Τεχνητή Νοημοσύνη – Χειμερινό Εξάμηνο 2021-2022
Τέταρτη Εργασία

ΕΥΣΤΑΘΙΟΣ ΧΑΤΖΗΛΟΪΖΟΣ
1115201800212

<u>Πρόβλημα 1:</u>

Σύμβολα Σταθερών: Giannis, ArtificialIntelligence, DataBases, LogicProgramming

Σύμβολα Κατηγορημάτων:

Το μοναδιαίο κατηγόρημα *Student* που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Φοιτητής.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα Clever που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Έξυπνος.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα Course που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Μάθημα

Το δυαδικό κατηγόρημα Siblings που δηλώνει τη δυαδική σχέση Αδελφού

Το μοναδιαίο κατηγόρημα Woman που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Γυναίκα.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα Man που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Άνδρας.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα Triangle που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Τρίγωνο

Το μοναδιαίο κατηγόρημα RightTriangle που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Ορθογώνιο Τρίγωνο

Το μοναδιαίο κατηγόρημα LineSeg που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Ευθύγραμμο Τμήμα

Το μοναδιαίο κατηγόρημα Angle που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Γωνία

Το μοναδιαίο κατηγόρημα Polygon που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Πολύγωνο

Το δυαδικό κατηγόρημα Synteknoi που δηλώνει τη δυαδική σχέση Σύντεκνου

Σύμβολα Ρημάτων:

Likes(x,y) δηλώνει ότι ο x συμπαθεί τον y

Takes(x,y) δηλώνει ότι ο x παίρνει το μάθημα y

Succeds(x,y) δηλώνει ότι ο x πετυχαίνει στο μάθημα y

Misleads(x,y) δηλώνει ότι ο x ξεγελάει τον y

Baptizes(x,y) δηλώνει ότι ο x βαφτίζει το παιδί του y

SideOf(x,y) δηλώνει ότι y είναι πλευρά του x

AngleOf(x,y) δηλώνει ότι y είναι γωνία του x

SizeOfAngle(x,y) δηλώνει το μέγεθος της γωνίας y στο x

Οι προτάσεις σε λογική πρώτης τάξης:

(a) $(\forall x)(Student(x) \Rightarrow Clever(x))$

(b) $(\exists x)(Student(x))$

(c) $(\exists x)(Student(x) \wedge Clever(x))$

(d) $(\forall x)(Student(x) \Rightarrow (\exists y)(Likes(x,y)))$

(e) $(\forall x)(Student(x) \Rightarrow (\exists y)(x!=y \wedge Likes(x,y)))$

(f) $(\exists x)(Student(x) \wedge (\forall y)((x!=y \wedge Student(y)) \Rightarrow Likes(y,x)))$

(g) $Student(Giannis)$

(h) $\neg Takes(Giannis,ArtificialIntelligence)$

(i) $(\forall x)(Student(x) \Rightarrow \neg Likes(x,Giannis))$

(j) $(\exists x)(Woman(x) \wedge Siblings(x,Giannis))$

(k) $(\forall x)(\neg Woman(x) \vee \neg Siblings(x,Giannis))$

(l) $(\forall x)((Woman(x) \wedge Siblings(x,Giannis)) \Rightarrow (\forall y)((x!=y \wedge Woman(y)) \Rightarrow \neg Siblings(y,Giannis)))$

(m) $(\forall x)(Student(x) \Rightarrow (\exists y)(Course(y) \wedge Takes(x,y)))$

(n) $(\exists x)((Student(x) \wedge \neg Succeds(x,ArtifficialIntelligence)) \wedge (\forall y)((x!=y \wedge Student(y)) \Rightarrow Succeds(y, ArtifficialIntelligence)))$

(o) $(\forall x)(Student(x) \Rightarrow Succeds(x,ArtifficialIntelligence)) \wedge (\exists x)(Student(x) \wedge \neg Succeds(x,DataBases))$

(p) $(\forall x)((Student(x) \wedge Takes(x,ArtificialIntelligence)) \Rightarrow Takes(x,LogicProgramming))$

(q) $(\forall x)(Student(x) \Rightarrow (\exists y)(Student(y) \wedge y!=x \neg Misleads(x,y))$

