

ΥΣ02 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Χειμερινό Εξάμηνο 2019-2020

Τέταρτη Εργασία (1 μονάδα του συνολικού βαθμού του μαθήματος)

Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 6 Δεκεμβρίου 2019

Ημερομηνία Παράδοσης: 19 Ιανουαρίου 2020 (23:59)

Αντιγραφή: Σε περίπτωση που προκύψουν φαινόμενα αντιγραφής, οι εμπλεκόμενοι θα βαθμολογηθούν **στο μάθημα** με βαθμό μηδέν.

1. Να παραστήσετε τις παρακάτω προτάσεις σε λογική πρώτης τάξης. Να χρησιμοποιήσετε κατάλληλο λεξιλόγιο ώστε οι τύποι που θα γράψετε να είναι κατανοητοί ή να τους εξηγήσετε προσεκτικά.

(α') Όλοι οι φοιτητές είναι έξυπνοι.

(β') Υπάρχει ένας φοιτητής.

(γ') Υπάρχει ένας έξυπνος φοιτητής.

(δ') Κάθε φοιτητής συμπαθεί ένα φοιτητή.

(ε') Κάθε φοιτητής συμπαθεί ένα άλλο φοιτητή.

(ϛ') Υπάρχει ένας φοιτητής που τον συμπαθούν όλοι οι άλλοι φοιτητές.

(ζ') Ο Γιάννης είναι φοιτητής.

(η') Ο Γιάννης δεν παίρνει το μάθημα της Τεχνητής Νοημοσύνης.

(θ') Κανείς φοιτητής δεν συμπαθεί τον Γιάννη.

(ι') Ο Γιάννης έχει τουλάχιστον μία αδερφή.

(ια') Ο Γιάννης δεν έχει αδερφή.

(ιβ') Ο Γιάννης έχει το πολύ μία αδερφή.

(ιγ') Κάθε φοιτητής παίρνει τουλάχιστον ένα μάθημα.

(ιδ') Μόνο ένας φοιτητής απέτυχε στον μάθημα της Τεχνητής Νοημοσύνης.

(ιε') Κανείς φοιτητής δεν απέτυχε στο μάθημα της Τεχνητής Νοημοσύνης αλλά τουλάχιστον ένας φοιτητής απέτυχε στο μάθημα των Βάσεων Δεδομένων.

(ιϛ') Κάθε φοιτητής που παίρνει Τεχνητή Νοημοσύνη, παίρνει επίσης Λογικό Προγραμματισμό.

(ιζ') Κανείς φοιτητής δεν μπορεί να ξεγελάσει όλους τους άλλους φοιτητές.

(ιη') Δίποδο είναι ένα ζώο με ακριβώς δύο πόδια.

(ιθ') Τρίγωνο είναι ένα πολύγωνο που έχει ακριβώς τρεις γωνίες και ακριβώς τρεις πλευρές που είναι ευθύγραμμα τμήματα.

(κ') Ορθογώνιο τρίγωνο είναι ένα τρίγωνο που μία από τις γωνίες του είναι ορθή.

(κα') Δύο άνδρες λέγονται σύντεκνοι όταν ο ένας έχει βαφτίσει το παιδί του άλλου.

Διευκρίνιση: Στις προτάσεις που έχετε να μοντελοποιήσετε μια αριθμητική έκφραση (π.χ., ‘ακριβώς δύο πόδια’), **δεν** πρέπει να χρησιμοποιήσετε κάποιο κατηγορημα με αυτή τη σημασία (π.χ. $NumberOfLegs(x, 2)$). Δοκιμάστε να γράψετε ένα τύπο της λογικής πρώτης τάξης που έχει το ίδιο νόημα χρησιμοποιώντας ένα κατηγορημα που αναφέρεται στην ποσότητα που μετράτε (π.χ., $Leg(x, l)$) και το σύμβολο της ισότητας $=$.

