

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

ΣΥΝΟΠΤΙΚΟ ΠΛΑΝΟ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ

- Βασικές Έννοιες της Θεωρίας Αποφάσεων και Ενδεικτικά Προβλήματα Απόφασης (10%)
- Μαθηματική Λογική και Λήψη Αποφάσεων (Εμπειρα Συστήματα και Συστήματα Κανόνων) – (25%)
- Δένδρα Απόφασης και Θεωρία Χρησιμότητας: Μια ενδεικτική ολοκληρωμένη μέθοδος λήψης αποφάσεων (25%)
- Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων (Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις, Αλγόριθμοι, Ενδεικτικά Υπολογιστικά Προγράμματα) – (30%)
- Πηγές / Βιβλιογραφία για περαιτέρω εμβάθυνση – Παρουσίαση Εργασιών Φοιτητών (10%)

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

- (1) 9/10 Γνωριμία
- (2) 16/10 Γενικές Έννοιες
- (3) 23/10 Λογική 1
- (4) 30/10 Λογική 2
- (5) 6/11 Λογική 3
- (6) 13/11 Πρόοδος 1
- (7) 20/11 Ανάλυση Αποφάσεων (ΑΑ) 1
- (8) 27/11 ΑΑ2 & Ασκήσεις Δένδρων
- (9) 4/12* (πρωί) Πρόοδος 2 – Εργασίες ΥΜΛΑ
- (10) 11/12 ΥΜΛΑ 1 – ΕΣ / Επαγωγικά Δένδρα
- (11) 18/12 ΥΜΛΑ 2 – Νευρωνικά Δίκτυα – Γενετικοί Αλγ.
- (12-13) 8/1 Παρουσιάσεις Εργ. 1
- (14-15) 15/1 Παρουσιάσεις 2 & Γενικά Σχόλια - Προεκτάσεις

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

- **ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Λήψη αποφάσεων: Καθημερινή διαδικασία

- απλές & σύνθετες αποφάσεις, τακτικές / λειτουργικές / στρατηγικές κλπ.
- διαίσθηση / εμπειρία / αναλογία / εκτίμηση
- χρήση υπολογιστών για πολύπλοκα προβλήματα / ανάλυση δεδομένων
- 1/2 αιώνας εμπειρίας και ερευνών στο θέμα
- ιστορική ανασκόπηση εξέλιξης έρευνας

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

Είδη αποφάσεων

- 1- στρατηγικού χαρακτήρα με πιθανο-θεωρητική βάση ή ντετερμινιστικές μεθόδους
- 2- οικονομοτεχνικές αποφάσεις (κόστος – όφελος, viewpoint / economic life of investments, etc.)
- 3- (αυτόματος / δυναμικός) έλεγχος συστημάτων (τεχνικών, οικονομικών, κλπ.)
- 4- βασισμένες σε πληροφόρηση / δεδομένα (κενά, ατέλειες, προβλήματα αξιοπιστίας)
- 5- με υπολογιστικές αλγοριθμικές μεθόδους για γρήγορη / έξυπνη αναζήτηση

ΣΤΟΧΟΣ ΜΑΣ:

- Να βρεθούμε όσο πιο κοντά γίνεται στην αλήθεια και την ορθή επιλογή
- (παράδειγμα: διάγνωση εγκεφαλικού – stroke diagnosis)

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

- **ΕΜΠΛΕΚΟΜΕΝΑ ΓΝΩΣΤΙΚΑ ΠΕΔΙΑ**
 - Πιθανότητες / στατιστική
 - Μαθηματική Λογική
 - Ηλ.Υπολογιστές / Προγραμματισμός
 - Νοητική ψυχολογία
 - Έμπειρα Συστήματα / Τεχνητή Νοημοσύνη
 - Γλωσσολογία
 - Ιατρική / Νευροεπιστήμες