(r) $(\forall x)(Triangle(x) \Leftrightarrow Polygon(x) \wedge (\exists y)(\exists z)(\exists v) (LineSeg(y) \wedge LineSeg(z) \wedge LineSeg(v) \wedge SideOf(x,y) \wedge SideOf(x,z) \wedge SideOf(x,v) \wedge (\forall w)(LineSeg(w) \Rightarrow(w=y \vee w=z \vee w=v \vee \neg SideOf(x,w)))) \wedge (\exists p) (\exists q) (\exists s) (Angle(p) \wedge Angle(q) \wedge Angle(s) \wedge AngleOf(x,p) \wedge AngleOf(x,q) \wedge AngleOf(x,s) \wedge (\forall t)(Angle(t) \Rightarrow (t=p \vee t=q \vee t=s \vee \neg AngleOf(x,t)))))$

(s) $(\forall x)(RightTriangle(x) \Leftrightarrow Triangle(x) \wedge (\exists y)(AngleOf(x,y) \wedge SizeOfAngle(x,y)=90^o)$

(t) $(\forall x)(\forall y)((Man(x) \wedge Man(y)) \Rightarrow (Synteknoi(x,y) \Leftrightarrow (Baptizes(x,y) \wedge Baptizes(y,x))))$

Πρόβλημα 2:

a) Το πεδίο της *I* αποτελείται από τα αντικείμενα της εικόνας: |*I*|= { *Καθηγητής, Αστρονόμος*}

Το λεξιλόγιο περιλαμβάνει τα Σύμβολα Σταθερών: *Professor, Astronomer*

Σύμβολα Κατηγορημάτων:

Το μοναδιαίο κατηγόρημα *Cup* που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Αστυνομικός.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα *Woman* που δηλώσει ότι το όρισμα είναι Γυναίκα.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα *Man* που δηλώνει ότι το όρισμα είναι Άνδρας.

Η ερμηνεία *I* κάνει τις εξής αντιστοιχίσεις στα σύμβολα των σταθερών:

$Professor^I$ = *Καθηγητής*, $Astronomer^I$ = *Αστρονόμος*

Η *I* αντιστοιχίζει στο σύμβολο κατηγορήματος *Woman* τη μοναδιαία σχέση:

{ <Αστρονόμος>}

Η *I* αντιστοιχίζει στο σύμβολο κατηγορήματος *Man* τη μοναδιαία σχέση:

{ <Καθηγητής>}

Η *I* αντιστοιχίζει στο σύμβολο κατηγορήματος *Cup* το κενό

(b) Για την φ2 από τον ορισμό της ικανοποίησης έχουμε:

$|=_I (\exists x)Woman(x)[s]$ ανν υπάρχει $d \in |I|$ τέτοιο ώστε $|=_I Woman(x)[s(x \mid d)]$

Επειδή, $\bar{s}(Astronomer) = Astronomer^I$ = Αστρονόμος $Woman^I$ = { <Αστρονόμος>}

Έχουμε ότι $|=_I Woman(x)[s(x \mid$ Αστρονόμος$)]$

Άρα, η **φ2 ικανοποιείται** από την ερμηνεία *I*.

Για την φ3 από τον ορισμό της ικανοποίησης έχουμε:

$|=_I (\forall x)(Man(x) \vee Woman(x))[s]$ ανν για κάθε $d \in |I|$, $|=_I (Man(x) \vee Woman(x))[s(x \mid d)]$

Επειδή $|I|$= { Καθηγητής, Αστρονόμος}, Man^I ={ <Καθηγητής>} και $Woman^I$ = {<Αστρονόμος>} *έχουμε:*

Για d=Καθηγητής, $Man(x)[s(x \mid$ Καθηγητής$)]$

Για d=Αστρονόμος, $Woman(x)[s(x \mid$ Αστρονόμος$)]$

Επομένως, για κάθε $d \in |I|$, $|=_I (Man(x) \vee Woman(x))[s(x \mid d)]$ η **φ3 ικανοποιείται** από την ερμηνεία *I*.

Για την φ1 από τον ορισμό της ικανοποίησης έχουμε:

$|=_I (\exists x)Cup(x)[s]$ ανν υπάρχει $d \in |I|$ τέτοιο ώστε $|=_I Cup(x)[s(x \mid d)]$

Επειδή Cup^I είναι το κενό σύνολο, η **φ1 δεν ικανοποιείται** από την ερμηνεία *I*.

