ΕΡΓΑΣΙΑ 4

Χρήστος Μπριστογιάννης sdi1900129

Ερώτημα 2

2.α)

Σύμβολα Σταθερών: Yoda
Σύμβολα Κατηγορημάτων: JediMaster

Αρχικά ορίζουμε οτ πεδίο της I, που θα περιέχει τα αντικείμενα της εικόνας δηλαδή:

$$| \mathrm{I} | = \{\mathrm{yoda}\}$$

Για τα σύμβολα των σταθερών, η I κάνει τις εξής αντισοτιχίσεις:

$$\mathrm{Yoda}^I = \mathrm{yoda}$$

Η I αντιστοιχίζει στο μοναδιαίο σύμβολο κατηγορήματος JediMaster την ακόλουθη μοναδιαία σχέση: $\{<\mathrm{yoda}>\}$

2.β)

- Για τον τύπο $\phi 1$ από τον ορισμός της ικανοποίησης έχουμε:

  $$\models_I \mathrm{JediMaster(Yoda)[s]} \quad \text{αν:} \quad < \bar{s}(\mathrm{Yoda}) > \epsilon \ \mathrm{JediMaster}^I$$

  Όμως, $\bar{s}$ (Yoda) = Yoda^I = yoda και $\mathrm{JediMaster}^I = \{<\mathrm{yoda}>\}$, επομένως ισχύει ο $\phi 1$ από την I.

- Για τον τύπο $\phi 2$

  $$\models_I (\exists x)\mathrm{JediMaster}(x)\mathrm{[s]}$$

ο οποίος ισχύει αν υπάρχει $dx\epsilon|I|$ τέτοιο ώστε:

$$\models_I \text{JediMaster}(x)[\text{s(x | dx)}]$$

Το πεδίο της I είναι: $|I| = \{\text{Yoda}\}$ επομένως μπορώ να αναθέσω στο x την τιμή Yoda. Άρα, έχω:

$$\models_I \text{JediMaster}(x)[\text{s(x | Yoda)}]$$

Η πρόταση αυτή ικανοποιείται και έχει αποδειχτεί στο παραπάνω ερώτημα. Άρα κατά συνέπεια ικανοποιείται και ο τύπος $\phi 2$ από την I.

- Για τον τύπο $\phi 3$:

$$\models_I (\forall x)\text{JediMaster}(x)[\text{s}]$$

το οποίο θα ισχύει αν για κάθε $dx\epsilon|I|$:

$$\models_I \text{JediMaster}(x)[\text{s(x | dx)}]$$

Το οποίο ισχύει καθώς το μοναδικό πεδίο της I είναι: $|I| = \{\text{Yoda}\}$ και όπως αποδείχτηκε στην πρόταση $\phi 1$. Επομένως η $\phi 3$ ικανοποιείται από την I.

Ερώτημα 3

Εφαρμόζοντας των αλγόριθμο Unify προκείπτουν οι παρακάτω πιο γενικοί ενοποιητές:

- $\{x/G(f(v)), u/f(v)\}$
- $\{x_1/G(H(A,B), H(A,B)), x_2/H(A,B), x_3/H(A,B), x_5/B, x_4B\}$
- $\{x_1/F(x_0,x_0), x_2/F(F(x_0,x_0), F(x_0,x_0)), ..., x_n/F(x_{n-1}, x_{n-1})\}$

Ερώτημα 4

4.α)

Σύμβολα κατηγορημάτων:
MemberOf(x,y): το x είναι μέλος του y
isRight(x): το x είναι δεξιός
isLiberal(x): το x είναι φιλελεύθερος
likes(x,y): στο x αρέσει το y

i) MemberOf(Kyriakos,Corona) $\wedge$ MemberOf(Alexis,Corona) $\wedge$ MemberOf(Nikos,Corona)

ii) $\forall x$ ((MemberOf(x,Corona) $\wedge \neg$ isRight(x) $\Rightarrow$ isLiberal(x))

iii) $\forall x$ (isRight(x) $\Rightarrow \neg$ Likes(x,Socialism))

iv) $\forall x$ ($\neg$Likes(x,Capitalism) $\Rightarrow \neg$ isLiberal(x))

v) $\forall x$ (Likes(Alexis,x) $\Leftrightarrow \neg$ Likes(Kyriakos,x))

vi) Likes(Alexis,Capitalism) $\wedge$ Likes(Alexis,Socialism)

vii) ϕ: $\exists x$(MemberOf(x,Corona) $\wedge$ isLiberal(x) $\wedge \neg$ isRight(x))