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

Τι απαιτείται συνήθως για τη σωστή μοντελοποίηση μιας δύσκολης απόφασης

- Να εντοπιστεί ποια ακριβώς είναι η απόφαση που πρέπει να ληφθεί
- Να βρεθούν οι παράμετροι που εμπλέκονται στο πρόβλημα
- Να δούμε πως αντιμετωπίζεται το πρόβλημα ως σήμερα και τι αποτελεσματικότητα υπάρχει, έστω και σε εμπειρικό επίπεδο
- Να συλλεχθούν και καταγραφούν κατάλληλα δεδομένα (σε όγκο και τύπο)
- Να επιλεγεί η σωστή μέθοδος (υπάρχει η κατάλληλη μέθοδος για το κάθε πρόβλημα → το δυσκολότερο σημείο κάθε ειδικού αναλυτή ή επαγγελματία)
- Υπάρχουν συνήθως περισσότερες από μία επαρκείς προσεγγίσεις. Στόχος είναι επίτευξη μιας ικανοποιητικής λύσης / ωφέλιμης προσέγγισης

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

Βάση της Επιστήμης των Αποφάσεων:

Νοητικές Επιστήμες (Cognitive Science)

- Judgement / Decision / Choice / Rationality / Biases
- Τρόπος διεξαγωγής έρευνας: πείραμα και παρατήρηση
- Διάσημες εφαρμογές:
 - knowledge based systems
 - knowledge acquisition

Πρόσφατα:

- Χρηματοοικονομική Λήψη Αποφάσεων (Nobel 2001 – Daniel Kahneman: Behavioral Finance)

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

ΠΡΩΤΗ ΟΡΓΑΝΩΜΕΝΗ ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ (1968: H.RAIFFA - HARVARD)
(ΥΛΗ ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΟΥ)

- Βασικά Στοιχεία Δένδρων Απόφασης
- -Πως σχεδιάζεται ένα δένδρο, πως υπολογίζεται / επιλύεται, δένδρα και στρατηγικές αποφάσεις
- -Αναζήτηση / εκτίμηση των αποπληρωμών (payoffs) και των πιθανοτήτων για τα αβέβαια ενδεχόμενα
- -Θεωρία χρησιμότητας για μη χρηματικές αποπληρωμές
- -Βασικό πρόβλημα, ανασκόπηση δένδρου
- -Προσοχή στις δεσμευμένες πιθανότητες
- -Ερμηνεία του αποτελέσματος
- -Άλλες ιδιαιτερότητες στα δένδρα απόφασης
- -Παράδειγμα συνάρτησης χρησιμότητας
- -Ανάλυση ευαισθησίας

- Δυσκολίες / Προβλήματα της Προσέγγισης

1-παράθεση πολλών σεναρίων σε μεγάλα προβλήματα

2-εκτίμηση πιθανοτήτων (προσαρμογή σε δεδομένα, ερωτηματολόγια, πείραμα και παρατήρηση)