<u>Πρόβλημα 3:</u>

Σύμβολα Κατηγορημάτων:

Το μοναδιαίο κατηγόρημα *Rose* που δηλώνει ότι το όρισμα είναι rose.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα *Flower* που δηλώνει ότι το όρισμα είναι flower.

Το μοναδιαίο κατηγόρημα *Fades* που δηλώνει ότι το όρισμα fades quickly

Οι προτάσεις σε λογική πρώτης τάξης:

φ1: $(\forall x)(\mathrm{Rose}(x) \Rightarrow \mathrm{Flower}(x))$

φ2: $(\exists x)(\mathrm{Flower}(x) \wedge \mathrm{Fades}(x))$

φ3: $(\exists x)(\mathrm{Rose}(x) \wedge \mathrm{Fades}(x))$

Για να συμπεράνουμε την πρόταση φ3 από τις προτάσεις φ1 και φ2 θα πρέπει για κάθε ερμηνεία I και για ανάθεση μεταβλητών s τέτοια ώστε η I ικανοποιεί τις φ1 και φ2 με ανάθεση μεταβλητών s, η I να ικανοποιεί επίσης την φ3 με ανάθεση μεταβλητών s.

Έστω μια τυχαία ερμηνεία I και ανάθεση μεταβλητών s τέτοια ώστε :

$|=_I \varphi 1[s]$ δηλαδή $|=_I (\forall x)(\mathrm{Rose}(x) \Rightarrow \mathrm{Flower}(x))[s]$

Τότε από τον ορισμό της ικανοποίησης πρότασης με $\Rightarrow$ έχουμε

$|=_I (\forall x)(\neg\mathrm{Rose}(x) \vee \mathrm{Flower}(x))[s]$

Από τον ορισμό της ικανοποίησης για πρόταση με $\forall$ έχουμε ότι:

Για κάθε $d \in |I|$ έχουμε $|=_I (\neg\mathrm{Rose}(x) \vee \mathrm{Flower}(x))\ [s(x|d)]$

και από τον ορισμό της ικανοποίησης για πρόταση με διάζευξη

$|=_I \neg\mathrm{Rose}(x)[s(x|d)]$ **ή** $|=_I \mathrm{Flower}(x)[s(x|d)]$ **(1)**

$|=_I \varphi 2[s]$ δηλαδή $|=_I (\exists x)(\mathrm{Flower}(x) \wedge \mathrm{Fades}(x))[s]$

Τότε από τον ορισμό της ικανοποίησης για πρόταση με $\forall$ έχουμε ότι:

Υπάρχει $d1 \in |I|$ τέτοιο ώστε $|=_I (\mathrm{Flower}(x) \wedge \mathrm{Fades}(x))\ [s(x|d1)]$

και από τον ορισμό της ικανοποίησης για πρόταση με σύζευξη

$|=_I \mathrm{Flower}(x)[s(x|d1)]$ **και** $|=_I \mathrm{Fades}(x)[s(x|d1)]$ **(2)**

Επειδή η (1) ισχύει για κάθε $d \in |I|$ έχουμε ότι

$|=_I \neg\mathrm{Rose}(x)[s(x|d1)]$ **ή** $|=_I \mathrm{Flower}(x)[s(x|d1)]$ **(1)’**

Για να μπορούμε να συμπεράνουμε την πρόταση φ3 από τις προτάσεις φ1 και φ2 θα πρέπει να δείξουμε ότι

$|=_I$ φ3[s] δηλαδή $|=_I(\exists x)($ Rose(x) $\wedge$ Fades(x))[s] ήτοι ότι υπάρχει $d' \in |I|$ τέτοιο ώστε

$|=_I($ Rose(x) $\wedge$ Fades(x)) [s(x|d')] και από τον ορισμό της ικανοποίησης για πρόταση με σύζευξη

$|=_I$ Rose(x) [s(x|d1)] **και** $|=_I$ Fades(x)[s(x|d')]

Από τις (1)' και (2) προκύπτει ότι για d'=d1 ότι $|=_I$ Flower(x)[s(x|d1)] **και** $|=_I$ Fades(x)[s(x|d1)] αλλά όχι αναγκαστικά ότι $|=_I$ Rose(x) [s(x|d1)]

Άρα, **δεν μπορούμε να συμπεράνουμε την πρόταση φ3 από τις προτάσεις φ1 και φ2.**

Πρόβλημα 4:

(a) Θα δείξω ότι πρόταση (∀x)(P(x) V Q(x)) ⇒ (∀x) P(x) V (∀x) Q(x) **δεν είναι έγκυρη** δίνοντας το εξής αντιπαράδειγμα:

P(x): x άρτιος αριθμός Q(x): x περιττός αριθμός, Domain το σύνολο των ακεραίων.