4.β)

Μετρατροπή σε CNF:

i) MemberOf(Kyriakos,Corona) , MemberOf(Alexis,Corona) , MemberOf(Nikos,Corona)

ii) $\neg$MemberOf(x,Corona)$\vee$ isRight(x) $\vee$ isLiberal(x)

iii) $\neg$isRight(x) $\vee \neg$ Likes(x,Socialism)

iv) Likes(x,Capitalism)$\vee\neg$isLiberal(x))

v) $\neg$Likes(Alexis,x) $\vee \neg$ Likes(Kyriakos,x)
Likes(Alexis,x) $\vee$ Likes(Kyriakos,x)

vi) ϕ: $\neg$MemberOf(x,Corona) $\vee \neg$ isLiberal(x) $\vee$ isRight(x)

Άρα έχω τις παρακάτω CNF προτάσεις:

1. MemberOf(Kyriakos,Corona)

2. MemberOf(Alexis,Corona)
3. MemberOf(Nikos,Corona)
4. ¬MemberOf(x,Corona)∨ isRight(x) ∨ isLiberal(x)
5. ¬isRight(x) ∨¬ Likes(x,Socialism)
6. Likes(x,Capitalism)∨¬isLiberal(x))
7. ¬Likes(Alexis,x) ∨¬ Likes(Kyriakos,x)
8. Likes(Alexis,x) ∨ Likes(Kyriakos,x)
9. Likes(Alexis,Capitalism)
10. Likes(Alexis,Socialism)
11. $\neg\phi$: ¬MemberOf(x,Corona) ∨¬ isLiberal(x) ∨ isRight(x)

Θέλω να αποδείξω ότι: KB$\models$ ϕ επομένως:

- Από:

  $$\frac{\neg\text{MemberOf(x,Corona)}\vee\text{isRight(x)}\vee\text{isLiberal(x)}}{\text{MemberOf(Alexis,Corona)}}$$

  με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

  $$\text{isRight(Alexis)}\vee\text{isLiberal(Alexis)}$$

- Από:

  $$\frac{\neg\text{MemberOf(x,Corona)}\vee\neg\text{isLiberal(x)}\vee\text{isRight(x)}}{\text{MemberOf(Alexis,Corona)}}$$

  με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

  $$\neg\text{isLiberal(Alexis)}\vee\text{isRight(Alexis)}$$

- Από:

  $$\frac{\text{isRight(Alexis)}\vee\text{isLiberal(Alexis)}}{\neg\text{isRight(x)}\vee\neg\text{Likes(x,Socialism)}}$$

με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

$$\text{isLiberal(Alexis)} \lor \neg \text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

- Από:

$$\neg \text{isLiberal(Alexis)} \lor \text{isRight(Alexis)}$$
$$\neg \text{isRight(x)} \lor \neg \text{Likes(x,Socialism)}$$

με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

$$\neg \text{isLiberal(Alexis)} \lor \neg \text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

- Από:

$$\text{isLiberal(Alexis)} \lor \neg \text{Likes(Alexis,Socialism)}$$
$$\neg \text{isLiberal(Alexis)} \lor \neg \text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

Προκύπτει ότι:

$$\neg \text{Likes(Alexis,Socialism)} \lor \neg \text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

Άρα:

$$\neg \text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

- Από:

$$\neg \text{Likes(Alexis,Socialism)}$$
$$\text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

Άρα προκύπτει ότι:

$$\{\}$$

4.γ)

- Από:

$$\neg\text{MemberOf(x,Corona)}\lor\text{isRight(x)}\lor\text{isLiberal(x)}$$
$$\text{MemberOf(Alexis,Corona)}$$

με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

$$\text{isRight(Alexis)}\lor\text{isLiberal(Alexis)}$$

- Από:

$$\neg\text{MemberOf(x,Corona)}\lor\neg\text{isLiberal(x)}\lor\text{isRight(x)}\lor\text{Answer(x)}$$
$$\text{MemberOf(Alexis,Corona)}$$