3-προβλήματα στον ρεαλιστικό υπολογισμό των εμπλεκόμενων αποπληρωμών

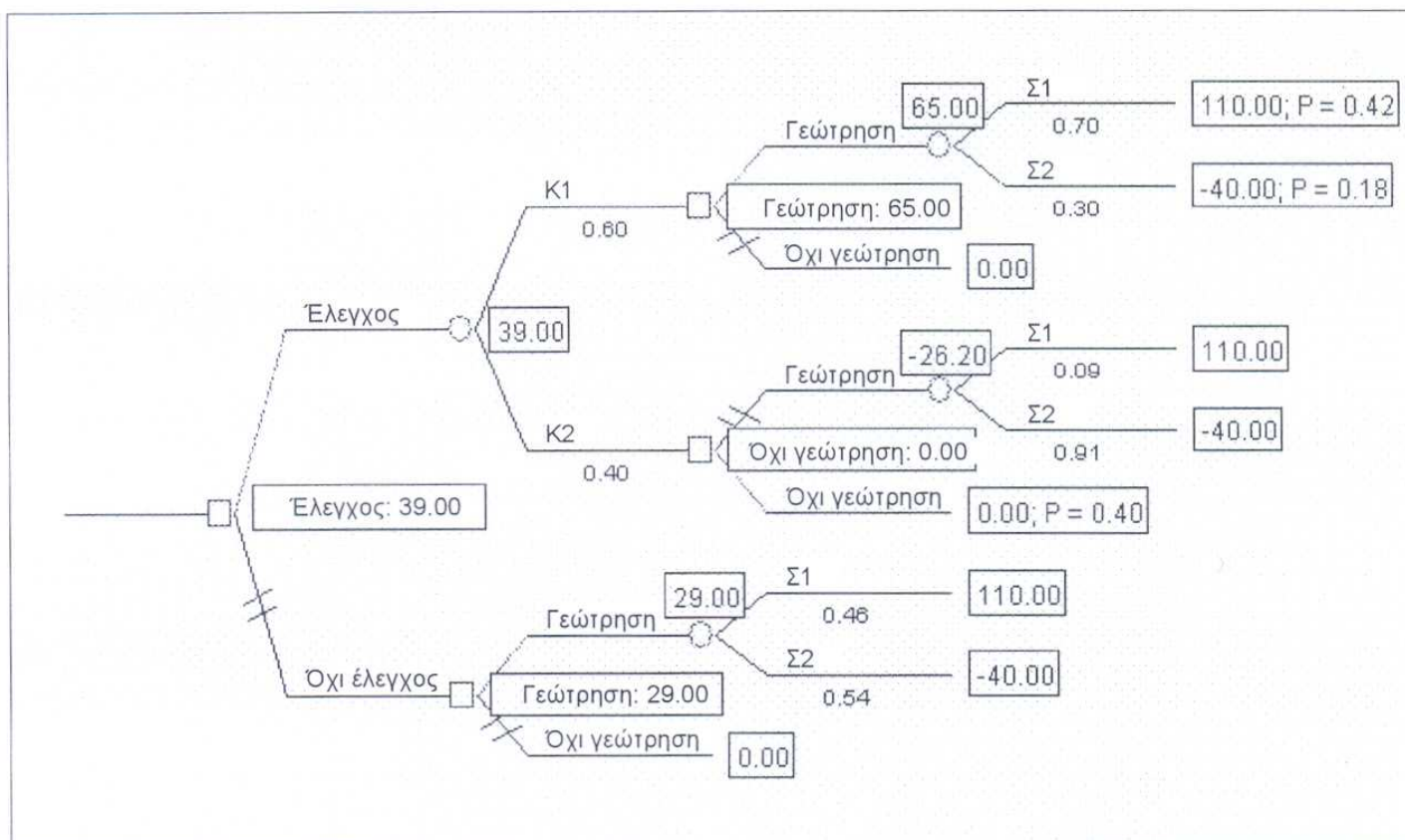
-Μέθοδοι λήψης απόφασης όταν οι πιθανότητες είναι άγνωστες ή δεν μπορούν να εκτιμηθούν

- (κριτήρια min/max, Hurwicz, Laplace, κλπ.)
- -Επεξήγηση των σημειώσεων (γύρω από αποφάσεις / δένδρα) – <http://fidelity.fme.aegean.gr/decision>

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

- Ένα Ενδεικτικό Δένδρο Απόφασης

Δέντρο απόφασης με τον έλεγχο



Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

Έμπειρα Συστήματα και Βάσεις Κανόνων Απόφασης

- -Στοιχεία μαθηματικής λογικής (προτασιακή / κατηγορική / higher order)
- -Εμπειρία ανθρώπων / εξειδικευμένων χειριστών
- -Γενικός μηχανισμός λειτουργίας ενός έμπειρου συστήματος
- -Επιτυχημένα ΕΣ (MYCIN)
- -Περιορισμοί των κλασικών ΕΣ
- -Δυνατότητες ανατροφοδότησης / προσαρμογής / βελτίωσης
- -Ανάγκη για αυτοματοποιημένες μεθόδους