Η πρόταση (∀x)(P(x) V Q(x)) είναι αληθής αφού η εμβέλεια της x είναι η πρόταση P(x) V Q(x) και για οποιαδήποτε τιμή της x στο σύνολο των ακεραίων, η P(x) V Q(x) είναι αληθής αφού η x αντιστοιχεί είτε σε άρτιο ή σε περιττό αριθμό.

Όμως η πρόταση (∀x) P(x) V (∀x) Q(x) δεν είναι αληθής διότι δεν είναι αληθής η πρόταση (∀x) P(x) (δεν είναι όλοι οι ακέραιοι άρτιοι) ούτε είναι αληθής η πρόταση (∀x) Q(x) (δεν είναι όλοι οι ακέραιοι περιττοί)

Άρα, η (∀x)(P(x) V Q(x)) ⇒ (∀x) P(x) V (∀x) Q(x) **δεν είναι έγκυρη**

(b) Πρέπει να δείξω ότι για κάθε ερμηνεία I και για κάθε ανάθεση μεταβλητών s η I ικανοποιεί την πρόταση (∀x) P(x) V (∀x) Q(x) ⇒ (∀x)(P(x) V Q(x)) με ανάθεση μεταβλητών s.

Έστω μια τυχαία ερμηνεία I και ανάθεση μεταβλητών s τέτοια ώστε

$|=_I$ ((∀x) P(x) V (∀x) Q(x))[s]. Τότε από τον ορισμό της ικανοποίησης για διάζευξη προτάσεων έχουμε

$|=_I$ (∀x) P(x)[s] ή $|=_I$ (∀x) Q(x)[s]

Έστω $|=_I$ (∀x) P(x)[s]. Τότε από τον ορισμό της ικανοποίησης για πρόταση με ∀ έχουμε

$|=_I (\forall x)\, P(x)[s]$ ανν για κάθε $d \in |I|$ έχουμε $|=_I (P(x)[s(x|d)]$

Όμως τότε από τον ορισμό της ικανοποίησης για διάζευξη προτάσεων έχουμε
Για κάθε $d \in |I$ έχουμε $|=_I ((P(x) \vee Q(x))\, [s(x|d)]$.

Άρα, από τον ορισμό της ικανοποίησης για πρόταση με καθολικό ποσοδείκτη έχουμε $|=_I ((\forall x)(P(x) \vee Q(x)))[s]$
και ολοκληρώνεται η απόδειξη.

(Ομοίως αν αντί $|=_I (\forall x)\, P(x)[s]$ υποθέταμε ότι $|=_I (\forall x)\, Q(x)[s]$)

<u>Πρόβλημα 5:</u>

Μετατρέπουμε την πρόταση φ: $(\forall x)\, P(x) \vee (\forall x)\, Q(x) \Rightarrow (\forall x)(P(x) \vee Q(x))$ σε CNF

$(\forall x)\, P(x) \vee (\forall x)\, Q(x) \Rightarrow (\forall x)(P(x) \vee Q(x)) \equiv$
$\neg\, ((\forall x)\, P(x) \vee (\forall x)\, Q(x)) \;\; \vee (\forall x)(P(x) \vee Q(x)) \equiv$
$((\exists x)\, \neg P(x)\, \Lambda (\exists x)\, \neg Q(x)) \vee (\forall x)(P(x) \vee Q(x)) \equiv$
$(\neg P(d)\, \Lambda \neg Q(f)) \vee (P(x) \vee Q(x)) \equiv$
$(\neg P(d) \vee P(x) \vee Q(x))\, \Lambda\, (\neg Q(f)) \vee P(x) \vee Q(x))$
Τελική μορφή της φ
$\neg P(d) \vee P(x) \vee Q(x)$
$\neg Q(f)) \vee P(x) \vee Q(x)$