με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

$$\neg\text{isLiberal(Alexis)}\lor\text{isRight(Alexis)}\lor\text{Answer(x)}$$

- Από:

$$\text{isRight(Alexis)}\lor\text{isLiberal(Alexis)}$$
$$\neg\text{isRight(x)}\lor\neg\text{Likes(x,Socialism)}$$

με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

$$\text{isLiberal(Alexis)}\lor\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

- Από:

$$\neg\text{isLiberal(Alexis)}\lor\text{isRight(Alexis)}\lor\text{Answer(x)}$$
$$\neg\text{isRight(x)}\lor\neg\text{Likes(x,Socialism)}$$

με αναθεση: x/Alexis προκύπτει ότι:

$$\neg\text{isLiberal(Alexis)}\lor\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}\lor\text{Answer(x)}$$

- Από:

$$\text{isLiberal(Alexis)}\lor\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}$$
$$\neg\text{isLiberal(Alexis)}\lor\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

Προκύπτει ότι:

$$\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}\vee\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}\vee\text{Answer(x)}$$

Άρα:

$$\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}\vee\text{Answer(x)}$$

- Από:

$$\neg\text{Likes(Alexis,Socialism)}\vee\text{Answer(x)}$$
$$\text{Likes(Alexis,Socialism)}$$

Άρα προκύπτει ότι:

$$\text{Answer(Alexis)}$$

Ερώτημα 5

5.α)

A:
$(\forall x)(\forall s)(\forall t)(In(x,s) \wedge In(x,t) \Leftrightarrow In(x, Intersection(s,t)))$
Απαλοιφή συνεπαγωγής:
$(\forall x)(\forall s)(\forall t)((\neg In(x, Intersection(s,t)) \vee In(x,s)) \wedge (\neg In(x, Intersection(s,t) \vee In(x,t)) \wedge (\neg In(x,s) \vee \neg In(x,t) \vee In(x, Intersection(s,t)))$
Απαλοιφή καθολικών ποσοδεικτών:
$(\neg In(x, Intersetcion(s,t)) \vee In(x,s) \wedge (\neg In(x, Intersection(s,t)) \vee In(x,t)) \wedge \neg In(x,s) \vee \neg In(x,t) \vee In(x, Intersection(s,t))$
Άρα τελικά:
$In(x, Intersection(s,t)) \vee In(x,s)$
$In(x, Intersecton(s,t)) \vee In(x,t)$
$In(x,s) \vee \neg In(x,t) \vee In(x, Intersection(s,t))$

B:
$(\forall s)(\forall t)((\forall x)(In(x,s) \Rightarrow In(x,t) \Rightarrow SubsetOf(s,t)))$
Απαλοιφή συνεπαγωγών:
$(\forall s)(\forall t)\neg((\forall x)(\neg In(x,s) \vee In(x,t)) \vee SubsetOf(s,t))$
Μετακίνηση άρνησης προς τα μέσα:

$(\forall s)(\forall t)((\exists x)(In(x,s) \wedge \neg In(x,t)) \vee SubsetOf(s,t))$
Skolem:
$(\forall s)(\forall t)((In(F(s,t),s) \wedge \neg In(F(s,t),t)) \vee SubsetOf(s,t))$
Απαλοιφή καθολικών ποσοδεικτών:
$(In(F(s,t),s) \wedge \neg In(F(s,t),t)) \vee SubsetOf(s,t)$
Άρα τελικά:
$In(F(s,t),s) \vee SubsetOf(s,t)$ $\neg In(F(s,t),t) \vee SubsetOf(s,t)$

C::
$(\neg\forall s)(\forall t) SubsetOf(Intersection(s,t),s)$
Μετακίνηση άρνησης προς τα μέσα:
$(\exists s)(\exists t)\neg SubsetOf(Intersection(s,t),s)$
Skolem:
$\neg SubsetOf(Intersection(X,Y),X)$

5.β)

Από το ερώτημα α) προκείπτουν οι παρακάτω προτάσεις CNF:

- $\neg In(x, Intersection(s,t)) \vee In(x,s)$
- $\neg In(x, Intersection(s,t)) \vee In(x,t)$
- $\neg In(x,s) \vee \neg In(x,t) \vee In(x, Intersection(s,t))$
- $In(F(s,t),s) \vee SubsetOf(s,t)$
- $\neg In(F(s,t),t) \vee SubsetOf(s,t)$
- $\neg SubsetOf(Intersection(X,Y),X)$