2. Θεωρήστε τον κόσμο που παριστάνεται από την παρακάτω εικόνα:



Θεωρήστε τώρα τις παρακάτω προτάσεις της λογικής πρώτης τάξης που αναφέρονται στον κόσμο της εικόνας (περισσότερα για το φιλμ *The Lobster* στην ιστοσελίδα https://en.wikipedia.org/wiki/The_Lobster):

$$\phi_1 : (\exists x) Pig(x)$$

$$\phi_2 : (\exists x) Woman(x)$$

$$\phi_3 : (\exists x)(\exists y)(Pig(x) \wedge Woman(y) \wedge \neg(x = y) \wedge Rides(y, x))$$

Έχετε να απαντήσετε τις ακόλουθες ερωτήσεις:

- (α') Να ορίσετε μια ερμηνεία I για το λεξιλόγιο των παραπάνω προτάσεων που περιγράφει με ακρίβεια την δοσμένη εικόνα (δηλαδή, η I μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να δώσει νόημα στις παραπάνω προτάσεις).
- (β') Ποιές από τις παραπάνω προτάσεις ικανοποιούνται από την I ; Εξηγήστε λεπτομερώς χρησιμοποιώντας με ακρίβεια τους ορισμούς της ερμηνείας και της ικανοποίησης από τις διαφάνειες των διαλέξεων.
3. Θεωρήστε κάθε μια από τις παρακάτω προτάσεις. Είναι η πρόταση έγκυρη (valid); Αν ναι, δώστε μια απόδειξη χρησιμοποιώντας κατάλληλες σημασιολογικές έννοιες της πρωτοβάθμιας λογικής. Αν όχι, δώστε ένα αντιπαράδειγμα.

$$(α') (\forall x)(P(x) \vee Q(x)) \Rightarrow (\forall x)P(x) \vee (\forall x)Q(x)$$

$$(β') (\forall x)P(x) \vee (\forall x)Q(x) \Rightarrow (\forall x)(P(x) \vee Q(x))$$

4. Αποδείξτε χρησιμοποιώντας ανάλυση την πρόταση ή τις προτάσεις που βρήκατε να είναι έγκυρες.

Προσοχή: Σε αυτή την ερώτηση καθώς και σε όλες τις άλλες που δίνονται παρακάτω και αφορούν ανάλυση, όλες οι μετατροπές τύπων και όλες οι αντικαταστάσεις να δειχθούν αναλυτικά. Αν η συζευκτική κανονική μορφή που είναι είσοδος για την ανάλυση δεν είναι σωστή, το σκέλος της ανάλυσης **δεν** θα βαθμολογηθεί.

5. Θεωρήστε τις παρακάτω προτάσεις στα Ελληνικά:

- i. Ο Αντωνάκης, ο Βαγγελάκης και η Μαιρούλα είναι μέλη του πολιτικού κόμματος ΠΚ.
- ii. Κάθε μέλος του κόμματος ΠΚ που δεν είναι δεξιός, είναι φιλελεύθερος.
- iii. Στους δεξιούς δεν αρέσει ο σοσιαλισμός.
- iv. Σ' όποιον δεν αρέσει ο καπιταλισμός, δεν είναι φιλελεύθερος.
- v. Στον Αντωνάκη δεν αρέσει ό,τι αρέσει στον Βαγγελάκη, και του αρέσει ό,τι δεν αρέσει στον Βαγγελάκη.
- vi. Στο Βαγγελάκη αρέσει ο σοσιαλισμός και ο καπιταλισμός.
- vii. Υπάρχει ένα μέλος του ΠΚ που είναι φιλελεύθερος αλλά δεν είναι δεξιός.

(α') Να μετατρέψετε τις παραπάνω προτάσεις (i)-(vi) σε λογικής πρώτης τάξης και να ονομάσετε τη βάση γνώσης που προκύπτει KB .

Να μετατρέψετε την πρόταση (vii) σε λογική πρώτης τάξης και να ονομάσετε την πρόταση που προκύπτει ϕ .

Σημείωση: Να εξηγήσετε με ακρίβεια τι παριστάνουν τα σύμβολα σταθερών, συναρτήσεων και κατηγορημάτων που θα χρησιμοποιήσετε.

(β') Να χρησιμοποιήσετε ανάλυση (resolution) για να αποδείξετε ότι $KB \models \phi$;

(γ') Να τροποποιήσετε την απόδειξη με ανάλυση που δώσατε στο (β') χρησιμοποιώντας λεκτικά απάντησης για να βρείτε το μέλος του ΠΚ που έχει την ιδιότητα που παριστάνει η ϕ .

6. Θεωρήστε τις παρακάτω προτάσεις που αποτελούν τη βάση γνώσεων ενός πράκτορα ο οποίος κατεβάζει για λογαριασμό μας άρθρα τα οποία μας ενδιαφέρουν και βρίσκονται σε διάφορους απομακρυσμένους υπολογιστές.