- -Υπολογιστική Νοημοσύνη
 - -Νευρωνικά Δίκτυα
 - -Ασαφής Λογική
 - -Γενετικοί Αλγόριθμοι
 - -Μηχανική Μάθηση (επαγωγικά δένδρα απόφαση)
 - -Υβριδικές νοήμονες μέθοδοι
 - -Άλλες ειδικές προσεγγίσεις

Υπολογιστικές Μέθοδοι Λήψης Αποφάσεων

- Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)
- Γενετικοί Αλγόριθμοι
- Γενετικός Προγραμματισμός
- Fuzzy sets
- Fuzzy logic
- Cluster analysis
- Fuzzy c-means
- Neuro-fuzzy modelling
- Hybrid Approaches
- Adaptive Approaches
- Nature Inspired Approaches

Δημοφιλείς Υπολογιστικές Μεθοδολογίες Λήψης Αποφάσεων

NEURAL NETWORKS: THEORY AND APPLICATIONS

[εκατοντάδες χιλιάδες δημοσιεύσεις στη διεθνή βιβλιογραφία,
τόσο σε θεωρητικές βελτιώσεις, όσο και σε επιτυχείς
εφαρμογές]

Βασικοί Τύποι Νευρωνικών Δικτύων

- PERCEPTRON
- Feed Forward NN's
- RHONN's κλπ.

(υλοποίηση σε MATLAB & ενδεικτικές εφαρμογές)

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

Ενδεικτικά Πρακτικά Προβλήματα Απόφασης από Δεδομένα

Οικονομία-Διοίκηση-Χρηματοοικονομικά

- Αποφάσεις δανειοδότησης πελατών
- Εντοπισμός κινδύνου πτώχευσης επιχειρήσεων
- Επιλογή προσωπικού από βάση δεδομένων (βιογραφικών σημ.)
- Εντοπισμός απάτης σε πιστωτικές κάρτες
- Επιλογή πελατών από ασφαλιστικές εταιρείες για προσφορές

Υπολογιστικές Μέθοδοι στη Βελτιστοποίηση

- Πρόβλημα Επιλογής Χαρτοφυλακίου
- Πρόβλημα Βέλτιστων Διαδρομών
- Ανάλυση Χρηματοοικονομικών Δεδομένων
- Forecasting (Πρόβλεψη)
- ΧΡΗΣΗ MATLAB και τρόπος αντιμετώπισης ενδεικτικών προβλημάτων σε περιβάλλον MATLAB

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

Άλλες Δημοφιλείς Εφαρμογές

Βιομηχανία

- Vibration Analysis Data για διάγνωση βλαβών
- Εντοπισμός Απωλειών στο δίκτυο μεταφοράς/ διανομής ενέργειας
- Παρακολούθηση λειτουργίας δυναμικών συστημάτων (θάλαμοι εναέριας κυκλοφορίας, control rooms εργοστασίων, κλπ)
- Fuzzy Controllers (Automated Control Applications)

Διάφορες Εφαρμογές

- Ιατρική Διάγνωση (Pap-Smear/Aphasia/Neurology/Biology/Radiology κλπ.)
Διαχείριση Εκτάκτων Περιστατικών (Bs As)
- Πληροφορική (Βέλτιστη διαχείριση έργων πληροφορικής – εντοπισμός προβλημάτων)
- Στρατηγική Διοίκηση: Αξιολόγηση Νέων Επιχειρηματικών Ιδεών / Καινοτομιών, από Business Plans

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

- ΔΗΜΟΦΙΛΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
- **Treeage / Clementine / SmartDraw / Syncopation / Palisade / Supertree** κ.ά. (προγράμματα δένδρων απόφασης)
- **Data Engine & Winrosa** (Fuzzy Rule Based Systems)
- **Matlab Toolboxes** (Fuzzy, Genetic, Neural etc. + application environments e.g. Financial Toolbox)
- **Discipulus** (Genetic + Non-Linear Programming)
- **C4.5 / See5 / AQ11-17 / CN2** (Προγράμματα Επαγωγής Λογικών Κανόνων Από Διαθέσιμα Δεδομένα ή Παραδείγματα)
- **WEKA** (Συλλογή από ~ 70 ομαδοποιημένους αλγορίθμους διαφόρων τύπων με ενιαίο τρόπο αναπαράστασης δεδομένων)
- **KESO / SPSS plug-ins** κ.α. (Νοήμονες Υπολογιστικές Προσεγγίσεις ως προσθήκες σε γνωστά προγράμματα στατιστικής ανάλυσης δεδομένων)