$\neg$ φ: $\neg\, ((\forall x)\, P(x) \vee (\forall x)\, Q(x) \Rightarrow (\forall x)(P(x) \vee Q(x))) \equiv$
$((\forall x)\, P(x) \vee (\forall x)\, Q(x)) \;\; \Lambda \neg\, (\forall x)(P(x) \vee Q(x)) \equiv$
$((\forall x)\, P(x) \vee (\forall x)\, Q(x)) \;\; \Lambda \;\; (\exists x)(\, \neg P(x)\, \Lambda \neg Q(x)) \equiv$
$(P(x) \vee Q(x)) \;\; \Lambda \;\; (\, \neg P(d)\, \Lambda \neg Q(d))$

<u>Πρόβλημα 6:</u>

a) Σύμβολα Σταθερών: Adonakis, Vagelakis, Mairoula, Socialismos, Capitalismos

Σύμβολα Κατηγορημάτων:

PK: Μοναδιαίο κατηγόρημα που δηλώνει ότι το όρισμα είναι μέλος του ΠΚ.

Dexios: Μοναδιαίο κατηγόρημα *που* δηλώνει ότι το όρισμα είναι δεξιός.

Fileleftheros: Μοναδιαίο κατηγόρημα που δηλώνει ότι το όρισμα είναι φιλελεύθερος.

Σύμβολα Ρημάτων: Likes(x,y) δηλώνει ότι στον x αρέσει το y

Οι προτάσεις σε λογική πρώτης τάξης:

i. PK(Adonakis) Λ PK(Vagelakis) Λ PK(Mairoula)

ii. (∀x) (PK(x) Λ ¬ Dexios(x) ⇒ Fileleftheros(x))

iii. (∀x)(Dexios(x) ⇒ ¬ Likes(x,Socialismos))

iv. (∀x)(¬Likes(x,Capitalismos) ⇒ ¬Fileleftheros(x))

v. (∀x) ((Likes(Adonakis,x) ⇔ ¬ Likes(Vagelakis,x))Λ
(¬Likes(Adonakis,x) ⇔ Likes(Vagelakis,x)))

vi. Likes(Vagelakis,Socialismos) Λ Likes(Vagelakis,Capitalismos)

Οι προτάσεις i. – vi. αποτελούν την βάση γνώσης KB

vii. φ: (∃x)(PK(x) ∧ Fileleftheros(x) Λ ¬ Dexios(x))

b) Πρέπει να δείξουμε ότι ο τύπος KB ∪ {¬*φ*} είναι μη ικανοποιήσιμος. Θα μετατρέψουμε τις προτάσεις της KB που θα χρειασθούμε σε CNF

i. PK(Adonakis), PK(Vagelakis), PK(Mairoula)

ii. (∀x) (PK(x) Λ ¬Dexios(x) ⇒ Fileleftheros(x)) ≡

(∀x) (¬(PK(x) ∧ ¬Dexios (x)) ∨ Fileleftheros(x)) ≡

(∀x) (¬PK(x) ∨ Dexios(x) ∨ Fileleftheros(x))

Απαλοίφοντας τον καθολικό ποσοδείκτη έχουμε: **¬PK(x) ∨ Dexios(x) ∨ Fileleftheros(x)**

iii. (∀x)(Dexios(x) ⇒ ¬Likes(x,Socialismos)) ≡

(∀x) (¬Dexios(x) V ¬Likes(x,Socialismos))

Απαλοίφοντας τον καθολικό ποσοδείκτη έχουμε: **¬Dexios(x) V ¬Likes(x,Socialismos)**

iv. (∀x)(¬ Likes(x,Capitalismos) ⇒ ¬Fileleftheros(x)) ≡

(∀x)(Likes(x,Capitalismos) V ¬Fileleftheros(x))

Απαλοίφοντας τον καθολικό ποσοδείκτη: **Likes(x,Capitalismos) V ¬ Fileleftheros(x)**

vi. Likes(Vagelakis,Socialismos), Likes(Vagelakis,Capitalismos)

¬φ : ¬ (∃x)(PK(x) ∧ Fileleftheros(x) Λ ¬Dexios(x)) ↔ (∀x) ¬ (PK(x) ∧ Fileleftheros(x) Λ ¬Dexios(x)) ≡

(∀x) (¬PK(x) V ¬Fileleftheros(x) V Dexios(x))

Απαλοίφοντας τον καθολικό ποσοδείκτη: **¬ PK(x) V ¬Fileleftheros(x) V Dexios(x)**