Θέλω να αποδείξω ότι η C είναι λογική συνέπεια των A και B, επομένως έχω:

- Από:

$$\neg SubsetOf(Intersection(X,Y),X)$$
$$In(F(s,t),s) \vee SubsetOf(s,t)$$

Με ανάθεση: $s/Intersection(X,Y), t/X$ προκύπτει ότι:

$$In(F(Intersection(X,Y),X), Intersection(X,Y)$$

- Από :

$$\neg SubsetOf(Intersection(X,Y),X)$$
$$\neg In(F(s,t),t) \lor SubsetOf(s,t)$$

Με ανάθεση: $s/Intersection(X,Y), t/X$ προκύπτει ότι:

$$\neg In(F(Intersection(X,Y),X),X)$$

- Από :

$$\neg In(x, Intersextion(s,t)) \lor In(x,s)$$
$$In(F(Intersection(X,Y),X), Intersection(X,Y))$$

Με ανάθεση: $x/F(Intersection(X,Y),X), s/X, t/Y$ προκύπτει ότι:

$$In(F(Intersection(X,Y),X),X)$$

- Από :

$$In(F(Intersection(X,Y),X),X)$$
$$\neg In(F(Intersection(X,Y),X),X)$$

Προκύπτει:

$$\{\}$$

Επομένως η πρόταση C είναι λογική συνέπεια των A,B

Ερώτημα 6

Σύμβολα Κατηγορημάτων:
isMan(x) αν το x είναι άνδρας
isWoman(x) αν το x είναι γυναίκα
isBeautiful(x) αν το x είναι όμορφο
isRich(x) αν το x είναι πλούσιο
isMuscular(x) αν το x είναι μυώδη
isKind(x) αν το x είναι ευγενικό
isHappy(x) αν το x είναι ευγενικό
Likes(x,y) αν στο x αρέσει το y

Horn Clauses:

isBeautiful(Helen),isWoman(Helen)
isBeautiful(John), isRich(John),isMan(John)
isRich(Petros), isMuscular(Petros),isMan(Petros)
isMuscular(Timos), isKind(Timos),isMan(Timos)
isWoman(Katerina)
isRich(x)$\Rightarrow$ isHappy(x)
isMan(x) $\wedge$ isWoman(y) $\wedge$ isBeautiful(y)$\Rightarrow$Likes(x,y)
isMan(x) $\wedge$ isWoman(y) $\wedge$ Likes(x,y) $\wedge$ Likes(y,x) $\Rightarrow$ isHappy(x)
isMan(x) $\wedge$ isWoman(y) $\wedge$ Likes(x,y) $\wedge$ Likes(y,x) $\Rightarrow$ isHappy(y)
isMan(x) $\wedge$ Likes(x,Katerina)$\Rightarrow$Likes(Katerina,x)
isMan(x) $\wedge$ isKind(x) $\wedge$ isRich(x) $\Rightarrow$Likes(Helen,x)
isMan(x) $\wedge$ isMuscular(x) $\wedge$ isBeautiful(x) $\Rightarrow$Likes(Helen,x)

Για την επίλυση της άσκησης θα χρησιμοποίσω Forward Chaining:

- ¨Ποιός αρε΄σιε σε ποιον;' :
  - Από:

    isBeautiful(Helen), Man(John) και
    isMan(x) $\wedge$ isWoman(y) $\wedge$ isBeautiful(y)$\Rightarrow$Likes(x,y)

    Με ανάθεση: x/John και y/Helen προκύπτει ότι: Likes(John,Helen)
  - Από:

    isBeautiful(Helen), Man(Petros) και
    isMan(x) $\wedge$ isWoman(y) $\wedge$ isBeautiful(y)$\Rightarrow$Likes(x,y)

    Με ανάθεση: x/Petros και y/Helen προκύπτει ότι: Likes(Petros,Helen)
  - Από:

    isBeautiful(Helen), Man(Timos) και
    isMan(x) $\wedge$ isWoman(y) $\wedge$ isBeautiful(y)$\Rightarrow$Likes(x,y)