(α') Ένα άρθρο είναι προσπελάσιμο με ftp αν βρίσκεται σε κάποιο υπολογιστή στον οποίο έχουμε πρόσβαση.

(β') Ένα άρθρο είναι στον υπολογιστή ftp.press.std.gr αν έχει δημοσιευτεί σε περιοδικό που εκδίδεται από τις εκδόσεις Student.

(γ') Αν ένας υπολογιστής προσφέρει υπηρεσίες anonymous ftp τότε όλοι έχουν πρόσβαση.

(δ') Ο υπολογιστής ftp.press.std.gr προσφέρει υπηρεσίες anonymous ftp.

(ε') Το άρθρο 'Πώς να διαβάσετε αποδοτικά στην εξεταστική' δημοσιεύτηκε στο περιοδικό 'Φοιτητική ζωή' που εκδίδεται από τις εκδόσεις Student.

Κωδικοποιήστε τις παραπάνω προτάσεις χρησιμοποιώντας φράσεις Horn (Horn clauses) και χρησιμοποιήστε forward ή backward chaining για να αποδείξετε ότι το άρθρο 'Πώς να διαβάσετε αποδοτικά στην εξεταστική' είναι προσπελάσιμο με ftp.

Σημείωση: Αν γνωρίζετε ήδη Prolog, μπορείτε να την χρησιμοποιήσετε.

7. (α') Θεωρήστε την παρακάτω πρόταση ϕ της λογικής πρώτης τάξης:

$$(\forall x)((\exists y)P(x, y) \Rightarrow Q(x)) \wedge (\forall z)(R(z) \Rightarrow (\exists w)S(x, z, w))$$

Να **δώσετε** τη συζευκτική κανονική μορφή (CNF) της ϕ .

- (β') Να χρησιμοποιήσετε ανάλυση (resolution) για να αποδείξετε ότι η πρόταση

$$(\forall x)(\forall y)(\forall z)(\exists w)((P(x, y) \Rightarrow Q(x)) \wedge (R(z) \Rightarrow S(x, z, w)))$$

ακολουθεί λογικά από την παραπάνω πρόταση ϕ .

8. Θεωρήστε την σχεσιακή βάση δεδομένων

Teaches		Works_In	
Professor	Course	Name	Dept
Manolis	AI	Manolis	ECE
Manolis	Compilers	Stavros	ECE
Stavros	DB	Elena	Math
Elena	Algebra	Yannis	Math

και την ερώτηση σε SQL:

```
SELECT *
FROM Teaches, Works_In
WHERE Works_In.Dept="Math" AND Teaches.Professor=Works_In.Name
```

- (α') Να παραστήσετε την παραπάνω σχεσιακή βάση, την SQL ερώτηση και την απάντησή της σε Datalog.
- (β') Να χρησιμοποιήσετε την τεχνική του forward chaining για να βρείτε την απάντηση στην παραπάνω ερώτηση.

9. Θεωρήστε το διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων (entity-relationship diagram) του Σχήματος 1.

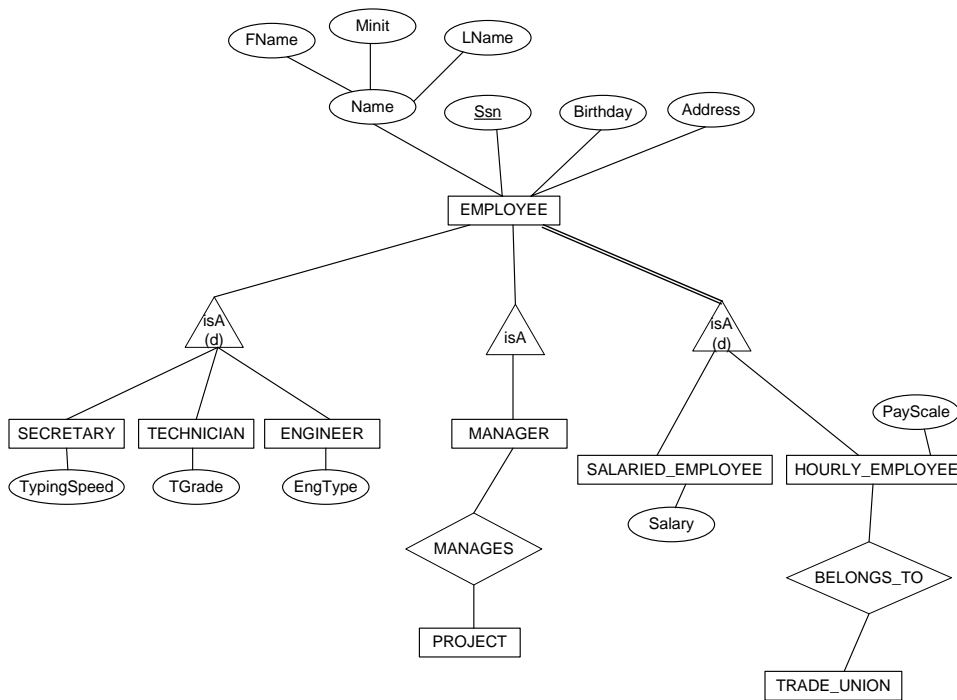
Όπως θυμάστε από το μάθημα των Βάσεων Δεδομένων, τα διαγράμματα οντοτήτων-συσχετίσεων χρησιμοποιούνται για την εννοιολογική μοντελοποίηση εφαρμογών. Για ευκολία σας υπενθυμίζουμε το σχετικό συμβολισμό:

- Οι τύποι οντοτήτων αναπαρίστανται με ορθογώνια.
- Οι συσχετίσεις αναπαρίστανται με ρόμβους.
- Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα αναπαρίστανται με ελλείψεις.
- Τα υπογραμμισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα σχηματίζουν το κλειδί ενός τύπου οντοτήτων.
- Το τριγωνάκι με τη λέξη isA αναπαριστά σχέσεις κατηγορίας/υποκατηγορίας. Ο συμβολισμός 'isA (d)' δηλώνει ότι οι υποκατηγορίες είναι ξένες μεταξύ τους.
- Η διπλή γραμμή σε μια σχέση κατηγορίας/υποκατηγορίας δηλώνει ότι ο διαμερισμός της κατηγορίας σε υποκατηγορίες είναι πλήρης.

Να απαντήσετε τα παρακάτω ερωτήματα:

- (α') Δώστε μια σειρά από προτάσεις της πρωτοβάθμιας λογικής (δηλαδή μια βάση γνώσεων KB) που να περιγράφουν με ακρίβεια την πληροφορία που μας δίνει το παραπάνω διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων.

Προσοχή: Να εξηγήσετε προσεκτικά ποιές σταθερές, συναρτήσεις και κατηγορήματα χρησιμοποιείτε.



Σχήμα 1: Ένα διάγραμμα οντοτήτων-συσχετίσεων

(β') Χρησιμοποιώντας το συμβολισμό του προηγούμενου ερωτήματος (καθώς και ό,τι άλλο συμβολισμό χρειάζεστε) εκφράστε την πρόταση 'Ο Γιώργος Γ. Μαυρόπουλος είναι τεχνικός και ζει στην Αθήνα' σε πρωτοβάθμια λογική.

10. Θεωρήστε την ακόλουθη βάση γνώσεων εκφρασμένη με φράσεις Horn

$Loves(John, Mary), Loves(John, Kate),$

$Loves(x, y) \Rightarrow GivesPresentsTo(x, y)$

και τις παρακάτω ερωτήσεις:

- (α') Δίνει δώρα ο John στην Mary;
- (β') Δίνει δώρα η Kate στην Mary;
- (γ') Δίνει δώρα η Kate στην Susan;
- (δ') Υπάρχει κάποιος στον οποίο δίνει δώρα ο John;
- (ε') Είναι αλήθεια ότι κάθε άνθρωπος στην παραπάνω βάση αγαπάει κάποιον άλλο ή υπάρχει κάποιος που του δίνει δώρα;

Να εκφράσετε αυτές τις ερωτήσεις σε λογική πρώτης τάξης, και να δώσετε τις απαντήσεις τους με βάση την δοσμένη βάση γνώσεων, υποθέτοντας ότι η σχέση της λογικής συνέπειας είναι η βάση του αλγόριθμου απάντησης ερωτήσεων. Να εξηγήσετε τις απαντήσεις σας.

Πως πρέπει να μετασχηματίσουμε την παραπάνω βάση γνώσεων ώστε οι απαντήσεις στις ερωτήσεις να είναι 'ναι, όχι, όχι, ναι, ναι';

11. **(Bonus.)** Να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό απόδειξης θεωρημάτων prover 9 (διαθέσιμο από την ιστοσελίδα <http://www.cs.unm.edu/~mccune/prover9/>) για να αποδείξετε αυτό που ζητείται στις Ασκήσεις 5 και 7.