ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΓΝΩΣΗΣ

Σειρά Ασκήσεων 2

Παναγιώτης Κοκκινάκης
Α.Μ.: 03118115

Ερώτημα 1

$C_1 \equiv D \sqcap \forall r.\forall r(E \sqcap \forall s.A) \sqcap \forall r.B \sqcap E \sqcap \forall r.(A \sqcap B) \sqcap \forall r.\forall r.\forall s.D \sqcap \forall r.\forall r.B$

$C_2 \equiv \forall r.\forall r(E \sqcap B) \sqcap \forall r.\forall r.\forall s.(D \sqcap A) \sqcap E$

Για να χρησιμοποιήσουμε τον αλγόριθμο δομικής υπαγωγής, πρέπει να φέρουμε αρχικά τις έννοιες σε κανονική μορφή:

C_1: Προσεταιριστικότητα: καμία αλλαγή

Αντιμεταθετικότητα:

$C_1 \equiv D \sqcap E \sqcap \forall r.B \sqcap \forall r.(A \sqcap B) \sqcap \forall r.\forall r.B \sqcap \cancel{\forall r.(A \sqcap B) \sqcap} \forall r.\forall r.(E \sqcap \forall s.A) \sqcap \forall r.\forall r.\forall s.D$

Ταυτοδυναμία: καμία αλλαγή

Επιμεριστικότητα:

$C_1 \equiv D \sqcap E \sqcap \forall r.(B \sqcap (A \sqcap B) \sqcap \forall r.B \sqcap \forall r.(E \sqcap \forall s.A) \sqcap \forall r.\forall s.D)$

Αναδρομή για την 1η παρένθεση:

Προσεταιριστικότητα:

$(B \sqcap A \sqcap B \sqcap \forall r.B \sqcap \forall r.(E \sqcap \forall s.A) \sqcap \forall r.\forall s.D)$

Αντιμεταθετικότητα:

$(A \sqcap B \sqcap B \sqcap \forall r.B \sqcap \forall r.(E \sqcap \forall s.A) \sqcap \forall r.\forall s.D)$

Ταυτοδυναμία:

$(A \sqcap B \sqcap \forall r.B \sqcap \forall r.(E \sqcap \forall s.A) \sqcap \forall r.\forall s.D)$

Επιμεριστικότητα:

$(A \sqcap B \sqcap \forall r.(B \sqcap E \sqcap \forall s.A \sqcap \forall s.D))$

Αναδρομή για τη 2η παρένθεση:

Προσεταιριστικότητα: καμία αλλαγή

Αντιμεταθετικότητα: " "

Ταυτοδυναμία: " "

Επιμεριστικότητα:

$(B \sqcap E \sqcap \forall s.(A \sqcap D))$

Η έννοια εντός της παρένθεσης είναι σε κανονική μορφή οπότε ο αλγόριθμος τερματίζει:

Άρα:
$C_1 \equiv D \sqcap E \sqcap \forall r.(A \sqcap B \sqcap \forall r.(B \sqcap E \sqcap \forall s.(A \sqcap D)))$

Επαναλαμβάνουμε τη διαδικασία για το C_2
$C_2 \equiv \forall r.\forall r.(E \sqcap B) \sqcap \forall r.\forall r.\forall s.(D \sqcap A) \sqcap E$
Προσεταιριστικότητα: καμία αλλαγή
Αντιμεταθετικότητα:
$C_2 \equiv E \sqcap \forall r.\forall r(E \sqcap B) \sqcap \forall r.\forall r.\forall s.(D \sqcap A)$
Ταυτοδυναμία: καμία αλλαγή
Επιμεριστικότητα:
$C_2 \equiv E \sqcap \forall r.\forall r.(E \sqcap B \sqcap \forall s.(D \sqcap A))$
Η έννοια εντός της παρένθεσης είναι σε κανονική μορφή οπότε ο ~~αλγόριθμος~~ αλγόριθμος τερματίζει
Άρα:
$C_2 \equiv E \sqcap \forall r.\forall r.(E \sqcap B \sqcap \forall s.(D \sqcap A))$

