

ΥΣ02 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

Χειμερινό Εξάμηνο 2024-2025

Τέταρτη Εργασία (2.75 μονάδες του συνολικού βαθμού του μαθήματος,
Άριστα=370)

Ημερομηνία Ανακοίνωσης: 11 Δεκεμβρίου 2024

Ημερομηνία Παράδοσης: 10 Ιανουαρίου 2025 (μέχρι 23:59)

Αντιγραφή: Σε περίπτωση που προκύψουν φαινόμενα αντιγραφής, οι εμπλεκόμενοι θα βαθμολογηθούν στην εργασία με βαθμό μηδέν.

Χρήση του ChatGPT: Επιτρέπεται χωρίς κανένα περιορισμό η χρήση του ChatGPT σε όσες ερωτήσεις θέλετε. Σε όποιες περιπτώσεις το χρησιμοποιήσετε όμως, πρέπει να δώσετε όλη την αλληλεπίδραση σας με το σύστημα μαζί με την απάντησή σας. **Προσοχή:** η απάντησή σας πρέπει να γραφτεί πλήρως από εσάς και να ακολουθεί όσα μάθατε από τις διαλέξεις και τις διαφάνειες και δεν πρέπει να είναι “αντιγραφή” από την έξοδο του ChatGPT. Το ChatGPT μπορεί να σας βοηθήσει πάρα πολύ, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις δεν θα σας δώσει την απάντηση όπως την περιμένουμε με βάση τα όσα έχετε διδαχτεί.

1. **(Προτασιακή Λογική)** Έστω A, B, C προτασιακά σύμβολα. Να αποδείξετε τα παρακάτω με δύο τρόπους: χρησιμοποιώντας πίνακες αληθείας και με χρήση ανάλυσης (resolution).
 - (a) Η πρόταση $(A \Rightarrow B) \Rightarrow (\neg B \Rightarrow \neg A)$ είναι έγκυρη.
 - (b) $A \Rightarrow B \models (C \Rightarrow A) \Rightarrow (C \Rightarrow B)$
 - (c) Η πρόταση $\neg((\neg B \Rightarrow \neg A) \Rightarrow (A \Rightarrow B))$ είναι μη ικανοποιήσιμη.

(60 μονάδες)

Όλες οι παρακάτω ερωτήσεις είναι σε λογική πρώτης τάξης.

2. Να παραστήσετε τις παρακάτω προτάσεις σε λογική πρώτης τάξης. Να χρησιμοποιήσετε κατάλληλο λεξιλόγιο (Ελληνικά ή Αγγλικά) ώστε οι τύποι που θα γράψετε να είναι κατανοητοί ή να τους εξηγήσετε προσεκτικά.
 - (a) Όποιος φοιτητής είναι γνώστης της γλώσσας Python μπορεί να περάσει το μάθημα της Τεχνητής Νοημοσύνης.
 - (b) Κάθε φοιτητής που παίρνει Τεχνητή Νοημοσύνη, παραδίδει τουλάχιστον μία εργασία.
 - (c) Υπάρχουν φοιτητές που παίρνουν Τεχνητή Νοημοσύνη και δεν έχουν παραδώσει καμία εργασία.
 - (d) Αν ένας φοιτητής κάνει όλες τις εργασίες ενός μαθήματος, θα το περάσει.
 - (e) Υπάρχει ένας καθηγητής που τον συμπαθούν όλοι οι φοιτητές.¹
 - (f) Κάθε φοιτητής που έχει ένα φίλο που έχει κάνει όλες τις εργασίες της Τεχνητής Νοημοσύνης, έχει και ένα φίλο που δεν έχει κάνει καμία εργασία.
 - (g) Οι Έλληνες πολιτικοί δεν συμπαθούν τους άλλους Έλληνες πολιτικούς που ανήκουν σε διαφορετικά κόμματα.
 - (h) Κάποιοι άνθρωποι λένε έξυπνα αστεία μόνο όταν είναι μεθυσμένοι.