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

- Παράδειγμα σχετικών δεδομένων προς ανάλυση
 - diagnosis.
 - age: continuous.
 - sex: M, F.
 - on thyroxine: f, t.
 - query on thyroxine: f, t.
 - on antithyroid medication: f, t.
 - sick: f, t.
 - pregnant: f, t.
 - thyroid surgery: f, t.
 - tumor: f, t.
 - goitre: f, t.
 - hypopituitary: f, t.
 - TSH: continuous.
 - T3: continuous.
 - TT4: continuous.
 - T4U: continuous.
 - FTI:= TT4 / T4U.
 - referral source: WEST, STMW, SVHC, SVI, SVHD, other.
- diagnosis: primary, compensated, secondary, negative.
- ID: label.

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

- 41,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,1.3,2.5,125,1.14,SVHC,negative,3733
- 23,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,4.1,2,102,?,other,negative,1442
- 46,M,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,0.98,?,109,0.91,other,negative,2965
- 70,F,t,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,0.16,1.9,175,?,other,negative,806
- 70,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,0.72,1.2,61,0.87,SVI,negative,2807
- 18,F,t,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,0.03,?,183,1.3,other,negative,3434
- 59,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,?,?,72,0.92,other,negative,1595
- 80,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,2.2,0.6,80,0.7,SVI,negative,1367
- 66,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,t,f,f,0.6,2.2,123,0.93,SVI,negative,1787
- 68,M,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,2.4,1.6,83,0.89,SVI,negative,2534
- 84,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,t,f,f,1.1,2.2,115,0.95,SVI,negative,1485
- 67,F,t,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,0.03,?,152,0.99,other,negative,3448
- 71,F,f,f,f,t,f,f,f,t,f,f,f,f,f,0.03,3.8,171,1.13,other,negative,1027
- 59,F,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,f,2.8,1.7,97,0.91,SVI,negative,3331
-

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

Genetic Programming Symbolic Regression

- Full Data Set:67
- Train Data Set:35
- Test Data Set:32
- Population :20000
- Iterations :Infinite
- Max Tree Size:150
- Operator Set:
- NUMBER NOT AND OR IfGT IfGTE IfLT IfLTE IfBT IfBTE P0 P1 P2 P3 P4 P5 T0 T1 T2 T3 T4 T5 N0 N1 N2 N3 N4 N5 C0 C1 C2 C3 B0 B1 B2 B3 B4 V0 V1 V2

- Iterations; Fitness ; RawFitness; Sensitivity ; Specificity ; Simplicity ; Missed Cases; TSens; TSpec; TMissed ; TFit; NormSimp; **Program** ;
- **1000**;0.763572;0.76326;0.666667;0.85;0.998681;8;0.478261;1;12;0.726367;0.946309; (**IfLT (AND (IfGT N3 B3) B1) (IfLTE C2 T0)**)
- **2000**;0.81271;0.812648;0.818182;0.833333;0.99967;6;0.7;0.818182;7;0.752847;0.986577; (**IfLTE N0 B0**)
- **8000**;0.814772;0.814711;0.888889;0.807692;0.99967;6;0.714286;0.944444;5;0.844011;0.986577; (**IfLTE N4 B3**)
- **10000**;0.814772;0.814711;0.888889;0.807692;0.99967;6;0.714286;0.944444;5;0.844011;0.986577; (**IfLTE N4 B3**)
- **27000**;0.819917;0.818752;1;0.785714;0.993572;6;0.75;0.714286;9;0.661644;0.738255; **IfLT (IfBTE (IfBTE (NOT P5) (IfLT 111 N0) (IfGT P5 N3)) (AND (IfBT T3 B1 P0) (IfLTE V2 T5)) (IfLT P2 (OR T4 P1))) (IfGTE (IfLTE (IfGT T4 P2) (IfBT P2 N3 C1)) (IfLTE (IfGTE T1 P2) (IfGTE V2 P2))))**