Αποδεικνύω την φ με ανάλυση ξεκινώντας με την ¬φ και χρησιμοποιώντας τις παραπάνω προτάσεις της ΚΒ

Πρόταση ¬φ: **¬PK(x) V ¬Fileleftheros(x) V Dexios(x)**

Από την Πρόταση ii. ¬PK(x) ∨ Dexios(x) ∨ Fileleftheros(x) έχουμε:

¬PK(x) ∨ Dexios(x)

Από την Πρόταση iii. ¬Dexios(x) V ¬Likes(x,Socialismos) έχουμε:

¬PK(x) V ¬ Likes(x,Socialismos)

Από την Πρόταση vi Likes(Vagelakis,Socialismos) με MGU x/Vagelakis έχουμε:

¬PK(Vagelakis)

Όμως από την Πρόταση i. PK(Vagelakis) **προκύπτει αντίφαση**, παράγεται η κενή φράση από την βάση γνώσης. Επομένως, ΚΒ ∪ {¬*φ*} είναι μη ικανοποιήσιμος,

άρα ΚΒ |= φ

c) Θα χρησιμοποιήσουμε λεκτικά απάντησης και τις προτάσεις ΚΒ ∪ {Ans(z) V (¬PK(z) V ¬Fileleftheros(z) V Dexios(z)) }

Από την Πρόταση iii. ¬Dexios(x) V ¬Likes(x,Socialismos) και από την Πρόταση vi. Likes(Vagelakis,Socialismos) **με MGU x/Vagelakis** έχουμε

¬Dexios(Vagelakis)

από την Πρόταση i έχουμε

PK(Vagelakis)

Από Πρόταση ii. ¬ PK(x) ∨ Dexios(x) ∨ Fileleftheros(x) **με MGU x/Vagelakis** έχουμε

Fileleftheros(Vagelakis)

Άρα,

PK(Vagelakis) ∧ Fileleftheros(Vagelakis) Λ ¬Dexios(Vagelakis)

Από την τελευταία πρόταση και τον τύπο Ans(z) V (¬PK(z) V ¬Fileleftheros(z) V Dexios(z)) **με MGU {z/Vagelakis}** έχουμε **Ans(Vagelakis)**

Άρα, ο Vagelakis έχει την ιδιότητα που παριστάνει η φ.

<u>Πρόβλημα 7:</u>

Σύμβολα Σταθερών: ftp.press.std.gr, PosNaDiabaseteApodotikaSthnEjetastiki, FoititikiZoi

Σύμβολα Μοναδιαίων Κατηγορημάτων:

Article που δηλώνει ότι το όρισμα είναι άρθρο.