¹ Ποιος να είναι άραγε; ☺

- (i) Ο Γιάννης αντιπαθεί οποιονδήποτε αντιπαθεί τον εαυτό του.
- (j) Οι πολιτικοί μπορούν να κοροϊδεύουν κάποιους ψηφοφόρους όλες τις φορές και όλους τους ψηφοφόρους μερικές φορές, αλλά δεν μπορούν να κοροϊδεύουν όλους τους ψηφοφόρους όλες τις φορές.
- (k) Δεν υπάρχει κουρέας που ξυρίζει ακριβώς αυτούς τους ανθρώπους που ξυρίζουν αυτούς που ξυρίζονται μόνοι τους.
- (l) Δύο άνδρες λέγονται μπατζανάκηδες αν οι γυναίκες τους είναι αδελφές.
- (m) Ένα σύνολο είναι υποσύνολο κάποιου άλλου συνόλου αν και μόνο αν κάθε στοιχείο του πρώτου συνόλου είναι και στοιχείο του δεύτερου.
- (n) Ορθογώνιο παραλληλόγραμμο είναι ένα πολύγωνο που έχει τέσσερις πλευρές που είναι ευθύγραμμα τμήματα και τέσσερις ορθές γωνίες.
- (o) Τετράγωνο είναι ένα ορθογώνιο παραλληλόγραμμο στο οποίο και οι τέσσερις πλευρές είναι ίσες.

Διευκρίνηση: Στις προτάσεις που έχετε να μοντελοποιήσετε μια αριθμητική έκφραση (π.χ., “ακριβώς τρεις πλευρές”), **δεν** πρέπει να χρησιμοποιήσετε κάποιο κατηγορημα με αυτή τη σημασία (π.χ. $NumberOfSides(x, 4)$). 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., $SideOf(x, s)$) και το σύμβολο της ισότητας =.

(50 μονάδες)

3. Θεωρήστε τον κόσμο της σκηνής της ταινίας *Room Things* που απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα, επικεντρώνοντας την προσοχή σας μόνο στους δύο ανθρώπους και αγνοώντας πλήρως ό,τι άλλο υπάρχει.



Θεωρήστε τώρα τις παρακάτω προτάσεις της λογικής πρώτης τάξης που αναφέρονται στον κόσμο της εικόνας:

$$\phi_1 : (\exists x)(Man(x) \wedge Asleep(x))$$

$$\phi_2 : (\forall x)(Man(x) \vee Woman(x))$$

$$\phi_3 : (\exists x)(Woman(x) \wedge Asleep(x))$$

Έχετε να απαντήσετε τις ακόλουθες ερωτήσεις:

- Να ορίσετε μια ερμηνεία 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).
- 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.

(10+30=40 μονάδες)

4. Θεωρήστε τις παρακάτω προτάσεις:²

All roses are flowers.
Some flowers fade quickly.
Therefore some roses fade quickly.

Μπορούμε να συμπεράνουμε την 3η πρόταση από τις δύο πρώτες; Αν ναι, αποδείξτε το γράφοντας τις προτάσεις σε λογική πρώτης τάξης και χρησιμοποιώντας ανάλυση ή σημασιολογικές έννοιες όπως ερμηνεία και ικανοποίηση. Αν όχι, εξηγήστε γιατί χρησιμοποιώντας σημασιολογικές έννοιες όπως ερμηνεία και ικανοποίηση.

(20 μονάδες)

5. Θεωρήστε κάθε μια από τις παρακάτω προτάσεις της λογικής πρώτης τάξης (P και Q είναι κατηγορήματα). Είναι η πρόταση έγκυρη (valid)? Αν ναι, δώστε μια απόδειξη χρησιμοποιώντας κατάλληλες σημασιολογικές έννοιες της πρωτοβάθμιας λογικής. Αν όχι, δώστε ένα αντιπαράδειγμα χρησιμοποιώντας με ακρίβεια τον ορισμό των έγκυρων προτάσεων από τη σημασιολογία της λογικής πρώτης τάξης.

$$(a) (\forall x)(P(x) \vee Q(x)) \Rightarrow (\forall x)P(x) \vee (\forall x)Q(x)$$

$$(b) (\forall x)P(x) \vee (\forall x)Q(x) \Rightarrow (\forall x)(P(x) \vee Q(x))$$

(10+20=30 μονάδες)

6. Αποδείξτε χρησιμοποιώντας ανάλυση την εγκυρότητα της πρόταση ή των προτάσεων που βρήκατε να είναι έγκυρες στην παραπάνω ερώτηση 5.

(10 μονάδες)

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.

7. Για κάθε ζευγάρι ατομικών τύπων της λογικής πρώτης τάξης που δίνεται παρακάτω, βρείτε τον πιο γενικό ενοποιητή ή εξηγήστε γιατί αυτός δεν υπάρχει.

² Από το βιβλίο του νομπελίστα Daniel Kahneman με τίτλο "Thinking, Fast and Slow", Penguin Books, 2011.