-

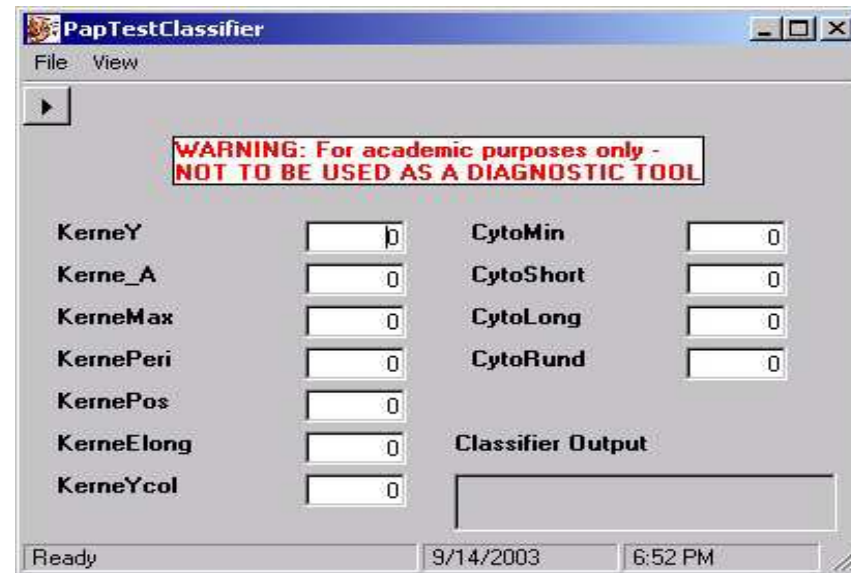
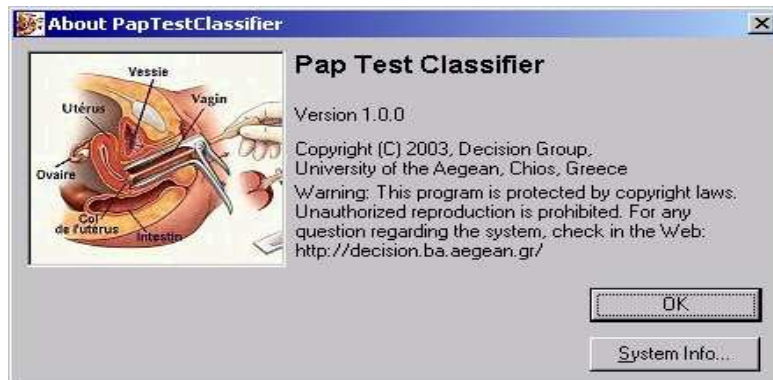
- **236000**;0.933705;0.933342;0.923077;0.954545;0.994561;2;0.571429;0.72;10;0.626828;0.778524; (**IfLT (IfBTE (IfBTE (NOT P5) (NOT (IfLTE N2 B1)) (IfGT P5 P3)) (AND 38 (IfGT T4 P2)) (IfLT P2 P2)) (IfGTE (IfLTE (IfGT T4 P2) (IfBT P2 N3 C1)) (IfLTE T1 (IfGTE V2 P2))))**)

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

Παράδειγμα Εύρεσης εξελισσόμενης Λύσης από την εφαρμογή Γενετικού Προγραμματισμού