Computer που δηλώνει ότι το όρισμα είναι υπολογιστής

AccessToAll που δηλώνει ότι στο όρισμα έχουν όλοι πρόσβαση

FtpAccess που δηλώνει ότι το όρισμα είναι προσπελάσιμο με ftp

Journal που δηλώνει ότι το όρισμα είναι περιοδικό

StudentEdit που δηλώνει ότι το όρισμα εκδίδεται από τις εκδόσεις Student

AnonymousFtp που δηλώνει ότι το όρισμα προσφέρει υπηρεσίες anonymous ftp

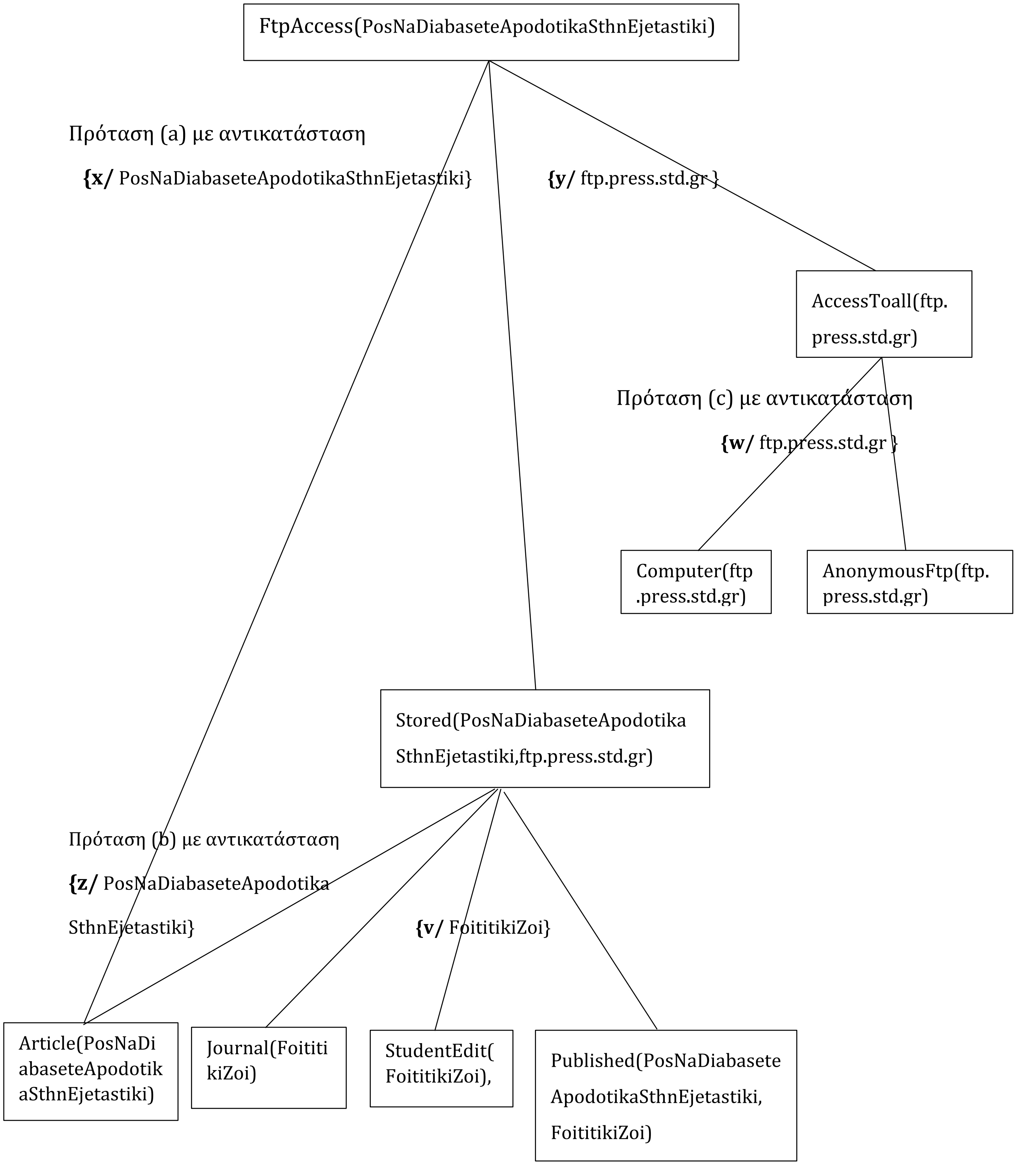
Σύμβολα Ρημάτων:

Stored(x,y) δηλώνει ότι το *x* είναι αποθηκευμένο στον *y*
Published(x,y) δηλώνει ότι το *x* είναι δημοσιευμένο στο *y*

Η κωδικοποίηση των προτάσεων της άσκησης σε φράσεις Horn:

(a) (Article(x) ∧ Computer(y) ∧ AccessToall(y) ∧ Stored(x,y)) ⇒ FtpAccess(x)
(b) Computer(ftp.press.std.gr), (Article(z) ∧ Journal(v) ∧ StudentEdit(v) ∧ Published(z,v)) ⇒ Stored(z,ftp.press.std.gr)
(c) (Computer(w) ∧ AnonymousFtp(w)) ⇒ AccessToall(w)
(d) Computer(ftp.press.std.gr), AnonymousFtp(ftp.press.std.gr)
(e) Article(PosNaDiabaseteApodotikaSthnEjetastiki), Journal(FoititikiZoi), StudentEdit(FoititikiZoi), Published(PosNaDiabaseteApodotikaSthnEjetastiki, FoititikiZoi)

Αποδεικνύουμε με forward chaining ότι «Το άρθρο PosNaDiabaseteApodotika SthnEjetastiki είναι προσπελάσιμο με ftp». Το δένδρο απόδειξης είναι:



Πρόβλημα 8:

(a) Η φ σε CNF:

$(\forall x)\ (\ ((\exists y)\ P(x,y)\ \Rightarrow Q(x))\ \Lambda(\forall z)(R(z) \Rightarrow\ (\exists w)\ S(x,z,w))\ ) \equiv$ /* αντικατάσταση ⇒