- (a) $P(x, F(y), A, w)$ και $P(G(u), v, u, x)$
- (b) $Q(x, y, w, z)$ και $Q(A, F(B), z, G(z))$
- (c) $R(F(x), G(y), z, d)$ και $R(u, v, H(u), v)$
- (d) $S(x, y, z, e)$ και $S(F(w), w, G(w), H(w))$
- (e) $T(x, A, y, w)$ και $T(G(z), z, H(w), K)$

Θυμηθείτε ότι έχουμε συμφωνήσει τα ονόματα μεταβλητών να ξεκινούν με μικρό γράμμα ενώ τα ονόματα των σταθερών, συναρτήσεων και κατηγορημάτων να ξεκινούν με κεφαλαίο γράμμα.

(5*2=10 μονάδες)

8. Θεωρήστε τις παρακάτω προτάσεις στα Ελληνικά:

- i. Ο Στέφανος, η Θεοδώρα και η Γιώτα είναι μέλη του πολιτικού κόμματος “ΤΟ ΚΑΣΕΛΑΚΙ”.
- ii. Κάθε μέλος του κόμματος “ΤΟ ΚΑΣΕΛΑΚΙ” 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 Στέφανο δεν αρέσει ό,τι αρέσει στη Θεοδώρα, και του αρέσει ό,τι δεν αρέσει στην Θεοδώρα.
- vi. Στη Θεοδώρα αρέσει ο σοσιαλισμός και ο καπιταλισμός.
- vii. Υπάρχει ένα μέλος του κόμματος “ΤΟ ΚΑΣΕΛΑΚΙ” που είναι φιλελεύθερος αλλά δεν είναι δεξιός.

(a) 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.

(b) Να χρησιμοποιήσετε ανάλυση (resolution) για να αποδείξετε ότι $KB \models \phi$?

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

(15+20+5=40 μονάδες)

9. Να αναπαραστήσετε τις παρακάτω προτάσεις χρησιμοποιώντας φράσεις Horn (Horn clauses):

- Η Ελένη είναι όμορφη.
- Ο Γιάννης είναι όμορφος και πλούσιος.
- Ο Πέτρος είναι μυώδης και πλούσιος.
- Ο Τίμος είναι μυώδης και ευγενικός.
- Σε όλους τους άνδρες αρέσουν οι όμορφες γυναίκες.
- Όλοι οι πλούσιοι είναι ευτυχισμένοι.
- Όλοι οι άνδρες που τους αρέσει μια γυναίκα, στην οποία αρέσουν, είναι ευτυχισμένοι.
- Όλες οι γυναίκες που τους αρέσει ένας άνδρας, στον οποίο αρέσουν, είναι ευτυχισμένες.

- Στην Κατερίνα αρέσουν όλοι οι άνδρες, στους οποίους αρέσει η ίδια.
- Στην Ελένη αρέσουν όλοι οι άνδρες που είναι ευγενικοί και πλούσιοι ή μωδαί και όμορφοι.

Να χρησιμοποιήσετε backward chaining για να βρείτε την απάντηση στις ερωτήσεις:

- Ποιος αρέσει σε ποιον;
- Ποιος είναι ευτυχισμένος;

Παρατήρηση: Αν γνωρίζετε ήδη Prolog, μπορείτε να τη χρησιμοποιήσετε.

(20+20=40 μονάδες)

10. (a) Θεωρήστε την παρακάτω πρόταση ϕ της λογικής πρώτης τάξης:

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

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

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

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

ακολουθεί λογικά από την παραπάνω πρόταση ϕ .

(10+20=30 μονάδες)

11. Χρησιμοποιήστε το πρόγραμμα απόδειξης θεωρημάτων Prover9 για να επαναλάβετε την άσκηση 10.

(20 μονάδες)

12. Θεωρήστε την σχεσιακή βάση δεδομένων

Teaches		Course_Semester	
Professor	Course	Course_Name	Semester
Manolis	AI	Data Structures	1
Manolis	Data Structures	AI	3
Yannis	DB	DB	4
Mema	System Programming	System Programming	6

και την ερώτηση “Σε ποια εξάμηνα διδάσκει ο Μανόλης;”

- (a) Να παραστήσετε την παραπάνω σχεσιακή βάση και την ερώτηση Datalog.
 (b) Να χρησιμοποιήσετε την τεχνική του forward chaining για να βρείτε την απάντηση στην παραπάνω ερώτηση.

Σημείωση για τους φοιτητές του 3ου εξαμήνου: Δεν χρειάζονται γνώσεις βάσεων δεδομένων (επόμενο εξάμηνο). Απλά θεωρήστε τους παραπάνω πίνακες.

(10+10=20 μονάδες)