1. If KerneY > CytoMin and KernePeri < 28 and KerneMax > CytoShort then cell class is INTER (class 3) , else:
2. If KerneY > CytoMin and KernePeri < 28 and KerneMax <= CytoShort then cell class is Dysplasia (classes 5,6,7), else:
3. If KerneY > CytoMin and KernePeri > 28 and CytoLong<=Kerne_A then cell class is SUPER (class 4), else:
4. If KerneY > CytoMin and KernePeri > 28 and CytoLong >Kerne_A then cell class is Dysplasia (classes 5,6,7), else:
5. If KerneY < CytoMin and (KernePos >= CytoRund*CytoRund or CytoRund*CytoRund >= KerneElong) and Kerne_A > KerneMax / Kerne_Ycol then cell class is PARA (class 2), else:
6. If KerneY < CytoMin and (KernePos >= CytoRund*CytoRund or CytoRund*CytoRund >= KerneElong) and Kerne_A <= KerneMax / Kerne_Ycol then cell class is Dysplasia (classes 5,6,7), else:
7. If KerneY < CytoMin and KernePos < CytoRund*CytoRund and CytoRund*CytoRund < KerneElong and Kerne_A >112 then cell class is CYL (class 1), else:
8. If KerneY < CytoMin and KernePos < CytoRund*CytoRund and CytoRund*CytoRund < KerneElong and Kerne_A <112 then cell class is Dysplasia (classes 5,6,7)