$(\forall x)\ (\ (\neg\ (\exists y)\ P(x,y)\ \ V\ Q(x))\ \Lambda(\forall z)(\ \neg R(z)\ V\ (\exists w)S(x,z,w))\ ) \equiv$

$(\forall x)\ (\ ((\forall y)\ \neg P(x,y)\ \ V\ Q(x))\ \Lambda(\forall z)(\ \neg R(z)\ V\ (\exists w)S(x,z,w))\ ) \equiv$ /* w στην εμβέλεια x, z

$(\forall x)\ (\ ((\forall y)\ \neg P(x,y)\ \ V\ Q(x))\ \Lambda\ (\forall z)(\ \neg R(z)\ V\ S(x,z,F(x,z)))\ ) \equiv$

$((\forall y)\ \neg P(x,y)\ \ V\ Q(x))\ \Lambda\ (\forall z)(\ \neg R(z)\ V\ S(x,z,F(x,z))) \equiv$

Τελική Μορφή της φ μετά και την απαλοιφή των καθολικών ποσοδεικτών

$\neg P(x,y)\ \ V\ Q(x)$

$\neg R(z)\ V\ S(x,z,F(x,z))$

(b) ψ: $(\forall x)\ (\forall y)\ (\forall z)\ (\exists w)(\ (P(x,y)\ \ \Rightarrow Q(x))\ \Lambda\ (\ R(z) \Rightarrow\ S(x,z,w))\ ) \equiv$

$(\forall x)\ (\forall y)\ (\forall z)\ (\exists w)(\ (\neg P(x,y)\ \ V\ Q(x))\ \Lambda\ (\neg R(z)\ V\ S(x,z,w))\ ) \equiv$

$(\forall x)\ (\forall y)\ (\forall z)\ (\ (\neg P(x,y)\ \ V\ Q(x))\ \Lambda\ (\neg R(z)\ V\ S(x,z,F(x,z)))\ ) \equiv$

$(\neg P(x,y)\ \ V\ Q(x))\ \Lambda\ (\neg R(z)\ V\ S(x,z,F(x,y,z)))$

Τελική Μορφή

$\neg P(x,y)\ \ V\ Q(x)$

$\neg R(z)\ V\ S(x,z,F(x,z))$

Επομένως, η πρόταση ψ ταυτίζεται με την φ και επομένως ακολουθεί λογικά από την φ.

Η πρόταση φ αποτελεί τη βάση γνώσης KB. Για να δείξουμε ότι KB |= ψ, πρέπει να δείξουμε ότι ο τύπος KB ∪ {¬ψ} είναι μη ικανοποιήσιμος. Προφανώς έχουμε αντίφαση αφού οι προτάσεις φ και ψ ταυτίζονται.

Πρόβλημα 9:

(a) Η βάση γνώσης KB περιλαμβάνει τα εξής:

Professor(Manolis), Professor(Stavros), Professor(Elena)

Course(AI), Course(Complilers), Course(DB), Course(Algebra)

Name(Manolis), Name(Stavros), Name(Elena), Name(Yannis)

Dept(ECE), Dept(Math)

Teaches(Manolis,AI)

Teaches(Manolis,Compilers)

Teaches(Manolis,AI)

Teaches(Manolis,AI)

WorksIn(Manolis,ECE)
WorksIn(Stavros,ECE)
WorksIn(Elena,Math)
WorksIn(Yannis,Math)

Το ερώτημα αναπαριστάνεται από τον τύπο:
Name(x) ΛProfessor(x) ΛCourse(y) ΛWorksIn(x,Math) ΛTeaches(x,y)
Με ελεύθερες μεταβλητές τις x και y

Η απάντηση είναι
WorksIn(Elena,Math) και
Teaches(Elena,Algebra)

(b)
Εφαρμόζουμε τη συνάρτηση FOL-FC-Ask για να δείξουμε ότι ο τύπος

WorksIn(Elena,Math) Λ Teaches(Elena,Algebra)

Προκύπτει λογικά από την βάση γνώσης KB. Ο νέος τύπος ενοποιείται με τον τύπο

WorksIn(x,Math) ΛTeaches(x,y)

με αντικατάσταση {x/Elena, y/Algebra}.