Και οι δύο έννοιες είναι σε κανονική μορφή οπότε εκτελούμε τον αλγόριθμο δομικής υπαγωγής

1º Βήμα: atom() για C_1 & C_2:
$NC_1 = \{D, E\}$, $NC_2 = \{E\}$
2º Βήμα: forall-roles() για C_1 & C_2:
$NR_1 = \{r\}$, $NR_2 = \{r\}$
3º Βήμα: Ελέγχουμε αν ισχύει $NC_2 \subseteq NC_1$ (που ισχύει)
4º Βήμα: Ξανα εκτελούμε τον αλγόριθμο αναδρομικά
atom() $\rightarrow$ $NX_1 = \{A, B\}$, $NX_2 = \{\}$ || $\xrightarrow{\text{forall-roles()}}$ $RX_1 = \{r\}$, $RX_2 = \{r\}$
Ισχύει $NX_2 \subseteq NX_1$
atom $\rightarrow$ $NY_1 = \{B, E\}$, $NY_2 = \{B, E\}$ || forall-roles() $\rightarrow$ $RY_1 = \{s\}$, $RY_2 = \{s\}$
ισχύει $NY_2 \subseteq NY_1$
Συνεπώς ο αλγόριθμος τερματίζει επιστρέφοντας YES και ισχύει η υπαγωγή

Ερώτημα 2

1.

$C \equiv \forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A) \sqcap \exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A)$

Η έννοια είναι σε KMA. Εκτελούμε τον αλγόριθμο tableau

Έχουμε αρχικά: $S_0 = \{\{C(x_0)\}\}$

- Εφαρμόζουμε τον κανόνα-$\sqcap$ μία φορά:

$S_1 = \{\{(\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0), (\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0), C(x_0)\}\}$

- Κανόνας-$\exists$ στον ισχυρισμό $(\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0)$

$S_2 = \{\{C(x_0), (\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0), (\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0), r(x_0,x_1), (A \sqcap \exists s.\neg A)(x_1)\}\}$

- Κανόνας-$\forall$ στον ισχυρισμό $(\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0)$

$S_3 = \{\{C(x_0), (\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0), (\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0), r(x_0,x_1), (A \sqcap \exists s.\neg A)(x_1),$
$(\neg A \sqcup \exists s.A)(x_1)\}\}$

- Κανόνας-$\sqcap$ στον ισχυρισμό $(A \sqcap \exists s.\neg A)(x_1)$

$S_4 = \{\{C(x_0), (\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0), (\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0), r(x_0,x_1), (A \sqcap \exists s.\neg A)(x_1),$
$(\neg A \sqcup \exists s.A)(x_1), A(x_1), (\exists s.\neg A)(x_1)\}\}$

- Κανόνας-$\exists$ στον ισχυρισμό $(\exists s.\neg A)(x_1)$

$S_5 = \{\{C(x_0), (\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0), (\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0), r(x_0,x_1), (A \sqcap \exists s.\neg A)(x_1),$
$(\neg A \sqcup \exists s.A)(x_1), A(x_1), (\exists s.\neg A)(x_1), s(x_1,x_2), (\neg A)(x_2)\}\}$

- Κανόνας-$\sqcup$ στον ισχυρισμό $(\neg A \sqcup \exists s.A)(x_1)$

$S_6 = \{A_1, A_2\}$

όπου $A_1 = S_5 \cup \{\neg A(x_1)\}$ και $A_2 = S_5 \cup \{(\exists s.A)(x_1)\}$

Παρατηρούμε ότι το A_1 είναι πλήρες καθώς δεν μπορεί να εφαρμοστεί κανένας άλλος κανόνας.