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων



Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

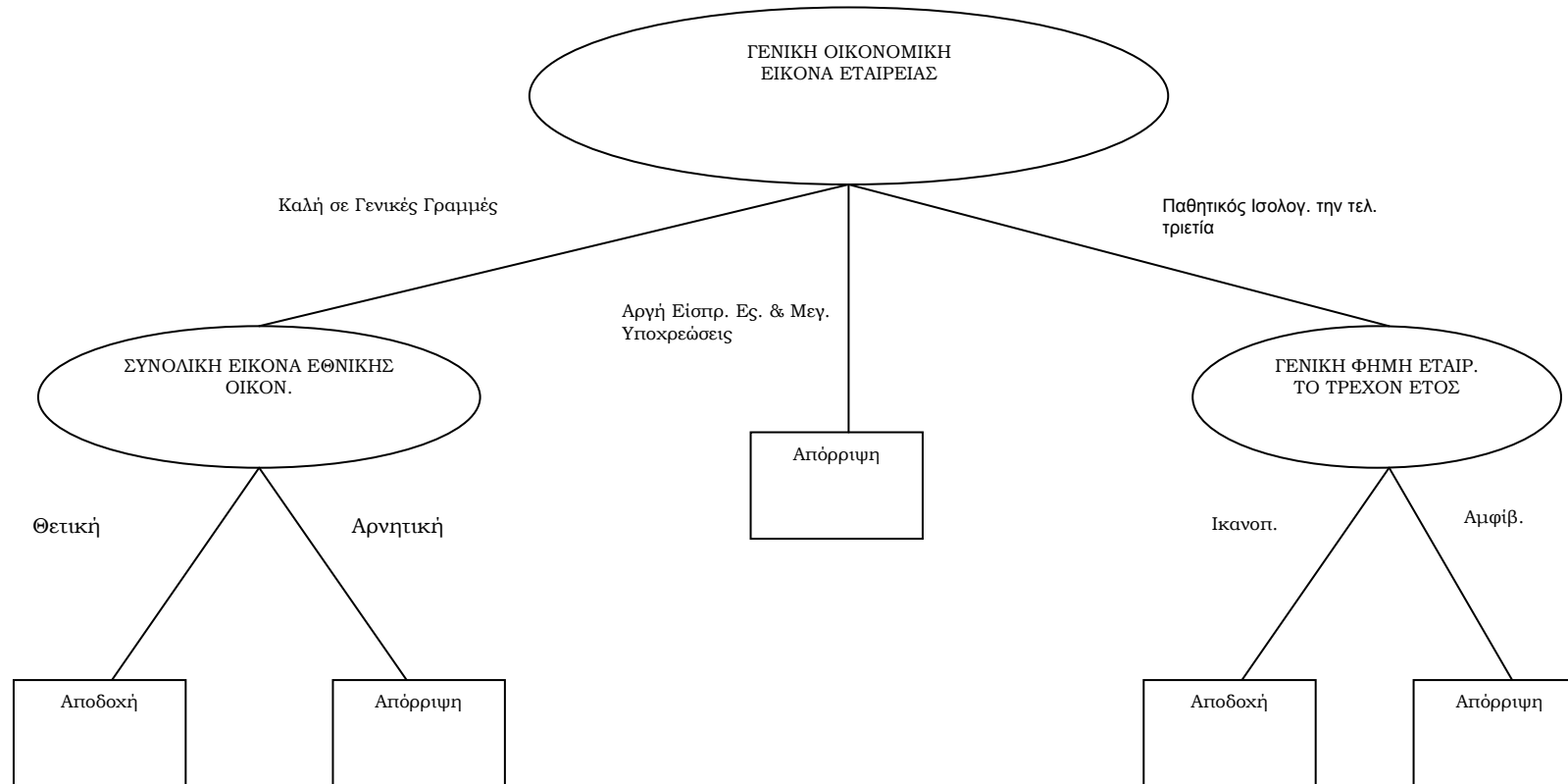
- Επαγωγικά δένδρα απόφασης

Γενική λογική λειτουργίας της σχετικής μεθοδολογίας

- -εντροπία πληροφορίας
- -αξιοποίηση πληροφορίας στα δεδομένα
- -Hunt/Quinlan – ανάγκη προγραμματισμού Η/Υ
- -Το παραγόμενο δένδρο / πώς διαβάζεται / χρησιμότητα
- -Άλλα features / rulequest & trees (www.rulequest.com)
- -[κλασσικά] vs [επαγωγικά δένδρα]
- -[πιθανοθεωρητική ανάλυση] vs [data driven search]

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

Ένα επαγωγικό δένδρο απόφασης



Ένα Γενικευμένο Επαγωγικό Δένδρο Απόφασης για το Πρόβλημα Παροχής Δανείου ή Χρηματοδότησης

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

Βασική βιβλιογραφία

- -Σημειώσεις Α.Α.Μ.Γ.
- -Lee-Chang – Logic for Engineers
- -Quinlan; C4.5 Programs for Machine Learning
- -Raiffa / Decision Trees
- -Hayes-Roth / Waterman / Lenat – Building Expert Systems
- -Nilsson/Chen/Βλαχάβας (Υπολογιστική Νοημοσύνη – Comp. Intelligence)
- -LiSP/Logic Programming
- -Kahneman/Tversky/Slovic/Simon
- websites: {rulequest / palisade / treeage}

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

- σε 6 μήνες / ~500 ώρες εργασίας που να αντανakλάται στο γραπτό κείμενο
- επιλογή επιβλέποντος / τριμελούς επιτροπής
- βαθμολόγηση γραπτού κειμένου + προφορικής παρουσίασης / υποστήριξης θέματος (συνυπολογισμός του βαθμού δυσκολίας)
- ποσοτικός / υπολογιστικός χαρακτήρας εργασίας (problem solving oriented approach)
- θέμα / βάθος / ποιότητα διπλωματικής → προϋπόθεση για περαιτέρω έρευνα / ΔΔ
- επιλογή θέματος ανάλογα με τους στόχους (δημοσιεύσεις / μελλοντική απασχόληση)
- ανακοίνωση 5-7 θεμάτων ανά διδάσκοντα (δυνατότητα συνεπίβλεψης-συνεργασίας διδασκόντων)

Ανάλυση Αποφάσεων και Μηχανική Γνώσεων

π.χ. πιθανά θέματα

- -Μελέτη επιχειρησιακής στρατηγικής συγκεκριμένης εταιρείας / σύγκριση με κλαδικά στοιχεία
- -Business Plans / Οικονομοτεχνικές Μελέτες για υπαρκτά προβλήματα
- -Πρωτότυπες Ευφυείς Μεθοδολογίες λ.χ. Neuro-Fuzzy Decision Trees
- -Computational Intelligence based Decision Making: Applications in Finance