    Με ανάθεση: x/Timos και y/Helen προκύπτει ότι: Likes(Timos,Helen)
- ¨Ποιός είναι ευτυχισμένος;' :
  - Από: isRich(John) και isRich(x)$\Rightarrow$isHappy(x)
    Με ανάθεση: x/John προκύπτει ότι: isHappy(John)
  - Από: isRich(Petros) και isRich(x)$\Rightarrow$isHappy(x)
    Με ανάθεση: x/Petros προκύπτει ότι: isHappy(Petros)

Ερώτημα 8

8.α)

Σύμβολα Σταθερών:

AdministrativeUnit, Country, DecentralizedAdministration, Region, RegionalUnit, Municipality, MunicipalityUnit, MunicipalCommunity, LocalCommunity

Κατηγορήματα:

subClassOf(x,y)
belongsTo(x,y) Με τις ιδιότητες:

- $(\forall x, y, z)$(subClassOf(x,y) $\wedge$ subClassOf(y,z)$\Rightarrow$subClassOf(x,z))
- $(\forall x, y, z)$(belongsTo(x,y) $\wedge$ belongsTo(y,z)$\Rightarrow$belongsTo(x,z))

Στην συνέχεια μοντελοποιώ την οντολογία του σχήματος με κατάλληλουσ τύπους:

- belongsTo(MunicipalCommunity,MunicipalityUnit)
- belongsTo(LocalCommunity,MunicipalityUnit)
- belongsTo(MunicipalityUnit,Municipality)
- belongsTo(MunicipalityUnit,RegionalUnit)
- belongsTo(RegionalUnit,Region)
- belongsTo(Region,DecentralizedAdministration)
- belongsTo(DecentralizedAdministration,Country)
- subClassOf(Country,AdministrativeUnit)
- subClassOf(DecentralizedAdministration,AdministrativeUnit)
- subClassOf(Region,AdministrativeUnit)
- subClassOf(RegionUnit,AdministrativeUnit)
- subClassOf(Municipality,AdministrativeUnit)
- subClassOf(MunicipalCommunity,AdministrativeUnit)
- subClassOf(MunicipalityUnit,AdministrativeUnit)
- subClassOf(LocalCommunity,AdministrativeUnit)

8.β)

Προσθέτω στο α) το κατηγόρημα: partOf(x,y), το x είναι μέρος/στοιχείο του y
Το οποίο έχει ιδιότητα:
$(\forall x, y, z)(partOf(x, Class) \wedge partOf(y, Class) \wedge partOf(z, x) \wedge subClassOf(x, y) \Rightarrow partOf(z, y))$
Προσθέτω επίσης στην οντολογία την κλάση ῝λασς, η οποία θα είναι η κλάση όλως των κλάσεων, κάτι το οποίο θα αναπαραστίσω με τον παρακάτω τύπο:
$((\forall x)$(subClassOf(x,AdministrativeUnit)$\Rightarrow$partOf(x,Class)))$\wedge$ partOf(AdministrativeUnit,Class)

8.γ)

Θα προσθέσω στην οντολογία το MunicipalityofAthens και ο τύπος που θα εκφράζει ότι είναι στοιχείο της κλάσης Municipality σύμφωνα με την ιδιότητα που όρισα παραπάνω θα είναι:
partOf(MunicipalityofAthens,Municipality)

Ερώτημα 9

9.α)

- isPerson(Donald)
- isPerson(Melania)
- isPerson(Ivanka)
- isPerson(Barron)
- Loves(Donald,Donald)
- Loves(Donald,Ivanka)
- Loves(Ivanka,Donald)
- Loves(Melania,Barron)
- Loves(Barron,Melania)

9.β)

Για να εποδειχθούν οι προτάσεις της εκφώνησης θα πρέπει να προστεθούν στην βάση γνώσης οι παρακατω τύποι:

Predicate Completion:

$\forall x$ ((x = Donald $\lor$ x = Ivanka) $\Leftrightarrow$ Loves(x,Donald)))
$\forall x$ ((x = Barron $\Leftrightarrow$ Loves(x,Melania)))
$\forall x$ ((x = Melania $\Leftrightarrow$ Loves(x,Barron)))
$\forall x$ ((x = Donald $\Leftrightarrow$ Loves(x,Ivanka)))

Domain Closure Axiom:

$\forall x$(x = Donald $\lor$ x = Melania $\lor$ x = Ivanka $\lor$ x = Barron)

Τελος πρέπει διαφορετικά άτομα να έχουν διαφορετικά ονόματα (Unique Name Assumpion)