- Κανόνας-$\exists$ στον ισχυρισμό $(\exists s.A)(x_1)$ του A_2

$A_2' = A_2 \cup \{A(x_3), s(x_1,x_3)\}$

Παρατηρούμε ότι και το A_2 είναι πλέον πλήρες.

Συνεπώς έχουμε: $S = \{A_1, A_2'\}$

$A_1 = \{\{C(x_0), (\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0), (\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0), r(x_0,x_1), (A \sqcap \exists s.\neg A)(x_1),$
$(\neg A \sqcup \exists s.A)(x_1), A(x_1), (\exists s.\neg A)(x_1), s(x_1,x_2), \neg A(x_2), \neg A(x_1)\}\}$

$A_2' = \{\{C(x_0), (\forall r.(\neg A \sqcup \exists s.A))(x_0), (\exists r.(A \sqcap \exists s.\neg A))(x_0), r(x_0,x_1), (A \sqcap \exists s.\neg A)(x_1),$
$(\neg A \sqcup \exists s.A)(x_1), A(x_1), (\exists s.\neg A)(x_1), s(x_1,x_2), \neg A(x_2), (\exists s.A)(x_1), A(x_3), s(x_1,x_3)$

- Παρατηρούμε ότι το Abox A_1 έχει αντιφάσεις ($A(x_1), \neg A(x_1)$ στο A_1) οπότε απορρίπτεται. Το Abox A_2 είναι πλήρες και χωρίς αντιφάσεις, συνεπώς η έννοια C είναι ικανοποιήσιμη.

Για S_2 εφαρμόζουμε τον κανόνα-$\forall$ στον ισχυρισμό $(\forall.r\,(\geq 3r.C))(x_0)$

$S_2' = \{ S_2 \cup \{ (\geq 3r.C)(x_0) \} \}$

Παρατηρούμε ότι στο Abox υπάρχουν ταυτόχρονα οι ισχυρισμοί $(\geq 3r.C)(x_0)$ και $(\leq 2r.C)(x_0)$, συνέπως έχουμε αντίφαση.

Όλα τα Abox της έννοιας απορρίπτονται, συνεπώς η έννοια δεν ικανοποιείται

$\rightarrow$ άρα δεν ισχύει η υπαγωγή.

Ερώτημα 3

1.
```
SELECT (COUNT(DISTINCT ?winner) AS ?count)
WHERE
{
    ?winner dbo:award dbr:Nobel_Prize_in_Physics.
    ?winner dbo:birthPlace [dbo:country ?birthcountry].
    ?winner dbo:almaMater [dbo:city [dbo:country ?educountry]].
    FILTER (?birthcountry != ?educountry)
}
```

2.
```
SELECT DISTINCT ?person
WHERE
{
    ?person dbo:spouse ?spouse1.
    ?person dbo:spouse ?spouse2.
    ?grandparent1 dbo:child [dbo:child ?spouse1].
    ?grandparent2 dbo:child [dbo:child ?spouse2].
    FILTER ((?spouse1 != ?spouse2) && (?grandparent1 = ?grandparent2))
}
GROUP BY ?person
HAVING (COUNT(DISTINCT ?spouse1) > 1)
```

Ερώτημα 4

```
CONSTRUCT     { ?object  rdf:type        :Object .
                ?object  :widthInM       ?width.
                ?object  :depthInM       ?depth.
                ?object  :numberOfParts  ?parts.}
WHERE    {  ?object  a  exo: Object .
            ?object  exo:widthInCm  ?width2 .
            ?object  exo:depthInCm  ?depth2.
            BIND (?width2 /100  AS  ?width).
            BIND (?depth2 /100  AS  ?depth).
            ~~BIND (COUNT~~
            ?object  exo:hasPart  ?part.
            BIND  (COUNT(?part)  AS  ?parts).
         }
GROUP  BY  ?object
HAVING  (COUNT (?part) > 5)
```

Ερώτημα 5

ex: worksAt rdfs: domain ex: Person.
ex: worksAt rdfs: range ex: Place.
ex: Place owl: disJointWith ex: Person.
ex: Jim ex: worksAt ex: Berlin
ex: Berlin a _:b1.
_:b1 owl: comlementOf ex: Person.

