $x, y \in S_C$:

$masc(x) \in K \Rightarrow fem(x) \notin K$

$fem(x) \in K \Rightarrow masc(x) \notin K$

Se cer urmatoarele:

1. Aratati ca baza K de mai jos
   $masc(petre).$
   $fem(ana).$
   $mama(ana, george).$
   $tata(petre, george).$
   $este\_mama(X) : -mama(X, Y), fem(X).$
   $este\_tata(X) : -tata(X, Y), masc(X).$
   este o baza de cunostinte admisibila.

2. Considerati limbajul de intrare

$$L_I = \{masc(x), fem(x)\}_{x \in S_C}$$

   Definiti functia de actualizare *Upd*.

Exercitiu 4 [1] Consideram urmatoarea piesa de cunostinte PC:
Ana este mama lui Elena, iar Constantin este tatal ei. Silviu este sotul Elenei. Elena este mama Mariei si a lui Petre. Adrian este tata lui Silviu.

Considerati urmatoarele predicate:

mama(X,Y) cu semnificatia *X este mama lui Y*

tata(X,Y) cu semnificatia *X este tata lui Y*

sot(X,Y) cu semnificatia *X este sotul lui Y*

Se cer urmatoarele:

1. Reprezentati piesa PC cu ajutorul acestor predicate.
2. Introduceti predicatele:
   $sex(X, masc)$ cu semnificatia *X este de sex masculin*
   $sex(X, fem)$ cu semnificatia *X este de sex feminin*
   Definiti aceste predicate pentru PC.
3. Definiti prin clauze predicatele:
   $fiu(X, Y)$ cu semnificatia *X este fiul lui Y*
   $fiica(X, Y)$ cu semnificatia *X este fiica lui Y*
4. Definiti prin clauze predicatele:
   $bunic(X, Y)$ cu semnificatia *X este bunicul lui Y*
   $bunica(X, Y)$ cu semnificatia *X este bunica lui Y*
5. Notati cu K baza de cunostinte obtinuta din multimea tuturor faptelor si clauzelor definite mai sus. Considerati relatia de deductie de mai jos :

   (R1) $K \vdash F$ daca F este un fapt din K

   (R2) $K \vdash F$ daca exista o clauza $H : -B_1, \ldots, B_s$ in K si exista o substitutie σ astfel incat $F = H\sigma$ si pentru fiecare $i \in \{1, \ldots, s\}$ avem $K \vdash B_i\sigma$.

   Definiti un SRPC pentru care baza K sa fie o baza admisibila. Studiati daca sunt adevarate urmatoarele deductii:

   a) $K \vdash bunic(adrian, maria)$

   b) $K \vdash bunica(ana, petre)$

Exercitiu 5 [1] Fie sistemul de reprezentare si procesare a cunostintelor

$$(L_{KB}, L_I, L_Q, L_{Ans}, \vdash, Ans, Upd)$$

definit peste baza $B = (\{f^{(1)}\}, \{a, b\}, \{p^{(1)}, q^{(2)}, r^{(2)}\})$ astfel:

- L_{KB} este colectia tuturor multimilor de atomi peste baza B care nu contin variabile
- L_Q este multimea formulelor peste baza B
- $\vdash$ este definita astfel:

  Daca X este un atom care nu are variabile, atunci $K \vdash X$ daca $X \in K$ si $K \vdash -X$ daca $X \notin K$

  Daca F si G sunt formule care nu contin variabile, atunci se aplica urmatoarele reguli de deductie:

  $K \vdash F \wedge G$ daca $K \vdash F$ si $K \vdash G$
  $K \vdash -(F \vee G)$ daca $K \vdash -F$ sau $K \vdash -G$
  $K \vdash F \vee G$ daca $K \vdash F$ sau $K \vdash G$
  $K \vdash -(F \vee G)$ daca $K \vdash -F$ si $K \vdash -G$
  $K \vdash --F$ daca $K \vdash F$

Daca F este o formula care contine variabile atunci $K \vdash F$ daca exista o substitutie σ astfel incat $K \vdash F\sigma$.

- $L_{Ans} = \{yes, no\} \cup 2^{Sub}$,unde Sub este multimea tuturor substitutiilor peste baza B.
- Functia Ans este definita astfel:

$$Ans(K, \omega) = \begin{cases} yes,\ daca\ K \vdash \omega, \omega\ fara\ variabile \\ no,\ daca\ K \nvdash \omega, \omega\ fara\ variabile \\ \{\sigma \in Sub \mid K \vdash \omega\sigma\} \end{cases} \tag{1}$$

- L_I este multimea tuturor atomilor fara variabile
- Upd este definita astfel:

$$Upd : L_{KB} L_I \rightarrow L_{KB}$$

$$Upd(K, \omega) = K \cup \{\omega\}$$

Consideram multimea de variabile $S_V = \{x, y\}$ si baza de cunostinte admisibila

$$K = \{p(a), p(b), p(f(a)), q(a, b), r(a, a), q(a, f(b))\}$$

Dati raspunsurile la urmatoarele interogari:

1. $Ans(K, p(b)) =?$
2. $Ans(K, p(a) \wedge p(b)) =?$
3. $Ans(K, q(a, b) \wedge q(a, a)) =?$
4. $Ans(K, q(a, a) \wedge -(r(a, b) \wedge q(a, b))) =?$
5. $Ans(K, q(b, a) \vee -(r(a, b) \vee -r(a, a))) =?$
6. $Ans(K, q(a, b) \vee (r(a, a) \wedge - - p(f(a))) =?$
7. $Ans(K, q(a, b) \wedge -(r(a, b) \wedge q(f(a), f(b)))) =?$
8. $Ans(K, -(r(a, a) \vee -q(a, f(b)))) =?$
9. $Ans(K, -(q(a, b) \vee -r(a, a))) =?$
10. $Ans(K, -(q(a, a) \vee r(a, b))) =?$
11. $Ans(K, q(x, y) \wedge p(x)) =?$
12. $Ans(K, q(x, y) \wedge r(x, y)) =?$
13. $Ans(K, (q(x, f(y)) \wedge r(a, a)) \vee q(a, b)) =?$
14. $Ans(K, p(x) \vee (q(x, y) \wedge p(f(a))) =?$
15. $Ans(K, p(b) \vee (q(x, y) \wedge p(x))) =?$
16. $Ans(K, q(a, a) \vee (p(x) \wedge r(x, y))) =?$
17. $Ans(K, q(b, a) \vee (p(x) \wedge q(x, x))) =?$
18. $Ans(K, q(x, y) \wedge r(a, x)) =?$

19. $Ans(K, q(x, y) \wedge r(a, y)) =?$
20. $Ans(K, p(b) \wedge (q(x, y) \wedge p(x))) =?$
21. $Ans(K, p(f(x)) \vee -(-q(x, f(y)) \wedge -r(a, b))) =?$
22. $Ans(K, q(b, b) \vee -(p(f(a)) \wedge r(a, b))) =?$
23. $Ans(K, q(x, y) \vee -(p(f(a)) \wedge r(a, b))) =?$
24. $Ans(K, p(x) \wedge q(a, b)) =?$
25. $Ans(K, q(a, a) \vee (p(f(x)) \wedge r(f(x), x))) =?$
26. $Ans(K, q(a, a) \wedge (p(x) \vee r(x, x))) =?$
27. $Ans(K, p(f(a)) \wedge (q(x, y) \vee r(y, x))) =?$
28. $Ans(K, q(a, a) \vee (p(f(x)) \wedge r(x, x))) =?$
29. $Ans(K, p(f(z))) =?$

Exercitiu 6 [1] Fie sistemul de reprezentare si procesare a cunostintelor

$$(L_{KB}, L_I, L_Q, L_{Ans}, \vdash, Ans, Upd)$$

definit peste baza $B = (\{f^{(1)}\}, \{a, b\}, \{p^{(1)}, q^{(2)}, r^{(2)}\})$ astfel:

- L_{KB} este colectia tuturor multimilor de atomi peste baza B care nu contin variabile
- L_Q este multimea formulelor peste baza B
- $\vdash$ este definita astfel:

  Daca X este un atom care nu are variabile, atunci $K \vdash X$ daca $X \in K$ si $K \vdash -X$ daca $X \notin K$

  Daca F si G sunt formule care nu contin variabile, atunci se aplica urmatoarele reguli de deductie:

  $K \vdash F \wedge G$ daca $K \vdash F$ si $K \vdash G$

  $K \vdash -(F \vee G)$ daca $K \vdash -F$ sau $K \vdash -G$

  $K \vdash F \vee G$ daca $K \vdash F$ sau $K \vdash G$

  $K \vdash -(F \vee G)$ daca $K \vdash -F$ si $K \vdash -G$

  $K \vdash - - F$ daca $K \vdash F$

  Daca F este o formula care contine variabile atunci $K \vdash F$ daca exista o substitutie σ astfel incat $K \vdash F\sigma$.
- $L_{Ans} = \{yes, no\} \cup 2^{Sub}$,unde Sub este multimea tuturor substitutiilor peste baza B.
- Functia Ans este definita astfel:

  $$Ans : L_{KB} \times L_Q \rightarrow L_{ans}$$

  prin

  $$Ans(K, \omega) = \begin{cases} yes, \ daca \ \alpha \\ no, \ daca \ \beta \\ \{\sigma \in Sub \mid K \vdash \omega\sigma\} altfel \end{cases} \quad (2)$$

  unde:

Table 1: Exemplu de baza de cunostinte admisibila

Nume profesor	Nume curs	zi	sala	ora curs
N. Tandareanu	Baze de cunostinte	Miercuri	113	10.00
P. Bazavan	Programare procedurala	Marti	113	10.00
I. Iancu	Teoria compilatoarelor	Vineri	365	12.00

- α inseamna $K \vdash \omega$, ω nu are variabile
  sau
  ω are variabile si are una din formele $\omega = \omega_1 \vee \omega_2$ ori $\omega = \omega_2 \vee \omega_1$, ω_1 nu are variabile si $K \vdash \omega_1$.
- β inseamna "$K \nvdash \omega$, ω nu are variabile"
  sau
  ω are variabile si are una din formele $\omega = \omega_1 \wedge \omega_2$ ori $\omega = \omega_2 \wedge \omega_1$, ω_1 nu are variabile si $K \nvdash \omega_1$.

- L_I este multimea tuturor atomilor fara variabile
- Upd este definita astfel:

$$Upd : L_{KB}L_I \to L_{KB}$$
$$Upd(K, \omega) = K \cup \{\omega\}$$

Consideram multimea de variabile $S_V = \{x, y\}$ si baza de cunostinte admisibila

$$K = \{p(a), p(b), p(f(a)), q(a, b), r(a, a), q(a, f(b))\}$$

Dati raspunsul la urmatoarele interogari:

1. $Ans(K, p(f(b)) \vee (q(x, y) \wedge p(x))) =?$
2. $Ans(K, (q(x, f(y)) \wedge r(a, a)) \vee q(a, b)) =?$
3. $Ans(K, q(a, a) \wedge (p(x) \vee r(x, x))) =?$

Exercitiu 7 [1] Pastram elementele definite la Exercitiul 5 si modificam multimea S_V, care acum devine $S_V = \{x, y, z\}$. Dati raspunsurile la urmatoarele interogari:

1. $Ans(K, p(f(z)) \vee -(-q(x, f(y)) \wedge -r(a, b))) =?$
2. $Ans(K, (q(x, f(y)) \wedge r(a, a)) \wedge p(f(z))) =?$
3. $Ans(K, (q(x, y) \wedge r(y, y)) \wedge p(f(z))) =?$

Ramane sistemul acelasi?

Exercitiu 8 Presupunem ca avem urmatoarea baza de date cu informatii despre cursurile facultatii ca in Tabel 1.

Intr-o astfel de baza de date observam ca un profesor poate fi inregistrat de mai multe ori, dar avem o serie de restrictii. Daca notam cu L_{Str} multimea stringurilor de caractere, cu Z multimea zilelor lucratoare, cu S multimea $\{220, 113, 219, 136, 365, 366, 367\}$

iar cu T multimea $\{8.00, 9.00, \ldots, 14.00\}$ atunci o submultime finita K a multimii $L_{Str} \times L_{Str} \times Z \times S \times T$ care indeplineste conditiile:

- $(np_1, nc_1, z, s, o) \in K$, $(np_2, nc_2, z, s, o) \in K \Rightarrow np_1 = np_2, nc_1 = nc_2$ (in aceeasi zi, sala si ora nu se pot preda doua cursuri diferite)
- $(np_1, nc, z_1, s_1, o_1) \in K$, $(np_2, nc, z_2, s_2, o_2) \in K \Rightarrow np_1 = np_2$ (in facultate nu exista doi profesori care sa predea acelasi curs)
- $(np, nc_1, z, s_1, o) \in K$, $(np, nc_2, z, s_2, o) \in K \Rightarrow nc_1 = nc_2$ (in aceeasi zi, la aceeasi ora un profesor nu poate preda doua cursuri diferite)

este o baza admisibila. Notam cu L_{KB} colectia tuturor acestor baze. Notam cu $L_Q = Z \times S \times T$. Consideram o baza de cunostinte $K \in L_{KB}$ si definim relatia $K \vdash (ziua, sala, ora)$ daca si numai daca exista un tuplu $(np, nc, ziua, sala, ora) \in K$. Consideram $L_{Ans} = L_{Str} \times L_{Str} \cup \{no\}$ si definim functia Ans astfel:

$$Ans(K, (zi, sala, ora)) = \begin{cases} (np, nc), \ daca\ K \vdash (zi, sala, ora) \\ no, \ daca\ K \nvdash (zi, sala, ora) \end{cases} \tag{3}$$

Se cere:

1. Sa se defineasca si celelalte elemente ale $SRPC$-ului prezentat.
2. Daca modificam multimea L_Q in acest caz ce va mai trebui sa modificam? In urma acestor modificari vom obtine un $SRPC$ nou?
3. Ce restrictii se mai pot aduce unei astfel de baza de date? Modificarea multimii restrictiilor ce alte modificari va atrage?
4. Pentru $SRPC$ dat la acest exercitiu studiati reflexivitatea, idempotenta, cumulativitatea si monotonia relatiei de deductie.

Bibliografie

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