1. ObJectPropertyDomain (ex: worksAt ex: Person)
ObJectPropertyRange (ex: worksAt ex: Place)
DisJointClasses (ex: Person ex: Place)
ObJectPropertyAssertion (ex: worksAt ex: Jim ex: Berlin)
ClassAssertion (ObJectComplementOf (a: Person) ex: Berlin)

2. Μεταφράζουμε τις τριάδες RDF σε ALCQ

$T = \{ \exists R \sqsubseteq A , \top \sqsubseteq \forall R.B , A \sqsubseteq \neg B \}$

$A = \{ r(a,b) \}$

όπου $\{A \equiv$ ex: Person, $B \equiv$ ex: Place, $a \equiv$ Jim, $b \equiv$ Berlin, $r \equiv$ worksAt$\}$

Έχουμε σύνθετη έννοια στα αριστερά του κανόνα $\exists R \sqsubseteq A$ οπότε κάνουμε εσωτερίκευση στους κανόνες

$\neg \exists R \sqcup A$, $\neg \top \sqcup \forall R.B$, $\neg A \sqcup \neg B \rightarrow \forall R.\bot \sqcup A$, $\forall R.B$, $\neg A \sqcup \neg B$

Το Abox θα είναι ως εξής:

$S = \{\{ r(a,b), (\forall R.\bot \sqcup A)(a), (\forall R.\bot \sqcup A)(b), (\forall R.B)(a), (\forall R.B)(b), (\neg A \sqcup \neg B)(a),$
$(\neg A \sqcup \neg B)(b) \}\}$

Κανόνας $\forall$ για ~~τους~~ του ισχυρισμού $(\forall R.B)(a)$

$S = \{\{ r(a,b), (\forall R.\bot \sqcup A)(a), (\forall R.\bot \sqcup A)(b), (\forall R.B)(a), (\forall R.B)(b), (\neg A \sqcup \neg B)(a),$
$(\neg A \sqcup \neg B)(b), B(b) \}$

Κανόνας $-\sqcup$ για $(\neg A \sqcup \neg B)(b)$

$S' = \{ A_1, A_2 \}$

όπου $A_1 = \{ S \cup \{ (\neg A)(b) \}$

$A_2 = \{ S \cup \{ (\neg B)(b) \}$

Συνεχίζουμε για το A_1 καθώς περιέχει το $(\neg A)(b)$ δηλαδή ότι το ex: Berlin δεν είναι στην κλάση ex: Person

- Κανόνας ⊔ για τον ισχυρισμό $(\forall R \bot \sqcup A)(a)$

$S'' = \{ ~~A_2~~ A_3, A_4 \}$

όπου $A_3 = \{ A_1 \cup \{(\forall R.\bot)^{(a)}\}\}$

$A_4 = \{ A_1 \cup \{ A(a)\}\}$

- Κανόνας-⊔ για τον ισχυρισμό $(\forall R.\bot \sqcup A)(b)$ στο A_4.

$S''' = \{A_5, A_6\}$

όπου $A_5 = \{ A_4 \cup \{(\forall R.\bot)^{(b)}\}\}$

$A_6 = \{ A_4 \cup \{ A(b)\}\}$

Το A_5 είναι πλήρες και χωρίς αντιφάσεις, περιέχει το $(\neg A)(b)$ που ζητάμε και μπορούμε να δούμε ότι είναι το μόνο συνεπές Abox. Επομένως ο Reasoner χρησιμοποιώντας τη μέθοδο tableaux θα αποφαινόταν ότι οι 2 τελευταίες φράσεις είναι συμπέρασμα των προηγούμενων με την παραπάνω διαδικασία.